

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

### 2-1 プロジェクトの実施体制

#### 2-1-1 組織・人員

##### (1) 実施機関の組織

本プロジェクトの実施窓口は、図 2-1-1.1 に示す水資源灌漑省 (MWRI) 灌漑総局 (ID) 灌漑改善局 (IIS) であり、プロジェクト実施後の運営機関は灌漑局 (IS) が行うことになる。サコーラ堰の責任機関は西ミア地方灌漑局 (IDir.) であり、その傘下の西バハル・ヨセフ監督官事務所が直接の運用、灌漑水路の浚渫、取水施設などの付帯施設の運営・維持管理を実施することになる。

一方、プロジェクト対象受益地内には、各 2~8 ポンプ機場から構成される Sakoula の 2 系統の灌漑用ポンプ場があり、この他に対象受益地の排水を再利用する目的にバハル・ヨセフ灌漑水路に還元する 3 箇所の排水機場がある。地方灌漑局は各灌漑区事務所が計画する灌漑計画に基づき、ポンプ運転時期、時間を決定して各ポンプ場を指示することにより、灌漑を行っている。しかし、これらのポンプ場は、MWRI 傘下の機械電気局 (MED) が維持管理を実施しており、人件費、電気料金などすべての経費は MED 負担となっている。

##### (2) 既設サコーラ堰の人員配置

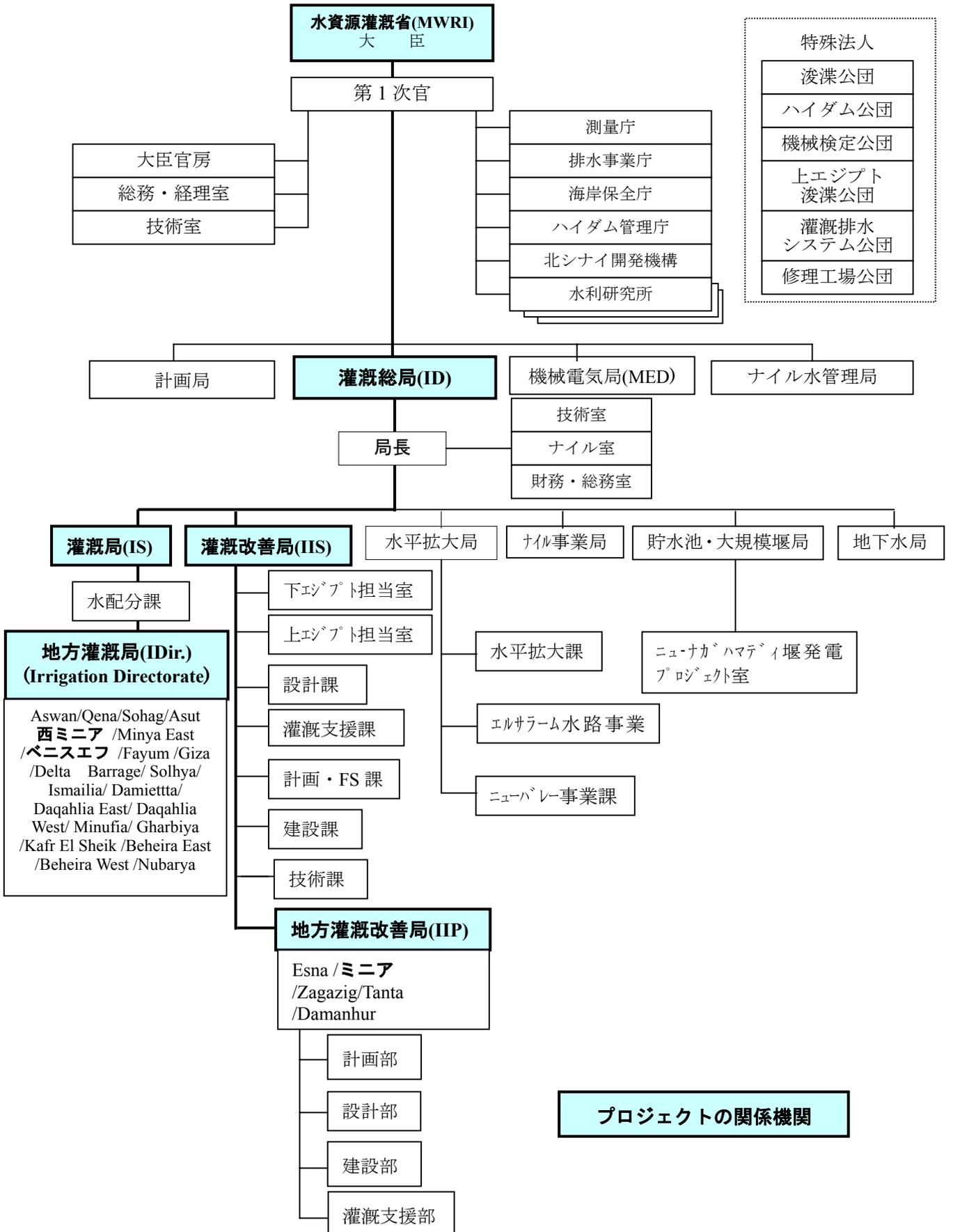
既設サコーラを管轄する事務所は、西ミア地方灌漑局 (IDir.) の傘下にある西バハル・ヨセフ監督官事務所であり、さらにその配下にあるエドワ灌漑区事務所が直接の運用・維持管理を行っている。下表にその人員を示す。また、ゲート操作の常駐オペレーターは、総勢 8 名(内 1 名チーフ)の 2 交代制で 24 時間管理を行なっている。エドワ灌漑区事務所に所属するテクニシャンが 1 日 1 回見回り指導を行なっている。

表 2-1-1.1 既設サコーラ堰運用・維持管理人員配置

担当役	西バハル・ヨセフ 監督官事務所	エドワ灌漑区 事務所	サコーラ堰 人員配置
1) 監督官長	1		
2) 実務技術者	3		
3) 実務技術補佐	2		
4) 灌漑土木技師	1	1	
5) 機械技師	2		
6) テクニシャン	11	22	
7) 事務員	18	3	
8) チーフ・ゲートオペレーター			1
9) ゲートオペレーター		29	7 (ワーカー兼任)
10) ワーカー	12	53	(7)
11) 運転手	3	1	
計	53	109	8

出典：西バハル・ヨセフ監督官事務所

図 2-1-1.1 水資源灌漑省組織図



### (3) 無償実施済み 2 堰の人員配置

無償実施済みラフーンおよびマゾーラ堰は、ベニスエフ地方灌漑局 (IDir.) がその運用・維持管理を行っており、人員配置は以下のとおりである。

表 2-1-1.2 ラフーンおよびマゾーラ堰の人員配置

人員	ラフーン堰	マゾーラ堰
テクニシャン	3 (ベニスエフ地方灌漑事務所)	
チーフオペレーター	1	1
オペレーター	6 (3 交代制)	4 (2 交代制)
ワーカー	16	9

出典：ベニスエフ地方灌漑局

### (4) 設定水位連絡体制

アシュート地方灌漑局にある水配分部が設定水位の変更を電話により、連絡する (2~3 日に 1 回程度の頻度) 体制を取っている。一方、サコーラ堰からは、1 日 2 度下流水位を上部に連絡している。

### (5) 水配分計画

水配分計画策定に関して、期別ごとに地方農業局が作付け計画を作成し、それに応じて地方灌漑局が期別の各水路への水配分計画を策定している。また、配水開始後、3 ヶ月以内に作付け計画の変更による必要水量の見直しを各地方灌漑局に求め、節水に努めている。

### (6) 農民負担

サコーラ堰の末端灌漑地区では、現在政府主導の改良メスカはないが、今後 MWRI はサコーラ堰の受益地に対してもメスカ改善計画を導入する意向を持っている。

「エ」国の灌漑では、“水はアラーからの贈り物” という意識が高く、水利費の徴収は行っていないが、上述した IIP による改良メスカ事業では、建設費の農民負担を求めている。一方で、IIP は傘下に IAS (Irrigation Advisory Service) を組織化し、農民に対する農業、灌漑技術の訓練・指導を実施している。

ラフーン堰下流のファユーム地区で実施されたメスカ改善事業を例に見ると、受益農家 400 世帯、受益面積 570 フェダンに対して、建設費約 LE 1,000,000 (LE 2,500/戸) を投入している。「エ」国政府は無利子の返済期間 20 年 (猶予期間 5 年間) のソフトローンをおこなっており、負担額は所有面積に応じて決められるが、一年間の返済額は約 250LE/世帯 (サコーラ地区の平均年間所得 LE 2,250/年) となる。サコーラ堰に隣接するセリー水路ではメスカ改善事業を展開中であり、既に農民による建設費の返済も始まっている。メスカ水路の暗渠化 (パイプライン) による農地の有効利用や灌漑用水の取水が容易となる点から農民の関心も高く、サコーラ堰受益地でのメスカ改善事業の展開も可能であると思われる。

## 2-1-2 財政・予算

### (1) 水資源灌漑省

各省庁は、年度予算を配分する“National Investment Bank”に年間予算を内貨と外貨に区分して要求する。内貨分には職員給与、維持管理費、国内で調達する資機材費などが含まれ、外貨分は外国からの購入、調達費用である。本プロジェクトの実施機関である水資源灌漑省の内、灌漑総局（灌漑改善局、灌漑局、水平拡大局、ナイル事業局、貯水池・大規模堰局、地下水局の6局で構成）の過去5年間のプロジェクト支出実績を示すと以下のとおりである。

表 2-1-2.1 「エ」国家予算と水資源灌漑省のプロジェクト支出実績  
単位：百万USドル、1US\$=4.88エジプトポンド(LE)

年 度	国家予算	灌漑総局（プロジェクト支出実績）				合 計
		内 貨	外 貨		計	
			無 償	有 償		
1997/98	—	60.0	11.5	2.9	14.4	74.4
1998/99	—	61.1	18.1	8.3	26.4	87.5
1999/00	453,608.0	69.1	1.8	7.2	9.0	78.1
2000/01	424,826.0	52.4	13.8	11.9	25.7	78.1
2001/02	—	64.0	16.8	18.5	35.3	99.3
平均	432,217.0	61.3	12.4	9.8	22.2	83.5
割合	—	73%	56%	44%	27%	100%

出典：「エ」国灌漑総局

### (2) 既設サコーラ堰の運営・維持管理費

サコーラ堰過去5年間の維持管理費の変遷を示すと以下のとおりである。オペレーション費とは、事務費、電気、電話、水道料金などで、メンテナンス費は修理費などを含んでいる。1998年には下流護床の保護を目的に大々的な捨石作業が行なわれた。

表 2-1-2.2 サコーラ堰の過去5年の維持管理費  
(単位：LE)

	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02
人件費	54,000	60,000	66,000	74,000	82,000
オペレーション費	3,400	3,900	4,400	5,200	5,800
メンテナンス費	65,000	1,000	1,100	1,300	1,500
合計(LE)	122,400	64,900	71,500	80,500	89,300
(万円)	275万円	146万円	161万円	181万円	201万円

出典：西ミア地方灌漑局

### (3) 既設ポンプ場の運営・維持管理費

対象地区における主要 2 ポンプ場 (Terfa および Sakoula ポンプ場) の過去 5 年間の維持管理費の変遷は以下のとおりである。

表 2-1-2.3 ポンプ場の過去 5 年の維持管理費

(単位：千 LE)

	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02
1)人件費	501	561	608	756	819
2)オペレーション費	4,063	4,149	4,490	5,100	8,129
3)メンテナンス費	192	114	296	1,355	1,722
合計(千 LE)	4,756	4,824	5,394	7,211	10,670
(百万円)	107	108	121	162	240

出典：ミニア地方機械電気局(MED)

上記オペレーション費のほとんどが電気代であり、メンテナンス費には維持管理に必要なオイルや部品費用のほか、ポンプの修理費が含まれている。対象地区の各ポンプ場は、1968 年建設の Old ポンプ場と 1980 年代後半に建設された New ポンプ場が併設されているが、前者は更新が必要であると思われる。上表の 2000/01 と 2001/02 年のメンテナンス費が顕著に増えたのは、主にサコーラ Old ポンプ場の大規模修理に用いた費用である。

また、機械電気局 (MED) によると、Old ポンプ場の早期更新を計画しており、2004 年度 MED 予算にその経費が組み込まれ、EIB (European International Bank) ローンによる実施が決まっている (約 13 億円)。

### (4) 無償実施済み 2 堰の運営・維持管理費

無償事業実施済みのラフーンおよびマゾーラ堰の過去 6 年間の維持管理費の変遷を示すと以下のとおりである。事業実施前、マゾーラ堰では、下流護床および護岸の洗掘が激しく、毎年、護床保護材として捨石を行っていた。

