

エジプト国

公共事業水資源省

バハルヨセフ地区灌漑整備計画調査

報告書

平成4年11月

国際協力

# エジプト国

## 公共事業水資源省

### バハルヨセフ地区灌漑整備計画調査

#### 報告書

平成4年11月

国際協力事業団

405  
833  
APA  
LIBRARY  
DEC 1991

農 調 農
J R
92-41



エジプト国  
公共事業水資源省

# バハルヨセフ地区灌漑整備計画調査

## 報告書



24488

平成4年11月

国際協力事業団



## 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、同国のバハルヨセフ地区灌漑整備計画にかかるフィー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3年4月から平成4年9月までの間、4回にわたり、株式会社三祐コンサルティングの新井好夫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4年11月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙 介









# 目 次

序 文	
計画一般図	
略記号・換算率・語彙	
要約、結論、勧告	頁
第1章 まえがき	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査の実施	1
第2章 事業の背景	3
2.1 国家経済及び農業部門	3
2.2 経済構造改革と農業	4
2.2.1 作物選択	4
2.2.2 私有化政策	5
2.2.3 協同組合、村落銀行の役割	5
2.2.4 第3次5ヵ年計画	5
2.3 地域経済	6
第3章 計画地区の現況	7
3.1 位置及び一般概況	7
3.1.1 位置	7
3.1.2 地勢	7
3.1.3 気候	8
3.1.4 水文	9
3.1.5 土壌	9
3.2 社会経済の状況	13
3.2.1 人口	13
3.2.2 農家数	13
3.2.3 土地所有	13
3.2.4 生活状況	14
3.2.5 社会インフラの状況	15
3.2.6 農民組織	15
3.3 灌漑・排水の現況	17
3.3.1 灌漑	17
3.3.2 排水状況	24
3.3.3 灌漑施設	25
3.3.4 排水施設	33

3.3.5	排水・用水機場	34
3.3.6	パイロット灌漑地区	35
3.3.7	道路及び舟運	42
3.4	農業の現況	43
3.4.1	土地利用と農業生産	43
3.4.2	農業研究	52
3.4.3	農業普及	53
3.4.4	生産資材供給	53
3.4.5	農業金融	53
3.4.6	農産加工	54
3.4.7	農業経済	54
3.5	農家経済調査	57
3.5.1	調査の方法	57
3.5.2	調査結果	57
3.6	現況灌漑施設の問題点と制約条件	61
3.6.1	現況施設の問題点と制約条件	61
3.6.2	施設運転管理の組織・規制の問題点と制約条件	63
3.6.3	行政関係	63
第4章	整備計画	64
4.1	整備計画の目標と計画策定	64
4.1.1	目標	64
4.1.2	整備計画の策定	65
4.1.3	整備計画の内容	66
4.2	灌漑基本計画の検討	68
4.2.1	計画用水量	68
4.2.2	計画通水量	70
4.2.3	輪灌方式	70
4.2.4	分水管理システム	72
4.3	施設整備計画の代替案検討	75
4.3.1	バハルヨセフ用水路	75
4.3.2	堰及び制水堰	77
4.3.3	支線用水路取水工	84
4.3.4	支線用水路	85
4.3.5	小水力発電	88
4.3.6	排水・用水機場	88
4.3.7	末端灌漑施設	90
4.4	施設整備計画	93
4.4.1	バハルヨセフ用水路	93
4.4.2	堰及び制水堰	93
4.4.3	支線用水路取水工	96

4.4.4	支線用水路	99
4.4.5	排水・用水機場	99
4.4.6	維持管理	104
4.5	農業整備計画	105
4.5.1	既耕地の生産計画	105
4.5.2	開拓地及び開墾計画地における作物生産	109
4.5.3	畜産計画	109
4.5.4	農業研究、農業普及、農民教育	110
4.5.5	農業生産資材供給、農業金融、農産加工、流通	112
4.5.6	農民組織計画	113
4.6	事業費	116
4.6.1	事業費の積算基準	116
4.6.2	事業費	116
4.6.3	維持管理費	116
<b>第5章</b>	<b>事業実施計画</b>	<b>119</b>
5.1	事業実施機関	119
5.2	事業実施の計画	119
5.3	技術協力	119
5.4	施設の維持管理	119
<b>第6章</b>	<b>事業評価</b>	<b>123</b>
6.1	経済評価	123
6.1.1	概要	123
6.1.2	事業計画の内容及び便益	123
6.1.3	作物、農業生産資材の単価及び事業費	123
6.1.4	既存制水施設の評価	124
6.1.5	事業評価	124
6.1.6	感度分析	124
6.2	財務分析	125
6.2.1	目的	125
6.2.2	平均的農家	125
6.3	その他波及効果	125
<b>第7章</b>	<b>優先整備事業</b>	<b>127</b>
7.1	優先コンポーネントの選択	127
7.2	優先コンポーネントの評価	129
7.3	優先整備事業計画	131

## 表の目次

	頁
表 3-1 堰の現況概要 .....	31
表 4-1 制水堰の整備計画の比較案 .....	82
表 4-2 整備事業費 .....	117
表 4-3 年間維持管理費 .....	118
表 6-1 経済内部収益率 .....	125

## 図の目次

	頁
図 3-1 バハルヨセフの水理縦断図 .....	23
図 4-1 バハルヨセフ用水路の計画流況 .....	71
図 4-2 水管理改善のフローチャート .....	115
図 5-1 事業実施組織 .....	120
図 5-2 事業実施工程 .....	121
図 5-3 維持管理組織計画図 .....	122

## 英文付屬書 目次

		<u>Page</u>
APPENDIX	A GENERAL .....	A-1
	A-1 S/W .....	A-1
	A-2 LIST OF PERSONNEL CONTACTED BY THE STUDY TEAM .....	A-20
APPENDIX	B SOCIO-ECONOMY .....	B-1
	B-1 NATIONAL LEVEL .....	B-1
	B-2 REGIONAL LEVEL .....	B-15
APPENDIX	C METEOROLOGY AND HYDROLOGY .....	C-1
	C-1 METEOROLOGY .....	C-1
	C-2 HYDROLOGY .....	C-3
APPENDIX	D SOIL AND LAND USE .....	D-1
APPENDIX	E IRRIGATION AND DRAINAGE .....	E-1
	E-1 PRESENT WATER DISTRIBUTION .....	E-1
	E-2 PRESENT CONDITIONS ON IRRIGATION AND DRAINAGE .....	E-4
	E-3 PROPOSED IRRIGATION PLAN .....	E-37
APPENDIX	F IRRIGATION AND DRAINAGE FACILITIES .....	F-1
	F-1 PRESENT CONDITION OF FACILITIES .....	F-1
	F-2 ALTERNATIVE STUDIES .....	F-40
	F-3 PROPOSED PLAN OF FACILITIES .....	F-72
APPENDIX	G WATER MANAGEMENT .....	G-1
	G-1 PRESENT CONDITION .....	G-1
	G-2 WATER MANAGEMENT PLAN .....	G-28
APPENDIX	H AGRICULTURE .....	H-1
	H-1 PRESENT AGRICULTURE .....	H-1
	H-2 AGRICULTURAL PLAN .....	H-27
APPENDIX	J ORGANIZATION .....	J-1
	J-1 GOVERNMENTAL ORGANIZATION .....	J-1
	J-2 FARMER'S ORGANIZATION .....	J-5
APPENDIX	K COST ESTIMATE .....	K-1
	K-1 UNIT PRICE OF CONSTRUCTION WORKS .....	K-1
	K-2 CONSTRUCTION COST OF ALTERNATIVES ON REGULATOR .....	K-3
	K-3 PROJECT COST .....	K-6
	K-4 OPERATION AND MAINTENANCE COST .....	K-26
APPENDIX	L FARM ECONOMY .....	L-1
APPENDIX	M PROJECT EVALUATION .....	M-1
APPENDIX	N PRIORITY PROJECT .....	N-1
	N-1 RANKING OF PROJECT COMPONENT .....	N-1
	N-2 PRIORITY PROJECT COMPONENT .....	N-3



略記号・換算率・語彙





## 略記号・換算率・語彙

### 略記号

農業研究所	Agricultural Research Center (ARC)
エジプト国	Arab Republic of Egypt (ARE)
総理府統計局	Central Agency for Public Mobilization and Statistics (CAPMAS)
農業土壌改良事業	Egyptian Agriculture and Land Improvement Projects (EALIP)
排水庁	Egyptian Public Authority for Drainage Projects (EPADP)
経済内部収益率	Economic Internal Rate of Return (EIRR)
用水管理事業	Egypt Water Use and Management Project (EWUP)
国連食糧農業機関	Food and Agriculture Organization (FAO)
計画調査	Feasibility Study (F/S)
農業土地開拓庁	General Authority for Rehabilitation Projects and Agricultural Development (GARPAD)
国民総生産	Gross National Product (GNP)
国内総生産	Gross Domestic Product (GDP)
灌漑普及所	Irrigation Advisory Services (IAS)
灌漑地方局	Irrigation Directorate (ID)
水利改良事業	Irrigation Improvement Project (IIP)
国際通貨基金	International Monetary Fund (IMF)
国際協力事業団	Japan International Cooperation Agency (JICA)
機械電気局	Mechanical and Electrical Department (MED)
農業土地開拓省	Ministry of Agriculture and Land Reclamation (MALR)
全体計画	Master Plan (M/P)
公共事業水資源省	Ministry of Public Works and Water Resources (MPWWR)
維持管理	Operation and Maintenance (O/M, O & M)
農業信用開発中央銀行	Principal Bank for Development and Agricultural Credit (PBDAC)
バハルヨセフ用水路 整備事業	Rehabilitation and Improvement Project of Bahr Yusef Canal (RIPBY)
標準変換係数	Standard Conversion Factor (SCF)
実施細則	Scope of Work (S/W)
水資源研究所	Water Research Center (WRC)
水利組合	Water User's Association (WUA)

## 単 位

cm	centimeter
°C	centigrade
cu.m	cubic meter
cms (m <sup>3</sup> /sec)	cubic meter per second
fed.	feddan = 0.42 ha
ha	hectare = 2.38 fed.
hr	hour
kg	kilogram = 1,000 g
km	kilometer = 1,000 m
km <sup>2</sup>	square kilometer
lit./sec	liter per second
m	meter
MCM	million cubic meter
m/sec	meter per second
okta	cloudiness
%	percent
ppm	parts per million
t	ton = 1,000 kg

## 通 貨

エジプト・ポンド	Egyptian Pound (LE)
エジプト・ピアスタ	Egyptian Piaster (Pt)
日本国	Japanese Yen (Yen, ¥)
アメリカ・ドル	US Dollar (s) (U.S \$)

## 交 換 率 (1991)

LE	= 100 Pt
LE	= ¥ 42
LE	= US \$ 0.30
US \$	= LE 3.30
US \$	= ¥ 140

## 語 彙

マルワ	Marwa, 圃場内最末端の灌漑小用水路で約 20 フェダンを灌漑
メスカ	Meska, MPWWRの維持管理する準支線用水路の下流で農民の維持管理する圃場内灌漑用水路で 10 ~ 200 農民に係る 10 ~ 300 フェダンを灌漑
サキヤ	Sakia, 小用水路よりマルワへ揚水する畜力水車

要約、結論、勸告



## 要 約

### 第1章 まえがき

- 1.01 エジプト国政府の要請を受け、日本政府はバハルヨセフ地区灌漑整備計画調査(以下「調査」と称す)に係わる技術協力の実施を決定した。これは、1983年6月15日付調印した両国間の技術協力協定に基づくものである。国際協力事業団(JICA)は事前調査団を派遣し、エジプト国政府の公共事業水資源省(MPWWR)と、1990年10月22日付で本調査に関する技術協力の調査実施細目(S/W)に署名・調印した。
- 1.02 JICA派遣の調査団は、S/Wの定めに従い、エジプト国政府の公共事業水資源省の協力を得て調査を進めた。第1期の現地調査は平成3年4月19日から6月5日及び7月13日から9月20日の2回に亘り実施した。第2期の現地調査は平成4年1月7日から3月20日までの期間バハルヨセフ用水路の灌漑地域の現地で実施した。更に、平成4年8月25日から9月5日までの期間、ドラフト・ファイナル・レポートの説明・討議を実施した。現地調査はバハルヨセフ水路の灌漑地域に効果的・公平な用水配分を図る整備計画に係わる現況問題点・制約条件などを調査・把握し、引き続き国内作業で調査・収集資料を分析・検討し灌漑整備計画の策定に当たった。
- 1.03 本調査の目的は、バハルヨセフ用水路の灌漑地域における農業生産の適正化と生産性の向上を図るため、灌漑用水の利用効率を改善・向上する技術的・経済的に妥当なバハルヨセフ地区灌漑整備計画を策定するものである。
- 1.04 本報告書は、現地調査資料の分析、整備計画の各種代案の比較検討、提案する整備計画及び実施計画について報告するものである。本整備計画は、第1期現地調査の終了時点で報告したフィールド・レポート及びプロGRESS・レポート(1)、第1期国内作業で報告したインテリム・レポート及び第2期現地調査完了時のプロGRESS・レポート(2)及びドラフト・ファイナル・レポートなど各種の報告書に基づいて行った調査団とMPWWRの検討会議及びJICA・作業監理委員会との討議などを踏まえて策定したものである。

### 第2章 事業の背景

- 2.01 エジプト国は、約100万平方キロ(2億3,800万フェダン)の国土でアフリカ北東部に位置する農業を主とする国である。国土の約96%は砂漠で、残る4%はナイル溪谷とデルタの農耕地を形成し、ほとんどの人口がこの地域へ集中している。農耕地は約270万ha(640万フェダン)で、1人当たりの耕地面積は世界的にも最も小規模な国の一つで0.05ha(0.12フェダン)である。

- 2.02 エジプト国の経済は、恒常的な財政赤字、貿易収支の赤字、対外債務の累積など極めて厳しい状況にある。GDPは1988/1989年に5.0%の伸びを示したが国民一人当たりGDPは630ドル(1990)である。農業部門のシェアは低下してきているが、農業は食糧の生産だけでなく、就業人口の36%に雇用機会を提供し、また農産物輸出により外貨の獲得にも貢献している重要な産業部門である。
- 2.03 年間ほとんど降雨の無いエジプト国における農業は灌漑に依存している。しかし、灌漑用水資源はアスワン・ハイダムの建設で出来たナセル湖に始まるナイル川に限られている。1968年アスワン・ハイダムの竣工以来、通年灌漑により作物作付率・収量及び単位用水量などが大幅に向上し、エジプト農業及び関連施設に大きな変貌をもたらした。
- 2.04 1983年までは、エジプトはナセル湖の豊富な貯水によって、アフリカを襲った異常乾燥とは無縁であった。しかし、1984年以降の流域の乾燥によるナセル湖流入量の減少は、ナイル川への放流量を減らす事となり、1988年の洪水以前はナセル湖の貯水量は危機状態であった。仮にアフリカの乾燥が続くと、ナセル湖の840億 $m^3$ の流入量は700億 $m^3$ に減少が予測され、水協定でエジプトへ割当てられている555億 $m^3$ の確保が困難となろう。エジプト全国で必要とされる年間約330億 $m^3$ の現況灌漑用水の供給は280億 $m^3$ (略85%)への減少が予測され、緊急の対策が待たれる。
- 2.05 MPWWRは、252万ha(600万フェダンの)耕地の整備計画の早期実施を図り、第2次5ヵ年計画内で42万ha(100万フェダンの)の整備の実施を計画していた。しかし、全耕地の整備には、30年の長期間を要し、逼迫した水資源の対策とならない。MPWWRは日本など先進諸国の援助によって、この整備事業の促進を計画し、日本政府に本調査に係わる技術援助を要請した。

### 第3章 調査地域の現況

#### (位置と事業地区)

- 3.01 エジプト国は北緯22～32度に位置するが、調査地域は北緯27度と30度の間にあり、砂漠気候あるいはサヘル気候と称される。調査地域の平均年雨量は、ファユームで9.2mm、ミニアで5.0mmであり、灌漑には無効なものである。
- 3.02 バハルヨセフ用水路の受益地域は32万ha(77万フェダンの)、内、ミニアは6.2万ha(14.7万フェダンの)、ベニスエフは3.1万ha(7.3万フェダンの)、ファユームは16.5万ha(40.2万フェダンの)、及びギザは6.2万ha(14.8万フェダンの)などである。

#### (現況作物の栽培)

3.03 作物の作付体系は州ごとに異なる。また、バハルヨセフ用水路の地域内でも州によって変化がある。主なる夏作物は綿、メイズ、ソルガム、野菜などで、一方、冬作物は小麦、そらまめ、ベルシーム、野菜などである。また、ニリ作物はニリ・メイズ、野菜などである。現況作物作付率は、ミニア州で171%、ベニ・スエフ州で187%、ファユーム州で179%、ギザ州で225%である。

#### (現況の灌漑)

3.04 バハルヨセフ用水路はダイルート堰でイブラヒミア用水路より分水し、ファユーム市で終わる延長312.7kmの幹線用水路である。この用水路は蛇行した土水路で通水量に応じた横断面となっており、制水堰、支線用水路の取水工、揚水機場など多くの水路構造物がある。各制水堰における水位によって通水量を制御している。

3.05 MPWWRの用水路の流量記録は、イブラヒミア及びバハルヨセフ用水路で流量実測によって検証した。その結果、最近5カ年間のダイルート堰での平均最高取水量は、元設計の19.5 MCM/dayに対して18.8 MCM/dayと観測・分析された。また、バハルヨセフ用水路の通水容量は流量観測により当初設計の約80%に過ぎないと確認された。これらは、限られた灌漑水資源量とマンニング公式の粗度係数の過小な適用によるものと推定される。

#### (用水路システムの現況問題点)

3.06 現況用水路の配水システムの問題点や制約条件を検討した結果、以下の結論が得られた。

(1) エジプトの用水管理はMPWWRによって州単位で行われ、州境やその近くの用水制御施設は、取水工と同様に重要な機能を果たしている。バハルヨセフ幹線用水路の流量調節は取水地点のダイルート堰、州境のサコーラ及びラフーン制水堰で水位流量表により、流量を換算した水位を以て制御している。他の2カ所のマンシャット・エル・ダハブ及びマゾーラ両制水堰は水位制御のみで流量調節の機能は持っていない。

(2) 堰・制水堰のゲート操作は毎日灌漑管区事務所の有線電話による水位指示に基づいて、数人の人夫によって手動ゲート操作で水位を制御している。古いゲートからかなりの漏水が見られるが、漏水量の測定はできない。水位によって制御している制水堰からの漏水は、下流で利用されるので実質のロスとはならない。

