

国際協力事業団

エジプトアラブ共和国
公共事業水資源省

オモウム農村地域排水改良計画調査

報告書



平成8年1月

株式会社 三祐コンサルタンツ

農調展

JR

95-60

国際協力事業団

エジプトアラブ共和国
公共事業水資源省

オモウム農村地域排水改良計画調査

報 告 書

平成 8 年 1 月

株式会社 三祐コンサルタンツ



1126094 [0]

序 文

日本国政府は、エジプト・アラブ共和国政府の要請に基づき、同国のオモウム農村地域排水改良計画にかかるフィジビリティ調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成6年7月から平成7年9月までの間、3回にわたり、株式会社三祐コンサルタンツの竹内清二氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、エジプト・アラブ共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成8年1月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

伝 達 状

国 際 協 力 事 業 団
総 裁 藤 田 公 郎 殿

今般、エジプト・アラブ共和国におけるオモウム農村地域排水改良計画調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本報告書には、日本国政府関係省庁並びに国際協力事業団の上記計画策定に関する助言や提言、並びにエジプト・アラブ共和国でもたれた公共事業水資源省排水事業庁との会議でのコメント等を反映して、調査地域の排水システムの整備による農村環境改善を主とした排水改良計画を取りまとめております。

本調査は、フェーズⅠ及びフェーズⅡの２回にわたって実施され、フェーズⅠ調査では、オモウム農村地域排水改良計画のマスタープランを策定するとともに、優先開発地区及び事業を選定しました。一方、フェーズⅡ調査では、選定された優先開発地区及び事業のフィジビリティ調査を実施しました。

調査の結果、調査地域の優先開発地区として、ハリス地区(26,600 ha)が、また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が最優先事業として選定されました。これらの排水改善計画は、技術・経済的に妥当であると同時に、事業計画の実施は農村部の生活環境改善、マリユート湖並びにその周辺の水辺環境の改善並びに水質保全に大きく寄与すると確信するものであります。

最後に、本調査の実施に際し、積極的なご支援とご協力を賜った国際協力事業団、外務省、農林水産省、エジプト国公共事業水資源省排水事業庁をはじめとして、随時適切な助言を頂いた作業監理委員の関係各位に対して深甚の謝意を表します。

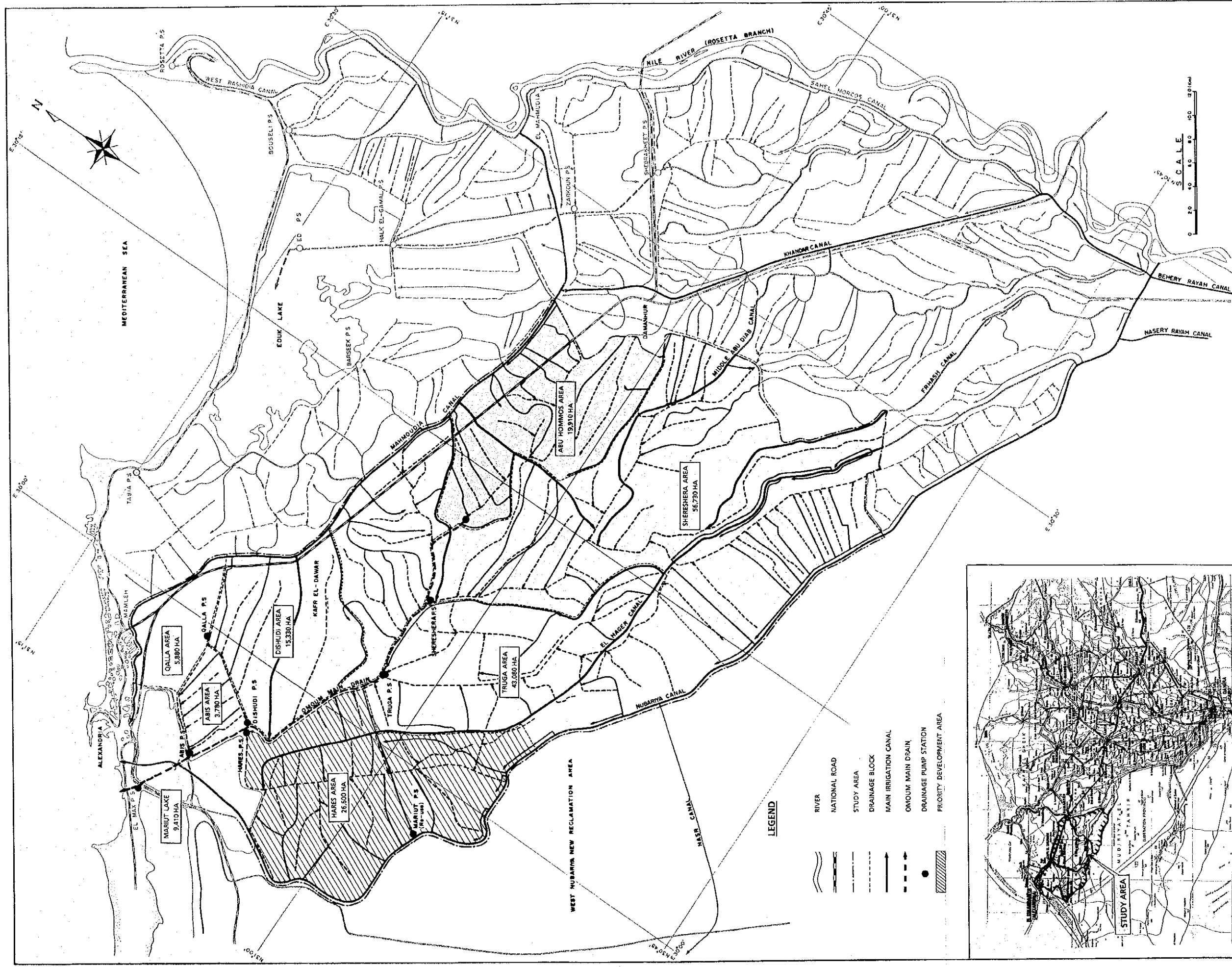
平成８年１月

オモウム農村地域排水改良計画調査
調査団長 竹 内 清 二

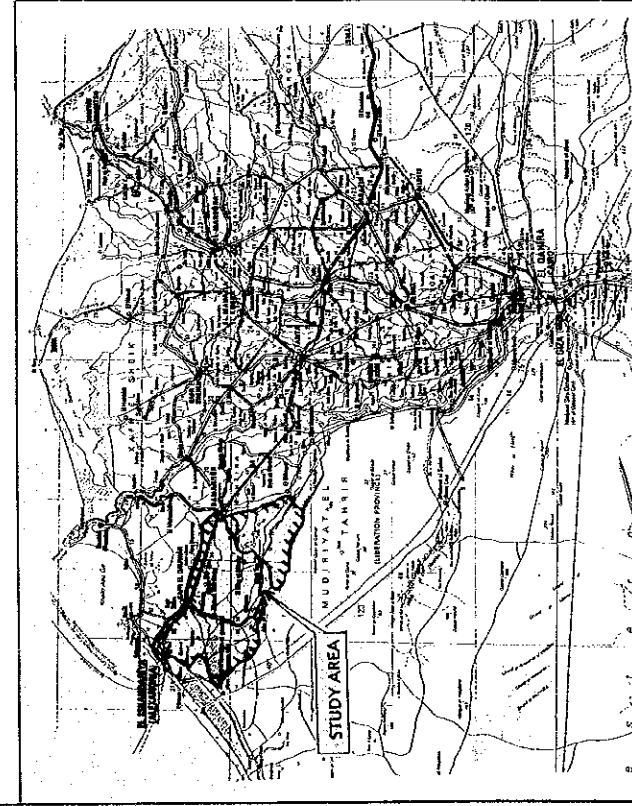


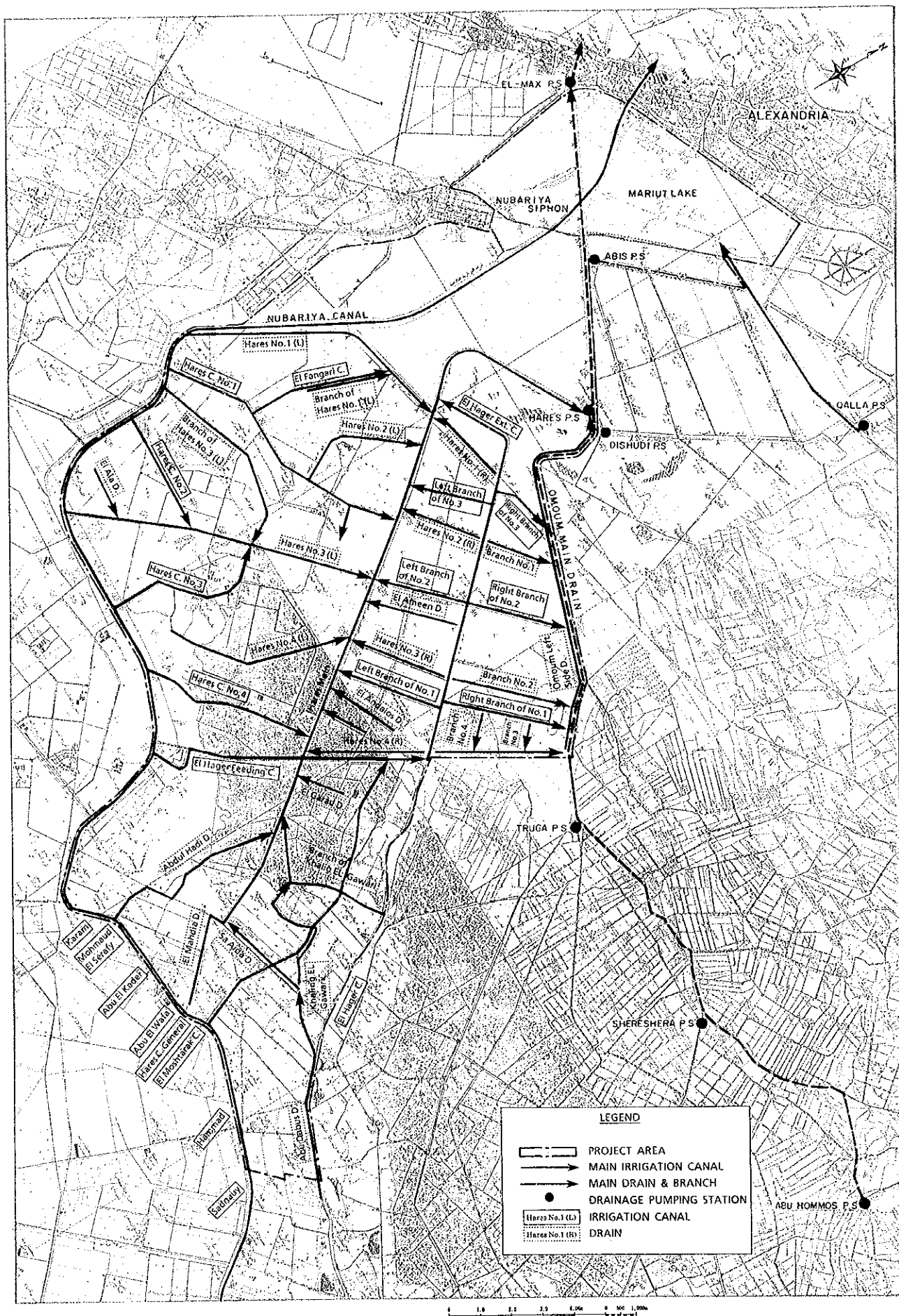
WESTERN DESERT

LANDSAT Image on the Lower Parts
of the Western Delta



才王ウム農村地域排水改良計画図





ハリス地区計画概要図

目 次

頁

序 文

伝達状

オモウム農村地域排水改良計画図

ハリス地区計画概要図

目 次	i
表の目次	viii
図の目次	viii
資料の目次	x
略語及び用語	xi

要約及び勧告

I. マスタープラン・スタディー	1
II. フィージビリティ・スタディー	21

PART-I マスタープラン・スタディー

第1章 序 論	1-1
1.1 調査の背景	1-1
1.2 調査業務の目的と範囲	1-1
1.2.1 調査の目的	1-1
1.2.2 調査の範囲	1-2
1.3 調査業務の実施	1-2
第2章 事業の背景	2-1
2.1 エジプトの経済動向	2-1
2.1.1 貿易と国際収支	2-1
2.1.2 雇用、賃金状況	2-2
2.2 国家開発計画における農業政策	2-2
2.3 西部デルタ地帯に対する国家政策	2-3
2.3.1 灌漑開発計画	2-4
2.3.2 排水改良計画	2-4
2.3.3 農業開発計画	2-4
2.4 調査地域の課題と開発の必要性	2-5

第3章 調査地域の現況	3-1
3.1 地勢及び気象	3-1
3.1.1 位置及び地勢	3-1
3.1.2 地質状況	3-2
3.1.3 一般気象及び降雨	3-2
3.2 行政及び社会経済	3-3
3.2.1 行政区分	3-3
3.2.2 人口分布	3-3
3.2.3 社会経済状況	3-4
3.3 気象及び水文	3-6
3.3.1 気 象	3-6
3.3.2 水 文	3-6
3.3.3 地下水	3-11
3.4 灌漑用水源	3-11
3.5 土壌及び土地利用	3-15
3.5.1 土 壌	3-15
3.5.2 土地分級	3-16
3.5.3 土地利用	3-18
3.6 灌漑状況	3-18
3.6.1 現況灌漑システムの概況	3-18
3.6.2 調査地域周辺の水利権	3-19
3.6.3 用水補給及び水管理	3-19
3.6.4 排水の再利用	3-22
3.7 排水状況	3-23
3.7.1 現況排水システムの概況	3-23
3.7.2 主な排水施設	3-28
3.7.3 暗渠排水の施工	3-38
3.7.4 排水施設の維持管理	3-39
3.8 農業状況	3-41
3.8.1 土地所有	3-41
3.8.2 作付体系及び耕作面積	3-41
3.8.3 作物生産	3-43
3.8.4 営 農	3-44
3.8.5 農業の機械化及び生産資機材	3-45
3.8.6 畜産及び内水面漁業	3-45
3.8.7 農業支援及び研究	3-47
3.8.8 農産物の需要と供給	3-48
3.9 農業経済状況	3-49

3.9.1	主要農産物の変動費及び所得	3-49
3.9.2	農家所得及び貧困状況	3-50
3.9.3	農産物の流通	3-50
3.9.4	農業支援サービス	3-51
3.9.5	農民組織	3-51
3.9.6	農業金融	3-52
3.10	農村社会基盤施設	3-52
3.10.1	農村給水	3-52
3.10.2	村落道路	3-53
3.11	環 境	3-53
3.11.1	調査地域の環境	3-53
3.11.2	初期環境調査	3-57
3.12	調査地域の関連事業及び調査・計画	3-57
第4章	開発の可能性と制約要因	4-1
4.1	土地及び水資源	4-1
4.1.1	土地資源	4-1
4.1.2	水資源	4-1
4.2	灌漑・排水	4-2
4.2.1	灌 漑	4-2
4.2.2	排 水	4-3
4.3	農 業	4-4
4.4	排水施設	4-5
4.4.1	排水路及び関連施設	4-5
4.4.2	排水機場施設	4-6
4.5	環 境	4-8
第5章	排水改良開発基本計画の策定	5-1
5.1	開発計画の基本方針	5-1
5.1.1	開発の目的	5-1
5.1.2	開発計画の戦略と目標	5-1
5.2	分野別開発構想	5-2
5.2.1	土地及び水資源開発計画	5-2
5.2.2	灌漑・排水計画	5-3
5.2.3	農業開発計画	5-6
5.3	排水改良計画	5-8
5.3.1	排水改良計画の代替案	5-8
5.3.2	代替案の水理解析	5-12

5.3.3	最適排水システムの選定	5-16
5.3.4	排水施設計画	5-17
5.4	排水改良並びに関連事業の段階開発計画	5-26
5.5	優先開発地区の選定	5-27
5.5.1	優先開発地区選定基準	5-27
5.5.2	優先開発地区の選定	5-28
5.6	優先開発事業の選定	5-29
第6章	環境影響調査	6-1
6.1	事業計画の概要	6-1
6.2	地域の現況	6-2
6.3	環境影響調査	6-4
6.3.1	環境に与える影響項目	6-4
6.3.2	環境予測とその評価	6-5
6.4	環境保全対策	6-10
6.4.1	環境保全目標	6-10
6.4.2	環境保全対策	6-11
6.4.3	マリユート湖の環境保全	6-18
6.4.4	環境影響評価書の作成	6-19

PART-II フィジビリティ・スタディー

第7章	計画地区の現況	7-1
7.1	計画地区の位置	7-1
7.2	地区の現況	7-1
7.2.1	地形及び地勢	7-1
7.2.2	行政区分及び面積	7-2
7.2.3	水 文	7-3
7.2.4	土壌及び土地分級	7-6
7.3	灌漑・排水の現況	7-10
7.3.1	灌漑水の供給と利用	7-10
7.3.2	排水組織及び排水状況	7-12
7.3.3	排水の再利用	7-14
7.4	現況農業	7-14
7.4.1	土地利用	7-14
7.4.2	人口、農家数及び農業労働力	7-15
7.4.3	土地所有及び代表的営農パターン	7-16

7.4.4	作付体系及び作物生産	7-17
7.4.5	畜産	7-20
7.4.6	農産物の流通	7-21
7.4.7	農業振興支援及び農民組織	7-21
7.4.8	農家経済	7-22
7.5	排水施設	7-25
7.5.1	地区内排水路及び道路	7-25
7.5.2	末端排水施設及び暗渠排水施設	7-27
7.5.3	排水機施設	7-27
7.5.4	排水施設の維持管理	7-33
第8章	開発計画	8-1
8.1	事業の目的と構成要素	8-1
8.1.1	事業の目的	8-1
8.1.2	事業計画の構成要素	8-2
8.2	最適事業規模の検討	8-3
8.2.1	検討の目的とその内容	8-3
8.2.2	計画排水面積及び流出量	8-4
8.2.3	マリユート湖の水収支	8-5
8.2.4	最適事業規模の策定	8-14
8.3	土地利用計画	8-15
8.3.1	土地利用計画の基本方針	8-15
8.3.2	土地利用計画	8-15
8.4	灌漑・排水計画	8-16
8.4.1	灌漑計画	8-16
8.4.2	排水計画	8-17
8.4.3	排水再利用計画	8-21
8.5	農業開発計画	8-21
8.5.1	作物選定	8-21
8.5.2	作物の減産防止量及び単収増加	8-22
8.5.3	作物生産量	8-23
8.5.4	営農計画	8-25
8.5.5	農業振興支援計画	8-26
8.5.6	流通計画	8-27
第9章	施設計画	9-1
9.1	地区内排水路及び道路	9-1
9.1.1	地区内排水路及び関連施設	9-1

9.1.2	管理用道路	9-5
9.2	末端排水施設及び暗渠排水施設	9-6
9.3	ハリス排水機場	9-7
第10章	事業実施計画及び維持管理計画	10-1
10.1	事業の実施	10-1
10.1.1	事業の実施機関	10-1
10.1.2	財源措置	10-1
10.1.3	建設方法	10-3
10.1.4	準備工事	10-3
10.1.5	工事管理事業所	10-3
10.1.6	コンサルティング業務	10-3
10.1.7	土地の取得及び補償	10-3
10.2	施工計画	10-5
10.2.1	地区内排水路及び道路	10-5
10.2.2	末端排水施設及び暗渠排水施設	10-7
10.2.3	ハリス排水機場	10-7
10.3	事業実施計画	10-9
10.4	維持管理計画	10-9
10.4.1	維持管理組織	10-9
10.4.2	維持管理計画	10-12
10.4.3	維持管理費	10-12
10.5	追加測量及び調査	10-13
10.6	事業のモニタリング・評価	10-14
第11章	事業費	11-1
11.1	事業費算定の前提条件	11-1
11.2	建設事業費	11-1
11.3	関連事業費	11-2
11.4	事業費及び支出計画	11-3
第12章	事業評価	12-1
12.1	序 論	12-1
12.2	経済的妥当性	12-1
12.2.1	経済評価の方法	12-1
12.2.2	農業生産費基礎価額	12-2
12.2.3	事業便益	12-2
12.2.4	経済的事業費	12-3

12.2.5	経済的内部収益率	12-5
12.2.6	感応度分析	12-5
12.3	代表的な農家の財務分析	12-6
12.4	その他の事業便益	12-7
12.4.1	計画地区における便益	12-7
12.4.2	国家社会経済的便益	12-8
第13章	優先開発事業に対する施設計画、事業実施計画及び事業評価	13-1
13.1	施設計画	13-1
13.1.1	オモウム幹線排水路	13-1
13.1.2	放水路及び住居移転計画	13-7
13.1.3	エル・マックス排水機場	13-9
13.2	事業の実施	13-14
13.3	施工計画	13-15
13.3.1	オモウム幹線排水路	13-15
13.3.2	放水路及び住居移転	13-18
13.3.3	エル・マックス排水機場	13-19
13.4	事業実施計画	13-20
13.5	維持管理計画	13-21
13.6	事業費	13-24
13.7	事業評価	13-26
13.7.1	事業便益	13-26
13.7.2	事業費	13-28
13.7.3	内部収益率	13-29
13.7.4	感応度分析	13-30
13.8	最優先事業の改修計画	13-30
第14章	ハリス地区環境調査	14-1
14.1	地区の状況	14-1
14.2	事業の概要	14-1
14.3	事業後の環境の変化	14-2
14.4	事業による環境への影響	14-2
第15章	勧告	15-1
15.1	マスタープラン・スタディーの勧告	15-1
15.2	フィジビリティ・スタディーの勧告	15-3

添付図面

表の目次

		頁
表 3-1	行政区別の人口密度 (1993)	3-3
表 3-2	排水機一覧表	3-33
表 3-3	農家経済調査による戸当たり農家経済状況	3-46
表 5-1	排水改良システム代替案の比較表	5-17
表 5-2	優先開発地区の選定評価	5-31
表 7-1	ハリス地区用水系統別面積	7-11
表 7-2	ハリス地区排水系統別面積	7-11
表 7-3	農家経済調査結果(標準家族数換算値)	7-24
表 7-4	エル・マックス及びハリス排水機の概要	7-28
表 7-5	現況エル・マックス及びハリス排水機的能力	7-29
表 8-1	オモウム幹線排水再利用計画前後の月別エル・マックス排水機場への 流出量	8-6
表 11-1	事業費	11-4
表 13-1	追加測量及び調査	13-16
表 13-2	優先開発事業の事業費	13-25

図の目次

図 3-1	調査地域の関係する郡別の人口密度(1993)	3-5
図 3-2	調査地域の水文ネット・ワーク模式図	3-8
図 3-3	7ブロックからの排水量とエル・マックス排水機場からの排水量 (1991-1994)	3-9
図 3-4	地下水調査位置及び調査結果 (I)、(II)	3-12
図 3-5	地下水塩分濃度 (EC) 測定結果	3-14
図 3-6	調査地域の土壌図	3-17
図 3-7	調査地域の用・排水組織と排水再利用計画図	3-20
図 3-8	暗渠排水布設位置図	3-24
図 3-9	1991年12月洪水湛水被害図	3-27
図 3-10	排水機の経年と運転状況	3-34

