

## 3.7 排水状況

### 3.7.1 現況排水システムの概況

調査地域約 18 万 ha (43 万 feddan) は、7つの排水ブロックと、マリユート湖周辺の計 8 ブロックに分けられる (図 3-7 参照)。各ブロックは排水機場を有し、圃場の地下水位を低く保つため、圃場からの排水が可能となるように、最適なオモウム幹線排水路水位を維持すべく管理されている。オモウム幹線排水路の下流端では、エル・マックス排水機場が、これら 7 排水機場のすべての排水を地中海に排水している。

#### 2) 排水の流出

排水システムは、圃場排水～集水渠～支線排水路～地区内幹線排水路～基幹排水路 (オモウム) の構成となっている。圃場排水は、排水小溝や吸水渠でなされ、ウオーターロギングや塩害を軽減させるための地下水制御を目的として暗渠排水工事が進展中である。

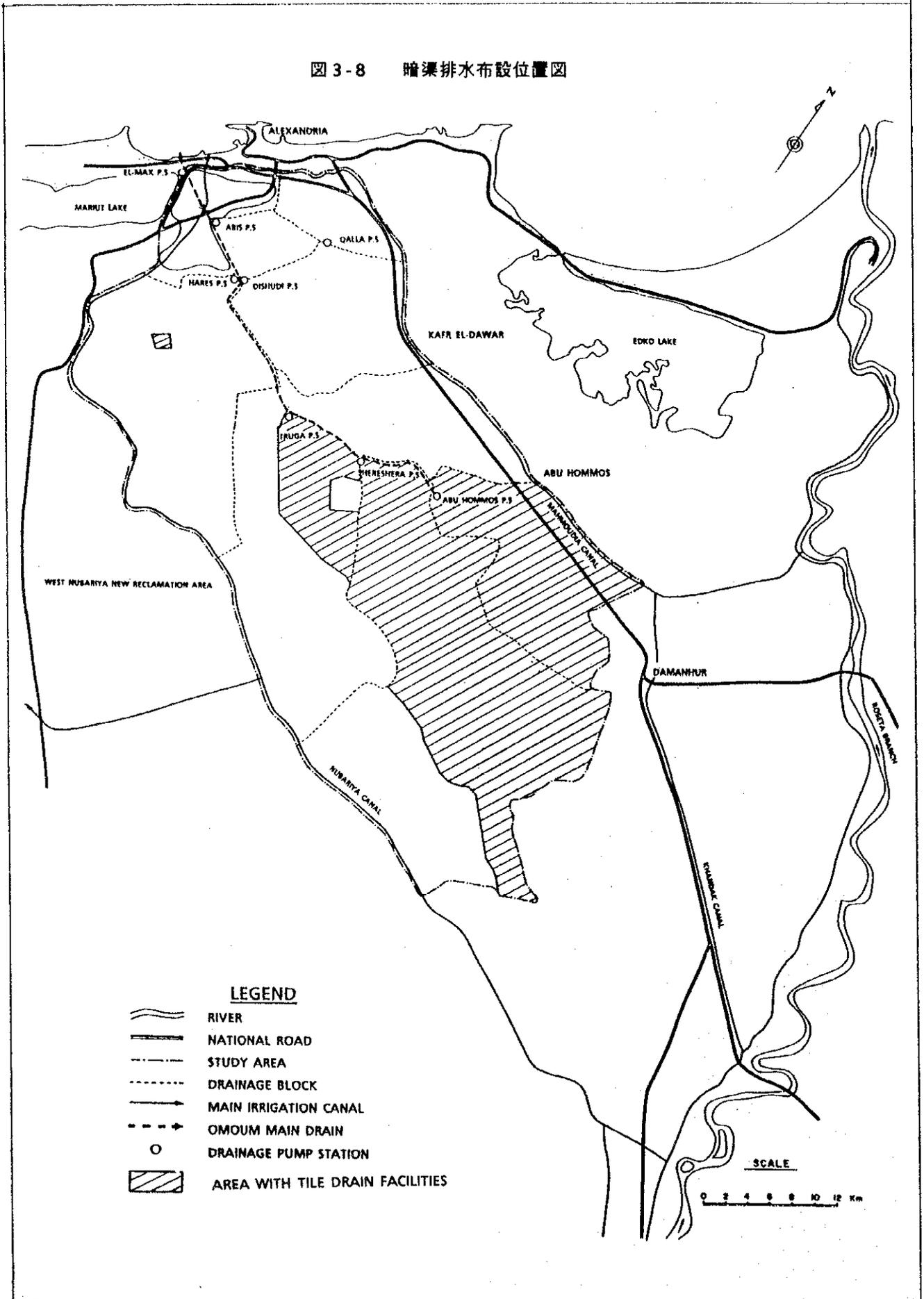
#### a) 暗渠布設地区

本調査地域の上流部にあるアブ・ホモス、シェリシェラ及びトルーガの一部では暗渠排水が布設されている (図 3-8 参照)。

暗渠の吸水渠は有孔塩ビ管 ( $\phi 72$  mm)、埋設深 1.2～1.4 m (機械布設) が標準的である。集水渠はコンクリート管が主で延長 500～3,000 m で布設される。これら暗渠ドレインの配置方法として従来型と、地下水位コントロールが容易な改良型がある。水田が隣接する地区においては、地下水位の上昇が生じ易いため水田地帯においては改良型を採用することが望ましいが、改良型は農民の意志による自由な作付が許されず、また、一体的な地下水位の管理をする必要があるので現在は従来型が主体となっている。(資料編 D、図 D-2-4 参照)。

集水渠の出口は排水を妨げないように通常支線排水路の排水位上 0.25 m になるよう設置されるが、暗渠排水布設済の地区においては集水渠出口が潜没しているところもある。なお、暗渠布設済みの地区では、圃場内の排水小溝は原則として廃止されるので、冬期の雨水排除には支障を生じ易い。

圖 3-8 暗渠排水布設位置圖



## b) 暗渠未施工地区

トルーガ、ハリス、アビス等の調査地区下流部は暗渠が未施工で排水は圃場小溝(Zaruk)に依存しているか、又はほとんど小排水路が無い地域であり、比較的深く(3~4m)設けられた排水路に浸出してくる地下水を排出しているに過ぎない。

## 3) 排水不良の状況と原因

調査地域の排水は、オモウム幹線排水路と地区内排水区に分けられる。

### a) オモウム幹線排水路

地区内排水路水位とオモウム幹線排水路水位とは、地区内排水ポンプの吸、吐水位という関係で密接に関連し合っている。現在のオモウム幹線排水路水位はマリユート湖での漁業維持のため計画(-)3.25mより高く(-)2.70mに保たれている。そのため地区内排水路の水位は計画より約0.5m高くなっており、排水路に直結する暗渠排水施設の排水能力に影響を与え、地区内地下水位を計画通り下げられず、排水不良を起こす主因となっている。

### b) 地区内排水区

#### アブ・ホモス地区

調査地区の最上流に位置し、比較的地盤標高が高いため重力排水が可能な部分がある。全域が暗渠排水施工済となっているが、部分的に施工不備や排水路水位が高いために十分にその効果が出ていないところがある。

#### シェリシユラ地区

調査地区の内33%の流域を占める最大の排水ブロックである。エル・ハゲル用水路より西側の高位部を除いて暗渠排水施工済である。流域の中流部で局所的な低地があり、排水がとどこおる外、アブ・ホモスと同様に暗渠排水効果が不十分などところがある。

#### トルーガ地区

中央部の19%だけが暗渠施工済である。基準圃場面となる地区低位部が排水機場から4kmと離れているため排水路の下流端数高は現状より下げる必要がある。また、排水路の設置密度を高める必要がある。

#### デシューディ地区

暗渠未施工地区で中央部に低標高のところがあ、排水が停滞し易い。ポンプ、排水路共に能力が不足している。

#### ハリス地区

パイロット地区(500 feddan)を除き暗渠未施工地区で、排水路敷高は十分な深さを持っているが排水路断面はポンプ能力より小さく、バランスがとれていない。また、排水機場も老朽化と能力不足のため改修が必要である。

#### アビス地区

暗渠未施工地区で、調査地域内において平均地下水位が最も高い地区のため、暗渠の施工に当たっては、布設間隔を小さくする必要があ。

#### カラー地区

暗渠未施工地区で排水路の通水能力が不足している。カラー排水機場に流入する東部処理場(ETP)の水質改善が望まれる。

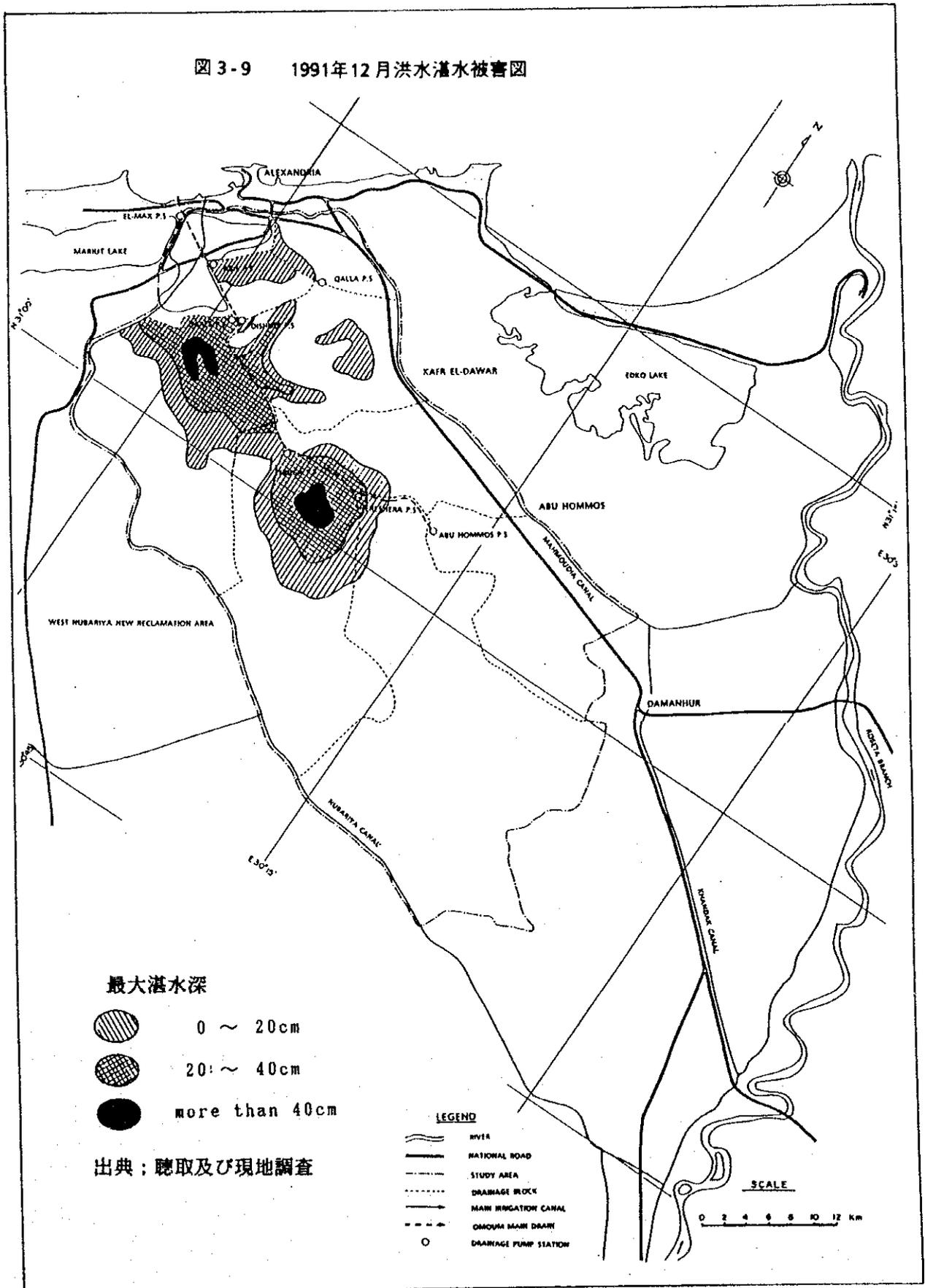
#### 4) 洪水の時期とその排水

##### a) 半乾燥地帯の降雨流出

本調査地域は年間降水量が100 mm(ダマンフル)～200 mm(アレキサンドリア)の半乾燥地帯である。11月から3月の冬期に日雨量10～20 mm程度の少雨があ、日雨量30 mmを超えることはまれである。しかし、本地域は地形勾配が1/10,000と極めて平坦であり、降雨は、地区内の低地に長時間の湛水を生ぜしめ、冬期の畑作物に被害を及ぼしている。

1991年12月には、167mmの雨があ調査地域のうち、アビス、ハリス、デシューディ及びトルーガ等の下流低地部が湛水被害を受けた。圃場における農民からの聴取によれば湛水期間は、1～2週間であった。ハリス、トルーガで被害が大き、最大湛水深は40cmを超えるところもあ、冬期の畑作(ジャガイモ、ベルシーム、麦等)に大きな被害を与えた。現地での聴取調査及びポンプ場での吸水位と洪水時の水面勾配から求めた湛水状況は、下記のように推定された(図3-9参照)

図 3-9 1991年12月洪水灌水被害図



### 1991年12月の洪水被害

地区	排水面積 (ha)	湛水面積 (ha)	比率	湛水深 (m)	湛水期間 (週)
Qalla 地区	5,880	630	0.11	0.2	0.5
Abis 地区	3,780	1,050	0.28	0.1	0.5
Hares 地区	26,600	7,980	0.30	0.5	1~2
Dishudi 地区	15,330	2,100	0.14	0.3	1
Truga 地区	43,080	7,560	0.18	0.5	1~2
Shereshera 地区	56,720	970	0.17	0.3	0.5
Abu Hommos 地区	19,910	-	-	-	-
計	171,300	20,290	0.12		

出典：現地聴取及びポンプ吸水位からの推定値

#### b) 西ヌバリヤ排水路の洪水

本調査地域に隣接する西ヌバリヤ排水路の下流部(北ザウイト・アブデルカデル地区)で、上述の洪水時に破堤し、家屋 200 戸が約 10 日間浸水する被害があった。6~8 台の小型ポンプによる排水と、ヌバリヤ水路への洪水カット等の緊急対策が構じられた。西ヌバリヤ排水路は、その集水面積が広大で(28万 feddan、オモウム地区の 70% に匹敵する)。また、地形勾配も 1/1,000 程度であり、降雨流出の形態はオモウム地区と相違する。この流域はオモウム地区とは基本的に独立しており、本調査対象地区外となっているので将来、別途の調査が行われることが望ましい。

### 3.7.2 主な排水施設

#### 1) 排水路及び関連施設

##### a) オモウム幹線排水路及び地区内幹支線排水路

##### オモウム幹線排水路

オモウム幹線排水路は、本調査地区の中流域に位置するアブホムス排水機場にその端を発している。途中、最下流部で通過するマリユート湖内においては、ヌバリヤ航路と交差するヌバリヤ・サイホンを流下して末端のエル・マックス排水機場に達する。排水路の延長は約 41 km である(資料編 G、表 G-1-1 参照)。

本幹線排水路は土水路であるため、排水路法面の侵食や排水路内の堆砂などにより排水路横断面は様々に変化しており、その通水能力にも影響を及ぼしている。

排水路法面勾配は1:1.5、排水路数幅は集水面積の増加に従い、10 m から 40 m 程度を与え、その縦断勾配は1/30,000 ~ 1/20,000 (3~5 cm/km) であり、そのときの流速は計画流量に対し約 0.5 m/sec である。現況断面に現計画流量(最大 102 cu.m/sec)を通水させた時のオモウム幹線排水路水位の比較を示せば次のようであり、同幹線排水路の解析水位は全ての排水機計画吐水位を上廻り、排水機能力に影響を及ぼす(資料編 G、表G-1-2参照)。

#### オモウム幹線排水路の水位比較

位 置	排水機場地点	オモウム幹線排水
	計画吐水位	路の解析水位
	(m.MSL)	(m.MSL)
エル・マックス排水機場	(-) 3.25	(-) 3.25
アビス排水機場	(-) 2.70	(-) 2.33
ハリス排水機場	(-) 2.80	(-) 2.12
デシューディ排水機場	(-) 2.63	(-) 2.09
トルーガ排水機場	(-) 2.00	(-) 1.59
シェリシュラ排水機場	(-) 1.60	(-) 1.29
アブホモス排水機場	(-) 0.80	(-) 1.13

特に、本幹線排水路の堤防は、マリユート湖内の延長約 10 km の区間において、湖水の水位及び水質の保持を目的として、至るところで人為的に開削され、本幹線排水路の排水をマリユート湖へ注水しており、上述の河床の堆砂による断面変化と合わせ、今後の排水量増加に対してその通水能力を検討する必要がある。

#### 地区内幹・支線排水路

オモウム幹線排水路をその排水先とする6排水ブロック内の幹・支線排水路も土水路である。排水路法面勾配は1:1.5、排水路数幅は2 m ~ 18 m、縦断勾配は1/12,000 ~ 1/3,000 (8 cm/km ~ 30 cm/km) である。

排水路の数高は、圃場内に布設されている暗渠排水の効果を発現させるために、排水路内水位を低く保つ必要から、地表面より5 m 程度に達するところもあり、計画水位は地表面から最大 2.5 m の深さに計画されている。

また、オモウム幹線排水路同様、排水路法面の崩落や河床の堆積がみられると共に、各排水機場直上流には水中植物(ホテイアオイ等)が多量に漂着しており、排水路の流積を減少させているばかりでなくポンプ運転に影響を及ぼしている。

各排水ブロック毎の幹・支線排水路諸元の概要は次のようである。(資料編 G、図 G-1-1 参照)。

地区内幹・支線排水路諸元概要

排水ブロック	幹線排水路			支線排水路			排水路密度 延長/集水面積 (m/ha) (m/feddan)	
	集水面積	延長	底幅	勾配	延長	底幅		勾配
	(ha) (feddan)	(km)	(m)	(cm/km)	(km)	(m)		(cm/km)
カラー地区	5,880	5.0	5.0~6.0	15	12.9	1.0~3.0	10~37	3.0
	14,000							1.3
アビス地区	3,780	5.2	3.0~4.0	33	22.0	2.0	15~20	7.2
	9,000							3.0
ハリス地区	26,600	24.0	2.0~18.0	10~25	113.0	1.0~4.0	10~40	5.1
	63,300							2.2
アシューディ地区	15,330	7.8	5.0~6.0	23	57.3	2.0~6.0	10~60	4.2
	36,500							1.8
トルーガー地区	43,080	13.8	2.0~5.0	15	175.0	1.0~8.0	10~55	4.4
	102,570							1.8
シェリシュラ地区	56,720	23.8	6.0~18.0	12	153.3	1.0~5.0	10~40	3.1
	135,060							1.3
アボホモス地区	19,910	6.9	10.0~11.0	9	101.1	1.0~10.0	10~30	5.4
	47,400							2.3
計	171,300 407,860	86.5			634.6			平均 4.2 1.8

b) スバリヤ・サイホン

スバリヤ・サイホンは、1975年前後に建設された現場打箱型鉄筋コンクリートサイホンである。現場調査によれば、構造物については、維持管理用のマンホールや本サイホンと交差するスバリヤ航路の護岸部及び角落レゲートの不備等を除いては、目だった損傷は見られない。

主たる問題点は、管内堆積物による通水断面の狭小化であり、これは建設後20年の間にわたり維持管理作業が殆んど行われていないことによるものである。

本サイホンの主要諸元は次のとおりである(資料編 G、図 G-1-2 参照)。

- 敷高 : (-) 8.15 m ~ (-) 9.60 m
- 断面 : 幅 3.2 m × 高さ 3.2 m × 8 連
- 延長 : 190 m
- 計画通水量 : 93 cu.m/sec

c) 堆砂等沈積による排水路の通水阻害

前述のとおり、オモウム幹線排水路及び地区内幹・支線排水路は土水路であることや、そのために通水流速が遅いこと等から、排水路法面の侵食崩壊や浮遊土砂の堆積、さらに水中植物の繁茂等は避け難く、排水路の通水阻害を招く要因となっている。そのため担当機関である排水事業庁は全域の排水路に対し、土砂浚渫や葎、ホテイアオイ等の除去といった排水路維持管理作業を毎年定期的に行っている。排水のスムーズな流下を維持するためには、このような維持管理は必要不可欠である。

d) エル・マックス排水機場周辺の通水阻害

エル・マックス排水機場直上流における鉄道橋

エル・マックス排水機場上流約100mの位置において、鉄道及び各種パイプライン添架橋がオモウム幹線排水路を横断している。この地点における同幹線排水路の通水断面は、前後他所に比較して土砂堆積等により狭小であり、また、流れは橋脚により射流となっている。従って通水断面の拡大が必要とされるが、現在、さらに鉄道局により同位置に新橋が建設中である(資料編 G、図 G-1-3 参照)。

エル・マックス排水機場下流放流路

エル・マックス排水機場から排水先である地中海に通じる放流路約1kmの内、下流部約0.3kmの区間では、その両岸上に地域住民により家屋が放流路幅一杯まで建設されている。また、同放流路は、彼らの水上交通の場ともなっている。

同放流路は粗石練積護岸であるが、河床は土水路であることから、堆砂による通水断面の減少も推定され、上述の現状と併せ、これらの状況は、エル・マックス排水機場のポンプ運転を抑制する原因となっている。

1991年12月の洪水時においても、エル・マックス排水機場は予備機を含めたフル運転を行っていない(この時の時間平均最大排水量は115 cu.m/sである)。このことは、マリュート湖が洪水調整機能を果たしたと考えられると同時に、本放流路の通水能力の不足によりポンプ運転を制限した結果といえる。

オモウム幹線排水路の水位

現在のオモウム幹線排水路水位は、シェリシュラ排水機場付近においては計画水位に近似しているものの、エル・マックス排水機場からトルーガ排水機場及びアブホモス排水機場

付近においては、計画水位より 30 cm ~ 60 cm 程度高い水位を示している。これはエル・マックス排水機場での運転吸水水位が農業サイドと漁業サイドの求める水位、即ちそれぞれ (-) 3.25 m と (-) 2.40 m の折衷案と考えられる (-) 2.70 m であることに影響されているものと考えられる(資料編 G、図 G-1-4 参照)。

## 2) 排水機場

調査地域の面積は約 18 万 ha (約 43 万 feddan) で、8 排水ブロックに分かれている。排水は地形上自然排水が困難であるため各々の排水区には排水機場が設置されている。当地域は雨が少ない地域であるため、常時排水が主である。最下流のエル・マックス機場はオモウム地区内排水を地中海へ、カラー排水機場はマリユート湖へ、その他の機場はオモウム幹線排水路へそれぞれ排出する。従ってエル・マックス排水機場は 2 段排水機場(地区内 → オモウム → 地中海)である。地域内には表 3-2 に示す如くエル・マックス、カラーの 2 機場を含め 10 ケ所の排水機場があり、24 時間運転を行っている。これらの排水施設について、現地調査と収集資料についての検討の結果、次の事柄が判明した。

### - 排水機の老朽化

本地域のポンプ場は 1950 年から 1970 年までに建設されたが、エル・マックス排水機場は 1888 年よりの歴史を持っている。その後多くの排水機場は 1980 年代後半に更新された。エル・マックス第 1 排水機場及びハリス排水機場は、更新計画から取り残され建設後それぞれ 31 年及び 26 年が経過し、施設の老朽化が進んでいる(図 3-10 参照)。

### - ポンプ及び原動機の台数と形式

ポンプの台数は所要容量 5.4 ~ 62.5 cu.m/s に基づき、予備機 1 台を持つ最小 2 台(最大 6 台)で計画されている。ポンプの形式は低揚程のため、立軸または斜軸の軸流ポンプが、原動機については全機場モーターが採用されている。機場における主要施設は日本、ドイツ、ハンガリー等の外国製である。

### - ポンプの運転方法

ポンプの運転は、関係機関の協議による必要な吸水水位を保持するように実施されている。ポンプ、クレーン、角落ゲート等多くの機械の操作は人力によってなされている。

### - 各排水機場の排水能力及び最大排水量

各排水機場の排水能力と月最大排水量は次のとおりである。

表 3-2 排水機一覽表

① 排水機場

No.	Name of Pump Station	Area (F)	Established	Replaced (Proposed)	Total Discharge (cum/s)	Nos of Pumps (sets)		Power Source	Running Condition	Structure	Trash Rack	Over Head Crane	Remarks
						Total (sets)	Standby						
1	EL-MAX (2)	300,000	1950	1983 (2005)	62.50	6	1	Electric	⊙	Good	Auto	Manual 8.0	q; cum/f/d 36
	EL-MAX (1)		1963	Urgently	62.50	6	1	Electric	●	Good	Auto	Manual 10.0	
2	QALLA (1)	24,000	1958	1986 (2006)	10.00	3	1	Electric	○	Good	Manual	Manual 5.0	Sewage water ? 94
	QALLA (2)		1979	1990 (Not Fixed)	5.00	2	1	Electric	○	Good	Manual	Manual 10.0	
3	ABIS	8,000	1968	1990 (2010)	5.40	4	1	Electric	⊙	No Pump House	Manual	Manual	58
4	HARES	65,000	1968	Urgently	24.00	4	1	Electric	●	Reinforced	Auto	Manual 7.5	32
5	DISHUDI	60,000	1958	1989 (Not Fixed)	12.00	3	1	Electric	○	Repaired	Manual	Manual 10.0	17
6	TRUGA	103,000	1967	1989 (Not Fixed)	32.00	5	1	Electric	○	Good	Auto	Manual 10.0	27
7	SHERESHERA	150,000	1977	(1998)	40.00	6	1	Electric	○	Good	Manual	Manual 10.0	23
8	ABU HOMMOS	45,000	1967	1990 (Not Fixed)	25.00	6	1	Electric	⊙	Good	Manual	Manual	48

出曲; MED

Notes:

- ⊙ Very good
- Good at present
- Well but maintenance works are costly requested.

② 排水機諸元

No.	Name of Pump Station	Dimensions of Pump Facility (per one set)					Power Line		Flap Valve	Design Water Level (EL.m)		Static Head (m)	Product of Pump
		Capacity (cum/s)	Pump Type	Bore (mm)	Head (m)	Out Put (kw)	Voltage (kw)	Cycle		Suction	Delivery		
1	EL-MAX (NEW)	12.50	Inc. Axi. F	2,300	4.00	800		50	With	-3.25	0.75	4.00	Germany
	EL-MAX (OLD)	12.50	Inc. Axi. F	2,300	4.00	700	66,000	50	With	-3.25	0.75	4.00	Japan
2	QALLA (1)	5.00	Ver. Axi. F	1,400	4.50	242	11,000	50	With	-6.50	-2.50	4.00	Germany
	QALLA (2)	5.00	Inc. Axi. F		4.50	315	11,000	50	With	-6.50	-2.50	4.00	Austria
3	ABIS	1.80	Ver. Axi. F		5.00	98	11,000	50	None	-7.80	-2.70	5.10	Hungary
4	HARES	8.00	Inc. Axi. F	1,800	3.20	350	11,000	50	With	-6.00	-2.80	3.20	Japan
5	DISHUDI	6.00	Inc. Axi. F		3.12	215	66,000	50	With	-5.75	-2.63	3.12	Germany
6	TRUGA	8.00	Inc. Axi. F		2.90	355	11,000	50	With	-4.90	-2.00	2.90	Hungary
7	SHERESHERA	8.00	Inc. Axi. F	1,800	2.65	236	11,000	50	With	-4.25	-1.60	2.65	Yugoslavia
8	ABU HOMMOS	5.00	Inc. Axi. F	1,400	2.10	165	11,000	50	With	-2.62	-0.80	1.82	Japan

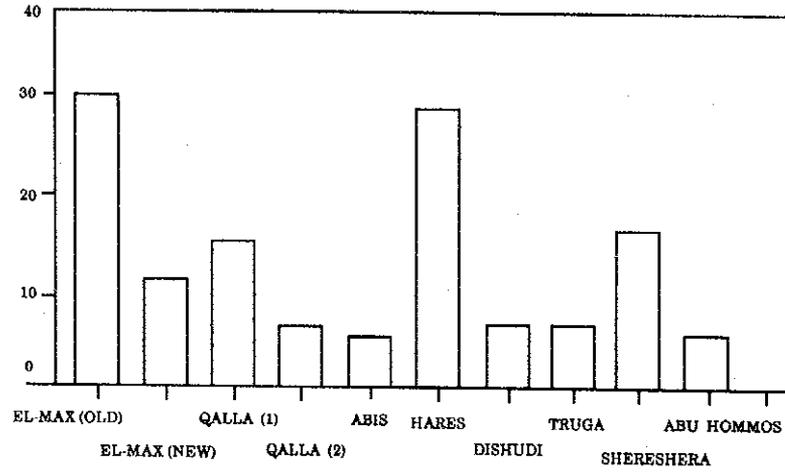
出曲; MED

Notes:

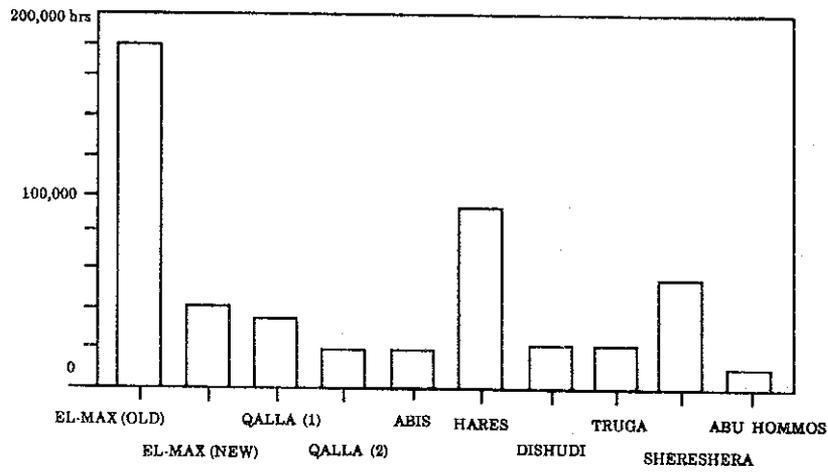
- Inc. Axi. F Inclined shaft axial flow pump
- Ver. Axi. F Vertical shaft axial flow pump

図3-10 排水機の経年と運転状況

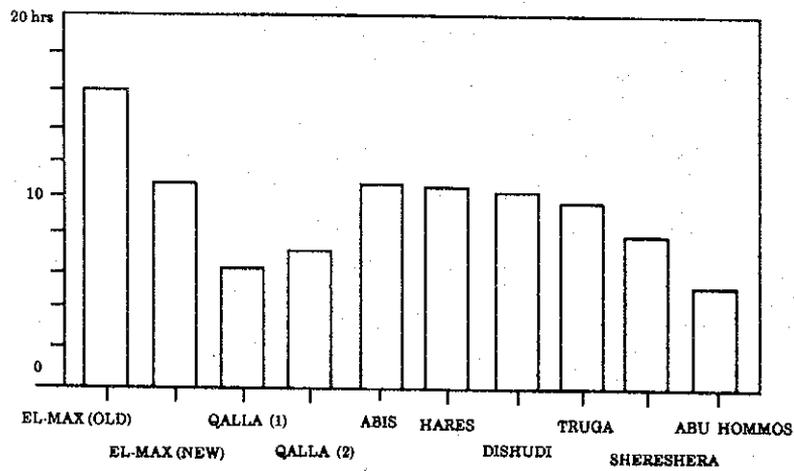
① 排水機の経年



② 排水機の運転時間 (hr/set)