(3) 現況の用水の配水方法は、MALRの作物作付計画とMPWWRのエジプト3地区に分けて定めた標準単位用水量に基づいて算出した用水量によってナイル川より各幹線用水路へ配水している。地区内の水量は灌漑面積の比率によって配水している。灌漑効率の低い4月と10月には、比較的余剰水が多く見られ、サコーラ制水堰では支線用水路に緊

急放流して水位を制御している。この原因は、300 km 以上にも及ぶ広範囲の灌漑地域に一つの単位用水量を適用していること、MALR の計画作付面積と実作付面積の相違、作付時期の計画と実際の相違などと考えられる。

- (4) 現況用水量の算定・検討には各州単位に観測されている気象資料に基づいて修正ペンマン法、プラニ・クリド法、及びラディエーション法などを比較・検討し、中間値を示した修正ペンマン法を適用した。栽培作物や作付体系も各州単位に調査したバハルヨセフ幹線用水路の受益地の作付体系によった。

その結果、総年間純用水量は約 3,053 MCM であり、取水量、排水の還元水量、地下水の作物に対する寄与、農民の小型ポンプによる排水の再利用などを考慮すると灌漑効率は 60.5 % である。月別に見ると、7 月に最高の 76.9 % を示し、10 月に最低の 28.3 % を示した。これは夏期に農民の水不足への苦情が多く、冬期の用水過剰などの現象と一致している。現行の標準単位用水量で以て算定した総年間純用水量は約 3,179 MCM であり、修正ペンマン法の値の 104 % である。

- (5) 排水路の塩類濃度 (EC) は、2,000~3,000 ppm を示し、6 月から 8 月の灌漑ピーク時には用水として利用されている。塩類の地表集積防止を目的とした地下水の低下を行うために、暗渠排水が実施されている。事業実施面積は約 5.3 万 ha (12.7 万フェダ) で、今後更に、2.3 万 ha (5.5 万フェダ) の事業が計画されている。

#### (現況水管理)

3.07 ハリカ用水路の受益地域内に、コム・エル・アサル、ナズレ・ラマダン及びエル・バゴールの 3カ所、1,315 ha (3,130 フェダ) をパイロット地区と選定して、圃場レベルの用水管理の調査・観測を行った。

- (1) 末端灌漑システムは、MPWWR が管理する最末端の準支線用水路と農民が管理するメスカ及びマルワの圃場内小用水路から成っている。メスカ及びマルワの支配面積は 4~50 ha (10~120 フェダ) で、準支線用水路から農民各自がポンプ取水している。
- (2) 現地観測結果では、用水量の多い夏期には準支線用水路末端での水不足が頻繁に起こり、圃場末端の排水路からのポンプ取水も広く行われている。一方、用水量の少ない冬期には水不足はみられず、反対に準支線用水路の水位が高く、しばしば自然流下によるメスカへの取水が行われる。末端水収支の調査・分析結果によれば、圃場レベルでの灌漑効率は平均 70 %、上流部では 65 % と低く、下流部では 80 % と高い。
- (3) 末端灌漑システムにおける用水管理上の主要な問題点は、以下に要約される。

- ・ 水路上流側での過剰取水による末端水不足 (水管理組織が無い)
- ・ 現況輪番灌漑に起因した農民の過剰取水の傾向
- ・ 現況輪番灌漑における夜間貯留能力不足及び無効放流
- ・ 支線用水路の取水工あるいは、更に上流の堰での不適切な水位 - 流量調節



(現況幹線用水路)

- 3.08 バハルヨセフ用水路は蛇行した緩勾配の自然河川的な土水路である。流速 0.60~0.80 m/sec の用水路では蛇行による水理的な水頭損失などへの影響は余り大きくないが、流水を乱し、用水路側面の侵食や水路底の洗掘などを助長している。現況の台形用水路は、侵食・洗掘などで楕円形状の水路に変化しているが、現況の断面は当初設計に近い通水断面積を保っている。

(現況主要施設)

- 3.09 MPWWR の実施したダイルート堰とラフーン制水堰の構造物ボーリング調査及び JICA 調査団の実施したマンシャット・エル・ダハブ、サコーラ、マゾーラの 3 制水堰の構造物ボーリング調査並びに表面の強度調査などの結果によれば、主要な構造物は全て赤色の煉瓦で構成し、ほとんど耐用年数を越え、劣化が進み、今後、長期に亘る安定維持の困難な構造である。また、ゲート類は多くが損傷または運転困難な状態となっており、新しい近代的機能を持つゲート施設に整備する必要がある。堰・制水堰の下流の捨石の護床工は不規則なゲート操作などによる乱流・渦流によって非常に深く洗掘され、あるいは流失している。従って、捨石の護床工に替えてコンクリート・ブロックの護床工などで整備する必要がある。

## 第 4 章 整備計画

(整備計画の目標)

- 4.01 バハルヨセフ地区灌漑整備計画は、灌漑用水の公平な配水に関する現況灌漑施設の問題点の解消と制約条件の緩和を図り、灌漑用水の損失量の減少と灌漑方式の改善による灌漑効率の向上などで、実質的な水資源の利用可能量の増大を図り、地域の農業生産の拡大によって地域経済の活性化に寄与すると共に、5 カ年計画の生産拡大、経済構造の転換などの国家的政策の一翼を担うものである。
- 4.02 農業部門は食糧の生産だけでなく、就業人口の 36% に雇用機会を提供し、また農産物輸出により外貨の獲得にも貢献している重要な産業部門である。ほとんど降雨の無いエジプト農業はナセル湖からの水資源に頼らざるを得ない。近年のアフリカ地域の異常乾燥によるナセル湖への流入量の減少はナイル水協定でエジプトに配分された 555 億 m<sup>3</sup> の水資源の確保を難しくしている。この対策の一つとして、MPWWR は、全国の灌漑用水施設の改修・整備によって、灌漑効率の向上による水資源不足に対処する計画を進め、一部の事業に着手した。
- 4.03 MPWWR の灌漑施設整備計画は、5 カ年間で 42 万 ha (100 万フェダン) の改修・整備の計画で、全国 252 万 ha (600 万フェダン) の改修・整備には 30 年の年月を要し、近年の灌漑用水資源の逼迫した現況の改善を図る灌漑施設改修・整備の早期推進の必要に迫ら

れてきた。バハルヨセフ地区は約 32 万 ha (約 77 万フェダン) の耕地を持つ中エジプトの 4 州にまたがるエジプト国でも最大の規模を持つ灌漑システムの一つで、エジプト全灌漑耕地の 13% をも占め、本灌漑整備計画は極めて重要な使命を担うものである。

- 4.04 本整備計画はバハルヨセフ用水路灌漑施設の老朽化した安定性の低い構造物を整備して、貧弱な操作性及び関連施設の維持管理などの改善を図るものである。ほとんどの灌漑施設は 90 年以上を経過した旧式で、構造・機能共に既に今日の灌漑システムの運転・管理に対応の困難なものである。施設の操作性の低下は、水位・流量のコントロールの不備を招き、用水の操作ロスが大きくなるばかりでなく、用水の配水を不規則なものとし、灌漑効率の低下を招く重大な要因となっているものである。幹線・支線用水路システムを経て、灌漑用水の圃場レベルにおける用水の利用方法は整備すべき問題点の一つである。

#### (整備計画策定の基本方針)

- 4.05 本整備計画の目標達成のため、バハルヨセフ用水路の現況灌漑施設を改修整備し、灌漑用水の公平な配水の運転・機能を備えた灌漑施設の整備計画を策定する。整備計画は以下の基本方針に基づいて策定する。

- (1) 少ない初期投資で将来とも長期にわたって、遠隔監視・操作を含む近代的な運転・管理の可能な施設整備を図る。すなわち、既存施設システムの方式を極力踏襲した小巾な変革にとどめるが、現在 MPWWR で実施中の全ナイル川水系大規模システム整備事業の完成の暁には、このバハルヨセフ地区の主要施設は新たな近代的な全ナイル川水系運転・管理システムに連結・切替え可能な施設整備とする。
- (2) 耐用年を経過した既存の老朽主要施設は、原則として新たな再建設による整備計画とする。中でも、ダイルート堰よりラフーン制水堰までの 5 ヶ所の堰の施設整備は本整備計画の主体をなすものであり、施設の運転・管理方式を含む全システムの維持管理の整備を踏まえた計画とする。
- (3) 幹線・支線用水路の土水路縦横断面の改修あるいはショートカットによる水路系の改修などは、計画・設計の基準を明確にし、事業量は最小限の範囲に留める。これらの事業の計画・実施は高度な技術を要しない部門であり、日常の維持管理業務のなかで継続して実施可能である。
- (4) 排水機場及び用水機場は、耐用年の越えたポンプ機器の更新及び部品の補給・整備などを主とした整備計画とする。関連の土木構造及び建屋などの整備は最小限のものとする。

- (5) 支線用水路の整備は、支線用水路の代表であるハリカ支線用水路の調査に基づいて策定した計画・設計基準及び事業実施計画をバハルヨセフ地区の全支線用水路に適用して計画する。
- (6) バハルヨセフ用水路は平均水路勾配 1/15,000 の緩勾配の土水路で、小水力発電のポテンシャルはラフーン制水堰地点のみである。平均落差約 2.0 m、平均流量約 40~50 m<sup>3</sup>/sec、発電容量約 640 kw である。現時点のエジプト国の社会・経済条件ではこの程度の小水力発電は経済的でなく、本整備計画では検討に留める。
- (7) 本整備計画は、MPWWR によって管理・運営されている幹線・支線用水路の主要施設整備で構成する。農民の管理となっているメスカ以降の圃場施設については、調査結果を踏まえ、整備計画・設計の基準を示し、農民負担となる圃場施設関係の事業費は事業評価のみに適用する。なお、末端水管理では、水利組合 (WUA) の存在は重要である。

#### (灌漑用水量計画)

4.06 計画灌漑用水量は既耕地約 28 万 ha (約 67 万フェダン)、新開地約 1.85 万 ha (約 4.4 万フェダン)、及び開墾計画地約 2.35 万 ha (約 5.6 万フェダン) を対象に、計画作付体系及び計画作付面積を基に修正ペンマン法で求めた単位用水量を用いて計算した。現時点では MPWWR や MALR は、開墾計画地を特定していないが、近傍耕地の作付体系に従って作付体系を計画し、リーチング用水を見込んだ計画用水量を用いた。その結果、9 排水機場による排水の再利用 (ピーク時約 38.3 m<sup>3</sup>/s)、ファユーム州内の排水再利用、及び地下水の作物根群による水分の供給なども合わせて見込み、ダイルート堰の取水量 19.5 MCM/day で計画灌漑面積の灌漑は可能である。また、現況の農民自身の小型ポンプによる排水の再利用は、上記の 9 排水機場で一括揚水して、バハルヨセフ用水路に還元し、ナイル川からの清流に混合して配水・灌漑する。既存の排水機場は、これら追加の揚水量にも十分な容量である。総合灌漑効率率は 69.8% となり、現況よりも 9% 向上する。

#### (幹線用水路の断面計画)

4.07 最大・最小用水量は 7 月及び 10 月に生ずる。この時点の各区間の用水・排水の水収支分析を行い、区間計画流量を計画し、当該区間の既存水路の通水能力を検討した。計画断面は現況の制約条件を踏まえ、次の代案の検討に基づいて代案 -2 と決定した。

代案 -1 現況の水深 (約 5 m) と水位を踏襲し、水路巾を約 10 m 広げる (新規の用地が必要)。

代案 -2 現況の水面巾 (約 61 m)、及び水位を計画後も踏襲し、水深を約 0.70 m 掘り下げる計画 (新規の用地は不要)。

代案 -3 現況水路底巾 (46 m) を踏襲し、水位を約 0.60 m 上昇させる (部分的に湛水)。

最大用水時による水理計画と、最小用水量時における制水堰の水位制御状況を検討したところ、多くの支線用水路の取水工は制水堰の直上流部に位置しており、取水は可能である。ただし、カマディール及びテルファ用水機場の取水工は現況・計画共に低水流量時の取水は不可能で、用水機場の全面改修を提案する。

#### (水管理計画)

- 4.08 灌漑システム運転・管理の基本である灌漑用水の配水方法は、幹線用水路における連続通水と灌漑の末端圃場における輪番灌漑との適切な組合せによって計画する。各種の代案に関する比較の結果、幹線・支線用水路までは連続通水とし、それより下流の末端圃場までは3交替輪番灌漑の配水システムを本地域に適した灌漑配水方式として提案する。これは、MPWWR及び農民側両方にとって受け入れ可能な方式である。
- 4.09 幹線用水路における配水管理方式の改善には、分水位の制御・管理・評価・フィードバックなど迅速な調整指示機能の確立が必要である。従って、バハルヨセフ用水路系全体を統一的に管理するための管理センターの設立が不可欠である。また、末端灌漑システムにおける分水管理はメスカ単位によるWUAの設立を図り、メスカ取水管理を行うことが必要である。そのためには、地方灌漑局の灌漑普及所(IAS)が中心となり、農民への説明、設立、運営指導、モニタリングを行う。

#### (幹線用水路整備計画)

- 4.10 バハルヨセフ用水路の横断面は流水による侵食・堆砂で断面が変形し、通水容量が不足する区間が多い。断面の整備代案の比較の結果、用水路敷巾を現況の敷地巾内にとどめ、計画水位を変更せず水深を深くする改修計画を提案する。また、水路の湾曲部の17カ所の技術的のみならず、改修地周辺の環境条件についても調査・計画の上、4カ所の湾曲部の改修を提案する。

#### (堰・制水堰整備計画)

- 4.11 堰・制水堰などの主要施設は、建設後既に90年以上経ており、構造物の耐用年数を越えた老朽施設である。部分的な改修・補強の計画代案を含む各所の整備計画代案による比較検討の結果、新たに再建設の整備計画案を技術的に、また経済的にも有利な代案として提案する。

#### (支線用水路取水工整備計画)

- 4.12 支線用水路の取水工はほとんど耐用年数を越えたレンガ積みのファミリー・ヘネン(FH)ゲートまたはスルース・ゲート付の水門である。ギザ(灌漑地域64,300ha)及びハッサン・ワセフ(灌漑地域49,700ha)、両大規模取水工は、広大な灌漑地域を支配する重要な取水工であり、構造物の老朽度及びゲート規模などを踏まえ、新たに再建設の計画とす

る。14ヵ所のゲート規模3.0~2.0m取水工はFHゲート付水門でゲートの更新と水門構造の再建設を計画する。その他28ヵ所の小規模取水工は1.5m以下の水門で、FHゲートのフレームによる補強またはスルースゲートに更新し、関連の土木構造を改修する。

#### (排水機場整備計画)

- 4.13 既存の排水及び用水機場の10数年以上を経たポンプ機器は、効率も低下し、部品供給の困難な事から、全面的に更新する。老朽化した機場建屋は再建設し、自然排水の放流工の新設など土木構造を整備する。全9ヵ所の排水機場の内、効率の低下した古いエル・バドラマン排水機場を含め、5ヵ所のポンプ機器及び運転パネルを更新し、他の4ヵ所の排水機場の運転パネルの更新及び一部の電気部品を含む機器の部品を補給する。更に、全9排水機場には除塵機を設備し、自然排水可能な放流工を含む土木構造物の改修などの整備する。

#### (用水機場整備計画)

- 4.14 8ヵ所の用水機場の内、アラブ・ベニ・カリッド及びベニ・カリッドの2機場は合わせて新しい機場の計画とする。カマディール及びテルファ(1)、テルファ(1)新の3機場のポンプ機器は更新し、取水工などの土木構造をも改修する。サコーラ及びマゾーラ(0)の2機場はポンプ機器を更新する。しかし、マゾーラ(0)新の機場については比較的新しい機場であり、改修の必要はない。以上の全7機場に除塵機を設置する。

#### (支線用水路整備計画)

- 4.15 40数ヵ所の支線用水路の代表水路として、ハリカ支線用水路を調査し、支線用水路の整備計画を策定した。現況の水路断面及び制水堰などの水路構造物は、2交替輪番灌漑の容量に近いもので、3交替輪番灌漑の容量は不足する。本整備計画では、支線用水路内は3交替輪番を連続通水の配水方式に変更の計画とするので、部分的な侵食・堆砂ヵ所の縦横断面の整備で水路容量は充分である。更に、効率的な配水の水位制御のため、制水堰の改修及び1ヵ所の新設を提案する。これらの計画・設計基準及び事業費の見積り手法は他の支線用水路の整備計画策定に適用するものである。

#### (圃場施設整備計画)

- 4.16 3ヵ所のパイロット地区における調査・観測結果に基づいて、圃場施設の整備基準を提案する。整備事業はMPWWRの技術的指導・援助を得てWUAが実施の計画とする。主なる整備内容はメスカ並びにメスカ取水工の改修・整備及び建設及び耕作道路の整備・建設などである。

#### (作物作付計画)

- 4.17 灌漑用水の有効利用、公平な配分、適期・適量灌漑が行われることに伴い、特に現在、夏期に発生している水不足の解消により、単収の増加が見込まれる。関係4州の灌漑地

域内で既に実績がある作物単収の過去5年間における上位5番までを平均し、計画単収とした。作物作付体系は、生態的適性、収益性、需給関係、政策上の方針などを踏まえて計画した。特に、作物のなかで最大の面積を占めるベルシームは、農地の肥沃度を保つために不可欠である。現況の家畜頭数との飼料のバランスを検討した結果、冬期間の飼料供給が比較的緩やかなミニア、ファユームの両州ではベルシーム作付面積の一部をより戦略的な作物に転換を計画した。

- 4.18 計画地域の現況の作物作付率は各州とも170%以上に達しているため、作付率の増加には限度があるが、灌漑の改善によりもたらされる貴重な水資源を有効利用して作付率の増加を図る。既に現況作付率225.3%と非常に高いギザ州を除き、ミニアは現況171.4%を217.4%に、ベニ・スエフは現況186.7%を195.9%に、ファユームは現況178.9%を194.8%とそれぞれ増加の計画をし、更に、新開地145.2%及び開墾計画地136.9%と計画した。

**(整備事業費)**

- 4.19 本整備事業の事業費は、8億5,010万エジプト・ポンド(約357億円)と見積もる。その期別の内訳は次の通り計画する。

第1期	整備事業費	2億7,450万	エジプト・ポンド	(115億円)
第2期	整備事業費	2億9,130万	〃	(123〃)
第3期	整備事業費	2億8,430万	〃	(119〃)
合計		8億5,010万	エジプト・ポンド	(357億円)

**第5章 事業実施計画**

**(事業実施機関)**

- 5.01 本事業の実施機関は公共事業水資源省(MPWWR)とし、水利組合(WUA)の密接な協力と農業開拓省(MALR)など政府関係省庁の支援によって実施するものとする。MPWWR本省の下で、バハルヨセフ用水路整備事業所(RIPBY)を設立して、所長(GD)によって統括する。

