

エジプト灌漑農業開発基礎調査報告書

# エジプト灌漑農業 開発基礎調査報告書

平成9年5月

平成9年5月

JICA LIBRARY



J1150567(4)

国際協力事業団  
農業開発協力部

国際  
JICA  
105  
833  
ADD  
BRARY

農開計
J R
97-66







# エジプト灌漑農業 開発基礎調査報告書

平成 9 年 5 月

国際協力事業団  
農業開発協力部



1150567 (4)

## 序 文

国際協力事業団は、開発途上国の農林水産業分野の現状を明らかにし、我が国の当該分野における協力の可能性を探ることを目的として、開発基礎調査を実施してきました。

平成8年度にはその一環として、水資源を有効利用するため圃場レベルで水管理を行う農民組織の育成について協力を促進する観点から、エジプト・ナイルデルタ地域における灌漑水管理の現状に関する基礎情報を収集することと致しました。

このため当事業団は、平成9年4月7日から4月19日まで、農林水産省構造改善局建設部設計課海外土地改良技術室室長 元杉昭男氏を団長とする開発基礎調査団を現地に派遣し、調査及びエジプト関係当局との協議を行いました。

本報告書はその調査結果を取りまとめたものであり、今後、この地域の技術協力に携わる関係者の参考となれば幸いです。

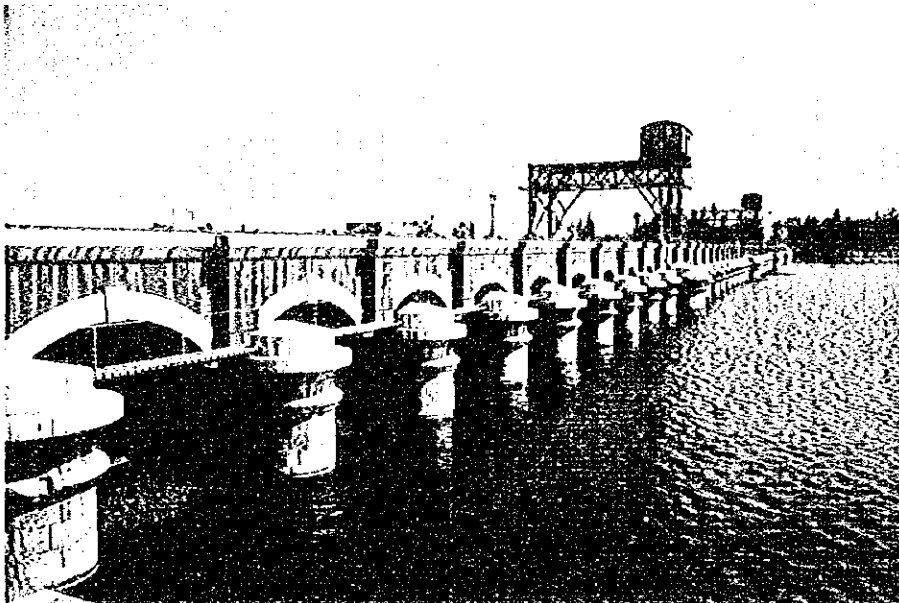
最後に、本調査にあたり多大なるご協力を頂いた外務省、農林水産省、在エジプト日本大使館、JICA 専門家並びにエジプト政府当局等、内外関係各機関の皆様に深く謝意を表するとともに、今後のご支援をお願い申し上げます。