③ 1日当たりの平均運転時間 (hr/set/日)



### 排水機の能力と最大排水量

機場名	排水能力 (cu.m/s)	最大排水量		排水量比 (%)	発生日
		(MCM/月)	(cu.m/s)		
	(1)		(2)	(2)/(1)	
エル・マックス	125.00	284.14	106.10	85	Jan. 1988
カラー	15.00	24.15	9.02	60	Aug. 1992
アビス	5.40	8.29	3.20	59	Sep. 1992
ハリス	24.00	65.75	24.55	102	Aug. 1991
デシューデイ	12.00	33.01	12.74	106	Sep. 1993
トルーガ	32.00	79.87	29.82	93	Oct. 1991
シェリシュラ	40.00	68.63	25.62	64	Oct. 1990
アブホモス	17.06	25.00	6.58	26	Sep. 1991

最大排水量はエル・マックスを除き8~10月に生じている。エル・マックスの1月の最大排水量は降雨によるものと思われる。表中の(2)の値は月間平均値であるため、(2)/(1)値の高いエル・マックス、ハリス、デシューデイ及びトルーガはポンプの能力が不足気味である。これらの地区はオモウム地区の下流域に位置し、地区内の開発、降雨時の湛水条件の改善が他区域より一層要求されている。一方、日単位のエル・マックス機場の最大排水量は、1994年11月に生じた120.8 cu.m/sであった。

エル・マックス排水機場及びハリス排水機場のポンプ運転時間は、他の排水機場のポンプに比し大きく累計運転時間(1994年6月まで)は次のようになっている(図3-10参照)。

- ・ エル・マックス第1排水機場 ; 144,500~207,400時間/台(1963~1994,6月)
- ・ ハリス排水機場 ; 74,000~87,000時間/台(1968~1994,6月)

ポンプは交互に運転されるものの、1台当たりの日平均運転時間はエル・マックス第1排水機場では16時間に達している。1990年から1993年の4年間同排水機場の3号機は32,346時間で日平均22時間運転されている。

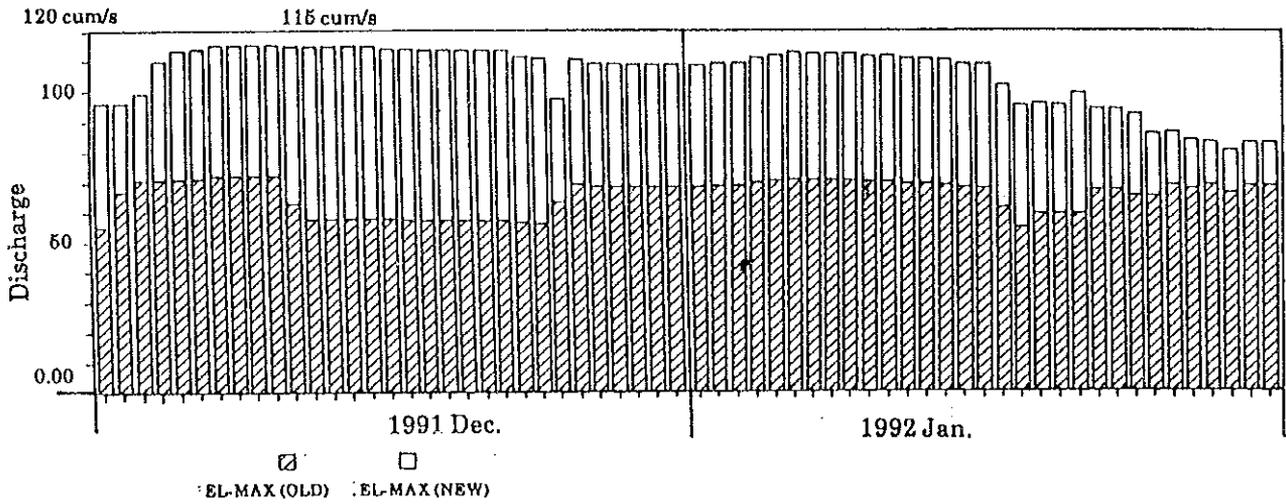
エル・マックス排水機での吸水位は標高(-)3.25mで計画されていた。しかし現在は(-)2.70m付近で運転されている。最大は1991年12月の降雨による(-)1.86mであり、マリユート湖周辺に湛水被害が生じた。この時エル・マックス排水機場の排水量は115 cu.m/secで容量的には予備機を含めたフル稼働は行う事ができなかった。一方、吐水位は(+ )0.95mであった(計画は(+ )0.75m)。

いくつかの排水機場では、吸水位及び吐水位は高く維持されているため、吸・吐水側の床版は水面下になっている。このことは、角落ゲートや除塵設備及びフラップ弁等の操作が困難であるばかりでなく腐食の原因ともなっている。

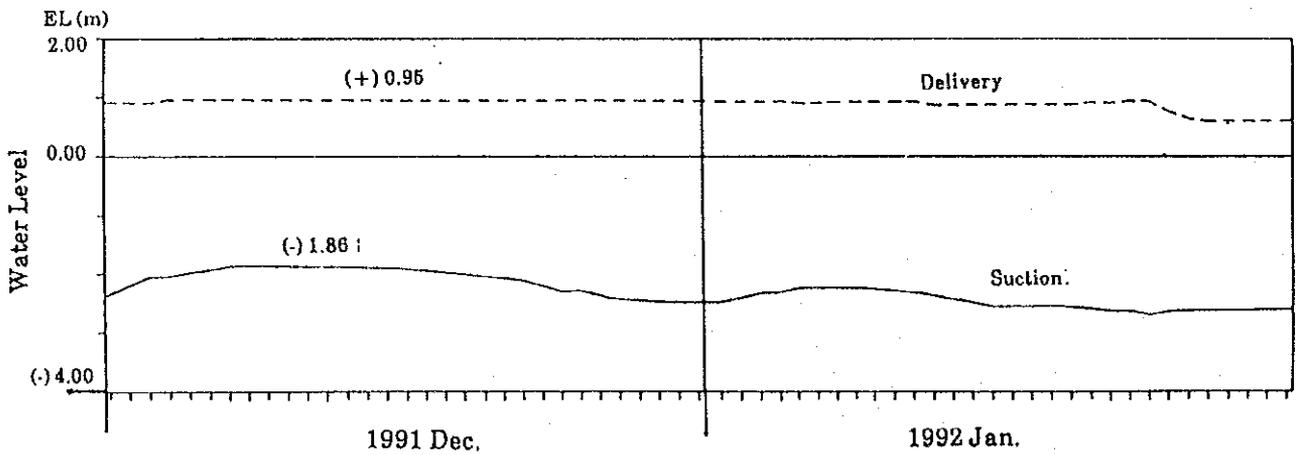
エル・マックス第1排水機場は1963年に、ハリス排水機場は1967年に各々建設された。これらの排水場の施設は何度も修理され、主要機械のあるものは既に取り替えられている。しかしながら、残りの施設も耐用年数を過ぎており、近い将来、新たな補修や更新が必要とされる。ポンプの排水能力も流量観測の結果15~20%低下していると思われる。

図 3-11 エル・マックス排水機上の排水量と運転水位 (1991年12月～1992年1月)

① 排水量



② 水位



主なポンプ及び減速機の取替の状況は次のとおりである。

#### エル・マックス第一機場

1993年 : No.1 ポンプ更新  
1987年 : No.2 ポンプの減速機更新  
1992年 : No.1 ポンプの減速機更新  
1993年 : No.6 ポンプの減速機更新  
1994年 : No.4 ポンプの減速機更新

#### ハリス機場

1992年 : No.2 ポンプのモーター更新  
1994年 : 予備モーター1台現場に到着している。

主要製品がすべて外国製であるため、部品の入手に期日を要し、また予算の関係もあり機器の取り寄せは容易ではない。エル・マックス第1排水機場の4号機は、少なくとも1990年より運転ができず1994年の8月の部分購入で運転が可能となった。

- 排水は塩分や一部排水機場では化学物質を含んでおり、ケーシング、インペラ、軸受け及び軸等を腐食している。カラー機場では黒色のヘドロを排出している。
- 排水機建屋の柱や梁は、鉄筋コンクリートまた壁はレンガで建設されているが、アブホモス排水機場を除き古い。特にハリス排水機場は支持壁によって補強されている。アビス排水機場には建屋がない。一般的に建物の内部はこぎれいであるが、外部では鉄筋が露出している所もある。
- 電力事情は5、6年前より非常に安定して供給されている。また電圧の変化も少なく質的にもよくなっている。1990年よりのエル・マックス排水機場のポンプの運転記録をみても、停電による運転停止はほとんどない。
- 全ての排水機場の維持管理は良好である。
  - ・ ポンプ運転のための管理は毎日行われており、主要機器の分解点検は平均1時間毎に行われている。
  - ・ 全てのポンプは、いつでも運転の準備ができている。
  - ・ 古くなった施設は10～20年間隔で取り替えられており、運転上特に問題はない。エル・マックスとハリス排水機場を除き現在更新計画も進められている。
  - ・ 維持管理費の主なものは、電力料と部品代で、電力料は年間850万、部品代は100万エジプトポンドを要するといわれる(共に国家が負担)。

以上に述べた、排水機場の調査・検討結果から、調査地域内の機場は以下のように要約される。

- 1888年よりの長い歴史を持つエル・マックス排水機場は、オモウム排水地域において、重要な役割を持っている。
- エル・マックスとハリス排水機場は、スペアパーツの供給を含め、高い維持費により早急に施設の更新が要求されているが、資金の面より具体的な更新計画の目度が立っていない。

### 3.7.3 暗渠排水の施工

エジプトにおける暗渠排水計画は、タイルドレイン方式で1960年初頭より米国及び世銀の融資で実施されてきた。1978年に西暦2000年までの長期に亘る排水政策の見直しが行われた。エジプトにおける2000年までの暗渠排水の目標は、約2.3百万ha(5.5百万feddan)の農地で実施することとなっている。

調査地域内では、これまでに180.7千ha(430 feddan)の流域内のうち、58千ha(138千feddan)、農地の43.7%に相当するの農地で暗渠排水施設が完備されている。

#### 暗渠排水施工状況

排水ブロック	農耕地 (ha)	暗渠排水施工済 (ha)	比率 (%)
カラ	5,000	-	-
アビスー	3,210	-	-
ハリス	22,650	210	0.9
デショーディ	13,030	-	-
トルーガ	32,620	6,180	18.9
シェリシュラ	38,760	34,250	88.4
アブホモス	17,360	17,360	100.0
計	132,630 ha (315,800 fed)	58,000 ha (138,100 fed)	43.7 %

本地域の暗渠排水事業は、単位排水量1.5 mm/dayを用いて“Drainage Project 5”に従って実施されている。吸水管の布設間隔は、土質、地形、土地利用によって20~80mの規模で布設されており、その平均間隔は67mとなっている(資料編D、表D-2-5参照)。暗渠排水施工済のシェリシュラ地区での排水量実測調査では、1.2 mm/day(8月)~1.7 mm/day(2月)の排水量であった。また、計画では平均地下水位を地表水1.2mに下げることになっているが、施工前0.81mに対して、今回実施した地下水位調査では1.1m前後になっており、目標まで達していない。

### 3.7.4 排水施設の維持管理

#### 1) 排水施設の維持管理組織

調査地域の主な排水施設は、排水路、管理用道路、暗渠排水施設、及び排水機等である。このうち、排水路、管理用道路、及び暗渠排水施設の維持管理は公共事業水資源省の排水事業庁(EPADP)が、また排水機については機械電気局(MED)がそれぞれ管理している。

実際の維持管理業務は、前者については西デルタ排水管理事業所(General Directorate for West Delta Drainage Region)の管轄のもとで、ヌバリヤ排水管理事務所(Nubariya Drainage Directorate)が、一方後者については北西デルタ管理事業所(General Directorate for North West Delta)の管轄のもとで、エル・マックス管理事務所(El-Max Directorate)とモハマディア管理事務所(Mahmoudia Directorate)がそれぞれ実施している。

1994年の資料によると、排水事業庁のヌバリヤ排水管理事務所の職員数は常時職員57名、臨時職員162名である。一方、機械電気局の北西デルタ管理事業所の職員数は1,143名で、22カ所の用水ポンプ、19カ所の排水ポンプ、7カ所の排水再利用ポンプを管理している。

#### 2) 維持管理状況

##### オモウム幹線排水路及び地区内排水路

地区内幹・支線排水路の主な維持管理業務は、排水路内の土砂の排除と法面の雑草の刈り取りである。これらの維持管理業務は、基本的には一年に一度排水事業庁(EPADP)によって実施されることとなっているが、予算並びに職員不足等から2-3年おきとなっている。掘削された土砂は、排水路の沿って設けられた管理用道路の片側に積み置されるだけのため、冬季の降雨時には道路に流れだし、車両の通行障害の一因となっている。

排水路の維持管理のもう一つの課題は、排水路内の水草の除去である。幅の広い排水路では、この水草の除去をクラムシェルタイプで、また狭い排水路ではバックホーで行っている。各排水機場の直上流では、排水路にフロートを浮かべ人力で水草の除去を行っている。特に、エル・マックス排水機場の上流では、クラムシェル等の重機をオモウム幹線排水路の両側に配置させ請負により、大規模な水草の除去を行っている。いずれも除去能率は悪く、もっと作業効率の良い機械が必要と考えられる。

## 排水機場

排水機については、エル・マックス管理事務所(アブ・ホモス排水機場を除く6機場を管理)及びモハムディア管理事務所のもとで維持管理されている。エル・マックス(No.1)及びハリス排水機は、設置後それぞれ31年及び27年経過していることから、ポンプの能力低下並びにポンプ機器の交換のための維持管理費用の増大が見られるが、比較的よく管理され運転されている。しかし、排水機場の上屋は、建設後の長年月の経過と維持管理の不足から老朽化が著しい。

## 暗渠排水施設

暗渠排水施設の建設は、排水事業庁が設計、暗渠の布設を行い、建設後の施設の維持管理は農民グループである排水組合単位で維持管理がなされる事となっている。しかし、設計並びに維持管理の不備もあって地下水位を計画水位まで下げられない地区も相当数見られる。このため、暗渠排水施設の建設にあたっては、計画の段階から農民グループを参画させ、施設の概要、維持管理の重要性、事業への参画意識等の自覚の機会を与えることが重要と考えられる。

### 3) 維持管理費

EPADPが管理する排水路関連の維持管理費、及びMEDが管理する排水機関連の維持管理費について、1993年と1994年の2年間の維持管理費を以下に示す。

#### 調査地域の維持管理費(1992/1993-1993/1994)

(単位: '000 LE)

項目	EPADP		MED		合計	
	1993年	1994年	1993年	1994年	1993年	1994年
人件費	55	105	369	380	424	485
維持管理費	4,090	3,793	147	177	4,237	3,970
電力代	-	-	6,808	10,360	6,808	10,360
計	4,145	3,898	7,324	10,917	11,469	14,815

出典: ヌバリヤ排水管理事務所、エル・マックス及びモハムディア排水機管理事務所

ヌバリヤ排水管理事務所の管轄する排水面積は、180,710 ha(430,260 feddan)である。

上記の表に見られるように、ヌバリヤ排水地域の年平均(1993年と1994年の平均)維持管理費はLE 13,142となっている。この費用は単位面積当たりでは73 LE/ha(31 LE/feddan)に相当する。維持管理費は政府によって全額支払われており、農民からの費用の徴収(例えば排水費)は行われていない。

### 3.8 農業状況

#### 3.8.1 土地所有

本調査地域内において1993年現在、各種の農地改革によって配分された土地面積は、46,100 ha (109,800 feddan)である。その受益者は40,700戸であり、その平均配分面積は1.1 ha (2.7 feddan)である(資料編 F 表 F-1-7 参照)。この農地改革受益者を含めた農家の土地所有形態別農家数及び平均土地所有規模は、以下に示すようである。

#### 土地所有状況

区分	戸数	平均所有規模等
		ha (feddan)
農家数	79,070戸 (100%)	1.6 (3.7)
- 自作農家	59,450戸 (75%)	
- 小作農家	19,620戸 (25%)	
土地なし農業労働者世帯	14,300戸	なし

注 : 自作農家数と耕地所有者数は同一とみなした。  
 出典 : ベヘイラ農業統計地方事務所(資料編 F 表 F-1-9 参照)

ベヘイラ州全体平均の土地所有面積は1.2ha(2.9 feddan)であり上記の本地域のそれより小さい。80%が3 feddan以下の土地所有者であり、これらの農家の平均土地所有面積は0.4ha(1.0 feddan)に満たない。(資料編 F 表 F-1-9 参照)

#### 3.8.2 作付体系及び耕作面積

土壌塩分濃度や地下水位等に問題のない圃場では、2年ないし3年輪作で1年生作物を夏作及び冬作とも100%作付している。本調査地域を含むナイルデルタ下流域の3年及び2年の輪作体系は、以下に示すとおりである。

- 3年輪作  
小麦-水稲-小麦-水稲-ベルシーム-綿ないしとうもろこし
- 2年輪作  
小麦-水稲-ベルシーム-綿ないしとうもろこし

本地域の冬作の主要作物は小麦、ベルシーム及び豆類であり、夏作のそれは綿、水稲及びとうもろこしである。本調査地域における1993年作の冬作と夏作の作付割合と、これらの作物のベヘイラ州における過去10年の作付面積増減の動向を以下に示す。

### 現況作付体系及び作付面積

種類	作付割合 (%)	作付面積 (ha)	過去10年の作付面積の動向 (ベヘイラ州)
耕地面積 = 124,120 ha	100		
<u>冬作</u>			
- 小麦	28	34,750	漸増
- 豆類(そらまめ)	5	6,200	ほぼコンスタント
- 長期作ベルシーム	15	18,610	漸減
- 短期作ベルシーム	25	31,030	漸増
- 冬野菜	8	9,930	増加
小計	<u>81</u>	<u>100,520</u>	
<u>夏作</u>			
- 綿	22	27,300	ほぼコンスタント
- とうもろこし	28	34,750	増加
- 水稻	20	24,820	やや増加
- 夏野菜	11	13,650	増加
小計	<u>81</u>	<u>100,520</u>	
果樹(オレンジ)	<u>13</u>	<u>16,130</u>	
計	175	217,170	増加

注： 作物作付割合は関係郡・区の作物作付面積より推定

出典： MALRF (詳細は資料編 F、表 F-1-31 参照)

果樹の推定種類別作付割合は以下に示すようである。

### 果樹の作付割合

種類	作付割合 (%)	過去10年の作付面積の動向 (ベヘイラ州)
果樹		
- オレンジ及びレモン	8	増加
- りんご	2	増加
- グアバ	2	増加
- ぶどう	1	減少
計	13	

出展： MALRF

なおベヘイラ州の水稻、綿、野菜及びオレンジに関する全国シェアはそれぞれ14%、19%、14%、及び20%で非常に高く、本州はこれらの作物のエジプトにおける主産地の1つである。

これまで「エ」国で行われていた作付統制による農民への作物の作付面積割当てが、1994年から全国的に撤廃され、作物の作付面積決定が農民の手にゆだねられるようになって

きた。これに関連して、本年の水稲作付面積については、前年度決められた計画作付面積を約30%上廻っていると言われている。この水稲の作付増加の理由は自給用の米を確保したいこと、及び米の収益性が比較的高いことにあると農家が答えている。このほか水稲作をを輪作体系に入れることは、土壌塩分濃度の抑制等土壌保全の効果があり、特に圃場地下水の高い本地域で必要性が高いと考えられる。

### 3.8.3 作物生産

調査地域の排水ブロック別の作物生産に関して、信頼に耐えるデータを収集することは困難である。「エ」国の作物生産統計は、州レベルのものが公表されているだけである。そのため農業土地開拓漁業省(MALRF)の統計局から郡レベル以下の作物統計を収集して、排水ブロック別の作物生産を推定した。一方、本調査地域の中の上流及び下流地区、8つの村について行った農家経済調査を行い、作物生産に関するデータを収集分析した。その分析に基づく本計画地区の主要な作物の単収は、以下に示すようである。

#### 調査地域の現況作物単収

(単位: トン/ha)

作物	全国	ベヘイラ州	調査地域			決定単収
			関係郡	関係村	サンプル村	
冬作						
- 小麦	5.14	5.62	5.64	5.12	3.33	5.00
- 豆類	3.12	2.10	2.10	2.64	2.00	2.00
- 長期作ベルシーム	60.95	70.71	72.33	N.A	66.62	59.52
- 短期作ベルシーム	25.95	27.88	24.50	N.A	35.76	26.19
- 冬野菜	21.95	23.10	23.69	-	-	19.05
夏作						
- 綿	2.62	2.79	3.09	2.60	2.67	2.62
- とうもろこし	6.07	8.07	7.88	7.35	5.10	5.10
- 水稲	7.64	8.23	7.67	6.97	6.17	6.19
- 夏野菜	30.23	24.07	19.28	-	-	28.57
永年作物						
- オレンジ	15.16	17.14	26.81	-	-	14.76

出典: MALRF(1991年より1993年の3年平均、但し農家経済調査の単収は1993年産)

詳細は資料編F、表F-1-12に参照

上記の資料から本調査地域のほとんどの作物の単収は、全国や州レベルより低いレベルにあるといえる。

現地調査の結果に基づいた本調査地域の排水状況と関連する作物生産の問題点として、以下のことがあげられる。

- 上流側の排水ブロックの単収に比較して下流側、特にハリス及びトルーガ地区において作物の生育が悪い所が多く見られる(資料編、表F-1-10及びF-1-11参照)。
- 上流側の排水ブロックにおいても、部分的に作物の生育に悪い状況が観察された。このような所は、地下水位が高く土壌塩分濃度が高い。
- 1991年12月の洪水による作物被害は大きい。本調査地域の耕地の12%が湛水し、約7,700haの作物に対して3.0百万LEが政府により作物被害の補償金として支払われた(資料編F、表F-1-35参照)。

さらに、以下に示すように本調査地区内の暗渠排水による増収効果に関する資料から判断する限り、排水の増収効果は十分上がっていない。

本調査地域内の暗渠排水の有無と単収

作物	暗渠排水なし (ton/ha)	暗渠排水あり (ton/ha)	増収率 (%)	ポテンシャル (%)
小麦	4.4	4.5	3	15
綿(実綿)	2.7	3.0	10	25
水稲	6.4	6.6	3	5
とうもろこし	6.3	6.5	4	15

注：増収率のポテンシャルはAbdel-Dayem Al Softy, 1992, FAO/UN/World Bank, 1984 and 1991の資料による。

出典：MALRF(アブホスム1カ所、シュレシユラ2カ所における1983年より10カ年の調査資料)

上記のように、暗渠排水の効果が十分上がっていない主な理由は、圃場の地下水位が十分下がっていないことに関連があると考えられる。

調査地域全体の作物生産量は、上記で述べた作物作付面積と現況単収から資料編F表、F-1-31に示すように、約211千haの総作付面積から3,327千トンの産出と見積もられる。

#### 3.8.4 営農

農家経済調査(200戸)における戸当たり平均経営面積、労働力及び作物作付面積は表3-3(詳細は資料編F、表F-1-19~F-1-30参照)に示す通りである。農家経済調査には大家族(複数の世帯)がかなり含まれているため経営規模が3.8.1土地所有で述べたのものより大きい。

### 3.8.5 農業の機械化及び生産資機材

近年急速に農業の機械化が進みつつあり、ほとんどの作物の植付準備作業の大部分と小麦及び水稻の脱穀は機械化されている。この他、かんがい用の末端揚水機がサキヤにおき替えられつつある。さらに動力ないし手動の噴霧機が使用されている。本調査の農家家経済調査の結果によるこれらの農機具の所有状況は以下に示すとおりである。

#### 農業機械の使用状況

機械	一台当たり農家数 (戸)
トラクター	12
動力噴霧機	2
脱穀機	6
トラック	6
揚水ポンプ	2

出典： 農家家経済調査(1994)

上記農家家経済調査結果に基づく投入資材用量は以下のようである。ベルシームの種子は在来種が使用されている。小麦、綿、水稻等は改良種が使用されており、そのため改良種の導入更新用に優良種子が使用されている。しかし自家採取種子の使用により、雑駁な品質の種子が使用されている圃場がかなり多くある。窒素及びリン酸の化学肥料投入量は、特に綿の場合多く、その窒素の投入量はha当たり200kgである。小麦、水稻及びとうもろこしの窒素の投入量は、ha当たり150kg前後である。病虫害防除剤の使用は綿作で多く、補助価格の防除剤が組合を通じ、農業土地開漁業省(MALRA)により供給されている。なおこの綿の防除では、性ホルモンを使用した防除技術や、ヘリコプターによる防除のサービスがMALRFにより導入されている。

### 3.8.6 畜産及び内水面漁業

#### (1) 畜産

ほとんどの農家は使役牛のみでなく肉牛用や、乳用の水牛を飼養している。上記の標準的な農家の作付け面積において、冬作及び夏作ともそれぞれ、ベルシーム及びとうもろこしが30~40%を占め、水牛や牛の青刈り飼料となっている。稲や小麦のわらもこれらの重要な飼料供給源である。この他ブロイラー及び鶏卵の企業的な経営が最近盛んになっている。農家家経済調査における戸当たり家畜飼養頭数は以下の通りである。

表 3-3 農家経済調査による戸当たり農業経済状況

項 目	経営状況
1. 経営耕地面積(ha)	
(1) 一年生作物作付地	
- 自作地	1.9 ha (4.7 feddan)
- 借入地	0.3 ha (0.8 feddan)
小計	2.2 ha (5.5 feddan)
(2) 果樹園	若干
計	2.2 ha (5.5 feddan)
2. 家族員数	8.7人(うち女性4.2人)
3. 労働力	
- 自家農場	2.8人(うち女性0.8人)
- 他家農場	0.4人(うち女性0.1人)
- 農外労働力	0.7人
計	3.9人
4. 作物作付面積	
(1) 冬作	
- 小麦	0.9 ha (2.1 feddan)
- 短期作ベルシーム	0.3 ha (0.8 feddan)
- 長期作ベルシーム	0.7 ha (1.6 feddan)
- 豆類等	0.2 ha (0.4 feddan)
- 野菜その他	0.1 ha (0.4 feddan)
小計	2.2 ha (5.3 feddan)
(2) 夏作	
- 綿	0.8 ha (1.9 feddan)
- 水稻	0.3 ha (0.8 feddan)
- とうもろこし等	0.6 ha (1.5 feddan)
- 野菜その他	0.7 ha (1.6 feddan)
小計	2.4 ha (5.8 feddan)
計	4.6 ha (11.1 feddan)

出典：本調査農家経済調査, 1994

### 戸当たり家畜飼養頭数

家畜	頭羽数	備考
牛	1.3	
水牛	1.2	
羊	1.3	
山羊	0.5	
ろば	0.5	
にわとり	13.7	肉用及び卵用の計
あひる	6.3	

出典： 農家経済調査(1994)

#### (2) 内水面漁業

本調査地域のマリユート湖を漁場とする内水面漁業者は、1993年の漁業組合の資料によれば5,600人いる。マリユート湖の1993年の漁獲高は約3,400トンであり、漁業者一人当たりのそれは約600kgであり、水面面積のha当たり漁獲高は500kgとなる。魚種はティラピアが74%を占め、この他なまず、うなぎがこれにつづく。漁業者粗収入は、平均の販売額をLE 7/kgとすればLE 4,200である。このマリユート湖の漁獲高は、1986年以降、同湖の水質汚染とともに急減しており、5,800トンから1990年には1,700トンになった。1992年以降再び漁獲高が向上に転じているが、これはオモウム幹線排水路を破堤し、農業排水を同湖に導いたことなどによるものと考えられる。なおカラー排水ブロックの中に約500haの内水面があり、モハムディアかんがい水路の余剰水を利用した内水面漁業をEgyptian Fishery Companyが行っている。この内水面漁業の漁獲高は、ha当たり1トンと上回る年もある(資料編J参照)。

この他、灌漑水路及び排水路で生息する淡水魚は、本調査地域の住民の動物蛋白質の主要な供給源のひとつとなっており、いたるところで漁獲が行われている。

#### 3.8.7 農業支援及び研究

農業土地開拓漁業省の組織には多くの農業支援組織があり、それぞれ中央レベルの組織から縦割りの独立した組織を持っている。受益地である地方では、それぞれが別々に活動している。そのため、ある農業開発地区について、これらの組織間の相互連絡を保ち、統合した支援について特別の配慮がある。技術普及と研究に関連した農業支援の主なものは以下に示すとおりである。

##### 圃場改良

Authority of Land Improvementの地方組織のひとつがベヘイラ州におかれており、圃場レベルのかんがい排水路の浚渫、圃場の均平、深耕及び石こうの施用のサービスを農家の要望に基づいて政府の補助価格で行っている。しかしこのサービ

スは、施工機械や予算の不足等から農民の要望を必ずしも満たしていない。

- 改良種子の供給 中央種子公社(Central Authority for Seeds)の地方組織が種子の供給を行い、農民への種子の配布は、組合の組織を介して農業技術普及担当者が行っている。
- 農業技術普及 一般畑作物、野菜果樹、畜産、病虫害防除、土壌水質改善及び内水面漁業についての技術普及の担当者を、州の農業土地開拓漁業省が、村レベルまで配置して、農業技術普及を行っている。
- 農業機械サービス ベヘイラ州に農業機械化センターが2カ所おかれている。トラクターや脱穀機を含む、農業機械を配置し、農家の要望に基づいて、補助価格ベースの有料の農業機械の利用サービスを行っている。

## (2) 研究

アレキサンドリア州に地域農業を対象とするMALRFの総合農業試験場が1ヶ所置かれている。この他、水資源公共事業省に属する排水研究所(DRI)が、ハリスかがいブロックの一角に210ha(500feddan)のパイロット地区を設け、以下に示す研究を行っている。

- 暗渠排水による地下水位の低下及び土壌塩類濃度の低下と効果
- 暗渠排水の設計諸元(暗渠排水の間隔、深さ、延長)
- 合成繊維性疎水材の効果と費用
- プラスチック製集水渠の施工性及び維持管理費の比較

なお、上記パイロット地区では、土壌改良、栽培営農改善等の排水改良に伴う農業開発のための実験をベースとする研究を行っていない。

### 3.8.8 農産物の需要と供給

1991/92年の「エ」国の食料自給率は以下に示すとおりである。

「工」国食料自給率(量的)

項目	自給率 (%)
小麦	43
米	100
綿	100
たまねぎ及び生鮮野菜	100
果実	100
砂糖	60
食用油	72
食肉	70
酪農製品	84

出典： 第2次5ヵ年計画

上記の食料不足に対しては輸入等に依存しているが、綿及び綿製品、米、ばれいしょ及びびさつまいもを含む生鮮野菜、オレンジ等の果実は輸出されており、同国の重要な外貨獲得元となっている。なお本地域でも花き及び鑑賞用植物が、生活水準の向上とともに急速に需要を延ばしつつある。