**(事業実施期間)**

- 5.02 RIPBY事業の実施は、4年を1期とする3期で実施の計画とする。全事業は合計12年以内で完成を図る。これは本事業の地域に対する大きな貢献と重要かつ緊急性などを勘案し、早期の実施・完成を期待するものである。

(技術サービス)

- 5.03 実施設計及び事業実施監督などの技術指導と新しい技術導入を図るコンサルタント・サービスを実施期間を通じて配置の計画する。

(事業施設の維持管理)

- 5.04 事業の完了後の施設の維持管理は、現況灌漑施設の維持管理を担当し、この種の業務に慣れ、十分な知識・技術的基礎のある MPWWR の灌漑地方局に移管する。

## 第 6 章 事業評価及び便益

(事業評価の手法)

- 6.01 事業評価は国家経済の観点から経済評価、また私的経済の観点からは代表的農家について財務評価を行う。経済評価の指標として、経済内部収益率 (EIRR) を用い資本の機会費用 12% をもって整備事業計画の経済的妥当性を評価する。事業評価の結果 EIRR は 13.1% となり、資本の機会費用 12% を超えるので、本事業は経済的に妥当であると判断する。

(既存施設の経済的価値)

- 6.02 既存の制水堰などの灌漑施設は、建設後既に 90 年以上の年月を経ており、耐用年数を超過しているため、経済的な価値は無いと判断する。

(経済価格の基準)

- 6.03 全体事業費の内、現地通貨分については標準換算係数 (SCF) を乗じ、これと外貨分を合わせたものを経済事業費とする。SCF は、過去 6 年間の貿易統計に基づいて 0.877 と算定した。

(事業の便益)

- 6.04 整備事業に伴う農業便益は、灌漑施設及び圃場における水管理を共に改善する事によって、作物反収の増加、作付率の増加、開拓地における農業生産の増加、その他の効果が発生する。

(経済評価の感度分析)

- 6.05 事業費の増加、工事の遅れ、及びこれらの組み合わせなど予測しない要因による事業への経済的な影響を考慮して感度分析を行う。その結果を以下に要約する。

	EIRR
	%
(1) 事業費の10%増加	12.2
(2) " 20% "	11.5
(3) 便益の10%減少	12.0
(4) " 20% "	10.8
(5) (1) と (3) の組合せ	11.2
(6) (2) と (4) "	9.4

(財務分析)

6.06 私的経済の観点から行う代表的農家の所得分析は、各州で経営規模、作付体系も若干異なるため、関係4州それぞれ事業がある場合と無い場合の農業所得を比較評価する。その結果は以下の通りである。

	ミニア	ベニスエフ	ファユーム	ギザ
平均経営面積 (fed/戸)	1.38	1.58	2.45	1.43
農業所得 (LE/戸/年)				
事業がない場合	1,470	1,760	3,240	4,740
事業がある場合	1,970	2,090	4,280	5,130

(波及効果)

6.07 数量的に計算できる効果だけでなく、本事業は、地域の生活改善、所得の地域格差の是正などの効果が期待できる。また本事業の実施は、エジプト全国で普遍的に見られる老朽化した灌漑施設の改良、及び水管理改善のモデルケースとしても極めて大きな意義がある。

## 第7章 優先整備事業

(優先整備事業選択の基本方針)

7.01 バハルヨセフ地区整備事業は、多くの事業コンポーネントと膨大な事業量で構成する。効率的な事業実施計画は事業コンポーネントの実施優先度の評価に基づいて策定する。事業コンポーネントの実施優先度は、以下の基準に基づいて評価する。

- ・ 現況灌漑施設が老朽化その他により決壊や大きな損傷などを生じた時の影響の大きさを評価する。従って既存施設に関する評価を重視する。
- ・ 当該施設のコントロール下にある灌漑地積及び影響する地積の大きさを評価する。



- ・ 建設場所の条件、建設地への仮設道路、建設用地取得の難易度などの建設場所に  
係わる条件や農業、社会経済、環境などに関する影響などその他諸々の条件を加  
味して評価する。

(優先整備事業選択基準の指標)

7.02 事業コンポーネントの優先度の選定基準は、次の指標によって評価する。

現況施設に関する指標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施設の老朽度(耐久性)</li> <li>・ 施設の機能</li> <li>・ 施設の操作性</li> <li>・ 破壊・損傷による被害度</li> </ul>
便益に関する指標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 灌漑地域</li> <li>・ 水資源量</li> <li>・ 水利用の効率</li> </ul>
事業の実施に係わる指標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建設場所の条件</li> <li>・ 工事用道路の条件</li> <li>・ 建設用地の買収</li> <li>・ 他への影響の度合</li> </ul>

(最優先整備事業選択の評価)

7.03 事業の実施計画策定のため、優先度選定基準に基づく総合評価点に従って、4階級のク  
ラス A、B、C 及び D に大分類した。この大分類に他の行政面などの条件を加味した総  
合評価に基づいて事業実施計画を策定する。

用水路施設のクラス A は 5 ヶ所の堰・制水堰、次に、排水・用水機場などとなり、全主  
要施設がクラス A と評価した。クラス B は大規模支線用水路取水工であり、また、小  
規模取水工、用水路断面及び水路湾曲部の整備などはクラス C、D の低位の優先度と評  
価した。

(最優先整備事業の実施計画)

7.04 5 ヶ所の堰・制水堰の内、ラフーン制水堰及び関連支線用水路取水工群を最優先の事業  
コンポーネントとして、第 1 期事業の前半で実施の計画とする。第 2 位の優先度のサ  
コーラ制水堰及び関連施設の整備を第 1 期の後半に実施の計画とする。

(最優先整備事業の内容)

7.05 最優先で第 1 期事業前半に実施を提案する事業は、次の事業コンポーネントで構成す  
る。

1. 大規模建設機械化施工の技術導入

- |               |  |
|---------------|--|
| 1.1 建設施工機械の調達 | ブルドーザー、ショベル、クローラー・クレーン、<br>パイプロハンマー、ディーゼル発電機、その他         |
| 1.2 建設施工資材の調達 | 鋼矢板(III型、IV型)、H型鋼、溝型鋼、<br>鋼矢板キャップ、タイロッド、覆工板、足場鋼材、<br>その他 |

## 2. 灌漑施設の建設施工

### 2.1 ラフーン制水堰

水 門 : 径間 5.50 m 2 門  
ゲ ー ト : ダブル・ホイール・ゲート  
5.50 m × 3.15 m × 2 枚 2 門  
付 帯 工 : スクリーン、階段手摺、その他  
仮設道路 : 仮橋 長さ 30 m 巾 8 m  
取付け道路 長さ 150 m 巾 10 m

### 2.2 ギザ取水工

水 門 : 径間 4.00 m 4 門  
ゲ ー ト : ダブル・ホイール・ゲート  
4.00 m × 2.40 m × 2 枚 4 門  
付 帯 工 : スクリーン、その他

### 2.3 ハッサン・ワセフ取水工

水 門 : 径間 4.00 m 3 門  
ゲ ー ト : ダブル・ホイール・ゲート  
4.00 m × 2.65 m × 2 枚 3 門  
付 帯 工 : スクリーン、その他

## 結 論

1. 灌漑用水の利用効率を改善し、農業生産の適性化と生産性の向上はエジプト国5ヵ年計画の目指す農業部門の第1の目標である。エジプト国の農業部門は食糧自給率を維持し農産物輸出による外貨の獲得に貢献すると共に、就業人口の3分の1の雇用を担う重要な産業部門である。降雨のほとんど期待できない砂漠の国で、唯一の水源であるナイル川の水量の確保が危機に陥り、農業部門によって水資源利用の改善は緊急な対策である。公共事業水資源省は国際機関・二国間などの援助を得て、既耕地の灌漑施設の整備計画の策定・実施を鋭意推進している。全国の灌漑地積の約13%を占めるバハルヨセフ地区はその重要な一端を受け持つもので、本灌漑整備計画は技術的に適性、経済的に妥当な計画であり、早急な実施を提案する。
2. バハルヨセフ用水路は蛇行した緩勾配の自然河川的な土水路で、既存の主要な施設である堰・制水堰は建設後90年以上経過した老朽化の激しい構造物である。構造的な安定性に欠け、貧弱な用水管理の操作性など、低い灌漑効率の主なる要因となっている。老朽化したこれら主要施設を近代的な用水管理に対応できる灌漑施設に整備を図り、5ヵ所の堰・制水堰、大・中規模支線取水工などを再建設し、排水・用水機場の機器類の更新など幹線用水路の主要な灌漑施設の整備を提案する。
3. 本整備事業は永年の豊富な経験と技術力を持ち、灌漑行政を担当している公共事業水資源省により実施を図る。事業の緊急性と莫大な事業量・事業費を踏まえ、4年を1期とする3期、12年の事業期間での実施を提案する。特に、第1期事業の前半に、大規模建設工事用の建設機械、建設材料を調達し、5ヵ所の堰・制水堰の建設を近代的工法により用水の通水を止めない円滑な建設工事の実施を提案する。また、第1期前半の事業は、近代的工事技術の導入を図り、引き続き建設事業への普及を目指すもので、国際機関・二国間などの特別な技術・財政の援助による事業の実施を提案する。
4. 本灌漑整備計画の事業内容を以下の通り提案する。

事業項目	単位	全体事業	第1期事業	第2期事業	第3期事業
1. 幹線用水路整備					
1.1 水路断面土工整備					
水路横断面整備	km	311.0	70.0	140.0	101.0
水路形整備	km	4.8	-	-	4.8
1.2 堰・制水堰整備					
建設機械・材料調達		一式	一式	-	-
ダイルート堰	ヵ所	1	-	-	1
マンシャット制水堰	ヵ所	1	-	1	-
サコーラ制水堰	ヵ所	1	1	-	-
マゾーラ制水堰	ヵ所	1	-	1	-
ラフーン制水堰	ヵ所	1	1	-	-

事業項目	単位	全体事業	第1期事業	第2期事業	第3期事業
<b>1.3 支線用水路取水工整備</b>					
マンシャット取水工	カ所	1	-	1	-
ハリカ取水工	カ所	1	1	-	-
サーブ取水工	カ所	1	1	-	-
ハッサン取水工	カ所	1	1	-	-
ギザ取水工	カ所	1	1	-	-
大規模取水工 (3.0m)	カ所	3	2	1	-
中規模取水工 (2.5m)	カ所	3	-	3	-
中規模取水工 (2.0m)	カ所	5	-	1	4
小規模取水工 (1.5m)	カ所	8	1	1	6
小規模取水工 (1.2m 以下)		21	7	6	8
<b>2. 支線用水路整備</b>					
支線用水路灌漑地域	1,000 fed	670	200	200	270
<b>3. 揚水機場整備</b>					
<b>3.1 排水機場整備</b>					
バドラマン排水機場	カ所	1	1	-	-
その他8排水機場	カ所	8	-	4	4
<b>3.2 用水機場整備</b>					
アラブ・ベニカリド	カ所	1	1	-	-
ベニ・カリド機場	カ所	1	1	-	-
カマディール機場	カ所	1	-	1	-
テルファ用水機場	カ所	1	-	1	-
サコーラ用水機場	カ所	1	-	-	1
マゾーラ用水機場	カ所	1	-	-	1
<b>4. 用水路維持管理</b>					
<b>4.1 維持管理施設整備</b>					
通水量測定施設	カ所	68	21	27	20
送信・分析施設整備	カ所	61	18	25	18
<b>4.2 維持管理機械整備</b>					
		一式	一式	-	-
<b>4.3 水利組合組織化支援</b>					
		一式	一式	一式	一式
<b>4.4 管理要員訓練・教育</b>					
		一式	一式	一式	-

5. 本整備事業の事業費は、合計8億5,010万エジプト・ポンド(約357億円)と見積もる。実施期別の事業費を以下の通り提案する。

第1期	整備事業費	2億7,450万エジプト・ポンド(115億円)
第2期	整備事業費	2億9,130万エジプト・ポンド(123億円)
第3期	整備事業費	2億8,430万エジプト・ポンド(119億円)
合 計		8億5,010万エジプト・ポンド(357億円)

## 勸告

1. 事業実施にあたり、本整備事業の実施設計、施工監督及び事業関連の業務を円滑に進めるため、MPWWRのもと新たにバハルヨセフ用水路整備事業所 (RIPBY) を設立し、所長 (GD) を任命して業務を推進することを勧告する。
2. 事業実施の初期のうちに、RIPBYによって、事業地域内の関係農民に事業内容を十分に説明理解を得られるよう努める。特に、農民の水利組合 (WUA) 設立については、既にMPWWRのIIPにおける成果を踏まえ、地域内に早い機会に水利組合を設立し、効率的灌漑排水に関する知識の普及に努め、事業の成果が早期に実現するよう普及活動を支援することを勧告する。
3. 事業の実施設計にあたり、堰・制水堰などの主要施設の基礎地盤についてボーリング土質調査を実施することを勧告する。
4. 本事業によって整備する主要施設は近代的操作施設・機器が含まれる。維持管理要員は、建設期間を通じ、予めこれら新しいシステムの操作に関する訓練・教育のプログラムに基づいて十分に訓練し、操作に支障の無いよう準備することを勧告する。



## 第1章 まえがき





## 第1章 まえがき

### 1.1 調査の背景

エジプト国は国家開発5ヵ年計画を策定し、それに基づき、社会経済開発の推進に努めている。最近制定した第3次5ヵ年計画(1992/93~1996/97)は、農業生産の水平拡大、小麦の増産などを通じて、雇用の増進を図ると共に、社会経済の構造改革を進め、開発目標の達成を目指すものである。

農業部門は5ヵ年計画の達成のため、エジプト産業の中でも極めて重要な部門の一つであるが、その生産性はナイル水系の限られた水資源に依存している。近年のアフリカを襲った引き続き異常乾燥や砂漠化は、ナイル水協定でエジプトに割当てられた年間555億 $m^3$ の水の確保を危くし、エジプト政府はこの厳しい現況の改善のために緊急対策の実施を迫られている。

エジプト政府の公共事業水資源省(MPWWR)は、この逼迫した水資源の効果的な緊急対策の一つとして、灌漑効率の改善・向上による水資源の有効利用を図るため、全国的に灌漑用水の送水・配水施設の整備を進めている。わが国をはじめ多くの先進国や国際機関の援助を得て、この整備事業の早期推進に努めているところである。

エジプト政府の要請に基づき国際協力事業団(JICA)は、吉永健治氏を団長とする事前調査団をエジプト国の現地に派遣して、平成2年10月22日エジプト政府のMPWWRとの間で、バハルヨセフ地区灌漑整備計画調査に関する技術協力の調査実施細目(以下S/Wと称す)を締結・署名した。

本調査の目的は、灌漑用水の利用効率を改善して関係地域における農業生産の適性化を図るため、バハルヨセフ用水路施設の改修・改良を中心とした灌漑整備計画のF/S調査を実施するものである。

### 1.2 調査の実施

本調査は現地作業と国内作業を含め、2期に亘って実施した。第1期の現地作業は、平成3年4月19日より6月5日及び同年7月13日より9月20日の間、また、第2期の現地作業は平成4年1月7日より3月20日の間に実施した。更に、平成4年8月25日より9月5日の間にドラフト・ファイナル・レポートの説明・討議を行った。JICA派遣の調査団はエジプト政府MPWWRスタッフの良き協力を得て、バハルヨセフ水路の灌漑受益地域であるミニア、ベニスエフ、ファユーム及びギザの各州で現地調査を実施した。

第1期現地作業は、現況灌漑施設の効率的な管理あるいは灌漑用水の公正な配分上の制約条件・問題点などを把握し、現地作業での調査・観測資料の分析・検討に基づき全体灌漑整備計画の策定を主たる目的とした。現地作業の成果は、フィールド・レポート及びプログレス・レポート(1)などで報告し、引続き実施した国内作業の分析・検討結果はインテリム・レポートで報告した。

第2期現地作業は、第1期現地作業の補足資料収集・観測調査と整備実施優先度の高い整備項目に関する詳細な調査を行った。灌漑整備計画策定の基本方針は、関係部門の調査資料の分析・検討結果を踏まえ、上記各種の調査報告書に関するMPWWRスタッフとJICA調査団との多くの会議・協議に基づいたものである。本ファイナル・レポートは以上の結果を報告するものである。

本調査に従事したJICA調査団員及びエジプト政府の主なる関係機関は以下の通りである。

#### 調査団員

1. 団長/総括	新井 好夫	(株)三祐コンサルタンツ
2. 灌漑排水/副団長	飯田 将弘	〃
3. 気象/水文	栄原 啓一	中央開発株式会社
4. 水管理	細野 俊一	(株)三祐コンサルタンツ
5. 施設/構造物	木下 靖巳	〃
6. 設計/積算	天辻 康裕	〃
7. 農業/土壌	柴田 俊英	〃
8. 農業経済/事業評価	入矢 狷介	〃

#### エジプト政府の関係機関

1. Planning Department of MPWWR
2. Irrigation Department of MPWWR
3. Mechanical and Electrical Department of MPWWR
4. Egyptian Public Authority for Drainage Projects of MPWWR
5. Water Research Center of MPWWR
6. Minia Irrigation Improvement Directorate of MPWWR
7. Faiyum Irrigation Improvement Directorate of MPWWR
8. East Minia Irrigation Directorate of MPWWR
9. West Minia Irrigation Directorate of MPWWR
10. Beni Suef Irrigation Directorate of MPWWR
11. Faiyum Irrigation Directorate of MPWWR
12. Giza Irrigation Directorate of MPWWR
13. Ministry of Agriculture and Land Reclamation, and Agricultural Offices
14. Agricultural Research Center

## 第2章 事業の背景



## 第2章 事業の背景

### 2.1 国家経済及び農業部門

エジプト国は国土面積約 100 万 km<sup>2</sup>をもつ、農業生産を経済の基盤とする国である。しかし可耕地は国土面積のわずか 3.4%に過ぎず、農業のほとんどはナイル渓谷地域及びナイルデルタにおいて行われている。1990 年現在の人口は約 5,550 万人で、1979 年以降の年平均増加率は 2.8%と高く、これに伴う食糧生産、都市部への人口集中、住宅の不足、失業などが大きな社会問題となっている。

経済的には、恒常的な財政赤字、貿易収支の赤字、対外債務の累積など極めて厳しい状況にある。GDP は 1988/1989 年に 5.0%の伸びを示したが、うち農業部門が占める割合は低下してきている。1990 年現在の国民一人当たり GDP は 630 ドルである。

エジプト国政府は、これまで低所得者層の生活水準を維持するために小麦などの基礎的食品、公共料金などに対して多額の補助金を支給してきたが、この補助金制度は財政赤字を生む大きな原因になっているため、国際通貨基金 (IMF) はエジプト国政府に対して早急に撤廃するよう求めてきた。