平成9年5月

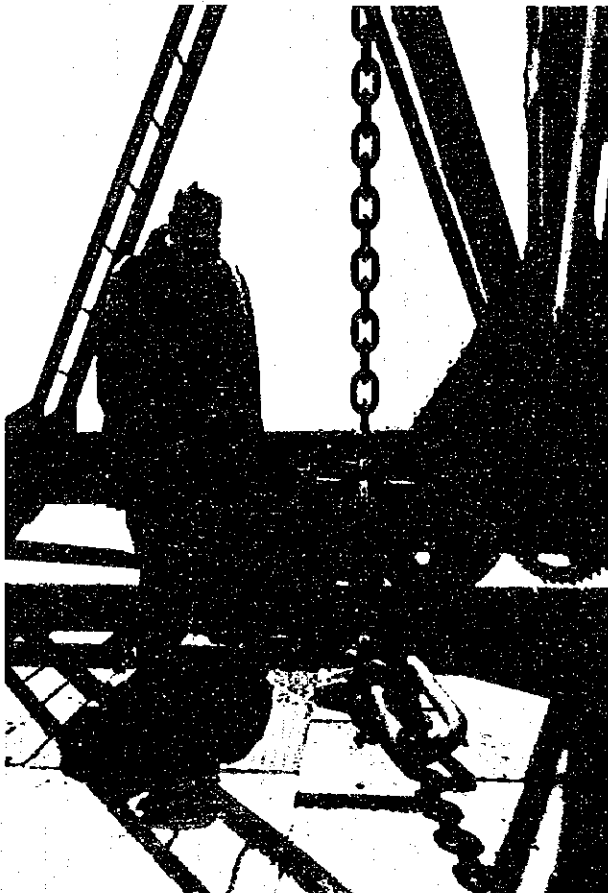
国際協力事業団

農業開発協力部部長 戸水康二

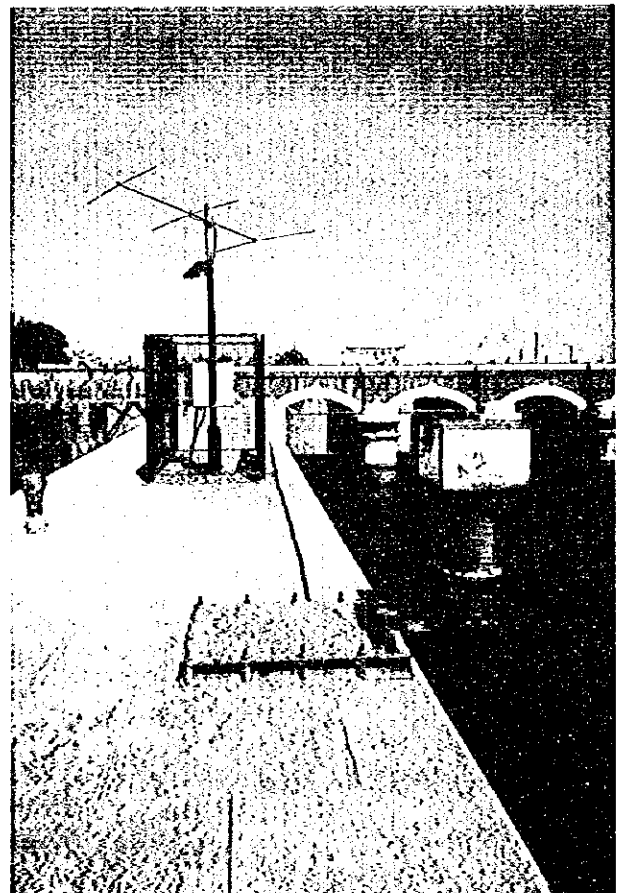
ジフタ堰



堰の全景



堰ゲートの開閉（ゲート扉を吊す鎖をウインチで巻き上げて開閉を行い、開度は鎖の数で開度を調整する）

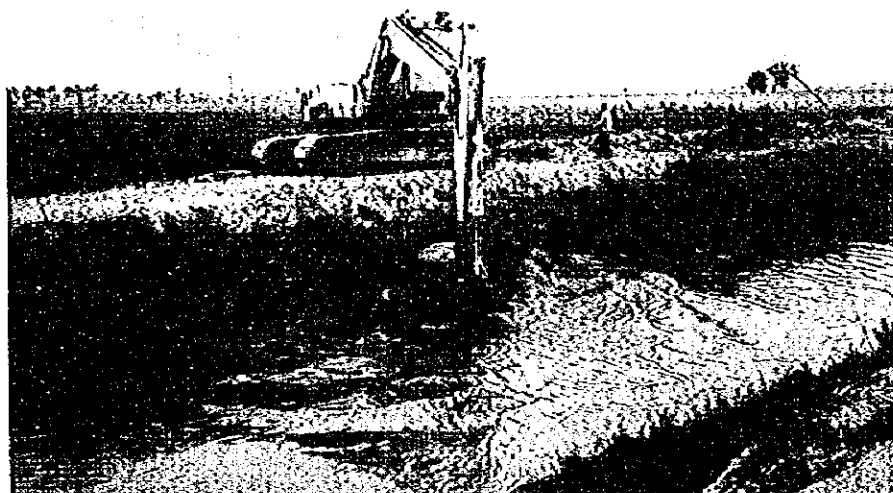


堰上流側に設置された水位観測テレメーター（USAID の援助によるテレメーターシステムの観測施設）





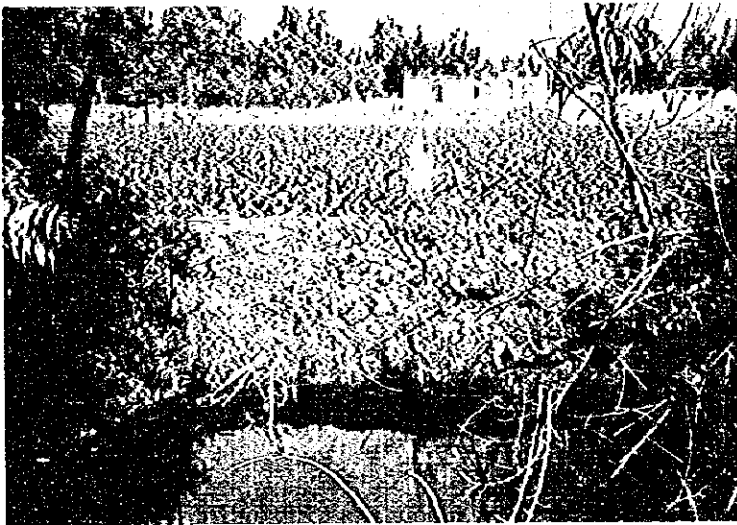
二次水路の状況（ごみ投棄、  
水質汚濁が見られる）



デリバリーキャナル（公共事  
業水資源省灌漑局管理）の浚  
渫状況（浚渫して水路脇に上  
げられた土砂は、乾燥後に耕  
地に撒かれる）



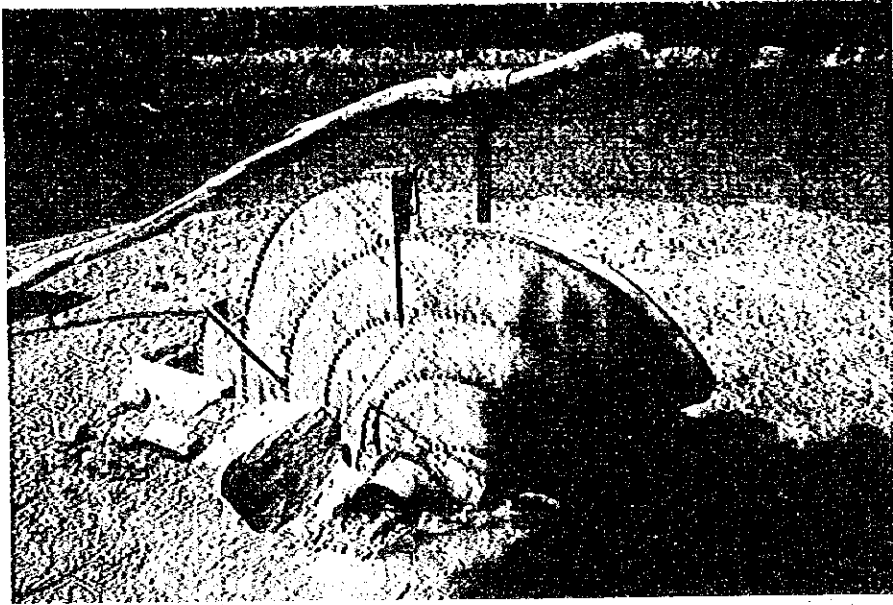
メスカ水路（水路の浚渫は行われているが、立木が覆い被さっている）



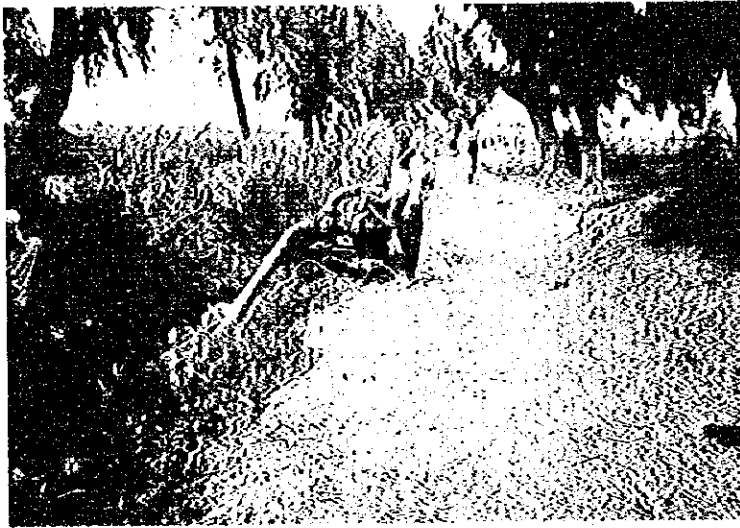
メスカ水路と圃場  
（圃場面が60~70cm高い）



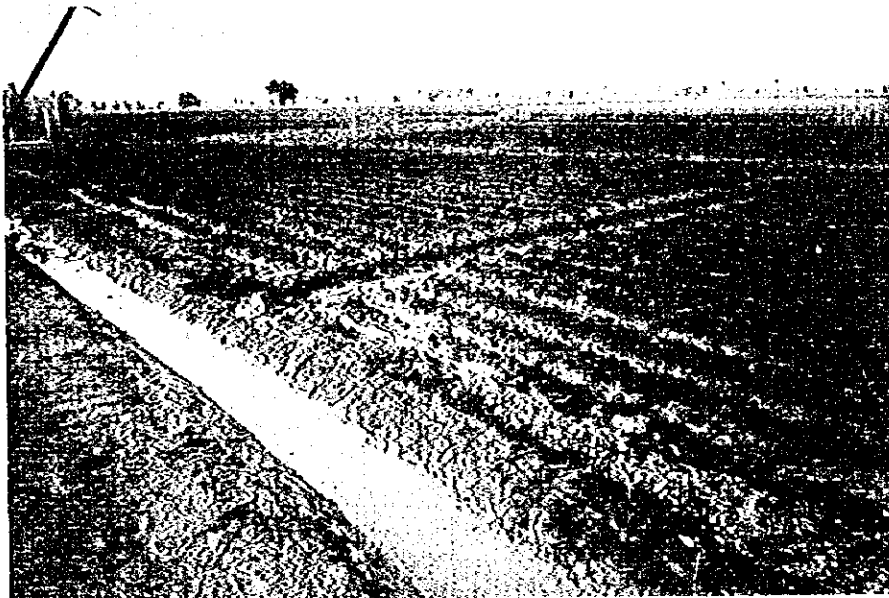
メスカ水路の末端部の状況  
（管理がなされておらず雑草に覆われている）



メスカ水路からマルワ水路に揚水するためのサキア

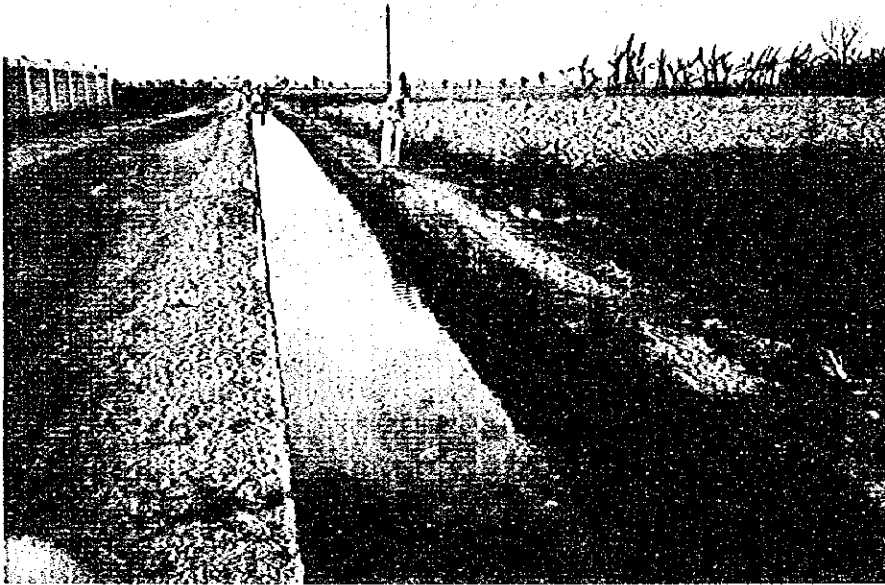


一般的な移動式小型ポンプ



マルワ水路（メスカ水路から圃場への取り入れ水路）と圃場の様子

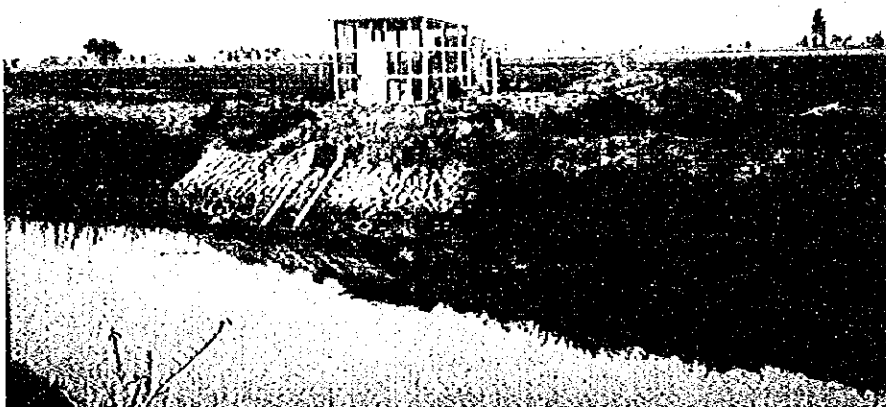
灌漑改善プロジェクト（USAIDの援助）による末端灌漑施設の改善状況



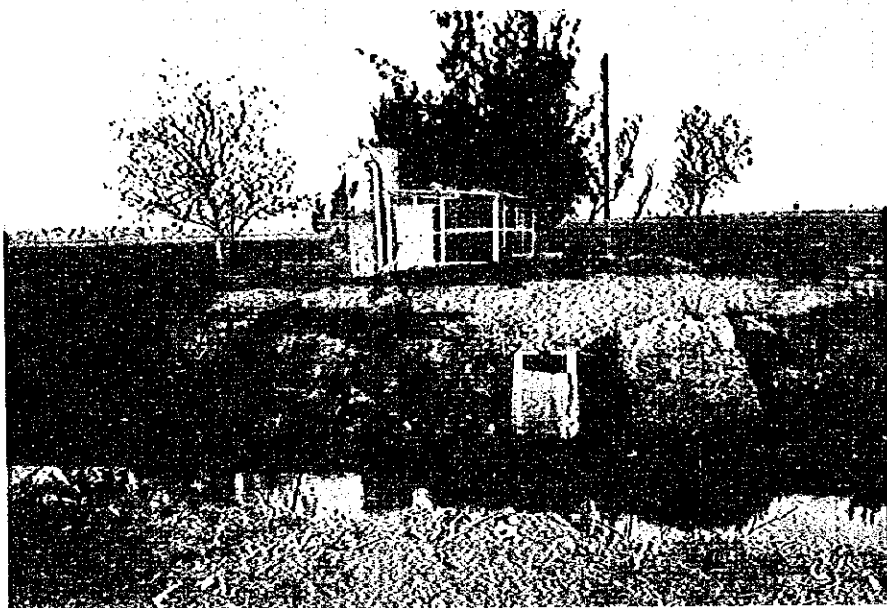
改善後のメスカ水路  
（開水路タイプ）



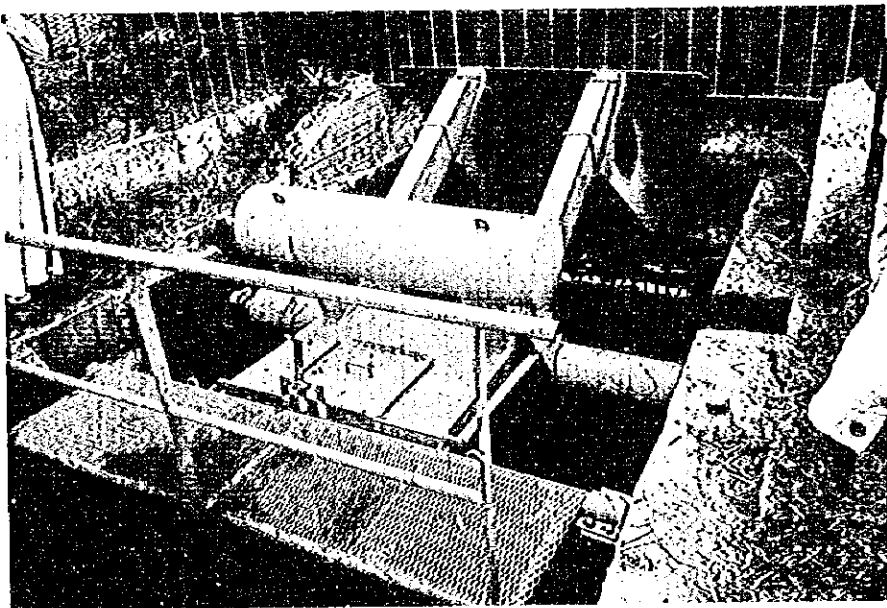
改善後のメスカ水路（開水路タイプ）と揚水機場（メスカ水路を圃場より高くしているため、この揚水機場で揚水している）



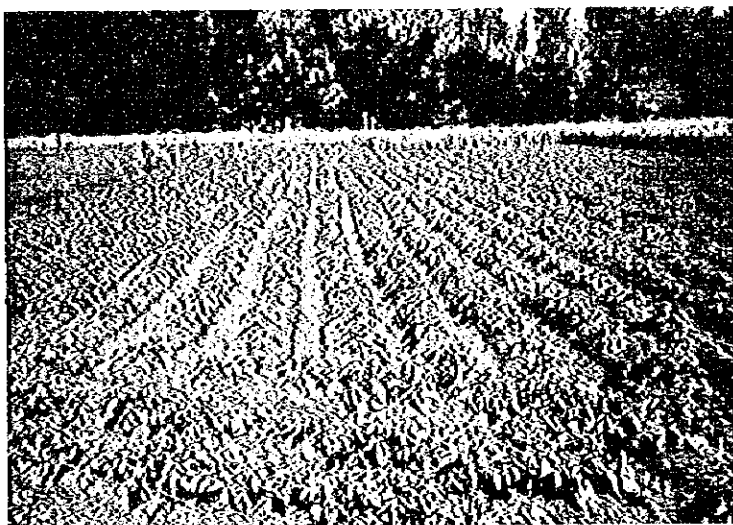
メスカ水路への取水口  
（メスカ水路は管水路タイプ）



メスカ水路への取水口  
(メスカ水路は管水路タイプ  
であり、管水路が長くなれば  
調整水槽は高くなる)



メスカ水路の直上流水路（公  
共事業水資源省灌漑局管理）  
に設置されたアビルゲート



ジャガイモの作付(畝間灌漑)



# 目 次

序 文  
写 真  
地 図

1. 開発基礎調査団の派遣	1
1-1 調査団派遣の経緯と目的	1
1-2 調査団の構成	2
1-3 調査日程	3
1-4 主要面談者	3
2. 要 約	5
3. エジプトの社会経済現況	9
3-1 国 土	9
3-2 人 口	9
3-3 経済状況	9
3-4 食糧自給	10
3-5 外国援助	10
4. エジプトの農業概要	11
4-1 概 要	11
4-2 耕地面積及び経営規模	11
4-3 土地利用及び作付体系	11
4-4 農業生産	12
4-5 灌漑方式	12
4-6 作物の収益性	13
4-7 肥料・農薬の使用状況	13
4-8 農産物流通	13
4-9 農家経済	13
4-10 農業普及	13

4-11	農業金融	14
4-12	農民組織	14
4-13	農業関係の行政組織	14
5.	ナイル川の水利行政	15
5-1	水資源の配分システムと課題	15
5-2	公共事業水資源省の組織概要	16
6.	ナイルデルタ灌漑の現状と課題	20
6-1	ナイルデルタの用排水系統	20
6-2	幹支線レベルの水管理の現状と課題	23
6-3	末端灌漑システムの現状と課題	25
6-4	既存プロジェクトによる末端灌漑システムの改善状況と課題	30
7.	水管理改善の技術協力の基本的考え方	39
7-1	USAID プロジェクトの評価	39
7-2	世界銀行プロジェクトの概要	40
7-3	末端灌漑システム改善の必要性	43
付属資料		
1.	要請書	49
2.	面談記録	66
3.	主要経済指標	81
4.	主要農業統計	82
5.	エジプトの灌漑改善計画（個別専門家作成資料）	88
6.	灌漑農業改善計画（IIP）概要	106
7.	IIPパンフレット	117
8.	作物別単位用水量	141
9.	エジプト農業概要（米国大使館）	146
10.	エジプト農業概要（FAO）	171



# 1. 開発基礎調査団の派遣

## 1-1 調査団派遣の経緯と目的

エジプト国は中東アラブ諸国の指導的国家であり、国際政治上の重要な役割を担っているが、国内経済面では1980年代半ば以降の深刻な債務危機、それに対応するIMF、世界銀行の「構造調整」政策の受入れ、統制的な経済政策の清算と市場メカニズムの導入といった困難な課題を抱えている。

歴史的にエジプト経済の中心的役割を果たしてきた農業は、70年代後半に石油部門、鉱工業部門が成長したことから、現在では産業別GDP構成で20%を割り込んでいるが、就業人口では依然として30%以上の割合を保っている。

エジプト農業は、ナイル川の豊かな水資源、肥沃な土壌、恵まれた気象条件、アスワンハイダムによる通年灌漑の実現などにより、部分的には非常に高い土地生産性を示している。しかし、耕地面積はナイルデルタを中心に国土の3%程度にとどまり、耕地面積当たりの人口密度は世界で最も高い部類に属しており、近年の人口増加に食糧生産が追いつかず、食糧自給率は年々低下してきている。一方で灌漑用水は、現在でも既に100%近くまで利用されており、農業生産拡大のための新たな水資源開発の可能性も小さいことから、水資源の有効利用に向けた取り組みが今後の課題となってきた。

また、ナイルデルタでは水路の周辺に農家が点在する関係上、生活用水の多くを農業用水路に依存している状況であり、近年の水環境の悪化は農民の生活環境にも悪影響を及ぼしている。

このような状況下、エジプト政府は我が国に対し、プロジェクト方式技術協力「ナイル川流域水資源・水環境管理改善計画」を要請してきた。

要請の内容は、水資源の逼迫と水環境の悪化に対応すべく、農業用水の管理技術の改善による水資源の有効利用、水質の浄化を図ることとしており、農業生産の増大及び住民の福祉向上の観点から我が国が協力する意義は大きいと考えられる。

しかしながら、農業用水の管理技術は当該地域の自然社会条件に影響されるところが大きく、問題点の把握、我が国として協力可能な課題の選定のためにも、現状の水利用、水利施設、管理組織及び管理運営等の実態把握が必要となっている。

このため国際協力事業団は、ナイルデルタにおける地域資源の有効活用による持続的農業開発の可能性及び我が国の技術協力の可能性の検討に必要な基礎的情報を収集するとともに、エジプト国からプロジェクト方式技術協力の要請のあった「ナイル川流域水資源・水環境管理改善計画」の背景調査及び実施可能性を検討するため、基礎調査団をエジプト国に派遣し、国家計画などにおける農業開発の位置づけ、具体的農業振興政策、ナイルデルタにおける水利用の現状、

灌漑排水に係る技術水準などを調査し、それぞれの抱える技術的課題を分析して、プロジェクト方式技術協力の実施可能性などを明らかにすることとした。

同調査団の主な調査項目は以下のとおりである。

- (1) エジプト国の農業の現状の把握
- (2) 農業開発の国家計画などにおける位置づけ及び実施体制、農業新興政策の現状把握
- (3) ナイルデルタにおける水利用の現状と技術上の問題点の把握
- (4) 水管理組織、管理運営、水利制度等の現状と問題点の確認
- (5) 要請案件の背景確認

## 1-2 調査団の構成

担当業務	名 前	所 属
総 括	元杉 昭男	農林水産省構造改善局建設部設計課海外土地改良技術室室長
灌漑計画	澤山 和彦	農林水産省九州農政局南部九州土地改良調査管理事務所 調査計画専門官
水 管 理	相津 成歳	岩手県農政部農地建設課技術副主幹
農村社会経済	入矢 翔介	(株)三祐コンサルタンツ技術第五部参事
業務調整	内海 晋	国際協力事業団農業開発協力部計画課課長代理

### 1-3 調査日程

日順	月日	曜日	調査内容	宿泊地
1	4/7	月	東京11:55 (JL401) → ロンドン16:25 (移動)	ロンドン
2	8	火	ロンドン16:35 (BA155) → カイロ22:20 (移動)	カイロ
3	9	水	09:00 JICA 事務所打合せ 10:30 日本大使館表敬 11:30 公共事業水資源省計画局表敬 12:30 同灌漑局表敬	カイロ
4	10	木	09:00 灌漑局調査(プロ技スキーム説明、政策概要等聞き取り) 15:30 米作機械化計画アフターケア 木村専門家打合せ	カイロ
5	11	金	現地調査(デルタ地域: ジフタ堰、基幹水路、支線水路等)	タンタ
6	12	土	現地調査(デルタ地域: 支線水路、灌漑改善事業(IIP)実施地区、暗渠排水等)	カイロ
7	13	日	09:00 テレメーターシステム調査 11:00 水利研究所調査 13:00 USAID 調査	カイロ
8	14	月	09:00 灌漑局協議 13:00 農業協同組合中央会調査	カイロ
9	15	火	11:00 公共事業水資源大臣、計画局長表敬 12:00 JICA 事務所報告	カイロ
10	16	水	資料整理	カイロ
11	17	木	カイロ07:10 (AZ899) → ローマ10:40 (移動)	ローマ
12	18	金	ローマ11:25 (JL418) → (移動)	機中泊
13	19	土	→ 東京08:45	

### 1-4 主要面談者

#### (1) 公共事業水資源省 (Ministry of Public Works & Water Resources)

Dr. Youssef Amin Wali 大臣 (副首相及び農業大臣兼務)

Eng. Abdel Rahman Shalabi 次官兼計画局長

Mr. Ahmed M. Fahmy 大臣官房総務課長

Eng. Soliman M. Abou-Zeid テレメーターシステム担当課長

(Project Director-Main Systems Management Project)

島崎 和夫 JICA 専門家

#### (2) 公共事業水資源省灌漑局

Eng. Nabil Fawzy Nashed 灌漑改善部長 (Head of Irrigation Improvement Project Sector)

- |  |   |
|--|---|
| Eng. Abel Hashem Saleh                                     | 世界銀行担当課長 (General Director: World Bank Project)   |
| Eng. Essam Barakat   | 灌漑指導課長 (General Director: Irrigation Advisory Service)                                  |
| Eng. Kamilia Aziz  | 計画・フォローアップ課長<br>(Director of Planning and Follow up)                                    |
| Eng. Wael El Gad   | 技師  |
| 木村 充   | JICA 専門家  |
| (3) 公共事業水資源省水利研究所 (Water Reserch Center)                   |   |
| Eng. Hussein T. El Atfy                                    | 事務局 (Secretary General)   |
| (4) Damanhur 灌漑改善事務所                                       |   |
| Eng. Ahmad El Awady  | North Behira 地区担当責任者<br>(Head of Irrigation Improvement Director of Works North Behira) |
| (5) 農業省・土地開拓庁  |   |
| 櫻庭 光一  | JICA 専門家  |
| (6) 米作機械化計画アフターケア  |   |
| 木村 安弘  | JICA 専門家  |
| (7) 農業協同組合中央会 (The Central Agricultural Cooperative Union) |   |
| Mr. Mohamed Idris  | 会長 (President)  |
| (8) USAID エジプト事務所  |   |
| Mr. Donnie Harrington                                      | 農業担当官   |
| Mr. Wadie Fahim  | 農業担当官   |
| (9) 在エジプト日本国大使館  |   |
| 片倉 邦雄  | 特命全権大使  |
| 中野 明久  | 一等書記官   |
| (10) JICA エジプト事務所  |   |
| 鈴木 信一  | 所長  |
| 不破 雅実  | 次長  |

## 2. 要 約

### (1) 調査全般に関する所見

本件はナイル川の水資源の逼迫と水環境の悪化に対応すべく、農業用水の管理技術の改善による水資源の有効利用、水環境の改善を図るものであり、これを通じて逼迫した水需給の改善に資することは、エジプト国の今後の経済発展と社会的安定に不可欠であって、本件に我が国が協力する意義は大きいと考える。

一方、本件要請機関の公共事業水資源省は上記に関して強い問題意識を抱くとともに、これまでに、我が国無償資金協力による基幹水利施設の改良や USAID の支援による末端水路改良に係るパイロット事業など、一連の農業用水管理改良のための事業を実施してきている。同省は、今後ナイルデルタ全域を改良しようとする強い熱意を持っており、そのためにも我が国の技術協力及び資金協力を強く要請している。