図3-11	エル・マックス排水機場の排水量と運転水位 (1991年12月～1992年1月)	3-36
図5-1	調査地域排水系統模式図	5-5
図5-2	排水システム代替案(ケース1)	5-13
図5-3	排水システム代替案(ケース2)	5-13
図5-4	排水システム代替案(ケース3)	5-14
図5-5	排水システム代替案(ケース4)	5-14
図5-6	オモウム幹線排水路水理解析結果(ケース3)	5-15
図6-1	湖水位の変動と目標水位	6-12
図6-2	オモウム排水地域のモニタリングシステム	6-13
図7-1	ハリス地区現況作付体系	7-19
図7-2	エル・マックス排水機場の排水量と吸・吐水位記録	7-30
図7-3	ハリス排水機場の排水量と吸・吐水位記録	7-31
図8-1	ヌバリヤ・サイフォン地点の水位変動(1994年、10月～12月)	8-8
図8-2	連続貯水池モデルの模式図	8-10
図8-3	マリユート湖の日平均水位(平均年)	8-12
図8-4	マリユート湖の日平均水位(計画年)	8-13
図8-5	ハリス地区計画用排水系統模式図	8-19
図8-6	ハリス地区湛水解析	8-20
図8-7	ハリス地区計画作付体系	8-24
図9-1	ハリス幹線排水路計画標準縦横断面図	9-3
図10-1	公共事業水資源省の組織図	10-2
図10-2	事業実施組織図	10-4
図10-3	事業実施工程表(優先開発地区)	10-10
図10-4	維持管理組織図(優先開発地区)	10-11
図11-1	優先開発地区の事業費の構成	11-3
図13-1	オモウム幹線排水路計画標準横断面図	13-3
図13-2	オモウム幹線排水路計画標準縦断面図	13-4
図13-3	事業実施工程表(優先開発事業)	13-22
図13-4	維持管理組織図(優先開発事業)	13-23
図13-5	優先開発事業の事業費の構成	13-24
図13-6	オモウム地域の短期排水改良コンポーネントの実施計画工程表	13-27

資料の目次

ANNEX A.	SURVEYS
ANNEX B.	METEOROLOGY AND HYDROLOGY
ANNEX C.	SOIL AND LAND-USE
ANNEX D.	IRRIGATION AND DRAINAGE
ANNEX E.	ALTERNATIVE STUDIES
ANNEX F.	AGRICULTURE AND AGRO-ECONOMY
ANNEX G.	PHYSICAL PLAN
ANNEX H.	PROJECT COSTS
ANNEX I.	PROJECT ECONOMY
ANNEX J.	ENVIRONMENT
ANNEX K.	RELATED PROJECTS AND STUDIES IN THE STUDY AREA
ANNEX L.	GOVERNMENTAL OFFICIALS INTERVIEWED BY THE STUDY TEAM
ANNEX M.	COLLECTED DATA
ANNEX N.	SPECIFICATION OF CONTRACT-BASED FIELD WORKS

略語及び用語

1) 機 関

ARC	Agricultural Research Center
DOI	Department of Irrigation, MPWWR
DOS	Department of Statistic, MALRF
DRI	Drainage Research Institute, MPWWR
EALIP	Executive Authority for Land Improvement Projects, MOALR
EEAA	Egyptian Environmental Affairs Agency
EPADP	Egyptian Public Authority for Drainage Projects
ERI	Environmental Research Institute
ETP	East Treatment Plant
FAO	Food and Agricultural Organization of the United Nation
FIDD	Field Investigation and Design Department
HAD	High Aswan Dam
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development
IMF	International Monetary Fund
IIP	Irrigation Improvement Project
JICA	Japan International Cooperation Agency
LIA	Land Improvement Authority
MED	Mechanical and Electrical Department, MPWWR
MALRF	Ministry of Agriculture, Land Reclamation and Fishery
MOIC	Ministry of International Cooperation
MPWWR	Ministry of Public Works and Water Resources
NID	Nubariya Irrigation Directorate
PPD	Project Preparation Department
SWRI	Soil and Water Research Institute
UNDP	United Nations Development Programme
USAID	United States Agency for International Development
USDA	United States Department of Agriculture
WTP	West Treatment Plant
WRC	Water Research Center
WUA	Water User's Association

2) その他の用語

BOD	Biological Oxygen Demand
CIF	Cost, Insurance and Freight
COD	Chemical Oxygen Demand
EC	Electrical Conductivity
ECe	Electrical Conductivity of Saturated Soil Extract
EIRR	Economical Internal Rate of Return
ESP	Exchangeable Sodium Percentage
FIRR	Financial Internal Rate of Return

F/S	Feasibility Study
GNP	Gross National Product
GDP	Gross Domestic Product
LE	Egyptian Pound
M	Million
M/P	Master Plan
MPN	Most Probable Number
MSL	Mean Sea Level
O & M	Operation and Maintenance
SAR	Sodium Absorption Ratio
S/W	Scope of Work
TDS	Total Dissolved Salts
WMP	Water Master Plan

Study Area
(調査地域) Objective area for Master Plan Study on Farmland Environmental Improvement Project in Omoum Area covering drainage area of 180,710 ha (430,260 feddan)

Project Area
(計画地区) Prioritized development areas, which have been selected through the Master Plan Study mentioned in the above, and Feasibility Study on the areas has been conducted. The Project Area consists of two types of areas, Priority Development Area and Priority Development Project.

The former corresponds to Hares Area with drainage area of 26,600 ha (63,330 feddan), and the latter consists of improvement works of Omoum main drain, discharge-channel and El-Max pumping station.

3) エジプトの用語

Governorate	Province
District	District
Local Unit	Local Unit
Sheyakha	Village
Ezba	Small Village

4) 度量の単位

mm	millimeter
cm	centimeter
m	meter
km	kilometer
sq.cm	square centimeter
sq. m	square meter
sq. km	square kilometer

feddan	unit of land measurement (= 0.42 ha)
l, lit	liter
me	milliequivalent per liter
cu.m	cubic meter
MCM	million cubic meter
BCM	billion cubic meter
lit/sec	liters per second
m/sec	meters per second
ppm	parts per million
pH	potential of hydrogen
EC	electric conductivity
mS	milli siemen
mg	milligram
g	gram
kg	kilogram
ton, t	metric ton
sec	second
min	minute
hr.	hour
min.	minimum
max.	maximum
%	percent
No.	number
°C	degree centigrade
Cl	chlorine
HP	horse power
ET	evapotranspiration
N	nitrogen
P	phosphate
K	potassium
LE	unit of Egyptian currency
US\$	US Dollar = LE.3.374 (July 1994)

要約及び勧告

オモウム農村地域排水改良計画概要表

マスタープラン調査			フィージビリティ調査			
1. 調査地域/計画地区						
位置	: ベヘイラ及びアレキサンドリア州		アブエル・マタミール及びカフルエル・ダワール郡(ベヘイラ州)、アメリカ区(アレキサンドラ州)			
集落数	: 96*		15*			
戸数	: 218,590 戸		16,600 戸			
農家戸数	: 79,070 戸		11,000 戸			
人口	: 1,138,000 人 (664 人/sq.km)		95,840 人 (360 人/sq.km)			
* 未組織の10集落を含む						
2. 面積						
排水面積	: 180,710 ha (430,260 fed)		26,600 ha (63,330 fed)			
耕地面積	: 171,300 ha (407,860 fed)		22,650 ha (53,920 fed)			
3. 主要作物						
冬作	: 小麦、ベルシーム、野菜		小麦、ベルシーム、野菜			
夏作	: とうもろこし、綿、水稻		とうもろこし、綿			
4. 灌漑用水源						
用水路	: モハムディア幹線用水路 ヌバリヤ幹線用水路		ヌバリヤ幹線排水路			
5. 排水計画						
排水ブロック	: 7 ブロック		ハリスブロック及びマリユート湖			
計画降雨(mm)	: 67 (3 日)		67 (3 日)			
エル・マックス排水機地点の 計画単位排水量(cu.m/fed/日)	: 41		41			
年平均流出量(MCM)						
排水再利用前	: 2,707		2,707			
排水再利用後	: 1,750		1,750			
6. 計画排水施設						
排水ブロック	排水機場	オモウム 幹線排水路	暗渠排水	排水機場	地区内 幹線排水路	暗渠排水
	(cu.m/s)	(km)	(ha)	(cu.m/s)	(km)	(ha)
カラ	: 8.8		5,000	-	-	-
アビス	: 5.6		3,210	-	-	-
ハリス	: 30.0	24.0	22,440	30.0	24.0	22,440
デシューディー	: 16.0		13,030	-	-	-
トルガー	: 36.0		26,440	-	-	-
シェリシュラ	: 40.0		4,510	-	-	-
アブホモス	: 16.0		-	-	-	-
エル・マックス排水機場	: 150.0	-	-	150.0	-	-
オモウム幹線排水路	: -	10.0	-	-	10.0	-
放水路	: -	0.6	-	-	0.6	-
マスタープラン調査			フィージビリティ調査			
7. 事業費(百万LE)						
調査地域(オモウム地域)	1,649.0		-			
優先開発地区(ハリス地区)	-		271.1			
優先開発事業(オモウム幹線排水路、 放水路及びエル・マックス排水機改修 工事)	-		198.2			
	1996-2006		-			
8. 事業実施計画						
調査地域	-		1996-2002			
優先開発地区及び事業						
9. 事業評価(EIRR, %)						
	-		19			
優先開発地区	17		-			
優先開発事業						

要 約

1. 序 論

1.1 調査の背景

エジプトの農業は1970年のアスワン・ハイダム完成後、通年灌漑が実現し、年二作が可能となり、それと平行して農業生産可能地も飛躍的に拡大した。しかし、過剰灌漑並びに排水不良により、地下水位が上昇し土壌の湿潤化及び塩類集積の問題を引き起こす原因となっている。

特に、本調査の対象地域であるナイル・デルタ北西部は、すぐ北側に地中海を控え従来より地下水位が高い上に、不十分な水管理体制並びにポンプや排水路等の施設の老朽化による排水不良から、農地の湿潤化、土壌の塩類集積化が深刻化しており、農業生産性の低下等が大きな問題となっている。

このような状況にかんがみ、エジプト国政府は1992年5月、我が国政府に対し、オモウム農村地域排水改良計画の策定にかかる技術協力を要請してきた。

エジプト国政府の要請を受け、日本政府は上記計画にかかわる技術協力の実施を決定した。国際協力事業団(JICA)は、本調査の実施細則(S/W)に従い調査団を派遣し、エジプト政府の公共事業水資源省、排水事業庁(EPADP)の協力を得て、1994年7月から調査を実施した。収集資料及び検討結果はすべて本報告にとりまとめた。

1.2 調査の目的

本調査の目的は、ナイル・デルタ北西部のベヘイラ州に位置するオモウム地域約18万haを対象として、排水システムの整備による農村環境改善を主として排水改良計画策定にかかるマスタープラン調査を実施し、選定された優先開発地区及び事業についてフィージビリティ調査を実施することである。

1.3 調査の範囲

本調査は3年次にわたって実施される。各年次の調査範囲は次の通りである。

第1年次: 国内事前準備作業(インセプションレポートの作成)

第2年次: フェーズ I 現地調査及び国内作業 (マスタープラン調査)

フェーズ II 現地調査 (フィージビリティ調査)

第3年次: フェーズ III 国内作業から最終報告書作成まで

フェーズI調査では、オモウム農村地域排水改良計画(マスタープラン・スタディー)を策定するとともに、フィージビリティ調査を目的とする優先開発地区及び事業を選定した。一方、フェーズII調査では、上述の選定された優先開発地区及び事業のフィージビリティ調査を1995年1月下旬から実施した。

2. 事業の背景

2.1 国家開発計画における農業政策

農業はエジプト経済の重要な産業部門であり、GDPの15%、雇用の33%、農業関連第1次産業の生産物の39%をそれぞれ占めており、労働力雇用の大きなシェアとなっている。1990年以前の農業政策は、中央政府による統制作付け農業が実施されてきたが、近年は、米、綿、とうもろこし等の主要産物を含め自由作付けに移行してきている。

2.2 西部デルタ地帯に対する農業政策

調査地域を含む西部デルタ地帯は、農業生産の増加に重要な役割を果たしている。エジプト政府が掲げている西部デルタ地帯開発の3大目標は、灌漑開発、排水改良、及び農業開発である。

- 灌漑開発 : 西砂漠新規地域への水資源の開発のために、灌漑システムの水管理の改善を図ると共に排水の再利用
- 排水改良 : 暗渠排水の設置により、地下水位の低下を図り農地の湿潤化及び塩分集積による土壌の劣化の防止
- 農業開発 : 生産性の高い農産物の多様化の導入、農業支援及び農業組織の強化、試験・研究及び普及体制の強化

2.3 調査地域の課題と開発の必要性

調査地域は、以下に述べる厳しい農業問題に直面している。このため、地域の排水改良を中心とした農村環境整備が緊急かつ重要な課題である。

- 排水路及び地下水水位の上昇による作物生産への悪影響
- 不適切な灌漑用水管理
- 排水施設の老朽化

- 農民組織及び農業支援体制の不備
- マリユート湖の水質劣化
- 未整備な農村環境

3. 調査地域の現況

3.1 位置及び地勢

調査地域は、カイロから約 220 km 北西デルタのベヘイラ及びアレキサンドリア州に位置する。本地域はナイル川のもたらす肥沃なシルトの堆積によって形成された地形勾配 1/10,000 ~ 1/30,000 の低平な農業地帯で、南北約 70 km、東西 30 km の広がりをもっている。標高は南部で海拔 6 m、北部で (-) 3.5 m で地域の約 41% が平均海面下である。

3.2 調査地域の面積

地区の70%が耕地で、稲、綿、とうもろこし等の農産物が栽培されている。調査地域の集水面積はマリユート湖及び地区内の7排水ブロックからなり、180,710 ha (430,260 feddan) である。

3.3 地質

地域の地質は、ほぼ全域にわたり第4紀に形成された堆積層から成っている。第4紀下層堆積層の厚さは700 mを越えている。表層の厚さは50 cm以下であり、表層及び表層に近い層の地質は、比較的単純な構造を形成している。

3.4 一般気象

調査地域の気候は地中海性気候に分類され、平均気温は1月の14℃から7、8月の27℃まで変化する。湿度は49%~83%と高い。年平均降雨量はアレキサンドリア市で約200 mm、ダマンフルで約110 mmでその大部分は10月から3月に集中している。

3.5 人口

調査地域内の人口は、約1,138千人、戸数約219千戸と推定される。平均家族規模は5.2人、年間人口増加率は3.8%、人口密度は664人/sq.kmである。地域内の農家戸数は約79千戸で全戸数の36%を占めている。

3.6 水文

地域の水文状況を代表する主な要因は、モハムディア及びヌバリア用水路、オモウム幹線排水路、マリユート湖及び地中海である。オモウム幹線排水路は、現在マリユート湖及び

ヌバリヤ用水路と平面交差をしており、マリユート湖の漁業・舟運上の水位確保及び水質浄化のための水量補給の役割を持っている。

マリユート湖を除く全排水流域 171,300 ha (407,860 feddan) からの平均流出量は 2,443 MCM (1,426 mm/m²) である。

3.7 排水の再利用

農地の排水改良と並行して実施されているもう一つの課題は、排水の再利用計画である。現在、年間 570 百万 m³ の排水が 5 ヶ所の揚水機場によって用水路へ還元されている。この排水の再利用計画は、限られた水源水量、拡大する水需要、水の有効利用対策として今後ますます増加していくものと思われる。しかし、排水の再利用は、水量、水質の両面で利用上の制約を受けている。

3.8 地下水

フェーズ I 及びフェーズ II 調査期間に調査地域内の約 100 ヶ所の地点で地下水調査を行った。その結果、暗渠排水施設が設置されていないハリス、アビス及びデシュューディー地区の地下水位は、地表下 0.2～1.2 m の位置にあり比較的高い。また、暗渠排水施設が設置されているシェリシェラ、アブホモス地区でも地下水位は全般に高く 1.1 m 前後となっている。地下水の塩分濃度は 1.0 から 7.5 mS/cm の範囲であるが、4.0 mS/cm 以上の高い塩分濃度を示す地区も広い範囲で見られる。

3.9 土壌及び土地利用

本地域の土壌は、かつてマリユート湖の湖底であった下流部の湖成沖積土とナイル川の沖積土、及び西部砂漠地区での固結岩の風化土・風積の砂質土の 3 タイプよりなる。表土は風積土壌を除いては、粘土含有量が 40 % 以上の粘質土壌の土地が多い。1960 年代に実施された土壌調査資料によれば、地域内の可耕地面積 (1～4 等級地) は 62 % しかなく、この内 1, 2 等級地 (土壌塩分濃度 0～8 mS/cm) は 18 % を占めるのみである。土地分級基準の主要な指標は、地下水位と土壌塩分濃度であり、農地の生産性を高めるためにその改善が望まれる。

現況の土地利用は、耕地 124,210 ha (73 %)、耕作放棄地 8,510 ha (5 %)、非農用地 38,580 ha (22 %)、また耕地の内訳は、一年生作物作付耕地 97,310 ha (78 %)、果樹園 15,820 ha (13 %)、短期休閑地 11,080 ha (9 %) となっている。

3.10 灌漑状況

調査地域の用水はナイル川を水源とし、用水系統は大きく 3 つに区分される。即ち、地域の西側の境界となっているヌバリヤ用水路、東側の境界となっているモハムディア用水

路、及びカンダック水路である。グロスの用水系統面積は、全体で171,300 haで、上記3系統の各受益面積は、それぞれ92,880 ha (54%)、61,550 ha (36%)、及び16,870 ha (10%)である。

最大灌漑用水量は夏期(6月)の7.1 mmであり、ヌバリア水系は5日灌漑10日間断、モハムディア水系では、5日灌漑5日間断のローテーション灌漑を行っている。圃場への取水は用水路水位が圃場地盤高より低いため、支派線用水路から、サキヤ(畜力による水車)や小型揚水機で行われている。主要用水源であるヌバリア及びモハムディア系統の計画必要水量に対する取水率は、それぞれ81%、105%となっており、ヌバリア水系ではほぼ年間を通じ用水量が不足している。

3.11 排水状況

調査地域の流域は、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。各ブロックには排水機場が設置されており、主として地区内の地下水位を低く保ち圃場からの排水を行っている。一方、オモウム幹線排水路の下流端には、エル・マックス排水機場が設置されており、上述の7排水機場からの排水を地中海に排出している。計画当初は、オモウム幹線排水路はマリユート湖と分離されていたが、近年マリユート湖の水質悪化に伴い、オモウム幹線排水路の堤防は開削され、それぞれの水位は同一水位となっている。

このような状況は、オモウム幹線排水路の水位を上昇させる結果となり、農地の湿潤化及び塩類集積による土壌の劣化が大きな問題となっている。このため、オモウム幹線排水路をマリユート湖及びヌバリヤ用水路と分離し、オモウム幹線排水路の水位を当初計画の水位まで下げたい意向が農業側から出ている。

マリユート湖の水位:	現況	(-)2.70 m ~ (-)2.80 m
	農業側要求	(-)3.25m
	漁業側要求	(-)2.40m

これら排水機場の最大排水時期は、エル・マックス排水機場では冬期に、他の地区内排水機場では夏期の終り(8~10月)にそれぞれ発生している。これはエル・マックス排水機場は冬期の降雨流出により、また地区内排水機場は、綿、稲の収穫期前後に圃場及び用水路に貯留した用水の落水による影響が大きいものと考えられる。

1991年12月の雨(167 mm/月)により、アビス、ハリス、デシューデイ、トルーガ等の地区下流部は、湛水被害を受けた。湛水期間は1~2週間で、一部には湛水深が40 cmを超えるところもあって、農作物に大きな被害を与えた。またこのとき、マリユート湖の水位は最高(-)1.86 mまで上昇し、オモウム幹線排水路の下流部では堤防からの溢水により低位部の

一部が湛水した。この洪水は、流入する大量のゴミ、水草によりエル・マックス排水機場が運転を阻害され、またオモウム幹線排水路は断面の不足に加え、水路底の堆砂や水草による流積の減少、通水阻害等によってその能力を発揮できなかったためと思われる。

3.12 排水施設状況

地下水位を制御するための暗渠排水施設は、調査地域の上流部を中心に地域内の約 44% の地区で実施されている。しかし、一部の地区では、暗渠排水布設の効果が十分現れていない報告も出されている。その原因としては、地区の土質から見て、暗渠排水施設の布設密度が低いことが考えられる。また、オモウム幹線排水路の水位は、マリュート湖の漁業保全のため当初計画に比べ高く設定されている。このことが地区内の暗渠排水効果を低下させている。

地区内排水路は土水路であり、地形が平坦で水路勾配が緩く、流速も遅いため、堆砂や水草の繁茂により流れが妨げられている。排水路の現況能力は一般にポンプ能力に対し小さく、遊水池を持たない地区内排水機場では、水がついてこない現象が生じている。とくに、ハリス地区は土壌の排水性が悪く塩分濃度が高い上、排水路密度が低く、また、暗渠排水が未施工であること等の理由によって、排水不良による障害が大きい。また、カラー排水路はアレキサンドリア市からの都市下水を排水しているが、ヘドロの堆積のため、吐水位が高く堤防溢水の危険性がある。

オモウム幹線排水路の計画流量は、地区内水路及びポンプの排水量に比べ小さく、また堆砂、法面の崩壊による断面不足が見られる。オモウム幹線排水路がヌバリヤ航路を横断するカ所に設けられているヌバリヤ・サイホンは、サイホン付近で幹線排水路堤防の開削や土砂の堆積により、その機能と能力が失われている。幹線排水路下流端の鉄道橋付近は、通水断面の不足と橋脚による流水の乱れが観測されている。また、エル・マックス排水機場から地中海への放水路は、両側に民家が迫り、一部護岸工があるものの断面の不足で流速が速く水路の浸蝕が危惧されている。

地区内の排水機場のポンプ運転実績からみて、ハリス、デシュューディ及びトルーガ排水機場は排水容量が不足している。ポンプの運転は、吸・吐水位の確認、ポンプ、ゲート操作を含め総べて手動によって行われている。施設の維持管理はよく行われているが、排水機は原則として 24 時間長時間運転されるため、機器類の磨耗が激しく、また交換部品の調達など維持管理に苦労している。地区内の排水機場の機器のほとんどは 4、5 年前に更新されたが、ハリス機場は設置後 27 年を経過し施設の老朽化が進んでいる。電力事情は量的・質的にも 4、5 年前より改善され、現在停電による運転停止はほとんど生じていない。

エル・マックス排水機場の現在の計画排水量は、地区全体のポンプ排水量より小さく、マリユート湖の調節能力が無い場合には容量不足となっている。エル・マックス第1排水機場は、設置後31年が経過し施設の老朽化が進み、交換部品代等の維持管理費が多くなっている。

3.13 排水施設の維持管理

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。

維持管理状況

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。掘削された土砂は、排水路に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で、また狭い排水路ではバックホーで行っている。

排水機については、エル・マックス管理事務所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つては、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である。

維持管理費

調査地域に対する1993年度(1993年7月から1994年6月)のEPADPとMEDの維持管理費は、EPADPが3,898千LE、MEDが10,917千LE、合計14,815千LEとなっている。単位面積当

たりの維持管理費は、73 LE/ha(31 LE/feddan)となる。これらの維持管理費は全額政府によって支払われており、農民からの費用の徴収(例えば排水費)は行われていない。

3.14 農業の状況

エジプトの農業は、各種の農地改革によって自作農の割合は増えている。調査地域内の農家数は約79,070戸で、このうち自作農家は59,450戸(75%)でその所有規模は平均1.6 haである。耕地は、水稻、綿、野菜及びオレンジ等による2年及び3年輪作で1年生作物は冬作、夏作とも100%作付されている。主要作物の作付け(耕地面積を100%とする)は、冬作では小麦(28%)、豆類(5%)、ベルシーム(40%)、野菜(8%)であり、夏作では綿(22%)、とうもろこし(28%)、水稻(20%)、野菜(11%)、果樹(13%)となっている。

作物の収量は全国平均や州レベルと比べ低く、高い地下水位と土壤塩分濃度が原因と考えられ、特にハリス及びトルーガー地区は作物の生育が悪い。暗渠排水布設による収量の増加率は現況で、綿で10%、小麦及び米等の穀類で3~4%となっており、計画増収ポテンシャルの5~25%と比べて低い。このことは、暗渠排水布設の効果が十分発揮されていないと考えられる。

農業の機械化は進みつつあり、ほとんどの作物の植付け準備作業と小麦、水稻の脱穀作業は機械によっている。農業機械の使用状況は、トラクターが12戸に1台、脱穀機が6戸に1台の割合で普及している。