表 2-1-2.4 ラフーンおよびマゾーラ堰の過去 6 年の維持管理費

単位：LE

	1995/96	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02
<b>ラフーン堰</b>						
人件費	16,000		<b>27,000</b>	<b>28,000</b>	<b>30,000</b>	<b>33,000</b>
オペレーション費	600		<b>3,200</b>	<b>3,500</b>	<b>4,300</b>	<b>4,600</b>
メンテ費	9,000		<b>50</b>	<b>75</b>	<b>75</b>	<b>170</b>
合計(LE)	25,600		<b>30,250</b>	<b>31,575</b>	<b>34,375</b>	<b>37,770</b>
(円)	576,000		<b>681,000</b>	<b>710,000</b>	<b>773,000</b>	<b>850,000</b>
<b>マゾーラ堰</b>						
人件費		17,000	18,200	19,000	20,000	<b>21,000</b>
オペレーション費		1,000	1,000	1,200	1,200	<b>3,600</b>
メンテ費		56,000	41,000	46,000	76,000	<b>1,000</b>
合計(LE)		74,000	60,200	66,200	97,200	<b>25,600</b>
(円)		1,665,000	1,355,000	1,490,000	2,187,000	<b>576,000</b>

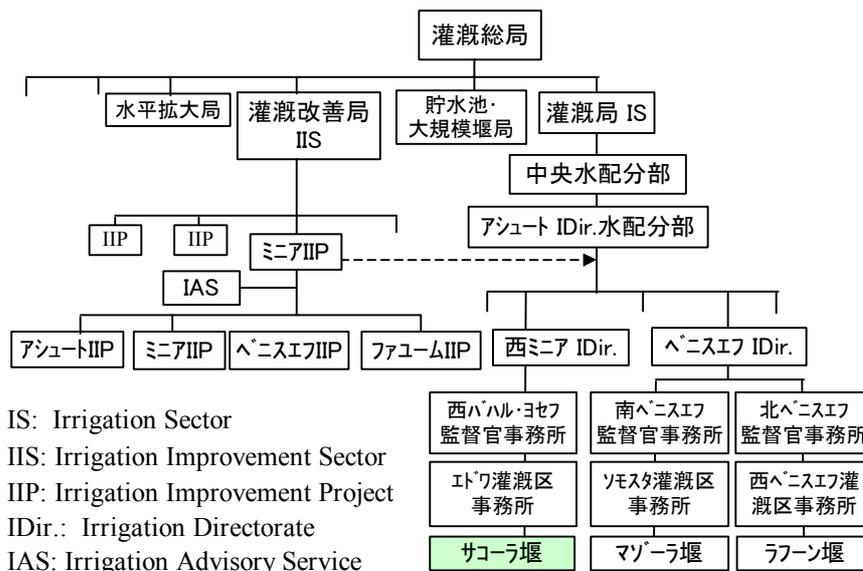
出典：ベニスエフ地方灌漑局

太字は無償事業実施後

## 2-1-3 技術水準

現在のサコーラ堰のゲートはマニュアル操作であるため、西ミア地方灌漑局には「エ」国政府が要請している遠方操作による電動式2段ゲートの操作知識を有した人材はいないと考えられる。一方、下図2-1-3.1に示すとおり、無償実施済み堰のラフーンおよびマゾーラ堰を管轄するベニスエフ地方灌漑局(IDir.)配下の事務所では、現在遠隔操作による電動ゲート設備の運用を実践しているため、知識の有した人材を転属することや関係機関内部での技術指導が可能である。

図 2-1-3.1 西ミアおよびベニスエフ地方灌漑事務所関連図



## 2-1-4 既存の施設・機材

### 2-1-4-1 バハル・ヨセフ灌漑用水路

バハル・ヨセフ灌漑用水路は、上エジプト北部のナイル川左岸部を北上する灌漑用水路であり、ナイル川アシュート堰で左岸側に取水されたイブラヒミア基幹用水路からダイリュート堰で分水された用水路である。バハル・ヨセフ灌漑用水路の総延長は約313 kmで、ミア、ベニスエフ県を流下して、ラフーン堰でギザ支線用水路を分水し、ファユーム盆地で幹線水路の終点となる。

用水路は、ナイル川から分岐した自然河川を利用したものであり、大きく蛇行した土水路である。アシュートからカイロまでの幅約20 kmのナイル渓谷の左岸側をイブラヒミア基幹用水路とバハル・ヨセフ用水路で灌漑しており、バハル・ヨセフ用水路は下表に示すように、全体で約77万フェダンの耕地を灌漑している。

表 2-1-4.1 バハル・ヨセフ用水路の灌漑面積

(単位：フェダン)

区分	ミア県	ベニスエフ県	ファユーム県	ギザ県	計
旧耕地	111,101	57,295	361,589	137,300	670,285
新開地	32,999	10,850	-	-	43,849
開墾計画地	-	5,000	40,000	11,000	56,000
計	147,100	73,145	401,589	148,300	770,134
(ha)	(61,800)	(30,700)	(168,600)	(62,300)	(323,400)

出典：JICA バハルヨセフ地区灌漑整備計画調査(F/S)1992 Nov.

旧耕地は砂漠の風積堆積物の影響を受けていないナイル・シルトに由来する河成堆積粘土質土壌を主体とし、新開地、開墾計画地では風積堆積物の影響を強く受けた砂質または壤質土壌を主体とする。ミニア県では、旧耕地はバハル・ヨセフ用水路沿いの重力灌漑地区であり、新開地は旧耕地の西側に細長い帯状に分布し、標高が高く、ポンプ灌漑に依存している。

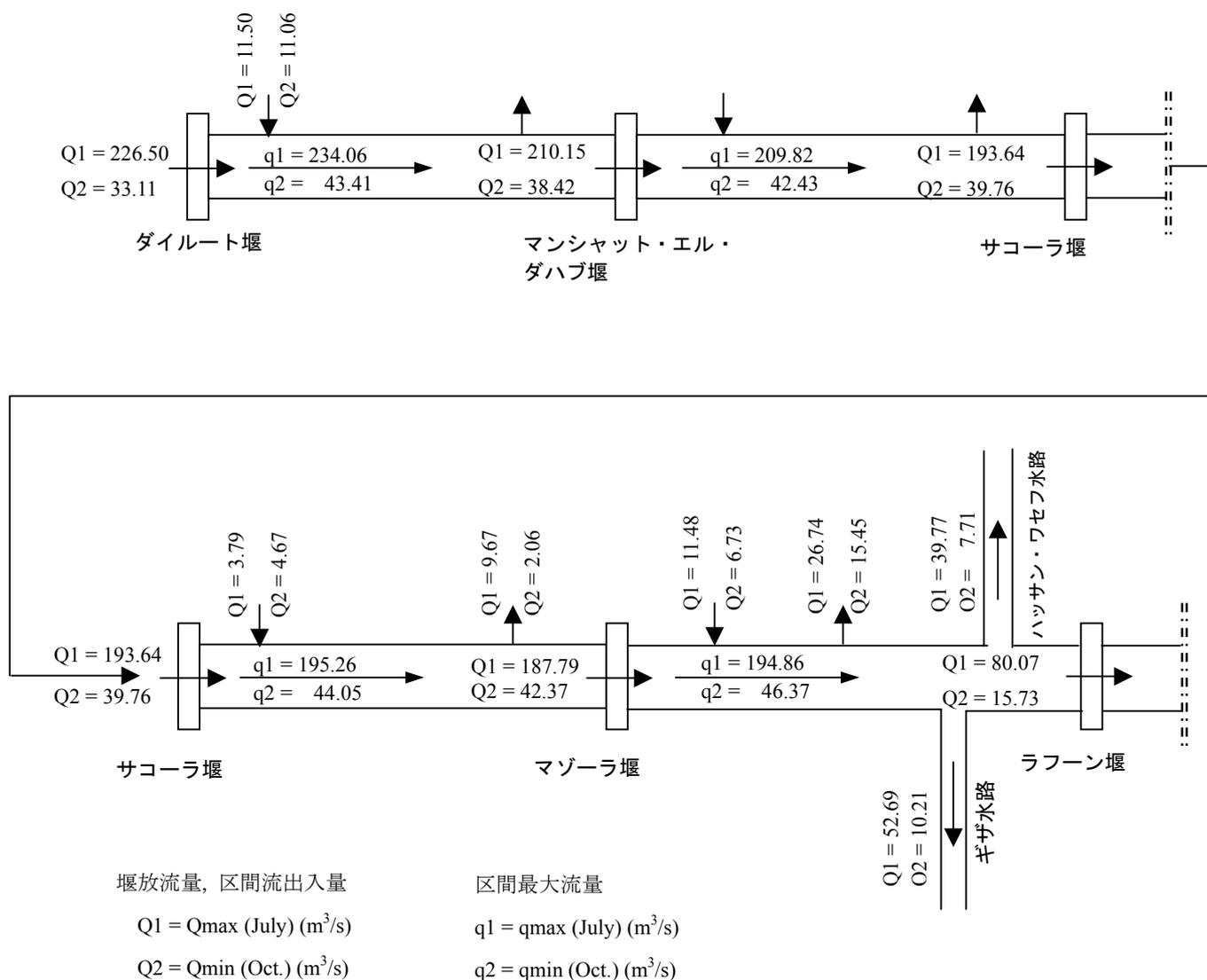
ダイリュート堰を起点とするバハル・ヨセフ灌漑用水路にはダイリュート堰以外に、上流よりマンシャット・エル・ダハブ堰、サコーラ堰、マゾーラ堰及びラフーン堰の4つの堰が50～100kmの間隔で設置されている。これらのうちマゾーラ堰およびラフーン堰は、日本の無償資金協力により改修済みである。ダイリュート堰からラフーン堰に至るバハル・ヨセフ灌漑用水路288.7km区間の水路幅は概ね60m前後、平均水路勾配1/15,000、最大通水時の平均流速0.80m/s弱の緩流土水路であり、マニングの粗度係数は $n=0.030$ 程度である。

水路には堰以外に、受益地を灌漑するための支線水路への取水施設（ゲート施設）、灌漑ポンプ場および排水ポンプ場などが設置されている。これらの施設から十分に取水できるように堰により水路水位が制御される必要があるが、堰での制御は堰下流への放流量を確保するため堰の下流側水位を所定の水位に保つことを基本として行われている。このため、各堰の水位記録では、堰下流側の水位は比較的安定しているが、堰上流側の水位が時間とともに大きく変動し、受益地への支線水路の取水水位が十分に確保できていない状況が見られる。この主な原因は、上流水路から堰への流入量の変動に対応したゲート制御が行われていないことや支線水路への不適切な取水操作、堰ゲートからの漏水等に起因するものと考えられる。

バハル・ヨセフ用水路での灌漑は、MWRIが管轄している幹線水路では24時間通水であり、それ以降の水路では3交替輪番制（5日通水、10日断水）が一般的であるが、水量不足などのため厳密には守られてはいない。作付け体系では、冬作、夏作、ニリ作（夏作から冬作への移行期に水消費を節約する目的で作付けされる作物）が行われており、北部ほど作付け率が高い傾向がある。作付け率の上昇に伴い土壌肥沃度減少の問題が顕在化しており、輪作体系の維持が重要となってきた。現在は2～3年の輪作周期で行われている。

バハル・ヨセフ灌漑地区に利用可能な水利権水量は1日当たりピーク水量で19.5MCMである。現在バハル・ヨセフ灌漑用水路の流量管理は、下記に示す1992年に実施された「JICAバハルヨセフ地区灌漑整備計画調査(F/S)」での計画流量に基づき行われている。なお、毎年1月に約20日間通水を停止し、水路や付帯施設の補修作業などが行われる。

図 2-1-4. 1 バハル・ヨセフ用水路の流量



## 2-1-4-2 資金協力実施済み堰（ラフーン堰およびマゾーラ堰）

### (1) 施設の概要

バハル・ヨセフ灌漑用水路に建設されたラフーン堰および右岸ギザ取水工とハッサン・ワセフ取水工が1997年に、また、マゾーラ堰は2002年に改修された。各施設の概要は次のとおりである。

#### ① ラフーン堰（1997年竣工）

##### 1) ラフーン堰

- a) 計画通水量： 80.07m<sup>3</sup>/sec
- b) 堰長： 12.6m（純径間：5.5m x 2門）
- c) エプロン長： 56.0m（中間：21.0m + 下流：35.0m）
- d) 堰上げ高： 6.12m
- e) ゲート扉高： 5.70m（上段ゲート：2.80m + 下段ゲート：2.90m）

- f) 護岸工： 137.5m (右岸側：55.0m、左岸側：82.5m)
- g) 併設橋： 1 橋 (幅員：9.5m、橋長：15.6m)

## 2) ギザ取水工

- a) 計画取水量： 52.69m<sup>3</sup>/sec
- b) 取水工幅： 20.5m (純径間：4.0m x 4 門)
- c) エプロン長： 46.5m (中間：23.5m + 下流：23.0m)
- d) ゲート扉高： 4.20m (上段ゲート：2.05m + 下段ゲート：2.15m)
- e) 護岸工： 50.5m (右岸側：31.0m、左岸側：19.5m)
- f) 併設橋： 1 橋 (幅員：9.5m、橋長：23.5m)