これらの事情を勘案すれば、我が国は本件プロジェクト方式技術協力の実施について、前向きに検討すべきと思料される。

また、後述するように、農業用水の管理技術は当該地域の自然社会条件に影響されるところが大きく、問題点の把握、我が国として協力可能な課題の選定のためにも、現状の水利用、水利施設、農家経済及び農民意識等の実態把握が必要となっていることから、本件協力に先立って、現在要請されている開発調査において、これらの事項についても調査対象とするよう提言する。

### (2) 技術的課題についての所見

現地での調査及びエジプト側関係者との意見交換を通じて得られた調査団の所見は以下のとおりである。

- 1) 圃場レベルにおいては、灌漑用水を活用した生産性の高い農業を営んでいる。
- 2) 一方、これらの灌漑用水の供給・管理に関しては、アスワンハイダムから堰での取水、幹線・支線水路に至るまで公共事業水資源省の管轄下に置かれているが、非効率な用水配分管理や水質の悪化などの問題を抱えている。また、今後新規開拓地の水源確保のために灌漑用水の効率的利用が求められるが、それに対応していくには施設と管理の両面で問題を残している。
- 3) 公共事業水資源省が管理する施設に関しては次のとおり。

#### ①基幹施設

基幹施設として調査したジフタ堰は、我が国と比較すれば粗放な管理状態ではあるも

の、洪水の発生形態が我が国と大きく異なることなどを考えれば、必要最小限の設備で合理的に管理されていると感じた。

今後、灌漑用水の需要の変動に応じた緻密な水管理が求められるようになれば、これに対応できる施設への改修が必要となろう。

## ②幹線・支線水路

幹線・支線水路は、部分的にライニングされているところもあるものの、そのほとんどが土水路のままであり、浚渫などの維持補修が頻繁に必要になる。また、水路断面が必要以上に拡大し、隣接する農地や道路を浸蝕しているような状況にある。これについては資金面の制約から十分な対応は難しいとのことであり、水路法面を維持する簡便な工法の開発が求められる。

水管理は、公共事業水資源省の職員が各分水箇所における簡易なゲートを開閉することにより行っており、慣行的な管理にとどまっていて、配水計画に基づいた用水量管理は行われていない。中にはゲートがないところもあり、基幹施設の同様に、今後需要の変動に応じた緻密な水管理が求められるようになれば、これに対応できる施設への改修が必要となろう。

## ③テレメーターシステム

ナイル川全体の水の状況を監視するためのシステムを USAID の支援を受けて整備している。設備の水準としては高度なものであるが、欠測箇所が目立ち、また活用状況についても農民へ用水配分の妥当性を説明する際の資料として使う程度で広域的な水管理への活用は試みられていないようである。これについては後述するように USAID も追加支援の意向を示しており、その動向を見極める必要がある。

## 4) 末端水路（特にメスカと呼ばれる農民共同水路について）

末端水路（メスカ、マルワ）はそれ以上のレベルの水路が公共事業水資源省の管理下にあるのと異なり、農民の所有物として農民による管理が求められている。これについてはメスカの管理状態の悪さや間断通水に起因すると思われる過剰灌漑、水路末端における用水不足が問題となっている。

現地で確認した範囲でも、水路の適正な維持が行われていないことから、水路末端まで十分な用水が到達せず、勢い水路末端に位置する農民は水質の悪い排水路の水を汲み上げて利用せざるを得ない状況に置かれていた。

## 5) USAID の支援による末端水路（メスカ及び支線水路）改良パイロット事業

USAID の支援による末端水路改良パイロット事業は1988～1996年の8年間に約10万フェダン（4万2000ha）の農地を対象に実施された。この事業は、水路整備などのハード面と水管理組合（Water Users' association）の設立指導などのソフト面を一体とした事業とな

っている。

この方式は、前述の末端水路レベルにおける問題点の解決に効果的と考えられ、現地でインタビューした水管理組合役員も評価している。しかしながらこの方式を今後ナイルデルタ全域に適用するには、いくつかの障害があるものと考えられる。

それは、①建設費の負担に農民が耐えられるかどうか、②共同管理に対し農民の合意形成が図られるかどうか、③公共事業水資源省にこれを進めるだけの人材がいるのか、④これを進めるための資金調達をどうするのか、などである。

6) 公共事業水資源省では、膨大な数の職員をもって総延長3万4000kmもの水路を管理しているが、エジプトにおいても政府部門の縮小、民営化が進められているところであり、現在のような陣容がいつまで維持できるかどうか疑問も残る。(現時点では公共事業水資源省に関しては特に目立った組織再編合理化の動きはないとのことである)。

### (3) 技術協力の方向性

本調査団が公共事業水資源省灌漑局灌漑改善部と協議したところ、今後検討していくべき本件プロジェクト方式技術協力の協力内容として次の点で合意が得られた。

- 1) 特定の地域をモデルサイトとして選定し、その地で実施する。
- 2) これまで灌漑改善事業で実施してきた水路整備手法は、経済性や農民の合意形成の面で必ずしも最適の方法とは限らないとの観点から、従来の方式を評価しつつ、これに代わりうる整備手法をいくつか試行的に実施し、より適切な整備手法の確立をめざす。
- 3) 堰などの基幹施設や幹線水路、チェックゲートといった施設の計画・設計・管理手法に関する技術の移転を行う。
- 4) 圃場レベルの必要水量を把握し、節水や増収に対して、より効果的な灌漑手法の確立をめざす。
- 5) 水管理組合(WUA)の運営や連合組織形成に関する指導を行う。
- 6) 上記の側面を考慮しつつ、モデルサイトにおいて水管理、水収支のシミュレーションを行い、水管理に必要なルールづくりを行う。
- 7) 以上の技術協力を行いつつ、エジプト側技術者に必要な研修を実施するとともに、技術協力に必要な試験機器、計測機具、実証試験用灌漑施設機材

### (4) 今後の進め方についての留意事項

今後、本件を進めるにあたっては、協力内容として想定される事項が地域に密着した灌漑方法、農民組織などと密接に関連するため、その実態を十分に把握する必要がある、技術的・社会的・経済的側面について詳細な調査・分析を必要とするものである。現在、本件の対象

地域と同じ地域を対象として、本件プロジェクト方式技術協力の実施促進をも含めた開発調査を要請中のことであるが、是非とも当該開発調査を実施するとともに、その中に、これらについて詳細調査を盛り込むことを提言する。

(5) USAID の動向

USAID は、1997年5月から水資源・農業政策面を中心とする新たな対エジプト経済協力の実施を予定している。まだエジプト政府との合意に至っていないため詳細については聞き取れなかったものの、次の5つのコンポーネントにより、5年間で2億4000万US\$を支出予定とのことであった。

- 1) Water Policy Analysis (Water Policy Advisory Unit)
- 2) Agriculture Policy Reform Program
- 3) Main System Management (テレメーターシステムの活用を含む)
- 4) Monitoring Forecast System
- 5) Agricultural Communication Unit Program

これらは、本調査団が提言した協力内容と少なからず関係するものと考えられることから、今後の案件形成にあたっては、USAID の動向を注視することが必要である。

(6) その他留意事項

今後、本件技術協力を実施することとなれば、ナイルデルタ中部のプロジェクトサイトにおける実証展示活動が重要になるが、これに際しては農民とのコミュニケーションが重要なことから、特にこの分野に派遣される我が国専門家には、アラビア語の素養が必要と考えられる。



### 3. エジプトの社会経済現況

#### 3-1 国土

エジプト・アラブ共和国は、アフリカ大陸の東北端に位置し、約100万km<sup>2</sup>（日本の2.7倍）の国土面積がある。地勢的には①ナイルバレー、②ナイルデルタ、③西部砂漠、④東部砂漠、⑤シナイ半島の5地域に分かれる。行政的には26県（Governorate）からなる。

国土面積のうち96.5%は砂漠であり、耕地及び居住可能地はナイル川沿い及びデルタ地帯にわずか3.5%しかない。耕地の65%はナイルデルタ地帯に集中している。

気候は、地中海沿岸部を除いて大半は砂漠性気候、降雨は皆無に等しく、首都カイロでは年間20mm程度でしかない。

#### 3-2 人口

中央統計動員局（CAPMAS）が1986年の統計をもとに推計した1996年1月現在の人口は6,023万人（海外在住者を除く）で、大カイロの人口密度は2万人/km<sup>2</sup>以上といわれる。人口増加率は年平均2.8%と高く、食糧生産、人口の都市集中、住宅不足、失業などとともに社会問題となっている。人口の56%（1986）は農村に居住し、従業人口の32%（1994/95）が農業に従事している（付属資料3、参照）。

#### 3-3 経済状況

##### (1) 総括

パリクラブ合意（1991年5月）に基づく対外債務救済措置、海外からの援助、スエズ運河収入、観光収入、海外労働者からの送金、民間資金の流入などにより経常収支は顕著に改善した。貿易収支は恒常的に赤字である。1994年の国民1人当たり GNP（国民総生産）は711ドルである。GDPにおける農業部門は17%（1994/95）を占めるが、1989/90年の19%から2ポイント減少している（付属資料3、参照）。

##### (2) 経済改革

エジプト政府は1991年以降経済改革を推進中で、従来の社会主義的な公共部門主導の統制的経済体制を抜本的に改める方策を進めている。すなわち、経済活動に課せられている各種統制を廃止し、市場経済への移行を主眼とした一連の経済改革を行っている。具体的には、①食糧、公共料金、肥料、農薬などに対する補助制度の廃止、②作物作付面積統制の撤廃、③公共部門の民営化、④売上税の導入、⑤金利の自由化、⑥外国為替の自由化、⑦農産物価

格の自由化、を行っている。

### (3) 経済開発5か年計画

第3次経済開発5か年計画（1992/93～1996/97）では、①民営化による公的部門の段階的縮小、②公的企業の改革及び規制緩和、③市場機能の向上及びその安定化、④国際収支及び財政赤字の改善、⑤社会インフラの整備、を骨子としている。

### 3-4 食糧自給

国民の主食である小麦は1982年に比較して2.4倍に生産量を伸ばしたが、国内需要を満たすには至らず、依然輸入及び外国からの援助に頼っており、1993/94年における自給率は45.9%にとどまっている。メイズ、砂糖、食用油もそれぞれ76.0%、72.7%、14.7%の水準である。これに対して米は102.8%で自給を達成し、1994年には中東、ヨーロッパへ25万トンを輸出している（付属資料4、参照）。

### 3-5 外国援助

エジプト国は中東地域の平和と安定の維持に重要な役割を果たしている。アラブ諸国ではイスラエルと平和条約を結んだ唯一の国である。また穏健なイスラムに基づく民主主義を標榜するアラブ諸国の中心的存在である。このため西側先進国からの二国間援助は1974年以降エジプトの旧ソ連離れもあって大幅に増加した。なかでもアメリカは最大の援助国となっている。日本は伝統的にエジプトに対する援助を重視しており、1990年にはアメリカ、ドイツ、フランスについて第4位の援助国となった。

## 4. エジプトの農業概要

### 4-1 概要

農業部門は食糧生産だけではなく、GDPの17%を占め、就業人口の32%に雇川機会を提供し、また農産物輸出によって外貨獲得にも貢献するなど、エジプト経済にとって重要な産業である。しかし、農業生産が国土の3.5% (314万ha) でしか行えないことは、高い人口増加に悩むエジプトにとって大きな制約要因である。このため新規耕地開発、いわゆる水平拡大及び既存耕地において単収増をめざす垂直拡大が重要な農業政策として行われてきた。1952年以降新規に開発された耕地は125万haに達している。シナイ半島北部ではエルサラム水路の建設により農地開発が進行中である。これら開拓地はほとんどが砂漠地域であるために農業生産には灌漑施設の整備が不可欠である。

### 4-2 耕地面積及び経営規模

広大な国土に対して極度に限られた耕地面積しか持たないエジプトは、19世紀後半から農地開拓を国策として積極的に推進してきた。1993年現在の耕地面積は、313万8660haであり、うち1952年以降に開発された農地は前述のとおり125万haである。しかし、近年都市化や塩害に伴い耕地の潰廃が見られる。

農地の所有は自作農が中心であるが、統計には表われない土地なし農家がかかり存在する。1990年現在の農家数は389万9758戸で、農家1戸当たり平均経営面積は1.5フェダン (0.63ha) と零細である。5フェダン (2.1ha) 以下の農地を所有する農家数は全体の95.8%を占める。

### 4-3 土地利用及び作付体系

エジプト国の作期は冬作、夏作及びナイル期に分かれる。冬作は通常10月から12月にかけて作付け、収穫は4月から6月に行う。夏作は3月から6月に作付け、8月から11月に収穫、ナイル期は7月から8月に作付け、10月から11月に収穫する。全作付面積の内訳は、冬作45%、夏作43%、ナイル期5%、果樹7%となっている (付属資料4、参照)。

各作期の主要作物は次のとおりである。

冬 作：ベルシーム (エジプトクローバー)、小麦、豆類、野菜類

夏 作：メイズ、綿、米、タマネギ、野菜類、ソルガム

ナイル期：メイズ、ソルガム、米、野菜類

サトウキビは本来夏作物であるが、果樹とともに永年作物として分類されている。

エジプトの作付率は高く、180%を超える水準であるが、既存の統計では延べ作付面積は示さ

れているものの純耕地 (Net Cultivable Area) の表示がないために正確な作付率を求めるのは難しい。前述の180%を超えると推定したのは、冬作と永年作物の面積を分母として、延べ作付面積を分子として算定したものである。“Summary of Agricultural Statistics”にある747万3000フェダン：313万8660ha (1993) と CAPMAS 発行の統計書から算定した純耕地面積とは大きな開きがある。

エジプトでは輪作が一般的に行われる。地域によっていくつかのタイプがあるが、一例をあげると下記のとおりである。

1年目		2年目		3年目	
冬作	夏作	冬作	夏作	冬作	夏作
ベルシーム	綿花	小麦	米/メイズ他	豆類	米/メイズ他

#### 4-4 農業生産

1994年における主要農産物の生産量は、小麦444万トン、綿432万トン、メイズ555万トン、サトウキビ1241万トン、米(粳)458万トンであった。しかし前述のとおり、国内需要を満たしているのは、米、ジャガイモ、野菜、果実、牛乳である。作物の単位面積当たり生産性は、豊かな日照量と病虫害が少ないために、かなり高い。米は初換算で7.47トン/haと高収量である。

デルタ地帯は農業生産の中心地である。1985年のCAPMASの資料によると、作付面積の63%、冬作の63%、夏作の60%を占めている。作物別面積では、メイズ59%、小麦55%、米99%、野菜64%、綿72%、ベルシーム69%、果樹59%、サトウキビ8%である。サトウキビは上エジプトが85%が占める。

USAIDの援助により、灌漑改善事業(IIP)の一環でメスカ水路が改修されたベヘイラ県バラクタール地区は受益面積が1万1500フェダン(4830ha)あり、夏作は綿花36%、メイズ19%、米35%、トマト5%、冬作は麦30%、ベルシーム59%、トマト5%、豆類2%、永年作物として柑橘類4.5%という作付面積の内訳となっている。ここでは冬5日灌漑、10日断水、夏5日灌漑、5日断水というローテーションを行っていたが、揚水ポンプを統合、末端水路・メスカを農地より高くするとともにライニング、あるいはパイプライン化した結果、メスカ末端の水不足が解消されるなどの効果があったと報告されている。

#### 4-5 灌漑方式

灌漑方式はいくつかタイプが見られるが、ドリップ方式、センターピボット方式、スプリンクラー方式を除くと、下記の方式が一般的である。

ベイスン灌漑：小麦、稲、ベルシーム、野菜

畝間灌漑：綿、豆類、メイズ、ビート、野菜

#### 4-6 作物の収益性

エジプト国では作物の収益性を計算する場合、主作物に加えて副産物も収益の対象にする。1994年における主要作物のヘクタール当たり収益性は、小麦1,393エジプトポンド (£ E)、ソラ豆463 £ E、綿1455 £ E、ベルシーム2576 £ E、メイズ993 £ E、米2158 £ E。これらに対して野菜類は概して高く、ニンニク6505 £ E、タマネギ5575 £ E、トマト5574 £ E、ジャガイモ1万0370 £ Eである。

#### 4-7 肥料・農薬の使用状況

1989/90年から1994/95年にかけて肥料・農薬の使用量は大きく減少する傾向が見られる。この背景には市場経済への移行に伴う補助制度の撤廃、流通の自由化などにより農業生産資材価格が高騰したことがあると考えられる。1989/90年と、1994/95年におけるヘクタール当たり肥料・農薬の使用量を比較すると、農薬は2.92kg/ha→1.06kg/ha、窒素肥料0.97kg/ha→0.10kg/ha、磷酸肥料0.21kg/ha→0.008kg/ha、カリ肥料8.54kg/ha→4.66kg/haにそれぞれ減少している。