このような状況のなかで、エジプト国政府は経済の建て直しを目指して経済改革政策を打ち出している。その骨子は下記の通りである。

- 作物作付け面積統制の撤廃(ただし、綿、さとうきびを除く - 1992年 3月現在)
- 農産物価格の自由化
- 食糧、公共料金、肥料、農薬などに対する補助制度の廃止
- 公共部門の民営化
- 取引高税 (Sales Tax) の導入
- 金利引上げ

現在進行中の第 2 次 5 年計画 (1987/88 ~ 91/92) では、農業生産の拡大、経済構造の転換を促進するための投資の増大、民間部門重視、協同組合の充実、人口の適正配置、経済協力と貿易の拡大、を掲げて年平均経済成長率 5.8% を目標としている。

農業部門は食糧生産だけではなく、就業人口の 36% (1986/87) に雇用機会を提供し、また農産物輸出により外貨の獲得にも貢献している重要な産業部門である。しかし農業生産が極めて限られた耕地面積 (612 万フェダン) でしか行えないことは、食糧増産に努めなければならぬエジプト国にとって大きな制約要因である。このため新規耕地開発、いわゆる水平拡大、及び既存耕地の単収増を目指す垂直拡大が重要な農業政策として行われてきた。1952

年以降新規に開拓された耕地は 160 万フェダに達している。これら開拓地はほとんどが砂漠地域であるために、開発には灌漑施設の整備が不可欠である。

国家経済の観点からは、主食である小麦の自給率を現在の 33% (1987/88) から引上げる必要がある。そのためには全作物の中で最大の約 270 万フェダの面積を占めるベルシームについて小麦への転換がどの程度まで可能かについて検討する必要があると考えられる (英文資料編 B-1 参照)。

エジプト国は 1959 年のナイル水協定 (Nile Water Agreement) によって年 555 億 $m^3$  の水を配分されている。しかしアフリカ地域に砂漠化をもたらしたここ 10 数年間の異常乾燥は、ナイル川上流の水源地域をも直撃し、アスワンハイダムの貯水位は年々低下し、1987 年にはハイダムの発電停止、灌漑水及び上工水の節減を余儀なくされた。最近ナイル川の年平均流出量は 722 億 $m^3$  (1978~1987 年平均) に低下したが、1988 年には洪水によってハイダムの貯水位はある程度回復したものの依然として渇水の危険性をはらんでいる。

エジプト国は、このような限られた水資源のもとで食糧増産のために水平拡大、垂直拡大政策を推進しており、そのためには水資源の有効利用を図ることが前提となる。しかし現在の灌漑施設はすでに 90 年以上の年代を経て老朽化が進んでおり、制水施設の操作性も非効率的で、水資源の有効利用を図れる状態ではない。また通水慣行としてメスカのレベルでは輪灌漑が行われており、農民は断水期間中の作物に対する影響を考慮して通水期に過剰に取水する傾向が見られる。

上記のような状況に対応するため国際機関や二国間などの援助によって水資源の有効利用、関連施設の改修、灌漑施設の維持管理改善などに関する調査や改善事業が行われてきた。今回 MPWWR は、中部エジプトにおいて約 77 万フェダの地区面積をもつバハルヨセフ地区灌漑整備計画のフィージビリティ・スタディに関する技術協力を日本政府に要請してきた。これを受けて日本政府は、平成 2 年 10 月事前調査団を派遣し、調査業務の実施細則 (S/W) が締結された。JICA 派遣の調査団は、平成 3 年 4 月 19 日~6 月 5 日、7 月 13 日~9 月 20 日、平成 4 年 1 月 7 日~3 月 20 日の 3 回に亘って現地調査を行った。更に、平成 4 年 8 月 25 日~9 月 5 日のドラフト・ファイナル・レポートの説明・討議結果を踏まえて、本ファイナル・レポートを作成した。

## 2.2 経済構造改革と農業

### 2.2.1 作物選択

1992 年 3 月現在においても、綿及びさとうきびは統制作物である。しかし全ての作物統制が撤廃される 2 年後には農家自身の選択によって作物を作付けることが出来るようになる

る。その影響はすでに現れており、今年の冬作にはそらまめが多く作付されている。これは昨年度そらまめの単価が良かったためであるが、農業事務所は、今年度は価格が下がることを予測している。現地で畑の作付状況を見るかぎり、従前の作付体系と比べて顕著な変化はみられず、ベルシームが最も大きな面積を占め、ついで小麦、そらまめの作付けが多い。

作物の選択は自由となったが、外貨獲得のために綿、さとうきびは生産を確保しなければならない。このため政府は、買上げ価格を上げることによって、農家の生産意欲を喚起したい意向である。

## 2.2.2 私有化政策

現在幾つかの優良な企業を除いて、国営企業の私有化が進められている。農地開拓公社が管理してきた開拓地は、一般農家などに払い下げされる。このことはまた私企業、及び一般農家による農地開拓を推進すると共に、雇用機会を提供することによって12.3%という高い失業率を下げる狙いももっている。

## 2.2.3 協同組合、村落銀行の役割

従来、協同組合と村落銀行は、農家に補助価格で農業生産資材を供給することによって政府の作物統制政策を実施してきたが、今回の経済改革政策に伴ってこれら二つの機関は別個に機能することになった。村落銀行は、農民融資及び預貯金を、また協同組合は農業生産資材を市場価格で供給するとともに農業普及サービスを行う。

## 2.2.4 第3次5ヵ年計画

第2次5ヵ年計画は1992年6月30日で終了し、第3次5ヵ年計画(1992/93~1996/97)に移行するが、1992年2月現在においても計画省から発表されていない。しかし新聞紙上ではその骨子は以下の通りであることが報じられている。

- 補助制度の廃止
- 私有化の促進
- 経済不均衡の是正
- 水平拡大の推進
- 小麦生産の拡大
- 私有化に伴う農地所有の推進
- 雇用機会の拡大

## 2.3 地域経済

バハルヨセフ水路の灌漑面積はエジプト全耕地の約13%を占める。また、バハルヨセフ水路に関係する4州は、エジプト全体の農業粗生産額の約20%(1985)を生産している。

4州における就業構造をみると、カイロ都市圏に近いギザ州は就業人口の20.2%が農業に従事しているに過ぎないが、他の3州は61~65%が農業に従事するほぼ同じ構造となっており、農業中心の経済活動が行われていることを示している。

カイロに近いギザ、ファユームの2州が野菜、果樹の生産額が高いのに対してミニア、ベニ・スエフの2州はメイズ、ベルシーム、小麦など比較的栽培期間が長い畑作物の栽培が中心である。従って、現況の作付率はギザが最も高く(225%)、次いでファユーム(179%)、ベニ・スエフ(187%)、ミニア(171%)の順である。

畜産生産額は、ギザを除く3州で総粗生産額の20~25%を占めるのに対してギザは33%と高い。

本地域の農業生産は、バハルヨセフ水路及び排水の再利用を水源とする灌漑に依存している。灌漑は5日灌漑、10日断水の輪番である。10日間の断水期間における作物への影響に対する不安感があるためか、農民の間に過剰に灌漑する傾向がみられる。特に、夏期には末端水路の中流、下流域において用水不足が発生するため、地域によっては排水路の排水を再利用している。従って、同じ灌漑受益地域ではあっても作物の収量に差がみられ、この差は農家収入の差となって表れる。このような農家間の所得較差を是正するとともに、今後とも地域の経済が農業を基盤として成り立っていくためにはバハルヨセフ水路の限られた水源を最大限有効に利用することが求められる。しかし、既存の堰、制水堰はいずれも1800年代の後半に建設されたもので、すでに90年以上の年月を経ており、水資源の有効利用を図るためには、圃場レベルでの効率的利用とともに堰、制水堰の改修あるいは新設が必要な状態となっている(英文資料編B-2参照)。



### 第3章 計画地区の現況



### 第3章 計画地区の現況

#### 3.1 位置及び一般概況

##### 3.1.1 位置

ミニア、ベニ・スエフ、ファユームとギザの4州に跨る約32万ha(約77万フェダ)の農地を灌漑するバハルヨセフ幹線用水路は、ナイル川の左岸を流れている。灌漑用水はナイル川からアシュート堰(カイロから約330km南)で分水された後、イブラヒミア基幹用水路を約60km流下し、ダイルート堰に達する。ダイルート堰はバハルヨセフ幹線用水路の始点であり、ここで灌漑用水はバハルヨセフ幹線用水路に分水される。

蛇行しているバハルヨセフ幹線用水路は312.7kmの長さを持ち、ファユーム州の州都であるファユーム市で終点となる。この水路は古い時代にファユーム盆地への用水を搬送した河川跡を踏襲している。この幹線用水路は288.7km地点にあるラフーン制水堰で、約17万ha(40万フェダ)のファユーム盆地と約6.4万ha(15.3万フェダ)の灌漑地を持ち、ナイル川左岸を流下するギザ支線用水路に分かれる。幹線用水路の終点はこのラフーン制水堰から約24km下流である。

アシュートからカイロへ至るまでの幅約20kmの狭いナイル溪谷はイブラヒミア基幹用水路とバハルヨセフ幹線用水路で灌漑されている。ファユーム盆地を除くバハルヨセフ幹線用水路の灌漑地区はナイル川の西岸に位置し、平均約4km(広い地点で7~8km、狭いところで1~2km)の中である。

##### 3.1.2 地勢

バハルヨセフ幹線用水路の灌漑地区は旧耕地(既耕地)、新開地及び開墾計画地とに大別される。灌漑地区の内、旧耕地(既耕地)は水路の左岸に展開するベルト状の沖積地と、ファユーム盆地の2つに大きく分けられる。この2つの地域は非常に異なる地勢を示し、前者はナイル川の左岸に位置し、平均地形勾配は1:15,000と非常に緩やかである。一方、後者はファユーム盆地の北に位置するカルン湖に向かって、平均1:500の急勾配の地形を示す。

(単位:フェダ)

	ミニア	ベニ・スエフ	ファユーム	ギザ	計
旧耕地	114,101	57,295	361,589	137,300	670,285
新開地	32,999	10,850	-	-	43,849
開墾計画地	-	5,000	40,000	11,000	56,000
計 フェダ	147,100	73,145	401,589	148,300	770,134
(ha)	(61,800)	(30,700)	(168,600)	(62,300)	(323,400)

バハルヨセフ用水路の灌漑地区は大部分が水路の左岸に位置するが、夏期の用水不足時期には右岸の一部の耕地にも用水を補給する。灌漑地区は 39.3 km 地点で分水するアラブ・ベニ・カリッド支線用水路から始まり、終点はファユームのカルン湖岸、及びギザ支線用水路の終点の 2 つの地点である。

ファユーム盆地を除く灌漑地区は海拔 +15.5 ~ +42.5 m の標高であるが、ファユーム盆地は幅 5 km、長さ約 40 km のカルン湖に向かって標高が +25 m ~ -45 m であるため、地形傾斜は平均 1:500 の急勾配である。

一方、18,000 ha (43,000 フェダ) の地区面積を持つ砂漠を開墾した新開地は、1965 年に計画され、1978 年から 1983 年にかけて開発、大規模灌漑が開始された。しかし、一部の地区は現在も開墾工事が進行中である。この地区も細長い帯状を示し、南部と北部の 2 地区に分かれている。南部地区は幅約 3 km、長さ 45 km で大部分がミニア州に属する。北部地区は幅約 3 km、長さ約 30 km で、大部分がベニ・スエフ州に属する。

この新開地は旧耕地の標高より高く海拔 40~50 m 以上であり、バハルヨセフ幹線用水路から自然流下方式では灌漑できないため、バハルヨセフ幹線用水路沿いに 4 か所の揚水機場を配し、更に、加圧ポンプにて地区に用水を供給している。この地区には水源がないため飲料水や家畜用の雑用水の全てをこの用水路に頼っている。深井戸はあるが冬期の用水停止期や夏期の用水不足時期に利用されるに過ぎない。

### 3.1.3 気 候

計画地区は、北緯 27° から 30° の間に位置し、Hurst H. E. 及び Philips P. 両氏による気候区分では、第 2 気候型、すなわち砂漠あるいはサヘル気候に属する。更に、ナイル川が南方から地中海まで流れ、この国の命のリボンを形成している。調査対象地域は、ちょうどこの命のリボンの地域に属し、亜熱帯気候がこの地区を支配している。人間と作物の生存は、この細長い命のリボンによって東西両縁地内に限られている。このナイル川溪谷の両側にある砂漠は、雨がなく、日較差が大きい砂漠の気候である (英文資料編 図 C-1-1 参照)。

計画地区の平均気温は、1月の 12.3°C から 7月の 27.7°C に及んでいる。また、日較差は平均して約 15~20°C である。年平均相対湿度は、北部のギザ州の 68% から、南のミニア州での 54% へと低減する傾向がある。12月は最も高い平均相対湿度 67.5% を持つ月であり、5月には最も低い 41.3% となる。12月の平均雲量は最大 2.87 オクタスであり、7月には 0.67 オクタスに低減する。雲量はギザ州の北部からベニ・スエフ州の南部までの間に低減する傾向がある。9月の風速は弱く 1.08 m/sec であるが、夏になるとやや強くなり、5月には 1.59 m/sec となる。ミニア州において、6月の日蒸発散量は最大の 16.4 mm であり、12月

には4.6 mmにまで低下する。一方、作物に係わる蒸発散量は12月に最小値の2.35 mmであるが、6月には8.32 mmにまで増加する(英文資料編 図 C-1-2を参照)。

計画地区ではほとんど無降雨に近い。平均雨量は、調査地域の北部が最も高い。年降雨量はファユーム州、ベニ・スエフ州及びミニア州では各々9 mm、11.3 mm及び5.1 mmであり、その大部分が冬季に降り、灌漑に役立たない(英文資料編 表 C-1-6を参照)。

### 3.1.4 水 文

アスワン・ハイ・ダムからの平均月取水量のピークは7月で、69億 m<sup>3</sup>が記録され、1月には33.4億 m<sup>3</sup>に低減する。冬期の10月から1月にかけて利水量が長期平均値(10年、20年及び23年)より少なくなっている。また、年取水量も長期平均値より低い。特に、1988年の取水量は、アスワン・ハイ・ダムの完成以来最低であった(英文資料編 表 C-2-3参照)。

バハルヨセフ用水路の計画流量は夏期で2千万 m<sup>3</sup>/日、冬期で1千万 m<sup>3</sup>/日である。しかし、近年夏期における取水実績流量は上記値を下回っている。断水期間は、通常、上エジプトにおいては1月9日から2月1日まで、デルタでは1月19日から2月10日までである。バハルヨセフ用水路の断水は、上エジプトの地域と併せて行われる。なお、断水の目的は用水路及びその他の施設の維持管理・補修である(英文資料編 表 C-2-3~C-2-5及び図 C-2-3参照)。

### 3.1.5 土 壤

計画地区内の旧耕地に分布する土壌は、砂漠の風積堆積物の影響を受けていないナイル・シルトに由来する河成堆積土壌と、影響を強く受けた土壌の2種に大別される。前者は標識層を持たない灌漑の停止期間には地表に深い亀裂が生ずることからパーチソル目(ユーダルト亜目)に分類されバハルヨセフ流域、ナイル谷及びその用水沿いに分布する。後者は風積堆積物(アリデイソル目、オルシッド亜目)の影響を受けた典型的なエンティソル目(フルベント亜目またはプサメント亜目)の土壌とされ、一般に砂漠丘陵部に囲まれたファユーム州カルン低地、低地とナイル谷とを結ぶハワラ水道に分布するほか、西部砂漠辺縁部に帯状に連なる移動性砂丘(ナイル谷との標高差5~0 m)とナイル谷との境界部分にも分布する。バハルヨセフ用水路と砂丘部との幅は0.5~10 kmと変化があるが、ミニア州アブ・クルカス及びベニ・マザル管区、ベニ・スエフ州ソモスタ管区及び同州内コフタン用水路受益地付近に狭隘部分があり、後者の土壌が分布し、更にギザ州の砂漠辺縁部にも分布している。

両土壌の主な物理化学性の差異は、排水性・保水力(前者は一般に排水やや不良であるが保水力は高い)、肥沃度(前者は塩基置換容量、置換性塩基、腐植が高い)及び土壌反応(前者は石灰質でなく中性、後者はやや石灰質でときによりアルカリ性)にある。関係4州内のバハルヨセフ用水路掛かり耕地に分布する土壌の概要は次の通りである。

バハルヨセフ用水路受益地のうち、開墾計画地を含む新開地に分布する土壌は部分的にエンティソルを伴うアリディソルであり、主としてカルシオーシッド、デュリオシッド、サルオーシッド亜目がみられる。これらの中にコーチプサメント、トリプサメント、あるいはゼロオーシッドが介在し、これらのほとんどは砂質または壤質の石灰質土壌である。これらの土壌はナイル川の形成した河岸段丘に沿った低標高の台地上に発達している。この種の砂漠土は通常 pH 7.9~8.8 を示すアルカリ性土壌であるが、ナトリウム含量は概ね低い。

#### 1) ミニア州

ほとんどの土壌は重粘な土性を示す河性沖積土であるが、ナイル谷の辺縁部には 1.5 m 以上の土層を持つ砂質土壌も分布し、その炭酸石灰含量は全塩基の 7~23% に達するので砂質石灰土壌と呼ばれる。この含量が 10% を超えるとリン酸など可溶性養分の欠乏や固結による耕起困難などの問題が生ずる場合がある。マガガ管区以外の耕地には 2 次粘土鉱物の 4 分の 3 を占めるモンモリロナイト、残余を占めるイライト、水和雲母、更に含量の少ないカオリナイトからなる重粘土が卓越分布する。移動性砂丘はナイル谷西縁部の河成堆積土壌に砂質の粒子を供給してプサメントなどの砂質土壌を生成する。

前者の肥沃度を支えるシルト粒子を運ぶ灌漑水中の懸濁質はアスワン・ダム建設以降その濃度が 2,000 ppm 以上から 12~16 ppm と大幅に減少した。塩類障害を生ずる土壌はミニア州にはほとんど分布していないが、バハルヨセフ用水路受益地の西端に分布する砂質土壌のなかにはシルト供給減少の反面、砂漠からの影響の増加に伴って中度(土壌伝導度 EC 4~8 mmho)の塩類土壌が点在する。EC 4 mmho 以下の程度の塩類土壌はミニア州北側境界からベニ・スエフ州にかけて分布し、マターイ管区内の耕地など極めて限られた地域に例外的に強度の塩類土壌が散見される。土壌の地下水位は低地を除き地表下 1.5 m 付近に変動している例が河成堆積粘土質土壌で一般的に見られる。