## 3) ハッサン・ワセフ取水工

- a) 計画取水量： 39.77m<sup>3</sup>/sec
- b) 取水工幅： 15.0m (純径間：4.0m x 3 門)
- c) エプロン長： 35.9mm (上流：17.1m + 中間：7.5m + 下流：11.3m)
- d) ゲート扉高： 4.70m (上段ゲート：2.30m + 下段ゲート：2.40m)
- e) 護岸工： 103.0m (右岸側：56.0m、左岸側：47.0m)
- f) 併設橋： 1 橋 (幅員：6.0m、橋長：18.0m)

## ② マゾーラ堰 (2002 年竣工)

- a) 計画通水量： 187.79m<sup>3</sup>/sec
- b) 計画取水量： 9.64m<sup>3</sup>/sec
- c) 堰長： 40.8m (純径間：8.0m x 4 門)
- d) エプロン長： 45.0m (上流：6.0m + 中間：29.0m + 下流：10.0m)
- e) 堰上げ高： 6.3m
- f) ゲート扉高： 5.80m (上段ゲート：2.85m + 下段ゲート：2.95m)
- g) 護岸工： 207.6m (右岸側：124.6m、左岸側：83.0m)
- h) 併設橋： 1 橋 (幅員：12.8m、橋長：40.00m)

## 2-1-4-3 既設サコーラ堰

### (1) サコーラ堰施設の概要

サコーラ堰は改修前の旧マゾーラ堰と同年代に建造され、機能的な構造はほぼ同じである。既設サコーラ堰の総堰長は 88.0 m で、3.0 m 径間の主ゲートが 20 門と幅 6 m の閘門 1 門を有し、堰体およびピアーはレンガ造りで、エプロンは張り石、主ゲート敷は上げ底の構造である。また、併設橋梁はレンガアーチ構造でその幅員は 4.0 m であり、ゲートは二段式鋼製スルースゲートで、その巻き上げ方式は移動式チェーンブロックでの 1 点吊りである。

既設サコーラ堰の施設概要は、次の通りである。

- a) 計画通水量： 193.6m<sup>3</sup>/sec
- b) 計画取水量： 23.0m<sup>3</sup>/sec
- c) 堰長： 88.0m (純径間：3.0m x 20 門)
- d) エプロン長： 28.0m (上流：10.0m + 中間：18.0m)
- e) 堰上げ高： 5.80m
- f) ゲート扉高： 5.80m (上段ゲート：2.90m + 下段ゲート：2.90m)
- g) 護岸工： 40.0m (右岸側：20.0m、左岸側：20.0m)
- h) 閘門： 1 門 (幅員：6.0m、延長：100.0m)
- i) 併設橋： 1 橋 (幅員：4.0m、橋長：88.0m)

## ① 堰体・ピア

### 1) 外観調査

既設サコーラ堰の堰体・ピアの外観調査結果は、次のとおりである。

- a) 堰体及びピアの表面レンガは、老朽化や欠落が見られる。特に、応力集中が生じるアーチ部での表面レンガの欠落が見られる。
- b) 下流エプロンの石張りは、下段ゲートからの放流水により、石張りの剥がれが生じているとの報告がある。また、エプロン基礎部（透水性の土砂）は、パイピングが生じて、2～3年ごとにグラウト補修を行っているとの報告があった。

### 2) ピア一部強度に関する調査

既設サコーラ堰のピア一部強度を確認するため、1) コア採取による一軸圧縮試験及び2) シュミットハンマーによる打撃試験を実施した。その結果は次のとおりである。

表 2-1-4.2 ピア一部の強度試験結果の概要

試験位置	評価強度		備考
	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	
1. サコーラ堰（レンガ造り）			1902年建設
ピア表面レンガ	102.7	10.06	強度は86.4%に減少している。
ピア表面レンガ目地	12.0	1.18	強度は21.3%に減少している。
2. イスマイリヤ頭首工（レンガ造り）			1988年改築
閘門施設レンガ	118.8	11.64	
閘門施設レンガ目地	56.4	5.53	

出典：調査団、現地再委託調査結果

サコーラ堰は建設後約100年が経過して、ピアレンガの圧縮強度は86.4%に低下し、レンガ目地の圧縮強度は21.3%に低下している。既設ピアの高さが9.0mであることから、応力的な検討は下表のとおりとなる。

表 2-1-4.3 既設ピアの概略応力検討

検討箇所	予想発生応力度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	評価強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	安全率	備考
1. 建設当時				予想発生応力度は、 9.0m x 2.2 tf/m <sup>3</sup> x 10.0 = 19.8 kgf/cm <sup>2</sup>
レンガ本体	19.8	118.8	6.00	
レンガ目地	19.8	56.4	2.85	
2. 現在（100年後）				86.4%に減少している。 21.3%に減少している。
レンガ本体	19.8	102.7	5.19	
レンガ目地	19.8	12.0	0.60	

出典：調査団、現地再委託調査結果

既設サコーラ堰のピア最下部では、建設当時の安全率は2.85以上が期待できた。しかし、100年が経過してレンガ本体およびレンガ目地の極限応力が86.4%および21.3%に低下した。この結果、現時点ではレンガ本体の強度は、100年間の劣化が13.6% (100→86.4) と少なく、所要の安全率3.00を確保できている。また、劣化の速度および現在の安全率から推定すると、将来とも相当期間の耐用年数を有していると推定される。

一方、レンガ目地の強度は、100年間の劣化が78.7% (100→21.3) と非常に進んでおり、現在の安全率は、0.60程度と推定される。レンガ目地は、劣化が進み目地の構造は上部からの荷重で破壊され、構造的な機能は失われたと考えられる。また、ゲート上下流の高速流で水中のピアーは常時洗堀の危険に曝されていると推定される。このまま放置すると近い将来には、崩壊の危険性があるため、可能な限り早期の更新が必要である。

## ② 主ゲート

既設主ゲートは、純径間：3.0m x 扉高：5.8m x 20門である。ゲート扉体の型式は摺動式二段ゲートであり、巻上機はチェンブロック手動式である。扉体、戸当りおよび巻上機の現状は次の通りである。

### 1) 扉体の状況

扉体を取り替えた記録はなく、スキンプレートの表面は腐食が進み凹凸が見られる。再塗装の際に十分なケレン処理（錆および腐食部の除去処理）がなされず、毎年タール系の塗料で上塗りが繰り返されている。また、数門のゲートは扉体下端部スキンプレートの溶接の剥がれを生じている。扉体主桁部の腐食も進み、凹凸が見られるため、メタルタッチの止水方法である全てのゲートから、多量の漏水が生じている。このような状況から、現在の扉体を補修することは困難であり、取り替えが必要である。

### 2) 戸当りの状況

扉体主桁部と同様に、戸当りの腐食も進み凹凸が見られるが、構造的には十分な強度を有している。しかし、メタルタッチの止水方法である全てのゲートから、多量の漏水が生じている。戸当り部は常時水中にあるため、再塗装ができないことから、戸当りの腐食は今後も進行すると予想される。

### 3) 巻上機の状況

巻上げ方式は、チェンブロックによる手動方式である。数門のチェンは切断しており、合計20門のうち上段扉の操作不能なゲートが4門に対して、下段扉は、12門操作不能であった。移動式の巻上機は現在でも使用可能である。

## ③ 併設橋

併設橋は、レンガアーチ構造でその幅員は4.0mである。レンガアーチ部の表面レンガは欠落しており、荷重制限があり大型車の通行が禁止されている。

## ④ 付帯設備

### 1) 左岸側閘門閉塞部

左岸側閘門は既に閉塞されているため、ゴミの溜まり場となっているが、目視の量水標およびテレメータが設置され上下流の水位が記録されている。

### 2) 右岸側閘門部

上流側の閘門は常時閉じているため、動物の死骸、多くのゴミが滞留しており非常に不衛生である。道路

部に架かる跳ね橋は開かずの橋となっており、2本の橋桁および対傾鋼から構成されている。

### 3) 堰下流部

堰の管理記録がないため、正確な情報ではないがゲートのオペレータからの聞き取りでは、堰下流のエプロンに相当する部分（下流方向20～40mの範囲）に、数年毎にはほぼ70cm角の捨石をしているとのことであった。

## (2) 受益面積、裨益人口、農家戸数および土地所有

### ① 受益面積

本事業計画に係るバハル・ヨセフ用水路サコーラ堰掛かりの受益面積は下表のとおりであり、全体の受益面積は82,600フェダン(約34,700ha)である。受益地はすべてバハル・ヨセフ用水路の左岸側に位置し、ミニア県およびベニスエフ県内の既設サコーラ堰の改修によって、効果の発現される同堰上流側のバハル・ヨセフ用水路を水源とする農地である。なお、用水路の右岸側はイブラヒミア用水路の受益地である。受益地区内は灌漑方式別にポンプ灌漑地区と重力灌漑地区に分けられ、それぞれの面積比率は48%および52%である。重力灌漑地区はすべて旧耕地であり、ナイル川沿いの低平地である。またポンプ灌漑地区は、旧耕地の一部とその西側の帯状に新規開拓された拡張農地であり、旧耕地より標高が高くポンプによる加圧送水が必要な地区である。

なお、維持管理組織上での受益地区分ではKamaderポンプ灌漑地区はサコーラ堰受益地に区分されているが、実際の取水は上流ダハブ堰から取水するダハブ支線水路からの取水であるため、本事業における対象受益地から除外する。また、Sakoulaポンプ灌漑地区は、その灌漑水の一部をサコーラ堰下流のバハル・ヨセフ用水路から取水しているが補助的なものであり、その大部分をサコーラ堰上流から取水するSaab水路からの取水であるため対象受益地とする。

表 2-1-4.4 事業対象受益面積

地区名	灌漑方式	灌漑地区名	対象受益面積 (フェダン)		
			現況面積	既存 拡張面積	計
ミニア県	(ポンプ)	(Kamaderポンプ掛かり地区)	(8,700)	(4,900)	(13,600)
	ポンプ	Terfaポンプ掛かり地区	14,700	6,000	20,700
	ポンプ	Sakoulaポンプ掛かり地区	9,600	2,300	11,900
		小計	24,300	8,300	32,600
	重力	Harika、Saab用水路掛かり地区など	43,800	0	43,800
		ミニア県合計	68,100	8,300	76,400
ベニスエフ県	重力	Harika用水路掛かり地区	6,200	0	6,200
全体計			74,300	8,300	82,600

備考:(受益面積確定経緯について)

要請書によると受益面積は172,000feddanと示されていたが、これにはサコーラ堰上流に位置するダハブ堰掛かりが含まれていたことから、先方政府と協議のうえ77,000feddanとすることで合意を得た(ミニッツ合意事項)。その後、本現地調査にて精査した結果、ポンプ場(1992年、New)の建設に伴う拡張面積(13,200feddan)が計上されていないことが判明したことからこれを追加し、合計受益面積96,200feddanとなった(Technical Notes 確認事項)。さらに上表中に( )で示されているKamader地区が除外され82,600フェダンとなった。

## ② 裨人口と農家戸数

本事業受益地内における裨人口と農家戸数は下表のとおりである。本事業による裨人口は、ミニア県 497 千人、ベニスエフ県 40 千人、全体ではおよそ 537 千人である。

表 2-1-4.5 事業裨人口

	人口 (1) (人)	面積 (2) (フェダ <sup>ン</sup> )	人口密度 (3)=(1)/(2) (人/フェダ <sup>ン</sup> )	面積 (4) (フェダ <sup>ン</sup> )	裨人口 (5)=(3)*(4) (人)
ミニア県	3,734,583	574,200	6.5	76,400	496,600
ベニスエフ県	2,085,604	326,100	6.4	6,200	39,700
合計	5,820,187	900,300	6.5	82,600	536,300

出典：居住地域内の人口および面積は'The Statistical Year Book(June.2002)'による。

また、受益地区内の農家戸数はミニア県 90 千戸、ベニスエフ県 7 千戸、全体ではおよそ 97 千戸である。

表 2-1-4.6 受益地内の農家戸数

地区名	県全体			受益地内	
	人口 (1) (人)	世帯数 (2) (世帯)	世帯当たり人数 (3)=(1)/(2)	裨人口 (4) (人)	農家戸数 (5)=(4)/(3) (戸)
	ミニア県	3,781,000	689,000	5.5	496,600
ベニスエフ県	2,112,000	361,000	5.9	39,700	6,700
合計	5,893,000	1,050,000	5.6	536,300	97,000