#### 4-8 農産物流通

1986年以前は野菜、果樹以外の作物は生産、流通、価格面で政府の統制下にあり、農業生産資材については補助制度が適用されていたが、以降は市場経済移行政策に沿って統制がゆるやかになり、現在は綿、稲の作付けがコントロールされているほかは自由化された。綿は農業協同組合へ、柑橘類などの果樹は仲買業者を通じて国内市場または輸出ルートへ乗る。その他野菜類など地方市場へ農家自身で販売に出かけるケースもある。

#### 4-9 農家経済

IIPの実施地区で農家から聞き取ったところ、フェダン当たりの所得は3000 £ Eとのことであった。地域により経営規模、土地利用は異なるので一概に言えないが、これから推定すると、年間所得は $3000 \times 1.5 \text{ fed} \times 180\% = 8100 \text{ £ E/年}$  (29万9700円)となる。

世界銀行によると、エジプトの農村人口の25%は貧困層に属する。また農家所得は平均所得の約3分の1と推定される。中部エジプト、上エジプトに比較してデルタ地帯の農家は平均すると農業所得は高い。特にベヘイラ、シャルキア、ダカリア県は全国でも高い方に属する。

#### 4-10 農業普及

農業普及は農業省・土地開拓庁の管轄である。農業研究センターの下にある28の農業試験場などで試験・研究された結果は地方レベルでは展示圃場、キャンペーンを通じて農家へ普及される仕組みである。このため県農業事務所、郡農業事務所に農業普及を担当する部局があり、この下

に村レベルにも普及員が10人程度配置されている。

#### 4-11 農業金融

農業金融は中央農業開発信用銀行（PBDAC）が行っている。末端農村には農村銀行があり、生産ローン（種子、肥料購入など）、短期、中期、長期融資の各タイプがある。長期融資は返済期間5～10年で、農地購入、農地開拓、灌漑施設設備などに適用されている。各融資に対する利子率は中央銀行が設定する。

#### 4-12 農民組織

代表的な農民組織は農協（Cooperative）である。作物流通や金融の仲介のほか農業普及面でも農家をサポートしている。中央組織はカイロにあり、県、郡及び村に事務所が配置されている。多目的農協（Local Cooperative）と果樹、家畜、流通などを扱う特定の単協（Specialized Cooperative）の2タイプがある。1995年現在前者は4408、後者は832組織がある。

IIP の実施地区には水管理組合が組織されている。これは改良したメスカ水路の維持管理を農民自身が管理する目的で組織されたものである。IIP が実施されていない他の地域では伝統的な揚水施設サキアの利用グループであるサキアリングがある。これは1955年以降に組織されたが、公的なものではなく、農家数戸がサキアの維持管理、水配分のために組織したものである。しかし近年、サキアに代わって小型ポンプが普及し、個々の農家がメスカから揚水する形態が広まってきた。

組織ではないが、エジプトの農村には“Haq ul Arab”というイスラム思想に基づく伝統的な考え方があり、これは地域の平和及び紛争解決のための一種の地方レベルの法律であり、水に絡む紛争もこれに基づいて解決を図ってきた。

#### 4-13 農業関係の行政組織

農業生産、農地開拓については農業省・土地開拓庁が、灌漑排水関係は公共事業水資源省、流通・販売などは貿易・供給省がそれぞれ担当している。

## 5. ナイル川の水利行政

### 5-1 水資源の配分システムと課題

ナイル川の計画配分量は、公共事業水資源計画局が、図5-1の要素を基に州単位で毎年決定している。

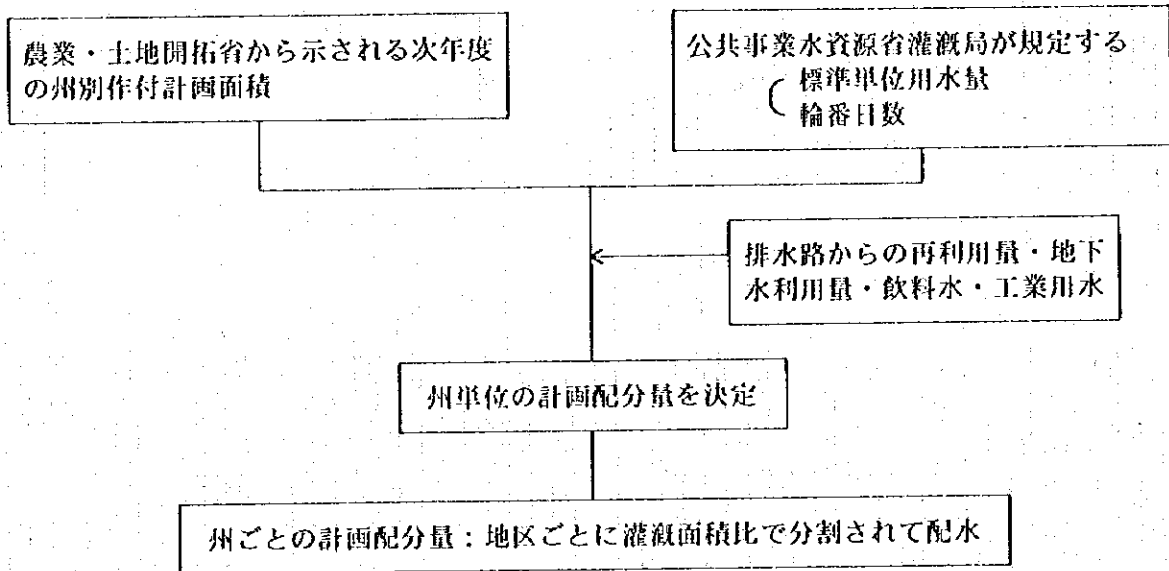


図5-1 ナイル川の水配分決定方式

上記の標準単位用水量 (Crop Consumptive Use) は、農業地帯を次の3地域に分割して33の作物について設定されている (付属資料6)。なお、既存資料によると、この標準単位用水量を修正ペンマン法で検証した結果、4月と10月の値が大きめの設定となっており、現地調査でもこの両月は余剰水が多いことが確認されている。

- ・上エジプト : アシュート堰以南
- ・中エジプト : アシュート堰の受益地
- ・下エジプト (デルタ) : デルタ堰以北

また、用水配分量については、的確に行われておらず、無駄が生じているとの指摘があるが、その要因としては次の点が考えられる。

- ①標準単位用水量が南北300kmほどごとに設定となっており、設定が荒い。
- ②計画作付面積と実際の作付けにズレが生じている。
- ③標準作付体系と実際の作付け時期にズレが生じている。

そこで、節水のためには、灌漑施設の改修に加え灌漑配分量の精度向上を図ることが必要であ

るが、そのためには次の対策が挙げられている。

- ①標準単位用水量の設定範囲を土壌統に合わせて見直す。
- ②作付けの実態の把握に努め、配分量決定に反映させる。

## 5-2 公共事業水資源省の組織概要

灌漑用水を含めた水資源行政は公共事業水資源省がつかさどっており、灌漑についてはアスワンハイダムから農民管理となるところまでの配水と施設管理が同省の所轄範囲となっている。また、農業に関しては圃場からの排水も同省の所掌であり、施設管理に伴う施設の新設・改修も同省の所掌である。ただし、灌漑水の配水と排水は前述のとおりであるが、農業に関しては農業・土地開拓省が所掌している。

公共事業水資源省の陣容は、同省の前身が灌漑省であったことから、灌漑局が同省の中心的な局であることに変わりないが、行政府としての機能上は計画局が同省の中核としてクローズアップされてきているようである。

同省の局レベルの構成と同省の灌漑分野における組織機構及び技術職員の局間割合は、図5-2～4及び表5-1のとおりとなっている。



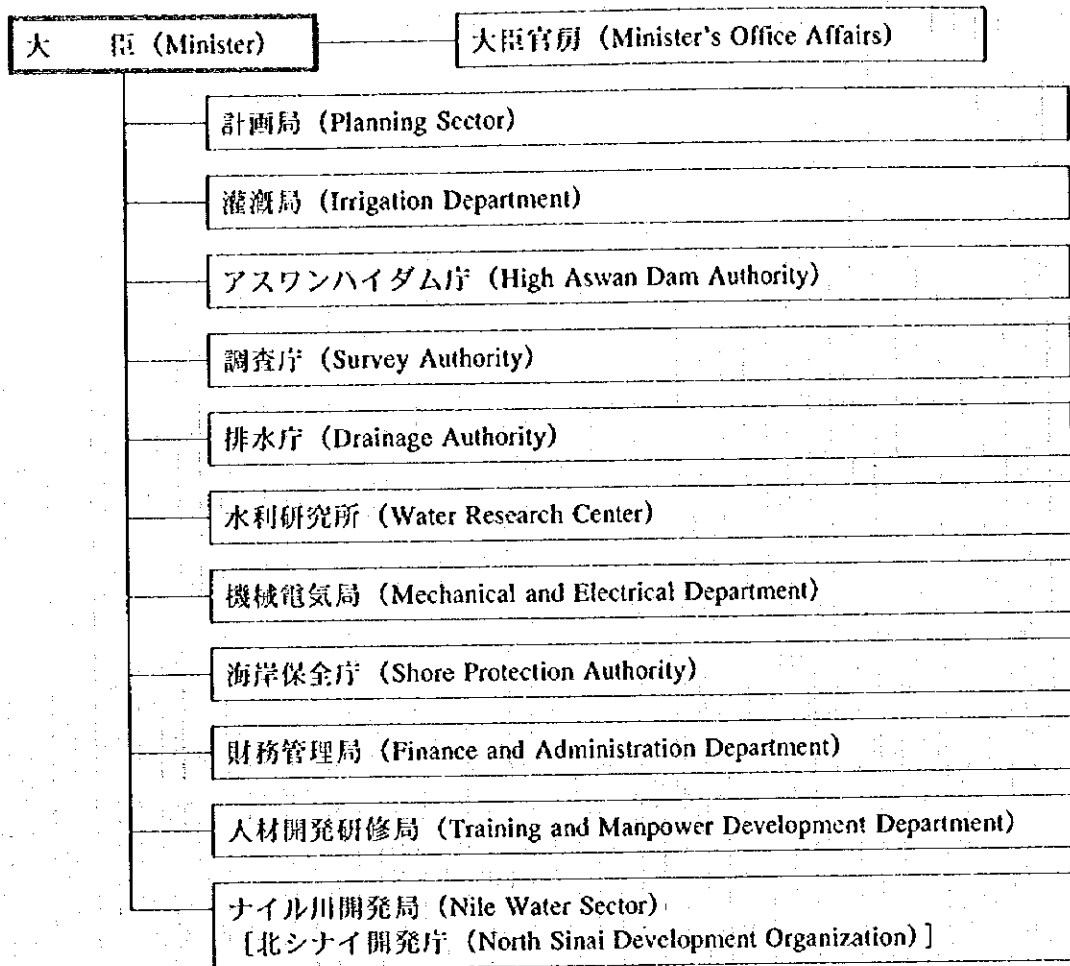


図5-2 公共事業水資源省 組織図

(Organization Chart of Ministry of Public Works and Water Resources)

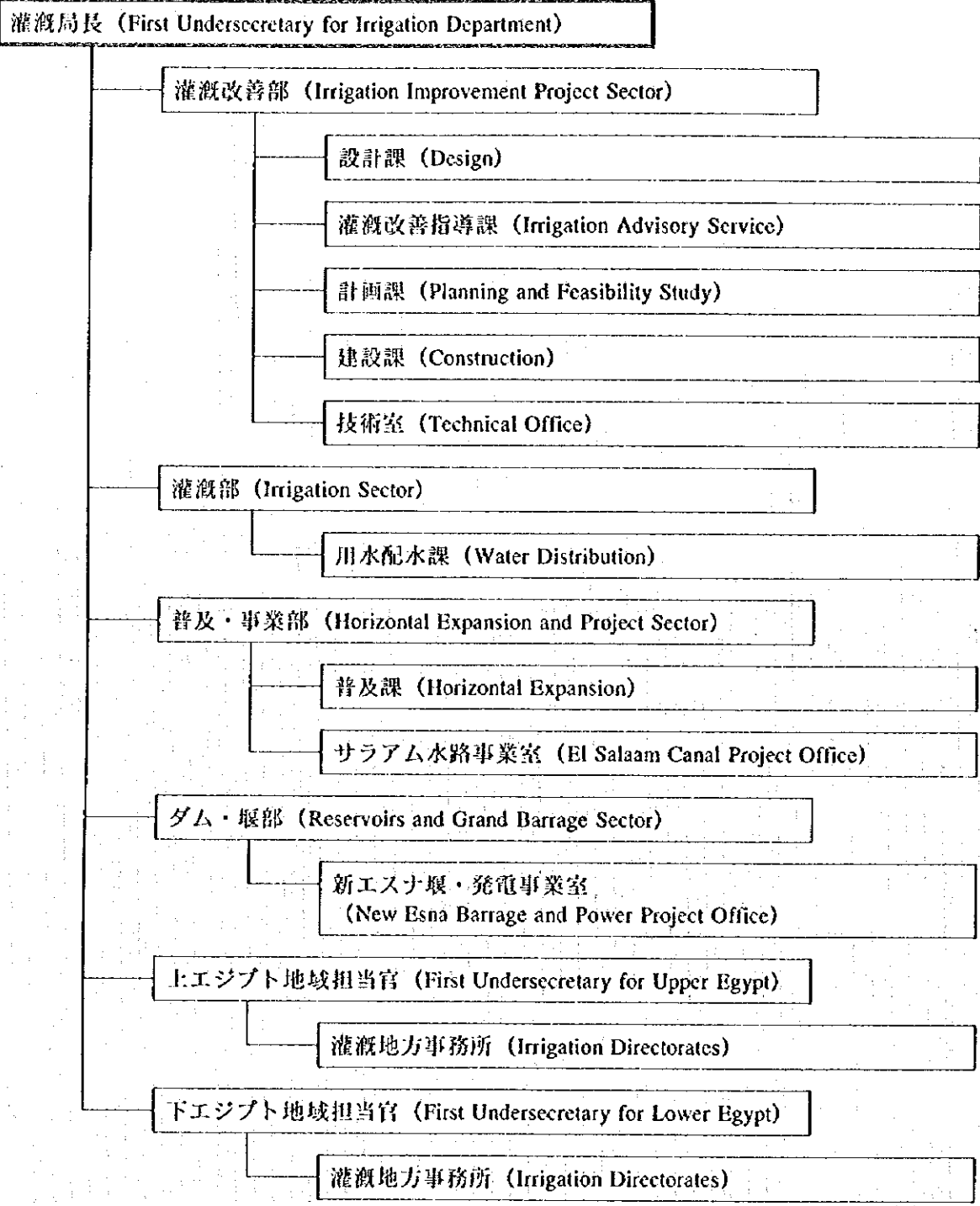


図5-3 灌漑局 組織図  
(Organization Chart of Irrigation Department)

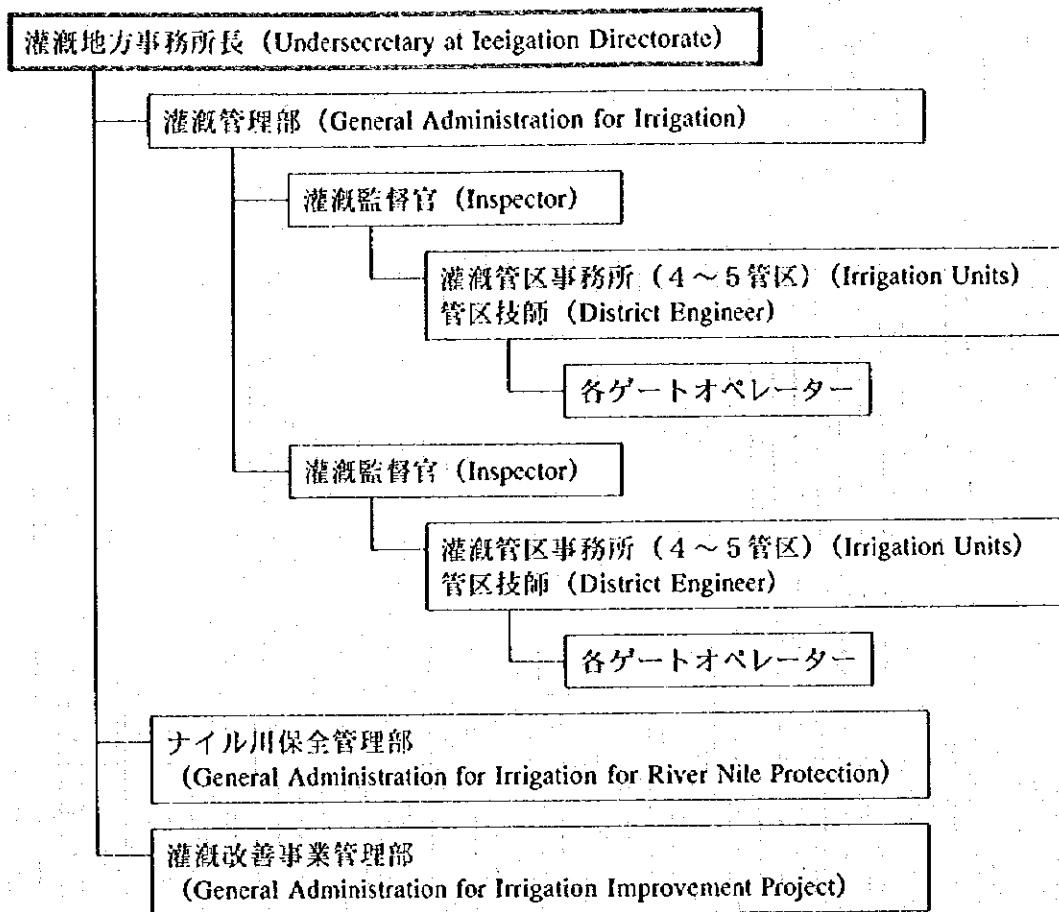


図5-4 灌漑地方事務所 組織図  
(Organization Chart of Irrigation Directorate)