3.15 農家経済状況

主要農作物の所得、費用及び純益では、綿は水稻やとうもろこしに比べ純益が大きい。エジプト全体の農村部の平均所得は年間LE 3,500である。一方、オモウム地域の農家所得はプロジェクトがない場合LE 2,535、プロジェクト実施後はLE 6,922となる。農産物の出荷は、農協あるいは地方市場を通して行われるが、流通事情は全般的に悪い。

3.16 農業支援組織

各種の農業支援組織によって圃場の改良、改良種子の供給、農業技術普及、及び農業機械サービス等の農業支援が行われている。農業協同組合は村単位で組織され、種子、肥料、農薬を補助金による低価格で供給している。また、金融の仲介も行っている。そのほか、土地改革共同組合、灌漑利用組合、排水利用組合等の農民組織が設立されているが、それらの支援体制はまだ十分機能を発揮していない。

3.17 内水面漁業

マリユート湖を漁場とする内水面漁業者は約5,600人、年間漁獲高は約3,400 tonsであり、ティラピアがその74%を占めている。漁獲高はマリユート湖の水質悪化に伴い一時期減少したが、1992年以降上向きとなっている。これはオモウム幹線排水路からマリユート湖への水質浄化水の補給効果が現れていると考えられる。

3.18 農村社会基盤設備

地域住民への給水はベヘイラ給水公社が管理し、ダマンフル、アブホモス及びヌバリア浄水場によって供給されている。農村部の給水は集落に設置された共同水栓により、地域住民の90%がその恩恵を受けている。1人当たり平均消費量は150lit/日であるが、農村部では50~70lit/日である。

地域内の道路の建設・管理はベヘイラ道路交通局が管轄している。ベヘイラ州の道路の延長は1,588kmで舗装率は48%である。一方、村落間の連絡用道路となっている農道は、幅員も狭く密度も小さい。将来の機械化に合わせ道路の整備が必要である。

3.19 環境

調査地域内の環境、特に水質について、オモウム幹線排水路及びマリユート湖の20カ所で採水を行い水質分析を行った。マリユート湖へ流入している水路の内、オモウム幹線排水路、ヌバリア用水路の水質は比較的良好であるが、都市下水を含むカラー排水路、西部都市下水路は栄養塩類、沈殿物を含み非常に汚染されている。

マリユート湖の水面積は、この40年間に干拓により従来の24%に縮小している。現在、アレキサンドリア市の污水(第1次処理後)を受け、汚臭・ヘドロにより景観と共に水質は著しく悪化している。このため、マリユート湖の水質保全のため、オモウム幹線排水路から農業排水が補給されている。従って、オモウム幹線排水路からの排水の導入は、漁業面のみならずマリユート湖の浄化・保全のためにも必要である。

オモウム地域排水改良計画事業により誘導される環境項目は、初期環境調査(IEE)から、次のようにリストアップされる。

- 社会環境: マリユート湖の状況や水位に著しい変動がある場合、漁業に関する経済活動に係わる変動、あるいは職業並びに就業機会の変動(減少)、水利権、漁業権の調整・調停の必要性等
- 自然環境: 地表水並びに地下水の水文量に対する影響・変動、内水面漁業に対する支障、水質の汚染または悪化、富栄養化の進行等

3.20 関連事業及び調査・計画

調査地域に関連する事業及び調査・計画として、以下の事業及び調査・計画が進められている。

関連事業及び調査・計画	実施機関
暗渠排水開発事業	公共事業水資源省、EPADP
ベヘイラ農村開発計画	農業省
基幹管理システム事業計画	公共事業水資源省
ハリス暗渠排水パイロット事業	公共事業水資源省、DRI
排水再利用モニターリング事業	公共事業水資源省
オモウム幹線排水再利用計画	公共事業水資源省、EPADP
バラクター地区灌漑事業	公共事業水資源省、灌漑局
モハムディア灌漑改良事業計画	公共事業水資源省、灌漑局
西ヌバリヤ地区農業生産拡大計画	公共事業水資源省、灌漑局

4. 開発の可能性と制約要因

調査地域約 180,710 ha に対する排水改良の開発の可能性並びにその制約要因は、土地・水資源、灌漑・排水、営農・栽培、排水施設、環境の観点から以下のように要約される。

4.1 土地及び水資源

- 1960年代に実施された土壌調査資料における土地分級によると、1～4級地の耕地率は全耕地の62%に過ぎずこの状況はその後も十分改善されていない。耕作可能であるが高土壌塩分、高地下水位のため、耕作されていない5級地はハリス及びトルーガ地区に多い。
- 高土壌塩分、高地下水位は作物の収量及び農作業の効率を低下させる。
- 土地利用の高度化を図るためには、排水システム、暗渠排水等排水改良が必要である。
- エル・マックス排水機により地中海に放出される年間約2,500MCMの水源の利用(排水の再利用)については、その水量及び水質に限度がある。

4.2 灌漑・排水

- 不十分な用水管理並びに用水施設の不備のため、用水量の損失が大きく、排水量の増大を招いている。
- 受益者の水利用に対する認識・経験不足等により過剰取水を行っており、末端圃場での用水不足を引き起こしている。
- マリユート湖とオモウム幹線水路の統合により、幹線排水路の水位が当初計画より高くなっている。このことが、地区内の排水不良の原因となっている。
- 暗渠排水の未整備及び布設された暗渠排水設備の不備(布設、維持管理)

4.3 営農・栽培

- 気候並びに市場性に恵まれた地域特性を活かし、暗渠排水の効果により作物の多様化と集約的農業の展開による農業発展の可能性が高い。
- 一方、暗渠排水施設の未整備地区であるハリス及びトルーガ地区では、土壌が悪く、地下水位が高いため、農業の生産性は低く粗放的農業を強いられている。
- 適切な作物の選定並びに導入作物の多様化、農業支援体制の強化、農民レベルでの灌漑・排水管理等の研究・訓練の強化が必要である。

4.4 排水施設

- オモウム幹線排水路及び地区内幹・支線排水路の維持管理の不備(堆砂、水草)
- オモウム幹線排水路及びエル・マックス排水機場下流放水路の能力不足
- オモウム幹線排水路の堤防の老朽化
- スバリヤ・サイホンの有名無実化、及び鉄道橋付近の断面の狭小化
- エル・マックス第1及びハリス排水機場の施設の老朽化
- エル・マックス、ハリス、デイショーディ及びトルーガ排水機場の排水容量不足
- マリユート湖での漁業及び水質保全を考慮した、水位並びに湖への補給量確保

4.5 環境

- マリユート湖の環境保全のためには、汚染者負担の原則の義務化
- マリユート湖での漁業のための水位及び水質の補償
- マリユート湖の自然景観を考慮した環境整備
- 排水改良計画との整合性

5. 排水改良開発基本計画の策定

5.1 開発計画の基本方針

開発の目的と戦略・目標

第3次5ヵ年計画で述べている農業政策に準じ、上述の開発制約・阻害要因を除去するため、以下の開発計画を策定する。

- 排水改良計画

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ほか各種水路、排水機場、暗渠排水設備の改修・建設

- 水源の開発と灌漑水管理の改善計画

地域内の灌漑水源の確保及び灌漑用水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源開発の可能性を検討し、水源の有効利用を図ると共に、適切な水管理計画の策定

- 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

- 農村環境改善及びマリユート湖環境保全計画

農村給水、村落道路等の整備計画の策定。マリユート湖の水質保全のための適切な湖水位の確保、水量補給、自然環境保全のための法規制等の勧告

5.2 分野別開発構想

土地及び水資源開発

高い土壌塩分濃度及び高い地下水位のため、耕作されていない土地が相当見られる。これらの土地の高度利用並びに耕地化の促進のためには、暗渠排水施設を設置し、灌漑水による除塩(リーチング)が必要である。さらに、末端圃場レベルも含めた排水改良と圃場条件の改良(レベリング、深耕、石膏の利用)も併せて行う必要がある。

地域内の水資源開発として、現在、排水の再利用計画が進められている。その最大の規模はシュレシュラ地区のオモウム・ドレイン計画(オモウム幹線排水再利用計画)であり、現在揚水機の建設が進められている。この施設が完成すると、地域内の排水再利用率は73%となり、排水の再利用としてはほぼ限界に達すると思われる。排水の再利用は、ミキシング後の塩分濃度を平均700 ppm(2,000 ppmの排水と300 ppmのヌバリヤ用水を1:3.5の割合で混合)としているが、将来このミキシング濃度をある程度まで高めることにより、より一層の排水再利用が可能である。この場合、塩分濃度に合わせた作物選定に十分な検討が必要である。

灌漑・排水

灌漑については、灌漑用水源の有効利用を図るため、最適灌漑方法並びに配水方法の選定、用水の搬送・管理ロス軽減のため用水路のライニング、または水路のパイプライン化の導入、過剰灌漑対策と夜間の無効放流の改善のため、ゲート操作等の管理の強化等の対策が必要である。

排水については、地域の開発並びに暗渠排水の設置等により排水量が増大することが考えられる。このため、これらの諸要因を考慮した単位排水量の基準化が必要である。また、

暗渠排水の有効的な効果発現を期するため、暗渠排水施設の吸水間隔及び埋設深等の最適な排水施設設置基準の策定が急務となっている。

排水施設の改良

ハリス、ディシューディ及びトルーガ地区では単位排水量の増加に伴い、計画排水量が現況に比べ10～30%増加する。その結果、オモウム幹線排水路及びエル・マックス排水機場の計画排水容量は150.0 cu.m/secとなる。これに伴い、容量不足となるオモウム幹線排水路及びエル・マックス排水機場、さらに上記地区内の排水路及び排水機場の容量アップが必要である。

オモウム幹線排水路及び地区内の管理水位を当初計画の水位に低下させ、排水状況を改良する必要がある。また、圃場排水状況の改良対策として、暗渠排水未施工地区の暗渠吸水管の布設密度を高める必要がある。

農業開発計画

土地の高度利用及び耕地化によって農業生産を高めるためには、末端も含めた排水改良事業及び土壌改良事業の実施、水管理システムの改善、さらに農民の排水維持管理組織の設立・強化等を総合的に実施する必要がある。また、農業技術の導入・開発、栽培営農指導のための研究、農業支援組織の設立・強化を図る必要がある。

この農業開発を実施した場合、冬作及び夏作の1年生作物がそれぞれ100%の作付率で年間200%の作付がなされる。この場合、冬野菜及び夏野菜の作付面積は現況の作付面積の50%増となる。本事業の実施による作物単収増加については現況単収の5～25%増を見込む。但し、暗渠排水の施工済地区の作物単収増は、これらの地区の地下水位が十分下がっていないので暗渠排水未施工地区の50%と見込まれる。この結果、年間作物延作付面積及び作物生産量が現況のそれに比べそれぞれ23%と37%増加して、248千haで4,575千トンとなることが見込まれる。

5.3 排水改良計画の代替案及び最適案の選定

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、農業、漁業、就航及びマリユート湖の水質保全等の要因を考慮して、技術的に可能な4ケースの比較案を作成した。これらの各ケースについて技術性、経済性、維持管理性、マリユート湖の環境等の観点から総合的に比較検討した。その結果、最適排水システムとして、農業、漁業及び就航サイドのそれぞれの要求を満足させ、かつ経済性の高いケースー3(オモウム幹線排水路をマリユート湖から分離する案)を本計画案として選定した。なお、マリユート湖の環境面への変化に対しては、別途必要な対策を行う必要がある。

以下に各比較案の検討概要を示す。

ケース	湖水位	オモウム 排水路水位	農業	漁業・舟行	航行	湖の環境	経済性	備考
1	(-)2.70 m	(-)2.70 m	不利	可	可	可	不利	現況案
2	(-)2.40	(-)3.25	良	良	良	良	不利	2段排水案
3	(-)2.40	(-)3.25	良	良	良	不可	可	分離案
4	(-)2.40	(-)3.25	良	良	良	不可	不利	完全分離案

選定されたケースー3におけるオモウム幹線排水路(エル・マックス排水機場の吸込側)及びマリユート湖の計画水位は以下のとおりである。

- オモウム幹線排水路水位 : (-) 3.25 m
- マリユート湖水位 : (-) 2.40 m

5.4 排水施設計画

選定された最適排水システムに対する排水施設の改修、新設について以下に述べる。

- 排水機場の新設、増設
 - エル・マックス第1排水機場の改修 : 排水量 14.6 cu.m/s×7台 (1台は予備)
 - ハリス排水機場の改修 : 排水量 7.5 cu.m/s×5台 (1台は予備)
 - デシューディ排水機場の増設 : 排水量 4.0 cu.m/s×1台
 - トルーガ排水機場の増設 : 排水量 4.0 cu.m/s×1台
- オモウム幹線排水路の改修
(マリユート湖分離堤の建設) : 最大排水量 150.0 cu.m/s
: 延長 L=10 km、底幅 B=55 m
- エル・マックス排水機場下流放水路
: 最大排水量 150.0 cu.m/s
: 延長 L=1km、底幅B=20 m
- 地区内幹・支線排水路の改修 : 延長 L=700 km
- 暗渠排水の布設 : 布設面積 A=74,600 ha

注: エル・マックス及びハリス排水機場の排水量には、予備機を含む。

5.5 優先開発地区及び優先開発事業の決定

優先開発地区の選定に当たっては、現地調査及びエジプト政府関係者と協議を行い、選定基準として、上位計画との整合性、地域住民の要望に対する充足度、農家の所得水準の向上と雇用機会の創出、事業規模便益、及び事業評価等の要因を考慮し選定した。

検討の結果、優先地区としては、i) ハリス地区の排水機改修及び暗渠排水施設の設置は、エル・マックス第1排水機場の改修と共にEPADPにおいても優先度が高いこと、ii) 社会基盤施設、生活環境が他地区に比べ厳しい状況にあり、暗渠排水が未整備で排水改良に対する住民の熱意が強いこと、iii) 事業実施による経済波及効果が大きいこと、さらにv) 事業実施による事業評価が妥当(内部収益率17%)であること等の理由によりハリス地区を選定した。

一方、オモウム農村地域の排水改良を行うためには、ソフト面の用排水の管理の改善と共に、ハード面では排水機場、オモウム幹線排水路、地区内幹・支線排水路、末端排水施設、暗渠排水施設等の整備・改善が必要である。特に、エル・マックス排水機場とオモウム幹線排水路及び放水路の改修は、優先開発事業として緊急的に改修の必要がある。このため、これら三つの主要排水路施設の改修を優先開発事業として選定した。

選定された優先開発地区及び事業は、フェーズII調査で実施するフィージビリティ・スタディーの対象地区となる。

5.6 開発基本計画(マスター・プラン)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施設の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し、以下の事業を想定する。

- 調査地域の下流域を中心に暗渠未施工地区で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の改修・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対する排水規制

6. 環境

6.1 検討項目と影響予測

初期環境調査(IEE)の評価結果、本事業実施による検討項目と影響予測及びその評価は次の通りである。

- 分離堤設置による漁業、航行への影響
- オモウム幹線排水路の量的変化の影響
- 暗渠排水実施による地下水位の低下
- 湖水への質的、量的影響
- 富栄養化現象による影響
- 地域住民への影響

6.2 影響とその評価

- 事業が与える漁業並びに舟航への影響は、分離堤の設置によってオモウム幹線排水路の水が湖に導入できなくなることであり、及び舟の運行の支障になることでありその対応が求められる。
- 表流水への影響は排水機ならびに幹支線排水路などの施設の充実による排水量増及び、オモウム排水路の水を再利用することによる流出水の減少であるが大きな悪影響はない。
- 地下水に関しては、事業により地下水位のコントロールが可能となるため地下水位に対して悪影響はない。
- 湖水に対する影響
湖に流入する水量は1994年の平均値でみると、オモウム幹線排水路 485万トン/日(72%)、ヌバリヤ水路 63万トン/日(9%)、カラー排水路 100万トン/日(15%)、その他

30万トン/日(4%)、合計 680万トン/日の流入がある。このほぼ同量をエル・マックス排水機場より排出する。

- マリユート湖及びこれに流入する排水路の水質は次のようになっている。
 - ・ 灌漑用水(ヌバリヤ水路 上流)はEC, DO, BOD, COD, T-N・T-P, 大腸菌ともにきれいである。
 - ・ オモウム排水路は塩分濃度が6,200mS/cm(このままでは灌漑に適しない)と高いのを除けば、ヌバリヤ水路と同様の水質で、全てがエジプトの排水基準をクリアする。
 - ・ マリユート湖は東側(Main Body)及び南側の汚れが目立ち、COD, T-N, 大腸菌数は夫々38.5、40.0mg/l及び 24.0×10^6 MPN/100cm³と許容値を大幅に上回っていて、過富栄養湖となっている。西湖はEC値及びT-N値が若干高いものの水の汚れは少ない。
 - ・ 都市下水を受けるカラー及びW.T.P排水路の水質はBOD・COD値及び大腸菌数が異常に高く湖を汚す原因となっている。
- エル・マックス排水機の放出先である放水路の改修は周辺住民の移転を必要とする。

6.3 環境保全対策

- 環境保全目標は次の次の通りである。
 - ・ 1982年時点の漁民の活動、航行を可能にする環境を維持する。
 - ・ ヌバリヤ用水と同等の水質を維持するよう努める。
- 環境保全対策
環境保全対策は施設による対応と管理上の対応であり、前者は漁民の舟の出入り並びに湖への導水、湖からの排水を可能にするゲート施設(5ヶ所)を設置する対策を提案した。後者の湖水の管理については、
 - ・ オモウム排水路の水をマリユート湖に導入すること
 - ・ 湖水管理目標水位を設定して必要な水位を維持する
平常時(平均) 冬期 ; -2.70 m
夏期 ; -2.40 m
- 放水路改修に伴う補償対策は135戸を対象として移転補償を行う。
- 湖の水質並びに排水再利用を管理するために2ヶ所のモニタリングを追加して水質監視を続ける。

6.4 環境影響評価書の作成

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、事業実施に当たり、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。

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。

勸 告

1. 水管理技術及び組織の改善

地域内の土地利用計画、作付計画、水配分計画、及び排水機運転計画等の業務を円滑、かつ効率的に実施するため、基幹施設から末端施設に至る水管理技術について、農民も含めた技術指導並びに関係機関の密接な連携、関係組織の設立・強化を図る必要がある。

2. 排水の再利用

調査地域の年間排水再利用量は、570MCMであるが、現在建設中のオモウム・ドレイン・プロジェクトが完成すると、その利用量は年間1,650MCMとなり、利用率は年排水量の73%となる。しかし、将来、限られた水資源を最大、かつ最適に活用するため、排水量を量・質共に的確な把握と管理を行う必要がある。

3. 暗渠排水施設の改善と布設基準の検討

現在、ハリス地区で公共事業水資源省、排水研究所(DRI)により、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、暗渠排水施設の設計基準の策定、合成繊維疎水材の効用と費用、プラスチック製集水渠の施工性及び維持管理費の比較等の調査・検討が行われている。これらの調査・検討結果を踏まえ、既存の暗渠排水地区も含めて、暗渠排水施設の改善並びに基準の検討が必要である。

4. 灌漑水の塩分濃度と耐塩性作物の選定

排水の再利用により水資源の有効利用が行われている。排水の再利用におけるミキシング後の塩分濃度は、700 ppm(電気伝導度1.1mS/cm)前後である。従って現在栽培されている大部分の作物は、再利用水による灌漑の影響を受けないと考えられる。しかし、たまねぎ、にんじん等については、灌漑水の電気伝導度が1.0 mS/cm以下であるべきであることから、若干の減収が生ずると考えられるため、これら以外の作物の生産を振興すべきである。

5. 営農・栽培技術並びに農業支援組織の改善

土地の高度利用及び耕地化によって農業生産を高めるためには、末端も含めた排水改良事業及び圃場整備事業の実施、上述の水管理技術の改善、さらに農民の排水維持管理組織の設立・強化等を総合的に実施する必要がある。また、農業技術の導入・開発、営農指導の農業支援組織を強化する必要がある。

6. 排水改良に係わる開発基本計画の段階開発計画

オモウム農村地域排水改良計画は、計画の緊急性、整備水準、事業規模、及び経済性等を総合的に考慮し、全実施工程を3つのステージ(短期、中期、長期)に分けて、緊急性の高い事業計画から実施すべきである。

7. 環 境

現在、マリユート湖にはアレキサンドリア市街地からの下水、周辺工場群からの工場廃水、地区内の農業排水等が流入している。特に、アレキサンドリア市からの都市下水は、マリユート湖の水質悪化の要因となっている。マリユート湖の環境保全の対策として、汚水源の絶滅、集積している汚染物質の除去、自然を利用した生物的处理等が挙げられる。当面の処置として、汚染の特にひどいマリユート湖の東部を隔離すること、同水域において捕獲された魚貝類を食べないこと等の留意が必要で、総合的な環境行政の強化が望まれる。

II. フィジビリティ・スタディー

要 約

7. 計画地区の現況

7.1 計画地区の位置及び地勢

優先開発地区

ハリス優先開発地区(以下計画地区と言う)は、オモウム排水路下流の左岸に位置する26,600 haの地区である。この地区の標高は(-)2.5 m.MSLから6.0 m.MSLで、地区の67%が海面下に位置している。地区の中央を南東から北西にハリス幹線排水路が流下している。

優先開発事業

優先開発事業の内容は、マリユート湖内の約10kmのオモウム幹線排水路の改修、エル・マックス排水機場(No.1)の改修、及びエル・マックス排水機下流の放水路の改修等である。これらの優先開発事業は、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 調査地域の行政区分及び面積

計画地区は行政的に、ベヘイラ州のアブエルマタミール及びカフル・エル・ダワール郡(面積割合 64%)及びアレキサンドリア州のアレキサンドリア市アメリカ区(同36%)に属している。これらの地区の一部は、1960年代から実施された国営農業開発地区の受益地である。この地区では、現在全国的に進められている地方行政区分である **Local Unit**が置かれておらず、地方行政区分が確定されていない。

計画地区の集水面積は、26,600 ha (63,330 feddan) であり、このうち可耕地面積は22,650 ha (53,930 feddan) で、地区の85%を占める。この可耕地面積のうち19,820 ha (47,170 feddan) が現況耕地面積である。

7.3 水文

優先開発地区

ハリス地区の20年間(1973-94)の日雨量の解析によると、最大年雨量は405 mm(1991)、月最大は167 mm(1991年12月)、日最大は54.3 mm(1974年12月4日)であり、平均年雨量は200 mmである。

計画地区の主な水文要素は、地区の北西側を流れるヌバリヤ用水路、北東側にあるオモウム幹線排水路、そして、北側に位置しているマリユート湖である。地区内の排水は排水系統によってハリス幹線排水路に落ち、最終的に地区の最下流に設けられてい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。ハリス排水機場からの平均年排水量は600 MCMである。

計画地区では恒常的な用水不足から、オモウム幹線排水路から水を取水する排水の再利用が行なわれている。その平均日再利用量は0.26 MCMと推定される。

優先開発事業

優先開発事業の水文に係わる主な施設はオモウム幹線排水路、ヌバリヤ用水路及び5,460ha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、上流部の7つの排水ブロックからの排水をエル・マクックス排水機場へ送水し、同排水機により年間約2,440 MCMの水を地中海に排出している。

近年マリユート湖の水質保全を図るため、地元住民によりオモウム幹線排水路及びヌバリヤ用水路の堤防が開削されている。このため、オモウム幹線排水路を含めマリユート湖は、現在一つの大きな貯水池となっている。しかし、反面このことによりオモウム幹線排水路の水位が上昇した結果、上流部農地の排水に影響を与えてる。オモウム幹線排水路の下流部にあるエル・マックス排水機場の設計吸水位は(-)3.25m.MSLであったが、現在(-)2.70 m.MSLから(-)2.80 m.MSLとなっている。1991年の洪水時にエル・マックス排水機場地点の吸水位は、(-)1.86 m.MSLまで上昇した。

計画地区内で現在、オモウム幹排水路の上流部の三つの排水ブロック(アブホモス、シェレシュラ及びトルーガ)からの排水量を対象として排水再利用計画が進められている。即ち、西ヌバリヤ砂漠開発のため年間996 MCMの排水を再利用するオモウム・ドレイン・プロジェクト(Omoum Drain Project)がある。実施にあたっては、水質のみならず水量にも十分注意を払う必要がある。