出典：県全体人口および世帯数は'The Statistical Year Book(June.2002)'による。

## ③ 土地所有

上出の事業受益面積と農家戸数から農家 1 戸あたりの平均的な土地所有はミニア県 0.8 フェダ<sup>ン</sup>/戸、ベニスエフ県 0.9 フェダ<sup>ン</sup>/戸、受益地区内全体では 0.9 フェダ<sup>ン</sup>/戸と算出される。ミニア県全体およびベニスエフ県全体での農家 1 戸あたりの平均土地所有面積はそれぞれ 1.38 フェダ<sup>ン</sup>/戸、1.58 フェダ<sup>ン</sup>/戸 (F/S 報告書より) であるが、本事業受益地であるバハル・ヨセフ水路沿いの集落は小規模であり、土地を所有しない農家や小作人が多いことから上述の数値になるものと推察される。

なお、ベースライン調査によれば 0 ~1 フェダ<sup>ン</sup>以下の農家が約 50%を占め、1~3 フェダ<sup>ン</sup>までの農家が 40%であることから、調査対象地域の 90%の農家が 3 フェダ<sup>ン</sup>以下の土地所有形態であった (平均では概ね 1.78 フェダ<sup>ン</sup>/戸であった)。

表 2-1-4.7 受益地内の農家 1 戸あたり土地所有面積

地区名	受益面積 (1) (フェダ <sup>ン</sup> )	受益地内 農家戸数 (2) (戸)	農家 1 戸あたり 所有土地面積 (3)=(1)/(2) (フェダ <sup>ン</sup> /戸)
ミニア県	76,400	90,300	0.8
ベニスエフ県	6,200	6,800	0.9
合計	82,600	97,100	0.9

備考:他県ではファユーム県 2.45 fed/戸、ギザ県 1.43fed/戸(F/S 報告書より)である。

## (3) 重力灌漑地区水路施設

サコーラ堰掛りの幹支線水路は、重力とポンプの 2 種類の用水供給システムから構成されている。重力掛りの幹支線水路施設の状況については以下の通りである。

上流より Bahnasa、Harika および Saab の主に 3 系統のシステムがあり、何れもバハル・ヨセフ用水路の左岸側に位置し、維持・管理が実施されており大きな欠陥はない。施設の概要を整理すれば下表のとおりである。

表 2-1-4.8 重力灌漑地区の水路施設概要

水路名	概要、仕様	問題点
1. El Bahnasa El Kiblia		
(1)取水路	バハル・ヨセフ用水路から約 200 m の土水路	水路の周囲が砂質土壌のため、側壁の崩壊土砂、用水路からの土砂等の堆積により、水路底が浅くなり取水困難となり易い
(2)取水ゲート	約 200 m の取水路を経て取水ゲート (2 門) がある (ゲートの幅 ; 1.75 m、高さ 4.0 m)	2 門ある取水ゲートの内、1 門は修理予定
(3)水路	梯形水路 : 延長 9.9 km、底幅 3.0 m、設計水深 2.65 m、余裕高 0.3 m、側壁勾配 1: 1、水路縦断勾配 1:10,000	水路の周囲が砂質土壌のため、側壁が崩壊し易い
2. Sahel El Bahnasa		
(1)取水ゲート	バハル・ヨセフ用水路から取水ゲートで直接取水	ゲートが動かないため水路への取水が出来ない。
(2)ゲート取付け部	古いコンクリート	コンクリート劣化、ゲート補修用角落し溝の磨耗
(3)水路	梯形水路 : 延長 2.6 km、底幅 1.5 m、設計水深 1.3 m、余裕高 0.5 m、側壁勾配 1: 1、水路縦断勾配 1:12,500	水路底、側壁ともに一部草が生えている
3. Harika		
(1)取水路	旧河川跡を利用。Saab 水路の取水路も兼ね、延長は約 1.2 km	一部区間の浚渫土砂の処理
(2)取水ゲート	3 門(ゲートの幅 ; 2.4 m、高さ 4.0 m)	
(3)水路	梯形水路 : 延長約 33 km、底幅 8.0 m、設計水深 2.1 m、余裕高 0.6 m、側壁勾配 3: 2、水路縦断勾配 1:16,667	側壁崩壊による水路断面の狭小箇所あり
4. Saab		
(1)取水路	Harika 水路の取水路に同じ	一部区間の浚渫土砂の処理
(2)取水ゲート	3 門(ゲートの幅 ; 2.4 m、高さ 4.0 m)	
(3)水路	梯形水路 : 延長約 21 km、底幅 8.0 m、設計水深 2.25 m、余裕高 0.55 m、側壁勾配 3: 2、水路縦断勾配 1:16,667	調整堰の本体およびゲート巻上げ機の老朽化が見られる

出典 : 現地再委託灌漑施設調査結果

#### (4) ポンプ場施設および水路施設

上流より Terfa および Sakoula の 2 系統システムがあり、何れもバハル・ヨセフ用水路の左岸側に位置し、その供給地域は重力系統供給地域の西側である砂漠との境界である。即ち、ポンプ揚水によりこの地域が灌漑可能となったが、水不足により一部稼働していない施設 (特に農業省実施のスプリンクラー灌漑に関連したもの) があり、また水路の一部に砂漠からの飛砂が堆積し防砂対策が必要である。

各ポンプ場は、古いポンプが 1968 年に設置され 30 年以上経過しているため、機器接合部からの漏水、揚水効率の低下、維持・管理費の増加等の問題が生じており、2004 年には新しいポンプに更新される予定である。ポンプ系統の水路は、石張り或はコンクリートでライニングされており、幹線は管理が良好であるが、末端で水のない水路については上述のように飛砂の堆積、植生の侵入等が散見された。施設の概要を整理すれば次表のとおりである。

表 2-1-4.9 ポンプ灌漑地区の水路施設概要

系 統	概要、仕様	問 題 点
1. Terfa		
(1)ポンプ場	No.1～No.3 (New & Old)および No.4	Old ポンプは 1968 年に設置され老朽化し、漏水が多いが来年取替えの予定
(2)水路	1)石張り水路(延長 3.4 km) 2)コンクリート水路	支水路 No.1 分水ゲート操作不能。飛砂の一部外縁部水路への混入 総延長約 64.7 km
2. Sakoula		
(1)ポンプ場	No.4～No.8 (new & old)	Old ポンプは老朽化し、漏水が多いが来年取替えの予定
(2)水路	1)取水路約 0.3 km 2)コンクリート水路	飛砂の一部が外縁部水路(特に支水路 No.10)へ混入 総延長約 47 km、但し末端水路不明のため概数

出典：現地再委託灌漑施設調査結果

## (5) 末端水路、メスカ

圃場の水配分は、メスカ（圃場用水路）およびマルワ（圃場内用水路）というシステムから構成され、農家は伝統的にサキア（Sakia）という畜力利用（水牛あるいはロバ）の水車によりメスカからマルワに揚水してきた。これは、通常メスカの水位が農地より低いからであるが、サキアは適期適量灌漑には揚水能力が低く、水位が低下し移動できないという短所があるため、最近では動力ポンプが普及してきた。

このような状況のもと、灌漑水の有効利用に向けてメスカの改善事業が他の灌漑事業地区で行われている。改良メスカは、支線又は 2 次用水路からポンプ揚水し、ライニングした開水路タイプのメスカ、あるいはパイプライン化したメスカからマルワへ導水し、圃場レベルの灌漑効率向上を目指すものである。

ラフーン堰下流のファユーム地区において水路のパイプライン化によって耕地面積が拡大し、また、農業機械の圃場への搬入が容易になったなどの効果が確認されている。従って、灌漑用水の節減、営農面での効果が非常に高いため、対象地域でも本事業の実施と平行して MWRI の主導のもとでメスカ改良の実施が望まれる。

## (6) 営農状況

### ① 作付け状況

#### 1) 栽培作物

対象地区において主に栽培される作物は、小麦（冬作、作付け率旧耕地 40%開墾地 28%）、メイズ（夏作、作付け率旧耕地 58%開墾地 35%）、綿花、クローバ、野菜およびその他作物（ごま、ピーナツ、ニンニク、香草など）である。作付け率は重力灌漑地区ではほぼ 200%（夏作 100%、冬作 100%）、開墾地で約 175%であり、冬作が 94%であるが夏作では 81%と低い。

作付け作物のうち、旧耕地と開墾地で顕著な傾向を示すのは綿花である。ベースライン調査によれば、綿花は重力灌漑地区において比較的多くの農家が栽培している（夏作、作付け率 24%）のに対し、ポンプ灌漑地区での栽培農家は極端に少ない（綿花を栽培していると回答した全農家の地区別比率は、重力灌漑地区農家 75%、ポンプ灌漑地区農家 25%である）。これは夏期（6 月～7 月）に多くの灌漑水量を必要とする綿花栽培に対し、ポンプ灌漑地区における土壌は一般に砂漠土であり保水力・保肥力に乏しく、さらに灌漑水が十

分供給されないことに起因するものと考えられる。なお、重力灌漑地区においても夏期に水量不足が生じており、綿花をはじめとして各種の作物収量に影響を及ぼしているものと推測される。

生産された作物は自家消費と販売用に分けられる。ベースライン調査によれば営農の目的について、「自家消費目的のみ」が26%、「販売目的のみ」が6%、「自家消費と販売目的の両方を目的」としている農家が68%であり、自家消費を作物生産の目的とする農家は全体の94%を占めている。

作物別にみると小麦、メイズおよびクローバにおいては全生産量の60~90%が自家消費に充てられている一方で、綿花、野菜（トマトなど）はほぼ100%が市場へ出荷され現金収入源となっている。

## 2) 営農状況

本事業対象地区ではほぼすべての農家が用水路およびポンプを利用した灌漑を行っている。また、トラクターについてもすべての農家が所有している。ポンプ、トラクターなどの営農機械類はその多くがグループによる所有形態であると考えられる。また、生産した農産物は軽トラックなどをグループでレンタルして市場へ運搬している。

種子、堆肥、肥料および農薬などの営農投入資材について、75%の農家が種子を政府出先機関（Department of Agronomy）から購入している。自前で種子を賄えるのは全体の25%であり、こうした営農資材が高価であるとの回答も多数あることから、大多数の農家が種子および肥料などの営農資材にアクセスできない状況にあると考えられる。特に肥料については、これを使用する農家は極僅か（ベースライン調査によれば65サンプルのうち2農家のみが肥料使用と回答）で、ほとんどの農家は肥料の購入ができない状況であり、数年単位で栽培作物を変化させることで地力の維持を図っているものと考えられる（輪作周期は一般に2~3年である）。堆肥および農薬は調査したすべての農家が利用している。

営農上の課題としては、灌漑用水の不足（灌漑水の不足、灌漑施設の不備など）、排水不良、病害虫、マーケティング（農産物市場価格が低い）、耕作地の地力（肥沃度）の低下などが挙げられる。

## ② 農業所得

「エ」国政府提供の資料によれば、農家1戸あたりの年間収入は1,470（LE/年）である。一方、ベースライン調査結果では、本受益地区内の半数を占める所有面積0~1feddan以下の農家の平均年間所得は2,250（LE/年）となっており、「エ」政府提供の数値を上回っている。しかしながら、調査した全65農家のうち農業（農産物生産）のみにより収入を得ているのは11農家（全体の15%程度）であり、その他のほとんどの農家が農業以外に何らかの収入源を有している（全体のおよそ70%の農家では換金財としての家畜を所有し、40%の農家がアルバイト、年金などの農業外収入がある）ことからこうした結果を得たものと考えられる。

## ③ 農村開発および農民組織

バハル・ヨセフ用水路を挟んで本地区の対岸のセリー水路では、IIPの導入が進められているが、本地区では未だ導入されていない。農家はメスカあるいはマルワ単位でのプライベートでの水利用者グループを形成している様子もみられるが、組織的なものではない。

ベースライン調査結果からの農家の農民組織への加入状況は右表のようである。現在、農協加入者が多く

を占めている一方で、将来的に水利用者グループへの参加も考えている農家が7割近くいる。このことは灌漑用水の適正給水に対する要望・期待の大きさを反映しているものと考えられる。

表 2-1-4.10 農民組織への加入状況

・ 農民組織に加入している	40 農家	(62%)
1) 農協	24 "	(60%)
2) 水利用者グループ	2	(5%)
3) その他	14	(35%)
・ 農民組織に加入していない	25 "	(38%)
・ 将来水利用者グループへの加入を希望	44 "	(68%)

(7) 灌漑状況

① 作付け作物、作付けパターン、作付け面積および作付け率

ミニア県における代表的な作付け作物とその作付けパターンは下表のように整理される。

表 2-1-4.11 代表的作付け作物とその作付けパターン

作物	作付け面積 (ヘクタール)	Season of Crop												
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
冬作	Wheat	177,177												
	Barley	1,796												
	Beans	14,616												
	Clover	132,317												
	Onion	3,170												
	Garlic	11,570												
	Beet sugar	5,916												
	Vegetables	13,819												
	Medical Plants	19,838												
	Total	380,219												
夏作	Cotton	42,126												
	Soya beans	11,271												
	Maize	258,011												
	Thin maize	7,731												
	Peanut	10,375												
	Sesame	10,420												
	Sun flower	4,570												
	Sugar cane	33,263												
	Total	377,767												

(Remarks) Vegetables: Potato, Tomato, Eggplant, Green pepper, Okra, Cucumber etc.  
 Medical plants: Harb, Anise etc.

