

イラク国 水資源省・農業省・計画省

イラク国  
南部ジャジーラ灌漑事業準備調査

ファイナルレポート  
(和文要約)

平成 23 年 10 月  
(2011 年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

株式会社 三祐コンサルタンツ

# 調査報告書リスト

## ファイナルレポート

1. 英 文
2. アラビア語
3. 和 文

## 分野別資料編（英語）

### Appendix-A. 水資源／水文気象

- A-1 流入・流出量データ
- A-2 モスルダム年次報告書データ（2008）
- A-3 水資源計算結果

### Appendix-B. ダム／地質・土質

### Appendix-C. 営農／土壌・土地利用

- C-1 気象データ
- C-2 水収支計算結果
- C-3 土壌調査レポート

### Appendix-D. 灌漑施設計画

### Appendix-E. 社会経済／事業評価（事業評価計算結果、他）

### Appendix-F. 環境社会配慮

### Appendix-G. GIS／画像解析

- G-1 GIS 画像出力
- G-2 GIS マニュアル

## 図面集（英語）

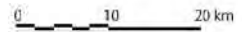
1. トンネル案
  - 1) シナリオ-0（取水量：100 m<sup>3</sup>/s）
  - 2) シナリオ-1（取水量：80 m<sup>3</sup>/s）
  - 3) シナリオ-2（取水量：60 m<sup>3</sup>/s）
2. ポンプ案
  - シナリオ-0（取水量：100 m<sup>3</sup>/s）

### 調査対象地域位置図



項目	諸元
堤高	113m
型式	ゾーン型アースダム
堤頂長	3,600m
天端幅	10m
ダム天端標高	EL343m
最高水位貯水量	131億m <sup>3</sup>
利水時貯水容量	111億m <sup>3</sup>
死水量	29.5億m <sup>3</sup>
最高水位 (洪水時)	EL338.0m
常時運用水位 (計画)	EL330.0m
死水位標高	EL300.0m

- 凡例
- 水路 (既存)
  - 水路 (計画)
  - トンネル (計画)
  - 河川
  - 灌漑地域
  - ポンプ場 (既存)
  - ポンプ場 (計画)
  - 水力発電所
  - 道路
  - 鉄道
  - 国境



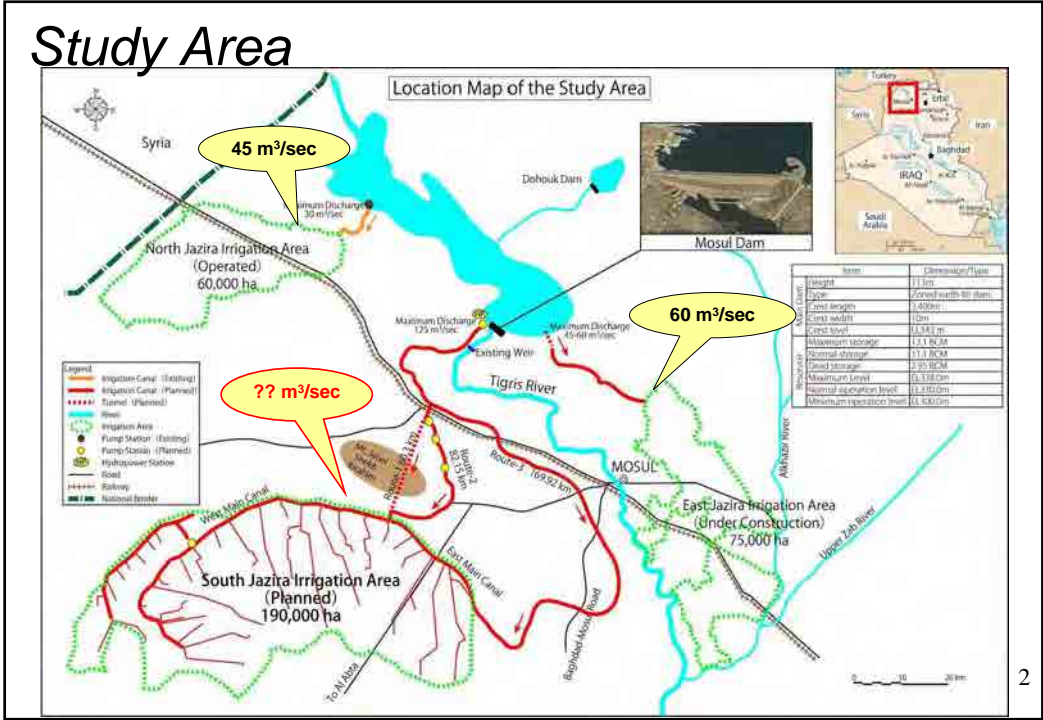
# THE PREPARATORY SURVEY ON SOUTH JAZIRA IRRIGATION PROJECT IN REPUBLIC OF IRAQ

## FINAL REPORT SUMMARY

SEPTEMBER 2011

JICA STUDY TEAM FOR THE SURVEY

### Study Area



## 1. Understandings of the Study objectives

3

### 1. Understandings of the Study objectives

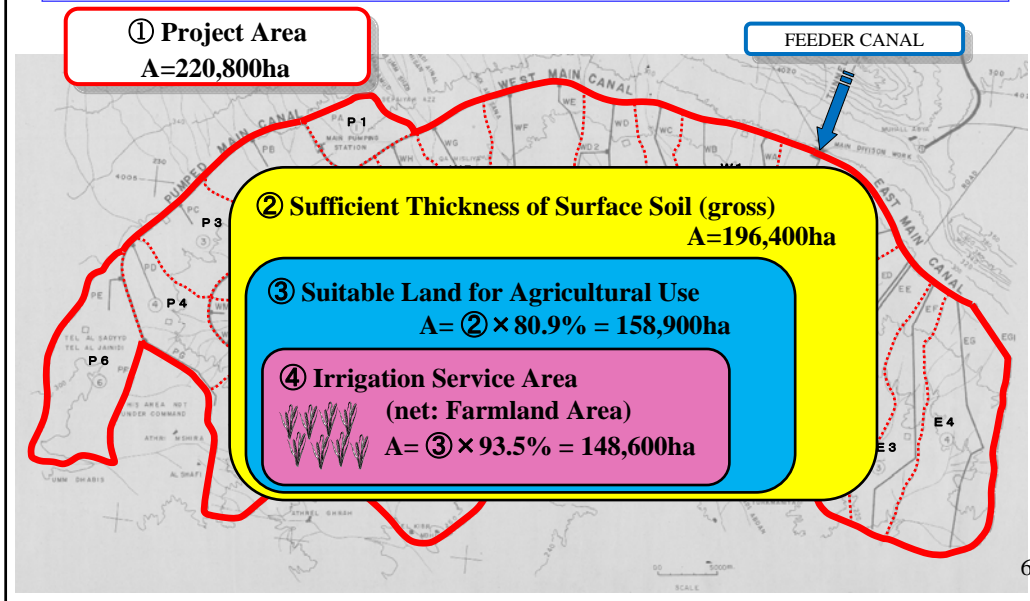
- 1) To confirm feasibility of the South Jazira Irrigation Project with **review of the Swiss F/S** considering of proper distribution of the water resource from the Tigris River.
- 2) To propose **irrigated agriculture plan** based on the analysis of available water resources in the Mosul dam reservoir. **by Scenarios.**
- 3) To prepare irrigation facility plan **by alternatives including tunnel and pump** for feeder canal considering of environmental and social conditions. **by Scenarios.**
- 4) To evaluate **Project effects.** **by Scenarios.**
- 5) **To find minimum scale of the Project to be feasible.**

4

## 2. Irrigated agriculture plan

5

### 2-1. Irrigation Service Area in the Project Area



## 2-2. Better cropping pattern brings more production and requires less water

Crop Production of Rotation Block (Cultivated Area 2,400ha)

	Crops	Proposed Yield (kg/ha)	Cropping Area (ha)	Pr (t)
1	Winter alphas	7,000	-	-
2	Sugar beet	46,000	200	9,200
3	Wheat	5,600	900	5,040
4	Barley	5,200	300	1,560
5	Field beans	2,800	100	280
6	Oat	7,600	100	760
7	Vetch	7,600	100	760
8	Berseem	8,400	100	840
9	Potato	20,000	100	2,000
10	Summer alphas	7,000	400	2,800
11	Cotton	2,800	25	70
12	Maize	6,000	25	150
13	Sunflower	2,400	25	60
14	Chick pea	2,400	25	60

Basic strategy to select crops

- ① Irrigation water should be saved.
- ② Production of principal food should be increased.
- ③ Fodder should be produced for livestock farmers.
- ④ National 5-years Plan, Swiss F/S, Experience of North Jazira Project should be concerned.

Fodder Crop

Principal Food

Fodder Crop

Fodder Crop

Summer crops need more irrigation water than winter crops.

7

## 2-3. Cropping schedule should be adjusted to make total water consumption minimum.

➤ Cropping schedule can be adjusted because of irrigation water by project.

➡ It is not necessary to wait rainfall for seeding.

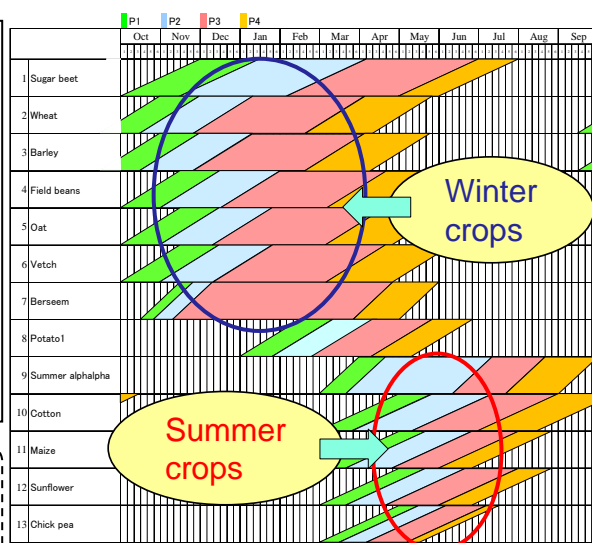
➤ Reducing maximum monthly discharge and annual water consumption should be considered.

➡ Winter crops are main.

➡ Unit price of crop are not considered.

Growing stage of crop established by FAO

- P1: Initial Stage
- P2: Crop Development Stage
- P3: Mid-Season Stage
- P4: Late Season Stage



Winter crops

Summer crops

8

## 2-4. Maximum monthly discharge indicates capacity of canal system.

➤ Water consumption depends on the following factor.



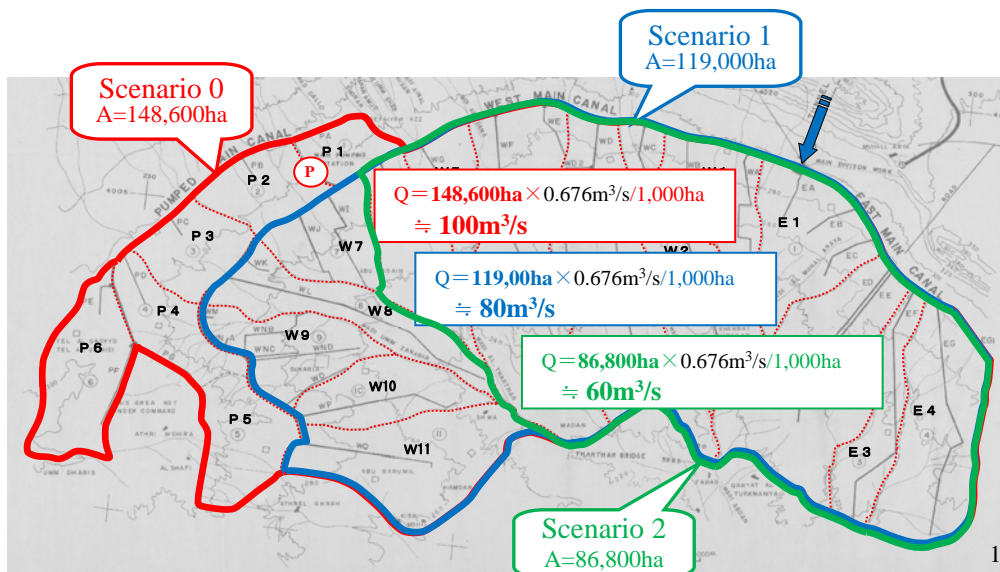
- ① Cropping area
- ② Climate ( high in summer season )
- ③ Character of crop

Unit Water Consumption (m <sup>3</sup> /sec/1,000ha)												
Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Maximum Discharge
0.21	0.22	0.19	0.19	0.28	0.57	0.68	0.61	0.52	0.43	0.34	0.11	0.68

In April most winter crops are still planted and summer crops are planted in April. Therefore, monthly water consumption of April becomes maximum.

9

## 2-5. Design discharge by Scenarios



10



### *3. Available water resources in the Mosul dam reservoir*

11

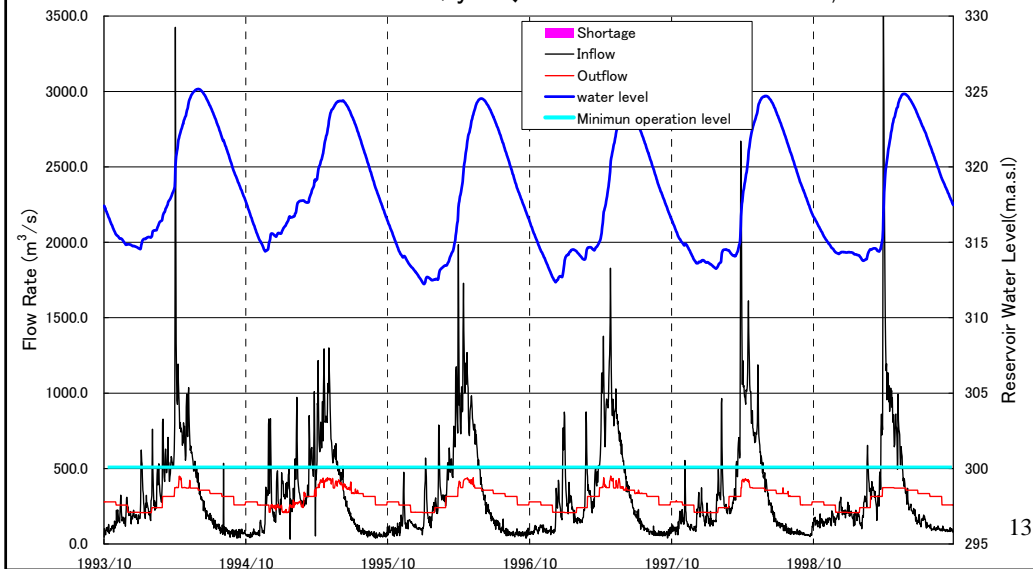
#### *3-1. Pre-conditions*

- 1) SWLRI will take 2 to 3 years to complete the task,*
- 2) Indicators provided by MOWR;*
  - a) Inflow volume to the Mosul dam reservoir in future: ⇒ 10.1 BCM/year*
  - b) Minimum requirement of releasing volume from the Mosul dam: ⇒ 200 m<sup>3</sup>/s  
(if constant, 6.31BCM/year)*

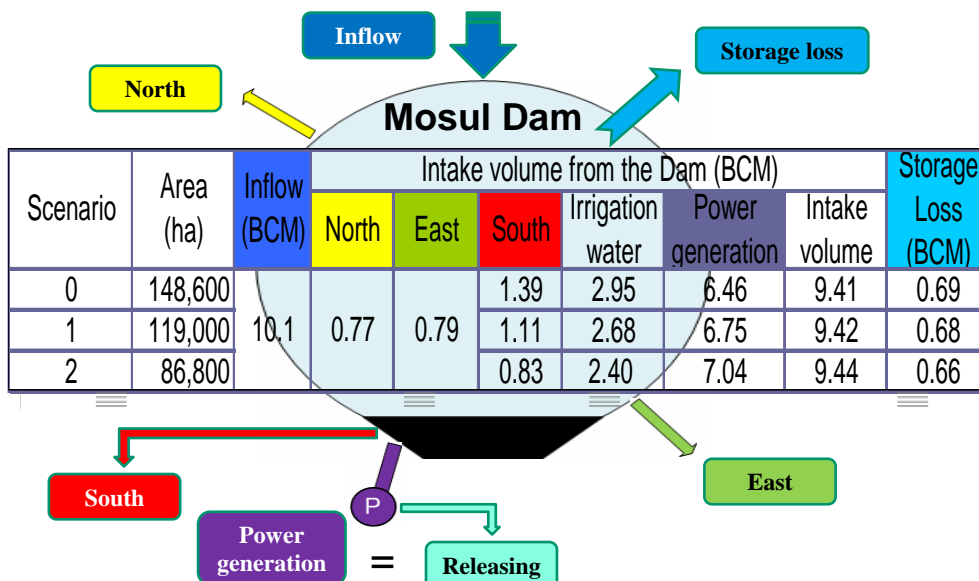
12

No shortage occurs in the case of maximum intake rate (Scenario-0)

This result is rarely different from other scenarios.  
 Scenario-0 Inflow 10.1 BCM/year, Area of South Jazira=148,600ha



### 3-2. Available water resources in the Mosul dam reservoir



## 4. Construction schedule and minimum scale of the Project to be feasible

15

### 4-1. Component of Canal by Scenarios

Canal	Items	Unit	Scenario 0	Scenario 1	Scenario 2
Feeder canal	Design discharge (Q)	m <sup>3</sup> /s	100	80	60
Open canal	Length (L)	km	41.16	41.16	41.16
	Canal bed width (B)	m	5.00	4.00	4.00
	Wall height (H)	m	6.00	5.70	5.00
Tunnel	Length (L)	km	19.14	19.14	19.14
	Horse-shoe type (2R)	m	7.90	7.30	6.50
East Main canal	Design discharge (Q)	m <sup>3</sup> /s	23~8	23~8	23~8
	Length (L)	km	18.02	18.02	18.02
West Main canal	Design discharge (Q)	m <sup>3</sup> /s	77~7	57~7	36~4
	Length (L)	km	76.40	76.40	39.05
Pumped Main canal	Design discharge (Q)	m <sup>3</sup> /s	18~2	—	—
	Length (L)	km	27.70	—	—

16

## 4-2. Construction cost by Scenarios

Unit: Billion ID, 1 USD=1,170 ID

Work Type	Scenario 0	Scenario 1	Scenario 2
1. Feeder Canal (Open Canal)	152	136	121
2. Tunnel on Feeder Canal	181	165	142
Sub-total	333	300	264
3. Canals, Road and Networks (East Canal)	109	109	109
4. Canals, Road and Networks (West Canal)	350	327	171
5. Canals, Road and Networks (Pumped Canal)	198	—	—
6. Sprinkler System	599	480	350
Sub-total	1,256	916	630
6. Power and Pumping Station	176	140	105
7. Electrical Supply System	45	41	36
Sub-total	221	181	141
<b>Total (as of year 2009)</b>	<b>1,809</b>	<b>1,397</b>	<b>1,035</b>
<b>Total (as of year 2010)</b>	<b>1,873</b>	<b>1,447</b>	<b>1,073</b>

## 4-3. Project costs (Financial price)

(1,000 ID)

Contract Number	Facilities	Scenario 0 (w/ Pump)		Scenario-1	Scenario 2
Direct Cost Total		1,872,983,100	1,872,983,100	1,447,301,700	1,072,670,900
Consulting Services	10% of Direct Cost	187,298,300	187,298,310	144,730,100	107,267,100
Land Acquisition & Compensation	3% of Direct Cost	28,167,800	56,189,493	22,868,400	17,112,400
Administration Cost	3% of Direct Cost	28,167,800	56,189,493	22,868,400	17,112,400
Physical Contingency	20% of Above	423,323,400	434,532,079	327,553,800	242,832,500
Reconstruction Levy	5% of Direct Cost	46,702,800	0	34,251,000	25,112,800
<b>Total</b>		<b>2,586,643,200</b>	<b>2,607,192,475</b>	<b>1,999,573,400</b>	<b>1,482,108,100</b>

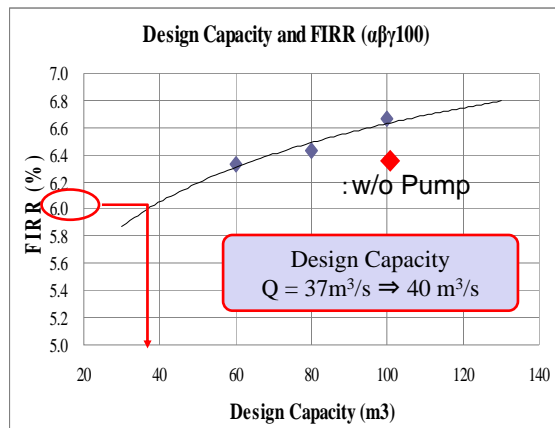
a/ Unit Costs of the East Jazira Irrigation Project are areapplied.

b/ Price escalation rate of 5.3% for local currency (L/C) and 1.8% for foreign currency (F/C) are applied to convert 2009 price to 2010 price.

c/ Foreign exchange rate of 1170ID/US\$ and 0.07JPYen/ID are applied.

d/ Scenario-0 (w/o pump) case excludes the pump station cost.

#### 4-4. Minimum scale of the Project to be feasible (1/2)



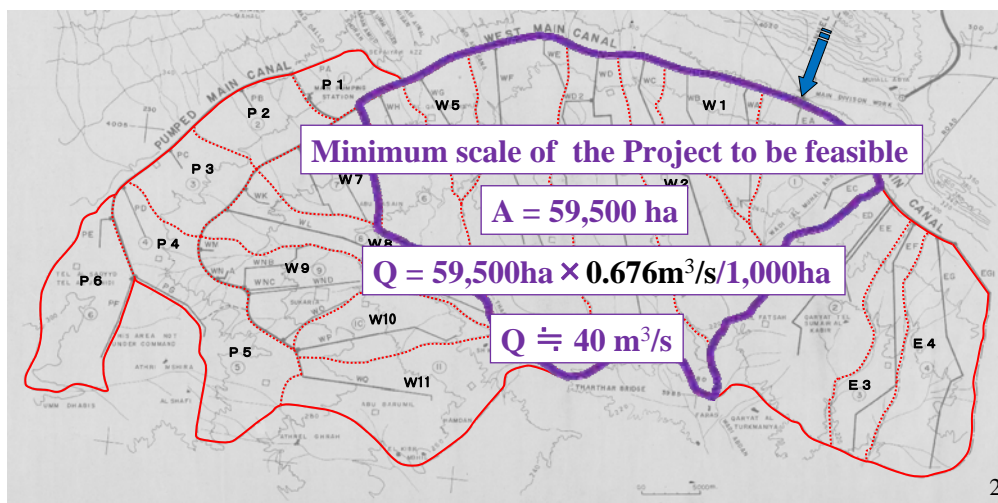
- Base Year: 2010
- Discount Rate: 6% (Policy Rate of the CBI)



Minimum scale of the Project to be feasible

**$Q = 40\text{m}^3/\text{s}$**

#### 4-4. Minimum scale of the Project to be feasible (2/2)



## 5. Conclusions

21

### 5-1. Decisions to be made on Project scale

Scenarios	Irrigation area (Net ha)	Intake discharge (m <sup>3</sup> /s)	Annual water allocation (BCM)	Annual yield of wheat (ton)	Project cost (Billion ID)	FIRR
Scenario-0	148,600	100	1.39	312,000	2,587	6.3%
Scenario-1	119,000	80	1.11	245,000	2,000	6.4%
Scenario-2	86,800	60	0.83	182,000	1,482	6.0%
Scenario-3 Minimum scale	59,500	40	0.48	125,000	-	-

✓ Negative impact based on reduction of power generation is not considered in the calculation of EIRR.

*Decisions to be made on Project scale by the decision-makers of Iraqi government based on SWLRI.*

22

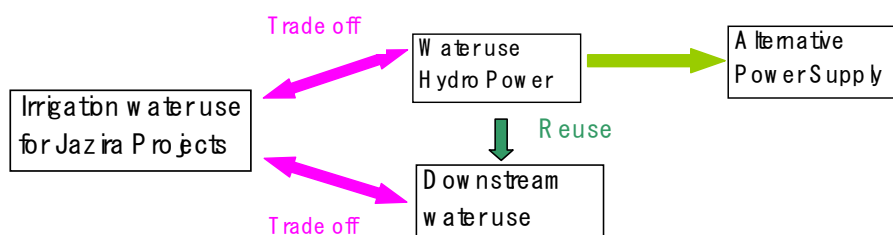
## 6. Next steps

23

### 6-1. Issues on Water resources

When Inflow decrease by 10.1 BCM

- Need for Irrigation and Hydro-power :  $\Rightarrow$  Trade off
- Hydro-power : re-use for the downstream area
- Impact : serious  $\Rightarrow$  Alternative power supply
- Need for Jazira areas and the downstream water use  $\Rightarrow$  Trade off



24

## 6-2. Towards the Project implementation

### (1) Waiting for conclusion of the SWLRI

- SWLRI should indicate future inflow volume to the Mosul dam as well as **necessary release volume to the downstream** consisting of following demands In future;

- 1) *Agriculture (Irrigation),*
- 2) *Power generation,*
- 3) *Industry,*
- 4) *Drinking water, and*
- 5) *Conservation of marshlands located in southern Iraq.*

25

## 6-2. Towards the Project implementation

### (2) Post-SWLRI

- It is expected that with having the conclusions by the SWLRI in near future, Iraqi government should finalize a strategic development scheme on the use of land and water resources aspects.

26



## 6-2. Towards the Project implementation

(3) Examination of annual water requirement based on daily basis meteorological data and soil survey data

- In order to estimate the most reliable water requirement, a pilot irrigation block shall be selected in the Project area,
- The observation of meteorological data in daily basis for the purpose of re-examination of annual irrigation water requirement be carried out in parallel with relevant soil survey (moisture content, etc.).
- It may lead to possible water saving

27

## 6-2. Towards the Project implementation

(4) Capacity building for leaders for water management and organizing farmers in the pilot irrigation blocks before Project implementation

- It is recommended one irrigation block shall be selected as a pilot area, then
- to experiment gypsum soil to be irrigated by sprinkler system,
- to strengthen the Project by establishing farmers organization as well as capacity building for extension services and water management,
- For this, the know-how learned from the preceding North Jazira Irrigation Project area shall be fully referred.

28

## 現地写真集



水資源省本部  
(バグダット)



イラク国首相府  
(バグダット)



バグダットの首相顧問団 (2011年7月27日)  
左から2人目が Ghadhban 首相顧問



首相顧問団へのドラフトファイナルレポート  
説明 (2011年7月27日)



水資源省本部におけるドラフトファイナルレ  
ポート説明 (2011年7月25日、26日)



同左会議の参加者達  
水資源省、農業省、計画省など各省庁から参加



南部ジャジーラ調査対象地域における  
GIS衛星画像解析における現地踏査  
(2010年7月)



同左  
衛星画像と現地の状況を比較



南部ジャジーラ調査対象地域における  
井戸調査 (2010年7月)



井戸調査では、質問表に基づき  
深さ、用途、水質、水量等を調査した。



南部ジャジーラ調査対象地域における  
農民からの水利用に関する聞き取り調査



南部ジャジーラ地域で行われている  
スプリンクラー灌漑の水源部



北部ジャジーラ灌漑地区の灌漑用水路



北部ジャジーラ灌漑事業で  
導入されている移動式灌漑システム



北部ジャジーラ灌漑事業での  
移動式灌漑システム取水部



クルド地区内の灌漑用水路における取水堰



北部ジャジーラ灌漑地区での  
スプリンクラー灌漑



北部ジャジーラ灌漑地区における  
主要作物である小麦、大麦畑



北部ジャジーラ灌漑地区での  
ジャガイモの収穫



同左  
収穫後トラクターによって各地へ運ばれる



エルビル卸売市場から  
各地へ運ばれる野菜や果物



エルビル中央卸売市場



エルビルで出会った野菜卸売業者  
(2010年8月)



ニナワ県北部で稼動している小麦揚穀機



エルビルにおいて開かれた第1回 PMT 会議  
(2010年7月)



同左。第1回 PMT 会議では、インセプションレ  
ポート協議が行われた



第2回 PMT 会議でのワークショップ  
(2010年7月29日)



同左。事業対象地区の衛生画像を基に  
現況確認が行われた



第3回 PMT 会議 (2010年8月9日)  
会議の議長を務めた Ghanim 氏 (左)



同左。第1次現地調査の結果報告に基づき、今  
後の方針について確認した



モスルダム貯水池  
余水吐より望む



モスル水力発電所用の取水施設



南部ジャジーラ灌漑事業用の取水口



南部ジャジーラ灌漑事業取水施設の  
塵除けスクリーン



モスルダム発電施設を望む



モスルダムより下流側を望む

## 要 約

### 1. はじめに

#### 1.1 調査の背景・目的

イラク国は中近東諸国の中では比較的豊かな水資源を有しているが、節水灌漑などの効率的な灌漑技術が十分に導入されてはならず、その水資源が有効に活用されていない。全国 600 万 ha の可耕地の約 50% は天水に依存し不安定であることから、農業セクターは近年衰退傾向にあり、GDP に占める割合は 1992 年に 25% であったが、2008 年には 5% にまで減少している。これは食料供給が不安定になるだけでなく、農村地域における雇用機会の減少という事態も招いている。

1980 年代、イラク政府はチグリス川からの導水を計画し、農業生産量の増加と地域の経済・社会復興を目指した北部・東部・南部地区を含むジャジーラ地域における灌漑事業のフィービリティ調査 (F/S) を実施した。この内 1986 年に完成したモスルダム貯水池を水源とし、北部ジャジーラ灌漑事業は 1991 年に運用が開始され、東部ジャジーラは現在建設中である。しかし、南部ジャジーラ地区については、その後の社会状況の変遷、経済制裁等により約 20 年間凍結されたままであった。

イラク政府は第 3 次国家開発戦略 (2007~2010 年) において復興のための経済成長の一貫で、石油・ガス・農業・鉱工業セクターの基盤強化を掲げている。今後のイラク国の安定した復興・発展および食料の安定供給のために、農業分野の技術改善や普及が不可欠であり、水資源開発を含めた生産インフラ基盤整備が急務となっている。

2003 年イラク戦争終結後、イラク政府は農業セクターの強化および食料安全保障を目的として、南部ジャジーラ灌漑事業を再開することを決定した。しかし、上記 F/S から 20 年余りを経て、ダムの安全性や建設コストの面から調査結果を見直す必要性が認識されている。日本政府は、その後の水資源量の変化、灌漑技術の進歩、およびイラク国が実施しているダムの安全性確保のための方策を踏まえて、スイスコンサルタンツが実施した同灌漑事業にかかる F/S レポート (以下、「スイス F/S」) のレビューを行い、灌漑農業計画を策定するために準備調査を実施するに至った。

#### 1.2 業務の範囲

本件調査は、2009 年 7 月に両国政府間で交わされた協議議事録 (M/D) に基づき、イラク国二ナワ県南部ジャジーラ地区を対象とし、イラク国農業分野およびチグリス川流域における水資源配分の現状に留意してスイス F/S のレビューを行い、対象地域の利用可能な水資源量、営農状況を踏まえ、技術的・経済的に妥当性の高い事業内容・規模の灌漑農業計画を提案することを目的としている。

一方で、1) スイス F/S レポートの欠損部分の収集の遅れ、2) 収集後のスイス F/S の検討結果、3) 別途イラク政府が実施中の全国水土地戦略調査 (SWLRI) の進捗状況から、調査中に業務内容の範囲を以下のとおり修正した。

フェーズ 1-A : 南部ジャジーラ地区における灌漑農業事業実施の優先度・妥当性の確認、スイ



ス F/S レビュー、フェーズ 1-B の調査範囲および内容の提示

フェーズ 1-B : 南部ジャジーラ地域におけるシナリオ別の利用可能な水資源の概要把握、シナリオ別の灌漑農業計画の策定、概略設計、事業効果の検討、環境社会配慮

### 1.3 調査概要

#### 1.3.1 スイス F/S の変遷と課題

スイス F/S 調査は 1970 年代後半から開始され、1984 年に最終報告書が作成されている。1982 年に導水路をトンネル案として、一度最終報告書 (Main Report) が取り纏められているが、1984 年にはポンプ案と比較検討を行い、同案に変更されている。さらに 1995 年の見直し時には、トンネル案に戻っている。主な問題点は以下のとおりである。

- 1) 1982 年まではポンプ案は存在しない。2 つの作付パターン (ABC、XYZ パターン) で比較検討を行っているものの、両作付パターンによる年間使用水量ともスイス F/S で言及されている事業実施の前提条件であるモスルダムからの使用可能水量 (1.275 BCM) を超過している。
- 2) 1984 年では XYZ パターンにより、トンネル案とポンプ案を比較検討しているが、トンネル案の事業費および IRR を算出していない。
- 3) 1984 年度版の Main Report が作成されていない。
- 4) 1995 年の見直し案では、トンネル案 (104,000ha) とポンプ案 (140,630ha) の計画灌漑面積が大きく異なっている上、トンネル案の IRR が算出されることなく (ポンプ案はあり)、トンネル案が採用されている。
- 5) 上記 4) で、両案とも年間使用水量が不明確である。

即ち、課題として 1) トンネル案とポンプ案の基本設計諸元に整合性がないこと、2) 年間使用水量、取水量等の前提条件と解析結果に齟齬が見られること、3) 同じ条件下で代替案が比較検討されていない、ことなどが挙げられる。

#### 1.3.2 調査完結に必要な主な重要資料

(資料-1) ソビエトレポート : スイス F/S では、モスルダムの年間使用可能量 1.275 BCM を前提に灌漑計画が策定されているが、ソビエトレポートにはその根拠となる水収支解析結果が記載されているとの情報であり、営農計画、灌漑計画を見直す上で、1.275 BCM の算出根拠を検証する必要があった。同レポートの入手後、内容を検討した結果、1.275 BCM の根拠を見出せる情報がないことが判明した。

(資料-2) モスルダム流入・流出量データ : モスルダムへのチグリス川上流からの流入量、北部ジャジーラでの灌漑使用量、発電使用量、下流放流量などのダム運用実績から、南部ジャジーラの年間使用可能量の妥当性を検証する上で必要となった。同データを入手し、モスルダム貯水池オペレーションに関する水収支の検証に適用した。

(資料-3) チグリス川流域水協定に関する情報 : 将来の国際水協定により、モスルダムへの流入量が限定されることにより、南部ジャジーラにおける使用可能量が制限されることになれば、事業の実効性が薄れる。水協定は国際間のセンシティブな問題であることか

ら、その入手は困難と考えられた。調査団は、南部ジャジーラの年間計画必要水量がモスルダムへの年間流入量の10%程度であることから、水協定に関する情報の入手如何にかかわらず、大幅に制約を受けないという条件下、使用可能量を算定することを提案した。一方、イラク国 MOWR は、モスルダムへの流入量予想について、実施中の SWLRI 調査の結果を待ちたい意向を示し、その代わりに流入 Indicator (10.1 BCM/年間) が示されるに至った。

(資料-4) 下流必要放流量に関するデータ：南部ジャジーラ地区における利用可能な水資源量を算定するにあたり、モスルダム下流域における農業、上水、発電、工業、湿地保全等の将来水需要に沿った下流放流量を確定する必要がある。これについても MOWR は SWLRI 調査結果を待つ必要から、モスル市への給水のために、安定的な水位を確保するための流量である 200 m<sup>3</sup>/s を下流放流 Indicator として示すに至った。

(資料-5) 地下連続壁建設にかかる入札図書、工法、工事スケジュールに関する情報：イラク国 MOWR は、モスルダムの安全性検証に関する資料・情報の提供については、その必要性を認めて来なかったが、現在実施中のグラウディング状況から MOWR の財力・実行能力は懸念されるものではない。また、予定される施工業者の技術力・実績を考慮すれば、連壁工事が安全かつ確実に実施される条件下、調査を実施した。

### 1.3.3 灌漑農業計画を策定するシナリオ数

イラク国 MOWR は、流入量および下流必要放流量に関して、各々 Indicator を示す一方で、同 Indicator が SWLRI の結果により変動することが想定され、調査団に対して南部ジャジーラの利用可能水資源量について、複数のシナリオを検討し、各々概略設計を行うよう要望した。JICA と MOWR との協議の結果、最終的に下表のシナリオが選定された。

なお、トンネル案シナリオ-3については、シナリオ-0、1、2の概略設計、事業評価結果より、南部ジャジーラ事業が最低限フィージブルとなる事業規模を推算し、必要な水資源量、計画取水量、灌漑面積を算出するのみとし、灌漑農業計画を伴う概略設計は行わないこととなった。

表. シナリオ別灌漑面積

導水路案	シナリオ	計画取水量	対象地域 (50cm 以下含む)	灌漑面積グロス (50cm 以上)	灌漑面積 (ネット)
1. トンネル案	シナリオ-0	100 m <sup>3</sup> /s	220,700 ha	196,400 ha	148,600 ha
	シナリオ-1	80 m <sup>3</sup> /s	179,900 ha	157,200 ha	119,000 ha
	シナリオ-2	60 m <sup>3</sup> /s	132,300 ha	114,800 ha	86,800 ha
	シナリオ-3 (暫定値)	40 m <sup>3</sup> /s	91,500 ha	78,700 ha	59,500 ha
2. ポンプ案	シナリオ-0	100 m <sup>3</sup> /s	220,700 ha	196,400 ha	148,600 ha

備考：この段階におけるシナリオ-3の計画取水量および灌漑面積は、暫定値である。同数値はシナリオ-0～2の事業評価結果により推算されるもので、最終推算値は、本編「11.事業評価」を参照。

なお、各シナリオの対象範囲絞り込みの考え方は下表のとおりである。

表. 対象範囲絞り込みの考え方

シナリオ	対象範囲絞り込みの考え方	対象範囲外とする灌漑ブロック
シナリオ-0:	全対象灌漑面積	なし
シナリオ-1:	シナリオ-0 範囲から、西部高台のポンプ揚水の必要な地区を対象外とする	P1、P2、P3、P4、P5、P6
シナリオ-2:	シナリオ-1 範囲から、導水路の着水地点から遠方の西部地区を対象外とする	W7、W8、W9、W10、W11
シナリオ-3	シナリオ-2 範囲から、導水路の着水地点から遠方の東部地区を対象外とする	E2、E3、E4

### 1.3.4 現地調査の概要

本業務では、調査対象地域の安全を確認しつつ、本邦調査団が限定的に現地調査を実施する計画であったところ、モスルダムの現地踏査は実現したが、運用中の北部ジャジーラ地区を含む調査対象地域の安全が確認出来ず、本邦調査団による現地確認を断念し、ローカルコンサルタントを活用して現地調査を行うとともに、MOWR、農業省（MOA）等の関連機関への質問票形式による情報の収集を行うこととした。

### 1.4 関係者との協議内容および技術指導内容

調査団はバグダッド本省の MOWR、MOA、計画省（MOP）の関係者に、ニナワ県モスル市の MOWR 地方事務所に拠点を置く本事業の Project Management Team (PMT)を加え、本調査における各段階のレポート説明協議を通じて調査内容・手法説明にかかる技術指導を行ってきた。特に PMT とはレポート説明協議時以外にも、4 回に亘ってスイス F/S の内容確認を通じての F/S 策定手法、モスルダム貯水池の利用可能な水資源量の算定方法、期別作物消費水量の計算手法に関して技術指導を実施した。

## 2. イラク国の上位計画との整合性

### 2.1 国家開発 5 カ年計画（2010-2014）の概要

国家開発計画に示される農業・水資源分野に関連する今後 5 年間の目標は、以下のとおりである。

- 1) 今後 5 年間（2010-2014）の年平均 GDP 増加率を 9.38 % とする。
- 2) 事業展開を活用した資本労働型を基本とする 300～450 万人の雇用を創出する。
- 3) 生産性の高い農業・工業セクターおよび経済活性化に影響力のある観光産業について、GDP に占める割合を徐々に高め、イラク経済を多様化する。
- 4) 投資量を増やすと期待される国内外の民間セクターの役割を高める。農・畜産・水産事業、観光、工業製品を軸とし、民間セクターにとって魅力ある活動の拡大・多様化、特に他国と比較してイラクが優位な産業を促進する。
- 5) 地域開発に焦点を当て、地方の貧困若年層、女性を対象に最低限の教育、衛生を提供するとともに、雇用を促進し、2007 年に比較して 30% 以上貧困を削減する。

- 6) 地方の貧困層、都市スラムに焦点を当て、イラク全国の必要最低限のインフラ、公共サービス（水、衛生、健康、教育等）を平等に整備する開発パターンを構築する。
- 7) 気象変動に配慮した地球規模の開発および将来世代の権利を考慮し、自然資源の有効活用、経済開発と社会環境のバランスに配慮した持続可能な開発を計画する。

国家開発5ヵ年計画（2010 – 2014）の内、「農業・水資源（Chapter 5）」に示される農業・水資源開発政策の主な戦略は以下のとおりである。

- 1) 量的・質的にイラク国内で必要な水を保証すべく、チグリスユーフラテス川およびその支流に関係する国々（トルコ、シリア、イラン）との間で、公正な国際協定に基づいて合意を形成する。
- 2) MOWR は、農業、発電、運輸、湿地保全、生活、衛生、工業など異なるセクターを考慮の上、SWLRI（フェーズ2）を早期に完成する。
- 3) 全ての耕作可能地に水を分配すべく計画を作成し、営農に必要な、農業機械、種子や肥料の供給を行う。
- 4) 水資源の効果的利用と保全を図るため、下水や工業用水の再利用と排水の浄化を含む総合水資源管理を関連機関との調整の下で行う。
- 5) ダム事業の一元管理を行う。
- 6) 汚染水が河川、幹線水路に流入しないよう整備を実施する。
- 7) 関連する省庁の参加の下、農業研究機関が作成するガイドランスを広く普及させ、水利用者に対して、その効率的利用の重要性を教育する。
- 8) 適正な管理に基づいた地下水の利用を念頭に、MOWR 傘下で掘削機調達に関して戦略的な投資を行う。
- 9) 限りある水資源を考慮して、今後の農業政策策定に際しては、近代的灌漑技術の普及や、消費水量が少なく塩害や干害に強い代替作物導入の検討を行うなど、水利用量の削減に努める。
- 10) トルコ側との水資源の合理的活用に関する交渉を行いつつ、MOA 主導の下で水資源の効率的利用を目的とした土地生産性向上を促進する。
- 11) 圃場レベルにおける灌漑・水管理に関する情報バンクを構築し、水資源の運用計画の策定や水需要予測に活用する。また、汚染水の観測方法の確立、農地の均平化、チグリスユーフラテス川流域の気象・水文データの収集などを行う。
- 12) 既設ダム、貯水池の維持管理上の課題を抽出し、水資源施設の効果的運用を実現する。また、新規ダム建設に関する優先順位付けを行い、事業を展開する。
- 13) 気候変動による国内水需要に対する影響調査を行い、持続可能な水利用のあり方に関する国家プロジェクトを立ち上げる。
- 14) 関連省庁の研究機関や大学に研究を促し、灌漑効率の改善、損失水量の軽減、下水や農業排水の再利用などを実践する。
- 15) 水を重要な経済資源と捕らえ、節水を促すために必要な水利費徴収制度の導入を検討する。
- 16) 法律に基づき、灌漑・排水施設の運営維持管理を監督することを目的とした独立組織を設置する。

## 2.2 水資源開発戦略（2010-2014）の概要

MOWRにより作成された「水資源開発戦略5ヵ年計画（2010-2014年）」の概略を以下に示す。

- 1) 計画中の灌漑農地造成事業を実施するには、現在の利用可能な水資源以上の水源量が必要となり、限られた水資源が農業生産性向上の制約要因である。
- 2) 水資源開発戦略の策定に際しては、水利用効率の改善、節水技術の応用、適切な農地造成、環境保護、ダム建設の適地検討、適切な維持管理などを考慮することが重要である。
- 3) チグリス川はイラクの主要な水源の一つであり、年間平均総流量は約49.5 BCMを有するが、総流入量の68%がイラク国外からのものである。
- 4) チグリス-ユーフラテス川の豊水年と渇水年の各々流量を下表に示す。なお、ユーフラテス川の年間流量は、シリア国境地点で1989年まで平均27.4 BCMであったが、その後の15年間平均（2005年まで）では17.4 BCM（約65%）にまで減少した。

表. チグリス-ユーフラテス川の豊水年と渇水年の流量

出典：水資源開発戦略5ヵ年計画（2010-2014年）

河川名	年間流入量 (BCM)	豊水年 (BCM)	渇水年 (BCM)
チグリス川とその支流	49.48	95.68 (1969年)	18.6 (1999年)
ユーフラテス川	27.4 (1989年まで) 17.4 (1989-2005)	63.31 (1969年)	9.56 (2001年)

- 5) 現在および今後予測されるイラクでの河川の流量は下表のとおりであり、チグリス川の流入量は将来、上流国の開発により劇的に減少すると予測されている。

表. チグリス-ユーフラテス川の流量経年変化（1991-2007年）

出典：水資源開発戦略5ヵ年計画（2010-2014年）

河川名	過去の年間流入量 (BCM)	将来予想流入量 (BCM)
ユーフラテス川	27.4 (1989年まで) <b>17.4 (1989-2005)</b>	8.45
チグリス川 (本流)	19.43	9.16
Al-Khaboor (支流)	2.10	2.10
Upper Zab (支流)	14.23	14.00
Lower Zab (支流)	7.07	7.00
Al Udham (支流)	0.70	0.70
Diyala (支流)	5.86	4.00

- 6) イラク国内における現在の開発済み灌漑面積は約100万ha（出典：水資源開発戦略5ヵ年計画）であるが、今後2014年までに210万haの整備が必要である。その内訳は、20万haが新規灌漑地区であり、残り190万haは既存灌漑地区の改善である。
- 7) 水資源開発戦略5ヵ年計画が示す2010～2014年のニナワ県における既存農地面積と新規開発計画面積を下表に示す。2014年までに南部ジャジーラ地区で62,500ha、東部地区で47,500haの開発を行うとしている。

表. ニナワ県における農地開発計画 (1991-2007年)

出典: 水資源開発戦略5ヵ年計画 (2010-2014年)

県名/事業名	計画灌漑面積 (ネット) Ha	開発計画面積 (5年間) ha	年度別開発計画面積 (ha)				
			2010	2011	2012	2013	2014
ニナワ県							
南部ジャジーラ	104,000	62,500	10,000	10,000	12,500	15,000	15,000
東部ジャジーラ	53,750	47,500	7,500	10,000	10,000	10,000	10,000

(注釈) 水資源開発戦略5ヵ年計画では、計画灌漑面積はグロスとして、表示されているが計画省からはネットが正しいとの指摘があり、本表ではネットとしている。なお、既存の北部ジャジーラ灌漑地区は60,000ha、建設中の東部ジャジーラ灌漑地区は75,000ha、南部ジャジーラ灌漑地区は最大190,000haで、全体としては325,000haとなり、これらの数字と上記の数値との整合性が不明である。

## 2.3 チグリス流域の水協定の現状

チグリスユーフラテス川は政治的かつ水文学的に複雑で、水紛争を避けて水の安全性を確保するために流域国間での協力が必要であると多くの人達が指摘しているが、水協定締結の兆しはない。

### 2.3.1 イラクを取り巻く水文環境

チグリス川はトルコ東部の Elazig の南にある山地部の小さな湖に源を發し、イラクに入った後、モスル市の下流側で Upper Zab と Lower Zab の二つの主な支川が合流し、バグダッド地点ではチグリス川全流量の約50%となる。バグダッドから下流では、河川勾配は小さく極端に曲がりくねった形状となる。

イラクはチグリスユーフラテス川の最下流に位置し、イラクの水資源の70%以上がトルコに源を發している。ユーフラテス川の流量の90%はトルコとシリアから流下し、チグリス川の40%はトルコに源を發している。貯水ダムと灌漑開発が上流地域で計画され、トルコでは GAP (Southern Anatolia Project by the Turkish Government) プロジェクト、イランではチグリス川の支流で Dez および Karun プロジェクト、そして、シリアではユーフラテス川沿いに灌漑地区を拡大しつつある。

### 2.3.2 チグリスユーフラテス川での水資源開発

チグリスユーフラテス川の水資源開発はイラクが先行し、1900年代初頭には既にユーフラテス川の水で50万haが灌漑されていた。イラクにとって、最も大口の水需要である灌漑農業が無制限に上流流域国3国で開発が進められていることが脅威となっている。今後ユーフラテスチグリス川で計画されている主要灌漑開発は、トルコでは GAP プロジェクトの一部として約170万ha、シリアではユーフラテス川の約64万ha、そしてイラクでは約30万haである。

GAP の主要なユーフラテス川の施設である Ataturk ダムと Sanliurfa 灌漑トンネルの完成後、トルコはチグリス川の主要な開発の準備に取り掛かり、最大貯水量 10.4 BCM の Ilisu ダム建設を2006年8月に運用を開始し、Cizre ダムも準備している。Ilisu ダムは、政治的社会的な議論を呼び、注目を集めたが、Cizre ダムは水文的には下流側にとっては、Ilisu ダムよりも問題が大きい。Ilisu ダムは、1,200 MW の水力発電のみであるが、Cizre ダムは121,000haの灌漑用として計画さ

れているからである。

上述した事業は完成するまでに予測以上に時間を要すると考えられ、イラクの水需要も現在の状況から急激には増加しないことから、チグリス－ユーフラテス川の水は相当の間は過剰気味になると考えられるが、水不足は目前に近づいている。2020年から2030年の間には、チグリス－ユーフラテス川の水不足は沿岸国の水需要の増加に従って、明らかになると考えられる。

### 2.3.3 チグリス－ユーフラテス川の水協議の歴史と最近の展開

ユーフラテス川の開発に関してトルコとイラクとの交渉が1940年代に開始された。1946年には両国間の友好と隣国関係に関する条約原案が合意された。その原案ではトルコの水源地区での広範な流水の調節によるチグリス－ユーフラテス川の制御と管理を実現することとなっている。

トルコが1990年1月にユーフラテス川のAtaturkダムの貯水を始めて、シリアとイラクで1ヶ月間まったく流水が停止したことから、1990年代初期に国際水協定の転機が訪れた。1990年にイラクとシリアは「イラクはシリアとトルコとの国境を通過するユーフラテス川の流量の58%を分配され、シリアは残りの42%の量を確保する」という二国間の暫定的な合意に達した。

湾岸戦争後、トルコとシリア間の二国間の話し合いは1998年に再開され、GAPの管理組織はシリアの灌漑大臣と接触し、2001年8月には「教育・訓練、技術の交流、合同事業などを促進する」という内容の合同会議の調印につながった。しかし、現在までに目に見える事業は実現していない。

三者（イラク、トルコ、シリア）会議の再開は、イラク戦争後の2003年を待たねばならなかった。国際機関によるイラク再建の支援下、UNESCOは非公式ながら2005年11月に三者会議を組織した。2006年には合同訓練と会議がUNESCOと他の国際機関の支援のもと実施された。最初の公式な三者会議は2007年3月にDSIによって主催された国際会議の一部として、トルコのAntalyaで開催された。また、2ヶ月後にはダマスカスで3ヶ国の長官の参加により、定期的な水協定協議を開催することを確認するための合同技術会議が公式に再開された。政府間会議の開催もこの会議で約束された。

南部ジャジーラ地区については、JTC (Joint Technical Committee) 会議でIlisuダムについて議論された。トルコはIlisuダムの完成後も下流には同量の流量を保証するとしたが、Cizreダムについては公式の議事録を見る限りでは、議題に揚がっていない。ここに落とし穴がありIlisu-Cizreダム計画はGAP計画では一つの事業として考えられている。Cizreダム計画はチグリス川の25%を取水する計画であり、イラクは三者会議で、Ilisuダムとユーフラテス川に加えてCizreダムの潜在的な影響について留意すべきである。

2008年にトルコ、イラク、シリアはより良い水資源管理のための3ヶ国の水に関する合同会議を再開することに合意した。また、2009年9月3日には同3国はチグリス－ユーフラテス川流域内の連絡の強化と合同で流量観測所の展開を図るための覚書に調印した。

さらに2009年9月19日、トルコは正式にユーフラテスの流量を450 m<sup>3</sup>から500 m<sup>3</sup>に増加させることに合意したが、2009年10月20日までであった。

## 2.4 イラク国食糧自給にかかる課題

### 2.4.1 食糧自給

イラク人の主食である小麦は輸入に大きく依存しており、米国農業省の2009年の統計によると、イラクは、世界第7位の小麦輸入国である。FAOの統計によると、1989～2000年の平均で、イラクの小麦生産量は年間30万トン、一方の輸入は11倍の330万トンであり、自給率は9%に過ぎない。一方、大麦の自給率は72%と高く、穀物自給率の引上げ要因にはなっているが、これを加算しても穀物自給率は20%に過ぎない。FAO/GIEWSの最新統計によると、自給率は近年改善の傾向にあるが、それでも30%前後である。自給率は低いが、1991年に導入された配給制度によって、イラク国民は食糧へのアクセスが保障されている。

こうした大規模な配給制度が実現する背景には、石油輸出により獲得した外貨の存在が大きいと考えられるが、戦後復興を急ぐイラク国にとっては、可能な限り早く食糧自給率を向上させ、投資を経済基盤の強化に振り向けたいところである。

### 2.4.2 ニナワ県の位置づけ

ニナワ県は全国の穀物供給基地となっており、2007年には全国の小麦・大麦の生産量の各々15%、28%を供給している。また、小麦・大麦の流通を管理する貿易省の発表によると、2010年の小麦生産量は180万トン、最も貢献したのはニナワ県である。しかし、単収を比較すると、小麦は全国平均の半分以下(48%)で、大麦も49%に過ぎない。ニナワ県における灌漑事業の実施は、全国に比して低い土地生産性を向上させ、食糧自給率を向上させる上で重要な意味を持っている。

## 2.5 本事業の上位計画における妥当性と課題

上述したイラク国家開発計画(2010-2014)に示されている目標、およびその農業・水資源にかかる開発政策、国内の食料自給率の課題などが以下のとおり要約され、イラク国の上位計画との整合性の観点から、本事業実施の妥当性は高いと判断される。

- 1) 国家開発計画で最低限必要な地方のインフラを整備するとともに、農業開発事業を通じて雇用促進を計り、地方の貧困層に焦点をあてた支援を行うとしている。
- 2) 同開発計画の中で、農業・水資源開発政策において、チグリスユーフラテス流域の上流国(トルコ、シリア、イラン)と水質・水量に関して合意形成を行う。
- 3) 同水資源政策で、限りある水資源を考慮して、近代灌漑技術を導入して、節水に努める他、肥料の生産、農業機械、病虫害対策等に関する技術的支援を行い、土地生産性の向上を図る。
- 4) イラク人の主食である小麦は輸入に大きく依存しており、大麦を含む穀物自給率は30%程度である。
- 5) 調査対象地域が位置するニナワ県は、小麦・大麦の全国生産量の各々15%、28%(2007年統計)を占めており、イラク全土への穀物供給基地になっている一方で、単位収量が全国に比して50%以下と土地生産性が低い。

一方、「2.3 チグリス流域の水協定の現状」で記載したとおり、a)上流国との水協定合意に目立った進捗が見られず、モスルダムへの将来の流入量に制約が生じる可能性があること、b)チグリ



ス川下流の南部湿原の保全に必要な放流量に関する情報が限られていることが課題であると言える。

### 3. 調査対象地域の現状と課題

#### 3.1 自然条件

##### 3.1.1 気象

イラク国の気候は大陸性に分類されるが、アラビア湾や特に地中海の影響を受けて、イラク北部の冬季は、地中海性に似た気候である。6～9月までの夏季は、非常に高温で湿度は低く、乾燥している。10月と11月には気温は下がり雨が発生する頻度も多くなる。最も気温が下がるのは12～2月で、最低気温が0度以下になることもある。年間降水量の80%は12～5月の間にほぼ均等に降り、5月後半には降水は止み、気温は急激に上昇する。

本調査ではイラク国 MOWR 経由で、気象を観測およびデータ管理を行っている運輸省 (MOT) より、調査対象地区周辺にある 1)Mosul、2)Sinjar、3)Telaffar、4)Al-baaj における 1990～2009 年の 20 年間の気象データを入手した。

##### 3.1.2 気温変動傾向

Telafar 観測所における月別平均気温をスイス F/S 時のデータ (1969～1980 年) と今回入手した気象データ (1982～2009 年) を比較すれば、近年の平均気温は僅かであるが、上昇していることがわかる。

##### 3.1.3 降水量変動傾向

Telafar 観測所における月別平均気温をスイス F/S 時のデータ (1969～1980 年) と今回入手した最新気象データ (1982～2009 年) を比較すれば、スイス F/S 時データによる年間総雨量が 328mm に対して、最新データによる総雨量が 212mm と 65%程度であり、近年の降水量は減少傾向にある。

##### 3.1.4 水文

スイス F/S の実施期間中の 1980 年前半に南部ジャジーラ地区内の 3ヶ所で流量観測機器が設置されており、降水が見られた時期の観測結果による月別比流量は下表に示すとおりである。

表. 月別比流量 (単位:  $\text{mm}^3/\text{s}/\text{km}^2$ )

出典: スイス F/S レポート

	1980 年						1981 年		
	1 月	2 月	3 月	4 月	12 月	年間	1 月	2 月	3 月
1.Tel Abda	0.03	2.0	0.64	0.88	0.64	3.55	0.49	0.58	0.5
2.Shwa			1.2		0.31	1.51	0.25	0.45	
3.Tel Hassar			2.0		0.36	2.36	0.46	0.09	0.06

1980 年の年間流出量から計算すると、流出高さは、Tel Abda で 11 mm、Shwa で 4 mm、Tel Hassar で 6 mm となり、南部ジャジーラ地区内での平均流出量は非常に小さく、水資源としては期待で

きない。

### 3.1.5 地形・地質

南部ジャジーラ地区では地表面は全体に緩く南方に傾斜している。大部分はチグリス川流域のサルサル・ワジに属し、南西部の一部のみユーフラテス川の流域にあり常流河川はない。

村落は、南部ジャジーラ地区内に散在しており、そのいくつかは、ほとんど住人がいないものも見られる。農地はワジを埋め立てつくられており、定型的な幾何学形状を示すところが多い。また、ラテラルムーブやセンターピボット・スプリンクラーによる灌漑農地が、地区内および周辺地域に僅かながら認められる。

地質について、石膏に富む被覆層が大部分の地域を覆い、Upper Fars 層の粘土岩、砂岩およびマールがその下に分布する。また、計画導水路線沿いには、中新世の Lower Fars 層に属するマール、石膏および石灰岩が分布する。同層は、モスルダム的基础でもある。

計画導水路の地質ボーリング結果によれば、その岩盤は、いわゆる RME 岩盤等級評価法の指数が 40~62 を示し、普通ないしは良好な岩盤と評価される。通常掘削工法の場合、坑口付近を除き、軽度ないし中程度の支保を必要とする。ボーリングコアの節理面には瀝青が認められたので、トンネル工事の際には、石油ガスの発生に対する注意が必要である。

### 3.1.6 土 壤

南部ジャジーラ地区には、石膏に富む土壌が主に分布し、一部、石ころだらけの土壌が山麓の緩傾斜地に認められる。スイス F/S では、主に State Organization for Soil and Land Reclamation (SOSLR)による準詳細調査による土壌深図を基にして、南部ジャジーラ灌漑地区の範囲が決められている。下図はスイス F/S の中で示される土壌深分布をトレースして作った土壌深図である。

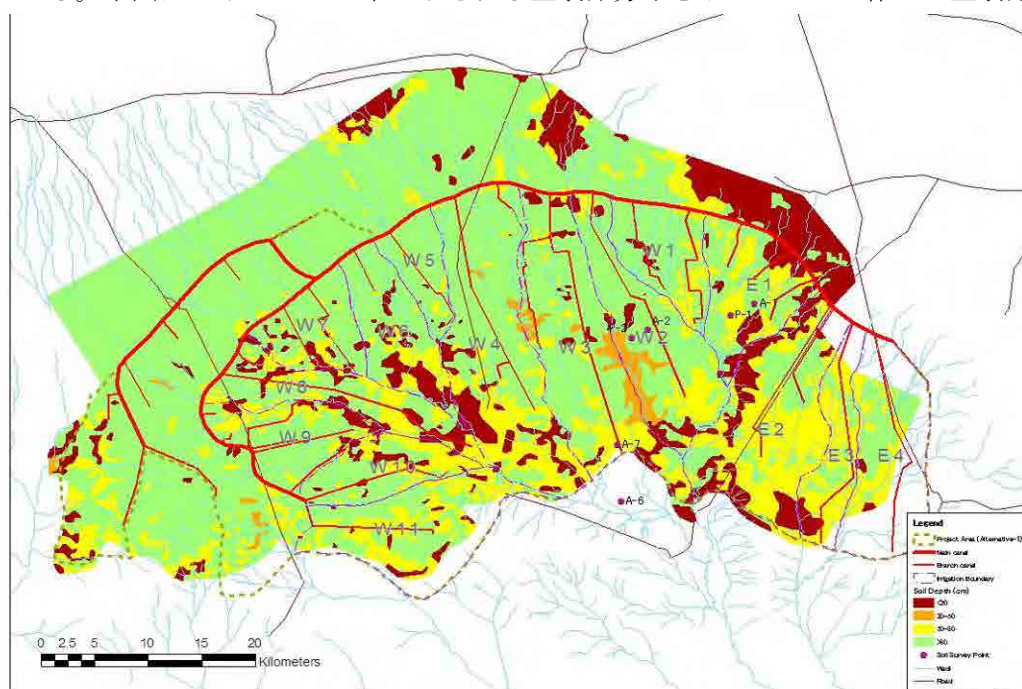


図. 南部ジャジーラ灌漑地区の土壌深図

### 3.2 社会経済状況

#### 3.2.1 人口

イラク国において最後に人口センサスが行われたのは1997年であり、これ以降の人口は推計値のみが公表されている。同推計によると、ニナワ県の2007年人口は2,811,000で、男女比は50対50で、人口の約4割が農村部に居住している。

表. イラク国およびニナワ県の人口構成

	人口	男性	女性	農村部		都市部	
				人口	(%)	人口	(%)
イラク全土	29,682,081	(50%)	(50%)	9,929,248	(33%)	19,752,833	(67%)
ニナワ県	2,811,091	(50%)	(50%)	1,104,435	(39%)	1,706,656	(61%)

出典：イラク人口センサス(2007年)

次表に示すとおりニナワ県内にあり、イラク第3の都市モスル市を要する県庁所在地のMosul郡が1,720千人と最大の人口を有している。南部ジャジーラ地区に関係する4郡(District)では、Telafar、Sinjar、Al-baaj、Al-hadharの順となっている。

表. ニナワ県内の郡別人口等(2008年)

	郡(District)	人口	世帯数	世帯当り
1.	Mosul	1,719,860	322,295	5.3
2.	Al-hamdaniah	132,297	24,322	5.4
3.	Tallkif	133,465	22,834	5.8
4.	Al-shikhan	45,809	7,573	6.0
5.	Makhmour	113,109	19,438	5.8
6.	Telafar	372,366	61,208	6.1
7.	Sinjar	241,334	34,475	7.0
8.	Al-hadhar	65,540	8,909	7.4
9.	Al-baaj	145,634	19,892	7.3
	合計(ニナワ県)	2,969,414	520,946	5.7

出典：2008年度食物クーポンに基づいた人口統計、ニナワ県 MOWR

PMTから入手した事業地区を対象とした村落別の人口統計資料を整理すれば、事業対象地区周辺内外に位置する郡(District)はTelafar、Sinjar、Al-hadharおよびAl-baajの4郡で、その総村落数は90村あり、総人口は107,215人となる。

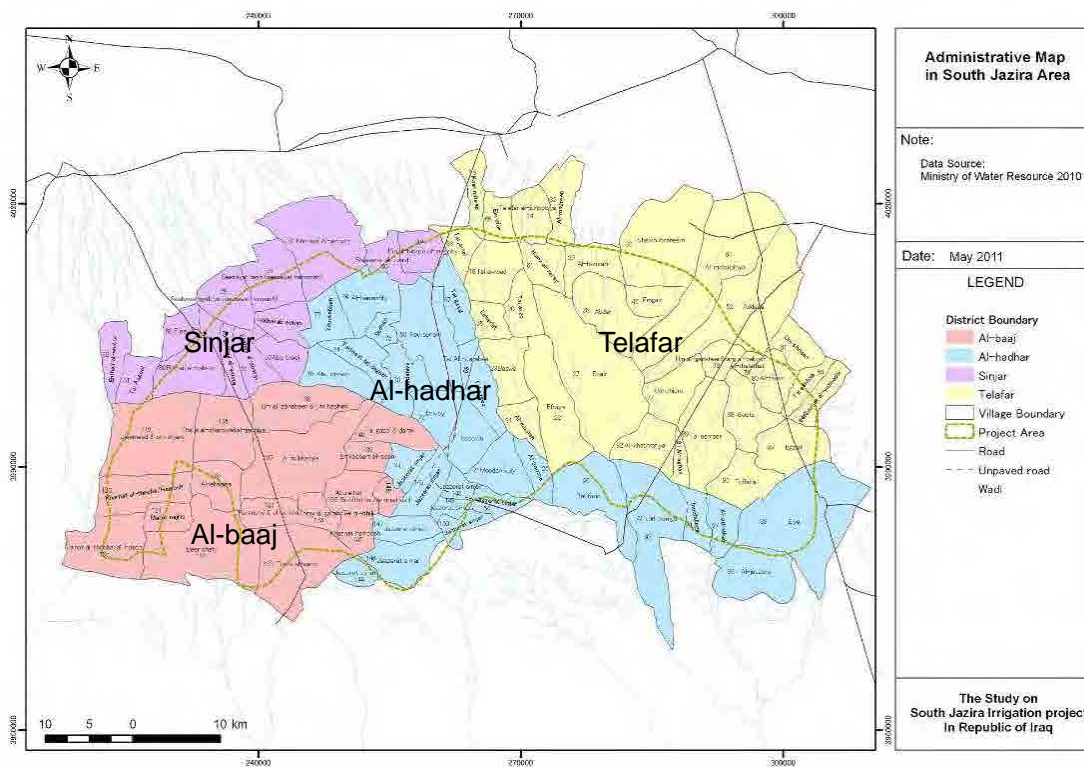


図. 事業対象地区内4県の境界 (PMT 統計資料による)

南部ジャジーラで利用可能な水資源量が決まらないことにより、シナリオ別で灌漑対象面積および受益者数が異なることになる。シナリオ別面積、受益者数を次表に示す。

表. シナリオ別灌漑面積および受益者数

シナリオ	シナリオ-0		シナリオ-1		シナリオ-2		シナリオ-3 (暫定)	
	灌漑面積 グロス(ha)	受益者	灌漑面積 グロス(ha)	受益者	灌漑面積 グロス(ha)	受益者	灌漑面積 グロス(ha)	受益者
1.Telafar	73,600	39,410	73,600	39,420	73,700	39,410	47,700	29,040
2.Sinjar	19,000	8,290	4,900	1,990	2,300	770	2,300	770
3.Al-hadhar	55,200	13,630	54,300	13,460	38,600	9,160	28,500	6,680
4.Al-baaj	48,600	9,770	24,400	4,510	200	70	200	70
合計	196,400	71,100	157,200	59,380	114,800	49,410	78,700	36,560

備考：1)灌漑面積は土壌深50cm以上の範囲、受益者は50cm以下の範囲の人口も含む。

2)シナリオ-3は暫定値であり、シナリオ-0～2の事業効果算定後に確定する。

### 3.2.2 土地配分

ICARDA-Iraq-Australia プロジェクトのベースライン調査（2005年）によると、二ナワ県の土地所有は1)個人所有地、2)借地（短期）、3)借地（長期）の3形態に分かれる。同調査では二ナワ県を農業生態学的特長に応じて4つのゾーンに分類（HRA：年降雨量450mm以上、MRA：同350-450mm、LRA：同200-350mm、SI：補給灌漑システム）しており、この内調査対象地域が属するLRAでは借地（短期）が50%と最も多く、次いで借地（長期）が32%、個人所有が18%となっている。上記調査結果によると、HRAやSIなど比較的条件的の良い地域では個人所有の割合が高く、MRAでは借地（長期）の割合が高くなり、条件の厳しいLRAでは短期借地（1年契約）が多い。また、農地の戸当り所有面積は、北部が小さく、降雨の少ない南部は大きい傾向がある。

### 3.2.3 貧困状況

MOPの統計（2009年5月21日発表）によると、イラクの貧困ラインは76,896 ID（約66ドル）/人/月、1日当たり2.2ドル/人であり、貧困率は20~25%である。貧困率は南部地域ほど高く、北部地域は比較的低い傾向がある。また、2003年の二ナワ県の一世帯当り年間所得の平均値は、1,998,000 ID/年（約1,700 USD/年）であり、全国平均よりも10%低い。WFP/VAMのデータ（2007年）によると、最も低い所得階層（五分位階級）はイラク全体では22%の所得を占めているが、二ナワ県では4%のみで所得が高い方に偏りがある。一方、南部ジャジーラ地区内の郡（District）では、Telafarは同57%と貧困層に偏る形で不平等度が高い。

### 3.2.4 ジェンダー

二ナワ県の非識字率は女性が30%、男性が12%と女性が高く、全国平均（女：25%、男性：10%）との比較では男女共に高い。南部ジャジーラ地区の周辺4郡では、Sinjarの女性の非識字率が最も高く57%、Telafarが32%、Al-baajが30%、都市部を擁するMosulが24%と最も低い。

経済活動では、二ナワ県の女性の参加率は8%で、全国平均の18%に比して低く、4つの関係郡では県庁所在地（Mosul市）から最も遠隔に位置するAl-baajが最も低く僅かに3%である。失業率は2007年で男性が13%で全国平均と同率なのに対して、女性は35%と男性の2.7倍である。

二ナワ県では農作業は主として男性の仕事である。調査団による聞き取り調査によると、農業機械を投入するような大規模圃場での作業は男性が中心となり、野菜類や綿花の収穫などの手作業には女性も参加する。家畜の飼育ではヤギや羊など群れで管理する畜種は男女とも従事しているが、庭先で飼育する鶏や牛などは女性が主として担当する。また、搾乳やバター加工など、家庭内で消費する畜産物の加工は女性の労働である。なお、ICARDA-Iraq-Australia プロジェクトのベースライン調査（2005年）によると、農作業の84%は男性が従事し、女性は12%、子供が4%を負担している。

## 3.3 インフラストラクチャー

飲料水はイラクでは深刻な問題であり、二ナワ県では約25%の世帯が給水ネットワークに接続していない（WFP 2007年）。この割合は全国平均と同レベルであるが、県内格差は極めて大きい。

県庁所在地の Mosul では 93%が給水ネットワークに接続しているが、Al-baaj では 0%、Sinjar では 17%に過ぎない。Al-baaj および Sinjar では、夫々65%と 72%の世帯が河川や井戸、給水車から飲用水を得ている。

調査団が 2010 年に北部および南部ジャジーラ地区で実施した聞き取り調査によると、北部では全戸（6 戸）が井戸から水を得ており、南部では全戸が給水車から水を購入している。また、調査団が南部ジャジーラで実施した水質調査によると、南部の地下水は塩分濃度が高く飲用、灌漑に適さないという結果が出ている。

不安定な電力供給もイラクで深刻な問題の一つであり、全国世帯の 52%が長時間（11 時間以上）の停電問題を抱えており、二ナワ県では 30%の世帯が同問題を抱えている。南部ジャジーラ周辺の District では Sinjar と Al-baaj で全戸が、Mosul では 50%、Telafar では 26%の世帯が長時間停電の問題を抱えている。この問題に対処するため、二ナワ県の 43%の世帯が自家発電機などの代替電源を所有しているが、Telafar では 90%、Sinjar と Al-baaj では 37%の世帯が代替電源を準備できずにいる（WFP/VAM、2007 年）。

イラク戦争（2003 年）後、衛生面での改善は進んできたが、二ナワ県では依然として不衛生なトイレを使用している世帯が 26%存在する。この値は、全国平均の 3 倍を超え、県内では Mosul を除いて 10%～12%の世帯が近代的なトイレを使用できずにいる。慢性的な栄養失調は都市住民に比べて農村住民に多く、WFP/VAM の統計によると二ナワ県全体で 30%、Sinjar および Telafar で 50%、Al-baaj で 42%となっている。

### 3.4 水資源の利用可能性についての情報

#### 3.4.1 ジャジーラ灌漑地区（南部、北部、東部）の計画概要

イラク北部における現在の農業生産は脆弱であり、食料の安全保障に対しても国全体に与える影響が大きい。南部ジャジーラ灌漑計画は、このような観点から二ナワ県のモスル市の南西部に計画されたもので、本地区は Telafar 地区のチグリス川右岸にあり、サルサル川（ワジ）の北部にある Sinjar 山から広がっている。

1970 年代に計画されたモスルダム開発計画に付随したジャジーラ地区灌漑計画として、北部（運用中）、東部（建設中）および南部（計画）の 3 つの地区のうち最も大きなものが南部ジャジーラ地区である。

表. モスルダム計画に付随したジャジーラ灌漑計画の概要

ジャジーラ地区	灌漑面積(ha)	導水路延長 (km)	最大取水量 (m <sup>3</sup> /s)	主要作物	状況
北部	60,000	60	45	大麦、小麦、トマト、ジャガイモ、その他	1991 年に完成
東部	75,000	82.1	60	同上	建設中
南部	190,000 (gross) 104,000 (net)	60.3	125	同上	計画

### 3.4.2 モスルダム下流での水需要

スイスコンサルタンツにより作成された「Sadam (Mosul) Dam O&M Manual (1990) Final Report and As Built Drawings Vol. 1」では、モスルダム調整池の下流側でチグリス川への連続した灌漑用の流量として  $330 \text{ m}^3/\text{s}$  を推奨している。これは、下流への平均年間流出量が  $10.4 \text{ BCM}$  ( $= 330 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,400 \text{ sec} \times 365 \text{ days}$ ) 以上であることを示している。乾期には最小流量の  $330 \text{ m}^3/\text{s}$  より少なく、夏期には大きくなる可能性があり、発電の運用や洪水にも影響される。この年間流出量は、現在のモスルダムへの流入量の約 50% に等しい。しかし、この数値の算定の根拠は不明であり、どれだけの取水量が北部ジャジーラ、東部ジャジーラ灌漑地区のために考慮されたかは分からない。

なお、この数値は貯水池運用の面から算出されたものであり、ダム下流の条件は考慮されていないようである。基本的には、下流への責任放流はダム下流の需要を考慮して検討する必要がある。また、スイス F/S には水収支に関する検討は含まれておらず、水収支は F/S と同時期に検討されたソビエトが実施している「General Scheme of Water Resources and Land Development in Iraq Stage (MOSCOW-BAGHDAD, 1982)」を参照したようであるが、具体的な数値的な根拠は不明である。

### 3.4.3 南部ジャジーラ地区での地表水の利用可能性

スイス F/S 結果によれば、地表水の塩分は全て「高い」～「非常に高い」に分類され、高い塩分は主に  $\text{CaSO}_4$  によるものと考えられる。また、ナトリウムについては一部で「非常に高い」と分類される場合を除いて、概ね「低い」～「中庸」に分類される。サルサル川（ワジ）では乾期に時間が経つにつれて、ナトリウム濃度が増加する。

以上の結果から対象地域の地表水は、水質の観点からは、極めて限られた時間と非常に特別な状況下でないと、灌漑用水には適合しない。耐塩性が高い作物などに限っては、灌漑用水としての利用の可能性もあるが、排水対策などを考慮する必要がある。

水量の観点からは、スイス F/S 結果から降水の 15% が地表流出と見積もったが、年  $17 \text{ mm}$  の流出高で降水量の 5% のみが地表流出との結果も示されており、小さい流出率を示している。結論としては、本地区の灌漑用水としての地表水利用は水質、水量の観点から推奨できない。

### 3.4.4 南部ジャジーラ地区での地下水の利用可能性

電気伝導度  $3,000 \mu \text{ S/cm}$  が一般的に水を灌漑用に問題なく使えるかどうかの一つの指標とされる。この値を超えた場合、作物の収量が減少する可能性が高い。この点において、南部ジャジーラ地区内の地下水は灌漑に不適である。また、地下水を大規模灌漑事業で使用する場合、地下水は持続的に利用できなければならない。地域の地下水の涵養源は、プロジェクト地域および北側の隣接地域における降水である。プロジェクト地域内における地下水涵養量は、大略以下のように計算できる。

平均年降水量	: 330 mm
平均年地下水涵養率	: 10 %
平均年地下水涵養高	: 33 mm

平均日涵養量—km<sup>2</sup> 当り

$$30\text{mm}/1,000\text{mm}/\text{m}/365\text{days} \times 1,000,000\text{m}^2/\text{km}^2 = 90\text{m}^3/\text{day}/\text{km}^2$$

平均日涵養量—プロジェクト地域

$$82\text{m}^3/\text{day}/\text{km}^2 \times 2,200\text{km}^2\text{ (gross project area)} = 198,000\text{m}^3/\text{d}$$

$$= \text{approx. } 2.3\text{m}^3/\text{s}$$

この地下水涵養量は、本事業の最大必要水量 125 m<sup>3</sup>/s に比べ僅かであり、プロジェクト地域の上流側の涵養区域を含めたとしても、地下水涵養量は、必要水量よりもはるかに小さいであろう。従い、水質と地下水涵養の点から、地下水は本プロジェクトの主水源にはなりえない。

### 3.5 農業に関する基本情報

#### 3.5.1 受益農家

対象地域の主たる土地利用は農用地である。また、農用地利用者の平均利用面積は、15.9 ha/人であり、大規模農家が多いと推測される。

大半が天水依存の小麦・大麦農家であり、家畜を所有している農家も多く、刈り取り後の残渣を飼料としている。比較的大規模で粗放的な農業を展開しており、農業労働者を雇用する農家も多い。南部ジャジーラ地区では、農家が大半（99%）を占めており、農業が主産業である。

土地所有形態としては、農地利用面積は個人農家が 89%を占め、利用者一人当たりの利用面積は、法人 26 ha、個人農家 15 ha、集落 11 ha の順で大きい。

#### 3.5.2 主要作物

対象地域の主要な作物は、小麦・大麦である。南部ジャジーラ地区の 2008/2009 年の小麦・大麦の収穫量は 0 であり、2001 年の平均収穫量は、800 kg/ha（200kg/dunam）である。これは、北部ジャジーラ地区（灌漑中）の 30%以下である。また、穀物（小麦・大麦）が作付面積の大半を占めている。主食である小麦の他に大麦を作付けするのは家畜の飼料とするためである。

南部ジャジーラ地区内外の特徴として、Mosul 郡はたまねぎ類・豆類・野菜が多く、他の郡に比べると飼料作物や加工用作物も多い。Sinjar 郡ではたまねぎ類と植物油用の工芸作物が多く、Telafar 郡では野菜と植物油用の工芸作物が多く、Al-baaj 郡では穀物に集中している。

対象地域周辺の家畜頭数は、羊が最も多く、第2位が山羊、第3位が乳牛となっている。Mosul 郡では乳牛の頭数が山羊の頭数を上回っており、他の郡とは逆の傾向となっている。これは、モスル市における乳製品の大量消費が影響するためと思われる。



### 3.5.3 作付方式

農家調査（聞き取り調査）の結果で把握した対象地域の作付け方式は下図のとおりである。天水依存で、年一作（冬期に小麦・大麦）を作付けしている。天候次第であるが、作付け時期は10月下旬～4月下旬であり、収穫時期は5月上旬～6月中旬である。

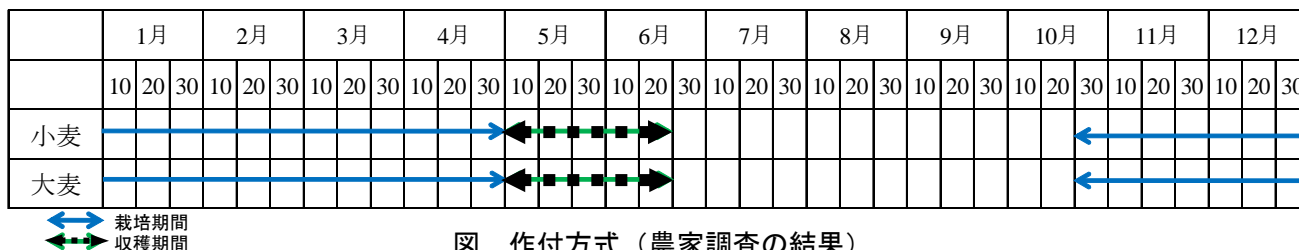


図. 作付方式（農家調査の結果）

従って、残渣を飼料とする放牧は、収穫後（6月）から次年度の播種開始前（10月）までとなる。農家調査により、上述の作付け方式と放牧方式が長期にわたって継続されているとのことで、天水依存で年一作の作付けという状況は、スイス F/S 策定時から変わっていない。

### 3.5.4 灌漑面積と天水依存耕地面積

スイス F/S（1982）によると、全域を天水依存畑に分類しており、農家調査の結果でも、灌漑している農家は皆無であった。対象地域で灌漑に適した水源を探すことは極めて難しいという現状を考慮すると、スイス F/S は妥当であると言える。衛星画像では、数箇所の灌漑施設の存在が確認できるが、現在でも継続的に使用されているか確認できていない。

また、MOP の統計資料によれば、対象地域の主要作物は小麦、大麦、コーン、その他であり、天水依存が大半であり、小麦・大麦の灌漑面積は1%未満である

### 3.5.5 農業機械の利用状況

農家調査の結果では、対象とした全農家が、1)耕起・碎土、2)農薬散布・肥料散布、3)収穫、4)運搬の作業に機械を導入していると答えている。耕作面積が大規模であることを考慮すると、大型トラクター、プラウ、ロータリー、スピードスプレイヤー、麦用コンバイン、運搬用トラックを用いていると推測されるが、諸元は確認できていない。

## 3.6 モスルダム の 現況

モスルダム貯水池は、南部ジャジーラ灌漑事業の主水源である。必要な水はプロジェクト地域に持続的に供給されなければならない。通常、水源の安定性は、水量について検討される。しかし、水に溶けるといふ特殊なダム基礎を持つモスルダムにおいては、水量だけでなく、ダムそのものの安定性も大きな関心事である。

### 3.6.1 モスルダム の概要

モスルダムは、モスル市北西方約 50km のチグリス川にあり、主に洪水調節、灌漑、および発電を目的に建設された。ダム の主要構造物とその諸元を下表に示す。中東において第 4 位の 11.1 BCM (常用運用水位時) の巨大な貯水容量を持つ。スイスのコンサルタント会社のグループが設計し、1981 年から 1986 年にドイツとイタリア企業の JV で建設を行った。施工監理はスイスのグループが主体となり、毎日の管理は、スイスとユーゴスラビア (当時) の企業が実施した。

表. モスルダム の主な諸元

項目	諸元	項目	諸元		
ダム	堤高	113m	貯水池	総貯水容量	13.1 BCM
	タイプ	ロックフィル		常時運用水位時貯水量	11.1 BCM
	堤頂長	3,600m		死水位時貯水量	2.95 BCM
	堤頂幅	10m		最大水位	EL338.0m
	堤高レベル	EL341 m		運用満水位	EL330.0m
洪水吐	最大流量	12,600m <sup>3</sup> /sec		最低運用水位	EL300.0m
緊急用洪水吐	タイプ	5 ラジアル	発電施設	発電用量	187.5MW×4
	最大流量	4,000m <sup>3</sup> /sec		年間発電量	2,420 Gwh
底 樋	堤 長	400m		取水ゲート	7.0m×10.5m ×4 gates
	最大流量	2,440 m <sup>3</sup> /s	南部ジャジー ラ取水施設	最大取水量	170 m <sup>3</sup> /s

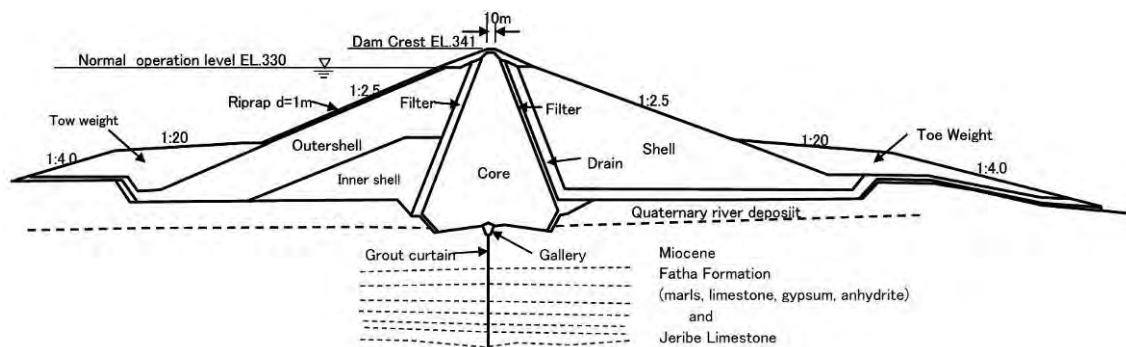


図. モスルダム の模式断面図 (出典: イラク MOWR)

モスルダムは、左岸側の台地と右岸側の山地間を流れるチグリス川に建設されている。台地は、320m～350m の標高で起伏している。右岸の山地は、頂部標高約 580m で西方から北方に広がっている。チグリス河床の標高は 250m 前後である。

被覆層は、チグリス川沿いには、更新世の段丘堆積物が様々な高さのところに分布している。砂礫と石灰分で固まった礫岩からなる。河道に近い低位段丘面には砂質シルトが主に分布する。現河道は緩い砂や砂礫で満たされている。主ダムのところでは、砂質シルトが更新世の礫岩を覆って分布している。これらの堆積物の内、砂質シルトは、コア材として使用された。砂、砂礫や礫岩は、ダム の粗粒材料として、また、コンクリートの粗骨材として利用された。

基盤岩は、成層構造が発達しており、主にマール (泥灰岩)、石灰岩および無水石膏 / 石膏の地層からなる。これらは、前期ないし中期中新世の Lower Fars Group および漸新世～前期中新世の

Jeribe - Euphrates Limestone Formation に属する。

地質構造として、右岸のアバットメントは、東方すなわち左岸側へ褶曲軸が傾斜する Dair Melah 背斜 (または Butmah 背斜) の端部に当たる。そのため、ダム軸では地層は左岸側に緩く傾斜しており、また、横断方向では、一般的に上下流側で、上下流それぞれの方向に傾斜する。

左岸のアバットメントでは、地層は下流側へわずかに傾斜するかほとんど水平に分布する。主ダムの南東方約 3 km の箇所には、Jebel Taira 背斜が東北東－西南西方向に走っている。洪水吐と副堤は、上記の二つの背斜の造る山地間に広がる平坦な地域に位置する。

カルスト化とは、水溶性の岩が水中への溶解により空洞や洞窟を形成する過程を言う。これらの空洞や洞窟は、しばしば連結してシンクホール (ドリーネ) のような、いわゆるカルスト地形を形成する。ダムサイトや周辺地域では、カルスト化が進行している。新鮮な岩盤とカルスト化した岩盤の境界は、カルスト・ラインと呼ばれている。ダムサイトにおけるカルスト・ラインの深度は、地表から 40～150 m に及び、右岸側では特に深部に位置する。主たる水溶性岩は、石膏／無水石膏であるが、大部分の地層がカルスト化している。

岩盤の透水性は、カルスト・ラインの上下で明瞭に異なる。上側では、ルジオン値が高く透水性である。一方、下側では、大部分の空隙は石膏／無水石膏により充填されており、難透水性である。F-bed 石灰岩や他の空隙の発達した石灰岩、および石膏層の角礫岩は、高い透水性を示す。

貯水池の湛水の後、シンクホールが現れ、大部分の地下空洞は、湛水前の地質時代に形成されたと考えられる。右岸側に形成されたシンクホールは、下流の調整池の変動に誘発されて現れたと考えられている。一方、左岸側のシンクホールは、主貯水池からの増大した地下水流により、シンクホール地下の溶出と流出が促進されて現れたものと信じられている。

ダム左岸側の洪水吐の下流部付近にある 3 箇所の湧水量は、貯水位の変化とともに変動しており、湧水は貯水池から来ているものと考えられる。水は主としてカルスト化が著しい F-bed 石灰岩層を通じて流れて来るらしい。主ダムの堤体下の基礎からの浸透水は、主に下流仮締切堤の上流側の池に湧出しているようである。

長尺のグラウトカーテンが、ダムおよびアバットの基礎からの浸透を抑制するために設置されている。グラウチングは、石膏の溶解によるグラウトカーテンの機能低下を補償するために、現在に至るまで続けられている。

カーテン路線の長さは 5,500m に及び、兩岸にある背斜丘陵間の大部分を横断する。カーテン路線は、主ダム部および副ダム部では 36m 毎、延長部では 24m 毎に分割され、番号が付されている。グラウチング作業は、この分割ユニット単位で施工・管理されている。

カーテンの詳細な深度は、与情報の限界から不明であるが、少なくともカルスト線より上方にあるカルスト化部分を横断する。1988 年時点におけるカーテン深度は、主ダム部 60m (左岸) ～ 130 m (右岸)、副ダム部 60～80m である。

ブランケットないしはコンタクトグラウチングは、ダムの諸構造物の基礎に対して精力的に実

施されている。グラウト孔は、3mの間隔の三角形の網目状に配置されている。コアトレンチ内では、最大20列のブランケット・グラウト孔が配されている。グラウト孔の深度は、10～25mである。監査廊の周りには、放射状にコンタクトグラウチングが行われている。

### 3.6.2 最近の貯水池運用およびダム管理

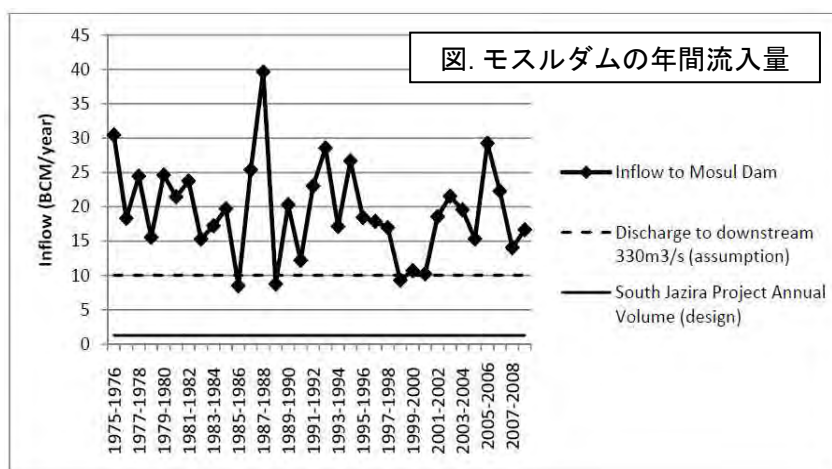
モスルダムは、モスルダム・プロジェクト管理事務所 (Mosul Dam Project Management, State Commission of Dams and Reservoirs, MoWR) により運用管理されている。Expert Engineer (Manager:1)、Engineer(46)、Geologist(7)、Technician(339)、Administrator(32)、総計425名の人員構成である。

彼らは、1988以来、ダムを管理している。作業内容は、発電や取水施設の運用管理、ダムのモニタリング (特に安定性について)、およびメンテナンス・グラウチング等である。所員の能力については、Washington Group International and Black & Veatch (2005) 専門委員会から、しばしば賞賛されている。現在の所長の Abudlkhaliq Thanoon Ayoub 氏は、1998年以来その職にある。ある報告書は、メンテナンス・グラウチングに関し、「Mr. Ayoub は、モスル・プロジェクト管理所長として類まれな能力を示した」、また、「作業部隊は、既存の装置、資材および実施手順を良く知り訓練されている」と述べている。

1986年のダム完成後、年間最高水位は、1999年を除き327～330m a.s.lの範囲にあった。2005年までは、特に最高水位に制限はなかった。最後に常時運用水位の330m a.s.lに達したのは、1996年である。2005年以降は、最高水位は319m a.s.l以下になるように制限されている。これは、貯水位がこの値を超えると、湧水中の硫酸イオン量が増え、石膏の溶解が促進されていると考えられるからである。

年間最低水位は、305～314m である。これは、計画の貯水池最低水位よりも5mないしそれ以上高いが、多くの年で南部ジャジーラ導水路の水位310mより低い。このことは、多くの年で、南部ジャジーラ導水路への取水に揚水が必要な期間が含まれることを意味する。

右図は、モスルダム貯水池の年間流入量の変化を示す。年間流入量は、南部ジャジーラ計画の必要水量1.275 BCMよりはるかに大きい。しかし、いくつかの渇水年には、年間流入水量は下流への想定される責任放流量330m<sup>3</sup>/s (10.04 BCM/年)を下回る。



ダム建設業者によるカーテングラウチングは1988年まで行われた。以後、グラウチングはMOWRが実施してきた。作業は1日24時間、週6日間、1988年から現在まで行われている。使用しているボーリング機は、2005年には12台であり、7台は監査廊内で、5台は地表で稼働していた。2009年には10台の最新鋭

機が導入された。

また最近、“Intelligrout”のための機材が米国から供与された。これは、グラウチング作業の高度管理を行うためのものである。しかし、供与側の不手際により、機材は倉庫に眠ったままである。モニタリング結果を見る限り、この機材がなくても、グラウチング作業は効果的に行われている。

2008年のモスルダム安全報告書の報告を見る限りにおいては、堤体の安定が損なわれている兆候はない。

### 3.6.3 現在および将来のダム安定性に関する方策

ダムの安定性問題の起源が、水に溶ける石膏層を含むモスルダムの基礎にあることは明らかである。貯水池がダム基礎に浸透水を供給し続ける限り、石膏層は溶け続ける。どのような方策を採ろうとも、溶けたあとの空隙をすべて埋めなおすことは不可能である。すなわち、モスルダムには寿命がある。しかしながら、もし、浸透量を小さくすることができるならば、寿命は延びるのであろう。

上述のように、通常工法によるメンテナンス・グラウチング（カーテングラウトの性能を維持するためのグラウチング）が、ダム建設以来、精力的に行われている。24年経過した現在においてもダムに不安定化の兆候はなく、このグラウチングは有効であったといえる。MOWRは、“permanent solution”（恒久的方策）がなされるまで、この作業を継続する方針である。“permanent solution”とは、基礎の浸透水を劇的に減少させることができる方策である。2010年初め、MOWR大臣とMOP省の大臣が、モスルダムを視察に訪れ、以下のような発言をした。

「近い将来において、我々は、関係する公的機関の承認を得て、“恒久的方策”を実施に移したい。（中略）ダム基礎に恒久的方策を施すことにより、モスルダムの発電能力を最大限に生かし、貯水を確保し、また、費用を縮小することができる。」

「MOWRは、ニナワ県において、北部ジャジーラ灌漑プロジェクトのような重要な戦略的プロジェクトを行ってきた。また、巨大な灌漑プロジェクトであり、Governorateの発展やイラク国の食料安定に資する、南部ジャジーラ灌漑計画の第1段階を開始しようとしている。」

これらの発言は、イラク政府の“恒久的対策”として地下連続壁建設を行うという強い意志と、これによってもたらされる南部ジャジーラ灌漑事業の実現を含む効果についての大きな期待を象徴している。

“permanent solution”として、地下連続壁（diaphragm）の建設が計画されているが、作業計画の概要は、下表のとおりである。

表. 地下連続壁の諸元

建設費用	3 Billion USD
建設期間	6年～7年
建設開始年	2010年または2011年
請負業者	ドイツ（Bauer社）とイタリア（Trevi社）の企業共同体
最大設置深度	250m
設置位置	ダムの上流側約11.3m
施工盤	上流側のEL. 330m（常時運転水位）に施工盤を切り盛りにより造成。EL.334m以上は、一時撤去
壁厚	1.5m
壁種	コンクリート地下連続壁（concrete diaphragm）。
施工機械	“Hydromill”型が主に使用されると推定される。（歯車状の掘削ビットで岩盤を削るタイプ）
建設に係わる問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>スラリーの漏出をどのように防ぐか？</li> <li>電力トンネルや底部放流トンネルのような構造物の周りをどのように施工するのか、あるいは対処するのか。</li> <li>深部におけるセグメントの連結を確実にするための施工精度をどのように確保するのか？</li> <li>使用する機械が、岩盤の強度に対応できるか？</li> </ul>

“Hydromill”型の機械を開発使用している世界の主要な会社は、上記、Bauer社（ドイツ）、Trevi社（フランス）およびSoletanche社（フランス）である。いずれも国際的に展開している屈指の業者である。モスルダムの施工業者は、そのうちの2社で、地下連続壁設置の経験がある。

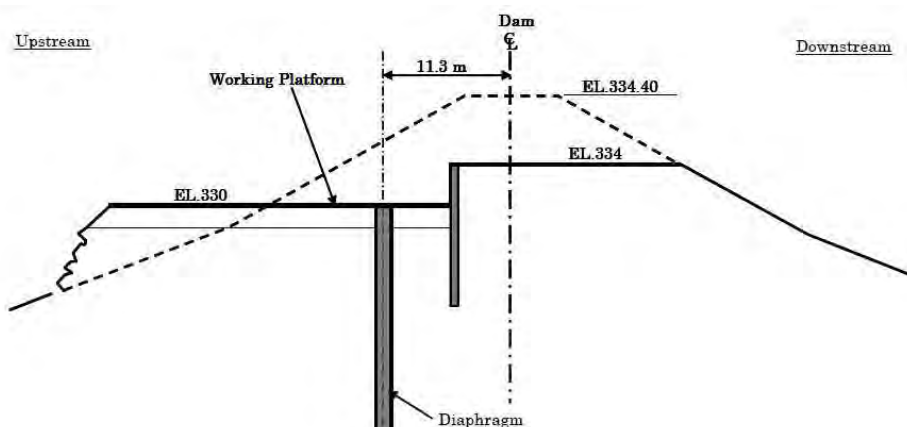


図. 地下連続壁の施工位置と施工盤（出典：ローカルソース）

イラク政府は、悲願であった恒久的対策として地下連続壁によりモスルダムの安全性を確保するという強い意志を持っている。また、地下連続壁は、基礎処理や基礎設計の分野で世界をリードする2社の共同企業体を実施する予定である。加えて、現在行われている強力なメンテナンス・グラウチングを、必要とあれば今後も継続して実施することができる。従って、南部ジャジーラ灌漑事業の水源であるモスルダムの安定性は、イラク政府が、国際的な技術協力のもと、それを確保するという強い意思がある限り、維持できるものと考えられる。

#### 4. 北部ジャジーラ灌漑事業の教訓

##### 4.1 稼働状況

###### 4.1.1 農家数、灌漑対象面積

2002年時点の農家数は、3,074戸である。また、灌漑面積は19,775ha（1992年）から、徐々に増加し、ピーク時には52,175ha（1995～1997年）に達し、その後、減少して2002年には47,413haとなっている。

###### 4.1.2 生産量

北部ジャジーラ地区の主要作物の単位収量（1998-2008平均）は、南部ジャジーラ地区のスイスF/Sの計画値と比較すると、小麦・大麦・甜菜の単位収量は低いが、ひまわりの単位収量は同等である。

また、スイスF/Sが示す南部ジャジーラ地区の計画単収の妥当性を検証するため既灌漑地区である北部ジャジーラ地区でも、南部ジャジーラ地区と同様の農家調査（サンプル調査）を実施した。

南部ジャジーラ地区の小麦の平均単収は約2,800kg/haであり、北部ジャジーラ地区の単収よりもやや高く、スイスF/S（南部ジャジーラ地区）の下限と同等である。他方、大麦の平均単収は約2,000kg/haであり、北部ジャジーラ地区の単収とスイスF/Sの単収の中位程度である。

##### 4.2 主要作物と作付け方式

主要な冬作物は小麦・大麦・じゃがいも・甜菜・豆・飼料作物であり、夏作物はトウモロコシと飼料作物である。総作付け割合は123%になる。

##### 4.3 水管理

北部ジャジーラ地区の多くの面積が、スプリンクラー（移動式スプリンクラーシステム）灌漑を行っている。農家当りの面積は50～150haで、受益者は1台のスプリンクラーにより、灌漑計画に基づいて作成された予定表で責任をもって灌漑を実施している。北部ジャジーラ灌漑事業での灌漑効率は、下表に示すとおりである。

表. 北部ジャジーラ灌漑プロジェクトの灌漑効率

適用効率		灌漑効率		
スプリンクラー	75%		スプリンクラー	地表灌漑
地表灌漑	60%	幹線水路後	0.71	0.56
		支線水路後	0.63	0.51
水路搬送効率		末端	0.60	0.48
幹線水路	95%			
支線水路	90%			
末端	94%			

出典：Design criteria (China State Construction Corporation, 1986)

農家調査（6村）およびPMTへの聞き取りの結果、水利組合は組織されておらず、水利費の徴収も行われていない。水利施設の建設および維持管理は、国営で実施されており、受益者負担や水

利費はない。また、受益者は農薬や種子の購入においても国の補助を受けている。

#### 4.4 維持管理状況、体制

北部ジャジーラ灌漑事業の運用維持管理業務は、二ナワ県水資源局 (Directorate of Water Resources in Nineva) が統括している。また、二ナワ県内には現在3つの大規模灌漑事業が運用されており、各々プロジェクト事務所 (Project office) を構えている。その一つが北部ジャジーラ灌漑事業所である。なお、各プロジェクト事務所にはポンプ機場を附帯しているが、その管理はプロジェクト事務所ではなく、統括部傘下の Pumping Division が各プロジェクト事務所と連携し、運用維持管理に当たっている。

北部ジャジーラ灌漑事業所における管理事務所が全体の運用維持管理を統括するとともに、2箇所のポンプ機場には、各々事務所があり灌漑、機械、電気技師、テクニシャンを配し、ポンプ機場の維持管理を実施している。また、スプリンクラーの管理・メンテナンスについても別途事務所が配置されており、保管・管理、保守点検、故障時の修理を行っている。

なお、PMT から入手した資料によれば、北部ジャジーラ事業所は、スプリンクラー250基を保有しており、過去最大の作付面積 52,000ha に地表灌漑とスプリンクラー灌漑を 1:1 の割合で併用したとすれば、スプリンクラー1基当りの平均灌漑面積は約 100ha/年となる。

2009年度には農民から約 381千USDの水利費を徴収（注釈：PMTからの聞き取り調査では、水利費は徴収されていない）しているが、電気料金を含む年間維持管理費の12%程度と限られ、残りは政府予算で賄われている。

### 5. 使用可能水資源量の検討

#### 5.1 スイス F/S の水収支：ソビエトレポートに関連して

南部ジャジーラ地区のスイス F/S のレポートには、モスルダムを水源とした水源計画に関する検討内容は示されていない。水収支からの検討はスイス F/S と同時期にソビエトレポート「General Scheme of Water Resources and Land Development in IRAQ STAGE (MOSCOW-BAGHDAD, 1982)」が、イラク全土を対象として扱っており、全国の水資源計画の一端として、ジャジーラ地区も組みこまれている。しかしながら、スイス F/S で引用されている南部ジャジーラ地区に関する灌漑用水量と施設のピーク設計流量については、ソビエトレポートに示された値とは異なっている。

ソビエトレポートでは、ジャジーラ地区の東部と南部を合わせた灌漑面積は  $183.25 \times 10^3$  ha (= 23.25 + 160) で年間必要量は  $1.43028 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/year (=0.13968 + 1.2906)と示されている。ジャジーラ地区全体の面積としては、本調査開始時点では、南部地区の総灌漑面積を 190,000ha、北部地区 60,000ha、東部地区を 75,000ha と想定していたことから、合計ではモスルダムに依存する灌漑面積は 325,000haであった。5.4.1(1)に示すように現時点での3地区の計画用水量は、 $3.25 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/year となっていることからソビエトレポートで検討された灌漑用水量の方が、遥かに小さいことがわ



かる。

また、次図はスイス F/S で検討された月別作物消費とソビエト (USSR) レポートで示されたものとの比較を示している。同図に示すように南部ジャジーラ灌漑計画に関するソビエトレポートとスイス F/S での月別消費量の違いを示しているが、年間必要量とピーク必要量に違いが見られる。

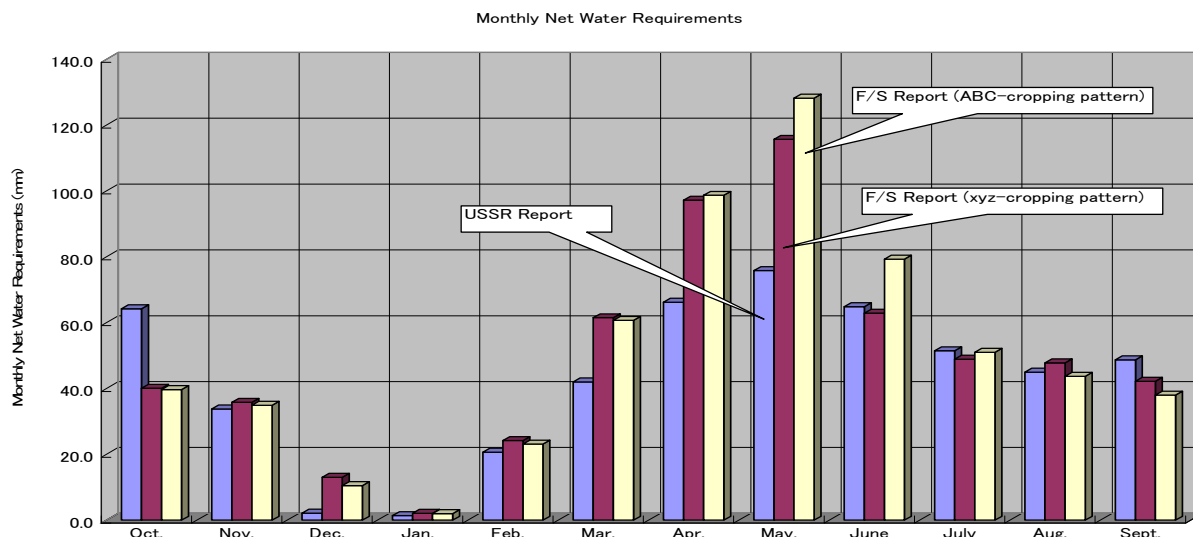


図. 南部ジャジーラでの月別消費水量の比較  
(ソビエトレポートと F/S との比較)

以上のように、F/S レポートの水源計画の根拠となるものと考えられるソビエトレポートと F/S での採用値とでは用水量の評価においても、必ずしも一致はしていない。

ソビエトレポートでは、いくつかの灌漑システムを専門家が調査して、検討しているが、灌漑用水量の決定には、以下の基礎データを基に算定している。

- ① 主要作物の純灌漑用水量
- ② 平均の純灌漑用水量を決定する作物体系
- ③ 圃場と水路での浸透ロスを含んだ灌漑システムのロス
- ④ 実際の灌漑システムでの操作ロス

従って、個別地区の必要水量を算定したスイス F/S とは、食い違いが生じたものと思われる。

現時点では、ソビエトレポートがイラク全土の水源運用を検討した最新の検討結果として考えられるものの、当時とは、上流国の水源開発や地球温暖化に伴う気候変動の影響などにより河川流量をはじめ、消費水量なども大きく変化している実態などを考慮すると、これらを勘案した水源運用計画の早期の樹立が望まれるところである。

## 5.2 モスルダムの運用実績からの検討：年次報告書 (Safety Annual Report) に関連して

過去 10 ヶ年についての貯水池運用データを入手して近年のダム運用の内訳が分かり、貯水池運用の実態を分析する。次に、これら貯水池運用データを用いて、ジャジーラ地区全体の灌漑用水

量をモスルダムから取水した場合のシミュレーションを行うことにより、水源計画の妥当性についての概略検討を行なった。

2008年のモスルダム年次報告書（Annual report）では、モスルダムの主貯水池に関する水位、貯水量、収支成分が示されている。これらの観測データを用いて、前日の貯水量と収支成分から貯水量を計算することが出来、この計算された貯水量と実測の貯水量の比較をすることにより、観測精度の検証が出来る。水収支の観点から計算により求まる貯水量は、次式のように示される。

計算による貯水量 = 前日の計算貯水量 + 当日の貯水変化量

当日の貯水変化量 =  $Q_{in} - Q_{out}$

$Q_{in}$  ; 当日のメインダム（貯水池）への流入量

$Q_{out}$  ; 当日のメインダムからの流出量 (= ジャジーラ地区への灌漑取水量 + 発電用水量 + 底部放水施設からの放流量 + 洪水吐からの放流量)

### 5.3 水資源運用の検討

#### 5.3.1 将来のモスルダムへの流入量および下流放流量に関する MOWR の見解

- 1) 1931～2010年の間のチグリス流域からの平均の流入量は、20.1 BCM/年である。
- 2) 地球温暖化や気候変動の影響も含まれていると考えられるが、1999～2010年の間に観測されたモスルダムへの流入量は、トルコ側での開発の影響により平均で 14.95 BCM/年。
- 3) インターネットで公表された Ilisu ダム関連の報告書や外務省の研究報告書に依れば、チグリス川の水消費量はトルコ国内の 635,000 ha 以上への灌漑のために 6.5 BCM/年、シリア国内では、200,000 ha 以上の灌漑に 2.0 BCM/年が消費される。また、トルコのダムから毎年 1.5 BCM/年が蒸発する。従って、国家間の水協定が結ばれていないことや、あらゆる水使用を考慮すると推定値は、10.1 BCM/年(=20.1-6.5-2.0-1.5) で、1)で示した 20.1 BCM/年の半分の量になる。これについては、勿論、上流国であるトルコとの水協定がある訳ではない。
- 4) モスルダムの将来の下流域への水配分に関して、モスルダムに求められる必要放流量に関しては下流の水需要を考慮した明確な見解は示されていないが、MOWR はダム下流側で飲用水を取得するのに必要な放流量  $200\text{m}^3/\text{s}$  を必要最低放流量とし、常にこれを下回らないことを現時点での制限条件とするとの見解が示された。

#### 5.3.2 モスルダムの運用ルール

MOWR が示したモスルダムの運用ルールは、以下のとおりである。

- 1) 貯水（充水）ルール：6月1日の冬期の末期には、正常運転水位の WL.330m（最近 5 ヶ年間はダムの安全性の問題から WL.319m で運用）に達するように貯留する。
- 2) 取水（放流）ルール：イラクの南部、中

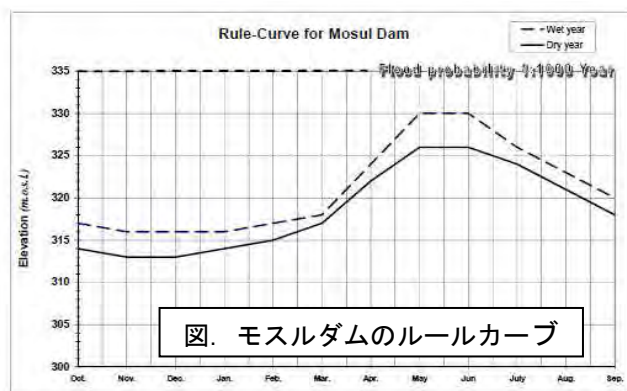


図. モスルダムのルールカーブ

部の様々な水需要に応じて放流するもので、11月1日の夏期の末期には、北部ジャジーラ地区への取水と水力発電を確保しながら、貯水位を W.L307~310mの間にする。但し、厳しい渇水の場合は、更に、水位を下げる。

なお、Water Control Center の資料 (Technical Data for Dams, Reservoirs & Main Control Structures with mean monthly flow-rate and water quality for Main Water Resources) に示されたルールカーブは、上図のとおりである。

また、年間に W.L330.0m (貯水量 11.11BCM) から W.L307.0m (貯水量 4.307 BCM) の貯水量は約 6.803 BCM (=11.11-4.307) であり、将来の流入量 10.1 BCM との比は 1.48 (=10.1/6.803) となる。

## 5.4 モスルダム運用検討の概要

### 5.4.1 検討条件

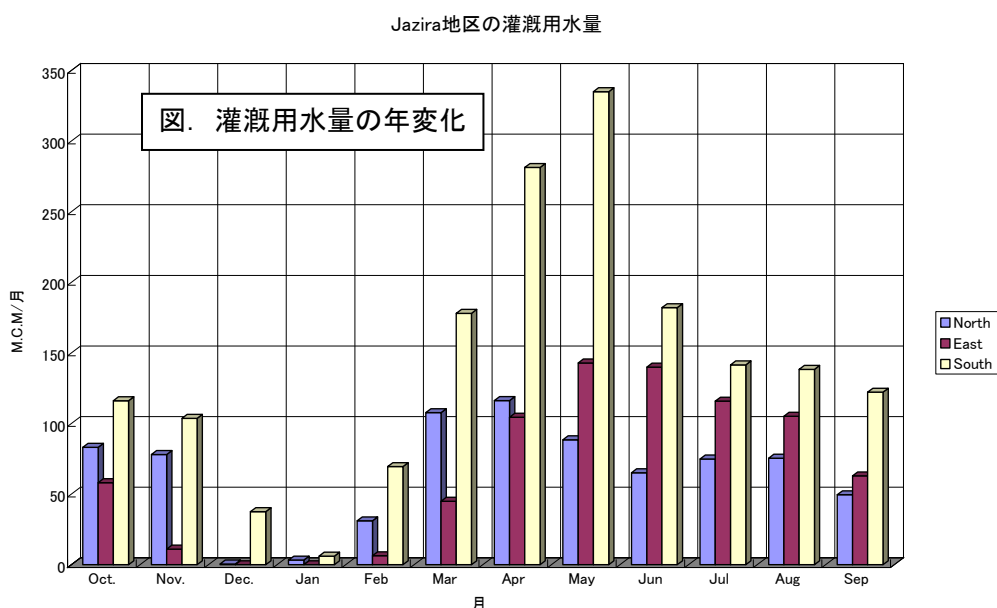
南部ジャジーラ地区の灌漑用水量については、営農、導入作物、灌漑施設などを計画して、灌漑用水量を算定する必要があるが、PMT から入手した資料より、北部、東部、南部を含むジャジーラ地区全体の灌漑用水量を概観する。

3 地区合同の計画灌漑用水量は、年間 3.276 BCM となり、モスルダムへの年間流入量 20.1 BCM の 16.3% 程度に相当し、上流国の開発、地球温暖化などの影響を受けた将来の年間流入量の推定値 (Indicator) 10.1

BCM の 32.4% となり、流入量に対する灌漑用水量の割合は大きくなる。また、W.L.307.0~330.0m の運用貯水量 6.803 BCM の約 50% である。

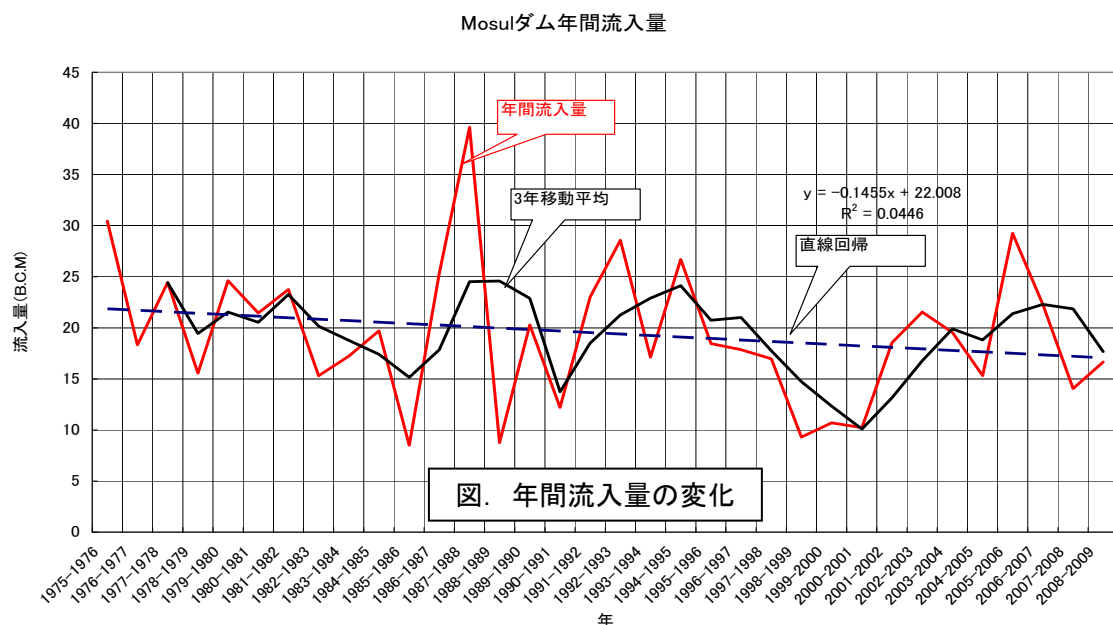
なお、今回、南部ジャジーラ地区については、営農計画を新たに提案し、最近の気象条件、灌漑効率を考慮して、必要水量を見直している。

モスルダムの年間流入量の変動を次図に示す。移動平均および直線回帰によっても流入量の低減傾向が読み取れる。その要因として上流国での開発や気候変動が考えられるが、個々の影響量を分離することは困難である。直線回帰によれば、1年間に平均 0.145 BCM の割合で、減少して



いることが分かり、この速度で均等に減少すると仮定すると、1975年頃の流入量を Y 切片の値 22 BCM とすると、約 75 年後の 2050 年頃に約半分の 11 BCM になる計算になる。

実際には、上流国の灌漑プロジェクトなどのように人工的な開発行為により河川流量が影響を受ける場合は、直線的な変化ではなく、開発の進捗に応じて減少していくことが予想される。流入量については、現況の流入量と将来流入量が減少した場合などについて、検討を行なう。



#### 5.4.2 運用実績による検討

- 1) 北部・東部・南部ジャジーラ地区の計画灌漑用水量は年間 3.28BCM であり、モスルダムへの年間流入量 20.1BCM (1993～1999年実績では 18.04BCM) の 16.3%、将来の推定流入量 10.1BCM の 32.4%である。また WL307～310m の運用貯水量 6.7BCM の約 50%と算定される。
- 2) モスルダムの運用実績から、概略収支を検討した結果を以下に示す。

Unit :BCM

過去実績の 平均流入量 (a)	計画灌漑用水量 (b)				実績発 電用水 量 (c)	流出量 の合計 d:(b+c)	収支 e:(a-d)	下流可能 放流量 (c+e)
	北部	東部	南部	小計				
Case-A 1931-2010年 :20.10	0.77	0.79	1.71 <sup>1)</sup>	3.28	16.59	19.87	0.23	16.82
Case-B 1993-1999年 :18.04							▲1.83	14.76
Case-C 1999-2010年 :14.95							▲4.92	11.67
Case-D 将来の推定 流入量 :10.10							▲9.77	6.82

備考 1) 南部ジャジーラの計画灌漑用水量 1.71 BCM は、スイス F/S による。

上表各ケースの評価：

Case-A:	流入量が 20.10 BCM であれば、現行の発電用水および北部・東部・南部ジャジーラ地区にフル計画の灌漑を行なったとしても、 <u>下流に 16.82 BCM の放流が可能である。</u>
Case-B:	流入量が 18.04 BCM であれば、現行の発電用水量を維持した場合には、全ジャジーラ地区の灌漑計画を約 44% の規模に抑える必要がある。また、灌漑計画を優先して、発電量を抑制するのであれば、 <u>発電用水量は現行の 89% の 14.76 BCM に抑える必要がある。</u>
Case-C:	流入量が 14.95 BCM であれば、現行の発電用水量を維持した場合には、全ジャジーラ地区への灌漑計画は成り立たない。灌漑計画を優先して、発電量を抑制するのであれば、 <u>発電水量は、現行の 70% の 11.67 BCM に抑える必要がある。</u>
Case-D:	将来の上流国の開発などを考慮した場合の流入量 10.10BCM の場合には、現行の発電用水量を維持した場合には、ジャジーラ地区への灌漑計画は成り立たない。灌漑計画を優先して、発電量を抑制するのであれば、 <u>発電水量は、現行の 41% の 6.82 BCM に抑える必要がある。</u>

3) 1993 年 10 月～1999 年 9 月（6 年間）の流入量・流出量実績を活用し、以下のケースで検討を行った。

ケース	流入条件 (年間流入量)	灌漑規模 (年間使用量)	発電用水		年平均 不足量	評 価
			条件	(年間使用量)		
Case 1-1	過去の実績 (18.0BCM) 1993～1999	100% (3.28BCM)	過去実績	(16.6BCM)	1.7BCM	灌漑を優先すれば、発電は満足しない
Case 1-2			過去実績+ 不足時停止	(14.9BCM)	0 BCM	灌漑優先で不足時に発電を停止すれば満足する
Case 1-3			実績の 96%+ 不足時停止	(14.3BCM)	0 BCM	灌漑優先で、発電実績の 96% でも不足時に停止する必要が出る
Case 2-1		50% (1.64BCM)	過去実績	(16.6BCM)	0.3BCM	発電優先で、灌漑規模を半減しても発電は不足する
Case 3-1	将来流入量 (10.1BCM)	100% (3.28BCM)	過去実績	(16.6BCM)	9.5BCM	灌漑を優先すれば、発電に多大な影響が出る
Case 3-2		0% (0 BCM)	過去実績	(16.6BCM)	6.7BCM	灌漑を取り止めても発電に影響する
Case 3-3		100% (3.28BCM)	実績の 35%	(5.8BCM)	0 BCM	灌漑を優先すれば、発電量は 35% となる

- 4) 将来の流入量の減少は、発電にも影響を与えることは確実であるため、火力発電等の実現可能な代替方法の有無を確認する。
- 5) 灌漑を優先すること、即ち発電水量を減らせば、下流域全体への水供給も減少し、下流の水利用にも影響することが懸念される。

各ケース・スタディの運用計算結果図を次頁に示す。

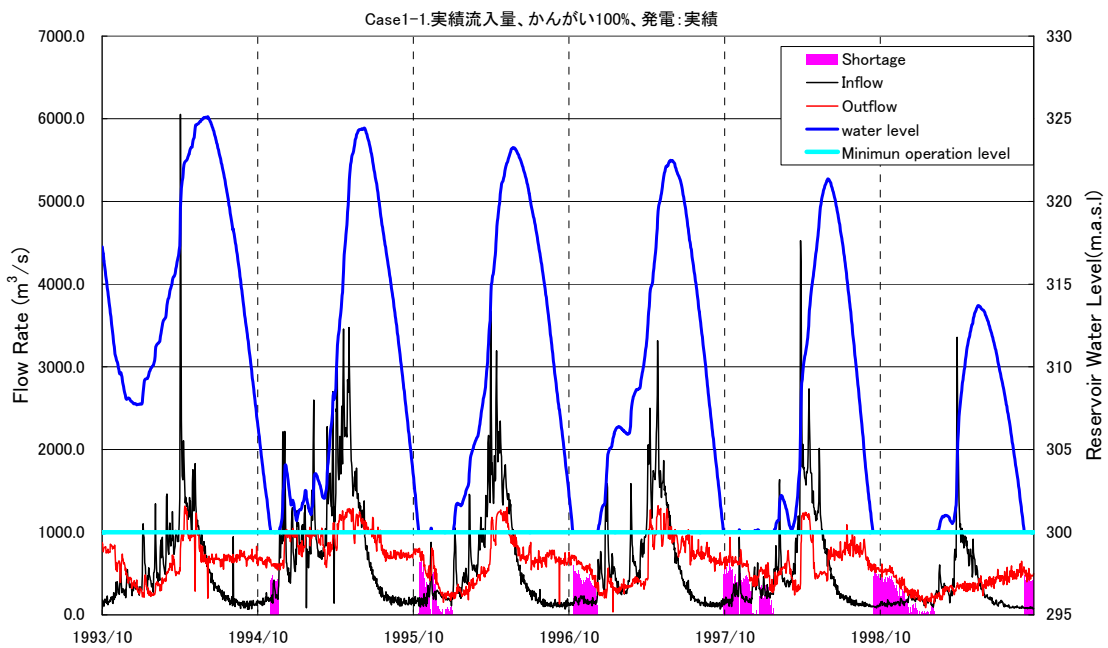


図. Case 1-1 : 実績流入量、灌漑計画 100%、発電は実績

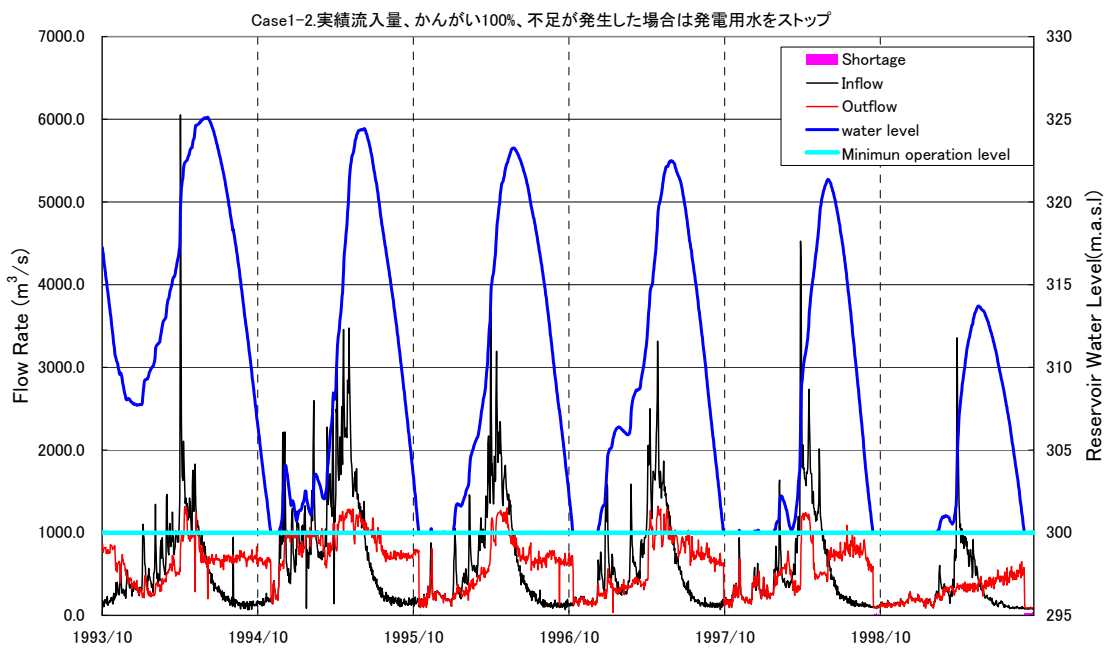


図. Case1-2 : 実績流入量、灌漑計画 100%、発電 : 不足が発生した場合はストップ

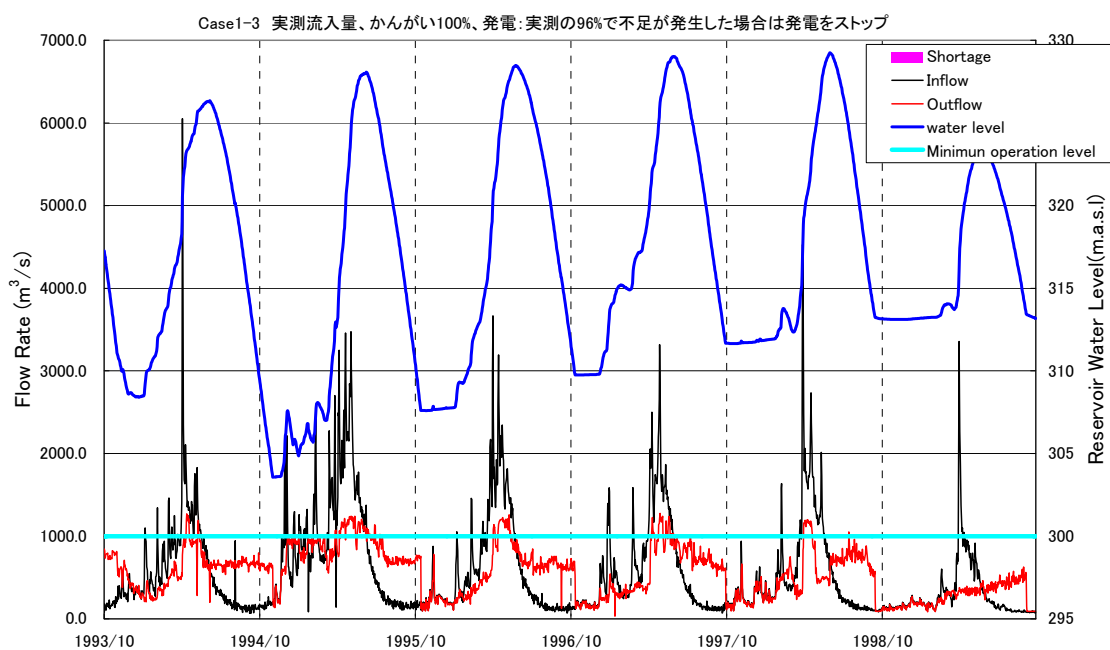


図. Case1-3 : 実績流入量、灌漑 100%、発電:実績の 96%で不足が発生した場合はストップ

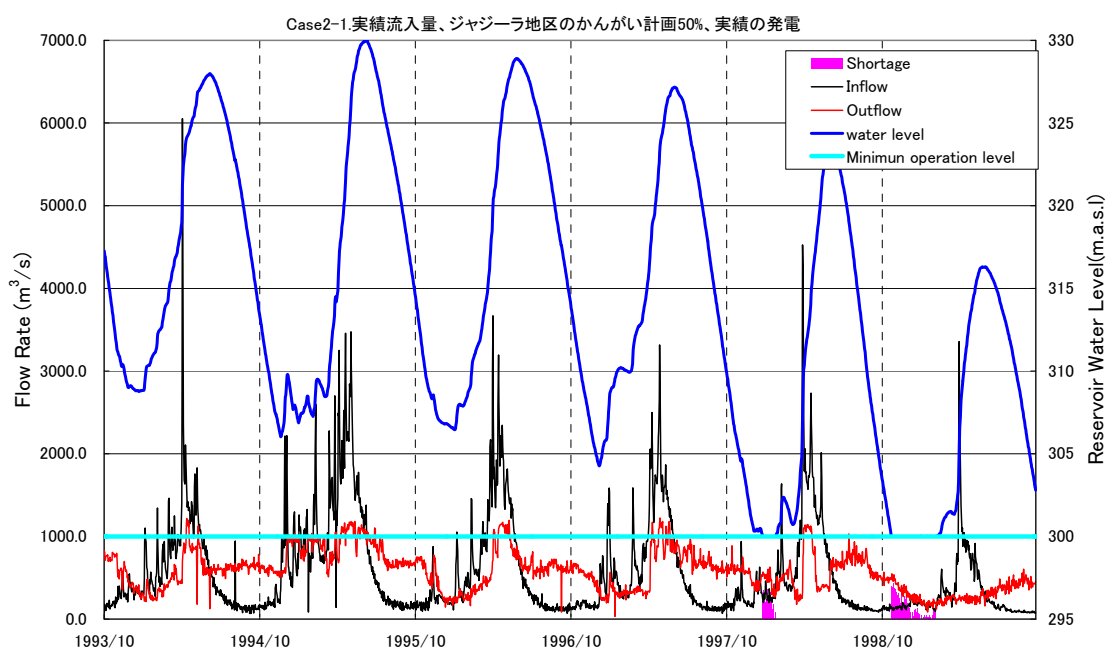


図. Case 2-1 : 実績流入量、全ジャジーラ地区の灌漑計画 50%、発電は実績

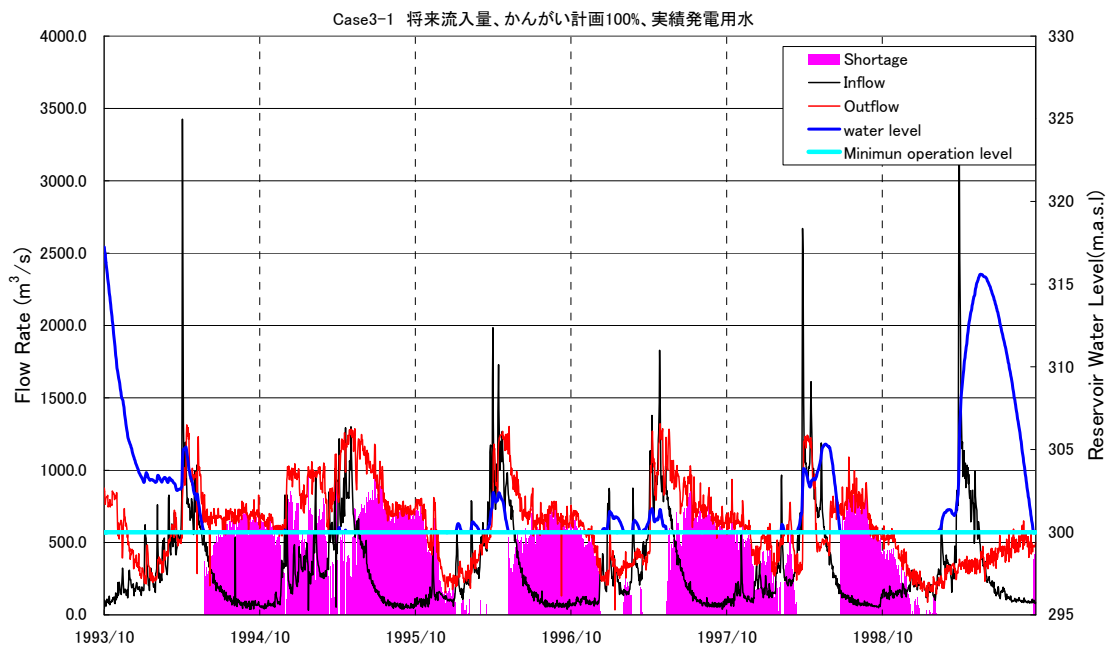


図. Case 3-1 : 将来流入量、灌漑計画 100%、発電は実績

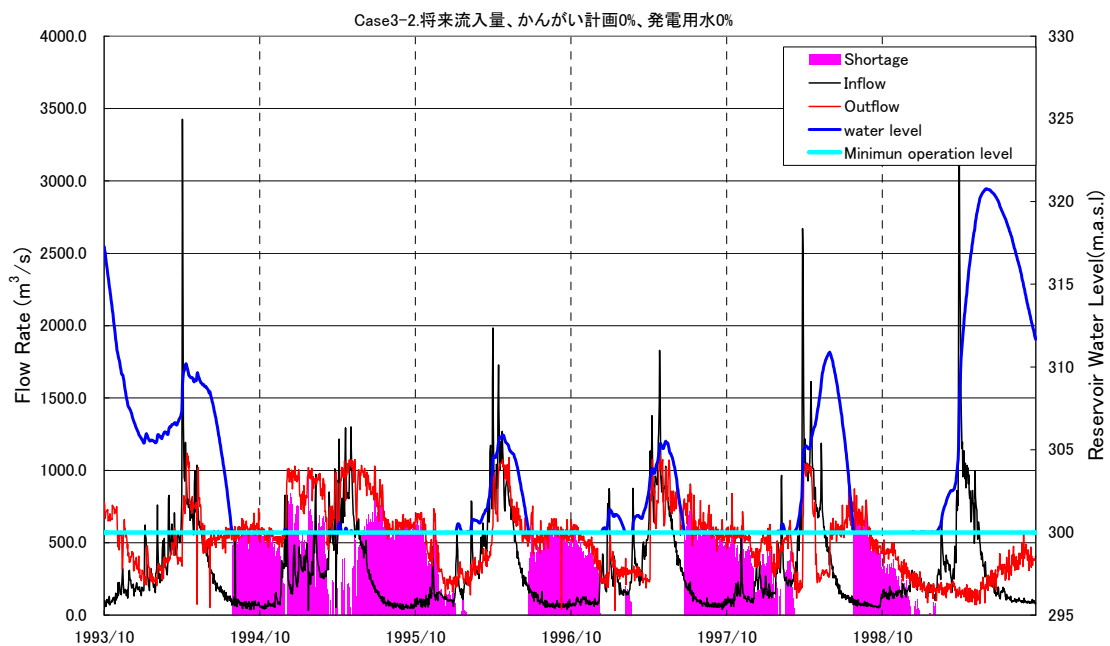


図. Case 3-2 : 将来流入量、灌漑計画 : 0%、発電実績の 100%



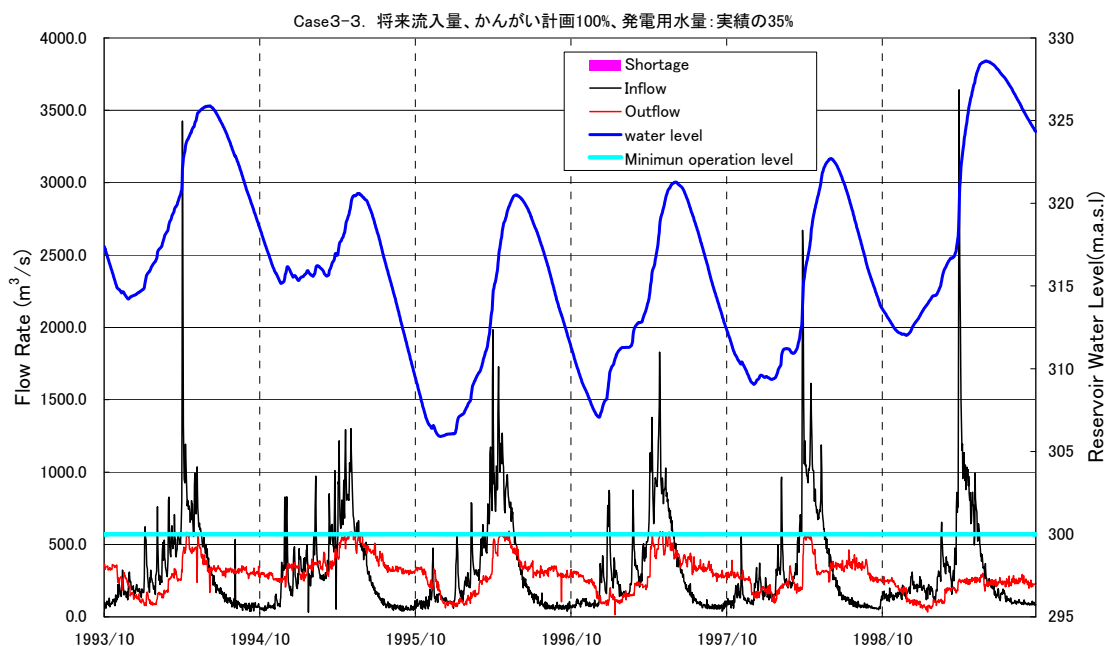


図. Case 3-3 : 将来流入量、灌漑計画 : 100%、発電実績の35%

### 5.5 水資源運用上の優先度（洪水調節、灌漑用水、発電）

モスルダムは、洪水調節、灌漑および発電を目的とする多目的ダムである。サダムダム（モスルダムの旧名称）の操作手引書（SADAM DAM Operation & Maintenance Manual, Vol.3 Project Operation, 1990）によれば、これらの目的別の優先順位については、以下のように示されている。

- 1) 洪水調節は優先度が一番高い。貯水位が最高水位を超えてはならないなどの設計上の制限の範囲内で洪水調節が優先される。
- 2) 灌漑用水は、完全に保護されるべきで、全ての用水は流入量と貯水量の状況に応じて、可能な限り保証されるべきである。
- 3) 発電は、灌漑目的のために必要な放流計画に従うものとし、貯留水に余裕がある場合や、例えば洪水放流のような場合のみに、灌漑を優先するルールから外れても良い。

即ち、優先順位は以下のとおり明確になっている。

洪水調節 > 灌漑用水 > 発電用水

なお、PMT との会議での確認事項として、モスル市での飲用水を取水するために 200m<sup>3</sup>/sec を最低放流する必要がある。

### 5.6 シナリオ別使用可能水資源量（シナリオ-0、1、2）

1993～1999年のダム運用実績データをもとに以下の条件で水収支検討を行なった。

- 1) 計算単位は、日単位とした。
- 2) 水位～貯水量、水位～貯水面積の関係式を用いて水位の評価および貯水面積の変化を考慮して貯水ロスを算定し収支に組み入れた。
- 3) 貯水ロスについては、2008年のダム運用実績結果から推定したロスを採用した。
- 4) 貯水池運用は、最低水位を W.L 300m まで下げることにした。
- 5) 灌漑用水量および下流放流量（発電用水量）は、設定した量を取水することとし、貯水位が最低水位 W.L 300m を下回って、取水できない分は、これを不足量として集計した。
- 6) 下流放流量については、200 m<sup>3</sup>/sec を確保出来る計算結果を採用する。

本報告書では、南部ジャジーラ地区については、営農計画を新たに提案し、最新の気象条件、灌漑効率を考慮して、必要水量を見直している。作付け率は 100% の場合である。

下表に、その検討結果を想定した灌漑面積に応じて、ケース番号を振り整理した。ここで示す灌漑用水量は、有効雨量を考慮したもので受益面積も当初計画より小さくなっている。

表. 南部ジャジーラ地区での灌漑用水量（提案）

シナリオ	シナリオ-0		シナリオ-1		シナリオ-2	
地区面積 (ha)	148,600		119,000		88,800	
月	M.C.M	m <sup>3</sup> /sec	M.C.M	m <sup>3</sup> /sec	M.C.M	m <sup>3</sup> /sec
10月	72.5	27.1	58.1	21.7	43.3	16.2
11月	62.3	24.0	49.9	19.2	37.2	14.4
12月	26.1	9.7	20.9	7.8	15.6	5.8
1月	19.9	7.4	15.9	6.0	11.9	4.4
2月	62.6	25.9	50.1	20.7	37.4	15.5
3月	156.0	58.2	124.9	46.6	93.2	34.8
4月	227.6	87.8	182.2	70.3	136.0	52.5
5月	223.4	83.4	178.9	66.8	133.5	49.8
6月	200.9	77.5	160.9	62.1	120.1	46.3
7月	166.8	62.3	133.5	49.9	99.7	37.2
8月	130.9	48.9	104.8	39.1	78.2	29.2
9月	41.5	16.0	33.2	12.8	24.8	9.6
月/平均	1390.4	44.0	1113.5	35.3	830.9	26.3

シナリオ別の検討ケースと結果を整理すると、下表のとおりである。各シナリオとも、不足は発生していない。また、下流放流（発電）については、常に 200 m<sup>3</sup>/sec 以上は、放流することとし、計算結果としては、いずれのシナリオの場合でも不足が発生せずに、収支がバランスした。

しかし、現時点での実績の下流放流量が 16.59 BCM であるのに対して、シナリオ 0～2 の場合の下流放流量は 6.46～7.04 BCM となり、実績に対して 39～42% と半分以下となる。

表. 水収支計算結果総括表

シナリオ	受益面積 (ha)	流入量 (BCM)	ダムからの取水量 (BCM)					貯留ロス (BCM)	不足 (BCM)	
			北部	東部	南部	かんがい用水計	発電 (下流放流)			取水量計
0	148,600	10.1	0.77	0.79	1.39	2.95	6.46	9.41	0.69	0.0
1	119,000				1.11	2.68	6.75	9.42	0.68	0.0
2	86,800				0.83	2.40	7.04	9.44	0.66	0.0

将来、チグリス川上流国の水源開発や気候変動の影響を受けて、モスルダムへの流入量が 10.1 BCM/年となった場合には、以下のような影響が想定される。

- 1) 当初計画 (F/S) に近い、灌漑計画で運用し、水力発電などによる下流放流量は、運用実績 (16.59 BCM/年) の 35%とした場合には、不足は発生しない。しかし、下流放流量は大幅に削減する必要があり、発電量およびダム下流の水利用にも多大な影響を与えるものと考えられる。
- 2) モスルダムに関わる水資源の問題の構造を、下図に各水利用間の関係として示しているが、農業部門以外の分野も含めて、チグリス川の流量減少に対する対応を行なっていくことが必要と考えられる。

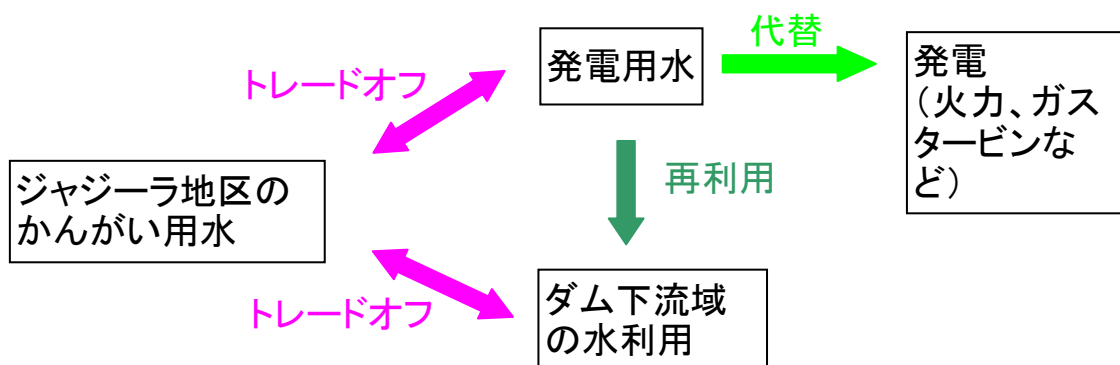


図. チグリス川流量減少による課題の構造

モスルダム掛かりの水運用だけを考えれば、最低限の下流放流量 200m<sup>3</sup>/sec を確保して、ジャジーラ地区の灌漑用水量を賄うことは、可能であることがわかった。ただし、イラク全土の水配分の問題は、現在進捗中の SWLRI-2 の調査結果を待って、検証されるべきである。

一方で、ダムへの流入量が半減すれば、貯水池規模や取水量の大小によっても変化するが、貯水池水位の回復の速度が遅くなり、貯水位は回復せず貯水池の貯水機能を十分に活用出来なくな

る。

次図に現況の水利用を前提に、将来流入量が半減した場合の貯水池運用の例を示すが、初年度の早期に貯留分を消費した後は、ほとんど水位は上昇しない。

また、同じ水源利用量であるが流入量が 20.1 BCM/年 の場合は、貯水池運用の様相は一変して、貯水機能を十分に利用出来ている状況が読み取れる。

貯水エネルギーを有効に利用する観点からは、効率的な発電や揚水エネルギーを抑えた灌漑用水量の効率的および経済的な導水には、貯水位を高く設定することが有効である。

また、貯水位を低く抑えることにより、洪水調節容量が増え、ダム堤体および基礎からの漏水量や湖面蒸発量の抑制に結びつく。従って、全国的な水運用の検討と合わせて、流入量に見合った最適な運用ルールを検討することも、今後の課題であると考えられる。

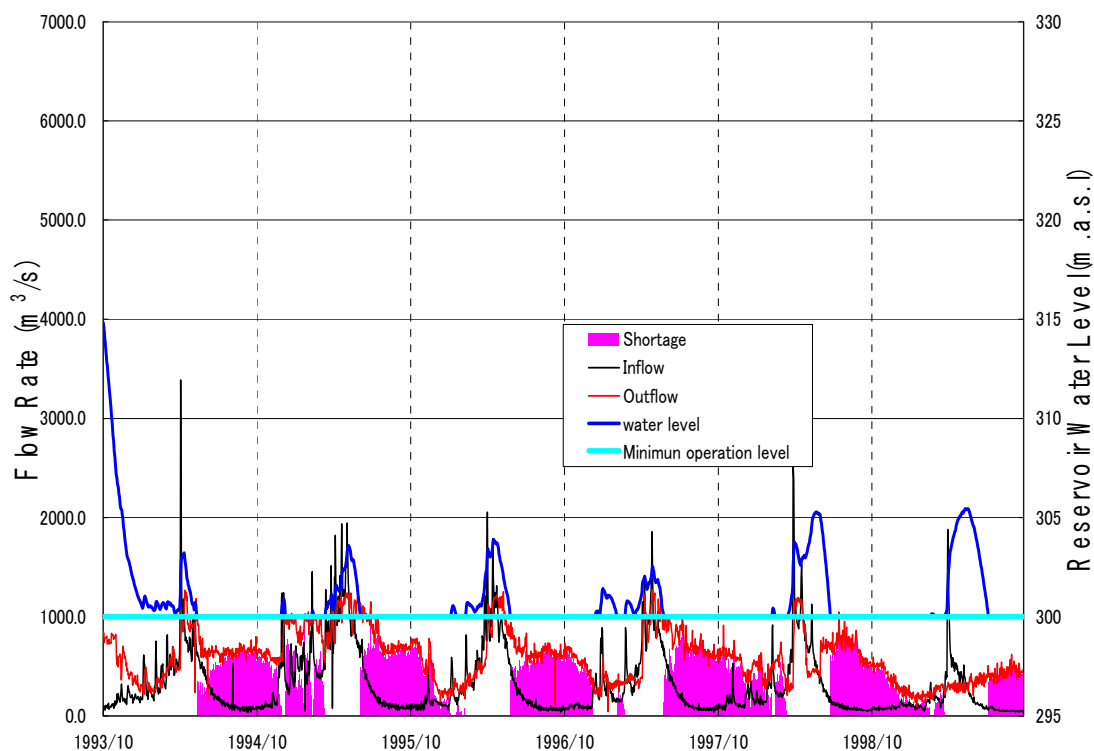


図. 流入量が半減 (10.1 BCM) した場合の運用曲線図

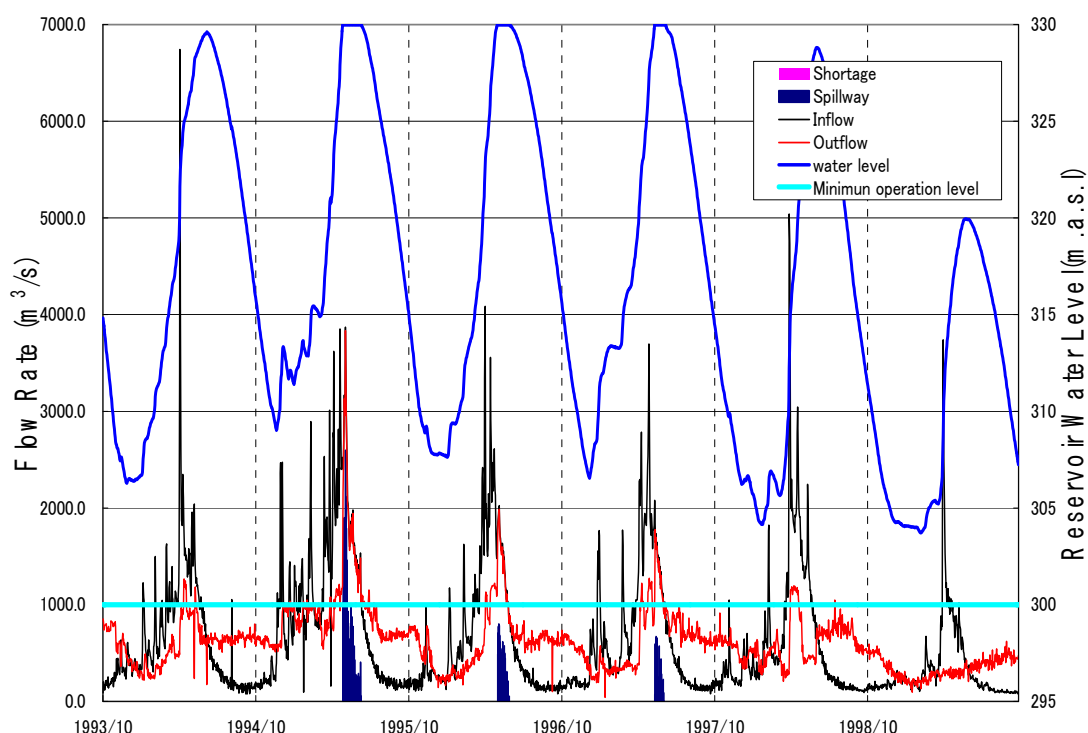


図. 流入量が 20.1 BCM/年ある場合の運用曲線図

## 6. 灌漑農業計画

### 6.1 灌漑対象面積

#### 6.1.1 表土深図の更新

南部ジャジーラ地域の農地は区画整形されていることが衛星画像で確認できる。また、既耕地内には、中小のワジの存在も確認できる。これらのワジが区画整形の過程で埋め立てられたとすると、部分的に表土深が変更した可能性がある。そこで、既耕地上のワジの近辺の表土深を測定し、表土深図との相違を確認し、本格的な表土深図の更新が必要か否かを判定した。

計測の結果、スイス F/S 時と現在の表土深に大きな差異は認められないので、表土深図の更新の必要はないと判断する。

#### 6.1.2 表土深図を基礎とした灌漑対象地域の概定

スイス F/S では、スプリンクラーによる節水灌漑を前提条件として、表土深 50cm 以上の地域を灌漑適地としている。表土深図を基に深度別の面積を図測すると、全体の 89% が灌漑対象となる。北部ジャジーラ地区では地表灌漑が並行して実施されているが、表土の下に石膏層を有する本地区では、地表灌漑を導入すべきでない。特に、表土深 50cm 未満の圃場では地表灌漑を避ける必要がある。

### 6.1.3 灌漑不適地の除外

衛星写真で確認できるワジ周辺・住居周辺（集落周辺）・商業地域・道路用地・鉄道用地・その他農業外利用地は、灌漑農地から除外する。以下のように設定して灌漑不適地の位置・面積を算出する。

- 1) ワジ周辺：ワジ幅を含め 20m を不適地とする。
- 2) 住居周辺（集落周辺）・商業地域：衛星写真で確認できる地域を不適とする。
- 3) 道路用地：道路幅を含め 20m を不適地とする。
- 4) 鉄道用地：軌道幅を含め 10m を不適地とする。
- 5) その他農業外利用地：衛星写真で確認できる地域を不適とする。

これを基に算出した灌漑適地の面積割合は 80.9%である。

### 6.1.4 モデル農場の設定と植栽面積率の算定

輪作体系のブロックを想定した下図のモデル農場を設定し、全体面積・植栽面積・減歩面積（用排水路・道路・その他植栽不可能な面積）を図測し、植栽面積の割合を算出すると、植栽面積率は 93.5%となる。

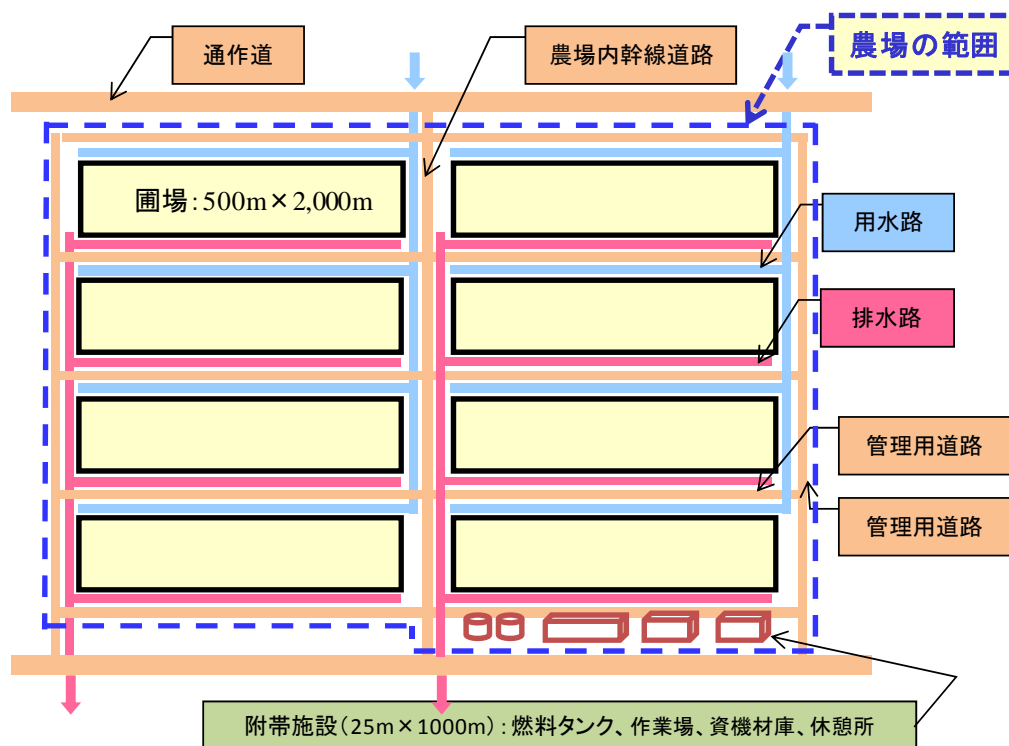


図. 輪作を導入するモデル農場のポンチ絵

### 6.1.5 対象として想定する灌漑面積（植栽面積）

植栽面積率と表土深を考慮した灌漑対象面積（植栽面積）は下表に示すとおりである。表土深50cm以上の耕地の面積は196,400haであり、上述の面積率を適用し、耕作適地の面積は158,900haとなり、植栽面積は148,600ha（シナリオ0）となる。

表. 対象地域の灌漑面積（植栽面積）

区分		面積(ha)	備考
①	表土深50cm以上	196,400	
②	耕作適地	158,900	耕作適地面積率 = 80.9%
③	植栽面積(灌漑対象面積)	148,600	農場内植栽面積率 = 93.5%

注) 面積は第2桁を四捨五入して丸めて表示した。

## 6.2 地区の気象と作物消費量

### 6.2.1 気象観測資料の整理、分析

本調査期間中に、南部ジャジーラ地区近傍の観測所として、下表に示す Mosul, Telafar, Sinjar, Al-baaj および比較検討地点として Baghdad についてのデータが入手出来た。