表5-1 技術職員 (Engineer) の局間割合

灌漑局 (Irrigation Department)	38.9%
機械電気局 (Mechanical and Electrical Department)	31.1%
排水庁 (Drainage Authority)	14.0%
調査庁 (Survey Authority)	5.8%
水利研究所 (Water Research Center)	4.7%
計画局 (Planning Sector)	2.8%
海岸保全庁 (Shore Protection Authority)	1.4%
アスワンハイダム庁 (High Aswan Dam Authority)	1.2%

## 6. ナイルデルタ灌漑の現状と課題

### 6-1 ナイルデルタの用排水系統

エジプト国の灌漑農業は、1861年の旧デルタ堰完成とこれにかかわる用排水路の整備により、従来のベイスン灌漑から通年灌漑への移行がはじまり、1970年のアスワンハイダム完成でエジプト全土での通年灌漑とナイル川の洪水回避が可能となった。この間、特に20世紀初めにはナイル川にエスナ堰、アシュート堰、ジフタ堰、ナグハマディ堰、新デルタ堰が完成し、一応の基幹施設が整うとともに、圃場レベルの末端施設も整備されている。

エジプトの主な農業地帯は、アスワンダムがナイル川の分岐地点までのナイルバレーと、ナイル川の分岐点から下流のロゼッタ分流及びダミエッタ分流で形成されるナイルデルタに分けられる。ナイルバレーとナイルデルタの灌漑システムは、上記の施設整備により形成されてきたものであり、灌漑用水はアスワンハイダムに貯留されたナイル川の河川水がナイル川に放流され、地中海に至るまでの間でナイル川から取水され、水路により配水されている。この両地帯における配水系統は、標高差が得られずポンプアップによりナイル川からの取水を余儀なくされることもあるが、基本的には自然流下によるものであり図6-1の形態となっている。

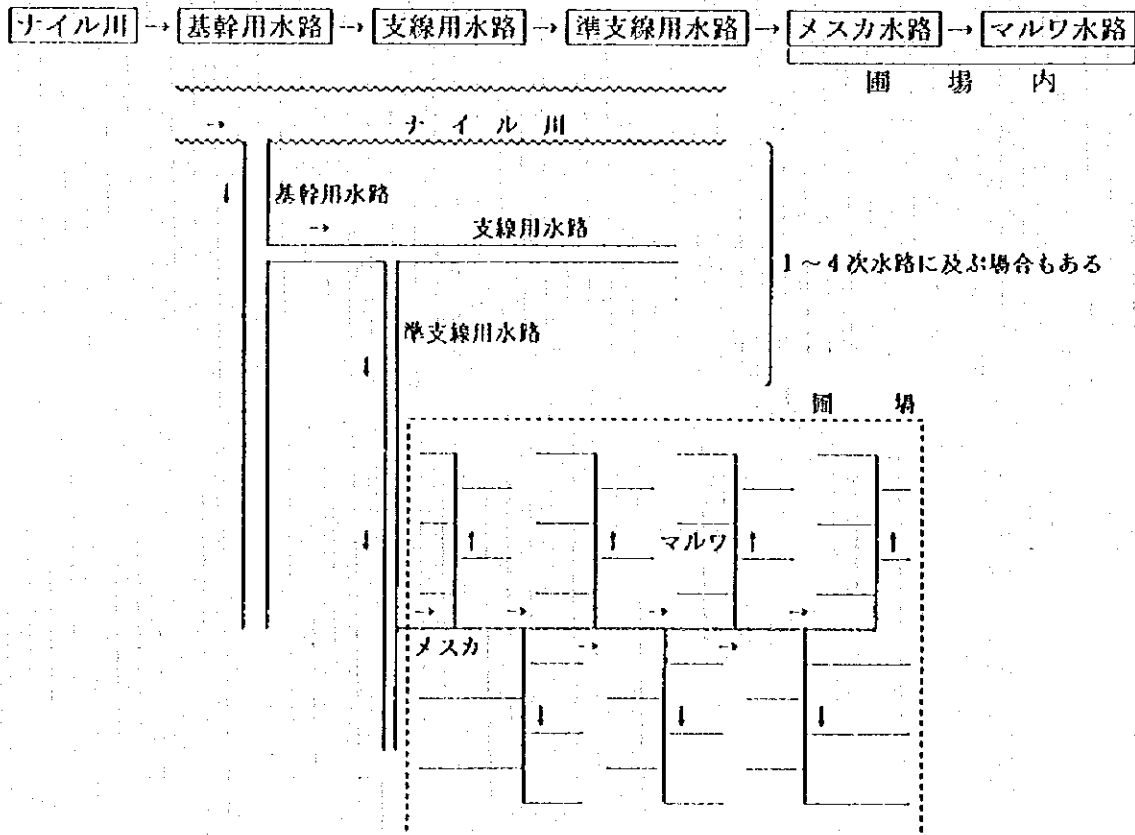


図6-1 ナイル川の配水系統概念図

(1) ナイルデルタ

ナイルデルタにおいては、ナイル川からの取水のために、デルタ入り口部に位置するデルタ堰、ダミエッタ分流の中流部に位置するジフタ堰、その下流部に位置するファラスコー堰、ロゼッタ分流の下流部に位置するイドフィナ堰が設けられている（図6-2）。

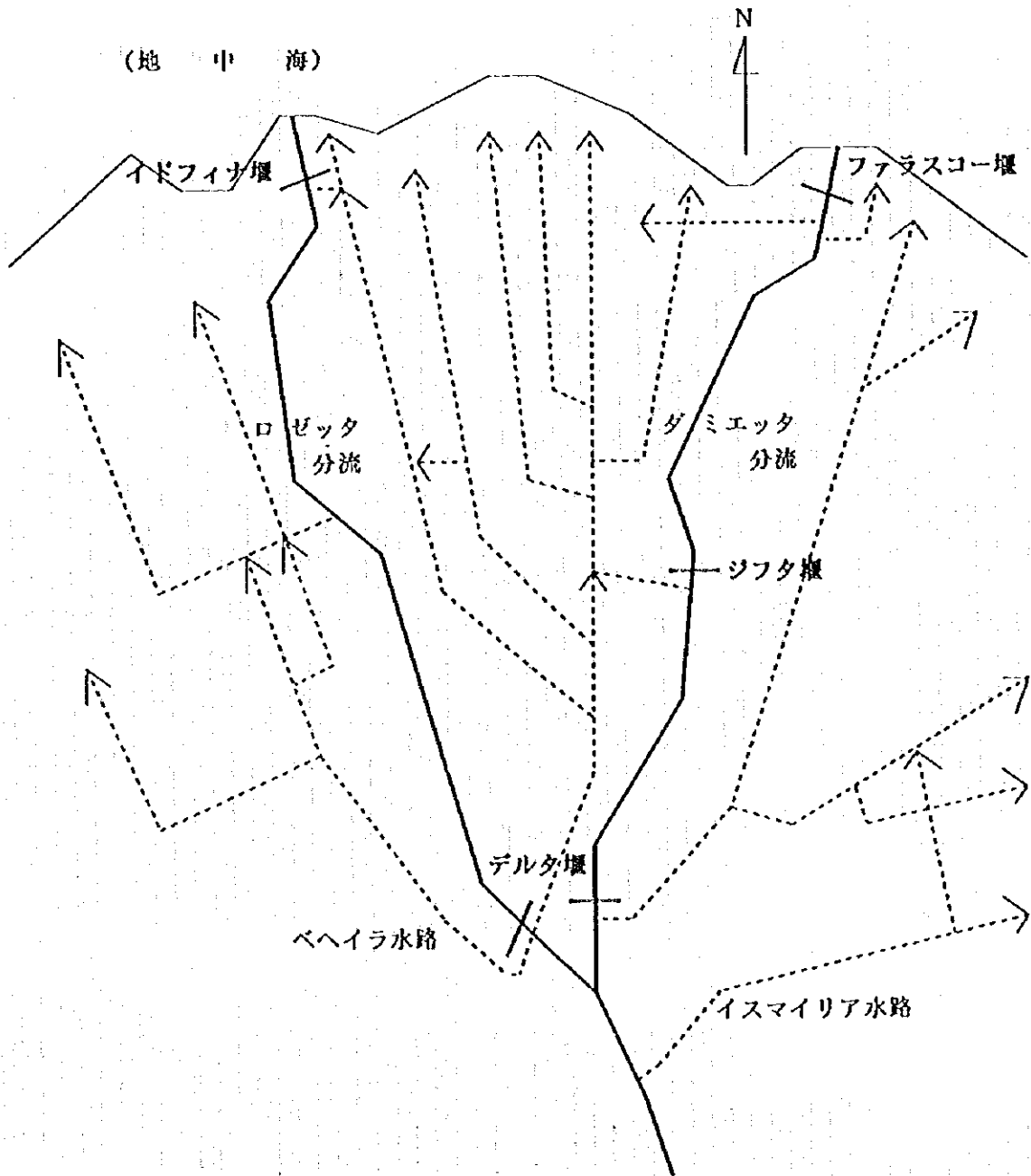


図6-2 ナイルデルタの配水系統

(2) ナイルバレー

アスワンハイダムからデルタ部に至までのナイルバレーは、ナイル川からの取水のために、上流からエスナ堰、ナグハマディ堰、アシュート堰の順で設けられている。特に、アシュート堰下流の右岸及びアスワングダムとエスナ堰間の両岸からの取水は、主にポンプによる取水に頼っている状況にある（図6-3）。ナイルデルタ及びナイルバレーにおける施設規模は表6-1のとおりである。

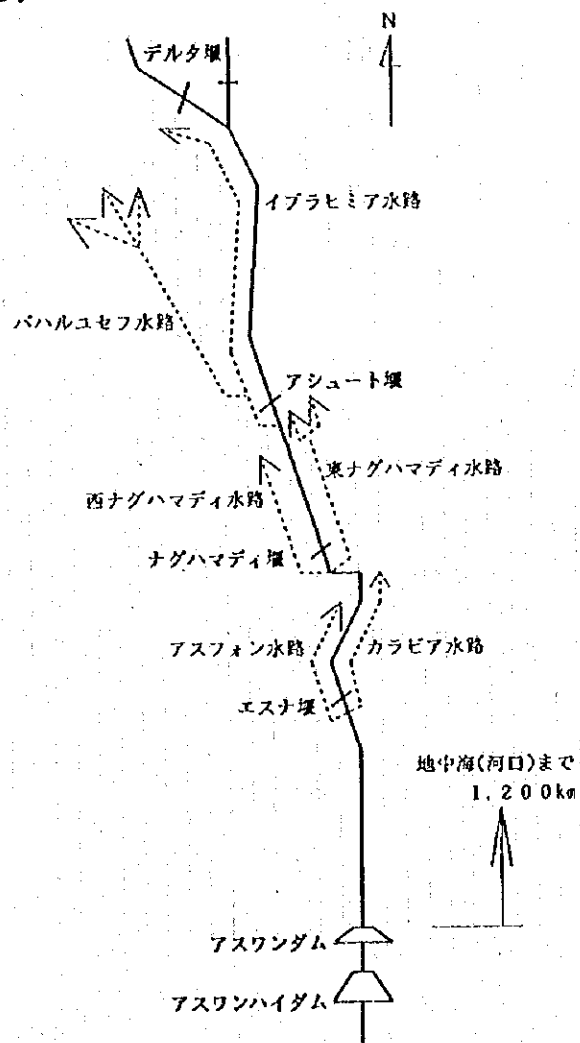


図6-3 ナイルバレーの配水系統

表6-1 ナイルデルタ・ナイルバレーでの施設規模

基幹・支線・準支線用水路	: 3.4万km
メスカ用水路	: 8万km
揚水機場	: 516カ所
(揚水対象農地: 90万フェダン; 37万8000ha)	

### (3) 排水系統

排水路網については、ナイルデルタにおいては、主に地中海に向けて排水されており、一部にロゼッタ分流及びダミエッタ分流への排水もみられる。また、アスワンハイダムからデルタ部に至る間は、ナイル川への排水のほか、アシュート堰以北の左岸ではバハルユセフ水路へも排水されている。

#### 6-2 幹支線レベルの水管理の現状と課題

ナイル川から基幹用水路への分水からメスカ水路へ分水する前までの管理は、公共事業水資源省灌漑局が担当するが、メスカ水路への分水とその以降の管理は農民に委ねられている。なお、川水の管理は州単位で行われているが、州界の流量調整は「水位-流量表」により流量管理されているものの、州内の用水管理は水位により経験的に行われているのが現状である。

公共事業水資源省灌漑局内の実施体制は、灌漑部 (Irrigation Sector) 用水配水課 (Water Distribution) においてナイル川からの分水管理が行われ、分水後は2名の配水担当官が上エジプト及び下エジプトの2地域に分け、各々の所轄地域の配水と水路管理を管轄している。ナイル川からの分水後の配水と水路管理の実質的な作業は、各地の灌漑地方事務所 (Irrigation Directorate) の灌漑管理部 (General Administration for Irrigation) が行っており、同部の2名の灌漑監督官 (Inspector) が事務所の所轄管内を2つに分けて監督している。さらに、このように2つに分けた各々を4~5つの灌漑地区 (Irrigation Unit) に分け、各灌漑管区に灌漑管区事務所において同所の管区技師 (District Engineer) が各ゲートのゲートオペレーターに操作指示を与え、管理を行っている (図6-4)。

なお、今回現地調査を行ったジフタ堰の管理陣容は、現地での聞き取りでは以下のとおりであった。

- ・技術者：5名
- ・技術者補：3名
- ・管理人：2名
- ・作業人夫：170名

公共事業水資源省 (Ministry of Public Works and Water Resources)  
 灌漑局 (Irrigation Department)

(ナイル川における分水を管轄)

灌漑部 (Irrigation Sector)

用水配水課 (Water Distribution)

(分水後の所轄地域の用水路を管轄)

上エジプト地域担当官 (First Undersecretary for Upper Egypt)

(所轄管内の基幹用水路から準支線用水路に至るまでの用水路を管轄)

灌漑地方事務所 (Irrigation Directorate)

灌漑管理部 (General Administration for Irrigation)

(所轄する4~5管区を総括し毎日のゲート操作を水位で指示)

灌漑監督官 (Inspector)

(オペレーターにゲート操作を行わせ監視・記録・報告)

各灌漑管区事務所 (4~5管区)  
 (Irrigation Units)  
 管区技師 (District Engineer)

(人夫を使い手動でゲートを操作)

各ゲートオペレーター

(所轄する4~5管区を統括し毎日のゲート操作を水位で指示)

灌漑監督官 (Inspector)

(所轄管内の基幹水路から準支線用水路に至るまでの用水路を管轄)

各灌漑地方事務所 (Irrigation Directorates)

(分水後の所轄地域の用水路を管轄)

下エジプト地域担当官 (First Undersecretary for Lower Egypt)

同上

図6-4 灌漑用水の配水管理組織



## 6-3 末端灌漑システムの現状と課題

### (I) 末端システムの概要

#### 1) 伝統的な灌漑システム

ナイルデルタ地域の農業生産は、紀元前3200年に遡る古い時代から、ナイル川の季節的増水に頼ったベイスン灌漑に依存してきた。

ベイスン灌漑とは、堤に囲まれた4000~1万7000ha程度の農地(ベイスン)に、洪水が到達した段階で、平均7~8箇所の導水路を開いて洪水を導水し、湛水状態のまま40~60日間程度水深を1~2mに保ち、土中水分を十分涵養した後、減水し、残水を再びナイル川に放水し、作付けを行うものである。このベイスンは、原始的には、ナイル川から砂丘段丘崖間で直角に築堤し、これと川沿いの自然堤防、段丘崖とで囲い込まれてできた農地で、内部は、人力で均平化された状態であった。その規模は、ナイル川の勾配に従って、川沿い方向に10km以上、幅は谷の形状によって2km~10kmにも及ぶもので、さしずめナイル川沿いに造成された壮大なテラスであった。