7.4 土壌及び土地利用

計画地区の67%の地区は、標高0m以下の土地で、土壌は砂質粘土から粘土質の湖成沖積土及びこの沖積土から更新世海成土への移行部の土壌からなっている。このため、地下水位は地表から80～60 cmと高い。このうち特に標高の低い(-)2.5 m.MSL以下の低地では、地形勾配が非常に緩く、さらに排水不良地となっている。この低地土壌を含む計画地区の約80%の土壌は、土壌塩分濃度が4 mS/cm以上で交換性ナトリウム吸着率(ESP)が15以上で

あり、塩類・アルカリ土壤に分類される。特に標高の低いところでは土壤塩分濃度が最高 30 mS/cm と高い。

計画地区を対象とした土地分級結果によると、主として高い地下水位、高土壤塩分濃度、高交換性ナトリウム比及び交換性マグネシウム比により、農業生産の限界地である4等級並びに耕作にかなり支障がある3等級の土地が、それぞれ 11%、31%を占める。さらに耕作にやや支障のある2等級の土地を含めると 73%の土地が、主として排水不良に起因する高地下水位や高土壤塩分濃度等の問題をもっている。

高交換性ナトリウム及びマグネシウムの土壤は、これらの塩基の過剰吸収や粘土分を分散させて土壤構造を破壊し、土壤の透水性を低めている。排水の改良とともに計画地区の土壤は、土壤により 2-13ton/ha の石膏の施用とサブソイリングによる土壤改良を必要とし、事業計画の一環としてこれを行う計画である。

現況の土地利用は、耕地 19,820ha (47,190 feddan), (74%)、耕作放棄地 2,830ha (6,740 feddan), (11%)及び非農用地 3,950ha (9,400 feddan), (15%)であり、このうち耕作放棄地は本計画の排水改良と土壤改良によって耕地化が可能である。

7.5 現況の灌漑・排水状況

灌漑水の供給

計画地区の用水はヌバリヤ用水路により供給されている。灌漑地区はヌバリヤ用水路系統の7つの支線を通じて行われる地区と、ヌバリヤ用水路より直接分水される地区とに分けられ、現況灌漑面積は、19,820 ha(47,190 fed)である。

計画地区の現況年間必要水量は586 MCMであるのに対して、ヌバリヤ用水路からの実際の取水量は1993年で408 MCMと推定され、約30%の不足となっている。このような状況で、灌漑は5日灌水、10日間断水の輪番灌漑が実施されている。用水管理はヌバリヤ灌漑事務所によって行われているが、施設が広域に亘っていることや量水管理が行き届いていないこと、さらに作付計画と取水計画の不一致等の理由が用水不足の原因となっている。

排水組織及び排水現況

計画地区の排水系統は13の排水区に区分され、各排水区の排水は幹・支線排水路によってハリス排水機場に集められ、オモウム幹線排水路及びマリユート湖に放水されている。1991年12月に近年最大の湛水被害が生じ、農地の30%が被害を受けた。この時の湛水被害

は、農地の平均湛水深50 cm、湛水期間11日間と推定される。湛水被害の原因は、排水路及び排水機の能力不足と考えられる。

計画地区内において、暗渠排水施設はパイロット地区を除いて設置されておらず、圃場での除塩並びに排水コントロールのためには暗渠排水施設の設置は必須である。現在、公共事業水資源省の排水研究所(DRI)により、暗渠排水施設の最適設計条件を定めるため試験圃場を建設し、試験・研究を行っている。

7.6 農業の状況

計画地区内の農家数は約 11,100戸で、その平均的な農地所有規模は 1.8ha(4.2feddan)である。全農家のうち、自家農家は9,590戸(86%)、小作農家は 1,510戸(14%)である。耕作は耕地面積を 100%として、冬作 97%、夏作 98%、計年間作付率 195%で行われている。冬作は小麦(36%)、ベルシーム(38%)、豆類(11%)、及び野菜(12%)を、夏作は、とうもろこし(36%)、綿(17%)、ひまわり(8%)及び夏野菜(37%)を主作物として2年ないし3年の輪作で行われている。

この地区の作物単収は、全国や州平均さらにオモウム地域全体のそれと比べて低い。その原因としては、排水不良による高地下水位、高土壌塩分濃度、高交換性ナトリウム及びマグネシウム比が主要な原因と考えられる。特にエルハゲル・エクステンション地区の排水不良地区における作物の成育は非常に悪い。

冬季の降雨時にはしばしば湛水により作物被害が発生し、1991年の洪水による作物被害は湛水面積約 4,010ha、及び損失生産量61,500トンと推定される。排水の問題が少ない地区では、野菜の大消費地をひかえた立地条件を生かして野菜生産を主な経営内容とした農家が多数見られる。

一方、牛や水牛の飼養農家の割合は他の地区に比べて少ないが、本計画地区の全農家の約 62%の農家が牛や水牛の飼養を行っている。

7.7 農家経済状況

農家経済調査結果によると、計画地区における一戸当たり平均年間所得は、低生産地区で LE 3,192、一方、高生産地区で LE 3,351であり、オモウム調査地域の平均所得 (LE3,500)より低い。この経済調査対象農家にとって最も重要な課題は、灌漑水の不足がトップで、排水不良がこれにつぎ、3番目に交通条件の未整備によるコミュニケーションの不徹底を挙げている。

7.8 農業振興支援及び農民組織の状況

農業省(MALRF)による農業技術普及を含めた農業振興支援は、国営農地開発地区とそれ以外の地区により、それぞれ異なった組織により各村レベルで組織されている農業協同組合を介して行われている。この農業振興支援は、農業改良普及員が排水不良及び塩類土壌に対応した普及技術を十分持ち合わせていないこと、さらに交通条件が悪いため、普及活動は極めて非効率で不十分ものとなっている。

灌漑利用組合及び排水利用組合等の農民組織は設立されておらず、農家レベルの灌漑・排水施設の整備や維持管理の改善に農民の参加が見られない。

7.9 排水施設

オモウム幹線排水路

優先開発事業の対象となるオモウム幹線排水路は、エル・マックス排水機場からハリス排水機場までの10 kmの区間である。この区間は、現在マリユート湖の水質改善のため地元漁民によって堤防が開削され、オモウム幹線排水路とマリユート湖の水位は(-)2.70 から(-)2.80 m.MSLで同一水位となり、幹線排水路の機能は果たしていない。このため、調査地域全域にわたり、幹線排水路の水位が上昇し、各排水ブロックの排水機吐出し水位が上昇したため、地区内排水不良の主因となっている。

また、オモウム幹線排水路がヌバリヤ航路を横断する地点には、ヌバリヤ・サイホンが建設されているが、オモウム幹線排水路の分離と合せて、このサイホンの改修が必要となる。

計画地区の排水路及び道路

計画地区の主要排水路であるハリス幹線排水路は、地区中央部を南東から北西方向に流下し、下流端でハリス排水機場に接続している。排水路は土水路で、底幅2-18 m、法勾配1:1.5、縦断勾配1/10,000-1/4,000である。現況のハリス幹線排水路の状況は以下のように要約される。

- 排水路内の法面の崩壊や水路内の土砂の堆積により、通水に影響を及ぼしている。
- 現況排水路断面は単位排水量33 cu.m/fed/dayで施工されているが、計画においては、排水量増加を考慮し(単位排水量 41 cu.m/fed/day)排水路断面の改修が必要である。

- 排水路に沿って管理用道路が設置されているが、不完全な舗装や管理の不備により降雨時の通行は不可能である。これらの管理用道路は、村落間のコミュニケーション道路としても利用されていることから、整備の必要がある。

暗渠排水施設

計画地区の暗渠排水施設は、一部のパイロット試験圃場(210ha)を除けば全く設置されていない。従って、地下水位を低下させ土壌の湿潤化及び土壌塩分濃度の軽減を図り、農業生産の増大を図るためには、耕地面積22,650 haを対象に暗渠排水施設の設置は必須である。

排水機

計画地区の基幹排水施設であるハリス機場と優先開発事業のエル・マックス第1機場は、設置以来それぞれ27年及び32年が経過している。このため、近年老朽化が進み、機能低下と維持管理費(部品の交換等)が増加してきている。一方、地区内外の開発と共に、降雨時しばしば湛水による作物被害が生じ、排水機的能力不足が指摘されている。

現況のハリス及びエル・マックス排水機は以下のように要約される。

- 排水機の型式及び容量

排水機場	全排水量	ポンプの型式、容量
ハリス	24.0cu.m/sec	斜軸軸流ポンプ8.0cu.m/sec×4台(内1台予備)
エル・マックス(1)	62.5 cu.m/sec	斜軸軸流ポンプ12.5cu.m/sec×6台(内1台予備)

- 1994年11月の降雨による排水量は、エル・マックス排水機場が120.8 cu.m/sec、ハリス排水機場が32.0 cu.m/secの過去最大排水量を記録したが、内水位は1991年洪水時の水位以下であった。
- 老朽化に伴う施設の機能低下率は、流量観測の結果、排水量で両機場共15~20%と推定される。
- エル・マックス第1排水機場の土木構造物の劣化防止対策はとられていない。このまま放置すると危険な状態となる。
- エル・マックス機場とハリス機場間のオモウム幹線排水路の水位差は、当初計画より増大している。水流障害は水位管理を難しくし、排水機運転電力料の増大を招く結果となっている。

エル・マックス排水機場下流放水路

エル・マックス排水機場下流の放水路(延長 $L=1.0$ km)は、地区内からの排水を地区外(地中海)へ放出する排水路である。この放水路の断面不足がエル・マックス排水機をフルに運転できない要因の一つとなっている。従って、本排水計画でこの放水路の改修が必要である。

8. 開発計画

8.1 事業計画の目的

優先開発地区及びその周辺の開発阻害要因は、以下の項目が挙げられる。

- 土地及び水資源の悪化並びに変化
- 農村生活環境の悪化
- 低い農業の生産性
- 農業及び農村基盤施設の機能不足

これらの開発阻害要因を除去し、オモウム農村地域の環境改善を図るため、以下に述べる排水改良を主目的とした開発計画が策定されることが重要である。

- 排水機、オモウム幹線排水路、地区内排水路、暗渠排水、道路等の排水施設を改修し、農地の湛水被害の軽減及び作物の生産性を高めるための排水改良計画を樹立する。
- 上述の農地排水改良により農業生産を高め、農家の生活向上を図るとともに、地域住民の生活環境の改善を図る。
- 土地利用計画、作付計画、水配分計画及び排水機運転計画等の業務を円滑かつ効率的に実施するため、基幹施設から末端施設に至る水管理技術について、農民組織含めた水管理技術の改善を図る。
- 水管理技術の改善により、限られた水資源の有効活用を図るとともに、排水の再利用を促進する。
- オモウム幹線排水路及びマリユート湖の適切な排水管理により、マリユート湖周辺の水質保全を図る。

8.2 事業計画の構成要素

本排水計画の構成要素は、前述の開発目的を達成するために、以下に述べる開発構想により構成される。

- 基幹排水施設の改修計画

ハリス地区を含めたオモウム地域下流地区の排水改良を図るため、エル・マックス排水機場、及びヌバリヤサイオン及びマリユート湖内の関連施設を含むオモウム幹線排水路等の基幹排水施設の更新或いは改修計画を策定する。また、オモウム幹線排水路及びマリユート湖の水位管理を目的とした水管理計画を策定する。

- 農業及び農村基盤施設の改修計画

ハリス計画地区は、他の地区に比べ社会・経済的に開発から取り残されている。その理由としては、地形的に低く、また新規の開拓地であること、さらに排水路、暗渠排水施設、末端圃場施設、及び村落間道路等農業及び農村基盤施設の不備が挙げられる。

特に、ハリス排水機施設は、施設の老朽化と維持管理の不備により、ポンプ排水容量が不足し、農業のみならず地域住民の生活にも影響を及ぼしている。従って、ハリス排水機施設、地区内幹線排水路、暗渠排水施設、及び村落間道路等については、早急に改修、あるいは新設する必要がある。

- 水資源開発及び灌漑水管理改善計画

西デルタ地域及び新規砂漠開拓地の用水源を確保するため、排水の再利用による水資源開発の促進を図る必要がある。また、圃場レベルの有効な水利用を図るため、質・量を考慮した灌漑用水の適切な配水管理計画を策定する必要がある。

- 農業開発計画

生産性の高い農業経営の導入を図るため、上述の施設の改修・改善計画と合わせ、アルカリ土壌の改良、適切な土地利用計画、作物導入計画、営農及び畜産計画、農業支援・普及計画、農民組織計画等からなるソフト分野の農業開発計画を策定する。

- マリユート湖の水質保全計画

マリユート湖の水質保全の観点から、事業計画によりマリユート湖がオモウム幹線排水路から分離された場合、マリユート湖の水位及び補給水量について厳しく監視する必要がある。また、マリユート湖を自然な環境状況に保つための適切な法規制を取る必要がある。

8.3 最適事業規模の検討

事業により、オモウム幹線排水路がマリユート湖から分離された場合について、エル・マックス排水機場、オモウム幹線排水路、分離堤に設けられる放流施設等の関連施設の最適事業規模を選定するため、以下の前提条件にもとずいて水収支解析を行った。

- エル・マックス排水機場の流域面積 : 180,710ha(430,260 feddan)
- オモウム幹線排水路計画流量(排水再利用後)
 - ・ El-Max排水機場 - Nubariya サイホン : $Q = 150.0 \text{ cu.m/sec}$
 - ・ Nubariya サイホン - Abis排水機場 : $Q = 86.0 \text{ cu.m/sec}$
 - ・ Abis排水機場 - Hares排水機場 : $Q = 82.0 \text{ cu.m/sec}$
- 関連計画水位及び水量
 - ・ マリユート湖の管理水位 : (-)2.40m.MSL
 - ・ オモウム幹線排水路の水位(エル・マックス排水機場の吸水位) : (-)3.25m.MSL
 - ・ ハリス排水機場からマリユート湖に放水する量 : $Q_{\text{max.}} = 30.0 \text{ cu.m/sec}$
 - ・ アビス排水機場からマリユート湖に放水する量 : $Q_{\text{max.}} = 5.6 \text{ cu.m/sec}$
- 水収支解析モデル : 連続貯水池モデル

解析の結果によると、マリユート湖からオモウム幹線排水路への排水調節は、ゲートと越流せきを組み合わせた放流施設7カ所(2カ所は導水管理用)で対応できる。ゲートの操作門数は期別の流量により異なるが、放流施設の設置位置がエル・マックス排水機場より離れた位置にあること、また将来の維持管理の容易さ等から、ゲート操作はできるだけ単純化させるような基本的な操作規定を設定した。即ち、冬期の12月から2月まで10門、3月から6月までは6門、7月から8月は8門、さらに9月から10月までは4門、11月は6門とする。

しかし、冬季には降雨の影響により流入量が大きく変動するため、マリユート湖及びオモウム幹線排水路の計画基準水位を考慮しつつ、週あるいは旬単位の対応も考慮する。

マリユート湖の水収支検討結果から、オモウム幹線排水路を含むマリユート湖周辺の主要排水施設の計画緒元は、以下に示すように要約される。

- エル・マックス排水機
 - ・ 計画排水量 : $Q=150.0 \text{ cu.m/sec}$
 - ・ 新設排水機排水量 : $Q=87.6 \text{ cu.m/sec}$
($14.6 \text{ cu.m/sec} \times 6 \text{ 台}$)
- マリユート湖内のオモウム幹線排水路
 - ・ 排水方式 : オモウム幹線排水路をマリユート湖から分離
 - ・ 計画排水量 : $150.0 - 82.0 \text{ cu.m/sec}$
- 放流施設のカ所数及び形式・規模
 - ・ カ所数 : 7カ所(14門)
 - ・ 形式・規模 : ゲートと越流せきの組み合わせ
 - ・ ゲート : 幅 3.0 m x 高 2.0 m
 - ・ ゲート開度 : $H = 0.30 \text{ m}$
 - ・ 越流せきの数高 : $\text{EL}(-)2.50 \text{ m.MSL}$
 - ・ 全越流長 : $L = 140 \text{ m}$

8.4 土地利用計画

計画地区の排水及び土壌改良により、4等級の土地から $2,830 \text{ ha}$ ($6,740 \text{ feddan}$)の土地を耕作適地化し、2、3級地の土地は1級地の土地と同様のより生産力があるものとして、作物選択の幅を広げた土地利用計画を策定する。その結果、計画の耕地面積は $22,650 \text{ ha}$ ($53,930 \text{ feddan}$)となり、現況耕地面積の14%増で全体の土地に対する耕地面積の割合は現況の74%から85%になる。

土壌改良は全可耕地 $22,650 \text{ ha}$ を対象として、土壌のタイプにより $2.4 \sim 4.8 \text{ ton/ha}$ の石膏を3~5年施用して、さらにサブソイリングによる土壌改良を計画する。

8.5 灌漑・排水計画

灌漑用水

計画地区に対する土地利用(計画耕地面積 $22,650 \text{ ha}$)と、作付計画(作付け率200%)にもとづく灌漑用水量の算定は、公共事業水資源省・灌漑局(DOI)で用いられているデルタ地区の作物別単位用水量から求めた。灌漑効率は隣接地区の実測例を参考にして、現況0.35、計画0.50を採用した。その結果、計画年間必要用水量は 480 MCM と算定される。この水量は、ハリス地区の水利権である計画年間取水量 497 MCM からみて満足すると考えられる。1993年の実際の取水実績 408 MCM と比べると15%取水が増える。

ヌバリヤ用水掛かり地区では、現在、水路の舗装化及び末端用水路の整備等の灌漑施設改良計画(West Nubariya Agricultural Intensification Project)が進められており、本排水改良計画と並行して早期に実施されることが望まれる。この事により上述の灌漑効率の向上が可能となる。

排水再利用計画

計画地区周辺の排水再利用の主な計画は、オモウム・ドレイン・プロジェクト(Omoum Drain Project)である。この計画によると、オモウム幹線排水流域からの排水再利用量は年間996 MCMで、運用が開始されれば上述の用水不足は解消されと考えられる。本計画における、オモウム幹線排水路の排水とヌバリヤ用水を混合した後の灌漑水の水質は、塩分濃度が約700ppmとなり営農上全く支障がないが、水質の管理は十分行なわれる必要がある。

8.6 排水計画

計画排水量

計画地区の排水計画は、事業の経済性及び現地状況を考慮して、確率 $W=1/10$ 年降雨を対象に、現状の湛水期間を $1/2$ 以下に減少させることを目標とした。排水の対象は、灌漑の余剰水が主となる常時排水、更に冬期の降雨流出による洪水排水である。計画排水量は両者を比較して大きい値となる降雨流出による洪水量を採用した。その結果、ハリスポンプ排水量は 30cu.m/sec と算定され、単位排水量は $41\text{ cu.m/feddan/day}$ となる。

暗渠排水

暗渠排水施設の単位排水量は、公共事業水資源省の排水事業庁(EPADP)の基準を用い、吸水管 1.5mm/day 、集水管 4.0mm/day とする。吸水管の布設間隔は、地下水位を十分下げるため、土壌の透水係数(平均 $K=0.086\text{m/day}$)から、平均 30 m を提案する。これは現行の約2倍の布設密度である。

湛水解析

計画地区の湛水状況を検証するため、計画降雨(確率 $W=1/10$ 年の3日連続雨量 $R=65\text{ mm}$)、及び1991年12月の洪水時(6日降雨量 $R=73.5\text{mm}$)の2ケースについて、計画排水施設容量にもとづき地区内の湛水解析を行った。湛水解析結果によると、計画では湛水期間が、現況の 3 分の 1 から 2 分の 1 に減少する。

8.7 農業開発計画

作物選定及び作付計画

計画地区の計画作物選定及び作付計画は、生鮮野菜の大消費地であるアレキサンドリア市等への野菜出荷、及び対岸のヨーロッパ等向けの野菜輸出の拡大が可能な条件を考慮して、現況の野菜の作付面積を50%拡大する計画とする。但し野菜の集約的栽培に伴う、連作障害の回避及び有畜農業による土壌肥沃化を図るため、野菜以外の現況主要作物についても考慮する。この作付計画は冬作、夏作それぞれ100%とし、年間200%とする。

灌漑用水は塩分濃度を1 mS/cm (700ppm) 以下にコントロールしたヌバリヤ用水路の水が主となる。この場合塩分濃度及びナトリウム吸着比(SAR)が作物の成育に影響を及ぼさない許容値以下であるので、作物選定に特別な支障がないと考えられる。

作物の洪水減産防止と単収増加

本排水計画の実施により、1991年程度の洪水による作物被害面積は、現況の3分の1前後に減少させると見込む。1991年の洪水の発生確率から本排水計画の洪水による作物減産防止量は、年間平均4,100トンと推定される。

本排水計画を実施した場合の計画作物単収は、ナイル・デルタを対象とした暗渠排水事業の作物単収の増加に関するFAO/UN/WB等の資料にもとづいて5-25%の増加を想定した。

作物生産量

上記の作付計画と計画単収にもとづいて本計画を実施した場合、45,300 haの総作付面積で、総作物生産量は約960,000トンと見込まれる。この場合総作付面積は現況に比べ17%増、総作物生産量は50%増加となる。

農業振興支援計画

排水事業の実施に際し、農民組織である排水組合を通じて農民各自が末端施設の整備計画の段階から参加することが重要である。この場合、排水組合の運営や末端施設の維持管理に関する資料の蓄積・管理等を含めた排水維持管理に関する指導を強化するため、EPADPのDrainage Advisory Unitの組織強化を図る必要がある。また、農業土地開拓漁業省(MALRF)の農業技術普及とEPADPによる農民への指導の連携を保ち、MALRFの本事業の排水・土壌改良を営農改善に結びつける内容の訓練をMALRFのスタッフを対象に行う計画とする。

計画地区内には、野菜流通の専門農業協同組合がないので、農業省(MALRF)が既に他の地区で進めているこの種の農協組織の設立及び運営の指導を行うことが望まれる。特に輸出向け野菜については、野菜の規格化や生産者の協同販売に関する指導の強化が望まれる。

9. 計画地区の施設計画

9.1 地区内排水路及び道路

優先開発区内(ハリス計画地区)の排水路及び道路に関する改修・整備計画は以下の内容とする。

- ハリス幹線排水路の改修(L=24.0 km、エルハゲルサイホンの改修を含む)
- 支線排水路の改修(24路線、L=113 km)
- 管理用道路舗装(L=125 km)及び橋梁の新設・改修(22カ所)

排水路改修の基準となる単位排水量は、41 cu.m/fed/dayである。排水路の計画断面は、原則として排水路敷高を下げて水深を大きく取る方針とし、横方向への断面の拡張は考えず、現在の排水路用地幅内に押さえる方針とする。

9.2 ハリス排水機場

ハリス排水機場は、ポンプ及び構造物の老朽化が著しく、排水機的能力低下が問題となっている。一方、流域の開発に伴い冬季の降雨時にしばしば地区内で湛水被害が見らる。このため、本排水計画において排水機的能力増のため現況のハリス排水機場を廃止して、排水機及び機場の新設を図る計画とする。排水機の計画諸元は、計画排水量 30.0 cu.m/sec(現況24.0 cu.m/sec)に対し、各種の比較検討の上、斜軸軸流型排水量 7.5 cu.m/sec、所要出力430 KW のポンプを5台(内予備機1台)設置する。

10. 優先開発地区の事業実施及び維持管理計画

10.1 事業の実施機関

優先開発地区に対する事業の実施機関は、排水路及び道路については排水事業庁(EPADP)、また排水機については機械電気局(MED)である。事業実施の財源処置について、その外貨分は国際金融機関から支出され、一方、内貨部分はエジプト国政府が予算処置を行う。

農民に対する農業振興支援業務は、農業土地開拓漁業省(MALRF)が管轄していることから、MALRFとの密接な関係が重要である。

10.2 事業の建設並びに土地の取得・補償

排水路、排水機場及び関連施設の建設工事は、請負い方式により実施される。土地の取得並びに補償として、ハリス排水機場の建設に1.0 ha、排水路及び道路の建設・改修に30 haそれぞれ必要となる。しかし、ハリス排水機場の新設サイトは、地区内幹線排水路とマリュート湖に挟まれた地点であり用地取得には問題ない。また、排水路及び道路の改修は掘削土砂を一時圃場に仮置して工事を行うため、補償のみで対応可能である。