表. データ収集を実施した気象観測所の位置

観測所	位置		標高(m)
	緯度	経度	
Mosul*	36°19'	41°50'	223
Telafar	36°22'	42°38'	400
Singer*	36°19'	43°09'	538
Al-baaj	36°00'	41°40'	320
Baghdad*	33°20'	44°24'	34

出典：Mosul, Singer, Baghdad の値は、”General Scheme of Water Resources and Land Development in IRAQ Vol. I Book 1 Climate and Water Resources より引用

気象観測は、1990～2009年にかけての観測データの収集が実施されたが、多くの観測所でデータが欠測している。特に2003年にはイラク戦争の影響を受けて、ほとんどの観測所で観測データが散逸している。

### 6.2.2 地区内降水量の検討

#### (1) 降水量の観測

1990～2009年で Mosul, Telafar, Sinjar および Baghdad での月降水量が得られた。下図に Mosul で観測された年降水量を縦軸として、横軸に Telafar, Sinjar, Baghdad の年降水量をとり、相関（散布）図を作成している。年降水量が大きい範囲では、Mosul の年降水量が一番大きく、次いで Sinjar,

Telafar, Baghdad の順である。

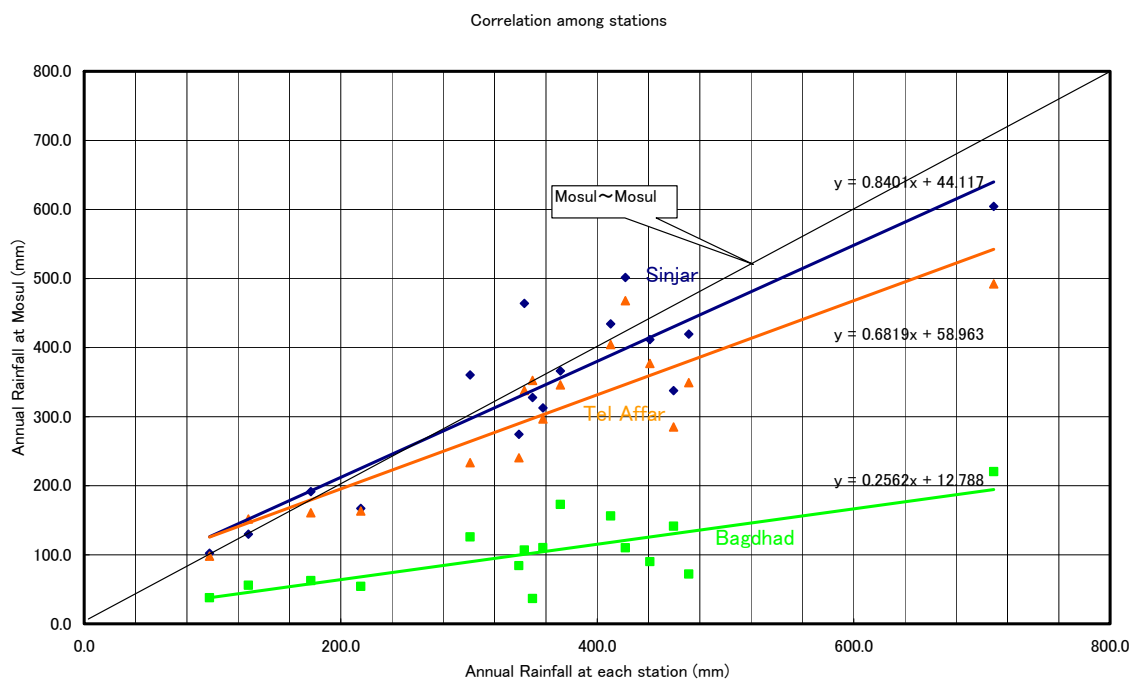


図. 降雨観測の相関

検討結果より南部ジャジーラ灌漑地区の降水量を推定する方法は以下のとおりとする。

Telafar の観測値に 0.91 倍したものを対象地区の降水量として、評価する。

根拠は、以下のとおりである。

- 1) 対象地区内には、気象観測所が無いことから、周辺の既往観測結果から推定する。既往観測所は、地区の北半分よりも北側に偏って位置するため、面積雨量を求めるためのティーセン分割などの方法が採用出来ない（地区南側の観測所は遥かに離れていて、地区を囲む適切な観測所が無い）。
- 2) Sinjar は、山麓にあり標高も高いことから、対象地区を代表する観測所として採用することは妥当ではない。
- 3) Mosul の観測値は、降水観測結果の相関分析から Sinjar および Telafar との相関係数は、比較的高くなく、ジャジーラ地区の中心からの距離も 70 km ほどあり、他の観測所に比べて、一番、対象地区から離れていることから、Mosul を採用することも妥当では無い。
- 4) Telafar は、対象地区に最も近く年降水量の変動についても、Sinjar との相関係数が高く、観測所標高も Sinjar のように高くは無く、得られた観測資料の中では、最も妥当と判断される。従って、対象地区との相違を反映させるために、ソビエトレポートの成果を用いて、Telafar の観測値に 0.91 を乗じた値を採用する。

Telafar の月降水量は、1990～2009 年の 20 ヶ年の観測値が得られているが、2003、2004 年は、データが欠測しているため、この 2 ヶ年を除いて、月降水量を整理し下表に示す。また、Telafar



の平均降水量を 0.91 倍して南部ジャジーラ地区の降水量とすることから、0.91 倍した値も示している。

表. Telafar の月降水量一覧

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2005	2006	2007	2008	2009	平均	×0.91
1月	40.7	13.4	75.7	60.2	93.8	19.3	235.5	34.6	99.1	26.1	46.6	29.2	28.3	120.0	103.1	19.9	24.6	1.0	59.5	54.2
2月	69.4	31.9	113.7	47.2	43.3	84.0	42.5	88.1	22.2	36.4	10.8	36.2	8.3	58.0	82.9	45.5	26.9	33.3	48.9	44.5
3月	21.4	215.1	30.9	16.3	78.6	75.2	127.8	37.7	30.3	64.0	34.4	69.4	116.2	13.4	10.2	30.2	40.1	24.0	57.5	52.3
4月	48.4	14.9	18.0	112.3	30.6	27.7	18.7	16.9	18.2	10.1	23.0	25.5	27.4	1.0	56.4	17.0	0.0	42.7	28.3	25.7
5月	1.7	8.1	25.7	92.1	6.2	0.4	14.5	1.8	38.1	0.0	0.4	27.1	3.4	20.5	3.0	26.1	0.2	0.0	15.0	13.6
6月	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8
7月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
8月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
9月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	11.4	0.8	0.7
10月	2.3	18.8	0.0	13.8	22.7	0.0	3.3	31.5	3.0	16.0	2.8	4.3	12.3	0.0	55.5	2.0	9.6	18.1	12.0	10.9
11月	0.0	7.4	77.6	63.1	82.5	20.6	8.3	38.4	0.0	11.1	53.6	13.4	10.7	22.7	4.0	2.4	19.0	15.8	25.0	22.8
12月	43.2	58.5	86.7	47.6	79.4	6.7	162.0	63.8	12.1	18.7	94.2	39.2	91.5	6.8	35.2	1.1	22.3	51.8	51.2	46.6
年計	227.1	368.1	428.9	452.6	437.1	247.1	614.4	312.8	227.3	182.4	265.8	244.3	298.1	243.6	350.3	144.2	143.5	198.1	299.2	272.3
×0.91	206.7	335.0	390.3	411.9	397.8	224.9	559.1	284.7	206.8	166.0	241.9	222.3	271.3	221.7	318.8	131.2	130.6	180.3	272.3	

地区の平均年間雨量は、272mm/年となり、月別変動を示すと下図のとおりである。

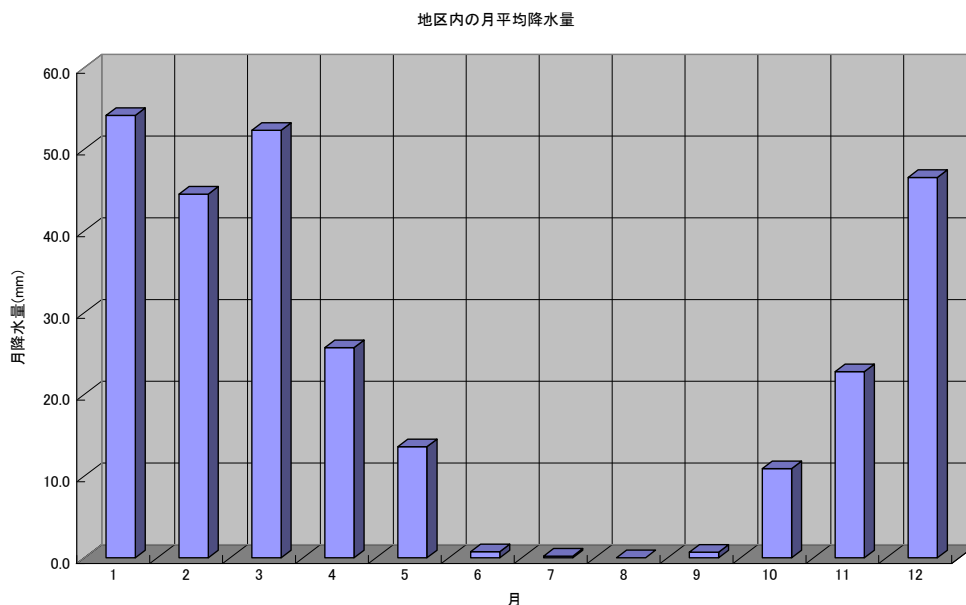


図. 地区内の月平均降水量分布

FAO では、超過確率により以下の 3 つの降雨量年として、“渇水年”, “平水年”, “豊水年” を定義している。

- 1) 80%超過確率は 5 年の内に 4 年はこの値を超えるような降水量を示し、当該年は渇水年として位置づけられ、灌漑システムの規模を決定する基準となる。
- 2) 50% 確率は、平水年、20% 確率は豊水年と位置づけられている。

対数確率紙に結果をプロットして 80% 確率値を求めることが行なわれるが、下図に示すような関係図を作成し、80, 50, 20% の各確率降水量を算定した。

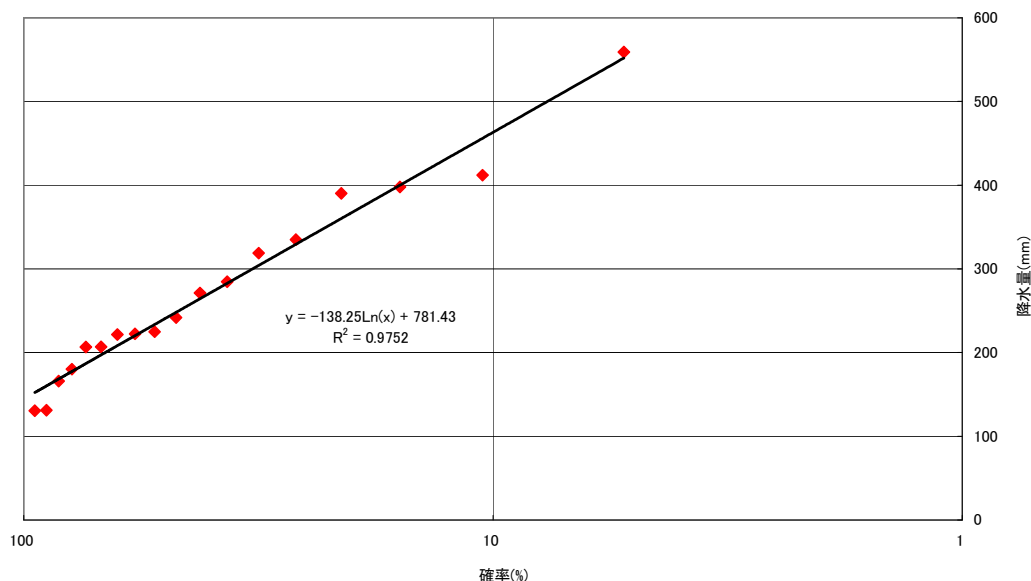


図. 確率降水量の推定

上図からは、相関係数も高く概ね妥当であることが分かり、回帰式から確率雨量を算定すると、下表に示すとおり、今回の算定値の方がスイス F/S 時の 80~90%と小さくなっており、雨量としては小さくなっている。

表. 確率雨量の整理

区 分	対象地区 確率雨量 (mm/年)左欄×0.91	スイス F/S 時の Tafelara 確率雨量 (mm/年)
渇水年(80%確率)	175	220
平年 (50%確率)	240	300
豊水年(20%確率)	367	410

各確率年の月別の降水量を下表に示す。

表. 確率月降水量の算定結果

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	TOTAL
平均	54.2	44.5	52.3	25.7	13.6	0.8	0.2	0.0	0.7	10.9	22.8	46.6	272.3
渇水年	34.9	28.7	33.7	16.6	8.8	0.5	0.1	0.0	0.4	7.0	14.7	30.0	175.4
豊水年	73.0	60.0	70.6	34.7	18.4	1.0	0.3	0.0	0.9	14.7	30.7	62.8	367.1
平水年	47.8	39.3	46.2	22.7	12.0	0.7	0.2	0.0	0.6	9.6	20.1	41.1	240.4

### 6.2.3 関係作物蒸発散量（可能蒸発散量）の算定

FAO では ASCE (American Society of Civil Engineers) および EC でのライシメータによる研究との比較結果から、以下の理由により Penman-Monteith 法を唯一の標準的な基準蒸散量を求める方法として推薦している。

- 1) ペンマン法は、過大な値となり、満足出来る結果を得るためには、風の影響による局地的な補正を行なう必要があること。
- 2) 放射法 (radiation method) は、空気力学の項が比較的小さい湿潤地帯では、比較的の良い結

果を示すが、乾燥地では異常で過小に蒸発散量を見積もってしまうこと。

- 3) 温度法 (temperature method) は、経験的で満足のいく結果を得るためには、地域の特性を反映して修正する必要があること。
- 4) ペンマン・モンティス法は乾燥地と湿潤地域の両方において、比較的精度が良く、満足する結果を与えること。

従って、本検討においてもペンマン・モンティス法を採用して関係作物蒸発散量（基準蒸発散位）を算定する。

ペンマン・モンティス法を用いて、関係作物蒸発散量を算定するために収集した Telafar の観測値を下表のように整理した。

表. 気象観測結果一覧

気象 月	最低気温	最高気温	湿度	風速	日照時間
	°C	°C	%	km/day	hours
1月	3.3	11.4	76.8	233.3	6.35
2月	4.3	13.3	69.7	250.6	9.99
3月	7.6	18.0	60.7	250.6	11.86
4月	12.6	24.6	54.6	250.6	15.30
5月	18.2	32.0	35.9	267.8	17.95
6月	24.1	38.4	24.0	293.8	21.04
7月	27.7	42.1	21.9	293.8	19.63
8月	27.3	41.6	22.8	293.8	17.89
9月	23.3	37.1	24.1	267.8	15.97
10月	17.0	29.9	37.3	241.9	11.02
11月	10.1	20.3	57.1	207.4	7.81
12月	5.0	13.6	75.2	250.6	5.77
年平均	15.0	26.9	46.7	258.5	13.4

計算実務は、FAO が提供している CROPWAT Ver.8.0 For Windows を用いた。計算結果を下表に示す。年間の変動としては7月の 11.8mm/day を最高値として、1月に最低値 1.28mm/day となるまで連続した変化を示し、年平均としては 6mm/day を示す。最大値と最低値では、約 10 倍近い開きがあることがわかる。

表. 関係作物蒸発散量 (ET<sub>0</sub>) の算定結果

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
ET <sub>0</sub> (mm/day)	1.28	2.02	3.38	5.46	8.39	11.17	11.8	11.01	8.64	5.41	2.66	1.46	6.06

当地区では年間平均で 272mm の降水の内、11月～4月に降水の大半が降っている。作物生産では、この降水を利用することが重要であり、水源運用を考える場合の灌漑用水量の算定には、作物蒸発散量から作物生産に利用される有効雨量分を控除して必要水量を算定する必要がある FAO では、有効雨量の算定方法がいくつか提供されているが、ここでは米国農業省の土壤保全局が開発したもので 22ヶ所、50ヶ年間の降水記録を分析して得られたものであり、CROPWAT で計算できる。

渇水年について、有効雨量を求めた結果を下表に示す。有効雨量は、雨の降り方や、営農方法にも大きく左右されることから、日雨量データの収集や土壌水分調査などを実施して、検討する

ことが望ましい。

表. 有効雨量の算定結果（渇水年）

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
降水量 (mm)	34.9	28.7	33.7	16.6	8.8	0.5	0.1	0	0.4	7	14.7	30	175.4
有効雨量 (mm)	33	27.4	31.9	16.2	8.7	0.5	0.1	0	0.4	6.9	14.4	28.6	168.1

なお、灌漑施設規模の決定に際しては、有効雨量の影響を判断するために、雨の降り方を反映して日雨量に基づいた灌水シミュレーションを行ない、ピーク取水量の発生頻度を検討して、判断することが望ましい。

### 6.3 営農計画の策定

#### 6.3.1 主要作物の選定

スイス F/S には、12 種類の作物で構成された作付パターンが検討されている。本調査では、①上位計画の確認、②近傍の灌漑農業事業の作付実績の整理、③関係者からの聞き取りにより、同 F/S の作付作物の妥当性を確認するとともに、新規導入が期待される作物を選定し、作付作物に加えた。

スイス F/S で検討された主たる作付パターンは ABC と XYZ であり、それらを構成する作物は下表のとおりである。両者は、ほぼ同じ作物を作付けするが、作付面積の構成割合が異なる。作物は、本地域の気候・土壌深・作付実績・需要・消費水量を考慮して選出されており、これらの前提条件は現時点でも同様である。

表. 100ha 当たりの作物別作付面積

作物	ABC (ha)	XYZ(ha)	XYZ-ABC(ha)
	作付面積	作付面積	両者の差異
冬アルファルファ	14.6	16.7	2.1
甜菜	22.9	4.2	△18.7
小麦	29.2	41.7	12.5
大麦	16.7	20.8	4.1
そら豆	8.3	8.3	0.0
エン麦	1.0	4.2	3.2
カラスノエンドウ	1.0	4.2	3.2
バルシーム	6.3	-	△6.3
冬作小計	100.0	100.0	-
夏アルファルファ	12.5	12.5	-
綿花	1.5	2.1	0.6
メイズ	0.1	-	△0.1
ひまわり	0.1	-	△0.1
ヒヨコ豆	0.3	2.1	1.8
夏作小計	14.5	16.7	2.2
合計	114.5	116.7	2.2

国家開発 5 カ年計画（第 5 章 農業・水資源）では、冬期の小麦・大麦・馬鈴薯・トマト・玉ネ

ギ・米、夏期のメイズ・黍椰子を推奨している。

北部ジャジーラ報告書によると、小麦・大麦・馬鈴薯・甜菜・ひまわり・その他野菜の実績が記載されている。

上述の作物を基に、対象地域の情報を参照して、作付けする作物を選択する。候補となる作物と、採択・非採択の理由を次表に示す。

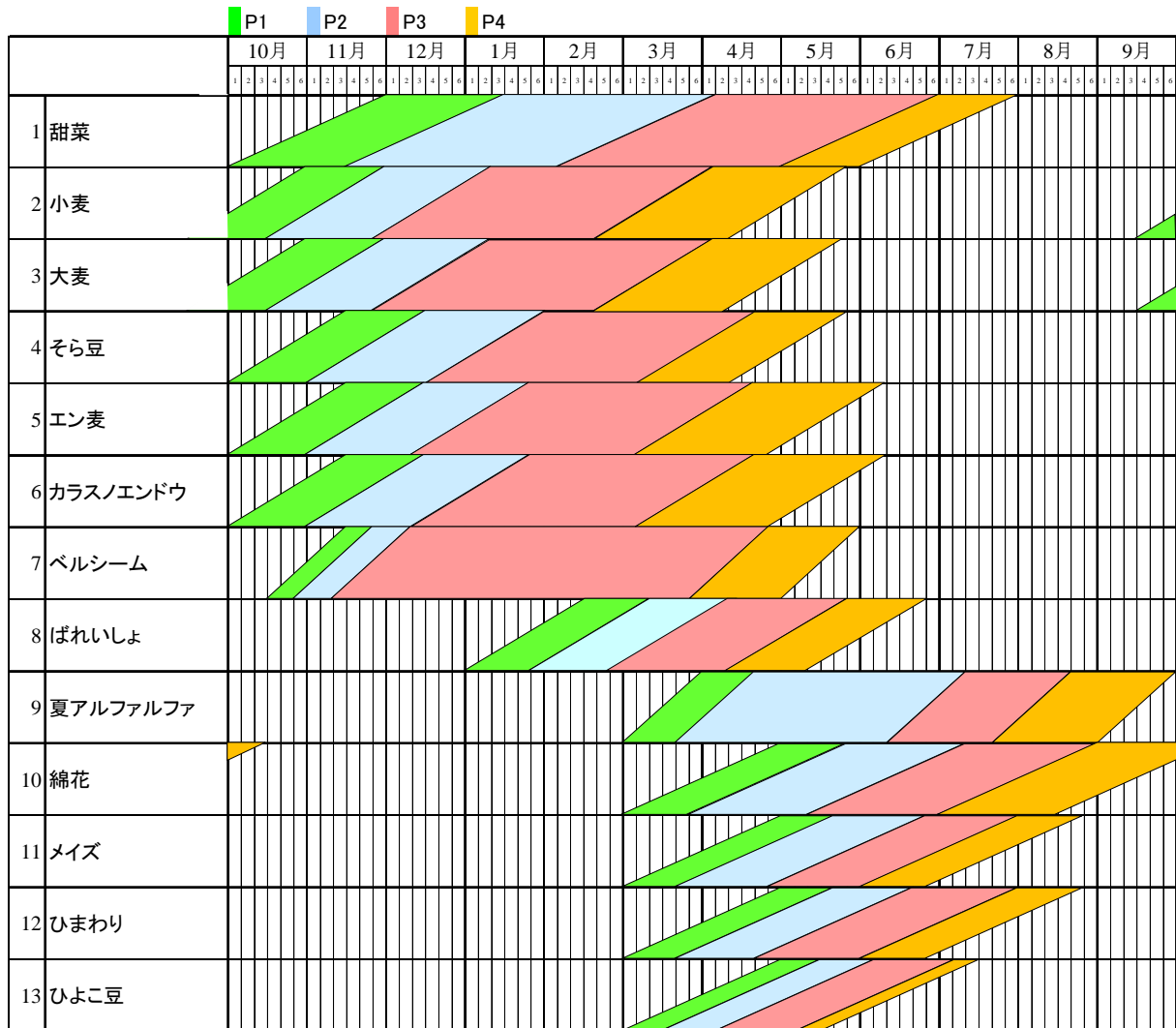
表. 導入作物の可能性

		根拠資料				導入の可能性	採択／非採択の理由
		F/S報告書 ABC	F/S報告書 XYZ	国家5カ年計画	北部ジャジーラ実績		
	冬期作						
1	冬アルファルファ	○	○			○	畜産業への飼料供給のため採択する
2	甜菜	○	△		○	○	実績から採択する
3	小麦	○	○	○	○	○	主食確保の観点から採択する
4	大麦	○	○	○	○	○	畜産業への飼料供給のため採択する
5	そら豆	○	○			○	実績から採択する
6	エン麦	○	○			○	畜産業への飼料供給のため採択する
7	カラスノエンドウ	○	○			○	同上
8	ベルシーム	○				○	同上
9	ばれいしょ			○	○	○	実績から採択する
10	トマト			○			労働力が不足する
11	玉ネギ			○			同上
12	米			○			石膏層への影響が懸念される
13	冬フルーツ						消費水量が大きい
	夏期作						
14	夏アルファルファ	○	○			○	畜産業への飼料供給のため採択する
15	綿花	○	○			○	モスル市の主産業への材料供給のため採択する
16	ヒヨコ豆	○	○			○	実績から採択する
17	メイズ	○		○		○	主食確保の観点から採択する
18	ひまわり	○			○	○	食用油の材料供給の観点から採択する
19	夏フルーツ						消費水量が大きい
	通年作						
20	黍椰子			○			消費水量が大きい

### 6.3.2 作付方式の選定

前項で選出された作物の作付け時期は下表のとおりである。作物の生育期間はスイス F/S を遵守し、同 F/S に記載されていない作物の生育期間は聞き取りと FAO の技術指針 No.56 に準じて設定した。他方、作付け時期は、期別消費水量・年消費水量が多大にならないように配慮して設定した。なお、大規模圃場の導入により機械効率の向上が期待できることから、播種・定植時期はスイス F/S よりも短期間とした。

表. 導入作物の作付時期



6.3.3 生産計画

スイス F/S の輪作体系は、1 筆を 100ha (2,000m×500m) とし、8 年の輪作となっている。即ち、1 つの輪作単位は 800ha である。さらに、XYZ や ABC は 3 つの輪作単位を有するので 2,400ha (800ha×3) が、輪作ブロックとなる。XYZ、ABC、αβγ100 (XYZ に候補作物を加えた作付パターン) の作付面積を下表に示す。

表. 輪作ブロック (植栽面積 2,400ha) の作物別作付面積

	作付作物	作付面積 (ha)		
		ABC	XYZ	αβγ100
1	冬アルファルファ	350	400	-
2	甜菜	550	100	200
3	小麦	700	1,000	900
4	大麦	400	500	300
5	そら豆	200	200	100
6	エン麦	25	100	100
7	カラスノエンドウ	25	100	100
8	ベルシーム	150	-	100
9	ばれいしょ	-	-	100
	冬作小計	2,400	2,400	1,900
10	夏アルファルファ	300	300	400
11	綿花	37	50	25
12	メイズ	3	-	25
13	ひまわり	3	-	25
14	ヒヨコ豆	8	50	25
	夏作小計	350	400	500
	合計	2,750	2,800	2,400

輪作ブロックに作付率を乗じて、作物別生産量を算出し、下表に示す。

表. 輪作ブロック (植栽面積 2,400ha) の作物別生産量

作物	計画単収 kg/ha	作付面積 (ha)			生産量 (ton/年)		
		ABC	XYZ	αβγ100	ABC	XYZ	αβγ100
1 冬アルファルファ	7,000	350	400	-	2,450	2,800	-
2 甜菜	46,000	550	100	200	25,300	4,600	9,200
3 小麦	5,600	700	1,000	900	3,920	5,600	5,040
4 大麦	5,200	400	500	300	2,080	2,600	1,560
5 そら豆	2,800	200	200	100	560	560	280
6 エン麦	7,600	25	100	100	190	760	760
7 カラスノエンドウ	7,600	25	100	100	190	760	760
8 ベルシーム	8,400	150	-	100	1,260	-	840
9 ばれいしょ	20,000	-	-	100	-	-	2,000
10 夏アルファルファ	7,000	300	300	400	2,100	2,100	2,800
11 綿花	2,800	37	50	25	103	140	70
12 メイズ	6,000	3	-	25	16	-	150
13 ひまわり	2,400	3	-	25	6	-	60
14 ヒヨコ豆	2,400	8	50	25	19	120	60

本計画は 80%降雨確率の渇水年に対応すべく策定されている。すなわち、5 年に 1 度の頻度で

起こる渇水であっても、計画どおりの作付けが可能である。しかし、さらに厳しい渇水年には水資源の制約上、灌漑する面積を減らす必要がある。

作付け前に渇水を予測することは困難なので、作付け後の降雨量とダム貯水量の推移を観察し、灌漑面積を減らす必要があるか否かを推定する。想定を上回る渇水であると判断した場合、灌漑の中断は段階的に行うこととする。第1段階として、夏野菜（そら豆・メイズ・ひよこ豆）・工業作物（甜菜・綿花・ひまわり）への灌漑を中断する。第2段階として、畜産飼料（大麦・夏アルファルファ・エン麦・カラスノエンドウ・ベルシーム）への灌漑を中断する。さらに厳しい渇水年となった場合は、主食（小麦）へ灌漑する面積を減らす。

### 6.3.4 期別消費水量

スイス F/S ではペンマン法により期別消費水量を算出している。本調査では、①再現性が高いこと、②畑地であること、③信頼性が高いこと、等の理由から、FAO が推奨しているペンマン-モンティス法を適用して期限消費量を算出する。両手法は、関係作物蒸発散量 (ET<sub>0</sub>) の算出式が異なるが、ET<sub>0</sub>・単位用水量 (In)・有効雨量 (Pe)・作物係数 (Kc) の関係は同様である。関係表す基本式は以下に示すとおりである。

$$\begin{aligned} \text{In (単位用水量)} &= \text{ET}_{\text{crop}} - \text{Pe} \\ \text{ET}_{\text{crop}} (\text{作物蒸発散量}) &= \text{ET}_0 \times \text{Kc} \end{aligned}$$

- ET<sub>0</sub> : 関係作物蒸発散量
- Pe : 有効雨量
- Kc : 作物係数

#### 1) 関係作物蒸発散量 ET<sub>0</sub>

スイス F/S (ペンマン法) と CROPWAT 算出 (ペンマン-モンティス法) の関係作物蒸発散量 ET<sub>0</sub> を下表に示す。両手法の年合計の差は 5%程度である。他方、最大値は 15%ほど CROPWAT の ET<sub>0</sub> が大きく、発生時期は両手法とも 7月である。

表. F/S 報告書の ET<sub>0</sub> と本調査の ET<sub>0</sub>

単位: mm/月

関係作物蒸発散量 (ET <sub>0</sub> )	計算	算出手法	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	計 mm/年
スイスF/S	F/S 報告書	ペンマン法	190.0	106.0	51.0	49.0	59.0	103.0	147.0	226.0	276.0	316.0	314.0	261.0	2,098.0
本調査	CROPWAT	ペンマン-モンティス法	168.0	79.8	45.6	39.7	56.3	104.8	163.5	260.1	335.1	365.8	341.3	259.2	2,219.1

注) 入力する気象データは異なる。スイスF/SはF/S時期収集であり、本調査は現時点収集である。

#### 2) 作物係数 Kc

スイス F/S が示す作物の成長段階別期間と作物係数 Kc を適用する。なお、ばれいしょ・アルフ



アルファの成長段階別期間と作物係数 Kc は FAO の示す値を適用し、ベルシームの成長段階別期間と作物係数 Kc は FAO の示すクローバー豆科牧草の値を代用した。

表. 作物の成長段階別期間（半旬数）と作物係数 Kc の初期値・終了値

	作物名	作付	P1*2	P2*2	P3*2	P4*2	Kc初期	Kc中間	Kc終期
1	冬アルファルファ*1	36	1	4	2	2	0.00	0.00	0.00
2	甜菜	48	9	16	17	6	0.35	1.20	1.00
3	小麦	41	6	8	17	10	0.70	1.15	0.25
4	大麦	41	6	8	17	10	0.30	1.15	0.25
5	ソラマメ	38	6	9	16	7	0.40	1.10	0.30
6	エン麦	41	6	8	17	10	0.30	1.15	0.25
7	カラスノエンドウ	41	6	8	17	10	0.30	1.15	0.25
8	ベルシーム	39	2	3	27	7	0.40	1.15	1.10
9	ばれいしょ	26	5	6	9	6	0.50	1.15	0.75
10	夏アルファルファ*1	36	1	4	2	2	0.00	0.00	0.00
11	綿花	33	5	9	10	9	0.35	1.20	0.70
12	メイズ	23	4	7	7	5	0.30	1.15	1.05
13	ひまわり	23	4	6	8	5	0.35	1.15	0.35
14	ヒヨコ豆	15	3	4	6	2	0.50	1.15	1.10

\*1 4回収穫  
\*2 単位：半旬

### 3) 有効雨量 Pe

スイス F/S が示す有効雨量 Pe と、本調査で適用した有効雨量 Pe を下表に示す。本調査で適用した平均降雨量は、Telafar 観測所の平均降雨量に、同 F/S が示す係数 (0.91) を乗じて、対象地域の降雨に変換したものである。スイス F/S の年平均降雨量 (282.0mm/年) と本調査の年平均降雨量 (272.3mm/年) は、ほぼ同じである。

他方、有効雨量 Pe は、渇水年を想定し、かつ、植物が利用可能な雨量なので、平均降雨量よりも小さな値となっている。本調査で適用した有効雨量は、対象地域の平均降雨量を CROPWAT に入力して算出した。

表. スイス F/S と本調査の有効雨量 Pe (mm/月)

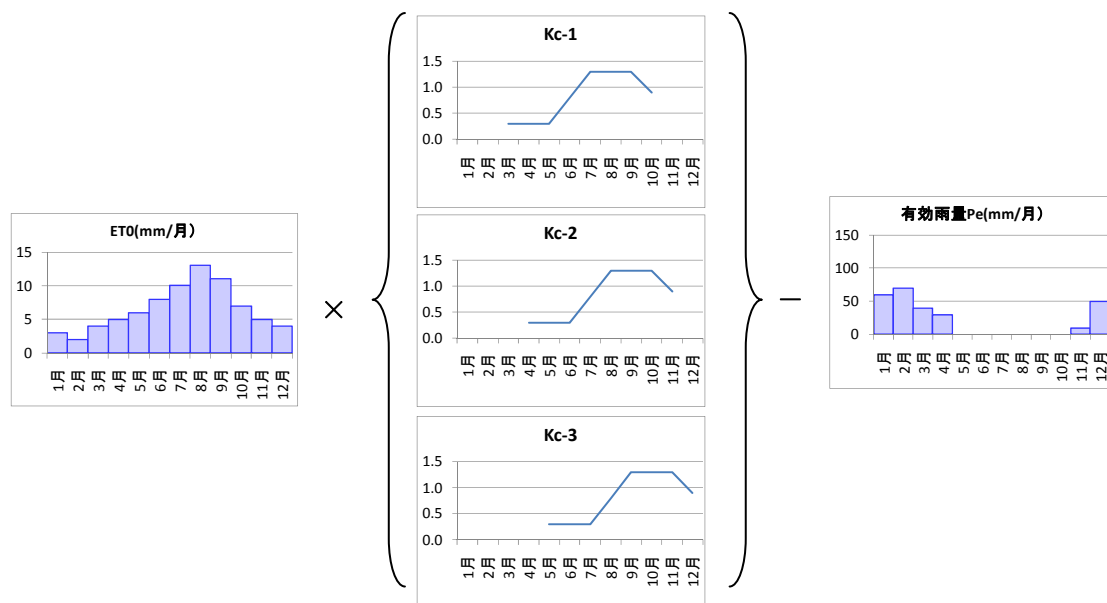
		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	計 mm/年
スイスF/S	平均降雨量	5.0	22.0	49.0	50.0	41.0	49.0	49.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	282.0
	有効降雨量Pe (80%確率)	0.0	14.0	14.0	12.0	10.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.0
本調査	平均降雨量	10.9	22.8	46.6	54.2	44.5	52.3	25.7	13.6	0.8	0.2	0.0	0.7	272.3
	有効降雨量Pe (CROPWATで算出)	6.9	14.4	28.6	33.0	27.4	31.9	16.2	8.7	0.5	0.1	0.0	0.4	168.1

注) 本調査では、Tel Afar 観測所の降雨を対象地域の降雨に変換するためF/Sに示す係数(0.91)を乗じた。

本事業の営農計画は、100ha 圃場 (2,000m×500m) を 1 筆とする大規模輪作体系を想定する。

従って、各作業は順次実施することとなり、播種定植作業が長期（開始から終了までに6半旬～12半旬の期間）となる。このため、早期に播種定植した圃場と後期に播種定植した圃場では、生育段階の $ET_0$ と $Pe$ が異なり、純用水量（ $I_n$ ）に影響する。

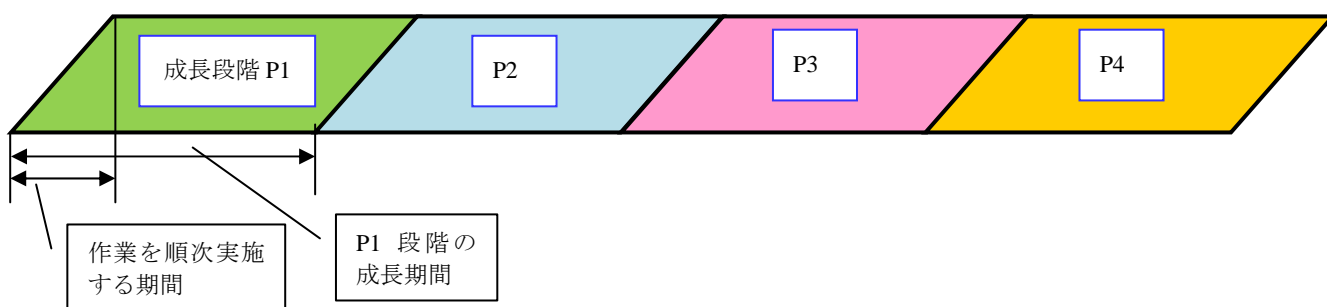
下図のように播種定植時期別に半旬別単用水量を算出し、集計して全体の半旬別単用水量を算出する。



\* 播種定植時期の早い遅いで、乗ずる $ET_0$ や、減じる $Pe$ が異なる。

図. 作物蒸発散量（ $ET_{crop}$ ）の算出概念図

スイス F/S でも同様の考え方を適用している。本調査の「作業を順次実施する期間」は、スイス F/S に示す「作業を順次実施する期間」を基礎として、期別の関係作物蒸発散量  $ET_0$  を考慮して設定した。



#### 4) 灌漑効率の設定

本調査では、大型圃場での作業性と、水資源の有効活用を考慮して、大規模自走式スプリンクラーの適用を想定している。したがって、灌漑効率には0.68を適用する。ここで、論じる灌漑効率には、用水散布に伴う灌漑ロスだけでなく、用水が水源から圃場に搬送されるまでのロスも含まれている。算出過程は下表のとおりである。

表. 灌漑効率の算出過程

灌漑効率			備考
水適用効率	$e_a$	0.80	スプリンクラーを想定
水路効率	$e_b$	0.95	ライニング水路を計画
搬送効率	$e_c$	0.90	ライニング水路を計画
総合効率	$e_p$	0.68	$= e_a \times e_b \times e_c$

### 6.3.5 CROPWAT を適用した期別の単位用水量

FAO が推奨する CROPWAT プログラムを用いて、期別の単位用水量を算出した計算結果は下表のとおりである。

なお、モスダムからの期別の取水量を算出するためには先述の有効降雨量を適用する。他方、水利施設の施設規模（即ち、導水路の設計流量）を決定するためには有効雨量を 0 と設定して期別消費水量を算出し、最大値を設計流量とする。これは、対象地域の詳細な降雨情報と土壌保水力に関する情報が不足していることへの対応である。

表. 月別作物別の単位用水量 (mm/月)

mm/月

作物	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	合計 mm/年
冬アルファルファ	165.1	80.7	45.1	39.4	55.7	35.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	141.3	562.7
甜菜	16.6	22.7	21.2	29.7	59.0	127.2	201.0	305.1	247.2	67.2	0.0	0.0	1,096.9
小麦	70.9	66.4	48.5	46.2	65.6	107.0	86.9	22.3	0.0	0.0	0.0	9.3	523.1
大麦	37.2	43.8	44.6	46.2	65.6	107.0	86.9	22.3	0.0	0.0	0.0	4.0	457.6
そら豆	37.7	41.2	41.6	44.2	63.0	104.6	58.5	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	391.9
エン麦	19.1	30.6	37.7	45.4	65.8	116.0	118.2	51.2	0.9	0.0	0.0	0.0	484.9
カラスノエンドウ	19.1	30.6	37.7	45.4	65.8	116.0	118.2	51.2	0.9	0.0	0.0	0.0	484.9
ベルシーム	11.1	59.5	53.0	46.4	66.0	123.4	186.5	99.1	0.0	0.0	0.0	0.0	645.0
ばれいしょ	0.0	0.0	0.0	8.5	36.4	110.4	189.0	204.1	49.6	0.0	0.0	0.0	598.0
夏アルファルファ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.3	164.3	260.8	337.2	369.4	336.0	84.5	1,619.5
綿花	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	66.6	216.6	386.4	434.2	309.1	94.3	1,523.0
メイズ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	74.5	238.7	373.3	245.6	43.4	0.0	986.6
ひまわり	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9	83.7	251.4	344.0	188.9	21.6	0.0	902.5
ヒヨコ豆	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.8	113.6	247.1	165.0	13.8	0.0	0.0	559.3
ETO	168.0	79.8	45.6	39.7	56.3	104.8	163.5	260.1	335.1	365.8	341.3	259.2	2,219.1

### 6.3.6 散水強度の調整による圃場下層の石膏層対策

対象地域の圃場の下層には石膏層があることがわかっている。1 回の灌漑で多く用水を散水すると、土中に浸透した水分が石膏層に達し、石膏層を融解して、圃場の不等沈下の原因となる。そこで、以下の 2 つの対策で対応する。

- ① 石膏層までの土壌が深い圃場のみを灌漑対象とする。
- ② 土壌の保水力に見合った灌漑計画（散水強度と間断日数）を策定する。

上記の①については、50cm 以上の土壌深の圃場を灌漑対象として選定した。②については、1

回の灌漑水量を、蒸発散により全て消費される量に限定し、土中に浸透した水分が石膏層に到達しないようにする。すなわち、少量の灌漑用水を短い間断日数で散水する方式である。なお、土壌の保水力は予め計測しておく必要があり、パイロット圃場での計測項目とすることを推奨する。

## 6.4 シナリオ別灌漑農業計画

### 6.4.1 灌漑面積

CROPWAT で算出した「月別作物別の単位用水量」に作付面積を乗じて、期別消費水量を算出し、年総消費水量（年総取水量）と期別最大消費水量（設計流量）を算出する。結果は、灌漑する面積によって異なる。面積別4つのシナリオの計算結果は下表のとおりである。

なお、年総消費水量（年総取水量）は月別降雨データを基礎とした有効雨量を CROPWAT に入力して求めた期別消費水量の合計値とした。他方、期別最大消費水量（設計流量）は有効雨量 0 を CROPWAT に入力して求めた期別消費水量の最大値とした。

表. 本調査で検討するシナリオ別の灌漑面積 (ha)

	シナリオ-0	シナリオ-1	シナリオ-2	シナリオ-3
灌漑対象面積	148,600	119,000	86,800	59,500

### 6.4.2 期別消費水量と年間総消費水量：有効雨量を考慮した場合の消費水量

各作物の作付面積の構成割合は、輪作ブロックと同様として、作付パターン  $\alpha\beta\gamma$ 、作物別単位用水量、灌漑対象面積、および灌漑効率 0.68 を適用すると、シナリオ別の期別消費水量は以下のとおりとなる。

#### (1) シナリオ-0 の場合：灌漑面積 148,600ha

灌漑面積のもっとも広いシナリオ-0 の場合には年間総取水量は 1,390 百万 m<sup>3</sup>/年となり、灌漑面積の減少に比例して、年間総取水量は減少する。7月～8月に関係作物蒸発散量 ET<sub>0</sub> が、もっとも大きくなるが、作付面積が少ないので期別消費水量は比較的少ない。

表. シナリオ-0の年間総取水量 (BCM/年)：有効雨量を考慮した月別消費水量

灌漑面積=148,600													年間総取水量
シナリオ-0	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
期別消費水量 (百万m <sup>3</sup> /月)	73	62	26	20	63	156	228	223	201	167	131	41	1,390

#### (2) シナリオ-1 の場合：灌漑面積 119,000ha

対象地域の西端台地(ポンプ圧送地区)を除いた場合がシナリオ-1である。年間総取水量は 1,113 百万 m<sup>3</sup>/年となる。

表. シナリオ-1の年間総取水量 (BCM/年) : 有効雨量を考慮した月別消費水量

灌漑面積=119,000													
シナリオ-1	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	年間総取水量
期別消費水量 (百万m <sup>3</sup> /月)	58	50	21	16	50	125	182	179	161	134	105	33	1,113

(3) シナリオ-2の場合 : 灌漑面積 86,800ha

導水路の到達点 (幹線水路への接続点) から、遠距離の地区を除外した場合がシナリオ-2である。年間総取水量は 812 百万 m<sup>3</sup>/年となる。

表. シナリオ-2の年間総取水量 (BCM/年) : 有効雨量を考慮した月別消費水量

灌漑面積=86,800													
シナリオ-2	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	年間総取水量
期別消費水量 (百万m <sup>3</sup> /月)	42	36	15	12	37	91	133	130	117	97	76	24	812

(4) シナリオ-3の場合 : 灌漑面積 59,500ha

灌漑面積をさらに小さくした場合がシナリオ-3で、年間総取水量は 557 百万 m<sup>3</sup>/年となる。

表. シナリオ-3の年間総取水量 (BCM/年) : 有効雨量を考慮した月別消費水量

灌漑面積=59,500													
シナリオ-3	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	年間総取水量
期別消費水量 (百万m <sup>3</sup> /月)	29	25	10	8	25	62	91	89	80	67	52	17	557

6.4.3 最大流量 : 有効雨量を0とした場合の期別消費水量の最大値

有効雨量を0として期別消費水量の最大値を算出して設計流量とする。有効雨量を見込むには、土壌保水力と日降雨量を入力とする日単位の計算を行い妥当性を確認する必要がある。

(1) シナリオ-0の場合 : 灌漑面積 148,600ha

月別流量の最大値は 100.4m<sup>3</sup>/sec となるので、設計流量を 100 m<sup>3</sup>/sec と設定する。関係作物蒸発散量 ET<sub>0</sub> が小さい冬期に作付が集中し、作付後期の4月に月別流量が最大となっている。

表. 設計流量 (m<sup>3</sup>/sec) : 有効雨量を0としたときの月別最大流量

灌漑面積=148,600													
シナリオ-0	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	最大流量
期別流量 (m <sup>3</sup> /sec)	30.6	32.9	27.5	28.2	42.2	84.0	100.4	90.1	77.7	64.4	50.5	16.1	100.4

(2) シナリオ-1 の場合：灌漑面積 119,000ha

月別流量の最大値は 80.4m<sup>3</sup>/sec となるので、設計流量を 80m<sup>3</sup>/sec と設定する。

表. 設計流量 (m<sup>3</sup>/sec) : 有効雨量を 0 としたときの月別最大流量

灌漑面積=119,000													
シナリオ-1	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	最大流量
期別流量 (m <sup>3</sup> /sec)	24.5	26.3	22.0	22.6	33.8	67.3	80.4	72.2	62.2	51.6	40.4	12.9	80.4

(3) シナリオ-2 の場合：灌漑面積 86,800ha

月別流量の最大値は 58.6m<sup>3</sup>/sec となるので、設計流量を 60m<sup>3</sup>/sec と設定する。

表. 設計流量 (m<sup>3</sup>/sec) : 有効雨量を 0 としたときの月別最大流量

灌漑面積=86,800													
シナリオ-2	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	最大流量
期別流量 (m <sup>3</sup> /sec)	17.9	19.2	16.1	16.5	24.7	49.1	58.6	52.7	45.4	37.6	29.5	9.4	58.6

(4) シナリオ-3 の場合：灌漑面積 59,500ha

月別流量の最大値は 40.2m<sup>3</sup>/sec となるので、設計流量を 40m<sup>3</sup>/sec と設定する。

表. 設計流量 (m<sup>3</sup>/sec) : 有効雨量を 0 としたときの月別最大流量

灌漑面積=59,500													
シナリオ-3	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	最大流量
期別流量 (m <sup>3</sup> /sec)	12.2	13.2	11.0	11.3	16.9	33.6	40.2	36.1	31.1	25.8	20.2	6.4	40.2

6.5 対象地域の畜産への貢献

(1) 灌漑事業の効果

南部ジャジーラ地区は畜産の盛んな地域である。現在は、天水依存の大麦と、小麦収穫後の残渣を飼料としている。

本プロジェクトは灌漑事業なので、対象地域の畜産進行に、以下の点で貢献する。

- ① 家畜飼料の増産
- ② 家畜用水の供給
- ③ 家畜飼料の安定供給

上記の①については、他の作物と同様に総生産額を事業効果として計上している。②については水源転換(塩分を含む地下水から塩分の少ない河川水に変わる)だけで利用水量に変化がなく、水質の違いを効果として計上することは困難である。③については算定方法が確立していない。

(2) 家畜飼料の安定供給にかかる効果

以下に家畜飼料の安定供給にかかる効果を定性的に説明する

### 1) 飼料の輸送コストの低減

天水依存なので、渇水年には作物の収穫量が減少し、飼料作物が不足する。現状で、畜産農家が不足分を他地区から購入していると仮定すると、事業完了後は安定的に地区内から購入できるため輸送コストが削減することとなる。

### 2) 経営規模の拡大

飼料の安定供給により、畜産農家は計画的に家畜頭数を制御できる。すなわち、飼料の供給量に見合った頭数まで経営規模を拡大することが可能であり、渇水年に低価格で家畜の売らなくなる。家畜農家の所得増加と安定に貢献する効果がある。

### 3) 大型家畜の導入の可能性

飼料と用水の安定供給により、収益性は高いが管理が難しい大型家畜の導入に貢献できる。例えば、山羊・羊から肉牛・乳牛への転換により、所得向上が可能となる。

## 7. 導水路の概略設計

### 7.1 水路システムの概要

導水路は、チグリス川に建設されたモスルダムを水源とし、ダムの南西部約 60km 離れた南部ジャジーラ地区へ、必要灌漑用水量を流送する水路システムである。また、南部ジャジーラ地区への取水設備は、別途事業 (Mosul Scheme 4 of the Mosul Dam Project) により、以下のとおり計画されており、本計画の基本条件とする。

- 1) 取水設備範囲：ダム取水工～取水トンネル～ポンプ設備/バイパス管路～トランジション
- 2) 導水路引継水位：WL.310.00m

本導水路の水路システムは、下記の理由により、供給主導型水管理方式による上流水位制御方式の水路システムとする。

- 1) 流送を目的とした大容量の長大な開水路である。
- 2) 導水路引継水位をダム側で管理制御される。
- 3) ダム水資源量が厳しい。

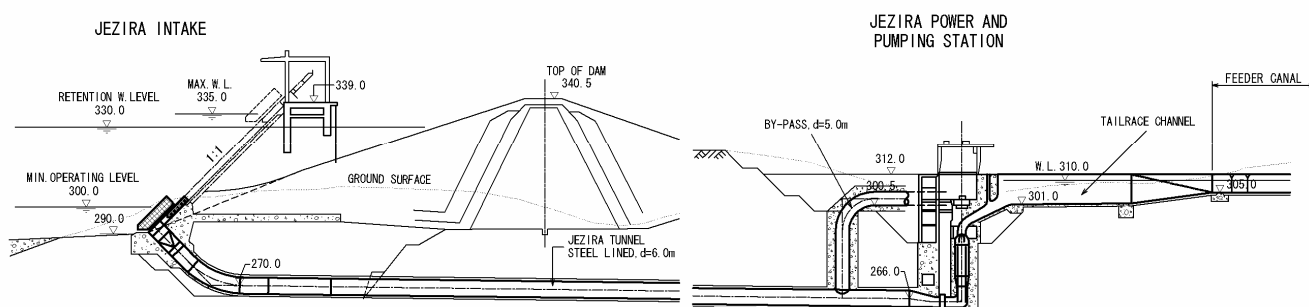


図. 取水設備概要図

## 7.2 設計流量

導水路の設計流量は、以下の算式により求められ、シナリオ毎の導水路設計流量は次表に示すとおりである。

$$\text{設計流量(m}^3\text{/s)} = \text{計画最大消費水量(m}^3\text{/sec/ha)} \div \text{灌漑効率} \times \text{灌漑面積(ha)}$$

表. シナリオ毎の導水路設計流量

シナリオ	単位要水量 (m <sup>3</sup> /sec/ha)	灌漑効率	灌漑面積 (ha)	設計流量 (m <sup>3</sup> /s)
0	0.0004594	0.68	148,600	100
1			119,000	80
2			86,800	60

## 7.3 導水路送水方式

### 7.3.1 比較案の選定

南部ジャジーラ地区への導水路送水方式について、スイス F/S (1984) およびイラク D/D レポート (1991) を基本に、最適な導水路送水方式の検討を行う。比較案選定に当たっての留意点は、以下のとおりである。

- 1) 本地区の水源は、モスルダムで、引継水位は WL.310.00m である。
- 2) 地形的な条件として、モスルダムより概ね EL.300.00~320.00m の台地が広がり、受益地北部に EL.550.00m を超える Mt. Jabel Shekh Ibrahim が位置することが挙げられる。
- 3) 受益地の標高は、概ね EL.220.00~320.00m と標高差がある。
- 4) 受益地北部の分水点必要水位は、WL.297.50m 程度である。

導水路約 37km 地点から受益地上流部の分水地点までの送水方式として、トンネル案、ポンプ案の2案を選定する。

- 比較案 1 : トンネル案  
 比較案 2 : ポンプ案



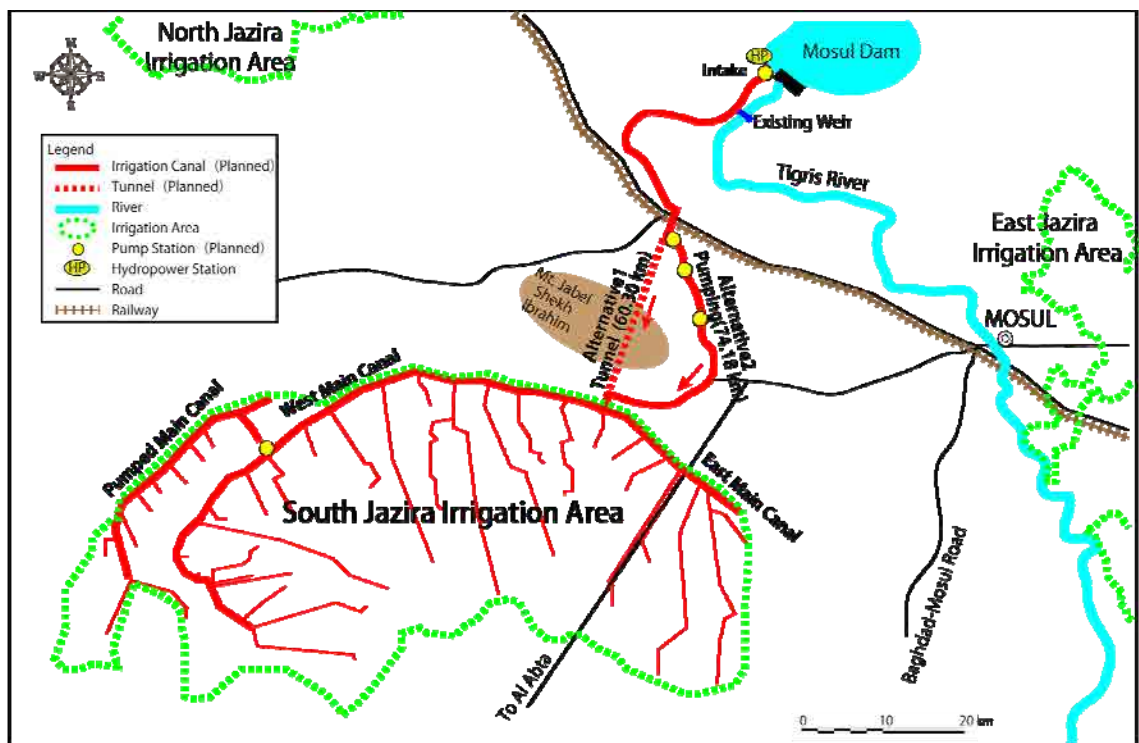


図. 導水路送水方式比較案概要図

7.3.2 導水路送水方式の決定

選定された比較案による比較検討表を下表に示す。比較検討結果より、経済性（イニシャルコスト、ランニングコスト）、維持管理性に優れたトンネル案を導水路送水方式として決定する。

表. 導水路送水方式の比較検討表

項目		トンネル案	ポンプ案
導水路 工種配置	概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>工種配置は、平坦部を開水路工、山岳部をトンネル工とする。</li> <li>最短距離にて、受益地上流の分水地点に到達する路線配置とする。</li> <li>設計流量：<math>Q = 100\text{m}^3/\text{sec}</math></li> <li>トンネル諸元 無圧トンネル：標準馬蹄形（2R 馬蹄形） <math>2R = 7.90\text{m}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>山岳部を迂回し、台地部をポンプ揚水にて受益地上流の分水地点まで導水する案。</li> <li>設計流量：<math>Q = 100\text{m}^3/\text{sec}</math></li> <li>ポンプ諸元（高揚程ポンプ） 型式：渦巻ポンプ 実揚程：68m 台数：11台（内1台予備ポンプ） 流量：<math>10\text{m}^3/\text{sec}/\text{台}</math> 口径：<math>\phi 1,900\text{mm} \times \phi 1,500\text{mm}</math> 出力：9,200kw/台</li> </ul>
	模式図		

維持管理性	容易性	<ul style="list-style-type: none"> <li>容易</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>困難</li> </ul>
	評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>基本的にメンテナンスフリー。</li> <li>点検・補修もポンプ案に比べて容易である。</li> <li>水位制御することで、流量を比較的容易に制御することが可能である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電気・機械の技術者配置が必要で維持管理性に劣る。</li> <li>ポンプの消耗部品点数が多い。</li> <li>ポンプの急起動・急停止に伴い、圧送管路の安全性に劣る。</li> <li>流量を制御するためには、水位及びポンプ台数・回転数制御等が必要で、水管理はトンネル案に比べ劣る。</li> </ul>
経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプ案に比べて安価となり、経済性に優れる。</li> </ul> <p style="text-align: center;">建設費：333 Billion ID (約 233 億円) 安価 (1.00)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>イニシャルコストにおいても、トンネル案より高価で、更に、動力費が発生する。</li> </ul> <p style="text-align: center;">建設費：465 Billion ID (約 326 億円) 高価 (1.40)</p>	
環境社会配慮	<ul style="list-style-type: none"> <li>導水路敷設のため土地収用が必要となるが、収用面積は約 900ha とポンプ案より小さい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>導水路敷設のため土地収用面積が約 1,200ha となり、環境への負の影響がトンネル案より大きい。</li> </ul>	
判定	◎	△	

## 7.4 導水路の路線検討

### 7.4.1 路線検討方針

導水路の路線配置は、衛星画像による道路、集落等の最新情報を加味し、水理的な安定が確保できる路線線形を決定する。水理的な安定を図るために、導水路中心線設定は以下のルールによる。

- 1) 最小曲線半径：路線中心線の曲線半径 (R) は水路上幅 (水面幅) の 10 倍以上とする。
- 2) 最大湾曲度：湾曲度 ( $\theta$ ) は 60°以下とする。
- 3) 曲線が反曲線となる場合の線形：曲線が反曲線となる場合は、曲線の連続を避け、6 B 以上の直線を挿入する。

### 7.4.2 トンネル案

トンネルの平面線形は、以下の項目に留意し、できる限り最短距離にて受益地上流部に配置するものとする。

- 1) 地形・地質等の地山条件、施工性より直線を基本とする。
- 2) 地山斜面の崩落およびトンネルへの偏圧作用を防止するため、地すべり地域および山腹斜面と平行に通すことは避け、地圧が小さく地質状況も安定している地山の心部を直角に近い角度に配置する。
- 3) トンネル坑口位置は、地圧が最も不安定なところであるため、地すべり崩土、崖錐を避け、降雨の影響を受けやすい沢を避けた位置とする。
- 4) 坑口付近の騒音・振動が集落に悪影響を与えない位置を選定する。

### 7.4.3 ポンプ案

ポンプ案の路線は、受益地北部に位置する標高 550m を超える Mt. Jabel Shekh Ibrahim の東側に広がる比較的低位部（標高 360m 程度）の台地を迂回し、受益地上流部に接続する路線配置とする。

### 7.5 導水路設計計画

#### 7.5.1 開水路

開水路断面は、等流水路断面で、開水路区間の平均地盤高により掘削量およびライニング長が最小となる台形断面として経済的な断面を決定する。

表. 開水路断面諸元

水路諸元	シナリオ 0	シナリオ 1	シナリオ 2
水路底幅 B (m)	5.00	4.00	4.00
設計水深 d (m)	5.51	5.22	4.58
水路余裕高 Fb (m)	0.49	0.48	0.42
水路壁高 H (m)	6.00	5.70	5.00

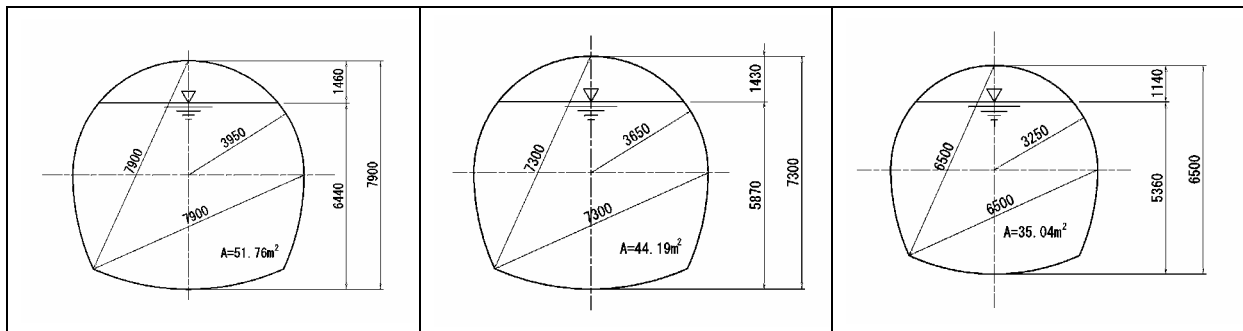
#### 7.5.2 トンネル

トンネルの縦断勾配は、導水路全体を一連の水理ユニットとして考えた場合、開水路形式に比べてトンネル工は工事費が割高となる。よって、トンネル区間で利用できる水頭を最大限利用し、極力トンネル勾配を急に設定することにより、トンネル断面の縮小化を図る。各シナリオともにトンネル縦断勾配は、 $I=1/3,000$  と決定する。

トンネル断面は、水理・構造特性、施工性及び経済性より決定する。地質的に自由度があり、内空断面積（掘削量）が小さな標準馬蹄形【2R 馬蹄形】（無圧トンネル）を採用する。また、シナリオ毎のトンネル断面を下表に示す。

表. シナリオ別トンネル断面

シナリオ 0	シナリオ 1	シナリオ 2
設計流量 $Q=100\text{m}^3/\text{sec}$ $2R=7.90\text{m}$ 内空断面積 $A=51.76\text{m}^2$	設計流量 $Q=80\text{m}^3/\text{sec}$ $2R=7.30\text{m}$ 内空断面積 $A=44.19\text{m}^2$	設計流量 $Q=60\text{m}^3/\text{sec}$ $2R=6.50\text{m}$ 内空断面積 $A=35.04\text{m}^2$



トンネルの施工方法は、本トンネルが 2R 標準馬蹄形で内空断面積が比較的大断面トンネルとなるため、以下の理由より吹付け・ロックボルト工法（NATM 工法）を採用する。

- 1) 本工法は、柔構造支保工を構築することにより、地山と一体となって挙動するため、トンネル長期の構造安定性に優れる。
- 2) 他の剛構造支保工に比べて、地山の緩みが小さくなり、素掘面の自立時間が長く単位掘進長を大きくすることができるため、施工性・経済性に優れる。
- 3) 柔構造とすることでコンクリートライニング厚が薄くなるため、経済性に優れる。
- 4) 中～大断面トンネルに多数の実績がある。

本トンネル工事の所要工期は、トンネル延長が 19km 程度と長大であるため、Feeder Canal 全体の所要工期に対してクリティカルな条件となる。よって、トンネル工事の所要工期は、地区全体の事業工期及び事業効果の発現時期に多大な影響を与える。

よって、本トンネル工事の工事工程計画に当たっては、ニナワ県における農地開発計画（水資源開発戦略 5 年計画）との整合を図り、トンネル工事の所要工期を短縮することによる事業効果の早期発現を目的に、トンネル出入口部の直接開削坑口及び中間斜坑による三坑口施工による 4 工区施工として計画する。

- シナリオ 0 : 4 年 6 ヶ月 (54 ヶ月)
- シナリオ 1 : 4 年 3 ヶ月 (51 ヶ月)
- シナリオ 2 : 3 年 10 ヶ月 (46 ヶ月)

### 7.5.3 ポンプ施設

ポンプ機場の位置は次の 2 ケースについて設定し比較検討を行う。

- A 案 : 3 機場案  
揚水機場を 3 ケ所 (No.37+700、No.41+500、No.48+0) に計画する。  
各機場の揚程は H=17m とし、各機場の間は開水路で送水を行う。
- B 案 : 1 機場案  
揚水機場を 1 ケ所 (No.36+500) に計画する。  
機場の揚程は H=50m とし、No.48+700 までを管水路（圧送管）で送水を行う。

1 機場当たりのポンプ台数は、汎用ポンプの能力、期別の流量変動に対する追従性、操作性、維持管理性（部品の供給）および故障時の危険分散等を勘案して総合的判断して決定されるべきであるが、本計画では大容量ポンプの実績より 1 台当り  $10\text{m}^3/\text{sec}$  を目安として 11 台（内 1 台は予備ポンプ）とする。

- 1 機場当たり設計流量 :  $\Sigma Q=100\text{m}^3/\text{sec}$
- 1 台当りポンプ能力 :  $Q=10\text{m}^3/\text{sec}/\text{台}$
- 1 機場当たりポンプ台数 :  $N=11$  台（内 1 台は予備ポンプ）

ポンプ機場位置の 2 ケースについて比較検討結果を下表に示す。比較検討結果より、維持管理性、経済性に優れた B 案（1 機場案）をポンプ案のポンプ送水方式とする。

表. ポンプ送水方式の比較検討表

項目		A 案 (3 機場案)	B 案 (1 機場案)
導水路工種配置	概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 低揚程ポンプを 3 段配置し、ポンプ揚水～開水路により最高位部まで揚水する案。</li> <li>・ 設計流量 : <math>Q=100\text{m}^3/\text{sec}</math></li> <li>・ ポンプ諸元（低揚程ポンプ）                      型式 : 立軸斜流ポンプ                      実揚程 : <math>17\text{m} \times 3</math> 段                      台数 : 11 台 <math>\times</math> 3 段（内 1 台予備ポンプ）                      流量 : <math>10\text{m}^3/\text{sec}/\text{台}</math>                      口径 : <math>\phi 2,200</math>                      出力 : <math>2,200\text{kw}/\text{台}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高揚程ポンプを 2 段配置して、最高位部までパイプラインにて揚水する案。</li> <li>・ 設計流量 : <math>Q=100\text{m}^3/\text{sec}</math></li> <li>・ ポンプ諸元（高揚程ポンプ）                      型式 : 渦巻ポンプ                      実揚程 : <math>68\text{m}</math>                      台数 : 11 台（内 1 台予備ポンプ）                      流量 : <math>10\text{m}^3/\text{sec}/\text{台}</math>                      口径 : <math>\phi 1,900\text{mm} \times \phi 1,500\text{mm}</math>                      出力 : <math>9,200\text{kw}/\text{台}</math></li> </ul>
	模式図		
維持管理性	容易性	・ 困難	・ A 案に比べるとポンプ台数が少ない分容易
	評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3 機場に電気・機械の技術者配置が必要で維持管理性に劣る。</li> <li>・ B 案に比べポンプ台数が 3 倍となるため消耗部品の数が多い。</li> <li>・ 流量を制御するためには、水位及びポンプ台数・回転数制御等が必要である。</li> <li>・ それぞれの機場の連携が重要で、運転管理に高度な技術が必要となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 機場数が少ない分 A 案に比べ有利である。</li> <li>・ ポンプの急起動・急停止に伴い、圧送管路の安全性に劣る。</li> <li>・ 流量を制御するためには、水位及びポンプ台数・回転数制御等が必要であるが、機場数が少ない分 A 案に比べ有利である。</li> <li>・ ポンプ効率は、A 案に比べやや優れる。</li> </ul>
経済性		建設費 : 511 Billion ID (約 358 億円) 高価 (1.10)	建設費 : 465 Billion ID (約 326 億円) 安価 (1.00)
判定		△	◎

## 8. 灌漑施設計画

### 8.1 用水系統

各シナリオのブロック別灌漑面積は下表のとおりである。

表. ブロック別灌漑面積集計表

				Share of Cultivated Area ③	75.6%	
Main Canal	Area Name	Soil Depth Area (≧50cm) ①	Area Suitable for Irrigation ②	Sinario 0 Q=100m <sup>3</sup> /s	Sinario 1 Q=80m <sup>3</sup> /s	Sinario 2 Q=60m <sup>3</sup> /s
East Main Canal	E1	8,600	6,500	6,500	6,500	6,500
	E2	15,300	11,500	11,500	11,500	11,500
	E3	6,700	5,100	5,100	5,100	5,100
	E4	14,100	10,700	10,700	10,700	10,700
Wast Main Canal	W1	7,700	5,800	5,800	5,800	5,800
	W2	12,200	9,200	9,200	9,200	9,200
	W3	17,500	13,300	13,300	13,300	13,300
	W4	20,700	15,600	15,600	15,600	15,600
	W5	4,800	3,700	3,700	3,700	3,700
	W6	7,200	5,400	5,400	5,400	5,400
	W7	6,300	4,800	4,800	4,800	
	W8	8,100	6,100	6,100	6,100	
	W9	7,900	6,000	6,000	6,000	
	W10	6,400	4,900	4,900	4,900	
	W11	13,700	10,400	10,400	10,400	
Pumped Main Canal	P1	3,600	2,700	2,700		
	P2	6,000	4,600	4,600		
	P3	6,000	4,500	4,500		
	P4	6,500	4,900	4,900		
	P5	7,700	5,800	5,800		
	P6	9,400	7,100	7,100		
TOTAL		196,400	148,600	148,600	119,000	86,800

Area Suitable for Irrigation ② = Soil Depth Area (≧50cm) ① × Share of Cultivated Area ③ / 100

幹線水路における用水量は、計画日消費水量、灌漑効率、灌漑面積により下式にて以算定する。

$$\text{幹線水路用水量(m}^3\text{/s)} = \frac{\text{計画最大消費水量(m}^3\text{/sec/ha)}}{\text{灌漑効率}} \times \text{灌漑面積(ha)}$$

ここに、灌漑効率 : 0.68

### 8.2 幹線水路概略設計

幹線用水路断面は、導水路開水路断面と同様に等流水路断面で掘削量及びライニング長が最小となる台形断面として経済的な断面を決定する。下表に各幹線水路のシナリオ毎の水路断面諸元を示す。

表. 幹線水路断面諸元一覧 (シナリオ 0)

TYPE		HYDRAULIC DATA				GEOMETRICAL DATA				
		Q m <sup>3</sup> /s	S m/m	n	v m/s	Fr	B m	d m	Fb m	H m
EAST CANAL	EMC_01	23	0.0005	0.015	1.729	0.37	2.50	2.26	0.34	2.60
	EMC_02	19	0.0005	0.015	1.647	0.37	2.50	2.06	0.32	2.40
	EMC_03	11	0.0005	0.015	1.431	0.36	2.40	1.60	0.28	1.90
	EMC_04	8	0.0005	0.015	1.328	0.34	1.70	1.52	0.27	1.80
WEST CANAL	WMC_01	77	0.00005	0.015	0.974	0.14	9.40	4.77	0.41	5.20
	WMC_02	73	0.00005	0.015	0.961	0.14	9.20	4.68	0.41	5.10
	WMC_03	67	0.00005	0.015	0.940	0.14	9.10	4.50	0.40	4.90
	WMC_04	58	0.00005	0.015	0.905	0.14	8.90	4.21	0.38	4.60
	WMC_05	48	0.00005	0.015	0.863	0.14	8.30	3.92	0.37	4.30
	WMC_06	45	0.00005	0.015	0.849	0.14	8.10	3.83	0.36	4.20
	WMC_07	26	0.00005	0.015	0.735	0.14	7.40	2.98	0.31	3.30
	WMC_08	22	0.00005	0.015	0.705	0.13	7.00	2.79	0.30	3.10
	WMC_09	19	0.00005	0.015	0.685	0.13	5.80	2.78	0.30	3.10
	WMC_10	15	0.00005	0.015	0.650	0.13	4.50	2.70	0.30	3.00
	WMC_11	11	0.00005	0.015	0.606	0.12	3.10	2.60	0.29	2.90
	WMC_12	7	0.00005	0.015	0.540	0.12	2.90	2.13	0.26	2.40
PUMPED MAIN CANAL	PMC_1	2	0.0001	0.015	0.512	0.15	1.60	1.17	0.22	1.40
	PMC_2	18	0.0001	0.015	0.888	0.17	3.50	2.69	0.30	3.00
	PMC_3	15	0.0001	0.015	0.850	0.17	2.90	2.60	0.30	2.90
	PMC_4	12	0.0001	0.015	0.805	0.16	2.20	2.50	0.29	2.80
	PMC_5	9	0.0001	0.015	0.749	0.16	2.10	2.22	0.28	2.50
	PMC_6	5	0.0001	0.015	0.646	0.16	1.80	1.75	0.25	2.00

B: Canal Bed Width  
d: Water Depth  
Fb: Freeboard

表. 幹線水路断面諸元一覧 (シナリオ 1)

TYPE		HYDRAULIC DATA				GEOMETRICAL DATA				
		Q m <sup>3</sup> /s	S m/m	n	v m/s	Fr	B m	d m	Fb m	H m
EAST CANAL	EMC_01	23	0.0005	0.015	1.729	0.37	2.50	2.26	0.34	2.60
	EMC_02	19	0.0005	0.015	1.647	0.37	2.50	2.06	0.32	2.40
	EMC_03	11	0.0005	0.015	1.431	0.36	2.40	1.60	0.28	1.90
	EMC_04	8	0.0005	0.015	1.328	0.34	1.70	1.52	0.27	1.80
WEST CANAL	WMC_01	57	0.00005	0.015	0.902	0.14	8.70	4.21	0.38	4.60
	WMC_02	53	0.00005	0.015	0.886	0.14	8.40	4.11	0.38	4.50
	WMC_03	47	0.00005	0.015	0.860	0.14	8.00	3.93	0.37	4.30
	WMC_04	38	0.00005	0.015	0.816	0.14	7.30	3.65	0.35	4.00
	WMC_05	28	0.00005	0.015	0.756	0.13	6.50	3.25	0.33	3.60
	WMC_06	26	0.00005	0.015	0.742	0.13	6.30	3.17	0.32	3.50
	WMC_07	22	0.00005	0.015	0.712	0.13	5.90	2.98	0.31	3.30
	WMC_08	19	0.00005	0.015	0.691	0.13	4.80	2.97	0.31	3.30
	WMC_09	15	0.00005	0.015	0.652	0.12	4.10	2.78	0.30	3.10
	WMC_10	11	0.00005	0.015	0.602	0.12	4.00	2.40	0.28	2.70
	WMC_11	7	0.00005	0.015	0.540	0.12	2.90	2.13	0.26	2.40

表. 幹線水路断面諸元一覧 (シナリオ 2)

TYPE		HYDRAULIC DATA				GEOMETRICAL DATA				
		Q m <sup>3</sup> /s	S m/m	n	v m/s	Fr	B m	d m	Fb m	H m
EAST CANAL	EMC_01	23	0.0005	0.015	1.729	0.37	2.50	2.26	0.34	2.60
	EMC_02	19	0.0005	0.015	1.647	0.37	2.50	2.06	0.32	2.40
	EMC_03	11	0.0005	0.015	1.431	0.36	2.40	1.60	0.28	1.90
	EMC_04	8	0.0005	0.015	1.328	0.34	1.70	1.52	0.27	1.80
WEST CANAL	WMC_01	36	0.00005	0.015	0.804	0.14	7.30	3.55	0.34	3.90
	WMC_02	32	0.00005	0.015	0.782	0.13	6.70	3.45	0.34	3.80
	WMC_03	26	0.00005	0.015	0.742	0.13	6.30	3.17	0.32	3.50
	WMC_04	17	0.00005	0.015	0.664	0.13	6.00	2.59	0.29	2.90
	WMC_05	7	0.00005	0.015	0.538	0.12	3.40	2.02	0.26	2.30
	WMC_06	4	0.00005	0.015	0.470	0.11	2.30	1.74	0.24	2.00



### 8.3 排水システム

本プロジェクト受益地内の地下水位は、井戸調査結果から地表面下数メートルであり、現況において、排水不良による営農への影響は少ないと考えられる。しかし、かんがい用水の供給に伴い、土壌水分の上昇とこれに起因する毛管現象による地下水の上昇が懸念される。

地下水の上昇は、表土下に広がる石膏層の溶脱を促し、用水路、道路、圃場等の不陸を招くものと考えられる。

よって、雨水や過剰かんがい用水が、農地の保全、作物の生育、農業機械の作業効率等に影響を与えないために排水システムを導入する。

排水路組織は、圃場面の雨水等の停滞を招かないように、圃場からの流出水を出来るだけ地形を有効に利用して、集中させずに分散させるように配置する。基本的に、承水路⇒集水路⇒排水路⇒ワジの構成とする。

受益地の大半はサルサル・ワジの流域で、地区内の排水は、各ワジを介して、サルサル・ワジを流下し、サルサル湖へと排出される。

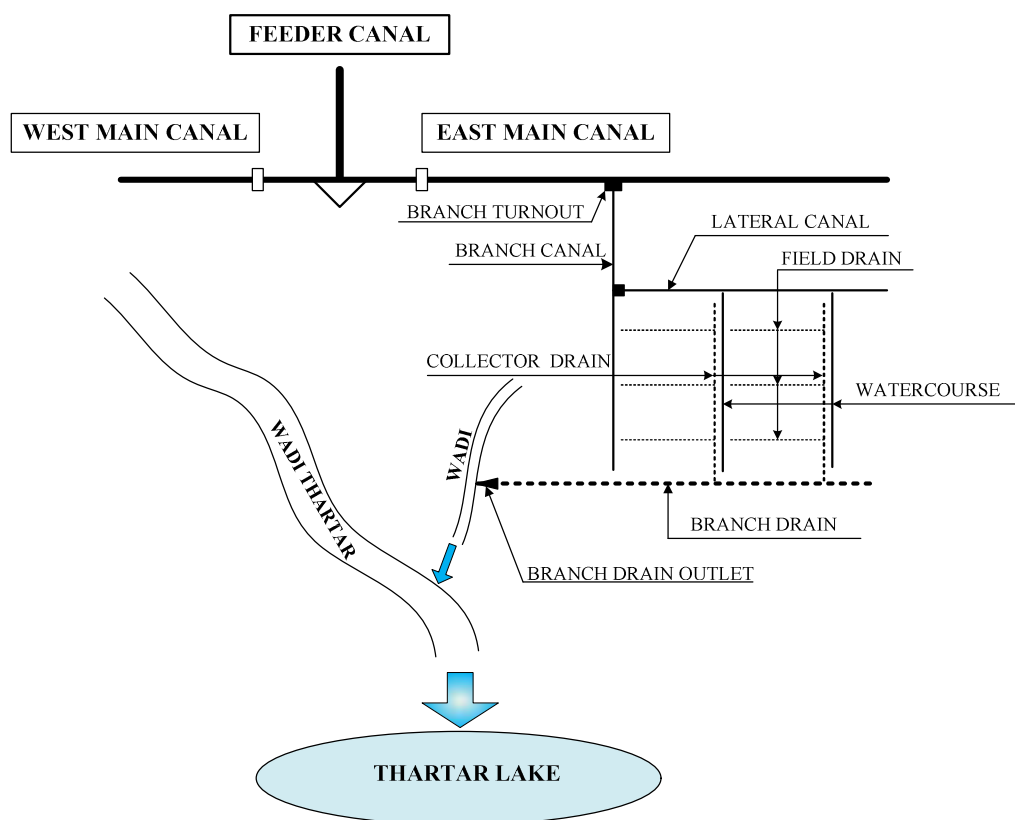


図. 排水システム概要図

9. 事業実施計画

9.1 事業実施スケジュール

事業実施スケジュールを下表に示す。

表. 事業スケジュール (シナリオ 0 : with Pump)

Operation	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Rotation Block
Power & pumping station		■	■	■						
Feeder Canal & related structure		■	■	■	■	■				
Tunnel on Feeder Canal		■	■	■	■	■				
Electrical supply system				■	■	■	■	■	■	
Canals, Roads and Networks (East Canal)					■	■	■	■	■	14
Canals, Roads and Networks (West Canal)										
Phase 1					■	■	■	■	■	12
Phase 2						■	■	■	■	12
Phase 3							■	■	■	12
Canals, Roads and Networks (Pumped Canal)							■	■	■	12
Pumping Station on West Canal						■	■	■	■	
Pump Houses in Sprinkler System							■	■	■	
Sprinkler Systems								■	■	

表. 事業スケジュール (シナリオ 0 : without Pump)

Operation	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Rotation Block
Power & pumping station		■	■	■						
Feeder Canal & related structure		■	■	■	■	■				
Tunnel on Feeder Canal		■	■	■	■	■				
Electrical supply system				■	■	■	■	■	■	
Canals, Roads and Networks (East Canal)					■	■	■	■	■	14
Canals, Roads and Networks (West Canal)										
Phase 1					■	■	■	■	■	12
Phase 2						■	■	■	■	12
Phase 3							■	■	■	12
Canals, Roads and Networks (Pumped Canal)							■	■	■	12
Pumping Station on West Canal						■	■	■	■	
Pump Houses in Sprinkler System							■	■	■	
Sprinkler Systems								■	■	

表. 事業スケジュール (シナリオ 1)

Operation	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Rotation Block
Power & pumping station		■	■	■						
Feeder Canal & related structure		■	■	■	■	■				
Tunnel on Feeder Canal		■	■	■	■	■				
Electrical supply system				■	■	■	■	■	■	
Canals, Roads and Networks (East Canal)					■	■	■	■	■	14
Canals, Roads and Networks (West Canal)										
Phase 1					■	■	■	■	■	12
Phase 2						■	■	■	■	12
Phase 3							■	■	■	12
Canals, Roads and Networks (Pumped Canal)							■	■	■	
Pumping Station on West Canal						■	■	■	■	
Pump Houses in Sprinkler System							■	■	■	
Sprinkler Systems								■	■	

表. 事業スケジュール (シナリオ 2)

Operation	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Rotation Block
Power & pumping station		■	■	■						
Feeder Canal & related structure		■	■	■	■	■				
Tunnel on Feeder Canal		■	■	■	■	■				
Electrical supply system				■	■	■	■	■		
Canals, Roads and Networks (East Canal)					■	■	■	■		14
Canals, Roads and Networks (West Canal)										
Phase 1					■	■	■	■		12
Phase 2						■	■	■		12
Phase 3										
Canals, Roads and Networks (Pumped Canal)										
Pumping Station on West Canal										
Pump Houses in Sprinkler System						■	■	■		
Sprinkler Systems							■	■	■	

## 9.2 概算工事費

シナリオ別の概算工事費を下表に示す。

表. シナリオ別概算工事費集計表 (単位: 10 億 ID) 1 USD=1,170 ID、USD 1=82 円

工 種		シナリオ 0	シナリオ 1	シナリオ 2
1. 導水路	1) 開水路部	152	136	121
	2) トンネル部	181	165	142
	小計	<b>333</b>	<b>300</b>	<b>264</b>
2. 東幹線水路掛り	小計	<b>109</b>	<b>109</b>	<b>109</b>
3. 西幹線水路掛り	1) 第一工区	111	103	94
	2) 第二工区	147	132	78
	3) 第三工区	92	92	-
	小計	<b>350</b>	<b>327</b>	<b>171</b>
4. ポンプ掛り	システム	112	-	-
	ポンプ場	86	-	-
	小計	<b>198</b>	-	-
5. スプリンクラーシステム	ポンプシステム	111	89	65
	スプリンクラー	488	391	285
	小計	<b>599</b>	<b>480</b>	<b>350</b>
6. 取水ポンプ	取水ポンプ	176	140	105
	電力供給システム	45	41	36
	小計	<b>221</b>	<b>181</b>	<b>141</b>
合 計		<b>1,809</b>	<b>1,397</b>	<b>1,035</b>

## 9.3 維持管理計画

### 9.3.1 概 要

本プロジェクトにおける維持管理には、施設設置の目的である水の流送を適切に行う水管理と、施設の機能を正常に維持保全するための施設維持管理に区分される。

本水路のシステムはモスルダム地点での流量制御による供給主導型となっており、広大な受益地へ用水を合理的でかつ適正な配分を行うことが重要である。基本的な水管理の流れは、以下のとおりである。

- 1) 需要側から週または半旬単位での需要量要望をダム管理者に申告し、ダム管理者からの供給量予定を受ける。
- 2) その結果を受けて、各ゲート操作方式等の用水配分計画を立案する。
- 3) 用水配分計画を各幹線掛りから各支線掛りへと連絡し、末端まで水配分計画の徹底を図る。

施設維持管理は、各施設の機能を安全かつ正常に維持管理・保全するため、①操作・運転、②点検・整備、③補修・更新の段階に分け、各施設の機能に合わせた維持管理を行うものとする。なお、補修・更新は、長期的にみて経済的な管理が行われるよう施設の耐用年数を全うするための頻度で起こる規模の大きい整備補修や設備機器の部分更新のための工事等の資本的支出を行うため、本項の対象外とする。

①操作・運転、②点検・整備段階における施設管理の内容区分を次表に示す。

表. 施設管理の内容区分

項 目		周 期	操作時	定時 (毎日/毎週)	月例	年に1回
		設 備 ・ 工 種	可 動 施 設	・ゲート ・バルブ ・ポンプ ・スプリンクラー ・遠方監視制御装置 ・計測器等	操作点検  故障処理	定時点検  整備
固 定 施 設	・用水路 ・排水路 ・道路 ・建築			巡回点検 ・流木取除き	巡回点検	巡回点検 ・草むしり ・土砂上げ ・舗装補修 ・その他
施設管理区分			運転管理	点検・整備		

### 9.3.2 管理体制および要員計画

水管理および施設維持管理の概要を踏まえ、基本となる管理体制組織図を示す。

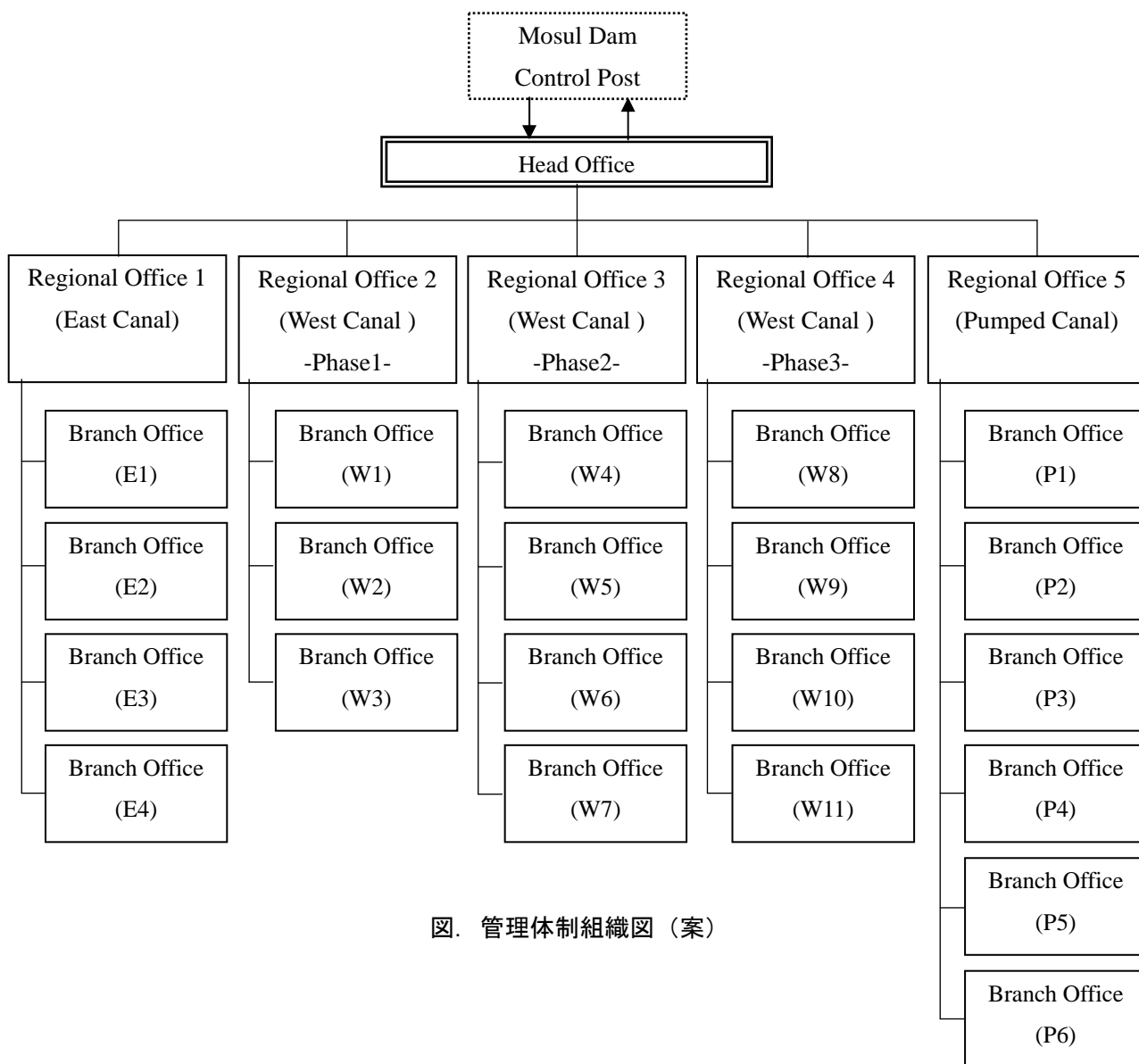


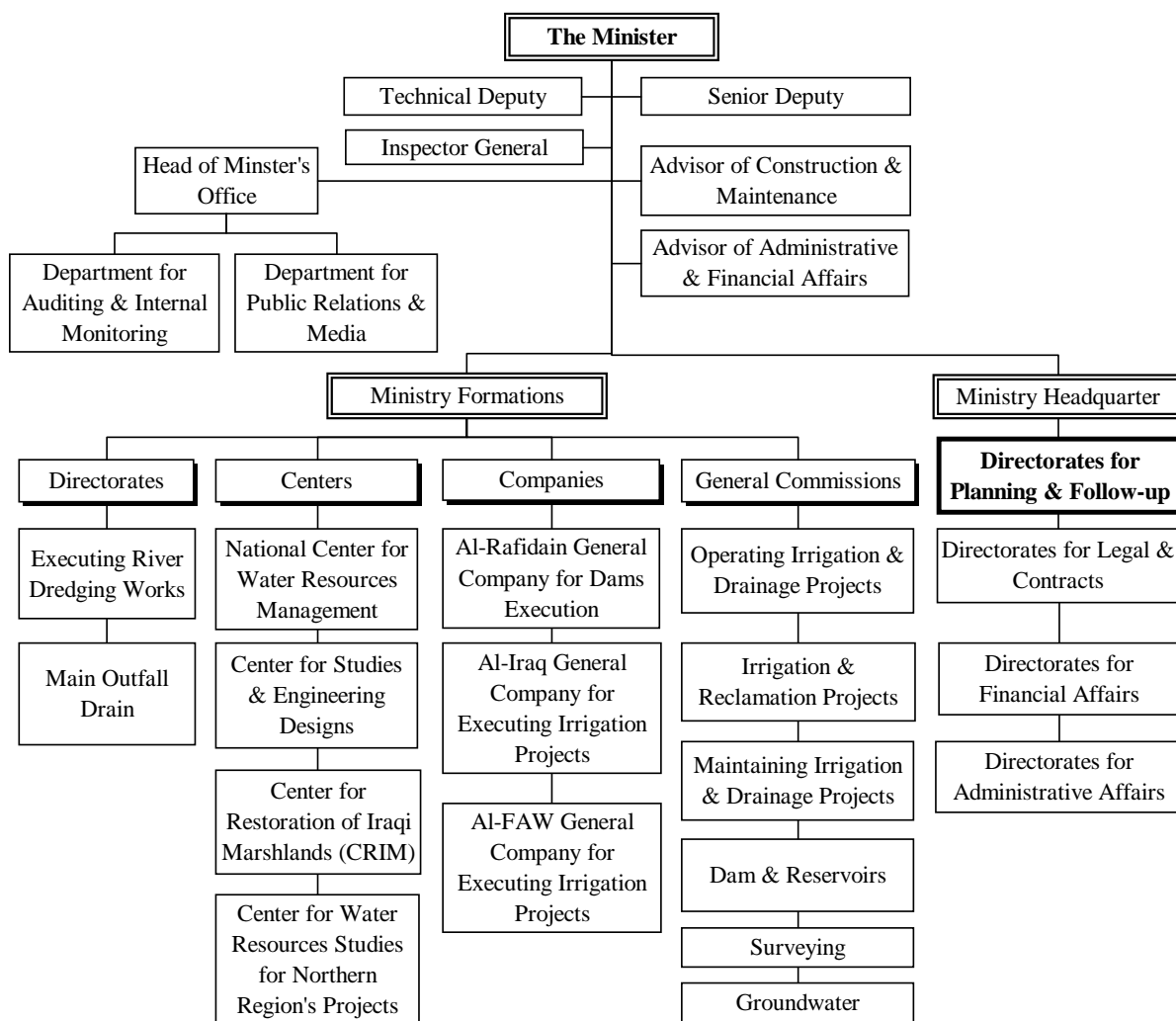
図. 管理体制組織図 (案)

## 9.4 事業実施体制

### 9.4.1 実施機関

本事業の直接の実施機関はイラク国水資源省 (Ministry of Water Resources :MOWR) であり、その組織図を下図に示す。MOWR の中核を成す 4 つの部署 (Ministry Formations) の一つであるセンター (Centers) は、水資源開発・管理にかかる調査・研究部門が集まっている。

また、Ministry Headquarter の位置付けにある "Directorate for Planning & Follow-up" は、イラク全土の水資源政策にかかる計画・モニタリングを実施しており、本事業の Steering Committee (SC) のメンバーとなっている。



出典：イラク国水資源省

図. イラク国水資源省組織図

MoWR の人員は下表に示すとおり、全国総勢約 25,000 人の集団で技術者、専門職が 30%程度を占めており、Baghdad 本省および各県の地方事務所（Directorate）に展開している。常勤雇用は、全体の 70%程度となっている。

表. イラク国水資源省の人員（2010年度）

	技術者	専門職	技術職小計	その他	合計
1) 常勤雇用	3,119	3,417	6,536	10,420	16,956 (68.7%)
2) 臨時雇用	121	136	257	630	887
3) 契約雇用	104	263	367	2,813	3,180
4) Employee	19	111	130	3,538	3,668
小計	3,363	3,927	7,290 (29.5%)	17,401	24,691

出典：イラク国水資源省

#### 9.4.2 実施機関の予算、実施能力

本事業の実施機関 MOWR および SC の一つである農業省（MOA）の年度別予算を下表に示す。

両省とも予算の伸びに堅調さが伺われる。

表. イラク国水資源省および農業省への年度別計上予算

(単位: Billion ID、1USD=1,170 ID)

年 度	MOWR	MOA	国家予算(参考)
2006	299.7	36.7	46,449
2007	338.7	62.8	47,970
2008	1,057.1	179.4	81,900
2009	701.1	181.9	78,390
2010	1,161.7	209.4	86,229
2011	1,376.5	321.8	80,028

出典: イラク国 MoWR、計画省 (MoP)、イラク国財務省 HP

イラク国政府は国家開発 5 ヶ年計画 (NDP: 2010-14) の中で、GDP の年平均増加率 9.38% を目標としており、農林水産セクターにも相応の期待を寄せているが、過去 5 年間 GDP に占める割合は、下表に示すとおり、2003 年の 14.3% から 2007 年の 9.2% と減少傾向にあり、将来的にも減少すると予想されている。

表. イラク国の年度別農林水産セクターの GDP 比率の推移

(単位: Billion ID、1988 年時相当価格)

年度	実績					将来予想 (年率 9.38% 増で予想)					
	2003	2004	2005	2006	2007	2009	2010	2011	2012	2013	2014
GDP	26,990	41,608	43,439	47,851	48,511	54,654	59,781	65,388	71,522	78,230	85,568
農 林 水 産	3,850	4,522	5,940	6,196	4,480	4,443	4,465	4,898	5,143	5,400	5,670
比率	14.3%	10.9%	13.7%	12.9%	9.2%	8.1%	7.8%	7.5%	7.2%	6.9%	6.6%

出典: イラク国家開発 5 ヶ年計画 (2010-2014)

一方で、同 NDP では今後 5 年間の開発投資先として、下表に示すとおり、社会経済基盤の整備・改善を促進する上で、欠かせない工業セクター (オイル、電気分野を含む) への投資が全体の 30% を占め、顕著であるが、食糧安全保障の観点から、農業セクターへの投資も 9.5% と占める割合は高い。

表. イラク国セクター別開発予算 (2011~2014 年)

(単位: Billion ID、1USD=1,170 ID)

セクター / 年 度	2011-14 (%)		2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
1. 農 業	11,115	(9.5)	1,238	2,284	2,720	2,342	2,531
2. 工 業 (石油、電気セクター含)	35,100	(30.0)	7,509	6,510	6,615	6,394	8,072
3. 運輸・交通	10,530	(9.0)	1,271	1,951	2,126	2,326	2,855
4. 建設・サービス	19,890	(17.0)	6,119	5,964	3,846	2,145	1,815
5. 教 育	5,850	(5.0)	877	1,373	1,305	1,213	1,082
6. 地方開発	14,625	(12.5)	2,500	3,031	3,031	3,031	3,031
7. クルド開発	19,890	(17.0)	-	-	-	-	-
合計	117,000	(100)	(19,515)	(21,113)	(19,643)	(17,452)	(19,388)

出典: イラク国家開発 5 ヶ年計画 (2010-2014)

イラク国 MOWR による水資源開発、整備にかかる今後 5 年間の投資予算を下表に示す。総額 5 年間 32,500 Billion ID (約 2.2 兆円) の内、約 49% が "2.灌漑排水開発費" にかかる予算であり、向

こう5年間で100万haの灌漑開発を計画している。続いて"1.大規模ダム・貯水池整備費" (33%)となっており、この2項目で80%以上を占めている。本件南部ジャジーラ事業は、"2.灌漑排水開発費"に含まれていると見られる。

表. 年度別水資源省開発投資予算 (2011~2014年)

(単位: Billion ID、1USD=1,170 ID)

年 度	2011-14年 (%)	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
1. 大規模ダム・貯水池整備費	10,817 (33.3)	2,329	2,852	2,620	1,675	1,342
2. 灌漑排水開発費 面積 (1,000 ha)	16,020 (49.2) (1,001)	2,436 (152)	3,040 (190)	3,304 (207)	3,580 (224)	3,660 (229)
3. 排水事業費	584 (1.8)	179	99	108	108	90
4. 灌漑施設運用維持管理費	1,205 (3.7)	223	238	255	270	220
5. 灌漑・排水路維持管理費(除草)	1,156 (3.6)	277	248	208	209	214
6. 河川・主要水路浚渫費	256 (0.8)	91	72	50	28	15
7. 湿原復興費	83 (0.3)	20	18	15	15	15
8. 技術調査・設計費	49 (0.2)	10	10	10	10	10
9. 測量調査費	15 (0.0)	3	3	3	3	3
10. 国家水資源管理センター研究費	121 (0.4)	26	30	33	15	18
11. Main Outfall Drain 事業	177 (0.5)	51	27	25	37	37
12. 5,000本井戸建設費	752 (2.3)	125	130	148	158	191
13. 5,000本井戸事務管理費	1,263 (3.9)	253	253	253	253	253
合計	32,497 (100)	6,023	7,018	7,029	6,360	6,068

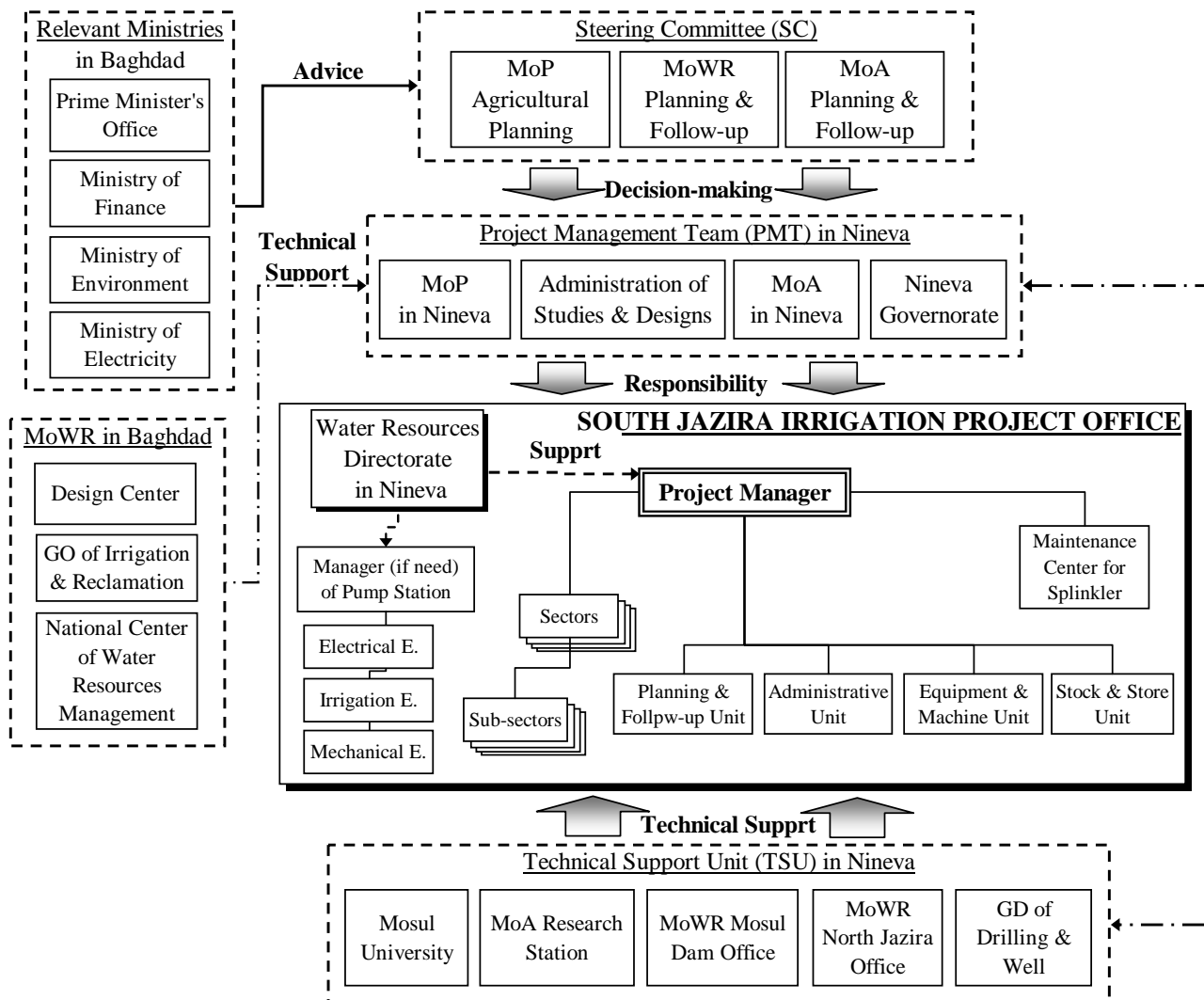
出典: イラク国水資源開発戦略5ヵ年計画、MoWR

以上のとおり、国家開発5ヵ年計画、MOWRの人員、今後の予算配分状況から、イラク政府は南部ジャジーラ事業の実施能力を十分有していると判断される。



### 9.4.3 事業実施体制（案）

2009年7月にイラク政府関連実施機関と JICA Fact Finding ミッションとの間で交わされた本調査実施にかかる Minutes of Discussions に示される事業実施体制に基づき、下図に示す体制（案）を提案する。



出典：本調査「Minutes of Discussions, July 2009」の実施体制に加筆

図. 事業実施体制（案）

## 10. 環境社会配慮（EIA レポート）

### 10.1 環境影響を検討するための前提条件

本件は JICA の環境社会配慮ガイドラインに基づき、環境への重大で望ましくない影響のある可能性を持つようなプロジェクトはカテゴリーA に分類され、EIA 報告書の作成が必須とされている。通常、EIA 報告書の内容は次に示す項目によって構成されることとなっている。しかし、まずは本事業を実施するか否かを確定し、その上で環境への影響に関する詳細な調査を行うという手順をとる必要がある。本件準備調査ではこの詳細な調査を実施しないため、下記に示すように

一部の項目は本件調査の検討の対象外となる。また、イラク側3省（MoP、MoWR、MoA）とJICAとの間で2010年8月に交わされた本調査に関するMinutes of Meetings (M/M)では、EIAはMoWRが実施し、調査団がそれを支援することとなっている。

#### I. 環境社会配慮

- 1) 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要
- 2) ベースとなる環境社会の状況
- 3) 相手国の環境社会配慮制度・組織
- 4) 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討
- 5) スコーピング
- 6) 環境社会配慮調査のTOR
- 7) 環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）（本調査では検討の対象外とする）
- 8) 影響評価（本調査では検討の対象外とする）
- 9) 緩和策および緩和策実施のための費用（本調査では検討の対象外とする）
- 10) モニタリング計画（本調査では検討の対象外とする）
- 11) ステークホルダー協議（本調査では検討の対象外とする）

#### II. 用地取得・住民移転

- 1) 用地取得・住民移転の必要性
- 2) 用地取得・住民移転に係る法的枠組み
- 3) 用地取得・住民移転の規模・範囲
- 4) 補償・支援の具体策（本調査では検討の対象外とする）
- 5) 苦情処理メカニズム（本調査では検討の対象外とする）
- 6) 実施体制（本調査では検討の対象外とする）
- 7) 実施スケジュール（本件では検討の対象外とする）
- 8) 費用と財源（本調査では検討の対象外とする）
- 9) 実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム（本調査では検討の対象外とする）
- 10) 住民協議（本調査では検討の対象外とする）

#### III. その他

- 1) モニタリングフォーム案（本調査では検討の対象外とする）
- 2) 環境チェックリスト

本調査では、導水路ルート1（トンネル3案：3種類の設計流量）およびルート2（ポンプ1案）について比較検討することになっており、これらについて、環境への影響を検討する。

### 10.1.1 環境に影響を与える事業コンポーネント

本調査における主要な事業コンポーネントは次表に示すとおりである。

表. 実施事業における主要なコンポーネント

項目	事業規模	備考
導水路	<u>ルート1 (シナリオ0) :</u> トンネル案 (導水路延長 60.30km、 トンネル延長 19.1km) トンネル断面 シナリオ0 : 2R=7.90m, A=51.76m <sup>2</sup> シナリオ1 : 2R=7.30m, A=44.19m <sup>2</sup> シナリオ2 : 2R=6.50m, A=35.04m <sup>2</sup> <u>ルート2 (シナリオ0) :</u> ポンプ案 (導水路延長 74.18km、ポ ンプ場 1 箇所、渦巻ポンプ 10 台)	鉄道、道路をまたぐため、両ルート共に 仮回し施設の設置が必要である。 ルート2はルート1に比べ電力の消費量 や潰れ地の面積が大きくなる。
幹線水路	シナリオ0 : 3 条、122.1km、ポンプ 場 1 箇所 シナリオ1 : 2 条、94.4km シナリオ2 : 2 条、57.1km	水路敷および管理用公用地を確保する ため、土地収用が必要となる。
支線水路	シナリオ0 : 39 条、363.3km シナリオ1 : 32 条、329.9km シナリオ2 : 20 条、257.2km	水路敷および管理用公用地を確保する ため、土地収用が必要となる。
スプリンクラー	シナリオ0 : 1,500 基 シナリオ1 : 1,200 基 シナリオ2 : 900 基	

### 10.1.2 ベースとなる環境社会の状況

本編要約「3.調査対象地域の現状と課題」に示すとおりである。

### 10.1.3 イラク国の環境社会配慮制度・組織

2003年の米軍との戦争終結後、2003年9月に環境省 (Ministry of Environment) が設立された。環境省はイラク国の環境および国民を公害や危険から保全することをその使命としている機関であり、環境基準や政策の制定、法の強化なども環境省の業務の一部である。また、経済開発、エネルギー、交通、農業、工業、貿易などによる環境への懸念事項についても担当している。また、2005年には環境保全改善法が改訂され、現在はそのドラフト版が入手可能である。

上述の環境保全改善法では第6章の第15項で、事業による環境への影響を検討する環境影響評価 (EIA) の実施の必要性を謳っている。しかし、2010年時点でも、環境省 EIA 局が EIA の手順や実施方法を検討している段階であり、具体的な運用基準やガイドラインは作成されていない。また、既存データなどに基づいた初期環境調査などは実施されているが、EIA レベルでの調査が行われたという情報は確認されていない。

本件にかかる EIA は MoWR が実施し、調査団がそれを支援することになっているが、SWLRI が実施過程にある中ではイラク側が調査期間内に実施する条件が整わなかった。

一方、2010年11月11日および12日に開催された、インテリムレポートの説明・協議の会議に

において、本調査には EIA を実施する必要があるとのコメントをイラク国側から得ている。また、MOWR からのレターNo.549 によると、イラク国において灌漑事業による環境影響評価には、1) 事業の概要、2)事業の目的と便益、3)事業による負の影響、4)事業による負の影響の軽減策もしくは防止対策の提案、4)運用時およびその他期間における環境影響モニタリングの策定、等の内容を含む必要がある。

また、イラク国では多くの環境基準が 1960 年代に制定された。環境基準として、大気汚染基準、水質基準（湖沼、河川など）、排水基準などがある。

#### 10.1.4 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討

本調査における比較検討の対象は、ルート 1 のトンネルを利用した導水路の建設と、ルート 2 を通るポンプ案、の大きく 2 つである。このうち、ルート 1 に関してはシナリオ 0~2 まで取水量の異なる複数のシナリオがあり（計 3 シナリオ）、ルート 2 のシナリオは 1 種類のみである。

ルート	シナリオ	取水量
ルート 1 導水路	シナリオ 0	100m <sup>3</sup> /s
ルート 1 導水路	シナリオ 1	80m <sup>3</sup> /s
ルート 1 導水路	シナリオ 2	60m <sup>3</sup> /s
ルート 2 ポンプ	シナリオ 0	100m <sup>3</sup> /s

同じルート 1 でもシナリオにより取水量が異なるため、環境への影響に差異が発生する。たとえば、取水量が大きければ灌漑面積が増加し、その灌漑施設用地を確保するための土地収用面積も増加する。ただし、発生する環境影響項目にはシナリオ間で大きな違いはないと想定される。よって、ここでは、ルート 1 の中で取水量が最大のシナリオ 0 をルート 1 の代表とした上で、1) 協力事業を実施しないゼロオプション、2) ルート 1（シナリオ 0、取水量 100m<sup>3</sup>/s）、および 3) ルート 2（取水量 100m<sup>3</sup>/s）、の 3 つを代替案として、その比較検討を行った結果は下表のとおりである。

表. 代替案の比較

項目	代替案① ゼロオプション	代替案② ルート 1（シナリオ 1）： トンネル案	代替案③ ルート 2：ポンプ案
導水路の基点および終点*	—	基点：モスルダム発電所、終点：幹線水路の始点	基点：モスルダム発電所、終点：幹線水路の始点
導水路の延長	—	60.3km	74.18km
対象地域における灌漑面積	0ha	148,600ha	148,600ha
導水路のルート	—	道路および鉄道を横断の後、Mt. Jabel Shekh Ibrahim を通過	道路および鉄道を横断する。
周辺の土地利用	—	農地もしくは土漠	農地もしくは土漠
事業費/維持管理費	—	△重力利用のため維持管理費が比較的安価である	×ポンプ利用のため電気代がかかる
農業への影響	—	◎生産性向上に寄与する	◎生産性向上に寄与する
土地収用	—	×土地収用が発生する 収用面積：900 ha	×土地収用が発生する 収用面積：1,200 ha
仮設用借用地	—	×5 ha (10 年間)	×4.92ha (10 年間)

項目	代替案① ゼロオプション	代替案② ルート1 (シナリオ1) : トンネル案	代替案③ ルート2 : ポンプ案
既存経済活動への影響	—	◎雇用機会の増加につながる	◎雇用機会の増加につながる
既存交通機関への影響	—	×道路および鉄道の運用に影響を与える	×道路および鉄道の運用に影響を与える
対象地域周辺の自然環境への影響	—	○負の影響は発生しない	○負の影響は発生しない
経済効果 (FIRR)	—	6.3%	-
代替案の検討結果	適切でない	適切である	適切でない

◎ : きわめて良好な影響を与える ○ : 比較的良好な影響を与える △ : 特に影響はない

× : 負の影響が生じる

\*ルート1、ルート2で導水路の経路は異なるが、基点と終点は共通である。

### 10.1.5 スコーピング

ルート1については、各シナリオによる環境への影響は取水量によって影響の大小が発生するものの、シナリオによって影響が出る環境項目に大きな違いはない。よって、ここでは取水量が最大のシナリオ0 (取水量 100m<sup>3</sup>/s) についてスコーピングを行うものとする。その結果を次表に示す。

表. ルート1 (シナリオ0) にかかるスコーピング

環境項目	総合評価	建設時		灌漑施設の運用	評価理由
		トンネル建設	トンネルを除く導水路建設		
1. 大気汚染	B	B	B	D	工事中に、建設機材の稼働や走行車輛の増加により、負の影響が発生するが、一時的である。
2. 水質汚濁	B	B	B	B	工事中は濁水が発生する。また、運用開始後は農薬使用量が増加する可能性がある。
3. 廃棄物	B	B	B	D	建設工事中に残土や廃材の発生が想定される
4. 土壌汚染	B	D	D	B	灌漑により土壌の塩類化が進行する可能性が想定される。
5. 騒音・振動	D	D	D	D	工事中に騒音・振動が発生するが、市街地から離れており、影響は軽微と考えられる。
6. 地盤沈下	D	D	D	D	揚水は想定していないため、地盤沈下は想定されない
7. 悪臭	D	D	D	D	想定されない
8. 底質	D	D	D	D	河床にかかる工事が無いため、影響は想定されない
9. 保護区	B	D	D	B	導水路、対象地区の周辺に自然保護区等は分布していない。 モスルダムから 700km 下流に広がる Hamizah 湿原はラムサール条約に登録されている。
10. 地下水	B	B	D	B	トンネル工事により地下水に影響を及ぼす懸念があるが大きな変動は発生しない。

環境項目	総合評価	建設時		灌漑施設の運用	評価理由
		トンネル建設	トンネルを除く導水路建設		
11. 水象	D	D	D	D	河川水流や河床への影響を及ぼす可能性は極めて低い。
12. 地形・地質	B	B	D	D	10.と同様、トンネル掘削により、地形に影響を与える。
13. 住民移転	D	D	D	D	導水路および対象地域には密集した住宅地はなく、かつ家屋を避けて建設工事を行うため、住民移転が発生する可能性は極めて低い
14. 土地収用	B	B	B	B	導水路の建設および対象地域内の灌漑施設建設のため、私有農地の一部を収用する必要がある。
15. 文化遺産	C	C	C	D	南部ジャジーラ地域は既に農地造成されており、事業により文化遺産が損なわれる可能性はないと考えられる。ただし、導水路の敷設地域の文化遺産埋設については不明であり、実施の際に調査・確認が必要である。
16. 景観	D	D	D	D	衛星画像から判断される限り、工事予定地周辺に重要な景観はない。
17. 貧困層・少数民族、先住民	B	D	D	B	対象地域における民族分布についての詳細なデータはないが、対象地域内での公平な水配分を検討していることから、特定の民族への影響は想定されない。 南部湿原に居住するマーシュアラブについては、詳細な調査が必要である。
18. 生活・設計	D	D	D	D	対象地域での主要産業は農業であり、事業の実施は生活の向上に貢献でき、南部ジャジーラ地域住民の生活に負の影響を及ぼさない。
19. 地域経済	D	D	D	D	事業実施により、農業生産性の向上、および農業労働者としての就労機会といった便益が発生する。
20. 既存の社会インフラ	B	D	B	D	導水路が鉄道と道路を横断するため、工事中は道路および鉄道の利用時間が増加する。
21. 被害と便益の偏在	B	B	B	B	対象地域では、受益者の農地の一部が導水路敷地として収用される程度で、被害と便益が偏在する可能性は低い。ただし、導水路建設周辺では便益を被らないまま土地を収用されるケースが出る可能性がある。
22. 社会組織	C	C	C	C	南部ジャジーラ地域における既存の社会組織の状況は確認されていないが、灌漑により既存組織に負の影響が出る可能性は限定的である。
23. 水利用	B	D	B	B	モスルダムを水源とする水を新たに提供するため、地域内での既存水資源の利用者への影響は軽微である。 チグリス川下流への影響が発生する可能性がある。
24. ジェンダー	C	C	C	C	農作業は主に男性の仕事であることから、女性への直接的な影響は不明である。

環境項目	総合評価	建設時		灌漑施設の運用	評価理由
		トンネル建設	トンネルを除く導水路建設		
25. 子供の権利	D	D	D	D	子供の農作業への参加は限定的であることから、影響は限られたものである。
26. HIV/AIDS等の感染症	C	C	C	C	外部から感染症が持ち込まれる可能性があるため、出来るだけ周辺住民を建設労働者として雇用する。
27. 事故・災害	B	B	B	D	工事中に事故発生の可能性はある。
28. 地球温暖化	D	D	D	D	事業により温室効果ガスが継続的に発生する可能性は低い。

評価 A:重大な負の影響が想定される B:何らかの負の影響が想定される  
C:負の影響の程度は不明 D:負の影響が想定されない

### 10.1.6 環境社会配慮調査のTOR

南部ジャジーラ灌漑事業が実施される場合、上記スコアリング結果において、総合評価がBおよびCとなった項目については、本件調査終了後に現地での詳細な調査が必要となる。現時点で想定される調査方法・内容を環境社会配慮調査のTORとして下表に示す。

表. 想定される環境社会配慮調査のTOR

環境項目	調査項目	調査手法
大気汚染	工事中的影響	1. 工事の内容、工法、工事期間、規模、範囲、建設機械の種類、工事用車両走行台数、走行経路などの確認 2. 工事現場周辺の住居、学校、病院などの所在確認、近隣でのヒアリング 3. イラク国内の基準との比較検討
水質汚濁	工事中的の河川水質への影響 灌漑開始後の農薬使用量増加に伴う影響	1. 簡易水質調査(SSなど)、工事現場近隣でのヒアリング 2. 他の事業における濁水発生防止方法 3. 農薬の使用量、種類など 4. イラク国内の基準との比較検討
廃棄物	建設廃棄物の処理	1. 他事例の建設廃棄物処理・利用方法について情報収集
土壌汚染	土壌の塩類化	1. 土壌電気伝導度の測定 2. 既存資料調査 3. 対象地域におけるヒアリング
保護区	ラムサール条約湿地であるHamizah湿原の現況、地域住民による利用状況	1. 対象地域におけるヒアリング 2. 他ドナーとの情報交換 3. 生物・生態系の調査
地下水、地形・地質	トンネル工事による地下水への影響	1. 地下水位調査 2. 現場周辺でのヒアリング
土地収用	用地取得の面積、場所の確認 用地取得計画の策定	1. 導水路および対象地域内の幹線水路、支線水路、排水路の敷設予定地域の現地踏査(住宅地、病院、学校の所在確認、所有者や土地利用状況の確認) 2. 私有地および公有地の区分図の作成 3. 関連する事例の収集 4. 世銀のOperational Policyに基づく用地取得計画(要約)の作成
文化遺産	文化遺産の有無および分布状況	1. 対象地域におけるヒアリング、現地踏査 2. 既存資料の収集
貧困層・少数民族、先住民族	Marsh Arabの分布状況、人口、主要な生計手段、	1. 対象地域におけるヒアリング、現地踏査 2. 既存資料の収集

環境項目	調査項目	調査手法
	南部湿原への依存度	3. 関連機関へのヒアリング
既存の社会インフラ	道路および鉄道への影響	1. 道路の交通量調査 2. 鉄道の利用者数、便数など 3. 現在の鉄道の時刻表 4. 関連機関へのヒアリング
社会組織	既存の社会組織の内容、機能、組織数、関係者数	1. 対象地域におけるヒアリング 2. 既存資料の収集
水利用	南部湿原への影響	1. 現在の南部湿原を維持するための必要流入量の検討
ジェンダー	灌漑農業による女性への影響	1. 現場周辺でのヒアリング
HIV/AIDS等の感染症	対象地域周辺の感染者数	1. 関連機関へのヒアリング
事故・災害	交通事故の増加 建設工事による事故	1. 関連機関へのヒアリング 2. 現地踏査

## 10.2 用地取得・住民移転

### 10.2.1 用地取得・住民移転の必要性

本プロジェクトでは、南部ジャジーラ地区内に灌漑施設を建設することになっており、必要とされる主な構造物は、幹線水路、支線水路、排水路、スプリンクラー、道路である。これらの施設は既存農地への灌漑を目的として農地内部に建設される予定であり、敷地およびそれに伴う公道用地は収用されることとなる。また、モスルダムから受益地までは、新規に導水路を建設する計画である。この導水路の建設により、用地取得が必要となるが、住民が移転する必要性はない。

### 10.2.2 用地取得・住民移転に係る法的枠組み

イラク国において何らかの事業実施のために土地収用が必要となる場合には、法律 No.138(1977年)に基づいて手続きをとる必要がある。また、収用される土地の価格については、MOWR、MOA、MOP、市町村の4者の合意に基づいて決定されることが定められている。また、ステークホルダー協議について法律として明文化されていないものの、首相令により、水資源省、地方政府および土地所有者が参加する会議を開催することが推奨されている。

### 10.2.3 用地取得・住民移転の規模・範囲

各ルートおよびシナリオにおける土地収用面積は、すでに述べたように、ルート1の中ではシナリオ0の900haで最大となり、もっとも影響が大きい。ただし、土地収用が必要となる地域は住宅密集地ではなく、家屋があったとしてもそれを避けての事業実施が可能であることから、住民移転は発生しないと想定される。



## 11. 事業評価

### 11.1 条件

#### (1) 事業費

事業費では、4つのケース、即ちシナリオ0の2ケース（設計流量 100m<sup>3</sup>/s）、シナリオ1（同 80m<sup>3</sup>/s）、シナリオ2（同 60m<sup>3</sup>/s）を検討の対象とする。事業費（直接費）は、取水地点揚水機場、導水路、送電施設、トンネル、東部幹線水路、西部幹線水路、支線水路の建設費、並びにスプリンクラー及び道路整備費などにより構成される。シナリオ0では更に、西部幹線水路に付帯するポンプ場およびこの受益地の水路網整備が含まれる。

上記の条件に基づいて算定した事業費を以下に示す。

表. シナリオ別事業費

Construction Cost Estimation (Financial Price)				(1,000 ID)	
No	Contract Number	Facilities	Scenario 0 (w/ Pump)	Scenario 1	Scenario 2
①	Contract No. SJA	Power Pumping Station	178,659,000	142,927,200	107,195,400
②	Contract No. SJ-1	Feeder Canal and Related Structure	159,349,200	142,433,000	127,589,100
③	Contract No. SJ-2A	Tunnel on Feeder Canal	190,244,500	173,184,000	149,462,700
④		Electrical Supply System	47,385,000	42,646,500	37,908,000
⑤	Contract No. SJ-3A	Canals, Roads and Networks (East Canal)	114,183,600	114,183,600	114,183,600
⑥	Contract No. SJ-3B:	Canals, Roads and Networks (West Canal)			
⑦	Phase 1		116,267,600	108,019,200	98,167,200
⑧	Phase 2		154,539,400	138,920,600	81,504,400
⑨	Phase 3		96,156,700	96,156,700	0
⑩	Contract No. SJ-3C	Canals, Roads and Networks (Pumped Canal)	117,949,700	0	0
⑪	Contract No. SJ-4	Pumping Station on West Canal	87,919,900	0	0
⑫	Contract No. SJ-5	Pump Houses in Sprinkler System	113,653,100	91,089,500	66,543,300
⑬	Contract No. SJ-6	Sprinkler Systems	496,675,400	397,741,400	290,117,200
⑭	Subtotal of Direct Cost		1,872,983,100	1,447,301,700	1,072,670,900
⑮	Consulting Services	10% of ⑭	187,298,300	144,730,100	107,267,100
⑯	Land Acquisition & Compensation	3% of ⑭	28,167,800	22,868,400	17,112,400
⑰	Administration Cost	3% of ⑭	28,167,800	22,868,400	17,112,400
⑱	Physical Contingency	20% of ⑭⑮⑯⑰, w/o price escalation	423,323,400	327,553,800	242,832,500
⑲	Custom and Duty		0	0	0
⑳	Reconstruction Levy	5% of ⑭	46,702,800	34,251,000	25,112,800
㉑	Subtotal	⑮～㉑	713,660,100	552,271,700	409,437,200
㉒	Total	⑭+㉑	2,586,643,200	1,999,573,400	1,482,108,100
	(in US\$)	@1170ID/US\$	(2,210,806)	(1,709,037)	(1,266,759)
	(in JPYen)	@0.07JPYen/ID	(181,065,024)	(139,970,138)	(103,747,567)

Note: a/ Unit Costs of the East Jazira Irrigation Project are areapplied.

b/ Price escalation rate of 5.3% for local currency (L/C) and 1.8% for foreign currency (F/C) are applied to convert 2009 price to 2010 price.

c/ Foreign exchange rate of 1170ID/US\$ and 0.07JPYen/ID are applied.

d/ Scenario-0 (w/o pump) case excludes the pump station cost.

#### (2) 事業便益

事業便益は、事業を実施した場合と実施しない場合の比較を通じて算定するが、元計画（オリジナル F/S）では農業の現況を考慮していない。これは、現況の農業は天水依存であり安定的な収穫がなく、ほとんど現金収入になっていないためである。その後、営農環境に大幅な変化は見られないことから、本事業評価でもこの条件を踏襲する。前述のとおり、ここでは4つの作付けパターン（ABC、XYZ、αβγ100、αβγ117）を検討する。1作付けブロック当りの作物別増加所得額を下表に示す。

表. 作付けパターン別増加所得額（作付けブロック当り）

		Incremental Benefit per Crop Rotation Block (1,000 ID)							
		Financial Price				Economic Price			
		ABC	XYZ	αβγ 117	αβγ 100	ABC	XYZ	αβγ 117	αβγ 100
1	Winter Alphalpha	415,800	475,200	475,200	-	410,900	469,600	469,600	-
2	Sugar Beet	1,939,300	352,600	705,200	705,200	2,255,000	410,000	820,000	820,000
3	Wheat	1,673,840	2,391,200	2,152,080	2,152,080	2,784,320	3,977,600	3,579,840	3,579,840
4	Barley	665,920	832,400	499,440	499,440	1,154,560	1,443,200	865,920	865,920
5	Broad Bean	348,960	348,960	174,480	174,480	353,600	353,600	176,800	176,800
6	Oat	34,190	136,760	136,760	136,760	45,800	183,200	183,200	183,200
7	Vetch	32,630	130,520	130,520	130,520	44,320	177,280	177,280	177,280
8	Berseem	192,180	-	128,120	128,120	198,960	-	132,640	132,640
9	Potato	-	-	299,880	299,880	-	-	391,560	391,560
10	Summer Alphalpha	384,000	384,000	512,000	512,000	378,600	378,600	504,800	504,800
11	Cotton	120,191	162,860	81,430	81,430	122,316	165,740	82,870	82,870
12	Maize	2,757	-	26,510	26,510	2,736	-	26,310	26,310
13	Sunflower	3,012	-	28,960	28,960	2,980	-	28,650	28,650
14	Chick Pea	12,770	80,820	40,410	40,410	12,836	81,240	40,620	40,620
Total		5,825,549	5,295,320	5,390,990	4,915,790	7,766,928	7,640,060	7,480,090	7,010,490

一方、畜産生産効果は、飼料の生産増加と安定供給を契機に、対象地域で一般的な羊の粗放的飼育は集約化が進み、また乳牛など大型家畜の導入が促進される計画とした。効果の算定に当たっては、基本的な考え方はスイス F/S を踏襲した。

## 11.2 結果

### (1) IRR、NPV、B/C

上記の条件に基づき、財務評価および経済評価を行い、IRR、NPV および B/C の指標で検討を行った。結果は以下のとおりである。

表. 財務・経済評価結果（シナリオ 0：ポンプあり）

	Financial Analysis				Economic Analysis			
	ABC	XYZ	αβγ117	αβγ100	ABC	XYZ	αβγ117	αβγ100
IRR	7.7%	6.5%	7.0%	6.3%	10.4%	9.8%	9.9%	9.4%
NPV	506,102,800	55,459,707	229,287,580	-13,029,471	1,691,587,018	1,441,805,313	1,489,799,519	1,249,003,218
B/C	1.19	1.02	1.09	1.00	1.67	1.57	1.59	1.49

表. 財務・経済評価結果（シナリオ 0：ポンプなし）

	Financial Analysis				Economic Analysis			
	ABC	XYZ	αβγ117	αβγ100	ABC	XYZ	αβγ117	αβγ100
IRR	8.0%	6.8%	7.3%	6.7%	10.7%	10.2%	10.3%	9.8%
NPV	622,539,457	171,896,365	345,724,237	103,407,186	1,804,678,177	1,554,896,472	1,602,890,678	1,362,094,376
B/C	1.25	1.07	1.14	1.04	1.74	1.64	1.66	1.56

表. 財務・経済評価結果（シナリオ 1）

	Financial Analysis				Economic Analysis			
	ABC	XYZ	$\alpha\beta\gamma117$	$\alpha\beta\gamma100$	ABC	XYZ	$\alpha\beta\gamma117$	$\alpha\beta\gamma100$
IRR	7.7%	6.6%	7.1%	6.4%	10.4%	9.9%	10.0%	9.5%
NPV	431,836,283	68,414,434	208,598,202	13,181,226	1,391,356,910	1,189,920,051	1,228,625,056	1,034,434,490
B/C	1.21	1.03	1.10	1.01	1.70	1.60	1.62	1.52

表. 財務・経済評価結果（シナリオ 2）

	Financial Analysis				Economic Analysis			
	ABC	XYZ	$\alpha\beta\gamma117$	$\alpha\beta\gamma100$	ABC	XYZ	$\alpha\beta\gamma117$	$\alpha\beta\gamma100$
IRR	7.6%	6.5%	7.0%	6.3%	10.3%	9.8%	9.9%	9.4%
NPV	307,017,472	30,816,867	137,356,530	-11,160,372	1,039,745,650	886,653,638	916,069,441	768,484,611
B/C	1.19	1.02	1.09	0.99	1.69	1.58	1.60	1.51

結果を作付けパターン  $\alpha\beta\gamma100$  で見ると、4つのシナリオの中ではシナリオ 0（ポンプなし）が最も IRR が高く、続いてシナリオ 1、0（ポンプあり）、2 の順となっている。他にも同様の傾向が見られることから、本件事業にはスケールメリットが働いていると考えられ、少なくとも上記 4 ケースの比較結果からは、設計流量が大きいほど便益も大きくなる傾向が伺える。

4 つの作付けパターンの中では、経済分析では ABC が最も経済的であり、 $\alpha\beta\gamma117$ 、XYZ、 $\alpha\beta\gamma100$  の順となっている。但し、ABC パターンは、社会経済的な条件を考慮せず、農業生産のみに着目した計画であるため現実的とはいえない。この点、 $\alpha\beta\gamma100$  は現況の自然条件、社会経済条件を踏まえた計画であり、最も現実的なオプションと言える。

全ての検討ケースで EIRR は 6% を上回る結果となった。これは、資本の機会費用を 6% とした場合、本件事業は経済的に収益性があるとの結果を示している。換言すれば、本件事業は国民経済の観点からは十分に意義があることを結果は示している。

## (2) 感度分析

上記を基本ケースとして、感度分析を行った。ここで考慮した条件は、(1) 事業費が 20% 増加した場合、(2) 便益が 20% 減少した場合、(3) 事業費が 20% 増加し、かつ便益が 20% 減少した場合、の 3 ケースであり、作付けパターンは  $\alpha\beta\gamma100$ 、比較指標は EIRR とした。結果は以下に整理したとおりである。

表. 感度分析結果

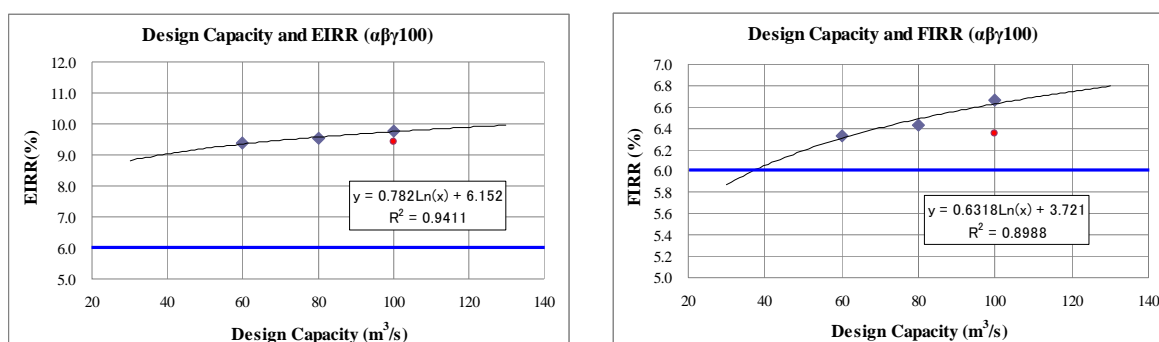
	シナリオ 0 (ポンプあり)	シナリオ 0 (ポンプなし)	シナリオ 1	シナリオ 2
基本ケース	9.4%	9.8%	9.5%	9.4%
(1) 事業費増加 20%	8.0%	8.3%	8.1%	8.0%
(2) 便益減少 20%	7.7%	8.0%	7.8%	7.7%
(1) + (2)	6.3%	6.7%	6.5%	6.4%

感度分析の結果は、事業費が 20% 増加した場合でも EIRR は資本の機会費用を上回ることを示している。一方、便益が 20% 減少した場合でも、EIRR は全てのケースで資本の機会費用を上回るが、事業費が 20% 増加した場合よりも減少率は大きくなる傾向が伺える。この結

果から、本件事業は事業費の増加よりも便益の減少により感度が高いことが伺える。事業費が20%増加し、且つ便益が20%減少した場合でも、全てのケースで資本の機会費用（6%）を上回る結果となった。

### (3) 事業の最小規模

計画事業にスケールメリットが働くため、最小規模がどの水準にあるかを検討した。最小規模の定義は様ではないが、少なくとも経済評価では資本の機会費用に最も近いIRRをとる限界的なケースと捉えることができるであろう。しかし、上記の検討ケースはいずれも資本の機会費用から乖離しており、最小規模の推定が困難である。そこで、設計流量とIRRの相関を対数関数により求め、結果を以下に示した。この結果、財務評価指標では40 m<sup>3</sup>/s付近で最小値をとることが確認された。



### (4) 定性的効果

事業便益には、貨幣価値では表現できない効果も含まれており、労働市場の活性化や農業生産者の生活安定、国家的な食糧安全保障への貢献などの観点も含め、総合的に評価する必要がある。

例えば、Al-Baajでは水不足が極めて深刻であり、国内避難民が出ていることが報告されている。国際移住機構によるニナワ県のプロフィール（2010年）によると、近年水不足により国内避難民が増加しており、ニナワ県は最も深刻な県の一つである。同調査結果では、合計1,364戸がニナワ県では水不足により移住を余儀なくされており、その殆どが受益地内のAl-Baajから発生していることが示されている。このため、本件事業実施によりこうした国内避難民の発生が抑制されることが期待される。

また、国内避難民の抑制は、耕作放棄地の減少に繋がり、灌漑によって作物により表土が覆われ、土壌の流出が抑制されることから、農地の乾燥化、ひいては沙漠化の防止にも貢献することになる。

更に、ニナワ県はイラク国内でも最も小麦や大麦の生産量が多く、2007年には夫々、国内生産量の15%、28%を占めている。しかしながら、ニナワ県の小麦・大麦の単収は、不安定な降雨に依存しているために年による変動が大きく、全県の中でも最下位に位置している。従って、本件事業により事業地区の作物単収が増加することは、イラク国の食糧生産量の増

加に寄与することにつながり、ひいては同国の食糧安全保障に貢献することになる。この結果、現行の食糧配給制度の維持にかかる経費の軽減にも貢献することになる。

## 12. 提 言

### 12.1 結 論

#### 12.1.1 事業規模の決定について

導水路トンネル案によるシナリオ（0、1、2）別ならびに作付パターン（ $\alpha\beta\gamma100$ 、 $\alpha\beta\gamma117$ ）別の事業効果の結果は、表 12-1 のとおり整理される。

表. シナリオおよび作付パターン別事業効果 （1USD=1,170ID、1USD=82円）

シナリオ	灌漑面積 (ネット) ha	設計流量 (ピーク) $m^3/s$	年間使用 水資源量 1) BCM	下流放流可 能量(発電 使用量) 2) BCM	年間小麦 生産量 3) ton	事業費 10 億 ID (億円)	作付パターン別 FIRR	
							$\alpha\beta\gamma100$	$\alpha\beta\gamma117$
シナリオ-0 (ポンプ有)	148,600	100	1.39	6.46	312,000	2,587 (1,811)	6.3%	7.0%
シナリオ-1	119,000	80	1.11	6.75	245,000	2,000 (1,400)	6.4%	7.1%
シナリオ-2	86,800	60	0.83	7.04	182,000	1,482 (1,037)	6.3%	7.0%
シナリオ-3 (最小規模)	59,500	40	0.48	7.41	125,000	未算出	6.0% (推算)	未算出

- 注釈 1) 年間使用水資源量は、有効雨量を考慮して算定した南部ジャジーラ地区の灌漑用水量  
 2) 下流放流可能量は、計算期間中で貯留変化を起こさないことと、最低限  $200m^3/sec$  を常に放流する条件で算定した。  
 3) 南部ジャジーラ灌漑事業による 10 年後の小麦単位収量  $5.6 ton/ha \times$  小麦作付計画面積

上表の作付パターン別 FIRR については、本調査では  $\alpha\beta\gamma100$  と  $\alpha\beta\gamma117$  の 2 種類の作付パターンを検討した。前者はイラク全体の将来水資源が逼迫することを考慮し、年間 1 作（作付率 100%）とした。また、後者は  $\alpha\beta\gamma100$  を基本に、①MOWR が提示した将来予想流入量（Inflow Indicator :10.1 BCM）および必要下流放流量（Outflow Indicator : $200 m^3/s$ ）の前提条件下の水資源量の年間使用可能範囲内であり、かつ②導水路や幹支線水路等の基幹灌漑施設規模に影響するピーク設計流量に変更が生じない範囲の作付パターン（作付率 117%）とした。

イラク政府 MOWR は、モスルダム貯水池の南部ジャジーラへの使用可能な水資源量に関する最終検証は、現在進捗中の「全国水・土地資源戦略調査（Strategy for Water and Land Resources in Iraq : SWLRI (Phase 2)）」の調査結果を待つことを表明しており、事業規模の決定には今後少なくとも 2~3 年は要するものと考えられる。

一方、利用可能な水資源量に制限を設けない場合、最大事業規模であるシナリオ-0 がスケールメリットから、食糧安全保障の面から主食の増産が期待され、輸入量削減に繋がる。しかしながら、チグリス川上流国の開発や世界的な地球温暖化の影響による将来流入量の低減を軽視する訳には行かない。MOWR は本（JICA）調査を完遂すべく、モスルダムの水資源運用シミュレーショ

ンに必要な将来予想流入量を Indicator として 10.1 BCM/年を示した。これは現在流入量が半減することになるが、予測を過小に評価するものではなく(安全側に)、妥当な Indicator と思慮される。これが近い将来の現実であるとするならば、イラク国の下流域に必要な将来水需要量やイラク南部湿原の保全を視野に入れた自然環境に配慮し、事業が最低限フィージブルとなるシナリオ-3に近い規模が推奨される。

各シナリオの特徴を次表に示す。

表. シナリオ別特徴

シナリオ	灌漑面積 (ネット)	設計流量 (ピーク)	シナリオ別特徴
シナリオ-0 (最大規模)	148,600 ha	100 m <sup>3</sup> /s	利用可能な水資源に制約さえなければ、食糧安全保障の面から主食である小麦生産でイラク国民に最も貢献度の高いシナリオと言える。一方、南部ジャジーラ地区西側の標高が高いポンプ地区を有することから、他のシナリオにはない維持管理費が発生する。 また、モスルダム発電に多大な影響を与え、代替発電を考慮する必要があることに加え、自然環境上、下流の水利用にインパクトを与える可能性が大きい。
シナリオ-1	119,000 ha	80 m <sup>3</sup> /s	上記シナリオ-0 から西側のポンプ地区を対象外としており、維持管理費が大幅に削減され、 <u>経済評価の観点からは最も望ましいシナリオである。</u> 食糧安全保障および自然環境上、シナリオ-0 とシナリオ-2 の中位的位置付けとなる。
シナリオ-2	86,800 ha	60 m <sup>3</sup> /s	シナリオ-1 とシナリオ-3 の中位的位置付けとなる。
シナリオ-3 (最小規模)	59,500 ha	40 m <sup>3</sup> /s	利用可能な水資源に制限がある場合、 <u>最も望ましいシナリオである。</u> 一方、事業評価の観点からは最低限の規模であり、食糧安全保障の面からは、貢献度の低いシナリオと言える。

### 12.1.2 南部ジャジーラ灌漑事業の役割

国家開発 5 ヶ年計画 (NDP : 2010-2014) によれば、イラク全土において将来的に灌漑可能となる農地が 930 万 ha 存在し、その内現在の既設施設による灌漑可能面積は約 540 万 ha と 58% 程度に過ぎない (実際の灌漑面積はさらに少ないと見られている)。また、主食である小麦や飼料作物である大麦等の穀物は、灌漑・非灌漑を含め全国約 400 万 ha で栽培されており、その内 41% にあたる約 165 万 ha を二ナワ県に依存している。

一方、同 NDP によると農業生産性で見れば、2007 年のイラク国中南部に位置する Al-Najaf 県や Al-Qadisiyyah 県の小麦平均単収が 2.58 ton/ha (646kg/dunam) であったのに対して、二ナワ県のそれは僅か 0.68ton/ha (169kg/dunam) と 3.8 倍の開きがあった。この理由として渇水であった 2007 年において、Al-Najaf 県等は灌漑施設により、農地に安定した水が供給されたのに対して、二ナワ県は降雨不足であったことに言及している。

上記 NDP で記載されている内容の背景には、現在のイラクには水資源・灌漑開発が十分に行き届いていない、もしくは既設灌漑施設が十分に有効活用されていない地域が多いことを示唆している。また、南部ジャジーラ灌漑事業が計画されている二ナワ県が主食の栽培拠点となっている

理由は、同県が位置するイラク北部地域の年間 200～400mm に及ぶ降雨が挙げられるものの、灌漑施設の整備が不十分であり、安定した農業生産、食糧供給には至っていない。

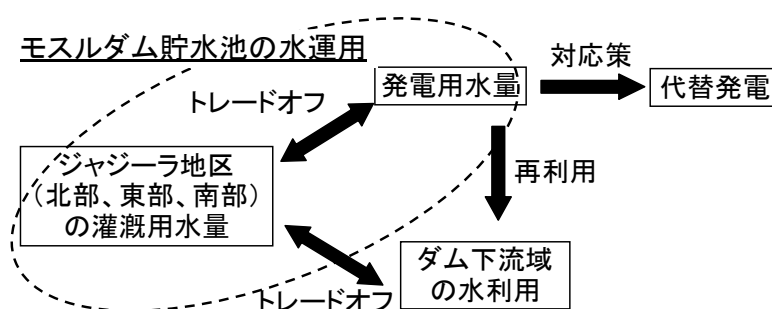
南部ジャジーラ灌漑事業において、シナリオ-0 が採用され事業が実現すれば、将来年間約 31 万トンの小麦が安定して作付けされ、NDP が 2014 年に目標としている「灌漑による小麦生産量 170 万トン」の約 18 %が当事業で生産されることになる。

## 12.2 提言（事業実施に向けて）

### (1) 水資源の有効配分にかかる課題

モスルダムへの流入量が将来 10.1 BCM まで減少したとしても、農業（灌漑）が発電に優先することを前提に、モスルダム水力発電の運用実績（16.59 BCM/年）を 35%まで削減すれば、北部、東部、南部を含むジャジーラ灌漑地区の水収支はバランスする（灌漑と発電のトレードオフ）。また、削減される発電量に対しては、代替水力、火力、ガス、電力輸入等の代替発電を確保しなければならない（発電同士のトレードオフ）。

一方で、上述のトレードオフが成立したとしても、南部ジャジーラ灌漑開発は、ダム下流域に位置するイラク中・南部地域には深刻な影響を及ぼすと推察され、ジャジーラ地区と下流域の水利用配分（上流側と下流側の水利用トレードオフ）は、今後の全国的な水資源の有効配分にかかる課題と言え、将来流入量に見合った検討が必要となる。



### (2) SWLRI の調査結果に求めること

上述(1)のことから、SWLRI は、1)農業、2)発電、3)工業、4)生活用水、5)南部湿原の保全を含むイラク全体の将来水需要を考慮の上、モスルダム貯水池への将来流入量予測および下流放流量の決定に必要なデータを示すことが求められる。また、SWLRI の結論に基づき、イラク政府は上記水需要に関連する各省庁間の政策意思決定者を中心とした委員会を設置し、その委員会は全国の水・土地開発戦略を決定することが期待される。これらの決定により、南部ジャジーラ灌漑事業の配分水資源量が決められ、事業規模が確定する。

### (3) 日気象データおよび土壌水分量調査による年間灌漑用水量の検討

年間に必要な灌漑用水量を算定する上で、期別作物消費水量の精度を上げることが重要となる。本調査では、南部ジャジーラ周辺の月別最新気象データ（1990～2009年）を入手し、期別作物消費水量を算定した。しかし、イラク戦争等の影響でデータが消失・紛失した観測時期があったた

め、算定結果の精度が低下していると同時に、月データしか得られなかった。降水期に作物消費のピークがくる場合には、施設規模を決定する際に、降水パターンを把握した上で計画する必要がある。信頼性の高い灌漑要水量を算定することは、節水にも繋がるため、基礎的な資料として、計画地区内での日気象データを得ることが望ましい。

また、本事業地区では表土の下に石膏層 (gypsum layer) が広がっていることから、全地区スプリンクラー灌漑を計画しているが、不適切な散水強度によっては、石膏層の溶解等の悪影響を及ぼす可能性もあるため、事前に表土の土壌条件の詳細調査を実施することを提案する。

より実態に合った必要水量を算定するには、少なくとも、今後も対象地域の観測を継続し、日気象データを蓄積して年間灌漑用水量を再検討することを提言する。

#### (4) 事業実施前のパイロット灌漑圃場を通じた営農指導、水管理指導者の能力向上および水利組合強化

SWLRI の結論に相応の年月を要することから、事業実施前にパイロット灌漑圃場を建設し、気象データの蓄積、土壌条件の検証を行うことを提言する。パイロット圃場の規模は、実際の灌漑規模による実践を想定し、提案している作付パターン  $\alpha\beta\gamma 100$  の1ローテーションブロック (8年サイクル) が検証し得る 800 ha とする。なお、水源が南部ジャジーラ地区内に確保できない場合、チグリス川周辺に表土下に石膏層を有した類似の土壌条件を有する地区を選定することを推奨する。パイロット灌漑圃場で検証する内容は以下に示すとおりである。

- 1) 気象観測データの蓄積
- 2) スプリンクラー灌漑の散水強度による深度別土壌水分量の変化の測定
- 3) 作物別収穫量の確認
- 4) 営農機械、スプリンクラー等の操作実践
- 5) 灌漑ロスの測定、灌漑適用効率の算定
- 6) 肥料、農薬の散布実践

加えて、イラク国においては供給主導型の水配分が実施されると想定され、もし、習熟した管理者による組織的な水管理が実践されないと、想定外の搬送ロス・管理ロスが発生し、貴重な水資源が失われることになる。そこで、先行する北部ジャジーラ地区のノウハウも踏まえ、水利組合を組織化し、営農技術を含む水管理指導者の能力向上を目的とした技術協力プロジェクトや専門家派遣を導入することを提言する。



## 目 次

調査報告書リスト  
 調査対象地域位置図  
 パワーポイント版要約  
 現地写真集  
 要 約  
 目 次  
 図リスト  
 表リスト  
 略語等

第1章	はじめに	1-1
1.1	調査の背景・目的	1-1
1.2	業務の範囲	1-2
1.3	調査概要	1-2
1.3.1	スイス F/S レポートの評価	1-2
1.3.2	調査完結に必要とした重要資料	1-8
1.3.3	灌漑農業計画を策定するシナリオ数	1-9
1.3.4	現地調査の概要	1-10
1.4	関係者との協議内容および技術指導内容	1-11
第2章	イラク国の上位計画との整合性	2-1
2.1	国家開発 5 ヶ年計画（2010-2014）の概要	2-1
2.2	水資源開発戦略（2010-2014）の概要	2-2
2.3	チグリス流域の水協定の現状	2-5
2.3.1	イラクを取り巻く水文環境	2-6
2.3.2	チグリスユーフラテス川での水資源開発	2-6
2.3.3	チグリスユーフラテス川の水協定の歴史と最近の展開	2-8
2.4	イラク国食糧自給にかかる課題	2-11
2.4.1	輸出入	2-11
2.4.2	消費	2-11
2.4.3	食糧自給	2-12
2.4.4	ニナワ県の位置づけ	2-12
2.5	本事業の上位計画における妥当性	2-13
第3章	調査対象地域の現状	3-1
3.1	自然条件	3-1

3.1.1	気 象 .....	3-1
3.1.2	気温変動傾向 .....	3-1
3.1.3	降水量変動傾向 .....	3-2
3.1.4	水 文 .....	3-3
3.1.5	地形・地質 .....	3-4
3.1.6	土 壤 .....	3-14
3.2	社会経済状況 .....	3-15
3.2.1	人 口 .....	3-15
3.2.2	土地配分 .....	3-17
3.2.3	貧 困 .....	3-18
3.2.4	ジェンダー .....	3-18
3.3	インフラストラクチャー .....	3-19
3.4	水資源の利用可能性についての情報 .....	3-20
3.4.1	ジャジーラ灌漑地区（南部、北部、東部）の計画概要 .....	3-20
3.4.2	モスルダム下流での水需要 .....	3-21
3.4.3	南部ジャジーラ地区での地表水の利用可能性 .....	3-25
3.4.4	南部ジャジーラ地区での地下水の利用可能性 .....	3-25
3.5	農業に関する基本情報 .....	3-36
3.5.1	土地利用 .....	3-36
3.5.2	主要作物 .....	3-37
3.5.3	作付方式 .....	3-39
3.5.4	灌漑面積と天水依存耕地面積 .....	3-39
3.5.5	農業機械の利用状況 .....	3-41
3.5.6	南部ジャジーラ地区の農家調査結果 .....	3-41
3.6	モスルダムの現況 .....	3-45
3.6.1	モスルダムの概要 .....	3-45
3.6.2	最近の貯水池運用およびダム管理 .....	3-53
3.6.3	現在および将来のダム安定性に関わる方策 .....	3-55
3.7	南部ジャジーラ灌漑事業における受益者のニーズ .....	3-66
<b>第4章 北部ジャジーラ灌漑事業の教訓 .....</b>		<b>4-1</b>
4.1	稼働状況 .....	4-1
4.1.1	農家数、灌漑対象面積 .....	4-1
4.1.2	生産量 .....	4-1
4.2	主要作物と作付け方式 .....	4-2
4.3	水管理 .....	4-2
4.4	維持管理状況、体制 .....	4-4

<b>第5章 使用可能水資源量の検討</b> .....	<b>5-1</b>
5.1 スイス F/S の水収支：ソビエトレポートに関連して .....	5-1
5.2 モスルダム の運用実績からの検討：年次報告書（Safety Annual Report）に関連して .....	5-4
5.3 水資源運用の検討 .....	5-6
5.3.1 将来のモスルダムへの流入量および下流放流量に関する水資源省の見解 .....	5-6
5.3.2 モスルダム の運用ルール .....	5-6
5.4 モスルダム運用検討の概要 .....	5-7
5.4.1 検討条件 .....	5-7
5.4.2 運用実績による検討 .....	5-14
5.5 水資源運用上の優先度（洪水調節、灌漑用水、発電） .....	5-27
5.6 シナリオ別使用可能水資源量 .....	5-28
5.7 検討結果の総括 .....	5-33
<b>第6章 灌漑農業計画</b> .....	<b>6-1</b>
6.1 灌漑対象面積 .....	6-1
6.1.1 表土深図の更新 .....	6-1
6.1.2 表土深図を基礎とした灌漑対象地域の概定 .....	6-3
6.1.3 灌漑不適地の除外 .....	6-3
6.1.4 モデル農場の設定と植栽面積率の算定 .....	6-4
6.1.5 対象として想定する灌漑面積（植栽面積） .....	6-7
6.1.6 詳細設計（D/D）図面の植栽面積率の確認 .....	6-7
6.2 地区の気象と作物消費量 .....	6-8
6.2.1 気象観測資料の整理、分析 .....	6-8
6.2.2 地区内降水量の検討 .....	6-9
6.2.3 関係作物蒸発散量（可能蒸発散量）の算定 .....	6-18
6.3 営農計画の策定 .....	6-21
6.3.1 主要作物の選定 .....	6-21
6.3.2 作付方式の選定 .....	6-22
6.3.3 生産計画 .....	6-24
6.3.4 期別消費水量の算定手順 .....	6-30
6.3.5 CROPWAT を適用した期別の単位用水量 .....	6-34
6.3.6 散水強度の調整による圃場下層の石膏層対策 .....	6-36
6.4 シナリオ別灌漑農業計画 .....	6-36
6.4.1 灌漑面積 .....	6-36
6.4.2 期別消費水量と年間総消費水量：有効雨量を考慮した場合の消費水量 .....	6-36
6.4.3 最大流量：有効雨量を 0 とした場合の期別消費水量の最大値 .....	6-38
6.5 対象地域の畜産への貢献 .....	6-39

<b>第7章 導水路の概略設計</b> .....	7-1
7.1 水路システムの概要 .....	7-1
7.2 設計流量 .....	7-1
7.3 導水路送水方式 .....	7-2
7.3.1 比較案の選定 .....	7-2
7.3.2 導水路送水方式の決定 .....	7-2
7.4 導水路の路線検討 .....	7-3
7.4.1 路線検討方針 .....	7-3
7.4.2 開水路区間 .....	7-4
7.4.3 トンネル案 .....	7-5
7.4.4 ポンプ案 .....	7-6
7.5 導水路設計計画 .....	7-7
7.5.1 開水路 .....	7-7
7.5.2 トンネル .....	7-14
7.5.3 ポンプ施設 .....	7-28
7.6 附帯構造物 .....	7-32
<b>第8章 灌漑施設計画</b> .....	8-1
8.1 用水系統 .....	8-1
8.2 幹線水路概略設計 .....	8-5
8.3 排水システム .....	8-7
<b>第9章 事業実施計画</b> .....	9-1
9.1 事業実施スケジュール .....	9-1
9.2 概算工事費 .....	9-2
9.3 維持管理計画 .....	9-4
9.3.1 概要 .....	9-4
9.3.2 管理体制および要員計画 .....	9-5
9.4 事業実施体制 .....	9-8
9.4.1 実施機関 .....	9-8
9.4.2 実施機関の予算、実施能力 .....	9-9
9.4.3 事業実施体制（案） .....	9-11
<b>第10章 環境社会配慮（EIA レポート）</b> .....	10-1
10.1 環境影響を検討するための前提条件 .....	10-1
10.1.1 環境に影響を与える事業コンポーネント .....	10-4
10.1.2 ベースとなる環境社会の状況 .....	10-4
10.1.3 イラク国の環境社会配慮制度・組織 .....	10-6
10.1.4 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討 .....	10-12

10.1.5	スコーピング .....	10-14
10.1.6	環境社会配慮調査の TOR.....	10-17
10.2	用地取得・住民移転.....	10-18
10.2.1	用地取得・住民移転の必要性 .....	10-18
10.2.2	用地取得・住民移転に係る法的枠組み.....	10-18
10.2.3	用地取得・住民移転の規模・範囲.....	10-19
10.2.4	補償・支援の具体策 .....	10-19
10.2.5	苦情処理メカニズム .....	10-19
10.2.6	実施体制 .....	10-19
10.2.7	実施スケジュール .....	10-19
10.2.8	費用と財源.....	10-19
10.2.9	実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム.....	10-19
10.2.10	住民協議 .....	10-20
10.3	環境チェックリスト .....	10-20
<b>第11章</b>	<b>事業評価 .....</b>	<b>11-1</b>
11.1	条 件.....	11-1
11.2	結 果.....	11-4
<b>第12章</b>	<b>提 言 .....</b>	<b>12-1</b>
12.1	結 論.....	12-1
12.1.1	事業規模の決定について .....	12-1
12.1.2	南部ジャジーラ灌漑事業の役割.....	12-2
12.2	提 言（事業実施に向けて） .....	12-3
 <b>添付資料</b>		
1.	協議議事録、メモランダム.....	A-1
1)	インセプションレポート説明時（2010年6月29日、30日開催[署名は2011年8月]） .....	A-1
2)	インテリムレポート説明時（2010年11月11日、12日開催） .....	A-12
3)	プログレスレポート(2)説明時（2011年3月16日、17日開催） .....	A-24
4)	ドラフトファイナルレポート説明時（2011年7月25、26日開催） .....	A-33
2.	面会者リスト.....	A-45