このように、ベイスン灌漑システムは、次のような当地域の立地特性によって生みだされた優れた灌漑方法である。

- ①ナイル川は長大な河川で、河川勾配が非常に緩やかであること
- ②ナイル川の洪水は雨期に周期的に発生するものであること
- ③ナイル川の洪水期と渇水期の水位変動が大きいこと

ベイスン灌漑は、もとより自然現象に依拠しているため、作付時期や作目に制限を受け、生産力にも限界はあったが、一方では、洪水による土中塩分の流去や上流から運ばれる肥沃なシルト、粘土分などの土壌の供給によって、生態学的バランスが確保され、持続可能な農耕が営まれてきた。

#### 2) 近代エジプトにおける灌漑システムの発展

19世紀以降、近代化の機運のなかで綿花が導入された。綿花は春先に作付けし、10月に収穫する夏作物であり、地力維持のうえからも他の作物との輪作が必要であるため、周年灌漑に移行するようになってきた。すなわち、低水期にもナイル川からの導水が可能となるよう、底の深い水路網の整備と、この水路から農地へ用水を汲み上げる水車(サキア)などが整備されるようになった。

次いで、低水期におけるナイル川からの取水位を確保するため、取水堰(BARRAGE)が建設されるようになり、1861年にはナイルデルタの基部にあたるロゼッタ、ダミエッタ分流の2か所に、旧デルタ堰が完成するなど、イギリスの占領支配下において、今日の主要水路体系と後に述べる輪番灌漑体系がほぼ整ってきた。そして、ナイルデルタの広い範囲で通年灌漑が行われるようになった。エジプトの耕地面積、延べ作付面積は、これら通

年灌漑の普及と相まって急激に拡大した。

一方、1902年にはアスワンダムが完成し、ナイル川の増水期の水を貯流する積極的な利水技術が導入された。当初の貯水容量は約10億 $m^3$ で、ナイル川の年間流量に比べて規模の小さいものであったが、その後1933年には、50億 $m^3$ に嵩上げされた。さらに、1960年に旧ソ連の資金援助により貯水量840億 $m^3$ のアスワンハイダムが着工、1970年完成するに及んで、ナイル川の年間を通じた流量調節が可能となり、基幹利水体系の基礎は完成した。エジプトではこれによって、新規農地の開拓、用水量の大きい水稲の作付け増などが進んだ。

このように、ナイルデルタ地域において周年灌漑の歴史は、まだ200年足らずであるが、現在までに次のような発展経過をたどっており、今日焦眉の課題は、末端灌漑システムの改良である。

- ① ベイスン灌漑から通年灌漑システムへの移行
- ② 通年灌漑による地下水位上昇及び塩害対策としての排水改良事業の実施
- ③ 砂漠地域における新規農地開拓の実施
- ④ 末端レベルの灌漑システムの改良

### 3) 末端灌漑システムの現状

ナイルデルタ地域における現在の水路システムは、ナイル川～取水堰 (Barrage) ～基幹用水路 (Principal canal、バハル・ラーヤ等の名称がついている)～幹線用水路 (Main canal)～支線用水路 (Branch canal)～準支線用水路 (Tertiary canal/Delivery canal)～末端用水路 (Mesqa、メスカ)～圃場用水路 (Marwa、マルワ)へと枝分かれし、順次小規模な水路へ分水している。

これらの水路は、ほとんどが素掘構造で、このうち、取水堰から準支線用水路までは、国 (公共事業水資源省) が所有し、直轄管理している。一方、末端用水路 (メスカ) 以下は、用地、施設とも農家レベルの所有・管理におかれている。

メスカの支配面積は100～500フェダン (42～210ha)、マルワの支配面積はおおむね20フェダン (8.4ha) 程度以下といわれる。メスカの総延長は、全国で8万km以上に及ぶが、幹線部分と比べて、維持管理体制の違いもあり、概して、取水部開閉ゲート・末端部制水ゲートなどの施設の破損、管理の粗放化が目立ち、通水能力不足や夜間における無効放流の発生、農村生活における水辺利用モラルの低下など、さまざまな問題を生じている。

灌漑用水は、支線用水路までは連続送水されているが、準支線用水路以降は間断送水となり、輪番灌漑が行われている。農地への取水については、支線用水路末端部での例外を除き、原則として準支線用水路以外からの直接取水は認められず、灌漑スケジュールに従って、政府の出先機関である灌漑管区 (mufattishiya) で決めた取水口からメスカへ配水されている。準支線用水路への間断送水方式は、地域や季節による差異があり、基本的に次

のような送水・断水のパターンが設定されている。さらに、その準支線水路の通水期間の中で、それぞれのメスカに分水する日としない日が定められる。

- ① 4日灌漑4日断水（デルタ夏作、稲作地帯）
- ② 7日灌漑7日断水（デルタ夏作、綿花地帯）
- ③ 4日灌漑8日断水（一般夏作）
- ④ 5日灌漑10日断水（上エジプト地域冬作）
- ⑤ 7日灌漑14日断水（デルタ冬作）

メスカ水路の敷高は農地より低く、一般に農地面下50cm～1m程度に水路の水位がある。このため、メスカから最末端のマルワへの取水は「汲上げ方式」が必須となっている。こうした設計思想はデルタ下流部の平均地形勾配が1/10,000と緩勾配なため、水路を農地より高くできないという地形的要因のほか、水路から横方向の浸潤水による沿線農地の湿害防止、「汲み上げ＝揚水」という一定の負荷を与えることによる過剰取水を防止するなど、さまざまな理由によるものと考えられる。

揚水は、サキア（肉牛、水牛等の畜力を利用した螺旋形の水車）やタンブール（tambour、アルキメデス・スクリューと呼ばれる人力手回し揚水具）、シャドーフ（shaduf、はねつるべ）などさまざまな伝統的揚水器具が使われていたが、揚水能力としてはサキアが優れ、デルタ地域では最も普及した。サキアの揚水量は20～40l/sであり、これを1～10軒程度の農家が利用している。この共同利用単位は「サキアリング」などと名付けられ、出資持分に応じて、利用時間や灌漑の順番、維持修繕費に対する分担まで決まっている。しかし、農家にとって、揚水の労力、経費は莫大なもので、家畜もサキアの連続使役には耐えられず、肉牛1頭当たり1回2時間以内、1か月に6時間以内としている。近年、サキアに代わって5～8ps級、揚程2mで30～50l/s程度の能力を有する小型エンジンポンプが急速に普及しており、機動性（台車付きのため移動可）、揚水能力などから利用が拡大している。この結果、サキアはポンプ故障時の補完的な機具となりつつあり、取水の自由度は向上し、個別的水利用が増加している。

## (2) 末端灌漑システムの課題

### 1) 上流部における過剰灌漑と未熟な水管理技術

農家は、輪番灌漑の送水日に、メスカからの内への取水を行うが、取水は基本的に日中のみで、午前中に集中する。メスカの上流部では、下流部に比べ優先的な取水が可能のため、十分な浸潤水により次回の灌水日までの断水期間を乗り切ろうとしたり、綿花栽培地では、刈取り後の茎を抜きやすくするための土壌膨軟水化用水として利用するなど、ベイスン灌漑以来の経験的な意図が働き、できるかぎり「たっぷり」と灌水する傾向がある。

特に、圃場の均平度が悪いために、微高地を基準に多量の灌水を行い、余水を排水路へ流している場合もある。

既往の調査資料によれば、1回当たりの灌水量は50～100mm程度となり、前作から期間をおいた時の作付開始時（第1回目）の灌水量は200mm近くにも達するというデータがあるが、ナイルデルタの土壤は、保水力もさほど高くなく耕盤も形成されていないため、1回の灌水量を多くしても有効土層内に土壤水分として保持できず、ロスにつながっている。この結果、上流部では「過剰灌漑」が一般化しており、結果として最適水分状態の場合に比べ収量低下を惹起していると考えられる。

また、未熟な水管理技術のために、用水の灌漑効率は総じて低い。このため、1回当たりの適正な灌水量と間断期間の設定や、多作目の栽培に対応した灌水計画を検討し、より適切な灌漑計画を基準化して、節水型の灌漑システムを実現する必要がある。

## 2) 不公平な水配分と末端部における水不足の発生

上流部での優先取水・過剰取水は、当然のことながら下流部での用水不足を引き起こす。近年、サキアに代わって増加したディーゼルエンジンポンプは、取水強度が大きく、用水の集中取水に拍車をかけている。また、現況のメスカ水路は土水路で、間断通水を繰返すため浸透ロスが大きく、老朽化・管理の粗放化が進んでいるうえ、容量の不足もある。メスカレベルでの損失率は、30～60%に達するとの調査報告もあり、これらが渾然一体となって、メスカ下流部での用水不足の原因となっている。

これらに対して、ハード面の整備、ソフト面の調整を通じて、水不足解消対策を進めることが求められている。

## 3) 施設の老朽化と用水の無効流出

用水は、日中のみの取水となる（サキアやエンジンポンプの夜間稼働は困難、その他の理由による）ため、夜間には、準支線水路やメスカの低下している水位を回復させることが望ましい。しかし、堰のゲートなど施設の老朽化が進んでおり、末端部において、制水ゲートがなかったり破損している場合には、水路内に貯流できず、下流の排水路へ無効に放流されているとの指摘がある。

このため、用水不足対策及び新たな水需要にこたえるために、ファームpond機能を含めた水路内貯留計画の検討が求められている。

## 4) 固定的輪番制による水利用の制約

農業生産における国の作目統制の緩和が進むなか、農家は、水分多消費型でも収益性の高い作目を選定しようとする動きがあり、また、地域ごとの作目適性を見ながら新品目の導入も試みられ、水系の必要水量は増加しているが、固定的輪番制によって利用可能性が制限され、作物の作期ごとの水消費特性の農作業計画に対応した柔軟な水利用が困難な状

況にある。

したがって、常時灌漑の実現や、水管理の改良による用水確保によって、多彩な用水需要にこたえうるシステムの創出が期待されている。

#### 5) 維持管理組織体制の不備

エジプト国の灌漑行政・法制度の体系は、19世紀後半にイギリスの支配下に確立された。その後部分的な改編はあれ、その内容は一貫して行政主体の施策展開であり、暗渠排水や新規開拓の実施は、一般農民がほとんど関与することなく、政府の上からの決定で行われてきた。用水管理も基本的に政府の中央集中管理により配分・管理がなされるが、その範囲は準支線水路レベルまでであり、メスカレベルの用水分配は、集落内の農家相互間の秩序に委ねられてきた。

近年、農家の共同作業が減少したなかで、個々のサキア利用グループは別として、1本のメスカ全体を統合する水管理組合など、権限を備えた維持管理組織が存在するところはほとんどない状況にあるが、作付けの自由化やサキアに代わるエンジンポンプの普及に伴って、末端圃場レベルの均等で安定した配水を確保するための水系の水利調整、新たな水利秩序形成への誘導がますます重要になっている。

#### 6) 重い維持管理費の負担

農家にとって、メスカから圃場レベルまでの灌漑揚水の負担と経費は、前述のように大変大きなものである。このため、水利体系の改善や施設の統合などによって、灌漑のランニングコストの軽減、生産力の向上を図ることが求められている。

また、エジプト国では、各種の規制緩和と民営化を進めるなか、灌漑施設の維持管理についても、効率化と農家の費用負担によって、膨大な国家支出負担の削減をめざしており、こうした背景から末端灌漑システムの改善が重要な課題となっている。

#### 7) 水路の水辺環境の悪化

ナイルデルタ地域では、用水路の流水が生活のうえでも大変貴重な雑用水となっているが、水路への生活排水流入、ゴミの投棄が顕在化しており、水路の水辺環境の荒廃が目立っている。

また、土砂も堆積して水質の富栄養化が進んでいるため、取水口付近など流れのよどむ箇所には、ホテイアオイが異常繁殖しており、これが取水などの支障になって末端灌漑システムの機能低下を助長している。これに対処するため、国に委託して水路の機械浚渫を実施しているところも多い。

末端水路の維持管理体制の構築とともに、水辺環境のモラルの高揚などを図ることが課題となっている。

## 6-4 既存プロジェクトによる末端灌漑システムの改善状況と課題

### (1) 米国の灌漑制度改良プロジェクト支援の経過

#### 1) EWUP

エジプト国は、1970年代後半以降米国の主要な援助対象国となり、そのなかで灌漑制度の改良に大きな力が注がれてきた。水利用の効率化に係る最初のプロジェクトは、1977～1984年にエジプト国灌漑省・農業省と米国国際開発庁（United States Agency for International Development: USAID）の共同調査事業として実施されたエジプト水利用及び管理プロジェクト（the Egypt Water Use and Management Project: EWUP）である。

このプロジェクトでは、デルタ北部のカフルエルシェイク県アブラーヤ地区をはじめ3箇所において、合計9100フェダン（3822ha）の実験地区で、圃場の水管理、水配分システム、圃場の整地、農民の組織化、技術指導、連続灌漑、その他のテーマに調査が行われた。そして、水路装工、パイプラインメスカ化、高水位メスカなどが建設された。しかし、その成否は農家による水管理組合の組織化などが鍵を握っており、評価も分かれている。

#### 2) IIP

USAID の技術・資金協力のもとに、EWUP の成果を引き継いで、具体的に取り組まれた大規模な末端灌漑システム改良が、灌漑改善事業（Irrigation Improvement Project: IIP）である。IIP は、エジプトにおける初の本格的事業として、1988年から1996年までの8か年にわたり実施されたもので、末端圃場レベルの灌漑改良に係るさまざまな課題に対応するとともに、この改善によって期待される用水量の節減を新規農地開発に振り向けるなど、国家命題を受けて推進された灌漑改善の先導的プロジェクトである。

USAID では、全国で合計約40万フェダン（6万8000ha）弱に及ぶ17地域を選定し、フイービリティスタディを実施した。そして、最終的には、このうち約1/4に当たる全国の10県10地区（デルタ地域4地区、ナイルバレー地域6か所）10万6000フェダンの地域において、支線用水路～メスカの水配分システム改良計画に基づく水路の改築や灌漑改善指導体系の整備などを実施した。

エジプト政府は、このプロジェクトの実施部門として、公共事業水資源省（MPWWR）灌漑局の中に「灌漑改善部」（Irrigation Improvement Project Sector）を設置し取り組んだが、USAID は、物的改善と制度的改正の両面にわたってこれを全面的に支援した。本プロジェクトに係る USAID の援助予算規模は、8か年で延べ7000万US\$に達している。

### (2) USAID による IIP の灌漑システム改善状況

#### 1) プロジェクトの目標

IIP が目標とする基本的な考え方は次のとおりである。（図6-5）

- ①末端準支線用水路を間断通水から常時通水 (Continuous Flow) に変更する。
- ②末端の水需要に対応できる用水管理システムへの改善を図る。
- ③圃場面より低い現況のメスカを重力灌漑の可能な高水位メスカに改善する。  
(農家の個別用水方式からメスカ先端部での共同一括揚水方式 (One point lifting) への変更)
- ④灌水スケジュールに基づくメスカごとの自主的な流水管理、水路/共有ポンプの維持管理、水利紛争の調整を行う水管理組合 (Water User's Association: WUA) を結成させる。
- ⑤農家に対して水管理組合の設立や運営指導、新たな灌漑システムへの円滑な適応などを指導する灌漑改善指導部門 (Irrigation Advisory Service: IAS) を設置する。
- ⑥公共事業水資源省に対して、事業管理能力、運営方針策定能力を育成するための職員の資質向上、設備の充実のための技術援助を提供する。