### 3.9 農業経済状況

#### 3.9.1 主要農作物の変動費及び所得

農家のキャッシュフローを把握して、地域の農業所得を推定するため、農業経済調査と地域内の補足調査を行った。調査、検討項目は、総所得、農家の自家消費、純所得、変動費と純益である。次表にその要約を示す。

主要農作物の所得、費用及び純益(1994)

(単価: LE/feddan)

農作物	粗収益	所得	生産費	純益
小麦	1,566	909	1,398	168
米	950	467	1,463	(-) 513
綿	3,301	2,448	1,861	1,440
とうもろこし	1,489	668	1,413	76
豆類	1,157	715	857	300
長期作ベルシーム	1,525	1,237	896	629
短期作ベルシーム	671	464	556	115

出所: Irrigation Improvement Project, IPP & PPD of MPWWR, Cairo 1994. 及び農業経済調査  
 備考: 粗収益=主要農作物+副農作物  
 所得=粗収益-(生産費-自給用)  
 生産費=収穫量に依存する費用+収穫量に依存しない費用  
 純益=純所得-生産費

これによれば、綿は、水稲やとうもろこしに比べて、純益が大きく、小麦はベルシームに比べて所得が低い。この表は農産物の市場価格と単位当たりの収穫量により、推算したものである。

### 3.9.2 農家所得及び貧困状況

1990/91年に行なわれた最近の農家の所得と支出費の調査によると、農村家庭の平均所得はLE3,500である。下層グループは、LE1,500以下、上層グループは、LE25,000以上であることが分かる。下層と上層グループを除けば、所得分布は、正規カーブを示して分布している。

農家所得は、1995年のハリス地区の農家調査では、オモウム地区全体のプロジェクトがない場合、LE2,535で、プロジェクトが実施された場合フル便益を受ける時の所得はLE6,922となる(詳細は Table I-2-60参照)。

農家所得は、小麦、豆類、ベルシーム、綿、水稲、とうもろこし、野菜等の主要農作物からのものである。果物からの所得は含まれていない。

代表的な農家は、4.2 feddan の土地を所有し、農業に従事する人は4人、家族は7人、夏作と冬作を行い、作付け率は200%となっている。エジプトでは、5 feddan 以下の土地所有は94%にのほり、この状況は、調査地域でもほとんど同じである(詳細は資料編F、表F-9参照)。

貧困の定義を生存最低限の食料を基準とすれば、農村の貧困所得は、1,200-1,500LEとなる。これに対し、基本的な教育と医療費を含めると、その貧困所得は、2,000LEとなる。テナント農家の3 feddan以下の規模については、その年間所得は、1,600LE以下で貧困農家に属する。

### 3.9.3 農産物の流通

農業協同組合の役割の中に、農産物の需要に沿った流通を行うことが含まれる。長期間にわたる計画経済体制維持の後遺症で、流通分野は今後多くの課題がある。多くの農家は、最寄りの農業協同組合ないしは地方市場に農産物を出荷している。輸出農産物の流通は比較的良好に整備されている。しかし国内農産物の物流は、流通に関する情報の収集が不備であり、この流通整備への転換は上記の国内事情により、相当の期間を必要とすると考えられる。

1990年、自由経済に移行したものの、農業協同組合だけでこの役割を果たすことは無理と考えられる。別の機関が諮問機関として支援することが必要であろう。

#### 3.9.4 農業支援サービス

農業協同組合は村レベルで組織されている。農業支援サービスは、種、肥料、農薬を補助金による低価格で供給している。協同組合の運営は、約15人の農業技師及びその他の農業支援スタッフからなる農業土地開拓漁業省(MALRF)の職員が、各農業協同組合事務所に配置され、そのサービスを行っている。

上記のサービス以外に、農地改革の受益者を組合のメンバーとする別の農業協同組合が組織されており、上記組合と同様のサービスを行うため、政府職員が配置されている。

灌漑局は、農民レベルの端末灌漑施設の維持管理組織の設立と運営活動のパイロット地区を設け、その支援活動を始めている。この農業支援サービスに関して、現地調査で判明した主要なことは次の通りである。

- 作付率を上げ、単位面積当たりの生産を増加させるには、より強化された生産に結びついた総合的な支援サービスが必要である。
- 端末かんがいと排水維持管理は、より高度に強化される必要がある。

#### 3.9.5 農民組織

農業協同組合は、村レベルに組織され、一般と専門に区別されている。専門の中には、鶏、家畜、果実、野菜等の協同組合があり、その他土地改革協同組合がある。そのメンバーは農民であり、10人の委員が選ばれている。実際の農業支援を行うため前述のように、農業農地改革漁業省により必要な職員が配置されている。

一般農業協同組合は、種子、肥料、農薬等農業生産資材を補助価格で提供し、更にトラクターやポンプのサービスを補助金による低価格で提供している。その主なものは次の通りである。

- |                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| - 病虫害防除             | : 補助価格                  |
| - 農業機械              | : 1feddan当たり、15~20LEで提供 |
| - 種子(綿、水稲、小麦、ベルシーム) | : 補助価格                  |
| - 肥料                | : 補助価格                  |

前述したように、灌漑排水の維持管理農民組織として、灌漑利用組合と排水利用者組合があり、後者は、かんがい局とEPADPの両政府機関により新たに組織された。農民グループによるこれらの組織の維持運営を改善するために、灌漑局とEPADPは、農民の組織化及び維持管理方法の指導等の諮問サービスを提供しているが、その支援体制はまだ不十分であるため、組織率は低く、支援活動は非常に限られている。

### 3.9.6 農業金融

農業金融は、あらゆる村レベルの農業協同組合が仲介して提供されている。その種類は100以上あり、信用業務は全国の信用銀行を通して行われている。各地方政府には、それぞれ本社と支社、主要な村の窓口事務所がある。ベヘイラ州では、本社はダマンフルにあって、14の支店をもち、82の村の窓口事務所がある。

農民は申請書とそれをサポートする明細書を出し、審査で承認されれば、最大限80%までの資金を与えられる。融資は、短期(1年以下)、中期(5年以下)、長期(6年から10年)からなり、利子は、10-15%の単純利子である。利用者は、土地所有の農民に限定され、80%の農民が利用している。

リスクは、2つに区別される。即ち、自然災害により融資の返還が出来ない場合と、農民の自己過失によるものとのである。前者では、銀行はあらゆる調整を進め、農民に対応する。後者は、残りの融資の返還を求め、未払い額と滞納利子(1%)を上乗せして、支払わねばならない。未支払融資額は、全体額の5%である。このなかには、自然災害によるものと個人の過失によるものが含まれている。

融資の承認の基準は、農業生産への貢献の度合いであり、土地回復、灌漑・排水工事、地下水井戸、家畜生産、再生産、その他の農業関連の事業に資金が提供されている。費用の明細書類が必要で、申請者の保証人は必要なく、グループ申請では一人の代表者がそのサインをする。

## 3.10 農村社会基盤施設

### 3.10.1 農村給水

調査地域周辺の村落給水は、ベレイラ州の管轄下にあるベヘイラ給水公社 (Behera Water Supply Comany) によって管理されている。地域住民への給水は、地域周辺に建設されている3カ所の浄水場(ダマンフル、アブホモス、及びヌバリア浄水場)に接続されてい

るパイプライン・システムによって送水されている。しかし、農村部の住民への給水は、サダカと呼ばれるコンクリート製の共同水栓(一般に4ヶ所の蛇口が設置されている)によって行われている。この共同水は、集落の約 500 m 毎に設置されている。

このようなパイプライン・システムによって、地域住民の90%が飲料水を含めた生活用水の給水を受けているが、残り10%の住民は、上述の給水施設から離れた位置に生活しているため、パイプライン・システムの恩恵を得られず、浅井戸あるいはタンク車による運搬水に依存している。

上述のベヘイラ給水公社によると、サダカ共同水栓システムは、地域住民の節水意識が得られないことから、水源の無駄が多く、適切な給水方法ではないと言われている。

住民一人当たりの平均消費量は、150リッター/日であるが、農村部のそれは50~70リッター/日である。

### 3.10.2 村落道路

調査地域周辺の道路建設並びに管理業務は、ベヘイラ州道路交通局 (Road and Transportation Directorate) によって管理されている。道路の区分は、州道、地方道並びに村落道の3種類に区分される。このうち、地方道と村落道については、一般に舗装されていない。1991年におけるベヘイラ州の道路延長及びその密度は以下の通りである。

- 舗装道路(アスファルト)	:	764 km ( 75 m/sq.km)
- 無舗装道路	:	835 km ( 82 m/sq.km)
計	:	1,599 km (157 m/sq.km)

上述の道路以外に、用・排水路沿いの維持管理用道路が集落間の連絡道路として利用されている。

## 3.11 環 境

### 3.11.1 調査地域の環境

水質の観点からみると、調査地域は二つに分けて考えることができる。一つは、オモウムの幹線排水系であり、他の一つはマリユート湖である。

オモウム幹線排水路は、主として171,300 ha(407,860 feddan)の農地排水を集めて下流に搬送している。マリユート湖は、その幹線の下流にあって、オモウム排水路、ヌバリヤ水路(航路)、カラー排水路ならびに都市下水を受けている。ヌバリヤ航路は比較的水質がきれいである。オモウム排水路は農業地帯の除塩排水を受けるため塩分濃度が下流ほど高くなっている。WTP及びETP(West and East Treatment Plant)から放水される都市排水は、栄養塩類や沈殿物質を多く含んでいて、湖水を著しく汚している。これらの処理場は1993年度より稼働を始め、かなり放水の質がよくなったものの、まだ十分とは言えない。処理は一次的な物であり、カラーポンプを通じて大部分の都市下水がマリユート湖に流入している。特に、カラー排水路の放水口はアレキサンドリア市の砂漠道路からの玄関口に位置し、悪臭を発生しているためアレキサンドリア市の印象を非常に悪くしている。

### 1) 水質・水量

水質の分析は、オモウム幹線排水路およびマリユート湖の20ヶ所から採水して行った。これらの現地調査に加えて、リユースモニタリング計画年報(DRI)やETP, WTPの水質分析データ、など必要な情報データが収集された。各水源の水質分析によると、DO, COD, BOD, T-Nそして大腸菌数からみてオモウム幹線排水路とヌバリヤ航路が比較的きれいな水を供給している(Annex J 参照)。地下水の水質、水深の調査も地域内で100ヶ所を選んで行った。

前述したように、マリユート湖の主水源はオモウム幹線排水路、ヌバリヤ航路、ハリス地区の排水、カラー排水路及び都市下水(WTP)であり、それらの年間排水量は1994年の実績によると次のようになっている。年間総流出量は、22億m<sup>3</sup>であった。

#### 1994年の年間排水量

流入源	排水量 (MCM)	割合 (%)
①オモウム幹線排水路 (マリユート湖への流入量)	1,435 (630)	64.2 (28.2)
②ヌバリヤ航路	228	10.1
③ハリス排水機場	174	7.8
④カラー排水機場	290	13.0
⑤WTP	72	3.2
⑥海水の侵入	20	0.9
⑦降雨	17	0.8
計	2,236	100
注) マリユート湖への総流入量	(1,432)	
* 農村排水量	①+②+③=	1,837 (82%)
* 都市下水	④+⑤	362 (16%)
* その他	⑥+⑦	37 (2%)

ETP、WTP等の都市下水がマリユート湖に流入する割合は、オモウム排水路から直接海に放水される量を除くと約25%にも及びその影響は大きい。CODの流入・流出負荷バランスは、流入152,000トン/年に対して流出が121,000トン/年と少なく、湖に栄養塩類が蓄積されつつある(資料編J、表J-2-9参照)。

## 2) マリユート湖の環境

マリユート湖の水位はエル・マックス排水機により維持、コントロールされる。年間の排水総量は1994年において約24億m<sup>3</sup>であり、これはマリユート湖への流入量から蒸発等による消費量を差し引いた水量に匹敵する。

現地調査の水質分析結果によると、水源は主としてオモウム幹線排水路であり、ヌバリヤ航路と並んで比較的きれいな水を供給している。もし、湖の流入水をオモウムおよびヌバリヤ航路に限るなら、湖水を正常な状態に維持することができるだろう。ヌバリヤ航路にアメリカ市街の下水が放水されているということが報告されている。必要な処理が講ぜられるべきであろう。

湖面はかなりの部分が葦ならびに蒲などの植生に覆われ、魚、鳥などの小動物の生息の場所となっている。そのみか湖とその周辺は、人々にとって貴重な景観を提供している。こう言った事実は、忘れてはならない重要な環境要素であると言えよう。湖の特性を以下に示す。

### 湖面の変遷

年	面積		貯水量 (MCM)	水深 (m)
	(feddan)	(%)		
1952	54,000	100	453.6	2.0
1960	36,000	66	226.8	1.5
1985	16,000	20	67.2	1.0
1993	13,000	13	54.6	1.0

注: 1993年の貯水量は次により試算した  
 $V = 13,000 \text{ feddan} \times 0.42 \times 1.0 \text{ m} = 54.6 \text{ MCM}$

Data Source; General Authority for Fish Resources Development

- アレキサンドリア市の下水処理

		ETP	WTP
Out fall Discharge (cu. m/day)		350,000	176,000
TSS	Inflow (mg/lit.)	271.7	916.0
	Outflow (mg/lit.)	101.1	120.1
BOD	Inflow (mg/lit.)	188.7	560.0
	Outflow (mg/lit.)	123.3	144.5

出典; ETP: July 1994, WTP: June 1994

- マリユート湖及びノズハ養殖池の魚穫高

年	マリユート湖		ノズハ養殖池	
	魚穫高 (1,000 ton)	比率	魚穫高 (1,000 ton)	比率
1985	5.83	1.00	0.23	1.00
1986	5.60	0.96	0.21	0.91
1987	4.24	0.73	0.11	0.48
1988	3.04	0.52	0.56	2.43
1989	2.14	0.37	0.25	1.09
1990	1.71	0.29	0.33	1.43
1991	1.95	0.33	0.34	1.48
1992	3.09	0.53	0.22	0.96
1993	3.44	0.59	0.11	0.48

出典; Undersecretary of Fish Resources

環境面からみて課題は次のように整理できよう。

- オモウム排水域は塩類処理の問題がある。しかし、富栄養化を含む水質問題は、排水システムの下流部、特にマリユート湖に集中している。
- マリユート湖の北東部(主水面)はアレキサンドリアの下水の影響で過富栄養湖と化している。早急な対応が必要である。
- オモウム排水路は、マリユート湖の主水源で平均70cu. m/sの水を供給する。これは全水源の70%に相当する。
- 湖水はエル・マックス排水機により余剰水を地中海に排除し、ほぼ一定に保たれる
- 約5,600人の漁民が湖周辺で生活し、水位の大きな変動は漁業に大きく影響する。
- オモウム幹線排水システムの改良は、こう言った保全すべき現状をよく考えて行うべきである。

### 3.11.2 初期環境調査

調査地区に対する初期環境調査(IEE)は、収集されたデータや情報をもとにアレキサン  
ドリア漁業資源局や漁業養殖場などの意見を聞きとりまとめられた。オモウム地域排水改良  
計画のIEEに関する検討の結果、事業により誘導されると考えられる環境項目は次のように  
リストアップできる。

- 社会環境に関して;

もし、事業によりマリユート湖の状況や湖水位が著しく変化する場合は漁業を通  
じて、以下の項目に影響がある。

- ・ 経済活動に係わる変動
- ・ 職業ならびに就業機会の変動(減少)
- ・ 水利権、漁業権の調整、調停の必要性

- 自然環境に関して;

- ・ 地表水ならびに地下水の水文量に対する影響、変動
- ・ 内水漁業に対する支障
- ・ 水質の汚染又は悪化
- ・ 富栄養化の進行

調査地域ならびにその周辺の状況および排水改良事業の主要工事内容を考え合わせ  
ると、結論としてオモウム農村地域排水改良事業を進めるためには、環境影響評価(EIA)が必  
要である。

### 3.12 調査地域の関連事業及び調査・計画

調査地域の関連事業として、現在、以下の事業並びに調査計画が進められている。

- 暗渠排水開発事業 (Subsurface Drainage Development Project)
- ベヘイラ農村開発計画 (Behera Rural Development Project)
- 基幹管理システム事業計画 (Main System Management Project)
- ハリス暗渠排水パイロット事業 (Subsurface Drainage Design for Hares Pilot Area)

- 排水再利用モニターリング事業 (Reuse Monitoring Programme)
- オモウム幹線排水再利用計画 (Omoum Drain Project)
- バラクター地区灌漑事業 (Balaqtar Irrigation Project)
- モハムディア灌漑改良事業計画 (Mahmoudia Irrigation Improvement Project)
- 西ヌバリヤ地区農業生産拡大計画 (West Nubariya Agricultural Intensification Project)

暗渠排水開発事業；

西暦 2000 を目標にエジプト全土を対象にした、世界銀行の支援による暗渠排水布設事業計画である。実施機関は公共事業水資源省、排水事業庁 (EPADP) であり、地域の約 44% に相当する、58,000 ha (138,100 feddan) の耕地に暗渠排水施設が布設されている。しかし、一部の地区では計画通りの効果が上っていない所も見られる。

ベヘイラ農村開発計画；

ベヘイラ州の135の集落を対象にした農村総合開発計画である。主な事業内容は、土壌改良、集約的農業の導入、農村基盤施設の整備、農業普及・支援の改善、強化等である。事業計画は、アフリカ開発銀行及びアフリカ開発基金の支援により農業省が実施している。1992年6月までに85の集落について事業が実施されており、現在残り50集落について実施されている。

基幹管理システム事業計画；

ナイル河の水資源の監視システム導入事業計画である。事業の目的は、ナイル河の水資源の有効管理及びデータの収集、並びに灌漑施設の監視・制御等である。事業はUSAIDの支援により、公共事業水資源省が実施している。現在、調査地域周辺では、トルガー及びエル・マックス排水機場さらにカフル・ブリ取水堰地点に水位計が設置されており、各地点の水位が観測・監視されている。

ハリス暗渠排水パイロット事業；

農作物に対する暗渠排水施設の効果測定、最適暗渠排水布設基準の策定、フィルター材の試験・研究、集水渠(プラスチック製)の施工性、地下水の水理挙動、経済性、並びに施設の維持管理等を目的としたパイロット事業である。この事業は、オランダ政府の支援を得て、公共事業水資源省、排水研究所 (DRI) が実施している。これらの調査・研究結果は、地域内の暗渠排水未施工地区及び施工済み地区の改修に適用される方針である。

#### 排水再利用モニターリング事業；

事業の目的は、ナイル・デルタにおける排水量の量的、質的把握とその利用計画である。この事業計画は、オランダ政府の支援を得て公共事業水資源省が実施している。調査地域周辺でも7ヶ所の排水再利用事業計画が進められている。

#### オモウム幹線排水再利用計画；

エジプト政府は急激な人口増に対応するため、耕地の拡大を重要な政策として掲げている。調査対象地域のオモウム幹線排水再利用計画は拡大した耕地へのかんがい水源として位置づけられている。即ち、アブホモス、シェリシュラ及びトルーガからの排水量を幹線排水路内の止水堰及び3ヶ所の揚水機によりヌバリヤ用水路に逆送する計画で、年間の排水再利用量は約10億 $m^3$ である。オモウム幹線排水の年間平均塩分濃度は2,090 ppmであるが、ヌバリヤ用水との混合により630 ppm程度の濃度に下げて利用する計画である(1994資料による)。

#### バラクター地区灌漑事業；

バラクター灌漑事業はモハムディア灌漑受益地の中に位置し、その面積は4,830 ha (11,500 feddan)である。事業の目的は、灌漑システムにおける灌漑効率の向上と圃場レベルにおける水管理の実施である。事業の内容は、モハムディア幹線水路に分水工を建設し、バラクター水路約17 kmの改修、バラクター水路から分水するパイプライン・システムの建設、地区内の排水改良、末端施設の改修、並びに農民組織の設立・強化等である。この事業は国際銀行の支援を得て、公共事業水資源省、灌漑局が1992年に事業を完成している。

#### モハムディア灌漑改良事業計画；

モハムディア灌漑改良事業計画の目的は、モハムディア幹線用水かかり地区の灌漑施設の改修並びに末端圃場も含めた水管理の実施により農業生産の拡大、農家所得の向上と施設の維持管理への農民の参加、農民グループ並びに政府スタッフとの協調、更に公共事業水資源省の組織並びに実施能力の改善等である。この事業計画は、世界銀行の支援を得て、公共事業水資源省が1995年か2002年にわたり実施される予定である。

#### 西ヌバリヤ地区農業生産拡大計画；

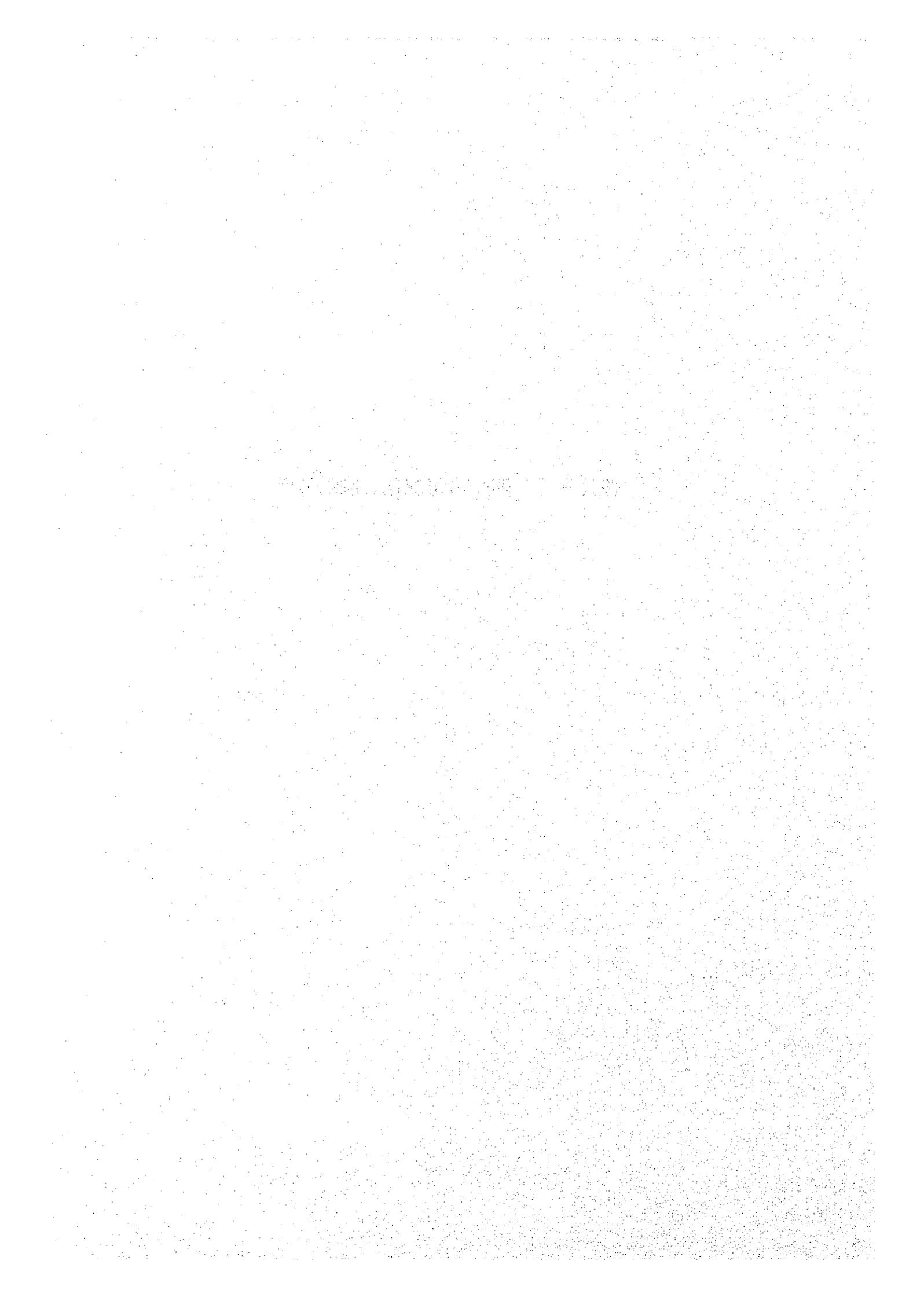
国際連合食糧農業機関 (FAO) 及び世界銀行は、西ヌバリヤ地区の農業生産の拡大を図るため、以下の内容からなる事業を6ヵ年計画で公共事業水資源省、灌漑局のもとで進めている。

- 末端灌漑施設の改修
- 排水路の整備と一部の地区での暗渠排水施設の設置

- 農業試験・研究及び普及支援業務の強化
- 農業協同組合の組織化
- 農業金融制度の設立
- 生産資材、農業機械、畜産、果樹等への資金の準備
- 事業運営機関の設立

関連事業及び調査計画の詳細は資料編Kに示す。

## 第4章 開発の可能性と制約要因



## 第4章 開発の可能性と制約要因

### 4.1 土地及び水資源

#### 4.1.1 土地資源

##### 1) 暗渠排水設置地区の農地改良

本調査地域の約50%の土地は肥沃な土層の深いナイルの沖積地であり、様々な作物の栽培に適している。これらの土地は暗渠排水の事業が実施済みであるが、暗渠排水の機能が必ずしも十分でない。そのため作物の多様化と作物単収の向上が、十分とはいえない。オモウム排水システムの改良に関する本事業の実施は、当初の排水事業の効果を十分上げることにより貢献し、作物の多様化と作物単収の向上をもたらすことができる。

##### 2) 耕作放棄地の農地改良

他方、土壌及び土地利用の項で述べたように、1960年代の土壌調査によれば、4級以上に分級されている土地のうち、実際に耕作されていた土地の割合は62%に過ぎない。残りの土地は、5等級(可耕地であるが耕作されていない土地)及び非農用地に分級されている。この5等級地は主として、アブエル・マタミールとホッシュエサ郡に分布しており、高地下水位と高土壌塩分(16 mS/cm以上)のため耕作されていない。しかし、この状況は適切な排水改良が実施されないため、その後も十分解消されていないようである。

排水ブロックの下流域のうち、特にハリス及びトルーガ地下においては、5等級地の分布が多くまだ暗渠排水事業が実施されていない。特に、この種の土地は耕地化の可能性が十分あるにもかかわらず、耕地化が進んでおらず、単収は非常に低い。このような土地を耕地化して、生産性の高い土地に改良するためには単に排水システムの改良のみではなく、さらに多方面から技術を導入して、総合的な農地改良が促進されるべきである。

#### 4.1.2 水資源

##### 1) 水資源の有効利用

調査地域の灌漑水源であるモハムディア及びヌバリア用水路は、その全支配面積にたいし十分な用水補給を行っていない。ヌバリア用水路の左岸に位置する西部砂漠地帯の農地造成

が現在進行中であり、この地帯の水源となるのはヌバリヤ用水路及び地下水である。しかし、地下水による灌漑が割高となっている。従って、ヌバリヤ用水路の右岸地区に分水される用水の一部を分水するか、地中海に放流されているオモウム幹線排水路の排水(年間2,443百万m<sup>3</sup>)を取水する方法が考えられる。しかし、この新規造成地帯に対する適切な水源計画のためには、排水の再利用の可能性及び地下水利用の可能性等について十分検討する必要がある。

## 2) 灌漑用水の適切配分

現在の用水補給は、輪番灌漑を基本に行っているが、用水のローテーションは厳密に行われてはいない。用水補給のローテーションが厳密に行われれば、排水量は減り水管理システム全体に好結果をもたらすと考えられる。

## 3) マリユート湖とオモウム幹線排水路の水位管理

本地域におけるマリユート湖の存在は、環境面のみならず利水及び治水の面からも重要な役割を果たしている。現在、マリユート湖の水質保全のために、オモウム幹線排水路とヌバリヤ航路の堤防が各所で開削されている。これによってオモウム幹線排水路では、下流端より10 kmまで、ヌバリヤ航路では12 kmまでが、それぞれマリユート湖の一部となっている。このため、オモウム幹線排水路の水位は計画水位である(-)3.25 mより高くなり、上流域の排水不良の原因となっている。

## 4) 都下水の管理

マリユート湖への流入量のうち、カラー排水機場からの放流量(ETPの排水量を含む)及びWTP(378 MCM/年)からの放流量は一次処理をしたのみで、多量の浮遊物資を含んでいる。これらの浮遊物資の湖底への堆積は、魚等への悪影響を与えるばかりでなく、湖の貯水能力の低下の要因ともなっている。

# 4.2 灌漑・排水

## 4.2.1 灌 漑

### 1) 灌漑水路システムにおける水管理の強化

調査地域内の幹・支・派線灌漑水路は、関係する灌漑事業所で管理されている。これらの水路システムにおいては、ゲートの不適切な操作や水管理の不備による相当量の用水が排

水路に排水されている。このことは過剰水を排除するための排水ポンプの電力代を高くしている。

## 2) 圃場内の水損失の低減

一方、圃場レベルでの灌漑用水は、小型ポンプ及び伝統的なサキヤによって支線用水量(メスカ)から圃場配水路(マルワ)へ揚水されている。マルワは幅50cm、深さ20cmの小規模土水路である。そのため圃場における損失は大きく、適切な灌漑方法の適用により損失水量の低減に努める必要がある。

## 3) 水利組合の設置

水利組合や水利費の農民負担が無いために、農民が必要以上の用水取水を行い易い状況となっている。水資源の正確かつ効果的な利用を行うためには、水利組織を設立・強化し、農民に水利用の技術指導を行うことは、重要な課題である。

## 4.2.2 排水

### 1) 排水路水位の設定

マリユート湖周辺の漁民や航行関係者の要請に応じ、現在、マリユート湖及びオモウム幹線排水路の水位は、海面下(-)2.70mと比較的高く保持されている。結果として、各排水ブロックの内水位は、計画時よりも高くなっている。この状況は、暗渠排水の効果を低下させる原因となっている。

### 2) 適切な暗渠排水施設の設置

調査地域の44%は暗渠排水施設が布設されている。これらの地区は暗渠排水によって比較的排水状況は良好である。しかし、現地調査によれば、暗渠排水が所期の目標効果に達していないところも見受けられる。この原因として、暗渠の布設状況や維持管理に問題があると思われる。これらの状況に対応するため、現在暗渠の布設間隔、深さ保水材等の技術的研究がハレス試験圃場で排水研究所(DRI)により実施されている。

### 3) 圃場排水システムの改善

一般に夏期においては、圃場での作物被害は生じていないが、冬季(11~2月)においては、日雨量が20~30mmになるときがある。暗渠排水が施工されると、圃場小溝は原則的