図リスト

図 2-1	チグリスユーフラテス川の流量経年変化 (1991-2007 年) .....	2-4
図 2-2	チグリス川上流の開発計画の模式図 .....	2-7
図 3.1-1	モスルの気温と降水量 .....	3-1
図 3.1-2	Telaffa における最新気象データとスイス F/S 時の気温データ比較 .....	3-2
図 3.1-3	Telaffa における最新気象データとスイス F/S 時の降雨データ比較 .....	3-2
図 3.1-4	調査対象地域周辺の降雨傾向 .....	3-3
図 3.1-5	プロジェクト地域および周辺の地形 .....	3-4
図 3.1-6	プロジェクト地域のワジと流域 .....	3-5
図 3.1-7	プロジェクト地域の道路と村落の分布 .....	3-6
図 3.1-8	埋め立てられたワジ上の農地 .....	3-6
図 3.1-9	プロジェクト地域の農地の形状例 .....	3-7
図 3.1-10	プロジェクト地域および近傍のセンターピボット・スプリンクラー農地とカナ ートの分布 .....	3-7
図 3.1-11	プロジェクト地域および近傍のセンターピボット・スプリンクラー農地とカナ ート .....	3-8
図 3.1-12	プロジェクト地域南部 Ussaila 村深井戸近傍のラテラルムーブ・スプリンクラー .....	3-8
図 3.1-13	調査地域および導水路周辺地質断面図 .....	3-10
図 3.1-14	導水路路線地質断面図 (1) .....	3-11
図 3.1-15	導水路路線地質断面図 (2) .....	3-12
図 3.1-16	導水路路線地質断面図 (3) .....	3-13
図 3.1-17	プロジェクト地域の土壌深図 .....	3-14
図 3.2-1	事業対象地区内 4 県の境界 (PMT 統計資料による) .....	3-17
図 3.2-2	ニナワ県の識字率 .....	3-18
図 3.3-1	給水施設への接続率 .....	3-19
図 3.4-2	南部ジャジーラでの月別消費水量の比較 .....	3-24
図 3.4-3	浅井戸の電気伝導度分布 .....	3-26
図 3.4-4	深井戸の電気伝導度分布 (1) .....	3-27
図 3.4-5	深井戸の電気伝導度分布 (2) .....	3-28
図 3.4-6	深井戸の水位標高分布 .....	3-28
図 3.4-7	深井戸の静水位分布 (1) .....	3-29
図 3.4-8	深井戸の動水位分布 (2) .....	3-29
図 3.4-9	深井戸の揚水時水位降下分布 .....	3-30
図 3.4-10	深井戸の電気伝導度分布 .....	3-30
図 3.4-11	深井戸の総溶存塩分濃度 (TDS) .....	3-31
図 3.4-12	井戸調査位置図 .....	3-32
図 3.5-1	農家・非農家の構成割合 .....	3-36

図 3.5-2	作付方式（農家調査の結果） .....	3-39
図 3.5-3	農家調査の実施位置図 .....	3-42
図 3.5-4	農家調査の整理表 .....	3-44
図 3.6-1	モスルダム の 主要 構造 物 の 配置 .....	3-45
図 3.6-2	モスルダム の 模 式 断 面 図 .....	3-46
図 3.6-3	ジャジーラ 取 水 施 設 .....	3-61
図 3.6-4	ジャジーラ 取 水 施 設 の 塵 除 け ス ク リ ー ン .....	3-61
図 3.6-5	ジャジーラ 発 電 揚 水 兼 用 施 設 の 設 置 場 所 (2010 年 6 月) (南 部 ジャジーラ 灌 漑 計 画 導 水 路 の 出 発 点) .....	3-61
図 3.6-6	カーテングラウト 施 工 位 置 図 .....	3-62
図 3.6-7	主ダム部 の グラウト 孔 配 置 .....	3-62
図 3.6-8	モスルダム の 年 最 高 最 低 水 位 .....	3-63
図 3.6-9	モスルダム の 月 平 均 流 入 量 と 流 出 量 .....	3-63
図 3.6-10	モスルダム の 年 間 流 入 総 水 量 .....	3-64
図 3.6-11	グラウトカーテン 効 率 (2008 年 6 月 7 日) .....	3-64
図 3.6-12	地下連続壁 の 施 工 位 置 と 施 工 盤 .....	3-65
図 3.6-13	“Hydromill Type” 掘 削 装 置 .....	3-65
図 4-1	灌 漑 面 積 (ha) .....	4-1
図 4-2	移 動 式 灌 漑 シ ス テ ム (1) .....	4-3
図 4-3	移 動 式 灌 漑 シ ス テ ム (2) .....	4-3
図 4-4	移 動 式 灌 漑 シ ス テ ム (3) .....	4-3
図 4-5	移 動 式 灌 漑 シ ス テ ム (4) .....	4-3
図 4-6	ニナワ 県 水 資 源 局 の 組 織 .....	4-4
図 5.1-1	南 部 ジャジーラ で の 月 別 消 費 水 量 の 比 較 (ソビエト レポ ー ト と F/S と の 比 較) ...	5-3
図 5.3-1	モスルダム の ルールカーブ .....	5-7
図 5.4-1	灌 漑 用 水 量 の 年 変 化 .....	5-8
図 5.4-2	モスルダム の 水 位 - 貯 水 容 量 、 貯 水 面 積 曲 線 .....	5-10
図 5.4-3	モスルダム の 水 位 - 貯 水 容 量 関 係 図 .....	5-11
図 5.4-4	貯 水 ロ ス の 推 定 .....	5-13
図 5.4-5	年 間 流 入 量 の 変 化 .....	5-14
図 5.4-6	‘93～’ 98 の 6 ヶ 年 間 の ダ ム 運 用 実 績 図 .....	5-15
図 5.4-7	‘93～’ 98 の 6 ヶ 年 間 の 平 均 年 間 変 動 .....	5-15
図 5.4-8	洪 水 吐 ゲ ー ト 放 流 量 と 発 電 用 水 量 の 変 化 .....	5-15
図 5.4-9	北 部 ジャジーラ 地 区 へ の 取 水 実 績 図 .....	5-16
図 5.4-10	発 電 放 流 量 の 月 平 均 .....	5-16
図 5.4-11	Case 1-1 : 実 績 流 入 量 、 灌 漑 計 画 100%、 発 電 は 実 績 .....	5-23
図 5.4-12	Case 1-2 : 実 績 流 入 量 、 灌 漑 計 画 100%、 発 電 : 不 足 が 発 生 し た 場 合 は ス ト ッ プ .....	5-24
図 5.4-13	Case 1-3 : 実 績 流 入 量 、 灌 漑 100%、 発 電 : 実 績 の 96% で 不 足 が 発 生 し た 場 合 は ス ト ッ プ .....	5-24

図 5.4-14	Case 2-1 : 実績流入量、全ジャジーラ地区の灌漑計画 50%、発電は実績 .....	5-25
図 5.4-15	Case 3-1 : 将来流入量、灌漑計画 100%、発電は実績 .....	5-25
図 5.4-16	Case 3-2 : 将来流入量、灌漑計画 : 0%、発電実績の 100% .....	5-26
図 5.4-17	Case 3-3 : 将来流入量、灌漑計画 : 100%、発電実績の 35% .....	5-26
図 5.6-1	シナリオ-0 の水源運用計算結果図 .....	5-30
図 5.6-2	シナリオ-1 の水源運用計算結果図 .....	5-31
図 5.6-3	シナリオ-2 の水源運用計算結果図 .....	5-32
図 5.7-1	チグリス川流量減少による課題の構造 .....	5-33
図 5.7-2	流入量が半減した場合の運用曲線図 .....	5-35
図 5.7-3	流入量が 20.1BCM/年ある場合の運用曲線図 .....	5-35
図 6.1-1	土壌調査の位置図 .....	6-2
図 6.1-2	灌漑適地・灌漑不適地の位置図 .....	6-4
図 6.1-3	輪作を導入するモデル農場の概略図 .....	6-6
図 6.1-4	輪作するモデル農場の水路・道路断面図 .....	6-6
図 6.1-5	植栽面積率算出のために用いた D/D 図面 .....	6-7
図 6.2-1	気象観測所位置図 .....	6-8
図 6.2-2	各観測所での年雨量の時系列 .....	6-11
図 6.2-3	降雨観測の相関 .....	6-11
図 6.2-4	プロジェクト近傍の等雨量線図 .....	6-12
図 6.2-5	地区内の月平均降水量分布 .....	6-14
図 6.2-6	確率降水量の推定 .....	6-15
図 6.2-7	ET <sub>0</sub> の年間分布 .....	6-19
図 6.3-1	作物蒸発散量 (ET <sub>crop</sub> ) の算出概念図 .....	6-33
図 6.3-2	成長段階別期間と順次作業実施期間 .....	6-34
図 7.1-1	取水設備概要図 .....	7-1
図 7.3-1	導水路送水方式比較案概要図 .....	7-2
図 7.4-1	設計中心線設定説明図 .....	7-4
図 7.4-2	トンネル路線配置図 .....	7-5
図 7.4-3	ポンプ路線配置図 .....	7-6
図 7.5-1	掘削断面概念図 .....	7-11
図 7.5-2(1)	トンネルタイプ (Scenario 0) .....	7-19
図 7.5-2(2)	トンネルタイプ (Scenario 1) .....	7-20
図 7.5-2(3)	トンネルタイプ (Scenario 2) .....	7-21
図 7.5-3	支保工の施工手順 .....	7-24
図 7.5-4	施工次第図ベンチカット工法 (上下半同時併進) .....	7-24
図 7.6-1	全体施設配置図 .....	7-32
図 8.1-1	用水系統図 (シナリオ 0) .....	8-2
図 8.1-2	用水系統図 (シナリオ 1) .....	8-3
図 8.1-3	用水系統図 (シナリオ 2) .....	8-4



図 8.3-1	排水システム概要図 .....	8-7
図 9.3-1	管理体制組織図（案） .....	9-5
図 9.4-1	イラク国水資源省組織図 .....	9-8
図 9.4-2	事業実施体制（案） .....	9-11
図 10.1-1	チグリスおよびユーフラテス川流域のダム群と南部湿原の位置.....	10-2
図 10.1-2	モスルダムと南部湿原の位置関係 .....	10-3
図 10.1-3	環境省組織図 .....	10-7
図 10.1-4	イラク国内の保護区 .....	10-11
図 10.1-5	イラク国内の重要鳥類生息地 .....	10-12
図 12-1	南部ジャジーラ灌漑事業に関連する水資源トレードオフ .....	12-3

表リスト

表 1-1	スイス F/S レポートの変遷と課題.....	1-4
表 1-2	レビュー結果と対応策.....	1-5
表 1-3	トンネル案およびポンプ案の経済評価概要.....	1-7
表 1-4	1995 年見直しにおけるトンネル案およびポンプ案の比較.....	1-7
表 1-5	シナリオ数.....	1-9
表 1-6	対象範囲絞り込みの考え方.....	1-9
表 1-7	現地調査の概要.....	1-10
表 1-8	イラク側との協議内容および PMT への技術移転内容.....	1-11
表 2-1	チグリス川とその支流の平均流量（1930－1990 年）と国内外の流入比率.....	2-3
表 2-2	チグリス－ユーフラテス川の豊水年と渇水年の流量.....	2-3
表 2-3	チグリス－ユーフラテス川の流量経年変化（1991-2007 年）.....	2-4
表 2-4	ニナワ県における農地開発計画（1991-2007 年）.....	2-5
表 2-5	チグリス川に関する協力の状況.....	2-5
表 2-6	チグリス川流域の GAP によるダム計画.....	2-7
表 2-7	水協定に関する合同技術会議の経緯.....	2-9
表 2-8	政府間協議の経緯.....	2-10
表 2-9	イラクにおける日平均消費カロリー(2000 年).....	2-10
表 2-10	イラクにおける食糧自給率(1000ton).....	2-11
表 3.1-1	F/S 時の流量観測位置.....	3-3
表 3.1-2	月別比流量（単位：l/s/km <sup>2</sup> ）.....	3-3
表 3.2-1	イラク国およびニナワ県の人口構成.....	3-15
表 3.2-2	ニナワ県内の郡別人口等（2008 年）.....	3-15
表 3.2-3	ニナワ県の人口学的特徴.....	3-15
表 3.2-4	事業対象地区に関連する県別村落人口.....	3-16
表 3.2-5	シナリオ別灌漑面積および受益者数.....	3-17
表 3.2-6	経済活動におけるジェンダーギャップ(%).....	3-18
表 3.4-1	モスルダム計画に付随したジャジーラ灌漑計画の概要.....	3-20
表 3.4-2	ソビエトレポートに示された用水量と設計流量.....	3-23
表 3.4-3	水質観測の結果.....	3-25
表 3.4-4	井戸調査の調査表.....	3-32
表 3.4-5	村落における水利用に関するヒアリング結果.....	3-33
表 3.4-6	井戸調査結果.....	3-34
表 3.5-1	土地利用形態（農用地と市街地）.....	3-36
表 3.5-2	郡別の戸数（農家、非農家数）.....	3-36
表 3.5-3	農業形態別の農業従事者人口（男女別）.....	3-37
表 3.5-4	農地利用形態別の従事者人口.....	3-37
表 3.5-5	対象地域の農家の作付面積（農家調査の結果）.....	3-37

表 3.5-6	作物別の作付面積 .....	3-38
表 3.5-7	各農家の家畜頭数（農家調査の結果） .....	3-38
表 3.5-8	主要家畜種類別の所有者と頭数 .....	3-39
表 3.5-9	スプリンクラー所有農家の情報（追加調査の結果） .....	3-40
表 3.5-10	灌漑の有無および作物別（穀類）の所有者数と作付面積.....	3-40
表 3.5-11	農業機械の所有台数 .....	3-41
表 3.5-12	農家調査の整理 .....	3-42
表 3.6-1	モスルダムの主な諸元 .....	3-46
表 3.6-2	ダム管理事務所の要員配置（2004 年度） .....	3-53
表 3.6-3	バデウシュ（Badush）ダム主要諸元 .....	3-59
表 3.7-1	プロジェクトの必要性（PMT からの聞き取り） .....	3-66
表 4-1	北部ジャジーラの単位収量 .....	4-1
表 4-2	南部ジャジーラの単位収量 .....	4-1
表 4-3	北部ジャジーラ地区の作物単収（農家調査の結果） .....	4-2
表 4-4	作物別作付率（秋作・夏作） .....	4-2
表 4-5	北部ジャジーラ灌漑プロジェクトの灌漑効率 .....	4-3
表 4-6	北部ジャジーラ灌漑事業所およびニナワ県水資源省の人員(人).....	4-5
表 4-7	維持管理費に関する情報（2009 年度） .....	4-5
表 5.1-1	ソビエト報告書に示された用水量と設計流量 .....	5-2
表 5.2-1	年報のダム操作記録と収支の検証（2008 年の例） .....	5-5
表 5.4-1	月別灌漑用水量（計画） .....	5-8
表 5.4-2	モスルダム貯水池の水位 - 貯水量関係 .....	5-9
表 5.4-3	2008 年モスルダム年次報告書による貯留ロスの算定 .....	5-12
表 5.4-4	運用実績（貯水池水位）月別集計表 .....	5-16
表 5.4-5	運用実績（流入量 m <sup>3</sup> /sec）月別集計表.....	5-17
表 5.4-6	運用実績（流出量 m <sup>3</sup> /sec）月別集計表.....	5-17
表 5.4-7	運用実績（北部ジャジーラ取水 m <sup>3</sup> /sec）月別集計表.....	5-17
表 5.4-8	運用実績（発電用水量 m <sup>3</sup> /sec）月別集計表.....	5-18
表 5.4-9	月毎の計算貯水量と観測貯水量(1993-98).....	5-18
表 5.4-10	運用実績からの収支結果.....	5-19
表 5.4-11	流入量の変化に対する収支への影響（単位：BCM） .....	5-19
表 5.4-12	検討ケース条件と結果の評価 .....	5-20
表 5.4-13	水収支：Case 1-1（実績流入量、灌漑計画 100%、発電は実績） .....	5-21
表 5.4-14	水収支：Case 1-2（実績流入量、灌漑 100%、発電：不足が発生した場合はストップ） .....	5-21
表 5.4-15	水収支：Case 1-3（実績流入量、灌漑計画 100%、発電:実績の 95%で不足が発生した場合はストップ） .....	5-21
表 5.4-16	水収支：Case 2-1（実績流入量、全ジャジーラ地区の灌漑計画 50%、発電は実績） .....	5-22

表 5.4-17	水収支：Case 3-1（将来流入量、灌漑計画 100%、発電は実績）	5-22
表 5.4-18	水収支：Case 3-2（将来流入量、灌漑計画：0%、発電実績の 100%）	5-22
表 5.4-19	水収支：Case 3-3（将来流入量、灌漑計画：100%、発電実績の 35%）	5-23
表 5.6-1	南部ジャジーラ地区での灌漑用水量（提案）	5-28
表 5.6-2	水収支計算結果総括表	5-29
表 5.6-3	シナリオ-0 の水収支計算総括表	5-30
表 5.6-4	シナリオ-1 の水収支計算総括表	5-31
表 5.6-5	シナリオ-2 の水収支計算総括表	5-32
表 6.1-1	表土深の比較：土壌調査結果とスイス F/S 表土深図	6-1
表 6.1-2	表土深別面積	6-3
表 6.1-3	除外すべき面積と面積割合	6-3
表 6.1-4	モデル農場の図測から算出した植栽面積率	6-6
表 6.1-5	対象地域の灌漑面積（植栽面積）	6-7
表 6.1-6	D/D 図面の図測から算出した植栽面積率	6-7
表 6.2-1	データ収集を実施した気象観測所の位置	6-8
表 6.2-2	収集された観測データ一覧	6-9
表 6.2-3	年降水量の回帰式	6-10
表 6.2-4	年間降水量による相関マトリックス	6-10
表 6.2-5	Telafar の月降水量一覧	6-14
表 6.2-6	年降水量の降順による並び替えと確率の計算	6-15
表 6.2-7	確率雨量の整理	6-15
表 6.2-8	確率月降水量の算定結果	6-16
表 6.2-9	蒸発散量の月別観測結果	6-16
表 6.2-10	日照時間の整理（2000～2009 年） 単位：hr/日	6-16
表 6.2-11	日射量の観測結果の平均	6-16
表 6.2-12	平均最大・最小気温（℃）	6-17
表 6.2-13	相対湿度（%）	6-17
表 6.2-14	風速（m/sec）	6-17
表 6.2-15	蒸気圧（mbar）	6-17
表 6.2-16	気象観測結果一覧	6-19
表 6.2-17	関係作物蒸発散量（ $ET_0$ ）の算定結果	6-19
表 6.2-18	有効雨量の算定結果（渇水年）	6-20
表 6.3-1	100ha 当たりの作物別作付面積	6-21
表 6.3-2	導入作物の可能性	6-22
表 6.3-3	導入作物の作付時期	6-23
表 6.3-4	作付時期の変更箇所	6-24
表 6.3-5	播種定植を順次実施する期間の変更箇所	6-24
表 6.3-6	輪作ブロック（植栽面積 2,400ha）の作物別作付面積	6-25
表 6.3-7	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$ の各圃場の作付面積（植栽面積 2,400ha）	6-25

表 6.3-8	$\alpha \beta \gamma$ の作付方式 (8 年輪作、植栽面積 2,400ha) .....	6-26
表 6.3-9	作物別単収 (計画・現況) .....	6-29
表 6.3-10	輪作ブロック (植栽面積 2,400ha) の作物別生産量.....	6-30
表 6.3-11	F/S 報告書の $ET_0$ と本調査の $ET_0$ .....	6-31
表 6.3-12	作物の成長段階別期間 (半旬数) .....	6-32
表 6.3-13	作物係数 $K_c$ の初期値・終了値.....	6-32
表 6.3-14	F/S 報告書と本調査の有効雨量 $Pe$ (mm/月) .....	6-33
表 6.3-15	適用する灌漑効率の算出過程 .....	6-34
表 6.3-16	Tel Afar 観測所位置 (再掲) .....	6-34
表 6.3-17	Telafar 観測所の気象データ (再掲) .....	6-35
表 6.3-18	月別作物別の単位用水量 (mm/月) .....	6-35
表 6.4-1	本調査で検討するシナリオ別の灌漑面積 (ha) .....	6-36
表 6.4-2(a)	シナリオ-0 の年間総取水量 (BCM/年) : 有効雨量を考慮した月別消費水量 .....	6-37
表 6.4-2(b)	シナリオ-1 の年間総取水量 (BCM/年) : 有効雨量を考慮した月別消費水量 .....	6-37
表 6.4-2(c)	シナリオ-2 の年間総取水量 (BCM/年) : 有効雨量を考慮した月別消費水量 .....	6-37
表 6.4-2(d)	シナリオ-3 の年間総取水量 (BCM/年) : 有効雨量を考慮した月別消費水量 .....	6-37
表 6.4-3(a)	設計流量 ( $m^3/sec$ ) : 有効雨量を 0 としたときの月別最大流量.....	6-38
表 6.4-3(b)	設計流量 ( $m^3/sec$ ) : 有効雨量を 0 としたときの月別最大流量.....	6-38
表 6.4-3(c)	設計流量 ( $m^3/sec$ ) : 有効雨量を 0 としたときの月別最大流量.....	6-38
表 6.4-3(d)	設計流量 ( $m^3/sec$ ) : 有効雨量を 0 としたときの月別最大流量.....	6-38
表 7.2-1	シナリオ毎の導水路設計流量 .....	7-1
表 7.3-1	導水路送水方式の比較検討表 .....	7-3
表 7.4-1	導水路路線検討結果 .....	7-4
表 7.5-1	開水路断面諸元 .....	7-7
表 7.5-2	開水路断面算定表 .....	7-8
表 7.5-3	蒸発散量の月別観測結果 .....	7-9
表 7.5-4	開水路断面と管水路断面の比較検討 .....	7-10
表 7.5-5(1)	1 サイクル(100m)当り工程計画 (Scenario 0) .....	7-13
表 7.5-5(2)	1 サイクル(100m)当り工程計画 (Scenario 1) .....	7-13
表 7.5-5(3)	1 サイクル(100m)当り工程計画 (Scenario 2) .....	7-13
表 7.5-6	工区割り計画 .....	7-13
表 7.5-7	シナリオ別トンネル断面 .....	7-14
表 7.5-8	トンネル断面比較表 .....	7-15
表 7.5-9(1)	水面敷高計算表 (シナリオ 0) .....	7-16
表 7.5-9(2)	水面敷高計算表 (シナリオ 1) .....	7-17
表 7.5-9(3)	水面敷高計算表 (シナリオ 2) .....	7-17
表 7.5-10	RMR 値とトンネル施工法および支保 .....	7-18
表 7.5-11	地質調査結果 .....	7-22
表 7.5-12	坑内運搬方式の特徴 .....	7-23

表 7.5-13	トンネル工区割計画 .....	7-25
表 7.5-14(1)	掘削サイクルタイム (シナリオ 0) .....	7-26
表 7.5-14(2)	掘削サイクルタイム (シナリオ 1) .....	7-26
表 7.5-14(3)	掘削サイクルタイム (シナリオ 2) .....	7-26
表 7.5-15(1)	トンネル工事工程表 (シナリオ 0) .....	7-27
表 7.5-15(2)	トンネル工事工程表 (シナリオ 1) .....	7-27
表 7.5-15(3)	トンネル工事工程表 (シナリオ 2) .....	7-28
表 7.5-16	ポンプ検討の基本諸元 .....	7-29
表 7.5-17	ポンプ型式及び設備容量 .....	7-30
表 7.5-18	ポンプ送水方式の比較検討表 .....	7-31
表 7.6-1	サイホン工の決定 .....	7-32
表 7.6-2(1)	ワジ横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 0) .....	7-33
表 7.6-2(2)	ワジ横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 1) .....	7-34
表 7.6-2(3)	ワジ横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 2) .....	7-35
表 7.6-3(1)	オイルパイプライン横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 0) .....	7-36
表 7.6-3(2)	オイルパイプライン横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 1) .....	7-36
表 7.6-3(3)	オイルパイプライン横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 2) .....	7-36
表 7.6-4(1)	鉄道横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 0) .....	7-36
表 7.6-4(2)	鉄道横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 1) .....	7-36
表 7.6-4(3)	鉄道横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 2) .....	7-36
表 7.6-5(1)	道路横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 0) .....	7-37
表 7.6-5(2)	道路横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 1) .....	7-37
表 7.6-5(3)	道路横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 2) .....	7-37
表 7.6-6(1)	人道橋の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 0) .....	7-37
表 7.6-6(2)	人道橋の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 1) .....	7-38
表 7.6-6(3)	人道橋の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 2) .....	7-38
表 7.6-7(1)	余水吐工の設置位置 (シナリオ 0) .....	7-38
表 7.6-7(2)	余水吐工の設置位置 (シナリオ 1) .....	7-38
表 7.6-7(3)	余水吐工の設置位置 (シナリオ 2) .....	7-38
表 7.6-8(1)	放水工の設置位置 (シナリオ 0) .....	7-39
表 7.6-8(1)	放水工の設置位置 (シナリオ 1) .....	7-39
表 7.6-8(1)	放水工の設置位置 (シナリオ 2) .....	7-39
表 8.1-1	ブロック別灌漑面積集計表 .....	8-1
表 8.2-1	幹線水路断面諸元一覧 (シナリオ 0) .....	8-5
表 8.2-2	幹線水路断面諸元一覧 (シナリオ 1) .....	8-6
表 8.2-3	幹線水路断面諸元一覧 (シナリオ 2) .....	8-6
表 9.1-1	事業スケジュール (シナリオ 0 : with Pump) .....	9-1
表 9.1-2	事業スケジュール (シナリオ 0 : without Pump) .....	9-1
表 9.1-3	事業スケジュール (シナリオ 1) .....	9-1

表 9.1-4	事業スケジュール（シナリオ 2）	9-2
表 9.2-1	シナリオ別概算工事費集計表	9-3
表 9.3-1	施設管理の内容区分	9-4
表 9.3-2	要員計画（Project Office）	9-6
表 9.3-3	要員計画（Regional Office）	9-7
表 9.4-1	イラク国水資源省の人員（2010 年度）	9-9
表 9.4-2	イラク国水資源省および農業省への年度別計上予算	9-9
表 9.4-3	イラク国の年度別農林水産セクターの GDP 比率の推移	9-9
表 9.4-4	イラク国セクター別開発予算（2011～2014 年）	9-10
表 9.4-5	年度別水資源省開発投資予算（2011～2014 年）	9-10
表 10.1-1	実施事業における主要なコンポーネント	10-4
表 10.1-2	大気汚染に関する基準	10-9
表 10.1.3	イラク国水質基準	10-9
表 10.1.4	イラク国排水基準	10-10
表 10.1.5	イラク国騒音基準	10-10
表 10.1-6	代替案の比較	10-13
表 10.1-7	ルート 1 のシナリオの比較	10-14
表 10.1-8	ルート 1（シナリオ 0）にかかるスコーピング	10-15
表 10.1-9	想定される環境社会配慮調査の TOR	10-17
表 11-1	$\alpha \beta \gamma$ 117 の作物別作付面積	11-1
表 11-2	シナリオ別事業費	11-3
表 11-3	作付けパターン別増加所得額（作付けブロック当り）	11-4
表 11-4(1)	財務・経済評価結果（シナリオ 0：ポンプあり）	11-5
表 11-4(2)	財務・経済評価結果（シナリオ 0：ポンプなし）	11-5
表 11-4(3)	財務・経済評価結果（シナリオ 1）	11-5
表 11-4(4)	財務・経済評価結果（シナリオ 2）	11-5
表 11-5	感度分析結果	11-6
表 12-1	シナリオおよび作付パターン別事業効果（1USD=1,170ID、1USD=82 円）	12-1
表 12-2	シナリオ別特徴	12-2

略 語

B/C	Benefit Cost Ratio
BCM	Billion Cubic Meter
BOQ	Bill of Quantities
CF	Conversion Factor
C/P	Counterpart
CRIM	Centre for Restoration of the Iraqi: Marshland
EC	Electric Conductivity
EIA	Environmental Impact Assessment
EIRR	Economic Internal Rate of Return
EIS	Environmental Impact Statement
FAO	United Nations Food and Agriculture Organization
FIRR	Financial Internal Rate of Return
F/S	Feasibility Study
GB	Gypsum and Breccia
GDP	Gross Domestic Products
GIEWS	Grobal Information and Early Warnign System, FAO
GIS	Geographic Information System
GOI	The Government of Iraq
GOJ	The Government of Japan
HH	Household
HQ	Head Quarters
HRA	High Rainfall Area
HYV	High Yield Variety
IAU	Inter-Agency Information and Analysis Unit
ICARDA	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas
ID	Iraq Diner
IDP	Internally Displaced Persons
IEE	Initial Environmental Evaluation
IRR	Internal Rate of Return
IOM	International Organization for Migration
JICA	Japan International Cooperation Agency
JCT	Joint Technical Committee
LEPA	Low Energy Precision Application
LRA	Limited Rainfall Area
MCM	Million Cubic Meter
MESA	Mid-elevation Spray Application
MoWR	Ministry of Water Resource
MRA	Moderate Rainfall Area
MW	Megawat
NDP	National Development Plan
NPV	Net Present Value
OCHA	United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affaires
OFFP	Oil For Food Programme
PD	President Degree
PMF	Probable Maximum Flood
PMT	Project Management Team
PRSP	Poverty Reduction Strategy Paper
SC	Steering Committee
SCF	Standard Conversion Factor
SDI	Subsurface Drip Irrigation
SI	Supplimentary Irrigation System
SOSLR	Soil Organization of Soil and Land Reclamation



SCR	Security Council Resolution
SWLRI	Strategy for Water and Land Resources in Iraq
TDS	Total Dissolved Solids
UNDP	United Nations Development Programme
UNEP-ITCE	United Nations Environment Programme- International Environmental Technology Centre
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNHCR	United Nations High Commissioner for Refugees
USDA	United States Department of Agriculture
USSR	Union of Soviet Socialist Republics
VAM	Vulnerability Assessment Map, WFP
WB	The World Bank
WFP	World Food Programme

1 ドナム = 0.25ha

1 USD = 1,170 イラクディナール (ID)

1 USD = 82 円

## 第1章 はじめに

### 1.1 調査の背景・目的

イラク国は中近東諸国の中では比較的豊かな水資源を有しているが、節水灌漑などの効率的な灌漑技術が十分に導入されてはならず、その水資源が有効に活用されていない。全国 600 万 ha の可耕地の約 50% は天水に依存し不安定であり、その一方、灌漑農業が実施されている地域では排水不良や塩害が発生している。農業セクターは近年衰退傾向にあり、1992 年に農業セクターが GDP に占める割合は 25% であったが、2008 年には 5% にまで減少している。これは食料供給が不安定になるだけでなく、農村地域における雇用機会の減少という事態も招いている。

イラク国政府は第 3 次国家開発戦略（2007～2010 年）において復興のために以下の 4 つの柱を掲げており、①の中で農業セクターの基盤強化を重視している。今後のイラク国の安定した復興・発展および食料の安定供給のために、農業分野の技術改善や農業技術の普及が不可欠であり、水資源開発を含めた生産インフラ基盤整備が急務となっている。

- |               |                       |
|---------------|-----------------------|
| ① 経済成長の基盤強化：  | 石油・ガス・農業・鉱工業セクターの基盤強化 |
| ② 民間セクターの活性化： | 電力復興、運輸・通信基盤の整備       |
| ③ 生活の質の向上：    | 上下水道の整備、医療・教育の質の向上    |
| ④ ガバナンスの強化：   | 行政基盤の構築・人材育成          |

1980 年代には、チグリス川から導水する新規灌漑システムを導入し、農業生産量の増加と地域の経済・社会復興を目指した南部ジャジーラ、北部ジャジーラ、東部ジャジーラにおける灌漑事業のフィージビリティ調査（F/S）が実施された。このうち北部ジャジーラ灌漑事業は 1991 年に完了し、水源となるモスルダムも 1985 年に運用を開始した。しかし、南部ジャジーラ地域と東部ジャジーラ地域の灌漑事業は、その後の社会状況の変遷、経済制裁等により約 20 年間凍結されたままであった（東部ジャジーラは現在建設中）。

イラク戦争終結後、イラク国政府は農業セクターの強化および食料安全保障を目的として、この事業を再開することを決定した。しかし、上記 F/S から 20 年余りを経て、ダムの安全性や建設コストの面から調査結果を見直す必要が認識されている。日本政府は、その後の水資源量の変化、灌漑技術の進歩、およびイラク国側が実施しているダムの安全性確保のための方策を踏まえて、上記 F/S の内、スイスコンサルタンツが実施した南部ジャジーラ灌漑事業の F/S レポート（以下、「スイス F/S」）のレビューを行い、技術的、経済的に妥当性の高い事業内容を検討することを決定した。

南部ジャジーラ灌漑事業の目的は、1) 国家食糧安全保障のための農業生産の振興、2) 最新の灌漑技術を導入しての灌漑効率改善、3) 農村地域における雇用の促進、であり、これらをもってイラク国民の繁栄を実現することにある。

本件調査は、イラク国ニナワ県南部ジャジーラ地域を対象とし、イラク国農業分野およびチグリス川流域における水資源配分の現状に留意してスイス F/S のレビューを行い、対象地域の水資

源賦存量、営農状況を踏まえ、技術的・経済的に妥当性の高い事業内容・規模の灌漑農業計画を提案することを目的としている。

## 1.2 業務の範囲

2009年7月に両国政府間で交わされた協議議事録（M/D）の Attachment 2-1 では、調査のフェーズ 1 を F/S のレビュー、フェーズ 2 を詳細設計および入札図書の作成、の 2 段階に区分している。一方、JICA の業務指示書では、上記のフェーズ 1 をさらに 2 段階に分けている。イラク国側と共通の理解のもとで業務を進めるため、本調査を以下の通り、フェーズ 1-A とフェーズ 1-B に分けることとした。

フェーズ 1-A：南部ジャジーラ地域における灌漑農業事業実施の優先度・妥当性の確認、利用可能な水資源の概要把握、スイス F/S レビュー、フェーズ 1-B の調査範囲および内容の提示

フェーズ 1-B：フェーズ 1-A の調査結果に基づく灌漑農業事業計画策定に必要な調査、事業計画の策定、事業効果の検討、環境社会配慮

しかしながら、1)スイス F/S レポートの欠損部分の収集の遅れ、2)その後のスイス F/S の検討結果、3)別途イラク政府が実施中のイタリアコンサルタントによる全国水土地戦略調査（SWLRI）の進捗状況、4)その他関連資料の収集状況から、今後のフェーズ 1-A とフェーズ 1-B の業務内容の概要を以下のとおりとした。

フェーズ 1-A：南部ジャジーラ地域における灌漑農業事業実施の優先度・妥当性の確認、スイス F/S レビュー、フェーズ 1-B の調査範囲および内容の提示
フェーズ 1-B：南部ジャジーラ地域におけるシナリオ別の利用可能な水資源の概要把握、フェーズ 1-A の調査結果に基づくシナリオ別の灌漑農業事業計画策定に必要な調査、事業計画の策定、事業効果の検討、環境社会配慮

## 1.3 調査概要

### 1.3.1 スイス F/S レポートの評価

#### (1) スイス F/S レポートの変遷と課題

F/S 調査は 1970 年代後半から開始され、1984 年に最終報告書が作成されている。1982 年にトンネル案（Alternative-1）で一度最終報告書（Main Report）が取り纏められているが、1984 年にはポンプ案（Alternative-2）と比較検討を行い、同案に変更されている。さらに、1995 年の見直し時には、トンネル案に戻っている。主な問題点は以下のとおりである。

- 1) 1982 年まではポンプ案は存在しない。2 つの作付パターン（ABC、XYZ パターン）で比較検討を行っているものの、両作付パターンによる年間使用水量とも前提条件であるモスルダムか

らの使用可能量 (12.75 億 m<sup>3</sup>) を超過している。

- 2) 1984 年では XYZ パターンにより、トンネル案とポンプ案を比較検討しているが、トンネル案の事業費および IRR を算出していない。
- 3) 1984 年の Main Report が作成されていない。
- 4) 1995 年の見直し案では、トンネル案 (104,000ha) とポンプ案 (140,630ha) の計画灌漑面積が大きく異なっている上、トンネル案の IRR が算出されることなく (ポンプ案はあり)、トンネル案を採用している。
- 5) 上記 4) で、両案とも年間使用水量が不明である。

即ち、課題として 1)各 Alternative の基本設計諸元に整合性がないこと、2)年間使用水量、取水量等の前提条件と解析結果に齟齬が見られること、3)同条件下で各 Alternative が比較検討されていないこと、などが挙げられる。

スイス F/S レポートの変遷と課題を整理すれば、表 1-1 のとおりとなる。

表 1-1 スイス F/S レポートの変遷と課題

A. 前提条件		備考		課題	
1. 事業対象面積 (グロス):190,000ha (これまでの理解)		事業対象面積 (Project Area) は213,900haであり、 <b>50cm以上が191,800ha</b> という記載がある (Main 4-25)			
2. 年間使用可能水量	12.75億m3	Water Balance Reportで規定 「General Scheme of Water Resources and Land Development in Iraq」(通称ソビエレポート) (スイスF/Sと同時進捗していたと考えられる)		1)ソビエレポート未入手 2)イタリア(2010年8月開始)の全国水・土地資源戦略調査(SWLR)の結果を待つ必要あり 3)スイスコンサルが水収支式と観測流量を用いて検討を行っているようだが(Main Scheme Report, 1989)、詳細は分からない。	
3. 作付計画	ABCパターン	比較的年間消費水量の多い作付パターン		比較対象案	
	XYZパターン	比較的年間消費水量の少ない作付パターン(かつ、外部条件である「事業対象外の農業生産に必要なインフラ、市場能力は変えない」と仮定している)		比較対象案	
	PQRパターン	無制限に水が使えると仮定した作付パターン		比較対象外(ソビエレポートの結論が出ていなかったため、考えられた案?)	

B. F/Sレポートの変遷		灌漑可能面積		備考		
1. 1982年		ABCパターン	XYZパターン			
灌漑方法		125,451ha	129,354ha	年間使用可能水量12.75億m3以内で検証		
1) 地表灌漑の場合				年間使用可能水量12.75億m3以内で検証		
2) スプリンクラーの場合		142,178ha	146,601ha			
2. 全対象地域スプリンクラー灌漑の推奨		理由: 1)表土の土壌深が小さい→地表かんがいでは塩類遡上の危険性が高い 2)年間使用可能水量の制限				
3. 1982年(Main Report)		1)ABC	2)XYZ		課題	
1) Alternative	トンネル案	トンネル案	トンネル案	ポンプ案	ポンプ案(Alternative-2)は存在せず	
2) 灌漑方法	スプリンクラー100%	スプリンクラー100%	スプリンクラー100%	検討なし		
3) 計画灌漑面積(ネット)	159,700ha	159,700ha	159,700ha	検討なし	土壌調査の結果は反映されていない	
4) 対象土壌深	50cm	50cm	50cm	検討なし		
5) 年間使用水量	14.4億m3	13.9億m3	13.9億m3	検討なし	年間使用可能量を超過している。	
6) 導水路施設規模	135m3/s	123m3/s	123m3/s	検討なし	施設規模決定の諸元(効率)が整合していない	
7) 事業費	365,8081千ID	378,831千ID	378,831千ID	検討なし	1)ABC案<2)XYZ案	
8) IRR	1.73%	1.19%	1.19%	検討なし	IRR算出は面積152,800haを対象 採用案	
4. ポンプ案(Alternative-2)の登場		-----				
5. 1983年 土壌調査の完了		灌漑適地 (スイスF/S判断)	事業対象面積(グロス) ↓		備考	
土壌深 (cm)	土地利用計画 (SOSLR奨励)		原計画地区(a)	拡張地区(b)		
<50	牧草のみ	灌漑不適	23,875ha	41,886ha	ポンプ案により事業対象地区が拡大する	
50 - 80	大麦のみ (天水、灌漑不適)	スプリンクラーのみ	54,892ha	7,291ha	土壌深<50cmは事業対象地区に含まれず SOSLRは灌漑不適としているものの、スイスF/Sは「パイロット」で検証するとしている	
80 - 150	冬作のみ(スプリンクラー可)	スプリンクラー地表	103,401ha	20,807ha		
150 - 200	夏作+冬作(スプリンクラー)	スプリンクラー地表	22,069ha	3,762ha		
>200	地表灌漑(集約農業)	スプリンクラー地表	16,738ha	15,718ha		
		計	197,100ha	47,578ha	244,678ha(a+b)	
SOSLR :State Organization of Soils and Land Reclamation (Organization for Implementation of Irrigation and Reclamation Project)						
6. 1984年		作付パターン	1)ABC	2)XYZ		課題
1) Alternative	トンネル案	トンネル案	トンネル案	ポンプ案		
2) 灌漑方法	検討なし	スプリンクラー100%	スプリンクラー100%	スプリンクラー100%	施設計画はスプリンクラー:50%、地表:50%で計画	
3) 計画灌漑面積(ネット)	検討なし	159,700ha	140,880ha	80cm	灌漑面積は土壌深で決定	
4) 対象土壌深	検討なし	50cm	80cm			
5) 年間使用水量	検討なし	14.0億m3	12.3億m3		トンネル案は年間使用可能量を超過	
6) 導水路施設規模	検討なし	125m3/s	125m3/s		施設計画はスプリンクラー:50%、地表:50%で計画	
7) 事業費	検討なし	315,200千ID	315,200千ID		トンネル案の事業費なし	
8) IRR	検討なし	検討なし	1.29%		ポンプ案のみIRR算出 採用案	
7. Main Report(1984年)最終版なし						
8. 1995年 (up-date)		作付パターン	1)ABC	2)XYZ		課題
1) Alternative	トンネル案	トンネル案	トンネル案	ポンプ案	コストのみの見直し	
2) 灌漑方法	検討なし	検討なし	検討なし	検討なし	1984年当時と変更なし	
3) 計画灌漑面積(ネット)	検討なし	104,000ha (グロス: 190,000ha)	140,630ha (グロス: 200,460ha)		トンネル案のネット面積激減の理由が不明 灌漑率(ネット/グロス):両案の相違に言及なし トンネル案:55% ポンプ案:70%	
4) 対象土壌深	検討なし	検討なし	検討なし	検討なし	1984年当時と変更なし	
5) 年間使用水量	検討なし	検討なし	検討なし	検討なし	1984年当時と変更なし	
6) 導水路施設規模	検討なし	125m3/s	125m3/s		ポンプ案の灌漑面積が大きいに拘わらず、施設規模は同じ	
7) 事業費	検討なし	85,000千ID	110,000千ID (見直し後)		トンネル案<ポンプ案 積算根拠が不透明	
8) IRR	検討なし	検討なし	1.20%		ポンプ案のみIRR算出 採用案	
9. 2010年		:1995年案のまま現在に至る				

(2) スイス F/S レポートのレビュー結果の概要

表 1-2 に示す F/S の Annex 毎のレビュー結果概要とその対応策を Project Management Team (PMT) に説明したところ、概ね理解が得られた。

表 1-2 レビュー結果と対応策

F/S の Annex	レビュー結果概要	対応策
1. Geology	—	
2. Soils	① 衛星画像によれば、多くのワジが面整備により埋立てられている。 従って、灌漑適地を特定する要素となる土壌深が変化しているものと推察される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 土壌深図の更新のため、サンプル的にワジの周辺を中心に土壌調査の実施を提案。</li> <li>● 土壌侵食防止のために排水施設を考慮することを提案。</li> </ul>
3. Hydrology	① 年間利用可能水量の妥当性確認のためのダム貯水池関連のデータが不明である。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 妥当性確認のために、ダム貯水池での水収支計算の見直しを提案。</li> </ul>
4. Feeder Canal	① 設計条件（設計流量等）が、Alternative 毎に異なっている。 ○トンネル案（Alternative-1） <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Main Report(1982)：Q<sub>design</sub>=130m<sup>3</sup>/s、詳細不明</li> <li>・ ANNEX (1984)：Q<sub>design</sub>=125 m<sup>3</sup>/s、Anet=159,700ha、作付体系（XYZ）、Inet=115.7mm（5月）、灌漑効率=0.64、気象条件=10%</li> <li>・ Updated F/S (1995)：Q<sub>design</sub>=125 m<sup>3</sup>/s、（詳細不明：Anet=104,000ha）</li> </ul> ○ポンプ案（Alternative-2） <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ANNEX (1984)：Q<sub>design</sub>=125 m<sup>3</sup>/s、Anet=160,400ha、作付体系(PQR)</li> </ul> ○重力案（Alternative-3） <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 情報なし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 再検討する設計流量により、水路設計の修正を提案。</li> <li>● Alternative-3 を比較の対象外とした理由を確認する必要がある。</li> </ul>
	② 水路の路線選定後、25年が経過しており、水路周辺での道路建設や村落の拡大等が衛星画像で確認される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 将来 DD において、水路の路線選定及び施設配置計画を最新の地形図を基に再検討することを提案。</li> </ul>
	③ 開水路部は、非常に緩い（1/10,000）縦断勾配で計画されているために、設計や施工管理において注意が必要である。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 分水工地点での必要水頭を確認し、水路の縦断計画の再検討を提案。</li> </ul>
5. Irrigation and Drainage	① 比較検討の結果、地表灌漑ではなくスプリンクラー灌漑が選定された。 年間利用可能水量は、見直しによって、厳しく限定されるものと推察される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● LEPA（low energy precision application）やドリップ灌漑のような高効率灌漑技術を節水の観点より導入することを提案。</li> </ul>
6. Physical Planning	① 全体の面整備が既に実施されており、現在の土地利用は、施設計画時点と異なっている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 将来 DD において、最新の地形図を基に施設計画の見直しを提案。</li> </ul>

F/S の Annex	レビュー結果概要	対応策
7. Agriculture	① 南部ジャジーラ事業へのモスルダムからの年間利用可能水量の根拠が、明確でない。また、月別の利用可能水量も不明確である。 ・ソビエト Report: 12.91 億 m <sup>3</sup> (System No.41: Jazira) ・スイス F/S : 12.75 億 m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 南部ジャジーラ事業の年間必要水量を算出し、全国水・土地資源調査 (SWLRI) を実施するイタリアコンサルとの連携を提案。</li> <li>● イタリアのコンサルタンツが算出する年間利用可能水量と整合が図られる灌漑計画立案を提案。</li> <li>● 作付体系 (XYZ) は、現在の状況による見直しを提案。</li> </ul>
	② 作付体系や灌漑面積により算出された年間必要水量は、12.75 億 m <sup>3</sup> を超えている。 ・1982: 作付体系(ABC)、トンネル案⇒ 14.4 億 m <sup>3</sup> ・1982: 作付体系(XYZ)、トンネル案⇒ 13.9 億 m <sup>3</sup> ・1984: 作付体系(XYZ)、ポンプ案 ⇒ 12.3 億 m <sup>3</sup>	
	③ 外部条件(将来の市場性、流通能力改善の可能性等)は変更しないと仮定した作付体系 (XYZ) を採用している。	
8. Markets & Management	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 市場状況を勘案し、全ての価格を更新する。</li> <li>● 農業生産物の市場性について再調査を行う。</li> </ul>
9. Organization & Management	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 組織と管理計画は、見直しがなされた計画を基に変更することを提案。</li> </ul>
10. Farm Budgets	① スイス F/S では、水利費を徴収する計画であるが、イラクでは水利費を徴収するシステムはない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水路の維持管理に関する水利組織等の必要性について検討を行う。</li> </ul>
11. Alternative Agriculture plan	① この案は、年間利用可能量を無視している。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現実的な案でないため、考慮しない。</li> </ul>
12. Economic & Financial Analysis	① Alternative の比較が同一条件で実施されていない。設計条件、単価の年度、評価年度が異なっている。 ・1982 : 作付体系(ABC)、トンネル案⇒ IRR=1.73% 作付体系(XYZ)、トンネル案⇒ IRR=1.19% ・1984 : 作付体系(XYZ)、ポンプ案⇒ IRR=1.29% ・1995 : 作付体系(XYZ)、ポンプ案⇒ IRR=1.20%	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 経済、財務分析は、最新の単価を用いた同一設計条件及び同一評価年度での実施を提案。</li> </ul>

### (3) 財務および経済分析の再現

#### (a) オリジナルのスイス F/S (1984 年)

1984年のオリジナルスイス F/S では、トンネル案とポンプ案の2案が検討されている。しかし、両者は異なる条件設定の下で検討されており、単純に比較することができない。調査団が入手できたオリジナル F/S は、主報告書が 1982 年のドラフト段階のものであり、Annex は 1984 年の最終版となっている。このため、主報告書と Annex で整合がとれていないが、1982 年まではトンネル案が主として検討され、1983 年に新しい土壌データを入手した後はポンプ案が主な検討対象となったようである。

表 1-3 トンネル案およびポンプ案の経済評価概要

項目	トンネル案	ポンプ案
構造物 (延長)	導水路+トンネル (60.3km inc. tunnel 19km)	導水路+ポンプ (82.15km)
対象地域	158,200ha (27 村) 土壌深 50cm 以上	140,880ha (26 村) 土壌深 80cm 以上
作付け体系	ABC, XYZ, PQR	XYZ
価格基準年	輸入品は 1980 年の交換レートを利用	不明確であるが、1983 年以上と推定される
年効果額 (効果最大時)	ABC: 46,091,000 ID XYZ: 38,175,000 ID PQR: 計算書なし	XYZ: 34,703,000 ID/年
建設費	ABC: 365,808,000 ID XYZ: 378,831,000 ID PQR: 383,905,000 ID	XYZ: 315,200,000 ID
工事期間	5 年間 (計算期間 50 年)	4 年間(計算期間 50 年)
EIRR	ABC: 1.7% XYZ: 1.3% PQR: 4.2%	XYZ: 1.29
結論	(PQR 案が経済的には最適)	XYZ 案が最も安全側で現実的

結論として、オリジナル F/S はポンプ案 (作付けローテーション XYZ) を推奨し、感度分析も同案のみで行われている。

(b) 1995 年のスイス F/S 見直し

水資源省 (MOWR) では 1995 年にスイス F/S の見直しを行っており、その際以下の項目を見直している。

- 1) 最新の工事単価を用いて事業費を再計算。ポンプは北部ジャジーラ灌漑事業、トンネルは東部ジャジーラ灌漑事業の単価を援用。
- 2) 輸入財は最新の関税、内外価格差を考慮して決定。
- 3) 経済分析ではポンプ案 (受益面積 140,880 ha、土壌深 50cm 以上) のみ評価。

この結果、表 1-4 に示す結果を導出し、トンネル案を推奨している。

表 1-4 1995 年見直しにおけるトンネル案およびポンプ案の比較

項目	トンネル案	ポンプ案
構造物	導水路+トンネル	導水路+ポンプ
対象地域	記載なし	140,880ha、土壌深 80cm 以上
Construction Cost	85,000,000 ID	110,000,000 ID
EIRR	-	PQR: 4.0% ABC: 1.7% XYZ: 1.2%
結論	経済的にはトンネル案を推奨	-



### 1.3.2 調査完結に必要なとした重要資料

エルビルに拠点を置く調査団は、治安対策上ローカルコンサルタントを活用して、モスル市の政府機関への資料請求、ならびに JICA イラク事務所経由で、バグダッドの水資源省、計画省等の中央省庁に対する資料請求を行ってきた。

本件調査業務を完結する上で、困難が伴うと考えられる重要資料は以下のとおりである。

#### (1) 水資源の安定性検討に必要な資料

(資料-1) ソビエトレポート：スイス F/S レポートが根拠としているモスルダム年間可能使用量の水収支解析結果が記載されている。

スイス F/S では、モスルダム年間使用可能量 1.275 BCM を前提に灌漑計画が策定されているが、ソビエトレポートにはその根拠となる水収支解析結果が記載されているとの情報であり、営農計画、灌漑計画を見直す上で、1.275 BCM の算出根拠を検証する必要があった。同レポートの入手後、内容を検討した結果、1.275 BCM の根拠を見出せる情報がないことが判明した。

(資料-2) モスルダム安全年次報告書：モスルダムの流出入量実績が記載されている。

モスルダムへのチグリス川上流からの流入量、北部ジャジーラでの灌漑使用量、発電使用量、下流放流量などのダム運用実績から、南部ジャジーラの年間使用可能量の妥当性を検証する上で必要となった。同データを入手し、モスルダム貯水池オペレーションに関する水収支の検証に適用した。

(資料-3) チグリス川流域水協定に関する情報：将来のモスルダムへの流入予測

将来締結されるであろう国際水協定により、モスルダムへの流入量が限定されることにより、南部ジャジーラにおける使用可能量が制限されることになれば、事業の実効性が薄れる。水協定は国際間のセンシティブな問題であることから、その入手は困難と考えられる。調査団は、南部ジャジーラの計画取水量がモスルダムへの年間流入量の 10%程度であることから、水協定に関する情報の入手如何にかかわらず、大幅に制約を受けないという条件下、調査を実施することを提案した。

一方、イラク国 MOWR は、モスルダムへの流入量予想について、実施中の SWLRI 調査の結果を待ちたい意向を示し、代わりに流入 Indicator (10.1 BCM/年間) が示されるに至った。

(資料-4) 下流必要放流量に関するデータ

南部ジャジーラ地域における利用可能な水資源量を算定するにあたり、上記 (資料-3) に加えて、モスルダム下流域における農業、上水、発電、工業、湿地保全等の将来水需要に沿った下流放流量を確定する必要がある。これについても MOWR は SWLRI 調査結果を待つ必要から、モスル市への給水のために、安定的な水位を確保するための流量である 200 m<sup>3</sup>/s を下流放流 Indicator として示すに至った。

(2) モスルダム安全性検討に必要な資料

(資料-5) 地下連続壁実施にかかる入札図書、工法、工事スケジュールに関する情報：

イラク国 MOWR は、モスルダム安全性検証に関する資料・情報の提供については、一貫して拒否している。現在実施中のグラウティング状況から水資源省の財力・実行能力は懸念されるものではない。また、予定される施工業者の技術力・実績を考慮すれば、連壁工事が安全かつ確実に実施される条件下、調査を実施した。

1.3.3 灌漑農業計画を策定するシナリオ数

「1.3.2 調査完結に必要なとした重要資料」に示したとおり、イラク側 MOWR は、流入量および下流放流量に関して、各々Indicatorを示す一方で、同IndicatorがSWLRIの結果により変動することが想定され、調査団に対して南部ジャジーラの利用可能水資源量について、複数のシナリオを策定するよう要望があった。JICAとイラク国MOWRとの協議の結果、最終的に表1-5のとおりとなった。なお、トンネル案のシナリオ-3については、シナリオ-0、1、2の概略設計、事業評価結果より、南部ジャジーラ事業に必要な水資源量、計画取水量、計画灌漑面積を算出するのみとし、灌漑農業計画を伴う概略設計は行わない。

表 1-5 シナリオ数

導水路案	シナリオ	計画取水量	対象地域 (50cm以下含む)	灌漑面積グロス (50cm以上)	灌漑面積 (ネット)
1.トンネル案	シナリオ-0	100 m <sup>3</sup> /s	220,700 ha	196,400 ha	148,600 ha
	シナリオ-1	80 m <sup>3</sup> /s	179,900 ha	157,200 ha	119,000 ha
	シナリオ-2	60 m <sup>3</sup> /s	132,300 ha	114,800 ha	86,800 ha
	シナリオ-3 (暫定値)	40 m <sup>3</sup> /s	91,500 ha	78,700 ha	59,500 ha
2.ポンプ案	シナリオ-0	100 m <sup>3</sup> /s	220,700 ha	196,400 ha	148,600 ha

備考：この段階におけるシナリオ-3の計画取水量および灌漑面積は、暫定値である。同数値はシナリオ-0～2の事業評価結果により推算されるもので、最終推算値は、本編「11.事業評価」を参照。

なお、各シナリオの対象範囲絞り込みの考え方は表1-6のとおりである。

表 1-6 対象範囲絞り込みの考え方

シナリオ	対象範囲絞り込みの考え方	対象範囲外とする 灌漑ブロック
シナリオ-0:	全対象灌漑面積	なし
シナリオ-1:	シナリオ-0範囲から、西部高台のポンプ揚水の必要な地区を対象外とする	P1、P2、P3、P4、P5、P6
シナリオ-2:	シナリオ-1範囲から、導水路の着水地点から遠方の西部地区を対象外とする	W7、W8、W9、W10、W11
シナリオ-3	シナリオ-2範囲から、導水路の着水地点から遠方の東部地区を対象外とする	E2、E3、E4

### 1.3.4 現地調査の概要

本件業務では、調査対象地域の安全を確認しつつ、本邦調査団が限定的に現地調査を実施する計画であったところ、モスルダムの現地踏査は実現したが、北部ジャジーラ地区を含む調査対象地域の安全が確認出来ず、本邦調査団による現地確認を断念した。また、ローカルコンサルタントを活用して現地調査を行い、MOWR、農業省等の関連機関への質問票形式による情報の収集を行うことになった。現地調査期間中に行ったローカルコンサルによる現地調査結果の概要は表 1-7 のとおりである。

表 1-7 現地調査の概要

項目		計画・内容	備考
1. 調査団、ローカルコンサルによるもの			
1)	GIS 衛星画像解析現地踏査	11 ポイントの土地利用現地確認	ローカルコンサル安全確保上、60 から減
2)	GIS データベース・インプット	道路・鉄道、計画図、水系、井戸、村落位置、灌漑（井戸、ラテラル、センター）、遺跡、等	一部グーグルアース画像で代用
3)	農家・社会経済聞き取り調査（対農家）	北部 6 農家、南部 12 農家（計 18 農家）、家族構成、年間収支、営農形態、保有機械、インプット、作物価格、市場、等	
4)	井戸調査	6 村 11 井戸（建設年、用途、水位、水質、水量等）	
5)	市場価格調査	モスル市の市場価格調査、資機材価格、労働賃金、等	
6)	計画導水路線における既設横断施設調査	14 箇所	ローカルコンサル安全確保上、20 箇所から減
2. 政府機関に対する質問票			
1)	農業に関する質問票	作付形態、耕作面積、収量、農家経営、等	
2)	社会・経済に関する質問票	人口、貧困、GDP、産業、労働力、価格指標、地方予算、作物価格、等	

#### 1.4 関係者との協議内容および技術指導内容

調査団はバグダッド本省の MOWR、MOA、計画省（MOP）の関係者に、ニナワ県モスル市の MOWR 地方事務所に拠点を置く本事業の Project Management Team (PMT)を加え、本調査における各段階のレポート説明協議を通じて調査内容・手法説明にかかる技術指導を行ってきた。特に PMT とはレポート説明協議以外にも、4 回に亘ってスイス F/S の内容確認を通じての F/S 策定手法、モスルダム貯水池の利用可能な水資源量の算定方法、期別作物消費水量の計算手法に関して技術指導を実施した。主な協議、技術指導内容は、表 1-8 に示すとおりである。

表 1-8 イラク側との協議内容および PMT への技術移転内容

開催日	出席機関、事務所	主な協議、技術移転内容
1. 2010年6月17日 Inception Report (ICR) 説明時、エルビルにて	MOWR (バグダッド) MOP (バグダッド) PMT (ニナワ県) JICA イラク事務所 コンサルタント調査団	1) 調査団の紹介、調査の内容 2) 調査に必要な資料提供依頼 3) ローカルコンサルへの便宜供与依頼
2. 2010年6月30,31日 運営指導調査団合同 による ICR 説明時、 エルビルにて	MOWR (バグダッド) MOP (バグダッド) PMT (ニナワ県) JICA イラク事務所 JICA 運営指導調査団 コンサルタント調査団	1) コンサルの調査内容の確認 2) モスルダム安全性検証にかかる資料提供依頼 3) 調査を通じての能力開発の必要性 4) Phase 1-a の結果によっては、調査中断の可能性の確認 5) 早急な Steering Committee (SC)の設置依頼
3. 2010年7月1日 第1回 PMT 会議、エル ビルにて	PMT (ニナワ県) コンサルタント調査団	1) 資料提供依頼の再確認 2) 農業・社会経済質問票の回答協力依頼 3) スイス F/S レポート欠損頁の提供依頼 4) モスルダム安全性にかかる資料提供の是非 5) 北部ジャジーラ地区の現状評価（農民組織等） 6) ローカルコンサル現地調査にかかる支援依頼
4. 2010年7月29日 第2回 PMT 会議、エル ビルにて	PMT (ニナワ県) JICA イラク事務所 コンサルタント調査団	1) 資料提供再依頼（最新気象データ、ソビエトレポート、モスルダム流入・流出量データ、東部積算資料、農業・社会経済質問票、環境社会配慮、等） 2) スイス F/S レビュー状況（1982、84、95年版の内容変遷経緯と齟齬、年間使用可能量、灌漑効率、作付パターン、等） 3) 南部ジャジーラ現地調査状況 4) PMT メンバーによる農民ニーズの確認
5. 2010年8月8日 第3回 PMT 会議 Progress Report-1 (PR-1) 説明協議時 (SC設置後の会議)、 エルビルにて	MOP (バグダッド) PMT (ニナワ県) DOA (ニナワ県) JICA イラク事務所 コンサルタント調査団	1) 提供依頼資料の収集状況の確認、再依頼 2) 村落別人口、境界に関するデータ提供依頼 3) 最新気象データ、ソビエトレポートの再依頼 4) チグリス川水協定に関する情報提供依頼 5) 全国水土地戦略調査 (SWLRI) の内容提供依頼 6) モスルダム運用方法に関する評価 7) モスルダム連壁工事入札の情報提供依頼 8) スイス F/S のレビュー状況、評価 9) スイス F/S の土壌表土深図の活用方法 10) 導水路ルート of 更新方法 11) スプリンクラー灌漑の課題検討 12) 導入作物の国策、作付パターンの選定検討 13) 対象とする事業効果（南部ジャジーラ、全国）

開催日	出席機関、事務所	主な協議、技術移転内容
6. 2010年8月15日 Steering Committee (SC) 会合、バグダッドにて	MOWR (バグダッド) MOP (バグダッド) MOA (バグダッド) JICA イラク事務所 (コンサル不参加)	1) MOA が参加した初回の SC の開催 2) 調査・解析に必要な資料の早期提供依頼 (最新気象データ、ソビエトレポート、モスルダム流入・流出量データ) 3) SWLRI のスケジュール確認
7. 2010年11月11、12日 Interim Report(ITR)説明協議時、エルビルにて	MOWR (バグダッド) (含 NCoWRM) MOA (バグダッド) MOP (バグダッド) PMT (ニナワ県) JICA イラク事務所 コンサルタン調査団	1) 将来の流入量の確認 (SWLRI の結果を待つ) 2) 下流必要放流量の確認 (SWLRI の結果を待つ) 3) 上記に代わる、Indicator 提示の確認 4) モスルダムの安全性は、国際業者の実績、経験から安全に連壁が施工されることを確認 5) 環境は配慮法規の確認 6) 調査を継続するための重要資料提供の再依頼 (最新気象データ、モスルダム流入・流出量データの追加)
8. 2011年3月16、17日 Progress Report-2 (PR2) 説明協議時、 エルビルにて  第4回PMT会議(PR2 説明協議終了後)	MOWR (バグダッド) MOA (バグダッド) MOP (バグダッド) PMT (ニナワ県) DOA (ニナワ県) JICA イラク事務所 コンサルタン調査団	1) 流入 Indicator の確認 (10.1BCM/年) 2) 流出 Indicator については、イラク側よりニナワ県内のダム建設前の水需要既得権量 (200m <sup>3</sup> /s) を必要最低放流量とすることを確認 3) 提供された最新気象データの扱い方協議 (DFR で置き換える) 4) 最大灌漑面積は、灌漑不適地を考慮し、147,600ha であるが、DFR で詳細確認する 5) 最大灌漑面積に基づき、トンネル案については3つシナリオ (設計流量: 100, 80, 60 m <sup>3</sup> /s)、ポンプ案については、1つのシナリオ (100 m <sup>3</sup> /s) で概略設計を行うことを確認 6) 最低事業規模は IRR が 0% で求めることを確認 7) 灌漑効率はスイス F/S から 0.68 を適用することを確認 8) 受益者数、村落境界の確認 9) PMT メンバーに対して以下の技術移転を実施 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 期別消費水量算定手法</li> <li>● モスルダムの水収支計算手法</li> </ul>
9. 2011年7月25、26日 Draft Final Report (DFR) 説明時、バグダッドにて	MOWR, MOA, MOP (バグダッド) PMT (ニナワ県) JICA イラク事務所 コンサルタン調査団	イラク側からの DFR に対するコメントおよび対処方針等は以下のとおりである。 1) 工期に関して、スイス F/S の考え方に基づいて計画した 19 年間に対して、水資源省は、水資源開発戦略 (2010-14) が示す南部ジャジーラ地区の開発計画に沿って、再検討するよう要請があった。これによる工事期間は 8~9 年となる。 2) 年間作付率について、将来水資源が逼迫することを考慮し、調査団提案の 117%に加えて、年間 1 作見当となる 100%も検討するよう MOWR から提案があり、調査団は了解した。 3) MOWR から、灌漑による調査対象地域に広がる石膏層へ与えるインパクトに対する懸念が示され、事業実施前に実験圃場により検証したい旨の提案があり、調査団は FR で言及することとした。 4) モスルダム水位が 310m 以下になった場合、必要となるポンプ機場の建設費を本事業に含めるよう依頼があった。調査団は同意し、イラク側は情報を提供することを約束した。

開催日	出席機関、事務所	主な協議、技術移転内容
		<p>5) MOWR より示されていた 200m<sup>3</sup>/s の定義について再度説明を求めたところ、モスル市への給水のために、安定的な取水に必要な水位を確保するための流量であることを確認した。</p> <p>6) イラク側より、スイス F/S に沿って家畜生産への効果について記載するようコメントがあった。調査団は了解した。</p> <p>7) イラク側より、本調査にフルスケールの EIA を含めるよう発言があった。調査団は事業規模が SWLRI の結果に左右されることから、JICA と協議の上、現時点で調査可能な項目のみ EIA に含める旨回答した。</p>
<p>10. 2011年7月27日 DFR の首相府顧問団 (Prime Minister's Commission :PMAC) への DFR 説明</p>	<p>PMAC MOWR, MOA, MOP (バグダッド) PMT (ニナワ県) JICA イラク事務所 コンサルタント調査団</p>	<p>調査団 PMAC および関連機関に対して、DFR の概要を説明した。事業規模に関して、MOWR およびガドバーン顧問より、以下の見解が示された。</p> <p>「水資源省としては、小規模に事業を開始した後に規模の拡大を図ることは困難であり、事業の効率、経済性も損なわれることから、最大事業規模（シナリオ 0）にて事業に着手すべしとの考えが示された。これに対してガドバーン顧問からは、南部ジャジーラ灌漑から得られる事業利益を最大化すべしとの意見は、イラク政府内でも水資源省のみが唱えているものであり、私自身（ガドバーン）も含め、他省庁、南部県、南部の水利用者等からの理解を得られる可能性は皆無であるとの前置きあり、イラク政府内で今後正式に検討がなされるものではあるが、私見（ガドバーン）としては、①最小事業規模（minimum feasible）となる最も控えめ（most conservative）な規模から事業を開始し、以後、全国の水資源状況を勘案し、実現可能な範囲で逐次（progressive）事業の拡大を図る可能性を追求するか、あるいは、②水資源省がこれと対立するシナリオに拘る場合には、事業を全く実施しない（zero project, no project）との結論になるであろう。」</p>

NCoWRM :National Center of Water Resources Mangement

DOA :Department of Agriculture, MOA Ninewa Province

## 第2章 イラク国の上位計画との整合性

### 2.1 国家開発5ヵ年計画（2010-2014）の概要

#### (1) 全 体

国家開発計画に示されている今後5年間の目標は以下のとおりである（出典：NDP, MOP）。

- 1) 今後5年間（2010-2014）の年平均GDP増加率を9.38%とする。
- 2) 事業展開を活用した資本労働型を基本とする300～450万人の雇用を創出する。
- 3) 生産性の高い農業・工業セクターおよび経済活性化に影響力のある観光産業について、GDPに占める割合を徐々に高め、イラク経済を多様化する。なお、民間経済活動による観光産業は、GDP向上や雇用創出に直結する。
- 4) 投資量を増やすと期待される国内外の民間セクターの役割を高める。農・畜産・水産事業、観光、工業製品を軸とし、民間セクターにとって魅力ある活動の拡大・多様化、特に他国と比較してイラクが優位な産業を促進する。加えて、民間セクターを支援し、運輸・交通、空港、港湾管理セクターを強化することを通して、教育、衛生改善、住宅建設を促進し、貧困層に貢献する。
- 5) イラクにとて優位な産業である石油・ガス資源、石油化学工業、化学肥料、セメント、製薬、ナツメヤシ、果樹、酪農産業を一層改善する。
- 6) 地域開発に焦点を当て、地方の貧困若年層、女性を対象に最低限の教育、衛生を提供するとともに、雇用を促進し、2007年に比較して30%以上貧困を削減する。
- 7) 地方の貧困層、都市スラムに焦点を当て、イラク全国の必要最低限のインフラ、公共サービス（水、衛生、健康、教育等）を平等に整備する開発パターンを構築する。
- 8) 気象変動に配慮した地球規模の開発および将来世代の権利を考慮し、自然資源の有効活用、経済開発と社会環境のバランスを配慮した持続可能な開発を計画する。
- 9) 地方政府間の調整・協力や地方の優位産品を利用した産業促進を通じた人材育成、地方政府の能力向上を強化する。

#### (2) 農業・水資源開発関連

イラク国の国家開発5ヵ年計画（2010-2014）における「農業・水資源（Chapter 5）」に示される水資源開発関連政策は以下のとおりである（出典：NDP, MoP）。

農業生産の拡大を図る上で、水質保全と水量の確保は近年益々重要となっており、開発政策、とりわけ農業政策の中に優先課題として位置づけることが大事である。このためには、以下に示すように広範囲なプログラムと手続きが必要となる。

- 1) 量的・質的にイラク国内で必要な水を保証すべく、チグリスユーフラテス川およびその支流に関係する国々（トルコ、シリア、イラン）との間で、公正な国際協定に基づいて合意を形成する。
- 2) 水資源省は、農業、発電、運輸、湿地保全、生活、衛生、工業など異なるセクターを考慮

の上、第2次全国水・土地戦略調査（Strategy for Water and Land Resources in Iraq : SWLRI）を早期に完成する。

- 3) 全ての耕作可能地に水を分配すべく計画を作成し、営農に必要な、農業機械、種子や肥料の供給を行う。また、農業技術普及員がモニタリング・評価を行い、農民に適切な営農指導を実施する。
- 4) 水資源の効果的利用と保全を図るため、下水や工業用水の再利用と排水の浄化を含む総合水資源管理を関連機関との調整の下で行う。
- 5) ダム事業の一元管理を行う。
- 6) 汚染水が河川、幹線排水路に流入しないよう整備を実施する。
- 7) 関連する省庁の参加の下、農業研究機関が作成するガイダンスを広く普及させ、水利用者に対して、その効率的利用の重要性を教育する。
- 8) 適正な管理に基づいた地下水の利用を念頭に、水資源省傘下で掘削機調達に関して戦略的な投資促進を行う。併せて、民間企業による無秩序な地下水開発を防止するため、水資源省による事前審査制度を導入する。
- 9) 限りある水資源を考慮して、今後の農業政策策定に際しては、近代的灌漑技術の普及や、消費水量が少なく塩害や干害に強い代替作物導入の検討を行うなど、水利用量の削減に努める。
- 10) トルコ側との水資源の合理的活用に関する交渉を行いつつ、農業省主導の下で水資源の効率的利用を目的とした土地生産性の向上を促進する。なお、土地生産性向上とは、肥料の生産や農業機械、燃料、病害虫対策、除草、森林保全、作物単価の向上などに関わる技術的支援を行い、農家の啓蒙と営農意欲の向上に努めるとともに、単収増を目指した農地改善を指すことである。
- 11) 圃場レベルにおける灌漑・水管理に関する情報バンクを構築し、水資源の運用計画の策定や水需要予測に活用する。また、汚染水の観測方法の確立、農地の均平化、チグリスユーフラテス河流域の気象・水文データの収集などを行う。
- 12) 既設ダム、貯水池の維持管理上の課題を抽出し、水資源施設の効果的運用を実現する。また、新規ダム建設に関する優先順位付けを行い、事業を実施する。
- 13) 気候変動による国内水需要に対する影響調査を行い、持続可能な水利用のあり方に関する国家プロジェクトを立ち上げる。
- 14) 関連省庁の研究機関や大学に研究を促し、灌漑効率の改善、損失水量の軽減、下水や農業排水の再利用などに実践させる。また、実践の結果を研究機関にフィードバックするシステムを構築する。
- 15) 水を重要な経済資源と捕らえ、節水を促すために必要な水利費制度の導入を検討する。
- 16) 法律に基づき、灌漑・排水施設の運営維持管理を監督することを目的とした独立組織を設置する。

## 2.2 水資源開発戦略（2010-2014）の概要

水資源省により作成された「水資源開発戦略5ヵ年計画（2010-2014年）」の要約を以下に示す。なお、添付した図表などの資料は、同計画から引用している。



- 1) 計画中の灌漑農地造成事業を実施するには、現在の利用可能な水資源以上の水源量が必要となり、限られた水資源が農業生産性向上の制約要因である。
- 2) 水資源開発戦略の策定に際しては、水利用効率の改善、節水技術の応用、適切な農地造成、環境保護、ダム建設の適地検討、適切な維持管理などを考慮することが重要である。
- 3) チグリス川はイラクの主要な水源の一つであり、年間平均総流量は約 495 億 m<sup>3</sup> を有するが、表 2-1 に示すとおり流入量の 68% がイラク国外からのものである。

表 2-1 チグリス川とその支流の平均流量（1930－1990 年）と国内外の流入比率

出典：水資源開発戦略 5 ヶ年計画（2010-2014 年）

河川名	年間流入量 (BCM)	イラク国外からの流入比率	イラク国内の流入比率
Tigris Main River	19.43	100 %	-
Al-Khaboor	2.1	58 %	42 %
Upper Zab	14.32	42 %	58 %
Lower Zab	7.07	36 %	64 %
Al Udhaim	0.7	-	100 %
Diyala	5.86	59 %	41 %
Total	49.48	56 % トルコ 12 % イラン	32 %

- 4) チグリス－ユーフラテス川の流量は、年毎の気候条件と自然特性により変化するが、豊水年と渇水年の各々流量を表 2-2 に示す。なお、ユーフラテス川の年間平均流量は、シリア国境地点で 1989 年までの平均流量は 274 億 m<sup>3</sup> であったが、1989 年から 2005 年までの平均流量は、174 億 m<sup>3</sup> にまで減少した。

表 2-2 チグリス－ユーフラテス川の豊水年と渇水年の流量

出典：水資源開発戦略 5 ヶ年計画（2010-2014 年）

河川名	年間流入量 (BCM)	豊水年 (BCM)	渇水年 (BCM)
チグリス川とその支流	49.48	95.68 (in 1969)	18.6 (in 1999)
ユーフラテス川	27.40(1989 年まで) 17.4(1989～2005 年)	63.31 (in 1969)	9.56 (in 2001)

- 5) 上流の流域国では、ダム建設を含んだ灌漑事業が開発されている。図 2-1 に示すとおり、特に毎年流量変動が見られており、1999～2001 年は連続した渇水年であることが分かる。

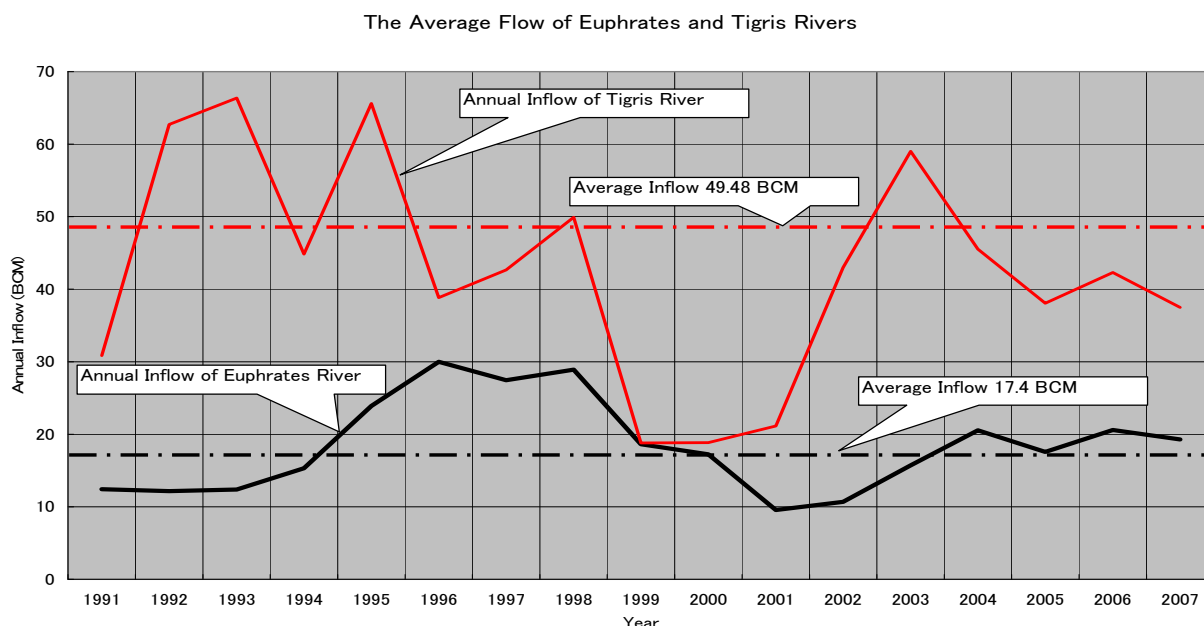


図 2-1 チグリスーユーフラテス川の流量経年変化 (1991-2007 年)

出典：水資源開発戦略 5 ヵ年計画 (2010-2014 年)

- 6) 現在および今後予測されるイラクでの河川の流量は表 2-3 のとおりであり、チグリス川の流入量は将来、上流国の開発により劇的に減少すると予測されている。

表 2-3 チグリスーユーフラテス川の流量経年変化 (1991-2007 年)

出典：水資源開発戦略 5 ヵ年計画 (2010-2014 年)

河川名	過去の年間流入量 (BCM)	将来予想流入量 (BCM)
ユーフラテス川	27.4 (1989 年まで) <b>17.4 (1989-2005)</b>	8.45
チグリス川 (本流)	19.43	9.16
Al-Khaboor (支流)	2.10	2.10
Upper Zab (支流)	14.23	14.00
Lower Zab (支流)	7.07	7.00
Al Udhaim (支流)	0.70	0.70
Diyala (支流)	5.86	4.00

- 7) イラク国内における現在の開発済み灌漑面積は 4.1 百万ドナム (100 万 ha : 出典、水資源開発戦略 5 ヵ年計画、数値については要確認) であるが、今後 2014 年までに 8.4 百万ドナム (210 万 ha) の整備が必要である。8.4 百万ドナムの内訳は、0.8 百万ドナム (20 万 ha) が新規灌漑地区であり、残り 7.6 百万ドナム (190 万 ha) は既存灌漑地区の改善である。
- 8) 水資源開発戦略 5 ヵ年計画が示す 2010~2014 年のニナワ県における既存農地面積と新規開発計画面積を表 2-4 に示す。2014 年までに南部ジャジーラ地区で 62,500ha、東部地区で 47,500ha の開発を行うとしている。

表 2-4 ニナワ県における農地開発計画（1991-2007 年）

出典：水資源開発戦略 5 ヶ年計画（2010-2014 年）

県名／事業名	計画灌漑面積 (ネット) ha	開発計画面積 (5 年間) ha	年度別開発計画面積 (ha)				
			2010	2011	2012	2013	2014
ニナワ県							
南部ジャジーラ	104,000	62,500	10,000	10,000	12,500	15,000	15,000
東部ジャジーラ	53,750	47,500	7,500	10,000	10,000	10,000	10,000

(注釈) 水資源開発戦略 5 ヶ年計画では、計画灌漑面積はグロスとして、表示されているが計画省からはネットが正しいとの指摘があり、本表ではネットとしている。なお、既存の北部ジャジーラ灌漑地区は 60,000ha、建設中の東部ジャジーラ灌漑地区は 75,000ha、南部ジャジーラ灌漑地区は最大 190,000ha で、全体としては 325,000ha となり、これらの数字と上記の数値との整合性が不明である。

既存の北部ジャジーラ灌漑地区は 60,000ha、建設中の東部ジャジーラ灌漑地区は 75,000ha、南部ジャジーラ灌漑地区は最大 190,000ha で、全体としては 325,000ha となり、これらの数字と上記の数値との整合性が不明である。

南部、北部、東部を含むジャジーラ灌漑プロジェクトの持続性を予測すると、プロジェクト全体としては年間約 15~25 億 m<sup>3</sup> の水供給を必要とするが、これはチグリス川のイラクへの流入量（モスルダム）の 10% 以上であり国家水計画に沿って、国家的な水収支の観点で再検討されることが望ましい。

### 2.3 チグリス流域の水協定の現状

チグリスユーフラテス川は政治的かつ水文学的に複雑で、水紛争を避けて水の安全性を確保するために流域国間での協力が必要であると多くの人達が指摘している。表 2-5 にチグリス川の各国の流域面積（比率）および各国の協力状況を示すが、水協定締結の兆しはない。

表 2-5 チグリス川に関する協力の状況

出典：German Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation and the Nuclear Safety (2005), Status report on “Cooperation on Turkey’s transboundary water”

<b>Tigris</b>	Basin area: 387,000 km <sup>2</sup> , mean annual discharge 52 BCM	
<b>Riparian position</b>	<b>Basin area (% of total)</b>	<b>Main water uses</b>
	<b>Contribution to annual discharge</b>	
<b>Turkey</b> upstream	57,600 km <sup>2</sup> (14.9 %) 20,840 BCM (40 %)	irrigation, hydropower
<b>Syria</b> -border with Turkey/Iraq	1,000 km <sup>2</sup> (0.3 %) -	
<b>Iraq</b> downstream	292,000 km <sup>2</sup> (75.3 %) 26,571 BCM (51 %)	Irrigation (diverts water through Thartar Canal to Euphrates), hydropower
<b>Iran</b> Upstream on one tributary	- 4,689 BCM (9 %)	
<b>Main agreements and covered issues</b>		
None		
<b>Disputed issues</b>		
No consensus on procedure No consensus on whether Euphrates-Tigris form one single watercourse system Dispute over Ilisu Dam construction		

### 2.3.1 イラクを取り巻く水文環境

チグリス川はトルコ東部の Elazig の南にある山地部の小さな湖に源を發し、イラクに入った後、モスル市の下流側で Greater Zab と Lesser Zab の二つの支川が合流し、バグダッド地点ではチグリス川流量の約 50%を占める。バグダッドから下流では、河川勾配は小さく極端に曲がりくねった形状となる。バスの北でユーフラテス川と合流して Shatt al-Arab 川となる。ユーフラテスとチグリスの両河川の低位部では流水のほとんどは広大な塩水化した湿地帯に消えている。また、ペルシャ湾への流下前には湖と湿地を合わせた面積が乾季の終わりには 8,288 km<sup>2</sup>、春の洪水期には 28,490 km<sup>2</sup>と変化する。

イラクはチグリスーユーフラテス川の最下流に位置し、イラクの水資源の 70%以上がトルコに源を發している。ユーフラテス川の流量の 90%はトルコとシリアから流下し、チグリス川の 40%はトルコに源を發している。また、イラク南部にある湿地帯を流れて、チグリスーユーフラテス川に合流する Kakheh 川の流量の全ては、イランに源を發している。

貯水ダムと灌漑開発が上流地域で計画され、トルコでは GAP (Southern Anatolia Project by the Turkish Government) プロジェクト、イランではチグリス川の支流で Dez および Karun プロジェクト、そして、シリアではユーフラテス川沿いに灌漑地区を拡大しつつある。

### 2.3.2 チグリスーユーフラテス川での水資源開発

チグリスーユーフラテス川の水資源開発はイラクが先行し、1900 年代初頭には既にユーフラテス川の水で 50 万 ha が灌漑されていた。イラクにとって、最も大口の水需要である灌漑農業が無制限に上流流域国 3 国で開発が進められていることが脅威となっている。シリアでは 1960 年代に灌漑開発が開始され、1970 年代の中頃に Tabqa ダムが完成してから灌漑が強化された。トルコではユーフラテス流域の Ataturk ダムの完成 (1990 年) に先立って、南東トルコでの灌漑は地下水に限られ、約 11.4 万 ha に拡大していた。今後ユーフラテスーチグリス川で計画されている主要灌漑開発は、トルコでは GAP プロジェクトの一部として約 170 万 ha、シリアではユーフラテス川の約 64 万 ha、そしてイラクでは約 30 万 ha である。

ユーフラテス川での主要なダムはトルコでの Keban, Karakaya, Ataturk, Birecik そして Karkamis であり、シリアでは Tabqa, Al-Baath and Tishreen と Khabour 川では Khabour, Eastern Khabour, Western Khabour の各ダムがある。イラク国内では標高が 300m を超える範囲は狭く、地形上の制約から大規模ダムでユーフラテス川の水を貯水する可能性は限られている。

イラクの支流に Dokan, Darbandikhan, Diyala と Hemrin ダムが築造されたが、モスルダムはチグリス川の主要な調節構造物であり、最も早期に造られた。事実、GAP プロジェクトではユーフラテスの開発を優先したことから、チグリス川の上流では開発量が少なかった。

GAP の主要なユーフラテス川の施設である Ataturk ダムと Sanliurfa 灌漑トンネルの完成後は、トルコはチグリス川の主要な開発の準備に取り掛かり最大貯水量 104 億 m<sup>3</sup> の Ilisu ダム建設を 2006 年 8 月に開始し、Cizre ダムも準備している。Ilisu ダムは、政治的社会的な議論を呼び、注目を集めたが、Cizre ダムは水文的には下流側にとっては、Ilisu ダムよりも問題が大きい。Ilisu ダ

ムは、1,200 MW の水力発電のみであるが、Cizre ダムは 121,000ha の灌漑用として計画されているからである。

表 2-6 チグリス川流域の GAP によるダム計画

出典：DSI/Ilisu Consortium (2005), Ilisu Dam and HEPP Project Update of Resettlement Action Plan

計画名	発電能力(MW)	灌漑面積(ha)	状況
Karlkizi	204	123,965	完成
Batman	198	37,351	完成
Batman-Silvan	240	245,372	計画中
Garzan	89	60,000	計画済み
Ilisu	1,200	n/a	建設中
Cizre	240	121,000	計画済み

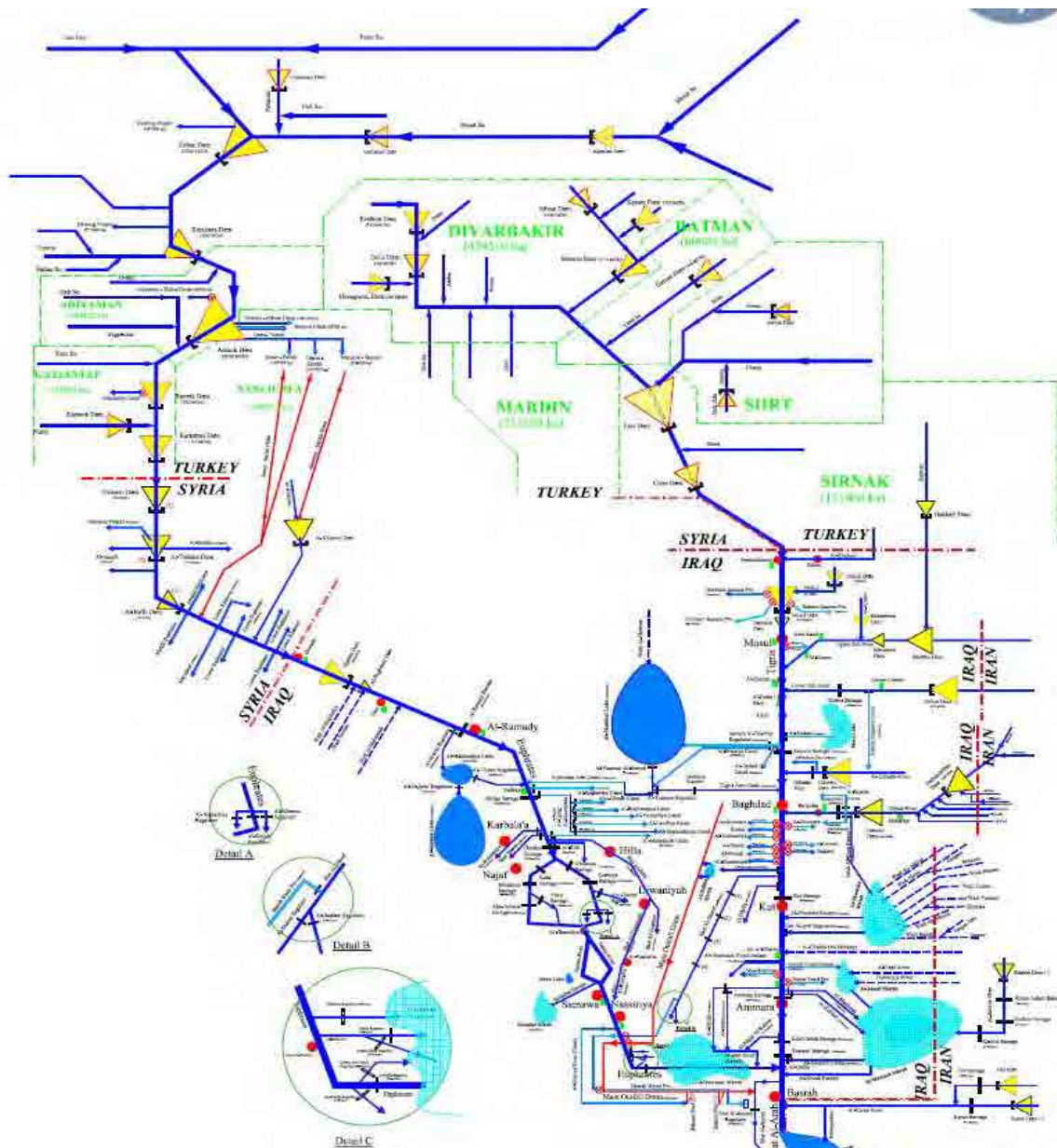


図 2-2 チグリス川上流の開発計画の模式図 (出典: Hydrological Study Center of MoWR)

以上の事業は完成するまでに予測以上に時間を要すると考えられ、イラクの水需要も現在の状

況から考えれば急激には増加しないことから、チグリス－ユーフラテス川の水は相当の間は過剰気味になると考えられるが、水不足は目前に近づいている。2020年から2030年の間には、チグリス－ユーフラテス川の水不足は沿岸国の水需要の増加に従って、明らかになると考えられる。

### 2.3.3 チグリス－ユーフラテス川の水協議の歴史と最近の展開

ユーフラテス川の開発に関してトルコとイラクとの交渉が1940年代に開始された。1946年には両国間の友好と隣国関係に関する条約原案が合意された。その原案ではトルコの水源地区での広範な流水の調節によるチグリス－ユーフラテス川の制御と管理を実現することとなっている。トルコは、両国を通過する2つの河川の観測を行い、関係するデータをイラクと共有することに合意した。

1980年には、トルコとイラクは合同技術会議を開催して早期に条約原案の骨子を決定した。また、シリアも1982年に合同技術会議に参加した。トルコは公式な合意なしに、ユーフラテス川の水配分についてシリア国境を通過する流量として157.5億 $m^3$  (500 $m^3/s$ )を一方的に保証し、1987年にシリア－トルコの二国間国際議定書によって確認された。

トルコが1990年1月にユーフラテス川のAtaturkダムの貯水を始めて、シリアとイラクで1ヶ月間まったく流水が停止したことから、1990年代初期は国際水協定の転機が訪れた。1990年にイラクとシリアは「イラクはシリアとトルコとの国境を通過するユーフラテス川の流量の58%を分配され、シリアは残りの48%の量を確保する」という二国間の暫定的な合意に達した。

しかしながら、その後湾岸戦争が勃発し、結果としてイラクが国際的な制裁を受けたことから、トルコに「ならず者国家との水問題の交渉には応じない」という言い訳を与えてしまった。一方、トルコとシリア間の二国間の話し合いは1998年に再開され、GAPの管理組織はシリアの灌漑大臣と接触し、2001年8月には「教育・訓練、技術の交流、合同事業などを促進する」という内容の合同会議の調印につながった。しかし、現在までに目に見える事業は実現していない。

三者（イラク、トルコ、シリア）会議の再開は、イラク戦争後の2003年を待たねばならなかった。イラクの新しい指導部は、国際的な基準、例えば1997年UN慣習などに沿って上流国との対話を開始することを希望した。

国際機関によるイラク再建の支援下、UNESCOは非公式ながら2005年11月に三者会議を組織した。2006年には合同訓練と会議がUNESCOと他の国際機関の支援のもと実施された。最初の公式な三者会議は2007年3月にDSIによって主催された国際会議の一部として、トルコのAntalyaで開催された。また、2ヶ月後にはダマスカスで3ヶ国の長官の参加により、定期的な水協定協議を開催することを確認するための合同技術会議が公式に再開された。政府間会議の開催もこの会議で約束された。

2008年1月と2009年1月に政府間会議が開催された。また、2009年3月にはイスタンブールで開催された第5回世界水フォーラムの際、チグリス－ユーフラテス川についても対話の実現したが、これまでに追加の合意や指針は得られていない。

南部ジャジーラ地区については、JTC (Joint Technical Committee) 会議でIlisuダムについて議論

された。トルコは Ilisu ダムの完成後も下流には同量の流量を保証するとしたが、Cizre ダムは公式の議事録を見る限りでは、議題に揚がっていない。ここに落とし穴があり Ilisu-Cizre ダム計画は GAP 計画では一つの事業として考えられている。Cizre ダム計画はチグリス川の 25% を分水する。イラクは三者会議で、Ilisu ダムとユーフラテス川に加えて Cizre ダムの潜在的な影響について留意すべきである。

2008 年のイラクでの渇水は、イラクとトルコの間での国境を越えた河川流量についての新しい交渉に火花を散らした。渇水はトルコに影響を与えたが、シリアとイランも同様であり、イラクは減少した河川水量について定期的に抗議した。イラクは、特に上流に多くのダムがあるユーフラテス川について抗議した。トルコは幾度か河川流量を平均流量以上に増やすことに同意したが、イラクは、渇水による深刻な貯水不足と収穫不足に悩まされている。

2008 年にトルコ、イラク、シリアはより良い水資源管理のための 3 ヶ国の水に関する合同会議を再開することに合意した。また、2009 年 9 月 3 日には同 3 国はチグリス-ユーフラテス川流域内の連絡の強化と合同で流量観測所の展開を図るための覚書に調印した。

さらに 2009 年 9 月 19 日、トルコは正式にユーフラテスの流量を 450 m<sup>3</sup> から 500 m<sup>3</sup> に増加させることに合意したが、2009 年 10 月 20 日までであった。また、チグリス川での最後の大きな GAP ダムは Ilisu ダムであるが、イラクが強く反対し政治的な紛争の火種となった。水協定に関する合同技術会議および政府間協議の経緯を各々表 2-7、表 2-8 に示す。

表 2-7 水協定に関する合同技術会議の経緯

年・月	内 容
1962	シリアとイラクが合同技術会議を設立
1972-1973	シリアとイラクがユーフラテスの水協議をしたが、成功しなかった。
1980	・トルコ-イラクの経済と技術協力に関する合同会議について議定書 ・技術合同会議の設立(JTC)
1982 May	First JTC Meeting アンカラでトルコとイラクの専門家が参加
1982 Nov	Second JTC Meeting バグダッドでトルコとイラクの専門家が参加
1983 Sep	Third JTC Meeting アンカラでトルコ、シリア、イラクの専門家が参加
1984 Jun	Fourth JTC Meeting バグダッドでトルコ、シリア、イラクの専門家が参加
1984 Nov	Fifth JTC Meeting ダマスカスでトルコ、シリア、イラクの専門家が参加
1985 Jun	Sixth JTC Meeting アンカラでトルコ、シリア、イラクの専門家が参加
1986 Jan	Seventh JTC Meeting バグダッドでトルコ、シリア、イラクの専門家が参加
1986 Jun	Eighth JTC Meeting ダマスカスでトルコ、シリア、イラクの専門家が参加
1986 Nov	Ninth JTC Meeting アンカラ
1988 Jan	Tenth JTC Meeting バグダッドでトルコ、シリア、イラクの専門家が参加
1988 Nov	Eleventh JTC Meeting ダマスカスでトルコ、シリア、イラクの専門家が参加
1989 Mar	Twelfth JTC Meeting アンカラでトルコ、シリア、イラクの専門家が参加
1989 Apr	Thirteenth JTC Meeting バグダッドでトルコ、シリア、イラクの専門家が参加
1989 Dec	Fourteenth JTC Meeting ダマスカスでトルコ、シリア、イラクの専門家が参加
1990 Mar	JTC Meeting アンカラでトルコ、シリア、イラクの専門家が参加
1990 May	JTC Meeting, アンカラでトルコ、シリア、イラクの専門家が参加 ・イラクがユーフラテスの流量を 700m <sup>3</sup> /s に増加するように要求
1992 Sep	JTC Meeting ダマスカスでトルコ、シリア、イラクの専門家が参加
2007 May	JTC Meeting ダマスカスでトルコ、シリア、イラクの専門家が参加

表 2-8 政府間協議の経緯

年・月	内 容
1988 Nov	第 1 回政府間会議
1989 May	会議が予定されたが、実際には開催されず。
1990 Jun	Second Ministerial Meeting アンカラでトルコ、シリア、イラクの灌漑大臣が参加
2001 Jan	シリアとイラク間で 1990 年 4 月からユーフラテスの水を分配する非公開の合意の確認、シリアはトルコからシリアに流れる年間流量の 42%、イラクは 58%を水質とは関係なく分配する。
2007 Mar	Ministerial Meeting アントラヤでトルコ、シリア、イラクの大臣が参加
2008 Jan	Ministerial Meeting アンカラでトルコ、シリア、イラクの大臣が参加
2009 Feb	Ministerial Meeting ダマスカスでトルコ、シリア、イラクの大臣が参加

## 2.4 イラク国食糧自給にかかる課題

### 2.4.1 輸出入

イラク国の主要な輸入品は、食品、医薬品、工業製品などであり、食料品では小麦および小麦製品が最も多く、主要輸入食品 20 品目の合計輸入額の 45%を占めている。2008 年の総輸入総額は約 500 億ドルで、輸入相手国はシリア (26%)、トルコ (20%)、米国 (11%)、ヨルダン (6%)、中国 (6%) などである。

一方、主要輸出品目は原油、燃料を除く石油製品、食品、家畜生体などであり、原油が輸出総額 588 億ドルの 84%を占める (2008 年)。主要輸出国は、米国 (39%)、インド (12%)、イタリア (10%)、韓国 (7%) などである。

### 2.4.2 消費

イラク人の消費動向を把握するため、現時点で利用可能な FAO の食糧需給表 (2000 年) を概観する。表 2-9 によると、イラク人の日平均消費カロリーは 2,197 kcal であり、世界平均の 2,725 kcal を下回る。小麦からの 1 日当りカロリー摂取量は世界平均に比較して極めて高く、1 人当り日摂取量の 50%に上る。コメからのカロリー摂取量は同 16%を占め、穀物全体では 70%に上る。

表 2-9 イラクにおける日平均消費カロリー (2000年)

item	Food Consumption (kcal/capita/day)			
	Iraq		World	
Grand Total	2,197	(100%)	2,725	(100%)
Vegetal Products	2,109	(96%)	2,270	(83%)
Animal Products	88	(4%)	455	(17%)
Wheat	1,085	(49%)	544	(20%)
Rice (Milled Equivalent)	350	(16%)	541	(20%)
Barley	59	(3%)	7	(0%)
Potatoes	12	(1%)	60	(2%)
Sugar (Raw Equivalent)	105	(5%)	194	(7%)
Pulses	15	(1%)	56	(2%)
Vegetable Oils	308	(14%)	246	(9%)
Vegetables	42	(2%)	71	(3%)
Tomatoes	11	(1%)	8	(0%)
Onions	2	(0%)	8	(0%)
Vegetables, Other	30	(1%)	55	(2%)
Fruits - Excluding Wine	96	(4%)	76	(3%)
Meat	31	(1%)	208	(8%)
Milk - Excluding Butter	37	(2%)	120	(4%)

出典 : FAOSTAT, FAO Statistics Division (2010)



### 2.4.3 食糧自給

イラク人の主食である小麦は輸入に大きく依存しており、米国農業省の統計によると 2009 年にはイラクは、世界第 7 位の小麦輸入国である。FAO の統計によると、1989～2000 年の平均で、イラクの小麦生産量は年間 30 万トン、一方の輸入は 11 倍の 330 万トンであり、自給率は 9%に過ぎない。一方、大麦の自給率は 72%と高く、穀物自給率の引上げ要因にはなっているが、これを加算しても穀物自給率は 20%に過ぎない。FAO/GIEWS の最新統計によると、自給率は近年改善の傾向があるが、それでも 30%前後である。

表2-10 イラクにおける食糧自給率 (1000 ton)

Item /a	Production (+)	Import (+)	Stock and Other Use (+)	Export (-)	Consumption (=)			Self-sufficiency
					kg/person/yea	Waste		
1 Wheat	300	3,313	-170	0	3,443	130.8	216	8.7%
2 Rice	40	1,011	-235	0	815	34.8	12	4.9%
3 Barley - excluding	400	203	-50	0	553	6.5	30	72.3%
4 Maize	53	0	10	0	63	0.6	2	84.1%
5 Potatoes	200	16		0	216	5.9	21	92.6%
6 Sugar Beet	8	0		0	8			100.0%
7 Pulses	29	10	0	0	40	1.6	1	72.5%
8 Sunflowerseed	66				66	0.9	2	100.0%
9 Cottonseed	12				12			100.0%
10 Tomatoes	500	45	0	0	545	21.6	51	91.7%
11 Onions	40	3	0	0	43	1.7	4	93.0%
13 Beef and Veal	48	0	0	0	48	2.1		100.0%
14 Mutton & Goat Meat	29	0	0		29	1.2		100.0%
15 Poultry Meat	50	2	0		52	2.3		96.2%

出典:FAOSTAT Database, FAO

a/ Item 1 to 7 is average 1989 - 2000. From 8 to 16 is figures in 2000.

食糧自給率は低い、1991年に導入された配給制度によって、イラク人は食糧へのアクセスが保証されている。2007年の統計年報によると、1日3食を満たす人口は、国民の99%に上る。2008年および2009年には、調査対象地域は深刻な旱魃に見舞われ、調査団の聞き取り調査によると、農業からの所得が得られなかった農家も存在する。しかし、現在の配給制度では1人当たり9kg/月の小麦と3kg/月の米が保障されており、深刻な飢餓は対象地域では発生していない。小麦9kg/月の配給は、上記FAO統計を元に試算すると、イラク人1人当たりの平均小麦消費量の8割に相当する。

こうした大規模な配給制度が実現する背景には、石油輸出により獲得した外貨の存在が大きいと考えられるが、戦後復興を急ぐイラク国にとっては、可能な限り早く食糧自給率を向上させ、投資を経済基盤の強化に振り向けたいところである。

### 2.4.4 ニナワ県の位置づけ

ニナワ県は全国の穀物供給基地となっており、2007年には全国の小麦・大麦の生産量の各々15%、28%を供給している。また、小麦・大麦の流通を管理する貿易省の発表によると、2010年の小麦生産量は180万トン、最も貢献したのはニナワ県である。しかし、単収を比較すると、小麦は全国平均の半分以下(48%)で、大麦も49%に過ぎない。ニナワ県における灌漑事業の実施は、全国に比して低い土地生産性を向上させ、食糧自給率を向上させる上で重要な意味を持っている。

なお、スイス F/S レポートの作付計画によると、南部ジャジーラ灌漑事業による小麦の生産量

はフルプランで 356,900 t/年（作付けパターン XYZ）であり、2010 年の総生産量の 2 割に相当する。

## 2.5 本事業の上位計画における妥当性

上述したとおり、イラク国家開発計画（2010-2014）に示されている目標、およびその農業・水資源にかかる開発政策、国内の食料自給率の課題などが以下のとおり要約され、イラク国の上位計画との整合性の観点から、本事業実施の妥当性は高いと判断される。

- 1) 国家開発計画（2010 - 2014）で最低限必要な地方のインフラを整備するとともに、農業開発事業を通じて雇用促進を計り、地方の貧困層に焦点をあてた支援を行う。
- 2) 同開発計画の中、農業・水資源開発政策において、チグリスユーフラテス流域の上流国（トルコ、シリア、イラン）と水質・水量に関して合意形成を行う。
- 3) 同水資源政策で、限りある水資源を考慮して、近代灌漑技術を導入して、節水に努める他、肥料の生産、農業機械、病虫害対策等に関する技術的支援を行い、土地生産性の向上を図る。
- 4) イラク人の主食である小麦は輸入に大きく依存しており、大麦を含む穀物自給率は 30%程度である。
- 5) 調査対象地域が位置するニナワ県は、小麦・大麦の全国生産量の各々15%、28%（2007 年統計）を占めており、イラク全土への穀物供給基地になっている一方で、単位収量が全国に比して 50%以下と土地生産性が低い。

一方、「2.3 チグリス流域の水協定の現状」で記載したとおり、a)上流国との水協定合意に目立った進捗が見られず、モスルダムへの将来の流入量に制約が生じる可能性があること、b)チグリス川下流の南部湿原の保全に必要な放流量に関する情報が限られていることが課題であると言える。

## 第3章 調査対象地域の現況

### 3.1 自然条件

#### 3.1.1 気象

##### (1) 概況

イラクの気候は大陸性に分類されるが、アラビア湾や特に地中海の影響を受けて、イラク北部の冬季は、地中海性気候に似た気候である。6月から9月までの夏期は、非常に高温で湿度は低く、乾燥している。10月と11月には気温は下がり雨が発生する頻度も多くなる。最も気温が下がるのは12月から2月で、最低気温が0度以下になることもある。年間降水量の80%は12月から5月の間にほぼ均等に降り、3～5月の間にはにわか雨が発生し、雷やあられを伴う。5月後半には降水は止み、気温は急激に上昇する。

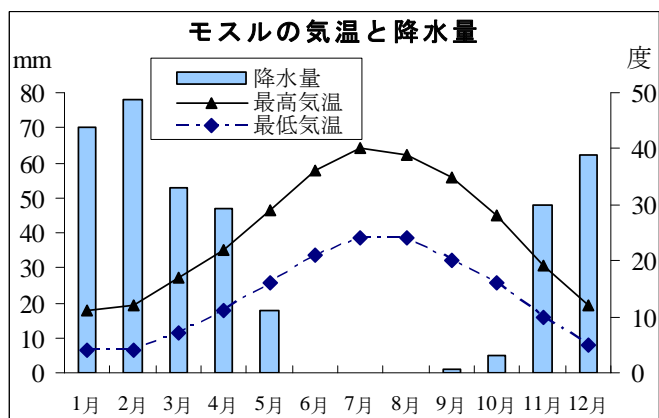


図 3.1-1 モスルの気温と降水量

##### (2) 入手気象データ

本調査ではイラク国 MOWR 経由で、気象を観測およびデータ管理を行っている運輸省 (MOT) より、調査対象地区周辺にある 1)Mosul、2)Sinjar、3)Telaffar、4)Baaj における 1990～2009 年の 20 年間の気象データを入手した。各観測所での収集項目は以下のとおりである。

- 降水量 : Precipitation (Depth in mm)
- パン蒸発量 : Pan evaporation (mm/month)
- 日照時間 : Actual, Maximum sunshine hours (hr/day)
- 放射量 : Short-wave radiation at top of atmosphere (cal/cm<sup>2</sup>/day)
- 気温 : Average, Maximum, Minimum temperature (°C)
- 相対湿度 : Average, Maximum, Minimum relative humidity (%)
- 風速 : Wind speed (m/s)
- 大気圧 : Vapor pressure (mbar)

#### 3.1.2 気温変動傾向

Telfar 観測所における月別平均気温をスイス F/S 時 (1969～1980 年) と今回入手した気象データ (1982～2009 年) を比較すれば、図 3.1-2 のとおりとなる。平均最低気温に減少傾向が見られる。

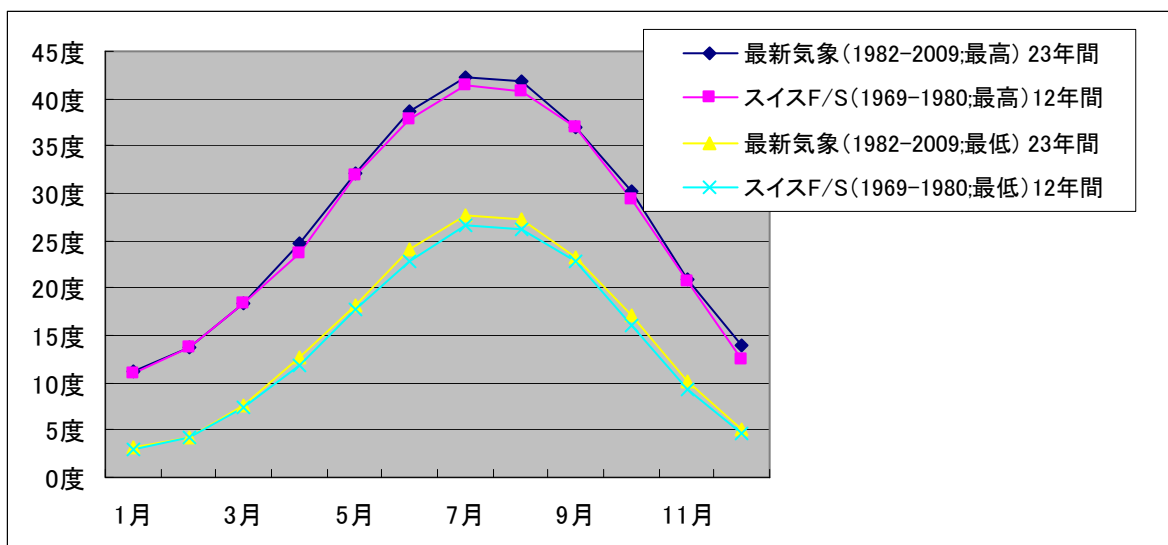


図 3.1-2 Telfarにおける最新気象データとスイス F/S 時の気温データ比較

出典：イラク運輸省

### 3.1.3 降水量変動傾向

Telfar 観測所における月別平均気温をスイス F/S 時（1969～1980 年）と今回入手した最新気象データ（1982～2009 年）を比較すれば、図 3.1-3 のとおりとなる。スイス F/S 時データによる年間総雨量が 328mm に対して、最新データによる総雨量が 212mm と 65% 程度であり、近年降水量の減少傾向にある。

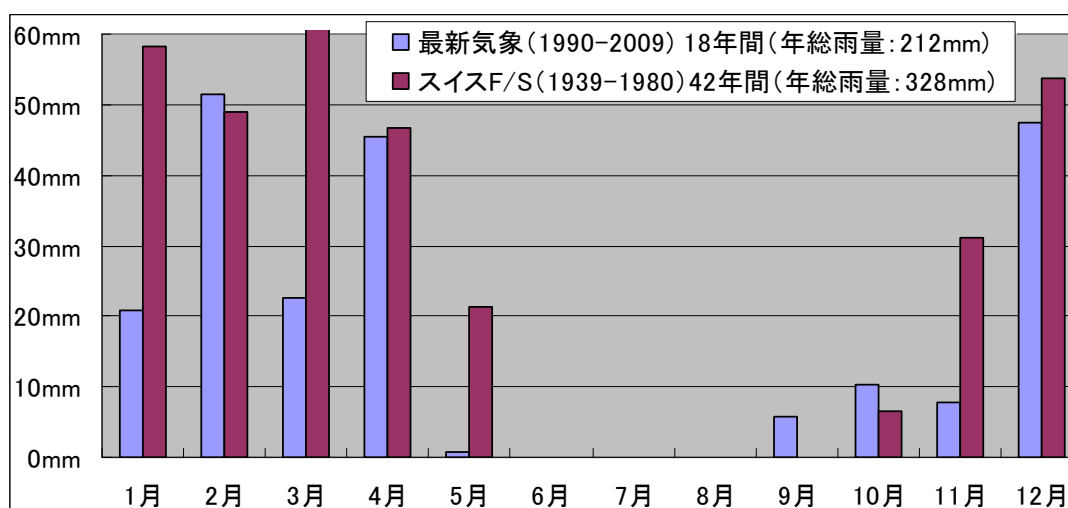


図 3.1-3 Telfarにおける最新気象データとスイス F/S 時の降雨データ比較

出典：イラク運輸省

また、最近のイラク北部地区の年間降水量の傾向を図 3.1-4 に示すが、Dohoku では 10 年前の降水量の約 30% になっている。Mosul と Erbil では、200～500 mm の間で変動しているものの長期間に渡る大きな傾向は見られない。Mosul では 1999 年と 2007 年では、平均年降水量の約 50% と相当少なくなっている。この降水の傾向と符合して、チグリス川の流量は、1999 年は 18.6 BCM と最低流量を記録している。

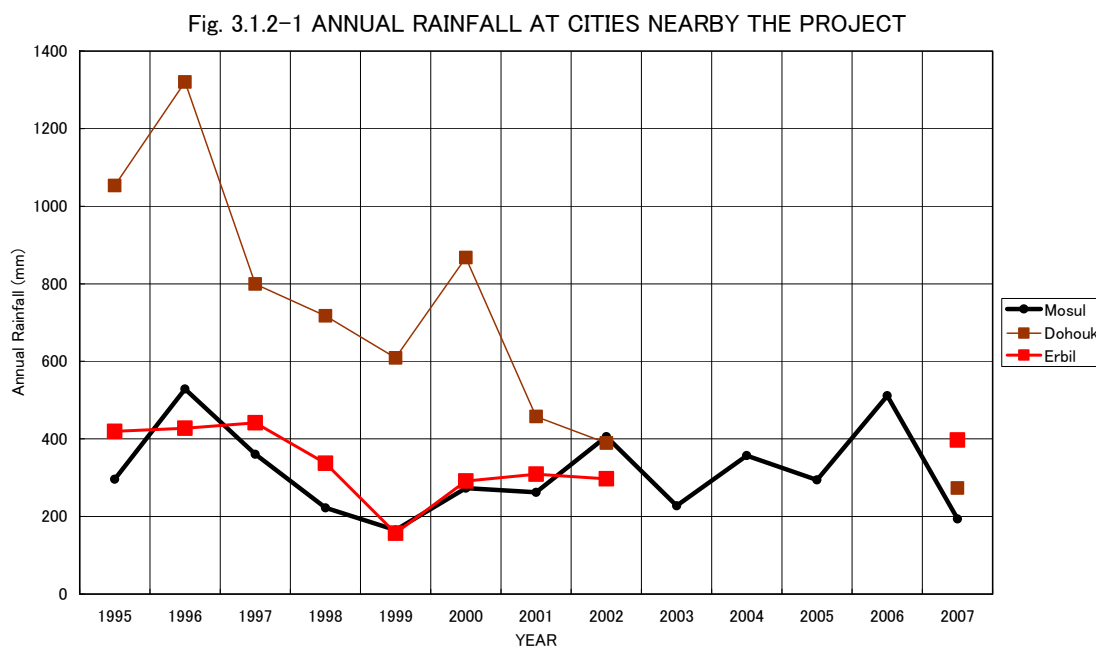


図 3.1-4 調査対象地域周辺の降雨傾向

出典：イラク水資源省

### 3.1.4 水文

#### (1) プロジェクト地区内の地表流出

スイス F/S の実施期間中に、1979 年後半から 1980 年前半に南部ジャジーラ地区内の 3ヶ所で流量観測機器が導入された。1980 年 12 月には表 3.1-1 に示す”4.Al Tatsah”で水位の観測が開始された。

表 3.1-1 F/S 時の流量観測位置

出典：スイス F/S レポート

Gauge	Wadi	流域面積 (km <sup>2</sup> )
1.Tel Abda	Al Tharthar	2,320
2.Shwa	Al Tharthar	851
3.Tel Hassar	Morgada	123
4.Al Tatsah	Abdan	553

3ヶ所での流量観測の結果として、月別の比流量を表 3.1-2 に示す。

表 3.1-2 月別比流量 (単位：l/s/km<sup>2</sup>)

出典：スイス F/S レポート

	1980 年						1981 年		
	1 月	2 月	3 月	4 月	12 月	年間	1 月	2 月	3 月
1.Tel Abda	0.03	2.0	0.64	0.88	0.64	3.55	0.49	0.58	0.5
2.Shwa			1.2		0.31	1.51	0.25	0.45	
3.Tel Hassar			2.0		0.36	2.36	0.46	0.09	0.06

1980年の年間流出量から計算すると、流出高さは、Tel Abda で 11 mm、Shwa で 4 mm、Tel Hassar で 6 mm となり、プロジェクト地区内での平均流出量は非常に小さく、水資源としては期待できない。最近の地区内での流量観測資料は見当たらない。

### 3.1.5 地形・地質

#### (1) 地形（地理）

##### (a) 地表面形状

図 3.1-5 にプロジェクト地域および周辺の地形を示す。プロジェクト地域では地表面は全体に緩く南方に傾斜している。導水路は、山稜と起伏の少ない谷部が繰り返して分布する地域を通過する。

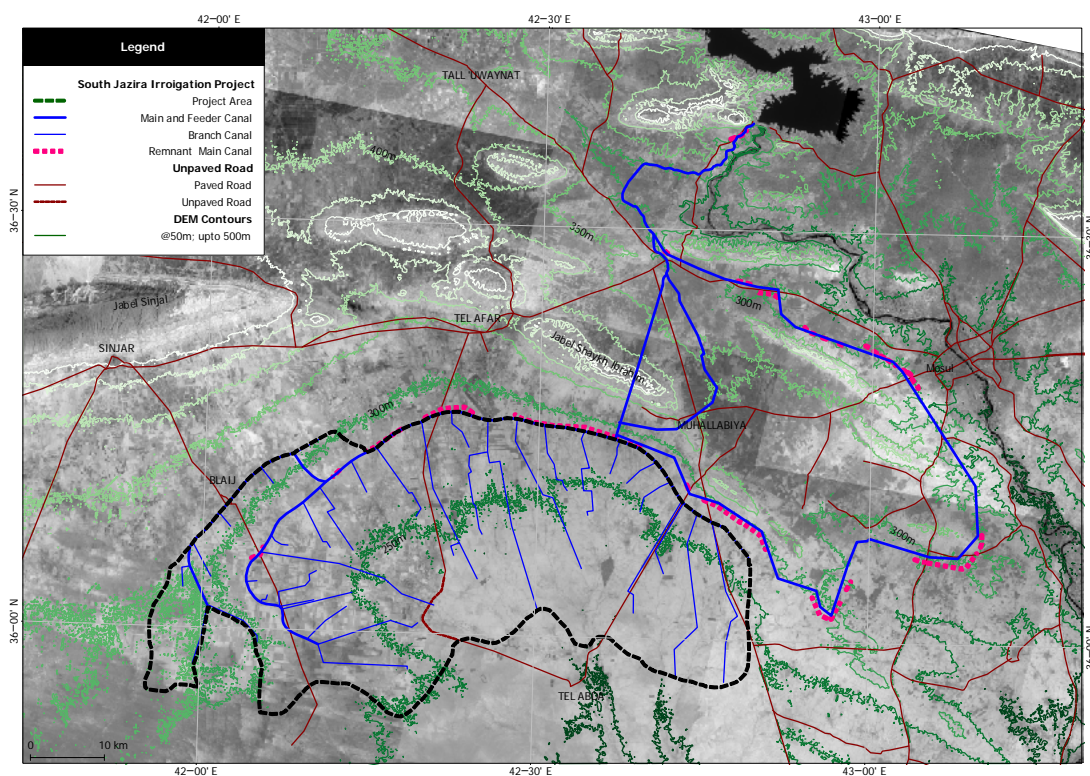


図 3.1-5 プロジェクト地域および周辺の地形

##### (b) 流域とワジ

図 3.1-6 に示すように、大部分のプロジェクト地域はチグリス川流域のタートル・ワジに属し、南西部の一部のみユーフラテス川の流域に属し、常流河川はない。

##### (c) 村落、農道および農地

村落（黄色で示す）は図 3.1-7 に示すように、プロジェクト地域内に散在している。そのいくつかは、現在ほとんど住人がいないものも見られる。ほぼ全域で、規則的に配された農道が整備され、この農道に囲まれた定型的な農地が広がっている。その一部は、図 3.1-8 に示すように、ワジ

を埋め立てつくられている。また、農地は図 3.1-9 に示すように、定型的な幾何学形状を示すところが多い。

(d) センターピボット・スプリンクラーによる灌漑農地およびカナート

図 3.1-10 および図 3.1-11 に示すように、センターピボット・スプリンクラーによる灌漑農地が、プロジェクト地域および周辺地域に僅かながら認められる。また、図 3.1-12 に示すような、ラテラルムーブ・スプリンクラーも認められる。なお、カナートの立孔群がプロジェクト地域や周辺地域に認められるが、地形図の情報（1/100k NIMA map）によれば、大部分のカナートは現在使われていない。

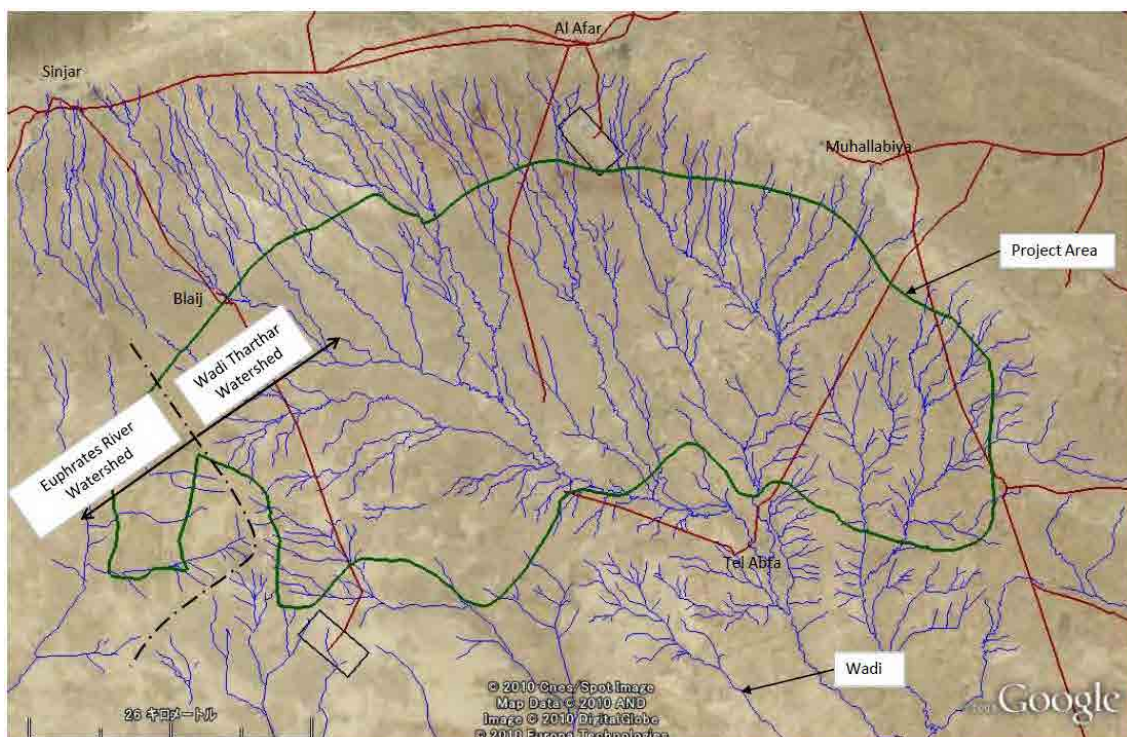


図 3.1-6 プロジェクト地域のワジと流域

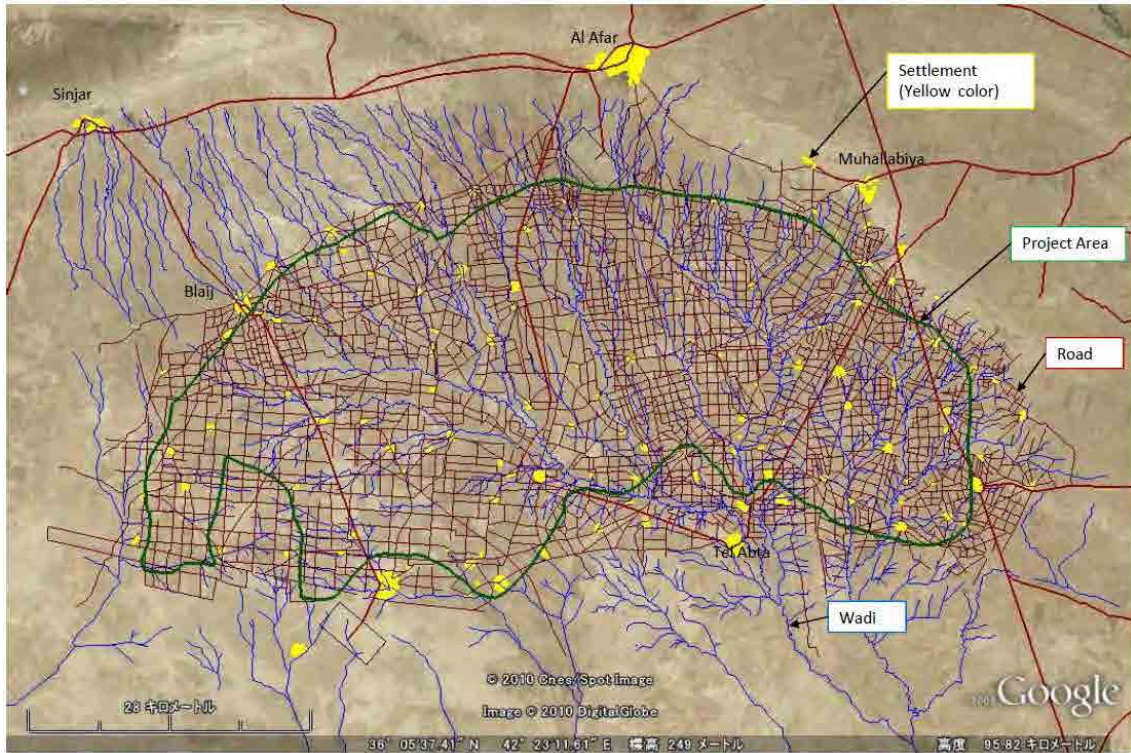


図 3.1-7 プロジェクト地域の道路と村落の分布

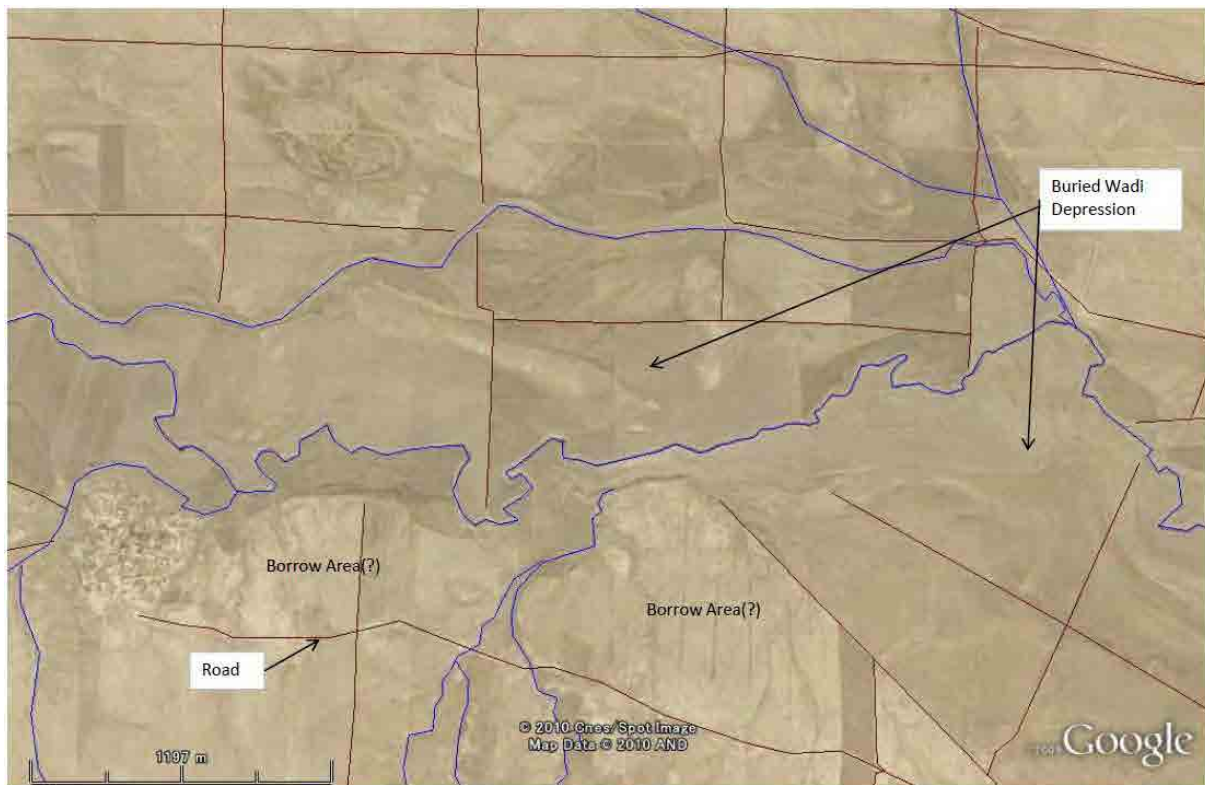


図 3.1-8 埋め立てられたワジ上の農地





図 3.1-9 プロジェクト地域の農地の形状例

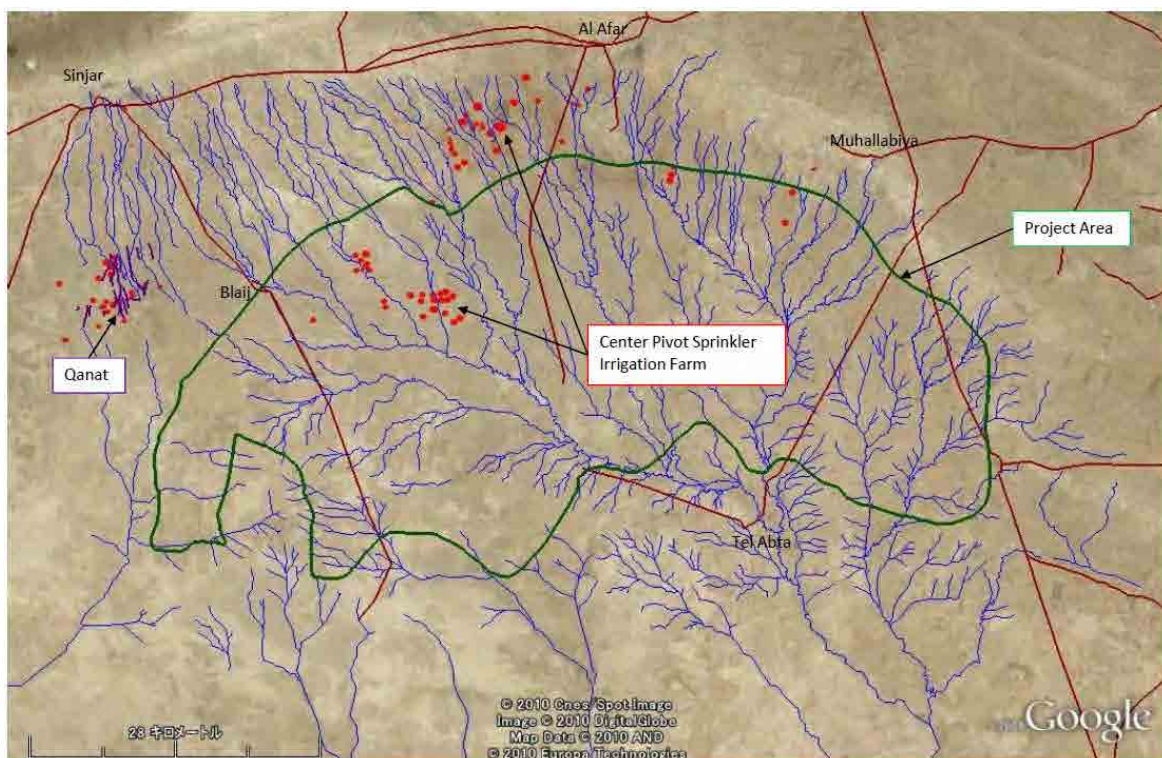


図 3.1-10 プロジェクト地域および近傍のセンターピボット・スプリンクラー農地とカナートの分布

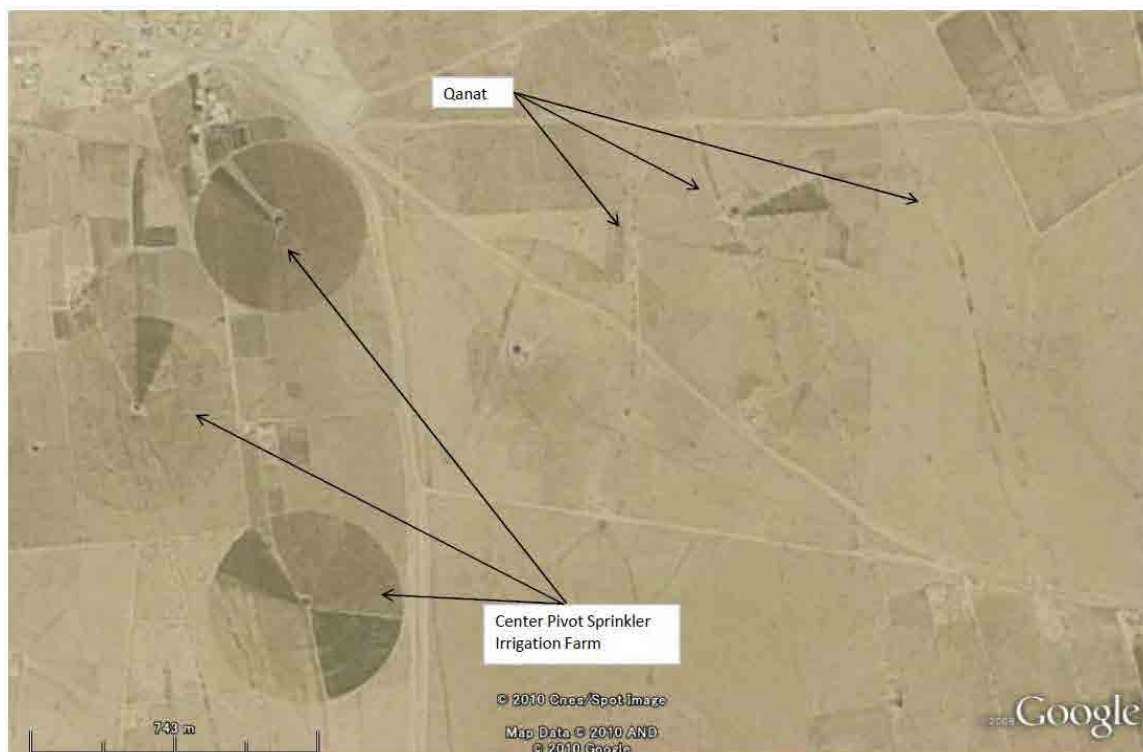


図 3.1-11 プロジェクト地域および近傍のセンターピボット・スプリンクラー農地とカナート



(調査団派遣のローカルコンサルタントによる撮影)

図 3.1-12 プロジェクト地域南部 Ussaila 村深井戸近傍のラテラルムーブ・スプリンクラー

## (2) 地 質

図 3.1-13 に調査地域および導水路周辺の地質図を示す。スイス F/S によれば、プロジェクト地域には、ほとんど路頭がなく、石膏に富む被覆層が大部分の地域を覆う。Upper Fars 層（近年の名称は Injana Formation）の粘土岩、砂岩およびマールがその下に分布する。同図の黄色の地域は、主にこの地層からなる。

図 3.1-14 から図 3.1-16 に導水路線沿いの地質断面図を示す。路線沿いには、中新世の Lower Fars 層（近年の名称は Fatha Formation）に属するマール、石膏および石灰岩が分布する。図 3.1-13 のベージュ色の地域は、この地層からなる。同層は、モスルダムの基礎でもある。

基盤岩や被覆層中の石膏および硫酸イオンに富む地下水は、水路の建設や灌漑において、しばしば問題となる。無水石膏は水と反応して石膏となり、トンネルに土圧を与える。硫酸イオンに富む地下水は、コンクリートに作用し、その構造を破壊する。土壌中の石膏層は固いため、作物の根の進入を阻害する。また、過剰な灌漑水に溶失し土層が収縮し、いわゆる水締め現象（Hydrocompaction）が生じる場合がある。

計画導水路の Sheik Ibrahim Tunnel の地質ボーリングの結果によれば、その岩盤は、いわゆる RME 岩盤等級評価法（Bienawski, 1976）の指数が 40～62 を示し、普通ないしは良好な岩盤と評価される。通常掘削工法の場合、坑口付近を除き、軽度ないし中程度の支保を必要とする。ボーリングコアの節理面には瀝青が認められたので、トンネル工事の際には、石油ガスの発生に対する注意が必要である。

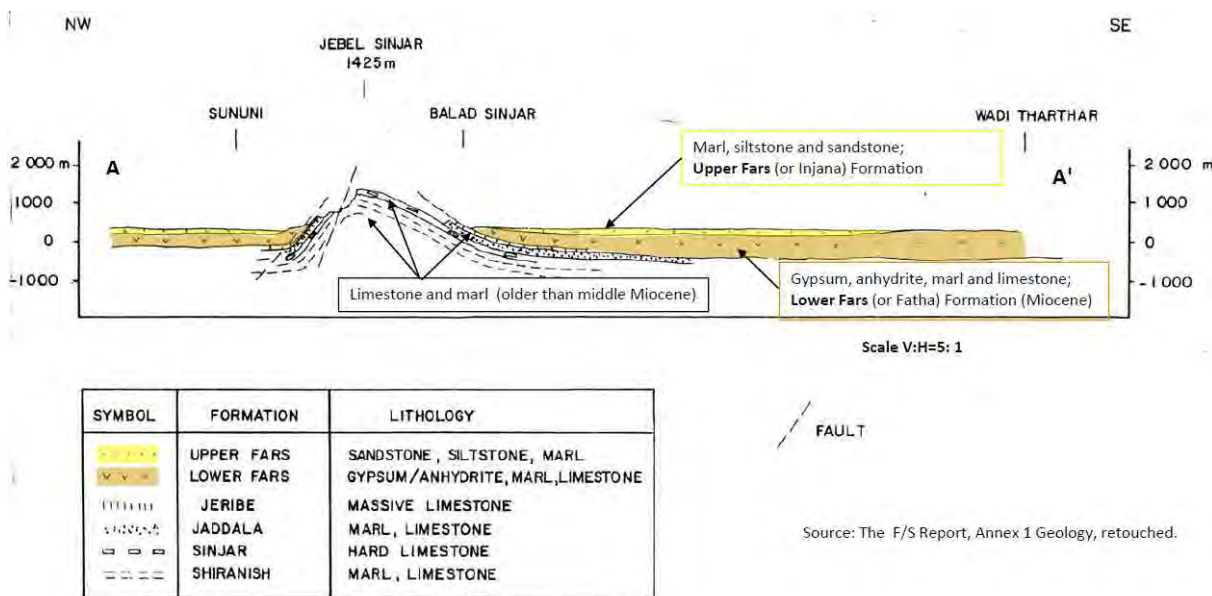
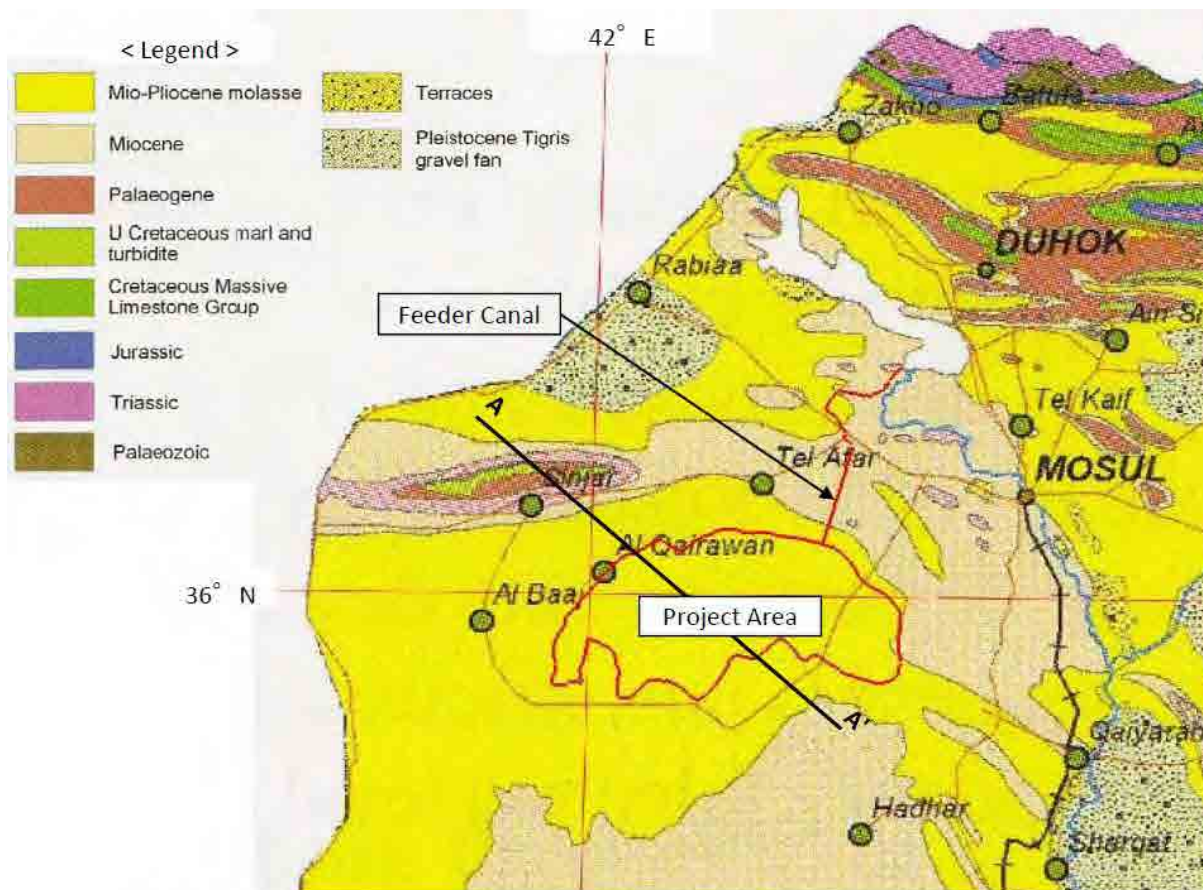
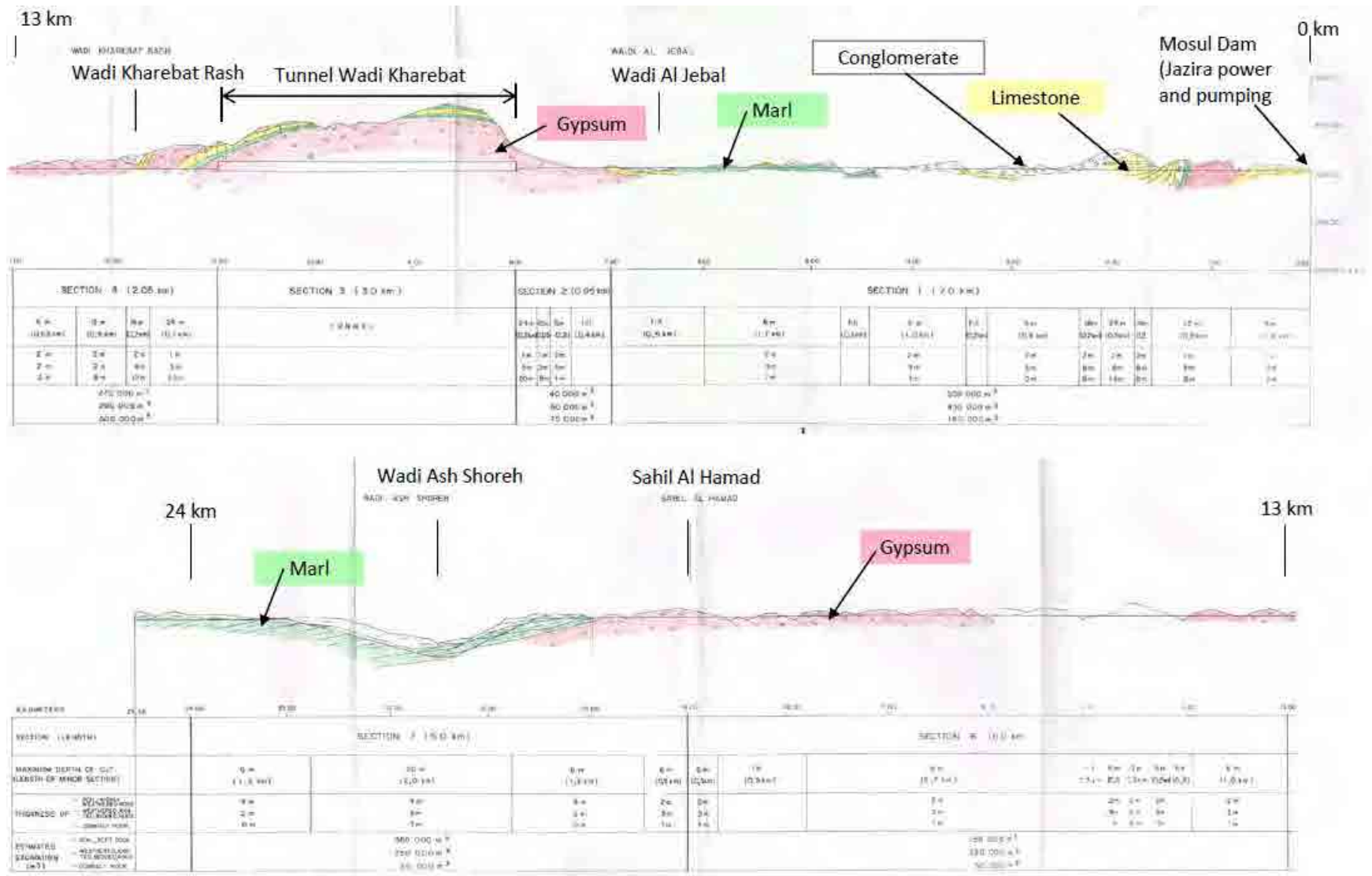
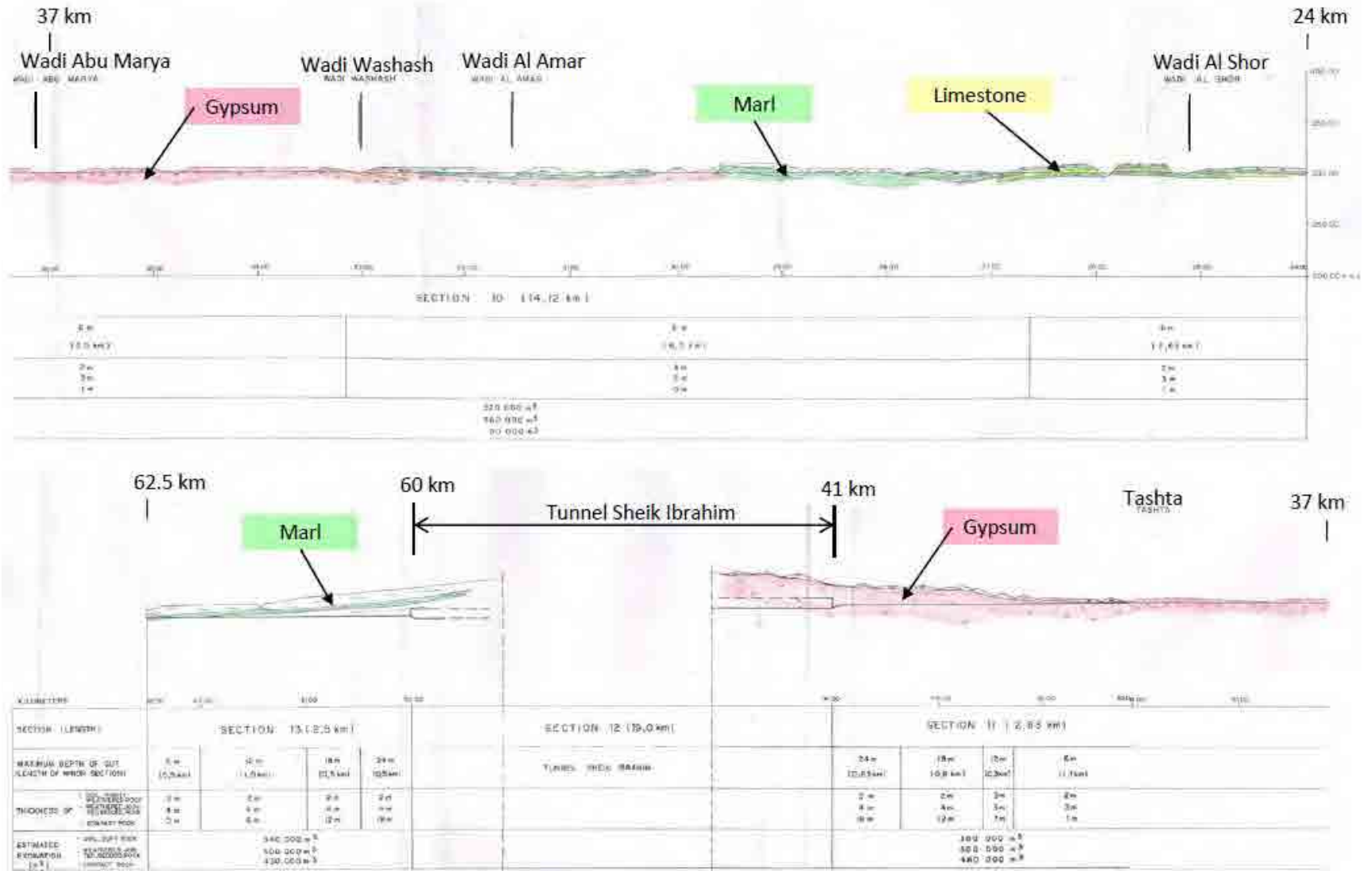


図 3.1-13 調査地域および導水路周辺地質断面図



Source: The F/S Report , Annex 1 Geology,1984. Retouched.

図 3.1-14 導水路路線地質断面図 (1)



Source: The F/S Report, Annex 1 Geology, 1984. Retouched.