10.3 事業実施計画

事業の実施は1996年から2002年までの7年間で実施される計画とする。事業内容はエジプト政府による環境評価を含めた事業計画の評価、事業の経済的妥当性、融資の手続き、実施設計、及び土木工事の建設等である。ハリス排水機場、地区内幹・支線排水路、及び暗渠排水を含む末端排水施設等の建設は、2000年から2002年の3年間に工事を完成する計画とする。

10.4 事業の維持管理計画

事業施設の維持管理については、排水事業庁及(EPADP)び機械電気局(MED)がそれぞれ管轄する施設について行なう。即ち、幹・支線排水路、道路及び暗渠排水施設等の維持管理は、排水事業庁の西デルタ排水管理事業所(General Directorate of 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)が行う。一方、ハリス排水機場施設の維持管理は、機械電気局の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 Diectorate)が行う。

暗渠排水施設等末端施設の維持管理は、平均30 haから40 haの面積を持つ暗渠排水の集水渠を単位として設立される農民グループによって実施される。

事業実施後の維持管理費は、年間1.87百万LE(単位面積当たり70.2 LE/ha (29.5 LE/feddan))である。末端施設に対する維持管理費及び建設費の償還費は全て農民負担である。

11. 優先開発地区の事業費

優先開発地区の事業費は271.1百万LEである。物価上昇費を除く事業費は202.0百万LEで、この事業費は単面積当たり2,250 US\$/ha (7,600 LE/feddan)となる。事業費算定の前提条件は以下の通りである。

- 建設工事費の単価は、公共事業水資源省が請負方式で実施する事業の単価を用いる。
- 建設工事に必要な建設機械は請負業者によって準備され、事業費算定における施工機械費は損料により計上する。
- エジプト国ポンド(LE)とUS\$の交換レートは、US\$ = 3.374 LEとする。
- 工事費に関連する予備費は、直接工事費の10%を計上する。物価上昇費については、外貨分は世銀発行の指標を、また内貨分はエジプト国中央流通統計局で策定されたインフレ指数をそれぞれ適応する。

12. 優先開発地区の事業評価

事業評価は以下の方針で検討した。

- 事業の経済評価は、財務及び経済的観点から事業の妥当性の検討を行う。
- 事業便益は、排水改良事業の実施による作物増産便益と洪水防御による作物減産防止便益により算定する。
- 事業費のうち、外国での調達部分に対して標準換算係数0.87を乗じて経済的事業費に換算する。
- 経済の妥当性は財務・経済的内部収益率(FIRR, EIRR)を指標として検討する。
- 農家の財務分析は、代表的農家の事業実施後の損益計算について行う。
- 事業実施による社会的効果や経済的影響は、計測できない効果として取り扱う。

12.1 事業便益

優先開発地区の事業実施によって発現される計測できる事業効果として、以下の経済的便益を考慮した。事業便益の目標達成年は事業完了後4年と想定した。

・ 作物増産便益	: 62.7百万LE/年
・ 洪水防御による作物減産防止便益	: 1.7
計	: 64.4

12.2 経済的事業費

経済的事業費

事業費は建設工事費と関連事業費よりなり、これらの費用は財務ベースで見積もられているため、経済的費用に換算する。経済的事業費は199.6百万LEとなる。この事業費には、

後述する優先開発事業のハリス地区の面積割り及び農地排水量割りのアロケーション費用を含む。

維持管理費及び施設機器更新費

計画地区の維持管理費及び施設機器更新費についても、優先開発事業のアロケーションを含め算定した。経済的維持管理費及び施設機器更新費は、それぞれ1.9百万LE、30.0百万LEと算定された。

12.3 経済的内部収益率

上述の経済的便益と経済的事業費による事業評価を内部収益率(EIRR)で検討した結果、EIRR = 19%(財務的内部収益率はFIRR = 17%)と算定された。

12.4 感応度分析

事業実施の感応度分析として、事業便益の減少、事業実施の遅れ、工事費の上昇の3ケースに対する事業の経済的妥当性を検討した。検討結果は以下の通りである。

	<u>FIRR</u>	<u>EIRR</u>
・ 事業便益が20%減少 :	(%)	(%)
・ 事業実施が2年遅れ :	13.8	15.7
・ 工事費が20%上昇	13.5	15.0
	14.1	16.0

12.5 農家の財務分析

計画地区の平均農家(土地所有面積4.2 feddan)について、農家の財務分析を検討した。その結果、農家の年間収入は、事業計画が実施されない場合にはLE2,412、一方、事業を実施された場合はLE 5,734となり、LE 3,322の増加となる。この増加分は、現金収入の少ない計画地区では大きな増収となる。

12.6 事業の妥当性

経済的内部収益率19%は、エジプト経済企画省の社会経済機会コストの12%を上回ることから、この事業計画の実施は経済的にも妥当であると考えられる。さらに、上述の計測できる便益に加えて、その他計測できない効果や社会経済的影響が事業の実施によって期待される。その主な効果は以下の通りである。

- 計画地区における便益
 - ・ 農民の消費、貯蓄の拡大と量的・質的な生活改善(栄養、教育、衛生等)

- ・ 農民の水利・排水組合の組織と運営を通じて、農民相互間の交流と作物生産や農場運営に関する技術水準の向上
 - ・ 排水改良により、農村部生活環境の改善(下痢、チブス、住血吸虫等水関連の伝染病の防除)
 - ・ 新たな雇用機会の創出
 - ・ 道路網の改善により集落間、集落と市街地間のコミュニケーション並びに地方交通の改善
 - ・ マリユート湖周辺地域の水辺環境(水質、水位)の保全
- 国家社会経済的便益
 - ・ アレキサンドリア市等近郊都市への新鮮でより安価な農産物の供給と、都市生活の均衡のとれた栄養摂取への貢献並びに消費者価格の安定
 - ・ 地域社会経済の発展と生活水準の地域格差の是正、さらに農村部福祉の増進

以上の検討から、計画地区の排水改良事業計画は、貧しい農村環境の改善、農業生産の増大による農家所得の拡大と地域経済の促進を図るためにも、事業の早期実現が強く望まれる。

13. 優先開発事業に対する施設計画、事業実施計画及び事業評価

13.1 施設計画

優先開発事業計画の主な施設は、オモウム幹線排水路、エル・マックス排水機場下流の放水路及びエル・マックス排水機場(第1)の改修である。

オモウム幹線排水路

オモウム幹線排水路の改修に関する事業施設は以下の通りである。

- マリユート湖内のオモウム幹線排水路分離堤の改修
エル・マックス排水機場からハリス排水機場までのオモウム幹線排水路10kmについて、分離堤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。計画流量は150.0-82.0 cu.m/secであり、エル・マックス排水機場地点の計画吸水位を(-)3.25 m.MSLとなるよう排水路水位を管理する。分離堤の天端高は、マリユート湖の管理水位(-)2.40 m.MSLに対し、余裕高(風による波浪高1.50 m)を考慮し(-)0.90 m.MSLとする。

- マリユート湖内の分離堤上ゲート施設の設置

分離堤設置後のマリユート湖の水質保全のため、分離堤上に7カ所のゲートと固定堰を組合わせた放流施設を設置する。施設の諸元は以下の通りである。

	ゲート	越流堰
タイプ:	ローラー・ゲート	越流タイプ
敷高 :	(-)3.60 m.MSL	(-) 2.50 m.MSL
規格 :	幅3.0m × 高2.0m × 2門/1カ所	10 m × 2 カ所

- ヌバリヤ・サイフォンの改修

オモウム幹線排水路をマリユート湖から分離するため、ヌバリヤ・サイフォンの改修が必要である。ヌバリヤ・サイフォンは構造物本体は堅牢な状態にあるが、堆砂等による通水断面の狭小化やマンホール等の部分的破損が見られる。そのため、サイフォン内への土砂の流入を抑制するための沈砂施設や管内土砂の排砂のための維持管理施設の改修を行う。サイフォン改修の計画流量は、86.0 cu.m/secで、管内流速は 1.05 m/secとなる。

エル・マックス排水機場下流の放水路

エル・マックス排水機場から地中海までの放水路1.0 kmのうち、0.6 kmの区間で計画流量 150 cu.m/secに対して現況通水能力が60 cu.m/secしかなく、断面不足となっている。このため、部分的な放水路の改修が必要である。改修は両岸の拡幅によって行い、法面は粗石練積みにより護岸を行う。この改修により、両岸に居住する135戸の住居が移転の対象となるが、現在排水事業庁の下で移転計画が進められている。

エル・マックス排水機場

エル・マックス第1機場は、すでに述べたように調査地域の最も重要な排水施設であり、その役割は大きい。しかし、ハリス排水機場と同様に施設の老朽化が著しく、排水機の能力が低下していること、更に地区内外の開発に伴い冬季にしばしば洪水被害湛水が発生していること等から、公共事業水資源省機械電気局(MED)は、早急にこの排水機場の改修を図りたい意向である。

この様な状況から、本計画では現機場を廃止して機械、機場の新設を計画する。排水機の計画諸元は、計画排水量 87.5 cu.m/ses(現況 62.5 cu.m/ses)に対し、各種の比較検討の上、斜軸軸流型排水量 14.6 cu.m/ses、所要出力900 KWのポンプを7台(内予備機1台)設置する。

13.2 事業実施及び維持管理計画

事業の実施機関

優先開発事業に対する事業実施機関は、オモウム幹線排水路及び放水路の改修については排水事業庁(EPADP)、またエル・マックス排水機(第1)の改修については機械電気局(MED)である。

事業実施計画

オモウム幹線排水路、放水路及びエル・マックス排水機(第1)の改修等からなる優先開発事業は、オモウム地域の排水改良計画の中で緊急事業と位置づけられており、早期に事業の実施が望まれる。従って、優先開発事業の実施計画は、優先開発地区(ハリス地区)の実施と合わせ1996年から2002年までの7年間で実施される計画とする。

事業効果の発現の観点から、優先開発地区のみによる単独の事業実施では完全計画とはいえ、優先開発事業と一体で実施されてこそ優先地区の事業効果をフルに期待できる。この意味で、優先開発地区と優先開発事業は一体的なものと言えよう。

事業の維持管理計画

事業施設の維持管理は、優先開発地区の施設の維持管理と同様に、オモウム幹線排水路及び放水路については、排水事業庁の西デルタ排水管理事業所(General Directorate of 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、またエル・マックス排水機(第1)については、機械電気局の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)が行う。事業実施の維持管理費は、年間1.83百万LEである。

13.3 優先開発事業の事業費

優先開発事業の事業費は、優先開発地区の事業費算定と同様の前提条件で算定した。算定された事業費は198.2百万LEである。物価上昇費を除く事業費は151.8百万LEである。

13.4 優先開発事業の事業評価

優先開発事業は調査地域の最下流部に位置することから、その排水の受益地域は調査地域全域である。従って、優先開発事業計画の経済評価は、優先開発地区及び優先開発事業計画の検討結果をベースに、調査地域全域の便益と事業費を算定し検討を行う。事業評価検討の手法及び考え方は優先地区のそれと同様である。

事業便益

優先開発事業の実施によって発現される計測できる事業効果として、作物増産便益と洪水防御による作物減産防止便益を考慮した。事業便益の目標達成年は各排水ブロックとも基本的に事業完了後4年とするが、優先開発事業が2002年に完成する事により、オモウム幹線排水路水位が現状より50-60 cm下がることによる部分的な排水効果が、2003年から各排水ブロックとも発現することとする。

目標達成時の経済的便益は以下の通りである。

・ 作物増産便益	: 242.9 百万LE/年
・ 洪水防御による作物減産防止便益	: 3.2
計	: 246.1

経済的事業費

経済的事業費は812.8百万 LEである。この事業費の算定において、エル・マックス排水機場及び放水路工事費については、農地排水分の事業費負担として流量比(事業費の70%)によってアロケーションした。

維持管理費及び施設機器更新費についても、優先開発事業のアロケーションを含め算定した。経済的維持管理費は、12.3 百万LEと算定された。

経済的内部収益率

上述の経済的便益と経済的事業費にもとづいて、事業評価を内部収益率(EIRR)で検討した。その結果結果、経済的内部収益率(EIRR)は17%と算定された(財務的内部収益率、FIRRは15%)。

感応度分析

事業実施の感応度分析として、事業便益の減少、事業実施の遅れ、工事費の上昇の3ケースに対する事業の経済的妥当性を検討した。検討結果は以下の通りである。

	<u>FIRR</u>	<u>EIRR</u>
	(%)	(%)
・ 事業便益が 20 % 減少 :	11.9	13.7
・ 事業実施が 2 年 遅れ :	11.9	13.3
・ 工事費が 20 % 上昇	12.3	14.1

事業の妥当性

優先開発事業の経済的内部収益率17%は、エジプト経済企画省の社会経済機会コストの12%を上回ることから、この事業計画の実施は経済的にも技術的にも妥当と考えられる。

前述のように優先開発事業、特にエル・マックス排水機場(第1)は、オモウム地域の中で基幹施設であることから、老朽化した施設の早期改修が重要である。

14. ハリス計画地区環境調査

14.1 地区の現況

計画地区は、オモウム幹線排水路の下流左岸に位置し、農地環境条件が悪いため、その整備が急がれている。このため本地区は、優先的に開発を進めるべき地区として選ばれた。この地区の主な特徴は次のとおりである。

- ・ 湿潤な土壌、塩類の集積
- ・ 強制排水の必要な低平地(暗渠排水必要)
- ・ 乾燥地・要灌漑
- ・ 洪水の被害地区
- ・ 未整備な道路
- ・ 排水不良、風土病

14.2 事業計画の概要

計画地区の農村環境改良事業は、農地環境、特に排水に関するシステムを整備し、農村の生産活動を活発にし生活水準を上げようとするものである。事業内容は次のとおりである。

- | | |
|--------------|-------------|
| ・ 事業計画面積 | : 26,600 ha |
| ・ 排水機の整備 | : 1ヵ所 |
| ・ 幹・支線排水路の整備 | |
| 幹線 | : 24.0 km |
| 支線 | : 112.6 km |
| ・ 暗渠排水施設の整備 | : 22,650 ha |
| ・ 道路網の整備 | |
| 砂利舗装 | : 99.0 km |
| アスファルト舗装 | : 26.0 km |

14.3 事業後の環境の変化

事業計画が農村環境に与える影響は大きく、農業生産活動はもとより生活面での活性化が期待できる。その主な影響は次のように整理できる。

- ・ 地区全体の水環境条件を大幅に改善する
- ・ 除塩及び地下水コントロールの仕組みは土地環境条件を高いレベルに保つことが可能である
- ・ 洪水被害をなくする
- ・ 道路整備により生産活動及び日常生活が便利になる。

14.4 事業による環境への影響

事業による地域環境に与える影響は、あくまでも Positive なもの(良好な正の影響)であり、地区の自然環境や社会環境上悪影響を与えるものではない。事業が全体として正の影響を与えるにも拘わらず、事業外とは言え幾つかの解決すべき環境問題がある。それは次のようなものであるが、

- ・ 風土病、ベルハルシアと住血吸虫抑制施策
- ・ 排水の再利用による用水の水質への影響並びに湖水との関係

いずれも保健省(MOH)及び排水研究所(DRI)が以下のような対応を進めている。

- ・ 保健省(MOH)は経口薬による化学療法、貝類の駆除、公衆衛生教育の徹底で対処しつつある。
- ・ 排水研究所(DRI)は、広域の観測網を通じて用水および排水の塩分や、ナトリウム吸着比(SAR)を観測し、水質の監視維持を図っている。

勸 告

1. 事業実施に対する勸告

- 事業実施の妥当性

オモウム農村地域排水改良計画の中から選定された優先開発地区(ハリス地区)及び優先開発事業の建設は、貧しい農村環境の改善、農業生産の増大による農家所得の拡大と地域経済の促進に大きく寄与することが明らかである。また、事業評価の結果内部収益率が、それぞれ19%及び17%となり、エジプト経済企画省の社会機会コストの12%をはるかに上回ることから、本事業計画の実施は技術的にも経済的にも妥当と言える。従って、本事業計画が早期に実施されることを勧告する。

- 優先開発事業の緊急性並びに優先度

計画地区の事業効果発現のためには、優先開発事業、特にオモウム幹線排水路の分離工事及び放水路の改修工事の実施が前提となる。この意味から、優先事業を最優先に実施すべきで、その順位は事業の緊急性・必要性からエル・マックス排水機場、放水路、オモウム幹線排水路の順と考えられる。但し、エル・マックス排水機場(第1)の改修計画は、すでに機械電気局によって準備が進められている。

2. 実施設計及び工事実施に対する勸告

本調査のフィジビリティ・スタディーは縮尺1/50,000地形図及び調査期間中に収集された資料にもとづいて実施されたが、本事業の実施にあたり、以下の点について特に注意を払う必要がある。

- 実施関係機関の協調

本事業の直接の実施機関は排水事業庁(EPADP)及び機械電気局(MED)であるが、実施設計及び建設工事を効率的にまた円滑的に進めるため、両機関の密接な協調並びに農業土地開拓漁業省(MALRF)との連携が必要である。

- 追加調査及資料収集

実施設計に際し、以下の追加調査及び資料収集が必要である。

- ・ 地形図及び縦横断面図作成
- ・ 地質調査
- ・ 土壌調査

- 暗渠排水施設の設計

暗渠排水施設の布設計画に当たっては、現在パイロット地区で排水研究所(DRI)が試験中の結果を踏まえ、吸水管の間隔、集水管の位置、フィルター材の種類等を選定する必要がある。

- 西ヌバリヤ地区農業生産拡大事業計画の実施

計画地区の用水の有効利用と適切な水管理は、排水改良と相まって実施されてこそ、事業計画の目標の一つである農業生産の拡大が達成されるものである。このことから、西ヌバリヤ地域の灌漑システムの改良を目的とした西ヌバリヤ地区農業生産拡大計画 (West Nubariya Agricultural Intesification Project)が本事業と同時期に実施される必要がある。

- 放水路の改修

エル・マックス排水機場下流の放水路の改修には、135戸の住居移転が伴う。事業計画を支障なく進めるためには、関係住民への事業計画の十分な説明と理解を得ることが重要である。

3. 事業完了後の事業効果促進に対する勧告

事業実施期間中或いは事業実施後において、排水改良事業の効果を迅速かつ円滑に高めるためには、以下に述べる諸条件が満たされなければならない。

- 灌漑用水の有効利用

計画地区を含めヌバリヤ幹線用水路掛かり地域は、将来とも用水の不足地域と考えられる。このことから、この地域では末端を含めた用水施設の整備と水管理技術の向上は、重要課題と考えられる。灌漑用水の管理については、農民組織も含め技術指導を図るべきである。

- 放流施設のタイプと操作基準

マリユート湖の水位及び水質保全のため、オモウム幹線排水路の分離堤上に7カ所の放流施設が建設される。放流施設のタイプは、施設の維持管理を考慮して孔あきの放流口(ゲート付)と越流堰を組み合わせた構造である。この放流施設の基本的な操作基準は期別に提案したが、異常時には旬または半月単位の操作で対応の必要がある。

- 畑地灌漑農業の実施

畑地灌漑農業を効率的に実施していくためには、以下の事項の調査・研究を行うことが必要がある。

- ・ 塩類化及びナトリウム化した土壌の改良進捗状況のモニタリング及び土壌改良方法の改善
 - ・ 土壌の微量要素を含む要素欠乏とこれに対応した施肥基準及び栽培方法の確立
 - ・ 野菜を中心とした連作障害を回避する輪作体系の確立
- 農業振興支援の実施
- 排水事業庁(EPADP)及び農業土地開拓漁業省(MALRF)は、計画地区を対象として以下の農業振興支援を行う必要がある。
- ・ 排水事業の実施に際し、農民組織である排水組合を通じて農民各自が末端施設の整備計画の段階から参加して、その機能的な運営を行うこと。
 - ・ MALRFの農業技術普及とEPADPの農民への指導の連携を保ち、本事業の排水・土壌改良と営農改善を結びつける内容の訓練をMALRFのスタッフを対象に行うこと。
 - ・ 野菜等農産物の共同出荷を含む流通改善を行うこと。
- オモウム幹線排水路及びマリユート湖の水質管理
- 排水の再利用計画の一つであるオモウム・ドレイン・プロジェクト(Omoum Drain Project)の運用によって、オモウム幹線排水量の約996 MCMが毎年灌漑用水として再利用されることになる。その結果を監視するためオモウム幹線排水路の水量、水質、更にマリユート湖の水質を含めたモニタリングを進める必要がある。

PART-1 マスタープラン・スタディー

第 1 章 序 論

第1章 序 論

1.1 調査の背景

エジプト国における農業は、国家経済、国民経済の基盤として重要な位置を占めていることから、同国政府は農業生産可能地の拡大、平均単収量の増大をその手段として長年に亘り食糧増産に努めてきた。また現行の第3次経済開発5ヶ年計画(1992/93～1996/97)においても、農業生産の拡大を主要政策の一つとして掲げている。

このような中で、1970年のアスワン・ハイダム完成後は、エジプト国全土において通年灌漑が実現し、年二期作が可能となり、それと平行して農業生産可能地も飛躍的に拡大したが、過剰灌漑並びに排水不良により、地下水位が上昇し土壌中の塩類集積が問題となっている。

特に、本調査の対象地域であるオモウム地域が位置するナイル・デルタ北西部は、すぐ北側に地中海を控え従来より地下水位が高い上に、不十分な水管理体制並びにポンプや排水路等の施設の老朽化による排水不良から、土壌の湿潤化及び塩類集積が深刻化しており、農業生産性の低下等が大きな問題となっている。

このような状況にかんがみ、エジプト国政府は1992年5月、我が国政府に対し、上記計画の策定にかかる技術協力を要請してきた。この要請に応え、事前調査団が1993年9月にエジプト国へ派遣され、公共事業水資源省、排水事業庁(EPADP)との間で本調査の実施細則を定めた。この実施細則に基づき、1994年7月上旬から1994年9月下旬にわたり、オモウム流域全体の排水改良開発基本計画(マスター・プラン)の作成業務を行った。また、1995年1月下旬から1995年3月下旬の間に開発基本計画の検討結果から選定された優先開発地区及び優先開発事業のフィージビリティ・スタディを実施した。

1.2 調査業務の目的と範囲

1.2.1 調査の目的

本調査業務の目的は以下のように要約される。

- 本調査の目的は、ナイル・デルタ北西部ベヘイラ州に位置するオモウム地域約18万haを対象として、排水システムの整備による農村環境改善を主とした排水改良計画

策定にかかるマスタープラン調査を実施し、選定された優先開発地域についてフィージビリティ調査を実施することである。

- また、本調査業務を通じてエジプト国側のカウンター・パート機関である公共事業水資源省、排水事業庁 (EPADP)、他関係省庁のカウンター・パートに対し、技術移転を行う。

1.2.2 調査の範囲

調査は以下の2フェーズにわたり実施した。

フェーズ I (マスタープラン調査)

- 国内事前準備作業
- フェーズ I 現地調査
- フェーズ I 国内作業

フェーズ II (フィージビリティ調査)

- フェーズ II 現地調査
- フェーズ II 国内作業
- ドラフト・ファイナルレポートの説明
- ファイナルレポート提出

フェーズ I 調査では、オモウム農村地域排水改良計画及びそれに伴う排水改良基本計画 (マスタープラン調査) を策定するとともに、フィージビリティ調査を目的とする優先開発地域及び事業を選定した。

フェーズ II 調査は、フェーズ I 調査で選定された優先開発地域及び事業を対象として補足調査を行い、排水システムの整備による農村環境の改善を主な内容とした排水改良計画 (フィージビリティ調査) を策定した。