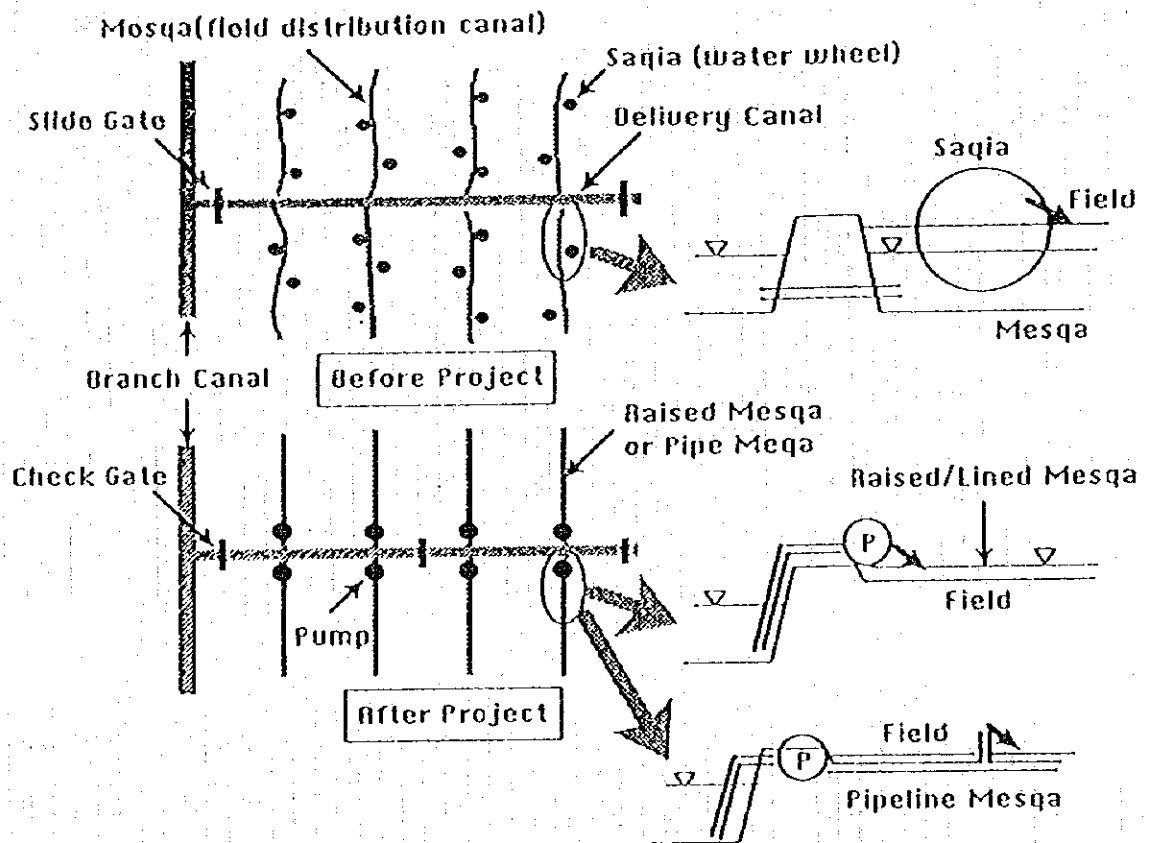


図6-5 IIPにおけるメスカレベルの施設改良概念図

## 2) 事業の目的

HPの説明資料によると、プロジェクトには次の目的が掲げられている。

### ①経済的目的

- (a) 作物の増産
- (b) 灌漑施設の維持管理費の節減
- (c) 揚水作業の合理化、効率化による燃料エネルギーと経費の節減
- (d) メスカ改良と揚水の統合による水管理労力時間の節減
- (e) 灌漑効率の向上と水資源の有効利用

### ②社会的目的

- (a) 農家の灌漑改良事業・維持管理への参画を通じた国家への求心力の高揚
- (b) 統合ポンプの利用を通じた関係農家間の連帯感、協力体制の構築
- (c) 用水の常時安定供給を通じた過剰灌漑、水利紛争の抑止

### ③保健環境目的

- (a) メスカのライニング化・パイプライン化を通じた雑草繁茂及び滞水の防止
- (b) 住血吸虫やマラリアなどの病原媒体生物・昆虫の発生、生育の抑制
- (c) 雑草、停滞水の除去による景観、生活環境の改善

## 3) 具体的な事業内容

### ①準支線用水路の改良

公共用水路の末端である準支線用水路については、全国の8地区10万6311フェダン(4万4650ha)の受益地において、合計4144万エジプトポンド(£E)の費用を投じて改修し、従来の間断通水から連続通水に変更した。

取水ゲートは自動化(アピオゲート)され、水路の分水地点直下流には下流水位調整ゲート(アビスゲート)が設置されて分水操作の改善が図られた。平均事業費は390£E/フェダンである。

### ②メスカの改良

メスカの改良は、全国の9地区、6万3730フェダン(2万6767ha)の受益地において、合計7580万£Eの費用を投じて実施され、次の①の方法によるポテンシャルを高め、②または③の方法で高水位メスカとして、重力灌漑の可能なメスカに改良している。平均事業費は1190£E/フェダンである。

#### (a) 始点一括揚水

従来のメスカに設置されていたサキアなど多数の揚水施設を廃止し、メスカの取水地点(始点)1箇所ですべて共有統合ポンプにより揚水し、自然流下できるように改良する。



(b) 敷高上昇メスカ (raised mesqa)

コンクリート2次製品などを組み立てた開水路方式で、圃場及びマルワへ重力灌漑できるように従来のメスカより敷高を高くしたメスカに改良する。

(c) パイプラインメスカ (piped mesqa)

メスカ始点に設置されたスタンドへ揚水し、ここからポリ塩化ビニールパイプによる自然圧の管水路方式で自然流下させるもので、圃場及びマルワへの給水はアルファルファバルブによる。

なお、敷高上昇メスカとパイプラインメスカの選定は、地元の農家が行うとのことだったが、現地調査においては、延長が長くなると(例えば900m以上)パイプは不可との話が聞かれた。現地で視察した始点部のスタンドは非常に小規模のもので、吐出圧も小さく動水勾配が緩勾配なため、上・下流の均等配水が難しいこと、堆砂を防ぐための最低流速の確保に苦勞すること、事業費問題などがその理由と考えられる。

IPPでは、改良メスカの利点を次のように説明している。

(a) 土地の節約

エジプトでは農地が非常に貴重である。パイプラインの場合には、直上部の土地利用のいかんにかかわらず最短距離で配置でき、旧メスカの水路用地がほとんど農地として利用できる。また、敷高上昇メスカでも法面の縮小、線型改良で、潰地が少なく増歩となる。パイプライン方式の事業完了地区における抽出調査では、増歩率の実績は受益面積に対して1.0%となっている。

(b) 用水の節約

コンクリート装工の水路は地中浸透によるロスがなく、パイプラインでは更に蒸発ロスもない。このため用水の節約、維持管理費の節減となる。事業完了地区における抽出調査では、メスカの送水効率が30~40%向上しているとの報告がある。

(c) 労働力の節約

改良メスカは、雑草繁茂の抑制、浸潤抑制による隣接農地への排水不良(湿害・地盤軟弱化)問題、水路の清掃作業の軽減が図られ、作業性の向上、労力の節約になる。灌漑に要する時間は、約50~60%程度低減している。

(d) 維持管理費の節約

メスカ始点部での統合揚水は、小型ポンプより有利であり、1作当たりの揚水経費は25~40£ E/フェダン程度節減されたとの調査結果がある。また、メスカの維持管理経費も従来6~12£ E/フェダンであったものが、1~2£ E/フェダン程度に低減したと報告されている。

過剰灌漑も抑止でき経済的である。

(e) 公平な水配分の実現

改良メス力は、各圃場へ均等に必要な用水供給を保証しており、上下流間の不公平な水配分を解消し、WUAによる管理への取り組みを容易にした。

(f) 農作物の増収

水管理改良による適正灌水及び湿害防止等により生産量が6～12%増収するようになった。

③灌漑改良指導課 (IAS) の設置

灌漑システムの変更に伴って、用水利用者 (農家) に対する灌漑技術の向上指導を円滑に実施するために、1989年に大臣布告第53号をもって、公共事業水資源省内に特別の専門組織として設置されたのが灌漑改善指導課 (Irrigation Advisory Service: IAS) である。

IASには、総括 (General Director)、業務 (Director of Operations)、組織化 (Director of Formation: Training) の各責任者と水利用の専門家が配属され、その下に操作管理や組織形成、技術研修の担当者を配置している。

また、各地方管理区には灌漑改善助言指導責任者 (Director of IAS) が配属され、地方責任者として管区における水配分、水利用、農家の組織形成支援を担当する専門技術者を統括している。圃場レベルにおいては700～800フェダ (294～336ha) ごとに現地指導員 (Field Agents) が活動を行っており、その上に現地指導員8～10人に1人の割合で、これを統括する現地監督員 (Field Supervisors) が置かれている。

IASの主な活動内容は、メス力改良に関する農家支援、水利用関係業務、水管理組合及び関係機関との連絡調整である。

(a) メス力改良に関する農家支援業務

課題の発掘・診断、メス力改良のためのデータ収集、改良工事の計画・設計・実施、ポンプの調達及び操作運用、農家水利組合の設立・運営指導、農家組合員に対する研修等

(b) 水利用関係業務

メスカレベルの水管理・土地利用に関する指導、新技術の導入指導、各種情報提供等

(c) 各種機関との連絡調整業務

灌漑に関係する各種機関 (堰管理事務所、農協、地方銀行、普及所、排水事業庁、資機材会社、研究機関) との連携確立、連絡調整、水管理組合の準支線水系単位の連合化支援

#### ④水管理組合 (WUA) の設立

水管理組合 (Water Users' Association: WUA) は、メスカを利用する関係農家によって組織される民間組織で、灌漑排水法 (1984年法律第12号) の一部改正法 (1994年法律第213号) が1995年6月に発効し、その設立が法的に初めて認められるようになったものである。

エジプト国においては、灌漑の基幹施設が国の直轄管理におかれ、農家は、自己負担となる圃場への揚水機具 (サキア・小型ポンプ等) の運転経費の他は、水利費を負担するという経験を持っていない。また、揚水機具の共同所有グループは別として、メスカ水路の水利用と維持管理を統制する農家組織 (水管理組合) の枠組みは存在しなかった。

IIP においては、新たにメスカ単位に統合した揚水ポンプの運転操作管理及びこれにかかる経費の分担・徴収事務等を農家自身で運営させることにより、水資源の節約や維持管理費節減の意識高揚を図りたいとの考え方で組織化が進められている。また、USAID の支援で実施された IIP のこれまでのパイロット地区では改良工事の農家経費負担は要しなかったが、今後のメスカ改良については、末端灌漑管理の民営化という基本方針のもと、融資による支援 (20年償還無利子金・ただし10%の手数料加算) によって、事業費の全額が農家負担となる予定である。このためには、農家間の協調と連携を強め、水管理組合の結成を誘導することが不可欠であり、IIP のソフト面の柱として、プロジェクト地区で WUA の設立指導に力を入れてきた。今後の発展が最も期待される分野である。

IIP では、WUA の設立を誘導するために、次の7つの段階的手順を設定して指導している。

- (a) 導入段階 : メスカの全関係農家に対する啓蒙活動
- (b) 組織化段階 : 初期的な組合組織の結成手続き指導
- (c) メスカ改良準備 : メスカ改良の計画設計協議 (公共事業水資源省職員と農家との協議に基づく改良工法決定)
- (d) メスカ改良参加 : メスカ改良の工事の実施段階
- (e) 組合の活動開始 : 改良メスカの利用開始に伴い日常の操作・運営活動を指指導
- (f) 水管理組合連合化 : メスカ単位の WUA を準支線用水路単位などの更に大きな範囲で再編成を指導
- (g) 調査と評価段階 : 改良メスカ及び WUA 組織の機能/効果等を調査し、これを評価する段階

国の認可を受けた WUA には、当該組合員の中から選出された5人の役員 (代表者、副代表者、会計、事務局員) が置かれており、法人としての活動、発言権を有すると

もに、銀行口座を開設し、これによって、運営資金の管理や施設更新費用の積立でも行うことができる。

運営経費の負担方法には、いくつかの方法があり、それぞれの WUA の話し合いで決定される。

- ・ 灌漑ごと徴収型 たとえば1灌漑作業ごとに費用徴収 5 £ E/フェダン
- ・ 時間ごと徴収型 " ポンプ運転時間で費用徴収 2.5 £ E/hr
- ・ 作期ごと徴収型 " 1作期ごとに費用徴収 夏期 100 £ E/フェダン  
冬期 60 £ E/フェダン

USAID では、1996年までの8年間に、全国で1,112箇所の改良メスカを実施し、1112団体の WUA の設立を指導している。

#### ⑤灌漑技術者の育成

以上のような施設改良事業、農家組織形成指導に携わる公共事業水資源省の灌漑関係技術者の技術力・指導力の向上をめざして、さまざまな形での研修、技術援助を実施し、人材育成をする。

#### 4) USAID の援助実績

HPに係る USAID の援助実績は、表6-2のとおりである。

表6-2: USAID の HP 援助

援助内容	執行済額US\$	備考
技術援助① (Technical Assistance Contract) コンサルタント	17,284,578	実施機関 1988~1996
研 修 (Training)	1,871,000	
技術援助② (Technical Assistance Contract) コロラド大学	17,108,000	対象地域10県、10地区
備 品 (Commodity)	3,994,000	約106,000フェダン
現地運営費 (Local Operating Budget)	1,452,000	改良メスカ 1,112か所:
建 設 費 (Construction)	27,627,729	
評 価 費 (Evaluation)	232,000	WUA 設立 1,112団体
付帯経費 (Contingencies)	0	(設立途上を含む)
その他債務 (Other Liquidated)	68,000	関係面積 63,730フェダン
予 備 費 (Not Committed)	1,036,000	受益人口 約464,000人
計	70,673,307	

1996. 12月現在

## 5) IIP の効果

IIP の説明資料では、本プロジェクトの事業効果を表6-3のように測定している。

表6-3 IIP の事業効果

項目	内訳：(整備前-整備後) × 単価・単位費用		年効果額/ヘクタール
灌漑経費	(12 £ E/フェダン - 6 £ E/フェダン) × 22回 (灌漑回数)		132 £ E
灌漑時間	(6 hr - 2.5hr) × 1.25 £ E (時間当たり単価)		96 "
農作物増収	15% (増収率) × 1,000 £ E (フェダン当たり収入)		150 "
維持管理費			15 "
計			393 "
土地の節減	敷高上昇水路	0.45% × 30 £ E (フェダン当たり地価)	135 "
	パイプライン	2.0% × 30 £ E ( " )	600 "

しかし、用水の節水については、広域的な水収支としての評価が不明である。

### (3) IIP (USAID) 実施後の課題

#### 1) 実績と問題点

公共事業水資源省では、2017年までに総額260億 £ Eを投資して、全国の670万フェダン (281万4000ha) に及ぶ地域の灌漑システム改善を実施する長期計画をもっており、その達成を国家目標にして推進している。

USAID による IIP は当初、1995年までの予定であったが、終了期限を1年延ばし、1996年をもって完了した。また、当初は約40万フェダン (16万8000ha) に及ぶ地域のフィージビリティスタディを実施したものの、事業化されたのは約10万6000フェダン (4万4520ha) であり、しかも末端のメスカ改良が行われたのは、約6万3730フェダン (2万6770ha) にとどまっている。

こうした事業の経過について、調査の過程で関係者からさまざまな聞き取りをしたが、明確な回答は得られなかったように思われる。しかし、これらを総合して考えると、次のような問題点が推測される。

- ① USAID 方式による末端灌漑システム改良ではコストがかかり、事業量を伸ばせない。
- ② 節水効果やコスト面など、本方式について公共事業水資源省内でもさまざまな意見がある。
- ③ 農家に十分なインセンティブを与えられず、上下流部の関係農家の合意形成が困難化し

ている。

- ④農家には水利費負担の経験がなく、WUA の組織運営もまだ十分軌道に乗っていないため、整備後のポンプのメンテナンス費用等々の問題で、関係農家の理解が得られにくい。

## 2) 課題

以上を受けて IIP の課題を整理してみると次のとおりである。

- ①より低コストな末端灌漑システム改良方式の創出
- ②水資源のより効率的な利用、節水方策の創出
- ③受益農家に対するインセンティブの明確化及び経費負担に対する可能性、妥当性の十分な検討
- ④水管理組合の円滑な組織化と機能の充実、自立化の支援
- ⑤水管理組合の広域連携化

## 7. 水管理改善の技術協力の基本的考え方

### 7-1 USAID プロジェクトの評価

IIP は灌漑管理システムプロジェクト (Irrigation Management System Project: IMS) の1つとして1988年に開始され、各県(合計26県)に1地区を選定、フィージビリティスタディを行い、40万フェダン(16万8000ha)の末端灌漑施設の改善を目的としたもので、1995年12月に完了している。主な事業内容は、①メスカ水路のライニング化、あるいはパイプライン化、②揚水ポンプの合口 (Single Point Life)、③水管理組合 (WUA) の設立及び WUA によるメスカの OM で、これらによりメスカレベルの水利用量の節減、農業生産の増加、灌漑費用の節減、灌漑効率の向上、などの改善を行うものである。

IIP により1,112箇所のメスカが改良された。関係面積(地区幹線水路受益面積)は10万6311フェダン(4万4650ha)、メスカ受益面積は6万3730フェダン(2万6770ha)である。メスカレベルの受益面積1ha当たり事業費は約830US\$である。

公共事業水資源省は USAID の援助による IIP を高く評価している。メスカの改良により、①配水効率が30~40%上昇した、②揚水コストがフェダン当たり25~40£ E節減できた、③灌漑に要する時間が50~60%減少した、④作物単収が6~12%増加した、⑤メスカ維持管理費が6~12£ E/fed. から1~2£ E/fed. に削減できた、⑥メスカの上流と下流で配水の格差が縮小した、⑦農家の灌漑施設に対する所有・管理意識が向上した、などを効果としてあげている。このような効果をベースにして各地区の経済評価も行われている。以下に各地区の IRR を示す。1地区(エスナ県 Abbadi 地区)が Feasible ではないという評価結果によりキャンセルされたほかは、経済的観点から算定された IRR は最低でも11.7%、最高21.1%で、いずれも経済的に Feasible という結果になっている。