図 3-1-15 導水路路線地質断面図 (2)



### 3.1.6 土 壤

プロジェクト地域には、石膏に富む土壌が主に分布する。一部、石分に富む土壌が山麓の緩傾斜地に認められる。スイス F/S では、主に State Organization for Soil and Land Reclamation (SOSLR) による準詳細調査による土壌深図を基にして、プロジェクト地域の範囲が決められている。図 3.1-17 は、スイス F/S の“Plate 5.4.100 Primary Layout of Alternative 2”中に示される土壌深分布をトレースして作った土壌深図である。同レポートにあるはずの SOSLR による土壌深図の原図は失われて入手できない。

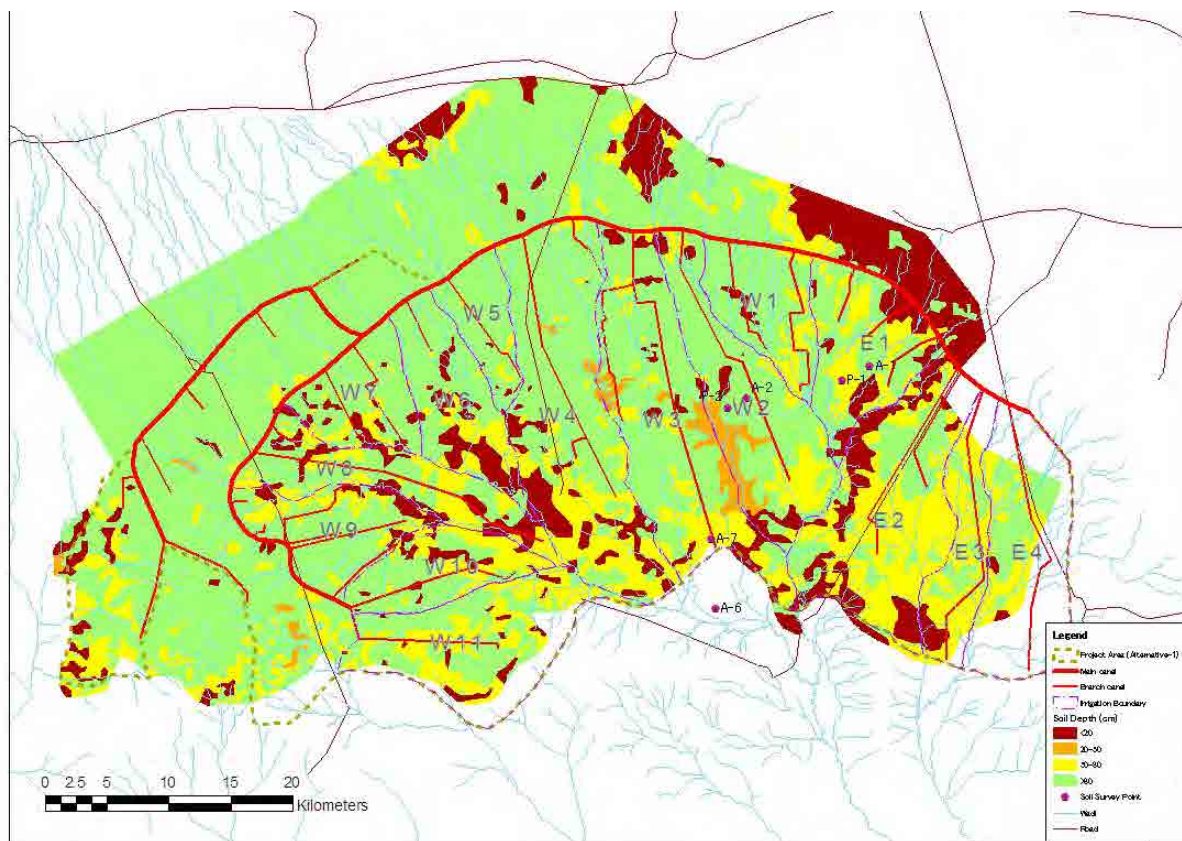


図 3.1-17 プロジェクト地域の土壌深図



### 3.2 社会経済状況

#### 3.2.1 人口

##### (1) イラク国およびニナワ県の人口構成

イラク国において最後に人口センサスが行われたのは1997年であり、これ以降の人口は推計値のみが公表されている。同推計によると、ニナワ県の2007年人口は2,811,000で、男女比は50対50、人口の約4割が農村部に居住している。

表 3.2-1 イラク国およびニナワ県の人口構成

出典：イラク人口センサス(2007)

	人口	男性	女性	農村部		都市部	
				人口	(%)	人口	(%)
イラク全土	29,682,081	(50%)	(50%)	9,929,248	(33%)	19,752,833	(67%)
ニナワ県	2,811,091	(50%)	(50%)	1,104,435	(39%)	1,706,656	(61%)

表 3.2-2 ニナワ県内の郡別人口等 (2008年)

	郡 (District)	人口	世帯数	世帯当り
1.	Mosul	1,719,860	322,295	5.3
2.	Al-hamdaniah	132,297	24,322	5.4
3.	Talkif	133,465	22,834	5.8
4.	Al-shikhan	45,809	7,573	6.0
5.	Makhmour	113,109	19,438	5.8
6.	Telafar	372,366	61,208	6.1
7.	Sinjar	241,334	34,475	7.0
8.	Al-hadhar	65,540	8,909	7.4
9.	Al-baaj	145,634	19,892	7.3
	合計 (ニナワ県)	2,969,414	520,946	5.7

出典：2008年度食物クーポンに基づいた人口統計、ニナワ県 MOWR

表 3.2-2 に示すとおり、イラク第3の都市モスル市を要する県庁所在地の Mosul 郡が1,720千人と最大の人口を有している。プロジェクトに関係する4郡 (District) では、Telafar、Sinjar、Al-baaj、Al-hadhar の順となっている。Mosul および Telafar では比較的都市人口が多く、Sinjar および Al-Baaj では農村居住者が多い。この他の特徴は表 3.2-3 のとおりであり、ニナワ県は多種多様の民族で構成されている。

表 3.2-3 ニナワ県の人口学的特徴

特徴	名前
民族	Kurds, Arabs, Assyrians, Yazidis, Shabaks, Turkmen, Mandeans, Armenians
宗教	Muslim, Christian, Shabak, Yazidism, Mandeism
言語	Arabic, Kurdish, Assyrian, Aramaic, Turkmeni, Shabaki, Yazidi, Armenian, Mandaean Aramaic

(2) 調査対象地域の村落人口

Project Management Team (PMT) から入手した事業地区を対象とした村落別の人口統計資料を整理すれば、表 3.2-4 および図 3.1-1 となる。事業対象地区内外に関連する郡 (District) は Telafar、Sinjar、Al-hadhar および Al-baaj の 4 郡で、その総村落数は 90 村あり、総人口は 107,215 人となる。

表 3.2-4 事業対象地区に関連する県別村落人口

Map no.	Name of Village	Population	Map no.	Name of Village	Population
<b>Telafar District</b>			<b>Al-hadhar District</b>		
1	14 Telafar al-junoobiva	1,100	1	25 Al-bootha	750
2	16 Tal awwad	1,100	2	67 Tal gazal	1,100
3	18 Kasr mihrab	1,550	3	68 Abu sanam	1,500
4	20 Tai azzo	950	4	69 Tal AL-Jarabee	250
5	22 Efrave	2,150	5	70 Tal azeez	50
6	23 Baswa	1,450	6	71 Meedan kulv	1,000
7	24 Al-mustah	1,095	7	72 Eslubv	150
8	27 Ebair	5,650	8	73 Saddahiva	250
9	28 Abdan	2,900	9	74 Tarteat tal dagash	300
10	29 Al-hamrah	2,100	10	75 Sadhan	180
11	30 Sheikh ibraheem	3,800	11	76 Al-kamashly	500
12	32 Al-mazreeb	1,600	12	77 Youstabbah	600
13	33 Tal jamal	1,550	13	78 Abu raseen	400
14	36 Esheriat	1,000	14	81 Eseealah	350
15	45 Emgair	1,100	15	88 Eja	1,000
16	51 Al-mahalabiva	14,000	16	93 Al-turkmaniva	950
17	52 Addava	2,000	17	94 Immfallaga	1,000
18	61 Humr al-saray	1,500	18	96 Al-jazzera	150
19	68 Ein afar	500	19	96 Tal faris	1,300
20	77 Um ehjara	1,150	20	97 Al-athathah	1,100
21	78 Um al-ganateer&targ al-baboor	1,250	21	141/51 Jazzerat sinjar	700
22	79 Al-thalathat	50	22	142/51 Jazzerat sinjar	800
23	80 Al-tassa	950	23	143/51 Jazzerat sinjar	250
24	81 Um shneen	250	24	144/51 Jazzerat sinjar	750
25	83 Tal eshhab	500	25	146/51 Jazzerat sinjar	500
26	84 Kharbat al-vazeedie	625	26	147/51 Jazzerat sinjar	550
27	87 Egzail	1,200	27	149/51 Jazzerat sinjar	600
28	88 Seeta	575	28	150/51 Jazzerat sinjar	50
29	89 Tal esmeer	750	29	154/51 Jazzerat sinjar	500
30	90 Tuffaha	1,500	<b>Subtotal</b>	<b>(29 vilages)</b>	<b>17,580</b>
31	91 Al-aghas	2,500	<b>Al-baai District</b>		
32	92 Al-khathrafiva	400	1	105/51 Khrbat al-theeba/al-hasoon	450
<b>Subtotal</b>	<b>(32 vilages)</b>	<b>58,795</b>	2	119/51 Jleemeed & um ehjara	1,100
<b>Sinjar District</b>			3	120/51 Kharbat al-theeba/Haloosh	1,100
1	28 Seabavat rash (seabavat harroosh)	1,350	4	121/51 Mator najris	1,300
2	29 Seabavat garbiva (seabavat amdash)	1,500	5	122/51 Al-ebsaia	650
3	30 kharaag Al-amood	2,500	6	124/51 Beer shafv	600
4	31 Ehthaal al-sharqy	700	7	130/51 Thrav al-garah	2,500
5	33 Abu breej	1,000	8	131/51 Karkashy & al-sultan	1,000
6	49 Ein al-hissan al-janooby	500	9	133/51 Thrav al garah/Tal al-dhili	150
7	50 Shweerat abu zaid	1,050	10	135/51 Thalia al-sharqiiva&al-garbiva	700
8	61 Tal Aagool	1,100	11	136/51 Um al-zanabeer & Um hachim	1,300
9	62 Bleei	3,000	12	137/51 Al-sukkariva	800
10	65 Ehthaal al-wusta	600	13	138/51 Abu elhaf	150
11	79 Kharab echab	600	14	139/51 Emkeebart al-soan	250
12	80 Ehthaal al-kabeer	3,500	15	140/51 Tal gazal & darak	1,000
<b>Subtotal</b>	<b>(12 vilages)</b>	<b>17,400</b>	16	145/51 Khaznat harroosh	350
			17	148/51 Boothat muhammed salih	40
			<b>Subtotal</b>	<b>(17 vilages)</b>	<b>13,440</b>
<b>Total of 4 District (90 vilages)</b>					<b>107,215</b>

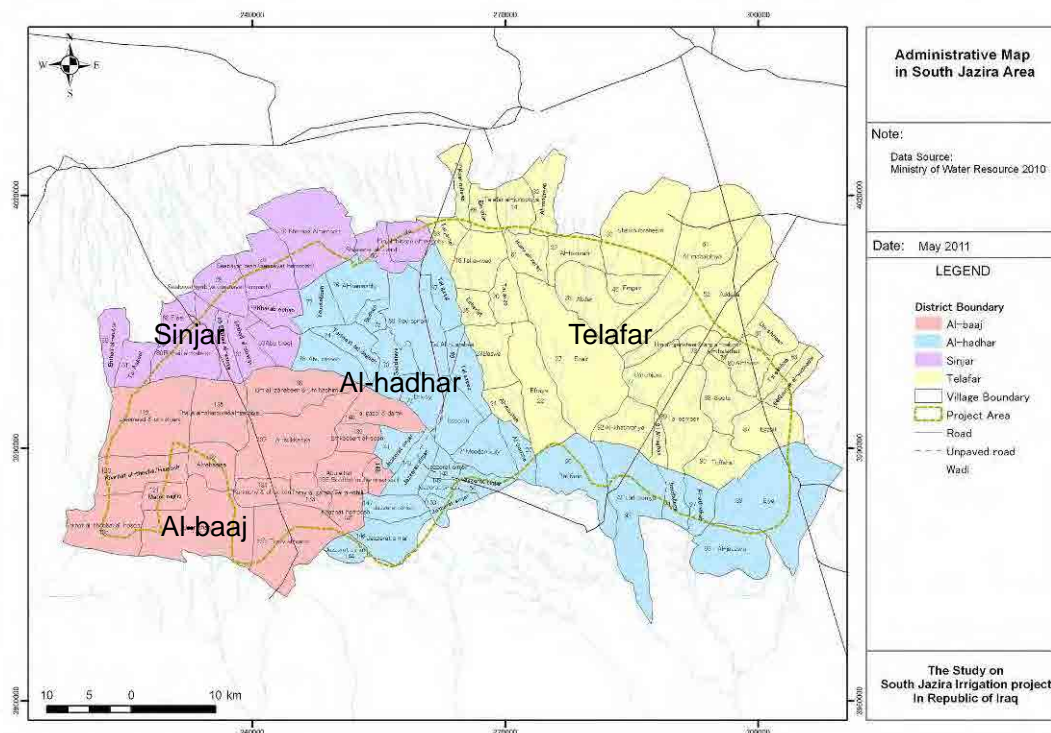


図 3.2-1 事業対象地区内4県の境界 (PMT 統計資料による)

(3) シナリオ別面積・受益人口

南部ジャジーラで利用可能な水資源量が決まらないことにより、シナリオ別に灌漑対象面積および受益者数が異なることになる。シナリオ別面積、受益者数を表 3.2-5 に示す。

表 3.2-5 シナリオ別灌漑面積および受益者数

シナリオ	シナリオ-0		シナリオ-1		シナリオ-2		シナリオ-3 (暫定)	
	灌漑面積 グロス(ha)	受益者	灌漑面積 グロス(ha)	受益者	灌漑面積 グロス(ha)	受益者	灌漑面積 グロス(ha)	受益者
1.Telafar	73,600	39,410	73,600	39,420	73,700	39,410	47,700	29,040
2.Sinjar	19,000	8,290	4,900	1,990	2,300	770	2,300	770
3.Al-hadhar	55,200	13,630	54,300	13,460	38,600	9,160	28,500	6,680
4.Al-baaj	48,600	9,770	24,400	4,510	200	70	200	70
合計	196,400	71,100	157,200	59,380	114,800	49,410	78,700	36,560

備考：1)灌漑面積は土壌深 50cm 以上の範囲、受益者は 50cm 以下の範囲の人口も含む。  
2)シナリオ-3 は暫定値であり、シナリオ-0～2 の事業効果算定後に確定する。

3.2.2 土地配分

ICARDA-Iraq-Australia プロジェクトのベースライン調査 (2005 年) によると、二ナワ県の土地所有は個人所有地、借地 (短期)、借地 (長期) の 3 形態に分かれる。同調査では二ナワ県を農業生態学的特長に応じて 4 つのゾーンに分類 (HRA : 年降雨量 450mm 以上、MRA : 同 350-450 mm、LRA : 同 200-350 mm、SI : 補給灌漑システム) しており、この内調査対象地域が属する LRA では借地 (短期) が 50% と最も多く、次いで借地 (長期) が 32%、個人所有が 18% となっている。

上記調査結果によると、HRA や SI など比較的条件の良い地域では個人所有の割合が高く、MRA では借地（長期）の割合が高くなり、条件の厳しい LRA では短期借地（1 年契約）が多い。また、農地の戸当たり所有面積は、北部が小さく、降雨の少ない南部は大きい傾向がある。

### 3.2.3 貧困

計画省（MOP）の統計（2009 年 5 月 21 日発表）によると、イラクの貧困ラインは 76,896 ID（約 66 ドル）/人/月、1 日当たり 2.2 ドル/人であり、貧困率は 20-25%である。貧困率は南部地域ほど高く、北部地域は比較的低い傾向がある。但し、食糧配給制度を考慮すると、貧困率は更に上がるといふ見解がある。

2003 年のニナワ県の戸当たり年間所得の中央値は、1,998,000 ID/年であり、全国平均よりも 10% 低い。WFP/VAM のデータ（2007 年）によると、最も低い所得階層（五分位階級）はイラク全体では 22%の所得を占めているが、Ninavah 県では 4%のみで所得が高い方に偏りがある。一方、調査対象地域を含む 4 つの郡（District）では、Telafar は同 57%と貧困層に偏る形で不平等度が高い。

調査団実施の聞き取り調査（2010 年）によると、農家の平均所得は北部ジャジーラで 19,000 千 ID（約 16,000 USD）/年、南部ジャジーラで 8,433 千 ID（約 7,150 USD）/年である。北部ジャジーラでは調査対象 6 戸全てが貧困ライン以上の所得を得ているのに対し、南部では 12 戸中 7 戸が貧困ラインを下回り、南部ジャジーラにおける生活の厳しさを示している。

### 3.2.4 ジェンダー

ニナワ県の非識字率は女性が 30%、男性が 12%と女性が高く、全国平均との比較では男女共に高い。周辺の 4 郡では、Sinjar の女性の非識字率が最も高く 57%、Telafar が 32%、Al-baaj が 30%、都市部を擁する Mosul が 24%と最も低い。Sinjar の非識字率の高さは、女性の就学率と関連があると考えられる。10 歳以上の女性の就学率を比較すると、Sinjar では初等教育のみが 72%と最も高く、次いで Telafar(66%)、Al-baaj (53%)、Mosul (52%) となる。

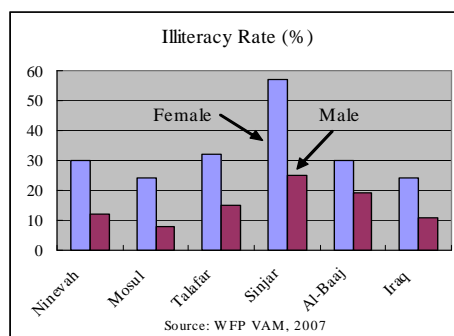


図 3.2-2 ニナワ県の識字率

経済活動では、ニナワ県の女性の参加率は 8%で、全国平均の 18%に比して低く、4 つの関係 District では県庁所在地(Mosul 市)から最も遠隔に位置する Al-Baaj が最も低く僅かに 3%である。失業率は 2007 年で男性が 13%で全国平均と同率なのに対して、女性は 35%と男性の 2.7 倍である。

表 3.2-6 経済活動におけるジェンダー・ギャップ (%)

Indicator	Ninevah	Mosul	Talafar	Sinjar	Al-Baaj	Iraq
	Female Labor Paerticipation (15-64)	8	10	5	6	3
Male Labor Paerticipation (15-64)	85	86	81	78	90	81
Female Unemployment (15-64)	35	40	13	14	36	13
Male Unemployment (15-64)	13	12	21	9	3	12

出典:WFP VAM 2007

ニナワ県では農作業は主として男性の仕事である。調査団による聞き取り調査によると、農業機械を投入するような大規模圃場での作業は男性が中心となり、野菜類や綿花の収穫などの手作業には女性も参加する。家畜の飼育ではヤギや羊など群れで管理する畜種は男女とも従事しているが、庭先で飼育する鶏や牛などは女性が主として担当する。また、搾乳やバター加工など、家庭内で消費する畜産物の加工は女性の労働である。なお、ICARDA-Iraq-Australia プロジェクトのベースライン調査（2005年）によると、農作業の84%は男性が従事し、女性は12%、子供が4%を負担している。

上記のほか、料理や掃除、洗濯やごみ捨てなどの家事は女性が担い、子育ても女性が中心である。井戸への水汲みは男女共に担うが、薪の採取は女性の労働となる。金銭面での決定権は対外的には男性であるが、家庭内では実際には女性を取り仕切る例が多い。

### 3.3 インフラストラクチャー

#### (1) 飲用水

飲料水はイラクでは深刻な問題であり、ニナワ県では4分の1の世帯が給水ネットワークに接続していない（WFP、2007年）。この割合は全国平均と同レベルであるが、県内格差は極めて大きい。県庁所在地のMosulでは93%が給水ネットワークに接続しているが、Al-Baajでは0%、Sinjarでは17%に過ぎない。Al-baajおよびSinjarでは、夫々65%と72%の世帯が河川や井戸、給水車から飲用水を得ている。

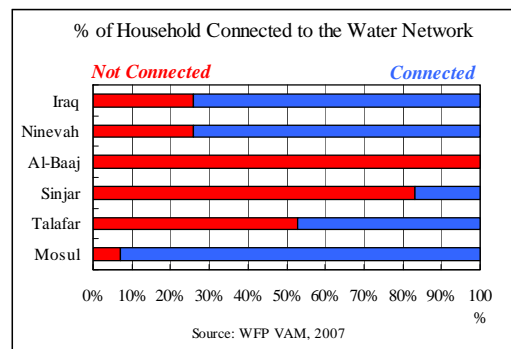


図 3.3-1 給水施設への接続率

調査団が2010年に北部および南部で実施した聞き取り調査によると、北部では全戸（6戸）が井戸から水を得ており、南部では全戸が給水車から水を購入している。また、調査団が南部ジャジーラで実施した水質調査によると、南部の地下水は塩分濃度が高く飲用、灌漑に適さないという結果が出ている。

Al-baajにおける水不足は深刻であり、しばしば避難民発生の原因となる。国際移住機関（IOM）の国内避難民（IDP）に関する調査（2010年）によると、深刻な水不足を契機とした国内避難は近年増加しており、ニナワ県は最も深刻な地域とされている。同調査によると、ニナワ県ではこれまでに1,364人が水不足により避難しており、大半がAl-baajからの難民である。

#### (2) 電力

不安定な電力供給もイラクで深刻な問題の一つであり、全国世帯の52%が長時間（11時間以上）の停電問題を抱えており、ニナワ県では30%の世帯が同問題を抱えている。南部ジャジーラ周辺 District では Sinjar と Al-Baaj で全戸が、Mosul では50%、Talfar では26%の世帯が長時間停電の問題を抱えている。

この問題に対処するため、ニナワ県の43%の世帯が自家発電機などの代替電源を所有している

が、Talafar では90%、Sinjar と Al-Baaj では37%の世帯が代替電源を準備できずにいる (WFP/VAM、2007 年)。Mosul では比較的準備が進んでおり、93%の世帯が代替電源を保有している。

### (3) 衛生および保健

イラク戦争 (2003 年) 後、衛生面での改善は進んできたが、二ナワ県では依然として不衛生なトイレを使用している世帯が 26%存在する。この値は、全国平均の 3 倍を超え、県内では Mosul を除いて、では 10%~12%の世帯が近代的なトイレを使用できずにいる。慢性的な栄養失調は都市住民に比べて農村住民に多く、WFP/VAM の統計によると二ナワ県全体で 30%、Sinjar および Talafar で 50%、Al-baaj で 42%となっている。

### (4) 教育

ICARDA-Iraq- Australia プロジェクトのベースライン調査によると、二ナワ県では 49%の農家世帯主が小学校のみを出ており、10%が中学校 (Secondary)、15%が高校 (High school)、7%が大学卒である。しかしながら一方では、5 人に 1 人 (19%) が非識字者である。

## 3.4 水資源の利用可能性についての情報

### 3.4.1 ジャジーラ灌漑地区 (北部、東部、南部) の計画概要

イラク北部における現在の農業生産は脆弱であり、食料の安全保障に対しても国全体に与える影響が大きい。南部ジャジーラ灌漑計画は、このような観点から二ナワ県のモスル市の南西部に計画されたもので、本地区は Talafar 地区のチグリス川右岸にありサルサル川 (涸れ川) の北部にあるシンジャー山から広がっている。

1970 年代に計画されたモスルダム開発計画に付随したジャジーラ地区灌漑計画として、北部地区 (完成)、東部地区 (現在、建設中) および南部地区の 3 つの地区のうち最も大きなものが南部地区である。

表 3.4-1 モスルダム計画に付随したジャジーラ灌漑計画の概要

ジャジーラ地区	灌漑面積(ha)	導水路延長(km)	最大取水量(m <sup>3</sup> /s)	主要作物	状況
北部	60,000	60 <sup>2</sup>	30 (現在は 45 <sup>1</sup> )	大麦、小麦、トマト、ジャガイモ、その他	1985-1991 年に完成
東部	75,000	82.1 <sup>3</sup>	60 <sup>5</sup>	同上	建設中
南部	190,000 (gross) 104,000 (net)	60.3 <sup>4</sup>	125	同上	計画済み

1. イラク側の説明では、最大取水量は 4 月に発生して 45.0m<sup>3</sup>/s に変更したとのことである。
2. 幹線水路の全長で示している。
3. 2ヶ所のトンネル延長 3.07km を含んでいる。
4. 19km のトンネル区間を含む計画案の場合を示す。
5. イラク側の説明によれば、現在は 60 m<sup>3</sup>/s としているとのことである。

### 3.4.2 モスルダム下流での水需要

#### (1) モスルダム下流側の水利用を考慮した放流量

スイスコンサルタンツにより作成された「Sadam (Mosul) Dam O&M Manual (1990) Final Report and As Built Drawings Vol. 1」にモスルダムの運用と水管理に関して、以下のとおり示されている。

- 1) 下流域における水需要量は未確定であるが、下流への最低放流量は下流域の水管理が許す範囲で、乾期において  $300\sim 350\text{m}^3/\text{s}$  を保証する。この放流量は将来の水資源の検討において柔軟に扱われる必要がある。
- 2) 河川上にダムが新規に建設された場合や灌漑計画のために分水された場合は、新たな条件が付与され河川流量も変化する。
- 3) 上記変化に対して、水収支計算モデルで検証される。モデルへの入力値は河川流量に対する自然と人的影響を模擬するために導入された境界条件に従って、増加したり減少したりする。
- 4) 水収支計算は単一の要素に対して検証される。この要素は、ある河川区間と上流と下流の観測所の水文記録によって表す。これらの2つの観測所での自然流出はモスルの水位観測所でのチグリス川の流出量で表現される。
- 5) 自然流量はモスルダムの建設により修正される。貯水池から直接、灌漑目的の必要量が分水される。還元水は主に、分水路からの漏水で引き起こされ、一年を通して一定値と仮定する。
- 6) 貯水池からの流出量はタービンと洪水量を含んでおり、タービンを通る流量は発電所に設置された能力、求められる発電量、そして自然の流入量と貯水の水位に依存する。
- 7) 修正された流出量は、モスル市での流量に概ね相当するが、分水路からの還元水と貯水池からの流出量からなっている。
- 8) 貯水の最適化は上で述べた数学モデルを用いて検討し、結果としては貯水池からの望ましいダムからの流出量は  $330\text{m}^3/\text{s}$  となった。

以上に述べたように、モスルダム調整池の下流側でチグリス川への連続した灌漑用の流量として望ましいのは  $330\text{m}^3/\text{s}$  である。これは、下流への平均年間流出量が 104 億  $\text{m}^3$  ( $= 330\text{m}^3/\text{s} \times 86,400\text{sec} \times 365\text{days}$ ) 以上であることを示している。これは、乾期には最小流量の  $330\text{m}^3/\text{s}$  より少なく、夏期には大きくなる可能性があり、発電の運用や洪水にも影響される。この年間流出量は、モスルダムへの流入量の約半分に等しい。しかし、この数値がどこから出て、どれだけの取水量が北部ジャジーラ、東部ジャジーラ灌漑地区のために考慮されたかは分からない。

この数値は、貯水池運用の面から算出されたものであり、ダム下流の条件は考慮されていない。基本的には、下流への責任放流はダム下流の需要を考慮する必要がある。

#### (2) 水収支報告書の比較

スイス F/S には水収支に関する検討は含まれていない。水収支は F/S と同時期に検討されたソビエトが実施している「General Scheme of Water Resources and Land Development in Iraq Stage

(MOSCOW-BAGHDAD, 1982)」である。

表 3.4-2 は、灌漑用水量と施設の設計流量（ピーク流量）を比較し、図 3.4-2 はスイス F/S で検討された月別作物消費とソビエトレポートで示されたものとを比較している。

まず、表 3.4-2 からジャジーラ地区の灌漑面積は  $183.25 \times 103 \text{ ha} (= 23.25 + 160)$  と年間必要量は  $1,430.28 \times 109 \text{ m}^3/\text{year} (= 139.68 + 1290.6)$  と分かる。イラク側からの情報によれば、南部地区の総灌漑面積は 190,000ha であり、北部は 60,000ha、東部は 75,000ha で合計ではモスルダムに依存する灌漑面積は 325,000ha となることから、ソビエトレポートで検討された面積は小さく、過小評価されていると思われる。

図 3.4-2 は南部ジャジーラ灌漑計画に関するソビエトとスイス F/S での月別消費量の違いを示しているが、必要量と設計流量に違いが見られる。



Irrigation Water Requirements and Design Discharges of Irrigation Systems in the Year 2000 by USSR Report\*

System No.	Irrigation System	Net irrigation area		Average monthly water requirements 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>												Year total 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Irrigation system efficiency	Mean weighted irrigation rate, gross 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /don	Max. average monthly discharge m <sup>3</sup> /sec	
		(10 <sup>3</sup> don.)	(10 <sup>3</sup> ha)	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June	July	Aug.	Sept.					
		(1)	(2)=(1)÷4	(3)	(4)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)					
38	Dohouk	12.6	3.15	2.41	1.01	0	0	0	0.04	0.7	1.56	2.71	3.12	2.67	2.33	16.55	0.64	1.32	1.17	Jul.
39	Shemal	80	20	17.23	9.92	0	0	0	0.54	6.77	18.4	26.67	24.98	20.44	14.14	139.09	0.64	1.73	10.29	Jun
40	Eastern Jazira	93	23.25	22.27	12.29	0	0	0	0.13	7.13	23.37	23.87	17.59	15.7	17.33	139.68	0.65	1.5	9.21	Jun
41	Jazira	640	160	160.55	84.49	5.36	3.51	51.62	105.03	165.48	189.57	162.16	128.63	112.4	121.8	1290.6	0.64	2.02	70.77	May
Sub-Total(40,41)		733	183.25	182.82	96.78	5.36	3.51	51.62	105.16	172.61	212.94	186.03	146.22	128.1	139.13	1430.28				
42	Small farms from the Mosul dam up to the Greater Zab river mouth	37.9	9.475	6.14	2.17	0	0	0	0.82	5.54	12.33	26.82	28.47	21.81	11.21	115.31	0.64	3.04	10.63	Jul
43	Small farms at springs in the Neinewa muhafadha in the Tigris river basin	12.7	3.175	1.66	0.41	0	0	0	0.11	1.64	3.94	6.94	7.29	5.93	3.33	31.25	0.7	2.46	2.72	Jul
44	Small farms at wells in the Neinewa muhafadha in the Tigris river mouth	15.1	3.775	1.97	0.49	0	0	0	0.12	1.95	4.68	8.25	8.66	7.05	3.96	37.15	0.7	2.46	3.23	Jul
45	Small farms at springs in the Neinewa muhafadha in the Greater Zab river basin	1.1	0.275	0.15	0.04	0	0	0	0.01	0.16	0.36	0.63	0.66	0.54	0.3	2.85	0.7	2.59	0.25	Jul

Source: 'GENERAL SCHEME OF WATER RESOURCES AND LAND DEVELOPMENT IN IRAQ' STAGE II Volume III WATER RESOURCES UTILIZATION Appendix 23.4

		Monthly water requirements (mm)												Cropping Pattern		
		Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June	July	Aug.	Sept.	Year		
USSR Report	gross	100.3	52.8	3.4	2.2	32.3	65.6	103.4	118.5	101.4	80.4	70.3	76.1	806.6	unknown	
	net	64.2	33.8	2.1	1.4	20.6	42.0	66.2	75.8	64.9	51.5	45.0	48.7	516.2		
F/S Report	net	39.7	34.9	10.5	2.0	23.1	60.7	98.7	128.2	79.3	51.0	43.7	38.0	609.8	ABC	
	net	40.1	35.8	13.0	2.1	24.2	61.5	97.2	115.7	62.9	48.9	47.8	42.2	591.4	XYZ	

USSR Report:General Scheme of Water Resources and Land Development in IRAQ STAGE II (MOSCOW-BAGHDAD 1982)

表 3.4-2 ソビエトレポートに示された用水量と設計流量

Monthly Net Water Requirements

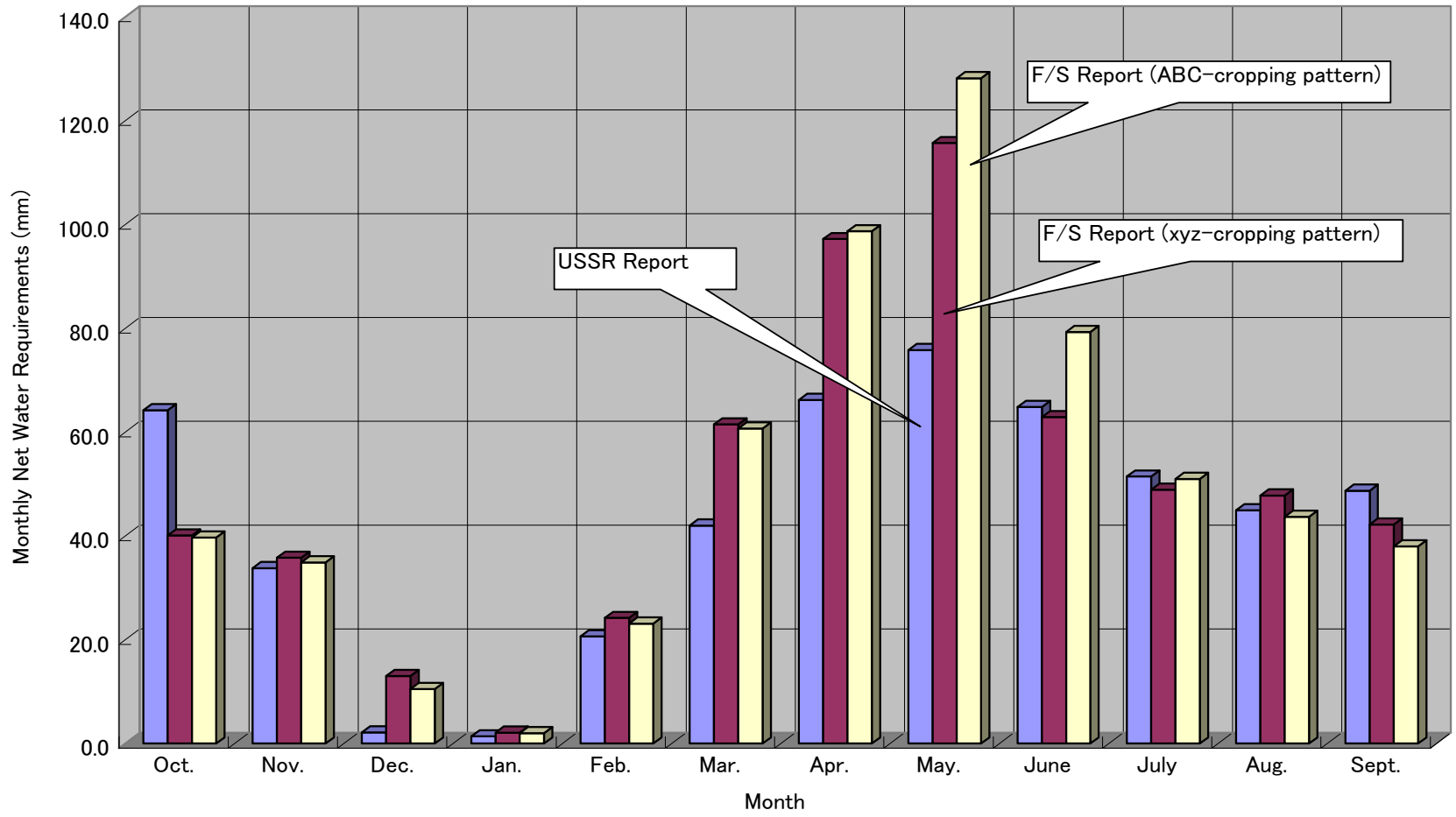


図 3.4-2 南部ジャジーラでの月別消費水量の比較

### 3.4.3 南部ジャジーラ地区での地表水の利用可能性

スイス F/S の期間に涸れ川と湧水の化学性および堆砂性を調査すべく様々な場所と異なる流出状態で試料採取された。地表水の水質は、1)地質、2)流域による場所、3)洪水期か減水期、4)洪水期の初期か終期、などでの状態により変化する。表 3.4-3 にスイス F/S の結果を示す。

表 3.4-3 水質観測の結果 (出典:スイス F/S レポート)

SOUTH JEZIRA IRRIGATION PROJECT: WATER ANALYSES																	
Sampling Site	Flow*)	Date of Sampling	pH	EC	Ca	Mg	Na	K	SO <sub>4</sub>	Cl	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	BO <sub>3</sub>	TSS	S.S.	SR	Class (acc. USDA)
				msm/cn	me/l	me/l	me/l	me/l	me/l	me/l	me/l	me/l	me/l	me/l	ppm	ppm	
WADI THARTHAR, TEL ABTA	I	18.12.79	7.6	3.4	15.32	6.91	17.16	0.32	26.25	11.2	1.28	3.2	0.16	2 872	603	5.15	C4-S2
WADI THARTHAR, TEL ABTA	I	18.12.79	7.3	3.4	15.51	6.98	17.16	0.214	26.1	10.36	-	2.6	0.20	2 920	557	5.12	C4-S2
WADI THARTHAR, TEL ABTA	F	15.02.80	7.7	2.1	14.46	4.83	4.6	0.2	16.75	3.36	0.16	2.4	0.34	1 680	1 683	1.481	C3-S1
WADI THARTHAR, TEL ABTA	I	16.02.80	7.6	2.76	20.57	6.07	6.69	0.16	25.63	5.88	0.16	2.4	0.6	2 160	1 289	1.633	C4-S1
WADI THARTHAR, TEL ABTA	F	17.02.80	7.5	1.81	10.47	3.36	5.07	0.16	12.1	4.34	0.16	1.6	0.34	1 392	4 530	1.928	C3-S1
WADI THARTHAR, TEL ABTA	I	02.05.80	-	16.1	40.0	66.0	102.4	0.2	92.0	105.0	-	2.2	0.22	776	1 942	0.409	C4-S2
WADI MARGHADA, HASSAR	F	17.02.80	7.9	1.0	7.63	1.84	0.89	0.09	7.75	0.42	-	1.4	0.34	1 052	412	0.546	C3-S1
WADI MARGHADA, HASSAR	I	18.02.80	7.7	1.24	9.6	2.44	1.34	0.09	9.38	1.26	0.16	1.6	0.14	968	616	0.404	C3-S1
WADI MARGHADA, HASSAR	I	23.02.80	7.6	1.14	9.8	1.96	0.98	0.09	10.0	0.98	-	1.0	0.14	968	616	0.404	C3-S1
WADI THARTHAR, SHWA	I	22.02.80	7.6	10.9	15.68	37.54	72.46	0.2	63.75	59.5	0.32	3.6	1.12	8 120	1 126	14.047	C4-S4
WADI THARTHAR, SHWA	I	24.02.80	7.6	9.1	14.88	29.13	57.97	0.14	47.5	54.6	-	1.6	0.82	6 676	459	12.357	C4-S4
WADI THARTHAR, SHWA	L	02.05.80	-	18.3	30.0	110.0	155.0	0.2	28.0	155.0	-	2.2	0.22	776	1 942	0.409	C4-S4
TEL AFAR, SPRING		06.03.80	7.4	2.57	26.55	6.74	0.84	0.09	31.5	1.4	-	2	0.28	2 420	121	0.206	C4-S1
MUHALLABIYA, SPRING		06.03.80	7.7	2.62	26.55	8.32	0.63	0.06	33.75	0.7	0.32	2.2	0.22	2 548	169	0.151	C4-S1
SHAIK IBRAHIM, SPRING		06.03.80	7.8	2.6	25.41	8.16	0.58	0.09	31.5	0.7	-	2.6	0.18	2 842	95	0.142	C4-S1
ZIMBAR, SPRING		06.03.80	7.8	2.38	25.54	5.28	0.48	0.09	30.0	0.63	0.16	1.8	0.34	2 316	100	0.122	C4-S1
AL BUKHUR, SPRING		06.03.80	7.8	2.79	25.54	11.06	0.89	0.08	33.75	0.98	-	2.4	0.22	3 176	215	0.208	C4-S1
WADI THARTHAR, HATRA**)	-	17.02.76	7.6		22.4	29.9		65.5	54.4	54.8		3.0					
WADI THARTHAR, HATRA**)	-	20.04.76	7.6		12.2	6.8		13.0	19.1	10.9		-		2 187			
WADI THARTHAR, HATRA	L	02.05.80	-	16.5	34.0	66.0	105.8	0.3	90.0	103.0	-	2.8				14.85	C4-S4

\*) Flow: F Flood  
I Intermediate  
L Low  
\*\*) From Agrovedcomplect  
USDA: United States Department of Agriculture

地表水の塩分は全て「高い」～「非常に高い」に分類され、高い塩分は主に CaSO<sub>4</sub>によるものと考えられる。また、ナトリウムについては一部で「非常に高い」と分類される場合を除いて、概ね「低い」～「中庸」に分類される。サルサル川では乾期に時間が経つにつれて、ナトリウム濃度が増加する。

以上の結果から対象地域の地表水は、水質の観点からは、極めて限られた時間と非常に特別な状況下でないと、灌漑用水には適合しない。対塩性が高い作物などに限っては、灌漑用水としての利用の可能性もあるが、排水などの対策が必要である。

スイス F/S によれば、水量の観点から Al Sawaf は、降水の 15%が地表流出と見積もったが Hatrad ダムの調査では、年 17mm の流出高で降水量の 5%のみが地表流出との結果も出ており、小さい流出率を示している。

結論としては、本地区の灌漑用水としての地表水利用は水質、水量の観点から推奨できない。

### 3.4.4 南部ジャジーラ地区での地下水の利用可能性

#### (1) 検討可能なデータ

##### (a) スイス F/S レポートのデータ

以下の数の井戸データが、F/S レポートの Annex 3 に掲載されている。

プロジェクト地域内 浅井戸 22 (18)

	深井戸	13 (10)
プロジェクト地域外	深井戸	52 (45)

括弧内の数字は、添付の図中で位置が特定できたものの数である。データには、取水帯水層の名称、pH、電気伝導度 (EC)、溶存総塩分濃度 (TDS)、主要イオン濃度および SAR を含む。図 3.4-3 および 図 3.4-4 は、浅井戸と深井戸それぞれの井戸の位置と井戸水の電気伝導度の値の範囲を示す。

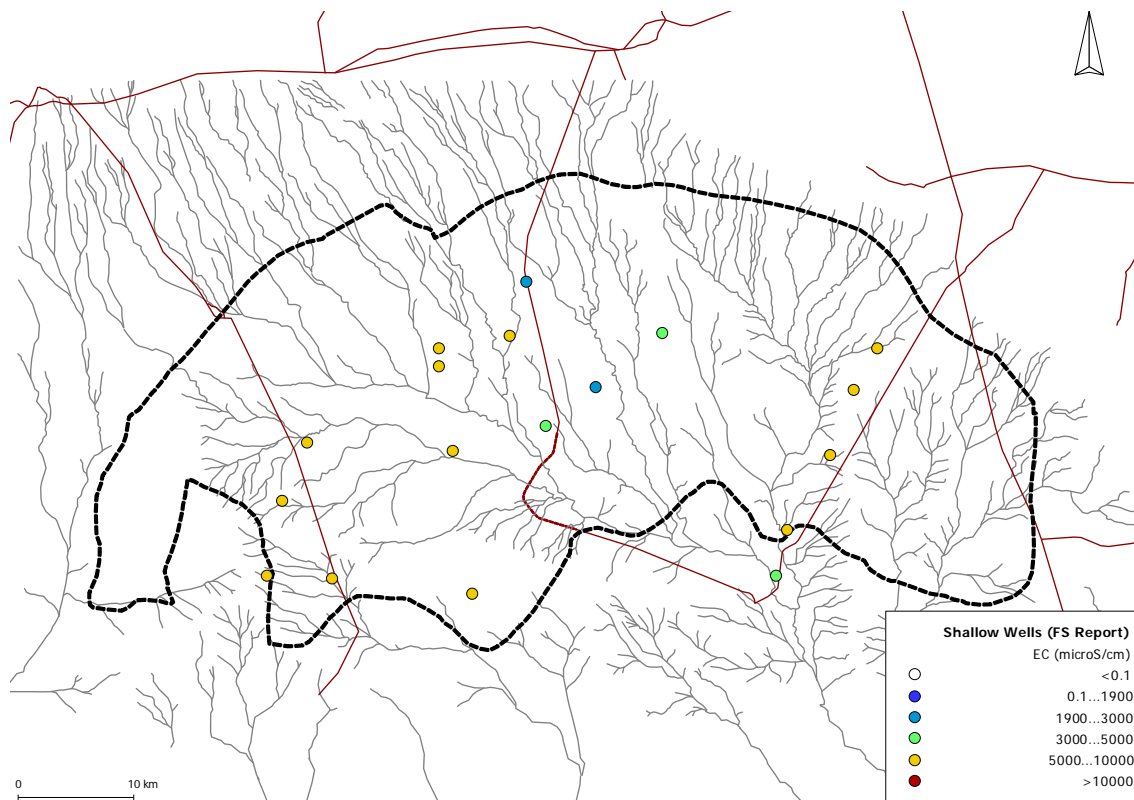


図 3.4-3 浅井戸の電気伝導度分布 (出典: データ: スイス F/S レポート、1984 年)

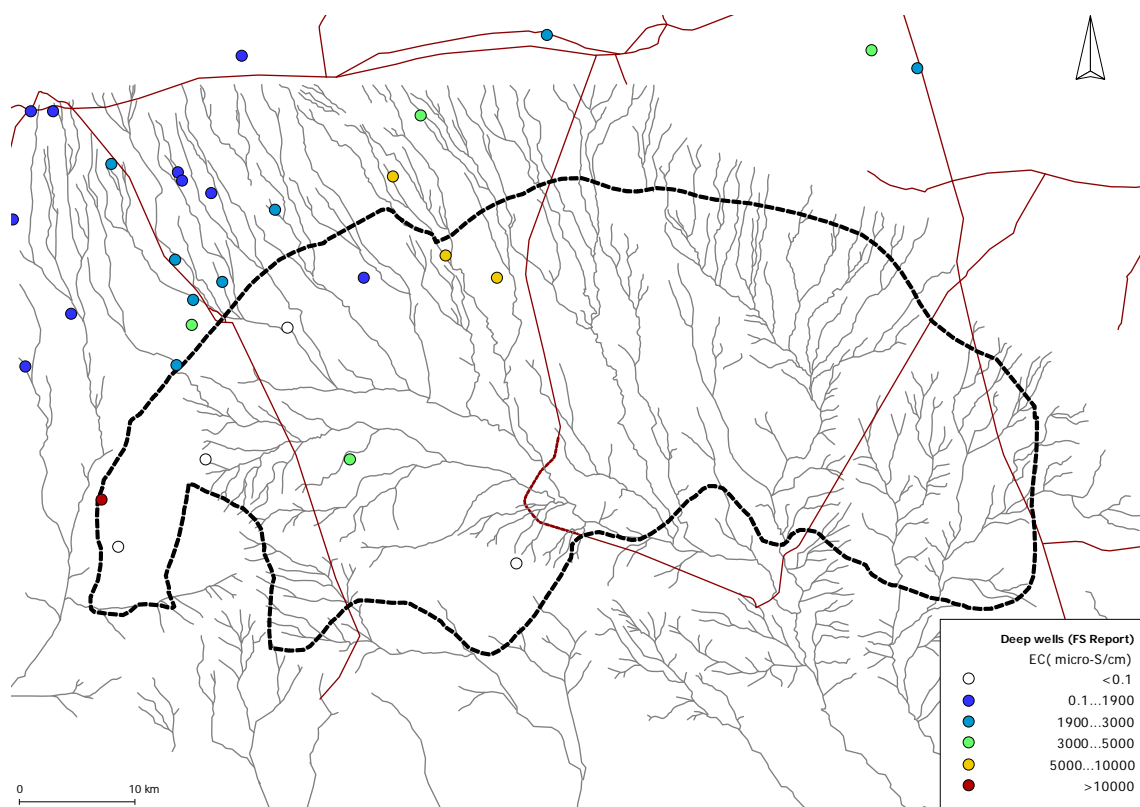


図 3.4-4 深井戸の電気伝導度分布 (1) (出典：データ：スイスF/S レポート、1984年)

(b) 水資源省 (MoWR) のデータ

プロジェクト地域および周辺に分布する 286 箇所の深井戸のデータが、水資源省から 2010 年 7 月に提供された。データは、地盤高、静水位、動水位、電気伝導度 (EC)、総溶存塩分濃度 (TDS) および井戸の経緯座標である。揚水量、井戸口径、スクリーン深度や井戸の設置年等の基本的なデータが含まれていない。

図 3.4-5 から図 3.4-11 に、井戸の深さ、水位標高、静水位、動水位、揚水時の水位降下 (静水位と動水位の差)、電気伝導度 (EC) および溶存総塩分濃度 (TDS) の分布を示す。

注) 以下の図中の白丸は、その項目のデータがないことを示す。

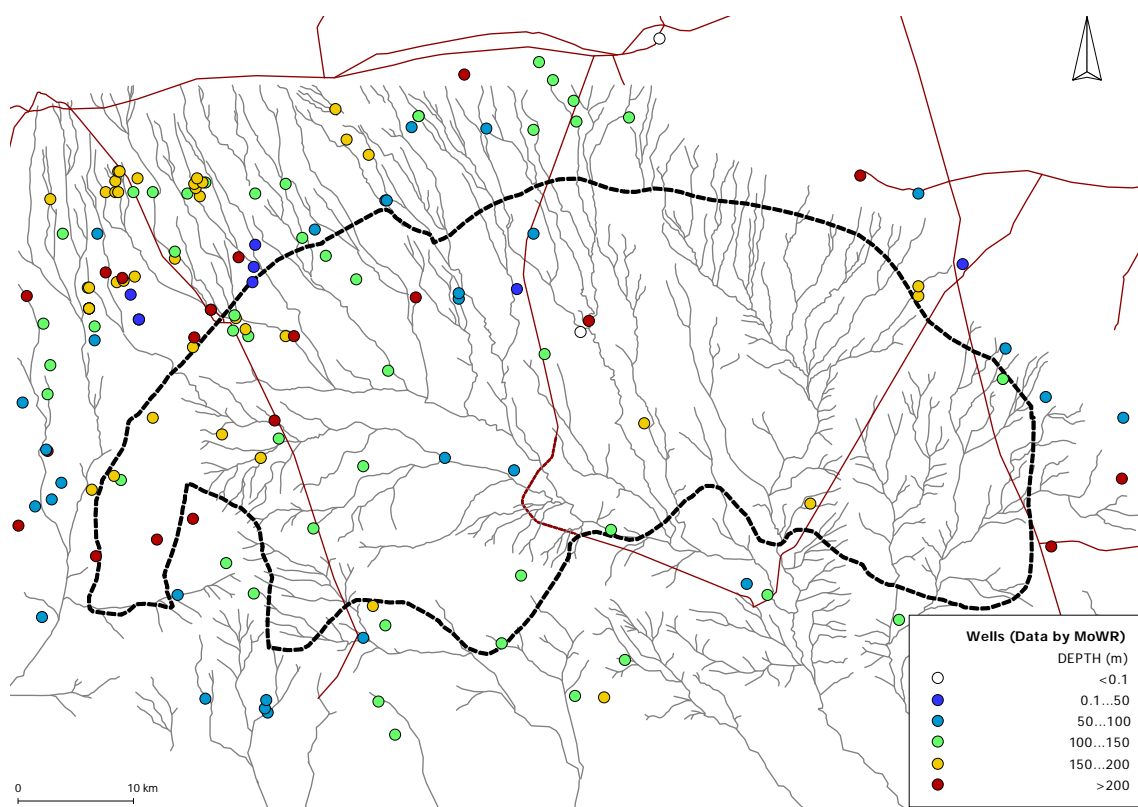


図 3.4-5 深井戸の電気伝導度分布 (2) (出典：水資源省、2010年)

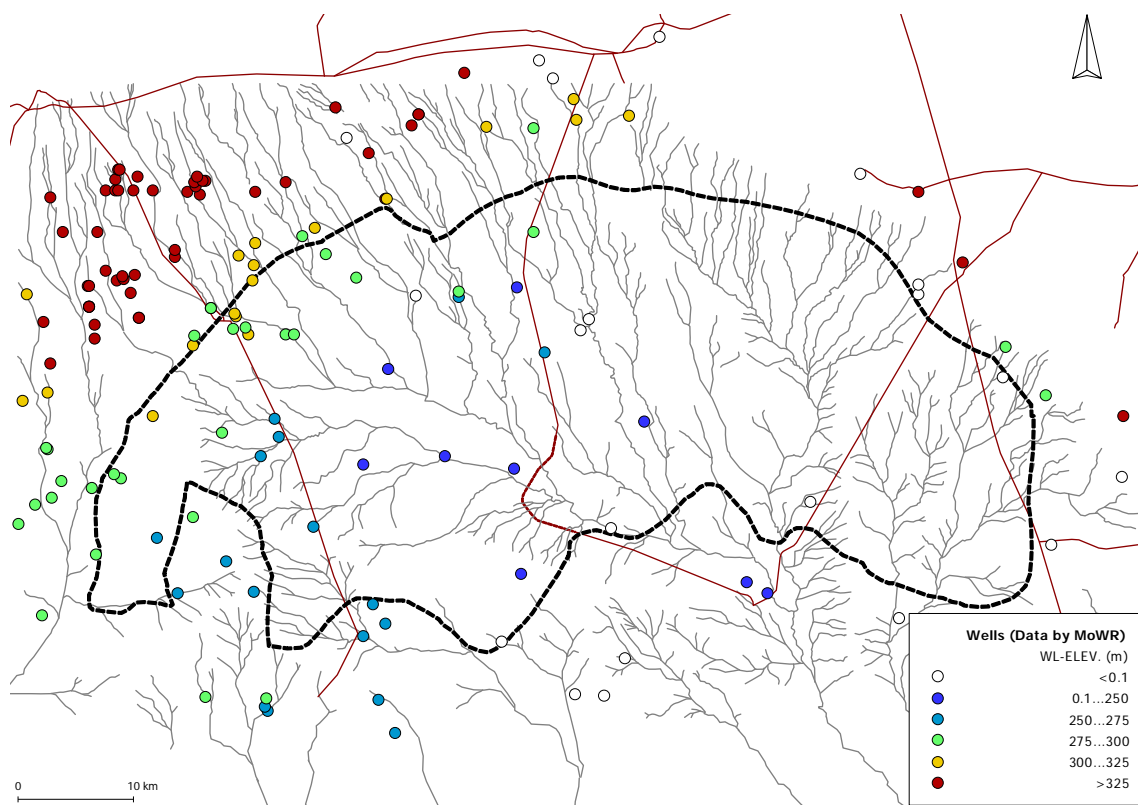


図 3.4-6 深井戸の水位標高分布 (出典：イラク水資源省、2010年)

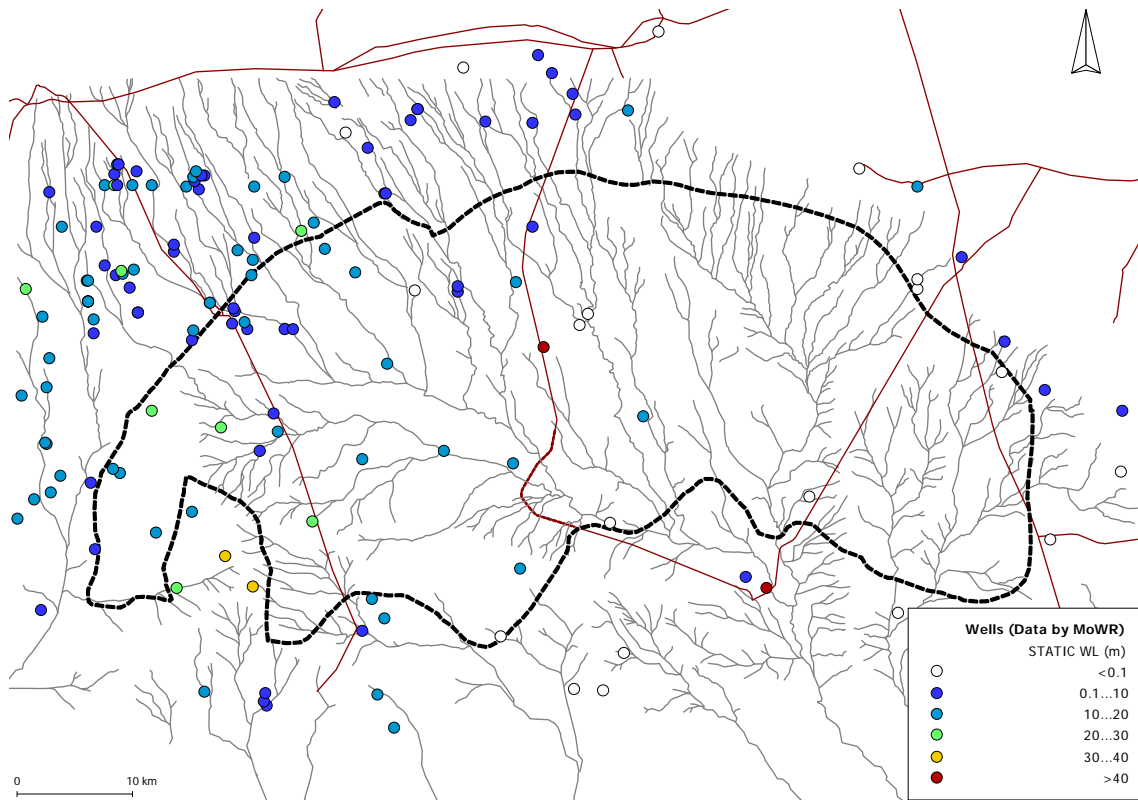


図 3.4-7 深井戸の静水位分布 (1) (出典: イラク水資源省、2010年)

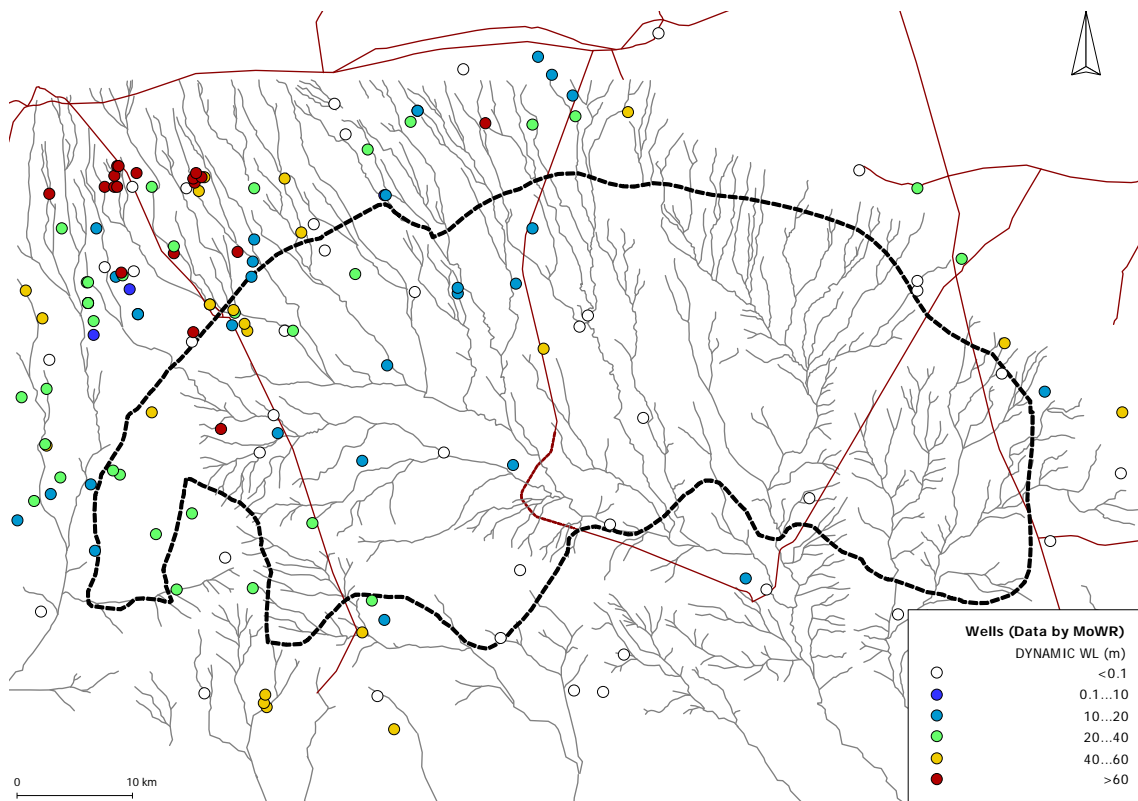


図 3.4-8 深井戸の動水位分布 (2) (出典: イラク水資源省、2010年)

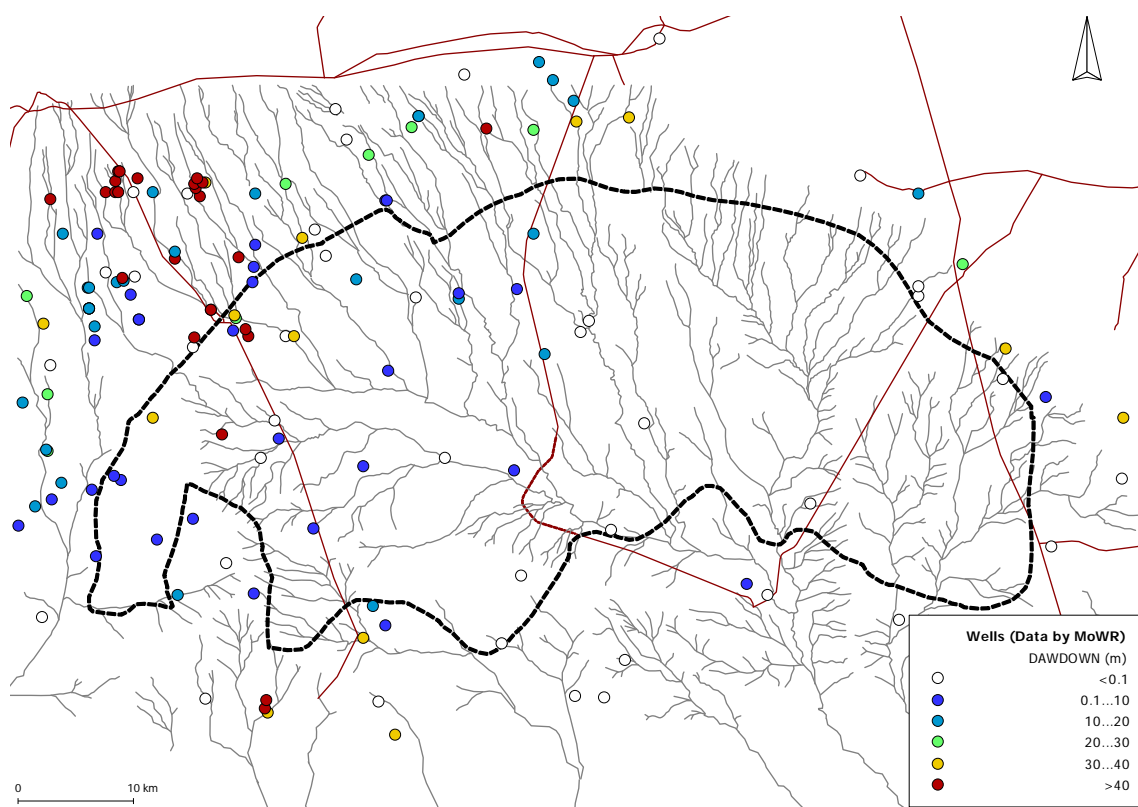


図 3.4-9 深井戸の揚水時水位降下分布 (出典：イラク水資源省、2010年)

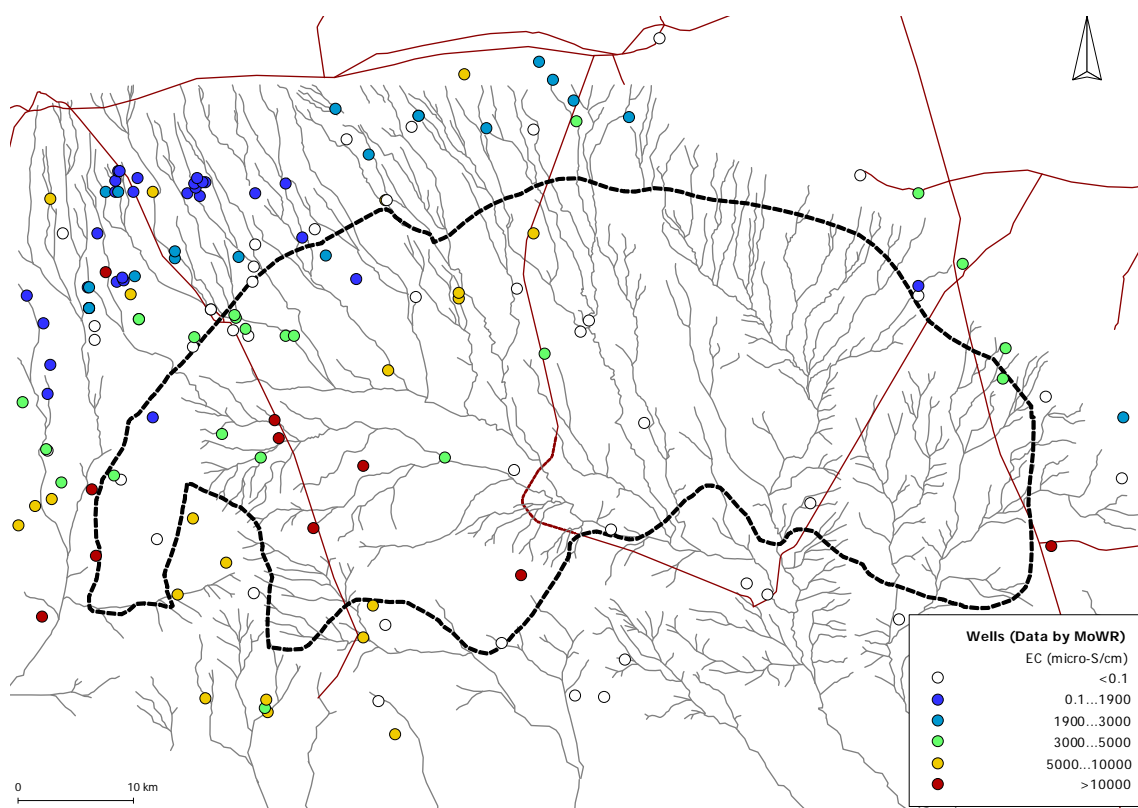


図 3.4-10 深井戸の電気伝導度分布 (出典：イラク水資源省、2010年)



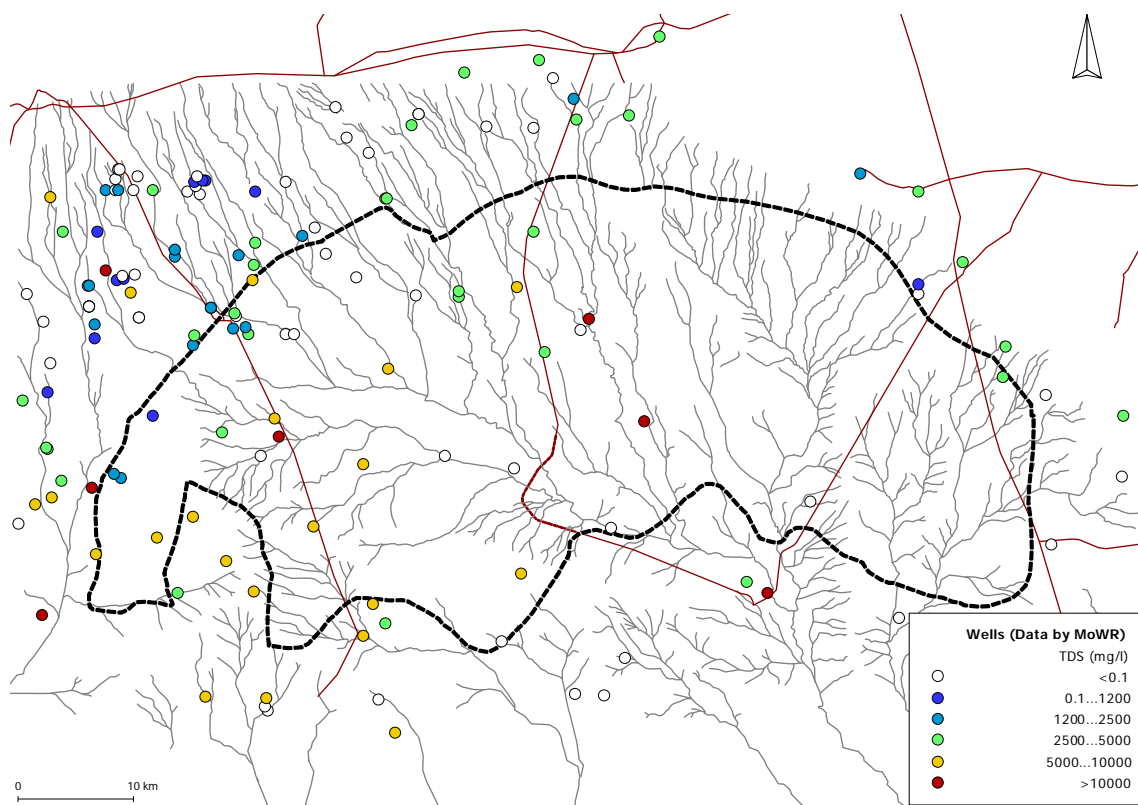


図 3.4-11 深井戸の総溶存塩分濃度 (TDS) (出典：イラク水資源省、2010年)

(c) サンプル井戸調査

JICA 調査団は、図 3.4-11 に示すプロジェクト地域内の 6 村落において、質問表に基づいた井戸調査を実施した。調査においては、まず、訪問村落において、代表農民から村落における水利用に関する聞き取りを表 3.4-4 (左) に示す質問表に基づいて行った。その結果、村落内に井戸があると判明した場合は、代表的な井戸を訪問し、同表 3.4-4 (右) に示す調査票に基づいて、井戸に関する聞き取りと計測を実施した。調査する井戸の数は、時間と安全上の制約から、各村あたり 2ヶ所とした。

表 3.4-5 は、村落の水利用に関する聞き取り結果である。表 3.4-6 は、井戸の調査結果である。



表 3.4-5 村落における水利用に関するヒアリング結果（出典：JICA 調査団）

Date	20 / 07 / 2010	20 / 07 / 2010	21 / 07 / 2010	21 / 07 / 2010	20 / 07 / 2010	20 / 07 / 2010	
Surveyor	Ali H. Agoob & Shehab A. Fattah	Ali H. Agoob & Shehab A. Fattah	Ali H. Agoob & Shehab A. Fattah	Ali H. Agoob & Shehab A. Fattah	Ali H. Agoob & Shehab A. Fattah	Ali H. Agoob & Shehab A. Fattah	
General	1. Village name	Abadan	Abu Sanam	Big Huthail	Trai Karah	Um Hajara	Usaila
	2. Nahia	-----	Tall abta	Qairawan	-----	Muhalabya	Tall abta
	3. qadha	Tallafar	Hatra	Sinjar	Ba'aj	Mosul	Hatra
	4. GPS Location						
	Latitude	4007021	4006756	4004552	3977469	3998006	3992706
	Longitude	278008	259186	234507	245932	287138	264748
	Elevation	255m	274m	317 m	274m	246 m	237m
5. Population							
Number of families	1	130	400	380	100	65	
Average persons per family	22	12	8	10	12	10	
6. Area of farm land (donum)	16000	16000	12000	50000	16000	12000	
Water use	7. Source of Water (Groundwater /River water/ Rain)						
	For drinking	Buying water from tanker	Buying water from tanker	Buying water from tanker	Buying water from tanker	Buying water from tanker	Buying water from tanker
	For Animals	shallow well	Deep & shallow wells	Shallow wells	Shallow wells	Shallow wells	Deep & shallow wells
	For Irrigation	Rain	Rain & deep wells	Rain	Rain	Rain	Rain & deep wells
	For household	shallow well	From tanker	From tanker	From tanker	From tanker	From tanker
	For Other purpose	Shallow	Shallow & deep wells	Shallow	Shallow	Shallow	Shallow & deep wells
	What purpose ?	Construction homes by clay	Construction homes by clay	Construction homes by clay	Construction homes by clay	Construction homes by clay	Construction homes by clay
	8. Number of Shallow Well(s)	1	40	100	200	30	10
	Purpose(s)	For animals	For animals	For animals	For animals	For animals	For animals
	Approximate depth of wells (m)	5 m	30 m	7 m	7-14 m	7 m	8 m
	9. Number of deep well(s)	zero	2	zero	zero	-----	6
	Purpose(s)	-----	For animals & Irrigation	-----	-----	-----	For animals & Irrigation
	Approximate depth of wells (m)	-----	90 m	-----	-----	-----	90 m
	10. Number of spring(s)	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Purpose(s)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
11. Other groundwater source(s)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
Purpose(s)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	

Source: The JICA Study Team, 2010

表 3. 4-6 井戸調査結果 (出典: JICA 調査団)

Date	20/07/2010	20/07/2010	20/07/2010	20/07/2010	20/07/2010	21/07/2010	21/07/2010	21/07/2010	21/07/2010	20/07/2010	21/07/2010	
Surveyor	Ali H. Agoob & Shehab A.	Ali H. Agoob & Shehab A.	Ali H. Agoob & Shehab A.	Ali H. Agoob & Shehab A.	Ali H. Agoob & Shehab A.	Ali H. Agoob & Shehab A.	Ali H. Agoob & Shehab A.	Ali H. Agoob & Shehab A.	Ali H. Agoob & Shehab A.	Ali H. Agoob & Shehab A.	Ali H. Agoob & Shehab A.	
General	1. Well Number	1	1	10	5	7	1	2	1	2	1	8
	2. Location											
	Village	Abadan	Abu sanam	Abu sanam	Um Hajara	Um Hajara	Big Huthail	Big Huthail	Thrai Karah	Thrai Karah	Ussaila	Ussaila
	Nahia	-----	Tall Abta	Tall Abta	Muhlabia	Muhlabia	Qairawan	Qairawan	-----	-----	Tall Abta	Tall Abta
	Qadha	Talaffar	Hatra	Hatra	Musol	Musol	Sinjar	Sinjar	Ba`aj	Ba`aj	Hatra	Hatra
	3. GPS Location											
	Latitude	4007383	4007497	4007241	3997967	3998014	4004552	4004600	3977456	3977593	3992320	3992774
Longitude	278072	258875	258895	287153	287283	234507	234473	245964	245874	264772	2264950	
Elevation	258	273	275	246	241	317	320	245874	245874	239	240	
4. Name of - owner	Saud Az Aldeen	Sheikh. Zaid Ibrahim	Sheikh. Zaid Ibrahim	Ubaid Hassan Khleef	Muhamad Hassan Hussin	Mukhtar. Nawaf Ahmed	Satam Ahmed	Hamdon Khalaf Muhamad	Fahad Shehatha	Sheikh. Aafet ugab Hammad	Sheikh. Aafet Ugab Thabet	
5. Year of construction	2001	1989	1994	1980	1990	2003	1997	2008	2004	2003	1982	
Use	6. Purpos of use	For animals	For irrigation and animals	For animals	For animals	For animals	For animals	For animals	For animals	For animals	For irrigation	For animals
	7. When and how often the well is used ?	Five run in day at least for animals.( every once approximately 200 liters)	- Every 10 day in winter to irrigation five donums from malt. - Once or twice in day to fill tanker (10000 l)	Five run in day at least for animals.( every once approximately 500 liters)	Five run in day at least for animals.( every once approximately 100 liters)	Five run in day at least for animals.( every once approximately 100 liters)	Five run in day at least for animals.( every once approximately 50 liters)	Five run in day at least for animals.( every once approximately 50 liters)	Five run in day at least for animals.( every once approximately 50 liters)	Five run in day at least for animals.( every once approximately 50 liters)	Every 10 day in winter to irrigation ten donums from malt.	Five run in day at least for animals.( every once approximately 500 liters)
	8. Type of well (Dug/Drilld/Combined)	Dug by hands	Drilled	Dug by hands	Dug by hands	Dug by hands	Dug	Dug by hand	Drilled	Drilled	Drilled	Dug by hands
Well	9. Diameter (m)	1 * 1.5 m	0.35 m ( 12 inch	1 m	1 m	1 m	12 inch	1 m	8 inch	8 inch	12 inch	1 m
	10. Depth of well (m)	5	90	5	7	7	30 m	7 m	26	25	85	8
	11. Diffrence between well head and ground	zero	0.3	0.3	----	----	zero	Zero	zero	zero	0.2	0.4
	12. Depth to water table from ground	3.9 m	2.4	4	5.9	6	6	5.5	7	4.9	5.8	5.4
	By measuring or hearing	measuring	measuring	measuring	measuring	measuring	measuring	measuring	measuring	measuring	measuring	measuring
Pump & Discharge	13. Type of pump	MONDA	Diver	EAGLE G 50	Small Eic. pump	Small Eic. pump	Small eic. Pump ( china )	MARQUOS water pump	Small diver	Small Eic. motor	Diver	EAGLE G 50
	14. Diameter of discharge pipe	2 inch	2.5 inch	2 inch	3/4 inch	3/4 inch	1 inch	3/4 inch	3/4 inch	3/4 inch	4 inch	2 inch
	15. Discharge (l/s) by measuring or hearing?	3 l/s	3 l/s	3 l/s	0.8 l/s	0.8 l/s	1 l/s	0.8 l/s	1 l/s	0.8 l/s	4 l/s	3 l/s
Quality	16. Quality	pH=7.3 EC=5.1 mS, t=21.9°C	pH=7 EC=8 mS, t=21°C	pH=7.3 EC=8.5 mS, t=22°C	pH=7.3 EC=7.7 mS, t=22°C	pH=7.2 EC=7.5 mS, t=22°C	pH=6.9 EC=7.5 mS, t=22°C	pH=6.9 EC=7.3 mS, t=22°C	pH=7.5 EC=5.3 mS, t=22°C	pH=7.6 EC=5.4 mS, t=21°C	pH=7.7 EC=8.5 mS, t=22°C	pH=7.5 EC=4.5 mS, t=20.3°C
	Photo No.	GEDC0130 GEDC0132	GEDC0100, GEDC0102	GEDC0097, GEDC0099	GEDC0136, GEDC0135	GEDC0143, GEDC0145	GEDC0182 GEDC0183	GEDC0186 GEDC0190	GEDC0162 GEDC0163	GEDC0166 GEDC0167	GEDC0153 GEDC0157	GEDC0150 GEDC0151

Source: The JICA Study Team, 2010

## (2) 地下水利用の現状

上記に示したデータから、南部ジャジーラ地区の地下水利用状況は次のようである。

### (a) 浅井戸

浅井戸は、深さ 5~10 m ほどの掘り井戸である。水位はおよそ 4~7 m であり、電気伝導度は、概ね 4,500~8,500  $\mu\text{S/cm}$  である。水は、主に家畜に使われており、家事や粘土による家屋建設の際にも使われる。どの村落も人口に応じて多くの井戸がある。

### (b) 深井戸

深井戸は、深さ 30~250 m ほどのボーリング井戸である。水位はおよそ 3~30 m にある。電気伝導度は、概ね 3,000~10,000  $\mu\text{S/cm}$  であるが、プロジェクト地域の北東部の Balaj 付近では、より小さい値を示す。水は、家畜と灌漑に使われている。

### (c) 飲料水

飲料水は、タンク車から購入している。

## (3) 地下水の利用可能性

### (a) 水質

電気伝導度 3,000  $\mu\text{S/cm}$  が一般的に水を灌漑用に問題なく使えるかどうかの一つの指標とされる。この値を超えた場合、作物の収量が減少する可能性が高い。この点において、地域内のほとんどの地下水は灌漑に不適である。

### (b) 地下水涵養

地下水を大規模灌漑プロジェクトで使用する場合、地下水は持続的に利用できなければならない。地域の地下水の涵養源は、プロジェクト地域および北側の隣接地域における降水である。プロジェクト地域内における地下水涵養量は、大略、以下のように計算できる。

平均年降水量	: 330 mm
平均年地下水涵養率	: 10 %
(スイス F/S 報告書 Annex 3 Hydrology による ; 値は適切と判断)	
とすると、	
平均年地下水涵養高	: 33 mm
平均日涵養量 - km <sup>2</sup> 当り	
$30\text{mm} / 1,000\text{mm/m} / 365\text{days} \times 1,000,000\text{m}^2/\text{km}^2 = 90\text{m}^3/\text{day}/\text{km}^2$	
平均日涵養量 - プロジェクト地域	
$82 \text{ m}^3/\text{day}/\text{km}^2 \times 2,200 \text{ km}^2 \text{ (gross project area)} = 198,000 \text{ m}^3/\text{d}$	
$= \text{approx. } 2.3 \text{ m}^3/\text{s}$	

この地下水涵養量は、プロジェクトの最大必要水量 125  $\text{m}^3/\text{s}$  に比べ僅かであり、プロジェクト

地域上流側の涵養区域を含めたとしても、地下水涵養量は、必要水量よりもはるかに小さいであろう。

(c) 結 論

水質と地下水涵養の点から、地下水は本プロジェクトの主水源にはなりえない。

3.5 農業に関する基本情報

3.5.1 土地利用

(1) 土地利用-1 (農地と市街地)

対象地域の属する4郡の市街地的な土地利用は全体の11% (=284,875 ÷ 2,574,380) であり、主たる土地利用は農用地である。また、農用地利用者の平均利用面積は、15.9ha/人 (=63.6ドナム = 2,289,505 ÷ 36,010) であり、大規模農家が多いと推測される。

表 3.5-1 土地利用形態 (農用地と市街地)

(単位: 人、ドナム (=0.25ha))

郡名	合計		農用地利用 (農村地域)		都市的利用 (市街地)	
	利用者数	利用面積	利用者数	利用面積	利用者数	利用面積
Mousel	14,860	774,259	12,502	602,112	2,358	172,147
Sinjar	7,258	464,913	7,252	464,787	6	126
Talaafar	11,386	686,324	9,948	574,741	1,438	111,583
Al Baa j	6,319	648,884	6,308	647,865	11	1,019
Totals	39,823	2,574,380	36,010	2,289,505	3,813	284,875

出典: 計画省

(2) 土地利用-2 (農家と非農家)

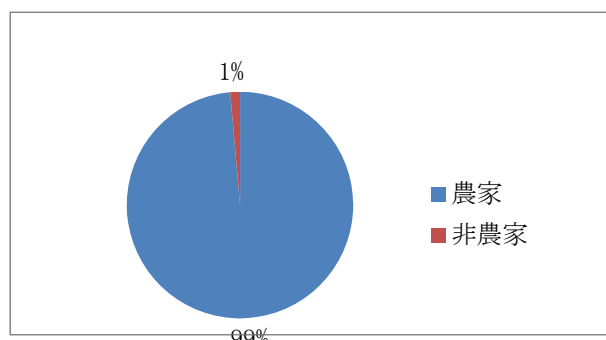
大半が天水依存の小麦・大麦農家である。家畜を所有している農家も多く、刈り取り後の残渣を飼料としている。比較的大規模で粗放的な農業を展開しており、農業労働者を雇用する農家も多い。対象地域の周辺の4郡の農家・非農家の戸数は表3.5-2のとおりである。農家が大半(99%)を占めており、農業が主産業であることがわかる。

表 3.5-2 郡別の戸数 (農家、非農家数)

(単位: 人)

郡名	合計	農家	非農家
	戸数	戸数	戸数
Mousel	14,860	14,637	223
Sinjar	7,262	7,185	77
Talaafar	11,403	11,260	143
Al Baa j	6,320	6,244	76
Totals	39,845	39,326	519

出典: 計画省



出典: 計画省

図 3.5-1 農家・非農家の構成割合

農家の男女比・農家の種別は表 3.5-3 のとおりである。長期的に耕作する農家が多く、契約により一定期間の耕作をする農家の 3 倍である。農業労働に従事する農家は、長期的・短期的に耕作する農家よりも多い。

表 3.5-3 農業形態別の農業従事者人口（男女別）

郡名	農業従事者			期限付き農地利用者		永続的農地利用者		雇用労働者	
	合計	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性
Mosuel	76,526	36,688	39,838	6,207	6,965	16,127	16,923	14,354	15,950
Sinjar	42,267	20,918	21,349	2,251	2,399	7,901	7,831	10,766	11,119
Telaafar	51,113	25,331	25,782	5,641	5,984	11,027	10,902	8,663	8,896
Al Baaj	32,068	14,850	17,218	2,063	2,536	5,869	6,204	6,918	8,478
Total	201,974	97,787	104,187	16,162	17,884	40,924	41,860	40,701	44,443

出典: 計画省

### (3) 土地利用-3（土地所有形態）

対象地域周辺の 4 郡の農地利用面積は、個人農家が 89%（=2,286,645÷2,574,380）を占める。利用者一人当たりの利用面積は、法人 [104.8 ドナム（=277,321÷2,645）]、個人農家 [61.9 ドナム（=2,286,645÷36,944）]、集落 [44.7 ドナム（=10,414÷233）] の順で大きい。

表 3.5-4 農地利用形態別の従事者人口

（単位：人、ドナム（=0.25ha））

郡名	合計		個人農家		法人		集落（集団）	
	利用者数	利用面積	利用者数	利用面積	利用者数	利用面積	利用者数	利用面積
Mosuel	14,860	774,259	13,879	692,187	891	78,975	89	3,097
Sinjar	7,258	464,913	7,140	455,948	80	7,670	38	1,295
Talaafar	11,386	686,324	10,620	619,132	672	62,340	94	4,852
Al Baaj	6,319	648,884	5,305	519,378	1,002	128,336	12	1,170
Totals	39,823	2,574,380	36,944	2,286,645	2,645	277,321	233	10,414

出典：計画省

## 3.5.2 主要作物

### (1) 対象地域の主要作物（農家調査の結果）

対象地域の主要な作物は、小麦・大麦である。農家調査の聞き取った単位面積当たりの収穫量と作付面積は表 3.5-5 のとおりである。

表 3.5-5 対象地域の農家の作付面積（農家調査の結果）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
小麦							11.8	100	25	15	8.8	8.8	28.2
大麦	231.3	162.5	30	50	15	15	10	225	45	25	8.8	8.8	68.9

農家調査（サンプル調査2010年7月）

南部ジャジーラ地区の 2008/2009 年の小麦・大麦の収穫量は 0 であり、2001 年の平均収穫量 (200kg/ドナム) である。これは、北部ジャジーラ地区の 30%以下である。スイス F/S では、収穫できない年が多いこと、収穫できても僅かであることから、現況の収穫量を 0 としている。衛星画像をみると僅かではあるが、センターピボットやラテラルなどの灌漑施設がある。これらは冬期の補給灌漑用である。

(2) 対象地域に属する 4 郡の作物 (統計資料の整理)

対象地域に属する 4 郡の作物と、それらの作付面積は表 3.5-6 のとおりである。穀物 (小麦・大麦) が作付面積の大半を占めている。主食である小麦の他に大麦を作付けするのは家畜の飼料とするためである。他の作物の作付面積は郡によって異なる。

モスル郡の特徴は、たまねぎ類・豆類・野菜が多いことである。また、他の郡に比べると飼料作物や加工用作物も多い。他方、植物油用の工芸作物の栽培は他の郡の方が優勢である。シンジャー郡ではたまねぎ類と植物油用の工芸作物が多く、テルアファー郡では野菜と植物油用の工芸作物が多い。アルバージ郡は穀物に集中している。

表 3.5-6 作物別の作付面積

(単位：人、ドナム (=0.25ha))

郡名	穀物 小麦・大麦	工芸作物		たまねぎ類	豆類	野菜	飼料作物
		植物油用	他の加工用				
Mousel	634,619	926	9,952	3,437	11,838	10,232	1,102
Sinjar	341,361	1,358	88	2,606	722	3,995	20
Talaaфар	615,707	1,259	-	802	-	29,943	-
Al Baaј	518,672	312	-	900	792	3,886	-
Totals	2,110,359	3,855	10,040	7,745	13,352	48,056	1,122

出典：計画省

(3) 対象地域の主要な家畜 (農家調査の結果)

農家調査の集計によれば、農家が所有する主要な家畜と頭数は表 3.5-7 のとおりである。所有すると回答した家畜は羊と牛のみであった。現状の南部ジャジーラ地区は畜産の盛な地区と言われている。家畜を所有しない農家も農業生産物の残渣を家畜農家に提供していると思われる。

表 3.5-7 各農家の家畜頭数 (農家調査の結果)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
羊	15	0	0	0	50	800	0	300	0	200	0	0	113.8
牛	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0.2

農家調査 (サンプル調査2010年7月)

(4) 対象地域に属する 4 郡の家畜 (統計資料の整理)

対象地域に属する 4 郡の家畜頭数と所有農家の戸数は表 3.5-8 のとおりである。羊が最も多く、第 2 位が山羊、第 3 位が乳牛となっている。モスル郡では乳牛の頭数が山羊の頭数を上回っており、他の郡とは逆の傾向となっている。これは、モスル市における乳製品の大量消費地が影響す



るためと思われる。

表 3.5-8 主要家畜種類別の所有者と頭数

(単位：人、頭)

郡名	牛		水牛		羊		山羊	
	所有者数	家畜頭数	所有者数	家畜頭数	所有者数	家畜頭数	所有者数	家畜頭数
Mousei	6,127	18,895	257	6,110	3,115	180,190	1,450	12,391
Sinjar	514	1,290	-	-	3,786	134,260	2,810	24,314
Talaafar	2,391	6,837	10	84	3,968	191,042	1,626	12,528
Al Baa j	121	361	-	-	3,049	292,491	1,352	11,477
Totals	9,153	27,383	267	6,194	13,918	797,983	7,238	60,710

出典：計画省

### 3.5.3 作付方式

農家調査（聞き取り調査）の結果で把握した対象地域の作付け方式は以下のとおりである。天水依存で、年一作（冬期に小麦・大麦）を作付けしている。天候次第であるが、作付け時期は10月下旬～4月下旬であり、収穫時期は5月上旬～6月中旬である。

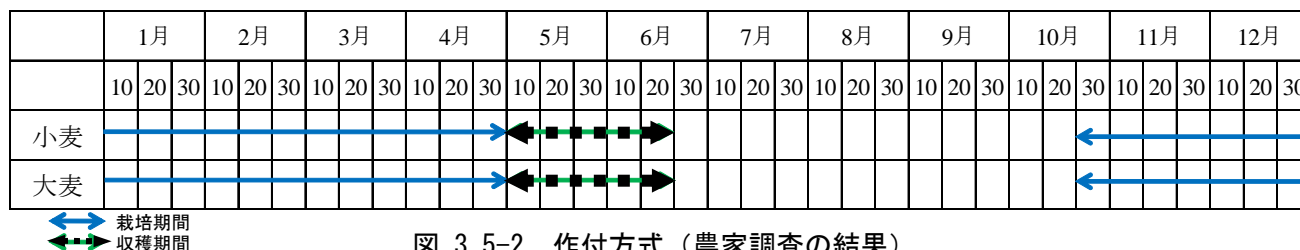


図 3.5-2 作付方式（農家調査の結果）

従って、残渣を飼料とする放牧は、収穫後から次年度の播種開始前までとなる。農家調査により、上述の作付け方式と放牧方式が長期にわたって継続されているという情報を得ている。すなわち、天水依存で年一作の作付けという現況は、F/S 策定時から変更がないと思われる。

### 3.5.4 灌漑面積と天水依存耕地面積

#### (1) 対象地域の灌漑状況（農家調査の結果）

スイス F/S (1982) によると、対象地域は 213,900ha であり、全域を天水依存畑に分類している。農家調査の結果では、灌漑している農家は皆無であった。対象地域で灌漑に適した水源を探すことは極めて難しいという現状を考慮すると、スイス F/S (1982) は妥当であると言える。衛星画像では、数カ所の灌漑施設の存在が確認できるが、現在でも継続的に使用されているか確認できていない。

対象地域内で存在を確認した自走式スプリンクラーの所有農家の情報は表 3.5-9 のとおりである。灌漑は利用耕地の 10%程度に限定されており、用水需要があることから、スイス F/S の記載と同様に対象地域の現状は天水依存耕地が大半であると判断する。

表 3.5-9 スプリンクラー所有農家の情報（追加調査の結果）

居住年数	年	1957年から居住
所有耕地面積	ドナム	1,000
耕作面積	ドナム	2,300
灌漑面積	ドナム	250
灌漑導入期間	年間	8年間
灌漑機器数	セット	1セット
スプリンクラーの型式		自走式ラテラル
スプリンクラーのスパン長	m	350m
灌漑時期		冬季作の補給灌漑
灌漑作物		小麦・大麦
平均土壌深	m	0.6
水源確保後の作付け作物		野菜・果物・飼料作物
家畜頭数（羊）	頭	300（出荷後）

(2) 対象地域の灌漑状況（統計資料の整理）

対象地域に属する4郡の主要作物（小麦、大麦、コーン、その他）の灌漑・天水別の作付面積、および所有農家数は、表 3.5-10 のとおりである。天水依存が大半であり、小麦・大麦の灌漑面積は1%未満である

表 3.5-10 灌漑の有無および作物別（穀類）の所有者数と作付面積

（単位：人、ドナム（=0.25ha））

郡名	灌漑・天水	小麦		大麦		とうもろこし		その他	
		利用者数	作付面積	利用者数	作付面積	利用者数	作付面積	利用者数	作付面積
Mousel	既灌漑	0	0	0	0	52	292	2	11
	天水依存	6,334	322,961	1,521	311,355	0	0	0	0
	小計	6,334	322,961	1,521	311,355	52	292	2	11
Sinjar	既灌漑	474	6,133	291	3,070	11	257	21	301
	天水依存	3,822	209,946	2,518	121,326	0	0	20	327
	小計	4,296	216,079	2,809	124,396	11	257	41	628
Talaafar	既灌漑	5	175	1	36	4	40	3	47
	天水依存	5,378	457,826	3,931	157,518	0	0	1	65
	小計	5,383	458,001	3,932	157,554	4	40	4	112
Al Baaj	既灌漑	76	2,854	51	3,324	8	158	8	326
	天水依存	2,551	250,994	2,410	251,896	3	45	77	9,075
	小計	2,627	253,848	2,461	255,220	11	203	85	9,401
合計	既灌漑	555	9,162	343	6,430	75	747	34	685
	天水依存	18,085	1,241,727	10,380	842,095	3	45	98	9,467
	小計	18,640	1,250,889	10,723	848,525	78	792	132	10,152

出典：計画省

### 3.5.5 農業機械の利用状況

#### (1) 対象地域の農業機械-1（農家調査の結果）

農家調査の結果では、対象とした全農家が、①耕起・砕土、②農薬散布・肥料散布、③収穫、④運搬の作業に機械を導入していると答えている。耕作面積が大規模であることを考慮すると、大型トラクター、プラウ、ロータリー、スピードスプレイヤー、麦用コンバイン、運搬用トラックを用いていると推測されるが、諸元は確認できていない。また、利用形態（所有か賃貸か作業委託か）は不明である。

#### (2) 対象地域の農業機械-2（統計資料の整理）

ニナワ県全体の農業機械所有台数に関する情報は表 3-5-11 のとおりである。トラクター台数とアタッチメントであるプラウの台数がほぼ同数なので、両者は1式として使用されていると推定できる。なお、スプリンクラーはトラクター台数の1%未満であり、灌漑は限定された地区のみで実施されていることがわかる。

表 3.5-11 農業機械の所有台数

適用機械	所有者(人)	所有台数	利用実績(台数)				
			農家所有	地権者所有	企業所有	政府所有	その他
トラクター	56,600	10,820	10,382	1,419	46,793	200	1,242
均平用機器	13,862	3,995	3,870	372	8,854	183	988
溝掘り機	3,965	1,283	1,259	151	2,414	33	138
播種機	17,929	2,741	2,122	391	14,852	109	486
プラウ	51,660	5,055	2,819	489	46,611	153	977
電気ポンプ	1,704	1,110	1,061	303	303	11	77
ディーゼルポンプ	8,632	5,406	5,190	944	3,069	23	77
発電機	1,153	504	501	27	569	12	77
Reaper	34,366	3,229	2,927	539	33,936	196	1,206
スプリンクラーシステム	536	133	228	28	320	13	66
収穫機	34,984	3,405	3,103	543	34,145	240	1,404
運搬用機器	27,118	8,576	9,485	3,830	18,450	181	1,243
その他	686	326	332	39	309	6	33

出典：計画省

### 3.5.6 南部ジャジーラ地区の農家調査結果

#### (1) 農家調査の目的

対象地域の農家の状況（家族構成、経営規模、主要作物、作付方式、作付面積、作物生産量、収益など）を把握し、その過程で課題や発展の可能性を抽出するため、聞き取り方式のサンプル調査を実施した。

(2) 調査地点・戸数

調査地点は、図 3.5-3 のとおりであり、井戸調査と同じ 6 村落で実施した。各村落で 2 戸をランダムに選んで聞き取り調査したので 12 戸 (=2 戸/村×6 村) に聞き取りを行った。

(3) 調査項目

調査項目は、①農家自身に関すること（年齢・家族構成・年収）、②公共サービスに関すること（飲料水・電力・下水）に関すること、作物に関すること（作目・作付面積・反収・農業機械）である。

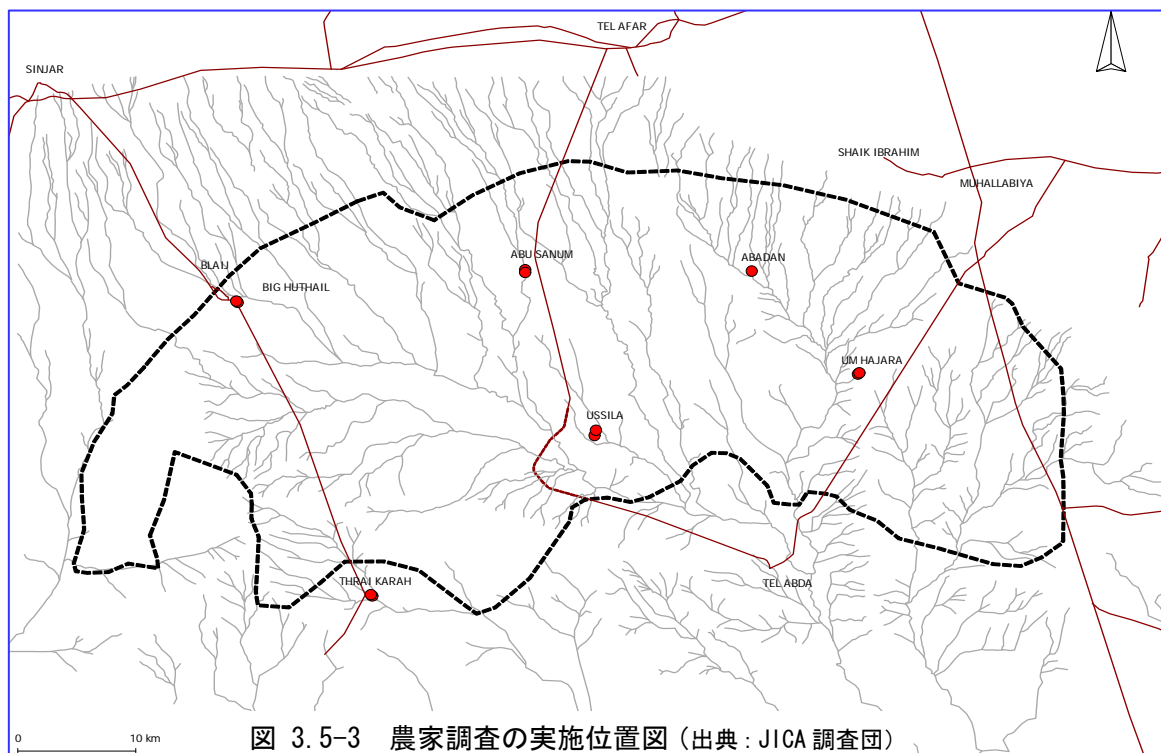


図 3.5-3 農家調査の実施位置図 (出典: JICA 調査団)

(4) 調査結果の整理

主な項目を整理して次頁に添付する。天水依存の農業なので、北部ジャジーラ地区（後述）に比べて小麦の単位収穫量が少ない。また、飼料作物として大麦を作付けしているのが特徴である。

表 3.5-12 農家調査の整理

○回答者に関して

質問項目	単位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
年齢	歳	76	46	48	57	65	70	28	65	52	52	42	80	56.8
家族規模	人	15	13	13	10	6	6	7	10	12	12	6	15	10.4
年収	百万ID/年	24.0	15.0	4.5	6.0	3.0	22.0	5.7	22.0	10.0	7.0	4.0	3.0	10.5
村の規模	世帯	80	80	40	40	300	300	70	70	120	120	50	50	110.0

○主要作物に関して

質問項目	単位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
小麦：作付	ha							11.8	100.0	25.0	15.0	8.8	8.8	28.2
：単収	kg/ha							800	800	800	800	800	800	400.0
大麦：作付	ha	231.3	162.5	30.0	50.0	15.0	15.0	10.0	225.0	45.0	25.0	8.8	8.8	68.9
：単収	kg/ha	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800.0
羊	頭	15				50	800		300		200			113.8

農家調査 (サンプル調査2010年7月)

(5) 質問票と整理表

外部者が質問票を見せて聞き取りすると、被験者が萎縮するので、世間話から初めてインタビューし、会話の中で得られた調査項目への回答を、後で整理表に書き移した。整理表の例を図 3.5-4 に示す。

Questionnaire of Agriculture Sector																									
1. Interview	<p>Interviewee: <b>Mahammed Hussain Khilaf</b>      Date: <b>16.07.2010</b></p> <p>Sub-district Name: <b>AL-Mahalabia</b>      Village Name: <b>Um Hijara Lowe</b></p> <p>District Name: <b>Mosul Center</b></p>																								
2. Demography and Infrastructures	<p>1. Farmer's Age: <b>46 years</b></p> <p>2. No. of Farmer Family: <b>13</b></p> <p>3. Number of the workers in the Family: <b>Sons 7      Daughters 4</b></p> <p>4. Farmer's Education level: <b>Uneducated</b></p> <p>Can read and write: <b>Uneducated</b></p> <p>Primary education: <b>Uneducated</b></p> <p>Secondary education: <b>Uneducated</b></p> <p>Higher education: <b>Uneducated</b></p> <p>5. Economic Activities of Farmer Family</p> <p>Type of economic activities: <b>Uneducated</b></p> <p>Agro-Industry: <b>Uneducated</b></p> <p>Industry: <b>Uneducated</b></p> <p>Commerce: <b>Uneducated</b></p> <p>Public Service: <b>Uneducated</b></p> <p>others: <b>Uneducated</b></p> <p>6. Average annual income of Farmer Family: <b>15,000,000 ID/Year</b></p> <p>(1) average annual income by source in past five years (05.06.07.08.09)</p> <p>a- manufacturing: <b>15,000,000 ID</b></p> <p>b- agricultures (farming): <b>0</b></p> <p>c- livestock: <b>0</b></p> <p>d- chicken farms: <b>0</b></p> <p>e- agriculture (as labor force): <b>0</b></p> <p>(2) average annual expenditures by major categories in past five years (05.06.07.08.09)</p> <p>a- family expenditures monthly: <b>550,000 ID/Month</b></p> <p>b- energy sector for electricity: <b>100,000 ID/Year</b></p> <p>c- Transportation: <b>450,000 ID/Year</b></p> <p>d- maintenance of his machinery: <b>0</b></p> <p>e- farm preparation: <b>1,200,000 ID</b></p> <p>f- expenditures: <b>0</b></p> <p>g- Taxes: <b>No Taxes Since 2003 till Now</b></p> <p>In case the farmer is not farming only 1 D or 5D for his farm land explain the reason</p> <p>7. Farmer machinery</p> <p>Transportation car: <b>0</b></p> <p>Agriculture Machinery: <b>0</b></p> <p>Industrial Machinery: <b>0</b></p> <p>Others: <b>0</b></p> <p>8. Total Population of the villages: <b>400 person</b></p> <p>9. No. of farmers in the villages: <b>80</b></p> <p>10. How many people have left from the villages in last five years?</p> <p>1- no. of families: <b>7</b></p> <p>2- no. of young men (age 6-30): <b>14</b></p> <p>11. Type of electricity Sources in the Village</p> <p>a- On site generator: <b>0</b></p> <p>b- Transmission from Powerhouse: <b>0</b></p> <p>12. Stability of electricity: <b>Shutting Down 6 hours for each 2 hours's operating.</b></p> <p>13. Monthly cost of electricity: <b>28000 ID</b>      Share Generator and the price of 1 Ampere ranged between <b>7500 ID to 7000 ID</b></p>																								
14. Type of Drinking Water in the Village	<p>Ground water: <b>Tunkers for water supplying</b></p> <p>Water Network System: <b>Well</b></p> <p>Surface water: <b>No serious problem and it can be consider not effective</b></p> <p>15. Drinking Water Quality (degree of slivity and turbidity): <b>100,000 ID/Tunker</b></p> <p>16. Cost of Drinking water: <b>No, There is no waste water services</b></p> <p>17. Is there any waste water Services (Brief description): <b>In South jazira, the land irrigated fully from the water well and rainfall because no other source for irrigation water and the supplying of water from Farmer's well always to be for short time because most well pumps need continuous electricity. Moreover it will always 100% of the land farmed with two major crops wheat and barley because of these two crops have possible total dependence on rainfall water in irrigation, while there is very little area from the whole land farmed by the fruit and vegetables.</b></p>																								
3. Agriculture and Water Resources Sector	<p>1. Farmer Area with Existing Irrigation Facilities: <b>650 D</b></p> <p>1.1 Presently cultivated: <b>0 D</b></p> <p>1.2 Presently irrigated: <b>0 D</b></p> <p>1.3 Presently not-irrigated due to: <b>0 D</b></p> <p>1.4 Presently not-irrigated due to other problems: <b>0 D</b></p> <p>1.5 Irrigated Crops: <b>1- Barley</b></p>																								
2. Present Agricultural Conditions (if there any problems or concerns)																									
3. Present Cultivated Area (D) and Crop Yields	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Crop-1</th> <th>Crop-2</th> <th>Crop-3</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Barley</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>650</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>130</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>200 Kg/D</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0%</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Crop-1	Crop-2	Crop-3	Total	Barley				650				130				200 Kg/D				0%			
Crop-1	Crop-2	Crop-3	Total																						
Barley																									
650																									
130																									
200 Kg/D																									
0%																									
4. Present Cropping Calendar	<p>J. F. M. A. M. J. J. A. S. O. N. D.</p> <p>1. Barley: <b>██████████</b></p> <p>2. <b>██████████</b></p> <p>3. <b>██████████</b></p> <p>4. <b>██████████</b></p> <p>Note: P: Planting, H: Harvesting</p> <p>Sample: <b>██████████ H</b></p>																								
5. Present state of salinity and alkalinity problems	<p>1- present area damaged by salinity and alkalinity? <b>0 D</b></p> <p>2- percentage of both salinity and alkalinity of the above area? <b>0%</b></p> <p>3- list the major crops agcultured and damaged by this problem? <b>None</b></p> <p>4- list the major crops agcultured and not damaged by this problem? <b>Barley</b></p> <p>5- what plan suggested to solve this problem? <b>Limited Problem and in the Future it will needed to construct drainage canals</b></p>																								
6. Type of effectiveness by this problem	<p>a- slight: <b>██████████</b></p> <p>b- serious: <b>██████████</b></p>																								
6. Present and expected water source (Type & estimated availability)	<p>1- Type of water sources? <b>1-precipitation 2-Well</b></p> <p>2- irrigated area using different type of other water sources? <b>0</b></p> <p>3- rated discharge m3/sec.? For each type: <b>1- very good 2- good 3- bad 4- very bad</b></p> <p>4- conditions of each type? <b>1- very good 2- good 3- bad 4- very bad</b></p>																								

図 3.5-4 農家調査の整理表 (出典: JICA 調査団)

7.4 Price of Crops				
1. Farm Gate Price (Buying rate from farmers)	ID / ton			330
2. Market Price at Shops	ID / ton			450
7.5 Crop Yields				
	ton / D			200 Kg/D
7.6 Gross Farm Income per Dunm				
	ID / D			66000
<b>7.7 Net Crop Benefit</b>	<b>(Item 7.6)-(Item 7.3)</b>	<b>ID / D</b>		<b>-24900</b>
8. Availability of Farmer's Association (with Brief Explanation of those Associations.)				
a- Year of establishment	<b>There is no Farmer's Association</b>			
b- Number of members				
c- Membership fee				
d- Major activities of the association				
9. Is there any governmental support regarding the farm inputs ( like fertilizer, seeds ..etc) <span style="float: right;">Yes, Seeds only</span>				
10. How many cattles do you have and how to breeding ? (keep them in his backyard or depasturage)				
Name	Number (head)	Breeding Method	Number sold in 2009	Earnings from the livestock in 2009 (ID)
sheeps	0	<input type="checkbox"/> depasturage	0	0
Cow	0	<input type="checkbox"/> keep in backyard,	0	0
11. Farm Market Production <span style="float: right;">Alwa AL-Mosul</span>				
1. What are the major Markets in the area ?				
2. what are the marketing crops ? <span style="float: right;">Wheat and Barilay</span>				
3. Means of transportation to the market (truck, animal cart, tractor, etc.) <span style="float: right;">Trucks</span>				
4. Is there any association for crops marketing <span style="float: right;">No</span>				
5. what is the main governmental market in the area for major crops (wheat and Barilay) <span style="float: right;">Tall-Abta Granary</span>				
12. Agriculture Facilities and Equipments				
1. How many agriculture equipments in the village ? <span style="float: right;">a- 2 Tractors Ferguson type b- 1 Harvesters Ferguson type</span>				
2. what popular fertilizer used in the area ? List it for each crops with (Kg/Dunm) <span style="float: right;">listed in item 7.1</span>				
<b>Remarks :</b>				
<b>The tractor Item under farm inputs per Dunm article 7.1 included :</b>				
1- Core pluggler				
2- batwing Mower				
3- Box blade				
4- Finish Mower				
5- Grader blade				

7. Farm Inputs Survey of Major Crops				
7.1 Farm Inputs per Dunm		Name of Crop		Barley
Farm machinery	Tractor	hrs. /D		30 min
	Harvester	hrs. /D		30 min
	Transportation	hrs. /D		30 min
	Others _____ Fuel_____	hrs. /D		20 L
Labor Input	Common labor	man-day /D		3
Animal forces	Name : _____	animal-day /D		0
Seed		kg /D		30
Fertilizer	Name :super phosphate	kg /D		0
Pesticide	Name: Topic, Logran	unit /D		0
7.2 Unit Rate for the above				
Farm machinery	Tractor	ID / hr.		20000
	Harvester	ID / hr.		34000
	Transportation	ID / hr.		1500
	Others Fuel	ID / hr.		750
Labor Input	Common labor	ID / day		12000
Animal forces	Name :	ID / day		
Seed		ID / kg		330
Fertilizer	Name :super phosphate	ID / kg		1000
Pesticide	Name: Topic, Logran	ID /Gallon		2500
7.3 Unit Production Cost				
Farm machinery	Tractor	ID / hr.		10000
	Harvester	ID / hr.		17000
	Transportation	ID / hr.		3000
	Others Fuel	ID / hr.		15000
Labor Input	Common labor	ID / day		36000
Animal forces	Name :	ID / day		0
Seed		ID / kg		9900
Fertilizer	Name :super phosphate	ID / kg		0
Pesticide	Name: Topic, Logran	ID / unit		0
<b>Total</b>	<b>ID/D</b>	<b>ID / D</b>		<b>90900</b>

### 3.6 モスルダム の 現況

モスルダム の 貯水 は、南部 ジャジーラ 灌漑 事業 の 主 水 源 で あり、必 要 な 水 は プロジェク ト 地 域 に 持 続 的 に 供 給 さ れ ね ば な ら ない。通 常、水 源 の 安 定 性 は、水 量 に つ い て 検 討 さ れ る。し か し、水 に 溶 け る と い う 特 殊 な ダム 基 礎 を 持 つ モスル ダム に お い て は、水 量 だ け で な く、ダム そ の も の の 安 定 性 も 大 き な 関 心 事 で あり。こ こ で は、モスル ダム の 施 設 や 水 量 の 状 況 と と も に、現 在 お よ び 将 来 に お け る ダム の 安 定 性 に つ い て も 概 観 す る。

注) 以 下 の 記 述 は、本 章 末 に 示 す 諸 資 料 を 基 に し て い る。

#### 3.6.1 モスルダム の 概 要

##### (1) 主 要 構 造 物

モスルダム は、モスル 市 北 西 方 約 50km の チグリス 川 に あり。モスル ダム の 主 要 構 造 物 と そ の 諸 元 を、図 3.6-1 お よ び 表 3.6-1 に 示 す。ダム は、堤 高 113 m の ロック フィル ダム で、中 東 に お い て 第 4 位 の 11.1 BCM (常 用 運 用 水 位 時) の 巨 大 な 貯 水 容 量 を 持 つ。ス イ ス の コ ン サ ル タ ン ト 会 社 の グ ル ー プ が 設 計 し、1981 年 か ら 1986 年 に ド イ ツ と イ タ リ ア 企 業 の JV が 建 設 を 行 っ た。施 工 監 理 は、ス イ ス の グ ル ー プ が 主 体 と な り、毎 日 の 管 理 は、ス イ ス と ユーゴスラビ ア (当 時) の 企 業 が 実 施 し た。設 計 と 建 設 は、と も に、専 門 委 員 会 の 指 導 の も と に 行 わ れ た。委 員 会 は、1979 ~ 1989 年 ま で 計 30 回 開 か れ て い る。



図 3.6-1 モスルダム の 主 要 構 造 物 の 配 置

表 3.6-1 モスルダム の 主 な 諸 元

Item		Data	Item		Data
Dam	Height	113m	Reservoir	Maximum storage	13.1 BCM
	Type	Rockfill dam		Normal storage	11.1 BCM
	Crest length	3,600m		Dead storage	2.95 BCM
	Crest width	10m		Maximum Level	EL338.0m
	Crest level	EL341 m		Normal operation level	EL330.0m
Service Spillway	Max. discharge	12,600m <sup>3</sup> /sec		Minimum operation level	EL300.0m
	Type	5 radial gates	Power facility	Generator capacity	187.5MW×4
Emergency Spillway	Max. discharge	4,000m <sup>3</sup> /sec		Annual power production	2,420 Gwh
	Crest length	400m		Intake	7.0m×10.5m×4 gates
Bottom Outlet	Max. discharge	2,440 m <sup>3</sup> /s	Jazira intake	Max. discharge	170 m <sup>3</sup> /s

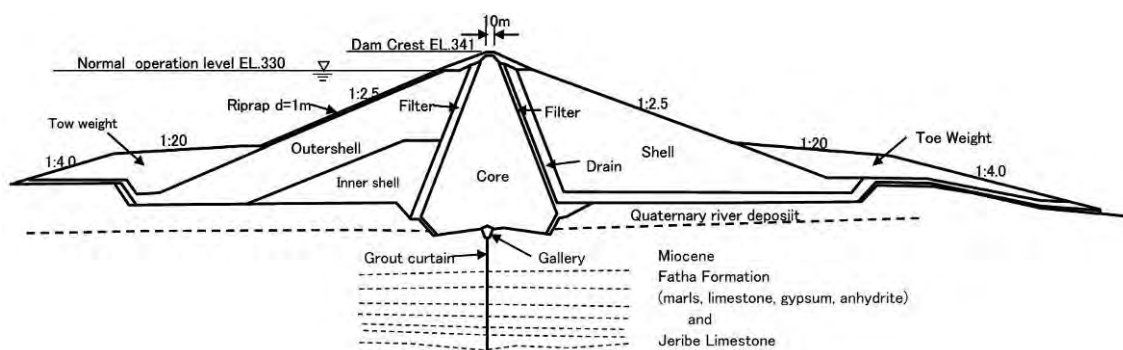


図 3.6-2 モスルダム の 模 式 断 面 図 ( 出 典 : イ ラ ク 水 資 源 省 )

(2) 利用目的

ダム建設の目的は、主に、洪水調節、灌漑、および発電である。

(a) 洪水調節

貯水位 330 a.s.l.(常時運用水位) と 335 a.s.l.(最高水位)の間の 2,030 MCM の貯水容量が、洪水調節用に利用でき、下流域、特にモスル市の洪水に対する安全性を高めている。

(b) 灌 漑

三つの大きな灌漑プロジェクトー南部、北部および東部ーは、モスルダム貯水池が主水源である。現計画案でが、最大取水量は、総計で 230 m<sup>3</sup>/s に達する。

原計画では、乾季において、ダム下流の水利用（灌漑を含む）のため、最小 300 – 350 m<sup>3</sup>/s の放流が保証されている。

(c) 発 電

モスルダムの発電スキームを図 3.6-3. に示す。以下の 4 つからなる。

Mosul 1 – Mosul Dam Main Scheme

750 MW



Mosul 2 – Regulating Scheme	60 MW
Mosul 3 – Pumped Storage Scheme	200 MW
Mosul 4 – Jazira Power and Pumping Station	21 MW

計画の年間発電量は、2,420 GWh である。産み出された電力は、モスル市、ドホーク市や貯水池周辺の町村に送られる。

4つの発電スキームのうち“Mosul 4 scheme” - Jazira Power and Pumping Station (Appendix-B : 図 B-3 参照) のみ、建設されていない。この施設は、南部ジャジーラ灌漑プロジェクトの導水路の出発点に設置され、貯水位が低い場合にはポンプとして利用される。

モスルダム貯水池は、イラク最大である。巨大な貯水容量と生み出された電力は、イラク社会に欠かすことができない。

### (3) ダム

図 3.6-4 にモスルダムの平面図と標準断面図を示す。ダムは、ロックフィル形式\*1 であり、主ダムと副ダムからなる。主ダムは、堤高 113m、堤頂長 2,210m、副ダムは、堤高 17m、堤頂長 1,270m で、洪水吐部を含めた総堤頂長は、約 3,600m である。

築堤材料は、コアには砂質シルト\*2、シェルには河床砂礫や礫岩が用いられている。両ゾーンの間には、フィルターやドレーンが設置され、粒度調整した河床砂礫が使用されている。コアは現場試験で平均  $k=1.8 \times 10^{-6}$  cm/s を示し難透水性である。シェルは現場試験で  $k=3 \times 10^{-1} \sim 1.5 \times 10^{-2}$  cm/s の透水係数を示し透水性が高い。

トウ・ウェイトが、上下流の堤体下端部に、掘削したマールを主体とするランダム材にて盛られている。これは、基礎中に挟在する粘土質の地層に沿うすべりを防止するためのものである。なお、ダムの設計震度は、0.15g である。

\*1 透水性のシェルが堤体体積の 50%以上を占める。

\*2 Washington Group International and Black & Veatch (2005)によると、コア材は、室内試験データを見る限り、多分、粘土質砂ないし砂質粘土である。

### (4) 付帯構造物

モスルダムには、次のような付帯構造物がある（位置は 図 3.6-1、諸元は Appendix-B : 表 B-2 を参照）。

#### (a) 洪水調節用

- 洪水吐
- 非常用洪水吐（ヒューズ・プラグ式洪水吐）

通常は、洪水吐が洪水流を排出する。10,000 年確立の洪水（ピーク流入量 15,000 m<sup>3</sup>/s）は、4つの洪水吐ゲートのうち、二つが閉まっても排出できる（洪水吐流量 6,700 m<sup>3</sup>/s）。非常用洪水吐は、最大可能洪水（Probable Maximum Flood—PMF; ピーク流入量 27,000 m<sup>3</sup>/s）に対して、一つのゲートが閉まっている場合に機能する（洪水吐流量 10,600 m<sup>3</sup>/s; 非常用洪水吐 4,000 m<sup>3</sup>/s）。

(b) 灌漑用

- ジャジーラ取水施設
- ジャジーラ導水トンネル

南部ジャジーラ灌漑計画の水は、これらの構造物を通じて供給される（図 3.6-3、図 3.6-4 および Appendix-B：図 B-3、参照）。ジャジーラ揚水・発電兼用施設（Jazira Power and Pumping Station）は、ジャジーラトンネルの出口に設けられる。トンネルは、現在、ジャジーラ揚水・発電兼用施設のバイパス用立孔が末端となっている（図 3.6-5 および Appendix-B：図 B-3～図 B-5 参照）。

(c) 発電用

- 発電用取水施設
- 発電用導水トンネル
- サージタンク
- 発電棟
- テールレース
- スイッチヤード

最大総取水量は、貯水位が 330 m a.s.l. のとき  $1,120 \text{ m}^3/\text{s}$ 、また 300m a.s.l. の時  $840 \text{ m}^3/\text{s}$  である。

(d) 放流および非常放流用

- 底部放流施設  
（取水施設、導水カルバート、制水ゲート、導水トンネル及び流量調整ゲート）

底部放流施設は、渇水期において、すべての発電ユニットが稼働を停止しているときに下流に放流するために使用する。また、非常放流を行うためにも使用できる。最大放流量は、貯水位が 330 m a.s.l. のときに  $2,435 \text{ m}^3/\text{s}$ 、また、300 m a.s.l. のときに  $1,770 \text{ m}^3/\text{s}$  である。

(5) 地質および基礎処理

(a) 地 形

モスルダムは、左岸側の台地と右岸側の山地間を流れるチグリス川に建設されている。台地は、320m～350m の標高で起伏している。右岸の山地は、頂部標高約 580m で西方から北方に広がっている。チグリス河床の標高は 250m 前後である。

(b) 地 質

表 3.6-5 にモスル・ダムサイトの地質名と層相を示す。Appendix-B：図 B-7 にダム軸沿いの地質断面図を示す。Appendix-B：図 B-6 は原資料の地質層序表である。

① 地質分布および構造

被覆層

チグリス川沿いには、更新世の段丘堆積物が様々な高さのところに分布している。砂礫と石灰分で固まった礫岩からなる。河道に近い低位段丘面には砂質シルトが主に分布する。現河道は緩

い砂や砂礫で満たされている。主ダムのところでは、砂質シルトが更新世の礫岩を覆って分布している。

これらの堆積物のうち、砂質シルトは、コア材として使用された。砂、砂礫や礫岩は、ダムの粗粒材料として、また、コンクリートの粗骨材として利用された。

### 基盤岩

基盤岩は、成層構造が発達しており、主にマール（泥灰岩）、石灰岩および無水石膏／石膏の地層からなる。これらは、前期ないし中期中新世の *Lower Fars Group* および漸新世～前期中新世の *Jeribe - Euphrates Limestone Formation* に属する。 *Lower Fars Group* は次の地層に細分される：

- *Upper Marl Series*
- *F-bed*
- *Lower Marl Series*

*Upper Marl Series* は、主に風化した粘土質マールからなる。*F-bed* は良好な鍵層であり、20m～40mの厚さの石灰岩層である。これらの地層は左岸側に広く分布する。洪水吐の頭部構造物は、*F-bed* 上に作られている。

*Lower Marl Series* は、主ダムの主たる基礎となっている。多くの無水石膏／石膏層を含み、マール、チョーク質石灰岩や石灰岩の層を挟在材する。四層準に、*GB0* から *GB3* と名づけられた際立った無水石膏／石膏の層あるいは複合層を含み、良好な鍵層となっている。下部は、*Chalky Series* と呼ばれ、*GB0* とチョーク質マールないしは石灰岩を含む。中部と上部は *Clayey Series* と呼ばれ、粘土質のマールと *GB1*、*GB2* および *GB3* を含む無水石膏／石膏層からなる。カルスト化が進んだところでは、無水石膏／石膏層は粘土質の基質を持った角礫岩様の岩相を呈する。

注) “GB”は“Gypsum”と“Breccia”の頭文字を合成したものである。

*Jeribe - Euphrates Limestone Formation* は、次の3層に細分されている。

- *Jeribe Limestone*
- “*Bauxite*”
- *Jaddala - Sinjar Series*

*Jeribe Limestone* および *Jaddala - Sinjar Series* は、主に石灰岩ないし苦灰岩質石灰岩からなる。“*bauxite*”は、両層の間にある粘土様の岩層をもつ地層の通称である。

## ② 地質構造

右岸のアバットメントは、東方すなわち左岸側へ褶曲軸が傾斜する *Dair Melah* 背斜（または *Butmah* 背斜）の端部に当たる。そのため、Appendix-B：図 B-6 から分かるように、ダム軸では地層は左岸側に緩く傾斜しており、また、横断方向では、一般的に上下流側で、上下流それぞれの方向に傾斜する。

左岸のアバットメントでは、地層は下流側へわずかに傾斜するかほとんど水平に分布する。主

ダム南東方約 3 km のところには、Jebel Taira 背斜が東北東－西南西方向に走っている（Appendix-B：図 B-6 参照）。洪水吐と副堤は、上記の二つの背斜の造る山地間に広がる平坦な地域に位置する。

### ③ カルスト化

#### カルスト・ラインとカルスト化した岩体

カルスト化は、水溶性の岩が水中への溶解により空洞や洞窟を形成する過程を言う。これらの空洞や洞窟は、しばしば連結してシンクホール（ドリーネ）のような、いわゆるカルスト地形を形成する。ダムサイトや周辺地域では、カルスト化が進行している。新鮮な岩盤とカルスト化した岩盤の境界は、カルスト・ライン（Karst Line）と呼ばれている。ダムサイトにおけるカルスト・ラインの深度は、Appendix-B：図 B-6 に示すように地表から 40～150 m に及ぶ。右岸側では特に深部に位置する。主たる水溶性岩は、石膏／無水石膏であるが、大部分の地層がカルスト化している。特に、F-bed はカルスト化が著しい。

#### カルスト化の時期

ダムサイトにおける大部分のカルスト化は、ダム建設前の長い地質時代に行われたと考えられている。しかし、貯水池の湛水が石膏層の溶出を促進していると考えられる。この溶出速度を軽減するために、カーテングラウチング（Deep Curtain Grouting）が、ダム建設後、現在まで行われている。Appendix-B：図 B-7 の赤点は、特に大きなグラウト注入量を記録したところである。これらの点は、特に河床部のカルスト・ライン付近に分布する。いくつかの点では、年が経過する間、繰り返して注入が行われている。このことは、一旦形成されたグラウトカーテンが、カーテン部分の石膏の溶解によりダメージを受けたことを暗示する。

#### 透水性

岩盤の透水性は、カルスト・ラインの上下で明瞭に異なる。上側では、ルジオン値が高く透水性である。一方、下側では、大部分の空隙は石膏／無水石膏により充填されており、難透水性である。F-bed 石灰岩や他の空隙の発達した石灰岩、および石膏層の角礫岩は、高い透水性を示す。

#### シンクホール

貯水池の湛水の後、シンクホールが Appendix-B：図 B-8 に示す位置に現れた。シンクホールの大部分の地下空洞は、湛水前の地質時代に形成されたと考えられる。右岸側に形成されたシンクホールは、下流の調整池の変動に誘発されて現れたと考えられている。一方、左岸側のシンクホールは、主貯水池からの増大した地下水流により、シンクホール地下の溶出と流出が促進されて現れたものと信じられている。

#### 湧水

ダム下流側の主要湧水地点を Appendix-B：図 B-9 に示す。この内、右岸側の 2ヶ所 RSS1 と RSS2 は、貯水池とは繋がりが無いと考えられている。一方、左岸側の洪水吐の下流部付近にある 3 箇所の湧水量は、貯水位の変化とともに変動しており、湧水は貯水池から来ているものと考えられる。水は主としてカルスト化著しい F-bed 石灰岩層を通じて流れて来るらしい。主ダムの堤体下の基礎からの浸透水は、主に下流仮締切堤の上流側の池に湧出しているようである。

(c) 基礎処理

① 基礎掘削

堤 敷

ダム基礎地質は、Appendix-B : 図 B-2 に模式的に描かれている。

/ コア敷 /

設計段階においては、コアは更新世の礫岩か基盤岩に載せる計画であった。しかし、建設段階において、礫岩は基礎として不適と判断され、コアはすべて基盤岩上に載せられている。

/ シェル敷 /

シェルは、更新世の礫岩または基盤岩の上に建設された。細粒の河川堆積物は基礎から除かれている。

/ トウ・ウェイト敷 /

トウ・ウェイトは、表土層を剥ぎ盛られている。

付帯構造物基礎

付帯構造物は、基礎岩盤上に設置されている。洪水吐の頭部構造物およびシュート部の大部分は、F-bed 石灰岩上に設置されている。

② グラウチング

カーテングラウチング (Deep Curtain Grouting)

長尺のグラウトカーテンが、ダムおよびアバットの基礎からの浸透を抑制するために設置されている。グラウチングは、石膏の溶解によるグラウトカーテンの機能低下を補償するために、現在に至るまで続けられている。

/ 平面位置 /

図 3.6-6 に 1988 年時点におけるグラウトカーテンの平面配置を示す。カーテン路線の長さは 5,500 m におよび、両岸にある背斜丘陵間の大部分を横断する。カーテン路線は、主ダム部および副ダム部では 36 m 毎、延長部では 24 m 毎に分割され、番号が付されている。グラウチング作業は、この分割ユニット単位で施工され、管理されている。

/ 孔配置 /

図 3.6-15 に、主ダム部におけるグラウト孔の標準孔配置を示す。カーテンは、主ダム部では 3 列、副ダム部で 2 列、延長部で 1 列のグラウト孔からなる。

/ カーテン深度 /

カーテンの詳細な深度は、与情報の限界から不明であるが、少なくともカルスト線より上方にあるカルスト化部分を横断する。1988 年時点におけるカーテン深度は、次のように推定される。

主ダム部	60m (左岸) ~130 m (右岸)
副ダム部	60m~80m

カーテンの最深部の標高は、140m a.s.l.付近と考えられる。これは、ダム天端からおよそ 200m 下方に当たる。

ダム建設後、カーテン範囲は恐らく広がられている。

/ 完了基準/

建設段階では、次のようなグラウチングの完了基準が採用されている。

30m以浅	全ステージの 90%	2 Lugeon 以下
	全ステージの 100%	5 Lugeon 以下
30m以深	全ステージの 90%	5 Lugeon 以下
	全ステージの 100%	10 Lugeon 以下

/ グラウト配合/

ダム建設段階では、セメント/水比 (C/W) = 3/1 ~ 1/1 で 4%のベントナイトを混合したグラウトが使用された。ベントナイト・ゲル、低粘性シリカ・ゲルやケミカル・グラウトが完了基準を満足しない箇所に部分的に使用されている。ダム建設後は、C/W=1:1 で 4%のベントナイトを混合した標準グラウトと標準グラウトに 3 体の砂を混合した塊状グラウトを使用してメンテナンスのグラウチングは行われている。

ブランケットおよびコンタクトグラウチング

ブランケットないしはコンタクトグラウチングは、ダムの諸構造物の基礎に対して精力的に実施されている。図 3.6-7 に示すように、グラウト孔は、3 m の間隔の三角形の網目状に配置されている。コアトレンチ内では、最大 20 列のブランケット・グラウト孔が配されている。グラウト孔の深度は、10~25 m である。監査廊の周りには、放射状にコンタクトグラウチングが行われている。

**(6) モニタリング体制**

表 3.6-7 に、モニタリングの項目、装置および測定頻度を示す。表からわかるように、ダム完成以降、多くの計測が水資源省により実施されている。計測は以下のように分類される。

- ダム、洪水吐および基礎中に設置した計器による測定  
(計器配置は Appendix-B : 図 B-10~図 B-12 を測定)
- 表面変位測量
- 湧水の水量測定および水質分析 (計測位置は Appendix-B : 図 B-9 参照)
- シンクホールの沈下量測定 (シンクホールの位置は Appendix-B : 図 B-8 を参照)

計測項目のうち、グラウチング・ギャラリー内のピエゾメータ測定は毎日実施されている。この計測は、大変重要であり、その結果はグラウトカーテンの機能が低下したかどうかの判定に使用されている。機能が低下したと判断された場合には、メンテナンス・グラウチングが該当する区間に対して実施される。ピエゾメータがグラウチングの影響により故障した場合は、直ちに新しいピエゾメータが設置される。

### 3.6.2 最近の貯水池運用およびダム管理

#### (1) モスルダム管理事務所の所員構成

モスルダムは、モスルダム・プロジェクト管理事務所 (Mosul Dam Project Management, State Commission of Dams and Reservoirs, MoWR) により運用管理されている。事務所は次のような人員構成である。

表 3.6-2 ダム管理事務所の要員配置 (2004 年度) 出典：イラク水資源省

	Number	Remarks
Expert Engineer	1	Dam manager
Engineers	46	
Geologist	7	
Technicians	339	
Administrators	32	
Total	425	

彼らは、1988 以来、ダムを管理している。作業内容は、発電や取水施設の運用管理、ダムのモニタリング—特に安定性について—、およびメンテナンス・グラウチング等である。所員の能力については、Washington Group International and Black & Veatch (2005)の専門委員会のような国際的な専門家から、しばしば賞賛されている。現在の所長の Abudlkhalik Thanoon Ayoub 氏は、1998 年以来その職にある。ある報告書は、メンテナンス・グラウチングに関し、“Mr. Ayoub は、モスル・プロジェクト管理所長として類まれな能力を示した”、また、“作業部隊は、既存の装置、資材および実施手順を良く知り訓練されている”と述べている。

#### (2) 貯水位

図 3.6-8 は、モスルダム貯水池の年間最高水位および最低水位の変化を示す。

##### (a) 最高水位

1986 年のダム完成後、年間最高水位は、1999 年を除き 327m～330ma.s.l の範囲にあった。2005 年までは、特に最高水位に制限はなかった。最後に常時運用水位の 330ma.s.l に達したのは、1996 年である。

2005 年以降は、最高水位は 319ma.s.l 以下になるように制限されている。これは、貯水位がこの値を超えると、湧水中の硫酸イオン量が増え、石膏の溶解が促進されていると考えられるからである。

##### (b) 最低水位

年間最低水位は、305m～314m である。これは、計画の貯水池最低水位よりも 5m ないしそれ以上高いが、多くの年で南部ジャジーラ導水路の水位 310m (Appendix-B: 図 B-5 参照) より低い。このことは、多くの年で、南部ジャジーラ導水路へ取水に揚水が必要な期間が含まれることを意味する。

### (3) 貯水池流入流出量

図 3.6-9 は、モスルダム貯水池の流入流出量の変化を示す。流入量は季節的にも経年的にも大きな変化を示す。ダム建設前の渇水期における流出量は、100～200 m<sup>3</sup>/s であった。ダム建設後は、貯水池の貯留効果によりおよそ 300～400 m<sup>3</sup>に増大している。

図 3.6-10 は、モスルダム貯水池の年間流入量の変化を示す。年間流入量は、南部ジャジーラ計画の必要水量 1.275 BCM よりはるかに大きい。しかし、いくつかの渇水年には、年間流入量は下流への想定される責任放流量 330m<sup>3</sup>/s (10.04 BCM/年) を下回る。

### (4) モニタリング

モニタリング結果は、以下のように報告されている。

#### グラウトカーテン近傍のピエゾメータ水頭

ピエゾメータは、すべてのカーテングラウト区間において、カーテンの上下流側に設置されている。図 3.6-11 は、2008 年における“グラウトカーテン効率”を示す。グラウトカーテン効率は、以下のように定義される。

グラウトカーテン効率 = (上下流ピエゾメータの水頭差) / (主貯水池と下流調整池との水位差)

グラウトカーテン効率の大きな値は、対象のカーテン区間が遮水機能を果たしていることを示す。一方、小さな値は、対象のカーテン区間が機能低下していることを示す。この場合、メンテナンス・グラウチングがその区間に対して、直ちに施工される。

#### 湧水の水量と水質

Appendix-B：図 B-13 に、2008 年における主要な湧水の水量と水質の変化を示す（湧水位置は図 3.6-13 参照）。

#### (a) 水量

水量は、“access gallery seepage point”、“seepage point no.1” および “seepage point no.3” においては、明らかに主貯水池の水位に連動し変動している（上部のグラフ参照）。

#### (b) 全溶存塩分濃度（TDS）

TDS は、不規則に変動しているが、“seepage point no.1” および “seepage point no.3” では、貯水位と相関があるようにも見える（中部のグラフ参照）。“coffer dam no.6 point”は、貯水位と負の相関があるように見える。この地点の浸透水は、主に主ダムの基礎や堤体を通じてのもと考えられる。

#### (c) 硫酸イオン(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

硫酸イオンは、石膏 (CaSO<sub>4</sub> with someH<sub>2</sub>O) の構成イオンのひとつである。硫酸イオン濃度は、全地点で、貯水位と相関がないか負の相関があるように見える。



(d) 電気伝導度(EC)

電気伝導度の報告はない。電気伝導度は、総溶存塩分濃度を推定するための基本的な測定値であり、化学分析に比べ計測に紛れがないので、報告に含めるべきである。

堤体変位

Appendix-B：図 B-14 にダム完成以来のダム天端の沈下状況を示す。沈下は現在も徐々に進んでいるが、シンクホール形成によるようなダム基礎の崩落の兆候を示す優位な沈下量の増加は認められない。

監査廊の沈下

Appendix-B：図 B-15 にダム完成以来の監査廊の沈下状況を示す。沈下傾向は、ダム天端の場合と同様である。

(5) グラウトカーテンの性能維持

ダム建設業者によるカーテングラウチングは 1988 年まで行われた。以後、グラウチングは水資源省が実施してきた。作業は 1 日 24 時間、週 6 日間、1988 年から現在まで行われている。使用しているボーリング機は、2005 年には 12 台であり、7 台は監査廊内で、5 台は地表で稼働していた。2009 年には 10 台の最新鋭機が導入された。

“Intelligrou”のための機材が米国から供与された。これは、グラウチング作業の高度管理を行うためのものである。しかし、供与側の不手際により、機材は倉庫に眠ったままである。モニタリング結果を見る限り、この機材がなくても、グラウチング作業は効果的に行われているように見える。

Appendix-B：図 B-16 は、ダム完成以来の年間のグラウト注入量を示す。注入量は減少傾向を示し、1999 年以降は年間 3,000～2,000 トンに落ち着いている。これは、メンテナンス・グラウチングが効果的に行われていることを暗示する。

(6) モスルダムの安定性

2008 年のモスルダム安全報告書の報告を見る限りにおいては、堤体の安定が損なわれている兆候はない。

3.6.3 現在および将来のダム安定性に関わる方策

(1) ダムの安定性問題の起源

ダムの安定性問題の起源が、水に溶ける石膏層を含むモスルダムの基礎にあることは明らかである。貯水池がダム基礎に浸透水を供給し続ける限り、石膏層は溶け続ける。どのような方策を採ろうとも、溶けたあとの空隙をすべて埋めなおすことは不可能である。すなわち、モスルダムには寿命がある。しかしながら、もし、浸透量を小さくすることができるならば、寿命は延びるのであろう。

## (2) 現在の方策（短期的方策）

上述のように、通常工法によるメンテナンス・グラウチング（カーテングラウトの性能を維持するためのグラウチング）が、ダム建設以来、精力的に行われている。24年経過した現在においてもダムに不安定化の兆候はなく、このグラウチングは有効であったといえる。水資源省は、“permanent solution”（恒久的方策）がなされるまで、この作業を継続する方針である。“permanent solution”とは、基礎の浸透水を劇的に減少させることができる方策である。

## (3) 将来の方策（長期的方策）

### (a) 恒久的方策を求める努力

モスルダムの基礎の遮水問題は、ダムの建設以来、常に意識され、より完璧な遮水を求めて、1993年以前に、すでに以下のような様々な工法が提案されていた（MoWR, 2004）。

- 瀝青の注入
- 堤体上流側および貯水池の不透水膜による表面遮水
- コンクリート地下連続壁（いくつかの位置案あり）
- 石膏層内へのトンネル設置（凍結工法等による；物理的な遮水とグラウトトンネルを兼ねる）

2003年にアメリカ工兵隊のダム安全点検があり、2005年5月には、アメリカ国防省の委託の委託を受けた Washington Group International および Black&Veatch 社 (WII/BV JV)が、モスルダムの安全性にかかわる調査報告書を提出した。同JVは当初、コンクリート地下連続壁により遮水を考えていた。この際、世界に主要な地下連続壁施工業者3社（Bauer—ドイツ、Soletanche—フランス、Trevi—イタリア）に聞き取り調査を行っている。しかし、壁の必要な設置深度が大きすぎる（200m超；当時の最大施工実績は150m）や掘削対象岩の強度が大きいため、施工は非現実的でないとして否定した。対策としては、現在行われている、メンテナンス・グラウチングの強化と下流のBADUSHダムの嵩上げによるリスク軽減を提案した（WII/BV, 2005による）。

イラク水資源省は、モスルダムの安定性を維持するために、2005年にアメリカ、イタリア、スイスおよびユーゴスラビアからの専門家による”International Panel of Experts”を組織した。これはダム建設のために1990年まで活動した“the Global Dam Expert Council”と類似のものである。この際、貯水位を319m以下に保つことや地下レーダーによるさらなる調査が提案された。2007年5月14日～15日の最終会議において、モスルダムの漏水問題は、ダム前面に設置する200mの深さの地下連続壁により行うべきであると提言された（MoWRのJICAへの提出資料、2008による）。

この提言後、水資源省は、地下連続壁建設工事の契約に向けて以下のような段階を踏んだ（水資源省ニュース、JICAへの説明資料及びイタリアのウェブ・サイトによる）。

- 国際的な企業や専門家とのモスルダム基礎問題の恒久的解決策に係わる検討会議（2008年2月8日～10日、アンマン）
- 地下連続壁の設計や工事発注にかかわる省内協議
- 世界中の60企業に対する地下連続壁設計建設についての招聘状の送付

- プロポーザルを提出した企業との協議（アンマンにて；2008 年）
- 更新プロポーザルの受領
- 契約企業選定のための省内委員会の立ち上げ
- 資格ありと判定された 3 企業への、詳細見積、工程計画および技術提案の依頼（提出期限—2009 年 1 月 15 日）
- 最終的に選定された 2 社—ドイツのバウアー社とイタリアのとレヴィ社—との契約交渉、2 社に共同企業体を形成するように要請。
- 省決定 2009 年 No. 375 に基づく、2 社との最終契約交渉（2009 年 12 月 18 日～21 日、アンマン）

2010 年初め、MOWR 大臣と MOP 省の大臣が、モスルダムを視察に訪れ、以下のような発言をした。

「近来期間において、我々は、関係する公的機関の承認を得て、“恒久的方策”を実施に移したい。（中略）ダム基礎に恒久的方策を施すことにより、モスルダムの発電能力を最大限に生かし、貯水を確保し、また、費用を縮小することができる。」

「MOWR は、ニナワ県において、北部ジャジーラ灌漑プロジェクトのような重要な戦略的プロジェクトを行ってきた。また、巨大な灌漑プロジェクトであり、Governorate の発展やイラク国の食料安定に資する、南部ジャジーラ灌漑計画の第 1 段階を開始しようとしている。」

これらの発言は、イラク政府の“恒久的対策”として地下連続壁建設を行うという強い意志と、これによってもたらされる南部ジャジーラ灌漑プロジェクトの実現を含む効果についての大きな期待を象徴している。

#### (b) 地下連続壁建設計画

##### 計画概要

地下連続壁（diaphragm）の建設が“permanent solution”として計画されている。作業計画の概要は、次のとおりである。

建設費用	3 Billion US dollars
建設期間	6 年～7 年
建設開始年	2010 年 または 2011 年
請負業者	ドイツ（Bauer 社）とイタリア（Trevi 社）の企業共同体
最大設置深度	250m
設置位置	ダムの上流側約 11.3m (図 3.6-27 参照)。
施工盤	上流側の EL. 330（常時運転水位）に施工盤を切り盛りにより造成。EL.334 以上は、一時撤去。
壁厚	1.5m
壁種	コンクリート地下連続壁（concrete diaphragm）。
施工機械	“Hydromill” 型が主に使用されると推定される。 （歯車状の掘削ビットで岩盤を削るタイプ）

## 建設に係わる問題点

地下連続壁の建設には、次のような点を含む越えるべき技術的な障害がある。

- スラリーの漏出をどのように防ぐか？
- 電力トンネルや底部放流トンネルのような構造物の周りをどのように施工するのか、あるいは対処するのか。
- 深部におけるセグメントの連結を確実にを行うための施工精度をどのように確保するのか？
- 使用する機械が、岩盤の強度に対応できるか？

これらのうち、1番目と2番目は止水計画上、重要であるが、詳細は不明である。3番目と4番目は、主に機械の能力の問題であり技術的革新により対応できる可能性があるだろう。

## 契約建設会社の能力

“Hydromill”型の機械を開発使用している世界の主要な会社は、上記、Bauer社（ドイツ）、Trevi社（フランス）及びSoletanche社（フランス）である。いずれも国際的に展開している屈指の業者である。モスルダムは、そのうちの2社で、以下のようなダムにおいて地下連続壁設置の経験がある。

### 1) Bauer 社の実績

Peribonka Dam, Quebec, Canada

壁厚 1.5m のコンクリート地下連続壁を最深 116m まで施工。

岩の強度はところにより、200MPa を越える。

その他、オーストラリアや南アフリカ他で、地下連続壁によるダム基礎の止水実績あり。

### 2) Trevi 社の実績

アメリカの Wolf Creek ダム、W.F. George ダムやニュージーランドの Arapini ダムでコンクリート遮水壁の施工実績あり。ダム以外では 120m までの施工実績あり。

2005 年時点では、両者は、WII/BV JV の聞き取りに対して、モスルダムでの施工は困難と回答しているが、今回、施工を引き受けたことは、新しい施工機械の開発と施工に目途が立ったものと思われる。

### (c) バデュシュ (Badush) ダム

バデュウシュ (Badush) ダムは、モスルダムとモスル市の間に位置する建設中のダムである。その位置から、モスルダムが崩壊した場合の被害軽減目的で、ダムを嵩上げするよう、主に海外の専門家から提案されている (WII/BV JV, 2005)。

ダムの主要諸元を表 3.6-3 に示す。ダムは、発電とモスルダムのテイルウォーターの調整を目的とした調整用ダムとして設計された。堤体は、コンクリート（中空バットレスタイプ）とフィ

ルの複合ダムであり、2つの副堤がある。コンクリートダム部は、堤長 3,686m中の 240mを占め、洪水吐、4箇所が発電用取水口と水路および8個の底部排水トンネルを含む。

ダムの建設工事は、1987年に始まり2003年に中断した。Appendix-B：図 B-17 および図 B-18の衛星画像からわかるように、これまでに、フィルダム部の一部とコンクリート部の基礎的な部分の工事が終了している。このダムサイトは、硫化水素ガスの噴出という特殊な問題を抱えており、このガスの吸引やガスによるコンクリートや鋼構造物の被害対策が大きな問題となっている。水資源省は、アメリカのコンサルタント会社（コンコード社）に、原設計の再検討や施工済施設の評価および建設再開のため諸準備作業を依頼した（水資源省の JICA への説明資料、2008年）。

原設計のダム建設完了のためには、3億ドル必要といわれる。一方、モスルダム崩壊被害を部分的に軽減する目的でダムを嵩上げするためには、さらに100億ドルが必要とされる（Wikipedia, 2010）。水資源省は、ダム嵩上げの意志はなく、モスルダムの安全性そのものを確保することに重きを置いている。

表 3.6-3 バデウシュ (Badush) ダム主要諸元

Item	Value	Unit
Design flood Level	250.0	m a.s.l
Normal reservoir level	245.5	m a.s.l
Minimum reservoir level	243.8	m a.s.l
Total capacity at 307m a.s.l	10	BCM
Max. spillwat capacity	4,000	m <sup>3</sup> /s
Max. outlet capacity	8,000	m <sup>3</sup> /s
Power plant discharge capacity	1,100	m <sup>3</sup> /s
Installed power capacity	170	MW
Length of dam crest	3,686	m
Spillway crest level	300	m a.s.l
Max.height of dam	102	m

出典：<http://www.medingegneria.it/files/download/BADUSH.pdf>

#### (d) 結 論

イラク政府は、悲願であった恒久的対策として地下連続壁によりモスルダムの安全性を確保するという強い意志を持っている。また、地下連続壁は、基礎処理や基礎設計の分野で世界をリードする2社の共同企業体を実施する予定である。加えて、現在行われている強力なメンテナンス・グラウチングを、必要とあれば今後も継続して実施することができる。従って、南部ジャジーラ灌漑事業の水源であるモスルダムの安定性は、イラク政府が、国際的な技術協力のもと、それを確保するという強い意思がある限り、維持できるものと考えられる。

モスルダムは、イラク国の貴重かつ不可欠の財産である。地下連続壁建設という大きな挑戦が成功裏に終了し、モスルダムの寿命がはるかに長くなることを希望する。

参考資料 :

- 1) DIJLA Centre for Studies and Design of Irrigation Projects (1990) Mosul Dam Project, Contract 1\*, Electromechanical Works for Mosul 4-Jezira Power and Pumping Station, Tender Documents.
- 2) DIJLA Centre for Studies and Designs of Irrigation Project/Natinal Engineering Services Pakistan (PVT.) Limited (1990) Saddam Dam Operation & Maintenance Manual, Volume 3, Project Operation.
- 3) Washington Group International and Black & Veatch (2005) Mosul Dam Study Final Report.
- 4) Water Control Center, MoWR (2006) Mean Monthly Discharge of Upper Tigris River (U/S Mosul Dam) 1976 – 2005.
- 5) Special Inspector General for Iraq Reconstruction (2007) Relief and Reconstruction Funded Work at Mosul Dam.
- 6) US Army Corps of Engineers (2007) Geologic Setting of Mosul Dam and Its Engineering Implications.
- 7) MoWR (2008?) Typical Grouting Section (a copy of drawing)
- 8) MoWR (2008?) Notable Grout Take Stage and its Amount.
- 9) Riyadh Ezzulddin Ali (2008) Action to Protect the Mosul Dam (a special report for JICA)
- 10) MoWR (2009) Technical Report on Al Mosul Dam (Special explanation paper to JICA)
- 11) Mossul Dam Project Management, MoWR (2009) Dam Safety Annual Report Year 2008.
- 12) MoWR (2010) Report about the Construction of the Diaphragm Wall Under Mosul Dam Foundation (a special report for JICA)
- 13) MoWR (2010) Tables of Monthly Grouting Quantity, Inflow and Outflow at Mosul Dam Reservoir (specially prepared for JICA)



図 3.6-3 ジャジーラ取水施設

(Not constructed)



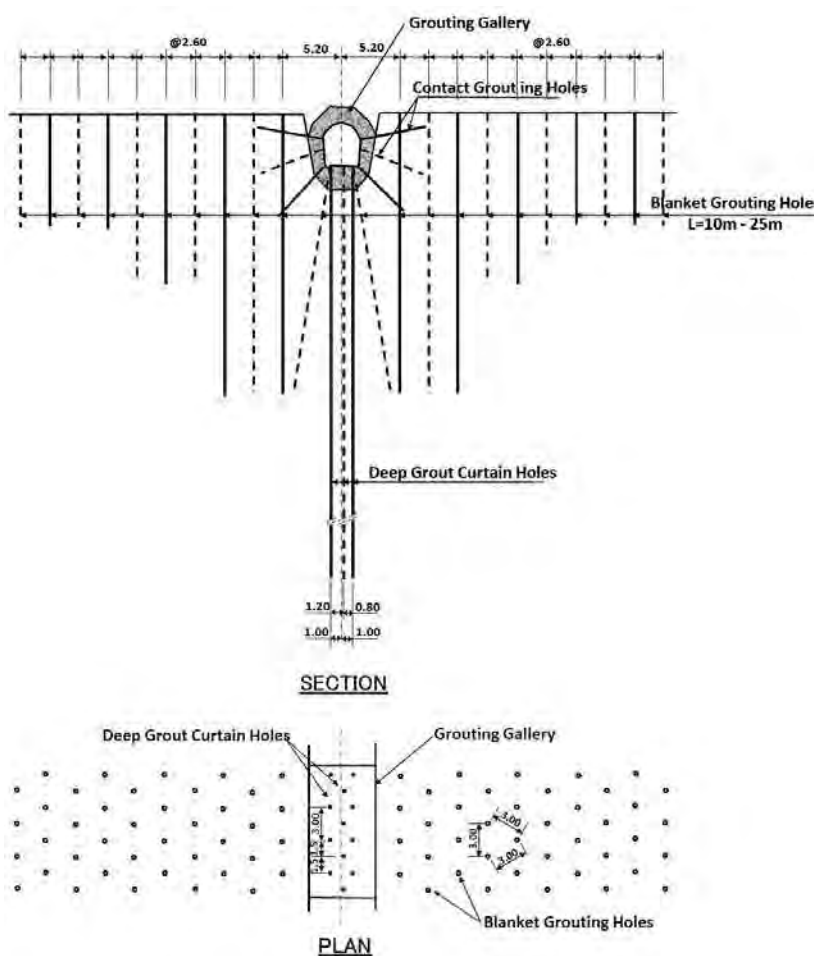
図 3.6-4 ジャジーラ取水施設の塵除けスクリーン



図 3.6-5 ジャジーラ発電揚水兼用施設の設置場所 (2010年6月)  
(南部ジャジーラ灌漑計画導水路の出発点)



図 3.6-6 カーテングラウト施工位置図



Source: Swiss Consultants Consortium, 1989.

図 3.6-7 主ダム部のグラウト孔配置



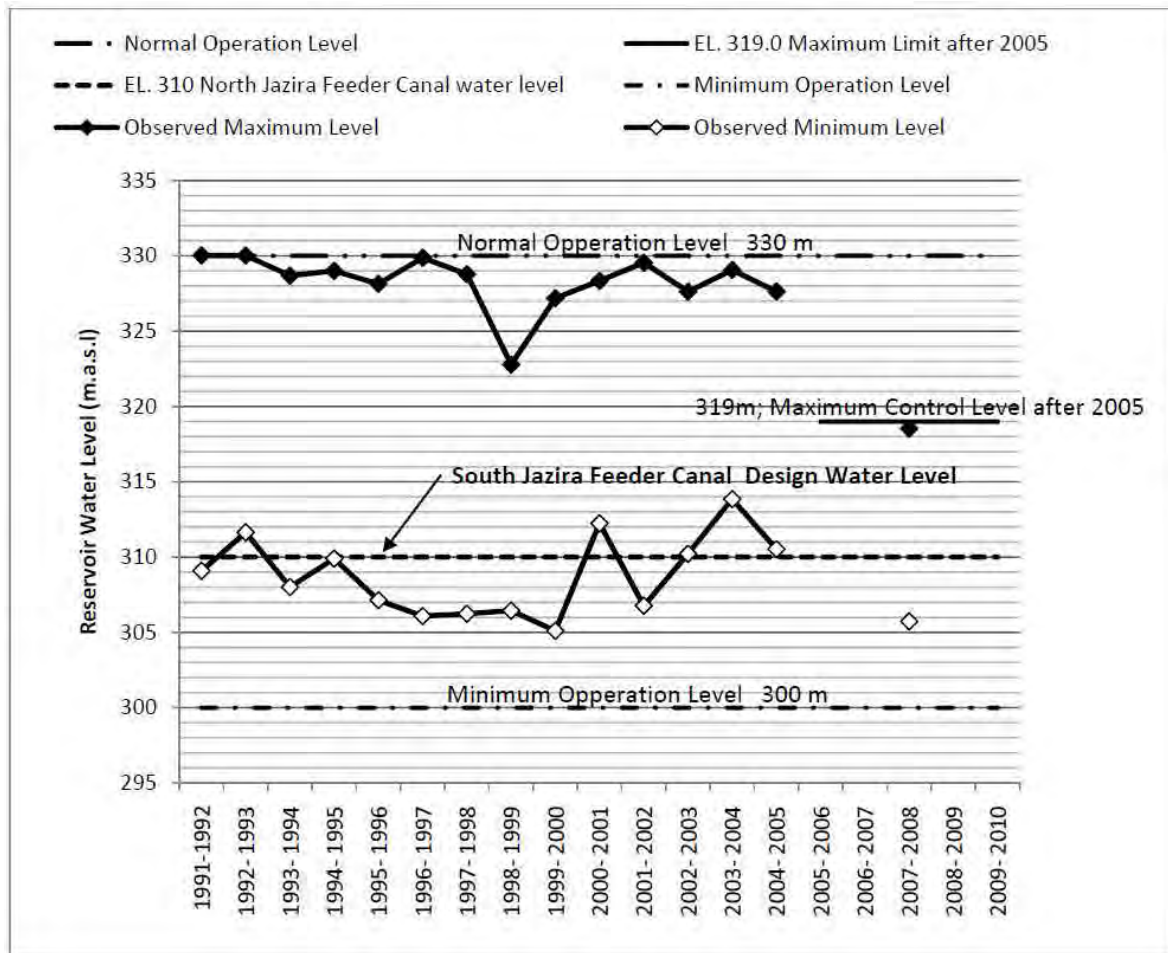
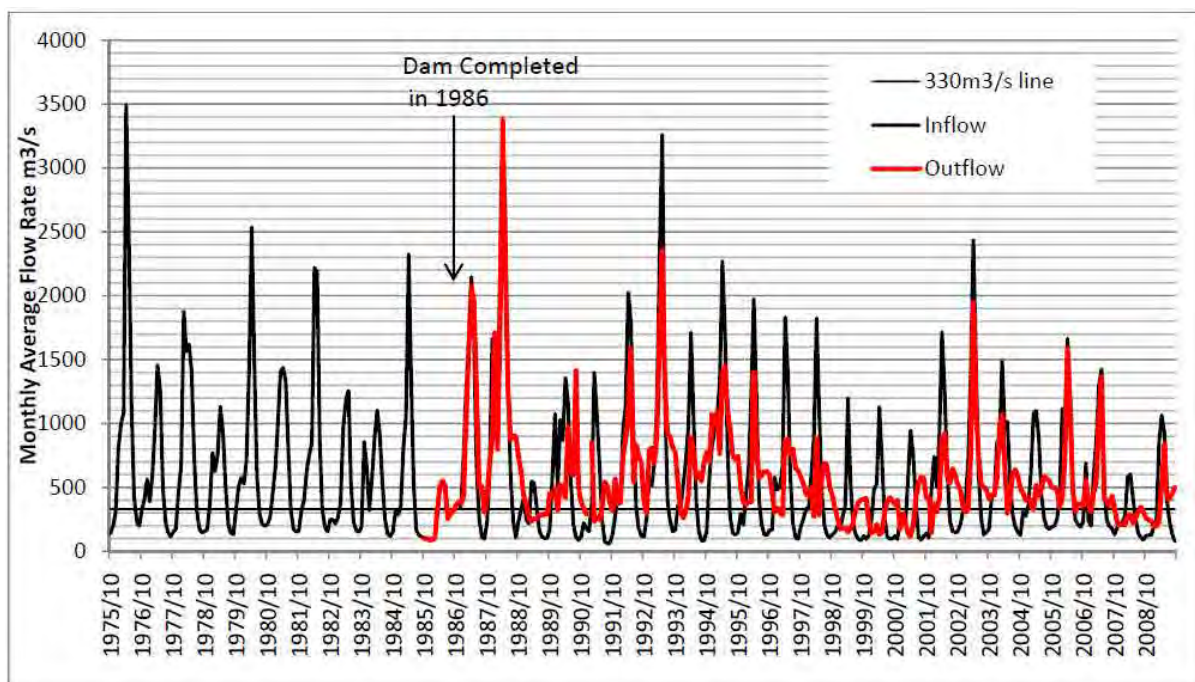


図 3.6-8 モスルダムの子年最高最低水位



Source: Provided data to JICA from MoWR, 2008 and 2010.