出典 : ミニア地方灌漑局

バハル・ヨセフ用水路サコーラ堰掛かりの受益地区においてもほぼ同様の作物が栽培されているが、重力灌漑されている旧耕地とポンプ灌漑されている開墾地では作物およびその作付け率に多少の違いがみられる。下表に、サコーラ堰掛かりの受益地での作物とその作付け率を示す。

表 2-1-4.12 受益地における作物別作付け面積と作付け率

地区名		All Old Land		Sakoula		Terfa		Total		Kamader	
単位・作付け率		フェダ'ン	C. I.	フェダ'ン	C. I.	フェダ'ン	C. I.	フェダ'ン	C. I.	フェダ'ン	C. I.
5カ年の平均面積		50,000	100.0%	11,900	100.0%	20,700	100.0%	32,600	100.0%	13,600	100.0%
冬作	Wheat	20,000	40.0%	3,488	29.3%	5,200	25.1%	8,688	26.7%	4,000	29.4%
	Bean	7,084	14.2%	1,000	8.4%	1,500	7.2%	2,500	7.7%	1,000	7.4%
	Potato	212	0.4%	500	4.2%	1,000	4.8%	1,500	4.6%	500	3.7%
	Sugar Beet	126	0.3%	300	2.5%	400	1.9%	700	2.1%	500	3.7%
	Vegetables	1,020	2.0%	1,500	12.6%	2,500	12.1%	4,000	12.3%	1,370	10.1%
	Long Berseem/ Clover	8,762	17.5%	3,400	28.6%	4,500	21.7%	7,900	24.2%	3,000	22.1%
	Short Berseem/ Clover	7,682	15.4%	400	3.4%	600	2.9%	1,000	3.1%	600	4.4%
	Onion	2,114	4.2%	300	2.5%	800	3.9%	1,100	3.4%	700	5.1%
	Fenugreek	288	0.6%	60	0.5%	120	0.6%	180	0.6%	80	0.6%
	Garlic	658	1.3%	80	0.7%	120	0.6%	200	0.6%	150	1.1%
	Coriander	790	1.6%	260	2.2%	940	4.5%	1,200	3.7%	400	2.9%
	Sub-total	48,736	97.5%	11,288	94.9%	17,680	85.4%	28,968	88.9%	12,300	90.4%
	Cotton	12,062	24.1%	40	0.3%	50	0.2%	90	0.3%	60	0.4%
	夏 および ニリ作	Summer Maize	29,114	58.2%	4,000	33.6%	7,000	33.8%	11,000	33.7%	5,000
Sesame		936	1.9%	1,500	12.6%	2,000	9.7%	3,500	10.7%	2,000	14.7%
Peanut		602	1.2%	2,000	16.8%	2,000	9.7%	4,000	12.3%	2,000	14.7%
Summer Vegetable		3,752	7.5%	300	2.5%	500	2.4%	800	2.5%	500	3.7%
Nili Vegetables		2,270	4.5%	1,500	12.6%	4,000	19.3%	5,500	16.9%	234	1.7%
Sub-total		48,736	97.5%	9,340	78.5%	15,550	75.1%	24,890	76.3%	9,794	72.0%
Sugar Cane		1,264	2.5%	612	5.1%	926	4.5%	1,538	4.7%	717	5.3%
通年作											
(冬作)		50,000	100.0%	11,900	100.0%	18,606	89.9%	30,506	93.6%	13,017	95.7%
(夏作)		50,000	100.0%	9,952	83.6%	16,476	79.6%	26,428	81.1%	10,511	77.3%
合計		100,000	200.0%	21,852	183.6%	35,082	169.5%	56,934	174.6%	23,528	173.0%

注 C. I. : 作付け率

出典 : Minia Governorate/Province of Agricultural Land and Water Management 2002

重力灌漑されている旧耕地ではほぼ 200%の作付け率となっているが、ポンプ灌漑の開墾地では冬作 94%、夏作 81%であり、年間 175%である。なお、表に示されている作物別面積は作物の耕地面積を示しており、実際の作物作付け面積はF/S 報告書表 E-3-2 および H-1-1 に示されている通り耕地面積の約 60%である。従って、以下に示される作物必要用水量の検討においては、各作物の作付け面積は表中に示されている面積の 60%としている。

## ② 灌漑用水量

現況の受益地における灌漑状況を、灌漑用水量の過不足の状況から判定するため、現況作付け状況に基づく灌漑用水量を算定する。

### 1) 作物別消費水量

「エ」国における作物別消費水量は、「水資源の利用と開発基本計画 1980」で基準化されており、上エジプト、中エジプト、デルタの 3 地域に区分されている。現在もこの基準により各地域の用水量が決定されており、対象地区は中エジプトに区分される。従って、次表のとおり本事業での検討には基準化されている中エジプトの作物別消費水量を使用する。

表 2-1-4.13 作物別消費水量

(Unit : m<sup>3</sup>/month/feddan)

作物	合計用水量 (m <sup>3</sup> /fed/yr)	冬期				夏期				冬期		リーチング係数 (1-LR)		
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月		11月	12月
<b>冬作</b>														
Wheat	2,147	265.0	328.0	559.0	487.0	71.0						193.0	244.0	0.98
Barley	2,147	265.0	328.0	559.0	487.0	71.0						193.0	244.0	0.98
Broad Beans	1,714	273.0	302.0	500.0	101.0							290.0	248.0	0.92
Fenugreek	1,449	315.0	315.0	97.0							126.0	281.0	315.0	0.92
Long Berseem	2,995	248.0	353.0	542.0	664.0	550.0						378.0	260.0	0.94
Short Berseem	1,243	248.0	353.0									382.0	260.0	0.94
Onion	1,830	323.0	361.0	458.0	323.0								365.0	0.89
Garlic	1,574	278.0	310.0	394.0	278.0								314.0	0.89
Potato	1,311	378									269	248	416	
Vegetables	1,692	122.0	122.0	67.0	55.0				172.0	176.0	336.0	361.0	281.0	0.86
Sugarbeet	2,220	378.0	474.0	642.0							156.0	235.0	335.0	0.98
<b>夏作</b>														
Cotton	3,702			275.0	391.0	664.0	819.0	915.0	430.0	208.0				0.98
Maize	2,759					351.0	640.0	941.0	681.0	146.0				0.93
Sorghum	2,897						575.0	806.0	962.0	554.0				0.93
Sun-flower	3,126			345.5	1119.0	1239.8	422.0							0.92
Soyabeans	3,477					491	697	966	991	332				
Sesame	2,062					340.0	659.0	748.0	315.0					0.92
Groundnuts	2,016			378.0	420.0	525.0	504.0	189.0						0.96
Vegetables	2,037	159.0	88.0	76.0	173.0	336.0	420.0	218.0	176.0	193.0	122.0	76.0	0.95	
Others	2,550				294.0	521.0	609.0	538.0	475.0	113.0				0.95
<b>ニリ作</b>														
Maize	2,604						546.0	664.0	752.0	529.0	113.0			0.93
Vegetables	4,985							1429.0	1836.0	1720.0				0.95
<b>通年作</b>														
Sugar Cane	7,167	195.0	294.0	428.0	517.0	716.0	769.0	859.0	950.0	895.0	690.0	542.0	312.0	0.92

出典: Master Plan for Water Resources Development and Use 1980 – Technical Report No.17

注: 上記作物消費水量には搬送ロス、圃場ロスなどの損失水量は含まれていない。

なお F/S 時検討と同様に、開墾地においては土壌塩分の集積を防止するリーチング水量を見込む。リーチング用水を含む作物別消費水量は、個々に示されている作物別消費水量を上表右欄のリーチング係数で除して求める。リーチング係数は灌漑水の電気伝導度を EC<sub>w</sub>=600 micro s/cm として求められたものである。

## 2) 灌漑効率

F/S 報告書では、排水の再利用も含め農地に供給された全水量と、計算された作物の純用水量との比から、現況での灌漑効率が算定されている。その結果は年平均 60.5%である。本検討では、現在マゾーラ堰より上流部においては F/S 当時より灌漑施設、灌漑方法において何ら変化していないことから、灌漑効率を 60.5%とする。

## 3) 灌漑用水量

灌漑用水量は作付け作物の消費水量と作付け面積の積を灌漑効率で除して計算される。計算の詳細は資料 8A-1 および 8A-2 に収録しているが、計算結果を表 2-1-4.14 に示す。

## 4) 村落用水量

受益地の住民や家畜の飲雑用水は、一部はナイル川より取水、浄水して送られているものもあるが、大部分はバハル・ヨセフ用水路および支線用水路沿いの浅井戸等から供給されている。従って、この水量を必要用水量として考慮する必要があり、F/S 時の単位日水量に基づき下表のように算定される。

表 2-1-4. 14 村落用水量

地区名	取水方式	灌漑施設名	(1) 受益面積	(2) 人口密度	裨益人口(人) (1) x (2)	上水供給 100 lit/day/c (m <sup>3</sup> /day)	家畜用水 上水の7% (m <sup>3</sup> /day)	工業用水 上・家畜の50% (m <sup>3</sup> /day)	用水合計 (m <sup>3</sup> /day)
ミニア県	ポンプ	El Kamader	13,600	6.50	88,400	8,840	619	4,729	14,188
		Terfa	20,700	6.50	134,600	13,460	942	7,201	21,603
		Sakoula	11,900	6.50	77,400	7,740	542	4,141	12,423
		小計	46,200		300,400	30,040	2,103	16,071	48,214
	重力	El Bahnasa	4,700	6.50	30,600	3,060	214	1,637	4,911
		Sahel El Bahnasa	700	6.50	4,600	460	32	246	738
		El Harika	18,800	6.50	122,200	12,220	855	6,538	19,613
		Bortbat	700	6.50	4,600	460	32	246	738
		Ganabit #Harika	700	6.50	4,600	460	32	246	738
		Ganabit #Saab	1,200	6.50	7,800	780	55	417	1,252
		Saab	17,000	6.50	110,500	11,050	774	5,912	17,735
		小計	43,800		284,900	28,490	1,994	15,242	45,726
	ミニア県合計	90,000		585,300	58,530	4,097	31,314	93,941	
ベニスエフ県	重力	El Harika	6,200	6.40	39,700	3,970	278	2,124	6,372
<b>総計</b>			<b>96,200</b>		<b>625,000</b>	<b>62,500</b>	<b>4,375</b>	<b>33,438</b>	<b>100,313</b>

堰掛かり集計	ダハブ堰掛かり (Kamader)	14,188 (m <sup>3</sup> /day)	0.164 (m <sup>3</sup> /s)
	サコーラ堰掛かり	73,702 (m <sup>3</sup> /day)	0.853 (m <sup>3</sup> /s)
	マゾーラ堰掛かり (Sakoula)	12,423 (m <sup>3</sup> /day)	0.144 (m <sup>3</sup> /s)
	計	100,313 (m <sup>3</sup> /day)	1.161 (m <sup>3</sup> /s)