に廃止されるため、圃場での排水は不十分となり、局部的に湛水被害が生じるところがある。

### 4.3 農 業

#### 1) 作物生産の集約化と多様化

本調査地域の大部分が属しているベヘイラ州の農業は、全国的な野菜及び果樹の生産地のひとつである。これは野菜や果樹の生産にとって、本地域の気候条件が適し、かつ、エジプト国の第2の都市であるアレキサンドリアをひかえ、市場条件に恵まれていることによる。しかしながら、調査地域の上流の排水ブロックに属する一部の農家のみが、野菜及び果樹を本格的に取り入れた農業経営を暗渠排水の効果を生かして行なっている。他方、特にハリス及びトルーガ地区のような下流地区においては、粗放的な土地利用で伝統的な作物による経営が主体をなしている。この地域の農民は、以下に示す多くの問題を抱えている。それは高地下水位、高土壌塩分濃度、洪水時の湛水被害及び灌漑水路の末端に位置しているための水不足等の問題である。本調査地域の気候と市場条件を生かした、野菜及び果樹を含む作物の多様化と作物生産の改善がこの地域の農業発展にとって重要である。

#### 2) 作物単収の向上

現況農業の分析からこの制約要因の最大のものが、農地排水が不十分であることにある。ただし排水システムの改善のみでなく、土地と水の包括的な改善のアプローチが必要であると考えられる。即ち、圃場レベルにおいてタイムリーな灌漑と、十分な地下排水のコントロールを確保することが必要である。これに関連して農民レベルの灌漑及び排水の維持管理を指導する活動の強化が、農地の整備と共に必要である。

#### 3) 農業振興支援の強化

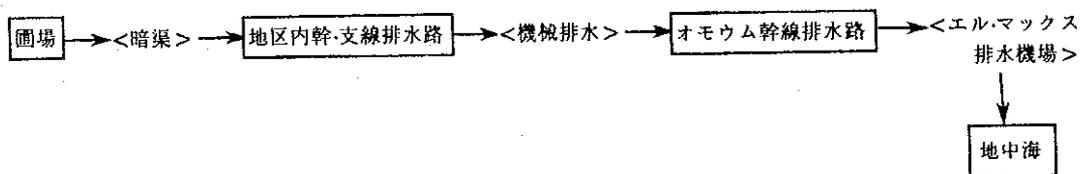
EPADPによるDrainage User's Associationの組織化及びその組織を通じた農民の末端排水改良、更に排水改良施設の維持管理への参加に関する農民への指導はまだ始められたばかりで、ほとんどないに等しい。国内及び国外向け野菜・果実の農民組合をベースとした流通改善に関する農業振興支援も極めて不十分なもので、農民の個人出荷や中間人に依存した流通となっている。従って上記の分野についての農業振興支援の強化が必要である。

## 4.4 排水施設

### 4.4.1 排水路及び関連施設

#### 1) オモウム幹線排水路及び地域内幹・支線排水路の整備

本地域の排水システムは、その地形的要因により次のような経路をたどる。



従って、各排水機場へ安全に排水を導水するために、オモウム幹線排水路及び地区内幹・支線排水路の整備が必要となる。オモウム幹線排水路及び地区内幹・支線排水路は、1960年代初頭より建設され、その後は河床土砂や水中植物の除去等の定期的な維持管理が進められている。

現況の排水路は、法面の崩壊や土砂の堆積及び水中植物の繁茂等による断面の狭小化がみられる。また、オモウム幹線排水路のデシューディ排水機場からトルーガ排水機場に至る区間では水位が堤防の天端直下まで達している箇所が見られる。今後、地域の開発に伴う単位排水量の増加、施設の老朽化や通水能力の低下による排水不良がもたらす周辺地域への影響は多大であり、ポンプの排水能力を最大限に発揮するためにも、排水路の整備は不可欠である。

オモウム幹線排水路の現在の設計容量は、最大102cu.m/s(単位排水量 22 cu.m/feddan/day、集水面積400,000 feddan)であるが、将来の排水量の増加に対応した通水能力が必要とされる。一方、オモウム幹線排水路両岸には、周辺住民の住居や送電線が建設され、また、橋梁、ゲート等の諸施設が建設されているため、大幅な断面拡幅は望めない。また、マリユート湖内では同湖の水位、水質保持のため同幹線排水路の堤防は至るところで人為的に開削されている。従って、今後、オモウム幹線排水路のマリユート湖内分離堤を再建設する場合には、これら破堤行為の再発防止対策を講じる必要がある。

#### 2) ヌバリヤ・サイホンの改修

ヌバリヤ・サイホンは、マリユート湖内におけるオモウム幹線排水路の排水を安全に流下させる極めて重要な役割を果たしている。即ち、本サイホンと交差するヌバリヤ航路の安全な航行がもたらす社会的、経済的効果や今後、オモウム幹線排水路とマリユート湖が分離さ

れる場合の安全流下に果たす本サイホンの役割は大きく、その排水容量の回復と適切な維持管理が不可欠である。

### 3) エル・マックス排水機場直上流における鉄道橋の改修

当該地点におけるオモウム幹線排水路の通水断面は、前後他所に比較して狭小となっている。また、オモウム幹線排水路の線形は、同位置直上流で屈曲しているため、ここに水草類が多量に停滞し、これの除去に多大な維持管理費を要している。従って、係わる地点の通水断面を整備して水草類の停滞を防止することが必要となる。現在、鉄道局により新橋建設が行われており、これと並行してオモウム幹線排水路の河床に堆積する土砂の除去等の方策により、通水断面を原形に復旧する必要がある。

### 4) エル・マックス排水機場下流放水路の改修

エル・マックス排水機場からの排水を地中海へ導く放水路は、オモウム幹線排水路からの排水を地中海へ放水する唯一の施設であり、これのもつ排水能力が直接エル・マックス排水機場のポンプ運転に影響を与える。現在、同放水路下流部の兩岸上には地域住民の家屋が水路幅一杯まで建設されており、放流路水位が、家屋に迫る箇所もある。今後、地域開発に伴う排水量の増加や降雨などにより、周辺住民の民生や家屋などに甚大な損害が及ぶ懸念があり、エル・マックス排水機の能力を最大限に発現させるために、同放水路の安定した排水能力の確保が必要である。

現況の縦断勾配及び断面において、計画流量の安全な流下が見込めない場合は、通水断面の拡大が必要となる。一方、現在、排水事業庁により放水路堤防上の家屋の移転計画が進められており、これが実施された後に断面拡幅が可能である。

## 4.4.2 排水機場施設

排水ポンプの目的は、余剰水を出来るだけ早く、安全に地域外へ排出する事である。本地域の現況ポンプは、定期的な点検と部品の取り替えをにより、24時間その役目を果たしている。しかしながら、農地の乾田化及び開発、水路の改修等によるピーク排水量の増加及び施設の老朽化、部品の不足等の問題により近い将来排水障害が生じる恐れがある。ポンプ施設に対する開発の制約要因としては次の事が挙げられる。

### 1) 排水能力の不足

将来排水量の増加又はポンプの機能低下がなければ、ハリス機場を除き容量的にはほぼ満足される。しかし、地域の開発による単位排水量及び降雨の湛水条件改善による排水量増がハリス、デシューデイ、トルーガ地区で予想される。さらに、施設の老朽化による能力低下(容量不足)がエル・マックス及びハリス排水機場で生じている。従って、これらの排水機場は将来排水機の増設が必要である。

### 2) エル・マックス排水機場と他の排水機場との排水量の不均衡

カラー、アビス、デシューデイ、トルーガ、アブホモス排水機場のポンプ施設は、過去5年間に更新され、それらの幾つかは容量アップもされてきている。この更新事業により、全排水機容量は次に示すように、現況のエル・マックス排水機の容量より大きくなっている。

	全排水量(予備機考慮)	計画排水量
エル・マックス排水機場	150 cu.m/s	125 cu.m/s
他の排水機場の計	200 cu.m/s	153 cu.m/s

1991年12月に発生した洪水の時、エル・マックス排水機場は9台運転されたが(平均最大排水量115 cu.m/s)、マリユート湖は洪水の調整池として、また、オモウム幹線排水路は通水障害によりピーク排水量を減じる役割を果たした。将来、オモウム幹線排水路とマリユート湖が分離され、排水路が改修された場合、エル・マックス排水機場の現容量は不足することが考えられる。

### 3) 運転時間の減少によるポンプ排水量の増加

現在、排水機は24時間運転がなされている。この運転時間を管理、保守の面より減じた場合(例えば20時間/日)、ポンプの施設容量は増加する。しかし現実的には十分な遊水池が無い場合、予備機を利用したポンプ台数による調整によらざるを得ない。

### 4) ポンプの老朽化

エル・マックス排水機場は、運転開始以来31年、また、ハリス機場の場合は26年が経過している。インペラ、各種ベアリング、スリーブ等は耐用年数に達してきている。両排水機場は、度々修理や更新を繰り返してきたが、施設の老朽化、それによる能力低下及び維持管理費増を考えた場合、部分改修よりも抜本的な全面改修が早急に必要である。

## 5) 高い吸・吐水位

排水機場の吸・吐水側の床版は幾つかの機場で水没している。この設計値より高い水位は、マリユート湖の高い管理水位のみならず、水草やゴミ等の障害物による排水路の流積の減少によっても引き起こされている。従って、吸・吐水位は計画どおり低く管理する必要がある。一方、エル・マックス排水機場とマリユート湖の水位差は幹線水路の管理の不備により50 cm程度高く、揚程増による電力料金の増加を招いている。

## 6) その他

### - 運転方法

主ポンプ、天井クレーン、ホイストクレーン及び除塵機等は手動で行われている。除塵機は電動のものもあるが、効率よく運転されていない。

### - アビス排水機場

アビス排水機場には上屋がない。施設の管理と安全な運転のためには、直射日光や外気から保護するための上屋施設が必要である。吐出管部にはフラップ弁がなくサイホン形式となっている。サイホン弁が壊れているため揚程と電力料の増の原因となっている。

### - カラー排水機場

ヘッドロを含んだ黒色の排水は、ポンプの寿命を短くする。また、高い吐水位は将来構造物の天端からの越流の危険が考えられる。

### - スペアパーツの補給

各排水機場の全ての主要施設は、外国製品であるので、適宜に部品を入手する事が難しい。従って、各排水機場では機器のスペアパーツの補給が大きな課題となっている。

## 4.5 環境

オモウム地域農村地域排水改良計画の方向は、排水システムの構造的な問題に対応するだけでなく、マリユート湖への影響、環境保全等も含め考えるべきである。環境面から改良の基本的方向を整理すると次のようである。

- 環境に関するすべての課題は、汚染者負担の原則に立って、解決すべきである。本地域の場合、アレキサンドリア市の下水、各種工場からの工場汚水、農業地域の農薬汚水、家庭雑排水などがこれに当たる。
- オモウム幹線排水路はマリユート湖の主水源であるとともに、唯一の排水口である。そして、水質的にみて他の水源よりきれいな水を湖に供給している。
- オモウム排水システムの改良計画、ならびにエル・マックス排水機場の運用は、マリユート湖の利用計画に合わせて行うべきである。

マリユート湖は、漁業はもちろんのこと、舟航、野鳥や小動物の生息地、洪水流出の緩衝池(Buffer zone)、都市排水の浄化池、さらにアレキサンドリアの景観(緑の空間)保育に役立つなど多様な機能を果たしている。

以上のようにマリユート湖はこの地域にとって重要な位置を占めているので水質保全を考慮したマリユート湖の利用計画を早急に整備する必要がある。

## 第 5 章 排水改良開発基本計画の策定

## 第5章 排水改良開発基本計画の策定

### 5.1 開発計画の基本方針

#### 5.1.1 開発の目的

第3次5ヵ年計画(1992/93-1996/97)では、10の主要国家目標をうたっている。このうち、特にエジプト政府は、生産及びサービス部門の近代化と生産性の向上並びに国内の貯蓄割合の拡大を強調している。

上述の国家目標を達成するために、第3次5ヵ年計画の農業部門としては、次の施策を掲げている。

- 農業部門の近代化
- 主要農産物の可能自給率の実現
- 輸出競争力をもつ農業生産物の拡大
- 農業資源の利用率の向上

#### 5.1.2 開発計画の戦略と目標

オモウム地域の排水改良を目的とした農地環境改善計画が、本調査の主な課題である。このためのコンポーネントとしては、現地調査並びにエジプト政府関係者との協議結果にもとづき、以下の内容が想定される。

##### i) 排水改良計画

数ケースの排水システムの比較検討により、マリユート湖、オモウム幹線排水路及び地区内幹・支線排水路の適切な管理水位を設定し、農地排水を目的としてオモウム幹線排水路、排水機場、地区内幹・支線排水路、暗渠排水施設等の改修並びに建設。

##### ii) 水源の開発と灌漑水管理の改善計画

灌漑用水資源の乏しい新規開拓地の水源として、排水の再利用による水資源開発を検討し、資源の有効利用を図るため適切な水管理計画の策定。

iii) 営農改善計画

農業の生産性を高めるため、地域に適した土地利用計画、作付体系、栽培計画、農業支援、農民組織計画等の策定。

iv) 農村環境改善及びマリユート湖環境保全計画

農村地域の環境改善のため、村落給水、村落道路等の農村社会基盤の整備計画の策定。また、マリユート湖の水質保全のため、適切な湖水位の確保、水量補給、更に、マリユート湖の自然環境保全のための法規制等適切な対応についての勧告。

## 5.2 分野別開発構想

### 5.2.1 土地及び水資源開発計画

#### 1) 土地資源

排水不良による非耕作地を耕作可能にして、その土地の持つ生産力を十分上げるために、暗渠排水事業の実施とその土壌の塩分濃度の低下を含めた土壌改良を行う。Authority for Project and Development, Department of Cooperative and Development (MALRF) のアピス現地事務所によれば、アピス地区とハリス地区はマリユート湖の湖底の土地であった。この土地の耕地化と入植者の経営安定を計るには、以下に示すようなきめの細かい方法なしではできないという。

- 詳細土壌調査による問題の把握と対応策の策定
- 末端までの排水改良の実施
- 除塩を含む土壌改良(レベリング、深耕、石膏の施用)の実施
- 農業経営の安定に到る各種の農業支援

上記アピス現地事務所によれば、計画的な深耕と除塩により高塩分濃度の土地を生産力のある耕地としたとのことである。そのため、このような土地改良を実際に担当する組織を設置して活動を行う計画が短、中期的に必要である。

暗渠排水の布設を伴う排水改良を実施することにより現在耕作されていない土地を利用し、100%まで耕地利用率を上げる計画とする。土地分級資料において、高土壌塩分濃度と高地下水位が主な要因で2級地以下に分級されている土地については、排水改良により生産力のより高い土地に改良できる。夏期に土壌塩分濃度が高くなる土地では休閑地とされ

るため、現況の作付率は必ずしも200%となっていない。しかし排水改良により、作付率を高めることができる。また、野菜や果樹を含めた作物の多様化が可能な土壌改良を行う。

## 2) 水資源開発計画

ナイル河及びアスワン・ハイダムに依存するエジプトにおける水資源開発は、排水の再利用に大きな期待がよせられている。本地域内においても7つの排水再利用事業が、運用または工事中である。その中で最も大規模なものはオモウム排水再利用事業である。

この計画は、本調査地域の上流域(アブホモス、シェリシェラ、トルーガの3流域)の集水面積約12万ha(約28.5万feddan)からの排水をオモウム幹線排水路の24km地点にあるトルーガ排水機場の下流で堰止め、オモウム幹線排水路及びシェリシェラ排水路を通して3カ所の揚水機場(No.1,2,3)で、ヌバリヤ水路の46km地点に注水する計画である(逆送水路長 $l=45$ km)。

ピーク揚水量は48.2 cu.m/s (4.12 MCM/日)で、年間約1,000 MCMの排水をヌバリヤ水路に揚水する。注水点におけるオモウム幹線排水路の水質は、塩分濃度が約2,200 ppmであり、これとヌバリヤ水路の原水(同310ppm)を1:3.5の割合で混合し、平均700 ppmの用水として主に西ヌバリヤ地域の新規開拓地約21万ha(50万feddan)の灌漑に使用する計画である。工事は1991年に完了する予定であったが、現在(1995年3月)、第2、第3揚水機場の機械設置が完了していないが、1995年末には運転開始の計画となっている。(資料編D、表D-2-14参照)

また、現在工事中のゾホール・エルオマラポンプ場が完成すると、地区内の総排水再利用量は、年間約1,650 MCMの規模となる。再利用率は73%となり、排水の再利用としてはほぼ限界に達すると考えられる。

$$1,650 \text{ MCM} / 2,259 \text{ MCM} (*1) \times 100 = 73\%$$

注; \*1...1993年における7排水機場排水量。但しカラー排水機場のETPは除く。

### 5.2.2 灌漑・排水計画

#### 1) 灌 漑

調査地域の排水路のほとんどは灌漑用水の無効流水である。過剰な灌漑を抑制し、適正・適当な灌漑を行うことは、排水総量、排水施設容量の適正化につながる。灌漑についての開発構想は過剰灌漑対策である。

## 2) 排水

### 計画単位排水量

地域の単位排水量は、圃場レベルの暗渠排水支線で1.5 mm/日、派線で4.0 mm/日、地区内排水路レベルで29～50 cu.m/feddan/日、地区内排水機場レベルで26～62 cu.m/feddan/日と各々相違している。また、排水実績は各排水機場で異なり12～56 cu.m/feddan/日となっている。これらは各排水ブロックの土地利用、土性、地形状況等の変化、及び排水計画の行われた年度が異なる等の理由のためのと思われる。

広域排水を考える場合、排水量算定基準は同一であるべきであり、将来の変化(土地利用、乾田化等)にも対応しうる単位排水量とする必要がある。調査地域は、暗渠排水工事が今後共進められ、水田面積も増加傾向にあることから排水量は増大することが予想される。

各排水ブロックの計画排水量は、夏期の常時排水量と冬期の洪水時排水量を比較して、その大なる方を採用する。洪水は、確率1/10年の連続雨量を対象とした。解析の結果、洪水時の排水量が夏期の常時排水量を上回るのので、洪水時の排水量を計画排水量に採用した。

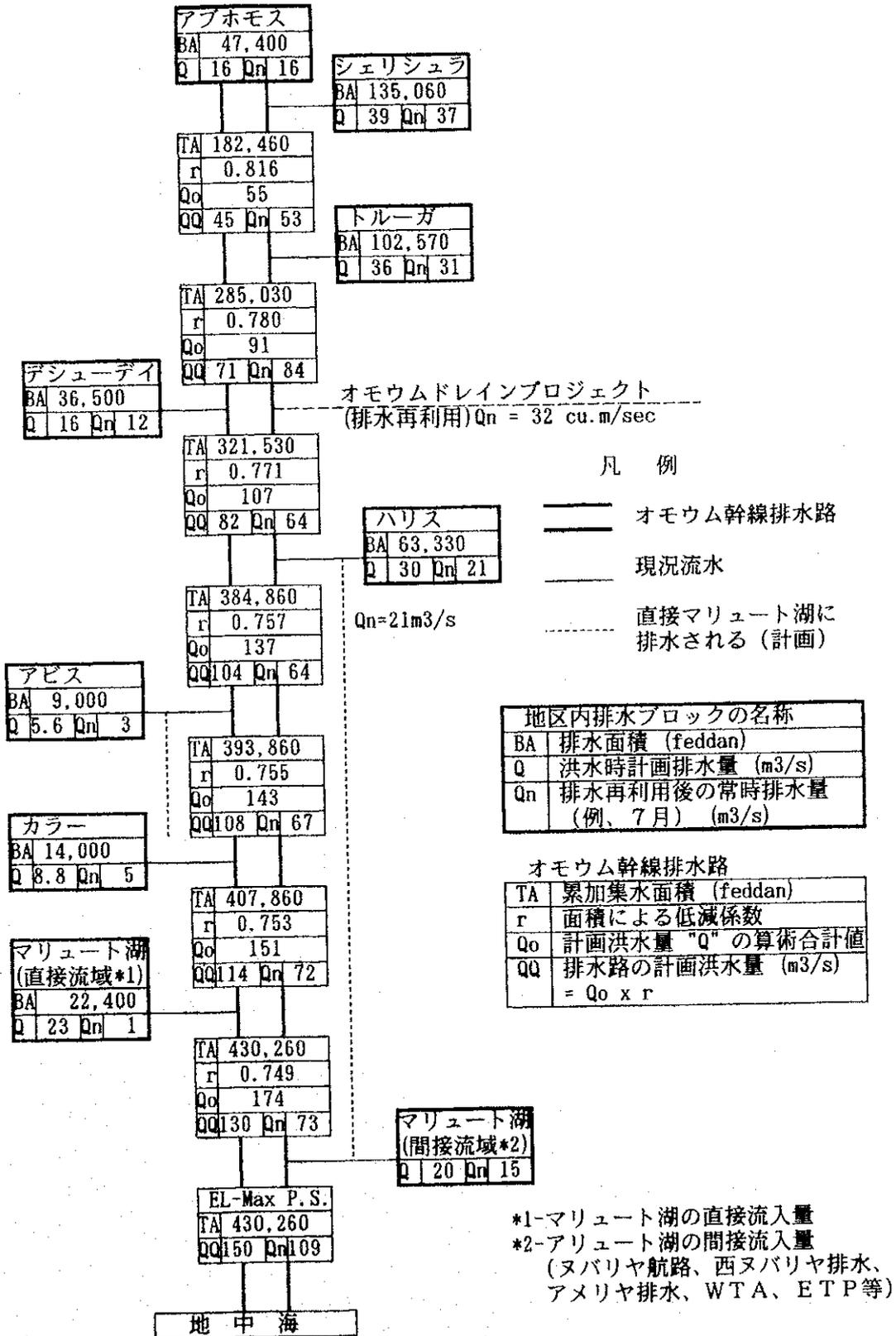
### 排水機場・幹支線排水路

計画単位排水量と排水面積から排水機場、排水路の計画流量を求めた結果、地区内排水機場においては、ハリス、デショーディ、及びトルーガの3機場でポンプの増設が必要となる。

オモウム幹線排水路流量は、各排水ブロックからの排水量を加算して求められる。この場合、降雨には地域的な偏りがあるため、流域の大きさによる低減係数を考慮して計画排水路流量を算定した。エル・マックス排水機場の計画排水量は、このオモウム幹線排水路流量に、マリユート湖の直接流出量及び間接流出量を加えて求められる。その結果、エル・マックス排水機場の排水量は、現況の20%増の150cu.m/secとなる(資料編D、表 D-2-9及び表 D-2-10 参照)。

図 5-1 は計画排水系統図を示す。

図 5-1 調査地域排水系統模式図



### 計画排水量

(単位: cu.m/sec)

排水ブロック	常時排水	洪水時排水	計画排水	既設排水	増設量
Qalla 地区	5.0	8.8	8.8	10.0	-
Abis 地区	3.0	5.6	5.6	5.4	-
Hares 地区	21.0	30.0	30.0	24.0	6.0
Dishudi 地区	12.0	16.0	16.0	12.0	4.0
Truga地区	31.0	36.0	36.0	32.0	4.0
Shereshera 地区	37.0	39.0	39.0	40.0	-
Abu Hommos 地区	16.0	16.9	16.0	25.0	-
El-Max	125.0	150.0	150.0	125.0	25.0

### 暗渠排水

EPADPは塩分上昇が生じている低地での作物生育において、土壌水中の塩分制御のための地下水排水量を定めている。地盤標高3m以下の本地区については、1.5mm/日が適用され、それを用いて必要な暗渠排水施設が施工されている。

現在、地域内で実施されている暗渠排水の吸水管布設間隔は、平均67mとなっている。地域の土壌の透水係数は $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$ で砂質シルト系が多く、土質から見て上述の布設間隔では不十分と判断される。検討の結果、現在の2倍程度の布設密度(平均30m)が望ましい。

### 5.2.3 農業開発計画

#### 1) 農業開発計画

高土壌塩分濃度と高地下水位の問題が解決されるには、排水施設改良事業のみでは不可能であり、別途計画される土壌改良と組み合わせて実施することにより一層の効果が期待される。また、灌漑水が上流と下流で公平に、かつタイムリーに灌漑水を配水できるような水管理システムが確立されて、そのシステムが適切に維持管理されることが必要である。

現況では暗渠排水事業が実施されても、稲作と畑作が混在しているため、畑作物に対して圃場の地下水位を十分下げることができない問題がある。これについては、圃場レベルの暗渠排水システム及びその維持管理が作物生産の改善とタイアップしてなされる必要がある。そのための農民の排水維持管理組織の設立、維持管理方法の指導を行う必要がある。調査地域でもEPADP西部デルタ事務所のこれに対応した組織としてDrainage Advisory Unitの組織を作り活動を始めた。この活動を更に強化し、単に排水の管理のみでなく、農業技術普及の担当者である農業土地開拓漁業省(MALRF)の組織と連携をとって、作物生産の改善

とタイアップした指導を行うことのできる組織と人員のトレーニング及び必要資機材の整備を短、中期計画として実施する。

直接排水改良に関係する農業開発計画としては、上記の5級地に分級された土地の耕地化に対応した栽培営農指導のための農業支援計画が必要である。この農業支援は、土地の改良をベースとして包括的に行なうので、既存の農業技術普及を担当している組織と別に組織を設けて、目標を明確にした短、中期計画が必要であろう。

このようにして圃場レベルで、タイムリーに必要な灌漑水の供給と圃場の地下水位を地表下約1.2mでコントロールすることを軸とした本地域の農地環境整備が進められるべきである。これに呼応して、作物の多様化とその作物生産の改善が可能となる。そのため、短期的には既存のMALRFの農業技術普及活動の強化が必要である。

## 2) 作付計画及び作物生産

農業開発が実施された場合の作物作付計画は現況の作付を基準として、200%の作付率に高めるとともに、冬野菜及び夏野菜の作付面積の50%増を見込む(資料編F、表F-1-32参照)。暗渠排水未施工地区の作付計画単収は、以下に示すように暗渠排水による増収率(8.52計画作物単収)を適用して算定した。

### 作物単収増加量

作物	現況 (ton/ha)	計画 (ton/ha)	増加割合 (%)
冬作物			
小麦	5.00	5.76	15
豆類(そらまめ)	2.02	2.36	20
長期作ペルーシーム(生重)	59.52	71.42	20
短期作ペルーシーム(生重)	26.19	31.42	20
冬野菜	19.05	23.81	25
夏作物			
綿(実綿)	2.63	3.28	25
とうもろこし	5.09	5.86	15
水稻	6.19	6.50	5
夏野菜	28.57	35.71	25
果樹(オレンジ)	14.76	16.23	10

暗渠排水の施工済の地区については、排水改良による地下水位の低下の度合を考慮して上記の計画と現況の収量差の1/2を見込むものとする。

上記の作物作付計画と計画単収を適用して、本排水計画の作物生産を下記の示すように策定した。

#### 作物生産計画

作物	作付率 (%)	作付面積 (ha)	単収 (ton/ha)	生産量 ('000ton)
耕地面積 = 132,630 ha				
冬作物				
小麦	28	37,140	5.76	208
豆類	5	6,630	2.36	15
長期作ベルシーム	15	19,900	71.42	1,369
短期作ベルシーム	25	33,160	31.42	1,004
冬野菜	14	18,570	23.81	423
小計	87	115,400		3,019
夏作物				
綿	22	29,180	3.28	92
とうもろこし	28	37,150	5.86	212
水稻	19	25,200	6.50	163
夏野菜	18	23,870	35.71	815
小計	87	115,400		1,282
果樹(オレンジ)	13	17,240	16.23	274
計	187	248,040		4,575

(注) 作付率は果樹を含むため187%であるが、耕地利用率は100%である。耕地面積には8,510 haの土地の利用を見込んである(生産量の詳細は資料編F、表 F-1-32参照)。

出典: MALRF

### 5.3 排水改良計画

#### 5.3.1 排水改良計画の代替案

マリユート湖、オモウム幹線排水路、及びヌバリヤ航路からなる調査地域下流部の排水システムについては、これらの関連施設の水位をいかに保つかが重要なポイントである。農業サイドからすれば、地域内排水のためにオモウム幹線水路の水位をできるだけ低く下げておきたいし、一方、マリユート湖の漁業で生計をたてている漁民からすれば、マリユート湖の水位をできるだけ高く保持したいなど、それぞれの強い要望が排水事業庁(EPADP)に出されている。

このような状況のもとで、地域下流部の最適排水システム選定を行うため、以下に述べる諸点を考慮し、排水システムの代替案を策定し比較検討を行う。

## 1) 比較案策定の条件

### マリユート湖への流入量:

- オモウム幹線排水路を経由して排水される7ブロックからの農地排水
- ヌバリヤ航路からの放水量
- アレキサンドリア都市下水の放流量 (WTP, ETP から)
- 雨水による地表水
- 西部ヌバリヤ排水路からの放流量

### マリユート湖からの放出量:

- エル・マックス排水機場からの吐水量
- マリユート湖からの蒸発量
- オモウム幹線水路を水源とする排水再利用への送水量

### 管理水位:

- エル・マックス排水機場地点の現況吸水位 : (-) 2.70 ~ (-) 2.80 m
- マリユート湖の計画最高水位 : (-) 2.40 m
- オモウム幹線水路の常時最高計画水位 : (-) 3.25 m  
(エル・マックス排水機場の計画吸水位)

## 2) 最適排水システム代替案

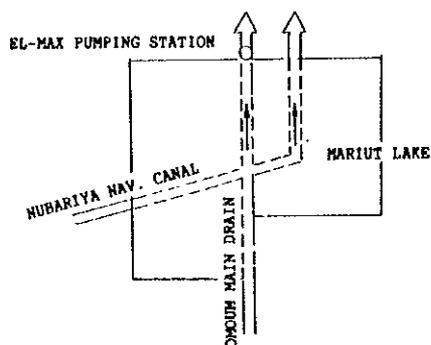
最適排水システム代替案は、現地調査並びに排水事業庁 (EPADP) 関係者との協議・検討により、以下の4ケースを最終的に策定した。

- ケース-1 : 現況案 (マリユート湖、オモウム幹線排水路、ヌバリヤ航路を統合)
- ケース-2 : 改善案 (同上)
- ケース-3 : 改善案 (マリユート湖とヌバリヤ航路は統合するが、オモウム幹線排水路はマリユート湖と分離)
- ケース-4 : 改善案 (マリユート湖、オモウム幹線排水路、及びヌバリヤ航路を完全分離)

以下に、各ケースの特色、諸元、並びに長所・短所を示す。各案のレイアウトを図 5-2 から図 5-5 に示す。

ケース-1 : 現況案 (図 5-2)

排水システム: 現況の排水システムと同様に、マリユート湖、オモウム幹線排水路、及びヌバリヤ航路を一体とする案。



排水施設: エル・マックス排水機場

管理水位: エル・マックス排水機場 : (-) 2.70 m

ハリス排水機場 : (-) 2.38 m

長所: - マリユート湖の漁業及び水質保全、並びに舟航にとっては好都合

- マリユート湖による洪水調節機能が期待される。

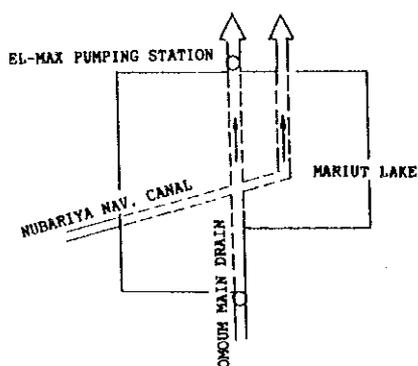
短所: - オモウム幹線排水路の水位が高いため、地区内の排水にとっては、不利となる。