1.3 調査業務の実施

フェーズ I 及びフェーズ II 現地調査は、以下のメンバーによりエジプト国、公共事業水資源省、排水事業庁及び関係機関の協力を得て実施された。

JICA作業監理委員

委員長(総括)	茨木 教晶	農林水産省、中国四国農政局 建設部次長
委員(灌漑・排水、 農地環境)	渡辺 紹裕	京都大学農学部農業工学科 助教授
委員(機械施設)	市野 吉造	農林水産省、構造改善局建設部 設計課、課長補佐
委員(農業)	網澤 幹夫	農林水産省、農林水産技術会議事務局 バイオテクノロジー課、企画係長

JICA調査団

総括/農村開発/広域排水計画	竹内 清二
灌漑・排水	黒田洋一郎
気象・水文/水理解析	マハブブ A.K.M. レジャ
農業/土壌	長谷川靖徳
農業経済/事業評価	土金 達男
施設計画/設計・積算	家泉 達也
機械施設計画/設計・積算	早田 寛
環境	伊勢野大蔵
測量監督	杉山 行英

排水事業庁カウンターパート

農村開発/広域排水計画	Eng. Mina Iskander Mikhail Eng. Abd El Nabi Mahmoud Eng. Nabil Mahrous Eng. Shaker Etman Eng. Nagwa Snedak
灌漑・排水	Eng. Khalaf Nasef Khalaf Eng. Hatem Hosien Eng. Hosham Younes
気象・水文/水理解析	Eng. Wageih George Eng. Ashour El Said
農業/土壌	Eng. Shaker Abd El Hamied Eng. Soliman El Saeid Eng. EL Saeid El Kholi Eng. Saad Abo Khokha

農業經濟 / 事業評價

Eng. Mohamed Fathy Saif
Eng. Aly Kolkela
Eng. Kareim Atalla
Eng. Mohammed Nagieb

施設計画 / 設計・積算

Eng. Ahmed El Medany
Eng. Mostafa Mowafi

機械施設計画 / 設計・積算

Eng. Mohammed Abd Alla Shabana
Eng. Ahmed Samier
Eng. Hosny El-Sayed Morsey
Eng. Kamis Zaky
Eng. Esmail Abed El Kader

環 境

Eng. Nabil Girgis
Eng. Ahmed El Morsey
Eng. Aly El Nenaey

測量監督

Eng. Mohamed Fawzy
Eng. Eslam Badr

第2章 事業の背景

第2章 事業の背景

2.1 エジプトの経済動向

エジプト政府は従来の公共部門主導の統制的経済体制を抜本的に改めるよう政策の転換を図っている。すなわち、経済活動に課せられている各種統制を解体し、資源の配分が市場原理に基づいて行われ、民間部門が経済成長、所得及び雇用の創出を行う上で主要な役割を担う、いわゆる市場経済への移行を主眼とした一連の経済改革を推進している。

具体的には、例えば、財政においては赤字削減のため、歳出面での補助金の削減及び歳入面での売上税の導入を初めとする増税を実施し、また金融においては、金利の自由化及び外国為替の自由化を実施した。更に、価格統制の撤廃、貿易の自由化、公共部門の民営化等を行っている。

2.1.1 貿易と国際収支

1) 貿易収入

エジプトの貿易収支は常に赤字状態にある。輸入は輸出を上回り、GDPに占める輸出の割合は7～9%である。これに対し、輸入の比率は20～26%であり、主な輸入品は食料、消費品である。1992年では、貿易収支は、63億7,800万ドルに達した。1987～1992年の貿易収支を示すと、下記のようなになる。

1987 - 1992 の貿易収支の推移

(単位: 百万ドル)

年度	1987	1988	1989	1990	1991	1992
輸出	3,115	2,770	2,907	3,604	3,856	3,424
輸入	8,095	9,378	8,841	10,303	9,831	9,802
収支	-4,980	-6,608	-5,933	-6,699	-5,975	-6,378

出所: IMF

2) 国際収支

貿易収支の赤字は、外国からの資金援助とエジプト人の海外からの送金で補填されている。1990年、湾岸戦争の時、西洋諸国からの援助と海外送金の額が大きかったため、経常収支は黒字となった。

為替市場と国内農業市場の自由化により、民間企業と民間人は、外国の銀行に預金するよりも国内の銀行に預金する方向に変わった。これにより外貨準備額は増大した。1991年には、エジプト経済は、パリーの先進援助国借款グループとよばれる援助供与国の支援を取り付けた。この受け入れ条件は、3段階でエジプトが対外債務を50%消滅することに合意することであった。

慢性的な対外債務を消滅する試みは実行された。輸入代替品、製造業の製品供給能力の拡大、贅沢品への高関税等である。これらの努力にもかかわらず、国際収支改善のキーは、輸出関連産業の拡大と充実にある。

2.1.2 雇用、賃金状況

1991年度のエジプト総人口5,589万人中、労働力人口は1,523万人で、この内雇用者数は1,390万人、従って、失業者数137万人、失業率9%となっている。80年代前半では、新規労働力人口は、出稼ぎ労働者となる一方、経済成長により創出された新規労働市場に吸収され、失業率は低かった。しかし、湾岸産油国における開発需要の一巡やこれら諸国における若年層の増大、或るいは自国経済の停滞から雇用機会は減ってきている。また、熟練労働者が高賃金に魅かれて出稼ぎに行くケースが多いため、国内の熟練労働者が不足気味となっており、民間部門の熟練労働者の賃金が、同一職種の公的部門の労働者の2倍程度に上昇するといった問題も発生している。このほか、農業部門の主要作物での労働者の賃金も、出稼ぎ等による労働者の不足から、雇用者平均の上昇率3.6%を大幅に上回る年率25~30%にまで急上昇している。

2.2 国家開発計画における農業政策

エジプト国の社会主義経済は農業にも犠牲をもたらしてきた。農業は1986/87年のGDPの約16%を占めていたが、1991/92年には15%に減少した。しかし、農業部門は経済のなかで最大の雇用の機会を提供し、1986/87年では総雇用の36%を、また1991/92年では33%を占めている。また、農業部門は経済の最大セクターで、1986/87年のGDPの46%を占め、1991/92年では39%になっている。食品産業、紡績産業は、農業関連産業の2つの主要な産業である。従って、農業はエジプト経済の重要な産業部門であり、GDPの15%、雇用の33%、農業関連産業の生産物の39%をそれぞれ占めており、労働力雇用の大きなシェアとなっている。

従来、エジプト政府は、栽培施策として生産目標を策定し、2年作、3年作、並びに砂糖キビ作のローテーション栽培を進めることにより計画生産を行ってきた。中央政府は、そ

の生産目標を地方政府に指示し、地方政府は、国家の割当量を地方自治体、農業協同組合にそれぞれ指示している。このような状況の下で、農民は国家の決めた作付け割当てを受け入れざるを得なかった。

しかしながら、近年、国際通貨基金 (IMF) 及び世銀の指導の下に経済改革が進められてきた。この中で、公的事業の民営化が積極的に進められている他、農産物市場についても自由化されている。また、若年層の雇用対策を推進することによる、農業振興が図られている。更に、1992年には土地改革法の一部を改正し、“小規模零細農家保護政策” から、農業生産拡大に重要な要素となる“農地規模拡大促進政策”への転換が行われ、これに伴って土地所有に対する制限の大幅緩和が取られた。

このような状況のもとで、農業事情は一変した。即ち、農民は、農業協同組合を通じて農民自身の要望を伝え、協同組合は農民の要望を地方自治体、地方政府、更に中央政府に伝達し、各々のレベルで検討され、様々な互惠プロセスを通じて作付け面積の最終決定が行われることとなった。この場合、最終決定の主な要因は、利用可能灌漑水資源量、農民のインセンティブ、政府の行政と割当機能である。特に、水資源については絶対量が不足しており、そのために用・排水施設整備並びに水管理技術の向上は重要な課題となっている。この意味からして、オモウム地域の排水改良計画の意義は大きい。

2.3 西部デルタ地帯に対する国家政策

本調査地域は西部デルタ地帯の西端に位置している。この西部デルタ地帯は、エジプトの農業生産の中で大きな役割を果たしている。1991/1992の統計資料 (Statistical Year Book, CAPMAS) によると、エジプト全土に対する西部デルタ地帯の作物別の作付け面積割合は、次のようになっている。即ち、穀物 (トウモロコシ、小麦、米、他) 6.2%、豆類 (大豆、ソラマメ、他) 15.7%、野菜類 (タマネギ、他) 28.6%、工芸作物類 (綿花、他) 11.5%、牧草類 (ベルシーム、他) 10.4%、果樹 11.5% である。特に、野菜類及び豆類の割合が大きい事から明らかに、西部デルタ地帯は、エジプトの農業生産の中で畑作物生産振興地域と位置づけられている。

エジプト政府が掲げている西部デルタ地帯開発の3大目標は、灌漑開発、排水開発、及び農業開発である。しかし、農業開発にとって最大の制約要因は、灌漑のための水資源である。従って、水資源の効率的配分は、この地域の重要な課題である。即ち、用水管理及び灌漑システムの改善、排水改良、農村基盤施設の改良、更に、経済的並びに財務的観点から水資源の有効利用の促進等が重要課題である。

2.3.1 灌漑開発計画

エジプトの農業は、かんがい用水に大きく依存している。従って、エジプト政府は利用可能な水資源開発、特に西砂漠新規地域への水資源の開発に努力してきた。このため、圃場レベルも含めた灌漑システムの水管理の改善を図ると同時に、西砂漠地域への灌漑用水の確保のため、オモウム幹線排水路の排水とヌバリヤ用水路の水を混ぜ合わせるることによる排水の再利用にも努めている。

2.3.2 排水改良計画

地域の大半が海面下に位置する西部デルタ地帯は、農業生産のみならず、一般の生活にも厳しい排水問題に直面している。このため、多額の投資が毎年なされてきた。特に、余剰水の排除のため排水ポンプ及び排水路の維持管理が重要な問題となっている。

一方、エジプト政府は、西暦 2000 年に向けた長期計画のもとで、導入作物を考慮した地下水位コントロールのための暗渠排水設置事業を行ってきた。しかし、この事業は、予算不足のため計画通りには進んでいない。暗渠排水による排水改良は、農業生産の増大、農業所得の拡大を図るために不可欠である。過去の研究成果によると、暗渠排水の設置により土中の塩分濃度の低下等により農業生産量が 10% から 20% 増大したと言われている。暗渠排水の設置費用は、1 フェダン当たり、400 から 500 エジプトポンド、維持費用は、1 フェダン当たり、6 エジプトポンドと報告されている。

2.3.3 農業開発計画

地域の農作物の多様化に対応するため、地安定的な用水確保を目的とした用水改善、排水ポンプ及び幹支線排水路の改修、末端圃場における暗渠排水の設置等が実施されることにより、以下に述べる総合的な農業開発が進められている。

- 灌漑及び排水分野における体系的な水管理のもとで、生産性の高い農作物の多様化の実現
- 上記の総合的な農業経営実現のため、農業支援並びに農民組織の強化
- 農作物の多様化の導入及び生産性の向上を図るため、農業技術の向上を目的とした試験・研究及び普及体制の強化

2.4 調査地域の課題と開発の必要性

農業経営の技術的制約は、伝統的な耕作方法による農業の生産性並びに収穫後処理に影響を及ぼしており、調査地域の農業は、比較的低い生産技術また末端圃場における不十分な水管理に特徴づけられている。現実には、非効率的で旧態同様の耕作技術のため、農作物収穫後において収穫物の20%が損失となっている。

競合する試験・研究機関での研究課題の普及は、優先度の高いものに制限され、農業研究システムは農村の末端には及んでおらず、中央での研究成果は農民に届いていないのが現実である。

更に、水と耕作できる土地との関係にも問題がある。人口増加と都市化が進み、エジプトの少ない農地を減少させている。このため、エジプト政府は、ナイル河の限られた水資源を利用することにより砂漠地の開発に努めている。地下水利用の可能性は少なく、政府並びに民間は、現存する水資源管理のより効率的な方法を模索している。

また、農業支援サービスを目的に設立された農民組織は、その役割も弱く、活動も制約されている。

調査地域を含めたナイル・デルタ地帯においたは、アスワン・ハイダム建設により、二期作に対する灌漑農業が可能となると共に農村部の生活レベルが向上しつつある。しかし反面、この地域では以下に述べるような農業上の厳しい問題に直面している。

- 不適切な灌漑用水管理
- 排水施設の老朽化
- 農民組織及び農業支援体制の不備
- 未整備な農村環境
- 排水路及び地下水位の上昇による農産物への悪影響
- マリユート湖の水質劣化

従って、オモウム農村地域の排水改良を目的とした農地環境整備計画は、重要、かつ欠かすことのできない大きな課題である。

第3章 調査地域の現況

第3章 調査地域の現況

3.1 地勢及び気象

3.1.1 位置及び地勢

調査地域は、カイロから約 220 km に位置し、北西デルタのベヘイラ及びアレキサンドリア州に属している。モハムディアとヌバリヤ水路を東西の境界とし、北はアレキサンドリア市に面しており、また南の境界はシェリシュ排水ブロックの境界と一致する。本地域はナイル川のもたらす肥沃なシルトの堆積によって形成されている。地区は南北 70 km、東西 30 km の広がりをもっている。

標高は南部で海拔 6 m、北部で海拔 (-) 3.5 m である。5,460 ha (13,000 feddan) の水面を持つ広大なマリユート湖が調査地域の最下流に位置している。以前、この湖は、オモウム幹線排水路とヌバリヤ用水路によって 4～5 地域に分割されていた。近年では、水不足とマリユート湖の水質の悪化のため、また、漁業に十分な水位を確保するため、幹線排水路とヌバリヤ用水路の堤防が多くの箇所で見切られている。

地域の大部分は耕地で、主に綿、稲、とうもろこし等の農作物がナイル川からの灌漑水で栽培されている。調査地域は次表に示すように 8 つの排水ブロックよりなり、その面積は 180,710 ha (430,260 feddan) である。

調査地域の面積

排水ブロック	面 積	
	(ha)	(feddan)*1
Qalla 地区	5,880	14,000
Abis 地区	3,780	9,000
Hares 地区	26,600	63,330
Dishudi 地区	15,330	36,500
Truga 地区	43,080	102,570
Shereshera 地区	56,720	135,060
Abu Hommos 地区	19,910	47,400
小 計	171,300	407,860
マリユート湖	9,410	22,400
(水面積内数)	(5,460)	(13,000)
計	180,710	430,260

*1: 1 feddan = 0.42 ha

3.1.2 地質状況

調査地域のはほぼ全域の地質は、第4紀に形成された堆積岩からなっている。しかし、地域の南西部の一部では、部分的に第3紀後期の露頭が移動砂及び砂漠性岩屑の薄い層の下に見られる。

表層の厚さは、50 cmを越えることはないが、ボーリング資料によると、第4紀下層堆積岩の厚さは、約700 mを超えている。しばしば、玄武岩の岩床が中新世の下層に見られる。表層及び表層に近い層の地質は、比較的単純な構造でナイル・デルタの方向に均一勾配を呈しているが、局所的な断層が地域の南西部に見られる。

3.1.3 一般気象及び降雨

調査地域の気候は、地中海性気候に分類される。平均気温は1月の14℃から7、8月の27℃まで変化する。湿度は49%から83%と比較的高い。

エジプト国は降雨量の非常に少ない(年間平均降雨量28 mm)乾燥地帯として知られているが、デルタでは年間平均降雨約200 mm(アレキサンドリアで記録)と降雨に恵まれており、そのほとんどが11月から2月に集中している。しかし、沿岸地域の南部では大幅に雨量が少なくなる。アレキサンドリアから60 km内陸部のダマンフルでは、年間降水量は約110 mmである。最近年の最大月降水量は、アレキサンドリアで167 mm(1991年12月)を記録しているが、ダマンフルでは100 mmである。また同期間の最大日雨量はアレキサンドリアで53.4 mm、ダマンフルで19.4 mmである。アレキサンドリアとダマンフルの月平均降雨を次表に示す。また、月間、年間、最大日及び最大月降雨を資料編B、表B-1-1から表B-1-3に示す。

平均月降雨量(1973-1994)

月	(単位: mm/月)	
	アレキサンドリア	ダマンフル
Jan.	53.3	29.2
Feb.	30.1	20.2
Mar.	15.8	12.0
Apr.	2.3	2.4
May	0.8	1.4
Jun.	0.0	0.1
Jul.	0.1	0.0
Aug.	0.0	0.0
Sep.	0.0	0.6
Oct.	8.2	4.2
Nov.	29.2	11.4
Dec.	58.7	25.7
平均	198.5	107.2

出典: Egyptian Meteorological Authority

3.2 行政及び社会経済

3.2.1 行政区分

調査地域の大部分(約95%の面積)は、行政区上ベヘイラ州(Governorate)に属する6郡にまたがる。残りの部分はアレキサンドリア州に属する3区に位置している。前者には、31の末端行政区(Local Unit)に属する81の村(Sheyakha)と郡の中心地である6町が含まれている。末端行政区は、最近新しく設置されたものであり、いくつかの村をまとめている。標準的な村の人口規模は、10,000人前後であり、これは約250人ほどの人口を持ついくつかの小村(Ezba)により構成されている。

3.2.2 人口分布

1986年の人口センサスにおける、調査地域の上記郡及び区全体の人口は、2,007千人であり、1976年の同センサスによる年人口増加率は3.8%である。1993年の同人口は、2,442千人であり、1976年から過去18年間に1.7倍になっている(資料編F表、F-1-1参照)。1993年の調査地域郡及び区別人口及び人口密度は下記のとおりである。

表 3-1 行政区分別の人口密度 (1993)

行政区分	面 積 (km ²)	人 口 (千人)	人口密度 (人/km ²)	調査地域		
				Local Unitの数	町の数	村の数
1. Behera Gov.						
- Delengat	389	241	620	4	1	6
- Damanhur	496	595	1,200	7	1	8
- Hosh Esa	276	152	547	3	1	9
- Abu Hommos	402	345	858	7	1	23
- Abu El Matameer	436	255	585	3	1	15
- Kafr El Dawar	595	668	1,123	7	1	20
Sub-total	2,594	2,256	856	31	6	81
2. Alexandria Gov.						
- Khorshed	66	27	409	N.A	N.A	N.A
- Abis	51	28	549	N.A	N.A	N.A
- Ameriya	570	131	530	N.A	N.A	N.A
Sub-total	687	186	279	N.A	N.A	N.A
計	2,981	2,442	819	N.A	N.A	N.A

出展: Population Census, 1986, CAPMAS

1986年のベヘイラ州の農村地域10歳以上人口の識字率は、男子で53%、女性32%であり、特に女性のそれは低い(資料編 F、表 F-1-3 参照)。1986年の人口センサスによるベヘイラ州の農村地域の12歳から65歳の男子人口のうち、支払いのない家族労力を含めた失業状態の人口は約10%である(資料編 F、表 F-1-4 参照)。またこの地域の6歳以上男子の経済的有効雇用の71%が農業である(資料編 F、表 F-1-4 参照)。

本調査地域の上流に位置する排水ブロックは村の密度が高いが、下流の排水ブロックのそれは小さい。末端行政区別の人口密度は表3-1に示すようであり、下流にある末端行政区、特にハレス及びトルーガブロックのそれは小さい。(図3-1参照)。

上記の調査地域の郡及び全体の人口や戸数とは別に、本調査地域内に位置するSheyakhaの人口及び戸数の資料をベースとした本調査地域の人口及び総戸数は、それぞれ1,138千人と219千戸と推定される。その平均家族規模は5.2人であり、人口密度は664人/km²である。また総戸数による農家戸数は約79千戸で全戸数の36%を占める。(資料編 F、表 F-1-6 参照)

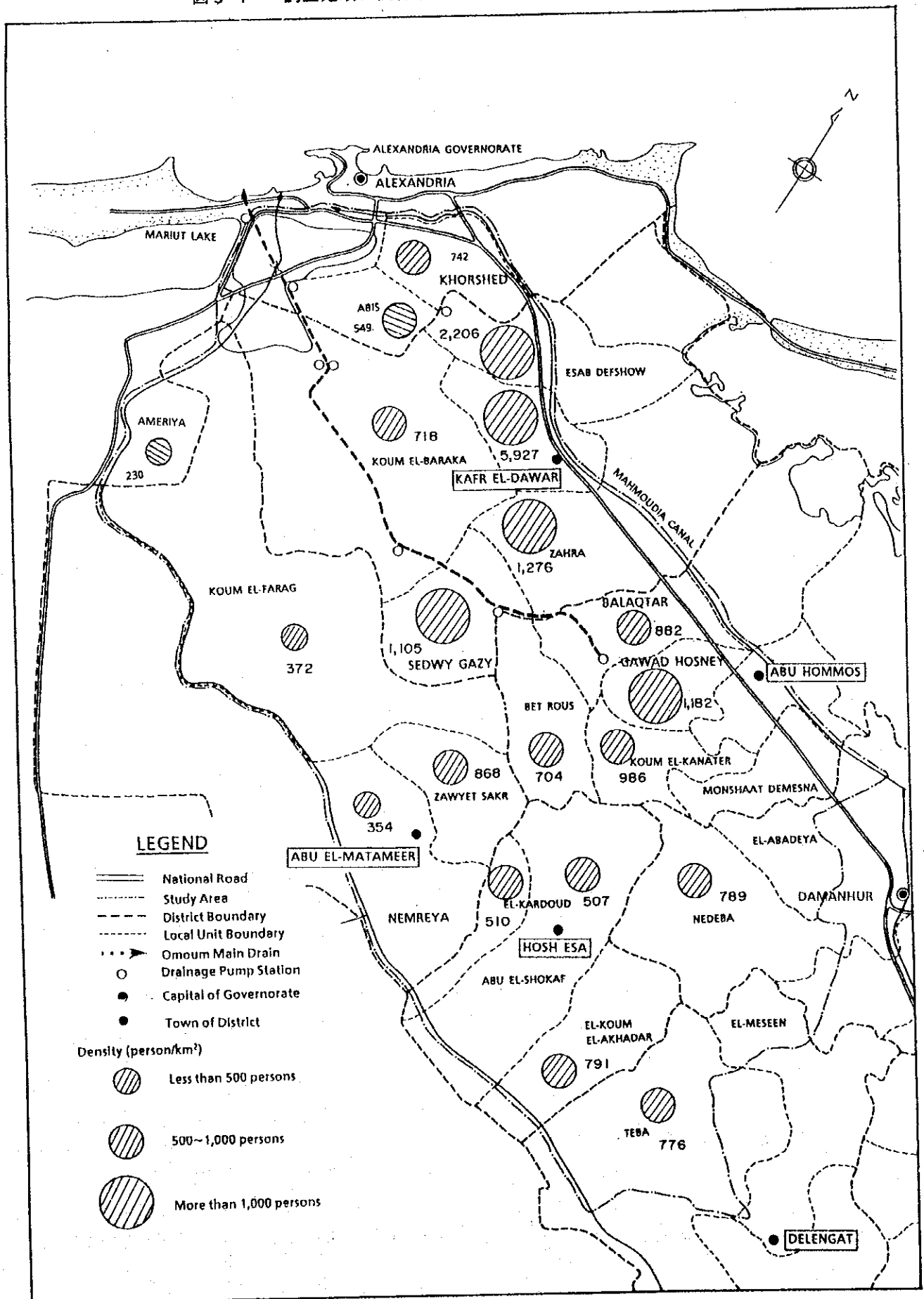
3.2.3 社会経済状況

農業改革の一部とし、エジプト政府は市場経済の導入と補助金削減によるコストの削減に努めている。コスト削減のなかには、灌漑、上下水、電気、通信を含む公共事業及び医療コストがある。エジプト政府は、長期間、生活費用削減のため、多くの補助金を出してきた。これらの補助金を貧困層に限定する政策を行うべく模索中である。エジプト政府は、多くの事業の維持管理のための資金が、長期的にサービスの質の向上とインフラ整備に必要であることを認めている。

1993年の資料によると、調査地域では、伝染病による被害が多く見られる。伝染病は全国でも多くの住民に被害を与えている。アブホモス、アブエルマタミール、ホシュエサの3地域(5つの村を含む)について、水関連の伝染病に犯されている人口の割合は、アブホモスでは4.5%、アブエルマタミール、4~23%、ホシュエサ、19%となっている。3大疾患は下痢、チブス、住血吸虫病である。