図 3.6-9 モスルダムの子月平均流入量と流出量

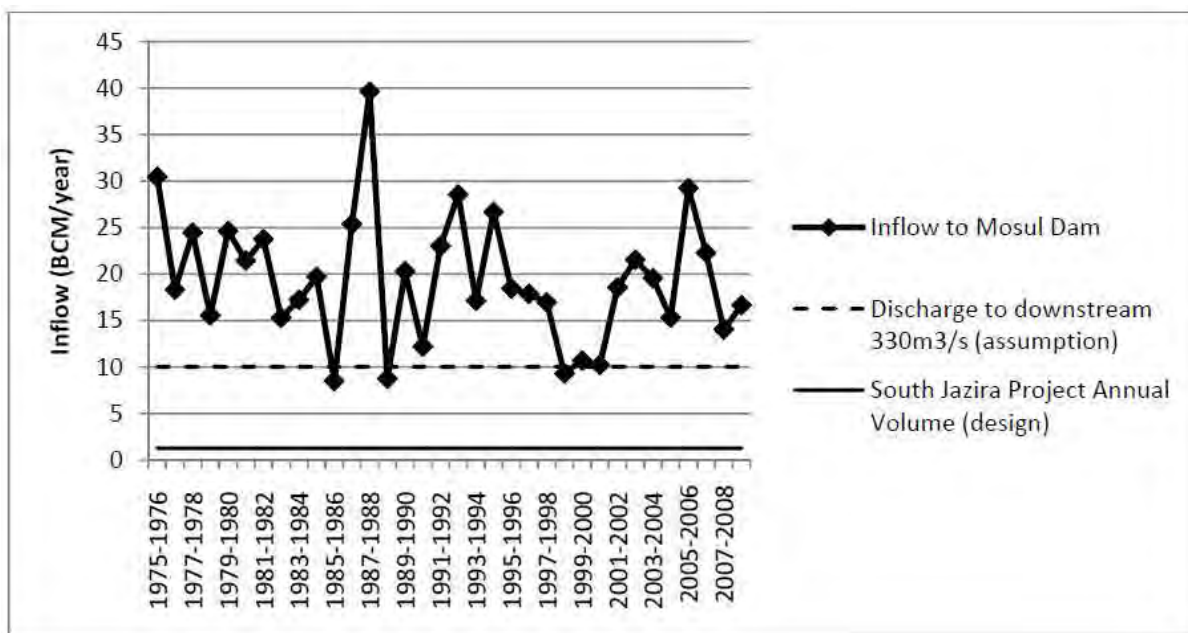
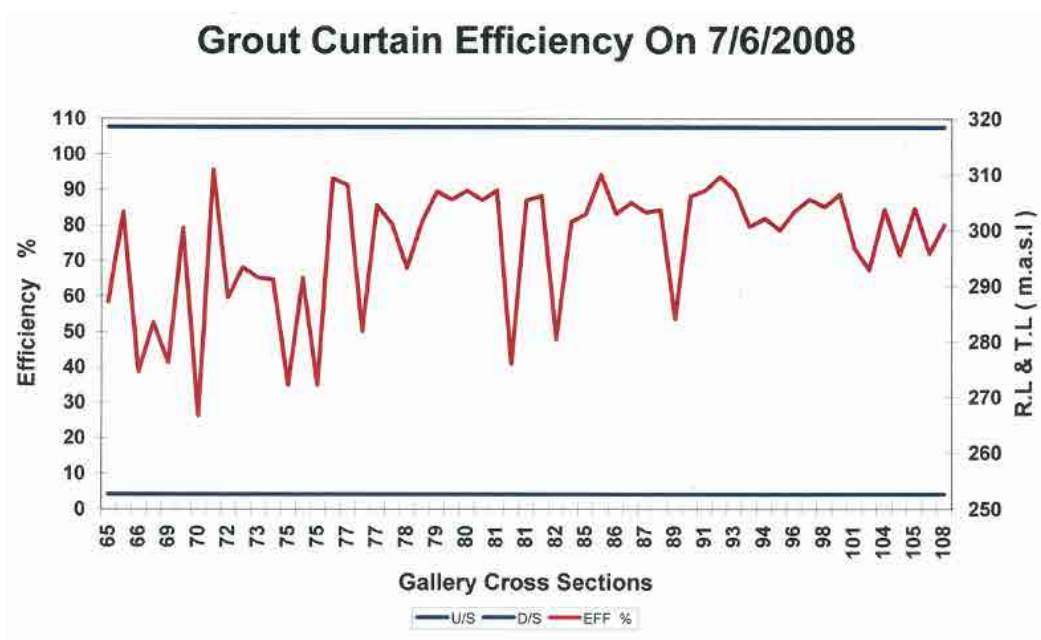
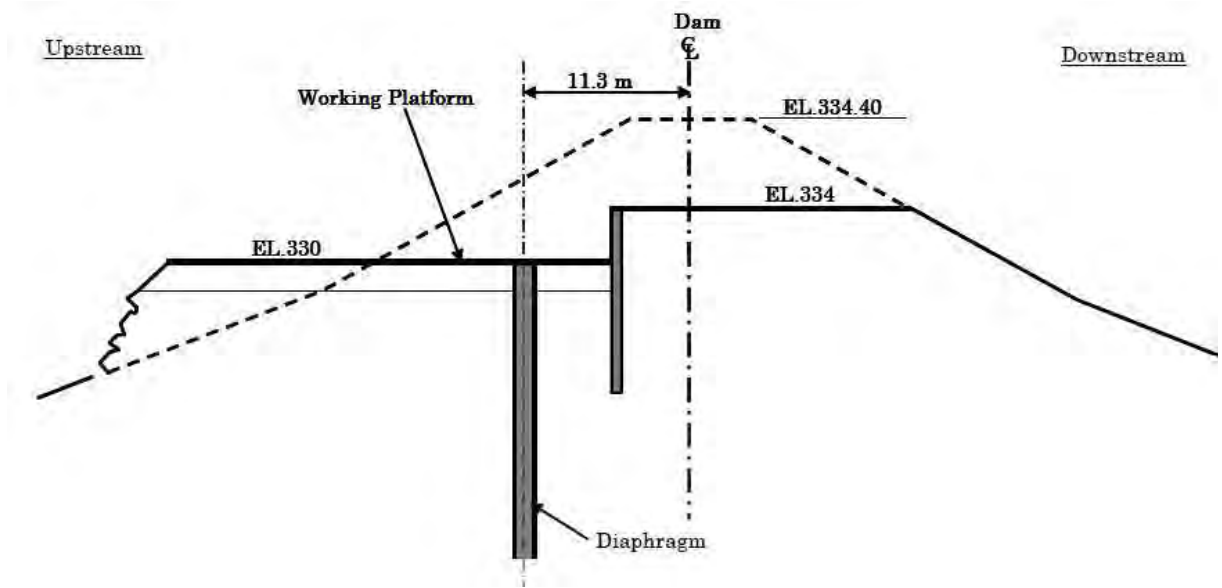


図 3.6-10 モスルダム年間流入総水量



Source: Mosul Dam Annual Safety Report, 2008.

図 3.6-11 グラウトカーテン効率 (2008年6月7日)



(Source: A local source)

図 3.6-12 地下連続壁の施工位置と施工盤



図 3.6-13 “Hydromill Type” 掘削装置

### 3.7 南部ジャジーラ灌漑事業における受益者のニーズ

治安上の理由で、受益農家との直接の面談が困難なため、現地を知る PMT のメンバーから本プロジェクトにおける受益者のニーズについて聞き取り調査した。PMT との会議の最後に、参加者全員に以下の2つの質問をして、答えは各自がカードに記入した。

質問1：あなたは本プロジェクトが必要だと思いますか。

質問2：農家は本プロジェクトを必要だと思っているでしょうか。

全員の回答の中から、PMT メンバーと現地を踏査しているローカルコンサルタンツ 2 名の回答を下記に示す。

質問1への回答は、全員が「肯定的」であった。これは、回答者が北部ジャジーラ地区の「灌漑の効果」を実感しているためと思われる。他方、質問2の回答でも全員が「肯定的」な回答であり、主な理由は農家収益の増加である。

農家が収益に敏感であることが事実であれば、事業が収入向上に直結していることを広報することが、受益農家の協力を得ることができる。受益農家の協力とは、末端水路の維持管理と灌漑用水の節水である。スイス F/S で記述のある実験農場が有効と思われる。

表 3.7-1 プロジェクトの必要性 (PMT からの聞き取り)

質問1: このプロジェクトは必要?	質問2: 農家はプロジェクトが必要と思っている?
必要 農家の役に立つから	はい 農家は収入を増加させるために必要とする
必要 農家の役に立つから	農家は必要としている 農家の収入が増加するから
必要 農家は本プロジェクトを必要としている	はい
はい とても重要である	農家は必要としている
はい 農家に有益	はい 地区全体へのかんがい効果
はい プロジェクトは農家の利益	はい 農家は収入を増加させるために必要とする
はい かんがいは農家の役に立つ	はい 農家は収入を増加させるために必要とする
はい 農家に有益	はい 農家は必要としている
はい 必要、大変重要である	はい 彼らは必要としている

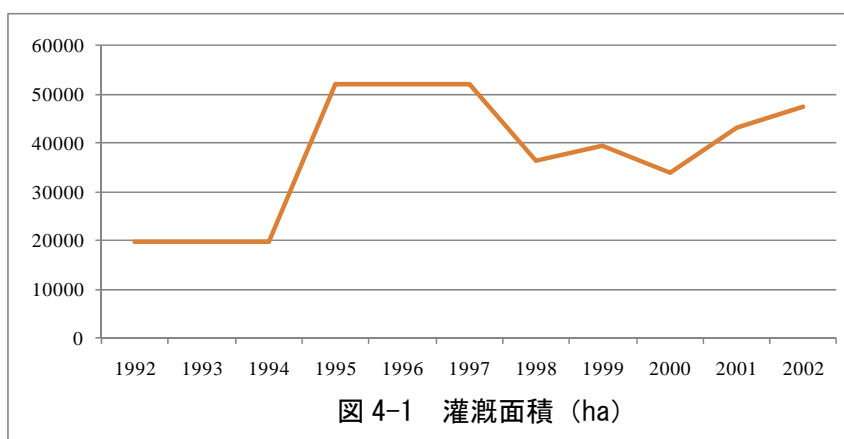
出典: PMT会議のワークショップの結果

## 第4章 北部ジャジーラ灌漑事業の教訓

### 4.1 稼働状況

#### 4.1.1 農家数、灌漑対象面積

2002年時点の農家数は、3,074戸である。また、灌漑面積は19,775ha（1992年）から、徐々に増加し、ピーク時には52,175ha（1995年-1997年）に達し、その後、減少して2002年には47,413haとなっている。



#### 4.1.2 生産量

##### (1) 北部と南部の比較（北部ジャジーラ報告書と南部ジャジーラ F/S 報告書）

主要作物の単位収量（1998-2008 平均）は、表 4-1、表 4-2 のとおりである。南部ジャジーラ地区のスイス F/S の計画値と比較すると、小麦・大麦・甜菜の単位収量は低いが、ひまわりの単位収量は同等である。

表 4-1 北部ジャジーラの単位収量

1998-2008	平均単収 (kg/ha)		
小麦	1,200	-	2,000
大麦	1,000	-	1,600
じゃがいも	20,000	-	24,400
甜菜	8,000	-	16,000
ひまわり	1,600	-	2,000
その他野菜	10,000	-	16,000

出典：北部ジャジーラ報告書

表 4-2 南部ジャジーラの単位収量

1998-2008	平均単収 (kg/ha)		
小麦	2,800	-	5,600
大麦	2,400	-	5,200
じゃがいも	0	-	0
甜菜	28,800	-	46,000
ひまわり	800	-	2,400
その他野菜	0	-	0

出典：F/S報告書

## (2) 農家調査の比較 [北部と南部]

スイス F/S が示す南部ジャジーラ地区の計画単収（即ち、事業完了後の単収）の妥当性を検証するため既灌漑地区である北部ジャジーラ地区でも、南部ジャジーラ地区と同様の農家調査（サンプル調査）を実施した。小麦・大麦の単収の比較は表 4-3 に示すとおりである。

表 4-3 北部ジャジーラ地区の作物単収（農家調査の結果）

質問項目	単位	1	2	3	4	5	6	平均
小麦：作付	ha	12.5	12.5	12.5	12.5	37.5	10.3	16.3
：単収	kg/ha	3,200.0	3,360.0	2,800.0	2,880.0	1,600.0	2,928.0	2,794.7
大麦：作付	ha	12.5	7.5	7.5	11.5	37.5	2.5	13.2
：単収	kg/ha	1,600.0	2,240.0	2,000.0	2,160.0	1,680.0	2,400.0	2,013.3

農家調査（サンプル調査2010年7月）

南部ジャジーラ地区の小麦の平均単収は約 2,800kg/ha であり、北部ジャジーラ地区の単収よりもやや高く、スイス F/S（南部ジャジーラ地区）の下限と同等である。他方、大麦の平均単収は約 2,000kg/ha であり、北部ジャジーラ地区の単収とスイス F/S の単収の中位程度である。

## 4.2 主要作物と作付け方式

主要な冬作物は小麦・大麦・じゃがいも・甜菜・豆・飼料作物であり、夏作物はトウモロコシと飼料作物である。作付け割合は表 4-4 のとおりであり、総作付け割合は 123%になる。

表 4-4 作物別作付率（秋作・夏作）

	冬作	夏作
小麦	48%	
甜菜	19%	
じゃがいも	10%	
豆類	10%	
飼料作物	13%	13%
とうもろこし		10%
合計	100%	23%

出典：北部ジャジーラかんがいプロジェクト報告書

## 4.3 水管理

### (1) 灌漑方式

北部ジャジーラ地区の多くの面積が、スプリンクラー（移動式スプリンクラーシステム）灌漑を行っている。農家当りの面積は 50～150 ha で、受益者は 1 台のスプリンクラーにより、灌漑計画に基づいて作成された予定表で責任をもって灌漑を実施している。



図 4-2 移動式灌漑システム(1)



図 4-3 移動式灌漑システム(2)



図 4-4 移動式灌漑システム(3)



図 4-5 移動式灌漑システム(4)

## (2) 灌漑効率

北部ジャジーラ灌漑事業での灌漑効率は、表 4-5 に示すとおりである。

表 4-5 北部ジャジーラ灌漑プロジェクトの灌漑効率

適用効率		灌漑効率		
スプリンクラー	75 %		スプリンクラー	地表灌漑
地表灌漑	60%	幹線水路後	0.71	0.56
水路搬送効率		支線水路後	0.63	0.51
幹線水路	95 %	末端	0.60	0.48
支線水路	90 %			
末端	94 %			

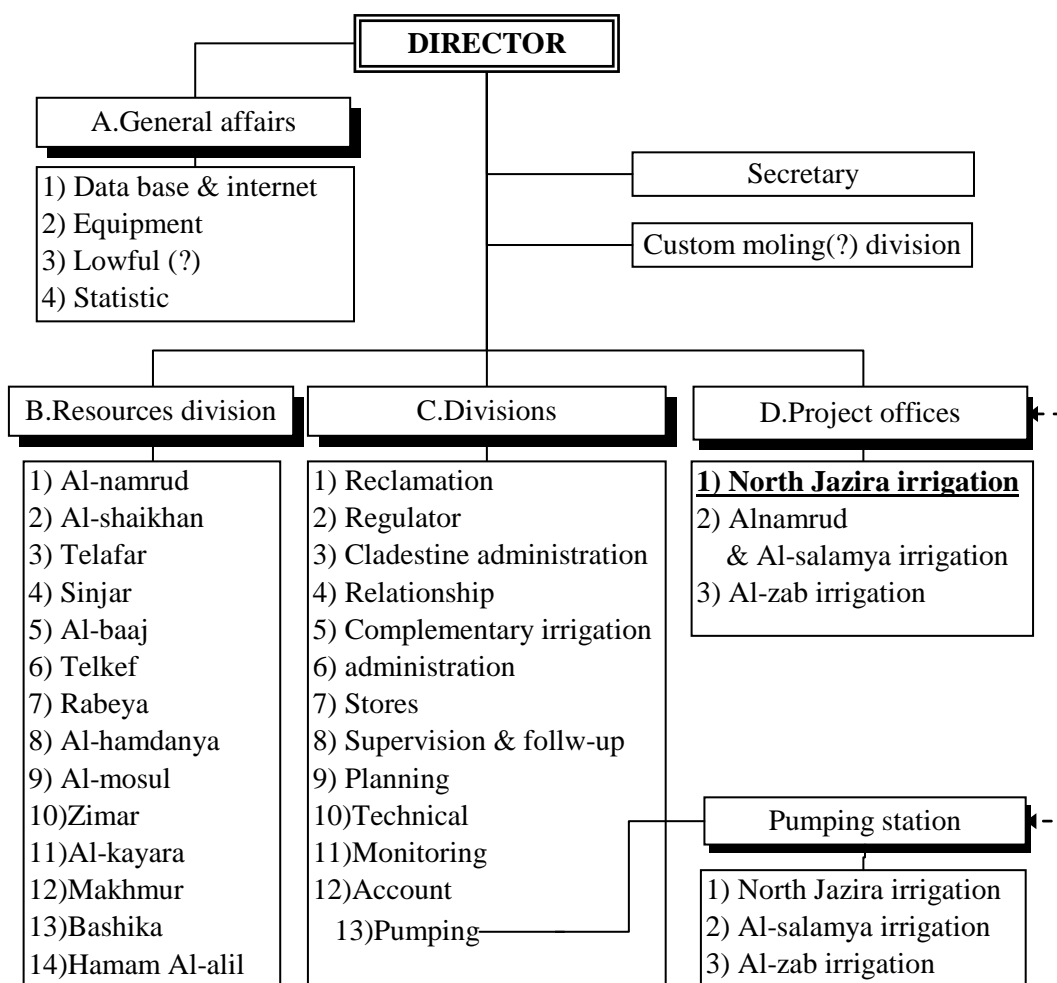
出典 : Design criteria (China State Construction Corporation , 1986)

## (3) 水利組合、水利費

農家調査 (6 村) および PMT への聞き取りの結果、水利組合は組織されておらず、水利費の徴収も行われていない。水利施設の建設および維持管理は、国営で実施されており、受益者負担や水利費はない。また、受益者は農薬や種子の購入においても国の補助を受けている。

#### 4.4 維持管理状況、体制

北部ジャジーラ灌漑事業の運用維持管理業務は、ニナワ県水資源局（Directorate of Water Resources in Nineva）が統括している。図 4-6 に同局の組織図を示す。局長の傘下に大きく 4 部署（A.General affairs、B.Resources Division、C.Division、D.Project office）があり、その中でニナワ県全体の灌漑開発、堰・ポンプ計画、建設・フォローアップ、モニタリング等を行う統括部（C.Divisions）が中核を成している。県内に広がる各郡、地方には資源部（B.Resources division）が展開し、個別の資源管理、施設の運営維持管理を行っている。また、県内には現在 3 つの大規模灌漑事業が運用されており、各々プロジェクト事務所（D.Project office）を構えている。その一つが北部ジャジーラ灌漑事業所（1)North Jazira Irrigaton）である。なお、各プロジェクト事務所にはポンプ機場を附帯しているが、その管理はプロジェクト事務所ではなく、統括部傘下の 13)Pumping Division が各プロジェクト事務所と連携し、運用維持管理に当たっている。



出典：PMT ニナワ県

図 4-6 ニナワ県水資源局の組織

表 4-6 に北部ジャジーラ灌漑事業所の人員を示す。1)管理事務所が全体の運用維持管理を統括するとともに、2 箇所のポンプ機場には、各々事務所があり灌漑、機械、電気技師、テクニシャンを配し、ポンプ機場の維持管理を実施している。また、スプリンクラーの管理・メンテナンスについても別途事務所が配置されており、保管・管理、保守点検、故障時の修理を行っている。



表 4-6 北部ジャジーラ灌漑事業所およびニナワ県水資源省の人員(人)

項目	北部ジャジーラ事業所					ニナワ県 水資源省 (参照)
	1)管理事務所	2)第1ポンプ場 (Main)	3)第2ポンプ場 (Secondary)	4)スプリンク ラー管理所	計	
灌漑技師	11 (内 Manager 1)	2	1	—	14	178 (Engineer)
機械技師	1	5	1	—	7	
農業技師	8	—	—	—	8	
電気技師	1	7 (内 Manager 1)	3	—	11	
会計	—	—	—	1	1	13
行政官	1	—	—	1	2	5
行政担当	2	—	—	2	4	
テクニシャン	23	14	11	16	64	84
コンピュータ	—	1	—	—	1	
熟練労働者	35	3	13	—	51	91
労働者	—	3	—	13	16	7
タイピスト	—	1	—	—	1	—
倉庫管理	2	—	—	3	5	—
運転手	15	1	—	—	16	—
合計	99	37	29	36	201	378

出典：North Jazira Irrigation Project, O&M, Directorate of Water Resources in Nineva

また、北部ジャジーラ管理事務所は、維持管理モニタリング用の車輛、大型・中型バックホー、ブルドーザー、ローダ、燃料タンク、ダンプ、コンクリートミキサー等の維持管理用の機材を保有し、定期的な維持管理、水路浚渫、施設補修に当たっている。

なお、PMT から入手した資料によれば、北部ジャジーラ事業所は、スプリンクラー250基を保有しており、過去最大の作付面積 52,000ha に地表灌漑とスプリンクラー灌漑を 1:1 の割合で併用したとすれば、スプリンクラー1基当りの平均灌漑面積は約 100ha/年となる。

その他、維持管理費に関する情報を表 4-7 に示す。2009 年度には農民から約 381 千 USD の水利費を徴収（注釈：PMT からの聞き取り調査では、水利費は徴収されていない）しているが、電気料金を含む年間維持管理費の 12%程度と限られ、残りは政府予算で賄われている。

表 4-7 維持管理費に関する情報（2009 年度）

内容	1 ID=1,180USD で換算
1. 年間施設維持管理費	1,525 千 USD
2. 年間電気使用料	1,678 千 USD
計	3,203 千 USD
3. 水利費徴収額	381 千 USD (12%)

出典：North Jazira Irrigation Project, O&M,  
Directorate of Water Resources in Nineva

## 第5章 使用可能水資源量の検討

### 5.1 スイス F/S の水収支：ソビエトレポートに関連して

スイスコンサルタンツが検討した南部ジャジーラ地区の F/S レポートには、モスルダムを水源とした水源計画に関する検討内容は示されていない。水収支による水源計画はスイス F/S と同時期にソビエトレポート「General Scheme of Water Resources and Land Development in IRAQ STAGE (MOSCOW-BAGHDAD, 1982)」が、イラク全土を対象として扱っており、全国の水資源計画の一端として、ジャジーラ地区も組みこまれている。

スイス F/S で引用されている南部ジャジーラ地区に関する灌漑用水量と施設の設計流量（ピーク流量）については、ソビエトレポートに示された値とは異なっている。

表 5.1-1 は、ソビエトレポートに示された灌漑用水量と施設の設計流量（ピーク流量）を示しており、図 5.1-1 は、F/S で検討された月別作物消費とソビエトレポートで示されたものとの比較を示している。

ソビエトレポートでは、表 5.1-1 からジャジーラ地区の東部と南部を合わせた灌漑面積は  $183.25 \times 10^3$  ha (= 23.25 + 160) と年間必要量は  $1.43028 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/year (=0.13968 + 1.2906)と分かる。ジャジーラ地区全体の面積としては、本調査開始時点では、南部地区の総灌漑面積を 190,000ha、北部地区 60,000ha、東部地区を 75,000ha と想定していたことから、合計ではモスルダムに依存する灌漑面積は 325,000ha となる。5.4.1(1)に示すように現時点での 3 地区の計画用水量は、 $3.25 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/year となっていることからソビエトレポートで検討されたかんがい用水量の方が、遥かに小さいことがわかる。

図 5.1-1 に示すように南部ジャジーラ灌漑計画に関するソビエトレポートと F/S での月別消費量の違いを示しているが、必要量と設計流量に違いが見られる。

以上のように、F/S レポートの水源計画の根拠となるものと考えられるソビエトレポートと F/S レポートの採用値とは用水量の評価においても、必ずしも一致はしていない。ソビエトレポートでは、いくつかの灌漑システムを専門家が調査して、検討しているが、灌漑用水量の決定には、以下の基礎データをもとに算定している。

- ・ 主要作物の純灌漑用水量
- ・ 平均の純灌漑用水量を決定する作物体系
- ・ 圃場と水路での浸透ロスを含んだ灌漑システムのロス
- ・ 実際の灌漑システムでの操作ロス

従って、個別地区の必要水量を算定した F/S とは、食い違いが生じたものと思われる。

水源運用検討については、開発言語 Fortran-4 を用いた数学モデルが開発された。チグリス川、ユーフラテス川とデヤラ (Diyala) 川別に個々の河川にある貯水池についての運用計算がなされていたが、これでは、イラク全体の水源運用計算として適切な結果が得られないことから、これらの

3つのシステムを統合して計算するモデルを構築している。

しかし、ソビエトレポートからモスダムに関する水源運用の結果を抽出することは、難しい。現時点では、ソビエトレポートがイラク全土の水源運用を検討した最新の検討結果として考えられるものの、当時とは、上流国の水源開発や地球温暖化に伴う気候変動の影響などにより河川流量をはじめ、消費水量なども大きく変化している実態などを考慮すると、これらを勘案した水源運用計画の早期の樹立が望まれるところである。

全国水土地戦略調査「Strategy for Water and Land Resources in Iraq (SWLRI)」はMOWRの要望により2005年5月に開始され、フェーズIは2005年7月にUSAIDの支援により2006年9月に完了する予定で開始された。

MOWRからの情報によれば、イタリアのコンサルタンツがSWLRIのフェーズIIを担当することであったが、その具体的なプロジェクト名は”Consulting Services for the Development of a Water Resources Decision Support System for the Ministry of Water Resources in Iraq”であり、そのインセプションレポートの概要から、その業務内容が把握出来る。プロジェクト名から分かるように、水資源開発決定支援システム (Decision Support System : DSS) に対するコンサルティングサービスである。

表 5.1-1 ソビエト報告書に示された用水量と設計流量

System No.	Irrigation System	Net irrigation area		Average monthly water requirements 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>												Year total 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Irrigation system efficiency	Mean weighted irrigation rate, gross 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /don	Max. average monthly discharge m <sup>3</sup> /sec	
		(10 <sup>3</sup> don.)	(10 <sup>3</sup> ha)	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June	July	Aug.	Sept.					
		(1)	(2)=(1)÷4	(3)	(4)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)					
38	Dohouk	12.6	3.15	2.41	1.01	0	0	0	0.04	0.7	1.56	2.71	3.12	2.67	2.33	16.55	0.64	1.32	1.17	Jul.
39	Shemal	80	20	17.23	9.92	0	0	0	0.54	6.77	18.4	26.67	24.98	20.44	14.14	139.09	0.64	1.73	10.29	Jun
40	Eastern Jazira	93	23.25	22.27	12.29	0	0	0	0.13	7.13	23.37	23.87	17.59	15.7	17.33	139.68	0.65	1.5	9.21	Jun
41	Jazira	640	160	160.55	84.49	5.36	3.51	51.62	105.03	165.48	189.57	162.16	128.63	112.4	121.8	1290.6	0.64	2.02	70.77	May
	Sub-Total(40,41)	733	183.25	182.82	96.78	5.36	3.51	51.62	105.16	172.61	212.94	186.03	146.22	128.1	139.13	1430.28				
42	Small farms from the Mosul dam up to the Greater Zab river mouth	37.9	9.475	6.14	2.17	0	0	0	0.82	5.54	12.33	26.82	28.47	21.81	11.21	115.31	0.64	3.04	10.63	Jul
43	Small farms at springs in the Neinewa muhafadha in the Tigris river basin	12.7	3.175	1.66	0.41	0	0	0	0.11	1.64	3.94	6.94	7.29	5.93	3.33	31.25	0.7	2.46	2.72	Jul
44	Small farms at wells in the Neinewa muhafadha in the Tigris river mouth	15.1	3.775	1.97	0.49	0	0	0	0.12	1.95	4.68	8.25	8.66	7.05	3.96	37.15	0.7	2.46	3.23	Jul
45	Small farms at springs in the Neinewa muhafadha in the Greater Zab river basin	1.1	0.275	0.15	0.04	0	0	0	0.01	0.16	0.36	0.63	0.66	0.54	0.3	2.85	0.7	2.59	0.25	Jul

Source: 'GENERAL SCHEME OF WATER RESOURCES AND LAND DEVELOPMENT IN IRAQ' STAGE II Volume III WATER RESOURCES UTILIZATION Appendix 23.4

Monthly water requirements (mm)

		Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June	July	Aug.	Sept.	Year	Cropping Pattern
USSR Report	gross	100.3	52.8	3.4	2.2	32.3	65.6	103.4	118.5	101.4	80.4	70.3	76.1	806.6	unknown
	net	64.2	33.8	2.1	1.4	20.6	42.0	66.2	75.8	64.9	51.5	45.0	48.7	516.2	
F/S Report	gross	39.7	34.9	10.5	2.0	23.1	60.7	98.7	128.2	79.3	51.0	43.7	38.0	609.8	ABC
	net	40.1	35.8	13.0	2.1	24.2	61.5	97.2	115.7	62.9	48.9	47.8	42.2	591.4	XYZ

USSR Report: General Scheme of Water Resources and Land Development in IRAQ STAGE II (MOSCOW-BAGHDAD 1982)

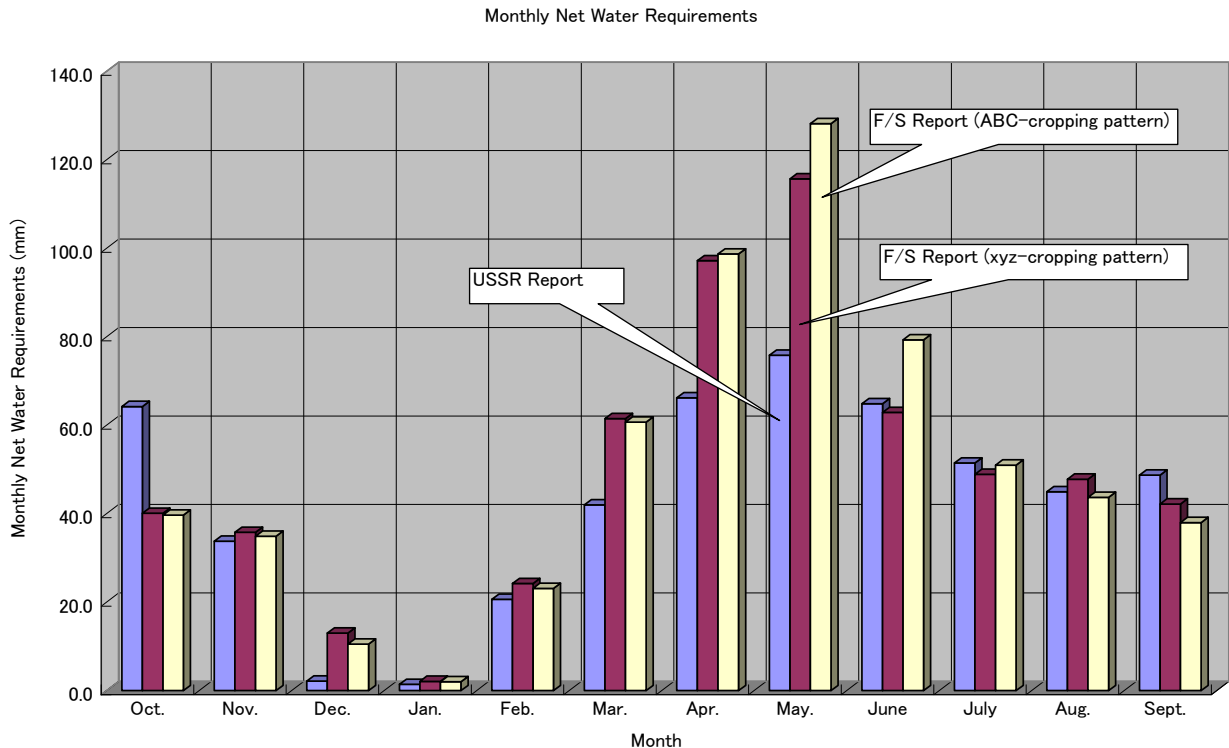


図 5.1-1 南部ジャジーラでの月別消費水量の比較（ソビエトレポートと F/S との比較）

イタリアコンサルの TOR には、意思決定支援システムを構築することになっており、シミュレーションモデルそのものを充実させ、予測を行うこと自体は含まれておらず、これについては USAID により進められてきた SWLRI のフェーズ II で主に実施される予定で、2010 年の秋から 3 ヶ年の予定で別途進められる。

また、全国的な水および土地資源の現状と予測システムの開発については 2004 年以降アメリカ陸軍工兵隊、USAID などが支援してきているが、完成版はフェーズ II まで待つ必要がある。

因みに、イタリアコンサルタンの業務は、2010 年 4 月 15 日にアンマンでキックオフミーティングを行い、UNDP イラクは MOWR のために、コンサルタントサービスを調達し、3 ヶ月間のインセプションと 21 ヶ月の調査で計 2 年間の予定で実施される。

ここで作成される DSS（開発決定支援システム）はインターネット環境、GIS、JAVA によるモデルツールを提供するもので、SWLRI の取り込みも想定している。DSS では水資源関係者が、イラク国内あるいは国外からも情報を共有出来、予測検討が出来るシステム構築を目指している。

いずれにせよ、モスダム掛かりの適切な灌漑計画を樹立するためには、イラク国内全体の最適な水配分を考慮した水源運用計画を立てる必要がある。上流国の水源開発や地球温暖化に伴う気候変動の影響などにより河川流量をはじめ、消費水量なども大きく変化している実態を考慮し、更に下流湿地帯への影響も加味した運用検討は、SWLRI のフェーズ II の完成を待つ必要がある。

## 5.2 モスルダム<sup>1</sup>の運用実績からの検討：年次報告書（Safety Annual Report）に関連して

過去の貯水池運用データを入手して、近年のダム運用、貯水池運用の実態を分析し、これら貯水池運用データを用いて、ジャジーラ地区全体の灌漑用水量をモスルダムから取水した場合のシミュレーションを行うことにより、水源計画の妥当性について概略検討を行う。

2008年の観測を示したモスルダム年次報告書（Annual report）のデータをみると、モスルダムの主貯水池に関する水位、貯水量、収支成分が示されている。これらの観測データを用いて、前日の貯水量と収支成分から貯水量を計算し、この計算された貯水量と実測の貯水量を比較することにより、観測精度の検証を行なう。

水収支の観点から計算により求まる貯水量は、次式のように示される。

計算による貯水量＝前日の計算貯水量＋当日の貯水変化量

当日の貯水変化量＝ $Q_{in} - Q_{out}$

$Q_{in}$ ；当日のメインダム（貯水池）への流入量

$Q_{out}$ ；当日のメインダムからの流出量（＝ジャジーラ地区への灌漑取水量＋発電用水量＋底部放水施設からの放流量＋洪水吐からの放流量）

表 5.2-1 に示すように 2008 年 1 月の例では、1 ヶ月間で計算貯水量と観測貯水量の間に 6.40MCM の誤差が発生しているが、貯水量に対する誤差の比率は、約 0.1%（ $=6.40 \div 5006$ ）程度であり、概略計算には十分な精度と言える。

なお、Annual report のデータを見ると、下流調整池（Regulating Dam）からの放流量が示されていて、この放流量がモスルダムから下流への実質的な放流量であるが、主貯水池からの放流量の総計とは大きな差が無く、放流量の時間的な差はあるものの、下流調整池での貯水効果まで考慮する必要は無い。

下流調整池は、モスルダムの下流 8km に位置して、ダムからの大きな放流量の日変動を調節し、チグリス川下流への用水を継続的に放流するものである。

底部放流施設は、渇水期において、すべての発電ユニットが稼働を停止しているときに下流に放流するために使用され、非常放流を行うためにも使用できる。最大放流量は、貯水位が 330 m a.s.l. のときに  $2,435 \text{ m}^3/\text{s}$ 、また、300 m a.s.l. のときに  $1,770 \text{ m}^3/\text{s}$  と記載されており、入手したデータでは 2003 年 4 月 16 日に  $2,280 \text{ m}^3/\text{s}$  が観測されていることから、オーダー的には、問題ないと判断される。

表 5.2-1 年報のダム操作記録と収支の検証 (2008 年の例)

DATA From Annual Report

Jan. in 2008

4957.1

DATE	MAIN RESERVOIR			MAIN DAM					Regulating Dam		Calculated Storage (MCM)		
	W.L.	STORAGE	INFLOW	OUTFLOW (m3/s)					OUTFLOW (m3/s)		(MCM)		
	m.a.s.l	MCM	m3/s	Gazira	Bottom	Spillway	Power	Total	Regulating Dam				
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		$\frac{⑩-③-⑧ \times 0.086}{4}$	$⑪=V_{i-1}+⑩$	Difference (MCM) ⑫= ②-⑪
1	309.88	4957.1	210	0			207	207	200		0.26	4957.36	-0.26
2	309.88	4957.1	199	0			198	198	200		0.09	4957.45	-0.35
3	309.87	4954.8	180	0			204	204	200		-2.07	4955.37	-0.57
4	309.87	4954.8	190	0			187	187	200		0.26	4955.63	-0.83
5	309.86	4952.5	175	0			200	200	200		-2.16	4953.47	-0.97
6	309.86	4952.5	188	0			187	187	200		0.09	4953.56	-1.06
7	309.85	4950.1	240	0			267	267	200		-2.33	4951.22	-1.12
8	309.86	4952.5	216	0			187	187	200		2.51	4953.73	-1.23
9	309.88	4957.1	232	0			177	177	200		4.75	4958.48	-1.38
10	309.92	4966.4	298	0			188	188	200		9.50	4967.99	-1.59
11	309.98	4980.4	368	0			204	204	200		14.17	4982.16	-1.76
12	310.17	5001.8	523	0			273	273	273		21.60	5003.76	-1.96
13	310.14	5018.5	387	0	192		0	192	186		16.85	5020.60	-2.10
14	310.17	5026.7	293	0	208		0	208	200		7.34	5027.95	-1.25
15	310.23	5040.1	359	0	183		7	190	200		14.60	5042.55	-2.45
16	310.27	5049.7	277	0	133		30	163	200		9.85	5052.40	-2.70
17	310.26	5047.3	238	0	233		30	263	200		-2.16	5050.24	-2.94
18	310.26	5047.3	174	0			171	171	200		0.26	5050.50	-3.20
19	310.25	5044.9	214	0			239	239	279		-2.16	5048.34	-3.44
20	310.23	5040.1	213	0			266	266	300		-4.58	5043.76	-3.66
21	310.2	5032.9	165	0			245	245	221		-6.91	5036.85	-3.95
22	310.17	5025.7	169	0			248	248	200		-6.83	5030.02	-4.32
23	310.13	5016.1	119	0			225	225	200		-9.16	5020.86	-4.76
24	310.13	5016.1	122	0			120	120	200		0.17	5021.04	-4.94
25	310.11	5011.3	144	0			197	197	200		-4.58	5016.46	-5.16
26	310.09	5006.6	153	0			204	204	200		-4.41	5012.05	-5.45
27	310.08	5004.2	187	0			212	212	200		-2.16	5009.89	-5.69
28	310.07	5001.8	164	0			190	190	200		-2.25	5007.64	-5.84
29	310.06	4999.4	171	0			196	196	200		-2.16	5005.48	-6.08
30	310.05	4999.4	204	0			202	202	200		0.17	5005.66	-6.26
31	310.09	5006.6	301	0			216	216	200		7.34	5013.00	-6.40
Average(m3/s)			228.16				176.68	207.3	208.4				
Total(MCM/month)			611.11				473.21	555.2	558.1		55.90		

- ① 主貯水池の観測水位
- ② 主貯水池の貯水量
- ③ 主貯水池への流入量
- ④ 北部ジャジーラ地区の灌漑用水のための取水量
- ⑤ 底部取水施設からの取水量
- ⑥ 洪水吐放流量
- ⑦ 発電用取水量
- ⑧ 主貯水池からの取水・放流量の計=④+⑤+⑥+⑦
- ⑨ 下流調整池からの放流量
- ⑩ 貯水変化量
- ⑪ 前日の貯水量+貯水変化量
- ⑫ 観測貯水量②と計算貯水量⑪との差

### 5.3 水資源運用の検討

MoWR からは、南部ジャジーラ地区についての水源運用検討に際して、以下に示すような、水源運用に関する幾つかの知見が示された。

#### 5.3.1 将来のモスルダムへの流入量および下流放流量に関する水資源省の見解

- 1) 1931～2010 年間のチグリス流域からの平均の流入量は、20.1 BCM/年である。
- 2) 地球温暖化や気候変動の影響も含まれていると考えられるが、1999～2010 年間に観測されたモスルダムへの流入量は、トルコ側での開発の影響により平均で 14.95 BCM/年。
- 3) インターネットで公表された Ilisu ダム関連の報告書や外務省の研究報告書に依れば、チグリス川の水消費量はトルコ国内の 635 千 ha 以上への灌漑のために 6.5 BCM/年、シリア国内では、200,000 ha 以上の灌漑に 2.0 BCM/年が消費される。また、トルコのダムから毎年 1.5 BCM/年が蒸発する。従って、国家間の水協定が結ばれていないことや、あらゆる水使用を考慮すると推定値は、10.1 BCM/年(=20.1-6.5-2.0-1.5) で、1)で示した 20.1 BCM/年の半分の量になる。これについては、勿論、上流国であるトルコとの水協定がある訳ではない。
- 4) モスルダムの将来の下流域への水配分に関して、モスルダムに求められる必要放流量に関しては、下流の水需要を考慮した明確な見解は示されていない。しかし、MOWR はモスルダム建設前からダム下流側での既得水を取水するのに必要な放流量 200m<sup>3</sup>/s を必要最低放流量とし、常に 200m<sup>3</sup>/s を下回らないことを現時点での制限条件とするとの見解が示された。

#### 5.3.2 モスルダムの運用ルール

MOWR が示したモスルダムの運用ルールは、以下のとおりである。

- 1) 貯水（充水）ルール：6月1日の冬期の末期には、正常運転水位の WL.330m（最近5ヶ年間はダムの安全性の問題から WL.319mで運用）に達するように貯留する。
- 2) 取水（放流）ルール：イラクの南部、中部の様々な水需要に応じて放流するもので、11月1日の夏期の末期には、北部ジャジーラ地区への取水と水力発電を確保しながら、貯水位を WL.307～310mの間にする。但し、厳しい渇水の場合は、更に、水位を下げる。

なお、Water Control Center の資料（Technical Data for Dams, Reservoirs & Main Control Structures with mean monthly flow-rate and water quality for Main Water Resources）に示されたルールカーブは、図 5.3-1 のとおりである。

また、年間に WL.330.0m（貯水量 11.11BCM）から WL.307.0m（貯水量 4.307BCM）の貯水量は 6.803 BCM (=11.11-4.307) であり、将来の流入量 10.1 BCM との比は 1.48 (=10.1/6.803) となる。

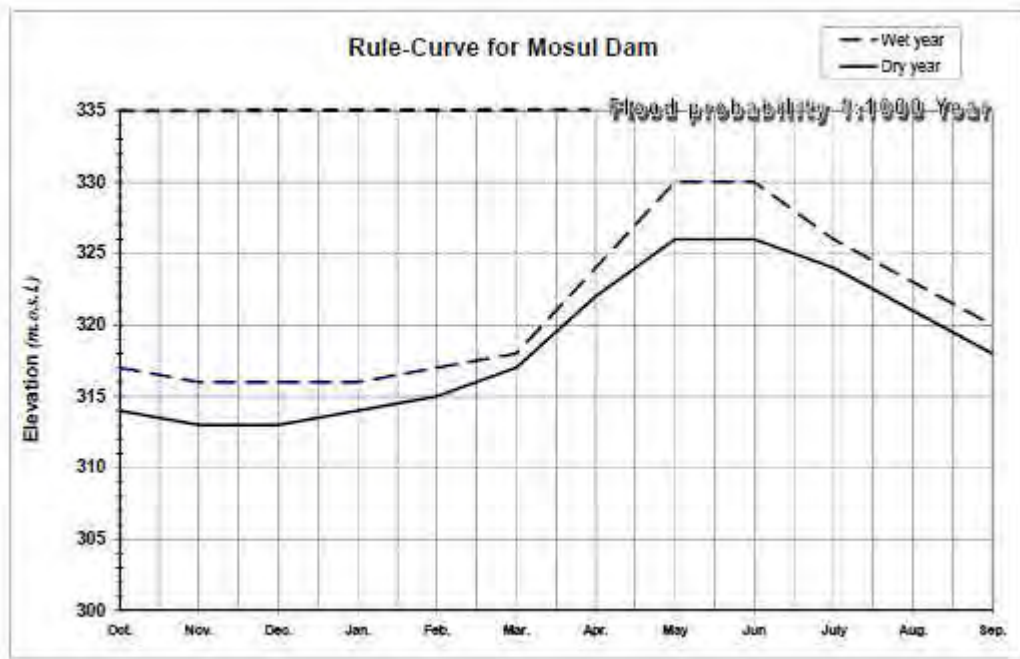


図 5.3-1 モスルダム(rules)のルールカーブ

## 5.4 モスルダム運用検討の概要

### 5.4.1 検討条件

#### (1) 灌漑用水量

南部ジャジーラ地区の灌漑用水量については、営農、導入作物、灌漑施設などを計画して、灌漑用水量を算定する必要があるが、PMT から入手した資料より、北部、東部、南部を含むジャジーラ地区全体の灌漑用水量を概観する。



表 5.4-1 月別灌漑用水量（計画）

Month	North Jazira Irrigation		East Jazira Irrigation		South Jazira Irrigation		Total of Jazira	
	M.C.M	m <sup>3</sup> /sec	M.C.M	m <sup>3</sup> /sec	M.C.M	m <sup>3</sup> /sec	M.C.M	m <sup>3</sup> /sec
Oct.	83.14	31.03	58.06	21.6	116.1	43.33	257.3	95.96
Nov.	78.05	30.11	11.05	4.26	103.61	39.97	192.71	74.34
Dec.	0.56	0.21	-	-	37.61	14.04	38.17	14.25
Jan	3.34	1.25	-	-	6.08	2.26	9.42	3.51
Feb	31.07	12.84	6.37	2.63	69.43	28.69	106.87	44.16
Mar	107.72	40.2	44.93	16.77	177.96	66.44	330.61	123.41
Apr	116.21	45	104.37	40.26	281.3	108.52	501.88	193.78
May	88.52	33.05	142.77	53.3	334.82	125	566.11	211.35
Jun	65.14	25.13	139.9	53.9	182.03	70.22	387.07	149.25
Jul	74.8	27.93	115.79	43.23	141.5	52.83	332.09	123.99
Aug	75.49	27.99	105.13	39.25	138.34	51.65	318.96	118.89
Sep	49.5	19.09	62.88	24.26	122.12	47.11	234.5	90.46
Year	773.54		791.25		1710.9		3275.69	
(%)	23.6		24.2		52.2		100	

出典：2010年6月28日PMTから受領した資料より

Jazira地区の灌漑用水量

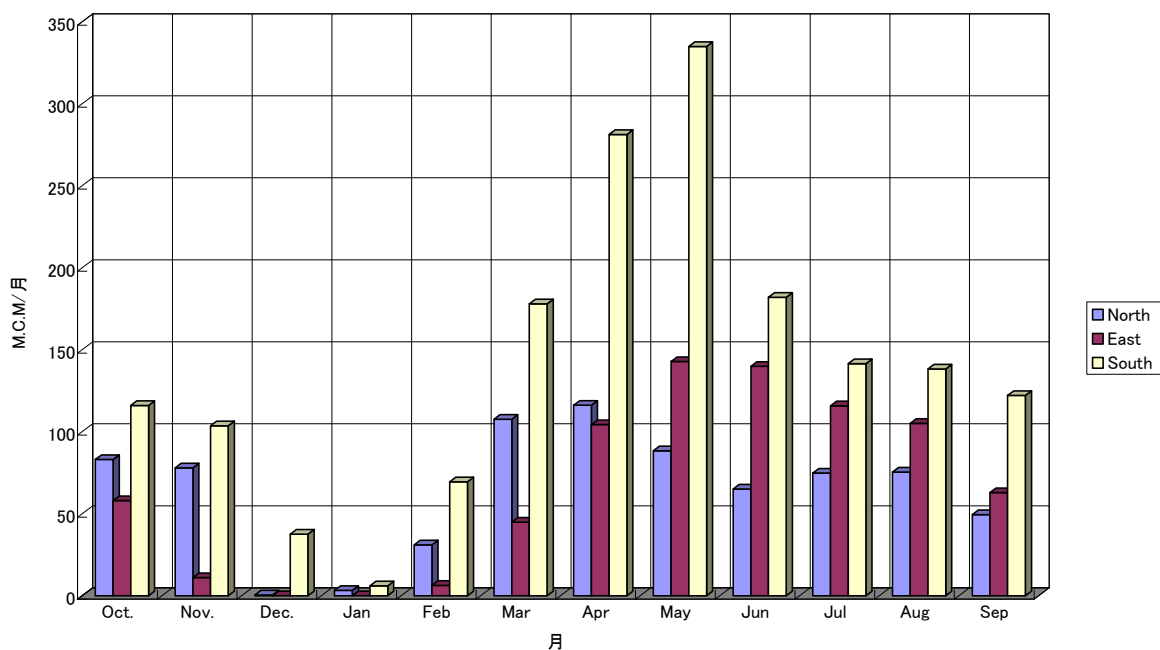


図 5.4-1 灌漑用水量の年変化

表 5.4-1 および図 5.4-1 に示すとおり、3 地区合同の計画灌漑用水量としては、年間 3.276 BCM となり、モスルダムへの年間流入量 20.1 BCM の 16.3%程度に相当し、上流国の開発、地球温暖化などの影響を受けた将来の年間流入量の推定値（Indicator）10.1 BCM の 32.4%となり、流入量に対する灌漑用水量の割合は大きくなる。また、WL.307.0~330.0m の運用貯水量 6.803BCM の約半分である。

なお、今回、南部ジャジーラ地区については、営農計画を新たに提案し、最近の気象条件、灌漑効率を考慮して、必要水量を見直している。

(2) 水位～容量曲線、水位～貯水面積曲線

モスルダムの水位～貯水面積および水位～容量曲線は、図 5.4-2 に示すように SADAM DAM OPERATION & MAINTENANCE MANUAL Volume 3 に掲載されている。同資料によればモスルダムの堆砂量については、ダム運用から 50 年が経った時点では、初期の有効貯水容量 8.2 BCM が 7.3 BCM となり 0.9 BCM 減じると想定されている。

堆砂により有効貯水容量がどれだけ、減少しているかについては測量などにより検証しておくことも必要と考えられるが、ここでは公表されている資料をもとに、水位～容量、貯水面積について整理しておく。公表されている水位と貯水量の関係は、表 5.4-2 のとおりである。

表 5.4-2 モスルダム貯水池の水位 - 貯水量関係

貯水位 (m.a.s.l)	水位種別	貯水容量 (BCM)
335.0	Max. water level	13.14
330.0	Normal water level	11.11
317.5	Spillway sill level	6.95
300.0	Min. water level	2.95

上記の 4 点から 3 次多項式は、次式のように求まる。

$$\text{貯水容量} : V(h) = 2.02254 \times 10^{-5} h^3 - 0.0157012 h^2 + 4.1369 h - 371.04$$

ここに、 $V(h)$  : 水位  $h$  の時の貯水容量 (BCM)

$h$  : 貯水位 (m.a.s.l)

同様にして、

$$\text{貯水位} : h(V) = 0.0079V^3 - 0.33372V^2 + 7.0669V + 281.85$$

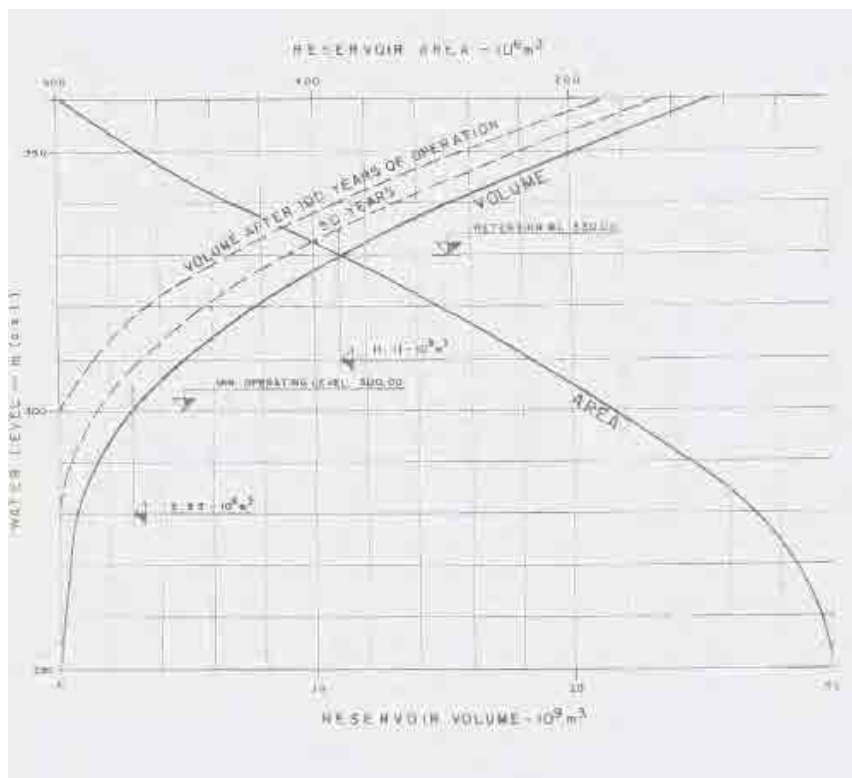
ここに、 $h(V)$  : 貯水容量  $V$  の時の貯水位 (m.a.s.l)

$V$  : 貯水容量 (BCM)

水位と貯水面積の関係は、水位と貯水容量の関係式を 1 階微分すれば、求まることから

$$\begin{aligned} \text{貯水面積} : A(h) &= dV(h)/dh \\ &= 6.06762 \times 10^{-5} h^2 - 0.03140240h + 4.1369 \end{aligned}$$

ここに、 $A(h)$  : 水位  $h$  の時の貯水面積 ( $BSM = 10^3 \text{km}^2 = 10^9 \text{m}^2$ )



出典：SADAM DAM OPERATION & MAINTENANCE MANUAL Volume 3

図 5.4-2 モスルダムの水位—貯水容量、貯水面積曲線



水面積に比例すると考えられるから貯水面積の算定式も必要である。

### (3) 湖面蒸発量などの貯水ロス

2008年モスルダム年次報告書(DAM SAFETY ANNUAL REPORT, Year 2008)のデータを用いて、主ダムに関する流入出量と貯水量の観測データをもとに、以下の算式により水収支を確認した。

$$\text{貯留変化量} = \text{流入量} - \text{流出量 (取水量および放流量)} - \text{貯留ロス}$$

$$\text{今期の貯水量} = \text{前期の貯水量} + \text{貯留変化量}$$

$$= \text{前期の貯水量} + \text{流入量} - \text{流出量} - \text{貯留ロス}$$

$$\therefore \text{貯留ロス} = \text{前期の貯水量} - \text{今期の貯水量} + \text{流入量} - \text{流出量}$$

上式を基に、月別に貯留ロスを算定する。貯留ロスとしては、湖面蒸発と浸透ロスなどが考えられるが浸透ロスについては、漏水量観測が実施されている。

堤体及び基礎からの漏水量を正確に把握することは容易ではないが、モスルダムの堤体下流側の3ヶ所で漏水を導水して漏水量の観測と囲い堰(Cofferdam)の水位観測が実施されている。

漏水量は貯水池水位に連動して変化するが、2008年の観測値の内、水位が高かった時の漏水量19.48 l/sec、87.99 l/sec、72.34 l/secの合計は179.81/secとなり、仮にこの程度の漏水が1年間継続したとしても、年間の漏水量は5.67 MCM (=179.81×86,400×365日/1,000×10<sup>6</sup>)である。

この値は、モスルダムの有効貯水量8.16 BCMに対して僅かに0.069%であり、非常に小さく、収支を議論の上では問題とはならない。

観測データには、観測誤差も含まれていることが考えられるが、ここでは、観測実績を整理することで、月別の湖面蒸発を中心とした貯留ロスを算定した(各月毎の計算書はAppendix-Aに示す)。

月別の貯留ロスの算定結果によると図5.4-4に示すように5月のロス量が不自然であることから、5月の結果については観測誤差などによるものと判断して図に示すように修正する。結果としては、年間で約600 MCMが貯留ロスとして評価される。

表 5.4-3 2008年モスルダム年次報告書による貯留ロスの算定

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual total	
観測貯水量と計算貯水量の月末での差の累計(M.C.M)	-6.40	-17.24	-46.56	-97.79	-134.47	-232.67	-344.51	-433.61	-498.06	-534.31	-550.89	-561.12		
観測貯水量と計算貯水量の月毎の差=貯水ロス(M.C.M)	6.40	10.83	29.32	51.23	36.68	98.21	111.83	89.10	64.46	36.25	16.58	10.23	561.12	
修正された貯水ロス(M.C.M)	6.40	10.83	29.32	51.23	75.00	98.21	111.83	89.10	64.46	36.25	16.58	10.23	599.44	
月平均貯水位(m.a.s.l)	310.1	310.3	311.9	315.5	317.9	318.3	317.0	314.5	311.8	309.5	307.9	306.5	312.60	
貯水面積(km <sup>2</sup> )	233.5	235.1	245.2	269.0	285.8	289.2	279.6	262.5	244.7	230.1	220.4	212.0		
月別貯水ロス	(m/month)	0.0274	0.0461	0.1196	0.1904	0.2624	0.3396	0.4000	0.3394	0.2634	0.1575	0.0752	0.0483	2.2694
	(mm/day)	0.9	1.6	3.9	6.3	8.5	11.3	12.9	10.9	8.8	5.1	2.5	1.6	

Note: Reservoir area A(Billion m<sup>2</sup>) is calculated by the following equation.

$$A=6.06762e^{-5}h^2-0.0314024h+4.1369 \quad \text{where } x: \text{ Reservoir water level(m)}$$

2008年モスルダム年次報告書からの貯水ロスの推定

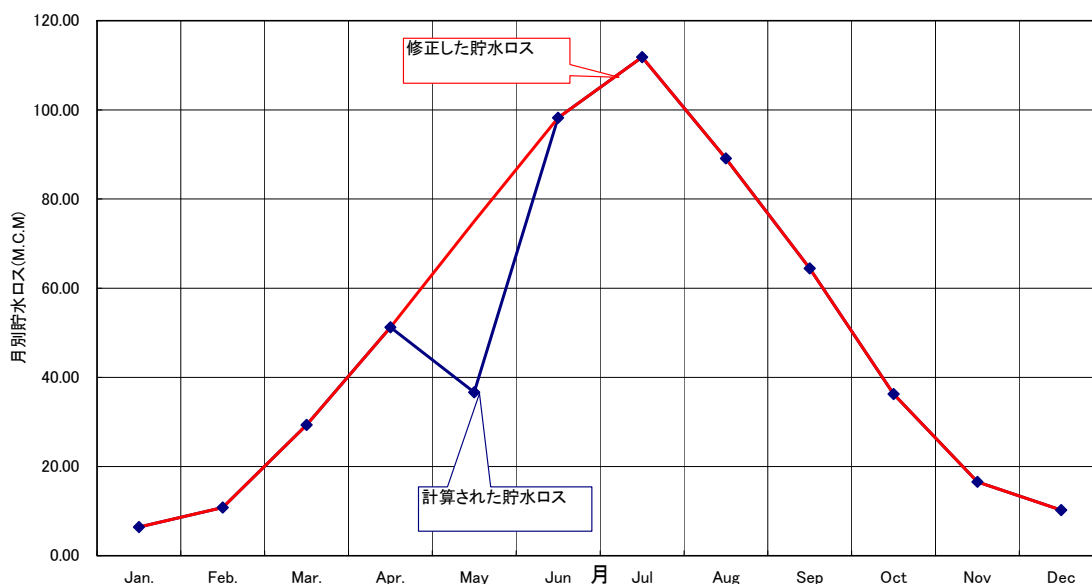


図 5.4-4 貯水ロスの推定

前述したように、モスルダムで観測された漏水量は貯水容量と比較しても小さいが、全ての漏水量を完全に捕捉することは、困難であることから上記の貯水ロスには、これらの浸透によるロスも含まれていると解釈する。実際の水収支計算では、表 5.4-3 に示す月別の貯水ロス (mm/day) に前日の貯水面積を乗じて当日の貯留ロスとしている。

(4) 流入量データ

モスルダムの年間流入量の変動を図 5.4-5 に示す (水文年は、10 月から翌年の 9 月までとしている)。移動平均および直線回帰によっても流入量の低減傾向が読み取れる。その要因として上流国での開発や気候変動が考えられるが、個々の影響量を分離することは困難である。直線回帰によれば、1 年間に平均 0.145 BCM の割合で、減少していることが分かり、この速度で均等に減少すると仮定すると、1975 年頃の流入量を Y 切片の値 22 BCM とすると、約 75 年後の 2050 年頃に約半分の 11 BCM になる計算になる。

実際には、上流国の灌漑プロジェクトなどのように人工的な開発行為により河川流量が影響を受ける場合は、以上のような直線的な変化ではなく、開発の進捗に応じて減少していくことが予想される。

流入量としては、現況の流入量と将来流入量が減少した場合などについて、検討を行なう。

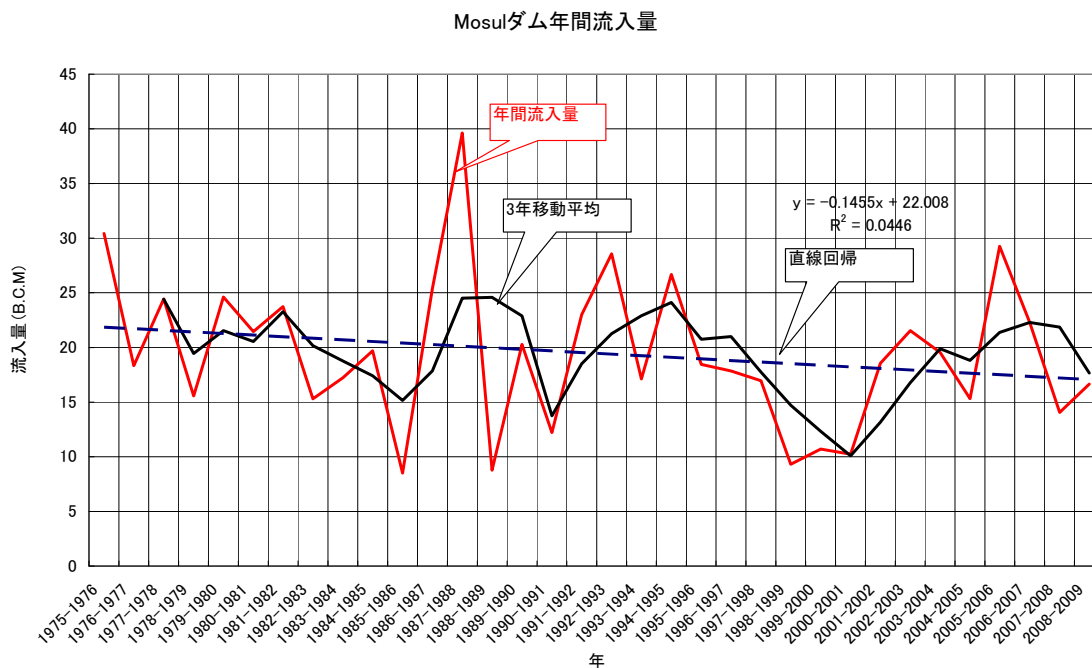


図 5.4-5 年間流入量の変化

#### 5.4.2 運用実績による検討

‘93～’98の6ヶ年間のダム運用実績のデータをもとに、条件を変更した検討を実施した。

##### (1) 運用実績

表 5.4-4～5.4-8 に運用実績を月別に整理した集計表を示す。また、図 5.4-6 に運用実績図を示すが、この期間の貯水位は、ルールカーブで示される W.L.307m を下回って、W.L.306m も下回っている。一方で、この期間では W.L.330m に達していない。

図 5.4-7 に示す 6ヶ年間の平均年間変動図からは、1月から5月までは流入量が流出量を上回り水位も上昇しているが、その他の月では、貯水分を消費しているのが平均的な運用パターンである。北部ジャジーラへの取水実績としては4月から10月ないし11月までの期間で取水されている。

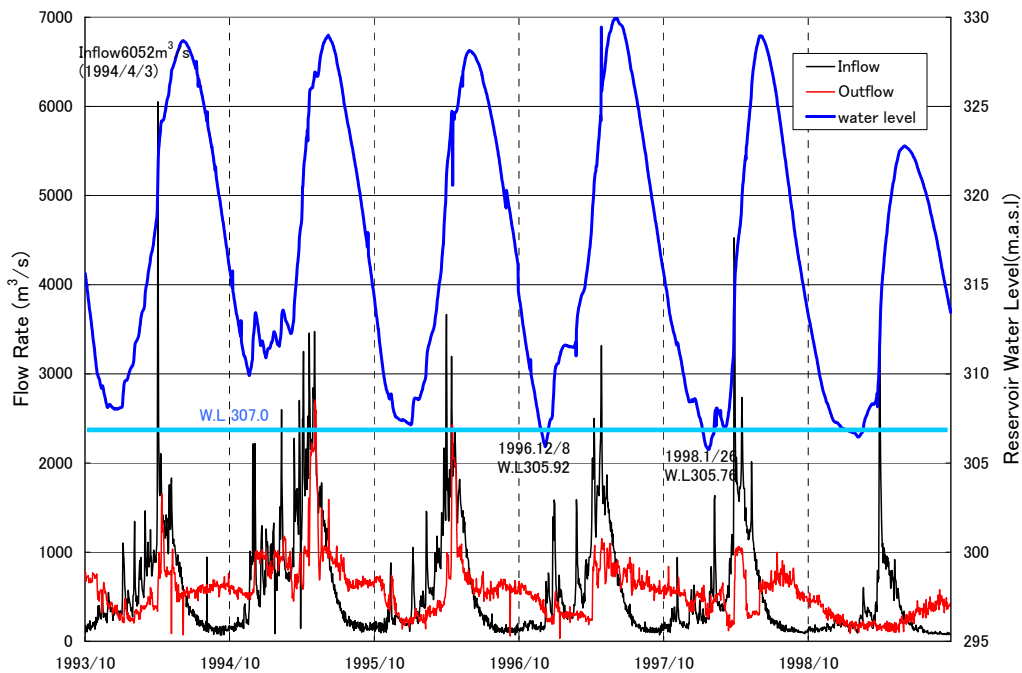


図 5.4-6 '93~' 98 の 6 ヶ年間のダム運用実績図

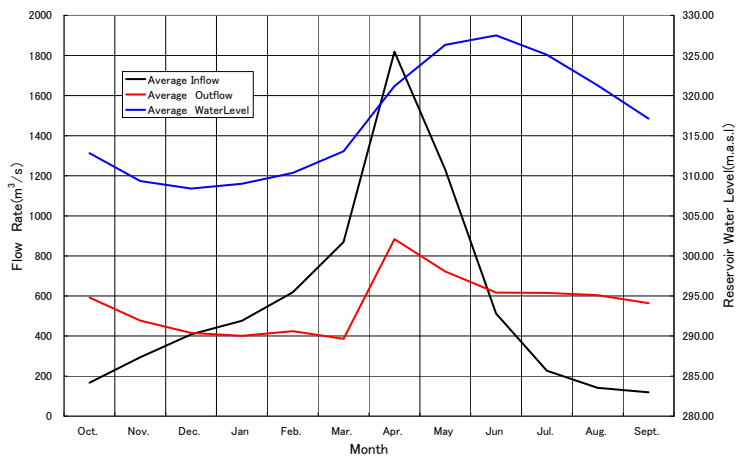


図 5.4-7 '93~' 98 の 6 ヶ年間の平均年間変動

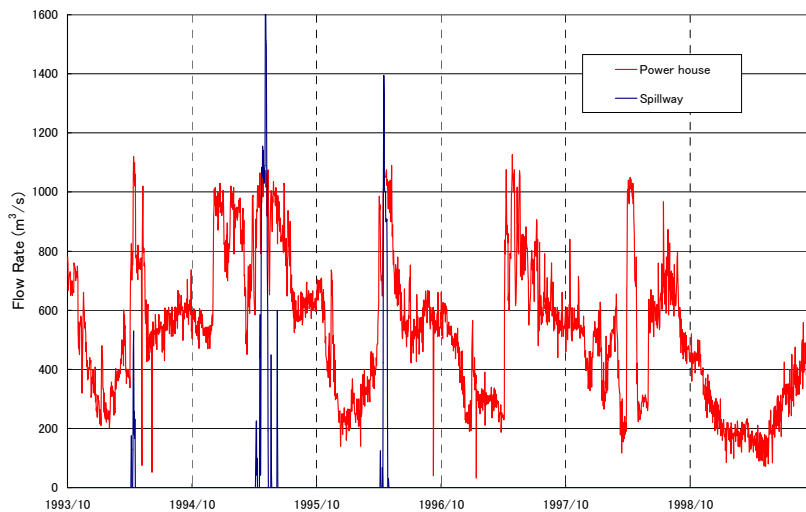


図 5.4-8 洪水吐ゲート放流量と発電用水量の変化



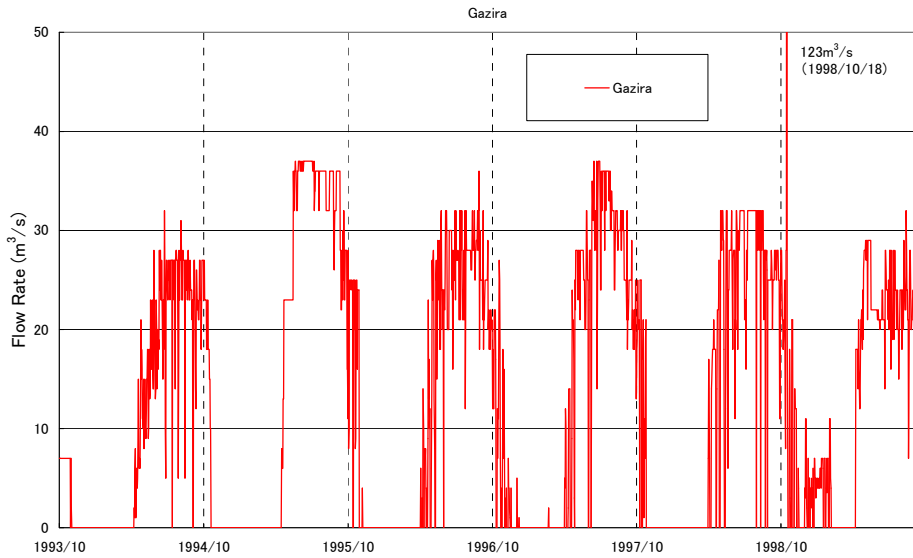


図 5.4-9 北部ジャジーラ地区への取水実績図

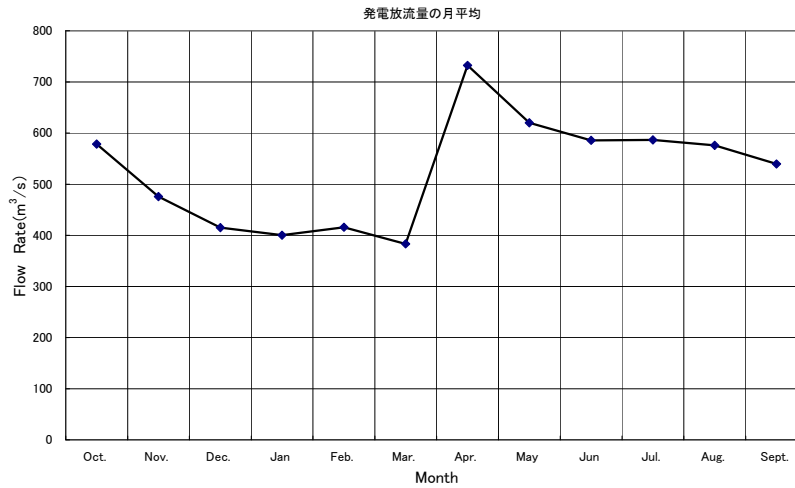


図 5.4-10 発電放流量の月平均

表 5.4-4 運用実績（貯水池水位）月別集計表

貯水池水位		月別集計											
		Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun	Jul.	Aug.	Sept.
1993-1994	Max	315.64	309.97	308.29	310.64	313.81	318.78	325.62	328.56	328.69	327.63	324.70	320.52
	Min	310.08	308.11	308.01	308.11	310.77	314.15	319.08	325.83	327.69	324.79	320.66	316.09
	Aver	312.89	309.01	308.10	309.70	312.50	316.51	323.88	327.48	328.36	326.35	322.80	318.36
1994-1995	Max	315.96	311.91	313.44	312.37	313.58	318.36	326.10	328.73	329.00	327.36	323.52	319.36
	Min	311.85	309.90	310.97	310.90	311.54	312.26	318.48	326.27	327.46	323.65	319.53	314.68
	Aver	313.90	310.72	312.19	311.71	312.70	314.65	323.35	327.46	328.51	325.53	321.61	317.10
1995-1996	Max	314.53	309.26	307.51	309.04	312.48	319.57	324.97	328.14	328.12	326.76	323.63	320.30
	Min	309.35	307.53	307.19	307.14	309.10	312.56	320.25	325.09	326.87	323.76	319.30	316.15
	Aver	311.83	308.35	307.36	308.31	310.97	315.48	323.45	327.00	327.65	325.31	321.57	318.22
1996-1997	Max	314.66	310.80	309.62	311.62	313.28	317.12	329.45	329.85	329.96	328.66	324.84	320.30
	Min	310.21	306.65	305.92	310.02	311.01	313.47	317.33	326.13	328.75	324.98	320.43	316.15
	Aver	312.34	308.34	307.04	311.05	311.73	314.99	321.58	328.33	329.57	326.82	322.68	318.22
1997-1998	Max	316.01	312.10	308.98	307.64	308.09	313.16	322.21	328.67	328.97	327.43	323.05	317.86
	Min	312.18	309.08	307.77	305.76	306.24	306.97	314.34	322.69	327.52	323.21	318.01	313.87
	Aver	313.96	310.76	308.46	306.47	307.39	308.39	318.71	326.12	328.49	325.50	320.58	315.83
1998-1999	Max	313.74	310.11	307.74	306.92	307.63	309.54	319.62	322.68	322.78	322.04	319.93	316.79
	Min	310.26	307.78	306.93	306.66	306.45	307.67	309.75	319.75	322.09	320.00	316.91	313.44
	Aver	312.01	308.82	307.25	306.80	306.81	308.30	316.13	321.58	322.55	321.06	318.48	315.07
年平均	Max	315.09	310.69	309.26	309.71	311.48	316.09	324.66	327.77	327.92	326.65	323.28	319.19
	Min	310.66	308.18	307.80	308.10	309.19	311.18	316.54	324.29	326.73	323.40	319.14	315.06
	Aver	312.82	309.34	308.40	309.00	310.35	313.05	321.18	326.33	327.52	325.10	321.29	317.13

表 5.4-5 運用実績（流入量 m<sup>3</sup>/sec）月別集計表

流入量 月別集計		Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun	Jul.	Aug.	Sept.
1993-1994	Max	267	571	432	1101	1345	1462	6052	1831	716	357	945	174
	Min	80	208	233	274	395	732	981	726	286	122	77	69
	Aver	173	345	331	508	659	960	1742	1109	460	228	168	128
1994-1995	Max	267	2216	2219	1325	2597	2702	3458	3475	1377	478	246	212
	Min	112	143	385	85	688	142	1134	1231	429	171	120	103
	Aver	167	540	843	911	1064	1277	2167	1848	834	316	184	152
1995-1996	Max	255	878	272	1054	1457	2170	3667	1817	728	307	191	195
	Min	95	103	111	193	372	526	1328	729	282	127	86	71
	Aver	165	301	210	422	628	1135	2031	1280	462	218	130	122
1996-1997	Max	230	229	1586	1539	1589	943	3317	2131	1004	416	216	195
	Min	115	110	129	255	245	373	945	1021	354	163	102	71
	Aver	162	170	536	528	479	669	1802	1457	647	265	139	122
1997-1998	Max	387	940	630	563	1636	4526	4245	2014	800	257	181	138
	Min	101	149	140	200	339	340	1354	735	248	122	102	83
	Aver	203	262	334	312	609	820	1965	1135	460	198	134	108
1998-1999	Max	184	202	286	256	603	794	3357	916	340	180	120	109
	Min	98	108	149	110	93	144	699	311	121	97	80	73
	Aver	131	144	195	177	267	356	1205	557	211	135	93	85
年平均	Max	265	839	904	973	1538	2100	4016	2031	828	333	317	171
	Min	100	137	191	186	355	376	1074	792	287	134	95	78
	Aver	167	294	408	476	618	870	1819	1231	512	227	142	119

表 5.4-6 運用実績（流出量 m<sup>3</sup>/sec）月別集計表

流出量 月別集計		Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun	Jul.	Aug.	Sept.
1993-1994	Max	787	660	440	480	403	601	1651	1035	608	637	690	764
	Min	657	320	238	210	203	352	338	85	72	456	539	498
	Aver	714	501	342	288	328	436	882	654	529	572	609	621
1994-1995	Max	628	587	1030	1020	1176	1005	2225	2708	1593	971	698	731
	Min	471	470	548	700	790	450	584	688	832	561	586	600
	Aver	570	530	927	870	961	722	1259	1469	978	769	632	659
1995-1996	Max	734	736	319	368	400	550	2429	1090	738	780	697	682
	Min	441	297	140	192	140	290	600	638	504	449	486	58
	Aver	646	452	237	265	292	396	1352	837	597	568	621	568
1996-1997	Max	673	563	467	565	391	337	1152	1103	910	942	823	682
	Min	522	355	190	32	211	187	233	644	587	516	560	458
	Aver	584	474	285	340	300	275	725	891	765	725	658	582
1997-1998	Max	840	715	562	627	611	655	1063	421	691	999	855	635
	Min	478	440	328	265	320	117	623	255	293	558	608	448
	Aver	582	546	442	449	487	302	918	310	578	712	703	525
1998-1999	Max	541	519	330	303	226	233	226	284	339	465	520	579
	Min	381	237	181	91	99	120	108	101	106	263	299	319
	Aver	456	359	261	196	177	187	163	172	256	345	400	427
年平均	Max	701	630	525	561	535	564	1458	1107	813	799	714	679
	Min	492	353	271	248	294	253	414	402	399	467	513	397
	Aver	592	477	416	401	424	386	883	722	617	615	604	564

表 5.4-7 運用実績（北部ジャジーラ取水 m<sup>3</sup>/sec）月別集計表

北部ジャジーラ取水 月別集計		Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun	Jul.	Aug.	Sept.
1993-1994	Max	7	0	0	0	0	0	21	28	32	28	31	27
	Min	0	0	0	0	0	0	0	8	5	0	5	0
	Aver	7	0	0	0	0	0	6	15	21	24	25	22
1994-1995	Max	27	0	0	0	0	0	23	37	37	37	36	36
	Min	0	0	0	0	0	0	0	23	36	32	26	16
	Aver	12	0	0	0	0	0	8	29	37	36	34	30
1995-1996	Max	28	4	0	0	0	0	23	32	32	32	36	32
	Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	18	18
	Aver	19	0	0	0	0	0	5	21	25	26	28	24
1996-1997	Max	27	16	5	0	2	0	25	32	37	37	34	32
	Min	0	0	0	0	0	0	0	20	0	24	24	18
	Aver	13	2	0	0	0	0	8	26	27	34	30	24
1997-1998	Max	25	0	0	0	0	0	27	32	32	32	32	28
	Min	0	0	0	0	0	0	0	0	11	16	0	20
	Aver	13	0	0	0	0	0	13	22	28	30	26	26
1998-1999	Max	123	21	11	7	11	0	24	29	28	28	32	40
	Min	0	0	0	0	0	0	0	19	14	15	7	10
	Aver	18	5	3	5	1	0	11	26	22	22	23	21
年平均	Max	40	7	3	1	2	0	24	32	33	32	34	33
	Min	0	0	0	0	0	0	0	12	11	17	13	14
	Aver	14	1	1	1	0	0	9	23	27	29	28	24

表 5.4-8 運用実績（発電用水量 m<sup>3</sup>/sec）月別集計表

発電用水量 月別集計		Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun	Jul.	Aug.	Sept.
1993-1994	Max	780	660	440	480	403	601	1120	1020	586	610	667	737
	Min	650	320	238	210	203	352	338	75	52	429	512	498
	Aver	707	501	342	288	328	436	801	639	508	548	584	600
1994-1995	Max	605	587	1030	1020	1015	989	1073	1075	1030	937	662	695
	Min	471	470	548	700	790	450	584	652	795	525	550	572
	Aver	558	530	927	870	912	704	904	967	914	733	598	629
1995-1996	Max	709	736	319	368	400	550	1075	1090	738	753	667	660
	Min	441	297	140	192	140	290	600	614	476	422	460	40
	Aver	627	452	237	265	292	396	914	815	572	542	593	545
1996-1997	Max	661	547	462	565	391	337	1127	1075	882	906	791	660
	Min	505	355	190	32	211	187	229	616	550	480	530	440
	Aver	572	472	285	340	300	275	718	865	738	692	628	558
1997-1998	Max	840	715	562	627	611	655	1049	421	670	967	827	610
	Min	0	0	0	0	0	0	0	0	11	16	0	20
	Aver	569	546	442	449	487	302	906	288	550	682	677	499
1998-1999	Max	520	498	330	300	226	233	211	262	313	450	500	558
	Min	360	237	181	85	99	120	90	72	84	240	275	307
	Aver	438	354	257	191	175	187	151	147	234	322	377	406
年平均	Max	686	624	524	560	508	561	943	824	703	771	686	653
	Min	405	280	216	203	241	233	307	338	328	352	388	313
	Aver	578	476	415	400	416	383	732	620	586	587	576	539

モスルダムの下流放流量としては、スイス F/S では 330m<sup>3</sup>/sec を目安としていたが、実運用では表 5.4-6 にも示すように、100m<sup>3</sup>/sec を下回る場合も見られる。

発電用水量は、平均的には 4 月の需要が最も大きく、5 月以降は徐々に小さくなり、変動幅は 400 ~ 700m<sup>3</sup>/sec である。

表 5.4-9 に示すように、実測値の収支誤差は、概ね 1% 以下であるが、中には数% を超える場合もある。

表 5.4-9 月毎の計算貯水量と観測貯水量 (1993-98)

年	月	表-2 月毎の計算貯水量と観測貯水量			
		観測貯水量 (MCM) ②	計算貯水量 (MCM) ①=V <sub>t</sub> -I <sub>t</sub> ①	差 ②=②-①	比率 ②/①
1993	10	5004.2	5038.11	-33.91	0.68%
	11	4585.3	4599.42	-14.12	0.31%
	12	4551.4	4555.66	-4.26	0.09%
	1	5138.3	5140.48	-2.18	0.04%
	2	5934.2	5939.49	-5.29	0.09%
1994	3	7321.2	7337.25	-16.05	0.22%
	4	9520.0	9548.42	-28.42	0.30%
	5	10572.0	10739.34	-166.94	1.58%
	6	10254.0	10393.67	-139.67	1.36%
	7	9233.9	9333.24	-99.34	1.08%
1995	8	7891.1	8052.73	-161.63	2.05%
	9	6548.7	6613.50	-64.80	0.99%
	10	5434.0	5471.21	-37.21	0.68%
	11	5448.8	5458.97	-10.17	0.19%
	12	5217.3	5223.47	-6.17	0.12%
1996	1	5382.3	5326.90	55.70	1.03%
	2	5922.8	5931.58	-8.76	0.15%
	3	7197.5	7109.74	87.76	1.22%
	4	9866.0	9550.43	315.57	3.20%
	5	10635.0	10701.72	-66.72	0.63%
1997	6	10171.0	10261.84	-90.84	0.89%
	7	8950.7	8959.89	-109.19	1.22%
	8	7545.8	7651.47	-105.67	1.40%
	9	6164.7	6231.83	-67.13	1.09%
	10	4833.9	4874.92	-41.02	0.85%
1998	11	4423.3	4444.41	-21.11	0.48%
	12	4348.7	4350.64	-1.94	0.04%
	1	4761.8	4769.47	-7.67	0.16%
	2	5592.4	5601.95	-9.55	0.17%
	3	7557.9	7573.47	-15.57	0.21%
1999	4	9494.8	9318.05	176.75	1.86%
	5	10414.0	10682.02	-268.02	2.57%
	6	9959.0	10063.48	-104.48	1.05%
	7	8887.1	9021.21	-134.11	1.51%
	8	7476.5	7572.35	-95.85	1.28%
1999	9	6365.6	6319.09	46.51	3.75%
	10	5035.7	5435.57	-399.87	7.94%
	11	4232.5	4247.13	-14.63	0.35%
	12	4986.7	4903.31	83.39	1.67%

1	5369.9	5490.07	-120.17	2.24%
2	5796.0	5803.80	-7.80	0.13%
3	6838.5	6852.41	-13.91	0.20%
4	9866.0	9828.27	37.73	0.38%
5	11054.0	11121.02	-67.02	0.61%
6	10642.0	10750.13	-108.13	1.02%
7	9292.2	9408.29	-116.09	1.25%
8	7820.2	7908.37	-88.17	1.13%
9	6565.6	6627.71	-62.11	0.95%
10	5516.5	5549.80	-33.30	0.60%
11	4771.1	4781.50	-10.40	0.22%
12	4476.0	4481.31	-5.31	0.12%
1	4100.4	4109.06	-8.66	0.21%
2	4390.4	4397.18	-6.78	0.15%
3	5765.5	5778.59	-13.09	0.23%
4	8454.3	8478.99	-24.69	0.29%
5	10613.0	10666.14	-53.14	0.50%
6	10193.0	10307.92	-114.92	1.13%
7	8705.0	8815.35	-110.35	1.27%
8	7094.4	7181.25	-86.85	1.23%
9	5949.8	6012.41	-62.61	1.05%
10	5047.3	5078.72	-31.42	0.62%
11	4478.2	4491.83	-13.63	0.30%
12	4292.1	4304.02	-11.92	0.28%
1	4234.6	4242.12	-7.52	0.18%
2	4445.3	4453.88	-8.58	0.19%
3	4878.1	4888.30	-10.20	0.41%
4	7572.9	7579.22	-6.32	0.08%
5	8329.0	8302.36	26.64	0.32%
6	8241.1	8415.27	-174.17	0.89%
7	7687.5	7778.12	-90.62	1.18%
8	6778.8	6866.70	-87.90	1.30%
9	5932.2	5991.47	-59.27	0.91%

(2) 運用実績からの検討

6 ヶ年間の運用実績データを整理すると、表 5.4-10 のとおりで、この間では概ね収支がバランスしていて、水源運用上も水位は W.L306.0~W.L330m 近くまで運用され、貯水池の貯水効果を利用した運用となっている。現状では、北部地区の灌漑用水も末端整備が完了せず需要が計画値に達していないが、現況での可能下流放流量 (=洪水吐放流 + 発電用水 + 収支差) は、平均で 17.61 BCM である。

表 5.4-10 運用実績からの収支結果 (単位:BCM)

Year	Inflow (BCM)	Outflow(BCM)					In-Out (BCM)	下流可能放 流量
		Gazira	Bottom	Spillway	Power	Total		
1993-1994	17.84	0.32	0.00	0.19	16.53	17.04	0.80	17.53
1994-1995	27.00	0.49	0.17	2.24	24.27	27.16	-0.16	26.35
1995-1996	18.67	0.39	0.00	1.12	16.48	17.99	0.67	18.27
1996-1997	18.32	0.43	0.00	0.00	16.96	17.39	0.93	17.89
1997-1998	17.12	0.41	0.00	0.00	16.79	17.20	-0.09	16.70
1998-1999	9.31	0.42	0.00	0.00	8.53	8.95	0.36	8.90
平均	18.04	0.4097	0.03	0.59	16.59	17.62	0.42	17.61

(3) 当初計画に基づく概略収支検討

南部地区の灌漑用水量を当初計画値とした場合について、運用実績から概略収支を検討すると表 5.4-11 のとおりである。本計算では、長期的に見た場合には貯留変化もなく、貯水面からの蒸発もないとして、単純に計算したものである。

表 5.4-11 流入量の変化に対する収支への影響

過去実績の 平均流入量 (a)	計画灌漑用水量 (b)				実績発 電用水 量 (c)	流出量 の合計 d:(b+c)	収支 e:(a-d)	下流可能 放流量 (c+e)
	北部	東部	南部	小計				
Case-A 1931-2010年 :20.10	0.77	0.79	1.71 <sup>1)</sup>	3.28	16.59	19.87	0.23	16.82
Case-B 1993-1999年 :18.04							▲1.83	14.76
Case-C 1999-2010年 :14.95							▲4.92	11.67
Case-D 将来の推定 流入量 :10.10							▲9.77	6.82

備考 1) 南部ジャジーラの計画灌漑用水量 1.71 BCM は、JICA 調査開始当時 PMT より提供されて資料による。

ケース A に示すように、流入量が 20.10 BCM であれば、現行の発電用水および当初計画の灌漑を行なったとしても、下流に 16.82 BCM の放流が可能である。

ケース B に示すように、流入量が 18.04 BCM であれば、現行の発電用水量を維持した場合には、ジャジーラ地区の灌漑計画を約 44% の規模に抑える必要がある。灌漑計画を優先して、発電量を抑制するのであれば、発電水量は現行の 89% の 14.76 BCM に抑える必要がある。

ケース C に示すように、流入量が 14.95 BCM であれば、現行の発電用水量を維持した場合には、ジャジーラ地区への灌漑計画は成り立たない。灌漑計画を優先して、発電量を抑制するのであれば、発電水量は、現行の 70% の 11.67 BCM に抑える必要がある。

ケース D に示すように、将来の上流国の開発などを考慮した場合の流入量 10.10 BCM の場合には、現行の発電用水量を維持した場合には、ジャジーラ地区への灌漑計画は成り立たない。灌漑計画を優先して、発電量を抑制するのであれば、発電水量は、現行の 41% の 6.82 BCM に抑える必要がある。

以上のように、流入量の評価により、ジャジーラ地区の灌漑計画の規模が大きく左右されるこ

とが、明らかである。

南部ジャジーラ地区のかんがい用水量は発電用水量および下流地区への配水計画との関連が重要である。最大の水消費者である農業セクターとしては、将来的な水資源の減少と言う課題に対して、イラク国全体で節水灌漑を推進していくことが重要である。

なお、本概略検討では、貯水ロスについては省略している。

#### (4) 6ヶ年間の運用実績をもとにした水収支検討

1993～1999年のダム運用実績データをもとに以下の条件で水収支検討を行なった。

- 1) 計算単位は、日単位とした。
- 2) 水位～貯水量、水位～貯水面積の関係式を用いて水位の評価および貯水面積の変化を考慮して貯水ロスを算定し収支に組み入れた。
- 3) 貯水ロスについては、2008年のダム運用実績結果から推定したロスを採用した。
- 4) 貯水池運用は、最低水位を W.L300m まで下げることとした。
- 5) 灌漑用水量および発電用水量は、設定した量を取水することとし、貯水位が最低水位 W.L300m を下回って、取水できない分は、これを不足量として集計した。

検討に際しては、ケース毎に条件を設定し、計算結果としては各ケースの収支の集計表と運用計算結果図を示している。また、表 5.4-12 には、各ケースの条件設定と結果の評価を取りまとめている。

表 5.4-12 検討ケース条件と結果の評価

ケース名	流入量の条件		取水条件			収支結果			評価	
	平均年間流量 (B.C.M)	平均年間流量 (B.C.M)	かんがい計画の規模	平均年取水量 (B.C.M)	平均年発電用水量 (B.C.M)	平均年不足量 (B.C.M)	平均年貯留変化量 (B.C.M)*	平均年貯水ロス (B.C.M)		
Case1-1	実績	18.04	100%	3.27	実績	16.59	1.74	-0.67	0.58	100%のかんがい計画とした場合、現状の発電用水と同程度の利用は出来ない。
Case1-2					不足時は発電用取水を停止	14.87	0.01	-0.67	0.58	不足時に発電用水の取水を停止しても、6ヶ年間で貯留水を減らしている。
Case1-3					不足時は発電用取水を停止+実績の96%	14.27	0	-0.19	0.69	発電用水は実績の96%とし、不足時に発電用水の取水を停止することで、6ヶ年間で貯留水を減らす量は減少。貯水位が高いことから、貯水ロスは少し大きくなる。
Case2-1			50%	1.64	実績	16.59	0.27	-0.58	0.66	かんがい規模を半分にしただけでは、不足を解消できない。
Case3-1	将来の上流国の開発を見込んだ流量	10.1	100%	3.27	実績	16.59	9.53	-0.67	0.43	流入量が半減した場合は、かんがい計画および発電用水にも多大な影響が発生する。
Case3-2			0%	0	実績	16.59	6.7	-0.25	0.46	かんがい用水を取りやめたとしても、発電用水にかなりの影響が出る。
Case3-3			100%	3.27	実績の35%	5.81	0	0.35	0.67	発電用水を大幅に削減した場合は、かんがい計画が成立するが、発電用水を減じるとはモスルダム下流域への配水量も大幅に減ることとなり、影響が大きいと想定される。

注：貯留変化量とは、期間中に貯留水を使用して貯水量が減じた場合は負値で示し、逆に貯水量が増えた場合は正值で示す。

表 5.4-13 水収支 : Case 1-1 (実績流入量、灌漑計画 100%、発電は実績)

Table Summary of Water Balance in Case1-1

Year	Inflow (BCM)	Outflow(BCM)								Res. Loss (BCM)	Shortage (BCM)	Change of Storage (BCM)	Storage at the end of the year (BCM)	Storage at the end of the prior year (BCM)	Change of Storage (BCM)
		NorthJ azira	EastJaz ira	SouthJ azira	Intake for Irr.	Bottom Outlet	Spill	Power	Total						
		④	⑤	⑥	⑦=Σ(④ ~⑥)	⑧	⑨	⑩	⑪=Σ(⑦ ~⑩)						
1993-1994	17.84	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	16.53	19.81	0.66	0.00	-2.63	4.32	6.95	-2.63
1994-1995	27.00	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	24.27	27.55	0.60	0.56	-0.58	3.74	4.32	-0.58
1995-1996	18.67	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	16.48	19.75	0.59	1.46	-0.22	3.52	3.74	-0.22
1996-1997	18.32	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	16.96	20.24	0.58	1.97	-0.52	2.99	3.52	-0.53
1997-1998	17.12	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	16.79	20.07	0.54	3.45	-0.04	2.95	2.99	-0.04
1998-1999	9.31	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	8.53	11.81	0.48	2.98	0.00	2.95	2.95	0.00
Total	108.27	4.64	4.74	10.26	19.65	0.00	0.00	99.56	119.22	3.46	10.41	-4.00	20.47	24.47	-4.00
Average	18.04	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	16.59	19.87	0.58	1.74	-0.67	3.41	4.08	-0.67

表 5.4-14 水収支 : Case 1-2 (実績流入量、灌漑 100%、発電 : 不足が発生した場合はストップ)

Table Summary of Water Balance in Case1-2

Year	Inflow (BCM)	Outflow(BCM)								Res. Loss (BCM)	Shortage (BCM)	Change of Storage (BCM)	Storage at the end of the year (BCM)	Storage at the end of the prior year (BCM)	Change of Storage (BCM)
		NorthJ azira	EastJaz ira	SouthJ azira	Intake for Irr.	Bottom Outlet	Spill	Power	Total						
		④	⑤	⑥	⑦=Σ(④ ~⑥)	⑧	⑨	⑩	⑪=Σ(⑦ ~⑩)						
1993-1994	17.84	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	16.53	19.81	0.66	0.00	-2.63	4.32	6.95	-2.63
1994-1995	27.00	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	23.71	26.98	0.60	0.00	-0.58	3.74	4.32	-0.58
1995-1996	18.67	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	15.02	18.30	0.59	0.00	-0.22	3.52	3.74	-0.22
1996-1997	18.32	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	14.99	18.27	0.58	0.00	-0.52	2.99	3.52	-0.53
1997-1998	17.12	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	13.35	16.63	0.54	0.01	-0.04	2.95	2.99	-0.04
1998-1999	9.31	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	5.60	8.88	0.48	0.05	0.00	2.95	2.95	0.00
Total	108.27	4.64	4.74	10.26	19.65	0.00	0.00	89.21	108.86	3.46	0.06	-4.00	20.47	24.47	-4.00
Average	18.04	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	14.87	18.14	0.58	0.01	-0.67	3.41	4.08	-0.67

表 5.4-15 水収支 : Case 1-3

(実績流入量、灌漑計画 100%、発電:実績の 95%で不足が発生した場合はストップ)

Table Summary of Water Balance in Case1-3

Year	Inflow (BCM)	Outflow(BCM)								Res. Loss (BCM)	Shortage (BCM)	Change of Storage (BCM)	Storage at the end of the year (BCM)	Storage at the end of the prior year (BCM)	Change of Storage (BCM)
		NorthJ azira	EastJaz ira	SouthJ azira	Intake for Irr.	Bottom Outlet	Spill	Power	Total						
		④	⑤	⑥	⑦=Σ(④ ~⑥)	⑧	⑨	⑩	⑪=Σ(⑦ ~⑩)						
1993-1994	17.84	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	15.87	19.15	0.68	0.00	-1.99	4.96	6.95	-1.99
1994-1995	27.00	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	22.76	26.04	0.67	0.00	0.30	5.26	4.96	0.30
1995-1996	18.67	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	14.42	17.69	0.70	0.00	0.27	5.53	5.26	0.27
1996-1997	18.32	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	14.39	17.67	0.71	0.00	-0.06	5.48	5.53	-0.05
1997-1998	17.12	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	12.82	16.10	0.70	0.00	0.32	5.80	5.48	0.32
1998-1999	9.31	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	5.38	8.65	0.66	0.00	0.01	5.81	5.80	0.01
Total	108.27	4.64	4.74	10.26	19.65	0.00	0.00	85.64	105.29	4.12	0.00	-1.14	32.84	33.98	-1.14
Average	18.04	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	14.27	17.55	0.69	0.00	-0.19	5.47	5.66	-0.19

表 5.4-16 水収支 : Case 2-1 (実績流入量、全ジャジーラ地区の灌漑計画 50%、発電は実績)

Table Summary of Water Balance in Case2-1

Year	Inflow (BCM)	Outflow(BCM)								Res. Loss (BCM)	Shortage (BCM)	Change of Storage (BCM)	Storage at the end of the year (BCM)	Storage at the end of the prior year (BCM)	Change of Storage (BCM)
		NorthJ azira	EastJaz ira	SouthJ azira	Intake for Irr.	Bottom Outlet	Spill	Power	Total						
		③	④	⑤	⑥	⑦=Σ(④ ~⑥)	⑧	⑨	⑩						
1993-1994	17.84	0.39	0.40	0.86	1.64	0.00	0.00	16.53	18.17	0.71	0.00	-1.04	5.91	6.95	-1.04
1994-1995	27.00	0.39	0.40	0.86	1.64	0.00	0.00	24.27	25.91	0.71	0.00	0.38	6.27	5.91	0.36
1995-1996	18.67	0.39	0.40	0.86	1.64	0.00	0.00	16.48	18.11	0.71	0.00	-0.16	6.11	6.27	-0.16
1996-1997	18.32	0.39	0.40	0.86	1.64	0.00	0.00	16.96	18.60	0.68	0.00	-0.95	5.16	6.11	-0.95
1997-1998	17.12	0.39	0.40	0.86	1.64	0.00	0.00	16.79	18.43	0.59	0.52	-1.39	3.77	5.16	-1.39
1998-1999	9.31	0.39	0.40	0.86	1.64	0.00	0.00	8.53	10.17	0.53	1.11	-0.27	3.49	3.77	-0.28
Total	108.27	2.32	2.37	5.13	9.82	0.00	0.00	99.56	109.39	3.94	1.63	-3.44	30.71	34.17	-3.46
Average	18.04	0.39	0.40	0.86	1.64	0.00	0.00	16.59	18.23	0.66	0.27	-0.57	5.12	5.70	-0.58

表 5.4-17 水収支 : Case 3-1 (将来流入量、灌漑計画 100%、発電は実績)

Table Summary of Water Balance in Case3-1

Year	Inflow (BCM)	Outflow(BCM)								Res. Loss (BCM)	Shortage (BCM)	Change of Storage (BCM)	Storage at the end of the year (BCM)	Storage at the end of the prior year (BCM)	Change of Storage (BCM)
		NorthJ azira	EastJaz ira	SouthJ azira	Intake for Irr.	Bottom Outlet	Spill	Power	Total						
		③	④	⑤	⑥	⑦=Σ(④ ~⑥)	⑧	⑨	⑩						
1993-1994	10.10	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	16.53	19.81	0.43	6.14	-4.00	2.95	6.95	-4.00
1994-1995	10.10	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	24.27	27.55	0.40	17.85	0.00	2.95	2.95	0.00
1995-1996	10.10	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	16.48	19.75	0.40	10.06	0.00	2.95	2.95	0.00
1996-1997	10.10	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	16.96	20.24	0.40	10.54	0.00	2.95	2.95	0.00
1997-1998	10.10	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	16.79	20.07	0.42	10.38	0.00	2.95	2.95	0.00
1998-1999	10.10	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	8.53	11.81	0.51	2.21	0.00	2.95	2.95	0.00
Total	60.60	4.64	4.74	10.26	19.65	0.00	0.00	99.56	119.22	2.56	57.17	-4.00	17.70	21.70	-4.00
Average	10.10	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	16.59	19.87	0.43	9.53	-0.67	2.95	3.62	-0.67

表 5.4-18 水収支 : Case 3-2 (将来流入量、灌漑計画 : 0%、発電実績の 100%)

Table Summary of Water Balance in Case3-2

Year	Inflow (BCM)	Outflow(BCM)								Res. Loss (BCM)	Shortage (BCM)	Change of Storage (BCM)	Storage at the end of the year (BCM)	Storage at the end of the prior year (BCM)	Change of Storage (BCM)
		NorthJ azira	EastJaz ira	SouthJ azira	Intake for Irr.	Bottom Outlet	Spill	Power	Total						
		③	④	⑤	⑥	⑦=Σ(④ ~⑥)	⑧	⑨	⑩						
1993-1994	10.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.53	16.53	0.47	2.90	-4.00	2.95	6.95	-4.00
1994-1995	10.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.27	24.27	0.40	14.57	0.00	2.95	2.95	0.00
1995-1996	10.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.48	16.48	0.42	6.79	0.00	2.95	2.95	0.00
1996-1997	10.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.96	16.96	0.42	7.28	0.00	2.95	2.95	0.00
1997-1998	10.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.79	16.79	0.45	7.14	0.00	2.95	2.95	0.00
1998-1999	10.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.53	8.53	0.59	1.51	2.49	5.44	2.95	2.49
Total	60.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.56	99.56	2.74	40.19	-1.51	20.19	21.70	-1.51
Average	10.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.59	16.59	0.46	6.70	-0.25	3.37	3.62	-0.25

表 5.4-19 水収支 : Case 3-3 (将来流入量、灌漑計画 : 100%、発電実績の 35%)

Table Summary of Water Balance in Case3-3

Year	Inflow (BCM)	Outflow(BCM)								Res. Loss (BCM)	Shortage (BCM)	Change of Storage (BCM)	Storage at the end of the year (BCM)	Storage at the end of the prior year (BCM)	Change of Storage (BCM)
		NorthJ azira	EastJaz ira	SouthJ azira	Intake for Irr.	Bottom Outlet	Spill	Power	Total						
		③	④	⑤	⑥	⑦=Σ(④ ~⑥)	⑧	⑨	⑩						
1993-1994	10.10	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	5.79	9.06	0.72	0.00	0.32	7.27	6.95	0.32
1994-1995	10.10	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	8.49	11.77	0.63	0.00	-2.30	4.97	7.27	-2.30
1995-1996	10.10	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	5.77	9.05	0.61	0.00	0.44	5.41	4.97	0.44
1996-1997	10.10	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	5.94	9.21	0.63	0.00	0.26	5.67	5.41	0.26
1997-1998	10.10	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	5.88	9.15	0.64	0.00	0.30	5.97	5.67	0.30
1998-1999	10.10	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	2.99	6.26	0.76	0.00	3.08	9.05	5.97	3.08
Total	60.60	4.64	4.74	10.26	19.65	0.00	0.00	34.85	54.50	4.00	0.00	2.10	38.34	36.24	2.10
Average	10.10	0.77	0.79	1.71	3.27	0.00	0.00	5.81	9.08	0.67	0.00	0.35	6.39	6.04	0.35

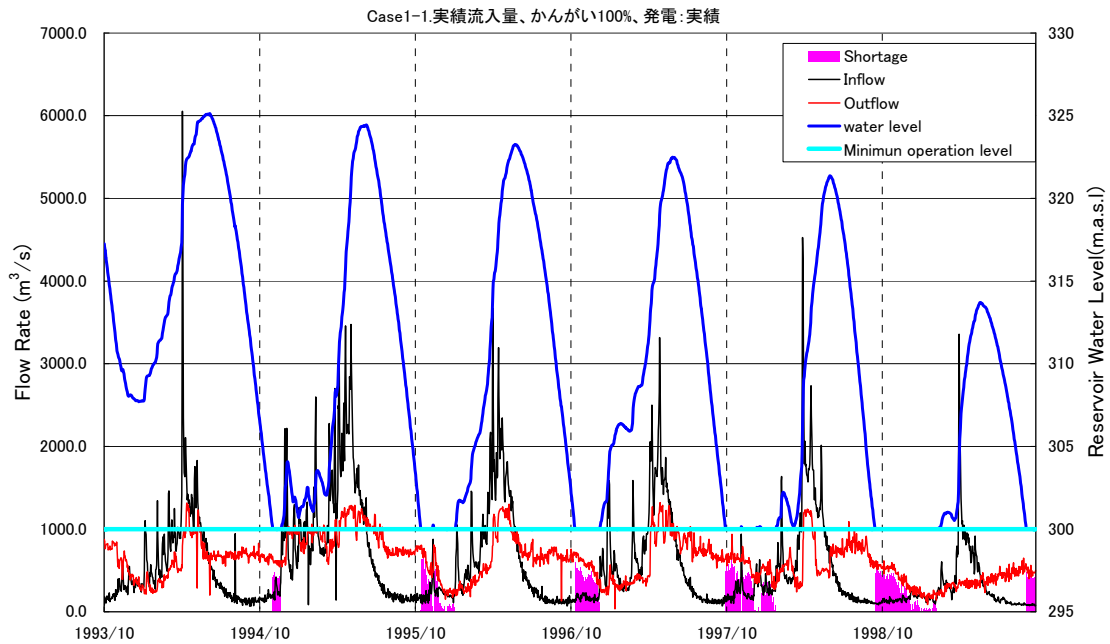


図 5.4-11 Case 1-1 : 実績流入量、灌漑計画 100%、発電は実績



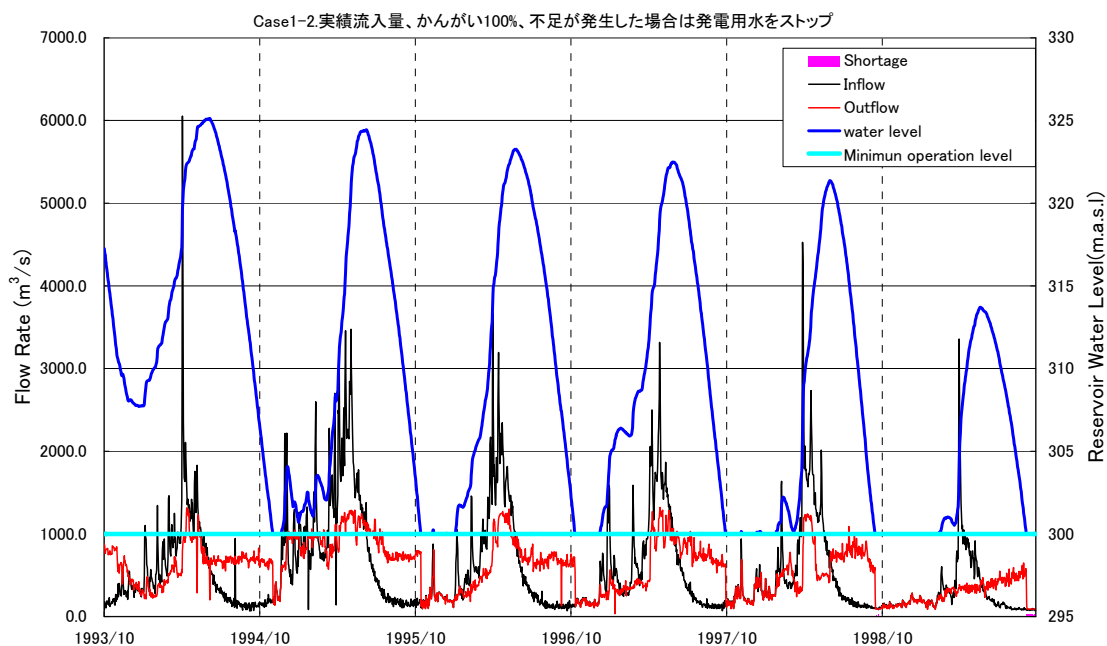


図 5.4-12 Case1-2 : 実績流入量、灌漑計画 100%、発電：不足が発生した場合はストップ

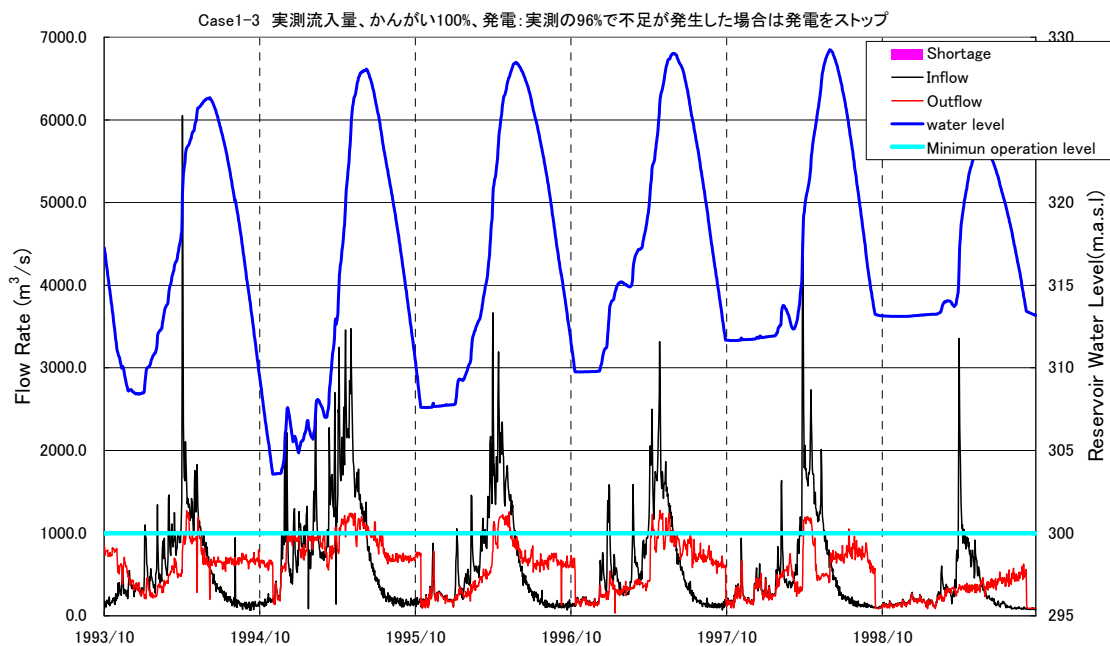


図 5.4-13 Case1-3 : 実績流入量、灌漑 100%、発電：実績の 96%で不足が発生した場合はストップ

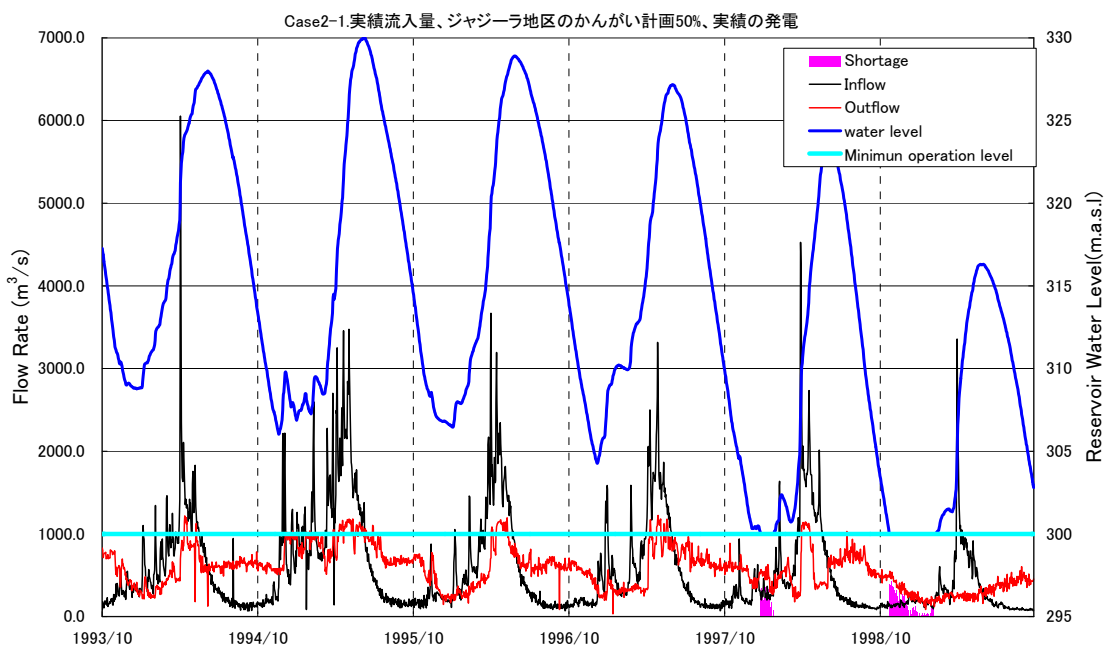


図 5.4-14 Case 2-1 : 実績流入量、全ジャジーラ地区の灌漑計画 50%、発電は実績

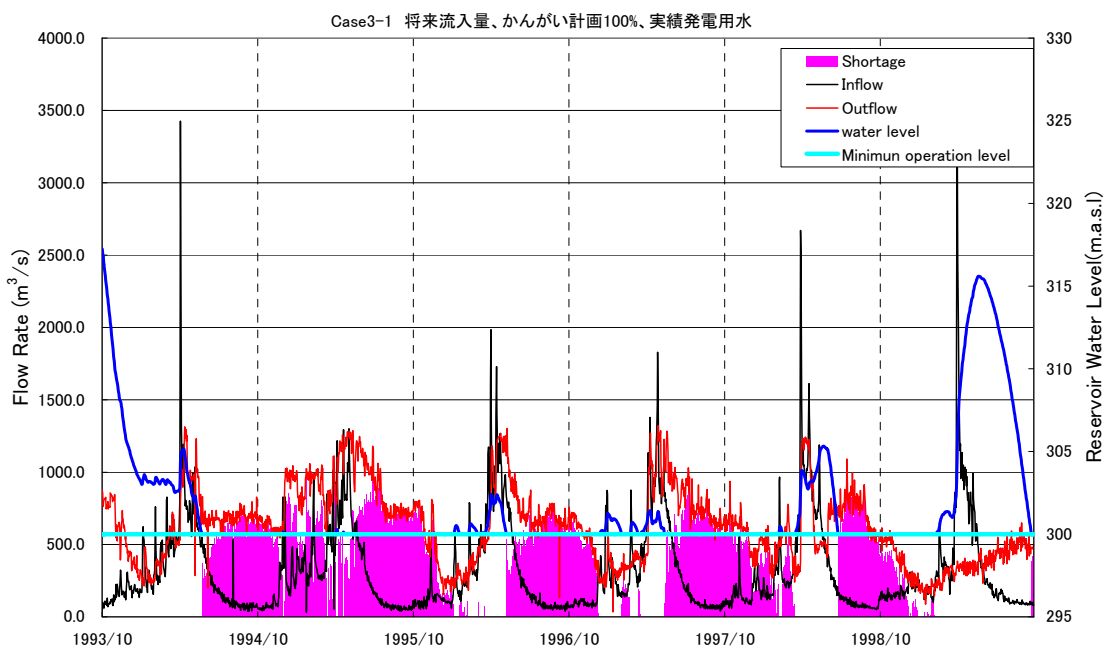


図 5.4-15 Case 3-1 : 将来流入量、灌漑計画 100%、発電は実績

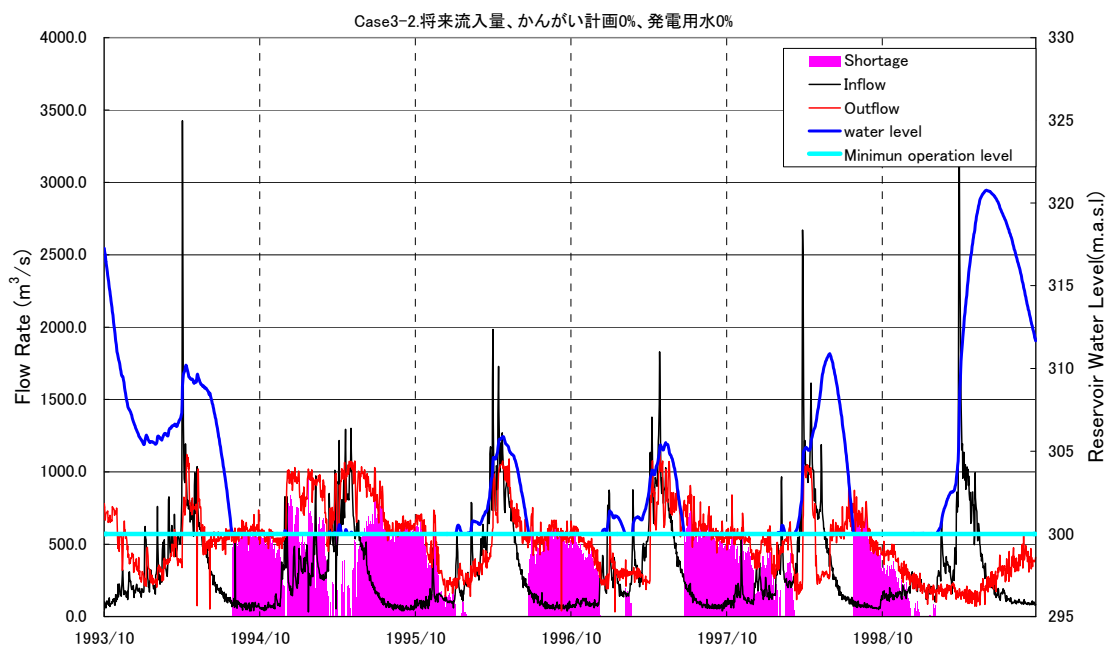


図 5.4-16 Case 3-2 : 将来流入量、灌漑計画 : 0%、発電実績の 100%

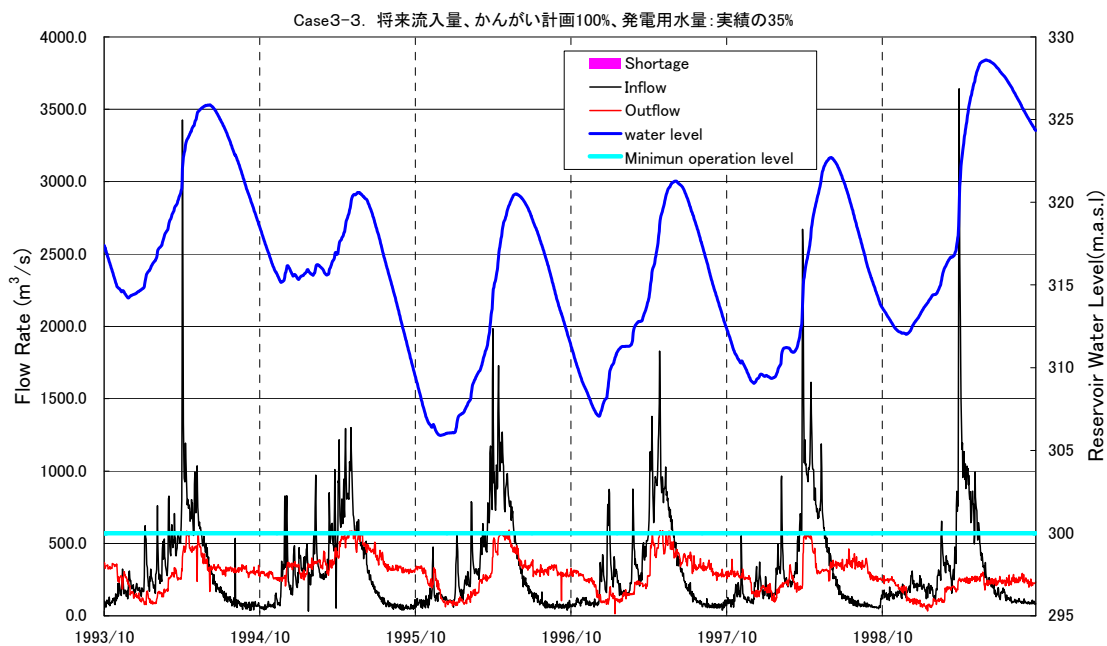


図 5.4-17 Case 3-3 : 将来流入量、灌漑計画 : 100%、発電実績の 35%

## 5.5 水資源運用上の優先度（洪水調節、灌漑用水、発電）

モスルダムは、洪水調節、灌漑および発電を目的とする多目的ダムである。サダムダム（モスルダムの旧名称）の操作手引書（SADAM DAM Operation & Maintenance Manual, Vol.3 Project Operation, 1990）によれば、これらの目的別の優先順位については、以下のように、示されている。

- (1) 洪水調節は優先度が一番高い。貯水位が最高水位を超えてはならないなどの設計上の制限の範囲内で洪水調節が優先される。
- (2) 灌漑用水は、完全に保護されるべきで、全ての用水は流入量と貯水量の状況に応じて、可能な限り保証されるべきである。
- (3) 発電は、灌漑目的のために必要な放流計画に従うものとし、貯留水に余裕がある場合や、例えば洪水放流のような場合のみに、この灌漑を優先するというルールから外れても良い。

どのダムにおいても、利水に先立って、洪水調節が第一優先として設定される。モスルダムにおいても、ダム下流域の安全確保を第一優先として、設定されている。

灌漑用水と発電の優先順位については、上記のとおり、灌漑用水の優先順位が高く、発電は灌漑用水に従属している。

従って、優先順位は以下のとおりに明確になっている。

洪水調節 > 灌漑用水 > 発電用水

なお、操作手引書には、調節計画として以下のように記されている。

プロジェクトは、次の3つのスキームからなる。

- 1) 中心となるスキーム（モスルダム）：大きな貯水池で、必要な貯留量を提供するものであり、発電所はピークエネルギーを産み出すように設計されている。
- 2) 調節スキーム：モスルダムの下流 8km に位置して、モスルダムからの大きな放流量の日変動を調節し、チグリス川下流への灌漑用水を継続的に最低 330m<sup>3</sup>/sec 確保するものである。
- 3) 揚水貯留スキーム：モスルダムの右岸にある丘に作られている。昼間のピーク電力時に 200MW の追加の発電を行なうべく、夜間に揚水するものである。

以上のように、当時の状況下では、チグリス川下流への灌漑用水として、最低 330m<sup>3</sup>/sec を利用しようとする計画であったと考えられるが、その数字の根拠については、定かではない。

なお、PMT との会議での確認事項として、ダム下流のモスルの飲用水を取水するために常に、200m<sup>3</sup>/sec を放流することを制約条件としている。

## 5.6 シナリオ別使用可能水源量

### (1) 検討条件

ここでは、1993～1999年のダム運用実績データをもとに以下の条件で水収支検討を行なった。

- 1) 計算単位は、日単位とした。
- 2) 水位～貯水量、水位～貯水面積の関係式を用いて水位の評価および貯水面積の変化を考慮して貯水ロスを算定し収支に組み入れた。
- 3) 貯水ロスについては、2008年のダム運用実績結果から推定したロスを採用した。
- 4) 貯水池運用は、最低水位を W.L 300m まで下げることとした。
- 5) 灌漑用水量および下流放流量（発電用水量）は、設定した量を取水することとし、貯水位が最低水位 W.L 300m を下回って、取水できない分は、これを不足量として集計した。
- 6) 下流放流量については、常に 200 m<sup>3</sup>/sec を確保出来る計算結果を採用する。

### (2) 南部ジャジーラの提案灌漑用水量

本報告書では、南部ジャジーラ地区については、営農計画を新たに提案し、最近の気象条件、灌漑効率を考慮して、必要水量を見直している。

表 5.6-1 には、その検討結果を想定した灌漑面積に応じて、ケース番号を振り整理した。ここで示す灌漑用水量は、有効雨量を考慮したもので受益面積も当初計画より小さくしていることから、表 5.4-1 に示した当初計画よりも年間の用水量も小さくなっている。

表 5.6-1 南部ジャジーラ地区での灌漑用水量（提案）

シナリオ	シナリオ-0		シナリオ-1		シナリオ-2	
地区面積 (ha)	148,600		119,000		88,800	
月	M.C.M	m <sup>3</sup> /sec	M.C.M	m <sup>3</sup> /sec	M.C.M	m <sup>3</sup> /sec
10月	72.5	27.1	58.1	21.7	43.3	16.2
11月	62.3	24.0	49.9	19.2	37.2	14.4
12月	26.1	9.7	20.9	7.8	15.6	5.8
1月	19.9	7.4	15.9	6.0	11.9	4.4
2月	62.6	25.9	50.1	20.7	37.4	15.5
3月	156.0	58.2	124.9	46.6	93.2	34.8
4月	227.6	87.8	182.2	70.3	136.0	52.5
5月	223.4	83.4	178.9	66.8	133.5	49.8
6月	200.9	77.5	160.9	62.1	120.1	46.3
7月	166.8	62.3	133.5	49.9	99.7	37.2
8月	130.9	48.9	104.8	39.1	78.2	29.2
9月	41.5	16.0	33.2	12.8	24.8	9.6
月/平均	1390.4	44.0	1113.5	35.3	830.9	26.3

### (3) 検討ケースと結果

チグリス川のモスルダムへの流入量を、将来予測の 10.1 BCM/年とし、表 5.6-1 に示すシナリオ別の南部地区の灌漑用水量を設定して検討する。

ダム下流への放流量は常に、最低限 200m<sup>3</sup>/sec を下回らないこととし、検討期間の 1993～1999

年では、初期水位と計算末日の水位は、ほぼ同じ水位となるように、ダム下流への放流量（発電用水量）を調節した。

調節の仕方は、実測のダム下流放流量に係数を掛けて日放流量を低減し、仮に、この値が 200m<sup>3</sup>/sec を下回る場合は、200 m<sup>3</sup>/sec とし、丁度、初期水位と計算末日の水位が、ほぼ同じ水位になる係数を試行計算で求めたものである。この状態は、計算期間では貯留変化が無いことを示し、各収支項目がバランスする状態を求めたことになる。

シナリオ別の検討ケースと結果を整理すると、表 5.6-2 のとおりである。また、各シナリオの水収支計算の総括表を表 5.6-3～6 に示す。さらに、水源運用計算結果図も図 5.6-1～4 に示す。

各シナリオとも、計算期間中では貯留変化を起こさない条件としたため、不足は発生していない。

下流放流（水力発電）については、常に 200 m<sup>3</sup>/sec 以上は、放流することとし、計算結果としては、いずれのシナリオの場合でも不足が発生していない。

しかし、現時点での実績の下流放流量が 16.59 BCM であるのに対して、シナリオ 0～2 の場合の下流放流量は 6.46～7.04 BCM となり、実績に対して 39～42% と半分以下となる。

表 5.6-2 水収支計算結果総括表

シナリオ	受益面積 (ha)	流入量 (BCM)	ダムからの取水量 (BCM)					貯留ロス (BCM)	不足 (BCM)	
			北部	東部	南部	かんがい用水計	発電（下流放流）			取水量計
0	148,600	10.1	0.77	0.79	1.39	2.95	6.46	9.41	0.69	0.0
1	119,000				1.11	2.68	6.75	9.42	0.68	0.0
2	86,800				0.83	2.40	7.04	9.44	0.66	0.0

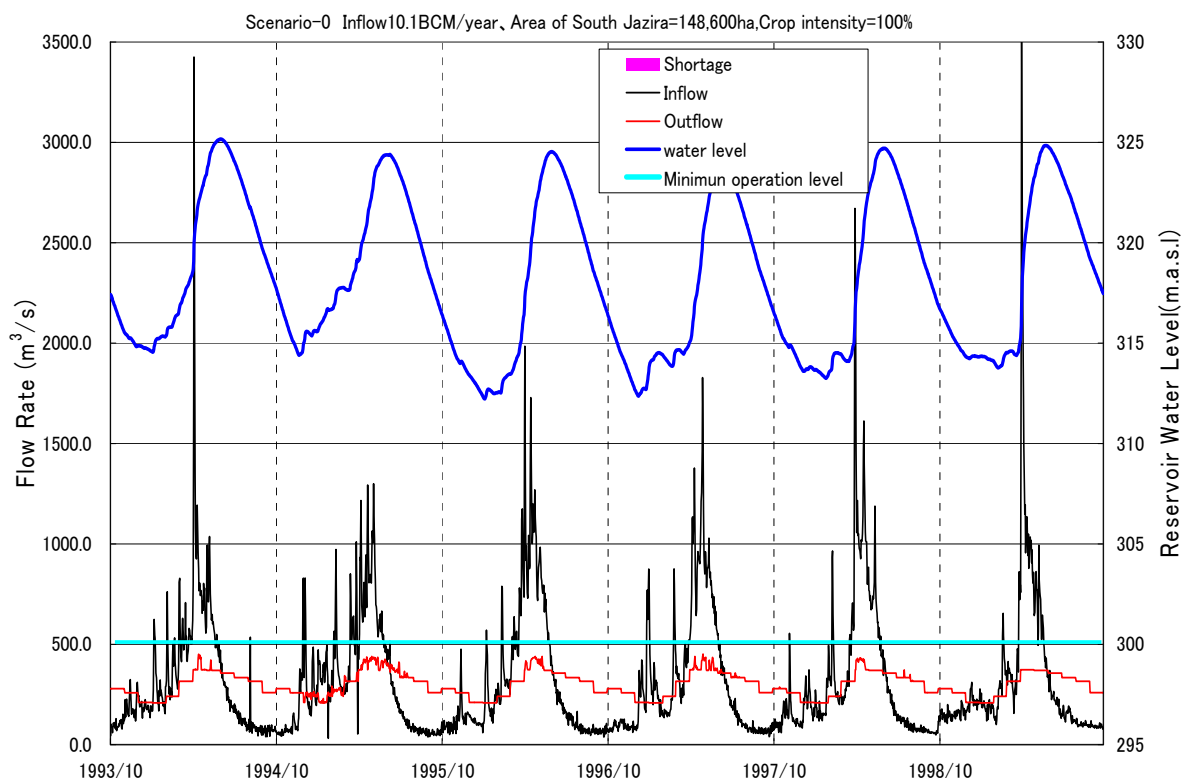


図 5.6-1 シナリオ-0 の水源運用計算結果図

表 5.6-3 シナリオ-0 の水収支計算総括表

Year	Inflow (BCM)	Outflow(BCM)								Res. Loss (BCM)	Shortage (BCM)	Change of Storage (BCM)	Storage at the end of the year (BCM)	Storage at the end of the prior year (BCM)	Change of Storage (BCM)
		North Jazira	East Jazira	South Jazira	Intake for Irr.	Bottom Outlet	Spill	Power	Total						
		④	⑤	⑥	⑦=Σ(④~⑥)	⑧	⑨	⑩	⑪=Σ(⑦~⑩)						
1993-1994	10.10	0.77	0.79	1.39	2.95	0.00	0.00	6.35	9.31	0.70	0.00	0.09	7.04	6.95	0.09
1994-1995	10.10	0.77	0.79	1.39	2.95	0.00	0.00	6.80	9.75	0.69	0.00	-0.35	6.69	7.04	-0.35
1995-1996	10.10	0.77	0.79	1.39	2.95	0.00	0.00	6.46	9.42	0.68	0.00	0.00	6.69	6.69	0.00
1996-1997	10.10	0.77	0.79	1.39	2.95	0.00	0.00	6.42	9.37	0.68	0.00	0.05	6.74	6.69	0.05
1997-1998	10.10	0.77	0.79	1.39	2.95	0.00	0.00	6.40	9.35	0.69	0.00	0.06	6.80	6.74	0.06
1998-1999	10.10	0.77	0.79	1.39	2.95	0.00	0.00	6.31	9.26	0.69	0.00	0.15	6.95	6.80	0.15
Total	60.60	4.64	4.74	8.34	17.73	0.00	0.00	38.73	56.46	4.14	0.00	0.00	40.91	40.91	0.00
Average	10.10	0.77	0.79	1.39	2.95	0.00	0.00	6.46	9.41	0.69	0.00	0.00	6.82	6.82	0.00

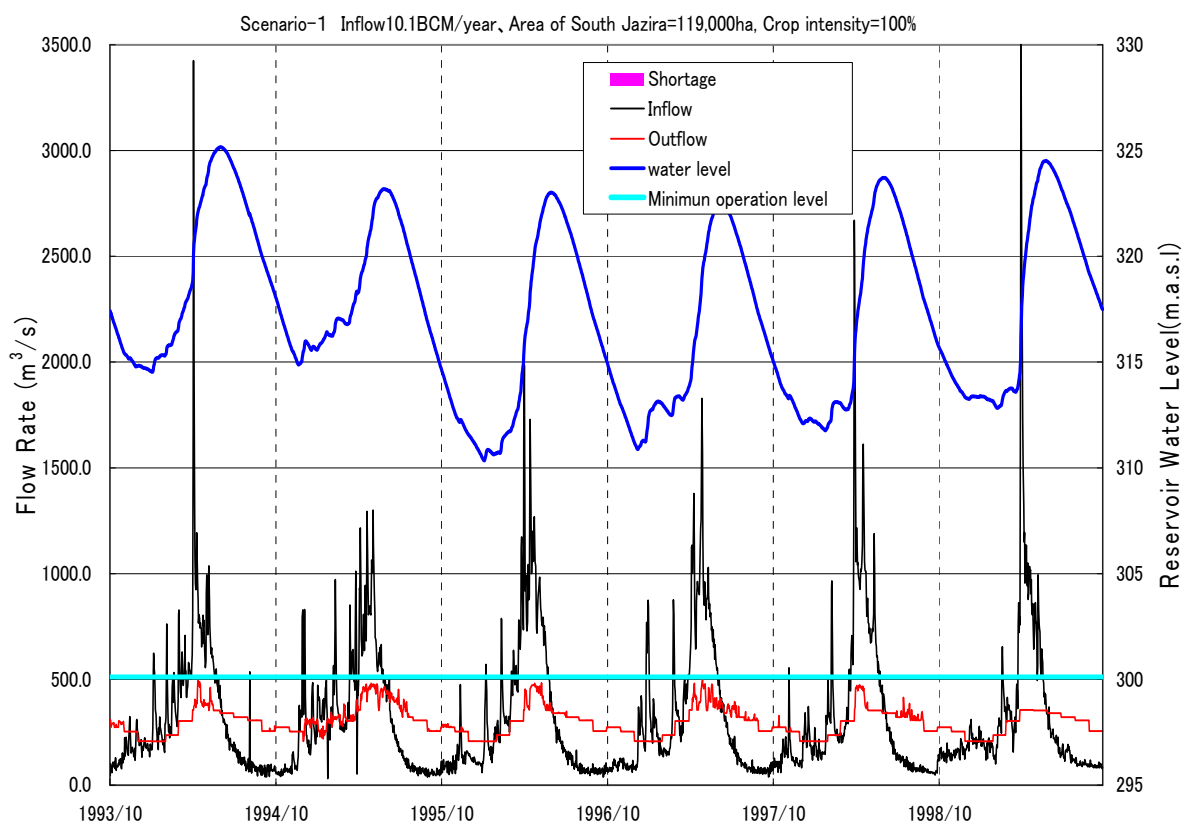


図 5.6-2 シナリオ-1 の水源運用計算結果図

表 5.6-4 シナリオ-1 の水収支計算総括表

Year	Inflow (BCM)	Outflow(BCM)								Res. Loss (BCM)	Shortage (BCM)	Change of Storage (BCM)	Storage at the end of the year (BCM)	Storage at the end of the prior year (BCM)	Change of Storage (BCM)
		North Jazira	East Jazira	South Jazira	Intake for Irr.	Bottom Outlet	Spill	Power	Total						
		④	⑤	⑥	⑦=Σ(④~⑥)	⑧	⑨	⑩	⑪=Σ(⑦~⑩)						
1993-1994	10.10	0.77	0.79	1.11	2.68	0.00	0.00	6.53	9.20	0.71	0.00	0.19	7.14	6.95	0.19
1994-1995	10.10	0.77	0.79	1.11	2.68	0.00	0.00	7.67	10.35	0.67	0.00	-0.92	6.22	7.14	-0.92
1995-1996	10.10	0.77	0.79	1.11	2.68	0.00	0.00	6.68	9.36	0.66	0.00	0.08	6.30	6.22	0.08
1996-1997	10.10	0.77	0.79	1.11	2.68	0.00	0.00	6.73	9.40	0.66	0.00	0.04	6.34	6.30	0.04
1997-1998	10.10	0.77	0.79	1.11	2.68	0.00	0.00	6.57	9.25	0.67	0.00	0.18	6.52	6.34	0.18
1998-1999	10.10	0.77	0.79	1.11	2.68	0.00	0.00	6.31	8.98	0.69	0.00	0.43	6.95	6.52	0.43
Total	60.60	4.64	4.74	6.68	16.07	0.00	0.00	40.48	56.55	4.05	0.00	0.00	39.47	39.47	0.00
Average	10.10	0.77	0.79	1.11	2.68	0.00	0.00	6.75	9.42	0.68	0.00	0.00	6.58	6.58	0.00



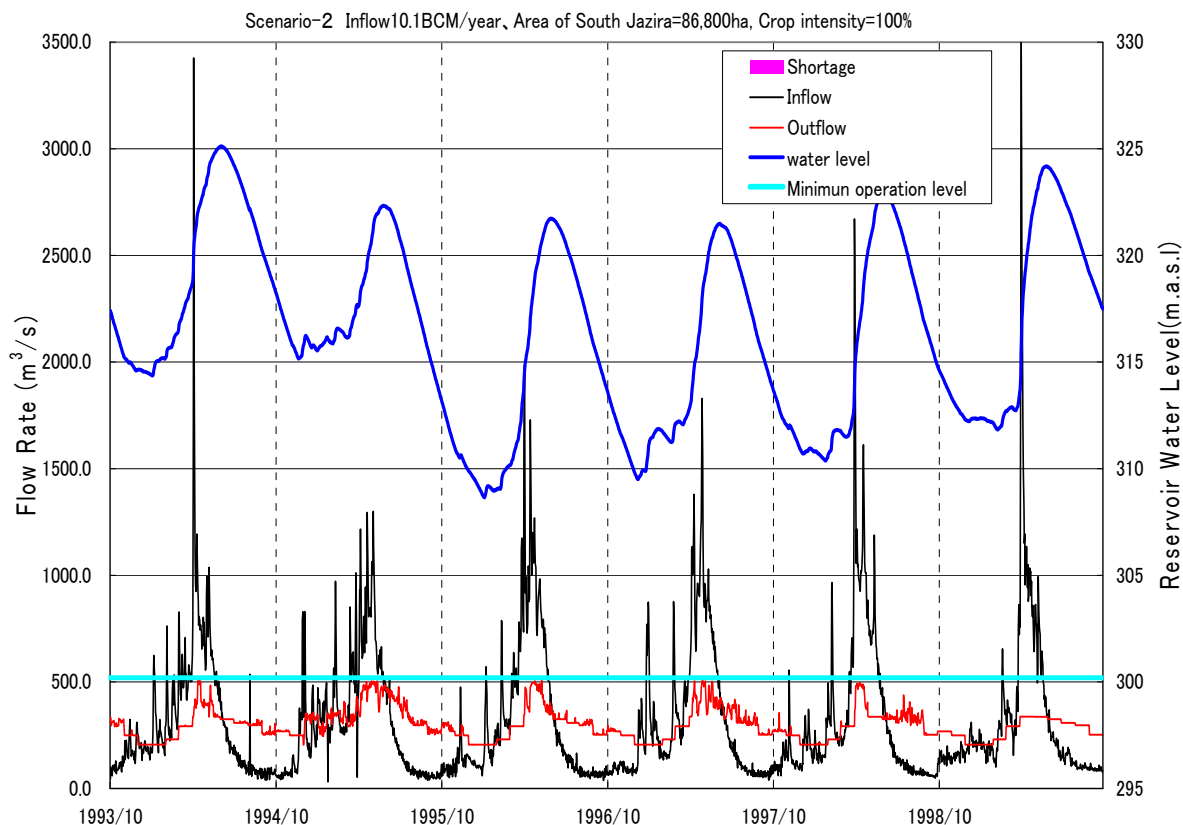


図 5. 6-3 シナリオ-2 の水源運用計算結果図

表 5. 6-5 シナリオ-2 の水収支計算総括表

Year	Inflow (BCM)	Outflow(BCM)								Res. Loss (BCM)	Shortage (BCM)	Cange of Storag e (BCM)	Storage at the end of the year (BCM)	Storage at the end of the prior year (BCM)	Change of Storag e (BCM)
		NorthJ azira	EastJaz ira	SouthJ azira	Intake for Irr.	Bottom Outlet	Spill	Power	Total						
		④	⑤	⑥	⑦=Σ(④ ~⑥)	⑧	⑨	⑩	⑪=Σ(⑦ ~⑩)						
1993-1994	10.10	0.77	0.79	0.83	2.40	0.00	0.00	6.76	9.15	0.71	0.00	0.24	7.19	6.95	0.24
1994-1995	10.10	0.77	0.79	0.83	2.40	0.00	0.00	8.39	10.78	0.66	0.00	-1.34	5.85	7.19	-1.34
1995-1996	10.10	0.77	0.79	0.83	2.40	0.00	0.00	6.95	9.35	0.64	0.00	0.11	5.96	5.85	0.11
1996-1997	10.10	0.77	0.79	0.83	2.40	0.00	0.00	7.04	9.43	0.64	0.00	0.03	5.99	5.96	0.03
1997-1998	10.10	0.77	0.79	0.83	2.40	0.00	0.00	6.81	9.20	0.65	0.00	0.24	6.23	5.99	0.24
1998-1999	10.10	0.77	0.79	0.83	2.40	0.00	0.00	6.31	8.70	0.68	0.00	0.72	6.95	6.23	0.72
Total	60.60	4.64	4.74	4.99	14.37	0.00	0.00	42.25	56.62	3.98	0.00	0.00	38.17	38.17	0.00
Average	10.10	0.77	0.79	0.83	2.40	0.00	0.00	7.04	9.44	0.66	0.00	0.00	6.36	6.36	0.00

## 5.7 検討結果の総括

### (1) チグリス川流量の変化がジャジーラ地区の農業開発と水力発電（下流放流量）に与える影響

将来、チグリス川上流国の水源開発や気候変動の影響を受けて、モスルダムへの流入量が 10.1 BCM/年となった場合には、以下のような影響が想定される。

- 1) 当初計画（F/S）に近い、灌漑計画で運用し、水力発電などによる下流放流量は、運用実績（16.59 BCM/年）の 35%とした場合には、不足は発生しない。しかし、下流放流量は大幅に削減する必要があり、発電量およびダム下流の水利用にも多大な影響を与えるものと考えられる。
- 2) モスルダムに関わる水資源の問題の構造を、図 5.7-1 に各水利用間の関係として示しているが、農業部門以外の分野も含めて、チグリス川の流量減少に対する対応を行なっていくことが必要と考えられる。

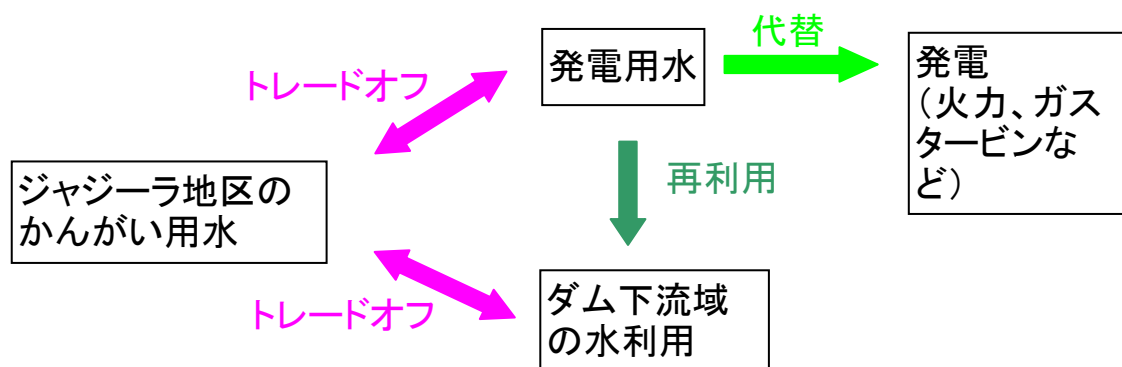


図 5.7-1 チグリス川流量減少による課題の構造

### (2) モスルダムにおける灌漑水の優先と下流放流量の制約による水収支検討

南部地区については今回提案した作付け体系、灌漑効率、最近の気象情報および FAO が提唱する方法で灌漑用水を算定した。更に、ダム下流域への放流量については、常に最低限 200m<sup>3</sup>/sec は、放流するという条件で、モスルダムへの流入量が 10.1 BCM/年になった場合でも、水源運用上の問題は無いかについて、検討をおこなった。

南部地区の灌漑面積を変化させて、検討シナリオとして、0,1,2 の 3 ケースについて、検討を行った。検討結果を表 5.6-2 に示しているが、いずれのシナリオの場合でも不足が発生せずに、収支がバランスした。

しかし、現時点での実績の下流放流量が 16.59 BCM であるのに対して、シナリオ 0~2 の場合の下流放流量は 6.46~7.04 BCM となり、実績に対して 39~42%と半分以下となる。

従って、モスルダムへの河川流入量が半減した分とジャジーラ地区での新規用水分だけ、発電や下流放流量を減じることにより、ジャジーラ地区の灌漑用水量を確保することは、可能である。

### (3) イラク全土の水配分を考慮した水源運用計画

(2)で述べたごとく、モスルダム掛かりの水運用だけを考えれば、最低限の下流放流量 200m<sup>3</sup>/sec を確保して、ジャジーラ地区の灌漑用水量を賄うことは、可能であることがわかった。

ただし、イラク全土の水配分の問題は、現在進捗中の「全国水・土地資源戦略調査 (SWLRI, Phase 2)」の調査結果を待って、検証されるものである。

### (4) 新たなダム運用ルールについての検討の必要性

ダムへの流入量が半減すれば、貯水池規模や取水量の大小によっても変化するが、貯水池水位の回復の速度が遅くなり、貯水位は回復せず貯水池の貯水機能を十分に活用出来なくなる。

図 5.7-2 には、流入量が半減した場合の貯水池運用の例を示すが、初年度の早期に貯留分を消費した後は、殆ど水位は上昇しない。

図 5.7-3 は、同じ水源利用量であるが流入量が 20.1 BCM/年の場合であるが、貯水池運用の様相は一変して、貯水機能を十分に利用出来ている状況が読み取れる。

貯水エネルギーを有効に利用する観点からは、効率的な発電や揚水エネルギーを抑えた灌漑用水量の効率的および経済的な導水には、貯水位を高く設定することが有効である。

一方、貯水位を低く抑えることにより、洪水調節容量が増え、ダム堤体および基礎からの漏水量や湖面蒸発量の抑制に結びつく。

(3)で示した全国的な水運用の検討と合わせて、流入量に見合った最適な運用ルールを検討することも、今後の課題であると考えられる。

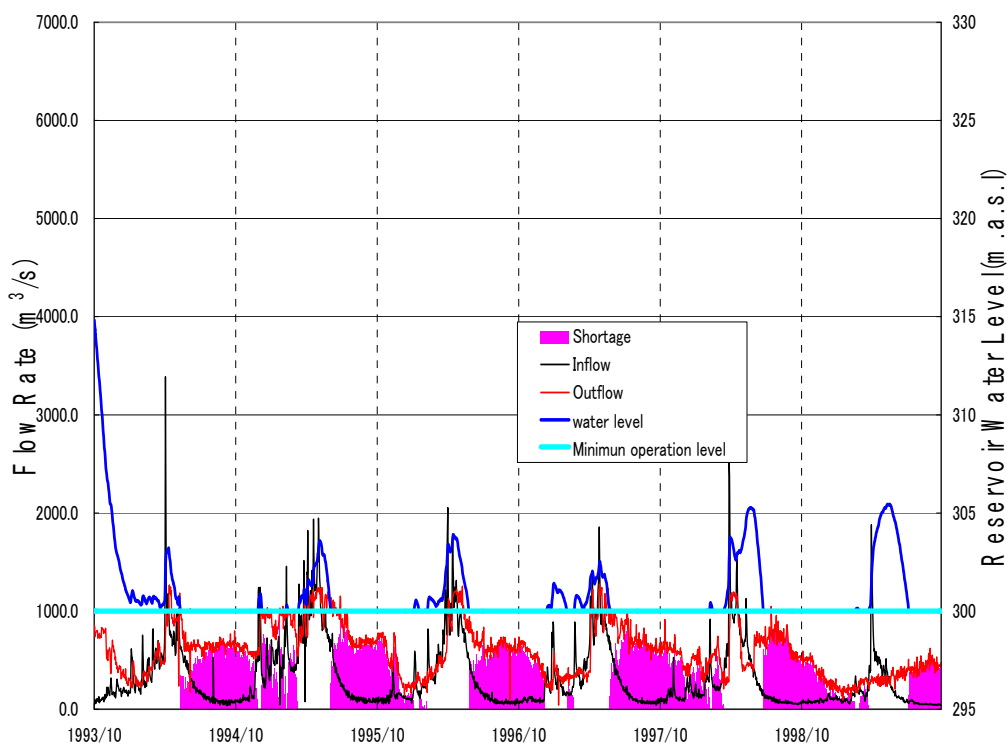


図 5.7-2 流入量が半減した場合の運用曲線図

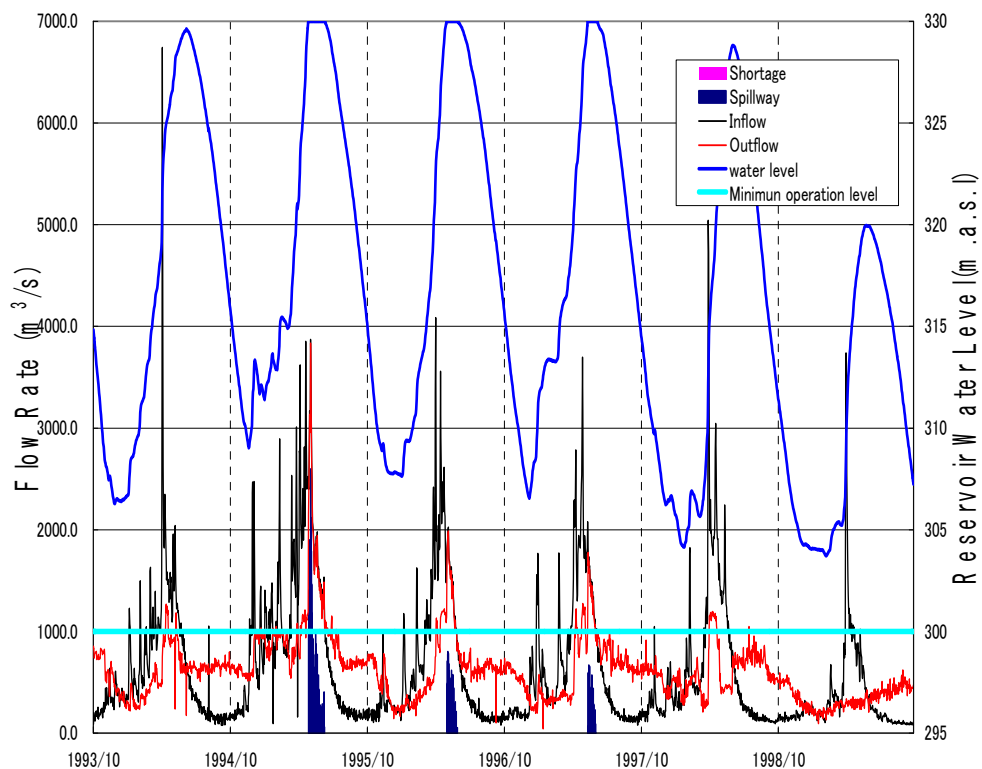


図 5.7-3 流入量が 20.1BCM/年ある場合の運用曲線図

## 第6章 灌漑農業計画

### 6.1 灌漑対象面積

#### 6.1.1 表土深図の更新

南部ジャジーラ地域の農地は区画整形されていることが衛星画像で確認できる。また、既耕地内には、中小のワジの存在も確認できる。これらのワジが区画整理の過程で埋め立てられたとすると、部分的に表土深が変更した可能性がある。そこで、既耕地上のワジの近辺の表土深を測定し、表土深図との相違を確認し、本格的な表土深図の更新が必要か否かを判定した。

##### (1) 土壌調査の範囲

調査対象とした中小規模のワジと測点は以下のとおりである。ランダムにワジ上の調査地点 4 箇所を選出し、ワジ中心と両岸の 3 点の表土深を計測した。調査地点 2 カ所を選出して土壌を採取し、土壌の肥沃度を検査した。

##### (2) 計測方法

表土深の測定はオーガーで行った。測点数は 12 点（すなわち、ワジ上と左岸右岸の計 3 カ所×ランダムに選出した 4 カ所）である。測定深度は、石膏層まで（あるいは、2.0mまで）とした。また、土壌採取はピットを掘削して行った。測点数は 2 点である。測定深度は、石膏層まで（あるいは、2.0mまで）とし、各層の厚さを計測し、色彩を観察した。採取した土壌の検査項目は以下のとおりである。

- 1) イオン交換容量 (Cation Exchange Capacity)
- 2) リン含有量 (P)
- 3) 窒素含有量 (No3)

##### (3) 計測の結果

表土深の計測結果と表土深図の比較は表 6.1-1 のとおりである。両者に大きな差異は認められないので表土深図の更新の必要はないと判断する。

表 6.1-1 表土深の比較：土壌調査結果とスイス F/S 表土深図

比較位置		調査結果cm	表土深図cm	表土深図との整合性
調査地点番号		表土深さ:A	表土深さ:B	調査結果が範囲内は○
A1.1.1.	右岸	200.0	80.0～	○
A1.1.2.	中心	120.0	80.0～	○
A1.1.3.	左岸	90.0	80.0～	○
A2.1.1.	右岸	90.0	80.0～	○
A2.1.2.	中心	200.0	80.0～	○
A2.1.3.	左岸	140.0	80.0～	○
A7.1.1.	右岸	60.0	50.0～80.0	○
A7.1.2.	中心	170.0	50.0～80.0	×
A7.1.3.	左岸	150.0	50.0～80.0	×
P1.2.2.	採土	130.0	50.0～80.0	×
P2.2.2.	採土	90.0	80.0～	○
				整合率 = 72.7%

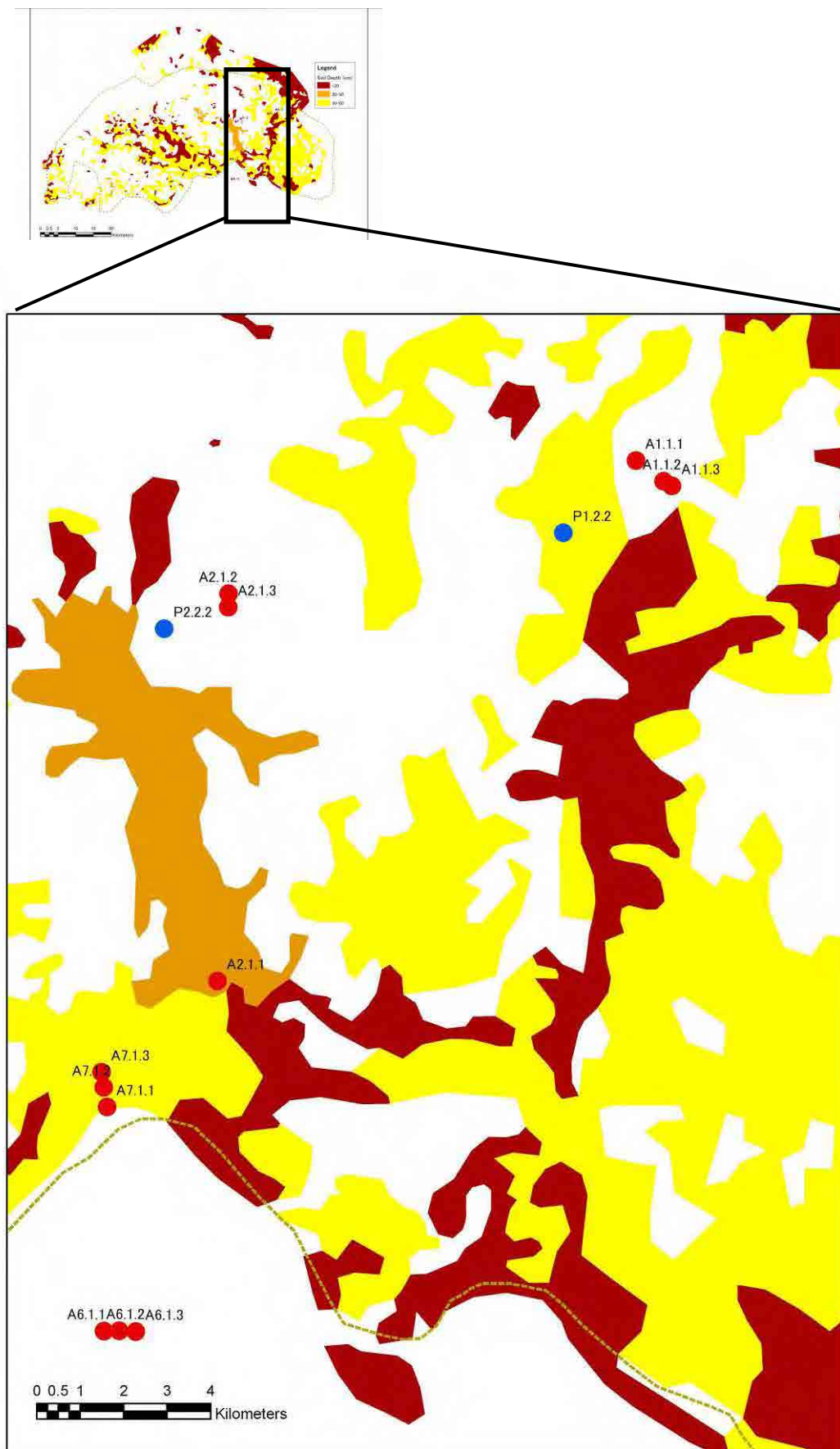


図 6.1-1 土壌調査の位置図

### 6.1.2 表土深図を基礎とした灌漑対象地域の概定

表土深図を基に、深度別の面積を図測して表 6.1-2 に示す。スイス F/S 報告書では、スプリンクラーによる節水灌漑を前提条件として、表土深 50cm 以上の地域を灌漑適地としている。したがって、全体の 89%が灌漑対象となる。北部ジャジーラ地区では地表灌漑が並行して実施されているが、表土の下に石膏層を有する本地区では、地表灌漑を導入すべきでない。特に、表土深 50cm 未満の圃場では地表灌漑を避ける必要がある。

表 6.1-2 表土深別面積

各土壌範囲の情報				累計（土壌深0.0cmからの累計）		
表土深の分類範囲（cm）		面積（ha）	割合（％）	累計範囲	累計面積（ha）	割合（％）
80.0	～	143,500	65.0	80.0cm以上	143,500	65.0
50.0	～ 80.0	52,900	24.0	50.0cm以上	196,400	89.0
0.0	～ 50.0	24,300	11.0	0.0cm以上	220,700	100.0