新開地に分布する土壌は旧耕地のあるナイル谷の辺縁部では幅 1~3 km の移動性砂丘を形成し、その母材は砂丘のない幅 4~10 km のバジャダ平地の砂であり、またこの平地は西側に発達する長円形砂丘群に接している。これらの土壌はトリプサメント及びコーチプサメント亜目に属する。これら母材はナイル川の古期河成堆積物に由来するため、石灰含量、アルカリ成分は低い。

## 2) ベニ・スエフ州

ファシオン、ソモスタ、エヘネシア、ワスタ各管区を含む州西部の帯状の地域にはコフタン用水路受益地をも含め砂質の層をもつ土壤が分布し、その中で粗砂の含量が73~90%に及ぶ典型的な砂質土壤がバハルヨセフ受益地の西端に分布する。この土壤は厚い、構造的変化を全く伴わない砂層からなり、その地下水面は灌漑その他の影響諸因子に従って変動する。ミニア州エドワからこの地方にかけて地下水面を下げるために暗渠排水を施工し、土壤改良を図っている例がみられる。

ソモスタ管区内のナイル谷西端部の土壤はナイル谷・デルタの平均水準より高い炭酸石灰含量を示す場合があり、5%を超えることもある。この帯状地域の東部には、表層は粘質な土性を示すが、下層にナイル・シルトより緻密度の低い粗砂(その重量比73~90%)をもつ場合が多く、一般的に炭酸石灰含量5%水準の石灰質土壤の卓越する州南部ソモスタ管区を除きこの土壤がかなり広く分布する。バハルヨセフ用水路受益地の各管区中央・西部にみられる土壤の土性は表層下60cmまでは概ね粘土、重粘土であるが、それ以下では砂質、シルト質あるいはローム質の土層が現われる場合があり、それらの土層の炭酸石灰含量は5%以下の場合もある。

ベニ・スエフ州の開拓地、拡張予定地に分布する土壤は、ミニア州に見られるものと類似している。

## 3) ファユーム州

州内に分布する土壤は沖積母材に由来するが、この低地をとり囲む砂漠地域の影響を多分に受けている。同一土壤断面内に粗粒・細粒両土層が互層を形成する例も多いが、多くの場合、土層の深さとともに土性は粗粒・細粒へと変化する一方、中粒質土壤がその下層に軽粘土層を伴い、あるいはその下部に重粘土層をもつこともある。土壤の表層は壤質粘土、砂壤土または砂土の土性を示し変化に富むが、砂土は州内の東部及び南西部に多く分布し、北部には湖成堆積粘土が分布する。州の南端に分布する10%以上の高い炭酸石灰含量を示す重粘土や礫質土壤のなかには耕作不能なものもある。これらの地域に同時に分布する砂質土壤はしばしば硬盤、すなわち石膏固結層を伴い、時には脆い石膏の結晶が土壤断面全体に分布する例もある。これらの土壤はその土壤生成過程に応じトリフルベントあるいはコーツイプサメントとされるが、砂漠堆積母材に由来するものはその断面形態に応じ、デュリオシッドあるいはサルオーシッドに分類される。

土壤塩分については、州北部に塩水のカルン湖があり、その影響は湖周辺の耕地に及ぶが耐塩性作物が導入されている。州東部の低塩類土壤(EC 4 mmho 以下)は生産力が高い。中度塩類土壤は主に州南部、西部に分布し、水洗脱塩・石膏施用による改良が必要である。

平均石膏施用量は1フェダゲン当たり3トンである。このアルカリ中和改良は排水路の再整備による水洗脱塩の並行実施で効果が高まる。塩害の分布は湖周辺の湖成堆積土壤に限定されるが、水収支変化の過程で湖面水位が上昇する場合は塩水の侵入、拡散を通じ被害域が拡大する可能性も孕み、耐塩性作物・品種の導入で対応しなければならない。従って、州内の作物選定は他の州と比べてある程度の制約を受け、また収量改善にも若干の制約がある。

カルン湖周辺からハウレット・エル・マクタハの小型ピラミッド近辺に広がる開墾計画地で卓越する土壤は、壤質砂土～砂質埴壤土の土性を持つ(下層に炭酸塩塊または固結物が認められることが多い)アルカリ性、石灰質の土壤である。灌水した地表の部分には塩類の集積がよく見られる一方、炭酸塩含量は1～15%、またアルカリ性を示す(置換性ナトリウム含量ESPは11以下)。最も標高の低いカルン湖から標高の高い西部砂漠の侵食残丘台地に至る間の土壤分布は次の順序に従う。サルオーシッド(埴土)またはデュルオーシッド(壤質砂土)～トリフルベント(砂質壤土)、またはコーチブサメント(砂土)～クロムユーダルト(埴土～埴壤土)～コーチブサメント(砂土)～カルシオーシッド(壤質砂土～砂土)。カルシオーシッドを除くすべてのこれらの土壤は古時代カルン湖の影響の下に形成されたと思われる。

#### 4) ギザ州

州内に分布する土壤はナイル・シルト母材に由来する。その大半が中性～微アルカリ性の反応を示し、高い塩基置換容量をもつ非石灰質土壤であり、生産力が高く、その要因の一つには高い水分当量すなわち保水力がある。土性は粘土・砂土壤にわたるが、粘質土壤が代表的土性とされる。炭酸石灰含量はほとんどの場合5%を超えないが、腐植の含量は高く3%を超えることもあり、高生産力要因の一つと考えられる。ナイル谷辺縁部における砂漠の風成堆積土壤の影響についてはベニ・スエフ州の場合と同様である。

開墾計画地に見られる土壤は高PHを示し、壤質砂土または砂土の土性を持つアルカリ性土壤である。しかし、これらの土壤はファユーム州に分布する土壤よりは石灰質ではなく、すなわちアルカリ性でなく、炭酸石灰の含量は1%程度に過ぎない。こうした土壤の特性は純粋な風成堆積砂土よりもむしろ河成堆積母材に由来すると見られる。

#### 5) ハリカ用水路受益地内の土壤

この地域の土壤も前述の2種に大別される。土壤に及ぼす移動性砂丘の影響はサコーラ排水路以西で著しい。受益地内に分布する土壤の大半を占めるバーチソルの土性は重粘土～砂壤土に亘るが、大半がシルト質粘土の表層をもち、その中に細礫を含む場合がある。土壤の反応は中性～微アルカリ性を示し、乾燥時土壤表面に塩分皮殻を生ずる場合がある(英文資料編D参照)。



### 3.2 社会経済の状況

#### 3.2.1 人口

4州全体では、約934万人が居住しているが、この内バハルヨセフ用水路受益地域内には約437万人が居住している。

	ミニア	ベニ・スエフ	ファユーム	ギザ	計
州全体	2,648	1,443	1,544	3,700	9,335
受益地域内	295	197	1,544	2,330	4,366

(千人)

#### 3.2.2 農家数

バハルヨセフ用水路受益地域内の農家数は、約24.4万戸である。内訳は以下の通りである。

	ミニア	ベニ・スエフ	ファユーム	ギザ	計
州全体 (戸)	266,029	150,090	125,848	108,403	650,370
受益地域内(戸)	29,530	20,410	125,848	68,290	244,078

#### 3.2.3 土地所有

バハルヨセフ用水路受益地内の農家に関する土地所有形態は明かではないが、州全体の資料から推定すると、1フェダン以下の農家が約50%、1~5フェダンの農家が約45%あり、この二つの階層で95%を占める。地主の割合はギザで最も高く64%、最も低いのはベニ・スエフの53%である。平均経営規模は以下の通りである。

	ミニア	ベニ・スエフ	ファユーム	ギザ
平均経営規模 (fed/戸)	1.38	1.58	2.45	1.43

また、これ以外に統計的に明らかではないが、いわゆる土地なし農家がかなり存在すると推定される(英文資料編I参照)。

### 3.2.4 生活状況

#### 1) 物 価

バハルヨセフ地区内の消費者物価は統計的に明らかではないが、CAPMASの農村地域における物価指数から推定すると、物価上昇率は概して都市部のそれよりも高い傾向がある。

	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89
物価上昇率 (%)	11.7	22.8	13.4	20.7	23.6

#### 2) 農業所得及び支出

1988年発行の資料によれば、関係4州の農家所得は次の通りである。ギザは、平均経営規模が4州のなかで二番目に小さいにもかかわらず、所得は最も高く、ミニアが最も低い。これは、ギザ州が作付統制の適用から外されており、カイロ都市圏へ野菜を供給するため効率的な土地利用を行って収入を高めているためである。これに対してミニアは、栽培期間が長い作物栽培が中心であるため土地利用率を高めることが難しいこと、及び作物価格が関係している。

	ミニア	ベニ・スエフ	ファユーム	ギザ
農業所得 (LE/戸/年)	1,790	2,110	3,190	4,484

#### 3) 世帯規模

CAPMASの人口及び世帯数に関する統計に基づいて各州の世帯規模は、以下の通り推定される。概して、都市部より農村部の世帯規模が大きい。

(人/世帯)

	ミニア	ベニ・スエフ	ファユーム	ギザ
都市部	4.7	5.0	5.0	4.5
農村部	4.9	5.2	5.4	5.1
平均	4.9	5.1	5.3	4.7

#### 4) 農家の農業労働力

CAPMASの産業別就業人口統計及び農家数から農家一戸あたりの農業労働力は、以下の通り推定される。

	ミニア	ベニ・スエフ	ファユーム	ギザ
農業就業人口(6才以上)	433,785	219,765	255,940	192,800
農家数(戸)	266,028	150,090	125,848	108,403
農業労働力(人/戸)	1.63	1.46	2.03	1.78

### 3.2.5 社会インフラの状況

#### 1) 電化率

4州の電化率は、ミニア、ベニ・スエフ、ファユームが100%、ギザが98%である。

#### 2) 病院

病院は主に農村部よりも都市部に配置されている。

	ミニア	ベニ・スエフ	ファユーム	ギザ
都市部	11	9	15	43
農村部	3	1	3	1

#### 3) 道路延長

1平方キロ当たりの道路密度はミニアで最も高く、ギザがこれに次ぐ。しかし、砂漠道路の延長がミニアで53%を占めるのに対してギザでは14%と大きな開きがある。

#### 4) 飲料水供給

各家庭への給水施設はないが、ほとんどの集落に共同利用施設としての水道がある。

### 3.2.6 農民組織

#### 1) 協同組合

農民組織として代表的なものは協同組合である。これには政府主導で組織化されたものと、農民が自主的に組織した特定作物販売組合がある。組織は、全国、州、県、村の各レベル

ルに分かれ、基本的にはすべての村に協同組合が存在し、農民は参加することが義務付けられている。

## 2) 村落銀行

村落銀行は農業信用・開発中央銀行 (PBDAC) の末端組織である。協同組合と同様にすべての村に配置されている (英文資料編 J-2 参照)。

## 3) 水利組織

1988 年以來、MPWWR のもとで IIP (Irrigation Improvement Project) が行われ、現在 6 つの州で進められている。IIP の主な活動の目的は水利組合を設立すること、及び末端圃場レベルにおける水利用を改善することである。

バハルヨセフ用水路に関係する州では、現在ミニア、ファユームの一部の地域で IIP の一環として水利組合が設立されている。しかし、この活動はようやくスタートした段階で、州全体、全国レベルへの広がりはまだ見られない。

末端水路はメスカ (約 10~300 フェダンを灌漑)、及びマルワ (約 20 フェダンを灌漑) からなる。メスカは通常いくつかのマルワへ分水している。現在設立されつつある水利組合は、このメスカレベルで一つの水利組合を設立しようとするものである。水利組合のメンバーはリーダーを選挙で選び、遵守すべき規則を総意に基づいて作成する。水路の維持管理のための水利費は徴収されていない。メスカの清掃、草刈りなどの作業は共同作業で行われている (英文資料編 J-2 参照)。

### 3.3. 灌漑・排水の現況

#### 3.3.1 灌 漑

##### 1) 灌漑方式

##### a) 分水管理の現状

MPWWRが管理する基幹及び幹線用水路は24時間通水である。幹線用水路(バハルヨセフ用水路)から下流の支線用水路については、ファユーム州では重力灌漑が行われ連続24時間通水であるが、ミニア、ベニ・スエフ(オフトン支線用水路を除く)、ギザの3州では3交替輪番制(5日通水、10日断水)で配水している。例えば、支線用水路であるパイロット地区のハリカ水路における灌漑ローテーションは5日通水、10日断水となっている。しかしながら、この3交替輪番制は実際には守られていない。その主な理由は、夏季には、支線及び準支線用水路に十分に水が行き届かず、農民からの強い要求により、5日間の灌水期間以外にも通水するためであり、また、冬季には、サコーラ堰において制御できない流量がバハルヨセフ用水路上流から来るため、サコーラ堰上流側のハリカ支線水路などを余水吐として使うためである(英文資料編E-1参照)。

バハルヨセフ幹線用水路の水位調節堰や支線用水路取水工での分水は下流水位により管理されている。水位から放流量への換算は、幹線水路については水位流量表(H-Q表)を作成し、一応の流量検証を行っている。支線水路取水工ではH-Q表もなく、経験的水位によっている。いずれも、水路建設当初は水位と流量により管理されていたものが、現在では長い間の経験水位により行われているのが実態である。しかし、ナイル川から基幹用水路への分水放流量は、農業省から示される州別作付計画面積をもとに、灌漑局で規定する間断日数、単位用水量により毎年決定される。これには、排水路からの再利用量、地下水利用量、飲料水及び工業用水の利用量も考慮されている。

エジプトの用水管理は州単位で行われており、州界やその近くの用水調節施設は、取水工と同様に重要な位置にある。バハルヨセフ用水路の流量調節は取水地点のダイルート堰、州界のサコーラ及びラフーン制水堰で行われており、H-Q表によって流量を水位換算してゲート管理人に指示している。他の2カ所のマンシャット・エル・ダハブ及びマゾーラ制水堰は水位調節のみで流量調節の機能をもっていない。H-Q表は現地でチェックした結果、大きな誤差はなかった。

##### b) 分水管理組織

灌漑用水の分水管理・用水配分は、ナイル川から末端の準支線用水路に至るまでMPWWRの灌漑局灌漑部が行っている。アシュート堰のようなナイル川における分水管理

は灌漑部・配水担当次官が行い、それより下流の用水路は上エジプト灌漑局の担当次官が管理する。各灌漑地方局は管内の基幹用水路から準支線用水路に至るまでの水路を管轄し、通常各灌漑地方局には2人の監督官がいる。各監督官は通常4つの管区を統括し、各管区技師に対し幹線の水位調節堰や支線取水工の毎日のゲート操作を(水位により)指示する。管区技師は各ゲートオペレーターにゲート操作を行わせ、堰の上下流水位の監視・記録及び監督官への報告(通常1日4回)を行う。これらの指示・報告は灌漑地方局の監督官と管区事務所との間で有線電話により行われている(英文資料編 E-1 参照)。

各堰のゲート操作は毎日、灌漑管区事務所から有線電話にて水位の形で指示され、ゲートの管理人は5~6人の人夫を使用して手でゲート開度を調節し、所定の水位にしている。古いゲートよりの漏水が現地調査で確認されているが、制水堰で用水を完全に止水する事がなく、また、冬期の用水停止時期には上下流ともに水位が低下し、漏水量の測定は不可能であった。しかし、下流の水位にて流量を調節する管理方式においては、漏水量は下流の有効流量として利用されているので、厳密な意味のロスとは言えない。

## 2) 水資源

### a) ナイル用水

バハルヨセフ用水路のダイルート堰での1986~1990の5年間の平均年間取水量は4,034.7百万 $m^3$ であるが、1978年にはアスワン・ハイ・ダムへの流入量が減少したためこの量は3,761.5百万 $m^3$ に減少した。しかし、1990年にはこの量は4,424.8百万 $m^3$ (平均の109.7%)を記録した。冬期の通水停止期のある1月を除く月平均取水量は363.5百万 $m^3$ で、月最大取水量は1990年の7月に記録した571.3百万 $m^3$ である。日取水量は3~5日間隔で変化し、2月以降緩やかに増大し、6月から8月にかけて最大となり、その後また、緩やかに減少する。最大日取水量は1990年8月1日から2日に記録した18.8百万 $m^3$ (217.3 $m^3/sec$ )であった。バハルヨセフ用水路の受益面積約32万ha(77万フェダ)が将来すべて開発された時点には、この最大日取水量は19.5百万 $m^3$ (225.7 $m^3/sec$ )にまで増大される。約20日間の冬期通水停止期間には水路や付帯施設の補修などの作業が行われる(英文資料編 E、表 E-2-1 及び図 E-2-1 参照)。

### b) 排水の再利用

ミニア、ベニ・スエフ地域には、エル・バドラマン、カブカブ、トナ・エル・ガビール、マンシャット、ベニ・マザール、デル・エル・サンコーリア、アブ・ラヒーブ、サコーラ、マゾーラの9ヵ所の大規模排水機場があり、バハルヨセフ水路に排水を排除している。排水受益はバハルヨセフ用水路の両岸に広がる約17万ha(40.4万フェダ)である。このうち、アブ・ラヒーブ排水機場はバハルヨセフ用水路の高水位期にはナイル川に自然排水している。

この9排水機場の1986年から1990年の5ヵ年間の年間平均総排水量は735.0百万 $m^3$  (23.3  $m^3/sec$ )で、最大年間総排水量は1987年の897.7百万 $m^3$  (28.5  $m^3/sec$ )、最小は1988年の614.0百万 $m^3$  (19.5  $m^3/sec$ )であった。2月から6月の月平均排水量は他の月の平均流量より低く、12月には最大月平均流量の86.59百万 $m^3$  (32.33  $m^3/sec$ )を示す。1990年の2月には、1月の通水停止期の影響を受け、最低月平均流量の31.66百万 $m^3$  (13.09  $m^3/sec$ )である(英文資料編E、表E-2-2及び図E-2-2参照)。