5) 必要用水量

サコーラ堰掛かりの受益地での必要用水量は、上記の各計算結果から下表のように算定される。

表 2-1-4. 15 サコーラ堰掛かり必要用水量

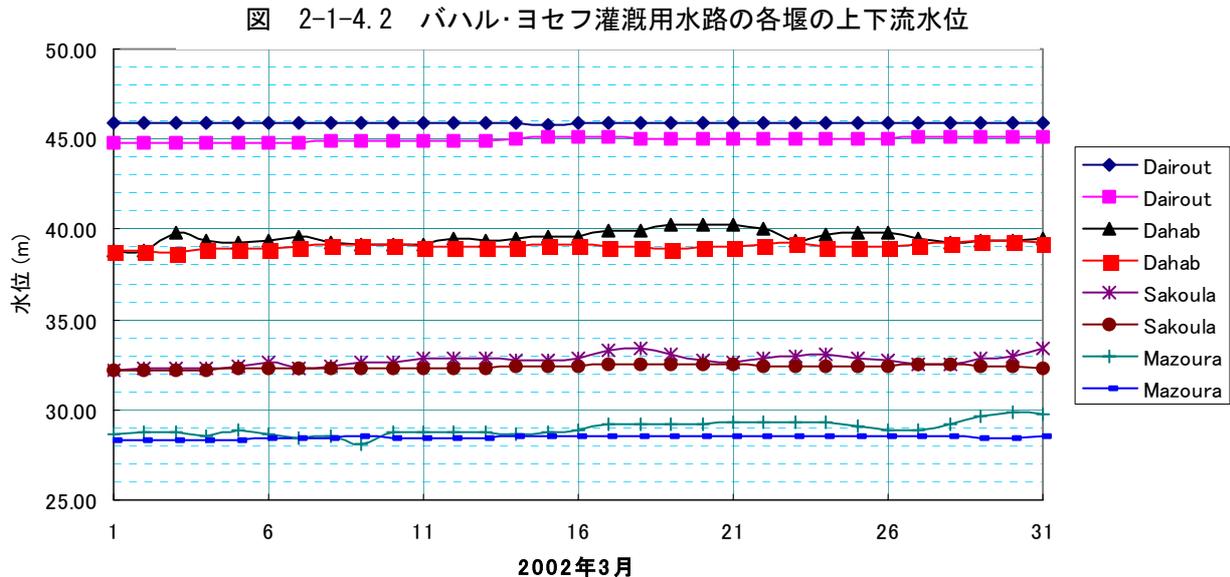
施設・地区名	面積 (Feddan)	No.	冬作				夏作					冬作		
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
<b>旧耕地</b>														
Saab	17,000	1	1.62	2.15	2.84	2.63	2.29	4.12	5.30	3.54	1.25	0.78	1.04	1.50
Harika	25,000	2	2.38	3.16	4.18	3.86	3.37	6.06	7.79	5.21	1.84	1.14	1.53	2.21
El Bahnasa	4,700	3	0.45	0.59	0.79	0.73	0.63	1.14	1.47	0.98	0.35	0.21	0.29	0.41
Borbat, Ganabit, etc.	3,300	4	0.31	0.42	0.55	0.51	0.44	0.80	1.03	0.69	0.24	0.15	0.20	0.29
<b>開墾地</b>														
Kamader	(13,600)	5	1.25	1.71	2.16	2.03	1.59	2.56	3.10	1.92	0.84	0.70	1.06	1.24
Terfa	20,700	6	1.73	2.37	3.06	2.86	2.14	3.45	4.41	3.20	1.99	1.81	1.76	1.83
Sakoula	11,900	7	1.12	1.55	2.03	1.99	1.49	2.29	2.77	1.87	1.01	0.91	1.03	1.15
<b>村落用水</b>														
ダハブ堰掛かり (E l Kamader)		8	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
サコーラ堰掛かり		9	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
マゾーラ堰掛かり (Sakoula)		10	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
<b>総計</b>	82,600		10.02	13.12	16.78	15.77	13.12	21.58	27.02	18.56	8.69	6.87	8.08	9.80
F/Sとの 対比	今回計算値(1+2+3+4+5+6+8+9)		8.76	11.43	14.60	13.63	11.49	19.14	24.11	16.55	7.53	5.81	6.91	8.51
	F/S時計画値		9.50	12.16	13.22	7.33	9.33	15.09	23.02	19.00	11.26	4.64	6.05	7.57
	パーセント (今回/F/S)		92%	94%	110%	186%	123%	127%	105%	87%	67%	125%	114%	112%

なお、F/S 時にはサコーラ堰掛かりの受益地として旧耕地と Kamader および Terfa ポンプ場掛かりの開墾地が含まれていたが、実際には Kamader 地区はマンシェット・エル・ダハブ堰 (以下「ダハブ堰」) 掛かりである。ここでは、F/S 時との必要用水量の比較を行うため Kamader 地区を含めた合計値もあわせて示すが、7月での最大用水量はほぼ同程度であった。しかし、5月、6月および9月、10月で今回計算された用水量と F/S 時の計画値に相違が見られる。これは、F/S 時で計画された作付け作物の面積および作付けパターンが実際に作付けされている現況のものと多少のずれがあるためと、F/S 時には作物別消費水量を修正ペンマン法により算定したものを使用しており、作物別消費水量も灌漑局が採用している基準値と多少の差があるためと考えられる。

### ③ 堰水位と取水量

#### 1) 堰水位の変動

下図に 2002 年 3 月のバハル・ヨセフ用水路の各堰の上下流水位変動を例として示している。サコーラ堰においても、堰の下流水位は比較的安定しているが上流側水位は時間とともに変動し、受益地への支線用水路



の取水水位が十分に確保されていない状況が見られる。重力灌漑においては、支線水路への取水量が不十分となり、また、ポンプ灌漑においてはポンプ実揚程の大きい状態での運転となるため揚水量の減少となり、いずれも灌漑用水の不足を引き起こし、十分な農業生産ができていない状況にあるものと考えられる。以下にこの状況を検証する。

#### 2) 取水水位と取水量

サコーラ堰を中心としてダハブ堰の下流水位、マゾーラ堰の上流水位の記録から、2002 年の 1 年間について支線水路および取水ポンプ場等のバハル・ヨセフ用水路での各灌漑取水施設地点における日々の水位を推定した。次に、重力灌漑されている支線水路においては測定された支線水路水理断面と水路敷き高から水位と流入量（取水量）の関係式を求め、実際に取水された取水量を算定した。また、ポンプによる取水量は、運転記録から運転時間と計画揚水量の積として算定しているが、Terfa No.1 ポンプ場（New および Old）では運転時の実揚程記録が得られているため、実揚程に対応したポンプ揚水量を求めた。なお、Saab 支線水路では、サコーラ第 4 New ポンプ場が支線水路途中から優先的に取水しており、Saab 支線水路取水量はサコーラ新第 4 ポンプ場の揚水量（揚水記録）を取水量から差し引いた残りの水量を示している。計算の詳細は資料 8A-1～8A-6 に収録しているが、その結果を次表に示す。

表 2-1-4. 16 重力灌漑地区における月別必要用水量と実取水量

水路名	項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計	1月を除く合計
Bahanasa	必要用水量	1,199	1,439	2,105	1,882	1,697	2,953	3,925	2,623	897	575	748	1,111	21,155	19,955
	取水量	387	1,439	2,105	1,882	1,697	2,953	3,925	2,623	897	575	748	1,111	20,342	19,955
	過不足量	-812	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-812	0
	同上 (%)	-67.7%												-0.04	0.00
Harika	必要用水量	6,379	7,656	11,198	10,011	9,027	15,708	20,875	13,951	4,773	3,057	3,979	5,910	112,524	106,146
	取水量	2,058	7,479	10,561	10,011	8,856	15,708	18,655	13,951	4,773	3,057	3,979	5,910	104,998	102,940
	過不足量	-4,321	-177	-637	0	-171	0	-2,220	0	0	0	0	0	-7,527	-3,206
	同上 (%)	-67.7%	-2.3%	-5.7%		-1.9%		-10.6%						-6.7%	-3.0%
Saab	必要用水量	4,337	5,206	7,615	6,808	6,138	10,681	14,195	9,487	3,246	2,079	2,705	4,019	76,516	72,179
	取水量	0	4,029	6,470	6,808	5,669	10,681	11,916	9,357	2,875	1,911	2,670	3,843	66,229	66,229
	過不足量	-4,337	-1,177	-1,145	0	-469	0	-2,279	-130	-371	-168	-35	-176	-10,287	-5,950
	同上 (%)	-100.0%	-22.6%	-15.0%		-7.6%		-16.1%	-1.4%	-11.4%	-8.1%	-1.3%	-4.4%	-13.4%	-8.2%

表 2-1-4. 17 ポンプ灌漑地区における月別必要用水量とポンプ揚水量

(単位 1,000m<sup>3</sup>)

ポンプ場名	項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
Terfa	必要用水量(1)	4,623	5,744	8,198	7,422	5,719	8,935	11,805	8,563	5,150	4,839	4,570	4,910	80,478
	旧ポンプ揚水量(2)	2,001	11,952	12,961	11,036	9,786	11,603	12,065	13,226	13,253	13,610	13,224	10,601	135,317
	新ポンプ揚水量(3)	1,608	8,194	9,253	9,370	8,520	8,381	8,371	8,963	9,015	9,118	8,975	6,102	95,870
	(4)揚水量計(2)+(3)	3,609	20,145	22,214	20,406	18,306	19,984	20,436	22,189	22,268	22,728	22,199	16,703	231,187
	パーセント(4)/(1)	78%	351%	271%	275%	320%	224%	173%	259%	432%	470%	486%	340%	287%
Kamder	必要用水量(1)	3,349	4,137	5,794	5,254	4,272	6,630	8,300	5,134	2,178	1,880	2,740	3,330	52,997
	第5旧ポンプ揚水量(2)	2,417	8,321	8,712	9,595	8,987	8,683	10,174	10,907	10,044	9,267	8,886	9,952	105,945
	パーセント(2)/(1)	72%	201%	150%	183%	210%	131%	123%	212%	461%	493%	324%	299%	200%
Sakoula	必要用水量(1)	2,990	3,748	5,439	5,170	3,986	5,938	7,410	5,008	2,631	2,445	2,664	3,076	50,505
	旧Sakoula 4 揚水量(2)	498	2,523	4,264	2,999	1,817	3,784	5,292	5,980	4,150	3,735	2,924	1,937	39,903
	新Sakoula 4 揚水量(3)	3,460	8,722	7,206	9,312	6,998	7,076	9,318	9,869	9,811	9,707	9,960	8,955	100,395
	(4)揚水量計(2)+(3)	3,959	11,245	11,470	12,311	8,815	10,860	14,610	15,849	13,961	13,442	12,884	10,893	140,298
	パーセント(4)/(1)	132%	300%	211%	238%	221%	183%	197%	316%	531%	550%	484%	354%	278%

④ 灌漑現況

灌漑用水の状況に関して農家の意識調査を行った結果は次表のようである。

表 2-1-4. 18 灌漑用水管理に関する意識調査結果

・十分満足～やや満足		24 農家	(37%)
・不満足		41 "	(63%)
不満足と答えた農家に対して、			
・不満足の原因	(1人複数回答)		
	灌漑水供給が不足	50 "	(77%)
	灌漑施設が不備	23 "	(35%)
	維持管理費が高い	18 "	(28%)
	維持管理担当者の対応に不満	16 "	(25%)
・水争いの経験がある		26 "	(63%)

灌漑水の供給に対する要望が調査農家全体のおよそ 8 割を占めており、営農における灌漑用水に対する需要および期待の大きさが伺える。多くの農家が灌漑水の供給に満足しておらず、水争いを経験した農家も多い。

重力灌漑地区の Harika 用水路掛かりでは、取水口に近い地域では水不足を訴える農家は少なく、下流ほど灌漑水の供給に対して不満を感じている。これは灌漑水の絶対量の不足とともに、適正な水管理なしに上流

優先での取水が行われ、下流域まで給水が行き渡らないためと推察される。同じく、重力灌漑地区の Saab 用水路掛かりでは Sakoula ポンプ (No.4 New) への配水地点から下流域では、ほとんどの農家が灌漑水供給に対して不満を感じている。

このような状況は、「表 2-1-4.16 重力灌漑地区における月別必要用水量と実取水量」に示される結果に符合しており、Harika 支線水路と Saab 支線水路での 2 月、3 月および 7 月それぞれでの不足水量の平均値は必要用水量に対し概ね 13%に上り、農業生産に大きく影響しているものと考えられ、特に支線下流部ではさらに深刻な状況にあるものと考えられる。従って、水不足を解消する最初のステップとして、バハル・ヨセフ用水路の水位を安定的に維持し、各支線水路の必要取水を確保することが重要である。

一方、ポンプの揚水量は「表 2-1-4.17 ポンプ灌漑地区における月別必要用水量とポンプ揚水量」に示されているように、灌漑必要用水量に対し過大にポンプ揚水がなされていることが伺える。しかし、現地調査の結果ではポンプ灌漑の水路に過大に揚水されている様子はなく、このことから、ポンプの実際の容量（吐出量）は老朽化等のため計画時の容量からかなり減少している可能性のあることを示唆しており、また、新旧ポンプ場間や中継のポンプ運転の不十分な連携、水路管理および配水操作等の水管理上のロスが大きい可能性が考えられる。このことは、現在「エ」国側で計画されている Old ポンプ場の更新が進み、また、水管理の改善が計られることにより解消されるものと考えられるが、適正なポンプ運転がなされ水管理ロスの低減が促進されれば、これからの余剰水により、微小ではあるが新たな開墾地開発の可能性を示している。

## ⑤ バハル・ヨセフ用水路の水収支

### 1) 排水ポンプ場からの排水量

地表への塩分集積などを招く地下水位の上昇を防止するため、排水路の整備が行われている。排水は貴重な水資源であり、バハル・ヨセフ用水路沿いに設けられた排水機場によりバハル・ヨセフ用水路に排水し、灌漑用水として再利用されている。マンシャット・エル・ダハブ堰とサコーラ堰間でバハル・ヨセフ用水路に排水している排水機場は 3 機場あり、それぞれの 2002 年での運転記録から、排水量は以下のとおりである。