- オモウム幹線排水路の堤防の改修が必要となる。

- 外水位の上昇により排水機の改修が必要となる。

ケース-2 : 改善案 (図 5-3)

排水システム: 現況の排水システムと同様に、マリユート湖、オモウム幹線排水路、及びヌバリヤ航路を一体とするが、マリユート湖の最上流部(ハリス排水機場付近)のオモウム幹線排水路に新規に排水機場を設け、幹線排水路内の水位を (-) 3.25 m に管理する案。



排水施設: エル・マックス排水機場

新設オモウム幹線排水機場

管理水位: エル・マックス排水機場 : (-) 2.40 m

新設オモウム幹線排水機場 : (-) 3.25 m

長所: - マリユート湖の漁業及び水質保全、並びに就航にとっては好都合

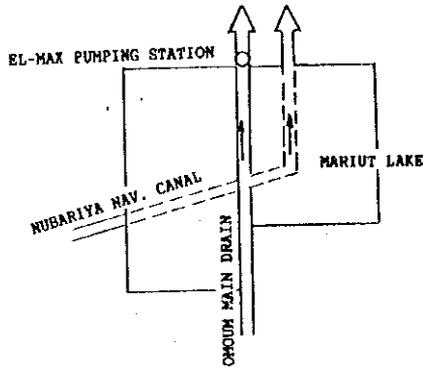
- マリユート湖による洪水調節機能が期待される。

- オモウム幹線排水路の水位が低くなるため、地区内の排水にとっては好都合となる。

短所: - 現在のエル・マックス排水機場に等しい規模の排水機場の建設が必要となる。

ケース-3 : 改善案(図 5-4)

排水システム: マリユート湖とオモウム幹線排水路を分離し、ヌバリヤ航路は現状通りとする案。



排水施設: エル・マックス排水機場

マリユート湖内のオモウム幹線排水路の築堤  
ヌバリヤ・サイホンの改修

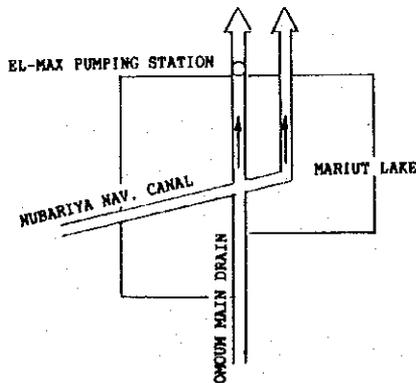
管理水位: エル・マックス排水機場 : (-) 3.25 m  
マリユート湖 : (-) 2.40 m

長所: - オモウム幹線水路の水位は低くなり、一方マリユート湖の水位は高くなるため、農業、漁業及、湖水の水質浄化、更に就航すべてにとって好都合。

短所: - オモウム幹線排水路からマリユート湖への給水が分断されるため、ハリス及びアビス排水機場からマリユート湖へ給水する(水質浄化のため)分水施設が必要。  
- ボートがマリユート湖からオモウム幹線排水路を横断、また幹線排水路に入るためのゲート等構造物が必要。

ケース-4 : 改善案(図 5-5)

排水システム: マリユート湖とオモウム幹線排水路及び、ヌバリヤ航路を完全に分離する案。



排水施設: エル・マックス排水機場

マリユート湖内のオモウム幹線排水路の築堤  
ヌバリヤ・サイホンの改修  
ヌバリヤ航路の築堤

管理水位: エル・マックス排水機場 : (-) 3.25 m  
マリユート湖 : (-) 2.40 m  
ヌバリヤ航路 : (-) 2.50 m

長所: - ケース 3 と同様

短所: - ケース 3 と同様であるが、オモウム幹線排水路及びヌバリヤ航路からマリユート湖が完全に分離されるため、ハリス及びアビス排水機場からマリユート湖へ給水する分水施設が必

要。また、マリユート湖の水質浄化への配慮が必要。

### 5.3.2 代替案の水理解析

上述のオモウム幹線排水路の4ケースの代替案について、オモウム幹線排水路の水理解析を行った。水理解析は、排水路の始点から最上流端のアブホモス排水機場までの水位を不等流で解析し、各排水機場地点での計算水位を機場計画吐水位と比較検討した。この時の水理解析の前提条件は以下の通りである。

#### 水理解析の前提条件

代替案	水理解析の始点	流量 (cu.m/sec)	始点水位 (m.MSL)	水路断面
ケース-1	Hares 排水機場	82.0	(-)2.38	現況断面
ケース-2	Hares 排水機場	82.0	(-)3.25	現況断面
ケース-3	EL-Max排水機場	150.0	(-)3.25	改修断面 (El-Max-ハリス機場)
ケース-4	EL-Max排水機場	150.0	(-)3.25	改修断面 (El-Max-ハリス機場)

水理解析の結果を以下に示す。

#### 水理解析の結果

排水機場	オモウム幹線 水路の計画水位 (m.MSL)	解析水位			
		ケース-1 (m.MSL)	ケース-2 (m.MSL)	ケース-3 (m.MSL)	ケース-4 (m.MSL)
EL-Max	(-)3.25	(-)2.75	(-)2.40	(-)3.25	(-)3.25
Abis	(-)2.70	(-)2.40	(-)2.75	(-)3.02	(-)3.02
Hares	(-)2.80	(-)2.38	(-)3.25	(-)2.93	(-)2.93
Dishudi	(-)2.63	(-)2.35	(-)3.16	(-)2.92	(-)2.92
Truga	(-)2.00	(-)1.74	(-)2.05	(-)2.00	(-)2.00
Shreshera	(-)1.60	(-)1.42	(-)1.63	(-)1.59	(-)1.59
Abu Hommos	(-)0.80	(-)1.13	(-)1.24	(-)1.28	(-)1.28

ケース-1では、アブホモス地点以外は全て解析水位がオモウム幹線排水路の計画水位を上回るため不採用である。一方、ケース-2及びケース-3では水位的には条件を満足するが、他の場面からとくに経済面から比較をする必要がある。ケース-4の解析結果はケース-3と同じである。

図5-6はケース-3(排水再利用有・無)の時のオモウム幹線排水路の水理解析結果を示す(他のケースの結果は資料編Eに示す)。

図 5-2 排水システム代替案(ケースー1)

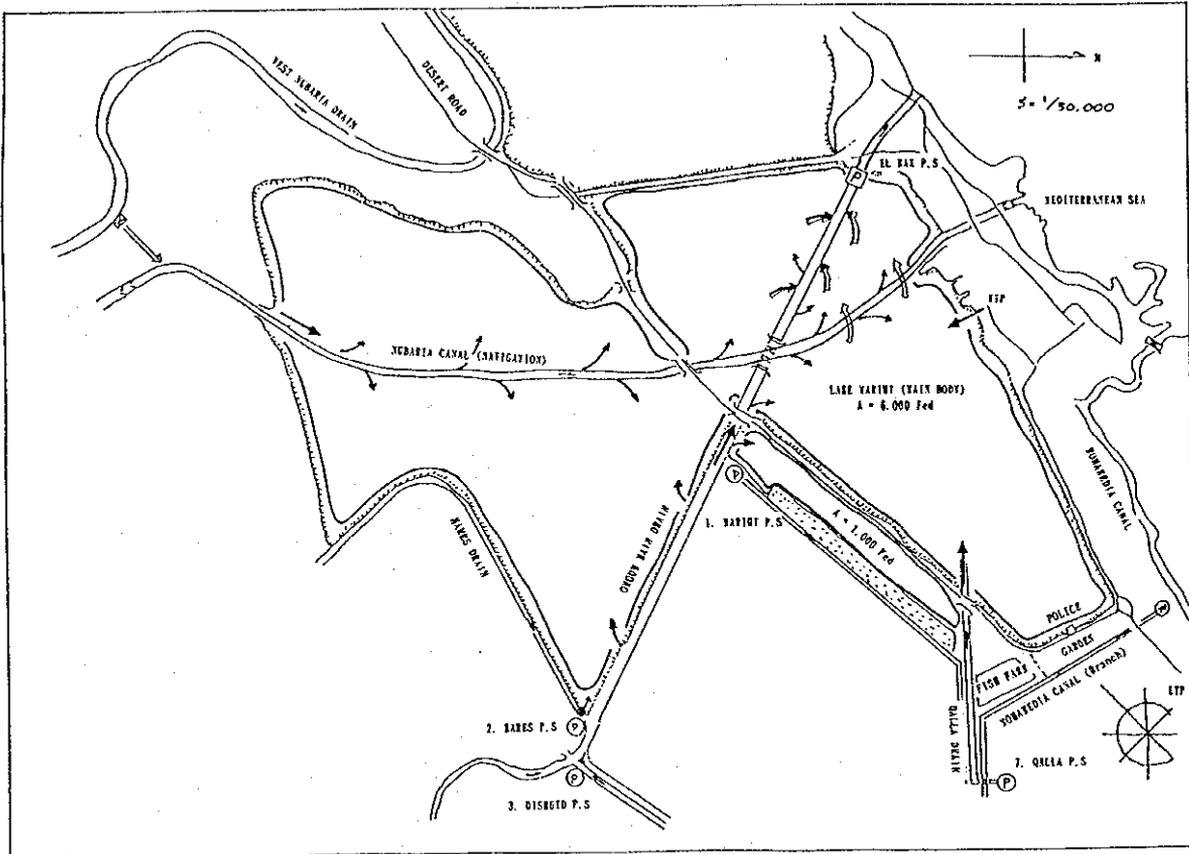


図 5-3 排水システム代替案(ケースー2)

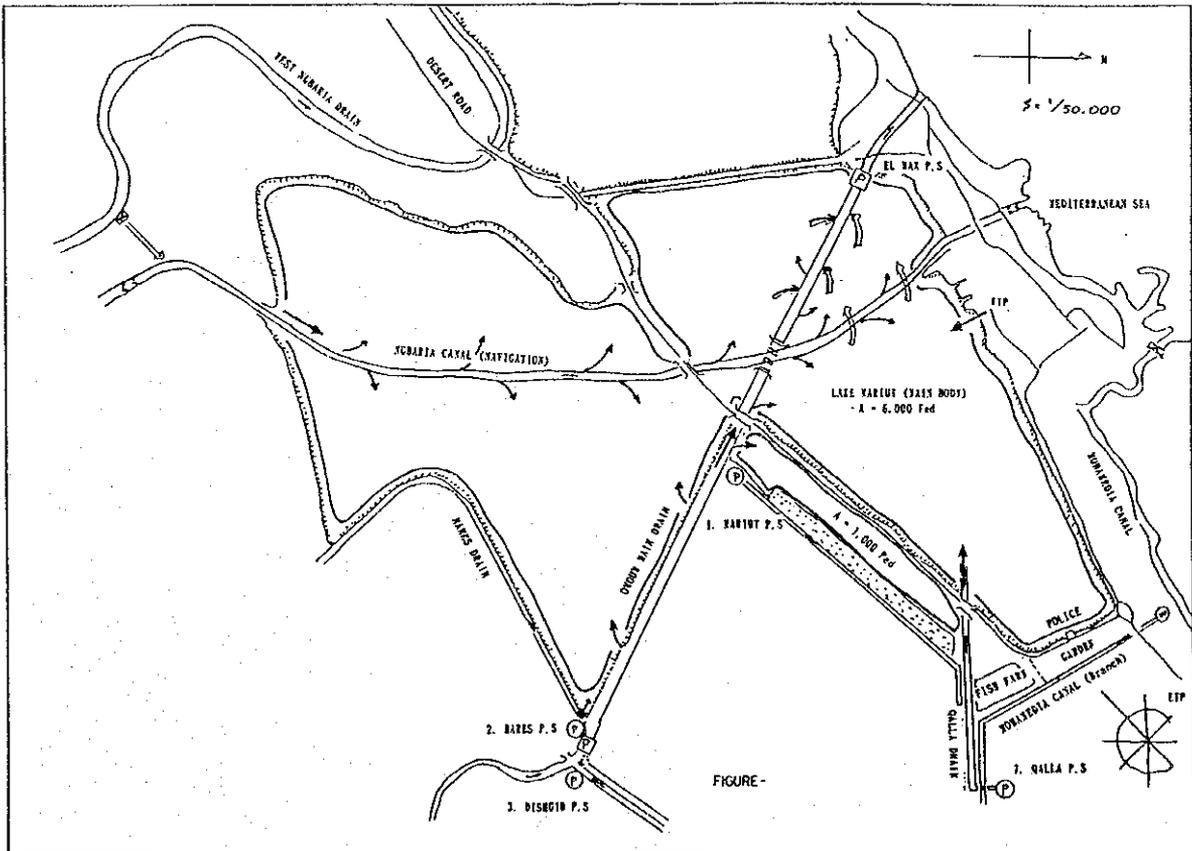


図 5-4 排水システム代替案(ケース-3)

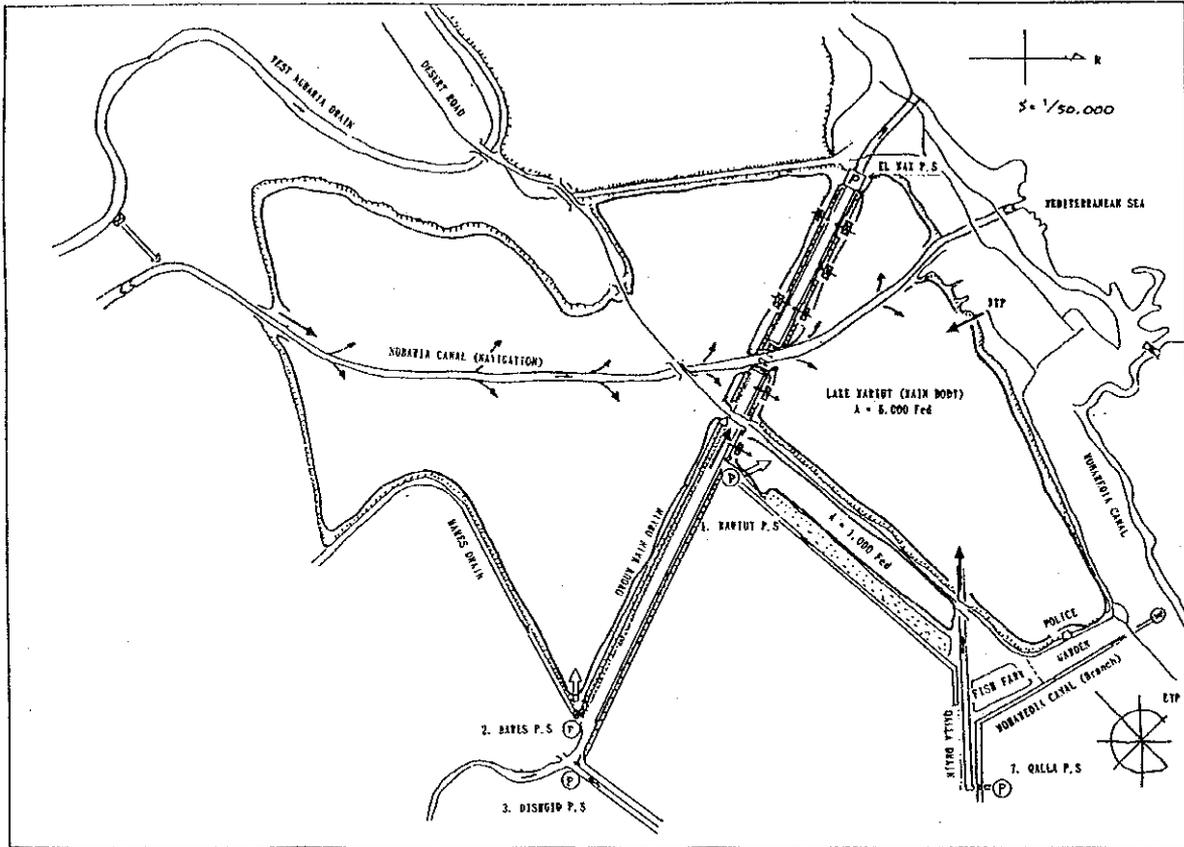


図 5-5 排水システム代替案(ケース-4)

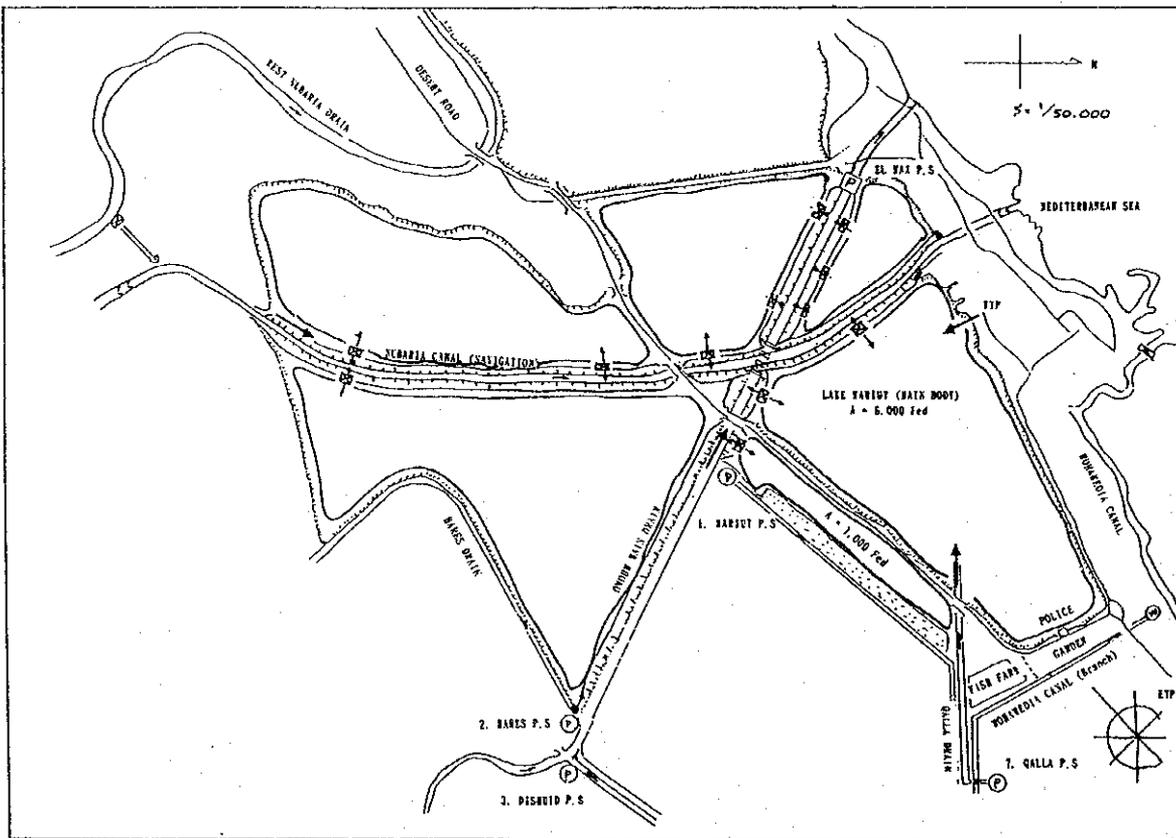
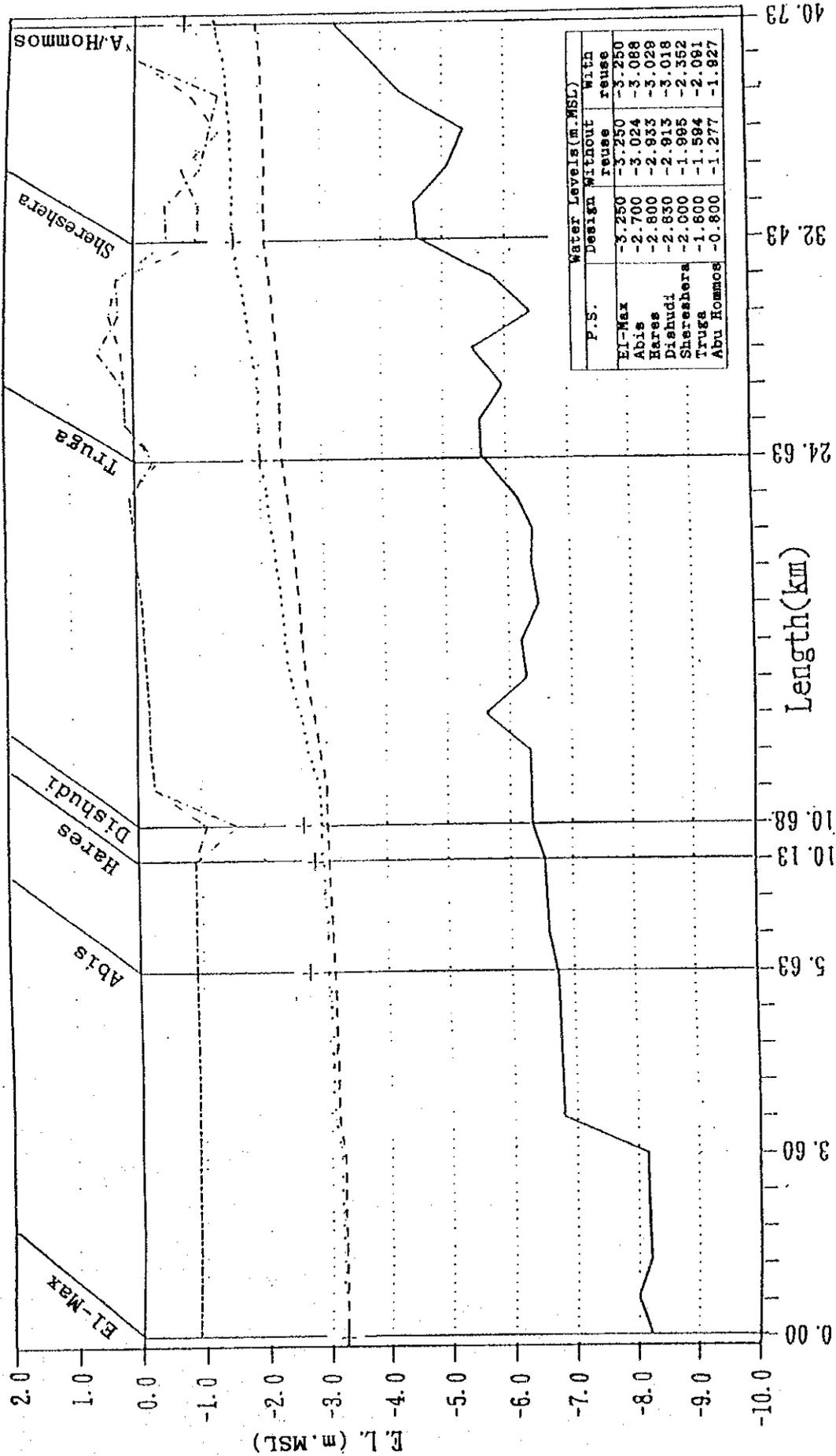


図 5-6 オモウム幹線排水路水理解析結果 (ケース 3)



### 5.3.3 最適排水システムの選定

改善案の3ケースのうち、技術性、経済性、維持管理、マリユート湖の環境等の観点から最適排水システムを選定する。表5-1はこれらの要因にもとづく3ケースの比較表を示す。

検討結果に基づいて、事業の経済性、エル・マックス排水機場の維持管理、マリユート湖の水質保全を含む環境問題等を総合的に判断し、調査地域下流域の最適排水システムとしては、ケース-3が最適と考えられる。

選定されたケース-3の主要計画諸元を以下に示す。

#### 計画諸元

- エル・マックス排水機場
  - ・ 計画排水面積 : 180,710ha (430,260 feddan)
  - ・ 計画排水量 : 150 cu.m/sec
  
- オモウム幹線排水路
  - ・ 計画排水量 : 150 ~ 16 cu.m/sec
  
- 計画管理水位
  - ・ オモウム排水路 (エル・マックス排水機場地点) : (-) 3.25 m
  - ・ マリユート湖 : (-) 2.40 m

#### 施設の改善及び建設

- ・ エル・マックス第1排水機場の更新 : 87.5cu. m/sec (7 units)
- ・ アビス排水機場の改修 : マリユート湖への分水施設の改修
- ・ ハリス排水機場の改修 : 30.0cu.m/sec (5 units)
- ・ デシューデイ及びトルーガ排水機場の増量 : 4.0cu.m/sec
- ・ オモウム幹線排水路 (マリユート湖分離堤)の改修 : 10 km (ヌバリヤ・サイフォンの改修を含む)
- ・ エル・マック排水機場下流放流路の改修 : 1 km
- ・ 地区内排水路の改修 : L=701km
- ・ 暗渠排水施設の布設 : A=74,600 ha

表 5-1 排水改良システム代替案の比較表

項 目	代 替 案		
	ケース-2	ケース-3	ケース-4
1) 排水施設の改修・建設	<ul style="list-style-type: none"> <li>エル・マックス第1排水機場の更新</li> <li>オモウム幹線排水機場の建設</li> <li>ハリス排水機場の改修</li> <li>デシューディ排水機場の増設</li> <li>トルーガ排水機場の増設</li> <li>地区内排水路の改修、L=701km</li> <li>暗渠排水施設の布設、A=74,600ha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>エル・マックス第1排水機場の更新</li> <li>アビス排水機場吐水部の改修</li> <li>ハリス排水機場の改修</li> <li>デシューディ排水機場の増設</li> <li>トルーガ排水機場の増設</li> <li>マリユート湖分離堤の改修、L=10km</li> <li>地区内排水路の改修、L=701km</li> <li>暗渠排水施設の布設、A=74,600ha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>エル・マックス第1排水機場の更新</li> <li>アビス排水機場吐水部の改修</li> <li>ハリス排水機場の改修</li> <li>デシューディ排水機場の増設</li> <li>トルーガ排水機場の増設</li> <li>マリユート湖分離堤の改修、L=10km</li> <li>地区内排水路の改修、L=701km</li> <li>暗渠排水施設の布設、A=74,600ha</li> <li>ヌバリヤ航路の分離堤、L=12km</li> </ul>
2) 事業費	1,052.8百万LE (108)	971.4百万LE (100)	1,028.9百万LE (106)
3) 維持管理	エル・マックス排水機クラスの排水機場がもう1カ所建設されるため、維持管理費が大きくなり、管理の操作も複雑となる。	排水機場の管理は、現在と同じシステムとなるため、管理上問題はないと考えられる。	同 左
4) マリユート湖の環境	マリユート湖は単一の大きな貯水池となり、水位は、(-)2.40mと高く保もたれるため、漁業並びに水質サイドから好都合である。	現在のマリユート湖の水質浄化水源であるオモウム幹線排水路がマリユート湖と分離される。このため、マリユート湖の水質保全のためには、ハリス及びアビス排水機場からの分水、並びにヌバリヤ航路からの放水を十分管理する必要がある。	現在のマリユート湖の水質浄化水源であるオモウム幹線排水路及びヌバリヤ航路がマリユート湖と完全に分離される。このため、マリユート湖の水質保全のためには、ハリス及びアビス排水機からの分水を十分管理する必要がある。

注) 事業費の詳細は資料編E、表E-1-1～表E-1-3参照。  
事業費のカッコ内の数値はケース-3の事業費を100とした場合の指数である。

### 5.3.4 排水施設計画

選定されたケース-3の排水システムについて、以下にその施設計画の検討を行う。

#### 1) 排水路及び関連施設

##### a) 施設整備の必要性

#### 現況流量と計画流量の差による断面整備

現在のオモウム幹線排水路の断面は最大流量 102 cu.m/sec により計画されたものであり、地区内各排水機の計画吐水位も、その時のオモウム幹線排水路水位縦断を基礎として決定されている。しか

しながら、長年月にわたる排水路法面の侵食、河床の土砂堆積及び水中植物の繁茂などにより、オモウム幹線排水路の排水容量は減少しており、現況通水断面では本計画流量が現計画水位を維持して流下するには容量不足であることは明らかである。(3.7.2、1)、a)参照)。

しかも、本計画流量は現断面の計画流量よりも 48 cu.m/sec 多い 150 cum/sec と決定したため、オモウム幹線排水路の通水断面の拡大は安全な排水を促進するために重要である。

#### 排水の安全な流下のための関連施設整備

オモウム幹線排水路の関連施設には、ヌバリヤ・サイホンとエル・マックス排水機場下流の放水路がある。ヌバリヤ・サイホンは、ヌバリヤ水路の安全な航行とオモウム幹線排水路下流に排水を流下させる重要施設である。放水路もまた、全ての排水がエル・マックス排水機場から地中海まで、この放水路により流下することから極めて重要である。

排水量の増加に対し、排水施設もまた十分な容量を有しなければならない。そこで、ヌバリヤ・サイホンの沈砂施設の新設を含めた部分的改修と放水路の通水断面拡張を計画する。詳細は後節にて述べる。

#### マリユート湖の水位、水質保全のための施設設置

代替案のケース3では、オモウム幹線排水路とマリユート湖の分離を計画しているため、現況のようにオモウム幹線排水路の堤防開削箇所からマリユート湖への水補給はなくなる。従って、両者間の通水を可能にするゲート施設を計画する。

#### b) 水理設計基準

- 水路タイプ、形状 ; 現況水路は土水路であり、計画においても経済性を考慮して台形断面土水路とし、内法勾配は 1:1.5 及び 1:2.0 とする。
- 最大許容流速 (m/sec) ; 土水路 0.7 m/sec ~ 0.3 m/sec
- 粗度係数 ; 土水路 0.025
- 余裕高 ;  $Fb = 0.07 \times d + hv + (0.05 \sim 0.15)$   
Fb ; 余裕高 (m)  
d ; 設計流量に対する水深 (m)  
hv ; 速度水頭 (m)  
尚、最小余裕高を 0.30 m とする。

### c) 施設整備計画の基本方針

#### (1) オモウム幹線排水路(マリユート湖分離堤)

- 改修を要する区間は水理検討や現地状況等を基に決定する。
- 計画排水量は洪水時最大150 cu.m/secとする。尚、計画では、ハリス排水機場(排水量30cu.m/sec)及びアビス排水機場(排水量4cu.m/sec)からの排水を直接マリユート湖に放流する。
- その時のエル・マックス排水機場吸水位は(-)3.25 mとする。
- 改修後のオモウム幹線排水路水位は、原則として、各排水機場地点において排水機計画吐水位を下回るものとする。
- 改修断面は原則として現況断面内に盛土することは避けるとともに、堤防上に家屋が点在することなどから水路幅の大規模な拡張はせず、水路を掘り下げて水深を深くとする方針とする。

#### (2) マリユート湖内分離堤上のゲート施設

- マリユート湖内の分離堤にゲート施設を付帯した越流堰を設置して、常時におけるマリユート湖とオモウム幹線排水路間の通水を制御するとともに洪水時においても安全に洪水を排除する。
- 施設の規模、箇所数及びゲート開閉操作規定等は水収支シュミレーションにより設定する。