飲料水と衛生的な生活排水の改善は、生活水準の向上のために不可欠である。農村部の約25%の住民は、衛生的な飲料水が得られないし、また、70%の住民は、生活汚水の処理施設の恩恵に預かっていない。生活排水による水の汚染は、健康と環境に多大の影響を与えている。

図 3-1 調査地域に関する郡別の人口密度 (1993)



調査地域内の83%の住民に対し衛生的な飲料水が供給されているが問題は、汚水を排水と混ぜて放流し、その水を農民が利用している村がみられる。このことは、環境の上で深刻な問題となり、ベヘイラ地方政府は、生活汚水を排水路に放流しないことを法的に義務づけている。

汚水処理は、海外からの援助に依存しており、低平地での下水処理施設を設置することは、多くの資金を必要とし、集水ネットワークを完備することは困難である。このため、エジプト政府は、大規模の低平地汚水処理の技術の経験が少ないので、外国からの技術と資金援助を必要としている。

3.3 気象及び水文

3.3.1 気 象

調査地域の気象状況は、以下のように要約される。

気象パラメタの月平均

月	気 温 (°C)	蒸発量 (mm/day)	風 速 (km/hr)	日照時間 (hr/day)	湿度 (%)
Jan.	13.7	4.0	4.3	6.6	66.5
Feb.	14.3	4.5	4.3	7.5	65.0
Mar.	16.0	5.2	4.5	8.3	64.5
Apr.	18.7	5.4	4.3	9.5	64.5
May	21.6	5.5	3.9	10.7	77.5
Jun.	24.4	5.5	3.9	11.9	70.0
Jul.	26.2	5.4	4.3	12.0	71.0
Aug.	26.7	5.4	4.0	11.5	71.0
Sept.	25.4	5.5	3.6	10.4	68.0
Oct.	22.6	5.2	3.2	9.3	67.0
Nov.	19.2	4.3	3.4	7.9	67.0
Dec.	15.5	3.7	4.0	6.5	67.0
平均	20.4	5.0	4.0	9.4	68.3

出典: Egyptian Meteorological Authority

3.3.2 水 文

調査地域の水文を左右する主な要因はモハムディア用水路、オモウム幹線排水路、ヌバリヤ用水路、マリユート湖及び地中海である。モハムディア及びヌバリヤ用水路は、地域に灌漑用水を給水している。7つの排水ブロックからの排水は、オモウム幹線排水路によって排水されている。最終的にこれらの排水は、オモウム幹線排水路の最下流に設けられている

エル・マックス排水機場から地中海へ排出されている。図3-2は調査地域内の水文ネットワークの模式図を示す。

オモウム幹線排水路の主目的は、農地からの余剰水を排除・送水することであるが、現在はその目的が変わってきている。近年、マリユート湖の水量不足に加え、水質の悪化が急速に進み、漁民がオモウム幹線水路とヌバリヤ用水路の堤防の多くの箇所を開削している。このため、地域内の水文状況はより複雑になってきている。農業サイドからは、上流地域の排水を有効に行うため、エル・マックス排水機場地点での水位を (-) 3.25 m に保つよう要請している。しかし一方、マリユート湖での漁業と水質サイドからは、湖の水位を (-) 2.40 m に保つよう要請されている。現在、その折衷案としてエル・マックス地点での水位を (-) 2.8 m から (-) 2.7 m の間に保っている。1991年から1994年までの各排水機場地点の水位の最大値を以下に示す。

各機場の最大吸水位及び吐水位 (1991 - 1994)

排水機場	吸水位 (m.MSL)			吐水位 (m.MSL)		
	最 高	最 低	平 均	最 高	最 低	平 均
1. EL-Max	(-) 1.86	(-) 2.90	(-) 2.38	0.95	0.60	0.78
2. Qalla	(-) 4.30	(-) 5.90	(-) 5.10	(-) 0.20	(-) 2.00	(-) 1.10
3. Abis	(-) 4.00	(-) 6.80	(-) 5.40	(-) 1.80	(-) 2.60	(-) 2.20
4. Hares	(-) 2.00	(-) 5.80	(-) 3.90	(-) 1.40	(-) 2.75	(-) 2.08
5. Dishudi	(-) 2.42	(-) 5.72	(-) 4.07	(-) 1.42	(-) 2.85	0-2.14
6. Truga	(-) 1.47	(-) 4.85	(-) 3.16	(-) 1.10	(-) 2.50	(-) 1.80
7. Shereshra	(-) 1.10	(-) 5.65	(-) 3.38	0.00	(-) 2.50	(-) 1.25
8. Abu Hommos	(-) 0.55	(-) 2.99	(-) 1.77	(-) 0.11	(-) 2.64	(-) 1.38

出典：MED, Damanhur

1991年から1994年までの4年間について、7排水ブロックからの排水量とエル・マックス排水機場から地中海へ排出される排水量を図3-3に示す。月平均(1988～94)の7排水機場からの排水量とエル・マックス排水機場からの排出量を以下に示す。また排水量の詳細を資料編B、表B-1-4～B-1-10に示す。

図 3-2 調査地域の水文ネット・ワーク模式図

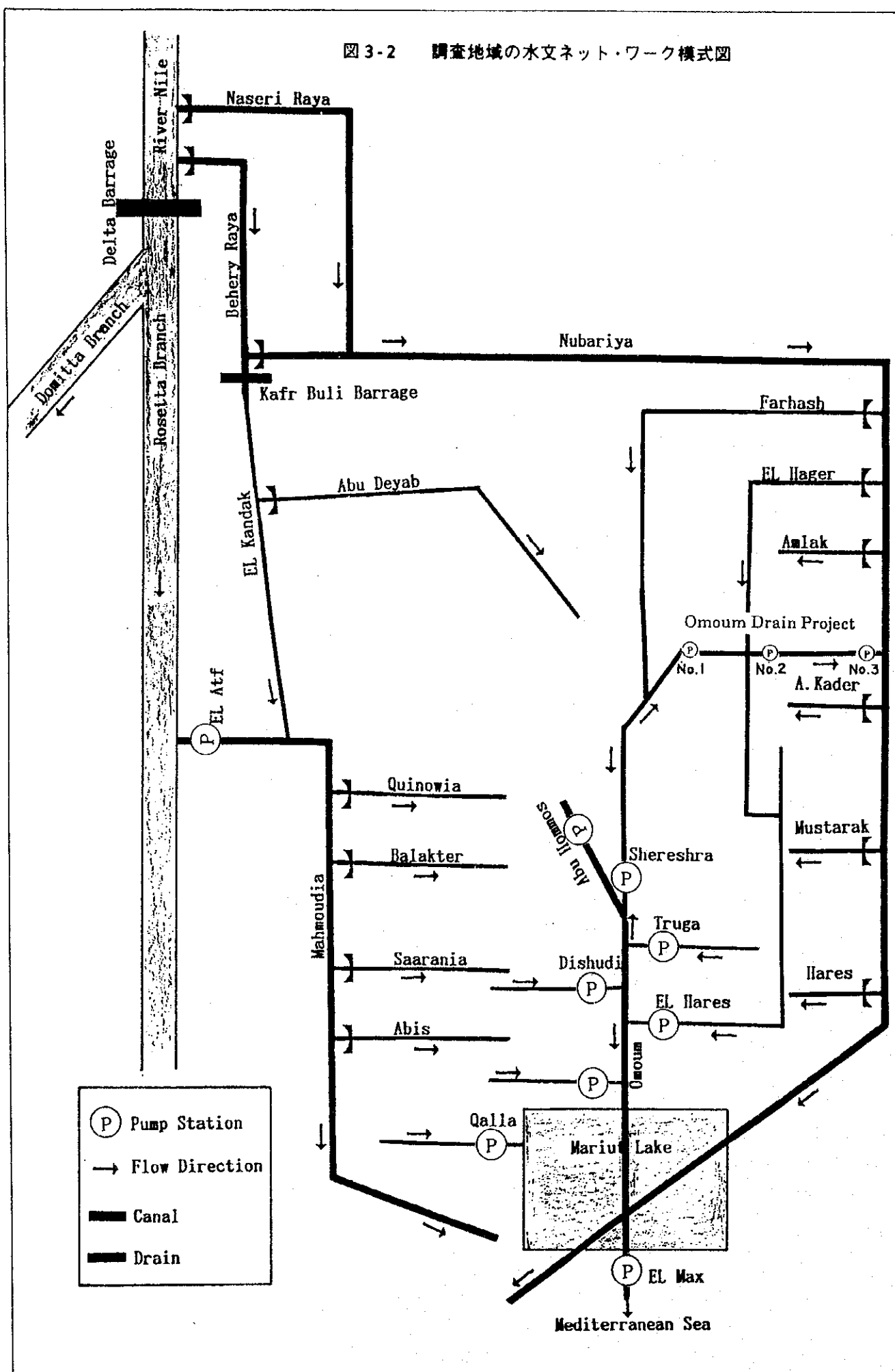
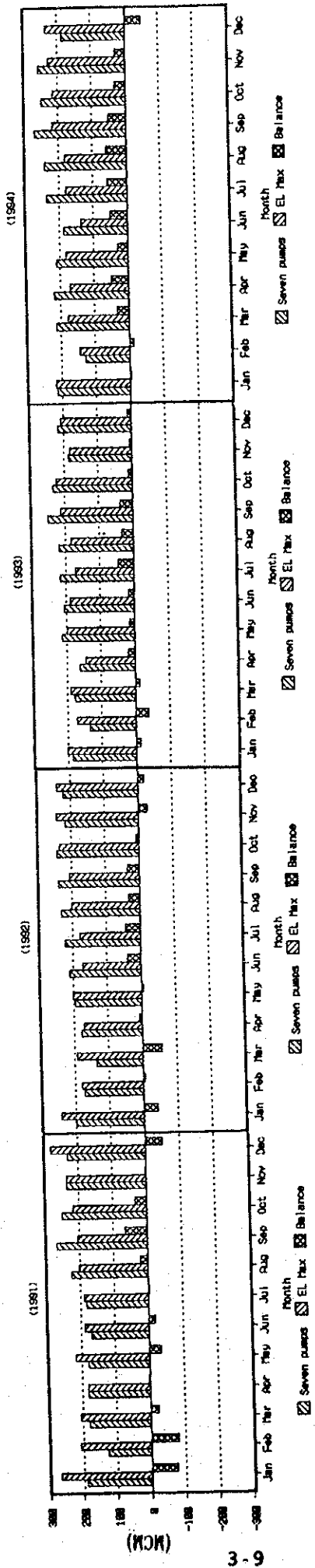


図 3-3 7ブロックからの排水量とエル・マックス排水機場からの排水量 (1991 - 1994)



Source: MED, Damanhur

各排水ブロック及びEL-Max排水機場からの排水量

(単位: MCM)

7ブロックからの排水量								EL-Maxからの排水量	
Month	Qalla	Abis	Hares	Dishudi	Truga	Shereshra	Abu Hommos	計	
Jan.	19.71	3.69	54.51	17.52	47.25	49.24	9.11	201.03	245.16
Feb.	20.84	2.44	37.03	13.70	28.11	25.84	6.37	134.34	180.99
Mar.	23.21	2.88	44.84	17.55	37.13	43.78	10.58	179.98	191.73
Apr.	25.89	3.84	45.16	16.71	34.31	40.96	10.39	177.25	162.47
May	28.26	4.20	49.29	19.08	38.41	41.61	9.99	190.84	186.87
Jun.	26.39	4.17	50.65	19.65	39.51	46.80	10.58	197.74	175.26
Jul.	28.55	4.68	53.58	21.65	41.57	55.49	14.00	219.52	187.11
Aug.	28.12	6.02	57.37	22.24	43.00	55.36	13.66	225.77	196.36
Sep.	27.40	5.62	60.53	26.96	53.39	62.23	15.64	251.76	213.25
Oct.	27.49	5.81	60.99	24.40	55.10	62.63	11.89	248.31	237.72
Nov.	25.46	4.81	57.95	20.39	49.41	53.28	11.74	223.03	224.85
Dec.	23.27	4.52	55.48	20.69	47.72	49.40	10.94	212.03	241.68
Total	304.60	52.67	627.38	240.54	514.91	586.63	134.86	2,461.59	2,443.45
Ave.	25.38	4.39	52.28	20.05	42.91	48.89	11.24	205.13	203.62

注 : Abu Hommos の資料は 1991 - 1994年である。

出典 : MED, Damanhur; Reuse Monotoring Report, DRI

地区内の排水問題の他に、排水の再利用がもう一方の課題である。この目的のために、現在、排水路から用水路へ揚水する機場が5ヵ所設けられている。現地調査結果によると、この傾向は将来さらにに増える傾向にある。5機場からの再利用水量を以下に示す。詳細は、資料編 B、表 B-1-11 及び B-1-12 に示す。

排水の月別再利用量

(単位: MCM)

月	Mariut No.1	Boustain	Delingat	Edko	Delingat Extension	計
Jan.	5.25	2.63	13.98	10.60	3.65	36.11
Feb.	3.01	2.11	10.50	2.67	2.61	20.90
Mar.	12.42	3.21	14.45	12.52	3.36	45.96
Apr.	9.95	3.32	14.70	13.18	4.31	45.46
May	11.01	3.40	14.61	11.80	4.94	45.76
Jun.	8.58	3.63	13.63	18.73	4.13	48.70
Jul.	8.13	4.49	15.03	22.62	4.97	55.24
Aug.	9.42	5.03	17.56	23.36	6.54	61.91
Sep.	10.85	5.25	17.99	23.14	6.36	63.59
Oct.	10.87	4.75	13.65	20.39	5.62	60.28
Nov.	11.43	4.36	13.86	11.06	2.75	43.43
Dec.	6.99	3.28	13.88	14.49	2.24	40.88
年合計						568.24

注 : 資料は 1988 年～1992年の平均である (但し、Delingatは1993年のみ)

出典: MED, Damanhur; Reuse Monitoring Report, DRI

3.3.3 地下水

調査地域内の地下水調査は、フェーズI及びフェーズII調査期間中に地域内で約100点を選定し(図3-4参照)、オーガーホールによる試掘、暗渠排水のマンホール内の水位、更に地区内排水路水位等により実施した。調査結果の詳細は資料編D、表D-2-15に示す。

調査結果の概要は、以下の通りである。

- 1994年8月の調査によると、調査地域の下流部に位置するハリス、アビス及びディシューディ地区の地下水位は、地表下0.2~1.2mの位置にあり比較的高い。その原因としては、これらの地区が暗渠排水が設置されていないことが考えられる。
- 暗渠排水施設が設置されているシェリシュラ及びアブホモス地区の地下水位は、全般的に低く地表から1.1m前後となっている。しかし、一部の地区では、以下に述べる理由から高い地下水位の地区も見られる。
 - ・ 夏期において、かなりの耕地が水稻栽培に利用されている。このため、農民は暗渠排水のマンホールに設置されている集水渠の流出口を閉じて地下水位を高く保っている。
 - ・ ヌバリヤ及びハーゲル灌漑用水路内の水位は、高く保たれている。従って、この地区周辺の地下水位は、この影響を受けて高い。
- 地下水の塩分濃度は、1.0から7.5 mS/cmの範囲であるが、4.0 mS/cm以上の高い塩分濃度を示す地区も広い範囲で見られる。しかし、地域的な特性は見られない。
- 1995年2月の雨期の調査によると、オモウム地域下流部並びに幹線用・排水路沿いの農地の地下水位は高い。この現象は夏期と同じである。
- 夏期水稻作で地下水位の高かった農地も冬期には1.0m以上に地下水位が下がっている。水利用と地下水位の関係がうかがえる。

3.4 灌漑用水源

エジプトの主要な、また唯一の水資源はナイル河であることはよく知られている。1959年のスーダンとの協定により、エジプトはアスワンハイダムから年間555億トンの取水が可能である。この地表水とは別にエジプトではナイル河谷及びデルタでの滞水層中には若干の地下水がある。これら滞水層中の安全揚水量は、年間49億トンと推定されている。エジプトにおける最大の水利用は農業分野においてであり、その割合は84%を占めている。その他の水利用は、工業用水、上水道及び航行用であり、それらの比率は各々8、5、3%となっている。

図 3-4 地下水調査位置及び調査結果 (I)
(観測: 1994 年 9 月)

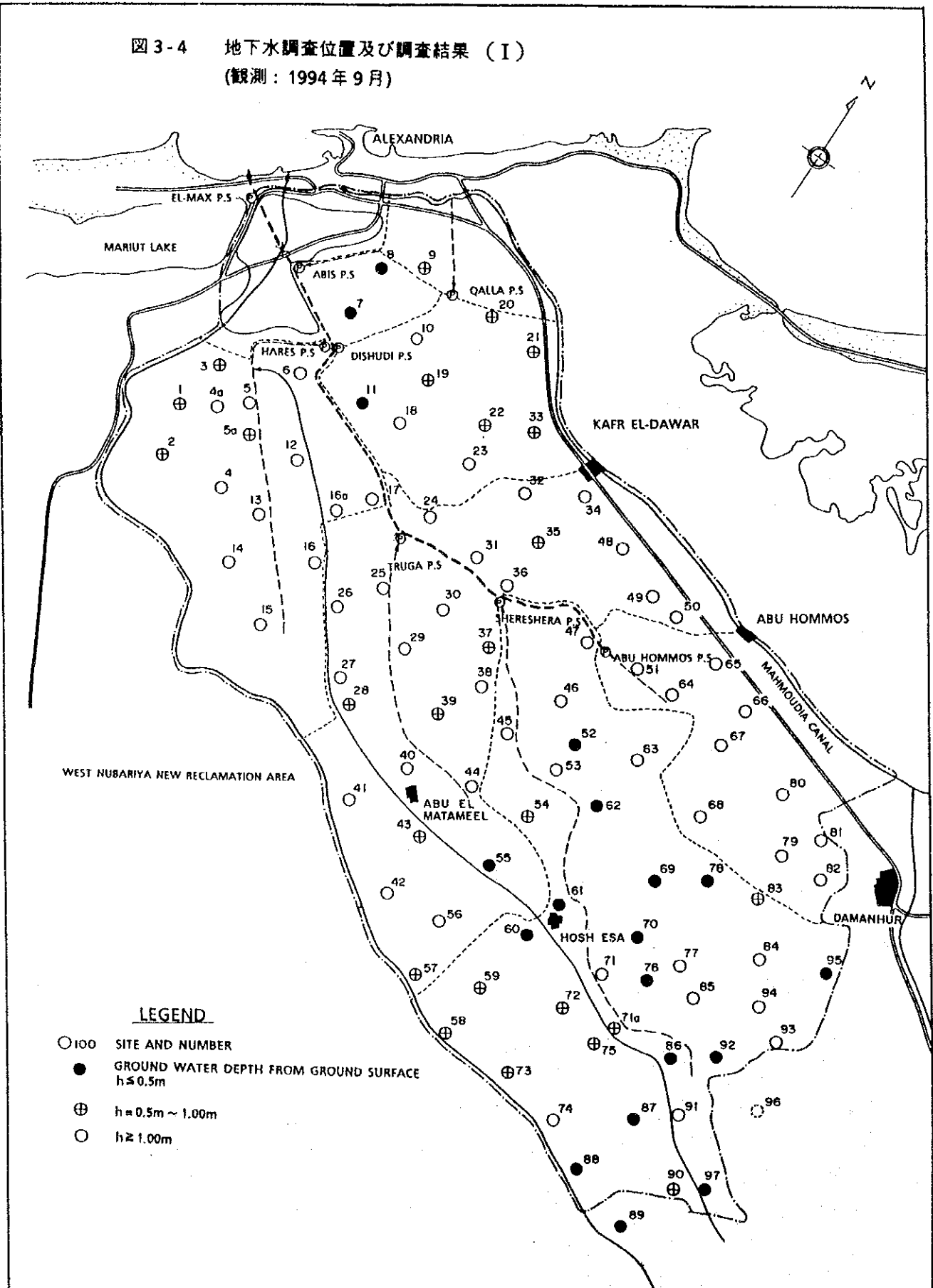


図 3-4 地下水調査位置及び調査結果 (II)

(観測：1995 年 2 月)

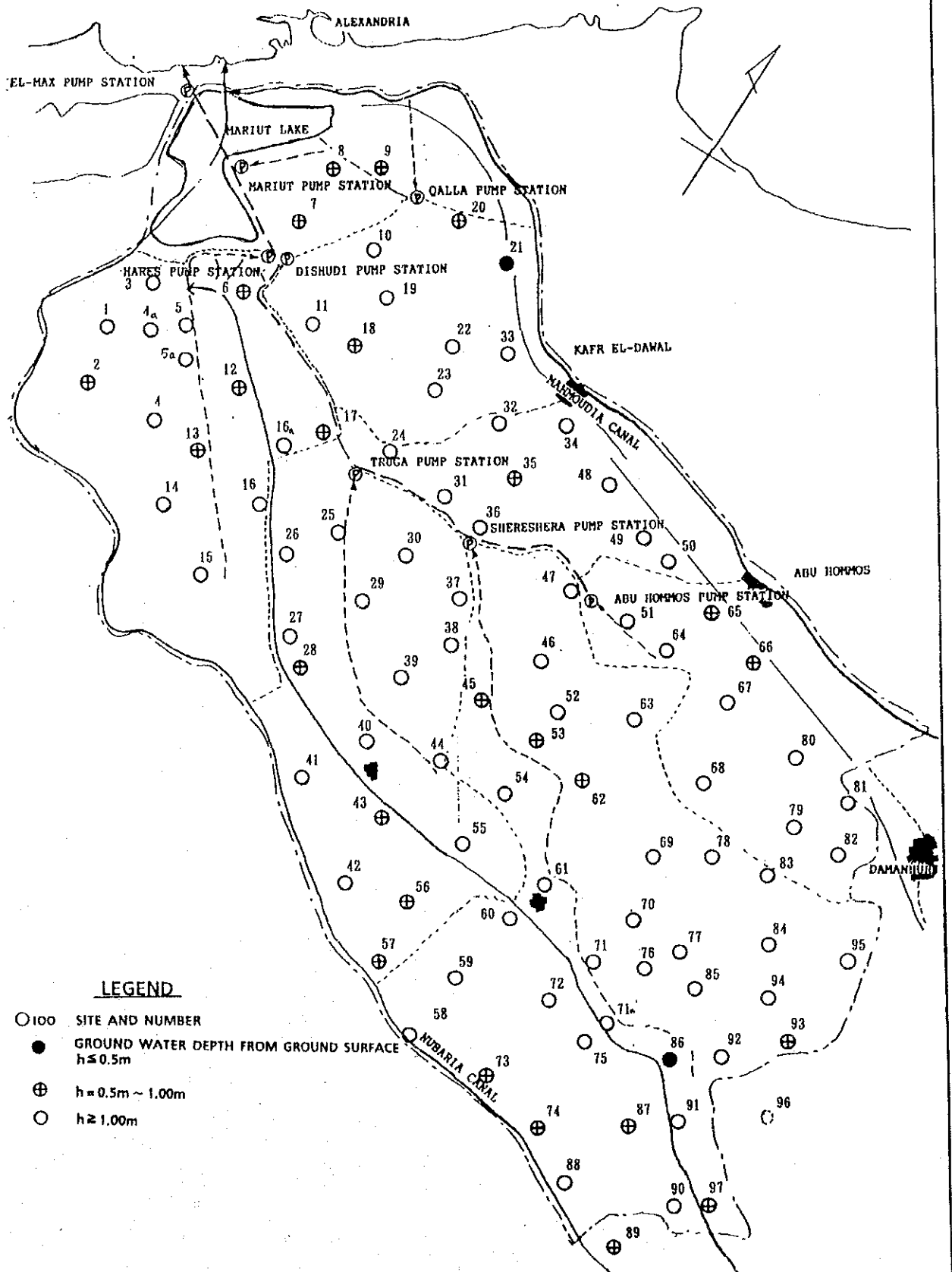
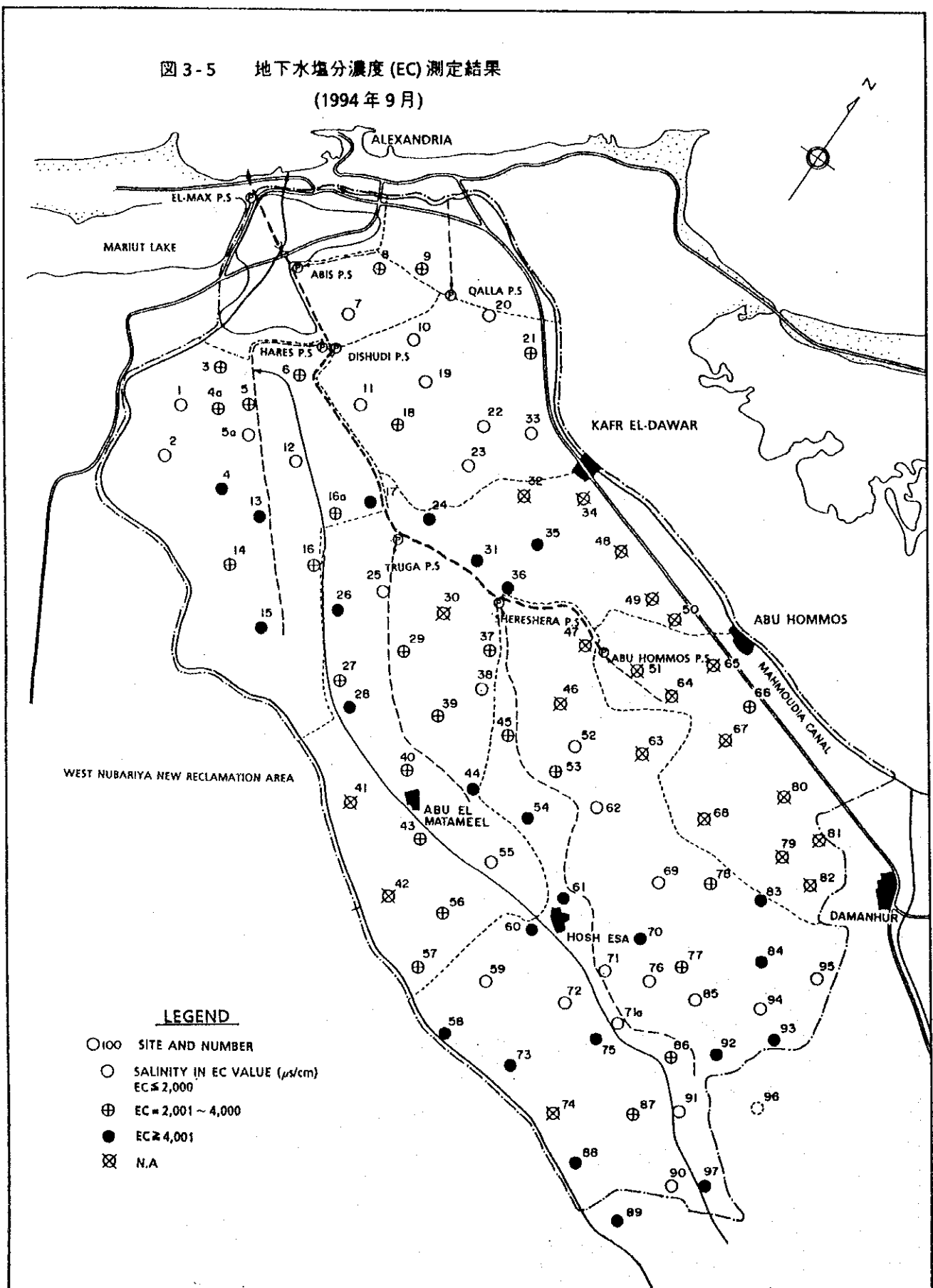