表 2-1-4.19 排水機場の排水量

		(単位: 1,000m <sup>3</sup> )												
排水機場名		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計/平均
Manshat El Dahb		1,250	1,368	1,884	2,143	2,336	3,680	3,992	3,182	2,524	2,442	2,471	2,671	29,943
Dier El Sankoura		5,456	8,215	7,648	9,500	8,064	8,366	9,349	9,891	11,896	10,622	11,831	11,179	112,019
Beni Mazar		2,387	9,072	7,906	8,251	767	7,387	7,819	8,651	9,526	8,521	9,504	10,508	90,299
合計	(1,000m <sup>3</sup> )	9,093	18,655	17,438	19,894	11,167	19,434	21,160	21,723	23,946	21,585	23,807	24,358	232,260
	(m <sup>3</sup> /s)	3.39	7.71	6.51	7.68	4.17	7.50	7.90	8.11	9.24	8.06	9.18	9.09	7.38
F/S推定値	(m <sup>3</sup> /s)	3.62	4.89	5.54	5.49	4.72	5.16	6.51	6.36	6.23	5.99	7.88	8.13	5.88
	パーセント	94%	158%	118%	140%	88%	145%	121%	128%	148%	135%	117%	112%	126%

出典：ミニア機械電気局 (MED)

F/S 時に推定されていた排水量は当時の排水ポンプ運転記録に基づくものであるが、これに対し 2002 年での実際の排水量は平均で 1.26 倍に達している。このことは灌漑水量が上流地区 (マンシャット・エル・ダハブ堰掛かり) で計画値を上回って取水されている可能性を示唆している。

## 2) マンシャット・エル・ダハブ堰とサコーラ堰間の水収支

ダハブ堰とサコーラ堰間におけるバハル・ヨセフ用水路の、F/S 計画流量と現況流量を比較し、表 2-1-4.21 に示す。2002 年での取水の実態では、旧耕地への重力取水が不足している反面、開墾地へのポンプ取水量が大きく、区間全体では年平均 6%程度計画を上回って取水されている状況が伺える。7月のピーク流量時にはサコーラ堰からの放流量はほぼ計画通りに放流されているが、他の月では多少不足した放流量（最大 19%減：10月）となっている状況がみられる。

一方、今回算定されている必要用水量が各地区に適正に取水される場合には、ほぼ F/S 時に樹立された流量管理計画に沿って、ダハブ堰とサコーラ堰間でバランスのとれた流況が実現されることとなる。

表 2-1-4. 20 ダハブ堰とサコーラ堰間におけるバハル・ヨセフ用水路水収支

(単位：m<sup>3</sup>/s)

月	ダハブ堰 放流量	取水量				流入量 合計 排水量	取水量と 流入量の バランス	サコーラ堰 放流量	F/S時を100%と するときのサ コーラ堰放流量
		旧耕地 取水量	開墾地 取水量	村落 用水	合計 取水量				
F/S時計画	(注1)		(注2)	(注3)		(注4)			Ave(100)
1月	89.75	5.64	3.32	0.54	9.50	3.62	5.88	83.87	100
2月	114.79	7.37	4.25	0.54	12.16	4.89	7.27	107.52	100
3月	122.50	8.04	4.64	0.54	13.22	5.54	7.68	114.82	100
4月	75.69	5.33	1.46	0.54	7.33	5.49	1.84	73.85	100
5月	99.77	6.52	2.27	0.54	9.33	4.72	4.61	95.15	100
6月	137.13	9.35	5.2	0.54	15.09	5.16	9.93	127.20	100
7月	210.15	14.86	7.62	0.54	23.02	6.51	16.51	193.63	100
8月	181.00	13.05	5.41	0.54	19.00	6.36	12.64	168.36	100
9月	117.46	8.59	2.13	0.54	11.26	6.23	5.03	112.43	100
10月	38.42	2.88	1.22	0.54	4.64	5.99	-1.35	39.76	100
11月	47.40	3.80	1.71	0.54	6.05	7.88	-1.83	49.23	100
12月	59.74	4.47	2.56	0.54	7.57	8.13	-0.56	60.30	100
2002年現況(実態)									Ave(94)
1月	89.75	1.23	2.64	(0.85)	3.87	3.39	0.47	89.28	106
2月	114.79	5.81	11.93	(0.85)	17.74	7.71	10.03	104.76	97
3月	122.50	7.76	10.98	(0.85)	18.74	6.51	12.23	110.27	96
4月	75.69	7.80	11.47	(0.85)	19.26	7.68	11.59	64.11	87
5月	99.77	6.71	9.45	(0.85)	16.15	4.17	11.98	87.78	92
6月	137.13	12.12	10.44	(0.85)	22.56	7.50	15.06	122.06	96
7月	210.15	13.91	11.11	(0.85)	25.02	7.90	17.12	193.03	100
8月	181.00	10.44	11.97	(0.85)	22.41	8.11	14.30	166.70	99
9月	117.46	3.63	12.38	(0.85)	16.00	9.24	6.76	110.70	98
10月	38.42	2.22	12.11	(0.85)	14.33	8.06	6.27	32.14	81
11月	47.40	3.21	12.41	(0.85)	15.62	9.18	6.43	40.97	83
12月	59.74	4.38	9.58	(0.85)	13.96	9.09	4.87	54.88	91
現況において適正取水される場合									Ave(101)
1月	89.75	4.76	2.51	0.85	8.12	3.39	4.73	85.02	101
2月	114.79	6.33	3.46	0.85	10.64	7.71	2.93	111.86	104
3月	122.50	8.36	4.48	0.85	13.70	6.51	7.19	115.31	100
4月	75.69	7.72	4.26	0.85	12.84	7.68	5.16	70.53	96
5月	99.77	6.74	3.18	0.85	10.77	4.17	6.60	93.16	98
6月	137.13	12.12	5.05	0.85	18.02	7.50	10.53	126.60	100
7月	210.15	15.59	6.34	0.85	22.78	7.90	14.88	195.26	101
8月	181.00	10.42	4.51	0.85	15.78	8.11	7.67	173.33	103
9月	117.46	3.68	2.70	0.85	7.23	9.24	-2.01	119.47	106
10月	38.42	2.28	2.45	0.85	5.58	8.06	-2.48	40.89	103
11月	47.40	3.07	2.48	0.85	6.41	9.18	-2.78	50.18	102
12月	59.74	4.41	2.64	0.85	7.90	9.09	-1.19	60.94	101

注1：ダハブ堰からはF/S時の計画流量に基づき放流されているものとする。

注2：開墾地取水量はF/S時はKamaderが含まれSakoulaが含まれていない。2002年現況(実態)においては、Kamaderはダハブ堰掛かりなのでサコーラ堰掛かりには含めずTerfaおよびSakoula第4ポンプ(New)の実取水量が示されている。また適正取水される場合のケースにおいては、Terfa計画用水量およびSaab支線水路を通して取水されるサコーラ地区の計画用水量の70%が含まれている。

注3：村落用水の2002年現況(実態)のケースでは、他の取水施設の取水量に含まれているものとして収支上ではゼロとして扱っている。

注4：F/S時以外のケースでは、現況実績排水量を計上している。

## 2-2 プロジェクト・サイトおよび周辺の状況

### 2-2-1 関連インフラの整備状況

#### (1) 交通、公共施設

##### ① 交通施設

##### 1) 道路

バハル・ヨセフ用水路の東西には、「エ」国内を南北に繋ぐ主要幹線である通称農業道路（国道 2 号線）および砂漠道路が同用水路に並行して走る。農業道路は、ミア県内のマガガ、ベニマザール、マタイ、サマルートおよびミアといった地区の役所、市場、学校など主要施設のある中心地を結んでおり、ミニバスや小型トラックなど交通量は多い。一方、砂漠道路は、バハル・ヨセフ用水路の西側耕地と砂漠との間に新たに建設されたもので、県境および幾地点でのチェックポイントがあるほかは周囲に人家・耕地は少ない。通行する車輛は大型トラック、長距離バスなどが利用するが、交通量は少ない。

ミア県では延長 2,000 km の道路のうちおよそ 7 割が舗装されているが、サコーラ堰のあるベニマザール地区における舗装率は約 35%程度であり、全体平均の半分程度となっている。

表 2-2-1.1 ミア県地区別道路舗装状況

地区	舗装		無舗装		延長 (km)
	延長(km)	舗装率(%)	延長(km)	舗装率(%)	
ミア	144.20	78.58	39.30	21.42	183.50
マラウイ	233.70	58.03	169.00	41.97	402.70
マガガ	135.95	85.26	23.50	14.74	159.45
アブコルカス	138.30	83.26	27.80	16.74	166.10
エドワ	144.20	78.58	39.30	21.42	183.50
ベニマザール	139.25	35.14	257.00	64.86	396.25
デルモアス	84.85	65.34	45.00	34.66	129.85
サマルート	261.07	90.94	26.00	9.06	287.07
マタイ	114.80	79.23	30.10	20.77	144.90
計	1,396.32	68.00	657.00	32.00	2,053.32

サコーラ堰に最も近いアクセスは、砂漠道路からベニマザールへのインターチェンジを通過して一般道に入り、Bahasa の町を縦貫するバハル・ヨセフ用水路に架かる橋を渡ったのち、セリー水路沿いの管理用道路を北上して、およそ 5 km 地点で左折するルートである。サコーラ堰の取り付け道路の幅員は約 6 m、堰の併設橋幅員は 4 m である。

##### 2) 鉄道

「エ」国の国鉄はカイロを起点として南のアスワンや北のデルタ地方を結んでおり、停車駅は各県庁所在地などの主要都市にある。ミア県およびベニスエフ県では、北からマラウイ、アブコルカス、ミア、サマルート、ベニマザール、マガガ、ファッション、ビバおよびベニスエフなどである。線路は、通称農業道路(国道 2 号線)とともにイブラヒミア用水路の右岸側を南北に縦貫している。

サコーラ堰に近い鉄道駅は、ベニマザールおよびマガガであるが、前者の方がより近く、その間の距離はおよそ 20 km である。この場合、バハル・ヨセフ用水路を渡る必要はなく、同堰手前でセリー水路沿いの管理用道路を北上する、前述のルートが利用可能である。

### 3) 舟運

ミニア県内のナイル川河岸には小規模な突堤があり、付近の建材用ブロック（原材料は石灰岩）工場の製品を積み出しているが、舟運そのものは商業ベースとはなっていない。

### 4) サコーラ堰併設橋

本件対象のサコーラ堰は首都カイロの南約 180km、サコーラ町の中央部にある。サコーラ町およびその周辺地域はバハル・ヨセフ用水路の両岸に形成されており、サコーラ堰の併設橋はこの地域における人や農産物の流れの中心に位置している。

当該地点における交通量調査によれば、トラック、軽トラック、トラクターおよび馬車など、地域の農産物を含む物流に関わる交通量は平日で約 1,100 台／日、休日の日中 12 時間において約 900 台の通行がある。さらに、モーターバイクおよび自転車を含めた人の往来は平日の 24 時間で約 9,500 人／日に対し、休日の日中 12 時間においてもおよそ 6,000 人に及び、この他にもバス、乗用車の通行も多数ある。また、毎週日曜日にはサコーラ堰周辺でオープンマーケットが開かれ、周辺町村から流入する人や車輦で終日混雑する状況である。なお、交通量調査は 2003 年 3 月上旬に行ったもので、冬作物の収穫時期にもあたることから前述の調査結果は年間における平均的数値である。従って、併設橋改修後の交通量は普通乗用車換算にして 1 日およそ 9,000 台と見積もられる。物流および人の往来ともに、平日、休日を問わず同堰併設橋の日常的な地域交通に果たす役割は極めて高いことが伺える。

しかしながら、本併設橋の現況幅員は 4m と狭く、車輦は片側交互通行により堰上を横断せざるを得ず、人の往来も相まって非常な混雑をみせている。また、本橋はレンガアーチ構造で、表面レンガは欠落しており、荷重制限により大型車の通行が禁止されている。

## ② 公共施設

### 1) 学校

現在、一村にひとつの小学校を建設する計画が実施中である。建物の規格は同一で、農地の占有を抑えるため、4～5 階建てであり、校庭はほとんどない。

### 2) 市場

本事業地区において産出される農産物はそれらのほとんどがマガガ、ベニマザールおよびミニアなど農業道路(国道 2 号線)沿いの主要消費地へ出荷されている。これらの消費地では曜日を定めて市がたっており、農家はこれに合わせた収穫、出荷を行っている。

### 3) 宿泊施設

ミニア県の観光宿泊施設はほとんどがミニア地区にある。また、ベニスエフ県については、外国人の宿泊可能なホテルはほとんどない。

### 3) 飲料水

従来は井戸水が一般的であったが、現在はバハル・ヨセフ用水路の用水あるいは地下水を原水として、これ

を処理後に給水するシステムが普及している。サコーラ堰付近(上流右岸側)でも水道の整備に伴い井戸の撤去を行う人家もある。

## (2) 電気、水道

### ① 電気

1971年に完成したアスワン・ハイダムによってナイル川の洪水は完全に制御され、「エ」国にとって掛け替えのない水資源を確保するとともに年間 1,000 万 kw/時の発電が行われている。当ダムによる発電・供給により、都市部はもとより各部落、各農家への配電網は完備している。当該地域には 11KV の既設高圧電線が堰改修予定地近くに配線されている。