#### (3) ヌバリヤ・サイホン

- 構造物本体に特に重大な構造上の問題はないが、一部維持管理用のマンホール等に損傷がみられるためこれらの改修を行うとともに、現況では未設置の角落しゲートや劣化が予想されるスクリーンバー等を更新することで、今後の維持管理を容易にする。
- 管内への土砂や塵芥の流入を極力抑制するために本サイホンの呑口側には、新たに沈砂施設を設ける。

#### (4) エル・マックス排水路下流放水路

- 排水量の増加に伴い放水路断面の拡張が必要となる。現在当地において、放水路堤防上の居住移転計画がすでに進められつつある。
- 本放水路には石油パイプライン等の横断箇所があり、これらに接触する箇所での改修は行わない。

- 改修断面規模は水理検討及び現地状況等から決定するが、水理検討に用いる計画流量は常時最大 (Reuse 後) 110 cu.m/sec ~ 洪水時最大 150 cu.m/sec とする。

#### d) 施設計画の要約

オモウム幹線排水路及び放水路改修に関する事業施設計画を整理し以下に示す。なお、各施設整備の詳細は第 13 章で示す。

##### (1) マリユート湖分離堤

- 計画排水量 : 最大 150 cu.m/sec
- 延長 : 10 km (エル・マックス排水機場 ~ ハリス排水機場地点)
- 排水路構造 : 台形土水路
- 底幅 : 53 ~ 55 m
- 縦断勾配 : 1/50,000 (2 cm/km)
- 堤防幅 : 10 m

##### (2) マリユート湖分離堤上ゲート施設

下記の規模を有するゲート施設を5ヶ所、他に環境面から2ヶ所、計7ヶ所設置する。

#### ゲート

- ゲートタイプ : ローラー・ゲート
- ゲート寸法 : 幅 3.0 × 高さ 2.0 m × 2 門
- オモウム幹線排水路計画水位 : (-) 3.25 m.MSL
- マリユート湖計画水位 : (-) 2.40 m.MSL
- 計画ゲート敷高 : (-) 3.60 m.MSL

#### 付帯固定堰

- 堰幅 : 10 m × 2ヶ所 (ゲートの両側に付帯する)
- 堰天端敷高 : (-) 2.50 m.MSL

#### 橋梁

- 構造 : コンクリートパイル橋
- 橋長 : 35 m
- 幅員 : 4.5 m

(3) ヌバリヤ・サイホン

沈砂施設

- 規模 : 幅 70 m × 深さ 5.1 m × 長さ 65 m
- 付帯工 : 護床、護岸工(粗石ブロック練張り)

維持管理施設

- 角落しゲート : 木製ゲート 8 (3.2 m × 0.5 m × 11枚/1門)  
移動式手動角落しクレーン 1 式
- マンホール : 縦 1.20 m × 横 1.20 m × 高さ 3.85 m × 16 ヶ所
- スクリーンバー : 3.2 m × 3.2 m × 8 門

(4) 放水路及び居住移転計画

放水路

- 計画排水量 : 150 cu.m/sec (洪水時)~110 cu.m/sec (常時)
- 改修延長 : 600 m
- 放水路構造 : 台形土水路(護岸工、粗石ブロック練積み)
- 底幅 : 20 m
- 縦断勾配 : 現況敷高

居住移転計画

- 居住移転計画対象戸数 : 135 戸

2) 排水機場

a) 改修施設の概要

機場名	区別	容量	理由
エル・マックス第1排水機場	改修	87.5 cu.m/s	容量不足 (25.0 cu.m/s)、老朽化、能力低下
ハリス排水機場	改修	30.0 cu.m/s	容量不足 (6.0 cu.m/s)、老朽化、能力低下
デシューデイ排水機場	増設	4.0 cu.m/s	容量不足
トルーガ排水機場	増設	4.0 cu.m/s	容量不足

b) 計画諸元

(1) 計画排水量

各排水機場の現況と計画排水量は次のとおりである。但し、現況施設容量の能力低下分は考えていない。

現況及び計画排水機容量

機場名	現況施設容量	計画排水量	不足量
	(cu.m/sec)	(cu.m/sec)	(cu.m/sec)
エル・マックス(第1、2)	125.0	150.0	25.0
カラー(第1、2)	10.0	8.8	-
アビス	5.4	5.6	-
ハリス	24.0	30.0	6.0
デシューデイ	12.0	16.0	4.0
トルーガ	32.0	36.0	4.0
シェリシュラ	40.0	39.0	-
アブホモス	25.0	16.0	-

エル・マックス、ハリス、デシューデイ及びトルーガ機場で、排水量がそれぞれ 25.0, 6.0, 4.0 及び 4.0 cu.m/sec 不足する。この不足量を現施設容量に追加する必要がある。

(2) 計画水位

各排水機場の現況(現施設)と計画吸・吐水位は次のとおりである。

現況及び計画吸・吐水位

機場名	吸水位 (m.MSL)			吐水位 (m.MSL)		
	現況	計画	不足量	現況	計画	超過量
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
エル・マックス	(-)3.25	(-)3.25	-	0.75	0.75	-
カラー	(-)6.50	(-)6.55	0.05	(-)2.50	(-)2.40	0.10
アビス	(-)7.80	(-)6.55	-	(-)2.70	(-)2.30	0.40
ハリス	(-)6.00	(-)5.75	-	(-)2.80	(-)2.30	0.50
デシューデイ	(-)5.75	(-)5.75	-	(-)2.63	(-)2.91	-
トルーガ	(-)4.90	(-)4.75	-	(-)2.00	(-)2.00	-
シェリシュラ	(-)4.25	(-)4.25	-	(-)1.60	(-)1.59	-
アブホモス	(-)2.62	(-)2.65	0.03	(-)0.80	(-)1.28	-

吸水位については、カラー及びアブホモス排水機場で若干不足する。また吐水位については、カラー、ハリス、デシューデイ排水機場で超過するが、カラー排水機場は現施設値に対し微少である。

アビス排水機場とハリス排水機場の計画吐水位は、マリユート湖への排水のためそれぞれ0.40、0.50 m上昇する。

(3) 内外水位差(排水機の揚程)

現況及び計画排水機場程

機場名	現況施設の揚程 (m)	計画揚程 (m)	不足量 (m)
エル・マックス	4.00	4.00	-
カラー	4.00	4.15	0.15
アビス	5.10	4.25	-
ハリス	3.20	3.45	0.25
デシューデイ	3.12	2.84	-
トルーガ	2.90	2.75	-
シェリシュラ	2.65	2.66	-
アブホモス	1.82	1.37	-

カラー及びハリス排水機場ではマリユート湖の水位上昇(分離案)により揚程が0.15及び0.25 m不足する。カラーの値は現況施設の揚程に比べ4%弱と微少であり許容しうる。ハリス排水機場を除き水位関係については、現況容量ではほぼ満足される。

c) 改修の必要性

下記の理由により、エル・マックス排水機場とハリス排水機場を全面改修する必要がある。

施設の老朽化と能力低下

エル・マックス第1排水機場は完成後約31年、ハリス排水機場は26年経過し、一般的な耐用年数25年をこえている。運転時間も前者で最大20.7万時間、後方で11.6万時間に達している。施設の老朽化と共に排水能力の低下(約15~20%)も生じ、機器の取替・修理回数も多くなり維持管理費もかさんでいる。

土木、建築構造物も施工の雑さに加え、コンクリートの劣化、ヒビワレ、鉄筋の露出が見られ、部分的な大修理を必要としている。これらの構造物の耐用年数は、一般に50年と言われているが今後20~30年間の維持は困難と思われる。

以上のことから、エルマックス第1排水機場とハリス排水機場は、早急に対策をたてる必要がある。

#### 各排水機の設置経過年数と累計運転時間

機場名	機器設置 経過年数(年)	1台当たり 平均累計運転時間(時間)
エル・マックス第1	30.8	179,000
エル・マックス第2	11.3	43,200
カラー第1	15.4	36,300
カラー第2	5.4	15,600
アビス	4.0	15,300
ハリス	26.4	98,300
デシューディ	5.0	18,400
トルーガ	4.8	17,300
シェリシュラ	16.8	51,800
アブホモス	4.0	6,000

#### 容量不足

前項(1)で検討したように、エル・マックス、ハリス、デシューディ及びトルーガ排水機場は容量が、またハリス排水機場では揚程も不足する。前2者は機器及び構造物の全面改修が、デシューディ及びトルーガ排水機場では増設が必要である。

#### 施設の重要性

本地域は地形上自然排水が不可能であり、常時24時間機械排水が必要である。排水機の故障は農地のみならず住居、道路、生産設備など社会施設への影響が大きい。特にエル・マックス排水機場は、エジプト第2の都市アレキサンドリア市にあり、外海への唯一の排出口である。この排水機場は1882年以来の歴史をもち、地域内約18万haとアレキサンドリア市を含めマリユート湖周辺地域に対し重大な責任を持っている。

このポンプの機能停止は一時も許されなく、出来るだけ早い時期に改修する必要がある。

#### マリユート湖の浄化

オモウム幹線排水路は、現在マリユート湖での漁業及び水質浄化の為の補給水源でもある。本計画では、オモウム幹線排水路とマリユート湖とは分離され、オモウム幹線排水路の水位がマリユート湖より低くなり重力での補給が不可能となる。現在、アビス排水機場とハリス排水機場で補給が行われているがEPADP側では将来両排水機場の排水はマリユート湖へ全量排水する。

(d) 改修の方法

(1) エル・マックス排水機場

エル・マックスは第1と第2排水機場があり、第1排水機場を改修する必要がある。不足量分 25.0 cu.m/secはこの改修機場で負担する。

従って、新機場の計画排水量は、計画総排水量150 cu.m/sより第2機場の容量 62.5 cu.m/sを減じた値 87.5 cu.m/sとなる。

改修方法は、土木、建築構造物は既設を利用して機器のみを入れ換える部分改修案と、すべてを入れ換える全面改修案がある。前者は当初の建設費が有利であるが、今後 20～30年の使用に対し不安が残る事、並びに施設の近代化に対して機器のスペースが無い事より全面改修案を採用する。

ポンプの台数は、維持管理面より同口径均等分割とし(EPADPは親子ポンプ希望)、現施設と同様の規模、容量を考え1台の予備機を含め7台とする。従って1台当たりの排水量は 14.6 cu.m/secとなる。本排水機場は他に第2機場があり予備機は排水量的には不要であるが、目的が常時排水あり外国製品である為部品の調達に時間がかかる事より予備機は必要であると考えられる。型式についても、修理等の経験を考え現施設と同様斜軸型の軸流ポンプを採用する。

(2) ハリス排水機場

エル・マックス排水機場と同様の理由により、全面改修とする。ポンプの台数型式についても同様である。ポンプの台数は5台(内予備機1台含む)、1台当たりの排水量は 7.5 cu.m/secである。

ポンプ台数と1台当たりの排水量

台数 (内予備機1台)	エル・マックス第1排水機場		ハリス排水機場	
	排水量 (cu.m/sec)	口径 (mm)	排水量 (cu.m/sec)	口径 (mm)
4	-	-	10.00	ø2,000
5	21.88	ø2,800	7.50	ø1,650
6	17.50	ø2,500	6.00	ø1,500
7	14.58	ø2,300	-	-
8	12.50	ø2,300	-	-

(3) デシューディ排水機場

本排水機場は1989年に機器設備を更新した。排水量の不足4.0 cu.m/secは増設で対処する。計画追加流量よりポンプ台数は1台とし、型式は立軸型軸流ポンプを採用する。

(4) トルーガ排水機場

デシューディ機場と同様、4.0 cu.m/sの立軸軸流ポンプ1台を設置する。

(5) その他

排水機は24時間運転であるため、施設の形式・操作方法等は出来るだけ機械化・電動化を行い、操作及び管理の確実性を図る方針とする。

#### 5.4 排水改良並びに関連事業の段階開発計画

オモウム農村地域排水改良計画並びにその関連事業の実施工程は、本事業計画が主として排水改修であることを考慮して、以下に示すように7年毎の3ステージ、計21年による段階開発計画とする。

- ステージ I : 短期開発計画 (1996-2002)
- ステージ II : 中期開発計画 (2003-2009)
- ステージ III : 長期開発計画 (2010-2016)

短期開発計画の事業内容は、早急に改修・建設されるべき緊急事業とする。排水改良に関連する各ステージ別の事業実施内容は、以下のように想定する。

##### 短期開発計画(1996-2002)

- 調査地域の下流域を中心に暗渠未施工地区への暗渠排水施設の設置
- 農地排水、マリユート湖における漁業及び水質保全、就航等を考慮したマリユート湖内の最適排水路システムの建設
- エル・マックス及びハリス排水機場等老朽化した排水機場改修・更新
- オモウム幹線排水路の改修(排水路断面及び管理用道路)
- オモウム幹線排水の部分的な排水再利用
- 効率的、組織的な水管理のための農民組織並びに水利組合の設立・強化

- マリユート湖の水質保全のため、水質監視及び浄化対策並びに汚水源における排水規制の徹底

#### 中期開発計画 (2003 - 2009)

- 効率的な水管理を実施するため、圃場整備を含む農業基盤整備並びにコンクリート及び適切な資材による用水路のライニング施工
- 灌漑水管理の強化・徹底
- オモウム幹線排水の最適な排水再利用

#### 長期開発計画 (2010 - 2016)

- 圃場整備と耕地平均化により集約的な灌漑農業の実施
- 排水管理と水質監視のための排水機場並びに湖水を対象とした遠方監視・制御システムの導入

## 5.5 優先開発地区の選定

### 5.5.1 優先開発地区選定基準

調査地域の内、排水改良を最優先に実施すべき地区の選定を行う。選定地区の範囲は地形上、また排水系統上、一つの排水ブロックが単位となる。選定される優先開発地区は、フィジビリティ調査の対象地区である。

優先開発地区の選定は、以下に述べる基準に基づき評価する。

#### a) 政府の上位計画との整合性

現在エジプト政府によって進められている先行事業、あるいは計画に対しては、高い優先度を与える。

#### b) 地域住民の要望に対する充足度

排水改良に対する地域住民の要望並びに緊急性のある事業に対して、十分な配慮を行う。

c) 農家の所得水準の向上と雇用機会の創出効果

地域における農家所得並びに社会経済状況の不均衡是正のため、現況所得が低く、事業効果の大きい地区を優先的に開発する。また、雇用機会の創出に貢献する事業計画であること。

d) 事業規模

事業規模(排水面積)が大きいほど事業効果が大きい。また、事業計画の費用と便益から、高い経済性を示す事業計画であることが望ましい。

### 5.5.2 優先開発地区の選定

上述の選定基準を適用し、優先地区の選定を技術的、経済的観点から検討を行った。検討結果を表5-2に示す。この検討の中で、地域住民の要望については、地域内の住民からの直接聞き取り調査結果による。また、事業の経済性については、以下の想定に基づいて検討を行った。

- 排水事業実施による事業便益

事業効果は暗渠排水施設等の排水施設の改修並びに新設による農地排水改良効果のみで算定する。この効果算定は、第12章及び13章で述べる優先開発事業で求めた収益を各排水ブロックに耕地面積比に配分し算定する。詳細は資料編E、表E-1-4に示す。

- 事業費

選定されたケース3の排水システムについて、各ブロック別の事業費を算定した(詳細は資料編E-1-5、表E-3参照)。事業費の算定も、便益の算定同様に優先開発事業で求めた費用を参考とする。改修施設はオモウム幹線排水路、ゲート、排水機場、地区内幹・支線水路及び暗渠排水の改修・新設である。

- 事業評価

事業評価は以下の条件で経済的内部収益率(EIRR)で検討した。

- ・ 評価分析期間 : 30年
- ・ 開発期間 : 4年
- ・ 便益、費用 : 経済的便益及び費用による

表5-2は以上に述べた各基準別に評価した検討結果を示す。検討結果は以下のように要約される。

- 地区の排水改良の点から見ると、各地区とも何らかの排水改良の必要性をもっているが、特に、ハリス地区の排水機の改修及び暗渠排水の設置、さらにエル・マックス第1排水機場の改修については、公共事業水資源省による排水改良計画(例えば、Project Planning Report, Drainage Project 5)の中でも高い優先度が与えられている。
- 1991年12月の洪水による被害面積は、ハリス地区が一番大きく約8,000 ha、次いでトルーガ地区約7,600 haとなっている。
- 事業効果額の発現から見ると、ハリス、デシューディ及びトルーガ地区の排水受益面積が大きいこと、更に排水改良に対する地域住民の熱意が強いこと等から、事業実施による地域への経済波及効果並びに雇用創出機会効果が大きいと想定される。
- 特にハリス地区は、土壌条件が悪い上に、現在暗渠排水施設も設置されていないため、現況農業収益も低く、社会基盤施設の不備も加わって、農村地区の生活環境は厳しい状況にある。このため、農村の社会経済状況の不均衡是正のためにも早急に対策が必要である。
- 事業の経済性から見ても、ハリス地区の経済的内部収益率(EIRR)は、表5-2に見られるように、17%で経済的に妥当といえよう。

以上の検討結果を総合的に判断し、フィジビリティ・スタディーの対象となる優先開発地区は、ハリス地区を選定する。

## 5.6 優先開発事業の選定

前述のように、オモウム農村地域の排水不良の原因は、地区内排水機及び幹線排水路、暗渠排水施設等の排水施設の能力不足並びに不備が挙げられるが、最も大きな要因はオモウム地域の基幹排水施設であるエル・マックス排水機場、オモウム幹線排水路、放水路の老朽化並びに能力不足である。

従って、オモウム農村地域の排水改良を行うためには、用排水管理の改善と共に、上記の排水基幹施設の整備・改善が最も重要である。この事から、調査地域の優先開発事業として、エル・マックス排水機場、オモウム幹線排水路及び放水路の改修を以下の理由から、緊急的に改修すべき優先開発事業として選定する。

- 地区内の農業排水、マリユート湖での漁業及び水質(環境)保全、及び舟航等の各目的を許容される水位の範囲で満足させるためには、分離堤の建設により、オモウム幹線排水路をマリユート湖から分離する必要がある。

エル・マックス排水機は、地区内からの排水を外海(地中海)へ排除する重大な責任を負っている。しかし、エル・マックス排水機場(第1)は、1963年に設置され、すでに31年が経過し施設の老朽化が著しい。このため、毎年の維持管理に多額の費用を要している。このような状況、及び以下に述べる排水機としての機能を考慮すると、早期に第1排水機場の改修の必要がある。

エル・マックス排水機は常時排水を主目的として、年間を通じ24時間運転されており、当地域の生命線と言える。また、冬期(11月から2月)には、雨水による洪水排除の機能も果たしており、農地の雨水排除のみならずアレキサンドリア市の洪水防御、さらに公共施設(鉄道、道路、電気、水道、ガス等)に対する洪水被害の軽減にも重要な役割を果たしている。

一方、マリユート湖に直接流入する水の排水もエル・マックス排水機場に依存しており、湖の水質・環境保全のためにも重要な役割を果たしている。

表 5-2 優先開発地区の選定評価

項目	Qalla 地区	Abis 地区	Hares 地区	Dishudi 地区	Truga 地区	Shereshera 地区	Abu Hommos 地区	全域
1) 排水面積 (ha)	5,880	3,780	26,600	15,330	40,380	56,720	19,910	180,710
2) 人口密度 (人/sq.km)	68.8	1,638	509	1,887	707	788	1,491	909
3) 耕作面積率 (%)		90.4	87.2	86.4	87.9	87.3	95.1	88.0
4) 排水ポンプ能力								
全容量 (cu.m/sec)	10.0	5.4	30.0	16.0	36.0	40.0	25.0	150.0
単位排水量 (mm/hr)	0.61	0.51	0.40	0.38	0.30	0.25	0.45	0.29
5) 政府の上位計画との整合性*								
- 排水機の改修	◇	○	◎	◇	◇	◇	◇	◎
- 暗渠排水施設の付設必要面積 (ha)	5,000	3,210	22,440	13,030	26,050	0	0	69,730
- 1991年12月の洪水による湛水面積 (ha)	630	1,050	7,980	2,100	7,560	970	-	20,290
- 水質(EC値: 1994年8月 mS/cm)	2.85	8.75	12.71	7.00	5.09	3.05	2.07	9.49 (Lake)
6) 地域住民の要望に対する充足度	○	○	◎	◎	◎	○	○	○
7) 排水改良による増加便益 (百万 LE)	8.47	5.50	64.39	21.61	53.96	63.56	28.56	246.05
8) 事業費と内部収益率								
- 事業費 (百万 LE)	40.47	25.99	217.76	111.68	278.42	215.43	75.87	965.62
- 経済的內部収益率 (EIRR) (%)	12.2	12.3	17.0	11.4	11.3	14.1	18.9	14.1

注: 全域の排水面積にはマリユート湖の面積 9,410 ha を含む

\* Project Planning Report, Drainage Project 5

◎ : 高い評価

○ : 中位の評価

◇ : 低い評価

事業費には優先事業の農業分野へのアロケーションを含まない。

## 第 6 章 環境影響調査

## 第6章 環境影響調査

### 6.1 事業計画の概要

#### 1) 事業計画の名称

- エジプト国オモウム農村地域排水改良事業

#### 2) 事業計画の目的

- 事業はオモウム幹線排水組織の改良を目的とする。

#### 3) 事業計画の位置

- 事業地域はナイルデルタの北西に位置し、ベヘーラ州とアレキサンドリア州に属する。乾燥地にあるこの地域は、ナイル河の水を灌漑して肥沃な農業地帯となっている。

#### 4) 計画の規模

- オモウム幹線排水路の排水面積は180,710 ha (430,260 feddan) である。
- 地区内の人口諸元(カラーは除く)は次のとおり。

① 集落数	81 集落
② 戸数	約 22 万戸
③ 人口	1,175,000 人
④ 平均人口密度	932 人/km <sup>2</sup> (面積 = 1,259.2 km <sup>2</sup> )

#### 5) 事業内容

- 排水機場の新設、増設
  - ① エル・マックス排水機場の新設(更新)  
(排水量 14.6 cu.m/sec × 7 sets)
  - ② ハリス排水機場の新設(更新)  
(排水量 7.5 cu.m/sec × 5 sets)
  - ③ デシューディ排水機場の増設  
(排水量 4.0 cu.m/sec × 1 set)
  - ④ トルーガ排水機場の増設

(排水量 4.0 cu.m/sec × 1 set)

- オモウム幹線排水路の改修 L = 10.6 km (エル・マックス排水機場下流放水路含む)
- マリユート湖分離堤の設置 L = 10.0 km
- オモウム地域支線排水路の改修 L = 701km
- 暗渠排水事業 A = 74,600 ha

## 6) 管理計画

オモウム幹線排水路及び新設改修を行うエル・マックス、ハリス並びにデシュダイなどの排水機場は既に現存し管理計画に大きな変化はない。つまり、オモウム幹線排水路に排水する地区内の7排水機場は、地区内の湛水位に応じて運転し、最末端のエルマ・マックス排水機場はマリユート湖水位を一定に保つように運転される。

- オモウム幹線排水路末端 (吸水槽) 地点最低管理水位 (-) 3.25 m. MSL
- マリユート湖 (維持) 水位 (-) 2.40 m. MSL

## 6.2 地域の現況

### 1) 事業地域の位置と概要

地域はナイルデルタ、ロゼッタブランチ西方にありアレキサンドリアとダマンフルの間に位置する。オモウム排水路は、主として農業地帯の排水を受け持っている。

### 2) 土地利用

項目	面積	割合
	(km <sup>2</sup> )	(%)
農用地	1,326	73
湖沼	72	4
水路、道路他	336	19
市街地、工場用地、その他	73	4
計	1,807	100

### 3) 自然状況

- 地形、地質

- 地形は、非常に平坦な沖積平野で標高 5.0 m ~ (-) 3.5 m. MSL である。地区の 40% は標高 0 m 以下の土地で、100 年前は湖沼であった土地を干拓して造成したものである。現在の湖沼は流域の 4% にすぎない。
- 土質は透水性のシルト壤土及び砂壤土が占める。
- 当エリアの西方の砂漠地帯は開発されつつあり農用地が積極的に造成されている。

#### - 気 象 (アレキサンドリア)

当地域は乾燥地に属する。主な気象データは次のとおりである。

- 平均気温 20.4°C
- 最高気温 30.5°C
- 年平均湿度 68%
- 平均年降雨 (1973 ~ 1992)
 

アレキサンドリア	197 mm
ダマンフル	107 mm
- 風向、風速 年間を通じて 4km/hr 程度の北又は北西風が吹く。

#### - 水 象

##### • 地表水

年間降雨量は 100 ~ 200 mm と少なく 4 月から 9 月は全く降雨がない。従って、地表水は主として灌漑排水に起因する農業排水である。雨水の流出は 10 月 ~ 3 月の冬期に限られる。

##### • 地下水

地域が低平地にあることから、すべての地下水は地区内排水機場の吸水位の影響を受けている。地下水の水源は、主としてモハムディア、ヌバリヤ等のかんがい水路である。海岸部では海水の侵入も影響する。

##### • 洪水

1991 年 12 月に洪水の記録がある。マリユートの湖水位が (-) 1.86 m. MSL となり周辺に湛水被害を与えた。

#### 4) 生物状況

##### - 植 生

- 自然状態に維持されている湖面以外はすべて人為的な栽培植物で、稲、綿、とうもろこしなどが栽培されている。
- アシとガマそしてホテイアオイが湖辺に卓越する。

- 鳥 類  
鴨、つばめが観察された。
- 魚 類  
排水路、湖水ともに若干塩分を含んでいるため汽水に生息する魚類、主としてテラピア、ボラ、ナマズ、鯉が捕獲されている。  
エビ、貝類は水質汚濁が進行し採れなくなっている。

## 5) 社会状況

- 土地利用  
地域の90%が農用地又は水路、道路用地として利用されている。残る約10%が湖沼と居住用地である。
- 社会施設
  - 重要な港湾都市となっているアレキサンドリアと首都カイロをつなぐ自動車、鉄道、舟等の交通網が当地域にある。特にヌバリヤ航路用水路はマリユート湖を始点とするとともに当地域への用水供給の役割も演じており事業と関係が深い。
  - 幹線排水路及びマリユート湖は、漁民の生活の場となっており、湖水位の維持は水産などからみて重大な関心事である。捕獲された魚は貴重な蛋白源となっている。
  - マリユート湖はアレキサンドリアの下水(一次処理)を受け、自然の状態では生物学的処理の機能を受け持っている。
  - マリユート湖はアレキサンドリア市街に近接しており、湖の持つ水面、並びに水性植物が都市空間に潤いを持たせ、且つ、豊かな自然景観を提供している。
  - 豊かな水面を利用した魚釣りは周辺住民にリクレーションの場を提供している。

## 6.3 環境影響調査

### 6.3.1 環境に与える影響項目

初期環境調査(IEE)のチェックリストによる評価の結果、検討すべき影響項目は次のように整理できる。

- ① 漁業への影響
- ② 表流水の影響
- ③ 地下水への影響
- ④ 舟航への影響

- ⑤ 湖水への質的、量的影響
- ⑥ 富栄養化現象への影響
- ⑦ 地域住民への影響

### 6.3.2 影響予測とその評価

#### 1) 漁業への影響

- 湖水並びに幹線排水路を利用する水産業は次のとおりである。
  - 関係する漁民 : 約5,500人
  - 年間漁獲高 : 3,400 tons (1985～1993平均)
  - 販売価格 : kg当たり平均LE.5～7
  - 魚の種類 : テラピア、鯉、ウナギ、ナマズ等
- 分離堤の設置は、次の点で漁業に影響を与える。
  - ・ オモウム幹線排水路から淡水(fresh water)を取れなくする。漁民は淡水の取水を目的に1982年頃よりオモウム幹線排水路の堤防を切断(約30カ所)している。(マリュート湖漁民組織談)
  - ・ 舟の運行の支障になる。
- 従って、これら影響に対する事業計画の対応は、
  - ・ 分断を最小にする。少なくとも以前に行っていた1982年時点の航行が可能なものとすべきである。
  - ・ オモウム幹線排水路からの淡水取水が可能な施設を設置する。

#### 2) 表流水の影響

オモウム幹線排水路の水量は、地区内排水機場の稼働状況に支配されている。事業後の排水量に対する影響は、2つある。一つは、暗渠排水施設の完備によって排水量が増加すると予測できること。他の一つはトルーガ地点において新しい排水再利用計画があり約40 cu.m/secの水を灌漑に利用するため、マリュート湖への流入量が減少する。前者に対する環境上の対応は、エル・マックス排水機場の容量増である。後者についてはオモウム水路の水質に係わっているが、現場の排水再利用の実態やその影響量の試算からみて許されるべき変動と考える(資料編J, 表J-2-5)。

### 3) 地下水への影響

地区内の地下水位は暗渠排水などにより人為的に圃場面下約1.2mの高さを維持するよう管理される。従って、事業後に負の影響が生じることはない。

### 4) 舟航への影響

分離堤によるマリユート湖の分断は、漁民の小型船舶の航行に対する影響が大きい。従って、湖面をオモウムとヌバリヤ航路で完全に分離する案は成立しがたい。計画案は現状のヌバリヤ航路用水路を利用した航行システム(湖面への自由な出入り)を存続させるべきである。分離堤を設置する場合は、原則として堤防が切断される以前の1982年時点に持っていた機能を持たせるべきであろう。ヌバリヤ航路は、現況通り維持されるため事業とは関係しない。

### 5) 湖水への質的、量的影響

#### 湖の水源

現状のマリユート湖は砂漠道路及びオモウム水路によって4つに分かれている。北湖(M<sub>1</sub>)は中央湖水と呼ばれ、多様な役目を演じている。主な水の流入口は(i)オモウム排水路、(ii)ヌバリヤ水路、(iii)カラー排水路及び(iv)西部下水放流口であり、湖水の質、量ともにこれらの影響が大きい。東側の湖水(1,000 feddan)はアビス排水機場及びオモウム排水路から水の供給を受ける。西側(M<sub>3</sub>)の湖水並びに南側の湖水(M<sub>2</sub>)は、オモウム排水路及びヌバリヤ水路が水を供給する。

#### 湖の水量

マリユート湖の貯水状況は次のように整理できる。

マリユート湖貯水諸元

位置	面積 (feddan)	水面積 (feddan)	平均水深 (m)	貯水量 (MCM)	流入量 (MCM/day)
北側 (M <sub>1</sub> )	5,200	4,000	1.0	16.8	6.8
東側	1,000	700	1.0	3.0	
西側 (M <sub>3</sub> )	3,800	3,800	1.0	15.9	
南側 (M <sub>2</sub> )	6,000	4,500	1.0	18.9	
計	16,000 (6,720 ha)	13,000 (5,460 ha)		54.6	6.8

マリユート湖日流入量

(unit: 10<sup>8</sup>cu.m/day)

流入量	1994年8月	1994年9月	夏期平均	1994(平均)
オモウム排水	6,264	7,518	6,891 (82%)	4,849 (71.6)
ヌベリヤ航路	400	400	400 ( 5%)	625 ( 9.2)
カラー排水	948	959	954 (11%)	1,000 (14.8)
WTP	175	175	175 ( 2%)	197 ( 2.9)
その他	-	-	-	101 ( 1.5)
計	7,787	9,052	8,420 (100%)	6,772 (100)