USAID の援助により実施された地区においては農家は事業費を負担する必要はない。ポンプなどの維持管理費を負担するのみである。しかし、1994年6月に灌漑排水法が改正され、WUA の設立が法的に認められるとともに、末端灌漑施設に係る事業費を水管理組合が負担するようになった。償還条件は、事業費に10%上乗せした額を無利子、20年間で返済、というものである。

財務的観点から、前述のとおりメスカ改良費は1ha当たり830US\$ (350\$/フェダン)である。農家の平均経営規模は1.5フェダン(0.63ha)であるから、1戸当たりでは525\$となる。したがって年償還額は、 $(525 \times 1.1) / 20 = 29$ \$/年(98£ E/年/戸)となる。これにポンプの OM 費(夏100£ E/fed、冬60£ E/fed)を加えると、平均的農家の負担は $98 + (160 \text{ £ E} \times 1.5 \text{ フェダン/戸}) = 338$ £ E/年/戸となる。冬作物を小麦、夏作物をメイズ、増収率を平均10%、作付率180%とした場合、メスカ改良前と改良後では：

改良前：小麦  $2,100\text{kg} \times 1.5\text{フェダン} \times 90\% \times 0.6\text{£ E/kg} = 1,071\text{£ E}$   
 メイズ  $3,190\text{kg} \times 1.5\text{フェダン} \times 90\% \times 0.5\text{£ E/kg} = 2,153\text{£ E}$   
 計 3,224£ E

改良後：小麦  $2,100 \times 1.1 \times 1.5\text{フェダン} \times 0.6\text{£ E/kg} = 1,971\text{£ E}$   
 メイズ  $3,190 \times 1.1 \times 1.5\text{フェダン} \times 0.5\text{£ E/kg} = 2,369\text{£ E}$   
 計 4,340£ E

改良前と改良後では、粗収益で1116£ Eの増益があり、生産費を引いた純益率は約30%であるから純益における増益分は368£ Eとなり、上記の農家負担分338£ E/年/戸は作物の増収により賄えると推定される。仮定に基づいた計算とはいえ、農家にとってはあまり余裕がないという印象であり、単位面積当たり事業費の低減とともに10%~20%の作物増収を期待したいところがある。また経緯は分からないが農民負担となるフェダン当たりのOM費は、零細農民が多いエジプトで妥当な額か否かも検討の余地があるのではないかと考えられる。パイロット地区として実施された地区は事業費の農家負担がないのでよいが、今後農家負担が前提となれば事業実施に対する農家の同意が得られにくい状況が出て来ないともいえない。事実、事業に対する農家の同意が得られず取りやめになった地区もあり、当初予定の40万フェダンのうち実施されたのは10万フェダンと4分の1にとどまったことも、コスト高とともに事実として認識する必要があるだろう。また重要なポイントである節水については、敷高上昇メスカ及びパイプラインメスカによってどの程度余剰水が産まれたのかも把握できない。公共事業水資源省内部においても「IIPは節水やそれによる新規開発にはつながらない」という批判もあるようである。今回、公共事業水資源省が日本の援助が実現するならば必ずしもUSAID方式にこだわらない（insistしない）と述べたが、それは、上記のような背景があるためと考えられる。

ベヘイラ県でIIPのもとに、メスカ改良が実施されたバラクタール地区の水管理組合長にインタビューした。その結果は以下のとおりであった。

- (1) 組合員から維持管理費を徴収している。徴収率は良い。
- (2) 上流、下流で時に応じて水配分の順番を変えられるようになり、水供給への信頼度が高まった。
- (3) 受益者のメスカを共有財産とみる意識が出てきた。
- (4) メスカへのごみ投棄がなくなった。

## 7-2 世界銀行プロジェクトの概要

USAIDの援助により実施された灌漑改善事業（IIP）を基にした灌漑改善事業の実施が、世界銀行を中心にドイツとオランダの援助で計画されている。その概要は世界銀行の評価報告書によれば次のとおりとなっている。



(1) プロジェクト目的

- 1) 灌漑施設の改良・用水の適正な配水・圃場レベルの水管理の改善
- 2) 三次レベル（メスカ水路以降）灌漑システムの農家による維持管理と、事業費の農家負担による長期にわたる持続性の改善
- 3) 灌漑分野における公共事業水資源省の計画・事業実施能力の強化

(2) プロジェクト地区

- |                                  |                          |
|----------------------------------|--------------------------|
| 1) Mahmoudia (Baheira 州)         | : 13万1000フェダン (5万5000ha) |
|                                  | (人口) 23.5万人 (農家数) 3.35万戸 |
| 2) Manaifa (Kafr El - Sheikh 州)  | : 4万2000フェダン (1万7640ha)  |
|                                  | (人口) 20.6万人 (農家数) 2.58万戸 |
| 3) El Wasat (Kafr El - Sheikh 州) | : 7万5000フェダン (3万1500ha)  |
|                                  | (人口) 21.3万人 (農家数) 3.55万戸 |

(3) プロジェクト内容

1) 配水システムの改善

①ライニング・水路勾配の補修安定化

- |                 |                                    |
|-----------------|------------------------------------|
| 一次水路（基幹用水路）     | : 70km                             |
| 二次水路（支線・準支線用水路） | : 680km (対象農地: 25万フェダン: 10万5000ha) |

②水路付帯構造物、流水制御施設等の更新

③二次水路（支線・準支線用水路）の流水制御ゲート及び中央制御システムによる一次水路（基幹用水路）の流水制御施設等の設置

④不足水量を補うための排水利用のポンプ設置

2) 三次水路（メスカ水路）システムの改善

①約2,700箇所の三次水路（メスカ水路）の取り入れ口における揚水ポンプの一元（合口）化

②三次水路（メスカ水路）の約1000kmのライニングと約1500kmパイプ化

3) 灌漑改善指導サービス (IAS) の設立

①三次水路（メスカ水路）レベルの水管理組合 (WUGs) と二次水路（支線・準支線用水路）レベルの水管理組合連合 (WUAs) における組織化と強化のための技術支援

②三次水路（メスカ水路）の維持管理における水管理組合 (WUGs) 員のトレーニング

③二次水路（支線・小支線用水路）レベルの水管理組合連合 (WUAs) の育成

④水の保全、環境問題、IIP の活動、事業費負担の調整などに関するマスメディアを通じたキャンペーンの支援

#### 4) 支援制度

- ①設計及び施工管理のための支援制度
- ②フィールドレベルの事業進捗、技術的概念、開発のインパクトのモニタリングと評価の支援制度

#### 5) 環境アセスメントとマネージメント

- ①オンザジョブ・トレーニングと技術支援による環境アセスメント及びマネージメントのための公共事業水資源省と灌漑改善部の職員の能力強化
- ②環境庁との協力による環境アセスメントのスクリーニングと評価のためのガイドラインの開発
- ③灌漑システム末端での水質、特に再利用された農業排水や土壌塩分のモニタリング

#### 6) 圃場レベル灌漑マネージメント・デモンストレーションプログラム

- ①灌漑効果、灌漑スケジュール、灌漑水量などを改善するための選定された約50圃場についてのデモンストレーション
- ②圃場の均平化、選定土壌への置き換え、その他より効果的な水利用技術の適用

#### 7) コミュニケーション

- ①マスメディア技術使用に関する公共事業水資源省のためのコミュニケーションプログラムの開発
- ②節水、サービスの改善、収量、収入に関する、三次水路（メスカ水路）レベルの水管理組合（WUGs）と二次水路（支線・準支線用水路）レベルの水管理組合連合（WUAs）のためのプロジェクトの開発

#### (4) プロジェクト費用

配水システムの改善	19,039.5千USドル
三次水路（メスカ水路）システムの改善	96,219.9千USドル
灌漑改善指導サービス（IAS）の設立	8,160.5千USドル
支援制度	10,746.6千USドル
環境アセスメントとマネージメント	1,150.9千USドル
圃場レベル灌漑マネージメント・デモンストレーションプログラム	1,564.7千USドル
コミュニケーション	2,759.5千USドル
予備費	42,674.0千USドル
合計	182,315.6千USドル

#### (5) 資金計画

	(内貨)	(外貨)	(合計)	
IBRD (国際復興開発銀行)	7.8	18.9	26.7	百万USドル
IDA (国際開発協会)	15.7	37.6	53.3	百万USドル
KfW (ドイツ復興金融金庫)	8.4	36.5	44.9	百万USドル
オランダ無償資金協力	2.0	1.7	3.7	百万USドル
エジプト政府資金	53.7	-	53.7	百万USドル
合 計	87.6	94.7	182.3	百万USドル

#### (6) プロジェクト効果

耕地約24万8,000フェダン (10万4160ha) の農家約9万5000戸が裨益することになり、主な作物では米11万8,000トンと小麦1万8000トンの増収が見込まれる。

経済的内部収益率 (ERR) : 25.2%

#### 7-3 末端灌漑システム改善の必要性

エジプト国の人口は現在の約6000万人から2001年には6790万人に増加すると予測されている。現在でも主食の小麦を輸入に依存しているエジプトにとって食糧増産は何よりも優先されなければならない。また農村に居住している人口が56% (1986)、農業就業人口が32% (1994/95) おり、社会経済的にも農業は重要である。一方で耕地面積が国土の約3.5%と極めて限られており、今後大幅に増加することは望めない状況にある。天水農業がほとんど不可能なエジプトでは灌漑水が不可欠である。

このような状況のもとでは効率的な灌漑が求められるが、過剰灌漑、灌漑ロス、夜間の無効放流など節水から程遠い灌漑が行われているのが現実である。末端圃場レベルでの水管理を改善しなければならない理由はここにある。しかし圃場水管理と一口に言っても、突き詰めていくと多くの要素が絡み合っており、ハード面の改善とともにソフト面を改善・強化することをも考慮しなければならない。末端の水利用者が農民であることを考慮すれば、農民及び農民グループも対象に含めなければ、本当の意味での圃場における効率的な水利用の実現は困難と考えられる。

#### (1) 灌漑施設の現状と対策

エジプトにおける現在の灌漑システムは、20世紀初めに一応の基幹施設とともに圃場レベルの末端施設も整備されたものである。一部の基幹施設は改修されてきているものの、現在の灌漑施設の状況は、老朽化と水管理の非効率化を余儀なくされる施設のまま取り残されて

おり、施設改修と併せて水管理の改善に対する協力の必要性は大きなものがあると考えられる。また、全土における全産業がナイル川に依存していることから、灌漑の改善による節水が全産業の底上げになり、耕地拡大にもつながることになる。そこで、灌漑の改善を図る場合、その対象を基幹施設と末端施設に分けて考えると次のとおりとなる。

- 1) 基幹施設：施設の改修・補修のための土木工事の投入及び水管理制御設備とそれを機能させる政府機関の体制整備が必要となる。
- 2) 末端施設：施設の改修に加え、維持管理と効率的な灌漑農業を持続させるための農家を参加させた体制・組織作りが必要となる。

末端施設がこれまで改善の対象から取り残されてきていることを考慮すると、優先すべきは末端灌漑施設（圃場レベル）の改善に対する協力であると考えられる。なお、圃場レベルの方がむしろ技術力が求められる面もある。また、USAID の協力で始まった末端灌漑施設への灌漑改善事業も緒についたところであり、その改善策もまだ検討の余地が十分あるものと考えられる。

## (2) 末端灌漑システムの構造と課題

エジプト、特にナイルデルタにおける灌漑の基本的な方式は、水源であるアスワンハイダムからナイル川と水路を使い自然流下により送水・配水され、末端のメスカ水路から揚水されるものである。一方、ナイル川の河川勾配が小さいことから、水路断面が大きくなり、水路水位が圃場面より低くする状況にある（図7-1）。

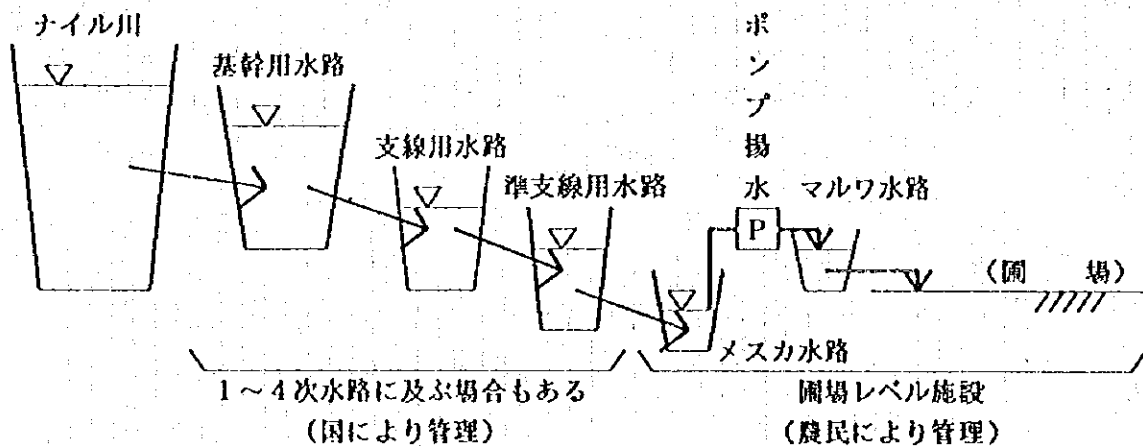


図7-1 灌漑システムの構造

このような現地条件を踏まえた改善策が求められるが、用水が圃場に到達する時点では圃場よりも用水路の水位が低くなるため、いずれかの箇所で揚水が必要になる。また、常時の水使用を可能にするためには、いずれかの箇所に調整池機能を持たせることが必要になる。末端灌漑システムを対象にした改善を行う場合、この2点は避けることはできない課題となる。この課題に対処するためには、圃場レベルの施設であるメスカ水路以降のみの改修では限界があり、メスカ水路の1つ前の水路(図7-1の準支線用水路)の改修も含めた検討が必要になるものと考えられる。

### (3) 末端灌漑システムの改善策

改善事業を促進し維持管理の持続性が維持されることが必要であり、次のとおりの改善策が考えられる。

1) 調整池の設置：作目・時期が多様化していく状況において、排水路への無効放流を小さくし過剰灌漑水をなくすためには、ナイル川からの分水後に供給量と使用量を調整し、必要時に取水できるようにする貯水施設を設ける。

→具体策：メスカ水路もしくはその直上流の水路を対象とした貯水システムの開発

2) メスカの改良：水路の改修とそれにあわせた揚水機能の改良が必要であり、工事費の低減化と補修が容易な改良方法と工法の現地適応技術を開発し、その費用を負担し維持管理する農民の組織化を図る。

→具体策：実証試験事業による現地適正技術の開発と農民参加による維持管理体制の構築

### (4) 末端灌漑システム改善のための技術協力

調整池の設置及びメスカ水路の改修のためには、上記に示した、貯水システムの開発、実証試験事業による現地適正技術の開発、農民参加による維持管理体制の構築、が必要になるが、このためにはメスカ水路の1つ前の水路を含めた範囲の圃場レベルの灌漑施設を対象にし、農村社会を含めた現地実証試験事業が必要になるものと考えられる。また、この現地実証試験事業の骨格としては次の事項が考えられる。

- 1) 圃場レベルへの揚水方法の実証試験
- 2) メスカ水路の改修方法の実証試験
- 3) 調整池機能を持たせる水路の選定と調整施設の実証試験
- 4) 農民の組織化と維持管理の実践による実証試験
- 5) 改善後における営農の実践による総合評価

上記の1) 2) 3) は相互に密接な関連があり、1つにセットされたものとして実証試験事業を行うことになる。また、実証試験事業において実証施設を数ケース施工して比較検討

することは、費用の面からも不効率であり、技術協力になり得るかとの疑問もあるので、実証試験事業は事前に改善策の絞り込みを行い、実施に臨むことが肝要であると考えられる。ただし、十分な検討と絞り込みのために、机上の検討のみでは限度がある場合は、この段階から必要な範囲に限り部分的に実証施設を整備し、その効果を確認したうえで改善策の検討と絞り込みを行っていくことも、必要に応じ取り入れて行く必要があると考えられる。

また、協力の対象が「圃場レベルにおける農民参加による水利用の合理化」であることから、技術協力の成果を生かして事業化がなされて、その事業の実施が拡大することにより、技術協力の成果が評価されることになると考えられる。さらに、技術協力に即応した事業化が必要であるとともに、事業化を軌道に乗せる初期の段階では技術協力とリンクさせることも必要であると考えられる。したがって、当初より事業実施の拡大までを見据えたプログラム（技術協力の各スキームと資金協力）をもって臨むことが肝要であると考えられる。