### 6.1.3 耕作不適地の除外

衛星写真で確認できるワジ周辺・住居周辺（集落周辺）・商業地域・道路用地・鉄道用地・その他農業外利用地は、耕作適地から除外する。以下のように設定して耕作不適地の位置・面積を算出する。

- 1) ワジ周辺：ワジ幅を含め 20m を不適地とする。
- 2) 住居周辺（集落周辺）・商業地域：衛星写真で確認できる地域を不適とする。
- 3) 道路用地：道路幅を含め 20m を不適地とする。
- 4) 鉄道用地：軌道幅を含め 10m を不適地とする。
- 5) その他農業外利用地：衛星写真で確認できる地域を不適とする。

耕作不適地の図 6.1-2 のとおりであり、これを基に算出した耕作不適地および耕作適地の面積割合は表 6.1-3 のとおりである。

表 6.1-3 除外すべき面積と面積割合

		面積 (ha)	割合 (%)	備考	
①	全体面積	220,700	100.00		
②	除外すべき面積(耕作不適地)	42,162	19.10	1)～5)の計	
1)	ワジ周辺	34,065	15.44	ワジ延長×幅(20m)	1,703,258m
2)	住居周辺	3,723	1.69	図測	3,723ha
3)	道路周辺	4,374	1.98	道路延長×幅(20m)	218,707m
4)	鉄道周辺	0	0.00	鉄道延長×幅(10m)	0m
5)	その他の農業外利用	0	0.00	農外利用(飛行場など)	0ha
③	耕作適地	178,538	80.90	③ = ① - ②	

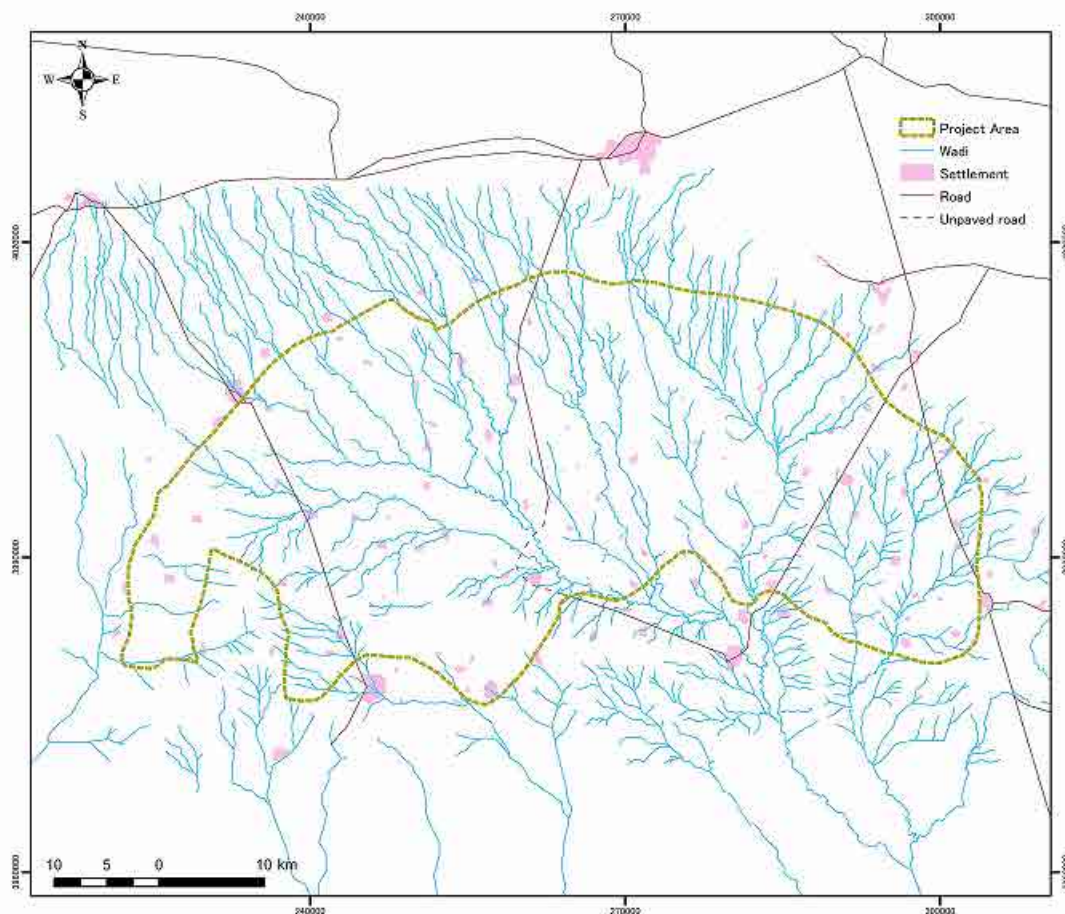


図 6.1-2 灌漑適地・灌漑不適地の位置図

#### 6.1.4 モデル農場の設定と植栽面積率の算定

輪作体系のブロックを想定したモデル農場を設定し、全体面積・植栽面積・減歩面積（用排水路・道路・その他植栽不可能な面積）を図測し、植栽面積の割合を算出する。結果は表 6.1-4 のとおりであり、植栽面積率は 93.5%となる。なお、モデル農場の諸元は以下を想定する。

##### 1) 圃場：

- a. 圃場サイズ： 2,000m×500m
- b. 圃場数・輪作年数： 8 圃場で 1 ブロックとし、8 年輪作とする。
- c. 圃場配置： 2 行×4 列の圃場配置とする。

##### 2) 支線道路（農場中央の短辺方向）：

- a. 全 幅：  $6.50 + 1.00 + 1.00 = 8.50\text{m}$
- b. 車道幅員：  $6.50\text{m}$  (大型トラックを想定。2 車線)  
 $2.50\text{m} \times 2 \text{ 台} + 0.30 + 0.50 + 0.30 = 6.10\text{m} \rightarrow 6.50\text{m}$
- c. 路肩： 1.00m

##### 3) 管理用道路（圃場長辺方向および農場端の短辺方向）：

- a. 全 幅：  $4.50 + 0.50 + 0.50 = 5.50\text{m}$



- b. 車道幅員： 4.50m (乗用車、小型トラックを想定。2 車線)  
 $1.70\text{m} \times 2 \text{ 台} + 0.30 + 0.50 + 0.30 = 4.50\text{m}$
- c. 路 肩： 0.50m

#### 4) 用水路：

##### ○ 計画流量

- a. 年間半旬最大用水量： 39mm/5 日
- b. ほ場 1 区画あたり必要量：  $q = 39/5 \times (500 \times 2000) / 1000 = 7,800\text{m}^3/\text{日}/\text{区画}$   
 $= 0.090\text{m}^3/\text{s} \rightarrow 0.1\text{m}^3/\text{s}$
- c. 計画用水量： 支線用水路  $Q1 = 2 \text{ 区画} \times q = 0.2\text{m}^3/\text{s}$   
ほ場内用水路  $Q2 = 8 \text{ 区画} \times q = 0.8\text{m}^3/\text{s}$

##### ○ 用水路断面

##### i. 基本条件

- a. 水路タイプ： 鉄筋コンクリート用水路  
漏水による基礎地盤の流出防止のため止水性の良い現場打ち鉄筋コンクリート水路を採用
- b. 水路勾配： 地形勾配より  $I=1/5000$  (設定値)
- c. 粗度係数： 現場打コンクリートより  $n=0.015$
- d. 必要水深： ポンプの吸込みを考慮して 0.5m 以上(ほ場内用水路に適用)

##### ii. 等流計算

上述の基本条件で等流計算を実施し、用水路断面を決定した。

#### 5) 排水路：

##### ○ 計画流量

- a. 用水量に対して降水量は極少なので、用水の全量を排水量とする。
- b. 計画排水量：  $Q3 = 0.8\text{m}^3/\text{s}$  (=Q2)

##### ○ 排水路断面

##### i. 基本条件

- a. 水路タイプ； 無ライニング水路  
洪水による被害等は考えられないため、経済性を重視しライニングしないものとする。
- b. 水路勾配； 地形勾配より  $I=1/5000$  (設定値)
- c. 粗度係数； 雑草が少ない直線の土より  $n=0.025$

##### ii. 等流計算

上述の基本条件で等流計算を実施し、排水路断面を決定した。

#### 6) 作業場等：

作業場はスプリンクラーの修理を想定し、長辺 500m×短辺 50m とした。

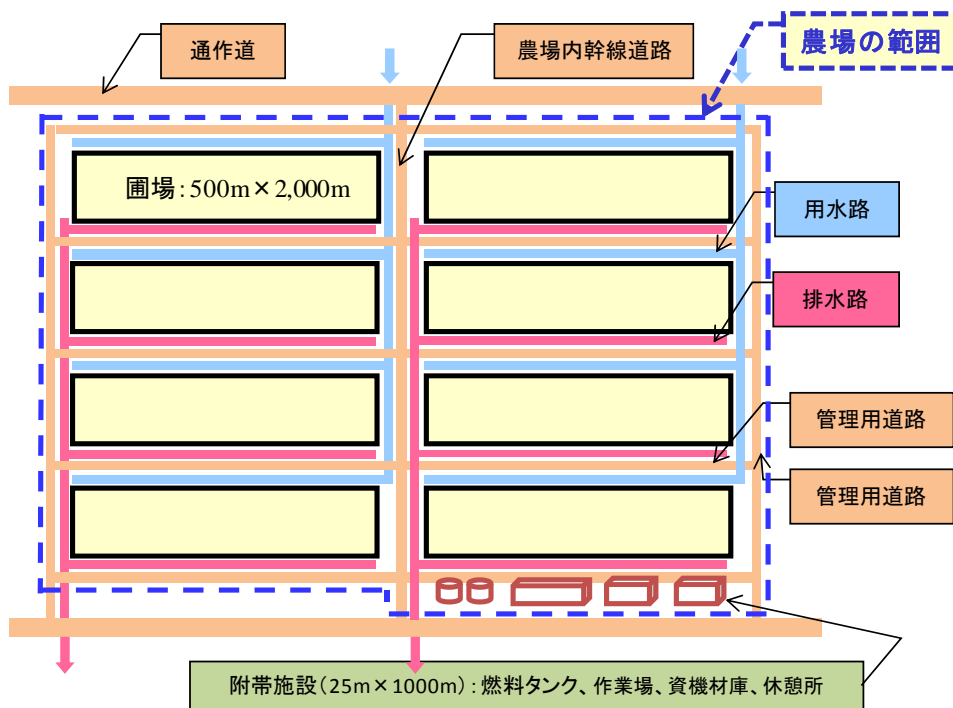
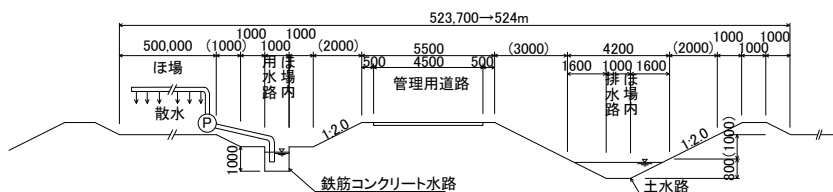


図 6.1-3 輪作を導入するモデル農場の概略図

表 6.1-4 モデル農場の図測から算出した植栽面積率

区分	面積 (ha)	割合 (%)	備考
① 農場全体	855.8	100.0	図測による
② 農場内の植栽範囲 (灌漑対象範囲)	800.0	93.5	図測による
③ 減歩対象施設 (道路・水路等)	55.8	6.5	図測による

○短辺方向



○長辺方向

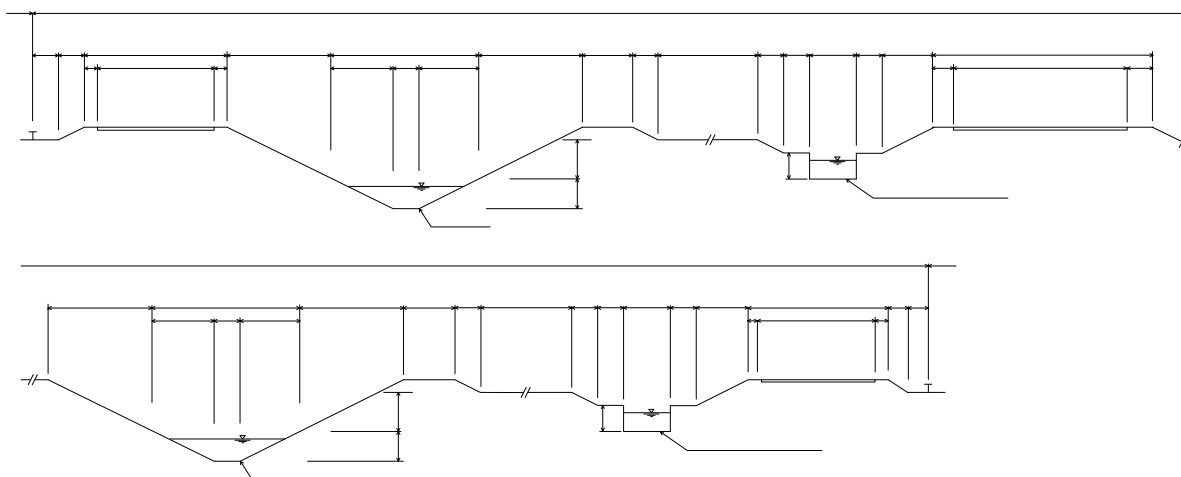


図 6.1-4 輪作するモデル農場の水路・道路断面図

### 6.1.5 対象として想定する灌漑面積（植栽面積）

表土深図の図測で得られた面積に、図衛星写真の図測を基に算出した耕作適地率とモデル農場の図測を基に算出した植栽面積率を乗じて算出した、灌漑対象面積（植栽面積）は表 6.1-5 に示すとおりである。表土深 50cm 以上の耕地の面積は 196,400ha であるでの、上述の面積率を乗ずると、耕作適地の面積は 158,900ha となり、植栽面積は 148,600ha となる。

表 6.1-5 対象地域の灌漑面積（植栽面積）

区分	面積 (ha)	備考
① 表土深50cm以上	196,400	
② 耕作適地	158,900	耕作適地面積率 = 80.9%
③ 植栽面積(灌漑対象面積)	148,600	農場内植栽面積率 = 93.5%

注) 面積は第2桁を四捨五入して丸めて表示した。

### 6.1.6 詳細設計 (D/D) 図面の植栽面積率の確認

南部ジャジーラ地区 D/D 図面（受益地に圃場を記載した図面）の 1 部を抽出し、耕地面積と植栽面積を図測する。ここで示す耕地面積は、1)植栽面積、2)水路・農道のための減歩面積、および 3)ワジ・道路のためのつぶれ地面積で構成される。図面によっては（すなわち、地区によっては）状況は異なると思われるが、抽出した図面の植栽面積の割合 69.1% (=全体÷植栽面積) であった。上述の植栽面積率 75.6% (=80.9%×93.5%) と顕著な差異はないと判断する。

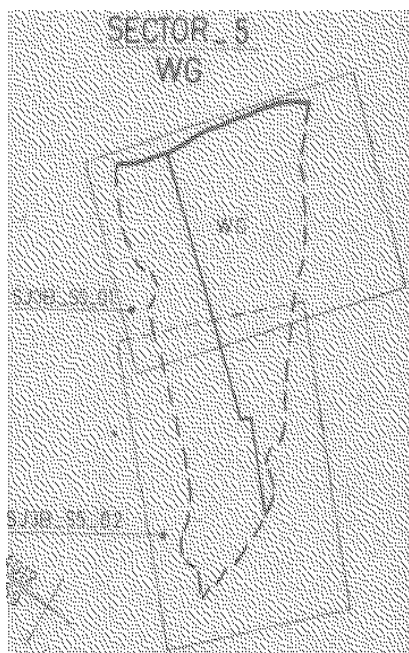


表 6.1-6 D/D 図面の図測から算出した植栽面積率

区分	面積 (ha)	割合 (%)	備考
① 全体(ブロック面積)	4,600	100.0	図測による
② 植栽面積(灌漑対象面積)	3,180	69.1	図測による

図 6.1-5 植栽面積率算出のために用いた D/D 図面

## 6.2 地区の気象と作物消費量

### 6.2.1 気象観測資料の整理、分析



図 6.2-1 気象観測所位置図

対象地域周辺の気象観測所位置図（図 6.2-1）が示すように、地域内には気象観測所は存在していない。しかし、近傍には、地域の北方に東西に渡って、4 箇所の観測所が配置されている。地形的には、北部には標高 1,000m を越える Sinjar 山脈があり北部の方が標高は高い。

本調査期間中に、南部ジャジーラ地区近傍の観測所として、Mosul、Telafar、Sinjar、Al-baaj、および比較検討地点として Baghdad についてのデータが入手出来た。各観測所の位置と標高を下表に示す。

表 6.2-1 データ収集を実施した気象観測所の位置

観測所	位置		標高(m)
	緯度	経度	
Mosul*	36°19'	41°50'	223
Telafar	36°22'	42°38'	400
Singer*	36°19'	43°09'	538
Al-baaj	36°00'	41°40'	320
Baghdad*	33°20'	44°24'	34

出典：Mosul, Singer, Baghdad の値は、”General Scheme of Water Resources and Land Development in IRAQ Vol. I Book 1 Climate and Water Resources より引用

気象観測は、1990～2009 年にかけての観測データの収集が実施されたが、多くの観測所でデータが欠測している。特に 2003 年にはイラク戦争の影響を受けて、殆どの観測所で観測データが散逸している。

日データの収集を試みたが収集出来た観測データは月データのみであり、その収集状況を表

6.2-2 に示す。日照時間や放射量についての観測は乏しく、近年では Mosul での観測が僅かに得られているだけである。収集された観測データは、Appendix-C にまとめている。

表 6.2-2 収集された観測データ一覧

Items	Locations	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
Monthly Rainfall	Mosul														x						
	Sinjar	x													x						
	Baghdad		x												x	x					
	Telaffar														x	x					
Monthly Evaporation	Mosul										x				x	x	x	x	x	x	
	Sinjar	x						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Baghdad		x												x	x	x	x	x	x	
	Telaffar							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sun Shine Duration	Mosul	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x						
	Sinjar	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x					
	Baghdad	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x		x			
	Telaffar	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x		x			
Radiation	Mosul	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Sinjar	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Baghdad	x	x		x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Telaffar	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mean Min & Max Temp.	Mosul														x						
	Sinjar	x													x	x					
	Baghdad														x						
	Telaffar														x	x	x		x		
Relative Humidity	Mosul														x	x	x	x			
	Sinjar	x							x					x	x	x	x				
	Baghdad													x	x	x					
	Telaffar													x	x	x	x	x	x		x
Wind Speed	Mosul														x	x	x				
	Sinjar	x							x						x	x					x
	Baghdad		x												x	x	x				
	Telaffar													x	x	x	x	x	x		x
Vapor Pressure	Mosul														x	x	x		x		
	Sinjar	x						x							x	x		x	x		
	Baghdad		x												x	x					
	Telaffar													x	x	x	x	x	x	x	x
	Baaj	x	x	x										x	x		x	x	x	x	x

Legends ;  x Partly or completely missed  
 Completely gained

備考：観測データは MoT の管轄である。

## 6.2.2 地区内降水量の検討

### (1) 降水量の観測

1990～2009 年で Mosul、Telafar、Sinjar、および Baghdad での月降水量が得られた。月降水量から年降水量を算定して、時系列で示したものを図 6.2-2 に示す。同図からは、近年の渇水が影響しているためか、年ともに、年間降水量が減少している様子が見られる。

各観測所別に直線回帰式を作成し整理すると表 6.2-3 のとおりであり、回帰式の傾きが何れも負となっており、時間とともに、年間降水量が減少していることを裏付けている。Baghdad を除く観測所では 1 年間に 10mm 前後の雨量が減少していることが示されており、これは年当たり約 3% の減少率に相当する。

表 6.2-3 年降水量の回帰式

観測所	回帰式	R <sup>2</sup>
Mosul	$y = -9.9802x + 20,302$	0.1905
Sinjar	$y = -13.511x + 27,361$	0.2772
Telafar	$y = -10.951x + 22,190$	0.2915
Baghdad	$y = -2.3414x + 4,786.5$	0.1403

注；回帰式中の y：年間降水量、x：西暦年

Baghdad は、Mosul から南南東に約 350 km 離れており、年間降水量も 100 mm 前後であり、北部に位置する Mosul、Telafar、Sinjar の 150～650mm の年間降水量とは、明らかに雨量特性が異なる。各観測所についての相互にデータが完備している期間を取り出して年降水量での相関性について検討した。相関係数で評価すれば表 6.2-4 のとおりである。

表 6.2-4 年間降水量による相関マトリックス

	Mosul	Sinjar	Baghdad	TelAffar
Mosul	1			
Sinjar	0.874442	1		
Baghdad	0.677447	0.4894	1	
TelAffar	0.879649	0.948281	0.518813	1

以上からは、Baghdad の年降水量の変動が他の観測値と異なっており、他の観測所との相関係数は低い。他方、Mosul、Telafar、Sinjar についての相互の相関係数は、0.87 以上あり、特に、Tel Afar と Sinjar との相関性については 0.94 と比較的相関が高い。他方、その変動特性から Mosul も Tel Afar と Sinjar とは、若干異なることが推定される。

図 6.2-3 には Mosul で観測された年降水量を縦軸として、横軸に Telafar、Sinjar、Baghdad の年降水量をとり、相関（散布）図を作成している。年降水量が大きい範囲では、Mosul の年降水量が一番大きく、次いで Sinjar、Telafar、Baghdad の順である。

図 6.2-4 に、1982 年のソビエトの報告書に示された等雨量線図を示す。限られた観測所のデータから作成されているので、細部における信頼性については、限界があると思われる。同図から、各観測所位置での降水量を読み取ると以下のとおりである。

Mosul : 380mm  
 Sinjar : 400mm 以上  
 Telafar : 330mm

Sinjar は山麓にあり、標高が高いことも影響したものと思われるが、図 6.2-2 および図 6.2-3 に見られるように、近年では Mosul での降水が 3 地点の中では最も大きく、次いで Sinjar、Tel Affar の順であり、図 6.2-4 で示された結果とは、必ずしも一致しない。

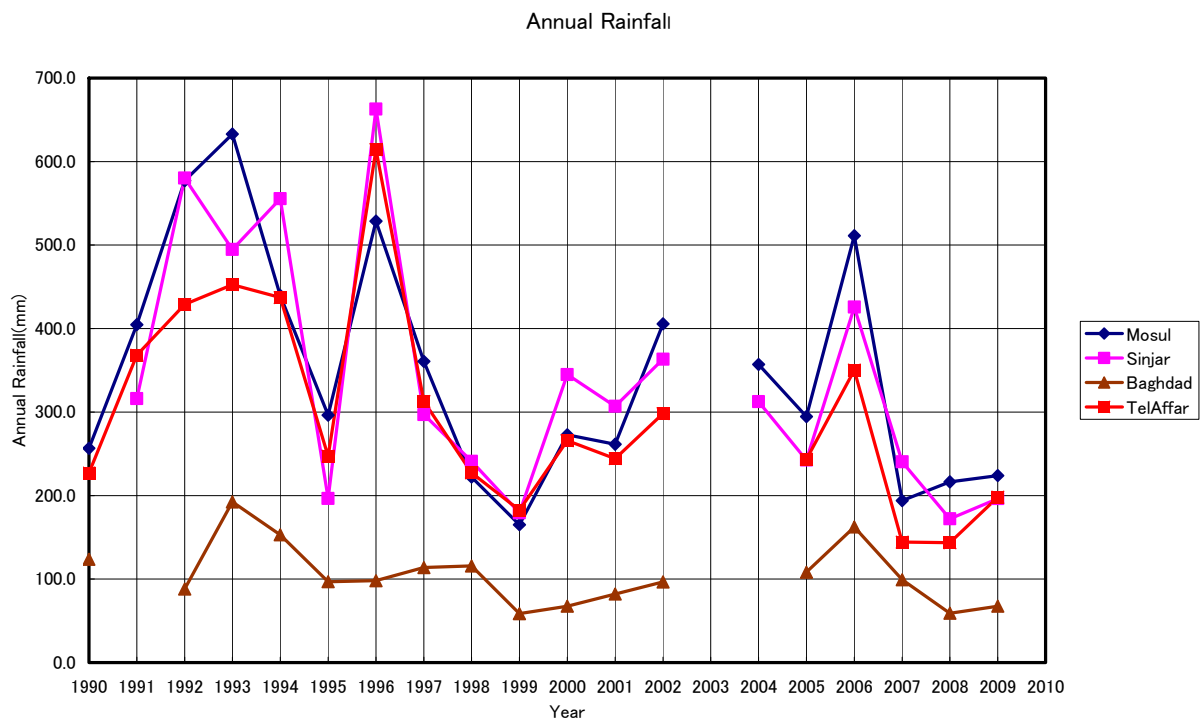


図 6.2-2 各観測所での年雨量の時系列

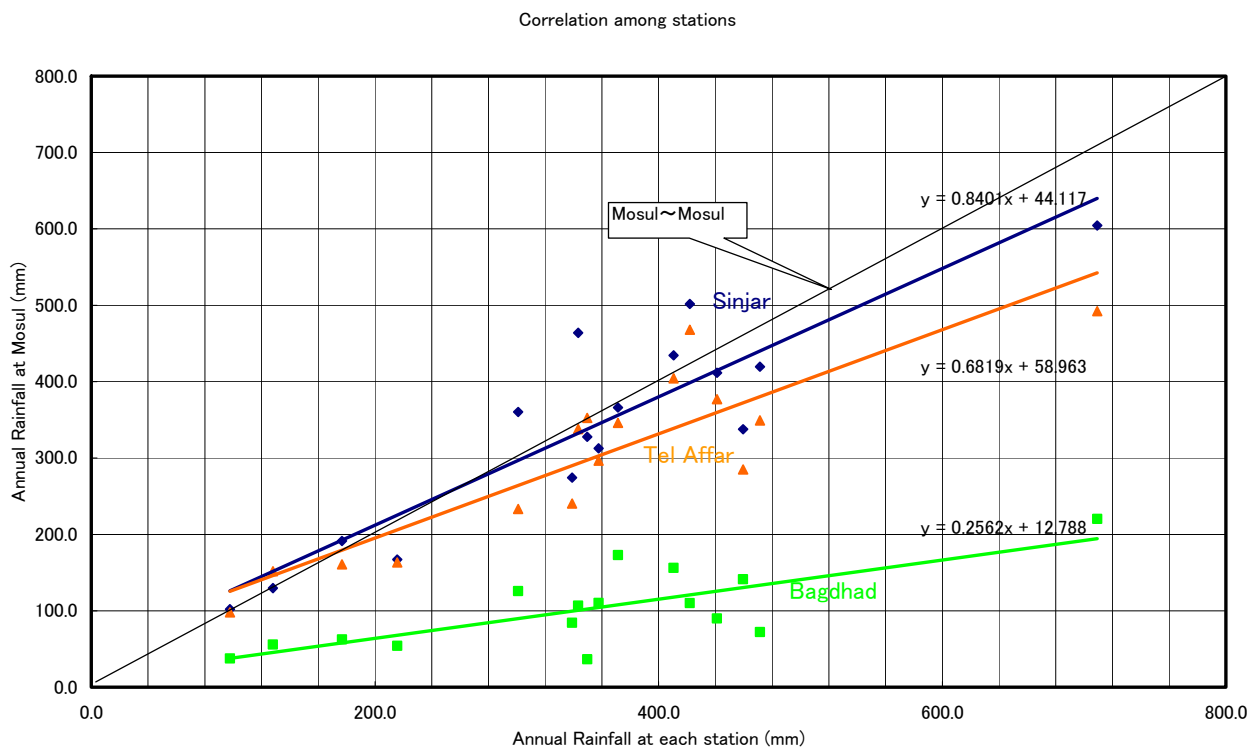


図 6.2-3 降雨観測の相関

図 6.2-4 からは、南部ジャジーラ灌漑地区の降水量は、250~350mm の範囲にあり、平均は 300mm と読み取れる。南部ジャジーラ地区の平均値 300mm と上記に示す各観測所との比を示すと以下のとおりである。

Mosul : 0.79 (=300÷380mm)  
 Sinjar : <0.75 (=300÷400mm以上)  
 Telafar : 0.91(=300÷330mm)

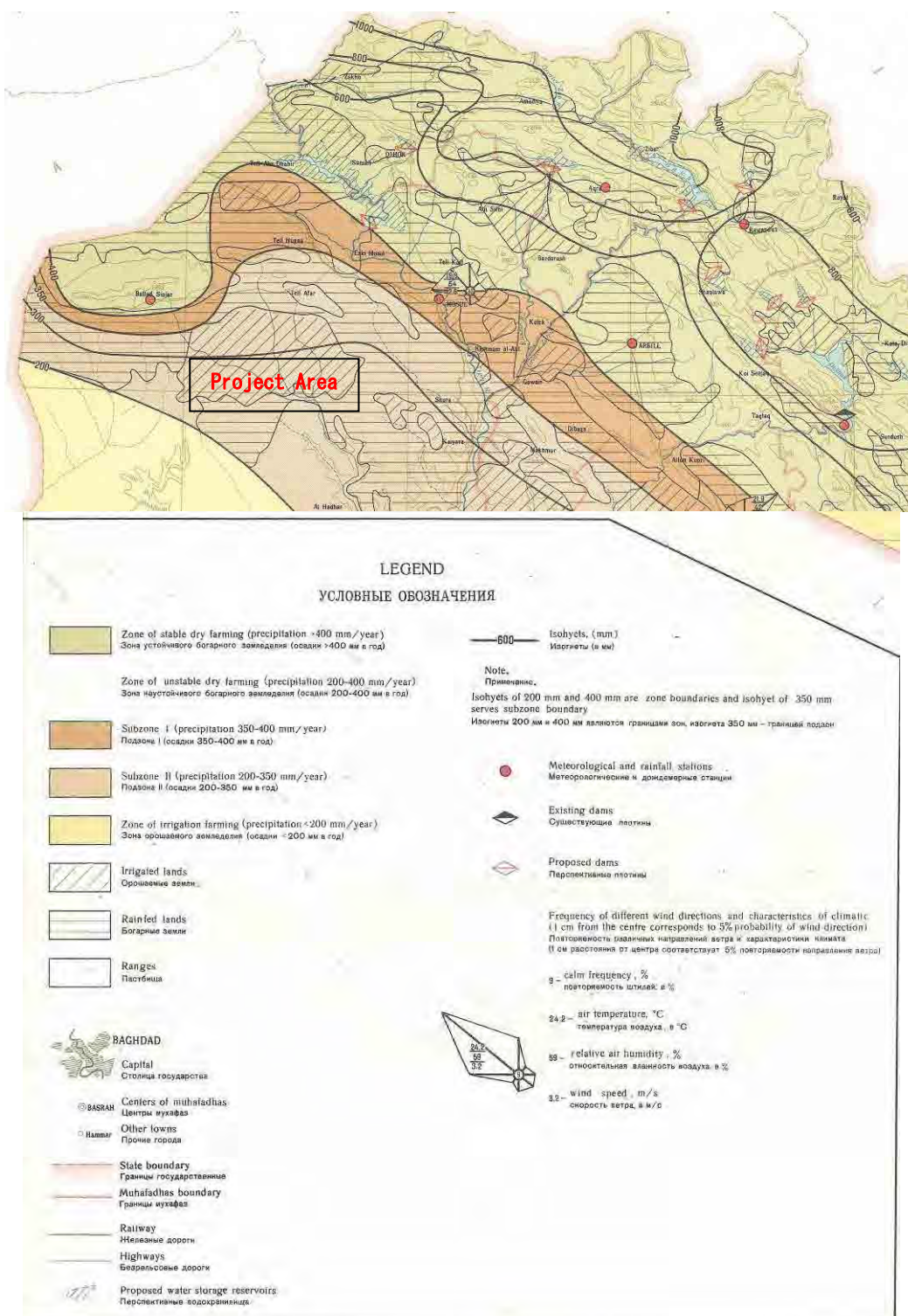


図 6.2-4 プロジェクト近傍の等雨量線図

出典：“General Scheme of Water Resources and Land Development in IRAQ”



## (2) 南部ジャジーラ灌漑地区の降水量の推定方法

今までの、検討結果より南部ジャジーラ灌漑地区の降水量を推定する方法は以下のとおりとする。

Telafar の観測値に 0.91 倍したものを対象地域の降水量として、評価する。

根拠は、以下のとおりである。

- 1) 対象地域内には、気象観測所が無いことから、周辺の既往観測結果から推定する。既往観測所は、地区の北半分よりも北側に偏って位置するため、面積雨量を求めるためのティーンセン分割などの方法が採用出来ない（地区南側の観測所は遥かに離れていて、地区を囲む適切な観測所が無い）。
- 2) Sinjar は、山麓にあり標高も高いことから、対象地域を代表する観測所として採用することは妥当ではない。
- 3) Mosul の観測値は、降水観測結果の相関分析から Sinjar および Telafar との相関係数は、比較的高くなく、ジャジーラ地区の中心からの距離も 70 km ほどあり、他の観測所に比べて、一番、対象地域から離れていることから、Mosul を採用することも妥当では無い。
- 4) Telafar は、対象地域に最も近く年降水量の変動についても、Sinjar との相関係数が高く、観測所標高も Sinjar のように高くは無く、得られた観測資料の中では、最も妥当と判断される。従って、対象地域との相違を反映させるために、ソビエトの報告書の成果を用いて、Telafar の観測値に 0.91 を乗じた値を採用する。

なお、スイス F/S には、以下のように記載されている。

Telafar での気象観測所から得られたデータが最も信頼性が高く、正確である。この観測所はプロジェクト地区を最も良く代表していて状態も良好である。この気象観測所は 1969 年 4 月に自然資源に対する応用研究所の環境と微気象部門によって農業気象観測所として設立された。

F/S 時の評価も考慮すれば、Telafar の観測を採用することは妥当と判断できる。

## (3) 地区確率降水量の推定

Telafar の月降水量は、1990～2009 年の 20 ヶ年の観測値が得られているが、2003、2004 年は、データが欠測しているため、この 2 ヶ年を除いて、月降水量を整理し表 6.2-5 に示す。(2)で述べたように、Telafar の平均降水量を 0.91 倍して南部ジャジーラ地区の降水量とすることから、表 6.2-5 には、0.91 倍した値も示している。

表 6.2-5 Telafar の月降水量一覧

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2005	2006	2007	2008	2009	平均	×0.91
1月	40.7	13.4	75.7	60.2	93.8	19.3	235.5	34.6	99.1	26.1	46.6	29.2	28.3	120.0	103.1	19.9	24.6	1.0	59.5	54.2
2月	69.4	31.9	113.7	47.2	43.3	84.0	42.5	88.1	22.2	36.4	10.8	36.2	8.3	58.0	82.9	45.5	26.9	33.3	48.9	44.5
3月	21.4	215.1	30.9	16.3	78.6	75.2	127.8	37.7	30.3	64.0	34.4	69.4	116.2	13.4	10.2	30.2	40.1	24.0	57.5	52.3
4月	48.4	14.9	18.0	112.3	30.6	27.7	18.7	16.9	18.2	10.1	23.0	25.5	27.4	1.0	56.4	17.0	0.0	42.7	28.3	25.7
5月	1.7	8.1	25.7	92.1	6.2	0.4	14.5	1.8	38.1	0.0	0.4	27.1	3.4	20.5	3.0	26.1	0.2	0.0	15.0	13.6
6月	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8
7月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
8月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
9月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	11.4	0.8	0.7
10月	2.3	18.8	0.0	13.8	22.7	0.0	3.3	31.5	3.0	16.0	2.8	4.3	12.3	0.0	55.5	2.0	9.6	18.1	12.0	10.9
11月	0.0	7.4	77.6	63.1	82.5	20.6	8.3	38.4	0.0	11.1	53.6	13.4	10.7	22.7	4.0	2.4	19.0	15.8	25.0	22.8
12月	43.2	58.5	86.7	47.6	79.4	6.7	162.0	63.8	12.1	18.7	94.2	39.2	91.5	6.8	35.2	1.1	22.3	51.8	51.2	46.6
年計	227.1	368.1	428.9	452.6	437.1	247.1	614.4	312.8	227.3	182.4	265.8	244.3	298.1	243.6	350.3	144.2	143.5	198.1	299.2	272.3
×0.91	206.7	335.0	390.3	411.9	397.8	224.9	559.1	284.7	206.8	166.0	241.9	222.3	271.3	221.7	318.8	131.2	130.6	180.3	272.3	

地区の平均年間雨量は、272mm/年となり、月別変動を示すと図 6.2-5 のとおりである。

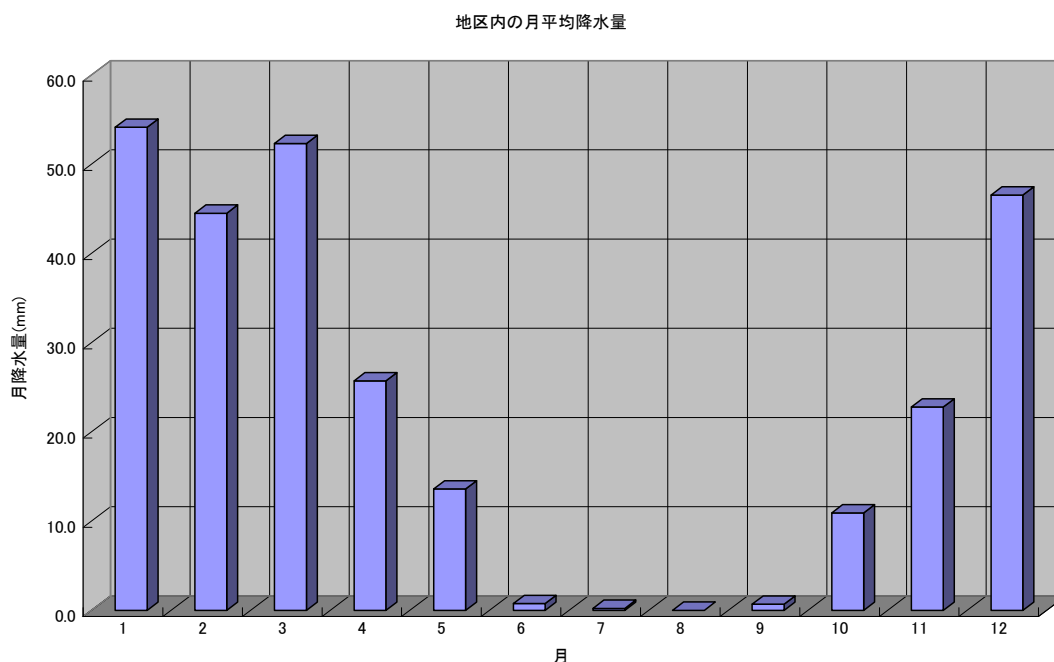


図 6.2-5 地区内の月平均降水量分布

FAO では、超過確率により 3 つの降雨量年（渇水年、平水年および豊水年）を定義している。

- 1) 80%超過確率は 5 年のうちに 4 年はこの値を超えるような降水量を示しており、そのような降水量を下回る年は渇水年として位置づけられ、灌漑システムの規模を決定する基準となる。
- 2) 50% 確率は、平水年、20% 確率は豊水年と位置づけられている。

確率降水量を算定するには、表 6.2-5 に示す年降水量を降順に並び替え、確率値を以下のように算定する。

$$\text{確率 } P(\%) = 100m / (N+1)$$

ここで、N : サンプルサイズ  
 m : 降順に並べた時の順位

以上の検討結果を表 6.2-6 に示す。通常は、対数確率紙に表 6.2-6 の結果をプロットして 80% 確率値を求めるが、ここでは、表 6.2-6 の関係から図 6.2-7 に示すような関係図を作成し、80%、50%、および 20% の各確率降水量を算定した。

表 6.2-6 年降水量の降順による並び替えと確率の計算

順位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
年	1996	1993	1994	1992	1991	2006	1997	2002	2000	1995	2001	2005	1998	1990	2009	1999	2007	2008	平均
年雨量	559.1	411.9	397.8	390.3	335.0	318.8	284.7	271.3	241.9	224.9	222.3	221.7	206.8	206.7	180.3	166.0	131.2	130.6	272.3
確率%	5	11	16	21	26	32	37	42	47	53	58	63	68	74	79	84	89	95	

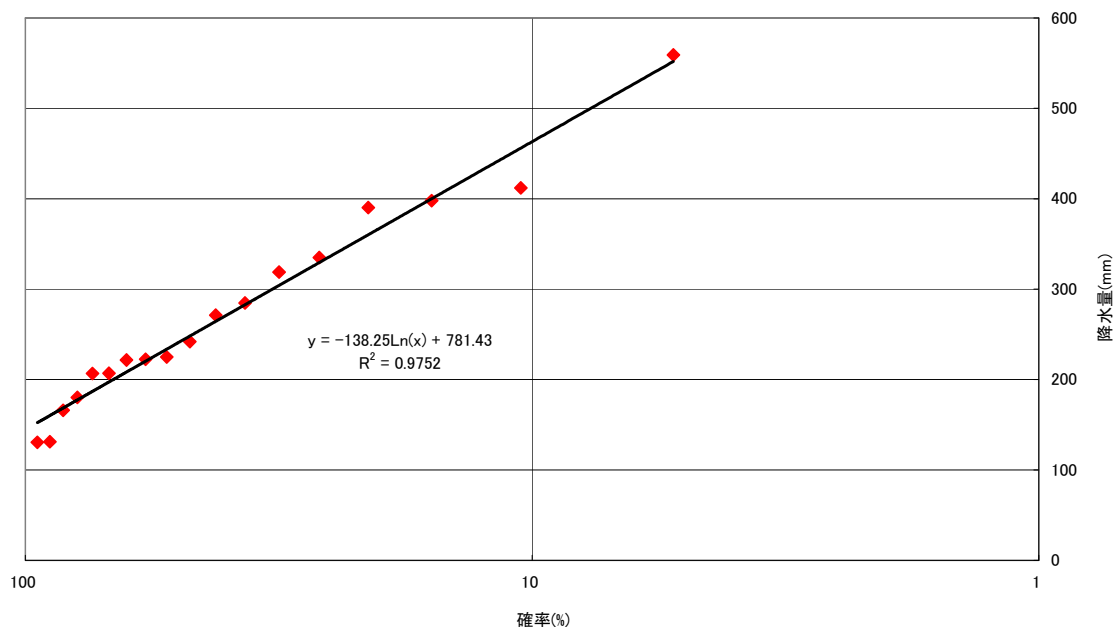


図 6.2-6 確率降水量の推定

図 6.2-6 に添付した回帰式の相関係数の 2 乗 ( $R^2$ ) は 0.975 と高く、回帰式を用いても概ね妥当であることが分かる。回帰式から確率雨量を算定すると、表 6.2-7 に示すとおりである。表 6.2-7 には、スイス F/S 時の確率雨量を示しているが、今回の算定値の方が F/S 時の 80~90% と小さくなっており、雨量としては小さくなっている。

表 6.2-7 確率雨量の整理

区分	対象地域 確率雨量 (mm/年)左欄×0.91	スイス F/S 時の Telafar 確率雨量 (mm/年)
渇水年(80%確率)	175	220
平年 (50%確率)	240	300
豊水年(20%確率)	367	410

対象地域について、確率年降水量より月別の確率降水量を下式により算定する。以下では、渇水年について示しているが、平年、豊水年についても同様の考え方であり、求めた各確率年の月

別の降水量を表 6.2-8 に示す。

$$P_{idry} = P_{iav} \times \frac{P_{dry}}{P_{av}}$$

ここに、 $P_{iav}$  : i 月目の平均月降水量 (mm)  
 $P_{idry}$  : i 月目の渇水年の月降水量(mm)  
 $P_{av}$  : 平均年降水量(mm)  
 $P_{dry}$  : 渇水年の年降水量 (mm)

表 6.2-8 確率月降水量の算定結果

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	TOTAL
平均	54.2	44.5	52.3	25.7	13.6	0.8	0.2	0.0	0.7	10.9	22.8	46.6	272.3
渇水年	34.9	28.7	33.7	16.6	8.8	0.5	0.1	0.0	0.4	7.0	14.7	30.0	175.4
豊水年	73.0	60.0	70.6	34.7	18.4	1.0	0.3	0.0	0.9	14.7	30.7	62.8	367.1
平水年	47.8	39.3	46.2	22.7	12.0	0.7	0.2	0.0	0.6	9.6	20.1	41.1	240.4

#### (4) 蒸発量

観測値がある範囲での月別平均値として、整理すると表 6.2-9 のとおりであり、Telafar の年蒸発量は 3,400mm に達するほど大きいことがわかる。

表 6.2-9 蒸発散量の月別観測結果

Month	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY.	JUN.	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	Annual
Sinjar	52.9	69.7	128.3	187.2	322.7	475.9	546.5	515.6	392.1	255.7	104.3	52.9	3103.8
Tel Afar	48.9	67.1	124.9	185.4	355.8	520.2	599.5	588.1	456.0	279.5	124.8	56.6	3406.8
Baghdad	65.3	98.7	179.0	251.8	372.5	477.6	522.1	466.1	346.1	222.3	109.8	74.5	3185.9
Mosul	32.7	49.8	93.5	138.3	245.4	343.9	384.2	344.4	251.0	148.7	66.1	32.5	2130.6

#### (5) 日照時間および放射量

観測所毎の日照時間(時間/日)の観測結果を示すと、表 6.2-10 のとおりである。ここでは、月別に観測記録のある年のデータから平均値を算出した。年平均としては、月平均値の平均である。下表に各観測所の結果を示すが、観測地点での差は大きくない。

表 6.2-10 日照時間の整理 (2000~2009 年) 単位 : hr/日

観測所	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JULY	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Average
Mosul	6.0	5.9	7.4	7.7	9.8	11.6	11.6	10.7	9.8	7.9	7.2	5.7	8.4
Sinjar	6.3	6.0	7.3	7.9	9.6	11.5	11.7	10.9	9.7	7.9	7.1	5.4	8.4
Baghdad	6.2	6.0	7.3	8.0	10.0	11.3	11.8	10.8	9.5	7.9	7.0	5.1	8.4
TelAffar	6.2	5.9	7.1	8.0	9.9	11.2	11.7	10.9	9.7	7.9	6.9	5.1	8.4

放射量 (Mw/cm<sup>2</sup>) の観測は、Mosul と Baghdad のみで観測された結果が得られ、Baghdad での日射量の方が大きい。

表 6.2-11 日射量の観測結果の平均

観測所名	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Average
Mosul	196.9	279.8	367.5	459.0	556.5	631.1	608.4	554.7	479.1	341.5	234.4	179.0	398.3
Baghdad	286.7	376.1	479	568.6	646.8	720.3	708.8	639.2	527.7	409.9	320.7	258.5	495.2

(6) 平均最大・最小気温

平均最大・最小気温を観測値が得られた範囲で月別の平均値を算出し、表 6.2-12 に示す。最低、最高気温とも 7 月に最高となっている。

表 6.2-12 平均最大・最小気温 (°C)

	Month	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	AVR
Min. Temp.	Mosul	2.2	3.3	6.6	11.2	16.1	21.3	25.2	24.2	19.2	13.8	7.5	3.8	12.9
	Tel Afar	3.3	4.3	7.6	12.6	18.2	24.1	27.7	27.3	23.3	17.0	10.1	5.0	15.0
	Singer	3.8	5.2	8.7	14.0	19.7	25.9	29.6	29.2	25.2	18.8	10.8	6.2	16.4
	Baaji	2.2	3.5	6.5	11.8	17.7	21.9	25.3	24.3	20.1	15.3	8.1	4.2	13.4
	Baghdad	4.0	5.8	9.9	15.4	20.5	23.7	25.9	25.2	21.1	16.4	9.8	5.5	15.3
Max. Temp.	Mosul	12.5	14.8	19.3	25.4	33.0	39.5	42.9	42.7	38.1	30.6	21.0	14.3	27.8
	Tel Afar	11.4	13.3	18.0	24.6	32.0	38.4	42.1	41.6	37.1	29.9	20.3	13.6	26.9
	Singer	10.8	12.8	17.1	23.7	30.2	36.3	39.9	39.4	35.0	28.2	19.5	13.3	25.5
	Baaji	12.1	14.5	19.1	25.6	32.7	38.6	42.2	41.6	36.9	30.5	20.9	14.7	27.5
	Baghdad	15.6	18.6	23.7	30.2	36.7	41.5	44.2	43.7	40.1	33.5	23.6	17.5	30.8

(7) 相対湿度

相対湿度を観測値が得られた範囲で、月別の平均値を算出し、表 6.2-13 に示す。冬場に高く、夏場に低くなっていることがわかる。

表 6.2-13 相対湿度 (%)

Month	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	AVR
Mosul	78.9	73.3	67.4	62.2	43.4	27.9	25.4	26.9	31.5	45.7	64.9	78.4	52.2
Tel Afar	76.8	69.7	60.7	54.6	35.9	24.0	21.9	22.8	24.1	37.3	57.1	75.2	46.7
Singer	68.2	61.9	55.0	47.4	33.6	23.3	21.1	22.1	25.0	37.3	52.5	66.3	42.8
Baaji	74.8	68.3	58.9	51.8	38.8	28.5	27.5	28.4	30.5	39.7	57.8	72.1	48.1
Baghdad	71.6	59.7	50.5	41.7	31.7	25.2	24.8	26.8	31.8	42.3	58.2	69.6	44.5

(8) 風速

風速の観測位置の違いが、観測結果に表れている可能性があり、観測諸元の再確認が必要である。

表 6.2-14 風速 (m/sec)

Month	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	AVR
Mosul	1.0	1.3	1.4	1.6	1.9	1.8	1.7	1.5	1.2	0.9	0.8	1.0	1.3
Tel Afar	4.1	4.4	4.4	4.5	5.2	5.3	5.5	5.2	4.9	4.2	3.9	3.7	4.6
Singer	1.8	2.4	2.7	3.1	3.8	4.2	4.3	3.7	3.1	2.2	1.6	1.6	2.9
Baaji	1.8	1.8	2.2	2.4	2.7	3.1	3.3	2.9	2.4	1.9	1.4	1.5	2.3
Baghdad	2.5	2.9	3.2	3.2	3.3	3.9	4.0	3.5	2.8	2.6	2.5	2.5	3.1

(9) 蒸気圧

蒸気圧は、夏場に高く、冬場に低い。ピークは 8 月になっている。

表 6.2-15 蒸気圧 (mbar)

Month	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY.	JUN.	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	Aver.
BAGHDAD	8.3	8.2	9.2	11.2	11.8	12.3	13.8	14.3	13.2	12.5	10.8	9.3	11.3
SINJAR	6.6	6.8	7.8	9.5	10.1	10.4	12.0	12.3	10.9	10.4	8.9	7.7	9.4
MOSUL	7.7	8.2	9.7	12.1	12.3	11.7	13.3	13.6	11.6	11.1	9.8	8.6	10.9
TELAFFAR	7.6	7.6	8.8	11.0	10.5	10.0	11.4	11.8	10.1	9.9	9.1	8.6	9.7
BAAJI	8.1	7.6	8.4	10.5	11.8	12.2	13.8	14.2	11.8	10.9	9.3	8.1	10.6

## 6.2.3 関係作物蒸発散量（可能蒸発散量）の算定

### (1) 気象情報からの推定方法

ペンマン法は熱収支法と空気力学的方法を組み合わせた式によって可能蒸発量を推定する方法である。可能蒸発量は「植物で完全に覆われた地表面に十分な水を供給した場合に失われる蒸発散量」と定義されており、大気側の要求する最大の蒸発量を示す。従って、実際にはペンマン法により求めた可能蒸発量よりも少ない値しか発生しない。可能蒸発量から実際の蒸発量を導くためには、経験的に求めた係数  $f$  を乗じる必要がある。Penman(1948)は、イギリスの Rothamstead において、 $f$  は冬(11~2月)では 0.6、春と秋(3~4月および9~10月)では 0.7、夏(5~8月)では 0.8 であり、年平均は 0.75 であることを示した。日本では、 $f$  の年平均値として 0.6~0.7 の値を用いる場合が多いとされるが、植生などによって異なるためことから、地点ごとに補正係数を算定している。

FAO では、ASCE (American Society of Civil Engineers) および欧州共同体 (EC) でのライシメータによる研究との比較結果から、以下の理由によりペンマン-モンティス法を唯一の標準的な基準蒸発量を求める方法として推薦している。

- 1) ペンマン法は、過大な値となり、満足出来る結果を得るためには、風の影響による局地的な補正を行なう必要があること。
- 2) 放射法 (radiation method) は、空気力学の項が比較的小さい湿潤地帯では、比較的の良い結果を示すが、乾燥地では異常で過小に蒸発散量を見積もってしまうこと。
- 3) 温度法 (temperature method) は、経験的で満足のいく結果を得るためには、地域の特性を反映して修正する必要があること。
- 4) ペンマン-モンティス法は乾燥地と湿潤地域の両方において、比較的に精度が良く、満足する結果を与えること。

従って、本検討においてもペンマン-モンティス法を採用して関係作物蒸発散量 (基準蒸発散位) を算定する。

### (2) 関係作物蒸発散量（可能蒸発散量）の計算

ペンマン-モンティス法を用いて、関係作物蒸発散量を算定するのに、収集した Telafar の観測値を整理した表 6.2-16 の気象観測値を用いた。

表 6.2-16 気象観測結果一覧

気象 月	最低気温	最高気温	湿度	風速	日照時間
	°C	°C	%	km/day	hours
1月	3.3	11.4	76.8	233.3	6.35
2月	4.3	13.3	69.7	250.6	9.99
3月	7.6	18.0	60.7	250.6	11.86
4月	12.6	24.6	54.6	250.6	15.30
5月	18.2	32.0	35.9	267.8	17.95
6月	24.1	38.4	24.0	293.8	21.04
7月	27.7	42.1	21.9	293.8	19.63
8月	27.3	41.6	22.8	293.8	17.89
9月	23.3	37.1	24.1	267.8	15.97
10月	17.0	29.9	37.3	241.9	11.02
11月	10.1	20.3	57.1	207.4	7.81
12月	5.0	13.6	75.2	250.6	5.77
年平均	15.0	26.9	46.7	258.5	13.4

計算実務は、FAO が提供している CROPWAT Ver.8.0 For Windows を用いた。計算結果を表 6.2-16 と図 6.2-7 に示す。年間の変動としては7月の 11.8mm/day を最高値として、1月に最低値 1.28mm/day となるまで連続した変化を示し、年平均は 6mm/day である。最大値と最低値では、約 10 倍近い開きがあることがわかる。

表 6.2-17 関係作物蒸発散量 (ET<sub>0</sub>) の算定結果

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
ET <sub>0</sub> (mm/day)	1.28	2.02	3.38	5.46	8.39	11.17	11.8	11.01	8.64	5.41	2.66	1.46	6.06

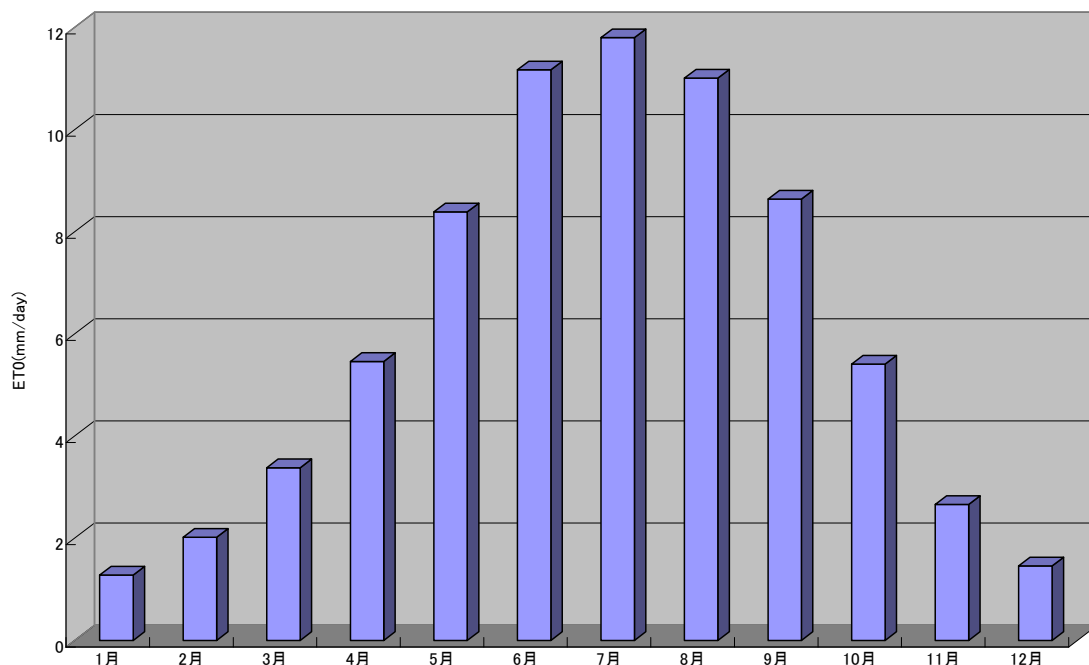


図 6.2-7 ET<sub>0</sub>の年間分布

### (3) 消費水量の算定

消費水量の算定には、営農計画を反映して算定する必要があることから、詳細については、6.3

で述べる。

#### (4) 有効雨量の算定

図 6.2-5 に示したように、当地区では年間平均で 272mm の降水の内、11 月～4 月に降水の大半が降っている。作物生産では、この降水を利用することが重要であり、水源運用を考える場合の灌漑用水量の算定には、作物蒸発散量から作物生産に利用される有効雨量分を控除して必要水量を算定する必要がある。

FAO では、有効雨量の算定方法がいくつか提供されているが、ここでは米国農業省の土壤保全局が開発したものを適用する。本手法は 22 ヶ所で、50 ヶ年間の降水記録を分析して得られたものであり、CROPWAT で計算できる。

算定式は、次の通りである。

$$P_{eff} = P_{mon} \times (125 - 0.2 \times P_{mon}) / 125 \quad P_{mon} \leq 250 \text{mm}$$

$$= 125 + 0.1 \times P_{mon} \quad P_{mon} > 250 \text{mm}$$

ここで、 $P_{eff}$  : 有効雨量

$P_{mon}$  : 月降水量

渇水年について、有効雨量を求めた結果を表 6.2-18 に示す。なお、有効雨量は、雨の降り方や、営農方法にも大きく左右されることから、日雨量データの収集や土壌水分調査などを実施して、検討することが望ましい。

表 6.2-18 有効雨量の算定結果（渇水年）

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
降水量 (mm)	34.9	28.7	33.7	16.6	8.8	0.5	0.1	0	0.4	7	14.7	30	175.4
有効雨量 (mm)	33	27.4	31.9	16.2	8.7	0.5	0.1	0	0.4	6.9	14.4	28.6	168.1

なお、6.2 でも述べているが、灌漑施設規模の決定に際しては、有効雨量の影響を判断するために、日雨量に基づいた灌水シミュレーションを行ない、ピーク取水量の発生頻度を検討して、判断することが望ましい。しかし、今回の調査では、日雨量データが入手出来なかったことから、これらの検討は今後の課題となる。従って、本報告書では、灌漑施設規模を決定する際には、安全側であることを重視し有効雨量を考慮しない雨無しの条件で、決定することとした。



## 6.3 営農計画の策定

### 6.3.1 主要作物の選定

スイス F/S 報告書には、12 種類の作物で構成された作付パターンが検討されている。本調査では、①上位計画の確認、②近傍の灌漑農業事業の作付実績の整理、③関係者からの聞き取りにより、スイス F/S の作付作物の妥当性を確認するとともに、新規導入が期待される作物を選定し、作付作物に加えた。

#### (1) F/S 報告書の XYZ パターンと ABC パターン

スイス F/S 報告書で検討された主たる作付パターンは ABC と XYZ であり、それらを構成する作物は以下のとおりである。両者は、ほぼ同じ作物を作付けするが、作付面積の構成割合が異なる。作物は、本地域の気候・土壌深・作付実績・需要・消費水量を考慮して選出されており、これらの前提条件は現時点でも同様である。

ABC パターンと XYZ パターンの相違点は、生産物の輸送条件整備等の外部条件と、作物別の消費水量を考慮するか否かである。例えば、甜菜は収穫期間が短く貯蔵ができないため、受益地で収穫した生産物を製糖工場まで輸送する必要がある。すなわち、南部ジャジーラ地区からモスル市までの輸送道路を整備するか、地区内に貯蔵施設・製糖施設を建設する必要がある。これらの社会インフラの整備は ABC パターンの作付で利益を確保するために必要な条件であるが、本プロジェクトでは関与しない条件（外部条件）である。XYZ パターンでは甜菜の作付を減らし、輸送道路の改善や貯蔵施設・製糖施設の新規建設がなくても利益を確保することを目指している。

表 6.3-1 100ha 当たりの作物別作付面積

作物	ABC (ha)	XYZ(ha)	XYZ-ABC(ha)
	作付面積	作付面積	両者の差異
冬アルファルファ	14.6	16.7	2.1
甜菜	22.9	4.2	Δ18.7
小麦	29.2	41.7	12.5
大麦	16.7	20.8	4.1
そら豆	8.3	8.3	0.0
エン麦	1.0	4.2	3.2
カラスノエンドウ	1.0	4.2	3.2
ベルシーム	6.3	-	Δ6.3
冬作小計	100.0	100.0	-
夏アルファルファ	12.5	12.5	-
綿花	1.5	2.1	0.6
メイズ	0.1	-	Δ0.1
ひまわり	0.1	-	Δ0.1
ヒヨコ豆	0.3	2.1	1.8
夏作小計	14.5	16.7	2.2
合計	114.5	116.7	2.2

(2) 上位計画の推奨する作物

国家開発5カ年計画（第5章 農業・水資源）では、冬期の小麦・大麦・馬鈴薯・トマト・玉ネギ・米、夏期のメイズ・棗椰子を推奨している。

(3) 北部ジャジーラ地区での実績のある作物

北部ジャジーラ報告書によると、小麦・大麦・馬鈴薯・甜菜・ひまわり・その他野菜の実績が記載されている。

(4) 候補となる作物の整理

上述の作物を基に、対象地域の情報を参照して、作付けする作物を選択する。候補となる作物と、採択・非採択の理由を表 6.3-2 に示す。

表 6.3-2 導入作物の可能性

		根拠資料				導入の可能性	採択／非採択の理由
		F/S報告書 ABC	F/S報告書 XYZ	国家5カ年計画	北部ジャジーラ実績		
	冬期作						
1	冬アルファルファ	○	○			○	畜産業への飼料供給のため採択する
2	甜菜	○	△		○	○	実績から採択する
3	小麦	○	○	○	○	○	主食確保の観点から採択する
4	大麦	○	○	○	○	○	畜産業への飼料供給のため採択する
5	そら豆	○	○			○	実績から採択する
6	エン麦	○	○			○	畜産業への飼料供給のため採択する
7	カラスノエンドウ	○	○			○	同上
8	ベルシーム	○				○	同上
9	ばれいしょ			○	○	○	実績から採択する
10	トマト			○			労働力が不足する
11	玉ネギ			○			同上
12	米			○			石膏層への影響が懸念される
13	冬フルーツ						消費水量が大きい
	夏期作						
14	夏アルファルファ	○	○			○	畜産業への飼料供給のため採択する
15	綿花	○	○			○	モスル市の主産業への材料供給のため採択する
16	ヒヨコ豆	○	○			○	実績から採択する
17	メイズ	○		○		○	主食確保の観点から採択する
18	ひまわり	○			○	○	食用油の材料供給の観点から採択する
19	夏フルーツ						消費水量が大きい
	通年作						
20	棗椰子			○			消費水量が大きい

6.3.2 作付方式の選定

前項で選出された作物の作付け時期は表 6.3-3 のとおりである。作物の生育期間はスイス F/S を遵守し、同 F/S に記載されていない作物の生育期間は聞き取りと FAO の技術指針 No.56 (FAO Irrigation and Drainage Paper No.56) に準じて設定した。作付期間が一致しない場合は通常成長段階

で調整した。他方、作付け時期は、期別消費水量・年消費水量が多大にならないように配慮して設定した。即ち、関係作物蒸発散量 (ET<sub>0</sub>) の小さい時期を選んで設定した。期別消費水量・年消費水量・関係作物蒸発散量 (ET<sub>0</sub>) については、後述する。なお、大規模圃場の導入により機械効率の向上が期待できることから、播種・定植時期はスイス F/S よりも短期間とした。作付期間の変更箇所は表 6.3-4 に、播種・抵触期間の変更箇所は表 6.3-5 に示すとおりである。

表 6.3-3 導入作物の作付時期

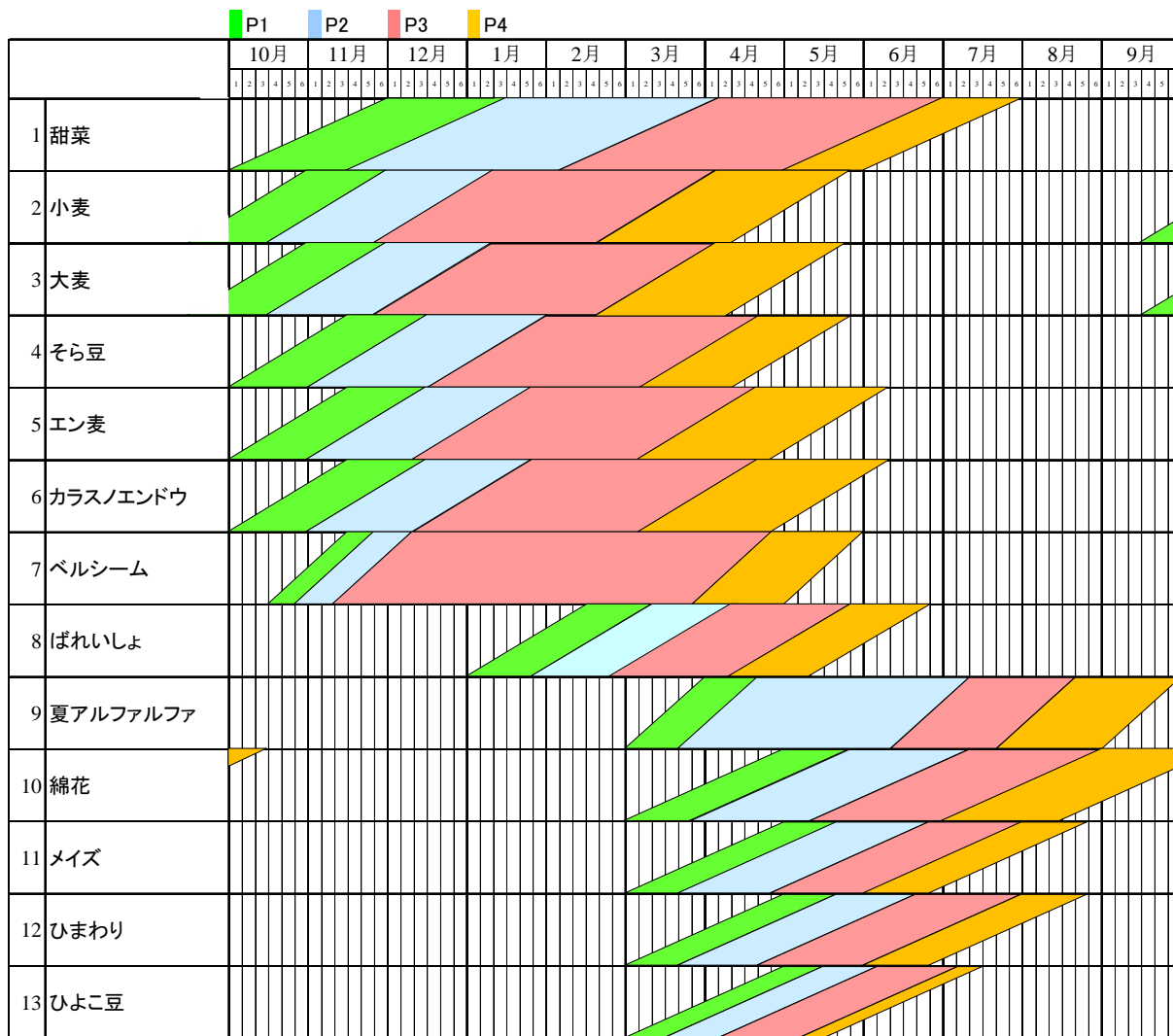


表 6.3-4 作付時期の変更箇所

	作物名	時 期				播 種 定 植 時 期 出 典			決 定 根 拠	
		月	半旬	月	半旬	灌漑編	農業編	北部		
1	冬アルファルファ	9	1	→	9	1		9月1旬	農業編より	
2	甜菜	10	1	→	10	1		10月1旬	10月1旬	農業編・灌漑編より
3	小麦	11	1	→	9	5		11月1旬	11月1旬	蒸発散量を考慮して前倒し
4	大麦	11	1	→	9	5		11月1旬	11月1旬	蒸発散量を考慮して前倒し
5	ソラマメ	11	1	→	10	1		11月1旬	11月1旬	蒸発散量を考慮して前倒し
6	エン麦	10	1	→	10	1		10月1旬	10月1旬	農業編・灌漑編より
7	カラスノエンドウ	10	1	→	10	1		10月1旬	10月1旬	農業編・灌漑編より
8	ベルシーム	10	4	→	10	4			10月4旬	農業編より
9	ばれいしょ	1	1	→	1	1			1月1旬	北部地区の聞き取りより
10	夏アルファルファ	3	1	→	3	1				1年を2分して夏作を想定する
11	綿花	3	1	→	3	1		4月1旬 <sup>注</sup>	3月1旬	農業編より
12	メイズ	3	1	→	3	1		7月1旬 <sup>注</sup>	3月1旬	農業編より
13	ひまわり	3	1	→	3	1		3月1旬	3月1旬	農業編・灌漑編より
14	ヒヨコ豆	3	1	→	3	1		3月1旬	3月1旬	農業編・灌漑編より

注 灌漑編と農業編で時期が異なる

表 6.3-5 播種定植を順次実施する期間の変更箇所

	作物名	期間 : 半旬		順 次 実 施 期 間 の 出 典			決 定 根 拠	
		順次実施する期間		灌漑編	農業編	北部		
1	冬アルファルファ	6	→	6		6半旬	農業編より	
2	甜菜	12	→	12		12半旬	12半旬	農業編より
3	小麦	12	→	9		11半旬	12半旬	機械効率の改善を考慮して短縮
4	大麦	12	→	9		11半旬	12半旬	機械効率の改善を考慮して短縮
5	ソラマメ	6	→	6		8半旬	6半旬	農業編より
6	エン麦	9	→	9		8半旬	9半旬	農業編より
7	カラスノエンドウ	9	→	9		8半旬	9半旬	農業編より
8	ベルシーム	6	→	6			6半旬	農業編より
9	ばれいしょ		→	9			9半旬	北部地区の聞き取りより
10	夏アルファルファ		→	6			6半旬	冬作と同様
11	綿花	12	→	12		9半旬	12半旬	農業編より
12	メイズ	12	→	12		6半旬	12半旬	農業編より
13	ひまわり	12	→	12		6半旬	12半旬	農業編より
14	ヒヨコ豆	12	→	12		6半旬	12半旬	農業編より

注 斜字は灌漑編と農業編で期間が異なる場合

### 6.3.3 生産計画

#### (1) パターン別の作付面積

スイス F/S の輪作体系は、1筆を 100ha (2,000m×500m) とし、8年の輪作となっている。すなわち、1つの輪作単位は 800ha である。さらに、XYZ や ABC は 3つの輪作単位を有するので、2,400ha (800ha×3) が、輪作ブロックとなる。XYZ、ABC、αβγ100 (XYZ に候補作物を加えた作付パターン) の作付面積を表 6.3-6 に示す。本調査で提案する αβγ100 の作付率は 100% (すなわち、全圃場で年1作) とする。また、αβγの各圃場の作付面積と8年輪作の作付方式は、表 6.3-7 及び表 6.3-8 に示すとおりである。

表 6.3-6 輪作ブロック（植栽面積 2,400ha）の作物別作付面積

	作付作物	作付面積 (ha)		
		ABC	XYZ	$\alpha\beta\gamma 100$
1	冬アルファルファ	350	400	-
2	甜菜	550	100	200
3	小麦	700	1,000	900
4	大麦	400	500	300
5	そら豆	200	200	100
6	エン麦	25	100	100
7	カラスノエンドウ	25	100	100
8	ベルシーム	150	-	100
9	ばれいしょ	-	-	100
	冬作小計	2,400	2,400	1,900
10	夏アルファルファ	300	300	400
11	綿花	37	50	25
12	メイズ	3	-	25
13	ひまわり	3	-	25
14	ヒヨコ豆	8	50	25
	夏作小計	350	400	500
	合計	2,750	2,800	2,400

表 6.3-7  $\alpha\beta\gamma$  の各圃場の作付面積（植栽面積 2,400ha）

	作付作物	作付面積 (ha)		
		$\alpha 100$	$\beta 100$	$\gamma 100$
1	冬アルファルファ	-	-	-
2	甜菜	100	100	-
3	小麦	200	300	400
4	大麦	100	100	100
5	そら豆	-	100	-
6	エン麦	-	50	50
7	カラスノエンドウ	-	50	50
8	ベルシーム	50	-	50
9	ばれいしょ	50	-	50
	冬作小計	500	700	700
10	夏アルファルファ	200	100	100
11	綿花	25	-	-
12	メイズ	25	-	-
13	ひまわり	25	-	-
14	ヒヨコ豆	25	-	-
	夏作小計	300	100	100
	合計	800	800	800

表 6.3-8 α β γ の作付方式 (8年輪作、植栽面積 2,400ha)

\* α 100パターン

年月		第1年目											
圃場		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1		甜菜											
2		小麦											
3		小麦											
4		大麦											
5		ベルシーム ばれいしよ											
6		夏アルファルファ											
7		夏アルファルファ											
8		綿花 メイズ・ひまわり ヒヨコ豆											

年月		第2年目											
圃場		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1		小麦											
2		小麦											
3		大麦											
4		ベルシーム ばれいしよ											
5		夏アルファルファ											
6		夏アルファルファ											
7		綿花 メイズ・ひまわり ヒヨコ豆											
8		甜菜											

年月		第3年目											
圃場		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1		小麦											
2		大麦											
3		ベルシーム ばれいしよ											
4		夏アルファルファ											
5		夏アルファルファ											
6		綿花 メイズ・ひまわり ヒヨコ豆											
7		甜菜											
8		小麦											

年月		第4年目											
圃場		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1		大麦											
2		ベルシーム ばれいしよ											
3		夏アルファルファ											
4		夏アルファルファ											
5		綿花 メイズ・ひまわり ヒヨコ豆											
6		甜菜											
7		小麦											
8		小麦											

年月		第5年目											
圃場		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1		ベルシーム ばれいしよ											
2		夏アルファルファ											
3		夏アルファルファ											
4		綿花 メイズ・ひまわり ヒヨコ豆											
5		甜菜											
6		小麦											
7		小麦											
8		大麦											

年月		第6年目											
圃場		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1		夏アルファルファ											
2		夏アルファルファ											
3		綿花 メイズ・ひまわり ヒヨコ豆											
4		甜菜											
5		小麦											
6		小麦											
7		大麦											
8		ベルシーム ばれいしよ											

年月		第7年目											
圃場		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1		夏アルファルファ											
2		綿花 メイズ・ひまわり ヒヨコ豆											
3		甜菜											
4		小麦											
5		小麦											
6		大麦											
7		ベルシーム ばれいしよ											
8		夏アルファルファ											

年月		第8年目											
圃場		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1		綿花 メイズ・ひまわり ヒヨコ豆											
2		甜菜											
3		小麦											
4		小麦											
5		大麦											
6		ベルシーム ばれいしよ											
7		夏アルファルファ											
8		夏アルファルファ											

\* β100パターン

年月	第1年目											
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1	甜菜											
2				小麦								
3				小麦								
4				小麦								
5				大麦								
6				そら豆								
7	エン麦・カラスノエンドウ											
8							夏アルファルファ					

年月	第5年目											
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1	大麦											
2	そら豆											
3	エン麦・カラスノエンドウ											
4										夏アルファルファ		
5	甜菜											
6	小麦											
7	小麦											
8	小麦											

年月	第2年目											
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1				小麦								
2				小麦								
3				小麦								
4				大麦								
5				そら豆								
6	エン麦・カラスノエンドウ											
7							夏アルファルファ					
8							甜菜					

年月	第6年目											
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1	そら豆											
2	エン麦・カラスノエンドウ											
3										夏アルファルファ		
4	甜菜											
5	小麦											
6	小麦											
7	小麦											
8	大麦											

年月	第3年目											
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1	小麦											
2	小麦											
3	大麦											
4	そら豆											
5	エン麦・カラスノエンドウ											
6										夏アルファルファ		
7	甜菜											
8	小麦											

年月	第7年目											
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1	エン麦・カラスノエンドウ											
2										夏アルファルファ		
3	甜菜											
4	小麦											
5	小麦											
6	小麦											
7	大麦											
8	そら豆											

年月	第4年目											
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1	小麦											
2	大麦											
3	そら豆											
4	エン麦・カラスノエンドウ											
5										夏アルファルファ		
6	甜菜											
7	小麦											
8	小麦											

年月	第8年目											
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1										夏アルファルファ		
2	甜菜											
3	小麦											
4	小麦											
5	小麦											
6	大麦											
7	そら豆											
8	エン麦・カラスノエンドウ											

イラク国南部ジャジーラ灌漑事業準備調査

\* γ100パターン

年月		第1年目													
圃場	10月	11月	12月	1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月											
				1				小麦							
2				小麦											
3				小麦											
4				小麦											
5				大麦											
6				エン麦・カラスノエンドウ											
7				ベルシーム ばれいしょ											
8							夏アルファルファ								

年月		第5年目													
圃場	10月	11月	12月	1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月											
				1				大麦							
2				エン麦・カラスノエンドウ											
3				ベルシーム ばれいしょ											
4							夏アルファルファ								
5				小麦											
6				小麦											
7				小麦											
8				小麦											

年月		第2年目													
圃場	10月	11月	12月	1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月											
				1				小麦							
2				小麦											
3				小麦											
4				大麦											
5				エン麦・カラスノエンドウ											
6				ベルシーム ばれいしょ											
7							夏アルファルファ								
8				小麦											

年月		第6年目													
圃場	10月	11月	12月	1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月											
				1				エン麦・カラスノエンドウ							
2				ベルシーム ばれいしょ											
3							夏アルファルファ								
4				小麦											
5				小麦											
6				小麦											
7				小麦											
8				大麦											

年月		第3年目													
圃場	10月	11月	12月	1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月											
				1				小麦							
2				小麦											
3				大麦											
4				エン麦・カラスノエンドウ											
5				ベルシーム ばれいしょ											
6							夏アルファルファ								
7				小麦											
8				小麦											

年月		第7年目													
圃場	10月	11月	12月	1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月											
				1				ベルシーム ばれいしょ							
2							夏アルファルファ								
3				小麦											
4				小麦											
5				小麦											
6				小麦											
7				大麦											
8				エン麦・カラスノエンドウ											

年月		第4年目													
圃場	10月	11月	12月	1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月											
				1				小麦							
2				大麦											
3				エン麦・カラスノエンドウ											
4				ベルシーム ばれいしょ											
5							夏アルファルファ								
6				小麦											
7				小麦											
8				小麦											

年月		第8年目													
圃場	10月	11月	12月	1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月											
				1							夏アルファルファ				
2				小麦											
3				小麦											
4				小麦											
5				小麦											
6				大麦											
7				エン麦・カラスノエンドウ											
8				ベルシーム ばれいしょ											



(2) 現況単収（天水単収）と計画単収（灌漑単収）

計画単収は、スイス F/S が示す計画単収を適用した。この単収の妥当性は、関係者からの聞き取りにより確認している。また、関係者からの聞き取りで、F/S 調査時点も、現時点も、天水に依存していることを確認している。さらに、サンプル農家調査でも同様の回答を得ている。単収が増加するような気象変化（降水量の増加や最高気温の低下）は発生していないので、現況単収には F/S 報告書の単収（0）を適用する。

スイス F/S の現況単収の妥当性を確認するために、統計資料（少なくとも最近 5 ヶ年の作物別収穫量）が必要となるが、現時点では入手できていない。

表 6.3-9 作物別単収（計画・現況）

	現況単収	計画単収	備考
	kg/ha	kg/ha	
1 冬アルファルファ	-	7,000	
2 甜菜	-	46,000	
3 小麦	-	5,600	
4 大麦	-	5,200	
5 そら豆	-	2,800	
6 エン麦	-	7,600	
7 カラスノエンドウ	-	7,600	
8 ベルシーム	-	8,400	
9 ばれいしょ	-	20,000	北部ジャージーラ実績の最小値
10 夏アルファルファ	-	7,000	
11 綿花	-	2,800	
12 メイズ	-	6,000	
13 ひまわり	-	2,400	
14 ヒヨコ豆	-	2,400	

(3) 輪作ブロックの作物別生産量

計画単収はスイス F/S の数値を適用した。スイス F/S に記載されていない作物は北部ジャージーラ地区の単収を適用した。これらの計画単収の妥当性については、PMT メンバーに確認している。北部ジャージーラ地区でも同様の単収を得ている農家があるので妥当であるという結論であった。なお、計画単収の達成には以下の条件が必要である。

- 用水管理者の水管理技術の習熟
- 農家の灌漑農業技術の習熟
- 肥料・農薬の投入
- 栽培管理技術（施肥・農薬散布の技術）の習得

スイス F/S では単収は徐々に増加し、事業完了から 20 年後に下表の数値に達するとしている。対象地域の大半の農家が、天水依存の粗放的な農業を展開していることを考慮し、上述の条件を満足し、計画単収を達成するには長期間が必要と考える。本計画では、事業着手前からパイロット農場で栽培管理・水管理の技術指導があるとして、事業着手後 10 年間で計画単収に達すると設定した。

輪作ブロックに作付率を乗じて、作物別生産量を算出し、表 6.3-10 に示す。

表 6.3-10 輪作ブロック（植栽面積 2,400ha）の作物別生産量

作物	計画単収 kg/ha	作付面積 (ha)			生産量 (ton/年)		
		ABC	XYZ	$\alpha \beta \gamma 100$	ABC	XYZ	$\alpha \beta \gamma 100$
1 冬アルファルファ	7,000	350	400	-	2,450	2,800	-
2 甜菜	46,000	550	100	200	25,300	4,600	9,200
3 小麦	5,600	700	1,000	900	3,920	5,600	5,040
4 大麦	5,200	400	500	300	2,080	2,600	1,560
5 そら豆	2,800	200	200	100	560	560	280
6 エン麦	7,600	25	100	100	190	760	760
7 カラスノエンドウ	7,600	25	100	100	190	760	760
8 ベルシーム	8,400	150	-	100	1,260	-	840
9 ばれいしょ	20,000	-	-	100	-	-	2,000
10 夏アルファルファ	7,000	300	300	400	2,100	2,100	2,800
11 綿花	2,800	37	50	25	103	140	70
12 メイズ	6,000	3	-	25	16	-	150
13 ひまわり	2,400	3	-	25	6	-	60
14 ヒヨコ豆	2,400	8	50	25	19	120	60

#### (4) 渇水年の作物別作付面積（植栽面積 2,400ha）

本計画は 80%降雨確率の渇水年に対応すべく策定されている。すなわち、5 年に 1 度の頻度で起こる渇水であっても、計画どおりの作付けが可能である。しかし、さらに厳しい渇水年には水資源の制約上、灌漑する面積を減らす必要がある。

作付け前に渇水を予測することは困難なので、作付け後の降雨量とダム貯水量の推移を観察し、灌漑面積を減らす必要があるか否かを推定する。想定を上回る渇水であると判断した場合、灌漑の中断は段階的に行うこととする。第 1 段階として、夏野菜（そら豆・メイズ・ひよこ豆）・工業作物（甜菜・綿花・ひまわり）への灌漑を中断する。第 2 段階として、畜産飼料（大麦・夏アルファルファ・エン麦・カラスノエンドウ・ベルシーム）への灌漑を中断する。さらに厳しい渇水年となった場合は、主食（小麦）へ灌漑する面積を減らす。

### 6.3.4 期別消費水量の算定手順

#### (1) 期別消費水量算出の基本式

スイス F/S ではペンマン法により期別消費水量を算出している。本調査では、①再現性が高いこと、②畑地であること、③信頼性が高いこと、等の理由から、FAO が推奨しているペンマン-モンティス法を適用して期別消費量を算出する。両手法は、関係作物蒸発散量 ( $ET_0$ ) の算出式が異なるが、 $ET_0 \cdot$  単位用水量 ( $I_n$ )  $\cdot$  有効雨量 ( $P_e$ )  $\cdot$  作物係数 ( $K_c$ ) の関係は同様である。関係を

表す基本式は以下に示すとおりである。

$$\begin{aligned} \text{In (単位用水量)} &= \text{ET}_{\text{crop}} - \text{Pe} \\ \text{ET}_{\text{crop}} (\text{作物蒸発散量}) &= \text{ET}_0 \times \text{Kc} \end{aligned}$$

ET<sub>0</sub> : 関係作物蒸発散量  
 Pe : 有効雨量  
 Kc : 作物係数

(2) 期別消費水量算出に適用した値

1) 関係作物蒸発散量 ET<sub>0</sub>

スイス F/S (ペンマン法) と CROPWAT 算出 (ペンマン-モンティス法) の関係作物蒸発散量 ET<sub>0</sub> を表 6.3-7 に示す。両手法の年合計の差は 5%程度である。他方、最大値は 15%ほど CROPWAT の ET<sub>0</sub> が大きく、発生時期は両手法とも 7 月である。

一般に、ペンマン法の ET<sub>0</sub> は、ペンマン-モンティス法の ET<sub>0</sub> より、大きくなると言われている。しかし、下表の比較では逆の結果になっている。この要因は気象データが異なるためと考えられる。

本調査では事業効果を過大に評価することを回避するため、(すなわち、安全側であることを重視して、)降雨量を 0 と設定した。風速は測定標高が未確認なのでスイス F/S のデータを適用した。なお、CROPWAT を用いた計算では Telafar 観測所の月別データを入力とした。

表 6.3-11 F/S 報告書の ET<sub>0</sub> と本調査の ET<sub>0</sub>

単位: mm/月

関係作物蒸発散量 (ET <sub>0</sub> )	計算	算出手法	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	計 mm/年
スイスF/S	F/S 報告書	ペンマン法	190.0	106.0	51.0	49.0	59.0	103.0	147.0	226.0	276.0	316.0	314.0	261.0	2,098.0
本調査	CROP WAT	ペンマン-モンティス法	168.0	79.8	45.6	39.7	56.3	104.8	163.5	260.1	335.1	365.8	341.3	259.2	2,219.1

注) 入力する気象データは異なる。スイスF/SはF/S時期収集であり、本調査は現時点収集である。

2) 作物係数 Kc

作物係数 Kc と成長段階別期間は、FAO の技術指針 No.56 (FAO Irrigation and Drainage Paper No.56) に準じ、適用地域・播種時期を考慮して設定した。各作物に適用した数値は表 6.3.-12 と表 6.3.-13 に示すとおりである。

表 6.3-12 作物の成長段階別期間（半旬数）

単位：半旬

	作物名	作付	P1	P2	P3	P4	出典
1	冬アルファルファ	36	1	4	2	2	スイスF/S、FAO No. 56（アルファルファ）×4回
2	甜菜	48	9	16	17	6	スイスF/S
3	小麦	41	6	8	17	10	スイスF/S
4	大麦	41	6	8	17	10	スイスF/S
5	ソラマメ	38	6	9	16	7	スイスF/S
6	エン麦	41	6	8	17	10	スイスF/S
7	カラスノエンドウ	41	6	8	17	10	スイスF/S
8	ベルシーム	39	2	3	27	7	スイスF/S、FAO No. 56（バミューダ）
9	ばれいしょ	26	5	6	9	6	北部ジャジーラ、FAO No. 56（ばれいしょ：乾燥地）
10	夏アルファルファ	36	1	4	2	2	スイスF/S、FAO No. 56（アルファルファ）×4回
11	綿花	33	5	9	10	9	スイスF/S
12	メイズ	23	4	7	7	5	スイスF/S
13	ひまわり	23	4	6	8	5	スイスF/S
14	ヒヨコ豆	15	3	4	6	2	スイスF/S

表 6.3-13 作物係数 Kc の初期値・終了値

	作物名	Kc初期	Kc中間	Kc終期	出典
1	冬アルファルファ	0.98	0.98	0.98	FAO No. 56（アルファルファ加重平均）
2	甜菜	0.35	1.20	1.00	FAO No. 56（甜菜、注5）
3	小麦	0.70	1.15	0.25	FAO No. 56（冬小麦非凍土）
4	大麦	0.30	1.15	0.25	FAO No. 56（大麦）
5	ソラマメ	0.40	1.10	0.30	FAO No. 56（レンズ豆）
6	エン麦	0.30	1.15	0.25	FAO No. 56（エン麦）
7	カラスノエンドウ	0.30	1.15	0.25	FAO No. 56（エン麦）
8	ベルシーム	0.40	1.15	1.10	FAO No. 56（ベルシーム個別）
9	ばれいしょ	0.50	1.15	0.75	FAO No. 56（ばれいしょ）
10	夏アルファルファ	0.98	0.98	0.98	FAO No. 56（アルファルファ加重平均）
11	綿花	0.35	1.20	0.70	FAO No. 56（綿花最大値）
12	メイズ	0.30	1.15	1.05	FAO No. 56（スイートコーン）
13	ひまわり	0.35	1.15	0.35	FAO No. 56（ひまわり、注9）
14	ヒヨコ豆	0.50	1.15	1.10	FAO No. 56（エンドウ豆 生食）

### 3) 有効雨量 Pe

スイス F/S が示す有効雨量 Pe と、本調査で適用した有効雨量 Pe を表 6.3-14 に示す。本調査で適用した平均降雨量は、Tel Afar 観測所の平均降雨量に、同 F/S が示す係数（0.91）を乗じて、対象地域の降雨に変換したものである。F/S 報告書の年平均降雨量（282.0mm/年）と本調査の年平均降雨量（272.3mm/年）は、ほぼ同じである。

他方、有効雨量 Pe は、渇水年を想定し、かつ、植物が利用可能な雨量なので、平均降雨量よりも小さな値となっている。本調査で適用した有効雨量は、対象地域の平均降雨量を CROPWAT に入力して算出した。

表 6.3-14 F/S 報告書と本調査の有効雨量 Pe (mm/月)

		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	計 mm/年
スイスF/S	平均降雨量	5.0	22.0	49.0	50.0	41.0	49.0	49.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	282.0
	有効降雨量Pe (80% 確率)	0.0	14.0	14.0	12.0	10.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.0
本調査	平均降雨量	10.9	22.8	46.6	54.2	44.5	52.3	25.7	13.6	0.8	0.2	0.0	0.7	272.3
	有効降雨量Pe (CROPWATで算出)	6.9	14.4	28.6	33.0	27.4	31.9	16.2	8.7	0.5	0.1	0.0	0.4	168.1

注) 本調査では、Tel Afar 観測所の降雨を対象地域の降雨に変換するためF/Sに示す係数(0.91)を乗じた。

### (3) 播種・定植作業期間を考慮した ETcrop の算出

本事業の営農計画は、100ha 圃場 (2,000m×500m) を 1 筆とする大規模輪作体系を想定する。したがって、各作業は順次実施することとなり、播種定植作業が長期 (開始から終了までに 6 半月~12 半月の期間) となる。このため、早期に播種定植した圃場と後期に播種定植した圃場では、生育段階の  $ET_0$  と Pe が異なり、純用水量 ( $I_n$ ) に影響する。

すなわち、下記のように播種定植時期別に半月別単位用水量を算出し、集計して全体の半月別単位用水量を算出する。

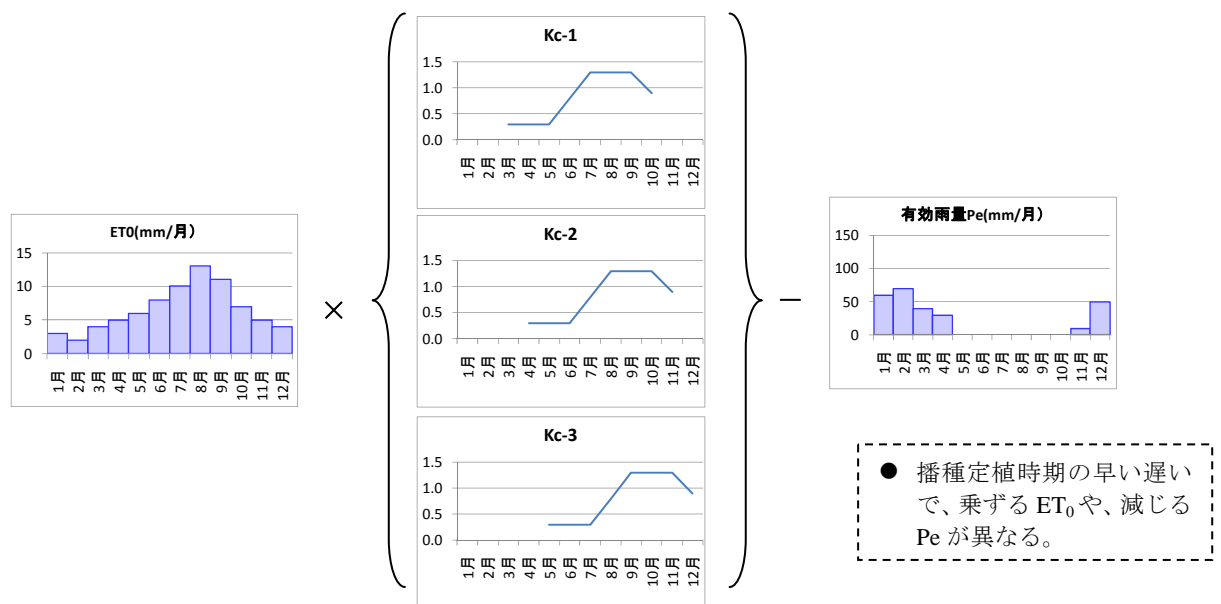


図 6.3-1 作物蒸発散量 (ET<sub>crop</sub>) の算出概念図

スイス F/S でも上記と同様の考え方を適用している。本調査の「作業を順次実施する期間」は、スイス F/S 報告書に示す「作業を順次実施する期間」を基礎として、期別の関係作物蒸発散量  $ET_0$  (表 6.3-11) を考慮して設定した。本調査の「作業を順次実施する期間」は、表 6.3-3 に示すとおりである。

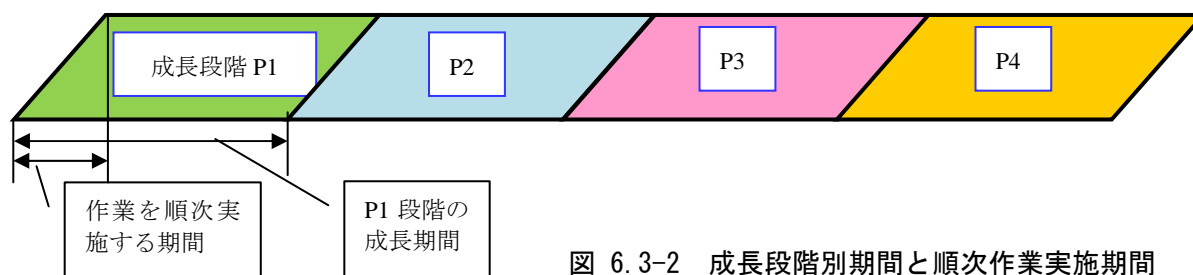


図 6.3-2 成長段階別期間と順次作業実施期間

(4) 灌漑効率の設定

スイス F/S 報告書には適用した灌漑効率が明記されていないが、他の諸元から逆算すると 0.64 が適用されたと推測される。これは、スプリンクラーを用いた場合 (0.68) と地表灌漑を用いた場合 (0.60) の平均値である。なお、これらの値は取水地点から末端までの灌漑ロスを考慮した値である。

本調査では、大型圃場での作業性と、水資源の有効活用を考慮して、大規模自走式スプリンクラーの適用を想定している。したがって、灌漑効率には 0.68 を適用する。ここで、論じる灌漑効率には、用水散布に伴う灌漑ロスだけでなく、用水が水源から圃場に搬送されるまでのロスも含まれている。算出過程は表 6.3-15 に示す。

表 6.3-15 適用する灌漑効率の算出過程

灌漑効率		備考	
水適用効率	$e_a$	0.80	スプリンクラーを想定
水路効率	$e_b$	0.95	ライニング水路を計画
搬送効率	$e_c$	0.90	ライニング水路を計画
総合効率	$e_p$	0.68	$= e_a \times e_b \times e_c$

6.3.5 CROPWAT を適用した期別の単位用水量

FAO が推奨する CROPWAT プログラムを用いて、期別の単位用水量を算出する。入力データと計算結果は以下のとおりである。

(1) 入力データ

$ET_0$  を算出のために入力する気象データは「6.3.2 関係作物蒸発散量 (可能蒸発散量) の算定」に示すとおりである。以下は入力データの再掲である。また、作物蒸発散量 ( $ET_{CROP}$ ) を算出するために入力する作物の成長段階別期間・作物係数  $K_c$  は表 6.3-12 と表 6.3-13 に、「作業を順次実施する期間」は表 6.3-5 に示した。

表 6.3-16 Tel Afar 観測所位置 (再掲)

国名	イラク	標高	400	m
観測所	Tel Afar	緯度	北緯	36.37 °C
		経度	東経	42.45 °C

表 6.3-17 Telafar 観測所の気象データ（再掲）

	最低気温	最高気温	湿度	風速	日照時間
	°C	°C	%	km/day	hours
1月	3.3	11.4	76.8	233.3	6.35
2月	4.3	13.3	69.7	250.6	9.99
3月	7.6	18.0	60.7	250.6	11.86
4月	12.6	24.6	54.6	250.6	15.30
5月	18.2	32.0	35.9	267.8	17.95
6月	24.1	38.4	24.0	293.8	21.04
7月	27.7	42.1	21.9	293.8	19.63
8月	27.3	41.6	22.8	293.8	17.89
9月	23.3	37.1	24.1	267.8	15.97
10月	17.0	29.9	37.3	241.9	11.02
11月	10.1	20.3	57.1	207.4	7.81
12月	5.0	13.6	75.2	250.6	5.77

(2) 有効雨量

モスルダムからの期別の取水量を算出するためには先述の有効降雨量（表 6.3-14）を適用する。他方、水利施設の施設規模（すなわち、導水路の設計流量）を決定するためには有効雨量を 0 と設定して期別消費水量を算出し、最大値を設計流量とする。

(3) 関係作物蒸発散量 (ET<sub>0</sub>) と作物蒸発散量 (ET<sub>CROP</sub>)

CROPWAT の計算結果である ET<sub>0</sub> は表 6.3-7 に示した。各作物の単位用水量は以下のとおりである。下表の用水量は圃場での必要水量である。したがって、灌漑効率を考慮すると、さらに大きな水量が必要となる。

表 6.3-18 月別作物別の単位用水量 (mm/月)

作物	mm/月												合計 mm/年
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
冬アルファルファ	165.1	80.7	45.1	39.4	55.7	35.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	141.3	562.7
甜菜	16.6	22.7	21.2	29.7	59.0	127.2	201.0	305.1	247.2	67.2	0.0	0.0	1,096.9
小麦	70.9	66.4	48.5	46.2	65.6	107.0	86.9	22.3	0.0	0.0	0.0	9.3	523.1
大麦	37.2	43.8	44.6	46.2	65.6	107.0	86.9	22.3	0.0	0.0	0.0	4.0	457.6
そら豆	37.7	41.2	41.6	44.2	63.0	104.6	58.5	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	391.9
エン麦	19.1	30.6	37.7	45.4	65.8	116.0	118.2	51.2	0.9	0.0	0.0	0.0	484.9
カラスノエンドウ	19.1	30.6	37.7	45.4	65.8	116.0	118.2	51.2	0.9	0.0	0.0	0.0	484.9
ベルシーム	11.1	59.5	53.0	46.4	66.0	123.4	186.5	99.1	0.0	0.0	0.0	0.0	645.0
ばれいしょ	0.0	0.0	0.0	8.5	36.4	110.4	189.0	204.1	49.6	0.0	0.0	0.0	598.0
夏アルファルファ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.3	164.3	260.8	337.2	369.4	336.0	84.5	1,619.5
綿花	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	66.6	216.6	386.4	434.2	309.1	94.3	1,523.0
メイズ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	74.5	238.7	373.3	245.6	43.4	0.0	986.6
ひまわり	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9	83.7	251.4	344.0	188.9	21.6	0.0	902.5
ヒヨコ豆	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.8	113.6	247.1	165.0	13.8	0.0	0.0	559.3
ET0	168.0	79.8	45.6	39.7	56.3	104.8	163.5	260.1	335.1	365.8	341.3	259.2	2,219.1

### 6.3.6 散水強度の調整による圃場下層の石膏層対策

対象地域の圃場の下層には石膏層があることがわかっている。1回の灌漑で多く用水を散水すると、土中に浸透した水分が石膏層に達し、石膏層を融解して、圃場の不等沈下の原因となる。そこで、以下の2つの対策で対応する。

- ① 石膏層までの土壌が深い圃場のみを灌漑対象とする。
- ② 土壌の保水力に見合った灌漑計画（散水強度と間断日数）を策定する。

上記の①については、「6.1. 灌漑対象面積」で50cm以上の土壌深の圃場を灌漑対象として選定した。②については、1回の灌漑水量を、蒸発散により全て消費される量に限定し、土中に浸透した水分が石膏層に到達しないようにする。すなわち、少量の灌漑用水を短い間断日数で散水する方式である。なお、土壌の保水力は予め計測しておく必要があり、パイロット圃場での計測項目とすることを推奨する。

## 6.4 シナリオ別灌漑農業計画

CROPWAT で算出した「月別作物別の単位用水量」に作付面積を乗じて、期別消費水量を算出し、年総消費水量（年総取水量）と期別最大消費水量（設計流量）を算出する。結果は、灌漑する面積によって異なる。本調査では面積別に4つのシナリオを想定し、期別消費水量を算出する。

なお、年総消費水量（年総取水量）は月別降雨データを基礎とした有効雨量をCROPWATに入力して求めた期別消費水量の合計値とした。他方、期別最大消費水量（設計流量）は有効雨量0をCROPWATに入力して求めた期別消費水量の最大値とした。

### 6.4.1 灌漑面積

本調査で検討する4つのシナリオの面積は以下のとおりである。シナリオ-0はスイスF/S報告書が対象とした全域を灌漑対象とする。シナリオ-1は受益西端の台地（ポンプ圧送が必要な地区）を除いた場合である。シナリオ-2およびシナリオ-3は、さらに灌漑面積を縮小し、水資源利用の制約が厳しくなった状況を想定している。

表 6.4-1 本調査で検討するシナリオ別の灌漑面積 (ha)

	シナリオ-0	シナリオ-1	シナリオ-2	シナリオ-3
灌漑対象面積	148,600	119,000	86,800	59,500

### 6.4.2 期別消費水量と年間総消費水量：有効雨量を考慮した場合の消費水量

各作物の作付面積の構成割合は「表 6.3-4 輪作ブロック」と同様として、作付パターンαβγ100、作物別単位用水量、灌漑対象面積、および灌漑効率0.68を適用すると、シナリオ別の期別消費水量は以下のとおりとなる。ここで示す消費水量がモスルダムへの依存量（取水量）となる。



(1) シナリオ-0 の場合：灌漑面積 148,600ha

灌漑面積のもっとも広いシナリオ-0 の場合には年間総取水量は 1,390 百万 m<sup>3</sup>/年となり、灌漑面積の減少に比例して、年間総取水量は減少する。7 月～8 月に関係作物蒸発散量 ETO が、もっとも大きくなるが、作付面積が少ないので期別消費水量は比較的少ない。

表 6.4-2 (a) シナリオ-0 の年間総取水量 (BCM/年)：有効雨量を考慮した月別消費水量

灌漑面積=148,600													
シナリオ-0	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	年間総取水量
期別消費水量 (百万m <sup>3</sup> /月)	73	62	26	20	63	156	228	223	201	167	131	41	1,390

(2) シナリオ-1 の場合：灌漑面積 119,000ha

対象地域の西端台地(ポンプ圧送地区)を除いた場合がシナリオ-1 である。年間総取水量は 1,113 百万 m<sup>3</sup>/年となる。

表 6.4-2 (b) シナリオ-1 の年間総取水量 (BCM/年)：有効雨量を考慮した月別消費水量

灌漑面積=119,000													
シナリオ-1	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	年間総取水量
期別消費水量 (百万m <sup>3</sup> /月)	58	50	21	16	50	125	182	179	161	134	105	33	1,113

(3) シナリオ-2 の場合：灌漑面積 86,800ha

導水路の到達点(幹線水路への接続点)から、遠距離の地区を除外した場合がシナリオ-2 である。年間総取水量は 812 百万 m<sup>3</sup>/年となる。

表 6.4-2 (c) シナリオ-2 の年間総取水量 (BCM/年)：有効雨量を考慮した月別消費水量

灌漑面積=86,800													
シナリオ-2	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	年間総取水量
期別消費水量 (百万m <sup>3</sup> /月)	42	36	15	12	37	91	133	130	117	97	76	24	812

(4) シナリオ-3 の場合：灌漑面積 59,500ha

灌漑面積をさらに小さくした場合がシナリオ-3 で、年間総取水量は 557 百万 m<sup>3</sup>/年となる。

表 6.4-2 (d) シナリオ-3 の年間総取水量 (BCM/年)：有効雨量を考慮した月別消費水量

灌漑面積=59,500													
シナリオ-3	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	年間総取水量
期別消費水量 (百万m <sup>3</sup> /月)	29	25	10	8	25	62	91	89	80	67	52	17	557

6.4.3 最大流量：有効雨量を0とした場合の期別消費水量の最大値

有効雨量を0として期別消費水量の最大値を算出して設計流量とする。有効雨量を見込むには、土壌保水力と日降雨量を入力とする日単位の計算を行い妥当性を確認する必要がある。

(1) シナリオ-0の場合：灌漑面積 148,600ha

月別流量の最大値は 100.4m<sup>3</sup>/sec となるので、設計流量を 100 m<sup>3</sup>/sec と設定する。関係作物蒸発散量 ET<sub>0</sub> が小さい冬期に作付が集中し、作付後期の4月に月別流量が最大となっている。

表 6.4-3 (a) 設計流量 (m<sup>3</sup>/sec)：有効雨量を0としたときの月別最大流量

灌漑面積=148,600													
シナリオ-0	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	最大流量
期別流量 (m <sup>3</sup> /sec)	30.6	32.9	27.5	28.2	42.2	84.0	100.4	90.1	77.7	64.4	50.5	16.1	100.4

(2) シナリオ-1の場合：灌漑面積 119,000ha

月別流量の最大値は 80.4m<sup>3</sup>/sec となるので、設計流量を 80m<sup>3</sup>/sec と設定する。

表 6.4-3 (b) 設計流量 (m<sup>3</sup>/sec)：有効雨量を0としたときの月別最大流量

灌漑面積=119,000													
シナリオ-1	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	最大流量
期別流量 (m <sup>3</sup> /sec)	24.5	26.3	22.0	22.6	33.8	67.3	80.4	72.2	62.2	51.6	40.4	12.9	80.4

(3) シナリオ-2の場合：灌漑面積 86,800ha

月別流量の最大値は 58.6m<sup>3</sup>/sec となるので、設計流量を 60m<sup>3</sup>/sec と設定する。

表 6.4-3 (c) 設計流量 (m<sup>3</sup>/sec)：有効雨量を0としたときの月別最大流量

灌漑面積=86,800													
シナリオ-2	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	最大流量
期別流量 (m <sup>3</sup> /sec)	17.9	19.2	16.1	16.5	24.7	49.1	58.6	52.7	45.4	37.6	29.5	9.4	58.6

(4) シナリオ-3の場合：灌漑面積 59,500ha

月別流量の最大値は 40.2m<sup>3</sup>/sec となるので、設計流量を 40m<sup>3</sup>/sec と設定する。

表 6.4-3 (d) 設計流量 (m<sup>3</sup>/sec)：有効雨量を0としたときの月別最大流量

灌漑面積=59,500													
シナリオ-3	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	最大流量
期別流量 (m <sup>3</sup> /sec)	12.2	13.2	11.0	11.3	16.9	33.6	40.2	36.1	31.1	25.8	20.2	6.4	40.2

## 6.5 対象地域の畜産への貢献

### (1) 灌漑事業の効果

南部ジャジーラ地区は畜産の盛んな地域である。現在は、天水依存の大麦と、小麦収穫後の残渣を飼料としている。

本プロジェクトは灌漑事業なので、対象地域の畜産振興に、以下の点で貢献する。

- ① 家畜飼料の増産
- ② 家畜用水の供給
- ③ 家畜飼料の安定供給

上記の①については、他の作物と同様に総生産額を事業効果として計上している。②については水源転換（塩分を含む地下水から塩分の少ない河川水に変わる）だけで利用水量に変化がなく、水質の違いを効果として計上することは困難である。③については算定方法が確立していない。

### (2) 家畜飼料の安定供給にかかる効果

以下に家畜飼料の安定供給にかかる効果を定性的に説明する

#### 1) 飼料の輸送コストの低減

天水依存なので、渇水年には作物の収穫量が減少し、飼料作物が不足する。現状で、畜産農家が不足分を他地区から購入していると仮定すると、事業完了後は安定的に地区内から購入できるため輸送コストが削減することとなる。

#### 2) 経営規模の拡大

飼料の安定供給により、畜産農家は計画的に家畜頭数を制御できる。すなわち、飼料の供給量に見合った頭数まで経営規模を拡大することが可能であり、渇水年に低価格で家畜の売らなくなる。家畜農家の所得増加と安定に貢献する効果がある。

#### 3) 大型家畜の導入の可能性

飼料と用水の安定供給により、収益性は高いが管理が難しい大型家畜の導入に貢献できる。例えば、山羊・羊から肉牛・乳牛への転換により、所得向上が可能となる。

## 第7章 導水路の概略設計

### 7.1 水路システムの概要

導水路は、チグリス川に建設されたモスルダムを水源とし、ダムの南西部約 60km 離れた南部ジャジーラ地区へ、必要灌漑用水量を流送する水路システムである。

南部ジャジーラ地区への取水設備は、別途事業（Mosul Scheme 4 of the Mosul Dam Project）により、以下のとおり計画されており、本計画の基本条件とする。

- ① 取水設備範囲：ダム取水工～取水トンネル～ポンプ設備/バイパス管路～トランシジョン
- ② 導水路引継水位：WL.310.00m

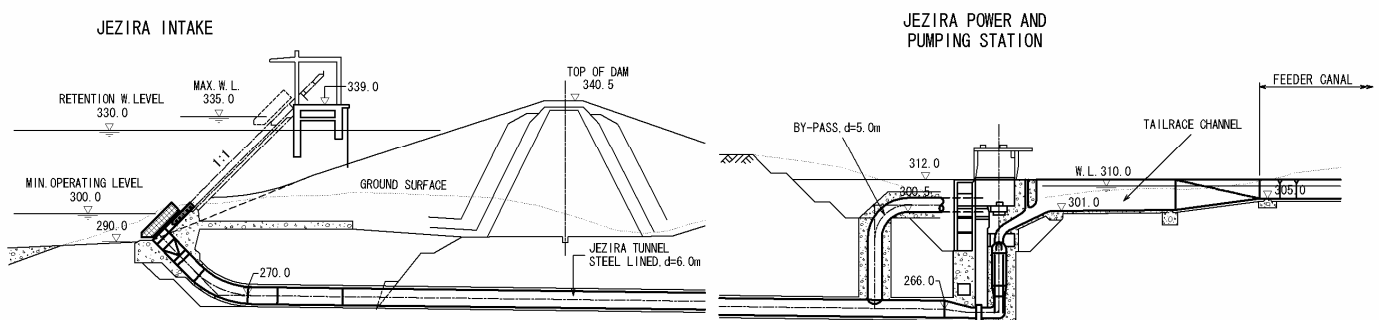


図 7.1-1 取水設備概要図

本導水路の水路システムは、下記の理由により、供給主導型水管理方式による上流水位制御方式の水路システムとする。

- ① 流送を目的とした大容量の長大な開水路である。
- ② 導水路引継水位をダム側で管理制御される。
- ③ ダム水資源量が厳しい。

### 7.2 設計流量

導水路の設計流量は、以下の算式により求められ、シナリオ毎の導水路設計流量は表 7.2-1 に示すとおりである。

$$\text{設計流量(m}^3\text{/s)} = \text{計画最大消費水量(m}^3\text{/sec/ha)} \div \text{灌漑効率} \times \text{灌漑面積(ha)}$$

表 7.2-1 シナリオ毎の導水路設計流量

シナリオ	単位要水量 (m <sup>3</sup> /sec/ha)	灌漑効率	灌漑面積 (ha)	設計流量 (m <sup>3</sup> /s)
0	0.0004594	0.68	148,600	100
1			119,000	80
2			86,800	60

### 7.3 導水路送水方式

#### 7.3.1 比較案の選定

南部ジャジーラ地区への導水路送水方式について、スイス F/S (1984) およびイラク D/D レポート (1991) を基本に、最適な導水路送水方式の検討を行う。比較案選定に当たっての留意点は、以下のとおりである。

- ① 本地区の水源は、モスルダムで、引継水位は WL.310.00m である。
- ② 地形的な条件として、モスルダムより概ね EL.300.00～320.00m の台地が広がり、受益地北部に EL.550.00m を超える Mt. Jabel Shekh Ibrahim が位置することが挙げられる。
- ③ 受益地の標高は、概ね EL.220.00～320.00m と標高差がある。
- ④ 受益地北部の分水点必要水位は、WL.297.50m 程度である。

導水路約 37km 地点から受益地上流部の分水地点までの送水方式として、トンネル案、ポンプ案の 2 案を選定する。

比較案 1 : トンネル案

比較案 2 : ポンプ案

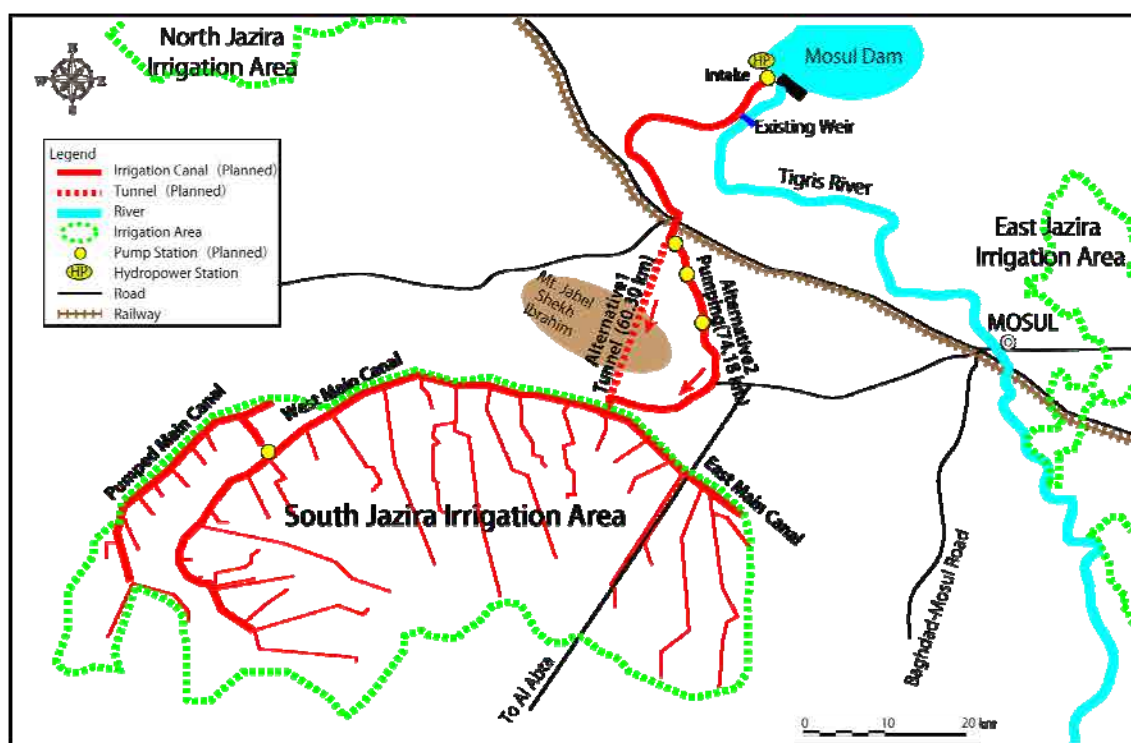
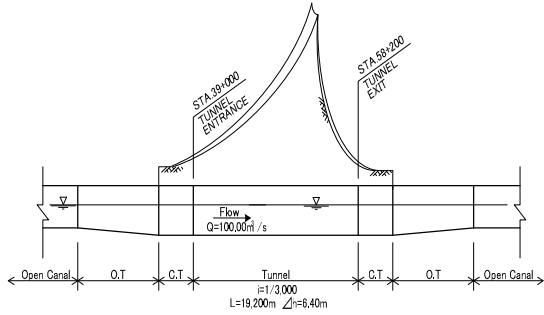
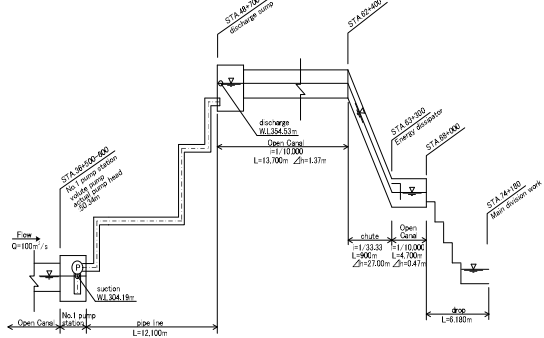


図 7.3-1 導水路送水方式比較案概要図

#### 7.3.2 導水路送水方式の決定

選定された比較案による比較検討表を表 7.3-1 に示す。比較検討結果より、経済性（イニシャルコスト、ランニングコスト）、維持管理性に優れたトンネル案を導水路送水方式として決定する。

表 7.3-1 導水路送水方式の比較検討表

項目	トンネル案	ポンプ案
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>工種配置は、平坦部を開水路工、山岳部をトンネル工とする。</li> <li>最短距離にて、受益地上流の分水地点に到達する路線配置とする。</li> <li>設計流量：<math>Q=100\text{m}^3/\text{sec}</math></li> <li>トンネル諸元 無圧トンネル：標準馬蹄形（2R馬蹄形）<math>2R=7.90\text{m}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>山岳部を迂回し、台地部をポンプ揚水にて受益地上流の分水地点まで導水する案。</li> <li>設計流量：<math>Q=100\text{m}^3/\text{sec}</math></li> <li>ポンプ諸元（高揚程ポンプ） 型式：渦巻ポンプ 実揚程：68m 台数：11台（内1台予備ポンプ） 流量：<math>10\text{m}^3/\text{sec}/\text{台}</math> 口径：<math>\phi 1,900\text{mm} \times \phi 1,500\text{mm}</math> 出力：9,200kw/台</li> </ul>
導水路工種配置 模式図		
容易性	<ul style="list-style-type: none"> <li>容易</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>困難</li> </ul>
維持管理性 評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>基本的にメンテナンスフリー。</li> <li>点検・補修もポンプ案に比べて容易である。</li> <li>水位制御することで、流量を比較的容易に制御することが可能である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電気・機械の技術者配置が必要で維持管理性に劣る。</li> <li>ポンプの消耗部品点数が多い。</li> <li>ポンプの急起動・急停止に伴い、圧送管路の安全性に劣る。</li> <li>流量を制御するためには、水位及びポンプ台数・回転数制御等が必要で、水管理はトンネル案に比べ劣る。</li> </ul>
経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプ案に比べて安価となり、経済性に優れる。</li> </ul> <p>建設費：333 Billion ID（約 233 億円） 安価 (1.00)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>イニシャルコストにおいても、トンネル案より高価で、更に、動力費が発生する。</li> </ul> <p>建設費：465 Billion ID（約 326 億円） 高価 (1.40)</p>
環境社会配慮	<ul style="list-style-type: none"> <li>導水路敷設のため土地収用が必要となるが、収用面積は約 900ha とポンプ案より小さい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>導水路敷設のため土地収用面積が約 1,200ha となり、環境への負の影響がトンネル案より大きい。</li> </ul>
判定	◎	△

## 7.4 導水路の路線検討

### 7.4.1 路線検討方針

導水路の路線配置は、スイス F/S およびイラク D/D レポートの検討結果を基本に、衛星画像による道路、集落等の最新情報を加味し、水理的な安定が確保できる路線線形を決定する。水理的な安定を図るために、導水路中心線設定は以下のルールによる。

- ① 最小曲線半径：路線中心線の曲線半径 ( $R$ ) は水路上幅 (水面幅) の 10 倍以上とする。
- ② 最大湾曲度：湾曲度 ( $\theta$ ) は  $60^\circ$  以下とする。
- ③ 曲線が反曲線となる場合の線形：曲線が反曲線となる場合は、曲線の連続を避け、 $6B$  以上の直線を挿入する。

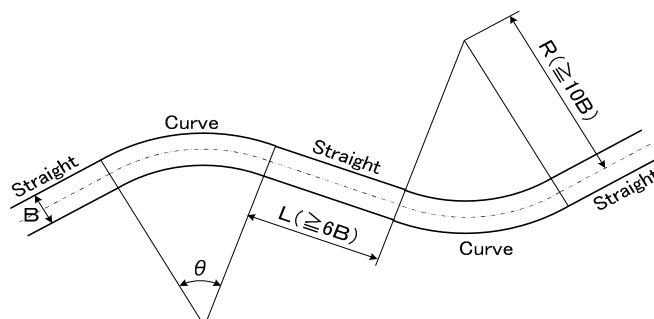


図 7.4-1 設計中心線設定説明図

### 7.4.2 開水路区間

開水路区間の路線は、基本方針に基づき、最新の地形、開発状況を勘案し決定する。導水路路線を変更した箇所は別添図面集に示すとおりで、変更理由は表 7.4-1 のとおりである。

表 7.4-1 導水路路線検討結果

検討案	検討位置	変更理由	参照
ALT 1	1km 付近	曲線間の直線延長 (6B 以上) を確保する。	G-A-2-3/10
ALT 2	3km 付近	既設道路横断を回避する。	G-A-2-3/10
ALT 3	4.5km 付近	曲線半径 (10B 以上)、湾曲度 ( $60^\circ$ 以下) とする。	G-A-2-4/10
ALT 4	6km 付近	曲線半径 (10B 以上)、湾曲度 ( $60^\circ$ 以下) とする。	G-A-2-4/10
ALT 5	8km 付近	曲線半径 (10B 以上)、湾曲度 ( $60^\circ$ 以下) とする。	G-A-2-5/10
ALT 6	9km 付近	曲線間の直線延長 (6B 以上) を確保する。	G-A-2-5/10
ALT 7	11km 付近	既設道路との縦断的近接 (約 0.7km 区間) を避ける。	G-A-2-5/10
ALT 8	19km 付近	集落との近接 (約 0.4km 区間) を避ける。	G-A-2-6/10
ALT 9	24km 付近	湾曲度 ( $60^\circ$ 以下) とする。	G-A-2-7/10
ALT 10	31~33km 付近	集落との近接を避ける。	G-A-2-8/10
ALT 11	33~37km 付近	集落、ハイウエーランプを避け、西側に迂回させる。	G-A-2-9/10
ALT 12	37~39km 付近	ワジとの縦断的近接 (約 2.5km 区間) を避ける。	G-A-2-10/10

### 7.4.3 トンネル案

トンネルの平面線形は、以下の項目に留意し、できる限り最短距離にて受益地上流部（MAIN DIVISION WORK）に配置するものとする。

- ① 地形・地質等の地山条件、施工性より直線を基本とする。
- ② 地山斜面の崩落およびトンネルへの偏圧作用を防止するため、地すべり地域および山腹斜面と平行に通すことは避け、地圧が小さく地質状況も安定している地山の心部を直角に近い角度に配置する。
- ③ トンネル坑口位置は、地圧が最も不安定なところであるため、地すべり崩土、崖錐を避け、降雨の影響を受けやすい沢を避けた位置とする。
- ④ 坑口付近の騒音・振動が集落に悪影響を与えない位置を選定する。

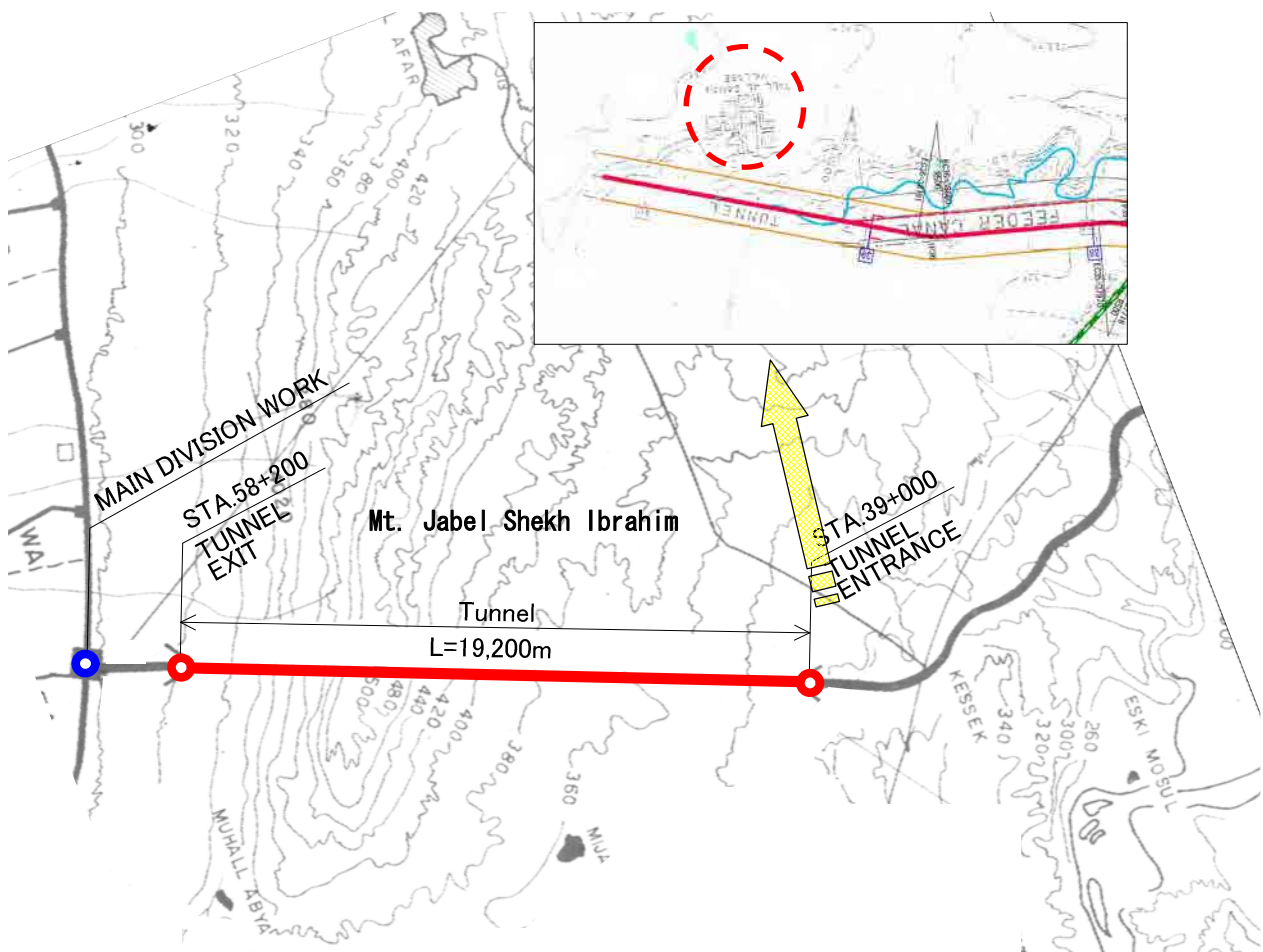


図 7.4-2 トンネル路線配置図





## 7.5 導水路設計計画

### 7.5.1 開水路

#### (1) 開水路断面の検討

開水路断面は、等流水路断面で、開水路区間の平均地盤高により掘削量およびライニング長が最小となる台形断面として経済的な断面を決定する。

1) 使用公式 : マニング公式を基本とする。

$$Q = A \times V$$

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad : \quad \text{マニング公式}$$

ここに、 Q : 流量 (m<sup>3</sup>/sec)

A : 通水断面積 (m<sup>2</sup>)

V : 平均流速 (m/sec)

n : 粗度係数 n=0.015 (コンクリートライニング)

R : 径深 (m) R=通水断面積(A)/潤辺(P)

I : 水路底勾配

P : 潤辺 (m)

2) 水路余裕高 : 水路余裕高は、粗度係数の変動、流速水頭による水面上昇、水面動揺による次式の余裕高 (Fb) によるほか、水路が遭遇する不測の事態に対処する目的に余裕高を含んだ断面での通水可能量と設計流量との比を 1.2 倍以上確保する。

$$Fb = 0.05 \times d + 0.5 \times hv + hw$$

ここに、 Fb : 余裕高 (m)

d : 設計流量に対する水深 (m)

hv : 速度水頭 (m)  $hv = V^2 / 2g$

hw : 水面動揺に対する余裕

以上より、各シナリオ別の開水路断面諸元を以下のとおりとする。

表 7.5-1 開水路断面諸元

水路諸元	シナリオ 0	シナリオ 1	シナリオ 2
水路底幅 B (m)	5.00	4.00	4.00
設計水深 d (m)	5.51	5.22	4.58
水路余裕高 Fb (m)	0.49	0.48	0.42
水路壁高 H (m)	6.00	5.70	5.00

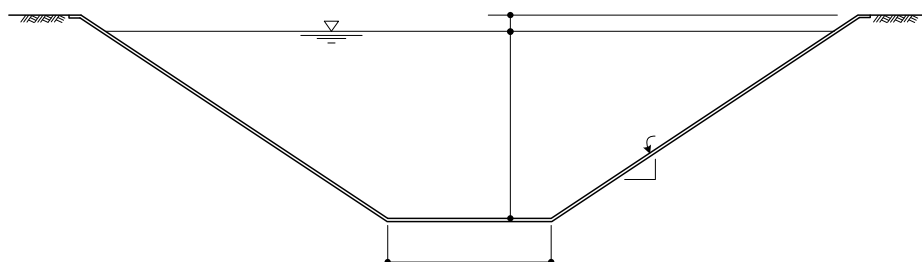


表 7.5-2 開水路断面算定表

Scenario 0 (Q= 100 m<sup>3</sup>/s)

I	n	m
0.0001	0.015	1.5

B (m)	d (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	v (m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Fr	Fb (m)	H (m)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Qmax/Q (%)	V (m <sup>3</sup> )	L (m)
4.00	5.771	73.041	24.808	2.944	1.369	100.029	0.182	0.486	6.30	121.949	121.9	84.735	26.715
4.50	5.639	73.073	24.832	2.943	1.369	100.038	0.184	0.480	6.20	123.505	123.5	85.560	26.854
5.00	5.511	73.112	24.870	2.940	1.368	100.023	0.186	0.473	6.00	120.436	120.4	84.000	26.633
5.50	5.388	73.180	24.927	2.936	1.367	100.027	0.188	0.467	5.90	121.606	121.6	84.665	26.773
6.00	5.269	73.258	24.998	2.931	1.365	100.015	0.190	0.461	5.80	122.608	122.6	85.260	26.912

Scenario 1 (Q= 80 m<sup>3</sup>/s)

I	n	m
0.0001	0.015	1.5

B (m)	d (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	v (m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Fr	Fb (m)	H (m)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Qmax/Q (%)	V (m <sup>3</sup> )	L (m)
3.00	5.495	61.778	22.813	2.708	1.295	80.016	0.177	0.468	6.00	98.125	122.7	72.000	24.633
3.50	5.356	61.776	22.811	2.708	1.295	80.016	0.179	0.461	5.90	99.722	124.7	72.865	24.773
4.00	5.222	61.792	22.828	2.707	1.295	80.011	0.181	0.454	5.70	97.287	121.6	71.535	24.552
4.50	5.093	61.826	22.863	2.704	1.294	80.004	0.183	0.447	5.60	98.517	123.1	72.240	24.691
5.00	4.970	61.901	22.920	2.701	1.293	80.033	0.185	0.441	5.50	99.590	124.5	72.875	24.831

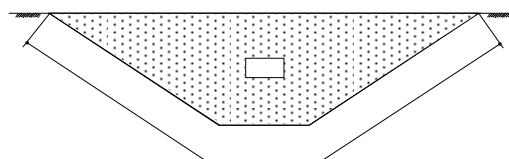
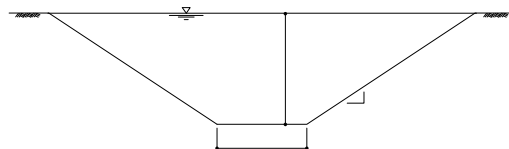
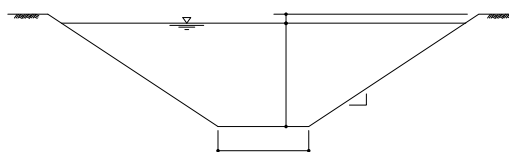
Scenario 2 (Q= 60 m<sup>3</sup>/s)

I	n	m
0.0001	0.015	1.5

B (m)	d (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	v (m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Fr	Fb (m)	H (m)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Qmax/Q (%)	V (m <sup>3</sup> )	L (m)
3.00	4.847	49.781	20.476	2.431	1.205	60.005	0.175	0.429	5.30	73.622	122.7	58.035	22.109
3.50	4.712	49.796	20.489	2.430	1.205	60.009	0.177	0.423	5.20	74.847	124.7	58.760	22.249
4.00	4.583	49.838	20.524	2.428	1.204	60.025	0.180	0.416	5.00	72.673	121.1	57.500	22.028
4.50	4.459	49.890	20.577	2.425	1.203	60.025	0.182	0.410	4.90	73.557	122.6	58.065	22.167
5.00	4.340	49.953	20.648	2.419	1.201	60.016	0.184	0.404	4.80	74.294	123.8	58.560	22.307

$Q = A \cdot v$   
 $v = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$  : Manning's formula  
 $Fr = v / \sqrt{g \cdot d}$   
 $Fb = 0.05 \cdot d + 0.5 \cdot v^2 / (2g) + 0.15$

- where,
- Q : Discharge (m<sup>3</sup>/sec)
  - v : Mean velocity (m/sec)
  - I : Hydraulic gradient (canal bed slope)
  - R : Hydraulic radius (m) R = A / P
  - n : Coefficient of roughness
  - A : Cross-section area (m) A = (B + d · m) · d
  - P : Watted perimeter (m)
  - B : Canal bed width (m)
  - d : Water depth (m)
  - Fr : Froude number
  - Fb : Freeboard (m)
  - Qmax : Maximum capacity of canal (m<sup>3</sup>/sec)
  - g : Acceleration of gravity (=9.8m/sec<sup>2</sup>)



【参考：管水路（パイプライン）構造の検討】

本導水路のような大容量水路断面は、用地等の制約条件が特に無い場合には、台形断面水路が一般的である。本項では、水資源が厳しいことを踏まえて、搬送ロス（蒸発散量）の低減を目的とした管水路（パイプライン）構造について、適用の可能性について検討を行う。

〈検討条件〉

- 設計流量： シナリオ 0 ⇒  $Q=100\text{m}^3/\text{s} \times (1-\alpha)$   
 $\alpha$ ：蒸発散量の低減分
- 水路底勾配：  $I=1/10,000$
- 管種・管径： 鋼管・ $\phi 3,500\text{mm}$

① 蒸発散量の低減量の概算

導水路部での蒸発散量の観測値が無いことより、近傍の観測地（Telafer）での蒸発散量観測値から導水路で想定される蒸発散量を概算する。

尚、導水路水面積は、 $A=\text{約 } 21.5\text{m(水面幅)} \times \text{約 } 39\text{km(開水路延長)} = \text{約 } 840,000\text{m}^2$  とする。

表 7.5-3 蒸発散量の月別観測結果

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual total
月別蒸発散量 (mm/月)	48.9	67.1	124.9	185.4	355.8	520.2	599.5	588.1	456.0	279.5	124.8	56.6	3,406.8
①導水路蒸発散量 (千 m <sup>3</sup> /月)	41.1	56.4	104.9	155.7	298.9	437.0	503.6	494.0	383.0	234.8	104.8	47.5	2,861.7
②月別消費水量 (百 m <sup>3</sup> /月)	91	131	228	258	173	110	73	50	66	123	113	95	1,512
① / ②×100 (%)	0.05	0.04	0.05	0.06	0.17	0.40	0.69	0.99	0.58	0.19	0.09	0.05	0.19

② 蒸発散量の低減を考慮した設計流量

導水路からの蒸発散量は、期別の消費水量に対して年間で 0.19%、最大で 0.99% で、設計流量が決定される 4 月で 0.06% と、非常に小さく蒸発散量低減による施設規模の影響は無いものとする。よって、蒸発散量の低減分の補正係数  $\alpha$  は 0.0 とする。

$$\therefore Q = 100\text{m}^3/\text{s} \times (1-0.0) = 100\text{m}^3/\text{s}$$

③ 管水路断面の検討

管水路断面は、Hazen-Williams 公式により導水路始点部エネルギー標高とトンネル始点部でのエネルギー標高の差を利用可能水頭として設計流量 (100m<sup>3</sup>/s) を流下し得る断面として決定する。尚、管水路は  $\phi 3,500\text{mm}$  の鋼管を仮定する。

使用公式：  $V=0.849 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54}$  …… Hazen-Williams 公式

- ここに、  $V$ ：平均流速 (m/s)
- $C$ ：流速係数 ( $C=130$ )
- $R$ ：径深 ( $R=D/4=3.50/4=0.875\text{m}$ )
- $I$ ：動水勾配

利用可能水頭：  $E_n = 310.00 - 304.11 = 5.887 \text{ m}$

- ・ 導水路始点部エネルギー標高  $E_{nL1}=310.000\text{m}$
- ・ トンネル始点部エネルギー標高  $E_{nL2}=304.113\text{m}$

今、摩擦損失以外のその他損失として、摩擦損失の 10%見込むとすれば、導水勾配 I は、以下のとおりとなる。

$$E_n = I \times L \times 1.10 \quad (L : \text{管路延長 } L=39,000\text{m})$$

$$\therefore I = 5.887 / 39,000 / 1.10 = 1/7,287$$

以上より、設計流量( $Q=100\text{m}^3/\text{s}$ )を流し得る鋼管  $\phi 3,500\text{mm}$  の必要本数は 13 本となる。

$$V=0.833 \text{ m/s}$$

$$1 \text{ 本あたり流量 } Q=8.014 \text{ m}^3/\text{s}$$

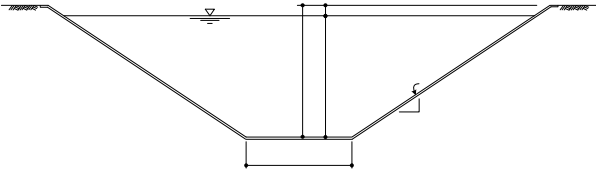
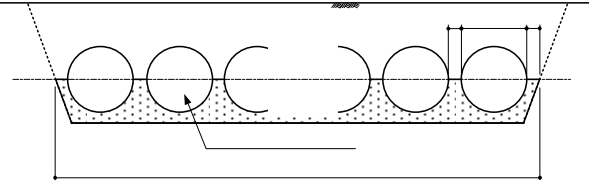
$$\text{必要本数 } n=100/8.014=12.5 \Rightarrow 13 \text{ 本}$$

④ 比較検討結果

開水路断面と管水路断面による経済比較検討結果を表 7.5-3 に示す。検討結果より、管水路断面の場合、 $\phi 3,500\text{mm} \times 13$  本と現実的な施設規模でなく、経済的にも開水路断面に大きく劣る結果となる。

よって、導水路の断面は、搬送ロスの低減効果も僅かであることから開水路断面とする。

表 7.5-4 開水路断面と管水路断面の比較検討

	開水路断面	管水路断面
略 図		
経済性	建設費：152 Billion ID (約 106 億円) 安 価 (1.00)	建設費：1,322 Billion ID (約 927 億円) 高 価 (8.70)

注：概算工事費算出の範囲は、トンネル始点までの  $L=39\text{km}$  区間とする。

## (2) 開水路工の概略施工計画

開水路工の路線配置は、集落密集地を迂回した平野部を主体とするが、比較的起伏の激しい凹凸波状地への配置となる。そのため、開水路工事に当たっては、大規模な切・盛土工事を伴う。本項では、開水路工事の施工方法・工程計画等を概略決定する。

### 1) 施工方法

#### ① 掘削工法

路線沿いの掘削土は、一部軟岩掘削を伴うが土砂類を主体とし、大規模掘削により周辺に与える影響は、小さいものと判断される。よって、掘削工法は一般的な「素掘り工法」とする。

本掘削は、水路天端面を施工基面とし、現地盤から水路天端（バーム造成面）までを一次掘削、水路天端面から水路底面までを二次掘削として掘削範囲を区分する。なお、掘削に当たっては、一次掘削を先行実施する計画とする。

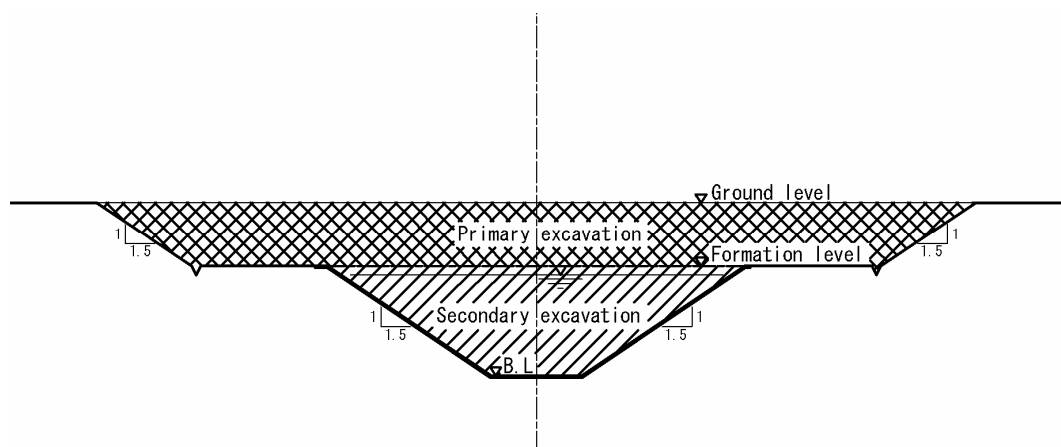


図 7.5-1 掘削断面概念図

土砂類の掘削機械は、一次・二次掘削共に施工幅が 4.0m 以上確保されており、対象土量も 10,000m<sup>3</sup> 以上と大規模掘削となることから、普通 32 t 級ブルドーザを使用する。

一次掘削；ブル押土+10tダンプ積込み運搬

二次掘削；ブル押土+10tダンプ積込み運搬

また、岩掘削に係る施工機械は、対象となる岩が軟岩、岩掘削量が少量と想定されることから、リッパ装置付ブルドーザを選定する。

#### ② 盛土工法

土砂類の盛土機械は、施工幅が 4.0m 以上確保されており、対象土量も 10,000m<sup>3</sup> 以上と大規模となることから、普通 21t 級ブルドーザを使用しての敷均し締固め作業とする。なお、水路の重要度及び水路側方を管理用道路として利用することから、締固めに際しては、路体・築堤程度の密度管理を実施する。

盛土作業；ブル敷均し締固め（路体・築堤程度の密度管理実施）

③ 工事用道路

開水路敷設に伴う工事用道路は、先行する一次掘削で造成された管理用車両通行バームを工事用道路兼用として利用する。

④ 掘削土仮置及び資材置場

本開水路の路線配置が、比較的起伏の激しい凹凸波状地形への配置となるため、工事に当たっては、切土区間、盛土区間が錯綜する。よって、工事費抑制の観点から、掘削土は、路線の両側に仮置きし、盛土材として流用する計画とする。また、資材等も同様に両側に仮置きする。

⑤ 基面・法面整形

ライニングの基盤となる面について、基面・法面の安定を図るため、基面及び法面について整形作業を実施する。

⑥ ライニング工法

ライニングコンクリートの打設方式は、側法面をスロープホーム（移動式型枠）方式による打設とし、両側の側面ライニング完了後にインバートコンクリートの打込みを行う。また、側面のコンクリート打込みは、1パネルおきに行う（連続打設は行わない）ものとし、養生期間は2日以上とする。なお、ライニングパネルは標準として3.0m幅、縦断方向目地間隔も同様に3.0mとする。

⑦ アンダードレーン工

本水路は用水路であり、水密構造とする必要があるため、水路内水位の低下の際に、揚圧力によってライニングが破損・浮上する危険がある。従って、ライニング面に働く揚圧力を減圧し、ライニングの安定を図るため、アンダードレーンを設置する。

2) 工事工程計画

工事工程計画は、水路タイプ別の1サイクル当り（@100m）の工程計画を策定し、本工事の工区割りを決定する。

① 1サイクル(100m)当り工程計画

水路タイプ毎の作業項目について、前述の施工方法にて施工した場合の1サイクル当り供用日数及び総日数は、表7.5-3のとおりである。

本工事に当たっては、切・盛土工事の日数がクリティカルな条件となるため、1班がこれを先行実施し、2班がそれに追従する形でライニング工事を実施する計画とする。シナリオ毎の1サイクル当りの工程計画を表7.5-5に示す。

表 7.5-5(1) 1 サイクル(100m) 当り工程計画 (Scenario 0)

水路タイプ	延長(m)	1 サイクル当り 供用日数	セット数	総日数	備考
TYPE1 (CUT)	20,231	切土工事 : 26 日	203	14年6ヶ月)	1 班
		ライニング工事 : 23 日	203	12年10ヶ月)	2 班
TYPE2 (FILL)	5,410	盛土工事 : 28 日	55	4年3ヶ月)	1 班
		ライニング工事 : 21 日	55	3年2ヶ月)	2 班
TYPE3 (CUT&FILL)	12,940	切・盛土工事 : 21 日	130	7年6ヶ月)	1 班
		ライニング工事 : 20 日	130	7年2ヶ月)	2 班
合計	38,581	—	—	26年2ヶ月)	1 班

表 7.5-5(2) 1 サイクル(100m) 当り工程計画 (Scenario 1)

水路タイプ	延長(m)	1 サイクル当り 供用日数	セット数	総日数	備考
TYPE1 (CUT)	20,431	切土工事 : 24 日	205	13年6ヶ月)	1 班
		ライニング工事 : 22 日	205	12年5ヶ月)	2 班
TYPE2 (FILL)	5,580	盛土工事 : 27 日	56	4年2ヶ月)	1 班
		ライニング工事 : 20 日	56	3年1ヶ月)	2 班
TYPE3 (CUT&FILL)	12,570	切・盛土工事 : 21 日	126	7年3ヶ月)	1 班
		ライニング工事 : 19 日	126	6年7ヶ月)	2 班
合計	38,581	—	—	24年11ヶ月)	1 班

表 7.5-5(3) 1 サイクル(100m) 当り工程計画 (Scenario 2)

水路タイプ	延長(m)	1 サイクル当り 供用日数	セット数	総日数	備考
TYPE1 (CUT)	20,631	切土工事 : 22 日	207	12年6ヶ月)	1 班
		ライニング工事 : 22 日	207	12年6ヶ月)	2 班
TYPE2 (FILL)	6,470	盛土工事 : 25 日	65	4年6ヶ月)	1 班
		ライニング工事 : 20 日	65	3年7ヶ月)	2 班
TYPE3 (CUT&FILL)	11,480	切・盛土工事 : 19 日	115	6年0ヶ月)	1 班
		ライニング工事 : 18 日	115	5年8ヶ月)	2 班
合計	38,581	—	—	22年11ヶ月)	1 班

② 工区割計画

開水路工事の全体工期は、工区割(工事延長と班構成)設定により、調整が可能である。よって、開水路工事の工区割計画は、トンネル工事をクリティカルな条件として、トンネル工所要工期内に開水路工事が完了する工区割を設定する。

表 7.5-6 工区割り計画

	開水路工 総延長 (km)	所要総日数	工区数	1 工区当り 概略延長 (km)	1 工区当り 所要工期	トンネル工 所要工期
Scenario 0	38.6	26年2ヶ月 (314ヶ月)	6	6.5	4年5ヶ月 (53ヶ月)	4年6ヶ月 (54ヶ月)
Scenario 1	38.6	24年11ヶ月 (299ヶ月)	6	6.5	4年2ヶ月 (50ヶ月)	4年3ヶ月 (51ヶ月)
Scenario 2	38.6	22年11ヶ月 (275ヶ月)	6	6.5	3年10ヶ月 (46ヶ月)	3年10ヶ月 (46ヶ月)



## 7.5.2 トンネル

### (1) 縦断線形

トンネルの縦断勾配は、導水路全体を一連の水理ユニットとして考えた場合、開水路形式に比べてトンネル工は工事費が割高となる。よって、トンネル区間で利用できる水頭を最大限利用し、極力トンネル勾配を急に設定することにより、トンネル断面の縮小化を図る。後述の(3)水理計算結果より、各シナリオともにトンネル縦断勾配は、 $I=1/3,000$  と決定する。

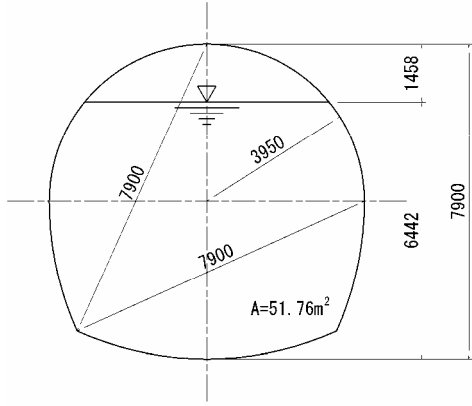
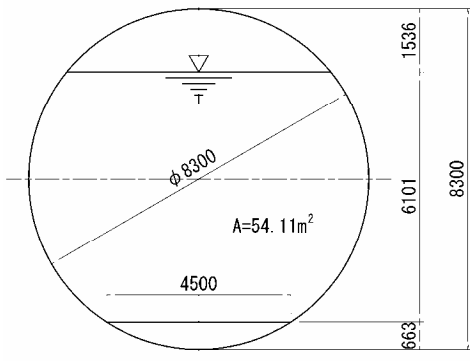
### (2) トンネル断面形の検討

トンネル断面は、水理・構造特性、施工性および経済性より決定する。シナリオ 0 ( $Q=100\text{m}^3/\text{sec}$ ) を代表にトンネル断面形の比較検討を行った結果を表 7.5-8 に示す。よって、地質的に自由度があり、内空断面積（掘削量）が小さな標準馬蹄形【2R 馬蹄形】（無圧トンネル）を採用する。また、シナリオ毎のトンネル断面を表 7.5-7 に示す。

表 7.5-7 シナリオ別トンネル断面

シナリオ 0	シナリオ 1	シナリオ 2
設計流量 $Q=100\text{m}^3/\text{sec}$ $2R=7.90\text{m}$ 内空断面積 $A=51.76\text{m}^2$	設計流量 $Q=80\text{m}^3/\text{sec}$ $2R=7.30\text{m}$ 内空断面積 $A=44.19\text{m}^2$	設計流量 $Q=60\text{m}^3/\text{sec}$ $2R=6.50\text{m}$ 内空断面積 $A=35.04\text{m}^2$

表 7.5-8 トンネル断面比較表

		CASE 1 【採用】	CASE 2
概要	概要	無圧トンネル：標準馬蹄形【2R 馬蹄形】 2R=7.90m 内空断面積 A=51.76m <sup>2</sup>	無圧トンネル：円形【インバートあり】 φ8.30m 内空断面積 A=54.11m <sup>2</sup> (インバート含む)
	断面形略図		
水理特性	流量	100m <sup>3</sup> /s	同左
	粗度係数	0.015(コンクリートライニング)	同左
	水路勾配	1/3,000	同左
	水深	6.442m	6.101m
	流速	2.196m/s(開水路比 1.6 倍)	2.213m/s(開水路比 1.6 倍)
	速度水頭	0.246m	0.250m
	余裕高 (d/D=0.8~0.83)	1.458m d/2R=0.82	1.536m d/D=0.80
	フルード数	0.264 ≤ 0.54	0.267 ≤ 0.54
	考察	・流況に問題なし ◎	・流況に問題なし ◎
構造特性	・側壁と底版の接合部で、円形に比べるとやや大きな引張応力が発生するが、側壁及びインバートについても円弧状としているため、構造特性に優れる。 ○	・外力は、大部分が軸力として作用するため、構造特性に最も優れる。 ◎	
施工性	掘削方法	・自由断面掘削機と発破掘削の併用	・円形断面掘削のため TBM による掘削
	評価	・アームを移動しながら部分掘削を行うため、任意断面のトンネルを掘削することが可能である。 ・発破掘削との併用とすることで、地質の変更にも比較的容易に対応可能である。 ◎	・TBM 工法は、一般的に機械が大型で高価となり、途中で掘削機的能力を超える堅硬な地山に遭遇した時等、掘削工法を変更せざるを得なくなった場合に、工事費の増大を生じることとなる。 ・円形のため、スプリングラインより下方の型枠設置・コンクリート打設が困難である。 ・掘削土砂のずり出し、コンクリートの搬入・搬出を考慮し、インバートコンクリートを布設する計画とした。 ○
経済性	・内空断面は円形に比べて小さくなり、掘削方法からも比較的安価になると考えられる。 ◎	・内空断面は標準馬蹄形に比べて大きくなり、TBM での施工となるため、比較的高価になると考えられる。 ・ただし、スケールメリットが大きいため地山が良好な場合、高速掘進が可能となり安価となる。 ○	
判定	◎ 【採用】	○	

(3) 水理計算

1) トランジション形状

① オープントランジション

オープントランジションの形状は台形直線形とし、側壁頂と水路軸のなす角度（漸縮角）を10°以下となるよう長さを求める。

$$L = \frac{B-b}{2} \cot \theta$$

- ここに、  $L$  : オープントランジションの長さ (m)
- $B$  : 開水路の水面幅 (m)
- $b$  : クローズドトランジションの水面幅 (m)
- $\theta$  : 漸縮角(°) (漸縮角は10°以下とする)

② クローズドトランジション

クローズドトランジションは、水流の円滑さを維持し、構造物の耐久性の増加及び水頭損失を軽減させる機能を持つ。よって、オープントランジションと馬蹄形トンネル本体との間には、クローズドトランジションを設置する。トンネルの断面形状が馬蹄形断面であるため、直径(2R)の1倍程度として決定する。

2) 水面敷高計算

表 7.5-9(1) 水面敷高計算表 (シナリオ 0)

測点	工種	延長	勾配	水深 (m)	速度水頭 (m)	損失水頭 (m)	エネルギー高	水面標高 (m)	水路敷高 (m)
STA.38+961				5.511	0.095		304.186	304.091	298.580
	トランジション	39.0				0.027			
STA.39+000				6.442	0.246		304.159	303.913	297.471
	トンネル	19,200.0	1/3,000			6.400			
SAT.58+200				6.442	0.246		297.759	297.513	291.071
	トランジション	39.0				0.037			
STA.58+239				5.511	0.095		297.722	297.627	292.116

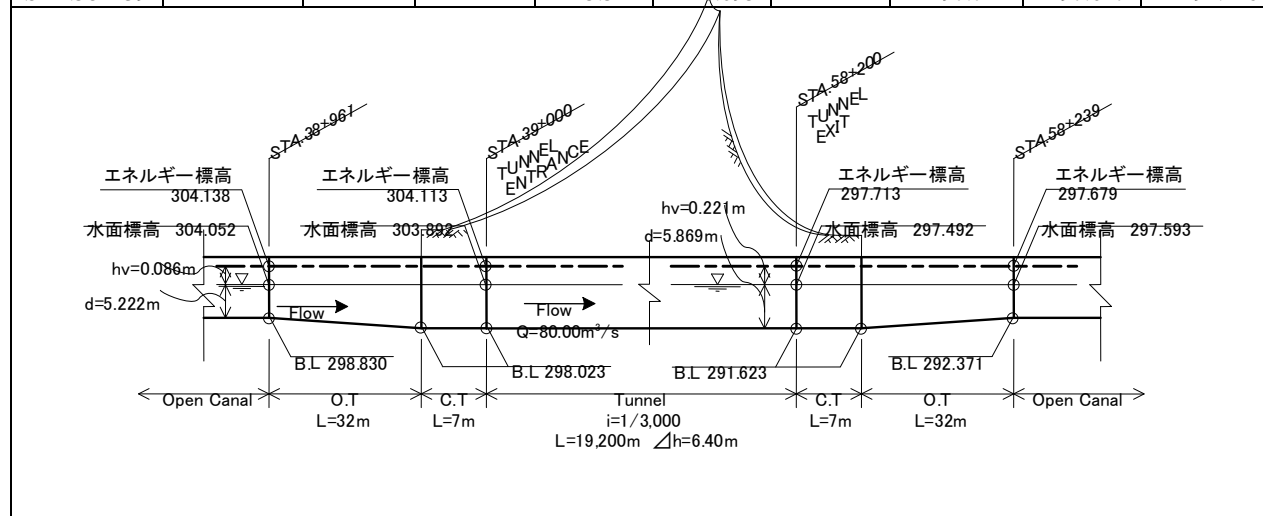


表 7.5-9(2) 水面敷高計算表 (シナリオ 1)