ギザ地域を灌漑するギザ支線用水路はバハルヨセフ用水路の支線水路の中でも大きな支線水路であるが、ギザ受益地内には排水を再利用する排水機場はない。

ファユーム地域にある28ヵ所の排水機場の内、2ヵ所は大規模排水機場である。この2ヵ所の排水機場はMED、MPWWRにて維持管理されており、年間平均総排水量は51.5百万 $m^3$  (1.64  $m^3/sec$ )で、月平均排水量は4.33百万 $m^3$  (1.66  $m^3/sec$ )である。このうちのタミア排水機場は現在改修中である。他の26小規模排水機場の維持管理はファユーム灌漑局が行っているが、その運転は農民の要求に応じて行われており、運転記録はない。この26機場の内15機場は補修部品の未調達や排水路の変更などによって使用されていない。11排水機場の年間総排水量は8.7百万 $m^3$  (0.25  $m^3/sec$ )で、1日の運転時間は10~12時間で、ポンプ容量は0.14~0.23  $m^3/sec$ である。

c) 自然取入れによる排水の再利用

地形傾斜の急なファユーム地域のみには排水の自然取入れが可能であり、9ヵ所の排水自然取入工があるが取水記録はない。施設の規模から年間総自然取入量を算定すると23.3百万 $m^3$  (0.74  $m^3/sec$ )となる。

d) 深井戸水

個人所有の深井戸がバハルヨセフ水路の受益地内にもあるが、上記水源量に比べて用水量は無視できるほど小さい。

e) 農民による排水の再利用

上記の水源以外に、6月から8月の夏の揚水不足時期に、農民自身が小型ポンプを用いて近傍の排水路から排水を灌漑に利用している。この量はハリカ・パイロット地区の調査において用水量の8%と測定された。

f) 年間総利用可能量

上記の結果から、バハルヨセフ用水路受益面積の現況利用可能量は以下のように整理できる。

項 目	利用可能量		比 率
	(百万 m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> /sec)	(%)
ナイル川用水	4,034.7	127.9	83.1
排水の再利用	735.0	23.3	15.1
ファユームの大形機場の排水の再利用	51.6	1.6	1.1
ファユームの小型機場の排水の再利用	8.7	0.3	0.2
自然取入れによる排水の再利用	23.2	0.7	0.5
計	4,853.2	153.8	100.0

3) 現況灌漑用水量

a) 現行用水量算定システム

基幹取水施設の灌漑受益地への配分流量は、毎年 MALR が計画する次年度の計画作付面積と、エジプトを 3 地区に分割した標準単位用水量を適用して、ナイル川より各用水路系の計画用水量を決定・配分し、地区内へはこの計画用水量を受益面積比例によって配分する配水システムで行われている。この配分用水量を修正ペンマン法で求めた単位用水量で検討した結果、4月と10月の灌漑効率が他の月に比べて低い値が得られた。現地調査でもこの期間には余剰水が多く、サコーラ制水堰では支線用水路を余水吐替わりに利用し緊急放水を行っている。この原因は、標準単位用水量が南北 300 km に一カ所しか設定されないこと、MALR の計画作付面積が実際の作付面積と合っていないこと、作物の作付時期が標準作付体系と実際の作付体系とにずれがある事による (英文資料編 E、表 E-2-4 及び 図 E-2-3 参照)。

b) 現況用水量の算定

作物蒸発散量 (ET crop) は FAO の Irrigation and Drainage Paper #24 に基づいて算定する。この計算に必要な気温、相対湿度、風速及び雲量の基本となる気象資料はミア、ベニスエフ、ファユーム、ギザ観測所の 1986 年から 1989 年の 4 カ年間の資料を用いた。

蒸発散量の算定は修正ペンマン法、プラニー・クリドル法及び放射法の 3 つの算定法を用いた。放射法は 7 月に 9.4mm/日 (29.1 mm/月) の最高値を示し、プラニー・クリドル法は同時期に最低の 8.7 mm/日 (27.0 mm/月) を示した。修正ペンマン法は概ね中間値であり、この調査には各州単位に修正ペンマン法にて蒸発散を求め、月平均値を以後の計算の基礎とする。各月の平均蒸発散値を以下に示す (英文資料編 E、表 E-2-5 及び 図 E-2-4~8 参照)。



												(mm/day)
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ETo	2.5	3.5	5.1	7.1	7.9	8.8	8.9	7.7	7.2	5.3	3.2	2.4

c) 作物消費量

バハルヨセフ用水路の受益地には多くの作物が栽培されており、その栽培作物のうち、さとうきびは非常に少ない栽培面積であり、水稻はファユーム地域にのみ栽培されている。綿はギザ州には栽培されていない。受益地内に多く栽培されている作物は、夏作では綿、メイズ、ソルガム、ひまわり及び夏野菜である。ニリ作としてニリ作メイズとソルガム、冬作として小麦、豆、ベルシームである。果樹園も全ての州に見られる。作付体系によると、綿は3月に播種し、4月にはメイズとソルガムが播種されている。

作物係数 (Kc) は前述の FAO Paper によって算定した。主な作物の灌漑期間と消費水量を以下に示す。灌漑期間は収穫前の2~4週間前に灌漑を停止するものとする。しかし、綿は8月15日以降には灌漑しない(英文資料編 E、表 E-2-6 及び図 E-2-9~10 参照)。

作物名	灌漑日数	純用水量 (mm)	作物名	灌漑日数	純用水量 (mm)
小麦	149	545.8	夏メイズ	89	598.0
ベルシーム	173	623.7	ひまわり	102	665.5
豆	123	344.3	夏ソルガム	90	571.2
綿	144	963.6	冬野菜	135	340.3

(注)：用水量は、浸透ロスを含まない。

4) 現況水収支

栽培作物の消費水量と栽培面積に基づいて、現況の水収支を行ったのちに、総合灌漑効率を算定した。

a) 開墾地用の用水

前述のように、バハルヨセフ用水路の受益地は、栽培作物がほぼ固定し、栽培作物面積統計のある既耕地と、約 43,000 フェダンの開墾地の2つに分類できる、開墾地は現在、開墾工事が進行中であり、作付体系も固定化されていないため、この地域への灌漑用水はテルファ、カマディール、サコーラ及びマゾーラの4用水機場によって揚水された量を用水量とする。開拓事務所によれば、灌漑局は用水量の増加を認めていないので、スプリンクラーやドリップ法の導入や支線水路のコンクリート舗装化によって灌漑ロスを減ずる方策を講じて

いる。揚水記録による過去5か年間の年間平均総用水量は297.5百万 $m^3$ で、月平均用水量は24.8百万 $m^3$ であり、1月を除くと月間用水量には大きな変動はない(英文資料編E、表E-2-7及び図E-2-11参照)。

b) 地下水の作物用水量に対する寄与

過去の試験研究成果によれば地下水面が地表より2m以内の場合、灌漑効率の高い地域においても、地下水の寄与率は5~10%であった。また、EWUP報告書TR-61では、所によって違いますが蒸発散量に対して19~53%の地下水寄与率を報告している。調査地域では多くの地下水位が1m程度と観測されているため、作物蒸発散量の10%の地下水の寄与率を適用する。

c) 農民の排水利用量

前述のように農民の排水の利用率は純用水量の8%とする。

d) 他用途の用水量

受益地にはナイル川用水以外の水源がないので、住民や家畜の飲雑用水はこの水源に頼らざるを得ない。この用水は、1990年現在の地域人口4.37百万人と1.17百万頭の家畜から求める。1人当たりの所用量を100 lit/day、家畜は1頭当たり3~65 lit/dayをそれぞれ用いた。年間の総用水量は170.4百万 $m^3$ であり、これに工業用水を50%見込んで、最終的に、この他用途の用水量は255.6百万 $m^3$ である(英文資料編E、表E-2-8参照)。

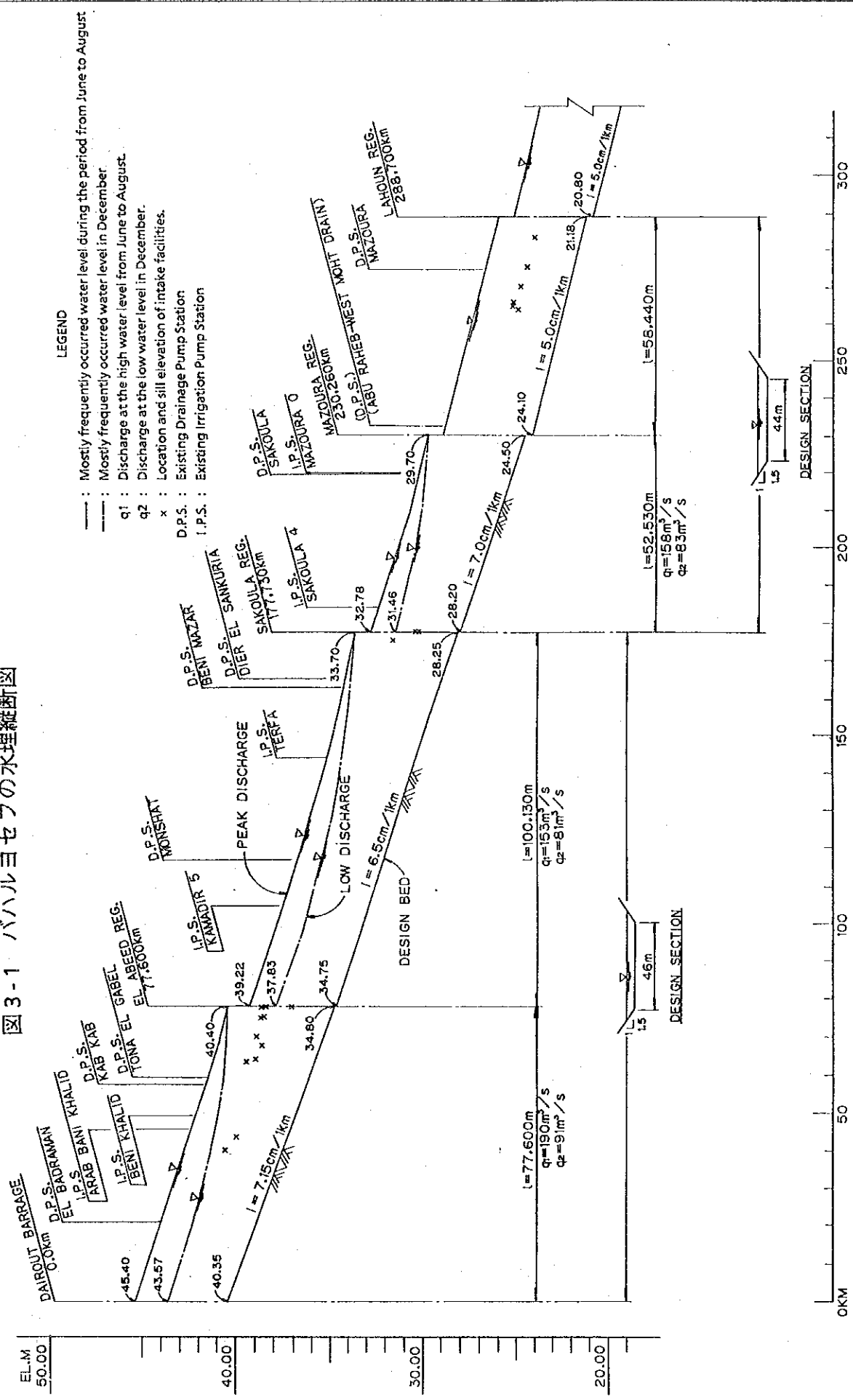
e) 総合灌漑効率

上記の各項目を考慮して現況の水収支を行った結果、現況の年間総用水量は3,053.4 MCMであり、上記の水源水量が総合灌漑効率は60.5%となり、月別では7月の76.9%が最高で、最低は10月の28.3%であった。しかし、この解析は期間が短いため今後、更に資料を収集する必要がある。なお、IDの単位用水量を用いた年間総用水量は3,178.5 MCMで、上記の用水量の104%となる(英文資料編E、表E-2-9及び-10参照)。

5) バハルヨセフ用水路の水理的検討

1986年から1990年の5か年間の流量・水位観測資料に基づいて、6月から9月の最大流量時及び12月の最小流量時の2つのケースの水理的検討を行った。しかし、マゾーラ制水堰から下流については観測資料がないため水理検討はできなかった。水理的検討には、灌漑局のバハルヨセフ用水路の縦断図と横断図を用い、マニング粗度係数 $n$ は0.03を用いた。制水堰通過流量はポンプの用水量を考慮して以下の通りとした。

図 3-1 バハルヨセフの水利縦断面図



用水路の区間	6~8月	12月
	(m <sup>3</sup> /sec)	(m <sup>3</sup> /sec)
Dairout and Manshat El Dahab Reg.	198	91
Manshat El Dahab and Sakoula Reg.	153	81
Sakoula and Mazoura Reg.	158	83

水理計算の出発水位は以下の実測高水位を用いた。

Manshat el Dahab Regulator	40.40 m
Sakoula Regulator	33.70 m
Mazoura Regularot	29.70 m

この結果、堰によるバック・ウォーターの影響は最大流量時には堰の直上流の少ない範囲でしかないが、低水位時には60~70 kmにまで堰上げ効果があり、堰より上流30~40 km地点では約60 cmの水位上昇がある。最大・最小流量時の制水堰の直下流の水位は観測水位値とほぼ同じであり、この2つの時期の水位差は1.3~1.8 mである。

### 3.3.2 排水状況

計画地区は前節でも述べたごとく殆ど降雨がないため、降雨による排水問題はないが、灌漑による地下水上昇(排水不良)は、塩分の地表集積を招き、作物収量の減少や耕作不可能地を増加させている。このため、MPWWRやMALRは地下水低下を目的とした暗渠排水や末端排水路の整備などの事業を実施中である。

MPWWRは地下水をコントロールするための大規模排水機場の維持管理を行っている。この操作規定の一つには、暗渠排水の集水渠の管底より50 cm下に排水路水位を保持するようにされている。土壌調査と地下水位調査の結果から暗渠排水の必要性が判定され、暗渠排水事業が実施されている。計画地区内の全暗渠排水事業実施面積は約127,000 フェダンであり、更に約55,000 フェダンに暗渠排水事業が計画されている(英文資料編E、表E-2-11参照)。

排水はこの国の農業にとっては貴重な水資源である。上述の大規模排水機場はその排水をバハルヨセフ用水路に排水し、再利用している。この排水機場(ファユーム州の2排水機場を含む)の年間排水量は703 MCMで、ダイルート堰でのバハルヨセフ用水路の年間総取水量約4,030 MCMの約17%に相当する。

計画地区内の各種の水の塩類濃度を計測した結果、排水の塩類濃度はEC値で2,300から3,310 micro s/cmである。一方、灌漑用水路の水の同値は400から470 micro s/cmである。水不足期間には農民は近傍の排水路から小型ポンプで排水を自分の耕地に汲み上げて灌漑用水として再利用している。しかし、この再利用は、清水と混合しないために長期間利用すると、耕地に塩分集積の被害をもたらしているところもある(英文資料編E、表E-2-12参照)。

### 3.3.3 灌漑施設

#### 1) バハルヨセフ用水路

##### a) 水路の一般的概況

バハルヨセフ用水路はダイルート堰でイブラヒミア基幹用水路から分岐し、約 312.7 km 流下し、末端はファユーム市に達している。この水路は約 77 万フェダンの耕地を灌漑している蛇行した土水路で、水路側面の浸食、堆砂などにより水路横断面もいろいろに変化している。また、水路には堰及び制水堰、取水施設、ポンプ場などの構造物があり各々の制水堰で水位を制御している。

ダイルート堰からラフーン制水堰に至る主要幹線 288.7 km 区間の水路中は概ね 60 m 前後、平均水路勾配 1/15,000、最大通水時の平均流速 0.80 m/s 弱の緩流の蛇行水路である(英文資料編 F、図 F-1-1 (1)~(4)を参照)。

バハルヨセフ用水路の縦横断面図はミニア、ベニ・スエフ、ファユームの関係灌漑地方局によって調査・作成された図面を一部測量調査して補完した。特に 5ヵ所の堰及び制水堰の上・下流部については、細部の補足の測量調査によって現況を把握した。ほとんど横断面は少なくとも当初の設計断面積を保っている。所々に水路中の広いところ、また蛇行部に河床の洗掘がみられるが通水断面積の拡がりの度合いは小さく、短区間であることから通水上の水理的な影響は少ない。水路床及び法面は堰や制水堰の直下流で総じて乱流によって洗掘、浸食されている。

##### b) 水路の堆砂

バハルヨセフ用水路は蛇行した土水路であり、水路法面の浸食と堆砂は避けられない。水路の維持管理は MPWWR が実施している。恒常的に行われる水路の維持管理業務は堆砂の浚渫や葦やホテイアオイなどの水草の引上げ、清掃などである。堆砂の実態は維持管理の記録の分析で推定した。水路断面の整形は 1986~1991 年にわたって行われた。浚渫作業は東・西ミニアやベニ・スエフの各灌漑地方局によって行われている。これによると水路の上流域と下流域区間の浚渫量は 40~60 m<sup>3</sup>/m の範囲であったが、水路の中流域区間で平均 100 m<sup>3</sup>/m に達している(英文資料編 F、表 F-1-1 参照)。

##### c) 水路の水位

1986 年から 1990 年までの 5 年間の水位流量観測記録を解析した結果は、次の通りである。

- 堰及び制水堰における6～8月のピーク月における最頻水位の範囲と最高水位は以下の通り記録されている。

堰/制水堰	6～8月期間の最頻水位 (m)		最高水位 (m)	
	上流	下流	上流	下流
ダイルート堰	46.20～45.90	45.60～45.30	46.20	45.55
マンシャット・エル・ダハブ制水堰	39.80～39.50	39.80～39.50	40.50	39.86
サコーラ制水堰	33.10～32.80	32.80～32.50	33.95	32.90
マゾーラ制水堰	29.40～29.10	29.10～28.80	29.88	29.15
ラフーン制水堰	26.40～26.10	24.90～24.60	26.70	25.20

- 各々の制水堰間毎、減水期の12月の通年平均流量を基に現況水路条件の下での水面追跡を行った結果、アラブ・ベニ・カリッド支線用水路とベニ・カリッド支線用水路の取水工では低水位状態で自然取り入れに支障をきたす。この2ヵ所は現に各々取水の補給ポンプ施設を有している(図3-1参照)。

#### d) 水路の水理的観測

バハルヨセフ用水路のダイルート堰における日流量記録を以下の通り分析した。

- ダイルート堰から水路へ取り入れられる6～8月の3ヵ月間の月平均取水実績は1986～1990年の5ヵ年間では497.7百万 $m^3$ (187.8 $m^3/sec$ )であった。  
この期間におけるダイルート堰～マンシャット・エル・ダハブ制水堰間の3排水機場から排水された水量は25.8百万 $m^3$ (9.7 $m^3/sec$ )であった。このバハルヨセフ用水路の流量は523.5百万 $m^3/日$ (197.5 $m^3/sec$ )で計画最大流量248.8 $m^3/sec$ の約80%に相当する。
- この水路の流量はミニア灌漑地方局の資料によればn値を0.025としてマンニングの流速式により計算している。この蛇行した勾配の緩い土水路で、しかも雑草の茂った水路におけるマンニング式のn値0.025は小さすぎる。水路の2.45km地点での流量実測195.5 $m^3/sec$ はマンニング式のn=0.029の計算流量と一致している。この水路設計のマンニング式のn値は0.030の適用が妥当と考え、n値を0.030で算定した流量は、n値を0.025で算定した流量の約80%に相当する。

#### 2) 堰及び制水堰

MPWWR灌漑局の資料室で保管されている多くの古い施設構造図のマイクロフィルムを検索したが、本調査に利用できる堰の構造図は見当たらなかった。

ダイルート堰、マンシャット・エル・ダハブ制水堰、サコーラ制水堰、マゾーラ制水堰及びラフーン制水堰の5カ所の構造物について堰の構造及び補修歴の調査、堰体の実態調査、ゲートの実態及びその操作状況、堰直上・下流の水路底の状況調査を実施した(表3-1参照)。