(資料編 J、図 J-1-24、J-1-25 及び表 J-2-7 参照)

流入水の水質 (Aug. 1994)

位置	E.C ( $\mu$ S/cm)	D.O (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)	Coliform (10 <sup>3</sup> MPN/100 cm <sup>3</sup> )
Mariut 湖 (M1)	3,700	1.0	21.3	38.5	40.0	0.88	24,000
Mariut 湖 (M2)	6,300	6.4	19.8	35.5	50.0	0.96	24,000
Mariut 湖 (M3)	13,300	6.7	7.8	14.0	2.5	0.13	1
Omoum Main Drain	6,210	7.7	2.4	14.5	0.96	0.11	7.5
Nubariya Canal	6,300	6.6	13.8	26.2	-	-	24
Qalla Drain	2,420	0.9	56.0	346.3	-	-	24,000
W.T.P. Outlet	-	3.4	144.5	369.2	-	-	-
Nubariya Irrigation Canal	300	8.5	9.3	17.4	0.01	0.05	2.3

(資料編 J 参照)

つまり、マリユート湖への流入量は6.0~9.0MCM/dayであり、ほぼ同等の量をエル・マックス排水機から地中海に毎日放流している。流入量の各湖への配分は不明であるが、カラー排水路及びWTPの都市下水は、中央湖水(M<sub>1</sub>)にのみ流入する。

排水路及び湖の水質

マリユート湖への流入点ならびに湖における水質は現地調査の分析結果より次のように評価できる。

- 電気伝導度(EC)

EC値における塩分は、カラー排水路、及びマリユートの北側(M<sub>1</sub>)が比較的lowく2.4~3.7 mS/cmである。

- ・ オモウム幹線排水路、ヌバリヤ水路及び湖の南側(M<sub>2</sub>)はほぼ等しく 6.3 mS/cm である。水の出入りの少ない西側(M<sub>3</sub>)は塩分が高い。(11.0 ~ 13.0 mS/cm)

冬期における EC 値は全域とも夏期よりも高く、ハリス、アビス、デシューディ及びトルーガ排水機場では、夏期の1.7となっている。その主な原因は冬期に幹線用水路からの供給水量が減ることにあると思われる。(水質並びに主要用水源の変化は資料編表 J-2-1 及び図 J-1-21 に示す。)

#### - 溶存酸素(DO)

- ・ 中央湖水 (M<sub>1</sub>), カラー排水, WTP がいずれも酸欠状態 (0.9 ~ 3.4 mg/ℓ) である。これは下水の流入する (M<sub>1</sub>) 湖の東側に限られていてアレキサンドリアの下水が原因と想定される。
- ・ 他の排水路、湖は 6.4 ~ 7.7 mg/ℓ と平常である。

#### - 生物化学的酸素要求量(BOD)、化学的酸素要求量(COD)

- ・ カラー排水路と WTP が非常に高く 56 ~ 369 mg/ℓ である。これらの水が影響する湖の南側(M<sub>2</sub>)も比較的高い。オモウム幹線排水路は BOD, COD 値が一番低く、2.4、14.5 mg/ℓ となっている。

#### - 全窒素(T-N)、全リン(T-P)

- ・ 下水の影響を受ける湖の東側 (M<sub>1</sub>)、南側 (M<sub>2</sub>) は T-N 40 ~ 50 mg/ℓ と非常に高い。オモウム幹線排水路は 0.96 mg/ℓ と値は低い。

#### - 大腸菌数(Coliform)

- ・ 上記と同様に (M<sub>1</sub>)、(M<sub>2</sub>) 及びカラー排水路は 100 ml 当たり 100 万個を越えていて、群を抜いて大腸菌数が多い。オモウム排水路および湖の西側 (M<sub>3</sub>) は 1000 ~ 7500 MPN と低い。

### 水質の地域性

オモウム幹線排水路の上流から下流まで縦断的变化をみると次の特徴があった。(資料編 J, 図 J-1-5 ~ 18 参照)

- ・ EC値は上流2.0~3.0 mS/cm、中流3.0~4.0mS/cm、下流5.0~6.0 mS/cmと下流に行く程塩分濃度が高い。
- ・ TSS, Coliform も同様に下流ほど濃度ならびに個数が多くなる傾向がある。
- ・ DO, BOD, CODは、上・下流で大きな変化はない。むしろ下流で値が下がるものもみられ希釈、自浄作用がうかがわれる。
- ・ pHは、ヌバリア用水路が8.6~9.1とアルカリ度が高いほかは皆7.5~8.0の中性である。

要するにオモウム幹線排水路の水質(湖への流入口)は、EC値を除けばヌバリア用水路と比較してほぼ同等の水質であり、湖水に対するオモウム幹線排水路の影響は、比較的きれいな水の供給と言う“正”の影響である。従って、将来もこの水を供給しつづけ、カラー排水路やWTPからの汚水を受ける湖水を浄化する必要がある。こう言った観点より環境上の対応は次のように整理されよう。

- ・ 現在の水の流れ、オモウム幹線排水路から湖面への水の供給機能を維持するよう努める。特に分離堤には水の供給の可能な施設の設置ならびに運用を義務づける。
- ・ 湖全体の水質改善に関しては、“Environmental Action plan of Egypt”あるいは“Recomendations” by Workshop on Lake Mariut, 1994 における記述(Annex J-1-B, C参照)を尊重し、早期にマリユート湖の改良、保全が進められることを望みたい。
- ・ 長期的なマリユート湖の改良、保全は、あくまでも“汚染者負担の原則”に則って、汚染源を絶つことが必要である。この意味でLow No. 48, 1982, Low No. 4, 1994 は、重要な役割を果たすものと思われる。また、Low No. 48. Standards が漁業や遊泳あるいは灌漑を考えて更に充実すべきであると言うAction planの記述は真摯に受け止めるべきであり、総量規制を含めた完全な法的規制が必要であろう。

## 6) 富栄養化現象への影響

水質分析結果ならびに日本の富栄養水の指標(資料編J-1-8, 9参照)をみると、残念ながらすべての水が富栄養状態にある。マリユート湖の水質は西側の(M3)を除いて過富栄養湖と化している。その原因はBOD, COD並びにColiform数をみる限りアレキサンドリアの下水が大きく関わっている。なお、南側(M2)の富栄養化が進んでいる原因は、ヌバリア航路にあると考えられている。(アメリカ地域の下水の流入?) こう言った現況の汚水源をみると比較的きれいな水を供給するオモウム排水路の改修は、湖水に悪影響を与えるものではなく、むしろ浄化に役立っている。

## 7) 地域住民への影響

エル・マックス排水機場を含めてオモウム排水組織は、アレキサンドリア市街に接する広大な農地の排水並びに湖面をコントロールしている。

従って、この組織の改良は、住民にとって重大な関心事であるとともに、産業的に、景観的に大きく貢献することが期待できる。

事業による分離堤の建設は、漁業に影響するが漁民の活動を妨げないような以下の配慮を行うことで対応できよう。

- ① 相当な非分離部分を残すこと
- ② 水及び舟の出入りを可能にするゲート施設の設置

エル・マックス排水機場から地中海までの放水路の改修は、放水路沿いの住民に影響を与える。住民は、非合法に放水路堤を使用しているが、事業は適切な移転代替地並びに移転に要する費用を見込むべきであろう。

## 6.4 環境保全対策

### 6.4.1 環境保全目標

事業による分離堤の設置は、漁業、航行、並びに湖の水質に影響を与えることが予測される。この影響を回避又は最小にするため対策が必要である。対応を考えるに当たって、維持すべき環境保全の目標或るいは水質レベルを次のように設定する。

- 1982年時点(旧分離堤を部分的に壊す以前)の現状(漁民の活動、航行)を維持するようにする。
- 湖の水質に関しては、事業により水質が更に現状より悪化することは避ける。つまり、湖水浄化のための不法な現在の水の導入、排水の仕組みの意味を尊重する。
- 但し、汚染されたマリユート湖の水質問題はこのような仕組みだけでは解決が不可能であり、別途に講じられるワークショップ(Regional Master Plan)が提案する改善案が期待される。水質的には湖水をオモウム地域への導入水とはほぼ同等の水質にすることを目標とすべきであろう。このためには、農薬使用の規制、家庭雑排水の処理等地区内の汚染源対策も必要となろう。

## 6.4.2 環境保全対策

環境保全対策は原因者負担の原則に立ち進めるものとする。排水改良事業によるマリユート湖への影響を回避し、最小限にするために事業計画は次の考え方で行う。

### 1) 施設計画

- 分離堤の長さを最小にする案を優先する。(排水システム代替案ケース3案の採用)。
- 漁民の舟の出入り、及び湖への導入、排水を可能にする施設の設置(稼働ゲート5ヶ所の設置-放水量の目安  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ )
- オモウム地域の排水を直接に湖に導入する施設を設置する。(ハリス排水機場;  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , アビス排水機場;  $5.4 \text{ m}^3/\text{s}$ )
- 改修工事は泥水の生じないように配慮する。

### 2) 湖水の管理

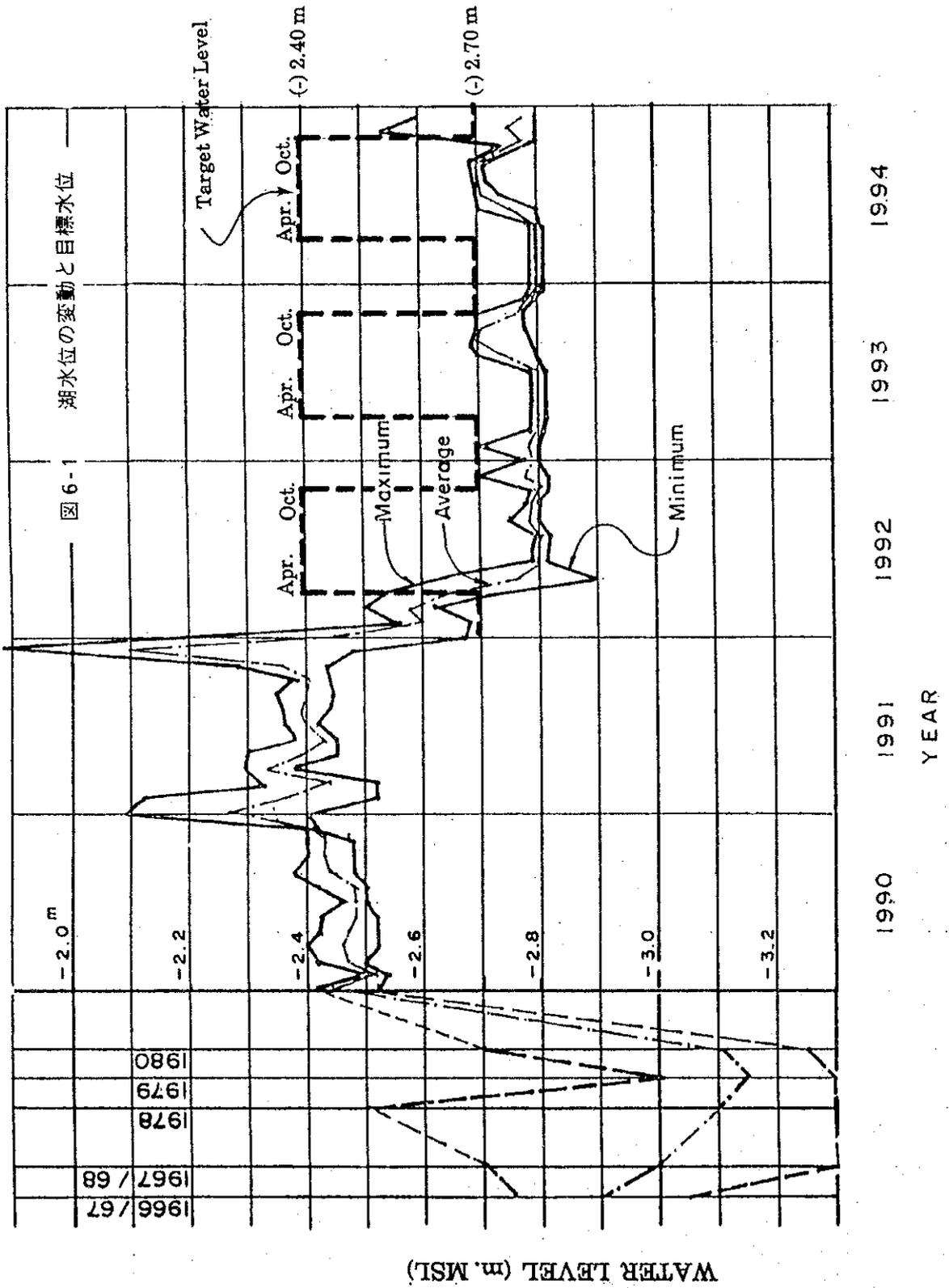
#### a) 湖水位変動

過去30年間のマリユート湖水位記録図6-1をもとに、湖水の変動をみると次のような特徴が見られる。

- 1966年から1980年までの月別平均水位は、平均潮位以下(-)3.00mであった。水位変動は(-)2.50mから(-)3.30mで、約80cmの変動である。
- 最近5カ年の変動を見ると、1992年の夏を境にして維持水位が40cm低下している。即ち、前半(1990, 1991年)は、(-)2.40mを維持し、後半1992~1994は、(-)2.80mを維持水位としている。
- 水位の高い月は、1989年までは夏に発生している。しかし、最近の5カ年をみると11月~2月の冬期に集中している。水位上昇の主要因は、集中する農地からの排水と降雨の影響であるが、最近は特に、降雨の影響が強いように見受けられる。

#### b) 湖水の管理

急激に進むマリユート湖の水質問題、並びに1991年、1994年の冬期には、湖の周辺において洪水被害が報告されている。湖における漁業、洪水調節機能、新規開拓地からの排水の増加を考えると計画的な湖水の管理、つまり、水質と水位の維持は、最重要課題である。過去の湖水変動、洪水対策、漁業活動の観点より次の湖水の管理を提案したい。



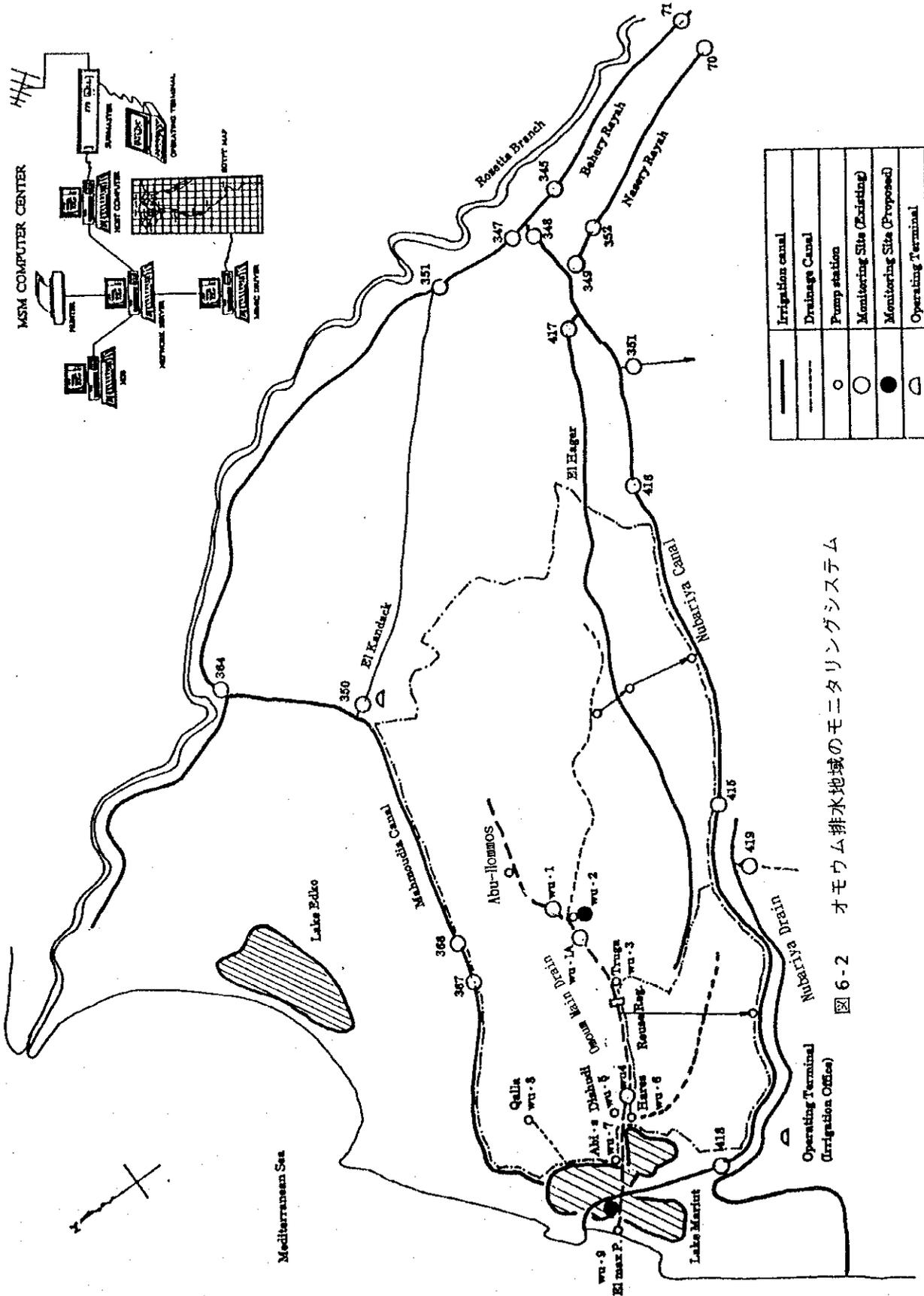


図 6-2 オモウム排水地域のモニタリングシステム

- オモウム排水路の水をマリユート湖に導入すること
- 湖水管理目標水位の設定

#### オモウム排水の湖への導入

オモウム地域の排水をマリユート湖に導入する方法は、現状の慣行、並びに排水事業庁(EPADP)の要請を入れて次の計画とする。

- アピス及びハリス排水機の放水は直接にマリユート湖へ導水する。

#### アピス及びハリス排水機場のマリユート湖への放水量

排水機場	1994 平均 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	計画流量(最大) ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
• アピス放水口	1.4	5.4
• ハリス放水口	15.8	30.0
計	17.2	35.4

- オモウム幹線排水路の水は必要に応じて湖に導水する。

マリユート湖からオモウム幹線排水路への放水は下記のゲート施設によるが、湖への導水は、これらのゲート利用する。

- ・ 湖水コントロールゲート 5 ヲ所
- ・ 放水量( $2.8 \text{ m}^3/\text{s} \times 5 \text{ ヲ所} \times 2 \text{ 門}$ ) 28.0  $\text{m}^3/\text{s}$
- ・ 管理ゲート 2 ヲ所

マリユート湖の流入量は1994年の実績及び導水計画より次のように整理される。

マリユート湖の流入量

(単位: cu.m/s)

放水口名	現 状 *2 (1994平均)	計 画 *2 (1994 平均)	計 画 (平均年 7 月)	計 画 (洪水時) *3
オモウム幹線排水路	20.0 *1	(35.4)	(35.4)	(35.4)
ヌバリヤ航路	7.2	7.2	7.2 *2	14.1
ハリス排水機	5.5	15.8	20.8 *3	22.0
アビス排水機	0.0	1.4	3.0 *2	4.0
カラー排水路	9.2	9.2	9.2 *3	9.9
WTP	2.3	2.3	2.3 *3	2.0
雨水等	1.2	1.2	1.1 *3	16.0
計	45.4	37.1	43.6	68.0
オモウム直接排水 *5	25.5	39.9	95.2	82.0 (50.4) *4
合 計	70.9	77.0	138.8	150.0 (118.4)

注: 出典

\*1 排水再利用表      \*2 1994年排水実績表      \*3 計画排水量(月別平均、最大)

\*4 Reuse 後流量 (82.0 m<sup>3</sup>/s - 996 MCM/年 = 50.4 m<sup>3</sup>/s)      \*5 マリユート湖に関係なく直接に地中海へ排水する量

湖の目標水位

最近5ヶ年間の水位変動ならびに洪水調節、漁業活動などを考えて、時期別に維持水位を定めて湖水を管理することを勧めたい。提案する目標水位を以下に示す。

マリユート湖の計画水位

季 別	平均維持水位	下 限	上 限
冬 期 (11月~3月)	(-) 2.70 m	(-) 2.80 m	(- 2.60 m
夏 期 (4月~10月)	(-) 2.40	(-) 2.50	(-) 2.30
許容最高水位	(-) 2.30		

湖水位と排水路の運用

事業によりオモウム幹線排水路とマリユート湖が分離されるため、両者の水位コントロールは計画的に行う必要がある。時期別のマリユート湖の水位とオモウム排水位は各々、次のとおりである。

### マリユート湖の水位と水の流れ

時期	オモウム幹線排水路水位	マリユート湖水位	流れ
・ 平常時			
冬期	(-) 3.25 m	(-) 2.70 m (平均)	湖→オモウム排水路
夏期	(-) 3.25 m	(-) 2.40 m (平均)	湖→オモウム排水路
・ 洪水時			
冬期	(-) 3.25 m	(-) 2.80 m ~ (-) 2.30 m	湖→オモウム排水路
・ 環境管理時 年間	(-) 3.25 m ~ (-) 2.30 m	(-) 2.40 m ~ (-) 2.70 m	オモウム排水路→湖

但し、ハリス及びアピス排水機の放出先は、常にマリユート湖とする。

マリユート湖水位のコントロールのためのゲート操作時期と方法は、次の原則及び仕組みを提案する。

- マリユート湖からオモウム幹線排水路への放出は、時期別目標水位を一定に維持することを原則とする。つまり、「放出量=湖への流入量」の運用を行う。
- 水位の維持はゲート操作により行う。洪水時ならびに夜間の操作ミス为了避免のために越流タイプの余水吐とゲートを組み合わせた放出施設を設置する。
- 常時のゲート開度は平均流入量(1994年実績  $\approx 40 \text{ m}^3/\text{s}$ )より定め、予期せぬ流入変動には、湖水位変動ならびに越流部(延長100 m、越流数高 EL (-) 2.50 m、越流量  $\approx 20.0 \text{ m}^3/\text{s}$ )の活用により対応する。
- マリユート湖の維持管理のための組織を設立する。

### 3) 放水路改修に伴う補償対策

放水路はエル・マックス排水機場の能力増に伴って改修される。この拡幅工事によって影響を受ける住民(未許可定住)があり、事業を支障なく進めるためには、住民の理解を得ること並びに補償が必要である。対象となる住民は次のとおりである。

#### - 対象者(住居)

右岸 61戸

左岸 74戸

計 135戸

#### - 住居の規模

#### - 住居の構造

壁体; コンクリート及び石灰岩ブロック積構造

	右岸	左岸	計
1階構造	47	66	113
2階構造	14	8	22
計	61	74	135

屋根; 木造

- 移転対策費

EPADPはこの地区に対する環境評価を1994年1月より始めており、移転対策は次のようになっている。

- ・ 移転先用地; エル・マックス排水機管理事務所横; 取得済(公用地)
- ・ 移転補償費; LE.270,000  
(135戸×LE.2,000/戸)

4) 水質監視対策

公共事業水資源省(MPWWR)は、MSM(Main System Management)計画及び排水研究所(DRI)のルーチンワークとしてナイルデルタ全域の水位(流量)、水質をチェックしている。オモウム排水路流域内のモニタリングは図6-2に示すように用排水路の主要地点を網羅している。MSMモニタリングは次の点を目的として進められている。

- 用水源の効率的な管理
- 正確で即時なデータを水源管理者に提供する。
- 灌漑システムを運用するための連絡手段とする。

また、DRIは排水のサンプリング分析により、灌漑に影響する次の水質を調べている。

- 可溶性塩分
- ナトリウム、カルシウム、マグネシウムなどの成分量
- ホウ素及びその他の有毒物質
- 必要に応じて下水に対するCOD、BOD、大腸菌数(Coli form)等

当排水改良計画は、前述のように量的・質的にみてマリユート湖に悪い影響を与えていないと思われるが、汚染の進むマリユート湖の水質ならびに排水再利用水を監視するために、主要地点の水質遠方監視を提案する。またこれに合わせてモニタリングシステムの運用の徹底を望みたい。

- 水質遠方監視位置 ..... 2ヶ所
  - エルマックスポンプ吸水槽の水質
  - オモウム排水路Reuse地点の水質
  
- 水質監視項目
  - 水温
  - 電気伝導 (EC)
  - 溶存酸素 (DO)
  - 化学的酸素要求量 (COD)
  
- 水質遠方監視施設 ..... 2セット  
(水質計、伝送施設、局舎を含む)

#### 6.4.3 マリユート湖の環境保全

マリユート湖の水質汚濁は大変進んでいる。この状況を案じてエジプトの環境庁 (Egyptian Environmental Affair Agency) は、環境アクションプラン (Environmental Action Plan) をはじめ、マリユート湖ワークショップによる勧告等のペーパー (Regional Master Plan) をとりまとめ、汚濁化に対応している。

今とるべき必要な対応は、

- 汚水源の絶滅
- 湖底に集積している汚濁物質の除去
- 自然を利用した生物的水処理の遂行

であり、排水の法的規制を含めて、強力に対策を進められることを勧告したい。

また、“環境アクションプラン”に記述の重金属、水銀などの有害物質の存在に関しては、地中海への放水あるいは魚類を通じて拡散すること、ならびに人への影響を避けるため、次の処理を取ることを勧告したい。

- 汚染湖水域(東湖)を可能なかぎり隔離する。
- 同水域において捕獲された魚類は食べることを禁ずる。
- 湖の水質の早期の検査ならびに定期的な確認。

また、オモウム幹線排水路を含めて、マリユート湖への流入源の水質監視(モニタリング)、排水規制などの環境行政の強化と環境分野の人材の育成もまた必要な対応と考えられる。

#### 6.4.4 環境影響評価書の作成

JICAが実施した事前調査並びにフェーズI現地調査による初期環境調査(IEE)等の結果から、事業実施に伴う環境影響評価(EIA)が必要と判断された。

本排水改良事業計画の実施が環境に与える影響は、客観的、法的に正しく評価する必要がある。このため、事業の実施機関である公共事業水資源省の排水事業庁(EPADP)及び機械電気局(MED)は、環境研究所(ERI)の協力を得てEIA報告書を作成し、環境庁(EEAA)及びその諮問機関に提出して承認を得なければならない。

本排水改良計画は、オモウム水系に対して水質並びに水量の観点において、直接的なマイナス要因を与えるものでない。しかし、オモウム幹線排水路がその水をマリユート湖に供給し、汚水湖浄化に役立ってきたことは重要な事実であって、事業実施後においてもその機能を維持することが環境上求められている。

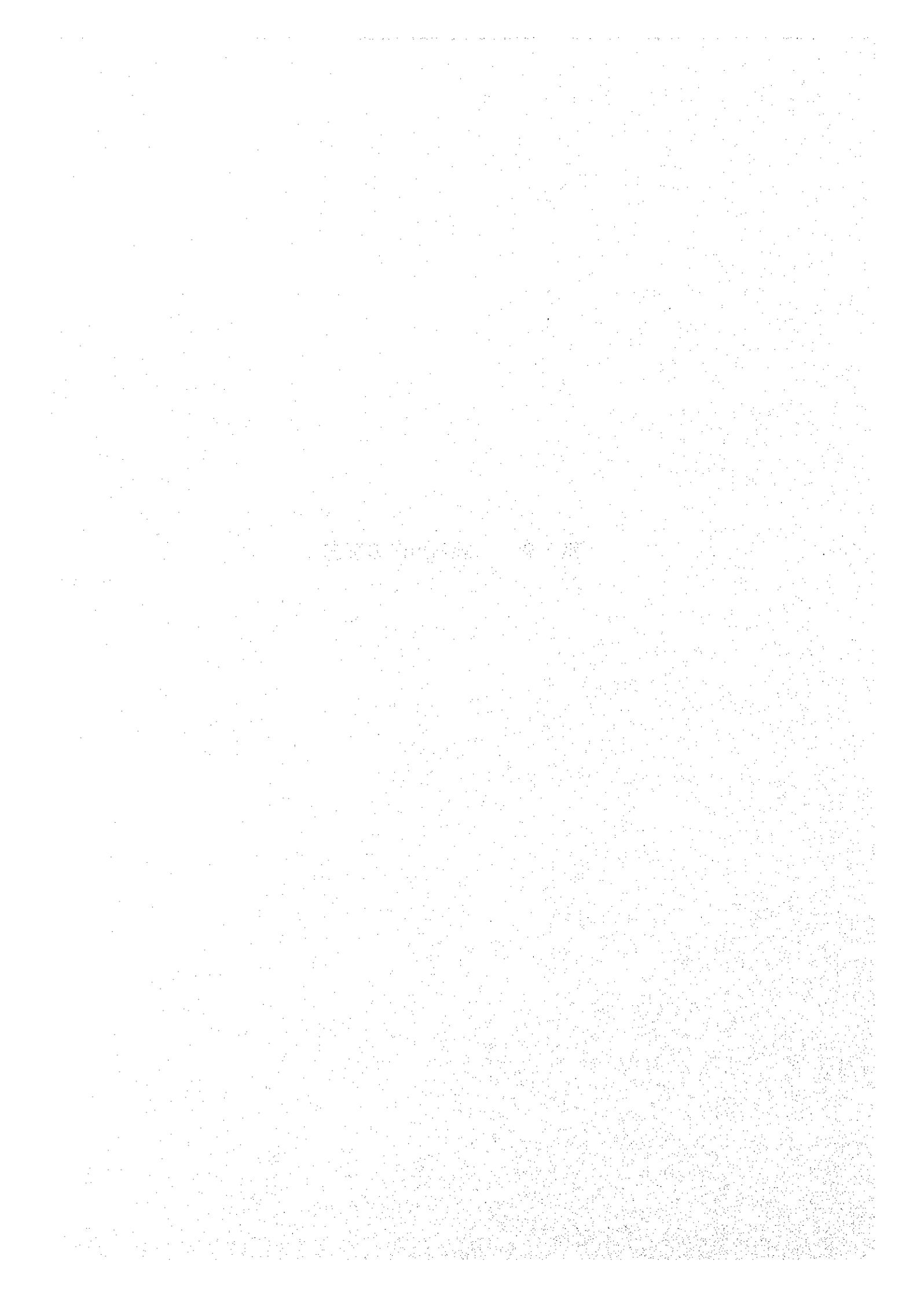
従って、本排水改良計画の環境保全対策は、マリユート湖の導排水施設の設置とその運用方法の提案であった。現状の導水口に加えて、ハリス及びアビス排水機場の水を直接にマリユート湖へ導水する本計画は、従来に増してマリユート湖の水の浄化に大きく寄与するものと期待できる。

マリユート湖の汚染源の主なものは、アレキサンドリア都市下水の流入であり、この汚染源の根絶とマリユート湖の堆積汚泥の排除が唯一の解決策である。1994年に開かれたマリユート湖検討委員会(Organizing Committee for Mariut Lake's Workshop)が勧告する湖の修復計画が早期に実施されることが切に望まれる。