測点	工種	延長	勾配	水深 (m)	速度水頭 (m)	損失水頭 (m)	エネルギー高	水面標高 (m)	水路敷高 (m)
STA.38+961				5.222	0.086		304.138	304.052	298.830
	トランジション	39.0				0.025			
STA.39+000				5.869	0.221		304.113	303.892	298.023
	トンネル	19,200.0	1/3,000			6.400			
SAT.58+200				5.869	0.190		297.713	297.492	291.623
	トランジション	39.0				0.034			
STA.58+239				5.222	0.086		297.679	297.593	292.371

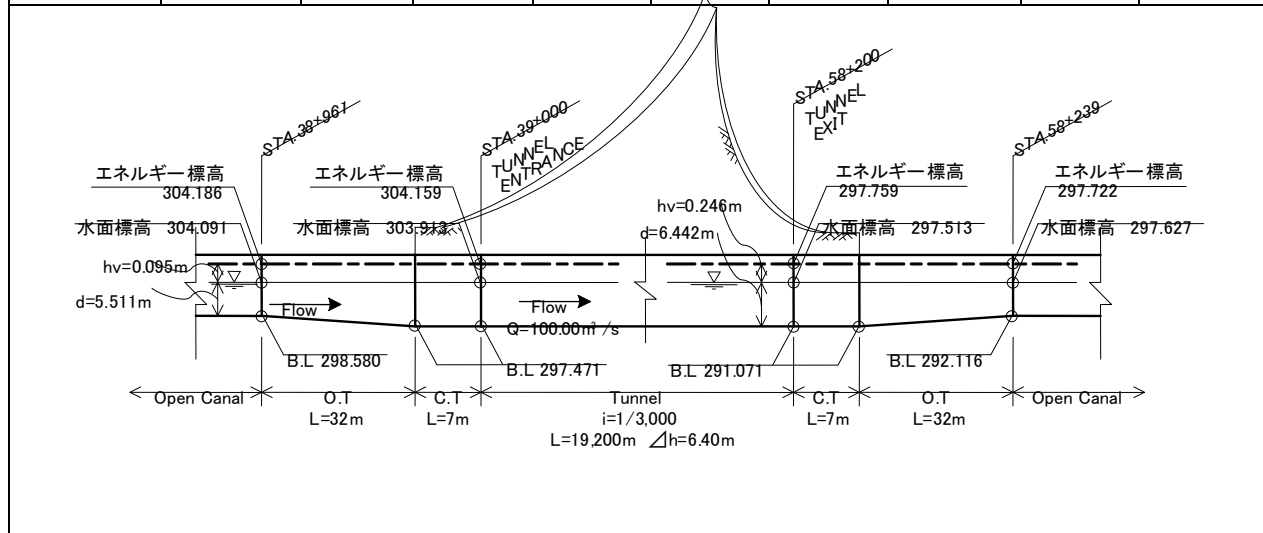
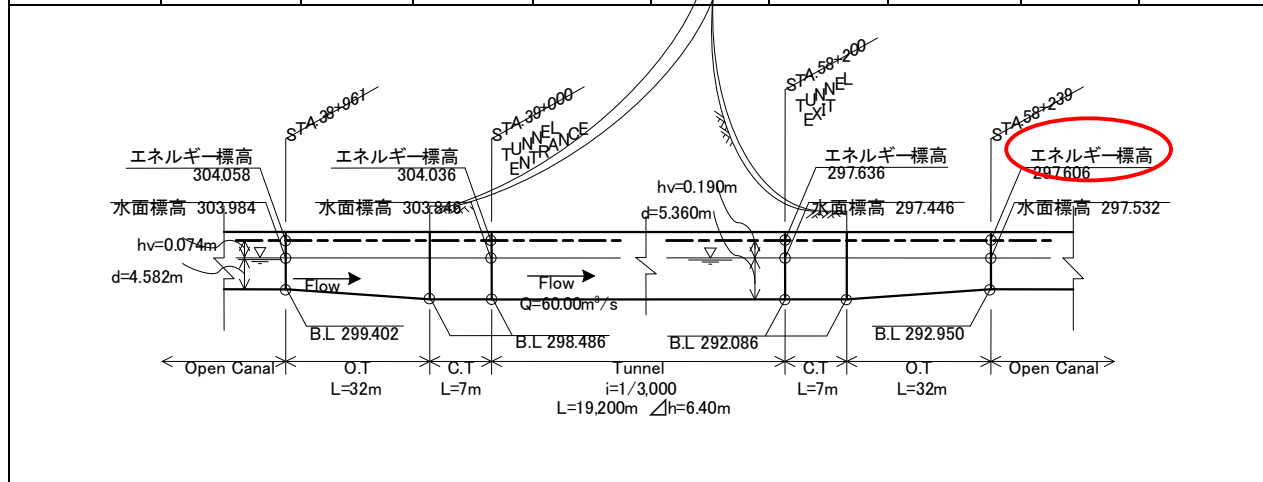


表 7.5-9(3) 水面敷高計算表 (シナリオ 2)

測点	工種	延長	勾配	水深 (m)	速度水頭 (m)	損失水頭 (m)	エネルギー高	水面標高 (m)	水路敷高 (m)
STA.38+961				4.582	0.074		304.058	303.984	299.402
	トランジション	39.0				0.022			
STA.39+000				5.360	0.190		304.036	303.846	298.486
	トンネル	19,200.0	1/3,000			6.400			
SAT.58+200				5.360	0.190		297.636	297.446	292.086
	トランジション	39.0				0.030			
STA.58+239				4.582	0.074		297.606	297.532	292.950



(4) トンネル施工法

トンネルの施工方法は、本トンネルが 2R 標準馬蹄形で内空断面積が比較的大断面トンネルとなるため、以下の理由より吹付け・ロックボルト工法（NATM 工法）を採用する。

- ① 本工法は、柔構造支保工を構築することにより、地山と一体となって挙動するため、トンネル長期の構造安定性に優れる。
- ② 他の剛構造支保工に比べて、地山の緩みが小さくなり、素掘面の自立時間が長く単位掘進長を大きくすることができるため、施工性・経済性に優れる。
- ③ 柔構造とすることでコンクリートライニング厚が薄くなるため、経済性に優れる。
- ④ 中～大断面トンネルに多数の実績がある。

(5) トンネルタイプ

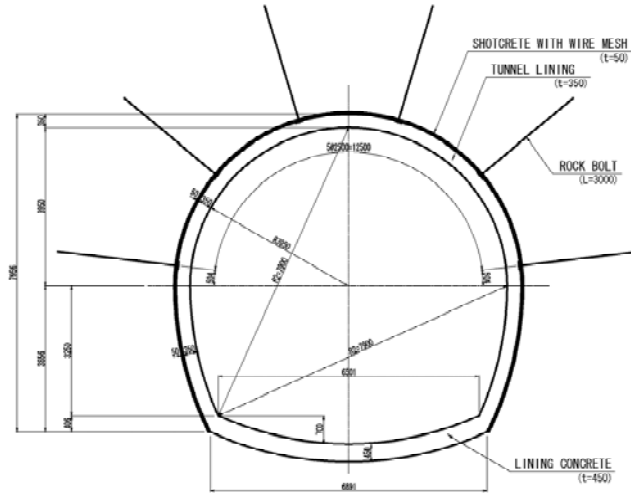
トンネルタイプは、過年度実施された地質調査により提案された岩盤分類（Rock Mass Rating System [RMR 法]）に基づきトンネルタイプ判定を行う。本トンネル区間の岩盤クラスは II～IV（Bineawski による RMR 値より）で、トンネルタイプは TYPE 1～TYPE 3 の 3 タイプに区分する。

表 7.5-10 RMR 値とトンネル施工法および支保

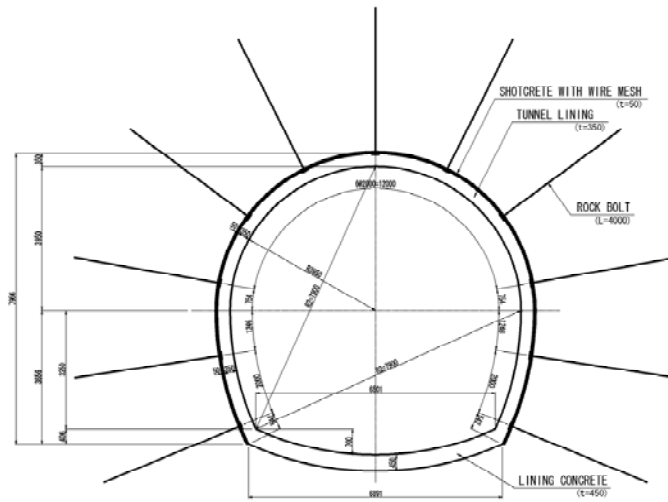
トンネルタイプ	岩盤クラス	掘 削	支保		
			ロックボルト (20mm 径、全面接着)	吹付 コンクリート	鋼 枠
	I 極めて良好 RMR : 81～100	全断面 掘進長 3m	局所的なボルト打設以外は一般的に不要		
TYPE 1	II 良好 RMR : 61～80	全断面 掘進長 1.0～1.5m 切羽から 20m 後方まで支保完了	局所的に天盤に長さ 3m のボルトを 2.5m 間隔で打設 金網は必要に応じて使用	必要に応じて 天盤は 50mm 厚さで吹付	不要
TYPE 2	III やや良好 RMR : 41～60	上半を 1.5～3m 先行させるベンチ方式 各掘進発破後に支保打設 切羽から 10m 後方まで支保完了	長さ 4m のボルトを 1.5～2m 間隔で天盤・側壁に全面打設 天盤には金網使用	天盤は 50～100mm 厚さ、側壁は 30mm 厚さで吹付	不要
TYPE 3	IV 不良 RMR : 21～40	上半を 1.0～1.5m 先行させるベンチ方式 掘進と同時に切羽から 10m 後方で支保打設	長さ 4～5m のボルトを 1～1.5m 間隔で天盤・側壁に全面打設 天盤には金網使用	天盤は 100～150mm 厚さ、側壁は 100mm 厚さで吹付	必要に応じ 1.5m 間隔で軽量鋼を使用
	V 極めて不良 RMR : <20	上半を 1.0～1.5m 先行させる多段ベンチ方式 掘進と同時に支保打設 掘進発破後速やかにコンクリート吹付	長さ 5～6m のボルトを 1～1.5m 間隔で天盤・側壁に全面打設 天盤には金網使用 下盤にもボルト打設	天盤は 150～200mm 厚さ、側壁は 150mm 厚さ、切羽は 50mm 厚さで吹付	0.75m 間隔で重量鋼を鉄切梁とともに使用 必要に応じて先受け使用 インバートで打設

各シナリオ毎のトンネルタイプを図 7.5-2 示す。

TYPE 1



TYPE 2



TYPE 3

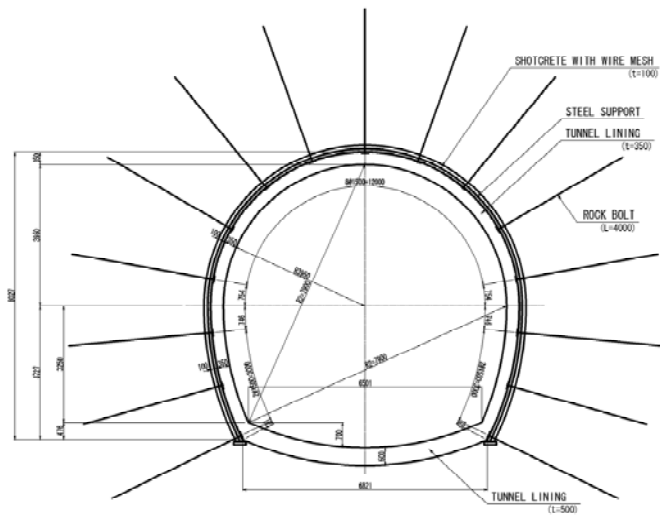
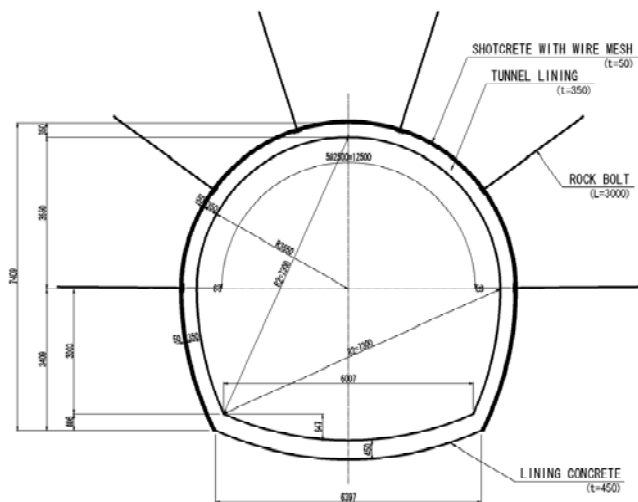
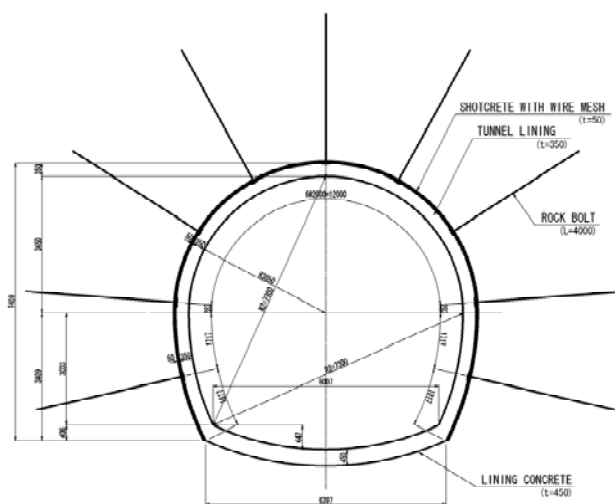


図 7.5-2(1) トンネルタイプ (Scenario 0)

TYPE 1



TYPE 2



TYPE 3

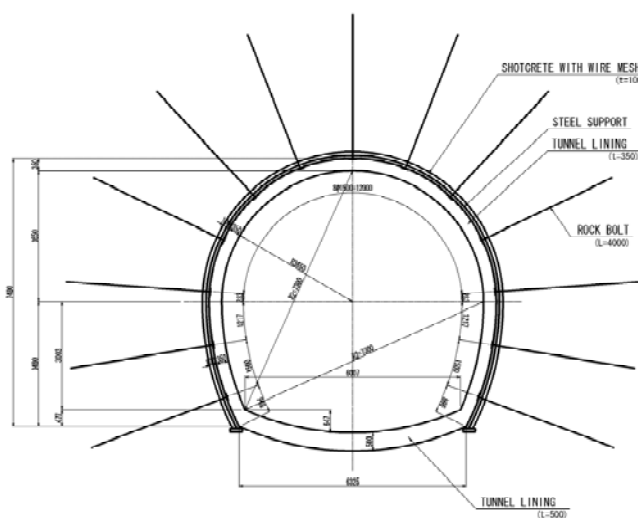
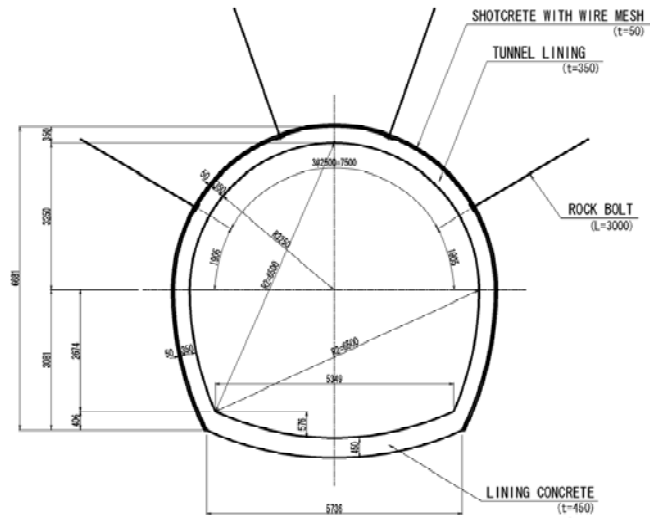
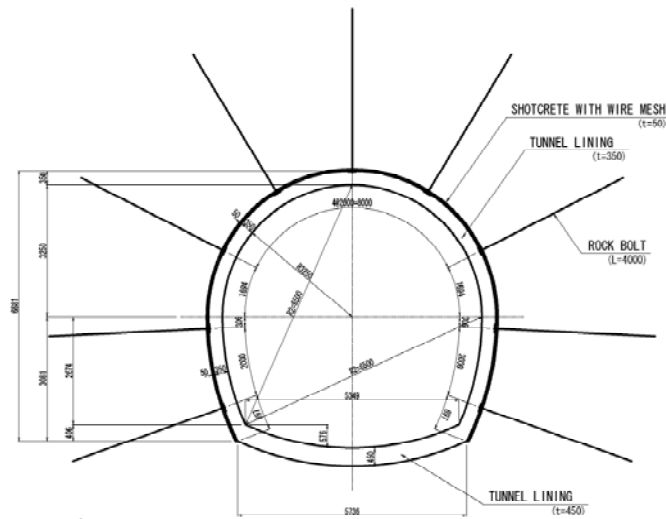


図 7.5-2(2) トンネルタイプ (Scenario 1)

TYPE 1



TYPE 2



TYPE 3

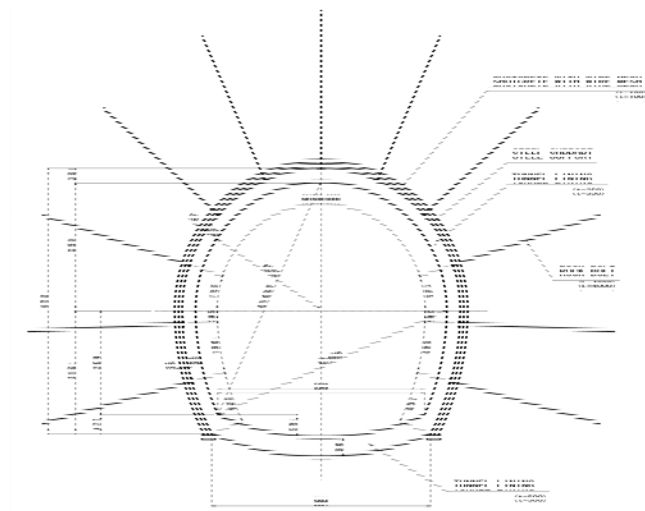


図 7.5-2(3) トンネルタイプ (Scenario 2)



(6) 掘削方式・工法

トンネル工事において、掘削方式・工法の選定は非常に重要な意味を持ち、方式・工法選定の適否はトンネル工事全体の経済性、施工性、安全性等に大きく影響する。このため、掘削に当たっては、総合的に安全で経済的となるような掘削方式・工法等を選定しなければならない。

また、本トンネルのような大断面トンネルにおいては、大型施工機械を投入して効率的な掘削が行えるよう計画する必要がある。

1) 掘削方式

トンネル掘削方式は、作業能率や施工性の面から、発破掘削と機械掘削を比較対象とする。掘削対象となる岩の詳細な一軸圧縮強度は不明だが、基盤と考えられる DOLOMITE の一軸圧縮強度  $qu=57.6 \text{ N}\cdot\text{mm}^2(\text{MPa})$ 程度であることから、切刃の損傷は少ないものと判断し、地山の緩みを抑制でき、安全性に優れる機械掘削を主体とする。

TBM は、前述の通り、通常円型断面に限られること、途中で掘削機の能力を超える堅硬な地山に遭遇した時等、掘削工法を変更せざるを得なくなった場合に、工事費の増大を生じること等の問題点がある。

以上より、本トンネルの掘削方式は、機械掘削：自由断面掘削機 を選定する。本工法とすることで、硬質岩盤が出現した場合は、発破掘削による迅速な対応が可能である。

なお、本トンネルの延長は 19km 程度と長大であり、地山が安定して地山強度の変化が少ない場合には、高速掘進が可能なる TBM が経済的となることも考えられる。従って、実施設計段階では、詳細な地質データに基づき、TBM と自由断面掘削機について詳細な経済比較を実施して掘削方式を精査する必要がある。

表 7.5-11 地質調査結果

FORMATION	ROCK TYPE	SPECIFIC GRAVITY kg/m <sup>3</sup>	UNIAXIAL COMPRESSIVE STRENGTH N/mm <sup>2</sup>	ULTRASONIC DATA		ELASTICITY MODULUS E N/mm <sup>2</sup>	LOS ANGELES ABRASION %	SWELLING STRAIN INDEX %	MAXIMUM SWELLING PRESSURE MN/m <sup>2</sup>	QUARTZ CONTENT %	MINERALOGICAL COMPOSITION (X-RAY ANALYSIS)	REBOUND HARDNESS 11	
				Vp m/s	Vs m/s								
UPPER FARMS FORMATION	SANDSTONE	2170 (TS5)	5.16 (TS5)	2310 (TS5)	1480 (TS5)	6600 (TS5)					5 ; 13	5 ; 13	
	CLAYEY SANDSTONE	2080 (TS5)	5.43 (TS5)	760 (TS5)	490 (TS5)	2110 (TS5)	870 (TS5)	2000 (TS5)	axial : 0.36 (TS5) radial : 0	0.45 (TS5)	17	Quartz 17% Illite 25% Calcite 23% Montm. 15% Plagioclase 7% Chlorite 15%	30
	CLAYSTONE	2120 (TS5)	4.37 (TS5)				1200 (TS5)						
LOWER FARMS FORMATION	CLAYEY MARL	2310 (TS1)	1.88 (TS1)	1980 (TS1)	1740 (TS1)	1100 (TS1)	770 (TS1)						
	MARL	2280 (TS1)	2.26 (TS1)							0	10	Quartz 10% Dolomit 23% Chlorite 30% Albit 6% Illite 30%	36 ; 40
	CALCAREOUS MARL							axial : 0 (TS4B) radial : 0	0				
LOWER FARMS FORMATION	MARLY GYPSUM	2410 (TS3)	13.1 (TS3)			44500 (TS3)		axial : 4.70 (TS4B) radial : 2.70	1.2 (TS4B)	5		Gypsum 85% Montmorillonite 10% Quartz 5%	
	MARLY ANHYDRITE						35.6% (TS4B)	axial : 0 (TK1) radial : 0	0 (TK1)	0		Anhydrite 90% Montmorillonite 10%	
	GYPSUM									0		Gypsum 90% Chlorite 10%	13 ; 38
	ANHYDRITE							axial : 0 (TK1) radial : 0	0 (TK1)				
	LIME-STONE								33.9% (TS3)				39 ; 48
LOWER FARMS FORMATION	MARLY/DOLOMITIC LIMESTONE	2400 (TS3)	3.16 (TS3)	3280 (TS3)	1640 (TS3)	2800 (TS3)		axial : 0.07 (TS 3) radial : 0	0 (TS3)				
	DOLOMITE	2370 (TS3)	57.6 (TS3)			31000 (TS3)				0		Dolomite 80% Calcite 23% Gypsum 1 - 2% Organ. Material 3%	

## 2) 掘削工法

掘削工法は、工事の安全性と経済性に影響するため、掘削工法の選定にあたっては、トンネルの規模・断面の大きさと形状・地山条件・工期等を十分に考慮して慎重な検討が必要である。掘削工法の選定を最も左右するのは、掘削断面の大きさと地山の安定度の関係である。通常切羽およびその周辺部の安定を図るためには分割施工を検討し、これを基に施工機械の組合せやずり出し方式等を含めた掘削工法を選定する。なお、掘削工法の工事途中での変更は通常多大な工費と労力を要し、工事工程上の損失も大きいので慎重な対応が必要である。(表 7.5-10 参照)

本設計では、RMR法による岩盤判定・分類(表 7.5-8 参照)及び以下の理由によりトンネルタイプ 1 は全断面工法、トンネルタイプ 2,3 は、ベンチカット工法で上下半同時併進工法を採用する。

- ① 本トンネルの地質は、基本的に新鮮部は緻密堅硬であると想定されるが、坑口部は土被りが薄く地山状況から全線の全断面掘削の適用は困難であると想定される。よって、地圧が大きくなると想定される坑口部、風化帯区間に該当する TYPE2、TYPE3 は、上半先進ベンチカット工法が適切と考えられる。
- ② 本トンネルの掘削断面積 ( $A=30\sim50\text{ m}^2$ 程度) では、掘削時における切羽の自立及び掘削断面の安定上の問題は少ないと考えられることから、中壁分割工法の必要はなく、また加背を細分化することによる施工機械の投入は困難で不経済である。
- ③ ベンチカット工法は、土砂地山～硬岩地山までの施工実績があり、一般的な工法であることから、本トンネルでの対応は可能である。

## 3) 坑内運搬方式

坑内運搬方式にはタイヤ方式とレール方式とがありそれぞれの特徴を表 7.5-12 に示す。

表 7.5-12 坑内運搬方式の特徴

項目	タイヤ方式	レール方式
掘削盤の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ダンプトラックが直接坑内に入るようになるので、足場がしっかりしていることが条件となる。(坑内排水を完全にする)</li> <li>● 湧水が多く地質が泥ねい化する場合は一般に不向き。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 枕木の上にレールが敷かれるので、加重分散され、タイヤ方式の様な掘削盤の制約を受けない。</li> </ul>
設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 軽微な坑外設備が良い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● レール布設が面倒である。</li> <li>● ある程度の設備および敷地が必要である。</li> </ul>
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 坑内で1度積み込みを行えばそのまま土捨場へ搬出できる。</li> <li>● 勾配制限が少ない。</li> <li>● 換気設備が大きくなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ロコで坑外に搬出した後ダンプに積み込み捨土となるので、積み込みが2工程となる。</li> <li>● 勾配に制限がある。(2.0%以下)</li> <li>● 換気設備は小型の設備が良い。</li> </ul>

以上より本トンネルの坑内運搬方式については、仮設備規模が小規模で施工性、機動性に優れる タイヤ方式 を採用する。

4) 支保工の施工手順

トンネルの施工方法は、吹付け・ロックボルト工法（NATM 工法）を選定した。よって、掘削に伴い周辺地山を安定させるには、支保工の施工を掘削後速やかに行い、併せて、支保工と地山とを密着させて一体化させることが重要である。

以下に、標準的な支保工の施工順序を図 7.5-3 に、トンネルタイプ 3 のベンチカット工法（上下半同時併進）の施工次第図を図 7.5-4 に示す。

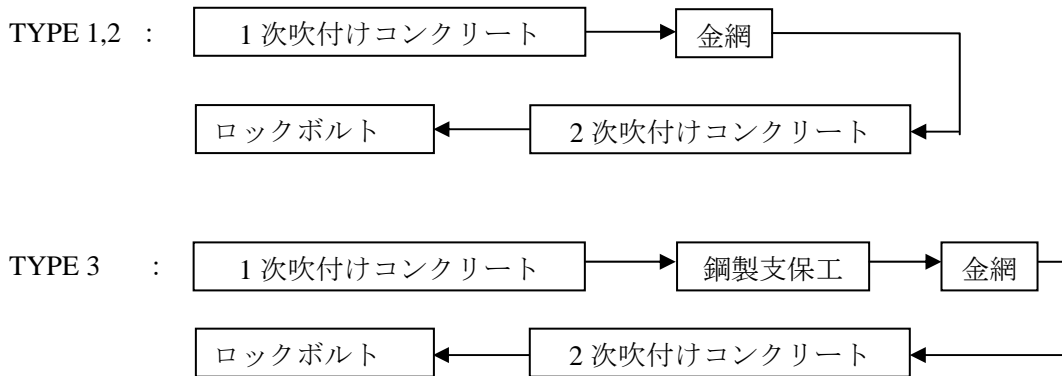


図 7.5-3 支保工の施工手順

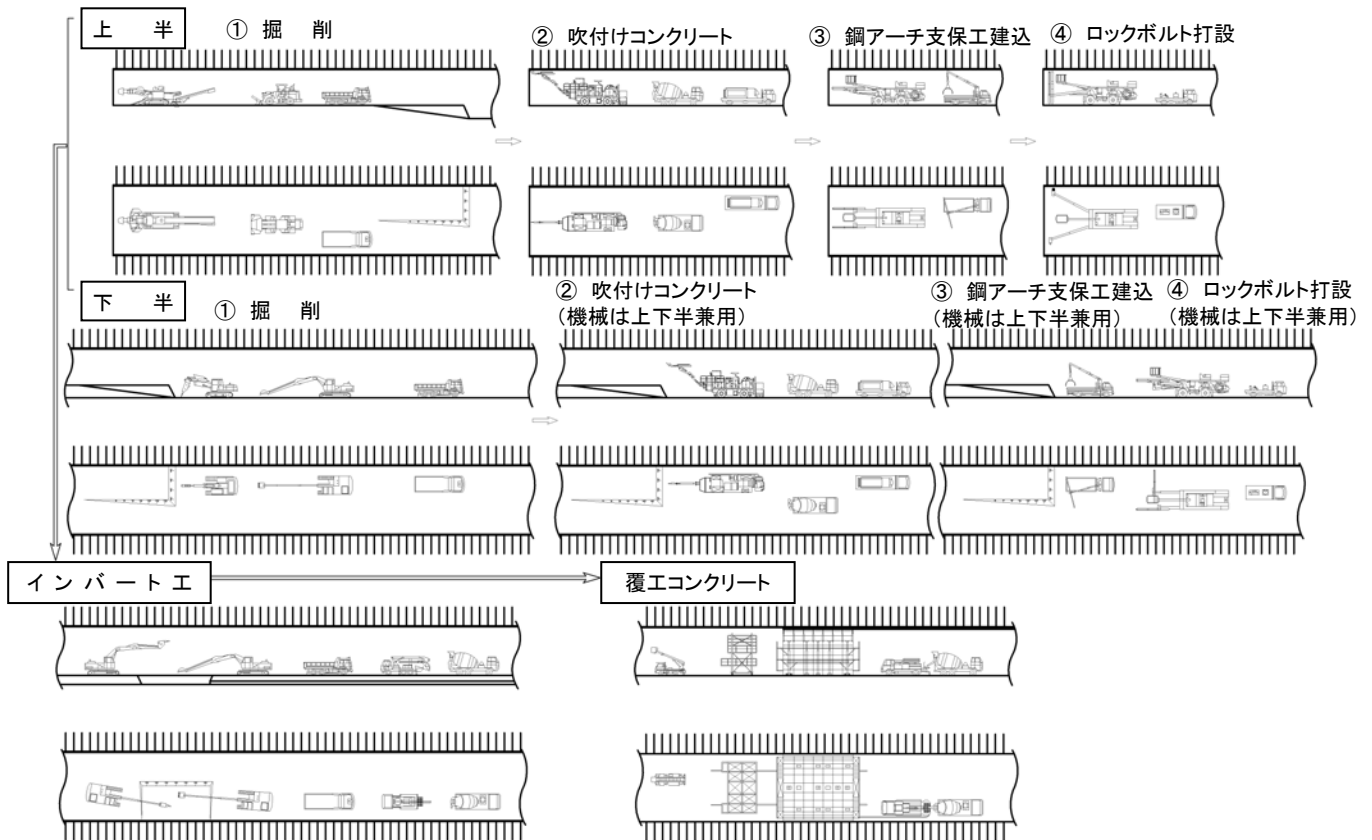


図 7.5-4 施工次第図ベンチカット工法（上下半同時併進）

(7) 工事工程計画

本トンネル工事の所要工期は、トンネル延長が 19km 程度と長大であるため、Feeder Canal 全体の所要工期に対してクリティカルな条件となる。よって、トンネル工事の所要工期は、地区全体の事業工期及び事業効果の発現時期に多大な影響を与える。

よって、本トンネル工事の工事工程計画に当たっては、ニナワ県における農地開発計画（水資源開発戦略 5 カ年計画）との整合を図り、トンネル工事の所要工期を短縮することによる事業効果の早期発現を目的に、トンネル出入口部の直接開削坑口及び中間斜坑による三坑口施工による 4 工区施工として計画する。工区割り、工区延長を表 7.5-13 に示す。

表 7.5-13 トンネル工区割計画

工 区	延長及び測点	摘 要
第 1 工区 (下流向き)	L = 5,000m (No.39 ⇒ No.44)	TYPE3 : L = 1,800m (No.39 ~ No.40+800) TYPE1 : L = 3,200m (No.40+800 ~ No.44)
第 2 工区 (上流向き)	L = 4,100m (No.48+100 ⇒ No.44)	TYPE1 : L = 4,100m (No.48+100 ~ No.44)
第 3 工区 (下流向き)	L = 4,100m (No.48+100 ⇒ No.52+200)	TYPE1 : L = 4,100m (No.48+100 ~ No.52+200)
第 4 工区 (上流向き)	L = 6,000m (No.58+200 ⇒ No.52+200)	TYPE3 : L = 3,200m (No.58+200 ~ No.55) TYPE2 : L = 1,900m (No.55 ~ No.53+100) TYPE1 : L = 900m (No.53+100 ~ No.52+200)

① 準備工

トンネル工事に着手するまでの準備工には、3 ヶ月程度を見込む。

② 本體工

本體工は、掘削、覆工の日当り進行長が施工期間中、平均的に継続するものとして所要日数を求め、それによって工程計画を行う。工程計画上の各作業区分の離隔は次の通りとする。

- ・ 上半切刃下半切刃 : 0.5 ヶ月
- ・ 下半掘削完了から二次覆工の完了期間 : 1.0 ヶ月

【掘削工】

サイクルタイム計算より、工程計画に使用する計画月進は、表 7.5-14 の通りである。

表 7.5-14(1) 掘削サイクルタイム (シナリオ 0)

工 種 支保工パターン	日当り進行長		月当り進行長		
	上半	下半	上半	下半	
	m/日		m/月		
TYPE 1	4.1		94.8		全断面工法
TYPE 2	6.6	6.6	152.4	152.4	上下半同時併進工法
TYPE 3	5.3	5.3	127.8	127.8	上下半同時併進工法

表 7.5-14(2) 掘削サイクルタイム (シナリオ 1)

工 種 支保工パターン	日当り進行長		月当り進行長		
	上半	下半	上半	下半	
	m/日		m/月		
TYPE 1	4.5		103.0		全断面工法
TYPE 2	7.1	7.1	164.0	164.0	上下半同時併進工法
TYPE 3	5.5	5.5	127.2	127.2	上下半同時併進工法

表 7.5-14(3) 掘削サイクルタイム (シナリオ 2)

工 種 支保工パターン	日当り進行長		月当り進行長		
	上半	下半	上半	下半	
	m/日		m/月		
TYPE 1	5.1		116.8		全断面工法
TYPE 2	8.2	8.2	188.9	188.9	上下半同時併進工法
TYPE 3	6.1	6.1	140.6	140.6	上下半同時併進工法

【覆工コンクリート】

$$12.0\text{m/回} \times 1/2.0 \text{回/日} \times 23 \text{日} = 138.0\text{m/月} \quad (6.00\text{m/日})$$

※スライドセントルの規格は、 $\phi=12.0\text{m}$ とする。

③ 後片付け

仮設備の撤去等の後片付けとして、1ヶ月程度を見込むものとする。

④ 工事工程計画

本トンネルの各シナリオにおける所要工期は、以下の通りとなる。

シナリオ 0 : 4年6ヶ月 (54ヶ月)

シナリオ 1 : 4年3ヶ月 (51ヶ月)

シナリオ 2 : 3年10ヶ月 (46ヶ月)

表 7.5-15(1) トンネル工事工程表 (シナリオ 0)

工区	工種	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
1工区 (No.39⇒No.44)	準備工	■				
	掘削	■	■	■	■	■
	覆工コンクリート	■	■	■	■	■
	後片付け					■
2工区 (No.48+100⇒No.44)	準備工	■				
	斜坑工	■	■			
	掘削		■	■	■	■
	覆工コンクリート	■	■	■	■	■
3工区 (No.48+100⇒No.52+200)	準備工	■				
	斜坑工	■	■			
	掘削		■	■	■	■
	覆工コンクリート	■	■	■	■	■
4工区 (No.58+200～No.52+200)	準備工	■				
	掘削	■	■	■	■	■
	覆工コンクリート	■	■	■	■	■
	後片付け					■

表 7.5-15(2) トンネル工事工程表 (シナリオ 1)

工区	工種	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
1工区 (No.39⇒No.44)	準備工	■				
	掘削	■	■	■	■	■
	覆工コンクリート	■	■	■	■	■
	後片付け					■
2工区 (No.48+100⇒No.44)	準備工	■				
	斜坑工	■	■			
	掘削		■	■	■	■
	覆工コンクリート	■	■	■	■	■
3工区 (No.48+100⇒No.52+200)	準備工	■				
	斜坑工	■	■			
	掘削		■	■	■	■
	覆工コンクリート	■	■	■	■	■
4工区 (No.58+200～No.52+200)	準備工	■				
	掘削	■	■	■	■	■
	覆工コンクリート	■	■	■	■	■
	後片付け					■

表 7.5-15(3) トンネル工事工程表 (シナリオ 2)

工区	工種	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
1工区 (No.39⇒No.44)	準備工	■				
	掘削	■	■	■	■	
	覆工コンクリート		■	■	■	
	後片付け				■	
2工区 (No.48+100⇒No.44)	準備工	■				
	斜坑工	■	■			
	掘削		■	■	■	
	覆工コンクリート		■	■	■	
3工区 (No.48+100⇒No.52+200)	準備工	■				
	斜坑工	■	■			
	掘削		■	■	■	
	覆工コンクリート		■	■	■	
4工区 (No.58+200～No.52+200)	準備工	■				
	掘削	■	■	■	■	
	覆工コンクリート		■	■	■	
	後片付け				■	

### 7.5.3 ポンプ施設

#### (1) ポンプ機場の位置

機場位置決定の条件は次のとおりである。

- 路線は、No.36 付近でトンネル案から路線を変更し、山を迂回して受益地上流部の分水地点に接続するルートとする。
- 路線の縦断形は凸型を呈しており、トンネル案変更後の位置から路線の高位部との標高差は約 50m 程度である。
- 標高の最も高い区間は No.48 付近からであり、これより下流は開水路型式（急流工及び落差工）で分水地点まで接続する。
- 設計流量が 100m<sup>3</sup>/sec と非常に大容量のポンプ設備となる。

以上より、ポンプ機場の位置は次の 2 ケースについて設定し比較検討を行う。

- A 案：3 機場案  
揚水機場を 3 ケ所 (No.37+700、No.41+500、No.48+0) に計画する。  
各機場の揚程は H=17m とし、各機場の間は開水路で送水を行う。
- B 案：1 機場案  
揚水機場を 1 ケ所 (No.36+500) に計画する。

機場の揚程は H=50m とし、No.48+700 までを管水路（圧送管）で送水を行う。

## (2) ポンプ台数

1 機場当たりのポンプ台数は、汎用ポンプの能力、期別の流量変動に対する追従性、操作性、維持管理性（部品の供給）及び故障時の危険分散等を勘案して総合的判断して決定されるべきであるが、本計画では大容量ポンプの実績より 1 台当り  $10\text{m}^3/\text{sec}$  を目安として 11 台（内 1 台は予備ポンプ）とする。

- 1 機場当たり設計流量 :  $\Sigma Q=100\text{m}^3/\text{sec}$
- 1 台当りポンプ能力 :  $Q=10\text{m}^3/\text{sec}/\text{台}$
- 1 機場当たりポンプ台数 :  $N=11$  台（内 1 台は予備ポンプ）

## (3) ポンプ型式の決定

ポンプ型式決定の基本条件となる流量、揚程は、表 7.5-16 のとおりである。

表 7.5-16 ポンプ検討の基本諸元

項目 ポンプ位置	流量 ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )	吸水位 (W.L)	吐水位 (W.L)	実揚程(m)
<b>A 案</b>				
No.1(No.37+700)	100	304.07	321.07	17.00
No.2(No.41+500)	100	320.71	337.71	17.00
No.3(No.48+0)	100	337.08	354.08	17.00
<b>B 案</b>				
No.1(No.37+700)	100	304.19	354.53	50.34



各案のポンプ型式および設備容量は、表 7.5-17 のとおりとする。

表 7.5-17 ポンプ型式及び設備容量

A 案 (3 機場案)						
項目	記号	単位	No.1 機場	No.2 機場	No.3 機場	備考
測点			No.37+700	No.41+500	No.48+000	
台数		台	11	11	11	内 1 台は予備ポンプ
1 台当流量	Q	m <sup>3</sup> /min	600	600	600	
ポンプ型式			立軸斜流	立軸斜流	立軸斜流	
実揚程	h1	m	17.00	17.00	17.00	
配管損失	h2	m	2.50	2.50	2.50	
全揚程	H	m	19.50	19.50	19.50	
ポンプ口径		mm	2,200	2,200	2,200	
電動機出力		kw	2,600	2,600	2,600	=0.163・Q・H/(np・ng)×1.05
ポンプ効率	np		0.85	0.85	0.85	
伝達効率	ng		0.95	0.95	0.95	
B 案 (1 機場案)						
項目	記号	単位	No.1 機場			備考
測点			No.36+500			
台数		台	11			内 1 台は予備ポンプ
1 台当流量	Q	m <sup>3</sup> /min	600			
ポンプ型式			渦巻			立軸片吸込
実揚程	h1	m	50.34			
配管損失	h2	m	20.87			△HF=17.37m(φ 2,400)
全揚程	H	m	71.21			
ポンプ口径		mm	1,900×1,500			
電動機出力		kw	9,320			0.163・Q・H/np/ng×1.05
ポンプ効率	np		0.865			
伝達効率	ng		0.95			

#### (4) ポンプ送水方式の決定

ポンプ機場位置の 2 ケースについて比較検討結果を表 7.5-18 に示す。比較検討結果より、維持管理性、経済性に優れる B 案 (1 機場案) をポンプ案のポンプ送水方式とする。

表 7.5-18 ポンプ送水方式の比較検討表

項目	A 案 (3 機場案)	B 案 (1 機場案)
<p>概要</p> <p>導水路工種配置</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>低揚程ポンプを3段配置し、ポンプ揚水～開水路により最高位部まで揚水する案。</li> <li>設計流量：<math>Q=100\text{m}^3/\text{sec}</math></li> <li>ポンプ諸元 (低揚程ポンプ) <ul style="list-style-type: none"> <li>型式：立軸斜流ポンプ</li> <li>実揚程：17m×3 段</li> <li>台数：11 台×3 段 (内 1 台予備ポンプ)</li> <li>流量：<math>10\text{m}^3/\text{sec}/\text{台}</math></li> <li>口径：<math>\phi 2,200</math></li> <li>出力：2,200kw/台</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高揚程ポンプを2段配置して、最高位部までパイプラインにて揚水する案。</li> <li>設計流量：<math>Q=100\text{m}^3/\text{sec}</math></li> <li>ポンプ諸元 (高揚程ポンプ) <ul style="list-style-type: none"> <li>型式：渦巻ポンプ</li> <li>実揚程：68m</li> <li>台数：11 台 (内 1 台予備ポンプ)</li> <li>流量：<math>10\text{m}^3/\text{sec}/\text{台}</math></li> <li>口径：<math>\phi 1,900\text{mm} \times \phi 1,500\text{mm}</math></li> <li>出力：9,200kw/台</li> </ul> </li> </ul>
<p>模式図</p>		
<p>容易性</p> <p>維持管理性</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>困難</li> <li>3 機場に電気・機械の技術者配置が必要で維持管理性に劣る。</li> <li>B 案に比べポンプ台数が3倍となるため消耗部品の数が多い。</li> <li>流量を制御するためには、水位及びポンプ台数・回転数制御等が必要である。</li> <li>それぞれの機場の連携が重要で、運転管理に高度な技術が必要となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A 案に比べるとポンプ台数が少ない分容易</li> <li>機場数が少ない分 A 案に比べ有利である。</li> <li>ポンプの急起動・急停止に伴い、圧送管路の安全性に劣る。</li> <li>流量を制御するためには、水位及びポンプ台数・回転数制御等が必要であるが、機場数が少ない分 A 案に比べ有利である。</li> <li>ポンプ効率は、A 案に比べやや優れる。</li> </ul>
<p>経済性</p>	<p>建設費：511 Billion ID (約 358 億円)</p> <p>高 価</p> <p>(1.10)</p>	<p>建設費：465 Billion ID (約 326 億円)</p> <p>安 価</p> <p>(1.00)</p>
<p>判定</p>	<p>△</p>	<p>◎</p>

## 7.6 附帯構造物

全体施設配置図を図 7.6-1 に示す。

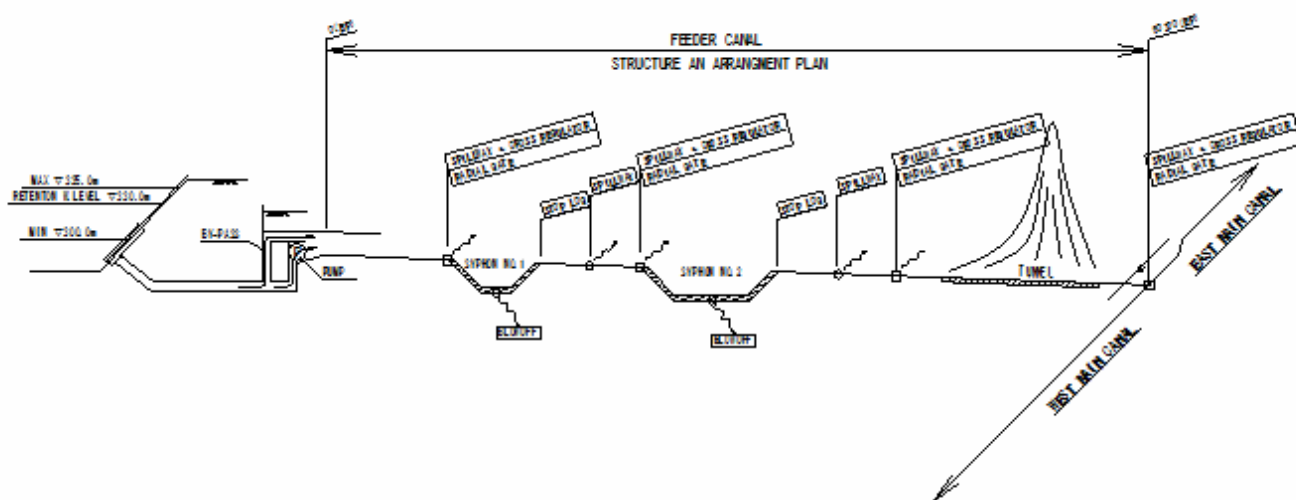


図 7.6-1 全体施設配置図

### (1) サイホン工

本設計におけるサイホンは、大規模であり、内圧が 0.2Mpa 程度発生するため、構造的、水理的に有利な「円形 現場打ち鉄筋コンクリートサイホン」を採用する。

表 7.6-1 サイホン工の決定

シナリオ	項目	サイフォン No.1 (SABURINA) No.4+620~No.5+500	サイフォン No.2 (SHOREA) No.19+400~No.21+100	備考
シナリオ 0	内径	φ 8,100mm	φ 8,100mm	
	延長	800m	1,700m	
シナリオ 1	内径	φ 7,300mm	φ 7,300mm	
	延長	800m	1,700m	
シナリオ 2	内径	φ 6,400mm	φ 6,400mm	
	延長	800m	1,700m	

(2) ワジ横断工

42 箇所(サイホン工 2 箇所除く)のワジ横断工を計画する。

表 7.6-2(1) ワジ横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 0)

Survey Point	Canal Land Level EL1 (m)	River Bed Level EL2 (m)	freeboard F (m)	Crossing-section of Crossing Work				Remark
				B (m)	H (m)	L (m)	N	
No. 0 + 0	304.37	304.00	1.00	2.00	2.00	75.00	1	
No. 0 + 430	304.33	299.10	3.40	1.50	1.50	84.60	2	
No. 0 + 700	304.30	308.00	1.00	1.50	1.50	75.00	2	
No. 1 + 400	304.23	304.00	1.00	2.00	2.00	75.00	2	
No. 3 + 110	304.06	298.00	3.10	2.50	2.50	83.40	2	
No. 5 + 80	273.10	269.00	0.50	3.00	3.00	46.50	8	
No. 5 + 840	303.02	300.00	1.20	1.50	1.50	75.80	1	
No. 6 + 90	302.99	305.50	1.00	2.50	2.50	75.00	2	
No. 6 + 280	302.97	305.00	1.00	2.50	2.50	75.00	2	
No. 7 + 150	302.89	310.20	1.00	1.50	1.50	75.00	1	
No. 7 + 540	302.85	293.40	7.60	1.50	1.50	101.40	2	
No. 8 + 110	302.79	290.00	10.90	1.50	1.50	114.60	2	
No. 8 + 640	302.74	305.00	1.00	1.50	1.50	75.00	2	
No. 8 + 810	302.72	300.00	1.00	1.50	1.50	75.00	2	
No. 11 + 30	302.50	304.80	1.00	2.50	2.50	75.00	1	
No. 11 + 460	302.45	295.80	3.60	2.50	2.50	85.40	2	
No. 12 + 210	302.38	302.00	1.00	1.50	1.50	75.00	1	
No. 12 + 690	302.33	300.00	1.00	2.00	2.00	75.00	1	
No. 13 + 290	302.27	301.10	1.00	2.50	2.50	75.00	1	
No. 14 + 290	302.17	300.00	1.00	1.50	1.50	75.00	1	
No. 14 + 920	302.11	293.00	4.40	4.00	4.00	88.60	3	
No. 16 + 40	302.00	303.40	1.00	2.50	2.50	75.00	1	
No. 16 + 850	301.92	293.10	5.80	2.50	2.50	94.20	1	
No. 17 + 250	301.88	293.90	5.50	2.00	2.00	93.00	1	
No. 18 + 410	301.76	296.00	2.90	2.50	2.50	82.60	1	
No. 18 + 850	301.72	298.80	1.10	1.50	1.50	75.40	1	
No. 20 + 150	280.10	277.00	0.50	2.00	2.00	46.50	10	
No. 21 + 940	300.42	297.00	1.50	1.50	1.50	77.00	2	
No. 22 + 990	300.31	301.00	1.00	1.50	1.50	75.00	1	
No. 23 + 890	300.22	289.00	4.00	6.00	6.00	87.00	4	
No. 24 + 410	300.17	294.00	1.00	5.00	5.00	75.00	5	
No. 25 + 450	300.07	296.70	1.00	2.50	2.50	75.00	2	
No. 26 + 470	299.96	300.00	1.00	2.50	2.50	75.00	1	
No. 28 + 290	299.78	297.80	1.00	2.00	2.00	75.00	1	
No. 28 + 550	299.76	296.10	1.30	2.00	2.00	76.20	1	
No. 29 + 130	299.70	295.50	1.20	2.50	2.50	75.80	2	
No. 30 + 20	299.61	303.00	1.00	1.50	1.50	75.00	1	
No. 30 + 580	299.55	300.50	1.00	1.50	1.50	75.00	1	
No. 30 + 750	299.54	298.00	1.00	2.50	2.50	75.00	2	
No. 33 + 390	299.14	306.00	1.00	2.00	2.00	75.00	2	
No. 33 + 800	299.10	303.00	1.00	2.50	2.50	75.00	2	
No. 34 + 30	299.08	302.50	1.00	2.50	2.50	75.00	2	
No. 35 + 920	298.89	305.00	1.00	4.00	4.00	75.00	3	
No. 36 + 650	298.81	307.50	1.00	4.00	4.00	75.00	3	

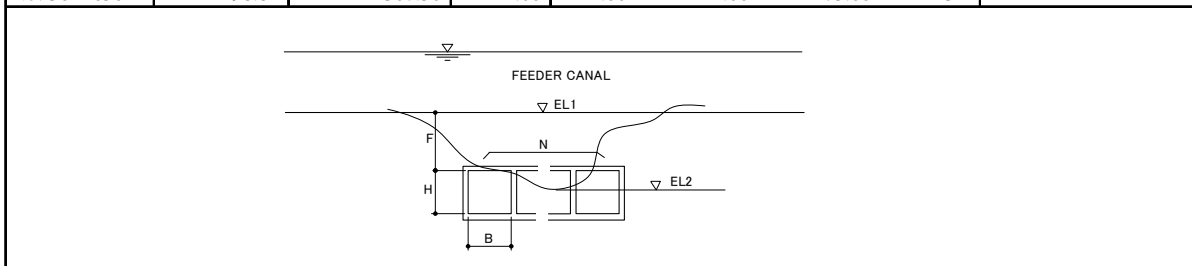


表 7.6-2(2) ワジ横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 1)

Survey Point	Canal Land Level EL1 (m)	River Bed Level EL2 (m)	freeboard F (m)	Crossing-section of Crossing Work				Remark			
				B (m)	H (m)	L (m)	N				
No. 0 + 0	304.67	304.00	1.00	2.00	×	2.00	×	71.90	×	1	
No. 0 + 430	304.63	299.10	3.70	1.50	×	1.50	×	82.70	×	2	
No. 0 + 700	304.60	308.00	1.00	1.50	×	1.50	×	71.90	×	2	
No. 1 + 400	304.53	304.00	1.00	2.00	×	2.00	×	71.90	×	2	
No. 3 + 110	304.36	298.00	3.40	2.50	×	2.50	×	81.50	×	2	
No. 5 + 80	273.10	269.00	0.50	3.00	×	3.00	×	46.50	×	8	
No. 5 + 840	303.31	300.00	1.50	1.50	×	1.50	×	73.90	×	1	
No. 6 + 90	303.28	305.50	1.00	2.50	×	2.50	×	71.90	×	2	
No. 6 + 280	303.26	305.00	1.00	2.50	×	2.50	×	71.90	×	2	
No. 7 + 150	303.18	310.20	1.00	1.50	×	1.50	×	71.90	×	1	
No. 7 + 540	303.14	293.40	7.90	1.50	×	1.50	×	99.50	×	2	
No. 8 + 110	303.08	290.00	11.20	1.50	×	1.50	×	112.70	×	2	
No. 8 + 640	303.03	305.00	1.00	1.50	×	1.50	×	71.90	×	2	
No. 8 + 810	303.01	300.00	1.20	1.50	×	1.50	×	72.70	×	2	
No. 11 + 30	302.79	304.80	1.00	2.50	×	2.50	×	71.90	×	1	
No. 11 + 460	302.74	295.80	3.90	2.50	×	2.50	×	83.50	×	2	
No. 12 + 210	302.67	302.00	1.00	1.50	×	1.50	×	71.90	×	1	
No. 12 + 690	302.62	300.00	1.00	2.00	×	2.00	×	71.90	×	1	
No. 13 + 290	302.56	301.10	1.00	2.50	×	2.50	×	71.90	×	1	
No. 14 + 290	302.46	300.00	1.00	1.50	×	1.50	×	71.90	×	1	
No. 14 + 920	302.40	293.00	4.70	4.00	×	4.00	×	86.70	×	3	
No. 16 + 40	302.29	303.40	1.00	2.50	×	2.50	×	71.90	×	1	
No. 16 + 850	302.21	293.10	6.10	2.50	×	2.50	×	92.30	×	1	
No. 17 + 250	302.17	293.90	5.80	2.00	×	2.00	×	91.10	×	1	
No. 18 + 410	302.05	296.00	3.20	2.50	×	2.50	×	80.70	×	1	
No. 18 + 850	302.01	298.80	1.40	1.50	×	1.50	×	73.50	×	1	
No. 20 + 150	280.10	277.00	0.50	2.00	×	2.00	×	46.50	×	10	
No. 21 + 940	300.67	297.00	1.80	1.50	×	1.50	×	75.10	×	2	
No. 22 + 990	300.56	301.00	1.00	1.50	×	1.50	×	71.90	×	1	
No. 23 + 890	300.47	289.00	4.20	6.00	×	6.00	×	84.70	×	4	
No. 24 + 410	300.42	294.00	1.00	5.00	×	5.00	×	71.90	×	5	
No. 25 + 450	300.32	296.70	1.00	2.50	×	2.50	×	71.90	×	2	
No. 26 + 470	300.21	300.00	1.00	2.50	×	2.50	×	71.90	×	1	
No. 28 + 290	300.03	297.80	1.00	2.00	×	2.00	×	71.90	×	1	
No. 28 + 550	300.01	296.10	1.50	2.00	×	2.00	×	73.90	×	1	
No. 29 + 130	299.95	295.50	1.50	2.50	×	2.50	×	73.90	×	2	
No. 30 + 20	299.86	303.00	1.00	1.50	×	1.50	×	71.90	×	1	
No. 30 + 580	299.80	300.50	1.00	1.50	×	1.50	×	71.90	×	1	
No. 30 + 750	299.79	298.00	1.00	2.50	×	2.50	×	71.90	×	2	
No. 33 + 390	299.39	306.00	1.00	2.00	×	2.00	×	71.90	×	2	
No. 33 + 800	299.35	303.00	1.00	2.50	×	2.50	×	71.90	×	2	
No. 34 + 30	299.33	302.50	1.00	2.50	×	2.50	×	71.90	×	2	
No. 35 + 920	299.14	305.00	1.00	4.00	×	4.00	×	71.90	×	3	
No. 36 + 650	299.06	307.50	1.00	4.00	×	4.00	×	71.90	×	3	

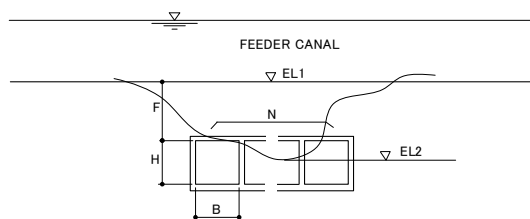
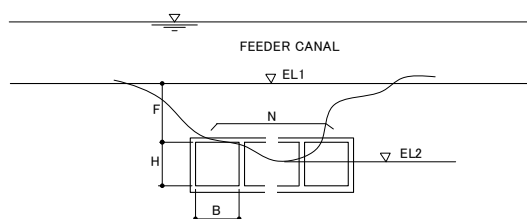


表 7.6-2(3) ワジ横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 2)

Survey Point	Canal Land Level EL1 (m)	River Bed Level EL2 (m)	freeboard F (m)	Crossing-section of Crossing Work				Remark
				B (m)	H (m)	L (m)	N	
No. 0 + 0	305.32	304.00	1.00	2.00	2.00	67.00	1	
No. 0 + 430	305.28	299.10	4.40	1.50	1.50	80.60	2	
No. 0 + 700	305.25	308.00	1.00	1.50	1.50	67.00	2	
No. 1 + 400	305.18	304.00	1.00	2.00	2.00	67.00	2	
No. 3 + 110	305.01	298.00	4.10	2.50	2.50	79.40	2	
No. 5 + 80	273.10	269.00	0.50	3.00	3.00	46.50	8	
No. 5 + 840	303.92	300.00	2.10	1.50	1.50	71.40	1	
No. 6 + 90	303.89	305.50	1.00	2.50	2.50	67.00	2	
No. 6 + 280	303.87	305.00	1.00	2.50	2.50	67.00	2	
No. 7 + 150	303.79	310.20	1.00	1.50	1.50	67.00	1	
No. 7 + 540	303.75	293.40	8.50	1.50	1.50	97.00	2	
No. 8 + 110	303.69	290.00	11.80	1.50	1.50	110.20	2	
No. 8 + 640	303.64	305.00	1.00	1.50	1.50	67.00	2	
No. 8 + 810	303.62	300.00	1.80	1.50	1.50	70.20	2	
No. 11 + 30	303.40	304.80	1.00	2.50	2.50	67.00	1	
No. 11 + 460	303.35	295.80	4.60	2.50	2.50	81.40	2	
No. 12 + 210	303.28	302.00	1.00	1.50	1.50	67.00	1	
No. 12 + 690	303.23	300.00	1.00	2.00	2.00	67.00	1	
No. 13 + 290	303.17	301.10	1.00	2.50	2.50	67.00	1	
No. 14 + 290	303.07	300.00	1.30	1.50	1.50	68.20	1	
No. 14 + 920	303.01	293.00	5.30	4.00	4.00	84.20	3	
No. 16 + 40	302.90	303.40	1.00	2.50	2.50	67.00	1	
No. 16 + 850	302.82	293.10	6.70	2.50	2.50	89.80	1	
No. 17 + 250	302.78	293.90	6.40	2.00	2.00	88.60	1	
No. 18 + 410	302.66	296.00	3.80	2.50	2.50	78.20	1	
No. 18 + 850	302.62	298.80	2.00	1.50	1.50	71.00	1	
No. 20 + 150	280.10	277.00	0.50	2.00	2.00	46.50	10	
No. 21 + 940	301.22	297.00	2.30	1.50	1.50	72.20	2	
No. 22 + 990	301.11	301.00	1.00	1.50	1.50	67.00	1	
No. 23 + 890	301.02	289.00	4.80	6.00	6.00	82.20	4	
No. 24 + 410	300.97	294.00	1.10	5.00	5.00	67.40	5	
No. 25 + 450	300.87	296.70	1.30	2.50	2.50	68.20	2	
No. 26 + 470	300.76	300.00	1.00	2.50	2.50	67.00	1	
No. 28 + 290	300.58	297.80	1.00	2.00	2.00	67.00	1	
No. 28 + 550	300.56	296.10	2.10	2.00	2.00	71.40	1	
No. 29 + 130	300.50	295.50	2.10	2.50	2.50	71.40	2	
No. 30 + 20	300.41	303.00	1.00	1.50	1.50	67.00	1	
No. 30 + 580	300.35	300.50	1.00	1.50	1.50	67.00	1	
No. 30 + 750	300.34	298.00	1.00	2.50	2.50	67.00	2	
No. 33 + 390	299.96	306.00	1.00	2.00	2.00	67.00	2	
No. 33 + 800	299.92	303.00	1.00	2.50	2.50	67.00	2	
No. 34 + 30	299.90	302.50	1.00	2.50	2.50	67.00	2	
No. 35 + 920	299.71	305.00	1.00	4.00	4.00	67.00	3	
No. 36 + 650	299.63	307.50	1.00	4.00	4.00	67.00	3	



(3) オイルパイプライン横断工

3箇所のオイルパイプライン横断工を計画する。

表 7.6-3(1) オイルパイプライン横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 0)

Survey Point	Canal Land Level (m)	Top Level of Pipe (m)	Crossing-section of Crossing Work				Remark
			B (m)	H (m)	L (m)	N	
No. 21 + 660	300.44	300.04	3.10	1.90	68.50	1	1st location
No. 21 + 680	300.44	300.04	1.50	1.00	68.50	1	
No. 25 + 970	300.01	306.91	4.50	5.40	28.30	3	2nd location

表 7.6-3(2) オイルパイプライン横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 1)

Survey Point	Canal Land Level (m)	Top Level of Pipe (m)	Crossing-section of Crossing Work				Remark
			B (m)	H (m)	L (m)	N	
No. 21 + 660	300.69	300.04	3.10	1.90	66.60	1	1st location
No. 21 + 680	300.69	300.04	1.50	1.00	66.60	1	
No. 25 + 970	300.26	306.91	4.50	5.40	27.30	3	2nd location

表 7.6-3(3) オイルパイプライン横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 2)

Survey Point	Canal Land Level (m)	Top Level of Pipe (m)	Crossing-section of Crossing Work				Remark
			B (m)	H (m)	L (m)	N	
No. 21 + 660	301.24	300.04	3.10	1.90	64.50	1	1st location
No. 21 + 680	301.24	300.04	1.50	1.00	64.50	1	
No. 25 + 970	300.81	306.91	4.50	5.40	27.30	3	2nd location

(4) 鉄道横断工

1箇所の鉄道横断工を計画する。

表 7.6-4(1) 鉄道横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 0)

Survey Point	Canal Land Level (m)	Top Level of Pipe (m)	Bridge		Remark
			L (m)	N	
No. 37 + 650	298.85	317.70	20.00	3	

表 7.6-4(2) 鉄道横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 1)

Survey Point	Canal Land Level (m)	Top Level of Pipe (m)	Bridge		Remark
			L (m)	N	
No. 37 + 650	299.10	317.70	20.00	3	

表 7.6-4(3) 鉄道横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 2)

Survey Point	Canal Land Level (m)	Top Level of Pipe (m)	Bridge		Remark
			L (m)	N	
No. 37 + 650	299.65	317.70	20.00	3	

(5) 道路横断工

8 箇所の道路横断工を計画する。

表 7.6-5(1) 道路横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 0)

Survey Point	Canal Land Level (m)	Level of Road (m)	Difference (m)	Length of Crossing (m)	Bridge		TYPE	Remark
					L (m)	N		
No. 10 + 770	302.52	313.50	10.98	37.90	20.00	× 1	II - i	B=5m
No. 11 + 940	302.41	305.60	3.19	30.00	20.00	× 1	II - ii	B=5m (road raising)
No. 12 + 380	302.36	311.40	9.04	32.10	20.00	× 1	II - i	B=5m
No. 13 + 650	302.24	314.80	12.56	42.70	20.00	× 2	II - i	B=5m
No. 26 + 630	299.95	309.50	9.55	33.70	20.00	× 1	II - i	B=5m
No. 29 + 760	299.63	307.10	7.47	27.40	20.00	× 1	II - i	B=5m
No. 33 + 100	299.30	312.50	13.20	44.60	20.00	× 2	I - i	B=9m
No. 35 + 440	299.07	321.60	22.53	72.60	20.00	× 3	I - i	B=9m

表 7.6-5(2) 道路横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 1)

Survey Point	Canal Land Level (m)	Level of Road (m)	Difference (m)	Length of Crossing (m)	Bridge		TYPE	Remark
					L (m)	N		
No. 10 + 770	302.81	313.50	10.69	36.10	20.00	× 1	II - i	B=5m
No. 11 + 940	302.70	305.60	2.90	30.00	20.00	× 1	II - ii	B=5m (road raising)
No. 12 + 380	302.65	311.40	8.75	30.30	20.00	× 1	II - i	B=5m
No. 13 + 650	302.53	314.80	12.27	40.80	20.00	× 2	II - i	B=5m
No. 26 + 630	300.20	309.50	9.30	31.90	20.00	× 1	II - i	B=5m
No. 29 + 760	299.88	307.10	7.22	25.70	20.00	× 1	II - i	B=5m
No. 33 + 100	299.55	312.50	12.95	42.90	20.00	× 2	I - i	B=9m
No. 35 + 440	299.32	321.60	22.28	70.80	20.00	× 3	I - i	B=9m

表 7.6-5(3) 道路横断工の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 2)

Survey Point	Canal Land Level (m)	Level of Road (m)	Difference (m)	Length of Crossing (m)	Bridge		TYPE	Remark
					L (m)	N		
No. 10 + 770	303.42	313.50	10.08	34.20	20.00	× 1	II - i	B=5m
No. 11 + 940	303.31	305.60	2.29	30.00	20.00	× 1	II - ii	B=5m (road raising)
No. 12 + 380	303.26	311.40	8.14	28.40	20.00	× 1	II - i	B=5m
No. 13 + 650	303.14	314.80	11.66	39.00	20.00	× 2	II - i	B=5m
No. 26 + 630	300.75	309.50	8.75	30.30	20.00	× 1	II - i	B=5m
No. 29 + 760	300.43	307.10	6.67	24.00	20.00	× 1	II - i	B=5m
No. 33 + 100	300.10	312.50	12.40	41.20	20.00	× 2	I - i	B=9m
No. 35 + 440	299.87	321.60	21.73	69.20	20.00	× 3	I - i	B=9m

(6) 人道橋

3 箇所の人道橋を計画する。

表 7.6-6(1) 人道橋の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 0)

Survey Point	Canal Land Level (m)	Level of Road (m)	Difference (m)	Length of Crossing (m)	Bridge		Remark
					L (m)	N	
No. 16 + 730	301.93	306.93	5.00	20.00	23.00	× 1	
No. 26 + 200	299.99	304.99	5.00	20.00	23.00	× 1	
No. 28 + 350	299.78	304.78	5.00	20.00	23.00	× 1	



表 7.6-6(2) 人道橋の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 1)

Survey Point	Canal Land Level (m)	Level of Road (m)	Difference (m)	Length of Crossing (m)	Bridge		Remark
					L (m)	N	
No. 16 + 730	302.22	307.22	5.00	19.00	23.00	× 1	
No. 26 + 200	300.24	305.24	5.00	19.00	23.00	× 1	
No. 28 + 350	300.03	305.03	5.00	19.00	23.00	× 1	

表 7.6-6(3) 人道橋の延長計算、横断規模の決定 (シナリオ 2)

Survey Point	Canal Land Level (m)	Level of Road (m)	Difference (m)	Length of Crossing (m)	Bridge		Remark
					L (m)	N	
No. 16 + 730	302.83	307.83	5.00	19.00	23.00	× 1	
No. 26 + 200	300.79	305.79	5.00	19.00	23.00	× 1	
No. 28 + 350	300.58	305.58	5.00	19.00	23.00	× 1	

(7) 管理施設

① 余水吐工

表 7.6-7(1) 余水吐工の設置位置 (シナリオ 0)

Survey Point	Length of Section (m)	Canal Land Level (m)	Capacity (m <sup>3</sup> /s)	Length of Crest (m)	Remark
No. 4 + 620	4620	303.91	9.00	57.00	cum Siphon 1
No. 12 + 690	8070	302.33			
No. 19 + 400	6710	301.66			cum Siphon 2
No. 25 + 450	6050	300.07			
No. 30 + 700	5250	299.54			cum Wasteways
No. 60 + 270	29570	291.78			branch point of EAST and WEST

表 7.6-7(2) 余水吐工の設置位置 (シナリオ 1)

Survey Point	Length of Section (m)	Canal Land Level (m)	Capacity (m <sup>3</sup> /s)	Length of Crest (m)	Remark
No. 4 + 620	4620	304.21	17.00	107.00	cum Siphon 1
No. 12 + 690	8070	302.62			
No. 19 + 400	6710	301.95			cum Siphon 2
No. 25 + 450	6050	300.32			
No. 30 + 700	5250	299.79			cum Wasteways
No. 60 + 270	29570	292.07			branch point of EAST and WEST

表 7.6-7(3) 余水吐工の設置位置 (シナリオ 2)

Survey Point	Length of Section (m)	Canal Land Level (m)	Capacity (m <sup>3</sup> /s)	Length of Crest (m)	Remark
No. 4 + 620	4620	304.86	12.00	76.00	cum Siphon 1
No. 12 + 690	8070	303.23			
No. 19 + 400	6710	302.56			cum Siphon 2
No. 25 + 450	6050	300.87			
No. 30 + 700	5250	300.34			cum Wasteways
No. 60 + 270	29570	292.71			branch point of EAST and WEST

② 放水工

表 7.6-8(1) 放水工の設置位置 (シナリオ 0)

Survey Point	Length of Section (m)	Canal Land Level (m)	Capacity (m <sup>3</sup> /s)	Remark
No. 4 + 620	4620	303.91	100.00	cum Siphon 1
No. 19 + 400	14780	301.66		cum Siphon 2
No. 30 + 700	11300	299.54		right upstream of tunnel (wadi possible to discharge)
No. 60 + 270	29570	291.78		branch point of EAST and WEST

表 7.6-8(2) 放水工の設置位置 (シナリオ 1)

Survey Point	Length of Section (m)	Canal Land Level (m)	Capacity (m <sup>3</sup> /s)	Remark
No. 4 + 620	4620	304.21	80.00	cum Siphon 1
No. 19 + 400	14780	301.95		cum Siphon 2
No. 30 + 700	11300	299.79		right upstream of tunnel (wadi possible to discharge)
No. 60 + 270	29570	292.07		branch point of EAST and WEST

表 7.6-8(3) 放水工の設置位置 (シナリオ 2)

Survey Point	Length of Section (m)	Canal Land Level (m)	Capacity (m <sup>3</sup> /s)	Remark
No. 4 + 620	4620	304.86	60.00	cum Siphon 1
No. 19 + 400	14780	302.56		cum Siphon 2
No. 30 + 700	11300	300.34		right upstream of tunnel (wadi possible to discharge)
No. 60 + 270	29570	292.71		branch point of EAST and WEST

## 第8章 灌漑施設計画

### 8.1 用水系統

支線配置を考慮した幹線水路クラスの用水系統図を作成する。

#### (1) ブロック別灌漑面積

各シナリオのブロック別灌漑面積は下表のとおりである。

表 8.1-1 ブロック別灌漑面積集計表

				Share of Cultivated Area ③		75.6%
Main Canal	Area Name	Soil Depth Area (≧50cm) ①	Area Suitable for Irrigation ②	Sinario 0 Q=100m <sup>3</sup> /s	Sinario 1 Q=80m <sup>3</sup> /s	Sinario 2 Q=60m <sup>3</sup> /s
East Main Canal	E1	8,600	6,500	6,500	6,500	6,500
	E2	15,300	11,500	11,500	11,500	11,500
	E3	6,700	5,100	5,100	5,100	5,100
	E4	14,100	10,700	10,700	10,700	10,700
Wast Main Canal	W1	7,700	5,800	5,800	5,800	5,800
	W2	12,200	9,200	9,200	9,200	9,200
	W3	17,500	13,300	13,300	13,300	13,300
	W4	20,700	15,600	15,600	15,600	15,600
	W5	4,800	3,700	3,700	3,700	3,700
	W6	7,200	5,400	5,400	5,400	5,400
	W7	6,300	4,800	4,800	4,800	
	W8	8,100	6,100	6,100	6,100	
	W9	7,900	6,000	6,000	6,000	
	W10	6,400	4,900	4,900	4,900	
	W11	13,700	10,400	10,400	10,400	
Pumped Main Canal	P1	3,600	2,700	2,700		
	P2	6,000	4,600	4,600		
	P3	6,000	4,500	4,500		
	P4	6,500	4,900	4,900		
	P5	7,700	5,800	5,800		
	P6	9,400	7,100	7,100		
TOTAL		196,400	148,600	148,600	119,000	86,800

Area Suitable for Irrigation ② = Soil Depth Area (≧50cm) ① × Share of Cultivated Area ③ / 100

#### (2) 用水量

幹線水路における用水量は、計画日消費水量、灌漑効率、灌漑面積により下式にて以算定する。

$$\text{幹線水路用水量(m}^3\text{/s)} = \text{計画最大消費水量(m}^3\text{/sec/ha)} \div \text{灌漑効率} \times \text{灌漑面積(ha)}$$

ここに、灌漑効率：0.68

#### (3) 用水系統図

各シナリオの用水系統図を図 8.1-1～8.1.3 に示す。

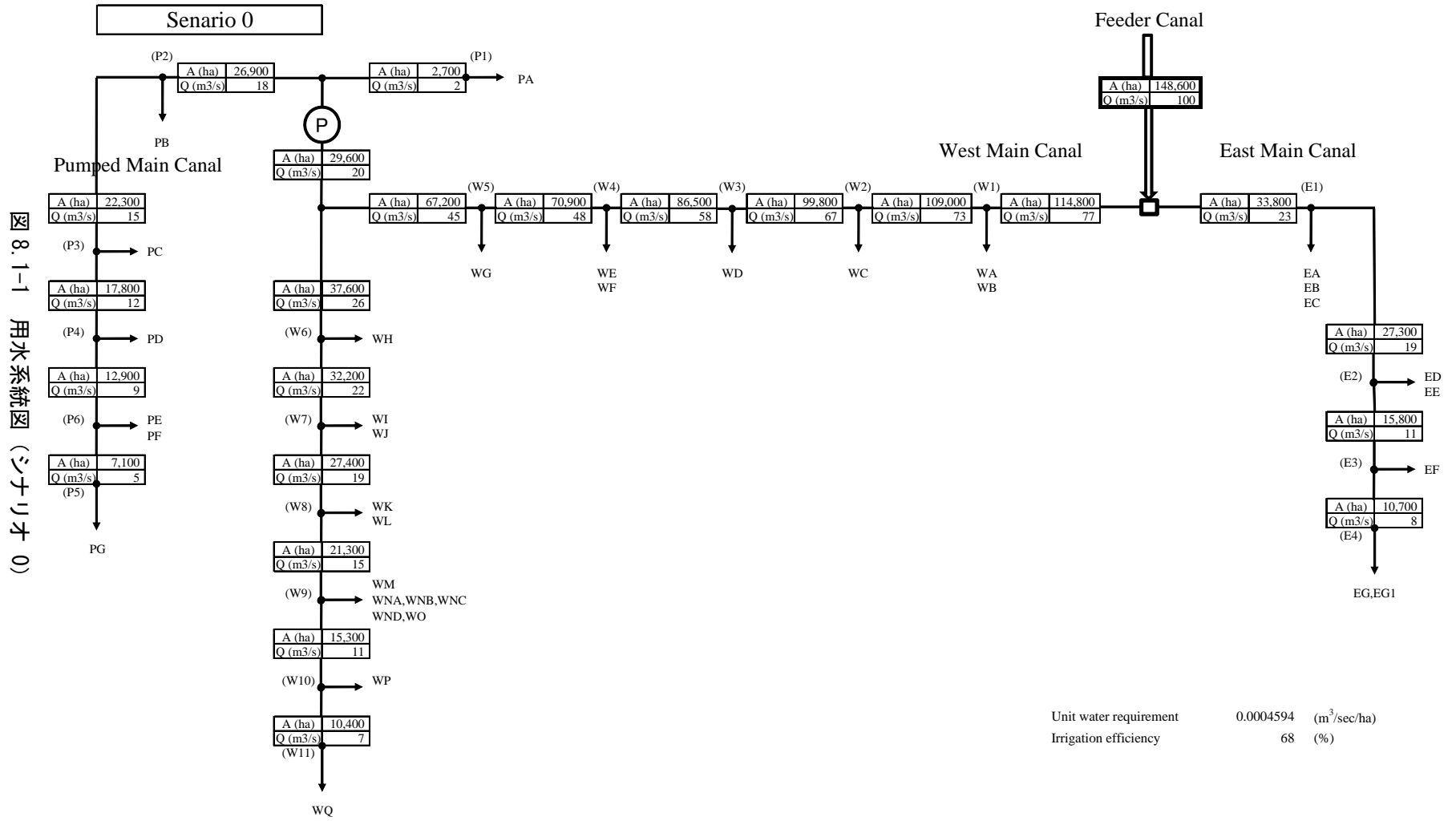
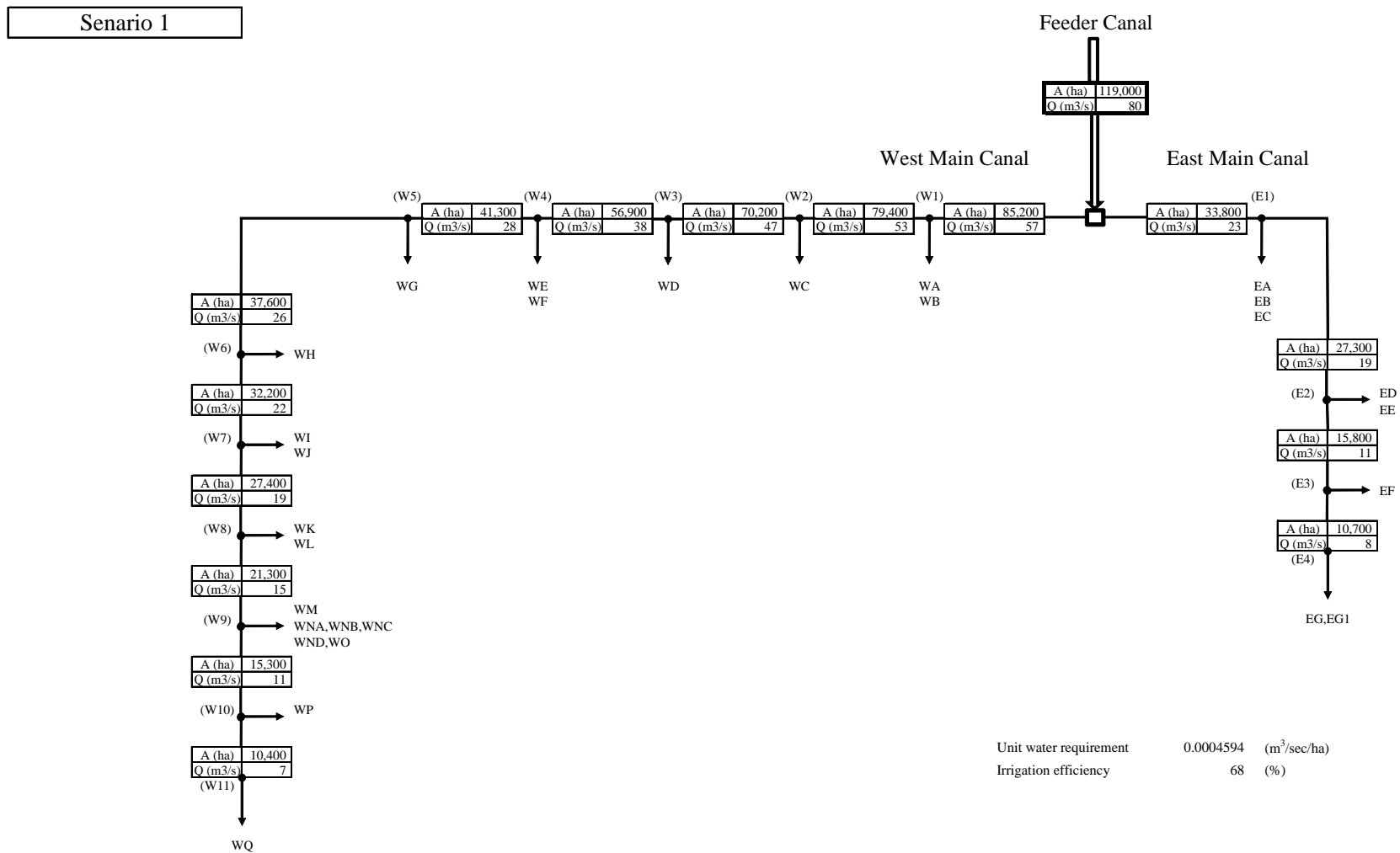


図 8.1-1 用水系統図 (シナリオ 0)

図 8.1-2 用水系統図 (シナリオ 1)



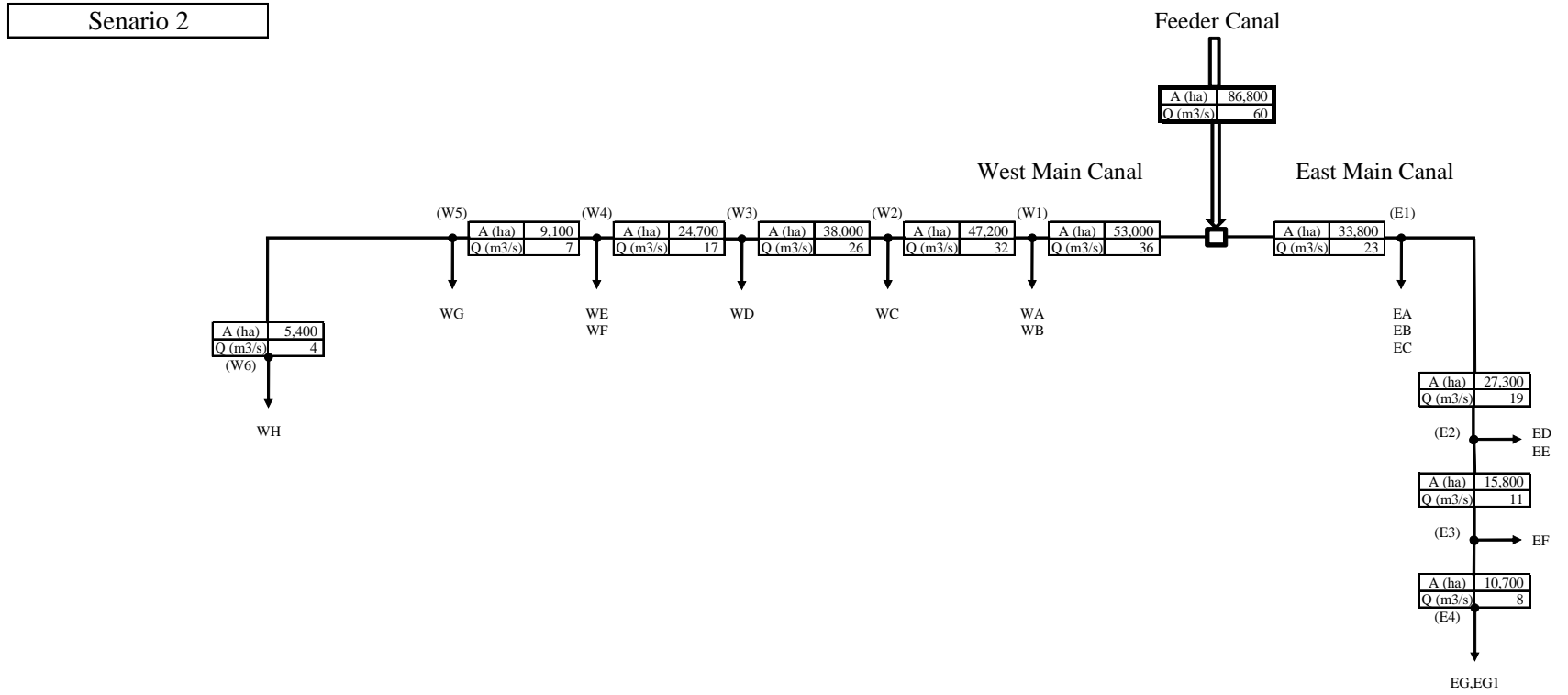


図 8.1-3 用水系統図 (シナリオ 2)

## 8.2 幹線水路概略設計

幹線用水路断面は、導水路開水路断面と同様に等流水路断面で掘削量及びライニング長が最小となる台形断面として経済的な断面を決定する。表 8.2-1～8.2.3 に各幹線水路のシナリオ毎の水路断面諸元を示す。

表 8.2-1 幹線水路断面諸元一覧 (シナリオ 0)

TYPE		HYDRAULIC DATA				GEOMETRICAL DATA				
		Q m <sup>3</sup> /s	S m/m	n	v m/s	Fr	B m	d m	Fb m	H m
EAST CANAL	EMC_01	23	0.0005	0.015	1.729	0.37	2.50	2.26	0.34	2.60
	EMC_02	19	0.0005	0.015	1.647	0.37	2.50	2.06	0.32	2.40
	EMC_03	11	0.0005	0.015	1.431	0.36	2.40	1.60	0.28	1.90
	EMC_04	8	0.0005	0.015	1.328	0.34	1.70	1.52	0.27	1.80
WEST CANAL	WMC_01	77	0.00005	0.015	0.974	0.14	9.40	4.77	0.41	5.20
	WMC_02	73	0.00005	0.015	0.961	0.14	9.20	4.68	0.41	5.10
	WMC_03	67	0.00005	0.015	0.940	0.14	9.10	4.50	0.40	4.90
	WMC_04	58	0.00005	0.015	0.905	0.14	8.90	4.21	0.38	4.60
	WMC_05	48	0.00005	0.015	0.863	0.14	8.30	3.92	0.37	4.30
	WMC_06	45	0.00005	0.015	0.849	0.14	8.10	3.83	0.36	4.20
	WMC_07	26	0.00005	0.015	0.735	0.14	7.40	2.98	0.31	3.30
	WMC_08	22	0.00005	0.015	0.705	0.13	7.00	2.79	0.30	3.10
	WMC_09	19	0.00005	0.015	0.685	0.13	5.80	2.78	0.30	3.10
	WMC_10	15	0.00005	0.015	0.650	0.13	4.50	2.70	0.30	3.00
	WMC_11	11	0.00005	0.015	0.606	0.12	3.10	2.60	0.29	2.90
	WMC_12	7	0.00005	0.015	0.540	0.12	2.90	2.13	0.26	2.40
PUMPED MAIN CANAL	PMC_1	2	0.0001	0.015	0.512	0.15	1.60	1.17	0.22	1.40
	PMC_2	18	0.0001	0.015	0.888	0.17	3.50	2.69	0.30	3.00
	PMC_3	15	0.0001	0.015	0.850	0.17	2.90	2.60	0.30	2.90
	PMC_4	12	0.0001	0.015	0.805	0.16	2.20	2.50	0.29	2.80
	PMC_5	9	0.0001	0.015	0.749	0.16	2.10	2.22	0.28	2.50
	PMC_6	5	0.0001	0.015	0.646	0.16	1.80	1.75	0.25	2.00

B : Canal Bed Width  
d : Water Depth  
Fb : Freeboard

表 8.2-2 幹線水路断面諸元一覧 (シナリオ 1)

TYPE		HYDRAULIC DATA				GEOMETRICAL DATA				
		Q m <sup>3</sup> /s	S m/m	n	v m/s	Fr	B m	d m	Fb m	H m
EAST CANAL	EMC_01	23	0.0005	0.015	1.729	0.37	2.50	2.26	0.34	2.60
	EMC_02	19	0.0005	0.015	1.647	0.37	2.50	2.06	0.32	2.40
	EMC_03	11	0.0005	0.015	1.431	0.36	2.40	1.60	0.28	1.90
	EMC_04	8	0.0005	0.015	1.328	0.34	1.70	1.52	0.27	1.80
WEST CANAL	WMC_01	57	0.00005	0.015	0.902	0.14	8.70	4.21	0.38	4.60
	WMC_02	53	0.00005	0.015	0.886	0.14	8.40	4.11	0.38	4.50
	WMC_03	47	0.00005	0.015	0.860	0.14	8.00	3.93	0.37	4.30
	WMC_04	38	0.00005	0.015	0.816	0.14	7.30	3.65	0.35	4.00
	WMC_05	28	0.00005	0.015	0.756	0.13	6.50	3.25	0.33	3.60
	WMC_06	26	0.00005	0.015	0.742	0.13	6.30	3.17	0.32	3.50
	WMC_07	22	0.00005	0.015	0.712	0.13	5.90	2.98	0.31	3.30
	WMC_08	19	0.00005	0.015	0.691	0.13	4.80	2.97	0.31	3.30
	WMC_09	15	0.00005	0.015	0.652	0.12	4.10	2.78	0.30	3.10
	WMC_10	11	0.00005	0.015	0.602	0.12	4.00	2.40	0.28	2.70
	WMC_11	7	0.00005	0.015	0.540	0.12	2.90	2.13	0.26	2.40

表 8.2-3 幹線水路断面諸元一覧 (シナリオ 2)

TYPE		HYDRAULIC DATA				GEOMETRICAL DATA				
		Q m <sup>3</sup> /s	S m/m	n	v m/s	Fr	B m	d m	Fb m	H m
EAST CANAL	EMC_01	23	0.0005	0.015	1.729	0.37	2.50	2.26	0.34	2.60
	EMC_02	19	0.0005	0.015	1.647	0.37	2.50	2.06	0.32	2.40
	EMC_03	11	0.0005	0.015	1.431	0.36	2.40	1.60	0.28	1.90
	EMC_04	8	0.0005	0.015	1.328	0.34	1.70	1.52	0.27	1.80
WEST CANAL	WMC_01	36	0.00005	0.015	0.804	0.14	7.30	3.55	0.34	3.90
	WMC_02	32	0.00005	0.015	0.782	0.13	6.70	3.45	0.34	3.80
	WMC_03	26	0.00005	0.015	0.742	0.13	6.30	3.17	0.32	3.50
	WMC_04	17	0.00005	0.015	0.664	0.13	6.00	2.59	0.29	2.90
	WMC_05	7	0.00005	0.015	0.538	0.12	3.40	2.02	0.26	2.30
	WMC_06	4	0.00005	0.015	0.470	0.11	2.30	1.74	0.24	2.00



### 8.3 排水システム

本プロジェクト受益地内の地下水位は、井戸調査結果から地表面下数メートルであり、現況において、排水不良による営農への影響は少ないと考えられる。しかし、かんがい用水の供給に伴い、土壌水分の上昇とこれに起因する毛管現象による地下水の上昇が懸念される。

地下水の上昇は、表土下に広がる石膏層の溶脱を促し、用水路、道路、圃場等の不陸を招くものと考えられる。

よって、雨水や過剰かんがい用水が、農地の保全、作物の生育、農業機械の作業効率等に影響を与えないために排水システムを導入する。

排水路組織は、圃場面の雨水等の停滞を招かないように、圃場からの流出水を出来るだけ地形を有効に利用して、集中させずに分散させるように配置する。基本的に、承水路⇒集水路⇒排水路⇒ワジの構成とする。

受益地の大半はサルサル・ワジの流域で、地区内の排水は、各ワジを介して、サルサル・ワジを流下し、サルサル湖へと排出される。図 8.3-1 に排水システム概要図を示す。

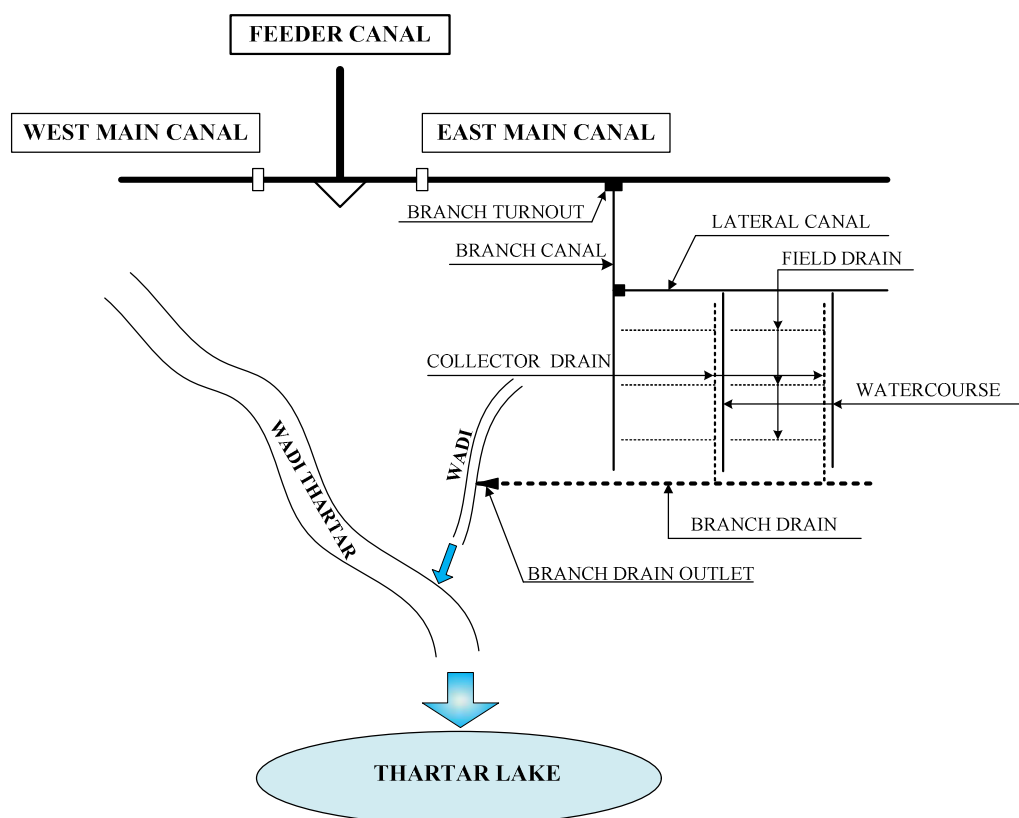


図 8.3-1 排水システム概要図

## 第9章 事業実施計画

### 9.1 事業実施スケジュール

事業実施スケジュールを表 9.1-1～9.1-4 に示す。

表 9.1-1 事業スケジュール (シナリオ 0 : with Pump)

Operation	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Rotation Block
Power & pumping station		■	■	■						
Feeder Canal & related structure		■	■	■	■	■				
Tunnel on Feeder Canal		■	■	■	■	■				
Electrical supply system				■	■	■	■	■	■	
Canals, Roads and Networks (East Canal)					■	■	■	■		14
Canals, Roads and Networks (West Canal)										
Phase 1					■	■	■	■		12
Phase 2						■	■	■		12
Phase 3							■	■	■	12
Canals, Roads and Networks (Pumped Canal)							■	■	■	12
Pumping Station on West Canal						■	■	■		
Pump Houses in Sprinkler System							■	■	■	
Sprinkler Systems								■	■	

表 9.1-2 事業スケジュール (シナリオ 0 : without Pump)

Operation	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Rotation Block
Power & pumping station		■	■	■						
Feeder Canal & related structure		■	■	■	■	■				
Tunnel on Feeder Canal		■	■	■	■	■				
Electrical supply system				■	■	■	■	■	■	
Canals, Roads and Networks (East Canal)					■	■	■	■		14
Canals, Roads and Networks (West Canal)										
Phase 1					■	■	■	■		12
Phase 2						■	■	■		12
Phase 3							■	■	■	12
Canals, Roads and Networks (Pumped Canal)							■	■	■	12
Pumping Station on West Canal							■	■	■	
Pump Houses in Sprinkler System							■	■	■	
Sprinkler Systems								■	■	

表 9.1-3 事業スケジュール (シナリオ 1)

Operation	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Rotation Block
Power & pumping station		■	■	■						
Feeder Canal & related structure		■	■	■	■	■				
Tunnel on Feeder Canal		■	■	■	■	■				
Electrical supply system				■	■	■	■	■	■	
Canals, Roads and Networks (East Canal)					■	■	■	■		14
Canals, Roads and Networks (West Canal)										
Phase 1					■	■	■	■		12
Phase 2						■	■	■		12
Phase 3							■	■	■	12
Canals, Roads and Networks (Pumped Canal)							■	■	■	
Pumping Station on West Canal							■	■	■	
Pump Houses in Sprinkler System							■	■	■	
Sprinkler Systems								■	■	

表 9.1-4 事業スケジュール (シナリオ 2)

Operation	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Rotation Block
Power & pumping station		■	■	■						
Feeder Canal & related structure		■	■	■	■	■				
Tunnel on Feeder Canal		■	■	■	■	■				
Electrical supply system				■	■	■	■			
Canals, Roads and Networks (East Canal)					■	■	■	■		14
Canals, Roads and Networks (West Canal)										
Phase 1						■	■	■		12
Phase 2						■	■	■		12
Phase 3										
Canals, Roads and Networks (Pumped Canal)										
Pumping Station on West Canal										
Pump Houses in Sprinkler System							■	■	■	
Sprinkler Systems							■	■	■	

## 9.2 概算工事費

シナリオ別の概算工事費を表 9.2-1 に示す。

Contract No.		Scenario 0		Scenario 1		Scenario 2	
		ID	\$	ID	\$	ID	\$
No. SJ-1	FEEDER CANAL	140,351,353,000	9,705,000	125,362,334,000	8,754,000	112,193,014,000	7,934,000
No. SJ-2A	TUNNEL ON FEEDER CANAL	172,928,828,000	6,843,000	156,929,573,000	6,664,000	134,776,504,000	6,333,000
No. SJ-3A	CANALS,ROADS AND NETWORKS (EAST CANAL)	101,033,326,000	6,545,000	101,033,326,000	6,545,000	101,033,326,000	6,545,000
No. SJ-3B	CANALS,ROADS AND NETWORKS (WEST CANAL)						
Phase 1		96,309,475,000	12,471,000	89,565,505,000	11,508,000	81,626,714,000	10,255,000
Phase 2		130,344,194,000	14,514,000	117,166,245,000	13,051,000	70,243,332,000	6,329,000
Phase 3		85,402,240,000	5,229,000	85,402,240,000	5,229,000	—	—
No. SJ-3C	CANALS,ROADS AND NETWORKS (PUMPED CANAL)	105,626,775,000	5,646,000	—	—	—	—
No. SJ-4	PUMPING STATION ON WEST CANAL	4,766,018,000	69,603,000	—	—	—	—
No. SJ-5	PUMP HOUSES FOR SPRINKLER SYSTEMS	9,703,622,000	86,843,000	7,791,793,000	69,589,000	5,712,033,000	50,819,000
No. SJ-6	SPRINKLER SYSTEMS	203,410,000	416,823,000	162,892,000	333,795,000	118,815,000	243,474,000
No.SJA	POWER AND PUMPING STATION	—	150,000,000	—	120,000,000	—	90,000,000
	ELECTRICAL SUPPLY SYSTEM	45,000,000,000	—	40,500,000,000	—	36,000,000,000	—
TOTAL COST OF THE PROJECT		891,669,241,000	784,222,000	723,913,908,000	575,135,000	541,703,738,000	421,689,000

表 9.2-1 シナリオ別概算工事費集計表

### 9.3 維持管理計画

#### 9.3.1 概要

本プロジェクトにおける維持管理には、施設設置の目的である水の流送を適切に行う水管理と、施設の機能を正常に維持保全するための施設維持管理に区分される。

##### (1) 水管理

本水路のシステムはモスルダム地点での流量制御による供給主導型となっており、広大な受益地へ用水を合理的でかつ適正な配分を行うことが重要である。基本的な水管理の流れは、以下のとおりである。

- ① 需要側から週または半月単位での需要量要望をダム管理者に申告し、ダム管理者からの供給量予定を受ける。
- ② その結果を受けて、各ゲート操作方式等の用水配分計画を立案する。
- ③ 用水配分計画を各幹線掛りから各支線掛りへと連絡し、末端まで水配分計画の徹底を図る。

##### (2) 施設維持管理

施設維持管理は、各施設の機能を安全かつ正常に維持管理・保全するため、①操作・運転、②点検・整備、③補修・更新の段階に分け、各施設の機能に合わせた維持管理を行うものとする。なお、補修・更新は、長期的にみて経済的な管理が行われるよう施設の耐用年数を全うするための頻度で起こる大規模の大きい整備補修や設備機器の部分更新のための工事等の資本的支出を行うため、本項の対象外とする。

①操作・運転、②点検・整備段階における施設管理の内容区分を表 9.3-1 に示す。

表 9.3-1 施設管理の内容区分

項目		周期	操作時	定時 (毎日/毎週)	月例	年に1回
設備・工種	可動施設	・ゲート ・バルブ ・ポンプ ・スプリンクラー ・遠方監視制御装置 ・計測器等	操作点検 故障処理	定時点検 整備	定期点検 定期整備	分解点検 部品取替
	固定施設	・用水路 ・排水路 ・道路 ・建築		巡回点検 ・流木取除き	巡回点検	巡回点検 ・草むしり ・土砂上げ ・舗装補修 ・その他
施設管理区分			運転管理	点検・整備		

### 9.3.2 管理体制および要員計画

水管理および施設維持管理の概要を踏まえ、基本となる管理体制組織図を図 9.3-1 に示す。各事務所における要員計画を表 9.3-2 に示す。

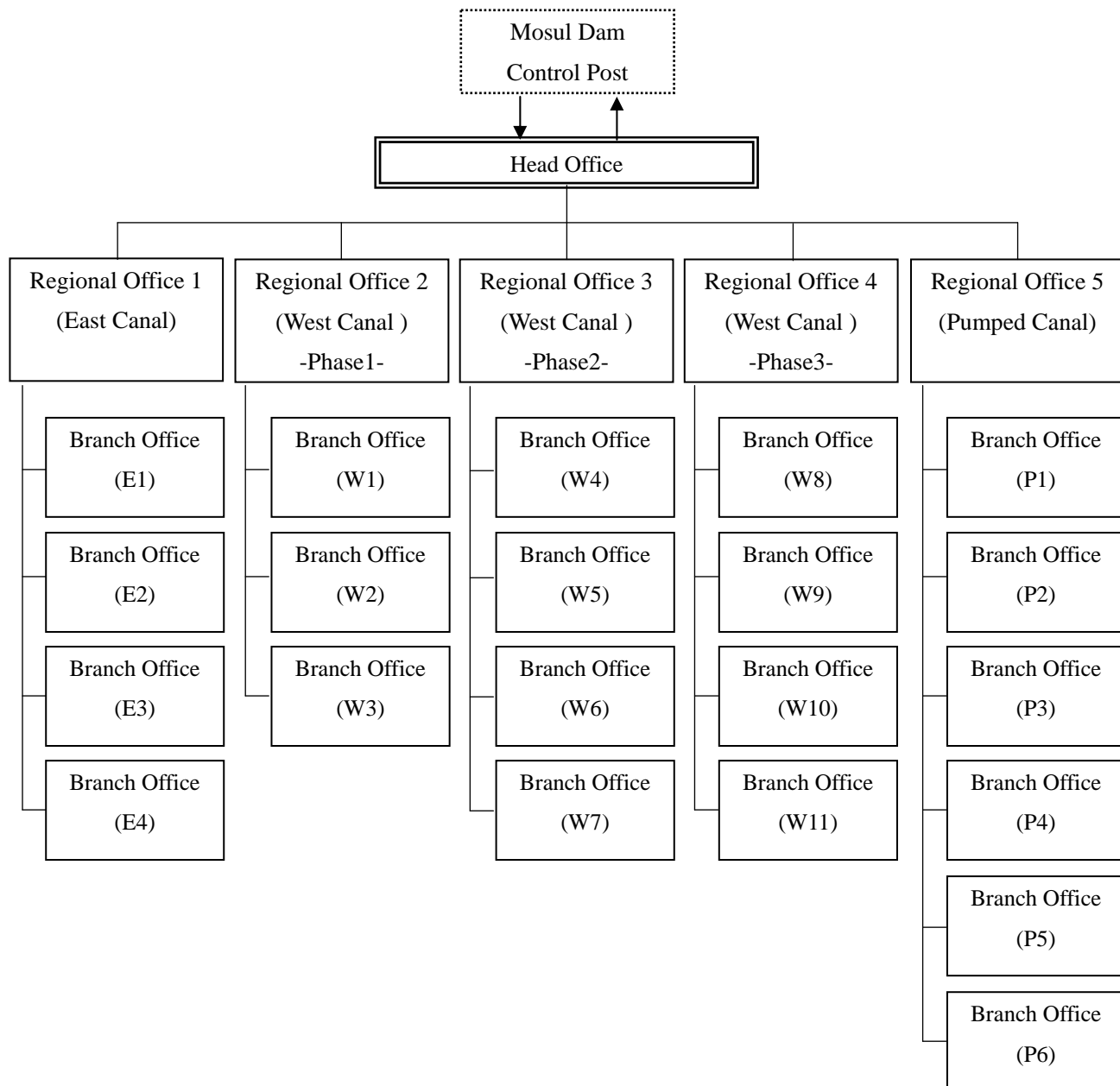


図 9.3-1 管理体制組織図 (案)

表 9.3-2 要員計画 (Project Office)

担 当	人数	シナリオ 0	シナリオ 1	シナリオ 2
Chief Engineer	1	1	1	1
Civil Engineer	2	2	2	2
Hydrological Engineer	1	1	1	1
Electro/Mechanical Engineer	1	1	1	1
Technicians	2	2	2	2
Procurement Officer	1	1	1	1
Accountant	1	1	1	1
Bookkeepers	2	2	2	2
Secretary	1	1	1	1
Clerks	9	9	9	9
Messenger	1	1	1	1
(TELECONTROL SECTION)				
Systems Analyst	1	1	1	1
Electronics Engineer	1	1	1	1
Programmer	1	1	1	1
Maintenance Technician	1	1	1	1
Operators	8	8	8	8
(PUMP SECTION)				
Technicians	3	3	3	3
Skilled Labor	3	3	3	3
Semi-skilled Labor	3	3	3	3
(FEEDER CANAL SECTION)				
Engineer	1	1	1	1
Water Management Operator	2	2	2	2
(BUILDING MAINTENANCE SECTION)				
Technician	1	1	1	1
Storekeeper	1	1	1	1
Skilled labor	3	3	3	3
Semi-skilled Labor	3	3	3	3
Unskilled Labor	2	2	2	2
Clerk	1	1	1	1
(EQUIPMENT SECTION)				
Technician	1	1	1	1
Mechanic	1	1	1	1
Storekeeper	1	1	1	1
Clerk	1	1	1	1
Skilled Labor	1	1	1	1
Operators/Drivers	6	6	6	6
Unskilled Labor	3	3	3	3

表 9.3-3 要員計画 (Regional Office)

担 当	人数	シナリオ 0	シナリオ 1	シナリオ 2
Regional Director	1	5	4	3
Engineering Manager	1	5	4	3
Assistant Regional Engineer	1	5	4	3
Technicians	2	10	8	6
Water Management Operator	1	5	4	3
Transport Supervisor	1	5	4	3
Administrator	1	5	4	3
Personal and training Officer	1	5	4	3
Assistant Personnel Officer	1	5	4	3
Accountant	1	5	4	3
Planning and Follow Up	2	10	8	6
Bookkeeper	1	5	4	3
Secretary	1	5	4	3
Veterinary Officer	2	10	8	6
Veterinary Technician	5	25	20	15
Project Farm Supervisor	1	5	4	3
Chief Co-operative Inspector	1	5	4	3
Chief Extension Officer	1	5	4	3
Agricultural Machinery Supervisor	1	5	4	3
Clerks	5	25	20	15
Typists	3	15	12	9
Messengers	2	10	8	6
Unskilled labor	8	40	32	24
(ENGINEERING STATION)				
Station Manager	1	5	4	3
Storekeeper	1	5	4	3
Clerk	1	5	4	3
Mechanic	2	10	8	6
Equipment operator/driver	10	50	40	30
Unskilled Labor	5	25	20	15
(BUILDING MAINTENANCE SECTION)				
Technician	1	5	4	3
Storekeeper	1	5	4	3
Skilled labor	3	15	12	9
Semi Skilled Labor	3	15	12	9
Unskilled Labor	2	10	8	6

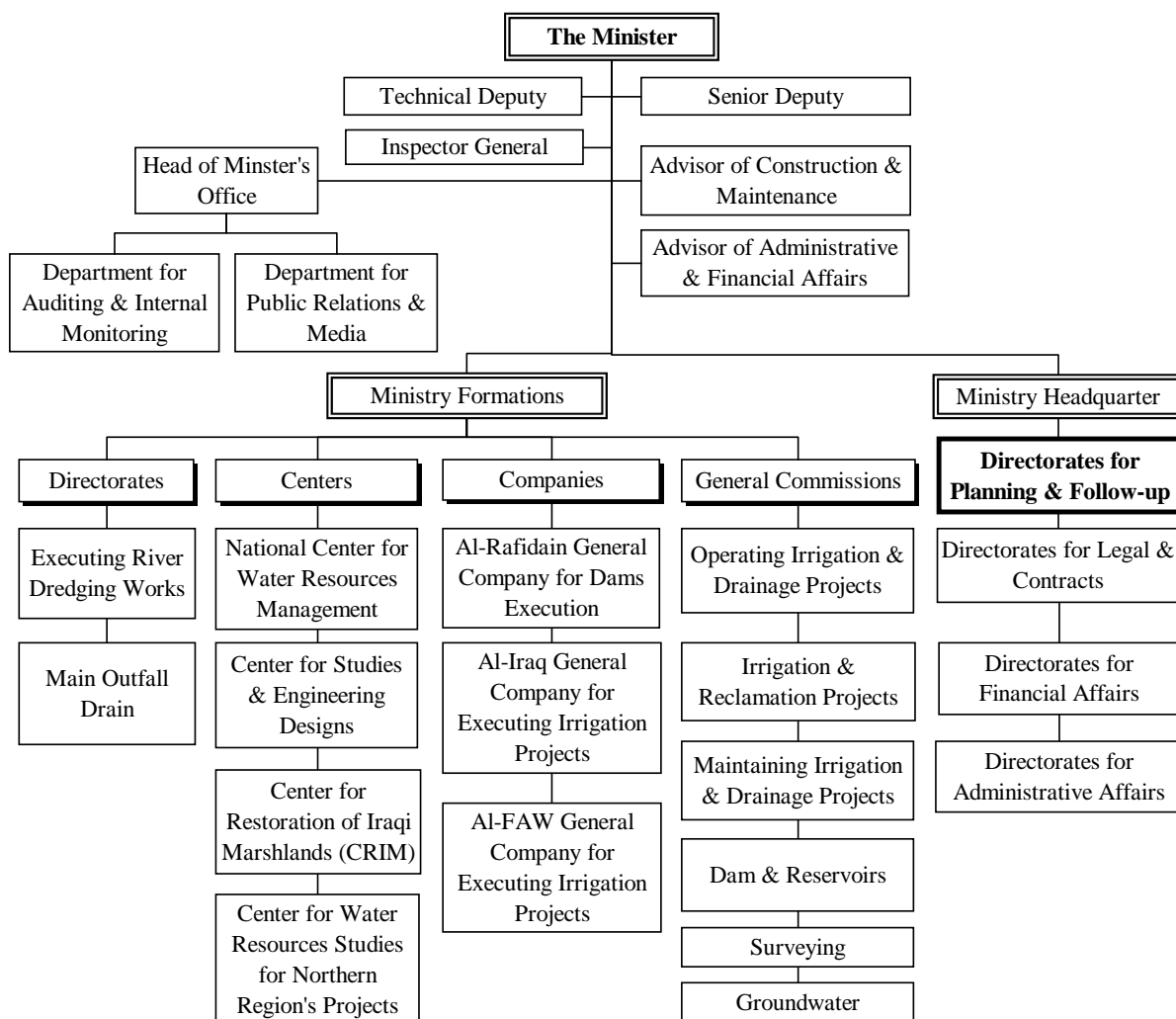


## 9.4 事業実施体制

### 9.4.1 実施機関

本事業の直接の実施機関はイラク国水資源省（Ministry of Water Resources :MoWR）であり、その組織図を図 9.3-1 に示す。MoWR の中核を成す 4 つの部署（Ministry Formations）の一つであるセンター（Centers）は、水資源開発・管理にかかる調査・研究部門が集まっている。その中で、“National Center for Water Resources Management”は、本件調査中の各段階のレポート説明協議に参加し、モスルダム将来の流入・流出予想に関して、助言を得ている。今後プロジェクト実施に当たって、利用可能な水資源の検証に重要な役割を担うと考えられる。

また、Ministry Headquarter の位置付けにある“Directorate for Planning & Follow-up”は、イラク全土の水資源政策にかかる計画・モニタリングを実施しており、本事業の Steering Committee (SC) のメンバーとなっている。



出典：イラク国水資源省

図 9.4-1 イラク国水資源省組織図

MoWR の人員は表 9.4-1 に示すとおり、全国総勢約 25,000 人の集団で技術者、専門職が 30%程

度を占めており、Baghdad 本省および各県の地方事務所 (Directorate) に展開している。常勤雇用は、全体の 70%程度となっている。

表 9.4-1 イラク国水資源省の人員 (2010 年度)

	技術者	専門職	技術職小計	その他	合計
1) 常勤雇用	3,119	3,417	6,536	10,420	16,956 (68.7%)
2) 臨時雇用	121	136	257	630	887
3) 契約雇用	104	263	367	2,813	3,180
4) Employee	19	111	130	3,538	3,668
小計	3,363	3,927	7,290 (29.5%)	17,401	24,691

出典：イラク国水資源省

#### 9.4.2 実施機関の予算、実施能力

本事業の実施機関 MoWR および SC の一つである農業省 (MoA) の年度別予算を表 9.4-2 に示す。両省とも予算の伸びに堅調さが伺われる。

表 9.4-2 イラク国水資源省および農業省への年度別計上予算

(単位：Billion ID、1USD=1,170 ID)

年 度	MoWR	MoA	国家予算 (参考)
2006	299.7	36.7	46,449
2007	338.7	62.8	47,970
2008	1,057.1	179.4	81,900
2009	701.1	181.9	78,390
2010	1,161.7	209.4	86,229
2011	1,376.5	321.8	80,028

出典：イラク国 MoWR、計画省 (MoP)、イラク国財務省 HP

イラク国政府は国家開発 5 ヶ年計画 (NDP：2010-14) の中で、GDP の年平均増加率 9.38% を目標としており、農林水産セクターにも相応の期待を寄せているが、過去 5 年間 GDP に占める割合は、表 9.4-3 に示すとおり、2003 年の 14.3% から 2007 年の 9.2% と減少傾向にあり、将来的にも減少すると予想されている。

表 9.4-3 イラク国の年度別農林水産セクターの GDP 比率の推移

(単位：Billion ID、1988 年時相当価格)

年度	実績					将来予想 (年率 9.38% 増で予想)					
	2003	2004	2005	2006	2007	2009	2010	2011	2012	2013	2014
GDP	26,990	41,608	43,439	47,851	48,511	54,654	59,781	65,388	71,522	78,230	85,568
農 林 水 産	3,850	4,522	5,940	6,196	4,480	4,443	4,465	4,898	5,143	5,400	5,670
比率	14.3%	10.9%	13.7%	12.9%	9.2%	8.1%	7.8%	7.5%	7.2%	6.9%	6.6%

出典：イラク国家開発 5 ヶ年計画 (2010-2014)

一方で、同 NDP では今後 5 年間の開発投資先として、表 9.4-4 に示すとおり、社会経済基盤の整備・改善を促進する上で、欠かせない工業セクター (オイル、電気分野を含む) への投資が全体の 30% を占め、顕著であるが、食糧安全保障の観点から、農業セクターへの投資も 9.5% と占める割合は高い。

表 9.4-4 イラク国セクター別開発予算 (2011~2014 年)

(単位: Billion ID、1USD=1,170 ID)

セクター / 年 度	2011-14 (%)	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
1. 農 業	11,115 (9.5)	1,238	2,284	2,720	2,342	2,531
2. 工 業 (石油、電気セクター含)	35,100 (30.0)	7,509	6,510	6,615	6,394	8,072
3. 運輸・交通	10,530 (9.0)	1,271	1,951	2,126	2,326	2,855
4. 建設・サービス	19,890 (17.0)	6,119	5,964	3,846	2,145	1,815
5. 教 育	5,850 (5.0)	877	1,373	1,305	1,213	1,082
6. 地方開発	14,625 (12.5)	2,500	3,031	3,031	3,031	3,031
7. クルド開発	19,890 (17.0)	-	-	-	-	-
合計	117,000 (100)	(19,515)	(21,113)	(19,643)	(17,452)	(19,388)

出典: イラク国家開発 5 カ年計画 (2010-2014)

イラク国 MoWR による水資源開発、整備にかかる今後 5 年間の投資予算を表 9.4-5 に示す。総額 5 年間 32,500 Billion ID (約 2.2 兆円) の内、約 49% が "2.灌漑排水開発費" にかかる予算であり、向こう 5 年間で 100 万 ha の灌漑開発を計画している。続いて "1.大規模ダム・貯水池整備費" (33%) となっており、この 2 項目で 80% 以上を占めている。本件南部ジャジーラ事業は、"2.灌漑排水開発費" に含まれていると見られる。

表 9.4-5 年度別水資源省開発投資予算 (2011~2014 年)

(単位: Billion ID、1USD=1,170 ID)

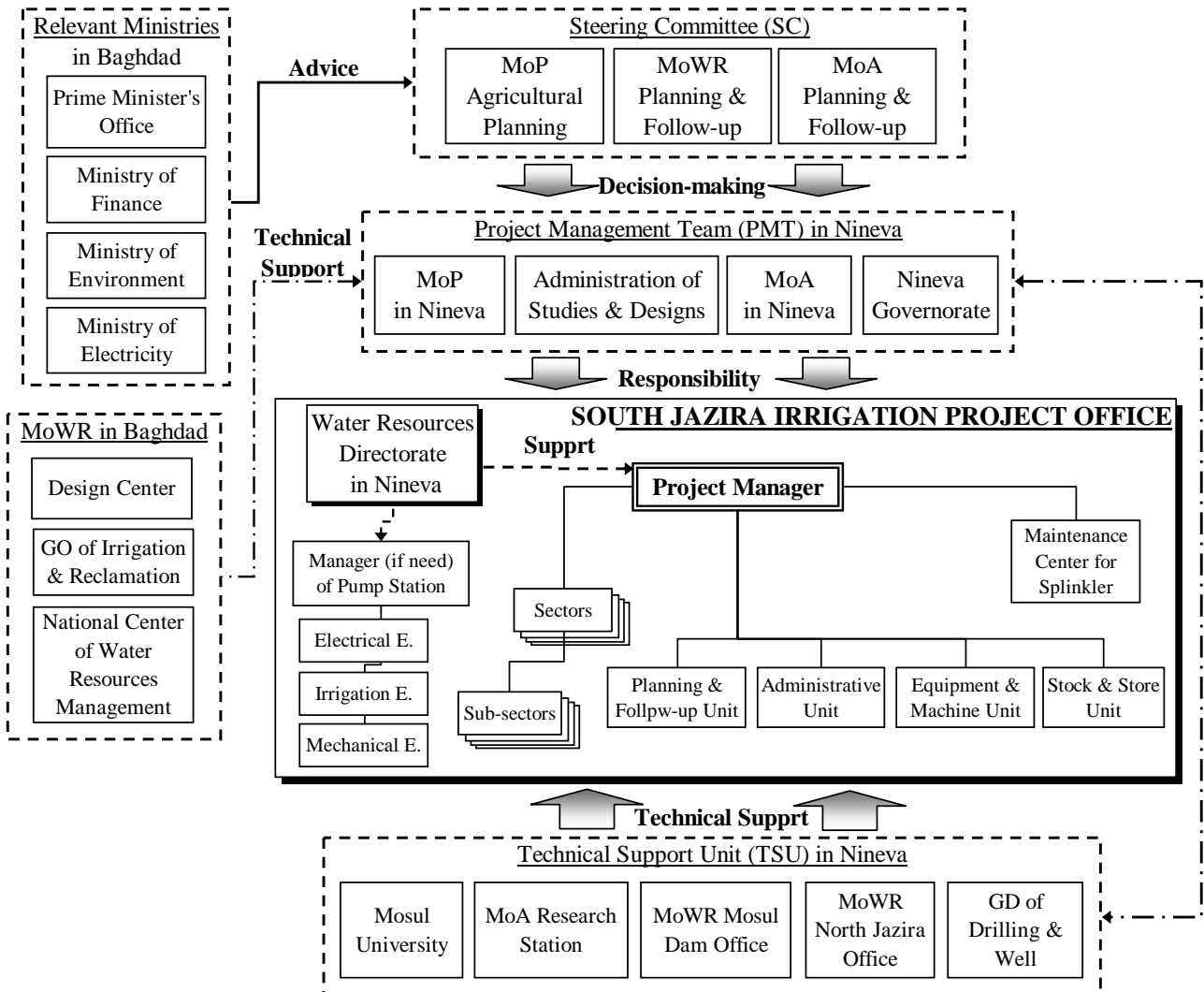
年 度	2011-14 年 (%)	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
1. 大規模ダム・貯水池整備費	10,817 (33.3)	2,329	2,852	2,620	1,675	1,342
2. 灌漑排水開発費 面積 (1,000 ha)	16,020 (49.2) (1,001)	2,436 (152)	3,040 (190)	3,304 (207)	3,580 (224)	3,660 (229)
3. 排水事業費	584 (1.8)	179	99	108	108	90
4. 灌漑施設運用維持管理費	1,205 (3.7)	223	238	255	270	220
5. 灌漑・排水路維持管理費(除草)	1,156 (3.6)	277	248	208	209	214
6. 河川・主要水路浚渫費	256 (0.8)	91	72	50	28	15
7. 湿原復興費	83 (0.3)	20	18	15	15	15
8. 技術調査・設計費	49 (0.2)	10	10	10	10	10
9. 測量調査費	15 (0.0)	3	3	3	3	3
10. 国家水資源管理センター研究費	121 (0.4)	26	30	33	15	18
11. Main Outfall Drain 事業	177 (0.5)	51	27	25	37	37
12. 5,000 本井戸建設費	752 (2.3)	125	130	148	158	191
13. 5,000 本井戸事務管理費	1,263 (3.9)	253	253	253	253	253
合計	32,497 (100)	6,023	7,018	7,029	6,360	6,068

出典: イラク国水資源開発戦略 5 カ年計画、MoWR

以上のとおり、国家開発 5 カ年計画、MoWR の人員、今後の予算配分状況から、イラク政府は南部ジャジーラ事業の実施能力を十分有していると判断される。

9.4.3 事業実施体制（案）

2009 年 7 月にイラク政府関連実施機関と JICA Fact Finding ミッションとの間で交わされた本調査実施にかかる Minutes of Discussions に示される事業実施体制に基づき、図 9.4-2 に示す体制（案）を提案する。



出典：本調査「Minutes of Discussions, July 2009」の実施体制に加筆

図 9.4-2 事業実施体制（案）

## 第10章 環境社会配慮

### 10.1 環境影響を検討するための前提条件

#### (1) 環境社会配慮にかかる記載事項

本件は JICA の環境社会配慮ガイドラインに基づき、環境への重大で望ましくない影響のある可能性を持つようなプロジェクトはカテゴリーA に分類され、EIA 報告書の作成が必須とされている。通常、EIA 報告書の内容は次に示す項目によって構成されることとなっている。しかし、まずは本事業を実施するか否かを確定し、その上で環境への影響に関する詳細な調査を行うという手順をとる必要がある。本件準備調査ではこの詳細な調査を実施しないため、下記に示すように一部の項目は本件調査の検討の対象外となる。

また、イラク側3省 (MoP、MoWR、MoA) と JICA との間で 2010 年 8 月に交わされた本調査に関する Minutes of Meetings (M/M)では、EIA は MoWR が実施し、調査団がそれを支援することとなっている。

#### I. 環境社会配慮

- 1) 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要
- 2) ベースとなる環境社会の状況
- 3) 相手国の環境社会配慮制度・組織
- 4) 代替案 (ゼロオプションを含む) の比較検討
- 5) スコーピング
- 6) 環境社会配慮調査のTOR
- 7) 環境社会配慮調査結果 (予測結果を含む) (本調査では検討の対象外とする)
- 8) 影響評価 (本調査では検討の対象外とする)
- 9) 緩和策および緩和策実施のための費用 (本調査では検討の対象外とする)
- 10) モニタリング計画 (本調査では検討の対象外とする)
- 11) ステークホルダー協議 (本調査では検討の対象外とする)

#### II. 用地取得・住民移転

- 1) 用地取得・住民移転の必要性
- 2) 用地取得・住民移転に係る法的枠組み
- 3) 用地取得・住民移転の規模・範囲
- 4) 補償・支援の具体策 (本調査では検討の対象外とする)
- 5) 苦情処理メカニズム (本調査では検討の対象外とする)
- 6) 実施体制 (本調査では検討の対象外とする)
- 7) 実施スケジュール (本件では検討の対象外とする)
- 8) 費用と財源 (本調査では検討の対象外とする)
- 9) 実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム (本調査では検討の対象外とする)
- 10) 住民協議 (本調査では検討の対象外とする)

#### III. その他

- 1) モニタリングフォーム案 (本調査では検討の対象外とする)
- 2) 環境チェックリスト

本調査では、導水路ルート1 (トンネル3案:3種類の設計流量) およびルート2 (ポンプ1案) について比較検討することになっており、これらについて、環境への影響を検討する。

(2) 南部湿原の状況

チグリス川は、最終的にアラビア湾に注ぐが、モスルダムの下流からアラビア湾までの河川延長は 1,000km にも達する。かつて、イラクの南部、チグリス川とユーフラテス川の合流点に南部湿原と呼ばれる広大な湿地帯 (Mesopotamian Marshes と呼ばれる) が広がっており、豊かな生態系を有し、自然環境としても社会文化的に見ても重要な意味を持っていた。

この湿原は Central Marshes、Al-Hawizeh Marshes、Al-Hammar Marshes の 3 湿原に大きく分かれていたが、1970 年代以降、旧イラク政権による上流のダム建設や排水事業が推進された (図 10.1-1<sup>1</sup> 参照) 結果、流入量が大幅に減少し、図 10.1-2 に示すように、2000 年時点で湿原の 90% が消失したとされ (UNEP、2001 年)、湿原の動植物や湿原にその生活を依存する人々に大きな影響を与えたと言われている。なお、イラク戦争終了後、UNEP やアメリカ、イタリア、カナダ、日本の政府など国際機関、各国政府が復興に向けた支援を実施している。また、Hawizeh Marshes は 2007 年にラムサール条約に登録され、イラク国内で唯一のラムサール登録湿地となっている。"UNESCO International Hydrological Programme Iraq Country Report (2007 年、水資源省)"によると、この湿原を維持するためには、年間 196 億トンの流入量が必要とされている。



図 10.1-1 チグリスおよびユーフラテス川流域のダム群と南部湿原の位置

<sup>1</sup>出展 : BBC News, 24 February 2009 ([http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle\\_east/7906512.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle_east/7906512.stm))、基図に直線距離を追記

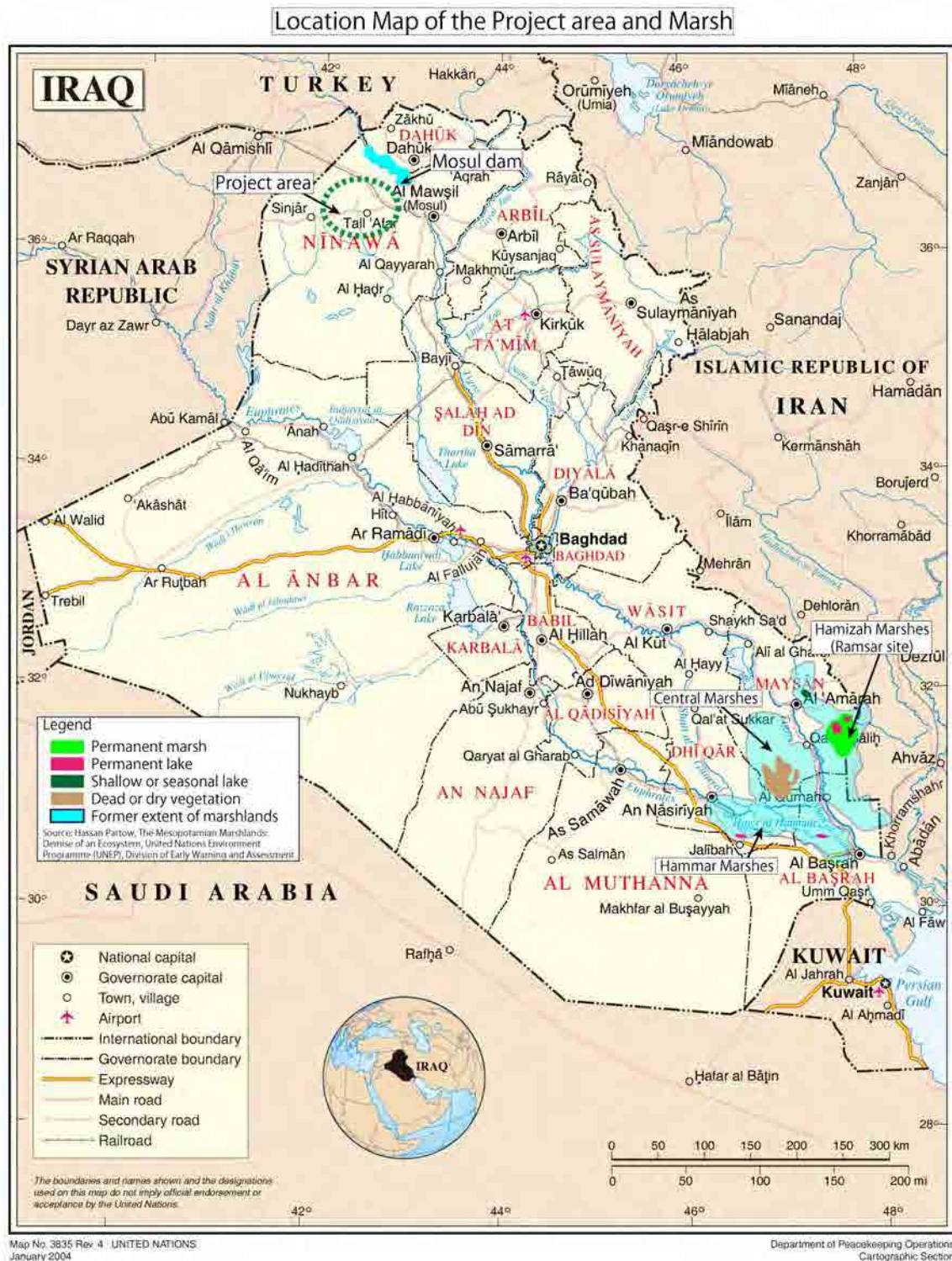


図 10.1-2 モスルダムと南部湿原の位置関係

南部ジャジーラ地域の灌漑のためにモスルダムから一定量を取水すれば下流への放流量は現時点のそれより減少する。図 10.1-1 で示したように、モスルダムから南部湿原までは直線距離で 700km の距離があり、その間のチグリス川流域に数多くの既存の灌漑施設が存在しており、本件事業化による環境への影響について現時点で特定するのは困難である。また、現在 SWLRI がイラク国全土の水収支や配分方法について調査・検討中であり、その結果を待つ必要があることから (MoWR の 2010 年 12 月 5 日発出のレター)、これは事業後の決定に議論すべき事項と考えられ

る。

### 10.1.1 環境に影響を与える事業コンポーネント

本調査における主要な事業コンポーネントは次表に示すとおりである。

表 10.1-1 実施事業における主要なコンポーネント

項目	事業規模	備考
導水路	ルート1 (シナリオ0) : トンネル案 (導水路延長 60.30km、 トンネル延長 19.1km) トンネル断面 シナリオ0 : 2R=7.90m, A=51.76m <sup>2</sup> シナリオ1 : 2R=7.30m, A=44.19m <sup>2</sup> シナリオ2 : 2R=6.50m, A=35.04m <sup>2</sup> ルート2 (シナリオ0) : ポンプ案 (導水路延長 74.18km、ポ ンプ場 1 箇所、渦巻ポンプ 10 台)	鉄道、道路をまたぐため、両ルート共に 仮回し施設の設置が必要である。 ルート2はルート1に比べ電力の消費量 や潰れ地の面積が大きくなる。
幹線水路	シナリオ0 : 3 条、122.1km、ポンプ 場 1 箇所 シナリオ1 : 2 条、94.4km シナリオ2 : 2 条、57.1km	水路敷および管理用公用地を確保する ため、土地収用が必要となる。
支線水路	シナリオ0 : 39 条、363.3km シナリオ1 : 32 条、329.9km シナリオ2 : 20 条、257.2km	水路敷および管理用公用地を確保する ため、土地収用が必要となる。
ポンプ	ポンプ案 : 11 台 (φ1,900mm × φ1,500mm)	
スプリンクラー	シナリオ0 : 1,500 基 シナリオ1 : 1,200 基 シナリオ2 : 900 基	

### 10.1.2 ベースとなる環境社会の状況

#### (1) 自然条件

イラクの気候は大陸性に分類されるが、アラビア湾や特に地中海の影響を受けて、イラク北部の冬季は、地中海性気候に似た気候である。6月から9月までの夏期は、非常に高温で湿度は低く、乾燥している。10月と11月には気温は下がり雨が発生する頻度も多くなる。最も気温が下がるのは12月から2月で、最低気温が0度以下になることもある。年間降水量の80%は12月から5月の間にほぼ均等に降る。5月後半には降水は止み、気温は急激に上昇する。

プロジェクト地域では地表面は全体に緩く南方に傾斜している。導水路は、山稜と起伏の少ない谷部が繰り返して分布する地域を通過する。大部分のプロジェクト地域はワジ・タタールの流域に属する。南西部のみユーフラテス川の流域に属する。常流河川はなく、すべてがワジである。

村落はプロジェクト地域内に散在しており、そのいくつかは、現在住民がほとんど居住していない。ほぼ全域で、規則的に配された農道が整備され、この農道に囲まれた定型的な農地が広がっている。その一部は、ワジを埋め立ててつくられている。また、農地は定型的な幾何学形状を示すところが多い。ごく一部に、地下水を利用したセンターピボット・スプリンクラーによる灌漑農地がプロジェクト地域および周辺地域に認められる。



利用可能な水資源が限られているため、そのほとんどが対象地域内で消費されるが、集中的な降雨の際には、対象地域内で維持できない水が排水路を通して外部に排出される。この排出された水は蒸発しなければ小ワジへ、さらに Tharthar ワジへ、最終的には Tharthar 湖に流入する。

## (2) 社会経済状況

事業対象地区は Telafar、Sinjar、Al-hadhar および Al-baaj の 4 郡にまたがっており、総村落数が 90 村である。その総人口は 107,215 人となる。

対象地域では農家が大半（99%）を占めており、農業が主産業である。農用地利用者の平均利用面積は、15.9ha/人（=63.6 ドナム）であり、大規模農家が多いと推測される。大半が天水依存の小麦・大麦農家である。家畜を所有している農家も多く、刈り取り後の残渣を飼料としている。比較的大規模で粗放的な農業を展開しており、農業労働者を雇用する農家も多い。長期的に耕作する農家が多く、契約により一定期間の耕作をする農家の 3 倍である。農業労働に従事する農家は、長期的・短期的に耕作する農家よりも多い。対象地域の農地利用面積は、個人農家が 89% を占める。利用者一人当たりの利用面積は、法人の 26.2ha（=104.8 ドナム）、個人農家の 15.48ha（=61.9 ドナム）、集落の 11.18ha（=44.7 ドナム）の順で大きい。

ICARDA-Iraq-Australia プロジェクトのベースライン調査（2005 年）によると、二ナワ県の土地所有は個人所有地、借地（短期）、借地（長期）の 3 形態に分かれる。同調査では二ナワ県を農業生態学的特長に応じて 4 つのゾーンに分類（HRA：年降雨量 450mm 以上、MRA：同 350-450 mm、LRA：同 200-350 mm、SI：補給灌漑システム）しており、この内調査対象地域が属する LRA では借地（短期）が 50% と最も多く、次いで借地（長期）が 32%、個人所有が 18% となっている。上記調査結果によると、HRA や SI など比較的条件の良い地域では個人所有の割合が高く、MRA では借地（長期）の割合が高くなり、条件の厳しい LRA では短期借地（1 年契約）が多い。また、農地の戸当たり所有面積は、北部が小さく、降雨の少ない南部は大きい傾向がある。

調査団実施の聞き取り調査（2010 年）によると、農家の平均所得は北部ジャジーラで 19,000,000 ID（約 1,600USD）/年、南部ジャジーラで 8,433,000 ID（約 7,150USD）/年である。北部ジャジーラでは調査対象 6 戸全てが貧困ライン以上の所得を得ているのに対し、南部では 12 戸中 7 戸が貧困ラインを下回り、南部ジャジーラにおける生活の厳しさを示している。

## (3) ジェンダー

二ナワ県の非識字率は女性が 30%、男性が 12% である。経済活動では、二ナワ県の女性の参加率は 8% で、全国平均の 18% に比して低く、4 郡の中では県庁所在地（Mosul 市）から最も遠隔に位置する Al-Baaj が最も低く僅かに 3% でしかない。失業率は 2007 年で男性が 13% で全国平均と同率なのに対して、女性は 35% と男性の 2.7 倍である。

二ナワ県では農作業は主として男性の仕事である。調査団による聞き取り調査によると、農業機械を投入するような大規模圃場での作業は男性が中心となり、野菜類や綿花の収穫などの手作業には女性も参加する。家畜の飼育ではヤギや羊など群れで管理する畜種は両性とも従事しているが、庭先で飼育する鶏や牛などは女性が主として担当する。また、搾乳やバターの加工など、家庭内で消費する畜産物の加工は女性の労働である。なお、ICARDA-Iraq-Australia プロジェクトの

ベースライン調査（2005年）によると、農作業の84%は男性が従事し、女性は12%、子供が4%となっている。

上記のほか、料理や掃除、洗濯やごみ捨てなどの家事は女性が担い、子育ても女性が中心である。井戸への水汲みは男女共に担うが、薪の採取は女性の労働となる。金銭面での決定権は対外的には男性であるが、家庭内では実際には女性を取り仕切る例が多い。

#### (4) 土地利用

対象地域は農地で村落が点在しているが、詳細な状況については治安上の理由から確認が困難である。しかし、衛星画像からは、そのほとんどが農地と判断されるため、国立公園、保護区、生態学的に重要な生息地などは分布していないと考えられる。また、同様に、新規に導水路が建設される、モスルダム－南部ジャジーラ灌漑地域の間も主に農地や砂漠地帯であると見られることから、環境配慮上、重要とされる資源は存在しないと考えられる。

#### (5) 対象地域の主要作物（農家調査の結果）

対象地域の主要な作物は、小麦・大麦であり、そのほか、工芸作物やたまねぎ、豆類、野菜なども栽培している。しかし、南部ジャジーラ地区の農業生産性は低く、2001年の平均収穫量は200kg/ドナム（北部ジャジーラ地区の30%以下）、2008/2009年の小麦・大麦の収穫量はゼロとカウントされている。この原因としては、スイス F/S では、収穫できない年が多いこと、収穫できてもごく少量であることから、現況の収穫量をゼロとしているとのことである。衛星画像によると僅かではあるが、センターピボットやラテラルなどの灌漑施設がある。これらは冬期の補給灌漑用である。

#### (6) 対象地域の灌漑状況（農家調査の結果）

スイス F/S（1982）によると、南部ジャジーラ地域の全面積は213,900haであり、全域を天水依存畑に分類される。農家調査の結果では、灌漑している農家は皆無であった。対象地域で灌漑に適した水源を探すことは極めて難しいという現状を考慮すると、スイス F/S（1982）は妥当であると言える。衛星画像では、数カ所の灌漑施設の存在が確認できるが、現在で継続的に使用されているか確認できてない。灌漑は利用耕地の10%程度に限定されており、用水需要があることから、対象地域の現状は天水依存耕地が大半であると判断する。南部ジャジーラ地域における農薬・肥料の利用についての詳細な状況は不明であるが、ほとんどが天水農業である現状を考えると、農薬・肥料が施用されている可能性は低いと考えられる。また、水利施設も設置箇所数が限定的であることから、水利権がほとんど存在しないと考えられる。

### 10.1.3 イラク国の環境社会配慮制度・組織

#### (1) 環境社会配慮に関連する機関

1972年6月に世界113ヶ国が参加した国連人間環境会議を受けて、イラク国では同年に初めて環境配慮を担当する環境局（Environmental Directorate）が保健省の中に設立された。1986年には環境法が制定され、環境保全センター（EPC）が設立されている。1997年には環境法を環境保全改善法に改正され、EPCは環境保全および改善局（Environmental Protection and Improvement

Directorate: EPID) に改組された。2001年に環境保全改善法がさらに改訂され、EPIDの権限や責任が拡大され、保健省からも独立した機関となった。また、中央では、様々な政府機関やNGOの代表者、専門家から構成される環境保全改善委員会 (Environmental Protection and Improvement Council: EPIC) が設立される一方、地方でも15の県でEPIDの支部が設立された。

2003年の米軍との戦争終結後、2003年9月に環境省 (Ministry of Environment) が設立された。この環境省はイラク国の環境および国民を公害や危険からの保全をその使命としている機関であり、環境基準や政策の制定、法の強化なども環境省の業務の一部である。また、経済開発、エネルギー、交通、農業、工業、貿易などによる環境への懸念事項についても担当している。図10.1-3に環境省の組織図を示す。また、2005年には環境保全改善法がさらに改訂され、現在はそのドラフト版が入手可能である (Appendix-F 参照)。

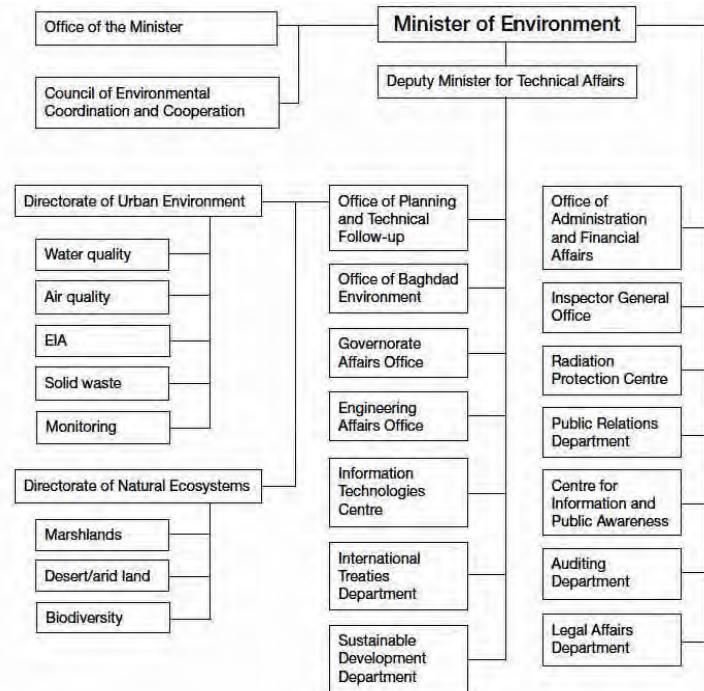


図 10.1-3 環境省組織図

## (2) 環境に関連する法令

### 1)環境一般にかかる法令

2010年10月時点においてイラク国内で運用されている環境保全関連の法令は下記のとおりである。法令第27(2009年)の野生動物保護法では、野生動物保護の重要性について謳われており、狩猟や捕獲は決められた企業・個人以外は禁止されているが、生息地保護などについては特に明記されていない。ただし、自然保護区域に関する法令が検討されるなど、自然保護に向けた取り組みがイラク国では進められている。

[環境省発布の法令]

- ◆ Law No.17 of 2010: Wild Animal Protection Law
- ◆ Law No.27 of 2009: Protection and Improvement of the Environment
- ◆ Law No.37 of 2008: Creation of MOE
- ◆ Law No.1 of 2002: Safety Instructions for the Use of Asbestos
- ◆ Law No.2 of 2001: Preservation of Water Resources
- ◆ Law No.99 of 1980: Protection from Ionic Radiation
- ◆ Instructions on the Contamination Limits in Pursuance to Law No. 25 of 1967 on the Protection of Rivers (and Instruction corrections)

[環境省以外の省庁発布の法令]

- ◆ Order No.74 of 2010: Supports Instruction No. 11 of 1992
- ◆ Law No.29 of 2009: Regulation of Landfills (updates Law No. 67 of 1986)
- ◆ Law No.17 of 2009: Establishment of Aquaculture Operations (formerly Law No. 995 of 1985)
- ◆ Law No.30 of 2009: Law of Forests and Nurseries
- ◆ Law No.30 of 2009: Forest Law (formerly Law No. 75 of 1955)
- ◆ Law No.48 of 2007: Iraq joining the Regional Commission on Fish Traps
- ◆ Law No.12 of 1995: Maintenance of Networks of Irrigation and Drainage
- ◆ Instruction No. 11 of 1992: Prohibition of Plant Importation into Iraq
- ◆ Law No.13 of 1981: Agricultural Research and Water Resources Center
- ◆ Law No.89 of 1981: Public Health (drinking water provision, sanitation and environmental monitoring)
- ◆ Law No.64 of 1965: Cities Land Use
- ◆ Law No.106 of 1965: Rangelands and their Protection

さらに、下記の法令が起草されているが、承認には至っていない。

- ◆ Regulation of Natural Protected Areas
- ◆ Regulation of Hunting Activity

## 2)環境影響評価に関する法令

環境保全改善法（ドラフト、2005年）では第6章の第15項で、事業による環境への影響を検討する環境影響評価（EIA）の実施の必要性を謳っている。しかし、2010年時点でも、環境省EIA局がEIAの手順や実施方法を検討している段階であり、具体的な運用基準やガイドラインは作成されていない。また、既存データなどに基づいた初期環境調査などは実施されているが、EIAレベルでの調査が行われたという情報は確認されていない。

一方、2010年11月11日および12日に開催された、インテリムレポートの説明・協議の会議において、本調査にはEIAを実施する必要があるとのコメントをイラク国側から得ている。また、MoWRからのレターNo.549によると、イラク国において灌漑事業による環境影響評価には、下記の内容を含む必要がある。

- 1) 事業の概要
- 2) 事業の目的と便益
- 3) 事業による負の影響
- 4) 事業による負の影響を軽減策もしくは防止対策の提案
- 5) 運用時およびその他期間における環境影響モニタリングの策定

本件にかかるEIAはMoWRが実施し、調査団がそれを支援することになっているが、SWLRIが実施過程にある中ではイラク側が調査期間内に実施する条件が整わなかった。

## (3) 環境基準

イラク国では多くの環境基準が1960年代に制定された。環境基準として、大気汚染基準、水質

基準（湖沼、河川など）、排水基準、騒音基準などがある。これらの基準は次の通りである。

表 10.1.2 大気汚染に関する基準

No	Pollutants	Measurement Method	Standards (ppm)	Standards ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	International Guideline* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	Sulfur Dioxide (SO <sub>2</sub> )	1 hr 24 hrs 1 year	0.1 0.04 0.018		- 20 -
2	Carbon Monoxide (CO)	8 hrs 1 hr	10 35		
3	Nitrogen Dioxide (NO <sub>2</sub> )	24 hrs 1 year	0.05 0.04		1 hr : 200 1 year : 40
4	Ozone (O <sub>3</sub> )	1 hr	0.06		8 hrs : 100
5	Suspended Particle Matters < 10 $\mu$ (PM <sub>10</sub> )	24 hrs		150	
6	Suspended Particle Matters < 25 $\mu$ (PM <sub>2.5</sub> )	24 hrs 1 year		65 15	50 20
7	Total Suspended Particles (TSP)	24 hrs 1 year		350 150	
8	Dust	30 days		10 ton/km <sup>2</sup> /month in residential area 20 ton/km <sup>2</sup> /month in industrial area	
9	Hydrocarbon (HC)	3 hrs	0.24	160	
10	Lead (Pb)	24 hrs 3 months 1 year		2 1.5 1	
11	Benzene	1 year		0.003 mg/m <sup>3</sup>	
12	Dioxin	1 year		0.6 Bg/m <sup>3</sup>	

出展: North Refines Company 2009

\*EHS (Environmental, Health and Safety) General Guideline (April 2007, IFC; International Finance Cooperation)/ WHO Guideline

表 10.1.3 イラク国水質基準

Parameters (mg/l)	Water Source				FAO Guideline*
	A-1: Rivers	A-2: Streams	A-3: Lakes	A-4: Springs	
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	-	6.0-8.5
Dissolved Oxygen	>5	>5	>5	-	-
BOD	<3	<3	<3	-	-
Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1	1	1	1	0-5
Cyanide CN <sup>-</sup>	0.02	0.02	0.02	0.02	-
Phenol	0.005	0.005	0.005	0.005	-
Lead	0.05	0.05	0.05	0.05	-
Arsenic	0.05	0.05	0.05	0.05	-
Mercury	0.001	0.001	0.001	0.001	-
Cadmium	0.005	0.005	0.005	0.005	-

出展 : Regulation for Protecting Rivers No.25 (1967)

\*FAO, 1994, Water Quality for Agriculture

表 10.1.4 イラク国排水基準

Parameter (mg/l)	B-1 Drainage into water resources	B-2 Drainage into public sewage	B-3 Drainage into the drainer	B-4 Drainage into marsh	IFC EHS Guideline*
Temperature	35 degree>	45 degree>	-	-	-
pH	6-9.5	6-9.5	-	-	6-9
Suspended Solid	60>	750>	-	-	50
BOD	40>	1,000>	-	-	30
COD (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )	100>	-	-	-	125
Cyanide	0.05>	0.5>	-	-	-
Phenol	0.01-0.05	5-10	-	-	-
Lead	0.1>	0.1>	-	-	-
Arsenic	0.05>	0.05>	-	-	-
Mercury	0.005>	0.001>	-	-	-
Cadmium	0.01>	0.1>	-	-	-

出展：Regulation for Protecting Rivers No.25 (1967)

\*General EHS Guidelines: Environmental Wastewater and Ambient Quality (2007), “Indicative Values for Treated Sanitary Sewage Discharges”

表 10.1.5 イラク国騒音基準

Unit: dB

Location	Iraqi Standard		WHO Guideline*	
	Night	Morning	Daytime (07:00-22:00)	Nighttime (22:00-07:00)
Hospital and Resting Areas	40	50	-	-
Residential area inside City	45	60	55	45
Residential area outside City	45	55	55	45
Hotels	50	55	-	-
Schools, Nurseries, Universities and Educational Centers	45	55	55	45
Industrial & Public Areas	65	70	70	70
Service and Trading Areas	60	65	70	70
Private Areas: Airports Train stations Ports	60	70	-	-
Educational & Cultural Areas	50	60	55	45
Tourist Areas	50	60	-	-
Resident Location inside Industrial Areas	45	60	55	45

出展：Iraq Noise Prevention Law (1966)

\* WHO (1999), Guidelines for Community Noise<sup>2</sup>

#### (4) イラク国内の国立公園、保護区、生態学的に重要な地域

前述のとおり、イラク国では保護区に関する法令はいまだ検討段階にある。ただし、世界自然保護区データベース<sup>3</sup>によると、イラク国内ではラムサール条約登録湿地が1箇所（10.1（2）で記述）含め計7箇所の保護区（Protected Area）が分布する。このうち、対象地域のもっとも近くに

<sup>2</sup> このガイドラインは IFC EHS General Guideline においても適用されている。

<sup>3</sup> UNEP 傘下の世界自然保全モニタリングセンター（World Conservation Monitoring Centre）、および World Commission on Protected Areas IUCN（International Union for Conservation of Nature and Natural Resources）の世界保護地域委員会によって設立された。

位置する保護区は Tharthar 湖で、モスルダムから直線距離で約 280km の地点に位置する。この湖の主要水源はワジであり、チグリス川からこの湖に水が流入するのは洪水時のみである。また、その他の保護区（ラムサール登録湿地を除く）もユーフラテス川流域に位置しているため、必要に応じて実施する流量調整を除くと、南部ジャジーラ地域灌漑による直接的な影響は限定的である。ただし、チグリス川－ユーフラテス川間で今後どのように水を調整・運用していくかを SWLRI が現在検討中であり、その結果によって状況は変わってくると想定される。

また、Birdlife International<sup>4</sup>では、鳥を指標にして重要な自然環境を選定し、それらをネットワーク化して保全や持続的な管理を促進させるための活動を行っているが、世界各地で鳥類保護のために、世界的に絶滅のおそれのある種の生息地、世界的に生息地が限定された固有種の生息地、ある生物帯に生息が限定される種の生息地、渡り鳥の中継地などを Important Bird Areas (IBAs) に選定している。イラク国内の IBA は 42 箇所であり、これらの IBA を対象に重要生物多様性地域プログラム (KBA) と呼ばれる事業が Nature Iraq (イラク国内の環境 NGO) によって実施されている。モスルダムよりも下流側に位置する IBA のうち、最短距離に位置するのが Huweija Marshes であり、モスルダムからは直線距離で約 200km 離れている。これはチグリス川支流の Adhaim 川の流域に位置している。Adhaim 川は Samara の約 70km 下流でチグリス川本流に合流するが、その合流地点よりもはるかに上流側に Huweija Marshes は位置していることから、モスルダムから南部ジャジーラへの導水による Huweija Marshes への影響はほぼないと考えられる。

イラク国内に位置する保護区、IBA の分布は以下の通りである。

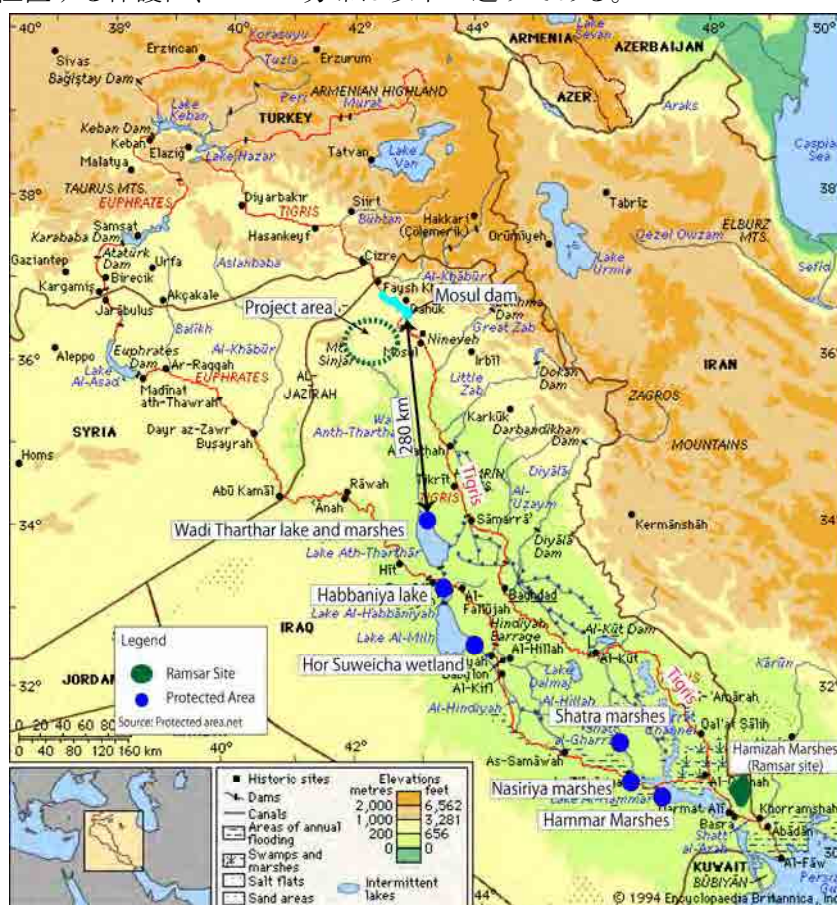


図 10.1-4 イラク国内の保護区

<sup>4</sup>鳥類を指標に、その生息環境の保護を目的に活動する国際環境 NGO (本部・英国ケンブリッジ)