#### a) 概況

堰の建造年代は構造物に埋め込まれた石の銘盤から、古いもので120年、新しいものでも90年の年代を経ている事が解読できた(中には記録がない堰もある)。水面上部の外見では表面に現れているレンガの欠損、特にアーチ部位の欠損とクラック、水流に接するピアーの水切部の摩耗、水門ピアー、水際部の洗掘穴が所々にみられ、全体的に老朽の度が高い。

マンシャット・エル・ダハブ制水堰、サコーラ制水堰及びマゾーラ制水堰3堰体の表面強度の測定をコンクリート用シュミットハンマーを用いて水面上部ゲート前壁のレンガ表層部について実施した。アーチ基部は、クラック及び表面の剥離等老朽化が目立っている部位で $120\sim 200\text{ kg/cm}^2$ とバラツキもあるが、強度も著しく落ち、老朽化している(英文資料編F、表F-1-2参照)。

構造物ボーリング調査のコアーの採取と供試体の試験結果により、堰体の構築材料及びその品質を確認した。1988年にMPWWRが実施したダイルート<sup>上流</sup>堰、新ラフーン<sup>下流</sup>制水堰の2堰体のボーリング(前者71孔、後者200孔)とグラウト(65孔、176孔)及び透水試験の資料を検討し、堰体解明の参考資料とした。この調査結果の中、コアーの採取率が50%前後と極端に低いのは構築材料の質の問題ばかりでなく低効率のボーリングマシン及び調査法によるものと推定した(英文資料編F、表F-1-3~8参照)。

1992年1~2月の通水停止期にMPWWRの既調査済の前述2堰を除く、マンシャット・エル・ダハブ制水堰、サコーラ制水堰、マゾーラ制水堰の3堰のボーリング調査によるコアーの採取(各々6孔、延42m)、供試体圧縮強度試験(各々36サンプル)、基礎地盤のボーリング及び標準貫入試験を行い、堰体の本質と基礎地盤の状況を把握した。堰体の構築材料はレンガの組積み、セメントモルタルの充填で床版の下層には敷石がされていた。コアーの採取率は総じて高く95%以上で、比重は一様に含水状態にあり、 $1.92\text{ g/cm}^3$ と高い。供試体の圧縮強度の大勢値は $40\sim 50\text{ kg/cm}^2$ と低く、堰体の脆弱化の実態が分かった。基礎地盤調査の結果は、砂質層でN値50を上回る硬い支持層で、構造物基礎として充分安全である(英文資料編F、表F-1-9~12参照)。

堰体の上部構造の交通機関としての利用は交通の要所であるダイルート堰とラフーン制水堰は頻繁であるが、パハルヨセフ水路の中流域に属し、幹線道路より離れた位置にあるマ

ンシャット・エル・ダハブ制水堰、サコーラ制水堰、マゾーラ制水堰の3堰の通行状況を把握するため極めて短期間であるが通行人、車輛の交通量調査を行った。農村部でありながら、トラクターやピックアップの交通量は時間当たり30~70台と多く、農産物の輸送以外の石材その他建設材料の輸送など多目的に利用されていることが伺える(英文資料編F、表F-1-13参照)。

ゲートの形式はラフーン制水堰のFahmy Henen形式を除き、総てゲーター形式の複葉スライドゲートで、1チェーン(1点吊り)のチェーンブロック巻上式である。ゲート操作は一般に、常時下段のゲートを水面下に閉鎖状態で残し、上段ゲートは開放状態として、操作門数の調整で上流水位を調節している。この操作方式は、アシュート堰の場合の下段ゲート操作によるアンダーフロー放流とは異なる。この下段ゲートの多くは、巻上チェーン、ゲートフックの故障による閉鎖である。これが原因となってゲート前面の堆砂、扉溝詰まり等により操作不能となっている。

各堰共にエプロン(また護床工)下流端からの水路床洗掘の復旧対策として、多量の捨石(500~1,000 m<sup>3</sup>/年という)を行ってきた。その捨石は、水路床の泥中に沈み込むもの、下流に流失するもの等の補給であって抜本的な護床対策になっていない。これら洗掘・侵食の実態は堰上・下流各1 km区間にわたる水路の縦横断面の補足測量によって把握した。

1992年1~2月の通水停止期間でも、流下水量の完全な断水はできず、堰地点にかなりの水深(上流堰で1.5~2.0 m、最下流ラフーン制水堰で4.5~5.0 m)があったため、ボートに乗って一連の施設を目視調査した。個々の施設毎に調査結果をクラスA(補修整備の必要なし)、クラスB(部分的な補修を要する)、クラスC(改修整備を要する。現在、操作できない)、クラスD(新たな建設を要す。現在破壊している)、の4クラスに分類整理した(英文資料編F、表F-1-14参照)。

#### b) ダイルート堰

堰体は、銘盤による建造年から起算して約120年を経ている。交通の要所で交通量が多く、併設橋梁共に全般的に堰体の劣化度が高い。MPWWRは1988年に堰体のグラウト補強を行った。資料によると構築材料はレンガの組積みでグラウト孔65孔、平均セメント注入量20 kg/m前後(総注入セメント量10 tonを越す)実績がある。堰下流の既存エプロン末端部より流心部は広範囲にわたって最深部で6 mの深い洗掘を受けている。そして乱流によって兩岸が侵食され水路巾が極度に拡がっている等、堰直下流の水路は著しく荒れている。

ゲートは全扉高が高いため3段式ゲートである。1枚の扉体の大きさが径間3.0×高さ3.25 m、スキンプレートも厚く、ナット締め構造のため自重が大きい上に、スルースゲートのため戸当たりの摩擦抵抗も大きい。従って、巻上荷重が大きいので操作が難行している。



その上ゲート径間が3.0 mと長いのに中央1本吊りのチェーン巻上式であるので、巻上時の扉体のバランス崩れが操作の支障となっている。この水門は取入れ水門であるので他の制水堰と違い、置き去りにされるようなゲートはなく、全門が可動状態に管理されている。

このようにゲート操作が容易でないこと(チェーンの切断も含め)から、常時下段ゲートを下し、上段ゲートの開扉操作のみによるもぐり刃形堰の水流状態で水位調整を行っているのが現状で、変則的で不安定な管理である。

#### c) マンシャット・エル・ダハブ制水堰

堰体は銘盤によると建造年から起算して、約90年を経ている。壁面記録によると、1917年、1951年、1952年にゲート前の立上がり壁のクラック修理の痕跡があるが、堰体に直接影響はない。目視調査の限り、表面レンガ、特にアーチ基部に部分的欠損と左岸No.1~No.10ピアの水際部洗掘穴、ピアの水切部の摩耗がみられる。併設橋梁ともに全般的に劣化度は高い。上流側の水路床は堰に近くなるほど堆砂厚が高くなり、直上流では1.0 mある。常時の下段ゲートの閉扉が原因と思われる。下流側約80 m地点を中心に水路床流心部に最深5 mに及ぶ洗掘穴ができています。また、水路両岸の侵食も進み堰直下流の水路は荒廃している。

ゲートは1枚の扉体の大きさが径間3.0 m×高さ2.8 m、スキンプレートも厚く、ナット締め構造のため、自重が大き(6.0 tonと聞く)、更にスルースゲートのため戸当たりの摩擦抵抗も大きい。従って、巻上荷重が大きいので操作が難行している。これによって、チェーンの切断事故が多く、切断のまま流下水下に置き去りにされた下段ゲートがある。このように常時は下段ゲートを残し、上段ゲートの開扉操作のみによるもぐり刃形堰の水流状態で水位の調節がなされているのが現状で、変則的で不安定な管理である。

#### d) サコーラ制水堰

建造年は不明であるが、構造、形式、老朽度合からマンシャット・エル・ダハブやマゾーラ制水堰と同年代と推定され、約90年を経ている。目視調査の限り、特に上部構造アーチ底部の表面レンガの老化、欠損と右岸No.16~No.20ピア水際部の洗掘穴ピアの水切部の摩耗が見られる。併設橋梁ともに全般的に劣化度は高い。堰の直上流で水路床に約1.0 mの堆砂がある。

また、堰下流側約50 mの付近に最深2 mの洗掘があるが、毎年捨石が投入されているので比較的安定状態にある。閘門の付替えは旧閘門(水門の左端)の幅6 mが狭くなり、幅8 mの新しい閘門を右岸に新設した経緯があるが、通船は年に2~3回で水路の浚渫用の重機輸送に使われているのみである。

ゲートの規格はマンシャット・エル・ダハブ制水堰と同じである。巻上荷重の大きいことで操作が難行し、チェーンの切断が多い。上・下流の水位差 60 cm を操作の経験上の目安としている。しかし、チェーンの切断事故が多く、切断のまま流水下に置き去りになっている下段ゲートが多く、総ゲートの 20% に当たるものが損傷している。

#### e) マゾーラ制水堰

建造年は不明であるが、構造、形式、老朽度合からマンシャット・エル・ダハブやサコーラ制水堰と同年代と推定され、約 90 年を経ている。この堰は、上流 2 つの制水堰と違って、総門数 25 門で、5 門多い最長堰長である。堰の上部構造の併設橋梁の利用は、近年、隣接西方域の砂漠で石材の採取が盛んとなり、17~20 トン・トラック等の重車両の通行が頻繁となったために、アーチ部にクラックが入り、崩壊の危険も生じている。特に、No.20 水門のアーチ部にその徴候が現れている。目視調査の限り、こうしたレンガ表面の欠損とクラック、また、流心部の多くのピアーに水勢による洗掘、摩耗が目立っている。併設橋梁共に堰体の劣化度は高い。併設橋梁の巾員が狭いため交通の渋滞を起こしていることから、関係者より抜巾の要望が上がっている。堰直上流で水路床に平均約 0.8 m の堆砂がある。一方堰直下流の水路床の低下減少はみられるが、大きな洗掘等の荒れは少ない。

ゲートの規模はマンシャット・エル・ダハブ制水堰と同じである。従って、巻上荷重が大きく操作が難行している。このためチェーンの切断事故が多く、切断のまま流水下に置き去りになっている下段ゲートが多数ある。なかでも全 25 門中、右岸寄りの 10 門 (No.16~25) のゲートはゲート前面の約 1.5 m の堆砂で動かなくなったままになっている。可動ゲートは総ゲートの 46% に過ぎない。

ゲート操作が容易でないこと (チェーンの切断も含め) から、常時下段ゲートを残し、上段ゲートの開扉操作のみによるもぐり刃形堰の水流状態で水位調整が行われているのが現状で、変則的で不安定な管理状況にある。全 25 門中、10 門の閉塞状水門 (経年的) を除いた左岸寄りの 15 門で、十分調整目的を果たしている現状から長い堰長に関する設計当時の意図が不明である。水路への洪水の流入を考慮したものと推定する。

#### f) 新ラフーン制水堰

堰体の建造年は不明であるが、構造物部材と劣化度とから推して、他の制水堰より以前 1800 年後半建造のものと推定され、約 120 年以上を経ている。表装は、割石材のアーチ構造、石質は砂質岩で露出部の風化が甚だしく、目地材の脱落も甚だしい、上流のレンガ造りのピアーの破損もひどい。

表 3-1 堰 の 現 況 概 要

区分	堰名		ダイレクト堰	マンシヤット・ エル・ダハブ制水堰	サコーラ制水堰	マゾーラ制水堰	新ラフーン制水堰
	位置	KM					
規模	総堰長	0.0	77.600	177.730	230.260	288.700	
	水門	26.4 m 径間 3.0 m × 5 門	88.0 m 径間 3.0 m × 20 門	88.0 m 径間 3.0 m × 20 門	110.0 m 径間 3.0 m × 25 門	15.8 m 径間 3.0 m × 2 門、 径間 3.2 m × 1 門	
堤体	建造年	1869 ~ 1872 年	1899 ~ 1900 年	1900 年前後と推定	1900 年前後と推定	1800 年後半と推定	
	補修歴	1900 ~ 1907 年, 1962 年, 1988 年 (堰体のグラウト補強)	1917 年, 1951, 2 年 (ピアに各々 1 本ボリングの取跡)	1951, 2 年と推定 (ピアに各々 1 本ボリングの痕跡)	1951, 2 年と推定 (ピアに各々 1 本ボリングの痕跡)	1988 年 (堰体のグラウト補強)	
	堰体構造	レンガ造り一部張石表装	レンガ造り	レンガ造り	レンガ造り	レンガ造り	レンガ造り、張石表装
水門	エプロン構造	張石、水門敷上げ底	張石、水門敷上げ底	張石、水門敷上げ底	張石、水門敷上げ底	張石、水門敷上げ底	
	併設橋梁	レンガアーチ構造、張石表装 幅員 10.0 m	レンガアーチ構造、 幅員 4.0 m	レンガアーチ構造、 幅員 4.0 m	レンガアーチ構造、 幅員 4.0 m	レンガアーチ構造、張石表装 幅員 6.0 m	
開門	ゲート型式	3 段式鋼製スルースゲート	2 段式鋼製スルースゲート	2 段式鋼製スルースゲート	2 段式鋼製スルースゲート	Worm gear gate (Fahmy Henen Type)	
	巻上方式	移動式チェーンブロック 1 点吊り	移動式チェーンブロック 1 点吊り	移動式チェーンブロック 1 点吊り	移動式チェーンブロック 1 点吊り	Wheel-Rock 昇降	
特記		水門の左端に併設されている (堰建造年) 幅員 8.5 m	左岸の離れた位置に付替えられ た (1976 年) 幅員 8.0 m	右岸の離れた位置に付替えられ た (1960 年代と推定) 幅員 8.0 m	右岸の離れた位置に付替えられ た (1965 年) 幅員 8.0 m	左岸の離れた位置に施設 (1960 年代と推定) 幅員 8.0 m	
						下流 8.5 m 地点に旧ラフーン堰 (水 門巾 2.75 m × 3 門ゲートなし) が存 在する。	
概要図		図 F-1-2	図 F-1-3	図 F-1-4	図 F-1-5	図 F-1-6	

堰体は1988年にMPWWRによってグラウト補強が行われた。資料によると、構築材料はレンガの組積み、グラウト孔176孔、平均セメント注入量30kg/m前後で総注入セメント量約40tonの実績である。交通の要所で車の通行が頻繁、併設橋梁共に極めて劣化が進んでいる。堰直下流側水路床は旧制水堰の敷標高が比較的高いため水理的減勢効果によって安定している。

ゲートは、制水堰中、唯一のFahmy Henen Gateである。小規模ゲートで多くみられるタイプであるが扉体が大きく開扉時の状態がピアー上に突出して傾き、そのために基部歯車の噛み合い部位が損傷することが多く、扉高が5.2mと高い大型ゲートであるので操作管理に問題を生じている。扉体も著しく劣化損傷している。

#### g) 旧ラフーン制水堰

堰は1800年代のものと思われる。表装は割石材のアーチ構造、石質は砂質岩で露出部の風化が甚だしく、上部構造物の併設橋梁(幅員18m)は現在使用されておらず堰体は荒廃している。制水堰直下流70m付近の水路床に最深部15mに及ぶ大規模な洗掘穴があり、堰体への影響が懸念される。

### 3) 支線用水路の取水工

支線用水路の取水工には鋼製の制水ゲートを備えている。ゲートは取水施設の規模によって3形式に分けられている。小規模の径間1.5m以下の場合にはスピンドル巻上げのスルース・ゲート、中・大規模の径間2.0~3.0mの場合にはギア巻上げFahmy Henen Gate、大規模の径間3mで、扉高も高い場合は2段ゲートのチェーン巻上形式が使われている。中・大規模の取水ゲートに用いられているFahmy Henen Gateはエジプト国内で広く、古くから用いられている形式である。この巻上装置は回転軸を通しての両端のギア巻上形式で、扉体が大きくなると上体が傾いて、ギアの噛み合わせがずれたり、戸溝ガイドの不整合等によってギア欠損等故障率が高い難点がある。新設時は1人で操作が可能でも、現状は2~3人掛かりの操作も難しい。

また、大規模支線用水路のギザ及びハッサン・ワセフの取水工に用いられている2段ゲートのチェーン巻上形式は、バハルヨセフ用水路の制水堰ゲートの操作性の悪さと同じように、チェーンの切断、戸溝詰まり、1点吊りのバランスの悪さ等の操作性に難点があるため、閉扉状態になって放置されているゲートがある。大・中規模支線用水路取水工はレンガ造りで堰体の劣化度は高い。

バハルヨセフ用水路の支線用水路の取水工は、東・西ミア、ベニ・スエフ、ファユーム各灌漑地方局から収集した資料をもとに現地調査によって補完した(英文資料編F、表F-

1-15(1)~(3)参照)。なお、中・大規模支線用水路 16カ所の取水工について施設の実態調査を行った。目視評価の分類基準は、堰、制水堰の場合と同じとした(英文資料編 F、表 F-1-16(1)~(4)参照)。主要な取水工についても、構造調査を行った(英文資料編 F、図 F-1-9 参照)。

#### 4) 支線用水路

バハルヨセフ用水路の数多い支線用水路のうち、ハリカ支線用水路を代表的支線用水路として選び、配水系統の改良を計画することにした。ハリカ支線用水路は土水路で、バハルヨセフ用水路の 177.73 km 地点にあるサコーラ制水堰の直上流 177.23 km 地点から分岐している。全長は 32.80 km、地区面積は約 18,800 フェダンである。水路は土水路で一部湾曲部には石積みの護岸もある。用水路線は道路に沿って直線部が多い。水路勾配は平均 1/16,700 の緩やかな流れで、水路中は上流部で約 13.0 m、下流部で約 5.0 m、側法勾配 1:1、水深約 2.0~1.5 m である(英文資料編 F、図 F-1-8(1)~(3)参照)。

水路には取水工のほかに上流部に 1カ所、中流部に 1カ所、下流部に 3カ所の合わせて 5カ所の制水堰があり、準支線用水路の取水水位を調節している。ゲートは No.1, No.2, No.5 制水堰は Fahmy Henen Gate であるが、他の 2 堰は角落としてである。No.2 制水堰は 1989 年に No.5 制水堰は 1990 年に改造された。No.2 制水堰はミニア地域とベニ・スエフ地域の維持管理の境界に位置し、最高 WL 31.40 m、最低 WL 31.10 m の水位調整を行っている。水路には 2カ所のバハルヨセフ用水路への放水施設がある。中流部のものは No.2 制水堰上流地点で  $\phi 1,000$  mm の暗渠を持つ開水路の放水施設で、下流部のものは No.5 制水堰地点で水門巾 1.5 m である。この放水路は非灌漑期サコーラ制水堰地点でのバハルヨセフ用水路の緊急余水吐となっている。また、水路の最末流には排水路に通じる円筒状越流放流工がある(英文資料編 F、図 F-1-9 参照)。