図 3-5 地下水塩分濃度 (EC) 測定結果
(1994 年 9 月)



調査対象地区の主要水資源は、ナイル河の2大支流、即ちベヘイラ、ロゼッタ及びナイル河から直接取水しているナセリ水路である。モハムディア水路はロゼッタ支川からアトフ揚水機場で取水し、ヌバリヤ水路はベヘイラからカフルボレン頭首工の上流から重力取水している。ナセリ水路はヌバリヤ水路に流入している。これら2つの水路は調査地域の基幹水源である。可耕地や限定水源の拡大のため排水の再利用はこの地域において一般的な施策となってきた。下表は1993年におけるヌバリヤ及びモハムディア両水路において受益面積と取水実績を示す。

ヌバリヤ及びモハムディア水路地区の受益面積と取水量

	ヌバリヤ水路	モハムディア水路	計
受益面積 (feddan)	820,480	258,840	1,079,320
取水量 (MCM)	4,777	3,013	7,790

注: 取水量には排水再利用量を含む

尚、これらの面積及び用水量は調査地区だけを対象とするものではなく、ヌバリヤ水路の左岸域及びモハムディア水路の右岸域も上記には含まれている。

3.5 土壌及び土地利用

3.5.1 土 壌

本地域の約41%は海拔0m以下の低平地で、かつてのマリュートの湖底である。特に標高の低いハリス排水ブロックでは、下層土に海性の貝殻層がある。既存の土壌調査資料である“*Soil Survey of Egypt, 1957~1973*”によれば、その土壌は湖成沖積土である。残りの大部分の土地の土壌は、ナイルの沖積土であるが、西部砂漠側の地区には、固結岩の風化土壌及び風積の砂質土壌がある。風積土壌を除いて表土の粘土含有量が40%以上で粘土質土壌の土地が多くを占めている。しかし、特に湖成沖積土壌の場合、異なる土性の土壌が分布している(資料編C、図C-1-1参照)。

上記資料の圃場地下水位資料によれば、調査地域の下流部は全面的に圃場の地下水位が高く、排水対策が必要である。特にハリス及びトルーガをふくむ4排水ブロックの地下水位が高く、EPADPの調査資料及び本調査の圃場地下水位のデータによれば、この状況は上記の土壌調査時点から現在までほとんど変化がないと見られる(資料編C、図C-1-2参照)。さらに上記土壌調査資料の土壌塩分濃度は、高い地下水位の土地において高い。ハリス地区のほぼ全域及びトルーガ、デシュューディ排水ブロック一部においては16 mS/cm以上の高い塩

分濃度の土壌がある。この他にこのような高塩分濃度土壌の土地のスポットが、全調査地域に見られる(資料編 C、図 C-1-3 参照)。

図 3-6 は“U.S.D.A Soil Taxonomy (1975)”に基づいて作成された最新の土壌図で上記資料編 C、図 C-1-1 の図に相当するものであり、より詳細な土壌区分に分類されている。

3.5.2 土地分級

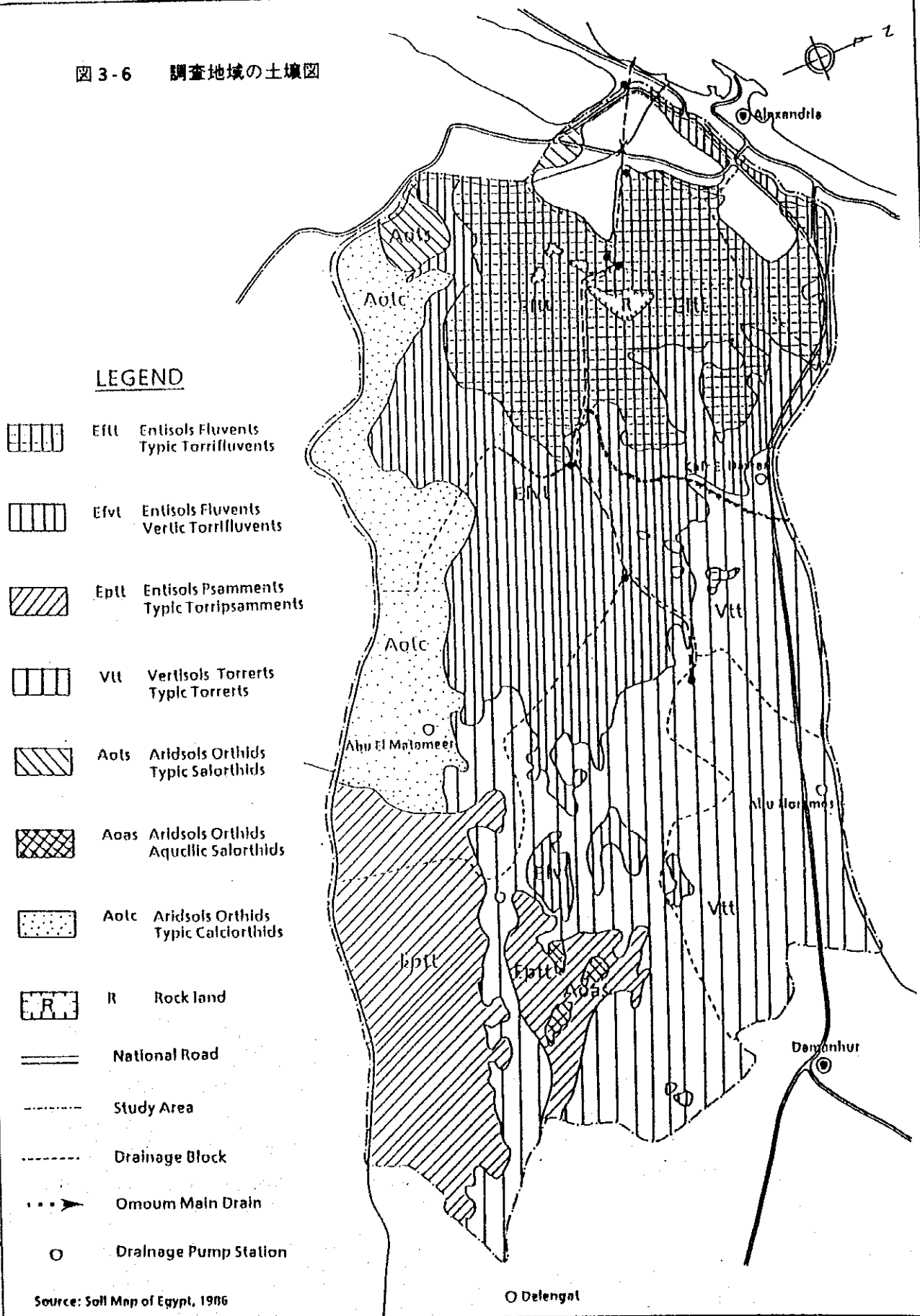
前記の“Soil Survey of Egypt, 1957~1973”の土地分級に関する資料によれば、調査地域の中には可耕地面積(1~4等級地)は62%しかない。このうち1、2等級地はわずか18%しかない。残り38%は不可耕地及び非農用地であり、アブエル・マタミール及びホッシュエサではそれぞれ全土地面積の63%と37%が不可耕地である。上流の郡ほど高い等級の土地の割合が大きい。不可耕地の面積割合が低い主要な要因は、地下水位と土壌塩分濃度であり、その分級基準は以下に示すとおりである(資料編 C、表 C-1-1 参照)。

土地分級基準

等 級	土壌塩分濃度 (mS/cm)	備 考
1	4 以下	
2	4 ~ 8	
3	4 ~ 16	
4	16 ~ 30	土壌塩分濃度以外の要因データも 決定される。

本調査地域の土地分級を規制する主要な要因は、土壌塩分濃度であり、この土壌塩分濃度は圃場地下水位と密接に結びついている。そのため圃場地下水位の低下を計り、より高い土地分級の土壌に改良することが基本的に重要である。上流部の排水ブロックでは、暗渠排水の施工を伴う排水改良が進められているので、圃場の地下水位と塩類濃度の低下による土壌の改良があると考えられるが、特に下流域の排水改良が重要である。

図 3-6 調査地域の土壌図



3.5.3 土地利用

本調査地域の排水ブロック別土地利用面積は、以下に示すように推定される。

現況土地利用

区分	面積 (ha)	(feddan)
(1) 耕地		
実耕作地		
- 一年生作物作	97,310	(231,310)
- 果樹園	15,820	(37,820)
- 短期休閑地	11,080	(26,390)
小計	124,210	(295,520)
未耕作地(長期の休閑地を含む)	8,510	(20,260)
計	132,720	(315,780)
(2) 非農用地	38,580	(92,080)
合計	171,300	(407,860)

出典：資料編 C、表 C-1-3 の耕地土地利用資料により推定した。

実耕作面積割合(短期休閑地を除く実耕作面積/全耕地面積×100)を求めると、本調査地区全体のそれは85%であり、耕地面積の15%は土壌塩分濃度が高いため耕作されておらず、短・長期の休閑地となっているものとみられる。排水ブロック別に実耕作面積割合は、上流ほど高く下流ほど低い傾向がある(資料編 C、表 C-1-2)。実際、現地調査中に短期か長期または季節的な休閑地か判断できないが、非耕作地がかなりみられた。この非耕作地は上流でも一部分あり、これらの土地のある部分は、排水改良により耕作が進んだが、未だ耕作不能な土地も残されているようである。特に標高の低いハリス及びトルーガ排水ブロックでは、このような未耕作地がかなり大量にある。

3.6 灌漑状況

3.6.1 現況灌漑システムの概況

調査地域の用水系統はヌバリヤ(54%)、モハムディア(36%)、カンダック(10%)の3系統に分けられるが、前者の2地区で地域の90%を占めている。地域の西側を走る、ヌバリヤ水路は全長約200kmで、西ヌバリヤ開拓地を含め受益面積は約34万ha(82万feddan)で、本地域はその右岸受益地にあり93千ha(221千feddan)である。モハムディア水路はナイル川のロゼッタ支流のアトフから揚水し、アレキサンドリアに通じる長さ90kmの水路である。受益面積は約11万ha(26万feddan)で、その左岸地区62千ha(147千feddan)が本地域の受益地である。

用水系統別灌漑面積

用水系統	受益面積		比 率 (%)
	(ha)	(feddan)	
ヌバリヤ用水路	92,880	221,140	54
モハムディア用水路	61,550	146,540	36
カンダック用水路	16,870	40,180	10
計	171,300	407,860	100

図 3-7 は調査地域の用・排水組織図と排水の再利用計画図を示す。

3.6.2 調査地域周辺の水利権

ヌバリヤ、モハムディアの2大用水系統の全地域について、1993年の資料にもとづき取水実績と計画必要水量を比較した。ヌバリヤ水系は計画用水量に対する取水率は81%で、年間を通じて用水が不足している。一方モハムディア水系は取水率105%で十分な用水取水を行っている。

計画必要水量と取水実績 (1993 年)

用水系統	受益面積 (feddan)	計画用水量 (MCM)	取水実績 (MCM)	取水率
ヌバリヤ	820,480	5,895	4,777	0.81
モハムディア	258,840	2,856	3,013	1.05
計	1,079,320	8,751	7,790	平均 0.89

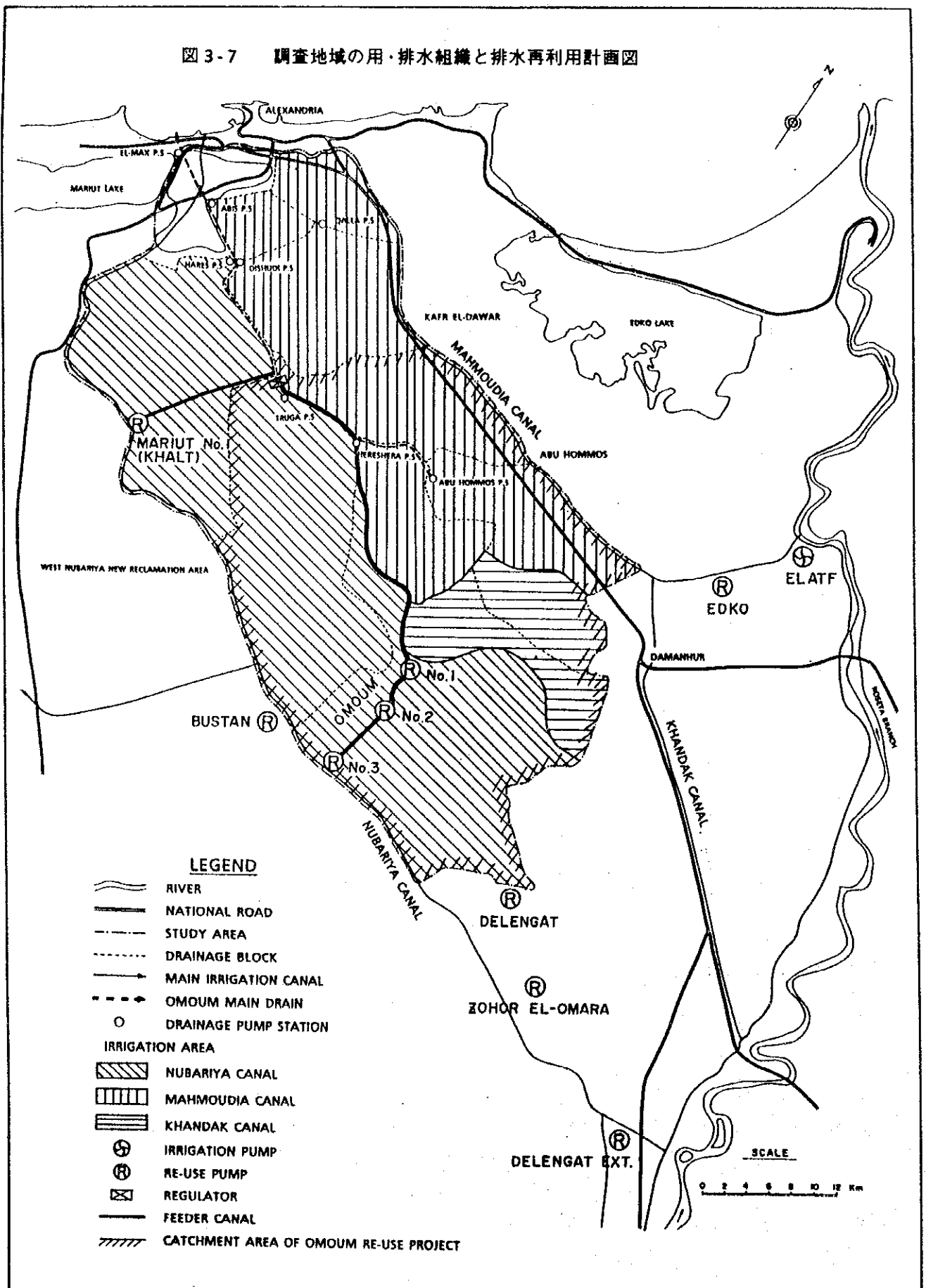
注： 上記数値には調査地対象地域外を含む

3.6.3 用水補給及び水管理

1) 水収支

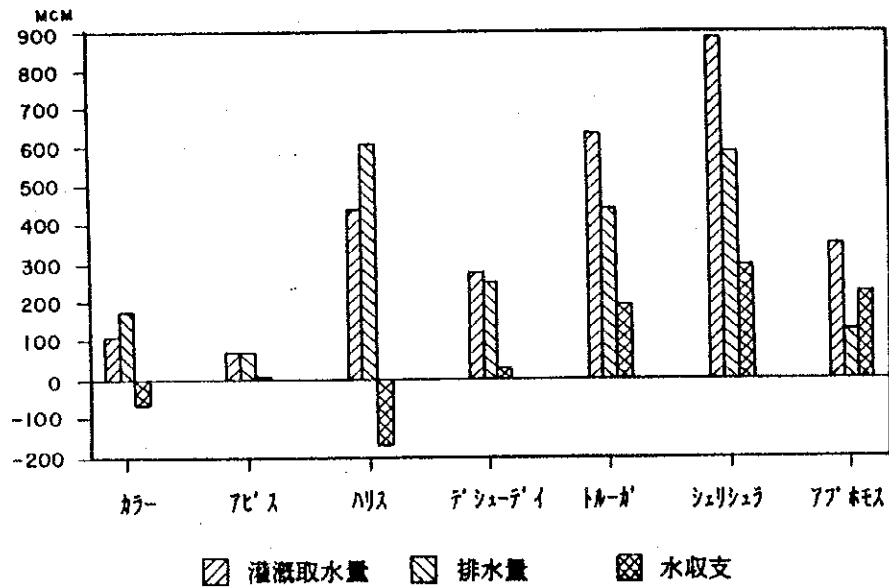
地域内の灌漑取水量と排水量により、水収支の検討を行った。夏期(6月)では7.1 mmの取水に対し、排水は3.8 mmであり残り3.3 mmが損失水量となっている。これは蒸発散量に相当するものと考えられる。冬期は降水量の影響のため排水量が取水量を上回っている。

図 3-7 調査地域の用・排水組織と排水再利用計画図

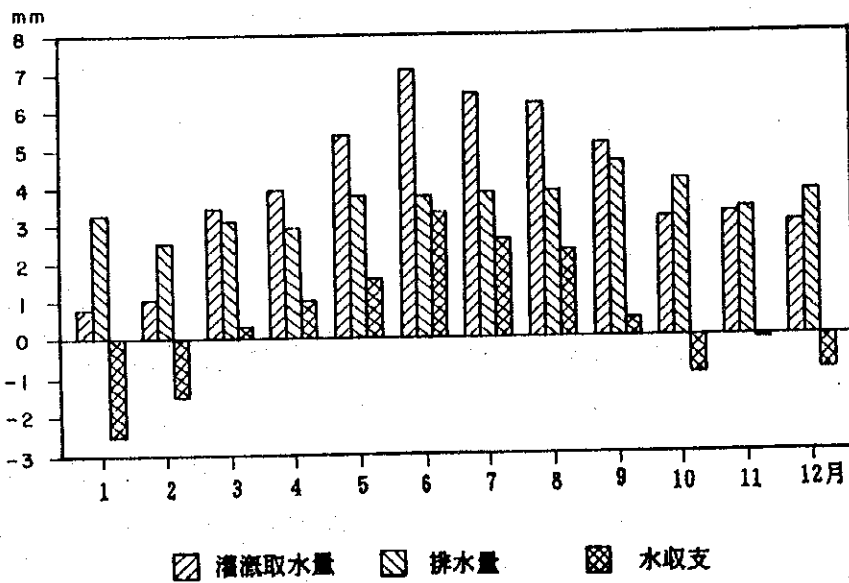


また、ブロック別の水収支ではトルーガ、シェリシュラ、アブホモスの上流3ブロックは、排水量に比べ取水量が過大となっている。

ブロック別水収支(1993年)



取水量と排水量の比較(1993年)



2) 水管理

調査地域内の灌漑ローテーションは、ヌバリヤ水系で5日灌漑10日間断に対して、水田の多いモハムディア水系では5日灌漑5日間断となっている。

圃場への取水は、末端送水路 (mesqa) からサキヤ (saqia)、また小型揚水機で圃場配水路 (marwa) で各圃場に配水している。最近では70%近く揚水機使用になってきている。上流取水優先で機場揚水に依存することが多いため過剰取水となり易く、幹線水路の下流端では取水に支障をきたしているところも見受けられる。また、幹線から支線への取水は、制水ゲートによっているが、施設の老朽化のため止水時の漏水が見られるものが多い。用水量は総農地面積に対して単位用水量が用いられており、実灌漑面積の把握は曖昧である。

3.6.4 排水の再利用

調査地域に関係する排水再利用事業は7ヵ所あり(図3-7 参照)、その内、オモウム Drain Project とゾホール・エルオマラは現在建設中である。現在の排水再利用量は以下に示すように570 MCM となっている。

排水再利用施設

計画名	排水路名	注入水路	年間利用量
Kheneza	Delengat Ext.	Nubariya	52 MCM
Bustan	Tahady	Nubariya	46
Mariut No.1	Omoum 幹線	Nubariya	108
Delengat	Delengat	EL-Hager	179
Edko	Edko	Mahmoudia	185
Omoum D.P.	Omoum 幹線	Nubariya	建設中
Zohol EL-Omara	Sidi Aisa	EL-Hager	建設中
計			570 MCM

上述の再利用計画に加え、灌漑用水不足に対処するためにオモウム幹線排水路から取水ゲートや小規模ポンプを用いて圃場に取水しているケースも多く見られる。