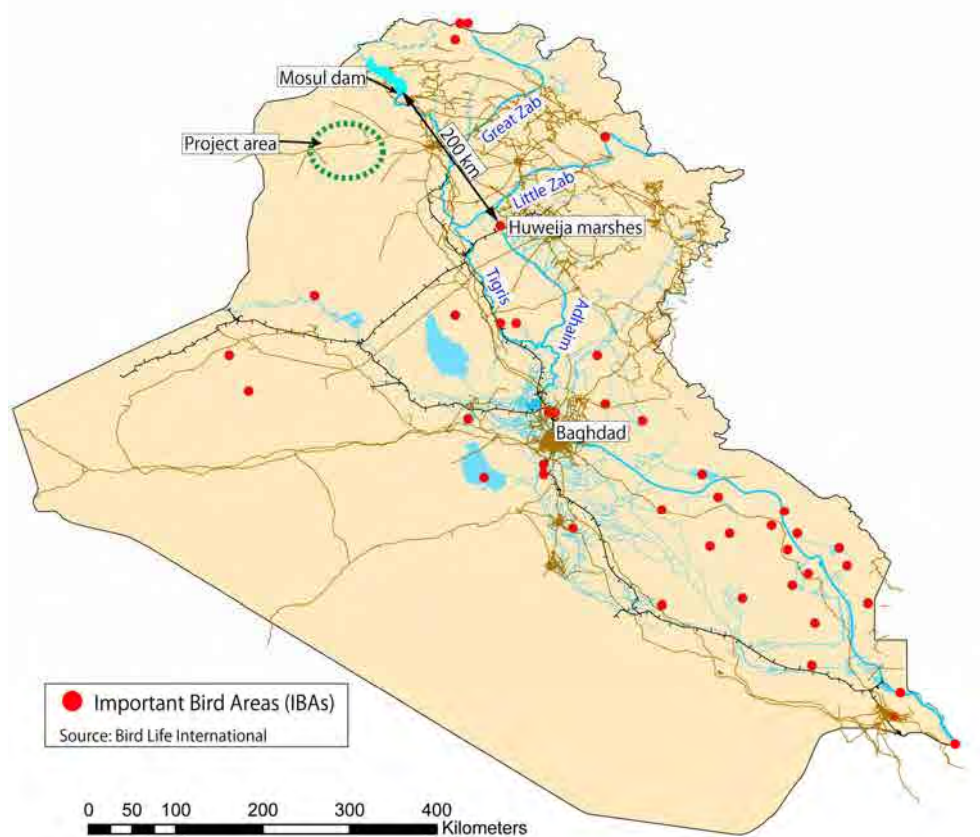


図 10.1-5 イラク国内の重要鳥類生息地

#### 10.1.4 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討

##### (1) 各シナリオと代替案

本調査における比較検討の対象は、ルート 1 のトンネルを利用した導水路の建設と、ルート 2 を通るポンプ案、の大きく 2 つである。このうち、ルート 1 に関してはシナリオ 0~2 まで取水量の異なる複数のシナリオがあり（計 3 シナリオ）、ルート 2 のシナリオは 1 種類のみである。

ルート	シナリオ	取水量
ルート 1 導水路	シナリオ 0	100m <sup>3</sup> /s
ルート 1 導水路	シナリオ 1	80m <sup>3</sup> /s
ルート 1 導水路	シナリオ 2	60m <sup>3</sup> /s
ルート 2 ポンプ	シナリオ 0	100m <sup>3</sup> /s

同じルート 1 でもシナリオにより取水量が異なるため、環境への影響に差異が発生する。たとえば、取水量が大きければ灌漑面積が増加し、その灌漑施設用地を確保するための土地収用面積も増加する。ただし、発生する環境影響項目にはシナリオ間で大きな違いはないと想定される。よって、ここでは、ルート 1 の中で取水量が最大のシナリオ 0 をルート 1 の代表とした上で、1) 協力事業を実施しないゼロオプション、2) ルート 1（シナリオ 0、取水量 100m<sup>3</sup>/s）、および 3) ルート 2（取水量 100m<sup>3</sup>/s）、の 3 つを代替案として、その比較検討を行う。



## (2) ゼロオプション

事業を実施しない場合、環境への影響は発生しない。その一方、ジャジーラ地区の農業生産性は現段階のとおり低いままで留まることとなる。

## (3) トンネルを利用した導水路の建設（ルート1）

モスルダム発電所を基点に幹線水路の始点までを導水する案であり、Mt. Jabel Shekh Ibrahim をトンネルを通して南部ジャジーラ地域に達するため、その距離はルート2（ポンプ案）よりも小さい。また、運用の際に電気を使用する必要がないため、維持管理費が比較的小さい。Mt. Jabel Shekh Ibrahim の現地状況は、衛星画像から農地あるいは土漠と判断され、密集した住宅地や湖沼、森林地域は存在しないと考えられることから、環境への影響は比較的小さいと想定される。農地が分布していると考えられるが、可能な限り個人所有の農地を通過しない路線を提案するものとする。また、トンネル建設により地下水への影響が出る可能性はあるが、岩盤中にトンネルを築造するため、地下水位が大幅に低下するなどの甚大な影響の発生は考えられない。

## (4) ポンプを利用した導水路の建設（ルート2）

ポンプ場を1箇所設置し、その動力により南部ジャジーラ地域まで導水するものである。よって常時電気代がかかるため、運用コストがルート1に比べ高くなる。また、導水路延長が74.18kmと、ルート1よりも14km長いため、収用が必要となる面積もルート1より大きくなる。

## (5) ルート1およびルート2に共通する環境への影響

ルート1およびルート2ともに、同じ基点を経て道路および鉄道を横断する。よって、工事期間中には道路は仮回し道路を設置し、鉄道に関しては陸橋を設置してそこを鉄道が通過するように設計する。その結果、工事期間中は鉄道や道路の利用者への影響が想定される。

どちらのルートも南部ジャジーラへの灌漑のためにモスルダムでの取水を計画しており、これは下流に何らかの影響を及ぼすものと考えられる。ただし、既に述べたように、チグリス川流域の全ての事業が、下流域に影響を与える可能性があり、本件対象地域において灌漑が実施された場合の影響を特定することは困難であり、これについては、事業化の決定の後に検討するものとする。

上記検討結果についてまとめたものを次表に示す。現時点では、ゼロオプション、ルート1、ルート2の3案を比較したところ、ルート1のトンネル案がもっとも適切な代替案であると考えられる。

表 10.1-6 代替案の比較

項目	代替案① ゼロオプション	代替案② ルート1（シナリオ1）：トンネル案	代替案③ ルート2：ポンプ案
導水路の基点および終点*	—	基点：モスルダム発電所、終点：幹線水路の始点	基点：モスルダム発電所、終点：幹線水路の始点
導水路の延長	—	60.3km	74.18km
対象地域における灌漑面積	0ha	148,600ha	148,600ha

項目	代替案① ゼロオプション	代替案② ルート1 (シナリオ1) : トンネル案	代替案③ ルート2 : ポンプ案
導水路のルート	—	道路および鉄道を横断の後、Mt. Jabel Shekh Ibrahim を通過	道路及び鉄道を横断する。
周辺の土地利用	—	農地もしくは土漠	農地もしくは土漠
事業費 <sup>5</sup>	—	3,330 億 ID (約 233 億円)	4,650 億 ID (約 326 億円)
維持管理性	—	△重力利用のため維持管理が容易で、比較的安価である。また、流量も容易に制御できる。	×ポンプ利用のため電気代、スペアパーツ代がかかる。また、電気・機械の技術者を配置する必要がある。さらに、流量制御がトンネル案よりも困難である。
農業への影響	—	◎生産性向上に寄与する	◎生産性向上に寄与する
土地収用	—	×土地収用が発生する 収用面積：900ha	×土地収用が発生する 収用面積：1,200ha
仮設用借用地	—	×5 ha (10 年間)	×5 ha (10 年間)
既存経済活動への影響	—	◎雇用機会の増加につながる	◎雇用機会の増加につながる
既存交通機関への影響	—	×道路および鉄道の運用に影響を与える	×道路および鉄道の運用に影響を与える
対象地域周辺の自然環境への影響	—	△負の影響は発生しない	△負の影響は発生しない
経済効果 (FIRR)	—	6.3 %	***
代替案の検討結果	適切でない	適切である	適切でない

◎：きわめて良好な影響を与える ○：比較的良好な影響を与える △：特に影響はない

×：負の影響が生じる

\*ルート1、ルート2で導水路の経路は異なるが、基点と終点は共通である。

なお、ルート1の3つのシナリオにおけるそれぞれの灌漑面積、受益者人口、必要となる土地収用面積を以下に示す。ただし、本件調査では、このシナリオの中での最適案の検討・提示は行わない。

表 10.1-7 ルート1のシナリオの比較

ルート	シナリオ	土地収用面積	仮設用借用地	灌漑面積	受益者人口
ルート1:トンネル案	シナリオ-0	900ha	4.92ha (10年間)	148,600ha	71,100人
ルート1:トンネル案	シナリオ-1	750ha	3.84ha (9年間)	119,000ha	59,400人
ルート1:トンネル案	シナリオ-2	600ha	3.16ha (8年間)	86,800ha	49,400人

### 10.1.5 スコーピング

ルート1については、各シナリオによる環境への影響は取水量によって影響の大小が発生するものの、シナリオによって影響が出る環境項目に大きな違いはない。よって、ここでは取水量が最大のシナリオ0 (取水量 100m<sup>3</sup>/s) についてスコーピングを行うものとする。その結果を次表に

<sup>5</sup> この事業費は導水路にかかるもので、スプリンクラーや排水路などの建設費は含まれない。

示す。

表 10.1-8 ルート1（シナリオ0）にかかるスコアリング

環境項目	総合評価	建設時		灌漑施設の運用	評価理由
		トンネル建設	トンネルを除く導水路建設		
1. 大気汚染	B	B	B	D	工事中に、建設機材の稼働や走行車輛の増加により、負の影響が発生するが、一時的である。
2. 水質汚濁	B	B	B	B	工事中は濁水が発生する。また、運用開始後は農薬使用量が増加する可能性がある。
3. 廃棄物	B	B	B	D	建設工事中に残土や廃材の発生が想定される
4. 土壌汚染	B	D	D	B	灌漑により土壌の塩類化が進行する可能性が想定される。
5. 騒音・振動	D	D	D	D	工事中に騒音・振動が発生するが、市街地から離れており、影響は軽微と考えられる。
6. 地盤沈下	D	D	D	D	揚水は想定していないため、地盤沈下は想定されない
7. 悪臭	D	D	D	D	想定されない
8. 底質	D	D	D	D	河床にかかる工事がないため、影響は想定されない
9. 保護区	B	D	D	B	導水路、対象地区の周辺に自然保護区等は分布していない。 モスルダムに最も近接している保護区は Tharthar 湖であるが、水源は主にワジでチグリス川からの流入は洪水時などに限られていることから、事業による同湖への直接的な影響が発生する可能性は低いと考えられる。ただし、SWLRIの結果次第では、チグリス川とユーフラテス川との間で流量調整が行われる可能性があり、その調整方法によって影響が発生する可能性がある。 また、モスルダムの下流側に位置する IBAs のうち、最も近接しているのが Huweija Marshes であるが、チグリス川支流の Adhaim 川流域に位置しており、事業による影響は想定されない。 また、モスルダムから 700km 下流に広がる Hamizah 湿原はラムサール条約に登録されている。
10. 地下水	B	B	D	B	トンネル工事により地下水に影響を及ぼす懸念があるが大きな変動は発生しない。
11. 水象	C	C	C	C	河川水流や河床への影響を及ぼす可能性は極めて低い。 モスルダム建設前に下流域が有していた既得水利権 200m <sup>3</sup> /s を必要最低放流量としているが、この流量が環境面から妥当か否かについては、SWLRI の結果が出た後に検討が必要である。
12. 地形・地質	B	B	D	D	10.と同様、トンネル掘削により、地形に影響を与える。
13. 住民移転	D	D	D	D	導水路および対象地域には密集した住宅地はなく、かつ家屋を避けて建設工事

環境項目	総合評価	建設時		灌漑施設の運用	評価理由
		トンネル建設	トンネルを除く導水路建設		
					を行うため、住民移転が発生する可能性は極めて低い。 導水路が道路・鉄道を横断するため、工事期間中は仮回し道路および陸橋の設置が必要となるが、用地取得・住民移転が発生しないよう路線の選定を行い、かつ宅地から上記仮施設まで十分な余裕を持つようにする。
14. 土地収用	B	B	B	B	導水路の建設および対象地域内の灌漑施設建設のため、私有農地の一部を収用する必要がある。
15. 文化遺産	C	C	C	D	南部ジャジーラ地域は既に農地造成されており、事業により文化遺産が損なわれる可能性はないと考えられる。ただし、導水路の敷設地域の文化遺産埋設については不明であり、実施の際に調査・確認が必要である。
16. 景観	D	D	D	D	衛星画像から判断される限り、工事予定地周辺に重要な景観はない。
17. 貧困層・少数民族、先住民	B	D	D	B	対象地域における民族分布についての詳細なデータはないが、対象地域内での公平な水配分を検討していることから、特定の民族への影響は想定されない。 南部湿原に居住するマーシュアラブについては、詳細な調査が必要である。
18. 生活・設計	D	D	D	D	対象地域での主要産業は農業であり、事業の実施は生活の向上に貢献でき、南部ジャジーラ地域住民の生活に負の影響を及ぼさない。
19. 地域経済	D	D	D	D	事業実施により、農業生産性の向上、および農業労働者としての就労機会といった便益が発生する。
20. 既存の社会インフラ	B	D	B	D	導水路が鉄道と道路を横断するため、工事中は道路および鉄道の利用時間が増加し、利用者は不利益を被る。
21. 被害と便益の偏在	B	B	B	B	対象地域では、受益者の農地の一部が導水路敷地として収用される程度で、被害と便益が偏在する可能性は低い。ただし、導水路建設周辺では便益を被らないまま土地を収用されるケースが出る可能性がある。
22. 社会組織	C	C	C	C	南部ジャジーラ地域における既存の社会組織の状況は確認されていないが、灌漑により既存組織に負の影響が出る可能性は限定的である。
23. 水利用	B	D	B	B	モスルダムを水源とする水を新たに提供するため、地域内での既存水資源の利用者への影響は軽微である。 チグリス川下流への影響が発生する可能性がある。
24. ジェンダー	C	C	C	C	農作業は主に男性の仕事であることから、女性への直接的な影響は不明である。
25. 子供の権利	D	D	D	D	子供の農作業への参加は限定的であることから、影響は限られたものである。

環境項目	総合評価	建設時		灌漑施設の運用	評価理由
		トンネル建設	トンネルを除く導水路建設		
26. HIV/AIDS等の感染症	C	C	C	C	外部から感染症が持ち込まれる可能性があるため、出来るだけ周辺住民を建設労働者として雇用する。
27. 事故・災害	B	B	B	D	工事中に事故発生の可能性はある。
28. 地球温暖化	D	D	D	D	事業により温室効果ガスが継続的に発生する可能性は低い。

評価 A:重大な負の影響が想定される B:何らかの負の影響が想定される  
 C:負の影響の程度は不明 D:負の影響が想定されない

### 10.1.6 環境社会配慮調査のTOR

南部ジャジーラ灌漑事業が実施される場合、上記スコーピング結果において、総合評価がBおよびCとなった項目については、本件調査終了後に現地での詳細な調査が必要となる。現時点で想定される調査方法・内容を環境社会配慮調査のTOR (Terms of Reference) として下記に示す。なお、大気や水質のイラク国内基準については、既に収集・確認済みであることから、下記のTORには記載しない。また、調査対象地域は、導水路敷設予定地、南部ジャジーラ地域、および南部湿原のうち通年で湿地帯や湖が分布する Hamizah Marsh 周辺が想定される。

表 10.1-9 想定される環境社会配慮調査のTOR

環境項目	調査項目	調査手法
大気汚染	工事中的の影響	1. 工事の内容、工法、工事期間、規模、範囲、建設機械の種類、工事用車両走行台数、走行経路などの確認 2. 工事現場周辺の住居、学校、病院などの所在確認、近隣でのヒアリング 3. イラク国内の基準との比較検討
水質汚濁	工事中的の河川水質への影響 灌漑開始後の農薬使用量増加に伴う影響	1. 簡易水質調査 (SSなど)、工事現場近隣でのヒアリング 2. 他の事業における濁水発生防止方法 3. 農薬の使用量、種類など 4. イラク国内の基準との比較検討
廃棄物	建設廃棄物の処理	1. 他事例の建設廃棄物処理・利用方法について情報収集
土壌汚染	土壌の塩類化	1. 土壌電気伝導度の測定 2. 既存資料調査 3. 対象地域におけるヒアリング
保護区	ラムサール条約湿地であるHamizah湿原の現況、地域住民による利用状況 保護区であるTharthar湖の状況	1. Hamizah湿原およびTharthar湖周辺におけるヒアリング 2. 他ドナーとの情報交換 3. Hamizah湿原およびTharthar湖の生物・生態系の調査
水象	モスルダム建設前に下流域が有していた既得水利権200m <sup>3</sup> /sの妥当性の検討	1. SWLRI結果の検討
地下水、地形・地質	トンネル工事による地下水への影響	1. 地下水位調査 2. 現場周辺でのヒアリング
土地収用	用地取得の面積、場所の確認 用地取得計画の策定	1. 導水路および対象地域内の幹線水路、支線水路、排水路の敷設予定地域の現地踏査 (住宅地、病院、学校の所在確認、所有者や土地利用状況の確認) 2. 私用地および公有地の区分図の作成 3. 関連する事例の収集 4. 世銀のOperational Policyに基づく用地取得計画 (要約)の作成
文化遺産	文化遺産の有無および分	1. 対象地域におけるヒアリング、現地踏査

環境項目	調査項目	調査手法
	布状況	2. 既存資料の収集
貧困層・少数民族、先住民	Marsh Arabの分布状況、人口、主要な生計手段、南部湿原への依存度	1. 対象地域におけるヒアリング、現地踏査 2. 既存資料の収集 3. 関連機関へのヒアリング
既存の社会インフラ	道路および鉄道への影響	1. 道路の交通量調査 2. 鉄道の利用者数、便数など 3. 現在の鉄道の時刻表 4. 関連機関へのヒアリング 5. 仮回し道路や陸橋利用による、道路・鉄道利用時間
社会組織	既存の社会組織の内容、機能、組織数、関係者数	1. 対象地域におけるヒアリング 2. 既存資料の収集
水利用	南部湿原への影響	1. 現在の南部湿原を維持するための必要流入量の検討
ジェンダー	灌漑農業による女性への影響	1. 現場周辺でのヒアリング
HIV/AIDS等の感染症	対象地域周辺の感染者数	1. 関連機関へのヒアリング
事故・災害	交通事故の増加 建設工事による事故	1. 関連機関へのヒアリング 2. 現地踏査

## 10.2 用地取得・住民移転

### 10.2.1 用地取得・住民移転の必要性

本プロジェクトでは、南部ジャジーラ地区内に灌漑施設を建設することになっており、必要とされる主な構造物は、幹線水路、支線水路、排水路、スプリンクラー、道路である。これらの施設は既存農地への灌漑を目的として農地内部に建設される予定であり、敷地およびそれに伴う公道用地は収用されることとなる。また、モスダムから受益地までは、新規に導水路を建設する計画である。この導水路の建設により、用地取得が必要となるが、住民が移転する必要性はない。また、導水路が道路と鉄道を横断するため、仮回し道路と陸橋の設置が必要となるが、宅地から十分な余裕をもって路線を決定するため、この仮設に伴う一時的な移転も発生しない。

### 10.2.2 用地取得・住民移転に係る法的枠組み

#### (1) 用地取得・住民移転に係るイラク国法制度の概要

イラク国において何らかの事業実施のために土地収用が必要となる場合には、法律 No.138(1977年)に基づいて手続きをとる必要がある。また、収用される土地の価格については、水資源省、農業省、財務省、市町村の4者の合意に基づいて決定されることが定められている。また、ステークホルダー協議について法律として明文化されてはいないものの、首相令により、水資源省、地方政府および土地所有者が参加する会議を開催することが推奨されている。

#### (2) 住民移転・土地収用に係る JICA の方針

非自発的住民移転および生計手段の喪失（土地収用）は、あらゆる方法を検討して回避に努めなければならない。検討を経ても影響が回避できない場合には、影響を最小化し損失を補償するための対策を講じる必要がある。移転住民には、移転前の生活や収入、生産性において改善あるいは少なくとも回復できる程度の補償・支援を提供する。なお、補償や支援は可能な限り、再取得費用に基づいて積算し、移転あるいは土地収用の前に提供されなければならない。大規模な非自発的住民移転が発生する場合には、世界銀行のセーフガードポリシーに基づいた住民移転計画

が作成・公開されている必要がある。住民移転計画の作成には、情報が公開されるとともに、影響を受ける人々やコミュニティとの協議が、行われなければならない。また、その際には人々が理解できる言語と様式が説明に用いられる。さらに、これらの影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対処するメカニズムが構築されている必要がある。移転に際し、社会的な弱者、特に、貧困層や土地なし住民、老人、女性、子供、先住民族、少数民族については、特段の配慮を行う。200人未満の住民移転をとまなう案件については、移転計画（要約版）を作成する。

### 10.2.3 用地取得・住民移転の規模・範囲

各ルートおよびシナリオにおける土地収用面積は、すでに述べたように、ルート1の中ではシナリオ0の約900haで最大となり、もっとも影響が大きい。ただし、土地収用が必要となる地域は住宅密集地ではなく、家屋があったとしてもそれを避けての事業実施が可能であることから、住民移転は発生しないと想定される。

### 10.2.4 補償・支援の具体策

現時点では、治安上の問題により現地での調査が困難であること、さらに、将来のモスルダムへの流入量については、少なくとも今後2～3年間はイタリアコンサルタントが実施中の「全国水土地資源調査（SWLRI）」の結果を待つ必要がある。したがって、事業実施のための保証・支援の具体策の検討は、本調査ではなく今後の調査において行うこととなる。

### 10.2.5 苦情処理メカニズム

上記、4.補償・支援の具体策についての検討が今後の調査となるため、これに関する苦情処理メカニズムも本調査においては検討しない。プロジェクトの実施段階で苦情処理メカニズムの構築が必要である。

### 10.2.6 実施体制

上記、4.補償・支援の具体策についての検討が今後実施される調査となるため、これにかかる実施体制についてはここでは検討しないものとする。

### 10.2.7 実施スケジュール

補償・支援の具体策および実施体制については、今後の調査において確定される事項であるため、本調査においては検討せず、プロジェクトの実施段階で策定するものとする。

### 10.2.8 費用と財源

前述したとおり、補償・支援の具体策は本調査では検討しないため、土地収用にかかる費用と財源については、ここでは検討しない。プロジェクトの実施段階において、必要な費用とその財源について検討し、明記する必要がある。

### 10.2.9 実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム

具体的な補償および支援については本調査では検討しないことから、モニタリング体制およびモニタリングフォームについては、今後の調査において策定する。

### 10.2.10 住民協議

本調査においては住民協議を実施しないが、今後の調査において住民協議を実施する。

### 10.3 環境チェックリスト

分類	環境項目	主なチェック事項	環境配慮確認結果
1 許認可・説明	(1)EIA および環境許認可	① 環境影響評価報告書 (EIA レポート) 等は作成済みか。 ② EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 ③ EIA レポート等の承認は無条件か。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 ④ 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	本件は、事業実施の可否を決定する前の段階の調査であり、フルスケールの EIA レポートは作成しない。
	(2)地域住民への説明	① プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて地域住民に適切な説明を行い、理解を得るか。 ② 住民および所管官庁からのコメントに対して適切に対応されるか。	本調査においては、地域住民への説明は実施せず、事業実施が決定されたのち、住民協議を実施する。
2 汚染対策	(1)水質	① 灌漑地からの排水または浸出水による周辺河川、地下水等の汚染防止に配慮されるか。肥料、農薬等について、適切な施用/処分方法の基準が定められ、それらを農民に周知徹底する体制が整えられるか。 ② 排水及び周辺域の水質は当該国の排水基準・環境基準を満足するか。	肥料・農薬の適切な施用方法の設定およびその周知徹底については、事業実施が決定されたのちに、実施する。ただし、通常は灌漑水はすべて地域内で消費される予定であり、南部ジャジーラで利用できない程の集中的な降雨が発生した時のみ排水路を通じて外部へ排水されることから、農薬・肥料施用による下流域への直接的な影響は小さいと考えられる。
	(2)土壌汚染	① 灌漑地において塩害等は生じないか。 ② 農薬、重金属その他有害物が灌漑地土壌を汚染しない対策がなされるか。	節水灌漑の推進により、塩害をある程度抑制することができる。また、事業実施が決定されたのちに、農薬の適切な施用が徹底されれば、土壌への悪影響は緩和される。
	(3)地盤沈下	① 大量の地下水汲み上げを行う場合、地盤沈下は生じないか。	地下水のくみ上げは行わない。
3 自然環境	(1)保護区	① サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地していないか。プロジェクトが保護区に影響を与えないか。	灌漑対象地域から直線距離で 700km 下流にラムサール条約登録湿地があるが、前述したとおり、本事業による影響への検討は行わない。 直線距離で約 280km 下流側に保護区 (Tharthar 湖) が存在するが、この主要水源はワジであり、チグリス川ではないことから、現時点では事業による直接的な影響は想定されない。ただし、現在実施中の SWLRI の結果を確認する必要がある。



分類	環境項目	主なチェック事項	環境配慮確認結果
	(2)生態系	<p>① サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含まないか。</p> <p>② サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含まないか。</p> <p>③ 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。</p> <p>④ プロジェクトによる水利用（地表水、地下水）が、河川等の水域環境に影響を及ぼさないか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。</p> <p>⑤ 取水のための堰等を建設する場合、構造物により遡河性魚類（サケ、マス、ウナギ等、産卵のため河川と海の間を移動する種）の移動を妨げることはないか。これらの種への影響を減らす対策はなされるか。</p>	<p>イラク国内に分布する重要鳥類生息地のうち、モスルダムより下流側に位置し、かつ最も近いのは <b>Huweija Marshes</b>（直線距離で約300km）であるが、これは、<b>Adhaim</b> 川からチグリス川への流入地点よりも上流側に位置しているため、モスルダムでの取水の影響はほとんどないと想定される。</p>
4 社会 環境	(1)住民移転	<p>① プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じないか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。</p> <p>② 移転する住民に対し、移転前に移転・補償に関する適切な説明が行われるか。</p> <p>③ 住民移転のための調査がなされ、正当な補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。</p> <p>④ 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民等への社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。</p> <p>⑤ 移転住民について移転前の合意は得られるか。</p> <p>⑥ 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。</p> <p>⑦ 移転による影響のモニタリングが計画されるか。</p>	<p>住民移転は生じないが、灌漑施設の敷設のための土地収用は発生する。可能な限り、政府用地を活用することにより、個人所有地の収用という事態は緩和できる。なお、詳細については、今後の調査の実施時に、土地収用に関する調査を行い、住民への説明を行う。本調査では住民協議は実施しない。</p>
	(2)生活・生計	<p>① プロジェクトによる住民の生活への悪影響はないか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。</p> <p>② 対象地域における水利権等の配分は、適切に行われるか。水利権や水利用に係る利便性が特定のセクターまたは地域の住民に偏在していないか。</p> <p>③ プロジェクトによる取水等の水利用（地表水、地下水）によって周辺および下流域の漁業および水利用に悪影響を及ぼさないか。</p> <p>④ 水を原因とする、もしくは水に関係する疾病（住血虫症、マラリア、糸状虫症等）は生じないか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮が行われるか。</p>	<p>事業が実施された場合、農業生産性の向上や雇用機会の増加といった正の影響が想定される。</p>
	(3)文化遺産	<p>① プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なわないか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。</p>	<p>事業による文化遺産への負の影響は想定されない。</p>
	(4)景観	<p>① 特に配慮すべき景観への悪影響はないか。必要な対策は取られるか。</p>	<p>事業による景観への悪影響は想定されない。</p>
5 その他	(1)工事中の影響	<p>① 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉塵、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。</p> <p>② 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼさないか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。</p> <p>③ 工事により社会環境に悪影響を及ぼさないか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。</p> <p>④ 必要に応じ、作業員等のプロジェクト関係者に対して安全教育（交通安全・公衆衛生等）を行うか。</p>	<p>対象地域は村落が疎に点在している状況であり、集落近辺で工事が行われる可能性は低い。よって、工事による直接の悪影響は想定されない。また工事が実施される周辺には重要な自然環境（生態系）は存在しない。住民移転・土地収用が発生しないよう、仮回し道路および鉄橋の路線を計画し、さらに、施設から住宅地などからは十分な余裕をとる。</p>

分類	環境項目	主なチェック事項	環境配慮確認結果
	(2)モニタリング	① 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 ② 当該計画の項目、方法、頻度等は適切なものと判断されるか。 ③ 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 ④ 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	本調査ではモニタリングを実施しないことから、モニタリング体制およびモニタリング方法については、今後の調査において策定する。

## 第11章 事業評価

### 11.1 条件

#### (1) 基本方針

灌漑事業の効果には、農産物の生産増加や、農業労働者の雇用増加、乾燥地に住む人々の生活水準の向上、水不足に起因する国内移住の抑制などが考えられるが、本章では主として貨幣価値に換算可能な農業所得および畜産所得の増加に焦点を当てる。

本件灌漑事業を実施することによって、乾期でも安定的に灌漑用水が供給され、作付面積の増加や単収の増加が実現する。この結果、事業対象地区における農産物の生産量が増加し、農家の所得が増加する。また、飼料作物の生産増加と安定供給が実現することにより、羊を中心とした畜産経営の集約化や、乳牛など大型家畜への転換が促進されることが想定される。

財務および経済分析では、事業便益を事業を実施した場合と実施しない場合の比較から算定する。事業費では、シナリオ 0、シナリオ 1 およびシナリオ 2 の 3 つのケースがあるが、事業の最小規模を求めるため、シナリオ 0 をポンプありとポンプなしのケースに分け、合計 4 ケースで検討している。シナリオ 0 では、事業地区の西側に標高が高い加圧地区を含むため加圧機場が必要となるが、事業の最小規模を求めるためは、加圧地区を持たないシナリオ 1 および 2 と同じ条件で比較する必要があり、加圧せずに配水できるとした架空のケース、即ちシナリオ 0 (ポンプなし) が必要と判断した。

便益を算定する作付けパターンは、ABC、XYZ、 $\alpha\beta\gamma100$ 、 $\alpha\beta\gamma117$  の 4 つの作付けパターンとする。ABC と XYZ はスイス F/S に記載される作付けパターンである。 $\alpha\beta\gamma100$  は本調査が提案する作付けパターンであり、年 1 作 (作付率 100%) を前提としている。 $\alpha\beta\gamma117$  は設計流量に変更がない範囲で、作付けを最大にした作付けパターンである。下表に示すとおり、作付け率は 117% となった。

表 11-1  $\alpha\beta\gamma117$  の作物別作付面積

	作付作物	作付面積 (ha)				参考 $\alpha\beta\gamma100$
		$\alpha117$	$\beta117$	$\gamma117$	合計( $\alpha\beta\gamma117$ )	
1	冬アルファルファ	200	100	100	400	-
2	甜菜	100	100	-	200	200
3	小麦	200	300	400	900	900
4	大麦	100	100	100	300	300
5	そら豆	-	100	-	100	100
6	エン麦	-	50	50	100	100
7	カラスノエンドウ	-	50	50	100	100
8	バルシーム	50	-	50	100	100
9	ばれいしょ	50	-	50	100	100
	冬作小計	700	800	800	2,300	1,900
10	夏アルファルファ	200	100	100	400	400
11	綿花	25	-	-	25	25
12	メイズ	25	-	-	25	25
13	ひまわり	25	-	-	25	25
14	ヒヨコ豆	25	-	-	25	25
	夏作小計	300	100	100	500	500
	合計	1,000	900	900	2,800	2,400

便益では、上記の4つの作付けパターンがあることから、合計16ケースが検討の対象となる。経済評価にて用いる指標は、内部収益率（IRR）、純現在価値（NPV）、費用便益比（B/C）である。本件経済評価における基本的な条件を以下に示す。

- 1) 基本年は2010年とする。これより前の単価は、消費者物価指数などの係数を用いて2010年時点の価値に換算する。
- 2) 一方、将来発生する費用は、割引率6%を用いて現在価値に換算する。この6%は、イラク中央銀行の政策金利を根拠としている。
- 3) 財務評価では市場価格を用いて分析を行い、経済評価では経済価格を算定して分析する。市場価格を経済価格に換算する際には、標準変換係数（SCF）0.95を用いる。SCFは、輸出補助金や関税、課徴金など所謂市場の歪みを考慮して算定した。イラク貿易情報センター（ITIC）の資料によるとイラクでは現在、関税や輸出・輸入税、課徴金などは保留されており、代わりに輸入品に対して復興税5%が課税されている。
- 4) 利子や税金、補助金などの移転費用は、国民経済的観点からは国民間で移転するのみであり、それ自体が価値の創造を意味するわけではないため、財務評価では考慮するが、経済評価では除外する。また、物価上昇率は財務・経済評価双方において考慮しないが、技術的予備費（Physical Contingency）は考慮する。
- 5) 貿易財の価格は、より競争的な環境における価値と見なし、財務価格と経済価格を等価とする。一方で、非貿易材は国内市場にて調達するため、経済価格に換算する際にはSCFを使用する。
- 6) 小麦や大麦などの輸入財は、国境価格を基に庭先価格を推定する。この際、国境における運賃保険料込み価格や港湾手数料、輸送費等を考慮する。

## (2) 事業費

事業費では、4つのケース、即ちシナリオ0の2ケース（設計流量100m<sup>3</sup>/s）、シナリオ1（同80m<sup>3</sup>/s）、シナリオ2（同60m<sup>3</sup>/s）を検討の対象とする。事業費（直接費）は、取水地点揚水機場、導水路、送電施設、トンネル、東部幹線水路、西部幹線水路、支線水路の建設費、並びにスプリンクラー及び道路整備費などにより構成される。シナリオ0では更に、西部幹線水路に付帯するポンプ場およびこの受益地の水路網整備が含まれる。事業評価における事業費算定の条件は以下のとおりである。

- 1) 事業費の単価は、東部ジャジーラ灌漑事業における単価（2009年単価）を使用した。2010年価格に換算する際は、内貨は5.3%/年、外貨は1.8%/年の物価上昇率を使用した。
- 2) 事業費の積算に際しては、技術経費10%、土地収用・補償費3%、事務経費3%を考慮した。また、これらの財務価格を経済価格に換算する際には、SCFを使用した。
- 3) 貿易財には復興税5%を加算したが、経済評価では税金は考慮しないため除外している。
- 4) フロー計算表における事業費の振分けは、工事計画に基づいており、シナリオ0、1、2ともに8年間で事業が終了する計画としている。

上記の条件に基づいて算定した事業費を以下に示す。

表 11-2 シナリオ別事業費

Construction Cost Estimation (Financial Price)			(1,000 ID)		
No	Contract Number	Facilities	Scenario 0 (w/ Pump)	Scenario 1	Scenario 2
①	Contract No. SJA	Power Pumping Station	178,659,000	142,927,200	107,195,400
②	Contract No. SJ-1	Feeder Canal and Related Structure	159,349,200	142,433,000	127,589,100
③	Contract No. SJ-2A	Tunnel on Feeder Canal	190,244,500	173,184,000	149,462,700
④		Electrical Supply System	47,385,000	42,646,500	37,908,000
⑤	Contract No. SJ-3A	Canals, Roads and Networks (East Canal)	114,183,600	114,183,600	114,183,600
⑥	Contract No. SJ-3B:	Canals, Roads and Networks (West Canal)			
⑦	Phase 1		116,267,600	108,019,200	98,167,200
⑧	Phase 2		154,539,400	138,920,600	81,504,400
⑨	Phase 3		96,156,700	96,156,700	0
⑩	Contract No. SJ-3C	Canals, Roads and Networks (Pumped Canal)	117,949,700	0	0
⑪	Contract No. SJ-4	Pumping Station on West Canal	87,919,900	0	0
⑫	Contract No. SJ-5	Pump Houses in Sprinkler System	113,653,100	91,089,500	66,543,300
⑬	Contract No. SJ-6	Sprinkler Systems	496,675,400	397,741,400	290,117,200
⑭	Subtotal of Direct Cost		1,872,983,100	1,447,301,700	1,072,670,900
⑮	Consulting Services	10% of ⑭	187,298,300	144,730,100	107,267,100
⑯	Land Acquisition & Compensation	3% of ⑭	28,167,800	22,868,400	17,112,400
⑰	Administration Cost	3% of ⑭	28,167,800	22,868,400	17,112,400
⑱	Physical Contingency	20% of ⑭⑮⑯⑰, w/o price escalation	423,323,400	327,553,800	242,832,500
⑲	Custom and Duty		0	0	0
⑳	Reconstruction Levy	5% of ⑭	46,702,800	34,251,000	25,112,800
㉑	Subtotal	⑮～㉑	713,660,100	552,271,700	409,437,200
㉒	Total	⑭+㉑	2,586,643,200	1,999,573,400	1,482,108,100
	(in US\$)	@1170ID/US\$	(2,210,806)	(1,709,037)	(1,266,759)
	(in JPYen)	@0.07JPYen/ID	(181,065,024)	(139,970,138)	(103,747,567)

Note: a/ Unit Costs of the East Jazira Irrigation Project are applied.

b/ Price escalation rate of 5.3% for local currency (L/C) and 1.8% for foreign currency (F/C) are applied to convert 2009 price to 2010 price.

c/ Foreign exchange rate of 1170ID/US\$ and 0.07JPYen/ID are applied.

d/ Scenario-0 (w/o pump) case excludes the pump station cost.

### (3) 事業便益

本事業の便益は、作物生産効果が中心となる。生産量の増加は単収増と作付面積の拡大によりもたらされる。単収の増加は、灌漑用水の供給、施設の維持管理能力強化を通じた適正な水管理の実現、水不足による作物への被害減少などにより実現し、一方で作付面積の拡大は灌漑用水の供給により灌漑可能面積が拡大することにより実現する。

事業便益は、事業を実施した場合と実施しない場合の比較を通じて算定するが、元計画（オリジナル F/S）では農業の現況を考慮していない。これは、現況の農業は天水依存であり安定的な収穫がなく、ほとんど現金収入になっていないためである。その後、営農環境に大幅な変化は見られないことから、本事業評価でもこの条件を踏襲する。前述のとおり、ここでは 4 つの作付けパターン（ABC、XYZ、 $\alpha\beta\gamma 100$ 、 $\alpha\beta\gamma 117$ ）を検討する。以下は便益算定上の条件である。また、1 作付けブロック当りの作物別増加所得額を下表に示す。

- 1) 農産物の市場価格は SCF を用いて経済価格に変換するが、小麦および大麦は国境価格を基に算定した。
- 2) 計画単収は灌漑農業を前提とした単収であり、元計画の計画単収を踏襲した。但し、本計画にて導入した馬鈴薯の計画単収は、北部ジャジーラ灌漑事業地区における現況単収とした。計画単収は、灌漑開始から 10 年後に全量を実現する計算とした。
- 3) 作物純益を算定する際の作物生産費は、調査団による農家経済調査や元計画を基に算定

した。

- 4) 便益の増加は、作付けブロック (9,600 dunam/ block、或いは 2,400 ha/ block) の整備が進むごとに増加する計算とした。最終的に整備される作付けブロック総数は、シナリオ 0 で 62 ブロック、シナリオ 1 及び 2 で夫々 50 ブロック、36 ブロックである。
- 5) 事業の便益は、施設完成後の翌年から順次発現することとし、事業開始後 9 年目から発現する計画とした。

表 11-3 作付けパターン別増加所得額 (作付けブロック当り)

		Incremental Benefit per Crop Rotation Block (1,000 ID)							
		Financial Price				Economic Price			
		ABC	XYZ	αβγ 117	αβγ 100	ABC	XYZ	αβγ 117	αβγ 100
1	Winter Alphas	415,800	475,200	475,200	-	410,900	469,600	469,600	-
2	Sugar Beet	1,939,300	352,600	705,200	705,200	2,255,000	410,000	820,000	820,000
3	Wheat	1,673,840	2,391,200	2,152,080	2,152,080	2,784,320	3,977,600	3,579,840	3,579,840
4	Barley	665,920	832,400	499,440	499,440	1,154,560	1,443,200	865,920	865,920
5	Broad Bean	348,960	348,960	174,480	174,480	353,600	353,600	176,800	176,800
6	Oat	34,190	136,760	136,760	136,760	45,800	183,200	183,200	183,200
7	Vetch	32,630	130,520	130,520	130,520	44,320	177,280	177,280	177,280
8	Berseem	192,180	-	128,120	128,120	198,960	-	132,640	132,640
9	Potato	-	-	299,880	299,880	-	-	391,560	391,560
10	Summer Alphas	384,000	384,000	512,000	512,000	378,600	378,600	504,800	504,800
11	Cotton	120,191	162,860	81,430	81,430	122,316	165,740	82,870	82,870
12	Maize	2,757	-	26,510	26,510	2,736	-	26,310	26,310
13	Sunflower	3,012	-	28,960	28,960	2,980	-	28,650	28,650
14	Chick Pea	12,770	80,820	40,410	40,410	12,836	81,240	40,620	40,620
Total		5,825,549	5,295,320	5,390,990	4,915,790	7,766,928	7,640,060	7,480,090	7,010,490

一方、畜産生産効果は、飼料の生産増加と安定供給を契機に、対象地域で一般的な羊の粗放的飼育は集約化が進み、また乳牛など大型家畜の導入が促進される計画とした。効果の算定に当っては、基本的な考え方はスイス F/S を踏襲した。以下は便益算定上の条件である。

- 1) 羊の経営収支はスイス F/S の半集約的経営モデルを援用し、2010 年時点単価を用いて算定した。同経営モデルは、5 年間かけて対象農家に普及する計画とした。なお、モスル市に近い地域では耕種農業と大型家畜への転換が進むものと想定し、羊の半集約的飼育は農家の半数が導入すると仮定した。
- 2) 大型家畜は乳牛で代表させ、スイス F/S の酪農経営ユニット (100 頭規模) を援用し、2010 年時点単価を用いて経営収支を算定した。酪農経営ユニットは、飼料生産量の余裕を考慮して 800ha 毎に 1 ユニットとし、1 ローテーションブロック当り 3 ユニットの設立する計画とした。

## 11.2 結果

### (1) IRR、NPV、B/C

上記の条件に基づき、財務評価および経済評価を行い、IRR、NPV および B/C の指標で検討を

行った。結果は以下のとおりである。

表 11-4 (1) 財務・経済評価結果 (シナリオ 0 : ポンプあり)

	Financial Analysis				Economic Analysis			
	ABC	XYZ	$\alpha\beta\gamma117$	$\alpha\beta\gamma100$	ABC	XYZ	$\alpha\beta\gamma117$	$\alpha\beta\gamma100$
IRR	7.7%	6.5%	7.0%	6.3%	10.4%	9.8%	9.9%	9.4%
NPV	506,102,800	55,459,707	229,287,580	-13,029,471	1,691,587,018	1,441,805,313	1,489,799,519	1,249,003,218
B/C	1.19	1.02	1.09	1.00	1.67	1.57	1.59	1.49

表 11-4 (2) 財務・経済評価結果 (シナリオ 0 : ポンプなし)

	Financial Analysis				Economic Analysis			
	ABC	XYZ	$\alpha\beta\gamma117$	$\alpha\beta\gamma100$	ABC	XYZ	$\alpha\beta\gamma117$	$\alpha\beta\gamma100$
IRR	8.0%	6.8%	7.3%	6.7%	10.7%	10.2%	10.3%	9.8%
NPV	622,539,457	171,896,365	345,724,237	103,407,186	1,804,678,177	1,554,896,472	1,602,890,678	1,362,094,376
B/C	1.25	1.07	1.14	1.04	1.74	1.64	1.66	1.56

表 11-4 (3) 財務・経済評価結果 (シナリオ 1)

	Financial Analysis				Economic Analysis			
	ABC	XYZ	$\alpha\beta\gamma117$	$\alpha\beta\gamma100$	ABC	XYZ	$\alpha\beta\gamma117$	$\alpha\beta\gamma100$
IRR	7.7%	6.6%	7.1%	6.4%	10.4%	9.9%	10.0%	9.5%
NPV	431,836,283	68,414,434	208,598,202	13,181,226	1,391,356,910	1,189,920,051	1,228,625,056	1,034,434,490
B/C	1.21	1.03	1.10	1.01	1.70	1.60	1.62	1.52

表 11-4 (4) 財務・経済評価結果 (シナリオ 2)

	Financial Analysis				Economic Analysis			
	ABC	XYZ	$\alpha\beta\gamma117$	$\alpha\beta\gamma100$	ABC	XYZ	$\alpha\beta\gamma117$	$\alpha\beta\gamma100$
IRR	7.6%	6.5%	7.0%	6.3%	10.3%	9.8%	9.9%	9.4%
NPV	307,017,472	30,816,867	137,356,530	-11,160,372	1,039,745,650	886,653,638	916,069,441	768,484,611
B/C	1.19	1.02	1.09	0.99	1.69	1.58	1.60	1.51

結果を作付けパターン  $\alpha\beta\gamma100$  で見ると、4つのシナリオの中ではシナリオ 0 (ポンプなし) が最も IRR が高く、続いてシナリオ 1、0 (ポンプあり)、2 の順となっている。他も同様の傾向が見られることから、本件事業にはスケールメリットが働いていると考えられ、少なくとも上記 4 ケースの比較結果からは、設計流量が大きいほど便益も大きくなる傾向が伺える。

4つの作付けパターンの中では、経済分析では ABC が最も経済的であり、 $\alpha\beta\gamma117$ 、XYZ、 $\alpha\beta\gamma100$  の順となっている。但し、ABC パターンは、社会経済的な条件を考慮せず、農業生産のみに着目した計画であるため現実的とはいえない。この点、 $\alpha\beta\gamma100$  は現況の自然条件、社会経済条件を踏まえた計画であり、最も現実的なオプションと言える。

全ての検討ケースで EIRR は 6% を上回る結果となった。これは、資本の機会費用を 6% とした場合、本件事業は経済的に収益性があるとの結果を示している。換言すれば、本件事業は国民経済の観点からは十分に意義があることを結果は示している。

## (2) 感度分析

上記を基本ケースとして、感度分析を行った。ここで考慮した条件は、(1) 事業費が 20% 増加した場合、(2) 便益が 20% 減少した場合、(3) 事業費が 20% 増加し、かつ便益が 20%

減少した場合、の3ケースであり、作付けパターンは  $\alpha\beta\gamma 100$ 、比較指標は EIRR とした。結果は以下に整理したとおりである。

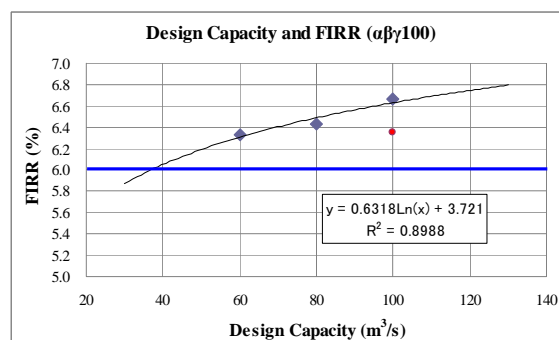
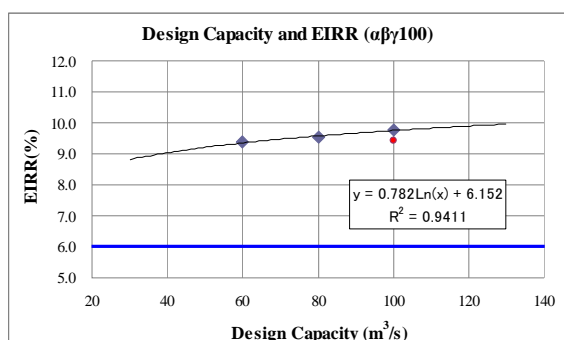
表 11-5 感度分析結果

	シナリオ 0 (ポンプあり)	シナリオ 0 (ポンプなし)	シナリオ 1	シナリオ 2
基本ケース	9.4%	9.8%	9.5%	9.4%
(1) 事業費増加 20%	8.0%	8.3%	8.1%	8.0%
(2) 便益減少 20%	7.7%	8.0%	7.8%	7.7%
(1) + (2)	6.3%	6.7%	6.5%	6.4%

感度分析の結果は、事業費が 20%増加した場合でも EIRR は資本の機会費用を上回ることを示している。一方、便益が 20%減少した場合でも、EIRR は全てのケースで資本の機会費用を上回るが、事業費が 20%増加した場合よりも減少率は大きくなる傾向が伺える。この結果から、本事業は事業費の増加よりも便益の減少により感度が高いことが伺える。事業費が 20%増加し、且つ便益が 20%減少した場合でも、全てのケースで資本の機会費用 (6%) を上回る結果となった。

### (3) 事業の最小規模

計画事業にスケールメリットが働くため、最小規模がどの水準にあるかを検討した。最小規模の定義は一樣ではないが、少なくとも経済評価では資本の機会費用に最も近い IRR をとる限界的なケースと捉えることができるであろう。しかし、上記の検討ケースはいずれも資本の機会費用から乖離しており、最小規模の推定が困難である。そこで、設計流量と IRR の相関を対数関数により求め、結果を以下に示した。この結果、財務評価指標では 40 m<sup>3</sup>/s 付近で最小値をとることが確認された。



### (4) 定性的効果

事業便益には、貨幣価値では表現できない効果も含まれており、労働市場の活性化や農業生産者の生活安定、国家的な食糧安全保障への貢献などの観点も含め、総合的に評価する必要がある。

例えば、Al-Baaj では水不足が極めて深刻であり、国内避難民が出ていることが報告されて



いる。国際移住機構によるニナワ県のプロフィール（2010 年）によると、近年水不足により国内避難民が増加しており、ニナワ県は最も深刻な県の一つである。同調査結果では、合計 1,364 戸がニナワ県では水不足により移住を余儀なくされており、その殆どが受益地内の Al-Baaj から発生していることが示されている。このため、本件事業実施によりこうした国内避難民の発生が抑制されることが期待される。

また、国内避難民の抑制は、耕作放棄地の減少に繋がり、灌漑によって作物により表土が覆われ、土壌の流出が抑制されることから、農地の乾燥化、ひいては沙漠化の防止にも貢献することになる。

更に、ニナワ県はイラク国内でも最も小麦や大麦の生産量が多く、2007 年には夫々、国内生産量の 15%、28%を占めている。しかしながら、ニナワ県の小麦・大麦の単収は、不安定な降雨に依存しているために年による変動が大きく、全県の中でも最下位に位置している。従って、本件事業により事業地区の作物単収が増加することは、イラク国の食糧生産量の増加に寄与することにつながり、ひいては同国の食糧安全保障に貢献することになる。この結果、現行の食糧配給制度の維持にかかる経費の軽減にも貢献することになる。

## 第12章 提 言

### 12.1 結 論

#### 12.1.1 事業規模の決定について

導水路トンネル案によるシナリオ (0、1、2) 別ならびに作付パターン ( $\alpha\beta\gamma100$ 、 $\alpha\beta\gamma117$ ) 別の事業効果の結果は、表 12-1 のとおり整理される。

表 12-1 シナリオおよび作付パターン別事業効果 (1USD=1,170ID、1USD=82円)

シナリオ	灌漑面積 (ネット) ha	設計流量 (ピーク) $m^3/s$	年間使用 水資源量 1) BCM	下流放流可 能量(発電 使用量) 2) BCM	年間小麦 生産量 3) ton	事業費 10 億 ID (億円)	作付パターン別 FIRR	
							$\alpha\beta\gamma100$	$\alpha\beta\gamma117$
シナリオ-0 (ポンプ有)	148,600	100	1.39	6.46	312,000	2,587 (1,811)	6.3%	7.0%
シナリオ-1	119,000	80	1.11	6.75	245,000	2,000 (1,400)	6.4%	7.1%
シナリオ-2	86,800	60	0.83	7.04	182,000	1,482 (1,037)	6.3%	7.0%
シナリオ-3 (最小規模)	59,500	40	0.48	7.41	125,000	未算出	6.0% (推算)	未算出

- 注釈 1) 年間使用水資源量は、有効雨量を考慮して算定した南部ジャジーラ地区の灌漑用水量  
 2) 下流放流可能量は、計算期間中で貯留変化を起こさないことと、最低限  $200m^3/sec$  を常に放流する条件で算定した。  
 3) 南部ジャジーラ灌漑事業による 10 年後の小麦単位収量  $5.6 ton/ha \times$  小麦作付計画面積

上表の作付パターン別 FIRR については、本調査では  $\alpha\beta\gamma100$  と  $\alpha\beta\gamma117$  の 2 種類の作付パターンを検討した。前者はイラク全体の将来水資源が逼迫することを考慮し、年間 1 作 (作付率 100%) とした。また、後者は  $\alpha\beta\gamma100$  を基本に、①MOWR が提示した将来予想流入量 (Inflow Indicator :10.1 BCM) および必要下流放流量 (Outflow Indicator : $200 m^3/s$ ) の前提条件下の水資源量の年間使用可能範囲内であり、かつ②導水路や幹支線水路等の基幹灌漑施設規模に影響するピーク設計流量に変更が生じない範囲の作付パターン (作付率 117%) とした。

イラク政府 MOWR は、モスルダム貯水池の南部ジャジーラへの使用可能な水資源量に関する最終検証は、現在進捗中の「全国水・土地資源戦略調査 (Strategy for Water and Land Resources in Iraq : SWLRI (Phase 2))」の調査結果を待つことを表明しており、事業規模の決定には今後少なくとも 2~3 年は要するものと考えられる。

一方、利用可能な水資源量に制限を設けない場合、最大事業規模であるシナリオ-0 がスケールメリットから、食糧安全保障の面から主食の増産が期待され、輸入量削減に繋がる。しかしながら、チグリス川上流国の開発や世界的な地球温暖化の影響による将来流入量の低減を軽視する訳には行かない。MOWR は本 (JICA) 調査を完遂すべく、モスルダムの水資源運用シミュレーションに必要な将来予想流入量を Indicator として 10.1 BCM/年を示した。これは現在流入量が半減することになるが、予測を過小に評価するものではなく (安全側に)、妥当な Indicator と思慮される。これが近い将来の現実であるとするならば、イラク国の下流域で必要な将来水需要量やイラク南

部湿原の保全を視野に入れた自然環境に配慮し、事業が最低限フィージブルとなるシナリオ-3に近い規模が推奨される。

各シナリオの特徴を表 12-2 に示す。

表 12-2 シナリオ別特徴

シナリオ	灌漑面積 (ネット)	設計流量 (ピーク)	シナリオ別特徴
シナリオ-0 (最大規模)	148,600 ha	100 m <sup>3</sup> /s	利用可能な水資源に制約さえなければ、食糧安全保障の面から主食である小麦生産でイラク国民に最も貢献度の高いシナリオと言える。一方、南部ジャジーラ地区西側の標高が高いポンプ地区を有することから、他のシナリオにはない維持管理費が発生する。 また、モスダム発電に多大な影響を与え、代替発電を考慮する必要があることに加え、自然環境上、下流の水利用にインパクトを与える可能性が大きい。
シナリオ-1	119,000 ha	80 m <sup>3</sup> /s	上記シナリオ-0 から西側のポンプ地区を対象外としており、維持管理費が大幅に削減され、 <u>経済評価の観点からは最も望ましいシナリオである。</u> 食糧安全保障および自然環境上、シナリオ-0 とシナリオ-2 の中位的位置付けとなる。
シナリオ-2	86,800 ha	60 m <sup>3</sup> /s	シナリオ-1 とシナリオ-3 の中位的位置付けとなる。
シナリオ-3 (最小規模)	59,500 ha	40 m <sup>3</sup> /s	<u>利用可能な水資源に制限がある場合、最も望ましいシナリオである。</u> 一方、事業評価の観点からは最低限の規模であり、食糧安全保障の面からは、貢献度の低いシナリオと言える。

### 12.1.2 南部ジャジーラ灌漑事業の役割

国家開発 5 ヶ年計画 (NDP : 2010-2014) によれば、イラク全土において将来的に灌漑可能となる農地が 930 万 ha 存在し、その内現在の既設施設による灌漑可能面積は約 540 万 ha と 58% 程度に過ぎない (実際の灌漑面積はさらに少ないと見られている)。また、主食である小麦や飼料作物である大麦等の穀物は、灌漑・非灌漑を含め全国約 400 万 ha で栽培されており、その内 41% にあたる約 165 万 ha を二ナワ県に依存している。

一方、同 NDP によると農業生産性で見れば、2007 年のイラク国中南部に位置する Al-Najaf 県や Al-Qadisiyyah 県の小麦平均単収が 2.58 ton/ha (646kg/dunam) であったのに対して、二ナワ県のそれは僅か 0.68ton/ha (169kg/dunam) と 3.8 倍の開きがあった。この理由として渇水であった 2007 年において、Al-Najaf 県等は灌漑施設により、農地に安定した水が供給されたのに対して、二ナワ県は降雨不足であったことに言及している。

上記 NDP で記載されている内容の背景には、現在のイラクには水資源・灌漑開発が十分に行き届いていない、もしくは既設灌漑施設が十分に有効活用されていない地域が多いことを示唆している。また、南部ジャジーラ灌漑事業が計画されている二ナワ県が主食の栽培拠点となっている理由は、同県が位置するイラク北部地域の年間 200~400mm に及ぶ降雨が挙げられるものの、灌漑施設の整備が不十分であり、安定した農業生産、食糧供給には至っていない。

南部ジャジーラ灌漑事業において、シナリオ-0 が採用され事業が実現すれば、将来年間約 31

万トンの小麦が安定して作付けされ、NDP が 2014 年に目標としている「灌漑による小麦生産量 170 万トン」の約 18%が当事業で生産されることになる。

## 12.2 提言（事業実施に向けて）

### (1) 水資源の有効配分にかかる課題

モスルダムへの流入量が将来 10.1 BCM まで減少したとしても、農業（灌漑）が発電に優先することを前提に、モスルダム水力発電の運用実績（16.59 BCM/年）を 35%まで削減すれば、北部、東部、南部を含むジャジーラ灌漑地区の水収支はバランスする（灌漑と発電のトレードオフ）。また、削減される発電量に対しては、代替水力、火力、ガス、電力輸入等の代替発電を確保しなければならない（発電同士のトレードオフ）。

一方で、上述のトレードオフが成立したとしても、南部ジャジーラ灌漑開発は、ダム下流域に位置するイラク中・南部地域には深刻な影響を及ぼすと推察され、ジャジーラ地区と下流域の水利用配分（上流側と下流側の水利用トレードオフ）は、今後の全国的な水資源の有効配分にかかる課題と言え、将来流入量に見合った検討が必要となる。

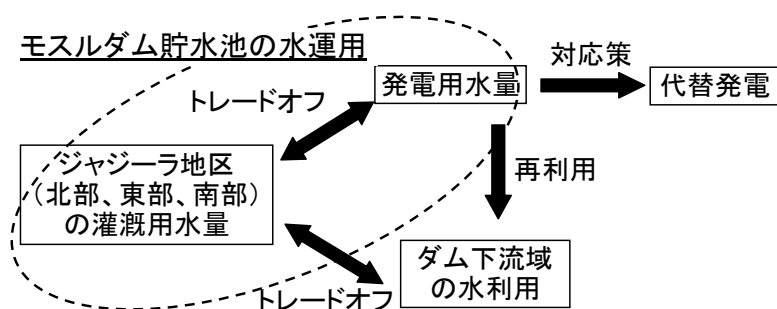


図 12-1 南部ジャジーラ灌漑事業に関連する水資源トレードオフ

### (2) SWLRI の調査結果に求めること

上述(1)のことから、SWLRI は、1)農業、2)発電、3)工業、4)生活用水、5)南部湿原の保全を含むイラク全体の将来水需要を考慮の上、モスルダム貯水池への将来流入量予測および下流放流量の決定に必要なデータを示すことが求められる。また、SWLRI の結論に基づき、イラク政府は上記水需要に関連する各省庁間の政策意思決定者を中心とした委員会を設置し、その委員会は全国の水・土地開発戦略を決定することが期待される。これらの決定により、南部ジャジーラ灌漑事業の配分水資源量が決められ、事業規模が確定する。

### (3) 日気象データおよび土壌水分量調査による年間灌漑用水量の検討

年間に必要な灌漑用水量を算定する上で、期別作物消費水量の精度を上げることが重要となる。本調査では、南部ジャジーラ周辺の月別最新気象データ（1990～2009 年）を入手し、期別作物消費水量を算定した。しかし、イラク戦争等の影響でデータが消失・紛失した観測時期があったため、算定結果の精度が低下していると同時に、月データしか得られなかった。降水期に作物消費のピークがくる場合には、施設規模を決定する際に、降水パターンを把握した上で計画する必要

がある。信頼性の高い灌漑要水量を算定することは、節水にも繋がるため、基礎的な資料として、計画地区内での日気象データを得ることが望ましい。

また、本事業地区では表土の下に石膏層（gypsum layer）が広がっていることから、全地区スプリンクラー灌漑を計画しているが、不適切な散水強度によっては、石膏層の溶解等の悪影響を及ぼす可能性もあるため、事前に表土の土壌条件の詳細調査を実施することを提案する。

より実態に合った必要水量を算定するには、少なくとも、今後も対象地域の観測を継続し、日気象データを蓄積して年間灌漑用水量を再検討することを提言する。

#### (4) 事業実施前のパイロット灌漑圃場を通じた営農指導、水管理指導者の能力向上および水利組合強化

SWLRI の結論に相応の年月を要することから、事業実施前にパイロット灌漑圃場を建設し、気象データの蓄積、土壌条件の検証を行うことを提言する。パイロット圃場の規模は、実際の灌漑規模による実践を想定し、提案している作付パターン  $\alpha\beta\gamma 100$  の 1 ローテーションブロック（8 年サイクル）が検証し得る 800 ha とする。なお、水源が南部ジャジーラ地区内に確保できない場合、チグリス川周辺に表土下に石膏層を有した類似の土壌条件を有する地区を選定することを推奨する。パイロット灌漑圃場で検証する内容は以下に示すとおりである。

- 1) 気象観測データの蓄積
- 2) スプリンクラー灌漑の散水強度による深度別土壌水分量の変化の測定
- 3) 作物別収穫量の確認
- 4) 営農機械、スプリンクラー等の操作実践
- 5) 灌漑ロス測定、灌漑適用効率の算定
- 6) 肥料、農薬の散布実践

加えて、イラク国においては供給主導型の水配分が実施されると想定され、もし、習熟した管理者による組織的な水管理が実践されないと、想定外の搬送ロス・管理ロスが発生し、貴重な水資源が失われることになる。そこで、先行する北部ジャジーラ地区のノウハウも踏まえ、水利組合を組織化し、営農技術を含む水管理指導者の能力向上を目的とした技術協力プロジェクトや専門家派遣を導入することを提言する。

## 添付資料

1. 協議議事録、メモランダム.....	A-1
1) インセプションレポート説明時（2010年6月29日、30日開催[署名は2011年8月]） .....	A-1
2) インテリムレポート説明時（2010年11月11日、12日開催） .....	A-13
3) プログレスレポート(2)説明時（2011年3月16日、17日開催） .....	A-24
4) ドラフトファイナルレポート説明時（2011年7月25、26日開催） .....	A-33
2. 面会者リスト.....	A-45

1. 協議議事録、メモランダム

1) Minutes of Meeting on Inception Report

協議議事録

**Minutes of Meetings**  
**for**  
**The Preparatory Survey**  
**on**  
**South Jazira Irrigation Project**  
**in Republic of Iraq**  
**Agreed upon between**  
**The Government of Republic of Iraq**  
**and**  
**Japan International Cooperation Agency**

Baghdad, Republic of Iraq

August, 2010



Mr. Masaaki Matsushima  
Chief Representative, JICA Iraq Office *Assist.*



Mr. Mahdi H. Ali  
Chief Engineer, Head of Follow up Section  
Ministry of Planning



Mr. Sami Muhi Aladdin Hassan  
Assistant Director General, Commission for  
Execution of Irrigation and Reclamation  
Projects  
Ministry of Water Resources



Eng. Shawkat S. Jameel  
Head of Section for Water Management  
Director of Agro-Metrology Program  
Ministry of Agriculture



## Preface

Based on the Minutes of Discussions dated July 2, 2009 on Fact Finding Meeting for South Jazira Irrigation Project (hereinafter referred to as "the Project") between the Government of Republic of Iraq (hereinafter referred to as "GOI") and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), and in response to the Iraqi Prime Ministers Office Advisory Commission's Letter Ref.: I/340 dated July 21, 2009, JICA decided to send a consultation mission (hereinafter referred to as "the JICA Mission") headed by Mr. Yoshiyuki Goya, Executive Technical Advisor to the Director General of Rural Development Department, JICA, to the Republic of Iraq from June 25 to July 1, 2010.

The JICA Mission held a series of discussions with relevant organizations of the GOI to develop implementing arrangements of a further survey (hereinafter referred to as "the Preparatory Survey") for reviewing the Feasibility Study of the Project completed in 1984 and redefining the scope of the Project. After the visit of the JICA Mission, additional discussions have been made between the representatives of JICA Iraq Office and the Iraqi side, and the both sides agree to the scope and implementing arrangements of the Preparatory Survey as described in the Appendix 1.

Meanwhile, JICA dispatched a consultant team for the Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the JICA Survey Team") to the Republic of Iraq in June, 2010. The JICA Survey Team submitted the Inception Report (hereinafter referred to as "IC/R") to the concerned people of the Iraqi side in Erbil for their discussions. The IC/R was not presented only in Erbil, but also in Baghdad to the Iraqi officials concerned by the representatives of JICA Iraq Office. The contents of the IC/R were accepted in principle by the Iraqi side.

The JICA Mission joined the discussions related to the IC/R in Erbil and exchanged views and opinions with the Iraqi side about the way how the Preparatory Survey should be conducted. The main points raised in the discussions are summarized in the Appendix 2.

Appendix 1: Scope and Implementing Arrangements of the Preparatory Survey

Appendix 2: Main Points Discussed

Appendix 3: List of Attendants of the Meetings

The image shows three handwritten signatures or initials in black ink. The first is a long, sweeping signature on the left. The second is a circular stamp or signature in the middle, with the initials 'M. O. G.' written below it. The third is a shorter signature on the right.



## SCOPE AND IMPLEMENTING ARRANGEMENTS OF THE PREPARATORY SURVEY

### I. BACKGROUND AND OBJECTIVES OF THE PREPARATORY SURVEY

Iraq has relatively abundant water and fertile lands in the region, which have enabled Iraq to irrigate arid plains over history and make the agricultural sector one of the most important pillars of the country's socio-economy until nowadays. The sector is estimated to engage 20% of employment and 30% of the whole population in its related sectors, still being the second largest sector following the oil sector.

During the last decades, however, the political and social turmoil has fiercely weakened the agricultural sector. Damages of infrastructures drove its chronic salinity problems to the worst and delay of updating the knowledge and techniques of natural resources management dropped the agricultural productivity drastically, leaving abandoned lands. As a result, agricultural production levels have been declining since early 1990's and the agricultural contribution to the national GDP has gone down from 25% in 1992 to nearly 10% in 2008. The economy has lost its diverse sources of dynamism and been monopolized by the crude oil production. Such decline of the agricultural sector has threatened the basic food supply to the local population and jeopardized some social conditions such as weakness of the job opportunities, the national food security and the sustainable use of natural resources. These have become serious impediments of reconstruction in post-conflict Iraq. Conversely, current vulnerabilities of the Iraq's agricultural sector are reflected in high unemployment rates in rural areas, high portion of the population under the food insecurity or malnutrition, high dependency on food import, low agricultural productivity and low water use efficiency.

To revive and strengthen the agricultural sector is therefore one of the prerequisites to stabilize the country and to vitalize its economy. To that end, the GOI takes a set of actions placing a top priority to boost agricultural production in a sustainable way by introducing the latest advancements in irrigation technologies and natural resources management. Main targeted crops in this endeavor are wheat and barley, which are strategic crops for the national food security but largely cultivated by the rain-fed practices in the north of Iraq with low productivity and vulnerability to climate conditions.

In order to address the current vulnerabilities of the agricultural sector and to improve the national food security, the GOI has decided to update the feasibility study of South Jazira Irrigation Project. The South Jazira Irrigation Project was originally developed as an integral part of the Mosul Dam Development Project in the early 80's concurrently with the North Jazira and the East Jazira Irrigation Projects. These three irrigation projects were designed to obtain water from the Mosul Dam reservoir to reclaim the new irrigated areas for the purpose of increasing strategic crop production in Ninevah governorate. Due to intermittent wars and economic sanctions, although the Mosul Dam commenced its operation in 1985 and the North Jazira Irrigation Project was completed in 1991, the South and East Jazira Irrigation Projects were frozen during the last two decades.

South Jazira Irrigation Project site is located in Ninevah Governorate, the important agricultural area for major crops, where features the above-mentioned vulnerabilities in terms of the agricultural sector as well as the social conditions. It serves 32% of the national barley production and 20% of the national wheat production but agricultural productivity is less than national average because of dependency on rain-fed cultivation. The national average of wheat productivity as of 2004 is 1.36 ton/ha while 0.85 ton/ha in Ninevah. (for instance, the national average of wheat productivity

1992-2002 are 0.67 ton/ha by rain-fed and 1.28 ton/ha by irrigation). It is estimated that 45% of its employment is engaged in agriculture but the unemployment rate (13% for male and 35% for female) is higher than the national average of 12% for male and 13% for female.

Under these circumstances, in order to achieve the development goals addressing the current conditions, the existing Feasibility Study (hereinafter referred to as "F/S") completed in 1984 by Swiss Consultants and updated by Dijla State Company in 1991 must be reviewed and upgraded.

The Preparatory Survey shall be thus implemented based on official intention of GOI to request for conducting F/S review and redefining the scope of the Project.

The Preparatory Survey mainly provides "Phase 1" defined in Minutes of Discussions on Fact Finding Meeting agreed between GOI and JICA on July 2, 2009, namely contains 1) the review of the existing F/S (Phase 1-a) and 2) redefining scope of the Project based on the result of Phase 1-a (Phase 1-b). The implementation of Phase 1-b shall be determined based on an evaluation of the review of F/S as the final product of Phase 1-a.

## II. SURVEY AREA

Mosul Dam and its beneficial areas for agriculture (South, North and East Jazira), Nineveh Governorate

## III. SCOPE OF THE PREPARATORY SURVEY

### A. Terms of Reference

The Preparatory Survey shall undertake the following tasks:

#### A. Review of the F/S (Phase I-a)

##### A-1 Reassessment of the priority and necessity of the Project

A-1-1. To review the Iraqi policies and strategies for water and land resources as well as for agriculture and to reframe the priority and necessity of the project in the current context

A-1-2. To conduct the baseline survey of current situation and issues in the project area

a) To confirm natural conditions of project area

b) To confirm socio-economic conditions of project area and Ninevah Governorate

c) To confirm current status of agricultural sector and identify issues of project area and its vicinity

d) To assess local farmers' needs for development of irrigation facilities

A-1-3. To analyze the current situation of North Jazira Irrigation Project as the basis for updating of South Jazira Irrigation Project Plan

A-1-4. To collect the current information of the water regime of the Tigris and to identify the issues

A-1-5. To review other international partners' policies and activities for relevant sectors in Iraq

##### A-2 Engineering Review of the F/S

A-2-1. To analyze the hydrological conditions of the Tigris and the Mosul Dam

A-2-2. To collect all available information and to monitor on-going and planned activities concerning operational procedures, dam safety and risk mitigation measures for further assessment on the Mosul Dam stability

A-2-3. To assess the available water for the Project, paying due consideration on water balance in the downstream

A-2-4. To review the F/S with a special focus on the sustainability of resources and the latest advancements in the irrigation technologies and practices



Handwritten signatures and initials at the bottom of the page, including a large signature and the initials 'MOA'.

- B-1-1.To redefine the Project scope to optimize the water use and to maximize agricultural production with regard to economic and financial consideration.
- B-1-2.To develop alternative development plans, depending on the availability of resources
- B-1-3.To estimate total project cost and annual fund requirements in a cash flow
- B-1-4.To propose technical capacity building activities supplemental to develop necessary capabilities to carry out the project
- B-2 To propose an effective scheme for project implementation and O&M
  - B-2-1.Implementation structure
    - a) To review the technical capacity of executing agency and supporting agencies
    - b) To review the financial capacity of executing agency and supporting agencies
    - c) To propose implementation structure in consideration of related organizations and their role, clarifying their responsibility.
  - B-2-2.O&M structure
    - a) To identify issues of O&M on North Jazira irrigation facilities and farmers' needs
    - b) To propose sustainable systems for O&M of the project facilities and action plan based on SoW B-2-2 a)
  - B-2-3 Assistance to Farmers
    - a) To propose necessary farming assistance to local farmers
- B-3 Evaluation of the proposed project
  - B-3-1.To set up the indicative criteria and methods for the evaluation of the proposed project
  - B-3-2.To calculate Economic / Financial Internal Rate of Return (EIRR/FIRR)
  - B-3-3.To conduct ex-ante evaluation

C. Review of environmental and social considerations (Phase1-a and 1-b)

- C-1 To collect necessary information for category classification in the guidelines and prepare an environmental checklist including following points
  - C-1-1.To assess potential environmental impacts and collect additional information to support implementation of Environmental Impact Assessment (EIA) process.
  - C-1-2.To assess potential social impacts and collect additional information to support implementation of Social Impact Assessment.
- C-2 To confirm compliance status of the proposed project designs in the Preparatory Survey with JICA Environmental Guidelines and Iraqi national regulations

Environmental Impact Assessment shall be carried out by the Ministry of Water Resources (hereinafter referred to as “MOWR”) on the basis of the results of the review of the F/S. The Preparatory Survey Team shall support the MOWR.

The EIA should include following items:

- (1) Executive summary shall include significant findings and recommended actions
- (2) Policy, legal and administrative framework shall include discussion on the policy, legal and administrative framework within which EIA shall be carried out
- (3) Project description shall be made of proposed project components and its geographic, ecological, social aspect. It shall also include map showing project site and the affected area by the Project. It shall also include the needs for any resettlement or social development plan.
- (4) Baseline data shall describe relevant physical, biological and socio-economic conditions. Data should be relevant to decisions about project site, design, operation, or mitigative measures.
- (5) Environmental Impacts shall include prediction and assessment of the proposed project’s likely positive and negative impacts in quantitative terms. Negative Environmental Impacts shall be categorized into mitigable and non-mitigable impacts and mitigative measures shall be identified.

(6) Analysis of alternatives shall include comparison of followings;

- 1) Technology, design and operation including the without-project condition in terms of their potential environmental impacts,
- 2) Feasibility of mitigating impacts,
- 3) Capital and recurrent costs,
- 4) Suitability under local conditions, and
- 5) Institutional, training and monitoring requirements.

The analysis shall state the bases for selecting particular project design and offer justification for the approaches.

(7) Environmental Management Plan (EMP) shall describe mitigation, monitoring and institutional measures to be taken during construction and O&M to eliminate adverse impacts, and to mitigate them to acceptable levels.

(8) Consultation shall include views of affected people, local NGOs and regulatory agencies in a form of record of meetings.

#### **B. Desirable Specialists for the Preparatory Survey**

JICA selected and dispatched a survey team to carry out the Preparatory Survey. The JICA Survey Team includes the following specialists.

- ▮ Irrigation and Drainage
- ▮ Water Resource/Hydrology
- ▮ Dam/Geology
- ▮ Irrigation Facilities
- ▮ Agriculture/Land Use
- ▮ GIS
- ▮ Environmental Assessment
- ▮ Socio-Economy/Project Evaluation

The assignment of the specialists may be subject to change. The JICA Survey Team may engage local consultants, and/or other supporting staffs.

#### **II. SCHEDULE OF THE PREPARATORY SURVEY**

The Preparatory Survey will be carried out in accordance with the tentative schedule attached in the Annex 1. The schedule may be subject to change during the course of the Preparatory Survey.

#### **III. REPORTS**

JICA will prepare and submit following reports in both English and Arabic to GOI.

##### **1. Inception Report:**

30 copies will be submitted at the commencement of the first work period in Iraq. Inception Report shall include Work Plans, details of approach and methods to be adapted.

##### **2. Progress Report (1):**

30 copies will be submitted and discussed at the final stage of the first work period in Iraq. Progress Report (1) shall includes draft results of Phase1-a.

##### **3. Interim Report:**

30 copies will be submitted at the beginning of Phase1-b. Progress Report (1) will be finalized as Interim Report after due discussions with the steering committee in Iraq and with the Japanese side.

##### **4. Progress Report II:**



Handwritten signatures and initials, including the acronym 'MoA'.

30 copies will be submitted at the final stage of the second work period in Iraq. Progress Report II shall include draft results of Phase 1-b.

5. Draft Final Report:

30 copies will be submitted after the second work period in Iraq. GOI shall submit its comments within three weeks after the receipt of the Draft Final Report.

6. Final Report:

50 copies will be submitted within two weeks after the receipt of the comments on the Draft Final Report.

## VI. ADMINISTRATIVE STRUCTURE FOR THE PREPARATORY SURVEY

### 1. Steering Committee

For the effective implementation of the Preparatory Survey, a Steering Committee (SC) is set up, consisting of the following organizations;

- 1) Ministry of Water Resources  
General Directorate of Planning and Follow-up
- 2) Ministry of Agriculture  
General Directorate of Planning and Follow-up
- 3) Ministry of Planning  
General Directorate of Agricultural Planning
- 4) Prime Minister Advisory Board  
Agriculture Initiatives
- 5) JICA Survey Team
- 6) JICA Iraq Office

\* In addition, persons who are designated by the Chairperson of SC may attend SC meetings.

SC will meet whenever the necessity arises, and its functions are as follows;

- 1) To evaluate the review of F/S as the final product of Phase 1-a and determine whether to implement Phase 1-b of the Survey
- 2) To review the overall progress of the Survey as well as its achievements.
- 3) To examine and exchange opinions on major issues arising from Project Management Team (PMT), which is described below, or in connection with the Preparatory Survey and to recommend appropriate measures.
- 4) To be responsible for the high-level coordination with relevant ministries and authorities of GOI such as Ministry of Finance and Ministry of Environment.
- 5) To discuss the issues pertinent to the smooth implementation of the Preparatory Survey.

### 2. Project Management Team

In order to address technical and operational issues for the Preparatory Survey, a Project Management Team (PMT) is set up, consisting of the following organizations;

- 1) Ministry of Water Resources  
Water Resource Directorate in Ninevah  
Administration of Studies and Design
- 2) Ministry of Agriculture  
Ninevah Branch
- 3) Ninevah Governorate
- 4) JICA Survey Team

\* In addition, persons who are designated by the chairperson of PMT may attend the PMT meetings.



PMT will meet whenever the necessity arises, and its functions are as follows;

- 1) To provide data and information to the JICA Survey Team.
- 2) To report the progress of the Preparatory Survey to SC regularly.
- 3) To examine and exchange opinions on technical and operational issues arising from or in connection with the Preparatory Survey and to recommend appropriate measures.
- 4) To coordinate with local representatives of relevant ministries or organizations as well as with local authorities.
- 5) To discuss the issues pertinent to the smooth implementation of the Preparatory Survey.

PMT shall formulate the Technical Support Unit (TSU) as a technical resource pool for the PMT to utilize local expertise necessary for the Preparatory Survey. PMT shall invite relevant persons to TSU from such organizations as Mosul University, MoA Research Station, MoWR Mosul Dam Office, MoWR North Jazira Office and GD of Drilling and Wells in accordance with the issues to arise.

#### **VII. UNDERTAKINGS OF THE GOVERNMENT OF REPUBLIC OF IRAQ**

MoWR shall act as a primary counterpart agency to the JICA Survey Team in close collaboration with Ministry of Agriculture (hereinafter referred to as "MoA") and Ministry of Planning ("MoP"), and also as a coordinating body with other organizations concerned for the smooth implementation of the Preparatory Survey.

MoWR, MoA and MoP shall, at their own expense, provide the JICA Survey Team with the following items in cooperation with other organizations concerned:

- (1) security-related information to ensure the safety of the JICA Survey Team;
- (2) information to obtain medical service;
- (3) data and information related to the Preparatory Survey;
- (4) designation of appropriate counterpart personnel for the Preparatory Survey;
- (5) entry permits necessary for the survey team members to conduct field surveys; and
- (6) support in obtaining other privileges and benefits if necessary.

GOI shall assist the JICA Survey Team in custom clearance, exempt from any duties with respect to equipment, instruments, tools and other articles to be brought into and out of Iraq in connection with the implementation of the Survey.

GOI shall bear claims, if any arises, against the members of the JICA Survey Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their duties in implementation of the Preparatory Survey, except when such claim arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the member of the JICA Survey Team.

#### **VIII. CONSULTATION**

JICA and GOI shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Preparatory Survey.

END



Handwritten signatures and initials at the bottom of the page, including a large signature on the left and the initials 'MWA' on the right.

### THE MAIN POINTS DISCUSSED

1. Since the feasibility of the Project should be totally examined by the appropriateness of the Project plan, the JICA Mission requested the Iraqi side to provide sufficient necessary information and data to the JICA Survey Team. The JICA Mission pointed out that any lack of information and data related to the items described in 2. would make the final appraisal of the Project difficult.
2. The JICA Mission emphasized that following items should be studied.
  - A) At the farmland
    - Farming plan (vegetation, farmers' organization, agricultural disseminations, marketing, farmers' intention and motivation, water tariff, farmers' income improvement, etc.)
    - Specification of the irrigation (benefit area/irrigation area, water consumption/requirement, water efficiency, irrigation rotation, water use for farming household and livestock, etc.)
    - Irrigation system (farm pond, pressurization pumping unit, irrigation devices/machines, etc.)
    - Operation and maintenance of irrigation system
    - Necessity of farmland consolidation
    - Project cost
  - B) Canal/Tunnel
    - Design and its specification, hydrology, type of construction
    - Project cost
  - C) Water Resource
    - Reservoir control and management
    - Measures for stability of the reservoir (current situations of grouting and a plan of underground wall including management structure, technology applied for the construction, construction cost, construction period, etc.)
3. The Iraqi side agreed with the importance of relevant data and information and promised to do their best for providing them to the JICA Survey Team through necessary procedures.
4. Both the JICA Mission and the Iraqi side confirmed that the Iraqi officials concerned would be expected to have opportunities for capacity development through working together with the JICA Survey Team. The Iraqi side showed its great expectation on such opportunities.
5. Both the JICA Mission and the Iraqi side reconfirmed that the Preparatory Survey is divided into the following two phases:
  - (1) Phase1-a: Review of the existing F/S; and
  - (2) Phase1-b: Redefining scope of the Project (Proposal of an appropriate irrigation project)

The JICA Mission explained that there might be a possibility that JICA would not implement Phase1-b, if any feasible irrigation project would not be found during Phase1-a. Both sides

agreed that the decision on whether to go to Phase1-b or not would be made based upon evaluation of the results of Phase1-a.

6. It was agreed between the JICA Mission and the Iraqi side that SC should be established as soon as possible. The both sides confirmed that the names and designations of SC members would be reviewed and reconsidered by the Iraqi side, which would be shared with JICA. Chairperson of SC would be identified in the course of the reconsideration. The same procedures would be made for the membership of PMU as well.
7. The JICA Mission explained that the JICA Survey Team had set up their office in Erbil and they would mainly work in the City. The JICA Mission also mentioned that due to current security conditions of Iraq the JICA Survey Team had called on a local consultant firm to conduct some field surveys for them. The JICA Mission requested for the Iraqi side's understanding and necessary arrangement on this matter. The Iraqi side replied that they would facilitate communications between the JICA Survey Team and the Iraqi side and they would also accommodate the activities made by the local consultant firm, if they would receive an official request from the JICA Survey Team.

END

Handwritten signatures and initials at the bottom of the page. On the left, there is a large, colorful scribble. To its right, there is a signature that appears to be 'S'. Further right, there is a signature that appears to be 'MAD' with a large 'S' to its right.



## LIST OF ATTENDANTS

### **Iraqi Side**

#### Prime Minister's Office

Mr. Thamir A. Ghadhban, Chairman of Prime Minister Advisory Board, Head of the Monitoring Committee

Mr. Hussein Ali Jabir, Executive Director of Higher Committee for Agricultural Initiative

#### Ministry of Planning

Ms. Huda A. Malik, Director General of International Cooperation Directorate

Ms. Eqood Al-Saad, Head of Human Development Division

Mr. Husham Qasim Saudi, Director General of Agriculture Planning Department

Mr. Mahdi H. Ali, Chief Engineer (Civil Engineering), Head of Followup Section in Agriculture Planning Department

#### Ministry of Water Resources

Mr. Salar Bakr Sami, Director General of Planning and Follow-up

Mr. Sami Muhi Aladdin Hassan, Assistant Director General, Commission for Execution of Irrigation and Reclamation Projects

Ms. Khalida Nafe' Ayob, Senior Chief Engineer, Planning and Follow-up Office

Mr. Abdulkhlik Thanoon Ayoub, Mosul Dam Manager

Mr. Ghanim Mohammed Hussein, Senior Chief Engineer, Studies and Design Center

Mr. Riyadh Ezulddin Ali, Deputy of Mosul Dam Manager

Mr. Abdul Jajjed, Engineer, Ninevah Work Resources (in charge of North Jazira Irrigation Project)

#### Ministry of Agriculture

### **Japanese Side**

#### JICA Consultation Mission

Mr. Yoshiyuki Goya, Team Leader

Dr. Shigero Tani, Dam Specialist

Ms. Michiko Urnezaki, Planning and Coordination

#### JICA Iraq Office

Mr. Masaaki Matsushima, Chief Representative

Ms. Mariko Senda, Project Formulation Advisor

Mr. Kazuyoshi Yamashita, Project Formulation Advisor

Mr. Jalal M. Abdullah Sendory, Senior Program Manager

#### JICA Preparatory Survey Team

Mr. Kazumitsu Tsumura, Team Leader/Irrigation and Drainage

M. Futoshi Kuromi, Water Resource/Hydrology

Mr. Shigeru Sugiyama, Dam/Geology

Mr. Kenji Miyazaki, Irrigation Facilities

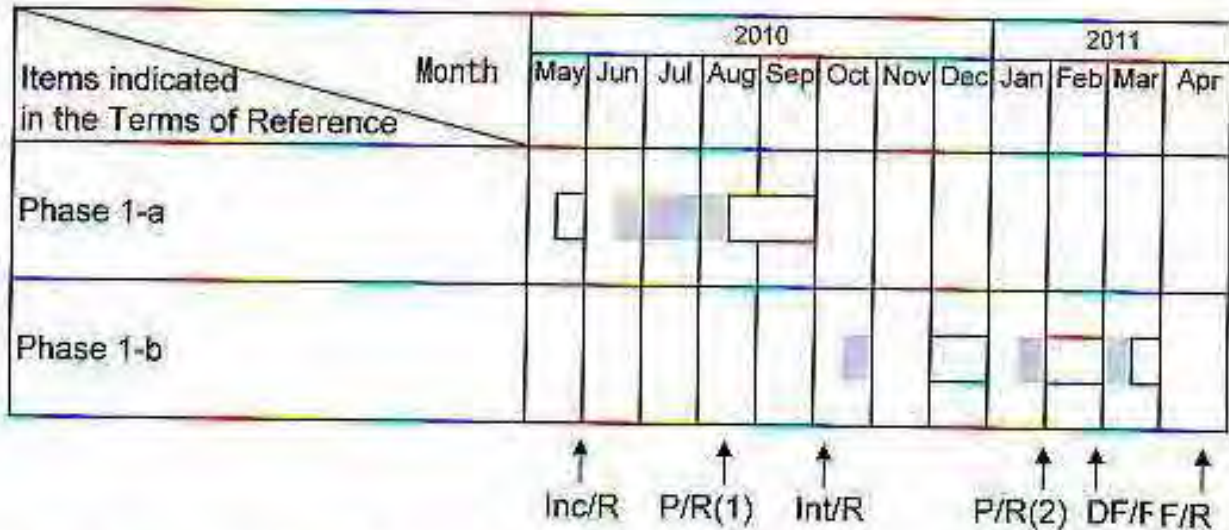
Mr. Toshihiko Kuno, Agriculture/Land Use



Handwritten signatures and initials at the bottom of the page, including a large signature on the left and initials 'MOA' on the right.

Tentative Schedule

Preparatory Survey on South Jazira Irrigation Project



Draft Final Report (DF/R) and Final Report (F/R) will be prepared in Japan after the completion of the work in Iraq.

- work period in Iraq
- work period in Japan





Japan International Cooperation Agency  
Iraq Office

---

22 December 2010

Ref. No.: JICA/IRQ 2010-47

Mr. Salar Bakr Sami  
Director General of Planning and Follow-up  
Ministry of Water Resources  
Baghdad, Republic of Iraq

**Re: Minutes of Meetings for Interim Report Meeting for the Preparatory  
Survey on South Jazira Irrigation Project**

Dear Mr. Salar,

First of all, I would like to express my sincerest appreciation for your continuous support for the captioned survey.

JICA and the Survey Team had had a series of discussions at the request of the Iraqi side in the interim report meeting in November which is described in the Minutes of Meeting as “1-1: Water Allocation,” “1-2: Minimum scale of the Project” and “1-3: Scenarios of the Project scale” in Annex 1.

We are pleased to inform you that JICA would like to supplement Terms of References (TOR) for the Survey Team to meet the said request.

Followings are major clarified points between JICA and the Survey Team. You are kindly requested to acknowledge and share these points among Iraqi ministries concerned, and please submit the requested data and information at the soonest possible to the Survey Team. The detailed list of requested data and information is shown in Annex 2.

**1. Proposed Data and Projects indicated in the Final Report**

JICA and the Survey Team would like to indicate data and proposed projects in the Final Report as follows:

1) Water Allocation for the Project:

The Survey Team is to analyze this feasible allocation for the project with indicators of the inflow to the Mosul dam and the discharge to the downstream;

2) Feasible Scale of the Project:

The most feasible scale of the project (Tunnel Plan and Pump Plan) will be indicated based on the abovementioned water allocation;

3) Scenarios of the Project Scale:

JICA and the Survey Team will indicate several proposed projects for the Tunnel Plan only; and

4) Minimum Scale of the Project:

The most minimum scale of the project to be feasible will be indicated based on the abovementioned water allocation and scenarios for the Tunnel Plan.

## 2. Schedule of the Survey

JICA and the Survey Team would like to offer the change of the schedule due to supplement TOR. It would be much appreciated if the Iraqi side could accept the change of the schedule as follows:

1) in late February 2011: Submission of the Progress Report (2)

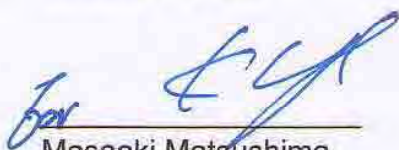
Holding of the meeting in Erbil

2) in the end of April 2011: Completion of the Survey

As a result, total period of the Survey will be postponed for one month from original schedule, only if requested data and information listed in Annex 2 will be provided to the Survey Team at the earliest possible.

If you have any inquiries, please do not hesitate to contact us at any time. We are always grateful for all your efforts for facilitating the implementation of the survey as ever.

Sincerely yours,



Masaaki Matsushima  
Chief Representative

C.C.

- Ministry of Planning
- Ministry of Agriculture
- JICA Headquarters
- JICA Survey Team

Minutes of Meetings  
for  
The Preparatory Survey  
on  
South Jazira Irrigation Project  
in Republic of Iraq

Agreed upon among  
Ministry of Planning (MoP), Ministry of Water Resources (MoWR) and  
Ministry of Agriculture (MoA), the Government of Republic of Iraq  
and  
JICA Study Team for the Preparatory Survey  
on South Jazira Irrigation Project

Erbil, Republic of Iraq

November 2010

**Preface**

Based on the Minutes of Meetings on August 2010 for the Preparatory Survey (hereinafter referred to as “Study”) on South Jazira Irrigation Project (hereinafter referred to as “Project”) agreed upon between the Government of Republic of Iraq (hereinafter referred to as “GOI”) and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), JICA dispatched the JICA Study Team for the Project (hereinafter referred to as “JICA Team”) for the explanatory of an Interim Report of the Study (hereinafter referred to as “It/R”).

The JICA Team held a series of discussions in the meeting on November 11 and 12 in 2010 (hereinafter referred to as “Meeting”) with Ministry of Planning (MoP), Ministry of Water Resources (MoWR) and Ministry of Agriculture (MoA) of the GOI (hereinafter referred to as “Iraqi Officials”) on the It/R consisting of 1) Results of Phase 1-A study, 2) Scope and contents of Phase 1-B Study and 3) Operational plan of Phase 1-B and so on. After the discussions, both sides of the JICA Team and the Iraqi Officials (hereinafter referred to as “both sides”) confirmed the main points discussed in the Meetings as summarized in the Attachment-1.

Attachment-1: Main points discussed in the Meetings

Attachment-2: List of attendance in the Meeting

## Main points discussed in the Meetings

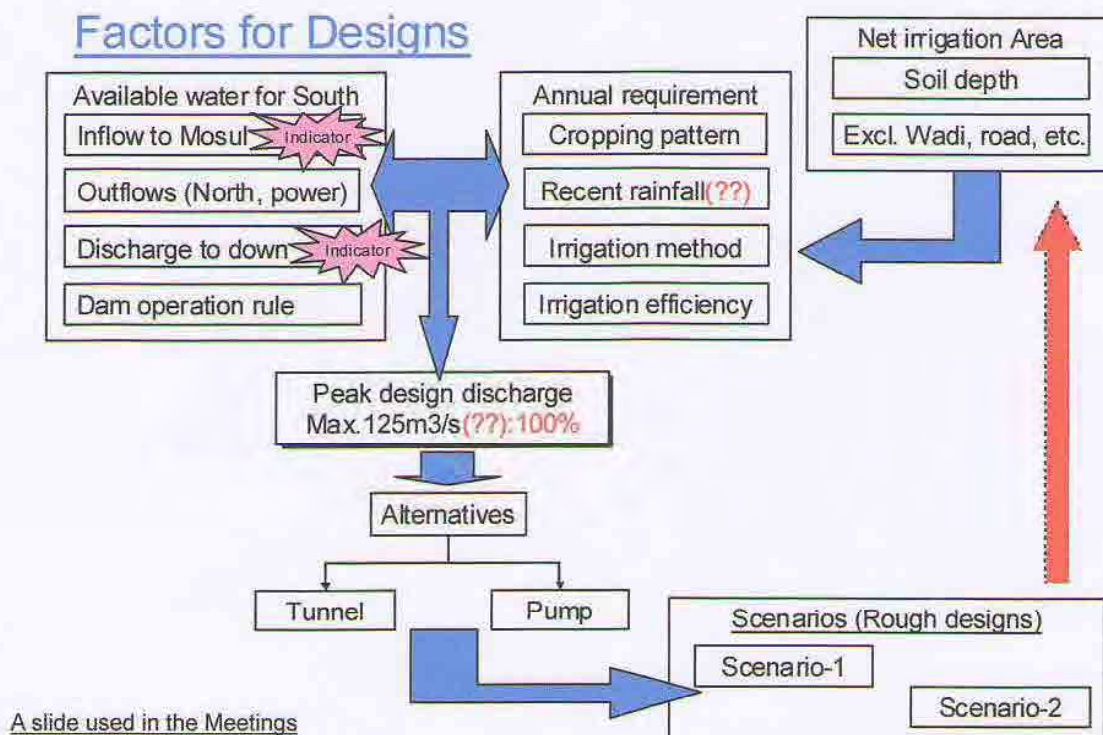
### 1. Examination of Annual Water Requirement for the Project

#### 1-1. Intake volume for the South Jazira Irrigation Project (water allocation for the Project);

JICA Team requested to the Iraqi Officials to confirm by well discussions between MoWR and MoA that “Water Treaty” to be agreed upon among upstream counties in the near future would not affects an intake volume for the South Jazira Irrigation Project, since it has been essential to decide the project scale such as irrigation area, sectional profile of feeder canal and pump scale, etc. to be planned during the Phase 1-B Study.

The Iraqi Officials expressed that forecasting annual inflow (which is currently 19.43 BCM in average) to the Mosul dam reservoir and necessary discharge to the downstream of Tigris river (Swiss consultants recommend 330 m<sup>3</sup>/s in minimum based on dam operation rule) could not be provided without conclusions of “Strategy Study for Water and Land Resources in Iraq (SWLRI)” being conducted by Italian consultants and scheduled to be taken 2 to 3 years. Instead, the Iraqi Officials promised to provide indicators of the inflow and the discharge to the JICA Team.

Both sides confirmed the indicators being provided should be with reliable reasons to evaluate them, and 125 m<sup>3</sup>/s of peak discharge for the feeder canal or 1.275 BCM of annual water requirement for the Project recommended in the Swiss F/S report, would be reduced by the results of the Phase 1-B Study.



### **1-2. Minimum scale of the Project;**

The Iraqi Officials requested to JICA Team to prepare minimum scales of the Project to be feasible in consideration with such proposed irrigation area, annual water requirement, intake volume, construction cost, etc. for the both alternatives on Tunnel and Pump plans.

### **1-3. Scenarios of the Project scale**

Moreover, the Iraqi Officials expressed that other scenarios in selected alternative (Tunnel plan or Pump plan) should be prepared by JICA Team in consideration with the SWLRI being concluded later on. Also, the Iraqi Officials mentioned those scenarios would be applied for viability of water resources management plan in Iraq to be set up in the future.

JICA Team responded the above matters including item 1), 2) and 3) would be reported to JICA Consultation Committee in Tokyo while they have been beyond the description in the JICA TOR (Terms of Reference) to the JICA Team.

## **2. Formulation of Farming Program**

JICA Team requested following data/ information to the Iraqi Officials;

- 1) Population data of all villages where the Project area covers, and
- 2) Information of relation among villages, sub district and district.

The Iraqi Officials suggested as follows;

- 1) Scale of a rotation block should be larger than JICA Team proposed (500 x 350m) in consideration with existing cultivation unit.
- 2) Live stock development plan should be designed based on Swiss F/S report.

Both side agreed following terms;

- 1) Cropping pattern XYZ should be set up as basic pattern and revised in consideration with current situation of infrastructure, agricultural development plan in Iraq, and successful crop in North Jazira Project.
- 2) Farm lands located at high-pitched slope should be eliminated from the target irrigation area other than Wadi, residential areas, roads, etc.

## **3. Natural and Social Environmental Conditions**

### **3-1. Environmental Impact Assessment (EIA)**

The Iraqi Officials stated EIA would be required for the Project.

And JICA Team requested following data/ information to the Iraqi Officials;

- 1) As an example, EIA of existing other project, and

- 2) Information of consultants firm which contracted to EIA.

### **3-2. Procedure on land acquisition**

Both sides discussed following terms;

- 1) Law No.138 (1977) describes land acquisition procedure concerned.
- 2) Law No.138 regulates that price of land being impounded should be agreed upon among MoWR, MoA, Ministry of Finance, and municipality.
- 3) Organization of stakeholder meeting on land acquisition is not regulated by law, however, Prime Minister's Act recommends to be obligated by MoWR, local government and land owners.
- 4) 19.6 BCM as described in "UNESCO International Hydrological Program Iraq Country Report, 2007" indicates the initial volume to recover marshlands. Less annual water volume is required to maintain the marshland.
- 5) Appropriate annual water volume, both to recover and to maintain marshlands will be provided by SWLRI in the future.

### **4. Stability of the Mosul Dam**

Both sides confirmed that the Mosul dam could be stable with 1)construction of diaphragm, 2)maintaining grouting, 3)strong will of the GOI for the stability, and 4)international technical cooperation.

### **5. Scope and Contents of Phase 1-B Study**

JICA Team explained outline for scope and contents of Phase 1-B, and also mentioned the detailed scope would be finalized after discussions with JICA Tokyo. And the Iraqi Officials understood them.

### **6. Data/information Collection for the Further Study**

In the basis of the above discussions, JICA Team requested to the Iraqi Officials to provide additional data/ information.

The Iraqi Officials requested to JICA Team to submit list of data/ information with priority by official letter.

### **7. Schedule for Further Phases of the Study**

JICA Team explained that Phase 1-B Study would be proceeded and its Progress report(2) would be provided in January 2011. The Iraqi Officials requested to JICA Team that the Progress report(2) should be delivered to the Iraqi Officials by two(2) weeks before the explanatory meeting.



### List of attendance in the Meeting

Title of Meeting : Explanation of Interim Report (1st Day)  
Date: 11/November/2010, Place Erbil international Hotel

No.	Name	Position
1	Sami Muhi Aladdin	Assistant Director General, MOWR
2	Khalida Nafie Ayoub	Chief Engineer, MOWR
3	Moaid K. Mahmoud	Chief Engineer, MOWR.
4	Alaa Turki Khudhair	Engineer, NCOWR, MOWR
5	Shawkat S. Jameel	Head of Section for Water management, MOA
6	Mahdi H. Ali	Assistant Chief Engineer, MOP
7	Ghanim M. H.	Manager, Project Management Team (PMT)
8	Namir Al-Sarraf	PMT
9	Wail Thaker	PMT
10	Abdol Majjed Zoba	PMT
11	Kazuyosh Tamashita	Representative, JICA Iraq Office
12	Nadim Habib	Dar Al Handasah
13	Zaid S. Ali	Dar Al Handasah
14	Omar N. M.	Dar Al Handasah
15	Ali Al Bazzaz	Dar Al Handasah
16	Kazumitsu Tsumura	Team Leader, JICA Study Team
17	Shigeru Sugiyama	Dam, Geology, JICA Study Team
18	Kenji Miyazaki	Irrigation and Drainage, JICA Study Team
19	Toshihiko Kuno	Agriculture, Land use, JICA Study Team

Title of Meeting : Explanation of Interim Report (2nd Day)  
Date: 12/November/2010, Place Erbil international Hotel

No.	Name	Position
1	Sami Muhi Aladdin	Assistant Director General, MOWR
2	Khalida Nafie Ayoub	Chief Engineer, MOWR
3	Moaid K. Mahmoud	Chief Engineer, MOWR.
4	Alaa Turki Khudhair	Engineer, NCOWR, MOWR
5	Shawkat S. Jameel	Head of Section for Water management, MOA
6	Mahdi H. Ali	Assistant Chief Engineer, MOP
7	Ghanim M. H.	Manager, Project Management Team (PMT)
8	Namir Al-Sarraf	PMT
9	Wail Thaker	PMT
10	Abdol Majjed Zoba	PMT
11	Kazuyosh Tamashita	Representative, JICA Iraq Office
12	Nadim Habib	Dar Al Handasah
13	Omar N. M.	Dar Al Handasah
14	Ali Al Bazzaz	Dar Al Handasah
15	Kazumitsu Tsumura	Team Leader, JICA Study Team
16	Shigeru Sugiyama	Dam, Geology, JICA Study Team
17	Kenji Miyazaki	Irrigation and Drainage, JICA Study Team
18	Toshihiko Kuno	Agriculture, Land use, JICA Study Team

## Confirmation on Response by MoWR

	Description
JICA Team requested (Nov.15)	<p><b>Priority-1. Indicators for inflow to the Mosul dam reservoir and discharge to the downstream as shown at “Item 1-1. of Main points discussed in the Meetings” of this Minutes of Meetings.</b></p> <p><b>(1) The inflow data into the Mosul dam reservoir after the developments by Turkey.</b> JICA Team requests the inflow data into the Mosul dam reservoir that MoWR assumed the effects by the upper countries’ developments with some documents that shows the reasons and methodology. If the data is shown on daily base, electrical digital data is convenient for JICA Team to analyze them.</p>
MoWR answered (Dec.05)	<p><b>Priority 1 –1 - Regarding item No 1, the inflow data into the Mussol Dam reservoir after the development projects in Turkey and Syria:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The general average for the inflow of Tigris River for the period (1931-2010) was 20.1 BCM/year including Khabour tributary, measured at the location of Tigris River in Mussol, and after the dam construction in 1985 measured in Tigris River at the downstream of the Dam.</li> <li>2. It is to be noted that due to the development project in Turkey as well as to the general warming and the meteorological changes for the period (1999-2010), the inflow in the Tigris River at the downstream of the dam reached 14.95 BCM/year.</li> <li>3. Some reports published on the internet and among them ( Ilicu dam report and a report for a study done by the Turkish Ministry of Foreign Affairs), that the consumption in Turkey from the Tigris river will reach approximately 6.5 BCM/year to irrigate agricultural areas exceeding 635,000 ha and that the consumption in Syria will exceed 2 BCM/year to irrigate agricultural areas exceeding 200,000 ha and that the losses due to evaporation in the Turkish dams will reach 1.5 BCM/year. Thus, and due also to the missing water sharing agreements taking into account the actual situation, the development plan and all the uses, it is probable that the inflow to the Tigris inside the Country will be around half the quantity noted in Item 1 above.</li> </ol>
JICA Team re-requests (Dec.13)	<p><b><u>Please refer to the item 1-1. “Minutes of Meeting (M/M) for Interim Report Meeting” dated on 8 December 2010 (Ref. No. JICA/IRQ 2010-43).</u></b></p> <p><b>An indicator of the inflow to the Mosul dam reservoir is calculated by the above explanation as below;</b></p> <p><b><math>20.1 \text{ BCM} - (6.5 + 2 + 1.5) = 10.1 \text{ BCM}</math>. It will be around half the quantity noted in item 1 above.</b></p> <p><b>Do you accept that 10.1 BCM/year is the Indicator of annual inflow to the Dam?</b></p>
JICA Team requested (Nov.15)	<p><b>Priority-1. Indicators for inflow to the Mosul dam reservoir and discharge to the downstream as shown at “Item 1-1. of Main points discussed in the Meetings” of this Minutes of Meetings.</b></p> <p><b>(2) The outflow (discharge) data to the downstream of the Mosul dam reservoir after the developments in Iraq in the future.</b> JICA Team requests the necessary outflow to the downstream area of the Mosul dam reservoir in consideration with the planned water allocation of whole Iraq. It should be the daily, monthly and annual lowest release at the Mosul dam to downstream. JICA Team needs some documents that explain the reasons and methodology. If the data are shown on daily base, electrical digital data is convenient for JICA Team to analyze them.</p>

MoWR answered (Dec.05)	<p><b>Priority 1 - 2:</b> Regarding the outflow of Mussol dam, we would like to clarify that most of the inflow in the Tigris River at the dam's downstream passes at the dam's upstream (after deducting losses due to evaporation and the uses in North Jazira Project), taking into account the following two principal seasonal plans to operate the dam:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Filling Plan: In this operation the dam is filled up to reach the normal operation level of the dam, which is 330 m above sea level, at the end of the winter season at June 1<sup>st</sup>, but due to the stability issue of the dam a maximum filling level of 319 m was observed lately. This level is temporary as the consolidation works will start next year in order to resume the operations according to the original operation levels.</li> <li>2. Emptying Plan: During this operation the water is released to cater for the different needs in the Center and South parts of the Country keeping in mind to keep a level between (307 and 310 m) at the end of the summer season, 1<sup>st</sup> of Nov. Keeping these levels is necessary for the sustainable operation of North Jazira irrigation Project and the electrical generation units. Levels may be lower than that as it already happened in severe drought years.</li> </ol> <p>We would like also to point out that Mussol dam operation is linked to the operation of the system formed by the Tigris and Euphrates basins (The upper Zab tributary, operation of the Tharthar lake, Haditha dam and Habanieh lake).</p>
JICA Team re-requests (Dec.13)	<p><b>Please refer to the "item 1-1." in the M/M.</b></p> <p><b>We could not find any Indicator for discharge to the downstream of Mosul Dam. You are kindly requested to provide us the Indicator for it, in consideration with water demands such as irrigation, domestic, industrial water, etc. including marshland conservation at downstream of Tigris-Euphrates rivers, so that JICA Team can start to simulate the available water volume for the South Jazira Irrigation Project by examining outflow of North &amp; East Jaziras, from spillway and bottom, for power generation and so on, after collecting "inflow and outflow data" which is described in Priority-3 as below.</b></p>
JICA Team requested (Nov.15)	<p><b>Priority-2. Meteorological data for the calculation of irrigation water requirement.</b></p> <p>The meteorological data of Mosul, Tel Afar, Sinjar, Baaj and <u>Baghdad</u> stations relevant to the Project area for <b>recent 19 years (1981 - 2009)</b> should be collected and compared these data with the previous one.</p> <p>Data of Baghdad is also needed in comparison of the trends between time of Swiss F/S and current <u>condition.</u></p> <p>Since there were several drought years during the latest 10 years, the JICA Team judges that the longer-term records should be necessary, and request the data after Swiss consultants collected on F/S report. The following items shall be collected in each station on daily base;</p>
MoWR answered (Dec.05)	<p><b>Priority 2:</b> Regarding the requested metrological data (2nd item), the Board of consultants coordinated with Ministry of Transport (the relevant administration to provide these data) in order to facilitate obtaining these data.</p>
JICA Team re-requests (Dec.13)	<p><b>When do you expect that these data is obtained from Ministry of Transport?</b></p>

JICA Team requested (Nov.15)	<p><b>Priority-3. The actual inflow and outflow data relating to the Mosul dam reservoir after the completion of construction (1986) on daily base.</b></p> <p><b>(1) Discrepancy between Annual report and data provided by MoWR</b> JICA Team has obtained the actual inflow and outflow data from MoWR for the latest 10 years. However, some discrepancy of outflow data sources was found as shown in below Table <b>(in red collar)</b>: Outflow from the bottom discharge facility were 133-233m<sup>3</sup>/s during January 13 to 17 2008 according to the Annual Report in 2008, while data provided by the MoWR shows 0 m<sup>3</sup>/s on the same period.</p> <p><b>(2) Additional data to be required from 1986 to September 1999</b> Data shown in the above Table from 1 to 8 are required in additional, data observed since 1986 when dam construction completed till September 1999. Electrical digital data is convenient for JICA Team to analyze them.</p>
MoWR answered (Dec.05)	<p><b>Priority 3:</b> Regarding the third item, both clause 1 and 2, regarding Mussol Dam, the Project Direction of Mussol dam has already been asked to provide this data to the PMT Director Mr. Ghanim Mohammed Hussein who will provide it to you. It is to be noted that this data is under preparation at the present time at Mussol dam Directory as this data in large and concerns several years..</p>
JICA Team re-requests (Dec.13)	<p><b>When do you expect that these data is prepared by PMT Director?</b></p>

JICA Team requested (Nov.15)	<p><b>Priority-4. Some documents or information relating to SWLRI, Phase II</b> JICA Team has obtained some information relating to Inception Phase Report of Consulting Services for the Development of a Water Resources Decision Support System (DSS) being conducted by Italian, Ministry of Foreign Affairs Cooperation. JICA Team needs to know the result or activities relating to SWLRI Phase II, such as the Inception, Interim, Progress reports, so on.</p>
MoWR answered (Dec.05)	<p><b>Priority 4:</b> Regarding Item 4 about the interim reports of the Strategic Study for Water and Land Resources (SWLRI) - Phase 2, it is to be noted that the Italian Consultant did not start the study and no report is available at present. What is ready is only the scope of the study and the team's tasks. (Copy Attached).</p>
JICA Team re-requests (Dec.13)	<p><b>We have already received a report for the scope of the SWLRI. We deeply appreciate your cooperation.</b></p>

JICA Team requested (Nov.15)	<p><b>Priority-5. Agriculture data</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Property and agriculture data in 2008 by district level</li> <li>2) Property and agriculture data in 2009 by district level <ul style="list-style-type: none"> <li>● Provided "Property and Agriculture Data in 2008 &amp; 2009" does not cover district level but governorate level only.</li> </ul> </li> <li>3) Population data of all villages where the Project area covers.</li> <li>4) Information of villages related to the Project, sub district and district should be provided.</li> </ol>
MoWR answered (Dec.05)	

JICA Team re-requests (Dec.13)	<b>We can not find any response for Priority-5. You are kindly requested to confirm "Item 2. Formulation of Farming Program" in the M/M and "Priority-5. Agriculture data" in the list of necessary data/ information for the further Phase 1-B Study.</b>
--------------------------------	--

JICA Team requested (Nov.15)	<b>Priority-6. Soviet Report (Additional requests)</b>
MoWR answered (Dec.05)	<b>Priority 5:</b> Regarding the Soviet reports done in year 1982, as detailed in your letter Item 6, we handed to Mr. Omar Natick the requested volumes.
JICA Team re-requests (Dec.13)	<b>We have already received additional Soviet Report. We deeply appreciate your cooperation.</b>

JICA Team requested (Nov.15)	<b>Priority-7. Natural and social Environmental conditions</b> And JICA Team requested following data/ information to the Iraqi Officials; 1) As an example, EIA of existing other project, and 2) Information on consultant's farm which contracted to EIA.
MoWR answered (Dec.05)	
JICA Team re-requests (Dec.13)	<b>We can not find any response for Priority-7. You are kindly requested to confirm "Item 3-1. EIA" in the M/M and "Priority-7. Natural and social Environmental conditions" in the list of necessary data/ information for the further Phase 1-B Study.</b>

(end)



Japan International Cooperation Agency  
Iraq Office

---

4 April 2011

Ref. No.: JICA/IRQ 2011-1

Mr. Salar Bakr Sami  
Director General of Planning and Follow-up  
Ministry of Water Resources  
Baghdad, Republic of Iraq

**Re: Memorandum of Discussions for Progress Report (2) Meeting on the  
Preparatory Survey on South Jazira Irrigation Project**

Dear Mr. Salar,

First of all, we would like to express our sincere thanks for your kind cooperation and support for the captioned survey.

We are pleased to submit a Memorandum of Discussions for Progress Report (2) Meeting, which was held in Erbil on 16 and 17 March, as per attached.

Meantime, while we are expecting the next meeting on Draft Final Report will be held somewhere around the beginning of June (5 and 6 June as a present probability), prior consultation about logistical details such as date, place etc. will be forthcoming at a later date.

Thank you very much in advance for your kind cooperation and assistance as ever.

Sincerely yours,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Masaaki Matsushima', written over a light blue grid background.

Masaaki Matsushima  
Chief Representative



C.C.:

- Ministry of Planning
- Ministry of Agriculture
- JICA Headquarters
- JICA Survey Team

Memorandum of Discussions  
for  
The Preparatory Survey  
on  
South Jazira Irrigation Project  
in Republic of Iraq

Agreed upon among  
Ministry of Planning (MoP), Ministry of Water Resources (MoWR) and  
Ministry of Agriculture (MoA), the Government of Republic of Iraq  
and  
JICA Study Team for the Preparatory Survey  
on South Jazira Irrigation Project

Erbil, Republic of Iraq

March 2011

**Preface**

Based on the Minutes of Meetings on August 2010 for the Preparatory Survey (hereinafter referred to as “Study”) on South Jazira Irrigation Project (hereinafter referred to as “Project”) agreed upon between the Government of Republic of Iraq (hereinafter referred to as “GOI”) and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), JICA dispatched the JICA Study Team for the Project (hereinafter referred to as “JICA team”) to explain and discuss an Progress Report (2) of the Study (hereinafter referred to as “P/R2”).

The JICA team held a series of discussion in the meeting on March 16 and 17 in 2011 (hereinafter referred to as “Meeting”) with Ministry of Planning (MoP), Ministry of Water Resources (MoWR) and Ministry of Agriculture (MoA) of the GOI (hereinafter referred to as “Iraqi side”) on the P/R2 consisting of 1)Status of data / information collection after Interim Report Meeting (hereinafter referred to as “IT/R-M”), 2)Results and findings of the Study after the IT/R-M and 3)Recommendations to be presented in the draft Final Report (F/R) and so on. After the discussions, both sides of the JICA team and the Iraqi side (hereinafter referred to as “Both sides”) confirmed the main points discussed in the Meeting as summarized in the Attachment-1.

Attachment-1: Main points discussed in the Meeting

Attachment-2: List of attendance of the Meeting

**Main points discussed in the Meetings**

**1. Confirmation of data / information provided by the Iraqi side after the IT/R-M**

**1-1. Indicator for inflow to the Mosul dam;**

Both sides confirmed that value of indicator for future annual inflow to the Mosul dam provided by the Iraqi side through letter no. 24264 dated on December 5, 2010, would be 10.1 BCM/year estimated as follows.

	Annual inflow
Average annual inflow	20.1 BCM
1) Development in Turkey	-6.5 BCM
2) Development in Syria	-2.0 BCM
3) Evaporation losses	-1.5 BCM
<b>Inflow indicator in future</b>	<b>10.1 BCM</b>

**1-2. Indicator for necessary releasing (outflow) volume**

(1) The Iraqi side expressed that they can not provide indicator of necessary releasing volume since SWLRI (Strategy Study for Water and Land Resources in Iraq) being conducted by Italian consultant has not yet been concluded. Also, the Iraqi side noted that the minimum releasing volume should be maintained more than 200 m<sup>3</sup>/s of domestic water to Mosul city as a vested right. It will be calculated 6.3 BCM (200 m<sup>3</sup>/s x 86,400 seconds x 365 days) by converting to annual volume.

(2) *The JICA team apologized that a letter with number 594 shown in below regarding on Indicators which was sent by MoWR dated on January 10, 2011, had not been referred in the Study due to careless mistake of the JICA team.*

*However, the JICA team understands that the figures shown in the below letter such as 7.5 BCM/year, between 8 and 12 BCM/year and 8 BCM/year are just water demands in the downstream, and not indicators for the releasing volume of the Mosul dam. Therefore, the JICA team shall follow the conditions shown in the above "item 1-2.(1)" for the further Study to simulate the Scenarios.*



Ministry of Water Resources  
Department of Planning and Follow-up/Follow up Section  
Number 594  
Date: 10-01-2011

Subject: South Jazira Irrigation Project/Request for Information  
Greetings...

Further to our letter 24264 dated 5/12/2010 and reference to your electronic letter dated 22/12/2010, we point out the following:

1. As per paragraph (1-1) of your letter, the outflow volume of 10.1 BCM/year is correct based on the adopted assumptions in the analysis of the future inflows in Tigris River, in the absence of treaties.
2. Regarding paragraph (2-1) of your letter: The adopted principles for Mussol Dam operation and the relation with the system of dams and reservoirs on Tigris and Euphrates basins were already clarified in paragraph 3 of our referenced letter. The water supply for different uses is determined by the yearly water revenues and the effective water reserves in dams and reservoirs. The operation planning for the summer agricultural season is based on the real reserves at May 30<sup>th</sup> of each year and in coordination with Ministry of Agriculture in order to fix the agricultural areas to be irrigated. Moreover there are other needs, as follows:
  - a. Daily needs, like potable water, industrial and environmental needs and others: Around 7.5 BCM/year.
  - b. Marshlands relief: Between 8 and 12 BCM/year
  - c. Losses due to evaporation in dams, based on the reservoir level and its area: Around 8 BCM/Year.

We point out that the above quantities may vary depending on the nature of the hydraulic year starting October 1<sup>st</sup> and finishing September 30<sup>th</sup> of the next year, depending if it is a drought year or normal or exceptionally flooded. Then the operations planning is set up based on this and with many alternatives.

### **1-3. Inflow / outflow data of the Mosul dam operation**

Both sides confirmed the JICA team will utilize inflow / outflow data during October 1993 to September 1999 (for 6 years), out of the data between 1993 and 2009 provided by MoWR, for analyzing actual operation performance and water balance of the Mosul dam.

### **1-4. Latest meteorological data concerning the Project**

Both sides confirmed the JICA team will utilize meteorological data from 1990 to 2009, provided by Ministry of Transport (MoT) through MoWR for calculation of seasonal crop water requirement prior to use CROPWAT methodology.

### **1-5. Population data and district boundary of the Project area**

Both sides confirmed data for population and district boundary concerning the Project area provided by PMT should be applied to estimate beneficiaries of the Project rather than the one provided by MoA. On the other hand, as for numbers of farmers, MoA data shall be adopted after recomposing that.

## 1-6. Calculation of net irrigation area

Both sides confirmed that net irrigation area should be calculated based on the surface soil depth map shown in the Swiss F/S report, in consideration of the result of soil survey conducted by the JICA team.

## 2. Outline of water resources availability in future

Both sides confirmed in the case that inflow to the Mosul dam would be reduced to 10.1 BCM in future, current performance of power generation could not be maintained and water distribution to the downstream would be insufficient, if priority of water allocation would be given to agriculture (irrigation).

Also, Iraqi side expressed priority should be given to 1)Flood control, 2)Agriculture, and 3)Power generation in order.

## 3. Irrigated agriculture plan

### 3-1. Maximum irrigation service area

Both sides confirmed, if water resources were not limited, the maximum net irrigation area in the Project would be 147,600 ha by following considerations;

Description	Area <sup>1)</sup>	Ratio <sup>2)</sup>	Remarks
1) Gross project area	220,800 ha		
2) Suitable for irrigation	178,638 ha	80.9 %	Excluded area of wadi, residential, road, etc.
3) Area for farmland	167,026 ha	93.5 %	Excluded area of road, canal, etc.
4) Surface soil depth	148,653 ha	89.0 %	Excluded less 50 cm
<b>Max. net irrigation area</b>	<b>147,600 ha</b>	<b>67 %</b>	

Remarks 1), 2); figures between 1) and 2) are not matched due to round up numbers.

### 3-2. Cropping pattern

The JICA team recommended applying an improved XYZ cropping pattern, namely  $\alpha\beta\gamma$ , taking consideration into water saved irrigation, and the Iraqi side agreed to it.

### 3-3. Calculation of seasonal crop water consumption

The JICA team explained seasonal crop water consumption was calculated by applying rainfall ( $P_e$ ), evapo-transpiration ( $ET_0$ ), crop coefficient ( $K_c$ ), of which values shown in the Swiss F/S report were due since the latest meteorological data in monthly provided by MoT through MoWR was not in time. Both sides confirmed the above value should be replaced

by the latest data with using CROPWAT methodology in monthly base at draft F/R. Moreover, the JICA team recommended the Iraqi side to apply daily base data to acquire higher accurate result in prior to project implementation.

### 3-4. Irrigation efficiency

The JICA team recommended adopting irrigation efficiency 0.68 by applying sprinkler irrigation.

### 4. Irrigation water availability and irrigation service area by scenarios

The Iraqi side recommended “Scenario 0, 1 and 2” for preparing the outline design including drawing, cost estimate and project evaluation while the JICA team introduced following four(4) scenarios. Then, the JICA team agreed to it.

Unit: BCM/year

Scenario	Inflow in future	Planned annual irrigation water for Jaziras				Water for power (releasing volume)	Irrigation area	Intake discharge
		North (fixed)	East (fixed)	South	Total			
Scenario 0	10.10	0.77	0.79	0.99	2.55	6.81	147,000 ha	100 m <sup>3</sup> /s
Scenario 1				0.79	2.35	7.01	118,200 ha	80 m <sup>3</sup> /s
Scenario 2				0.58	2.14	7.23	86,300 ha	60 m <sup>3</sup> /s
Scenario 3				0.40	1.96	7.42	59,100 ha	40 m <sup>3</sup> /s

### 5. Facilities plan and project evaluation

The JICA team explained status and progress of facility planning, in addition to further study and design to be carried out as shown in the following table, and the Iraqi side showed understanding of it.

Scenario	0	1	2
Design discharge	100 m <sup>3</sup> /s	80 m <sup>3</sup> /s	60 m <sup>3</sup> /s
Alternatives of feeder canal	1) Tunnel 2) Pump	Tunnel	Tunnel

Furthermore, the Both sides confirmed the minimum project scale should be found at the point of IRR 0 %.

## **6. Discussion on recommendation (draft) to be presented in the F/R**

The JICA team proposed following recommendations in draft during the Meeting;

### **6-1. Appropriate Feasibility Study (F/S)**

*F/S should be made in linkage of concerning subjects such a)Water availability, b)Farming planning, c)Facility designing, d)Cost estimate, and e)Project evaluation by same design condition and appraisal year.*

### **6-2. Water balance study of the Mosul dam reservoir**

- 1) *SWLRI should indicate future inflow volume to the Mosul dam and necessary releasing volume to the downstream considering of a)Agriculture (Irrigation), b)Power generation, c)Industry, d)Water supply, and e)Conservation of marshlands.*
- 2) *Long term inflow/outflow data of the Mosul dam reservoir is required for the “up-dating dam operation rule” in consideration of forecasting influence of global warning and climate change.*

### **6-3. Irrigated agriculture planning**

- 1) *Meteorological data in daily base should be recorded at appropriate stations and analyze them for setting up crop water consumption prior to utilize “CROPWAT” methodology.*
- 2) *Practical operation of water management will be needed to maintain proper farming and irrigation facilities by well organized farmers’ group for water saving.*

### **6-4. Irrigation facility planning**

*Information on topographical and geological conditions of the Project area should be updated for detailed design (D/D) of the next stage.*

### **6-5. Water resources development / management in nation wise for the future**

- 1) *Priority of the agricultural water utilization should be given in consideration of meteorological conditions by nation wise.*
- 2) *Concerning water resources development / management, multiple linkages among sectors such as agriculture (irrigation), energy, water supply, industry, etc. is essential considering through the financial balance in Iraq.*

### **6-6. Recommendation (draft)**

- 1) *Water saving irrigation such as sprinkler, drip, etc. should be applied in nation wise, not only in Jazira irrigation project areas.*
- 2) *Ministries concerning on water resources in Iraq should have well discussions on the water treaty among upstream counties of Tigris basin resolutely through scientific engineering.*
- 3) *Master Plan (M/P) on water resources development as well as management should be built taking into consideration water demands of entire country in Iraq.*

The Iraqi side has given the following comments to the above recommendations (draft);

- 1) To the “Item 6-3.2)”, MoA noted that pilot farm should be set up at the beginning of the Project implementation in prior to build capacity of water users’ association (WUA).

- 2) To the “Item 6-5.2) and 6-6.”, MoWR noted those are seems to general recommendations while conclusions of the Study has not presented yet at the present and the conclusions of the Study should be connected to the recommendations.

## **7. Technical transfer**

Followings are subjects of technical transfer from the JICA team to the Project Management Team (PMT);

- 1) Calculation of irrigation water requirement
- 2) Water balance study of the Mosul dam

**List of attendance of the Meeting**Title of Meeting : Explanation of Progress Report (2): **1st Day**

Date: 16/March/2011, Place Nobel Hotel, Erbil

No.	Name	Position
1	KhalidaNafieAyoub	ChiefEngineer,MOWR
2	ShawkatS.Jameel	HeadofSectionforWatermanagement,MOA
3	MahdiH.Ali	AssistantChiefEngineer,MOP
4	GhanimM.H.	Manager,ProjectManagementTeam(PMT)
5	NamirAl-Sarraf	PMT
6	WailThaker	PMT
7	AbdolMaijjiedZoba	PMT
8	JaffasSadeek	MinistryofAgriculture,DirectorofNinewa
9	MasaakiMatsushima	ChiefRepresentative,JICAIraqOffice
10	KazuyoshYamashita	Representative,JICAIraqOffice
11	JalalM.AbdullahSendory	SeniorProgrammeManager,JICAIraqOffice
12	NadimHabib	DarAIHandasah
13	OmarN.M.	DarAIHandasah
14	KazumitsuTsumura	TeamLeader,JICAStudyTeam
15	FutoshiKuromi	WaterResources/Hydrology,JICAStudyTeam
16	KenjiMiyazali	IrrigationandDrainage,JICAStudyTeam
17	ToshihikoKuno	Agriculture,Landuse,JICAStudyTeam

Title of Meeting : Explanation of Progress Report (2): **2nd Day**

Date: 17/March/2011, Place Nobel Hotel, Erbil

No.	Name	Position
1	KhalidaNafieAyoub	ChiefEngineer,MOWR
2	ShawkatS.Jameel	HeadofSectionforWatermanagement,MOA
3	MahdiH.Ali	AssistantChiefEngineer,MOP
4	GhanimM.H.	Manager,ProjectManagementTeam(PMT)
5	NamirAl-Sarraf	PMT
6	WailThaker	PMT
7	AbdolMaijjiedZoba	PMT
8	JaffasSadeek	MinistryofAgriculture,DirectorofNinewa
9	KazuyoshYamashita	Representative,JICAIraqOffice
10	NadimHabib	DarAIHandasah
11	OmarN.M.	DarAIHandasah
12	KazumitsuTsumura	TeamLeader,JICAStudyTeam
13	FutoshiKuromi	WaterResources/Hydrology,JICAStudyTeam
14	KenjiMiyazali	IrrigationandDrainage,JICAStudyTeam
15	ToshihikoKuno	Agriculture,Landuse,JICAStudyTeam

Memorandum of Discussions  
for  
The Preparatory Survey  
on  
South Jazira Irrigation Project  
in Republic of Iraq

Agreed upon among  
Ministry of Water Resources (MoWR), Ministry of Agriculture (MoA) and  
Ministry of Planning (MoP), the Government of Republic of Iraq  
and  
JICA Study Team for the Preparatory Survey  
on South Jazira Irrigation Project

Baghdad, Republic of Iraq

July 2011

**Preface**

Based on the Minutes of Meetings on August 2009 for the Preparatory Survey (hereinafter referred to as “the Study”) on South Jazira Irrigation Project (hereinafter referred to as “the Project”) agreed upon between the Government of Republic of Iraq (hereinafter referred to as “GOI”) and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), JICA dispatched the JICA Study Team for the Preparatory Survey on the Project (hereinafter referred to as “JICA team”) to explain and discuss an Draft Final Report of the Study (hereinafter referred to as “DFR”).

JICA team held a series of discussion in the meeting on July 25 and 26 in 2011 (hereinafter referred to as “Meeting”) with Ministry of Water Resources (MoWR), Ministry of Agriculture (MoA) and Ministry of Planning (MoP) of the GOI (hereinafter referred to as “Iraqi side”) on the DFR consisting of 1) Results of the Study, 2) Questions and answers to the results and 3) schedule of Final Report (FR) to be submitted and so on. After the discussions, both sides of the JICA team and the Iraqi side (hereinafter referred to as “Both sides”) confirmed the main points discussed in the Meeting as summarized in the Attachment-1.

Attachment-1: Main points discussed in the Meeting

Attachment-2: List of attendance of the Meeting

Attachment-3: Detailed comments made by Iraqi side on the DFR and actions to be taken for them by JICA team prior to finalize the FR

Attachment-3-1: Additional comments made by Iraqi side through letter 17988 dated on August 2, 2011.

Attachment-3-2: Comments made by Iraqi side made in the DFR Meeting, held on July 25 and 26, 2011.

### **Main points discussed in the DFR Meeting**

Main points discussed in the Meeting are followings; Detailed comments made by Iraqi side on the DFR and actions to be taken for them by JICA team prior to finalize the FR, are shown in the Attachement-3.

#### **1. Comments made by Iraqi side and responses by JICA team**

##### **1-1. Period of construction schedule**

Iraqi side pointed out that proposed construction period of the Project (19 years) was long, and should be revised based on the Water Resources Development Strategic Plan (2010-2014) published by MoWR. JICA team accepted that the period would be revised based on the said Plan while it should be 8 to 9 years.

##### **1-2. Crop intensity recommended by JICA team**

Iraqi side requested to reduce crop intensity from 117% to 100% in consideration of tight demand for water resources in Iraq. JICA team accepted it.

##### **1-3. Experimental field (Timing of establishing a pilot irrigation farm)**

Iraqi side suggested that, since an impact of irrigation water on gypsum layer was not clear, construction of an experimental field towards the Project implementation to research the impact should be conducted. JICA team replied that the suggestion would be referred in the FR.

##### **1-4. Pumping station at Intake of the Mosul dam**

Iraqi side requested to consider the construction cost of a pumping station at dam intake in the case water level of the Mosul dam was below 310 m. JICA team accepted the request and asked the Iraqi side to provide information of construction cost of the station. The Iraqi side then agreed it.

##### **1-5. Necessary releasing volume to the downstream**

JICA team asked Iraqi side to provide clear definition of the 200m<sup>3</sup>/s discharge to the downstream from the Mosul dam. The Iraqi side replied that the amount was not water release requirement, but flow volume to secure water level of intake to supply drinking water in steady.

##### **1-6. Drainage System**

Iraqi side requested to consider drainage system in the project facilities, due in consideration



of their experience in the North Jazira Irrigation Project. JICA team accepted the request should be referred in the FR.

### **1-7. Drought management**

Iraqi side requested, as a remarks from Italian consultants, that drought management should be added in the FR since the issue was quite important to discuss how manage irrigation water in the drought year. JICA team accepted the request and assured to refer the on-farm level management in the drought year in the FR.

### **1-8. Benefit of Livestock Production**

Iraqi side requested JICA team to add benefit from livestock production according to the Swiss F/S report. JICA team replied that the livestock production was not direct benefit from supplying irrigation water by the Project, however, indirect benefit not only from increase in fodder crop production but also from other activities including provision of veterinary services. Then, JICA team replied to refer the issue as a qualitative impact of the Project in the FR.

### **1-9. EIA Study**

Iraqi side requested to include the Environmental Impact Assessment (EIA) in the FR, since the issue was quite important to apply Japanese Yen Loan. JICA team replied that the EIA had to be conducted by the Iraqi side, and JICA team have not been enough time to carry out it since the Study would be terminated by the end of August 2011.

### **1-10. Comments from Italian consultants of SWLRI**

Followings are comments mentioned by Italian consultants of SWLRI study in the Meeting;

- 1) It is expected SWLRI would provide preliminary idea of water allocations in Iraq after three(3) months from July 2011 since the SWLRI study had just started.
- 2) The Italian consultants mentioned, since there are many other important projects in whole Iraq other than South Jazira area, the Project scale should be selected from scenarios recommended in the SWLRI study.

## **2. Additional comments and submission of the Final Report (FR)**

### **2-1. Submission of the FR**

Both sides confirmed that the Iraqi side would submit their additional comments in a written manner by August 1, 2011 in addition to the comments in the Meeting, and JICA team would reply their actions to be taken as soon as possible. Then, the Both sides confirmed that the

FR would be submitted to the Iraqi side through JICA head quarter in Tokyo in October 2011.

## **2-2. Title and format of the FR**

Iraqi side requested JICA team to change title of the FR to “Planning Report” or something else to bring out better understanding of stage of the Project. Also, the Iraqi side requested to make single sided report with separate volume by chapters. JICA team replied to follow the JICA’s guideline and would discuss with JICA head quarter in Tokyo.

**List of attendance of the Meeting**

Title of Meeting : DFR explanatory meeting (1st Day )  
 Date: July 25, 2011, P lace Ministry of Water Resources in Baghdad

<b>No.</b>	<b>Name</b>	<b>Position</b>
1.	Salar Bakr Sami	Director General of Planning & Follow-up, MoWR
2.	Sami Muhi Alldi	Deputy General Director of Reclamation and Irrigation Project, MoWR
3.	Khalida Nafie	Chief Engineer, MoWR
4.	Moaid K. Mahmood	National Center for Water Resource Management, MoWR
5.	Alaa Turki Khudair	NCOWRM, MoWR
6.	Suhair Salman	Assistant Director General of Planning and Follow-up Directorate, MoWR
7.	Mr. Shawkat, S. Jameel	Head of Section for Water Management, MoA
8.	Mahdi H. Ali	HD of follow up section, MoP
9.	Haji Hasan Peso	Member of National Program Control, MoP
10.	Abdul Aziz Muhammed	Head of Study Department in Mosul Governorate Council
11.	Mahmod Shaker	Deputy Manager, Mosul Resources, MoWR
12.	Ghanim M.H.	Manager, PMT, MoWR
13.	Abed Al-Majied Zoba	Member of PMT, MoWR
14.	Namir M. Al-Sarref	Member of PMT, MoWR
15.	Ahmed Hattab	Sales Manager
16.	Kefah	SIGMA Company
17.	Shaymaa Fadhil	Senior Translator
18.	Kazuyoshi Yamashita	Project Formulation Advisor, JICA Iraq Office
19.	Ali T. Al-Swad	Program officer, JICA Iraq Office
20.	Kazumitsu Tsumura	JICA Study Team
21.	Toshihiko Kuno	JICA Study Team
22.	Futoshi Kuromi	JICA Study Team
23.	Kenji Miyazaki	JICA Study Team
24.	Kotaro Kikuchi	JICA Study Team
25.	Omar Natiq	Dar Al-handasah
26.	Mustafa S. Jasim	Senior/ Dar Al-handasah

Title of Meeting : DFR explanatory meeting (2nd Day )

Date: July 26, 2011, Place Ministry of Water Resources in Baghdad

No.	Name	Position
1.	Salar Bakr Sami	Director General of Planning & Follow-up, MoWR
2.	Sami Muhi Alldi	Deputy General Director of Reclamation and Irrigation Project, MoWR
3.	Raad A. Jalil	D.G. of Center Study & Design, MoWR
4.	Khalida Nafie	Chief Engineer, MoWR
5.	Moaid K. Mahmood	National Center for Water Resource Management, MoWR
6.	Alaa Turki Khudair	NCOWRM, MoWR
7.	Suhair Salman	Assistant Director General of Planning and Follow-up Directorate, MoWR
8.	Mr. Shawkat, S. Jameel	Head of Section for Water management, MoA
9.	Mahdi H. Ali	Head of Department, Follow-up Section, MoP
10.	Haji Hasan Peso	Member of National Program Control, MoP
11.	Abdul Aziz Muhammed	Head of Study Department in Mosul Governorate Council
12.	Mahmod Shaker	Deputy Manager, Mosul Resources, MoWR
13.	Ghanim M.H.	Manager, PMT, MoWR
14.	Abed Al-Majied Zoba	Member of PMT, MoWR
15.	Namir M. Al-Sarref	Member of PMT, MoWR
16.	Osama Jameel	Directorate of Agricultural Office, Mosul, MoA
17.	Kazuyoshi Yamashita	Project Formulation Advisor, JICA Iraq Office
18.	Ali T. Al-Swad	Program officer, JICA Iraq Office
19.	Kazumitsu Tsumura	JICA Study Team
20.	Toshihiko Kuno	JICA Study Team
21.	Futoshi Kuromi	JICA Study Team
22.	Kenji Miyazaki	JICA Study Team
23.	Kotaro Kikuchi	JICA Study Team
24.	Omar Natiq	Dar Al-handasah
25.	Mustafa S. Jasim	Senior/ Dar Al-handasah

**Detailed comments made by Iraqi side on the DFR and actions to be taken for them by JICA Team prior to finalize the Final Report (FR)**

**Additional comments made by Iraqi side through letter 17988 dated on August 2, 2011.**

Comments from Iraqi side	Action to be taken by JICA team
1. Referring to the meeting on the 25 <sup>th</sup> & 26 <sup>th</sup> of July 2011, where all notes and points were discussed and viewed for the Draft Final Report (DFR) of South Jazira Irrigation Project.	
2. In addition to the mentioned above, we would like to emphasize on the followings;	
a) Clarify the technical and economical justifications for identifying Scenarios to the agricultural areas and not only according to certain ratios.	Explanation on identification of areas for each Scenario will be added in the Final Report (F/R).
b) Include in the final recommendations the justifications for postponing the choices of Scenarios till the completion of the SWLRI being conducted by "Italian consultant".	Merits and demerits for each Scenario will be shown in the recommendation of FR.
c) The economic comparison did not include the costs of the main pumping station to be used at the main intake of the Project, when the water level is low.	The cost of main pumping station will be added to the Project cost and the economic evaluation will be revised in the FR.
d) To clarify in details the need of constructing the experimental farm and farm by a Pilot Project, as Mr. Salar named in the meeting, in the Project area especially soil contains gypsum. Also it is needed to clarify the outlet and inlet effects of this farm on the Project area.	Experimental farm will be proposed in the FR, however, outlet and inlet effects will not be clarified since JICA team cannot confirm through the site visit any further.
e) Add a proposal to reduce rates of crop intensity to 100% instead of 117% for all the Scenarios and determine the share of water and drainage for the Project and the economic side.	It will be revised in the FR.
f) It is important to have the actual unit prices of the construction items in line of the current situation.	Construction cost was estimated by referring cost of East Jazira Project in 2009 and escalation of the price was considered converting to 2010 price.
g) The possibility of adopting an alternative for conveying water through pipes for the feeder canal.	The possibility will be mentioned in the FR, however, pipe line will not be adopted for the project facility.
h) Revise construction period of the Project which unjustified due to long time.	It will be revised by referring to Water Resources Strategy (2010-14)
i) We clarified that the 200m <sup>3</sup> /s represents only the minimum operation discharge for the potable water station of Mosel city and if the discharge dropped from 200m <sup>3</sup> /s, the stations operation will be stopped. The minimum required discharge of the downstream is much	JICA team understood it. 200m <sup>3</sup> /s was used just for simulation of the Mosul dam reservoir as Indicator of releasing volume to the downstream. This releasing volume should be

<p>higher than 200m<sup>3</sup>/s and it will be indicated later in the strategic study.</p>	<p>modified after conclusion of the SWLRI.</p>
<p>j) There are discrepancies in the numbers between the DFR and the sent report (Power Point) for presentation purpose which requires a correction.</p>	<p>The sent report is correct. The discrepancies will be corrected in the FR.</p>
<p>k) We noticed the lack of site visits to the Project area by the foreign consultants. We noticed also the lack of studying the ground water levels in the Project area, therefore the recommendation of constructing drainage channels didn't come. This subject should be treated in the FR for its importance and the necessary time for construction of the drainage system should be set.</p>	<p>JICA team believes that lack of site visit by the foreign consultants was covered by local consultants. Outline of the drainage system will be proposed in the FR</p>
<p>l) The consultant confirmed that he didn't perform the field visit of the Project for the common used crops in the Project and its productivity especially for wheat, which requires more detailed clarifications about the consultant's theory on the possibility of production increase.</p>	<p>Productivity of the crops was set up based on a series of the discussions with Project Management Team (PMT). More details will be described in the FR.</p>
<p>m) With respect to the expected water revenue of 10BCM per year, we would like to clarify that this number is theoretical and there is no agreements about it and cannot be adopted in any future planning.</p>	<p>The JICA team has understood it since initial stage of the Study. 10BCM is adopted for only simulation of the Mosul dam reservoir.</p>
<p>n) Clarifying the additions to the maximum discharge, which include evaporation, leakage and others from the canals.</p>	<p>Losses such as evaporation and leakages from the canal are included in conveyance loss of the canals.</p>

**Detailed comments made by Iraqi side on the DFR and actions to be taken for them by JICA Team prior to finalize the Final Report (FR)**

**Comments made by Iraqi side made in the DFR Meeting, held on July 25 and 26, 2011.**

Comments from Iraqi side	page	Action to be taken
1 Ministry of Water Resources		
1 Construction period should be cut down.		According to WRDS, construction period will be abbreviated to eight years.
2 Crop intensity should be 100%.		Will establish new cropping pattern with 100% crop intensity.
3 Calculation process of irrigation efficiency, which is 0.68, should be described.		Will show calculation process.
4 Irrigation may destroy gypsum layer. The way how to deal with gypsum layer should be described.		The description will be added in the final report.  If irrigation water quantity and cycle are appropriate, water in the soil do not reach gypsum layer. To realise this the study team propose the followings. 1) Will establish appropriate irrigation intensity by considering water-holding capacity. The water-holding capacity of the soil in the Project area will be measured by the pilot farm activities. 2) Only land of which surface soil thickness is more than 50cm will be selected as the Project area.
5 Construction cost of pumping system at intake should be accounted for the Project cost.		The cost will be accounted to the Project cost.
6 Drainage plan in the Project area should be described.		The description will be added in the final report.  1) Drainage canals are planned in the farm area. 2) Drainage water from farm area flows into small wadi near the farm area. 3) Small wadi flows into wadi tharutharu and run off outside of the Project area.
7 The way how to achieve the high yield plan should be mentioned.		The description will be added in the final report.  After irrigation starts, it takes 20 years for production to reach planned level. During 20 years the following activities should be continued 1) Farmers learn irrigated agriculture on the job training and by the training program. 2) Farmers learn farming
8 Possibility of application of pipeline system, which is considered as water saving method, should be described.		The description will be added in the final report.  Considering the scale of design discharge, pipeline system will be costly.
9 The section which describes water treaty between Turkey and Iraq should be deleted.		Discuss with JICA and follow it decision.
10 Considering the level of this study, title of study is inappropriate. It should be the Planning Study.		Discuss with JICA and follow it decision.
11 Period of average inflow, described as 20.1BCM, should be from 1931 to 2010.		It will be revised.
12 Drought year management should be described.		Drought management in farm plot will be described.  Intensity of drought is estimated by water level of dam reservoir before planting. If intensity is not strong, only 1) will be executed. If intensity is high, 1) and 2) will be executed. 1) High water consumption crop, such as sugar beet, cotton, and other summer crops, should be given up to plant. 2) Relate to intensity, total planted area should be shrieked.
13 Discharge as 200m3/sec provided by MoWR is not water release requirement but necessary discharge to keep intake water level for potable water of Mosul city.		The Study team has understood since this condition was provided.  By water balance simulation, it is found that discharge of all scenarios have not been below the 200 m3/sec.
2 Nineva Governorate		
1 As the Project impact, the follows should be described. (1) Production of principal food such as wheat will be increased and production of fodder such as barley will be secured. (2) Employment opportunity in the Project area will increase. (3) Internally		The description will be added in the final report.
2 Possibility of application of pipeline system, which is considered as water saving method, should be described.		Mentioned above

Comments from Iraq side		page	Action to be taken	
3 Ministry of Planning				
1	Construction period should be cut down.		Mentioned above	
4 Ministry of Agriculture				
1	Calculation process of irrigation efficiency, which is 0.68, should be described.		Mentioned above	
2	Reduction of inflow from Syria is described as 2.0 BCM. It should be changed to 1.2 BCM.		This comment is not acceptable because 2.0 BCM was provided by MoWR as a indicator.	
3	Quality of translation to Arabic should be improved.		The study team concentrate on improving quality of Arabic summery.	
5 Other				
1	Is the pilot farm constructed before the decision making of the Project implementation or after that ? Propose the pilot farm plan.		In the Study, a pilot farm is constructed in the early stage at the place where all facilities are completed because most experimental activities require water.  However, if SWLRI takes 2 to 3 years to bring result, there is sufficient time to carry out p	Case 1 : Pilot farm is constructed within the Project area. Canal system and pump system are required to convey irrigation water. Detail plan is described in the final report.  Case 2 : Pilot farm is constructed outside the Project area. It should be near water sources. Site whose feature of soil, climate, and land slope are similar to the Project area should be selected. Site should be near the water resources.
2	Plan for livestock should be descried. Benefit of its plan should be accounted to the Project benefit.		Benefit of livestock should not be accounted to the project benefit because it is not direct benefit.	Qualitative description of impact on livestock farm will be attached.
3	Final report should be published as one-side copy. Summary and each chapter should be independent book. Reports should be compiled by hardcover		The study team will discuss with JICA and follow it decision.	
4	Summery should be condensed to 10 pages.		The study team is going to submit short version and attached it at top of report.	
6 PMT in Nineva Governorate (Mr. Ghanem)				
1	Land productivity in English is not correct (not "single donum").	S-6	Apply the same term in NDP	
2	Not "Gross", but "Net".	S-8	Use "Gross", since the WRDS use "Gross"	
3	Should review sentence. Applied inflow from Syria is not final figure.	S-10	Make it clear that the applied inflow from Syria is temporal figure.	
4	There must be missing table.	S-12	Rectify the error.	
5	Please change to "NDP focus on reducing poverty".	S-12	Rectify the error.	
6	Please change to "use fertilizer to increase productivity".	S-13	Rectify the defect.	fertilizer production → fertilizer application
7	Please change to "On the other hands".	S-13	Rectify the error.	
8	A word "Mesopotamia" is not correct.	S-13	Will check original, and rectify if necessary.	
9	Years must be reverse:(1982-2009) and (1969-1980)	S-14	Rectify the error.	
10	No foot note to "60,000"	S-20	Rectify the error.	
11	What is source of "rainfall 15%"?	S-21	Mention the source of the figure.	
12	What is "mio"?	S-21	it stand for "million".	use "million"
13	"50kg/ha" is not equal to "200kg/donum"	S-22	Rectify the error.	Change to "800kg/ha (200kg/donum) "
14	"and" is wrong, should be "are".	S-23	"and" is correct, but will change better sentence.	the project area is 213,900 ha and is classified as ...
15	It is not appropriate sentence.	S-26	Will delete 3.6.2. and 3.6.3.	
16	Title of the table should not be "South", but "North".	S-30	Rectify the error.	
17	Should change from "in Jazira" to "in South and East Jazira"	S-31	Rectify the error.	



	Comments from Iraq side	page	Action to be taken	
18	Please change:WL310m → WL319m	S-34	Rectify the error.	
19	Should revise sentence.	S-34	Rectify the error.	
20	Please change:6.7 BCM → 6.803 BCM	S-35	Rectify the error.	
21	Please change foot note :by PMT → by Swiss F/S	S-36	Rectify the error.	
22	Please change :m3/sec → BCM (2 places)	S-43	Rectify the error.	
23	Please rectify total volume of irrigation water in the table.	S-43	Rectify the error.	
24	bring "suitable/ unsuitable for irrigation" into line with the description of %.	S-45	Rectify the error, 80.9% → 80.9% / 19.1%	
25	Change Japanese to English.	S-46	Rectify the error.	
26	Maximum length of farm plot will be set as 2km taking into consideration of canal inclination	S-46	Change to a model which consider the canal inclination.	
27	Change Japanese in the figure to English.	S-49	Rectify the error.	
28	Change Japanese in the figure to English.	S-50	Rectify the error.	
29	What is the meaning of "10 folds"?	S-51	Rectify the sentence.	Average is 6.06mm/day, Max is 11.80mm/day, and Minimum is 1.28mm/day respectively
30	Please clearly state that updated crop coefficient is used in the report.	S-57	Add the statement.	
31	Please update the crop coefficient in the table.	S-57	Update	
32	There is no figure for average rainfall in the table.	S-58	Rectify the error.	
33	Calculation basis of irrigation efficiency (0.68) must be mentioned in the report.	S-59	Mentioned above	
34	Please specify description for the irrigable area per unit volume of water	S-61	Rectify a statement.	
35	Please specify description for the unit of figure in each scenario	S-61	Rectify a statement.	
36	Please specify description for the irrigable area per unit volume of water	S-62	Rectify a statement.	
37	Please specify description for the unit of figure in each scenario	S-62	Rectify a statement.	
38	Explanation for open-canal option is not necessary	S-64	Delete.	three (3) alternatives of gravity flow, tunnel → two (2) alternatives of tunnel
39	Explanation for open-canal option is not necessary	S-64	Delete.	Delete the paragraph
40	What is "fro flat"?	S-65	Rectify a statement.	fro flat → flow flat
41	Please change Japanese to English	S-67	Change to English	
42	Reason for selecting trapeziform of irrigation canal must be stated	S-67	The reason will be mentioned.	Please see the main report, Table 7.5-2 in 7.5.1.(1)Examination of Open canal section.
43	Please change the statement.	S-68	Delete from SUMMARY, and change the statement in the main report.	Statement for tunnel construction plan in the main report will be changed based on the change of construction schedule with corresponding to the WRDS.
44	Missing table?	S-68	Delete the word for indicating the table.	
45	Both plan should included cost for a pump	S-70	Add the cost	
46	Electricity cost for irrigation facilities should be included	S-92	Add the cost	
47	Please add benefit from livestock production	S-95	Livestock production is not direct benefit of the project, and will not be included in the project evaluation. But it can be a qualitative benefit of the project and JICA Team will state it in the final Report.	

Comments from Iraq side		page	Action to be taken	
7 PMT (from Mr. Ghanem): Chapter 1;				
1	Figure in the table should be changed: 14.0 M.m3 and 12.3 M.m3	1-4	Rectify the error.	1.4 BCM and 1.23 BCM are correct.
2	Delete the lowest row in the table	1-12	Date and item number will be rectified.	Add a sentence of this meeting (8. →9.)
8 PMT (from Mr. Ghanem): Chapter 2;				
1	Please change: 27.4→17.4, 1969→1969-1989	2-4	Modify for easy understanding	
2	The figure must be the same as table 2-3	2-5	ditto	
3	Not "Gross", but "Net"	2-6	No need to change since original source (the WRDS) also said "Gross".	
4	Persian Gulf must be Arabian Gulf	2-7	Rectify the error.	
9 PMT (from Mr. Ghanem): Chapter 3;				
1	Change to "Moslem, Christian, Yazidism, Mandeianism"	3-16	Rectify the statement.	
10 PMT (from Mr. Ghanem): Chapter 10;				
1	change year: 2011→2010	10-9	Rectify the error.	
11 PMT (from Mr. Ghanem): Chapter 12;				
1	Please add technical background to each statement	12-6	This part is just a summary of the former section, and all technical backgrounds are mentioned in the former section. However, the statement will be changed due in consideration of better understanding.	

## 2. 面会者リスト

### Prime Minister Office Advisory Commission (PMAC)

Thamir A. Ghadhban	Chairman
Hussein Ali Jeber	Advisor, Agriculture Initiative
Ali Al Shammary	Advisor, Economics Advisor)
Huda A. Malik	D.G. of International Cooperation
Ikram Kasim	PMAC
Sadeq B. Jawad	Expert, Agriculture Initiative

### Ministry of Water Resources (MOWR)

Salar Bakr Sami	D.G. of Planning & Follow – up
Sami Muhi Alldi	Deputy D.G, Reclamation and Irrigation Project
Abdulkhlik Thanoon Ayoub	Mosul Dam Manager
Raad A. Jalil	D.G. of Center Study & Design
Suhair Salman	Assistant D.G, Planning and Follow-up Directorate
Khalida Nafie	Chief Engineer
Riyadli Ezulddin Ali	Deputy of Mosul Dam Manager
Abdul Jaliced	Engineer, Nineva Work Resources, North Jazira Irrigation
Moaid K. Mahmood	National Center for Water Resource Management (NCOWRM)
Alaa Turki Khudair	NCOWRM

### Ministry of Planning (MOP)

Eqood Al-Saad	Head of Human Development Division
Husham Qasim Saudi	Director General of Agriculture Planning Department
Mahdi H. Ali	Head of Follow-up Section in Agriculture Planning Department
Haji Hasan Peso	Member of National Program Control
Aseel A. Fattah	MOP

### Ministry of Agriculture (MOA)

Shawkat, S. Jameel	Head of Section for Water Management
Kutaiba M. Hassan	D.G. Planning

### Nineva, Project Management Office, MOWR

Mahmod Shaker	Deputy Manager, Mosul Resources, MOWR
Ghanim M.H. AL. Badrany	Manager, PMT, MOWR
Nadira Abbas	Chief Senior Engineer, MOWR
Abed Al-Majied Zoba	Member of PMT, MOWR
Wail Th. Neimatallah	Member of PMT
Namir M. Al-Sarref	Member of PMT

Radwan N. Khalil	Member of PMT, Engineer
Mohamed Salih	Member of PMT, Chief Senior Engineer
Salim Y. Othman	Member of PMT, Senior Chief Engineer
Ghanim J. Ayooob	Member of PMT, Senior Chief Geologist
Rayian A. Muhssn	Member of PMT, Chief Engineer
Wail Thaker	Member of PMT
Abdul Majied	Member of PMT, Engineer Water Resources / Nineva
Shaymaa Fadhil	Senior Translator
Nineva Province, MOA	
Jaffer Sadeeq	Director of Agricultural Office, MOA
Osama Jameel	Directorate of Agricultural Office, MOA
Mosul Governorate Council	
Abdul Aziz Muhammed	Head of Study Department in Mosul Governorate Council
SIGMA Company	
Ahmed Hattab	Sales Manager
Kefah	SIGMA Company
Embassy of Japan	
Hideyuki Urata	Counselor
Yuichi Yamada	First Secretary
JICA Iraq Office	
Masaaki Matsushima	Chief Representative
Kazuyoshi Yamashita	Project Formulation Advisor
Mariko Senda	Project Formulation Advisor
Shotaro Ono	Representative
Kenichi Sasaki	Project Formulation Advisor
Jalal M. Abdullah Sendory	Senior Programme Manager
Amozhgar M. Hawezy	Project Assistant
Ali Talib Al. Aswad	Local Consultant

#### JICA Study Team

Kazumitsu Tsumura	Team Leader/ Irrigation and Drainage, JICA Study Team
Kenji Miyazaki	Water Resource/ Hydrology, JICA Study Team
Shigeru Sugiyama	Dam/ Geology, JICA Study Team
Futoshi Kuromi	Irrigation Facilities, JICA Study Team
Toshihiko Kuno	Agriculture/ Land Use, JICA Study Team
Kotaro Kikuchi	Socio-economy/ Project Evaluation, JICA Study Team

#### DAR Al-handasah

Nabil Y Haddad	Director of Operation
Nadim Habib	Project Manager
Zaid Sardar Ali	Deputy Project Manager
Ahmed A Kadouri	IT Engineer
Omar Natiq	Agronomist
Mustafa S. Jasim	Senior Engineer
Abdulkhalil M. J.	Member of PMT, Engineer Dar Al Handasah
Ali Al Bazaz	Water Resources Engineer
Hunar A. Saleem	GIS
Sam Chahine	Cost Analysis
Ammar Jassim	Environmental Engineer
Alice Avedessian	Secretary