### ② 水道

上水道は、県行政の運営・管理により農村部まで普及し、ほとんどの部落に簡易水道が完備されている。水源はバハル・ヨセフ水路からで、塩素で消毒した後、近隣の数部落にパイプ送水されている。水道は更に各家庭にパイプ排水される。当該地域でも、既設堰上に口径 150 mm 水道管、が付設されている。バハル・ヨセフ用水路は灌漑のみならず住民および家畜等に対する飲料・雑用水のための水源である。

## (3) 用地

バハル・ヨセフ用水路に沿った地区では、住宅地が密集しており、5～6 階建ての集合住宅まで見受けられる。またサコーラ堰は、周辺地区における貴重な河川空間となっており、食器、洗濯物などの洗い場、中の島は農作物・洗濯物の乾燥場、ロバの散髪場所、牛・馬等の放牧スペースなど様々な形で使われている。堰上およびその周辺では毎日曜日にマーケットが開かれ多くの人、荷車、車で混雑する。

## 2-2-2 自然条件

### (1) 気象・水文

#### 1) 気象

調査対象地域の中心地であるミアは乾燥気候地域に属し、平均気温は冬期（10月～4月）の1月に最低となり 4.1℃、夏期（5月～9月）は7月に最高となり 36.7℃程度であるが、40～45℃に達することもある。湿度は年間を通して低く、相対湿度で12月の65%が最高で5月の36%が最低であり、4月～7月は非常に乾燥した気候となる。また、11月～1月の3ヶ月は風のない穏やかな日が多くなる。一方、4月～7月および9月に強風の吹く日が多くなる。

#### 2) 水文

年間降水量は平均 5 mm 前後で冬期に降るが、稀にまとまって降ることもあり、ワジ（水無谷）に洪水を引き起こすことがある。特に、ミア県付近のナイル川右岸側は標高 100～200 m 前後の石灰岩台地が広がり、そこに南東～北西向きにワジが発達しているが、流域面積の大きなワジもあり、これらの谷の出口付近には流路工が設けられている箇所がある。

### 3) 用水路の断水期間

バハル・ヨセフ用水路は、灌漑、生活用水、家畜用水に利用され、計画用水量は夏期で 2 千万 m<sup>3</sup>/日、冬期で 1 千万 m<sup>3</sup>/日である。用水路は水需要の少ない冬期に約 2 週間断水し、水路浚渫など灌漑施設の補修が実施されている。断水は年によって変わるが、12 月末から 1 月にかけて実施される。ダイリュート堰およびサコーラ堰の近年における断水期間の状況は以下のとおりである。

表 2-2-2.1 サコーラ堰の断水期間

年	1993	1994	1995	1997	1998	2000	2001	2002
ダイリュート堰	1/6~1/31	1/6~1/31	1/3~1/17	1/1~1/12	1/1~1/10	1/8~1/31	1/10~1/27	1/10~1/27
サコーラ堰	1/7~2/4	1/8~2/7	1/6~1/20	1/1~1/20	1/1~1/11	1/12~2/2	1/11~1/31	1/11~1/31

出典：西ミア地方灌漑局

## (2) 地形

### ① ナイル川流域

ナイル川流域はナイル谷と称され、ナイル川、沖積土から成る河岸平野および河岸段丘で構成される。ナイル谷といっても、その幅は最小 300 m から、ベニスエフ付近で最大 25 km 程度になり、場所により一般的な谷の概念とはかなり隔たりがある。この河岸平野には、アスワン・ハイダム完成以前は 6~8 月の夏期の氾濫により肥沃な沖積土がもたらされていたが、ダム完成後は、洪水が無くなった代りに肥沃な沖積土も得られなくなった。ナイル谷を囲う河岸段丘は、南から北へと次第に低くなり、ルクソール付近では標高約 400 m、ミア付近で標高約 200 m、カイロでは標高約 150 m である。ルクソール下流付近からカイロまでは概して左岸側の河岸平野が広く、ここに灌漑水路、道路、鉄道、都市、集落等が発達している。一方、右岸の河岸段丘は、ナイル川の河岸に迫っているため、河岸平野が限定されている。この河岸段丘の両側に広大な砂漠が広がっている。

### ② サコーラ堰周辺

既設サコーラ堰はバハル・ヨセフ用水路の蛇行箇所を利用し、建設されたもので、陸上工事を行い、その後堰の上下流を開削（約 900 m）してショートカットしたものである。現在、蛇行箇所の上流側（堰より約 450 m、左岸）は Harika および Saab 水路の取水路となっており、下流側は Bahnasa 水路の排水路の流末となり、バハル・ヨセフ用水路へと繋がっている。

バハル・ヨセフ用水路は、元来自然河川であり、西側は幅約 10 km が標高 50~70 m の段丘が形成され、さらに西側は標高 70~200 m 以上の山地または丘陵地になる。ナイル川右岸の東側では、河岸平野から急崖を形成して、急激に標高 80~200 m を超える河岸段丘になる。両岸に広がる山地および丘陵部には、河岸平野に流れ込むワジが形成され、右岸側では南東—北西方向、左岸側では北西—南東方向及び東北東—西南西方向の系統が発達している。

## (3) 水質

現地調査（2003 年 2~3 月）において、バハル・ヨセフ用水路のサコーラ堰周辺、Harika 水路および Saab 水路の上中流部で一般および大腸菌群試験を実施した。両試験とも、試験紙にコロニー数が 100 点以上現れ、

生活用水不適であったが、堰周辺の河岸では婦女子が洗濯、食器洗いをしている。

#### (4) 地質

サコーラ堰周辺の地質層序表を下表に示す。サコーラ堰を含む河岸低地では第四紀の最も新しいナイルシルト(Nile silt)が広く覆っている。左岸側の低地部縁付近に砂丘堆積物 (Sand dunes) が分布し、その背後の段丘部に先ナイル堆積物(Prenile deposits)、山地寄りに源ナイル堆積物(Protonile deposits)が分布する。

両岸山地に分布する基盤岩は古第三紀始新世のモカタン(Mokattan)層群の、ミア(Minia)層、サマルート(Samalat)層、マガガ(Maghagha)層、オアララ(Oarara)層、ワジ・ラヤン(Wadi Rayan)層、ベニスエフ(Beni-Suef)層、オブザベトリ(Observatory)層からなり、多くが浅海成～海洋成石灰岩、一部泥灰岩や頁岩からなり、まれにチャートが含まれる。地層の走向・傾斜は多くが水平に近い。地質図に記載されている断層は、北西―南東方向の系統が卓越し、これに交差する北東―南西ないしは東北東―西南西方向の系統がこれに次ぐ。

これら基盤岩を貫入して第三紀火山岩の玄武岩質岩脈、板状貫入岩、溶岩が小規模に分布する。サコーラ堰周辺の玄武岩体はエル・バハナサー南西より、南東―北西方向に幅 1km 弱、長さ 1～5 km の小岩体が点々と露頭して分布している。

表 2-2-2.2 周辺地域の地質層序表

地質時代			記号	地質名	構成土質及び地質
新 生 代	第四紀	完 新 世 ～ 更 新 世	Qns	ナイル・シルト	シルト・粘土
			Qd	砂丘堆積物	砂、礫
			Qw	ワジ堆積物	砂、礫、シルト
			Qn3	新ナイル堆積物	砂、礫、シルト
			Qn2	先ナイル堆積物	砂、礫
			Qn1	源ナイル堆積物	砂、礫
			Qg	礫(第三紀～更新世?)	礫
	第三紀	紀未区分 古 第三 紀 始 新 世	Vb	第三紀火山岩	玄武岩質岩脈、板状貫入岩体、溶岩
			Tem	オブザベトリ層	浅海成層状石灰岩、一部チャート
			Temb	ベニスエフ層	海成頁岩、泥灰岩、貨幣石を含む
			Temr	ワジ・ラヤン層	浅海成石灰岩、頁岩を挟む、貨幣石含む
			Tema	オアララ層	下部海成頁岩、貨幣石薄層を含むシルト岩
			Temm	マガガ層	海洋成石灰岩、泥灰岩、プランクトン動物相含
Tems	サマルート層	海成石灰岩、貨幣石を含む			
Tei	ミア層	潟成～海成石灰岩			

## 2-2-3 その他

### (1) 環境への影響

#### ① 環境法

「エ」国では1992年、世銀の協力により最初の環境行動計画（Environmental Action Plan of Egypt）が策定された。この行動計画に基づき、新環境保護法（New Environmental Protection Act）が1994年に成立した。これは、「エ」国環境庁（EEAA：Egyptian Environmental Affairs Agency）の設置を規定したもので、猶予期間を経て1998年2月から施行された。環境庁は全ての環境問題への対応策の作成、環境アセスメントの実施、関連省庁間の調整を担当している。MWRIは、河川、湖沼、用水路への不法投棄物や流入下水に対する規制により水資源の保全に努めている。また、灌漑に関連する法規は以下のとおりである。

- 灌漑排水法(1995年法律第213号)：農民水利組織(WUA)の認可およびメスカ建設事業費の回収を規定
- 汚染防止法(1982年法律第48号)：ナイル川および水路網の汚染防止に関する事項を規定

さらに、水質監視については保健省が、水資源利用に関する認可についてはMWRIが分掌している。

#### ② 社会・自然環境に与える影響について

本対象地区周辺はナイル川中流域に広がる平坦な農村地帯であり、バハル・ヨセフ用水路は灌漑のみならず住民および家畜などに対する飲料・雑用水のための水源でもある。本プロジェクトは既設サコーラ堰の改修であるため用地買収、住民移転、公害、水質汚染といった社会環境、自然環境への悪影響はないと考えられる。しかし、工事中については環境へのインパクトが若干想定されるため、IEEのチェック項目に従って以下について、ミニア灌漑改善局の技術者とともに検討を行った。

- 1) 資機材置き場、工事事務所
- 2) 仮設橋
- 3) 仮締切
- 4) 既設構造物の処理（撤去）
- 5) 廃材の処理
- 6) 堰の新設
- 7) 護岸工
- 8) 操作施設
- 9) 仮設橋及び仮締切の撤去、など

これらの項目の中で、3)仮締切は土壌浸食、堆砂、河床低下、大気汚染に、4)既設構造物の処理（撤去）および5)廃材の処理は大気汚染、騒音に、6)堰の新設はセメントを使用するためその粉末が大気汚染に、7)護岸工は植生に、各々軽微な程度で影響があると想定されたが、社会環境についての影響はないものと判断された。なお、資機材置き場、工事事務所などは用水路敷地内に設けるため、周辺地域への悪影響は生じないものと判断される。

#### ③ EIAについて

MWRI灌漑総局（ID）は、灌漑改善局（IIS）にも環境課（Environmental Unit）を設けるとともに、貯水池・大規模堰局（Reservoirs and Grand Barrages Sector）で実施している「ニュー・ナガハマディ堰発電」プロジェクト室にも環境グループを設け、環境配慮に重点を置いている。

EIA については、上記の「ニュー・ナガハマデ堰発電プロジェクト」のように規模の大きい事業、用地買収あるいは住民移転の発生する事業、環境に重大な影響を及ぼすことが明らかな事業などについて実施しているが、小規模な事業、環境に重大な影響を及ぼさないことが明らかな事業などについては実施していない。特に、灌漑施設の改修、中小規模の灌漑施設の新設については EIA の実施例がなく、本プロジェクトにおいても実施しないこととなった。

## (2) 遺跡

サコーラ堰周辺の遺跡については、次のとおりであり、改修工事に支障となる遺跡はないと判断される。

### ① タル・アル・バハナサ遺跡

サコーラ堰の南西、直線距離 5 km 地点、Bahnasa 村落の西はずれの高台にある。管理人が常駐し、発掘中である。本遺跡には次の 4 期の遺跡が認められる。

- 1) 最上部： イスラム期の住居およびモスク（642 年以降）
- 2) 上部： コプト期の墓および教会（3～7 世紀）
- 3) 下部： ギリシャ、ローマ期の墓および寺院（BC305 年頃～3 世紀）
- 4) 最下部： 王国期、サイス朝の第 26 王朝（BC663 年頃～BC525 年頃）の墳墓

周囲には、各時期の無数の土器片が散乱しており、陶器の製作が盛んであったようである。遺跡の横に見張り小屋が建てられており、ガードマンがおり、写真撮影禁止になっている。

### ② アル・サムラ・ベンの塔

サコーラ堰の南西、直線距離 4.5 km 地点、Bahnasa 村内にある。石灰岩ブロックの石室の上部に土ブロックの塔が今にも崩れそうに建っている。800 年前のモスク・タワーとの説明を受けたが、タル・アル・バハナサ遺跡の状況から、下部がローマ期、上部がコプト期の建物のように見える。