EIA報告書は、本フィジビリティ・スタディー報告書の記述をベースに作成されるべきであるが、i)マリユート湖の汚染の修復対策とその経緯、ii)排水事業庁が現在進めている放水路周辺の家屋移転補償計画とその経緯、iii)事業実施に伴う工事期間中の水質汚濁への対応、及びiv)オモウム・ドレン・プロジェクト(排水の再利用計画)運用後のマリユート湖の水質及び水量についてのモニターリング等は、注意深く記述する必要がある。

PART-II      フィージビリティ・スタディー

## 第7章 計画地区の現況



## 第7章 計画地区の現況

### 7.1 計画地区の位置

#### 1) 優先開発計画地区

マスタープラン調査・検討結果から優先開発計画地区として選定されたハリス地区は、調査地域の耕地の最下流端に位置している。この地区はオモウム幹線排水路の左岸に開けた南北 27 km、東西 20 km の地区で、その面積は 26,600 ha (63,330 feddan) である。地区は南西側のヌバリヤ航路と北東側のオモウム幹線排水路に挟まれており、北側でマリユート湖に面している。

#### 2) 優先開発事業計画地区

マスタープラン調査・検討の項で述べたように、マリユート湖内の約 11 km のオモウム幹線排水路とその附帯構造物の改修、エル・マックス排水機場の改修及びエル・マックス排水機場直下流の放流路の改修等からなる優先開発事業計画地区は、上述の優先開発地区の北側に位置し、調査地域の最下流端に位置している。

### 7.2 地区の現況

#### 7.2.1 地形及び地勢

##### 1) 優先開発計画地区

優先開発計画地区であるハリス地区の標高は、(-)3.0 m ~ 6.0 m で、地区の 67% (全般に地区の東部に位置している) は海面下に位置している。地区の西部は比較的標高が高く、5.0 m ~ 6.0 m を示しており、ここから東側へゆるやかな傾斜を程している。地区内はハリス幹線排水路が、地区内の中央を南東から北西に向かって流下しており、その下流端でハリス排水機場に接続している。

##### 2) 優先開発事業計画地区

マリユート湖は、かつてオモウム幹線排水路及びヌバリヤ航路によって 4~5 つの湖に分割されていた。しかし、近年の湖の水質悪化に対応するため、湖内のオモウム幹線排水路の堤防が各所で地区住民によって開削され、現在はマリユート湖及びオモウム幹線排水路の

水面は同一となり、一つの湖となっている。このことは、排水路の機能とマリユート湖の利用秩序を乱しており、農地排水不良、漁場の劣化等の大きな社会問題となっている。湖は水深が平均1.0mと浅い上に、アレキサンドリア市の下水を受け水質悪化が著しい。

## 7.2.2 行政区分及び面積

### 1) 行政区分及び社会経済立地条件

#### a) 行政区分

計画地区の64%は、行政区分上ベヘイラ州に属するアブエル・マタミールとカフルエル・ダワールの2郡に、また残りの36%はアレキサンドリア州のアレキサンドリア市アメリカ区に属する。カフルエル・ダワール郡及びアメリカ区に属する地区は、1960年代後半から開発された国営農地開発事業(National Land Reclamation Projects)の受益地であり、それぞれ西部デルタ地域で最後に開発されたハゲール国営農地開発事業地区(El Hager Land Reclamation Project Area)とナハダ国営農地開発地区(Nahda Land Relamation Project Area)の大部分からなる(資料編F、表F-2-1参照)。

上記2地区は新規に開発されたばかりで、Local UnitやSeyakhaの行政区界がまだ確定されていない。それぞれ農業土地開発漁業省に属するハゲールとアビス農業協同組合・開発事務所により、入植者農業協同組合(Agricultural Cooperatives for the Farmers in the Land Reclamation Areas)が計10個が組織されており、入植者へのさまざまな援助がなされている。アブエル・マタミール郡に属する地区は、コムエルファラグ(Koum El Farag)末端行政区に属する5村の全部ないし一部よりなる。標準的な村の人口は、約1,000から20,000人の規模をもち、さらにこれは約250人ほどの人口をもついくつかの小村落(Ezba)よりなる。

#### b) 社会経済立地条件

計画地区において、農業を除く産業としては農業生産資材及び日常の生活必需品を対象とする小規模商業以外はほとんどないに等しい。また、農業はエジプト国の第2の都市アレキサンドリア(人口335万人)と接していることから、生鮮野菜供給地として有利な市場条件を生かした野菜園芸を主体とした近郊農業生産地としての発展の可能性に富んでいる。しかし、地区の大部分は深刻な排水不良地のため、野菜園芸の生産地とした発展は一部に限られている。

## 2) 面積

計画地区はオモウム幹線排水路の左岸最下流部に位置し、可耕地面積は、22,650 ha (53,930 feddan) で地区集水面積の 85% を占める。このうち、19,820 ha (47,190 feddan) が実際に耕地されており、現況の灌漑面積である。地区の中央を南東から北面にハリス排水路、東西にタミール・エルサヘリ水路が走り、これらを境界として3つの地区に分けられ、可耕地をベースとした灌漑可能面積は以下に示すとおりである。

### ハリス地区面積

地区名	集水面積 (ha)	灌漑可能地 (ha)	灌漑可能地の比率 (%)
エルハーゲル・エクステンション	7,280	6,230	86
ナハダ	10,940	9,300	85
エル・モシユタラック	8,380	7,120	85
計	26,600	22,650	85

## 7.2.3 水文

### 1) 優先開発地区

#### a) 雨量

ハリス地区の代表的な観測所はアレキサンドリア (Nohza, No.318) である。20年間(1973-94)の日雨量の解析によると年間最大雨量は405mm(1991)、月最大は167mm(1991)、日最大は54.3 mm (1974) であり、年間平均雨量は200mmである。なお、雨量の確率計算の結果は以下の通りである。

確率降雨

(単位: mm)

確率年	日最大雨量	2日連続雨量	3日連続雨量	年間雨量
2	27.0	34.0	38.0	179.5
5	35.0	49.0	54.0	253.0
7	37.0	54.0	59.0	277.7
10	39.0	59.0	65.0	303.4
15	41.0	65.0	71.0	332.0
20	42.0	68.0	75.0	352.5
25	43.0	72.0	79.0	368.4
40	45.0	79.0	86.0	402.0

b) 排水量

ハリス地区の主な水文要素は地区の北西側を流れているヌバリヤ航路、北東側にあるオモウム幹線排水路、そして、北側に位置するマリユート湖である。地区内の排水は排水系統に沿って最終的にハリス幹線排水路に集められ、最下流にあるハリス排水機場からオモウム幹線排水路へ排出されている。ハリス機場の月平均排水量は以下の通りである。

ハリス機場の月平均排水量(1991-1994)

(単位:MCM)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
49	39	41	43	48	46	50	57	60	60	55	52	600

c) 排水再利用

ハリス地区では、オモウム幹線排水路から自然取水により排水の再利用が行なわれており、日平均再利用量は0.26MCMと推定される。

2) 優先開発事業

a) マリユート湖水状況

優先開発事業に係わる主な水文要素は、オモウム幹線排水路、ヌバリヤ航路及び5,460ha (13,000 feddan) の水面積をもつマリユート湖である。オモウム幹線排水路は、本来、上流部の七つ排水ブロックの排水をエル・マックス排水機場へ送水し、同排水機により地中海に年間約2,443MCMの水を排出している。近年、地元漁民がオモウム幹線排水路及びヌバリヤ航路の堤防を切って湖の水質及び水位を確保して。堤防を切ったことによってマ

リュート湖は現在一つの大きな調整池の役割を果たしているが、そのためオモウム幹線排水路の水位が上昇し、上流部の排水に影響を与えている。現在、エル・マックス排水機場の吸水位は(-)2.70~(-)2.80m.MSLの間である。

### b) エル・マックス排水機場への流入

エル・マックス排水機場に係わる流入源は大きく三つに分ける事ができる。即ち、オモウム幹線排水路、ヌバリヤ用水路、そして、マリユート湖である。しかし、マリユート湖及びヌバリヤ航路にはアレキサンドリア市からの下水、及び湖周辺からの流出水、アメリカ市からの下水等の流入がある。1994年のデータによると、エル・マックス排水機場に係わる月別流入量及び、排出量は以下の通りである。

エル・マックス排水機場に係わる流入量及び排出量(1994年)

(単位: MCM)

月	流入量	排出量	月	流入量	排出量
1	211	231	7	215	210
2	135	156	8	216	200
3	202	212	9	236	242
4	201	214	10	219	233
5	198	216	11	281	246
6	172	164	12	215	245
			計	2,501	2,569

注; 流入量は地区内7排水機場の排水量を80%として推定したものである。

雨期の降雨による流入とエル・マックス排水機場の能力不足から、1991年12月と1994年11月にマリユート湖の水位が危険な状態まで上昇した。

### 3) 水位

エル・マックス排水機場の設計吸水位は、(-)3.25mであったが現在は(-)2.70m~(-)2.80mの間で保たれている。しかし、1991年の降水の時には(-)1.86mまで上昇した。現在のオモウム幹線排水路の水位は、上流部の排水に悪い影響を与えている。マリユート湖(サイホン上流側)及びオモウム幹線排水路の最上流部(アブホモス機場の吸水側)に調査団が自動水位計を設置した。これら水位計による観測水位は、降雨や灌漑余剰水の流入等のため、30~40cmの変動があることを示している。(資料編B、図 B-2-5 及び B-2-6 参照)

#### 4) 排水再利用

地区内では現在、排水を灌漑に再利用しているが、規模の大きなものとしてオモウム幹線排水再利用計画が進行中である。この計画は西ヌバリヤ開拓地区のため年間約1,000MCMの排水を再利用しようとするもので、上流部の三つの排水ブロック即ち、アブホモス、シュレシュラ及びトルーガブロックからの排水を対象としている。下表は当初計画における月別計画再利用量と今回調査における平均年(1985年)の3ブロックからの推定排水量を示すが、10月の計画再利用量は平均年の計画排水量より大きくなっており、排水の再利用に当たっては、水質のみならず水量にも注意を払う必要がある。

計画再利用量と年平均の排水量(1985)

月	計画再利用量 (*1) (MCM)	三つの排水ブロック からの排水量 (*2) (MCM)	月	計画再利用量 (*1) (MCM)	三つの排水ブロック からの排水量 (*2) (MCM)
1	44	100	7	85	224
2	33	101	8	111	204
3	92	98	9	125	128
4	91	108	10	127	77
5	79	117	11	57	99
6	92	136	12	61	136
			計	996	1,528

注： \*1 - Omoum Drain Project  
\*2 - 本調査による計画排水量

#### 7.2.4 土壌及び土地分級

##### 1) 土 壌

##### a) 土壌調査の目的と方法

計画地区の土壌調査は、地区内の農地の排水改良による作物生産の改善の可能性と方法について十分な資料を得ることを目的としてフェーズII現地調査期間中に行われた。この土壌調査は期間が限定されたため、調査点数も限られたものとなっている。従って本事業の実施設計に当たってさらに詳細な土壌調査が必要である。調査は125haごとのオーガーボーリングと24カ所のSoil Pitsの土壌断面調査に基づいて行われたものであり、以下に示す項目の調査を行った(資料編C、図C-2-2参照)。

- 土壌断面調査
- 土壌物理化学分析 (FAO、Soils Bulletin No.10 に示されている方法による)
- 土地分級

b) 地形区分

調査地区周辺の気候はエジプト国の気候区分における「乾燥・高温で冬季に降雨のある気候」である。本地区の67%の標高は海拔0m以下でかつてのマリュート湖の湖底であり1/2,000から1/1,000の傾斜で湖成沖積と更新世海成への移行部の土地からなる。このうち特に標高の低い海拔(-)2.5m以下の低地は非常に平坦である。残りの37%は更新世海成土と湖成沖積土への移行部の土地であり、1/1,000から1/300の傾斜がある(資料編C、表C-2-2及び図2-2-3参照)。

c) 土壌分類

土壌調査は、合衆国農務省によるソイル・タクソノミー方式 (USDA Soil Taxonomy) により土壌を分類した。この方式の土壌分類は上記の“Soil Map of Egypt”でも採用されているものと同一である。。土壌分類図の図示単位とその面積は以下に示すとおりである。

土壌分類

図示単位 (群、亜群)	面積		割 合
	(ha)	(feddan)	(%)
エンテイゾル群			
フルヴェ・アクエント	8,450	(20,130)	31.8
トライフ・ルーヴェント	2,060	(4,900)	7.7
トリー・オルシイド	7,610	(18,120)	28.6
アリッドゾル群			
ジープシイ・オルシイド	3,550	(8,450)	13.3
サル・オルシイド	2,940	(7,000)	11.1
カルシイ・オルシイド	1,990	(4,740)	7.5
計	26,600	(63,330)	100.0

カルシイ・オルシイド、ジープシイ・オルシイド及びトリー・オルシイドの土壌は、標高が高い更新世海成土ないし湖成沖積土への移行部土壌であり、一部を除きその地下水位は地表より80cmと深い。この土壌の土性は一様でなく、砂質粘土から粘土質土壌まで変化に富む。その他の3つのタイプの土壌は標高が0m以下の湖成沖積土であり、ほとんどの土壌

は地下水位が地表より 80 cm から 50 cm 前後の範囲で高い。この土壌の土性も砂質粘土から粘土質土壌までである。特に海拔 (-) 2.5 m 以下の低地では所々 地表から 60 cm 以内に厚さ 20 cm 程度の貝殻層が出現する(資料編 C、表 C-2-3 及び図 2-2-4 参照)。

d) 土壌塩分含有量及びアルカリ度

合衆国塩害土壌研究所の定義によれば、計画地区の土壌は下記のように分類される。

合衆国塩害研究所の定義による分類

区 分	ECe (dS/m)	ESP (%)	pH	面 積 (%)	土壌亜群
1. 非塩類・非アルカリ土壌	< 4	< 15	< 8.5	20.3	トリイ・オルシイド(一部分)
2. 塩類土壌	> 4	< 15	< 8.5	-	
3. アルカリ土壌	< 4	> 15	> 8.5	-	
4. 塩類・アルカリ土壌	> 4	> 15	> 8.5	79.7	上記以外の土壌
計				100.0	

(注) 非塩類・アルカリ土壌に分類された土壌の pH は、土壌調査の結果ほとんど 8.5 以下である。

土壌調査結果によれば計画地区の 72.2% については、土壌塩分含有量が 4 mS/cm から 8 mS/cm あり、そのうち 11.0% の地区では、最高 30 mS/cm と高い土壌塩分濃度を示している(資料編 C 表 C-2-5 及び C-2-6 参照)。この高い土壌塩分濃度の土地は、標高が低く、排水条件が非常に不良である。そのうえ今回の土壌調査結果によれば、ほとんどの土壌について、置換性のナトリウム及びマグネシウムの占める割合が高く、そのためナトリウム吸着比 (SAR 値) 及び交換性マグネシウム比 (EMR) 値が高い。この土壌はナトリウム及びマグネシウムの作物による過剰吸収及び高い pH の害があり、さらに土壌の透水性を悪化させている。高い置換性ナトリウムが粘土分を分散させることにより、土壌構造を破壊して土壌の透水性を退化させている。

2) 土地分級

a) 土地分級

土壌調査による土地分級は、地下水位と土壌塩分濃度を含む 9 要因により下記の 5 等級の区分で行い、このうち主要な要因は、地下水位と土壌塩分濃度であり、その分級基準は以下のとおりである(資料編 C、表 C-2-4 参照)。

## 土地分級

等級	地下水位 (cm)	土壤塩分濃度 (ECe.mS/cm)	面積 (%)
1	> 100	4以下	27.8
2	80~100	4 ~ 8	30.5
3	50 ~ 80	8 ~ 16	30.7
4	25 ~ 50	16 ~ 30	11.0
5	25以下	30以上	-
計			100.0

(注) 土地分級は上記2要因を含め9要因で分級する。

土地分級の結果によれば、計画地区は1級地、27.8%、2、3級地、30.5%、残り11%が4級地よりなる。この4級地は地下水位が高く、土壤塩分濃度が高い農業生産の限界地であり、現況において大部分は耕作放棄地で、一部は淡水魚の養殖池として利用されている。この土地は最低標高の土地であり、洪水被害に被りやすく、1991年の洪水によって長期に湛水被害を受けた土地である(資料編C、表C-2-6及び図C-2-5参照)。3級地の土地を含めて4級地は、全面的に圃場地下水位の低下を図る排水改良が必要である。

### b) 土壤改良

本地区の農地は、ナトリウムやマグネシウムが相対的に高いアルカリ土壌であり、石膏の投入を主体とした土壤改良を必要とする。土壤改良の内容は以下に示すようである。

#### 石膏の投入

土壤調査の分析による SAR値をベースに石膏投入必要量を計算した結果、土壤により必要石膏投入は 2-13 ton/ha と異なる。年間当たりこの投入量の限界は 4.8 ton/ha であり、土壤により 3~5 年間に渡る期間の投入が必要である。

#### サブソイリング

石膏投入に伴い 40 cm の深さのサブソイリングを行い、石膏投入による土壤改良を促進させる。

これらの土壤改良は、農業土地開拓漁業省(MALRF)の土壤改良局(EALIP)が実施している。

## 7.3 灌漑・排水の現況

### 7.3.1 灌漑水の供給と利用

#### 1) 用水系統と灌漑面積

ハリス地区への灌漑用水は、ヌバリヤ用水路から給水されている。ヌバリヤ水路の灌漑地域は、ナイルデルタの西部から西ヌバリヤ新規開拓地に及び、ハリス計画地区は、ヌバリヤ用水路の右岸末端に位置している。

ハリス地区の灌漑用水は、6つの支線、エルハゲル・エクステンション水路、及びヌバリヤ用水路からの6カ所の直分水口から取水している。また、ハリス地区の中央を北東から南西に走る2本の水路がある。一つはオモウム幹線排水路からヌバリヤ用水路へ排水再利用水を導水するタミール・サヘリ水路であり、他方はエルハゲル・エクステンション水路に灌漑用水を供給するエル・ハゲル補給用水路である。

ハリス地区の現況灌漑面積は、19,820ha (47,190feddan)で、灌漑可能面積22,650 ha (53,920 feddan) の88%に相当する(表7-1参照)。

ハリス地区の灌漑面積

地区名	灌漑可能地		現況灌漑面積 (feddan)	比率 (%)
	(ha)	(feddan)		
エルハゲル・エクステンション	6,230	14,830	11,260	76
ナハダ	9,300	22,140	21,350	96
エル・モシュタラック	7,120	16,950	14,580	86
計	22,650	53,920	47,190	88

#### 2) 灌漑用水

ヌバリヤ用水路による灌漑地域は、5日灌漑、10日間断の輪番灌漑が実施されており、灌漑用水は下記に示すように、A、B、Cのローテーション・ルールによって給水されている。

表7-1

ハリス地区用水系統別面積

用水ブロック	地区面積 (ha)	耕地面積 (ha)	現況灌漑面積		灌漑ローテーション		
			(ha)	(fed)	A	B	C
ヌバリア用水							
Hares Canal No1	4,430	3,800	3,630	8,640	○	○	
Hares Canal No2	1,770	1,500	1,450	3,450		○	
Hares Canal No3	2,790	2,360	2,290	5,450			○
Hares Canal No4	1,950	1,640	1,600	3,810	○		
Hares EL Omoumy	1,820	1,550	1,330	3,170		○	
EL Moshtarak C.	2,940	2,500	2,150	5,120	○	○	
EL Hager Feeding C							
小計	15,700	13,350	12,450	29,640			
ヌバリア用水直分水							
Sadnauy	1,040	880	760	1,810	○		
Hammad	600	510	440	1,050	○		
Abu El-Wafa	520	440	380	900		○	
Abu EL-Kader	540	460	390	930		○	
Moh. EL Serafy	520	440	380	900			○
Karam	400	340	290	700			○
小計	3,620	3,070	2,640	6,290			
エルハゲル・エクステンション							
Left Branch No.1	1,090	1,050	710	1,690			○
Left Branch No.2	1,270	1,060	820	1,950			○
Left Branch No.3	950	790	620	1,480			○
Right Branch No.1	1,150	960	750	1,780			○
Right Branch No.2	1,400	1,170	910	2,170			○
Right Branch No.3	1,420	1,200	920	2,190			○
小計	7,280	6,230	4,730	11,260			
合計	26,600	22,650	19,820	47,190	29%	32%	39%

表7-2

ハリス地区用水系統別面積

排水区	集水面積		耕地面積		暗渠排水実施状況	
	(ha)	(fed)	(ha)	(fed)	(ha)	(%)
			(1)		(2)	(2)/(1)
1. Omoum Left-1	1,550	3,690	1,320	3,140	0	0.0
2. Omoum Left-2	1,780	4,240	1,550	3,690	0	0.0
3. Hares Area-1	2,070	4,930	1,760	4,190	0	0.0
4. Hares Area-2	1,880	4,480	1,600	3,810	0	0.0
5. El Saaïda Area-1	3,000	7,140	2,550	6,070	0	0.0
6. El Saaïda Area-2	1,980	4,710	1,680	4,000	0	0.0
7. Hares Area-3	2,970	7,070	2,520	6,010	0	0.0
8. Hares Area-4	2,500	5,950	2,130	5,060	210	9.9
9. Hares Area-5	2,120	5,050	1,800	4,290	0	0.0
10. Hares Area-6	2,590	6,170	2,200	5,240	0	0.0
11. Hares Area-7	760	1,810	650	1,540	0	0.0
12. Abdel Hadi-1	2,300	5,470	1,950	4,650	0	0.0
13. Abdel Hadi-2	1,100	2,620	940	2,230	0	0.0
合計	26,600	63,330	22,650	53,920	210	0.9

## 灌漑ローテーション

灌漑ローテーション		面 積	割 合
最初の5日間	ルール A	5,690 ha (13,550 feddan)	29 %
次の5日間	ルール B	6,440 ha (15,330 feddan)	32
その次の5日間	ルールC	7,690 ha (18,310 feddan)	39
計		19,820 ha (47,190 feddan)	100 %

全ての灌漑水路の操作・管理は、ヌバリヤ灌漑事務所の管轄のもとで、基本的に計画取水位を保つ制御が行われている。しかし、実際の取水量の把握はほとんど行われておらず、ゲート操作が画的であるため、上流部での過剰取水が下流地区の用水不足、並びに排水不良の原因の一つになっている。

### 3) 水収支と取水パターン

ハリス地区の現況の年間必要水量586百万トンに対して、ヌバリヤ用水路からの実取水量は408百万トンと推定され、約30%の不足となっている。年間の計画取水量は、497百万トンとなっていて計画年間取水量とはほぼ等しいが、3月~10月の計画月取水量は一定となっており、現況の必要取水量パターンと合っていない。即ち、月別必要水量が7月~8月のピーク時で約100百万トンであるのに、計画取水量に制約される実取水量は、約50百万トンであり夏期の用水不足が深刻である。このことから、計画取水パターンは、必要取水量パターンにもとづいて計画される必要がある(資料編 D, 図 D-3-1 参照)。

## 7.3.2 排水組織及び排水状況

### 1) 排水組織

ハリス地区は、その排水系統から13の排水区に分けられる。そのうち、11排水区はハリス地区内幹線排水路の集水域にあり、他の2排水区はオモウム左岸排水路の集水域となっている。これら二つの地区内幹線排水路は下流で合流し、その排水はハリス排水機場からオモウム幹線排水路に排水される。そして、オモウム幹線排水路の最下流で、エル・マックス排水機により、他の6カ所の排水機場からの排水を合わせ地中海へ排水している。表7-2にハリス地区の各排水区の集水面積を示す。

ハリス排水機場の最近4カ年の排水実績は、下記にあるように年間約 600MCM となっている。これらの排水実績は、ポンプ容量に運転時間を乗じて求められているが、老朽化し

ているハリス排水機場の場合、公表されている排水実績量は修正される必要がある。流量観測が行われた1994年8月時点のハリス排水機の能力低下は、20%前後であり、また前述の水収支結果を考慮すると、現況のハリス排水機の排水能力は計画時の約80%と推定される。

#### ハリス排水機場排水実績

年 度	排水面積 (ha)	排水記録 (MCM)	排水高 (mm/day)
1991	26,600	573.8	5.9
1992	26,600	595.9	6.1
1993	26,600	608.6	6.2
1994	26,600	623.4	6.4
平均		600.4	6.2

出典：排水研究所(DRI)

## 2) 湛水被害

近年の最大洪水があった1991年12月の洪水により、ハリス地区は大きな湛水被害を受けた。農民からの聞き取り調査によれば、湛水期間は1~2週間で、圃場の湛水深は最大40 cmを超えたとのことであった。この洪水時のハリス排水機場の最高吸水位は、(-) 2.9 mであった。洪水の水面勾配から求めた圃場での最大湛水深は0.5 mと推定され、また湛水解析によると湛水時間は11日で、これらは農民からの聴取内容とほぼ一致する。地盤の等高線図から見ると、ハリス地区の湛水面積は地区の約30%に及んだと推定される(図3-9参照)。

一方、地区内の排水施設の能力は、ハリスポンプ9 mm/day、排水路8mm/day、暗渠排水の集水管4mm/day、吸水管1.5mm/dayである。このことは、冬期の12月~2月の間には、常時10mm/day以上の降雨が見られることから、冬期には常に排水不良が生じており、海面下に位置する低平地では浸水被害の危険性に直面している。

## 3) 暗渠排水

ハリス地区の暗渠排水は僅かに、地区内にあるハリス・パイロット地区の210 ha (500 feddan)だけで実施されている。現在、ハリス地区のうち排水事業庁による暗渠排水施設の設計が完了しているのは、地区の23%に当たるオモウム左岸1、左岸2、及びハリスNo1、No2の6,230 ha (14,840 feddan)の地区である。吸水管の平均布設間隔は75 mとなっているが、地区の土壌組成は一般に砂質シルトまたはローム質であり、この布設間隔では不十分と思われる。また、排水事業庁は地区の土質状態が悪いため、集水管の接合や布設工事方法などについて排水研究所(DRI)と協議を行っており、1995年度から施工を開始する予定になっている。

### ハリス地区暗渠排水設計済地区

排水区	設計済地区		布設間隔 (m)
	(ha)	(feddan)	
オモウム 左岸 1	940	2,240	75
〃 左岸 2	1,850	4,400	71
ハリス No.1	1,550	3,700	77
〃 No.2	1,890	4,500	79
計	6,230	14,840	75 (平均)

#### 7.3.3 排水の再利用

ハリス地区はヌバリヤ用水路の末端に位置するため、一般に灌漑用水は不足している。このため、地区内では小型の揚水機を使って支線排水路から排水の反復利用が盛んに行われている。ハリス地区全体の現況水収支検討結果から、地区内の反復量を推定すると、平均83MCM/年となる。また、ハリス地区内幹線排水路、オモウム幹線排水路、及びタミール・サヘリ水路で囲まれたエルハゲル・エクステンション水路掛かりの左岸部は深刻な用水不足となっている。このため、この地区の農民は、オモウム幹線排水路から多くのパイプ(口径200~1,000 mm)で排水を取水して、エルハゲル・エクステンション水路の淡水と混合して灌漑用水に使用している。この排水再利用量は、平均95 MCM/年と推定される。これらの再利用量は、年間178 MCMとなり、必要水量に占める排水再利用率は30%と高い比率になっている。(資料編D、図D-3-1参照)

#### 7.4. 現況農業

##### 7.4.1 土地利用

調査地区は用水掛かりにより3ブロックに分けることができ、この3ブロックは排水掛かりとほとんど一致している。この排水ブロック別土地利用面積は以下に示されている。

## 現況土地利用

区 分	排水ブロック			計	
	エルハゲル・エクス テンション地区	ナハダ 地 区	モシユタラック 地 区		
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(%)
耕地面積					
- 実作付地	4,730	8,970	6,120	19,820	74.5
- 耕作放棄地	1,500	330	1,000	2,830	10.6
小 計	6,230	9,300	7,120	22,650	85.1
集落その他	1,050	1,640	1,260	3,950	14.9
合計	7,280	10,940	8,380	26,600	100.0

計画地区全体の実作付耕作面積割合(実作付耕作面積/全耕地面積)は88%である。作付放棄地は地下水位が高く、かつ土壌塩分濃度が高いため耕作されていないか、長期の休閑地となっている土地であり、全体土地面積の約12%を占める。この耕作放棄地は、海拔0m以下にあるエルハゲル・エクステンション地区、及びモシユタラック地区の下流部に集中している。これらの土地は4級地であり、排水不良のため未だ耕作されていなかったり、十分な農業経営所得が得られないため耕作放棄されているものと考えられる。

上記の耕作放棄地とは別に、ナトリウム及びマグネシウムの割合が相対的に高く障害があるため3等級になっている土地が、約31%占める。この土地における作物選定の幅は狭く、低生産であり、農業経営を不安定なものにしている。

### 7.4.2 人口、農家数及び農業労働力

1993年の計画地区の総人口は約9万5千人、人口密度は360人/sq.kmと推定される。この人口密度は調査地域全体、さらにベヘイラ州全体のそれらと比較して低い。計画地区内の農家数、土地なし農業労働者世帯数及び非農家戸数は以下に示すように見積られる(資料編 F 表 F-2-1 及び F-2-2参照)。

- 人口	:	95,840人	
- 家族数	:	16,900戸	
- 農家数	:	11,100戸	
- 耕地所有者数	:	9,590人	
- 土地なし農業労働者世帯数	:	1,080戸	
- 非農家数	:	4,720戸	(家族数 - 農家数 - 土地なし農業労働世帯数)

出典: ベヘイラ、アレキサンドリア農業統計地方事務所

### 7.4.3 土地所有及び代表的営農パターン

#### 1) 土地所有

計画地区のモシュタラック地区を除く大部分の地区は、新規の国営農地開発地区であるため、基本的にはこの土地は入植地の配分を受けた自作農家が主体である。そのため、地区全体の自作農家の占める割合は91%である。これに関連してモシュタラック地区を除いて土地なし農業労働者世帯はない。

地区農家の土地所有形態別農家数及び平均土地所有規模は、以下に示すようである。

区分	戸数	平均所有規模等	
		(ha)	(feddan)
農家数	11,100戸 (100%)	1.8	4.2
自作農家	9,590戸 ( 89%)		
小作農家	1,510戸 ( 11%)		

出展： ベヘイラ農業統計地方事務所(資料編F、表F-2-2参照)

このようにオモウム排水地区全体の平均農業経営規模である1.6 ha(3.7 feddan)に比較して1.1倍と大きいものの、農地の土地利用率及び単収が低い。計画地区の農家の主体をなす自作農家の土地所有規模をみると、平均の土地所有面積は2.3 ha(5.4 feddan)であり、46%が5 feddan以上の土地所有者であり、比較的経営規模が大きい(資料編F表F-2-2)。

#### 2) 代表的営農パターン

計画地区の代表的な農業経営は、平均経営規模の1.8 ha (4.2 feddan)の自作農家について、後述の本地区の作付けパターンに基づいて査定すると以下のとおりである。