整備計画のためミニア灌漑地方局に委託して水路の縦・横断面測量を行い、現況を確認した。これに加えて、流速計による流量観測を行い、併せて水位計を設置して水位観測記録を続け、灌漑最盛期の水理縦断の実態を把握した(英文資料編 F、図 F-1-10 参照)。

### 3.3.4 排水施設

#### 1) 排水機場

主要排水施設は排水機場とそれに接続する排水路である。バハルヨセフ用水路沿いに余剰排水を同水路に排除している 9カ所の排水機場があり、水路両岸に広がる約 404 千フェダンの受益面積を持つ。このうち最も古いエル・バドラマン排水機場は 1937 年に建設され、他の 8 機場は 1978 年から 1986 年にかけて建設された。

エル・バドラマン及びトナ・エル・ガビール排水機場を除く他の7機場は、斜軸渦巻ポンプが据え付けられている。最小ポンプ口径はトナ・エル・ガビール排水機場の500 mm、最大ポンプ口径はベニ・マザール排水機場の1,500 mmで、平均ポンプ口径は約1,000 mmである。ポンプの平均排水量は2~3 m<sup>3</sup>/secであるが、最大排水量はカブカブ排水機場の4.36 m<sup>3</sup>/secである。平均ポンプ台数は、予備のポンプ1台を含み4台で、平均実揚程は約4 m以下である。1974年以前はディーゼルエンジン駆動であったが、現在は電動機駆動になっている。ポンプ1台当たりの平均所要馬力は50から200 KWである。

ポンプ機器に関しては、補修部品を現地作製し、補修しているため長期間大きな問題はないが、電気機器に関しては補修部品の入手が困難であり、部品調達のためにときどき運転休止に追い込まれている。この期間は予備のポンプで機能を保っている。定期点検整備は冬期1月の通水停止期間の約3週間である。しかし、この期間にあっても、アボ・ラフェイブ排水機場以外の全ての排水機場は排水機場にバイパス水路がないため、ポンプを停止することができず、一部の機器を運転しながら定期点検整備を行っている。

ファユーム地域は地形が急勾配で、重力灌漑が可能なために、機械排水はそれほど重要でない。タミアとターゲンの2排水機場が排水の再利用ポンプとして運転されているのみである。現在タミア排水機場はオランダ政府の援助のもとに機場を改良中であり、近く供用が開始される予定である。

## 2) 排水路

ほとんどの排水路は側法勾配1:1の土水路で施工されており、底幅は排水面積によって変化させている。地下水排除のため、水路内水位を低く保つ必要から、水路の深さは約4~5 mに達する所もある。排水量記録と排水面積から単位排水量を算定すると、大規模排水機場では、日当たり1.0から1.5 mm (0.12~0.17 lit/sec/ha)、小規模排水機場では日当たり0.3~2.0 mm (0.03~0.23 lit/sec/ha)であった。この単位排水量は季節変動があり、冬期には夏の2割から7割増しになる。この主要な原因は配水操作の貧弱さにあるものと推察される。

### 3.3.5 排水・用水機場

地域には排水機場が9カ所、用水機場が8カ所ある。ポンプはすべて電力作動である。

排水・用水機場の運営と維持管理はMPWWRのMEDの管理のもとに行われている。このMEDのポンプ施設、ポンプ場の修復歴等の資料を基にして全機場の間取り現地調査を行って補完した(英文資料編F、表F-1-17及びF-1-18参照)。

## 1) 排水機場

全9排水機場のうち、エル・バドラマンとトナ・エル・ガビールの2排水機場のポンプ形式は横軸形式であるが他の7排水機場のポンプ形式は全て45°傾軸形式である。ポンプ設置後の経年は、エル・バドラマン機場が55年と長く、極度に揚水効率も落ちて、ポンプ全部の取替えの時期が来ている。その他8排水機場は設置後6~19年であり、充分機能も期待できるが、ただ設置後19年のトナ・エル・ガビール排水機場の横軸形式ポンプの揚水効率が低下していることを聴取した。各排水機場に1台ずつの予備ポンプが含まれている。ポンプ機器の維持管理のための自然排水可能な側水路の施設はアブ・ラヘブの1排水機場を除いて他の8排水機場は不備である。

## 2) 用水機場

全8用水機場のうち、アラブ・ベニ・カリッドとベニ・カリッドの2用水機場のポンプ形式は、横軸形式で野外に設置されている。稼働期間もバハルヨセフ水路の減水期の10~5月期に限られている。この2用水機場を除いて他の6用水機場のポンプの形式は総て立軸形式である。1月の断水時の10日間を除いて通年稼働している。全8用水機場のうち、新テルファ[1]と新マゾーラ[0]の2用水機場は1984年に設置されて新しいが、他の6用水機場は設置後19~25年経ており、ポンプも古く、揚水効率も減退している。テルファ[1]機場に2台、その他の各用水機場に1台ずつの予備ポンプが含まれている。

カマ・ディール用水機場でバハルヨセフ水路の減水時、吸水位の低下対応処置として、近くを流れる用水路から揚水していることが分かったので、この恒久的対策を考える必要がある。

### 3.3.6 パイロット灌漑地区

#### 1) パイロット地区

パイロット灌漑地区調査の目的は、現況末端灌漑システムにおける問題点及び制約条件を明らかにし、実施可能な末端改善計画策定に資する事である。また、調査・分析は、第一には末端水管理において最も重要な要素である灌漑効率改善の側面から、第二には準支線用水路も含めた末端灌漑施設改善の立場から行う。以上の観点より、パイロット灌漑地区において各種の観測・測定・試験及び圃場・水路の調査・測量を行った。

現地調査の結果、調査のパイロット灌漑地区として3地区を選定した。それらはミニア州エドワ管区に位置し、ハリカ水路沿いのコム・エル・アサル、ナズレー・ラマダン及びエル

・バゴール各準支線用水路の灌漑地区で全体地区面積は約 3,100 フェダンである (英文資料編 G、図 G-1-1～図 G-1-3 参照)。

これらパイロット 3 地区の主要諸元は下表の通りである (英文資料編 G、表 G-1-1～表 G-1-4 参照)。

項 目	単位	コム・エル・アサル 地 区	ナズレー・ラマタン 地 区	エル・バゴール 地 区	合 計
地区面積	Fed	550	780	1,800	3,130
実灌漑面積	Fed	421	645	1,388	2,454
1) 準支線用水路掛り	Fed	(315)	(456)	(1,007)	(1,778)
2) ハリカ直接掛り	Fed	(106)	(189)	(381)	(676)
準支線用水路延長	m	2,300	2,400	6,400	11,100
小用水路延長	n	-	-	2,560	2,560
メスカ数	個	10	8	25	43
メスカ延長	m	4,980	3,700	12,950	21,630
末端取水ポンプ数	個	27	54	84	165

コム・エル・アサル地区はハリカ支線用水路の上流に、一方、ナズレー・ラマタン及びエル・バゴール地区は中流に位置している。地形は平坦で圃場標高は各々 32.8m～33.7m、31.0m～32.1m、31.1m～32.5mである。土壌はナイル川の堆積物を主体としたシルト質粘土で、暗渠排水がほとんどの地域に敷設されている。現在栽培されている主要な夏作物は綿及びメイズであり、冬作物は小麦、豆及びバルシームである。末端圃場における用水系統は非常に複雑で、これは特に各準支線用水路の下流側で用水不足時において排水路あるいは他の用水路からの取水を余儀なくされ、従って非常時に備えて幾つかのメスカ、マルワが互いに繋がり、結果として用水系統を複雑にしているわけである (英文資料編 G、図 G-1-4～G-1-6 参照)。

## 2) 末端灌漑

### a) 末端灌漑システム

末端灌漑システムにおける水路には準支線用水路、メスカ及びマルワがある。準支線用水路は灌漑局が管理する最末端の用水路で、メスカ及びマルワは農民自身が管理する圃場内水路である。メスカは通常6～7人、少なくとも2人以上の農民によって管理され、マルワは1～2人の農民が所有する。支配面積で見ると、ハリカ地区では準支線用水路が500～2,400フェダン、メスカが10～120フェダン、マルワが10フェダン程度以下である。

ハリカ水路においては3交替輪番灌漑(5日通水、10日断水)が適用され、灌漑用水は原則として5日間しか配水されない。通常、灌漑用水は準支線用水路に面したメスカの取水点に



において1~2台、時には6~7台の小ポンプで取水し、自然流下によりメスカからマルワを経て各圃場に送られる。しかしながら、農民にとってより便利で安心できるため、ハリカ水路あるいは準支線用水路からマルワへの直接取水も広く行われている。

また、灌漑ローテーション方式の基礎となる間断日数推定に供するため、定容積採土器により地区内圃場数カ所の土壌を採取し、炉乾法により土壌水分の測定を行った。分析結果では、一応の目安ではあるが、夏期における生長有効水分は14%程度であり、間断日数は15日と計算される。一方、灌漑局で計算している間断日数は16日であり、いずれにしても現況の3交替輪番灌漑による15日間断灌漑は妥当であると言える(英文資料編 G、表 G-1-8参照)。

#### b) 灌漑方法

本地区における圃場での一般的な灌漑方法は、ウネ間灌漑及び水盤灌漑である。作物別にみると、綿及び豆はウネ間灌漑で、メイズ、小麦及びベルシームは水盤灌漑である。灌漑時間は通常夏期で午前6時から午後10時までの16時間、冬期で午前7時から午後7時までの12時間であるが、水需要が多い6~8月には夜間灌漑も一部で行っている。インテークレートは地区内圃場で測定し、そのベーシック・インテークレートは非常に小さく0.56~1.31mm/hの範囲を示した。この小さなインテークレートは比較的広範囲の灌漑強度に対応することができる(英文資料編 G、表 G-1-5参照)。

#### c) 分水管理

準支線用水路からメスカへの分水は、5~6インチの小口径ポンプにより農民自身によって行われる。メスカに揚水された用水は自然流下により、末端灌漑システムの最小単位であるマルワによって各圃場に配水される。各マルワ間及び圃場内でのローテーションは各農民の手に委ねられており、特に用水の節約といった観点からの末端分水(ポンプ取水)管理は適正を期し難いと思われる。農民が準支線用水路からのポンプ取水運転を行うに当たっての主要な規制要因は、現在のローテーション(ハリカ支線用水路から下流での5日通水、10日断水)と過去の経験(特に水不足の)に基づき、用水のある時に十分な水を作物に与えること、及び自己負担するポンプ運転経費であろう。

#### d) 排水再利用

パイロット地区に見られるように、末端灌漑レベルでの排水再利用は用水路の水不足時に広く、しかも止むを得ず行われている。そこで、後述する圃場内水収支分析に基づき、排水路からの灌漑水としての再利用の程度を見積もった。ナズレー・ラマダン地区における8月3日~17日の期間での分析結果では、実灌漑面積456フェダンに対する全灌漑水量の約10

%が排水路から取水されている。しかし、冬作期には排水再利用は見られない(英文資料編 G、表 G-1-6 参照)。

### 3) 末端灌漑施設

#### a) 準支線用水路

パイロット地区内の3つの準支線用水路のうち、コム・エル・アサル及びナズレー・ラマダン水路の延長は各々 2.3 km、2.4 kmであるが、エル・バゴール水路は 6.4 kmもあり準支線用水路としてはやや長いと思われる。これら準支線用水路は縦横断測量を行い、また、水位観測は各水路の3~4カ所において継続的に行った。

準支線用水路の構造は低レベルの土水路で、水路底は一般に圃場レベルより 1.0~2.0 m 低い。また、水路内には水草や雑草が生え、流水を妨げているカ所が多く見られる。水路勾配は積年の維持管理により一様ではないが、平均勾配はコム・エル・アサルが 1/10,000 と緩く、ナズレー・ラマダンは 1/3,000、エル・バゴールは 1/7,000 程度である。ハリカ水路からの準支線用水路取水工、水路中間に見られる(エル・バゴール)水位調節工、末端放水工は全て鋼製スルースゲートであるが、現況システムにおいて必要性が少ないため、長期間操作されていない。また、水路末端まで用水が届いている時には、末端放水工/余水吐からの水漏れが見られる。その他付帯施設として RC パイプ暗渠、鋼製パイプ水管橋がある。

水位観測期間中、用水量が多い 6~9 月には準支線用水路の下流側では用水が十分に供給されず常に水不足に悩まされている。最も水不足が起こった例としては、8月上旬、ナズレー・ラマダン地区において8日間の実通水期間中、用水が水路末端まで届いたのは半日しかない状況であった。一方、用水量が少ない 2~3 月には、通水停止期間明けの2月初旬を除き、水路末端での水不足はほとんど見られず、反対に水位が高く、しばしば自然流下によるメスカへの取水が行われている。夏期と冬期との水位を比べると、大きな違いはないが冬期(12~3月)の方がやや高い。一般的な傾向として、準支線用水路の水位は夜間に回復し、早朝にポンプ運転が始まると共に急激に低下する。また、通水ローテーション毎にみると、5~9月の夏期 4カ月の観測期間中の水位変動は非常に激しい。特に、水路下流側で水不足が深刻に起こっていた 6月上旬及び8月上旬の水位は、他の期間と比べ 40~60 cm も低くなっている。以上のような期間別及び日常的な水位変動、更に夏期に不足し冬期には過剰となる用水配分状況は、水位・流量とも十分管理されていない事を意味し、主として下記のような理由によるものと考えられる(英文資料編 G、図 G-1-7~図 G-1-9参照)。

- 現況ローテーションにおける準支線用水路の流下能力不足
- 水路上流側でのポンプによる過剰取水、それが下流側での水不足を引き起こす

- ハリカ取水工あるいは更に上流のダイルート堰、アシュート堰での水位・流量調節が適正に行われていない
- ハリカ水路及び準支線用水路の夜間貯留能力不足
- ハリカ取水工での取水水位が計画取水量と合っていない、あるいは、計画取水量が実際の作物要水量と合っていない

#### b) メスカ、マルワ及び圃場

メスカ/マルワは底上げされた土水路で、平均延長は約 500 m、灌漑面積は10~120フェダ、パイロット地区平均 30フェダとなっている。メスカの水路底高は圃場面より20~40 cm 低く、勾配は概ね1/3,000~1/10,000 程度である。圃場形状は幅 5~10m、長さ300~400 m と細長いものが多く、例えば短辺 5 m×長辺 250 m (0.3フェダ) 程度の小圃場もしばしば見られる。このような細長い農地は営農上不利であるが、これはイスラム法による土地の均分相続によるものであり、また、農地の交換分合もイスラムの慣習上困難である。マルワも従って圃場と同程度に長い。圃場の均平度は、長さ100 m に対して10 cm 程度の高低差が見られる場所も一部にあるが、灌漑方法、圃場内ローテーション区画の規模を考慮するとあまり問題はないと思われる。

#### c) 維持管理

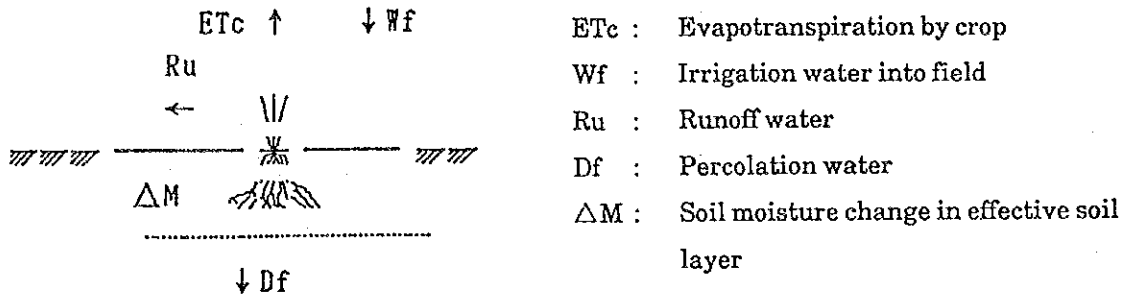
前述したように、準支線用水路は灌漑局の管理下であり、現場の維持管理作業は各管区事業所が行う。主要な業務は、準支線用水路の取水工・水位調節堰・放水工のゲート操作、水路及び付帯施設の補修、水路堤の定期的除草・整形などである。しかし、維持管理は十分に行われているとは言えず、特に水路での水草、アシなどの密生、末端放水工の破損による漏水がしばしば見られる。一方、メスカ/マルワは農民の管理下であり、ポンプ取水運転の他、必要に応じて水路の補修・除草・整形を行っている。

#### 4) 圃場内水収支

##### a) 分析の方法

ある期間における有効土層内の水収支は、 $W_f = E T_c + R_u + D_f \pm \Delta M$  として示すことができる。ここに  $W_f$  は灌漑水、 $E T_c$  は蒸発散量、 $R_u$  は地表面流去、 $D_f$  は深部への浸透、 $\Delta M$  は土層内の土壤水分変化量である。もし多量の灌漑水を圃場に供給すると、その一部は地表面流出により失われ、多くは土壤中に浸透する。土壤中に浸透した水は、有効土層内の土壤水分が圃場容水量に達するまで貯えられ、それ以後は更に深部への浸透損失として失われる。従って、畑地灌漑の原則は、上記水収支において  $R_u$  や  $D_f$  が生じないように水を供給することである。

また、末端圃場レベル用水管理の現状把握において重要な指標として適用効率 (Ea) があり、 $\Delta M = 0$  と仮定した場合、 $Ea = E_{Tc} / W_f \times 100 (\%)$  と表される。ここでは圃場内での水収支を観測・分析し、現況の適用効率を推定すると共に、末端用水管理における問題点及び制約条件を明らかにしようとするものである。



圃場内水収支分析のための各種の観測・調査はコム・エル・アサル地区及びナズレー・ラマダン地区において下記各灌漑ローテーション期間別に行うよう計画した。

- 1991年6月4日～7月3日 (30日間)
- 1991年7月4日～8月2日 (30日間)
- 1991年8月3日～8月17日 (15日間)
- 1991年8月18日～9月1日 (15日間)
- 1991年9月2日～9月16日 (15日間)
- 1992年2月5日～3月5日 (30日間)

圃場内への灌漑用水は全て農民の小型ポンプにより取水されているため、各パイロット地区内用水ブロック別に全てのポンプ (84 台) の日運転時間を記録するとともに、ポンプの揚水流量測定を口径別 (主として5及び6インチ) に行った。揚水流量測定は三角堰及び四角堰を用いて行い、測定結果は5インチポンプが 26.0 lit/sec、普通の6インチポンプが 34.0 lit/sec、大出力6インチポンプが 46.0 lit/secであった (英文資料編 G、表 G-1-7参照)。

一方、作物消費水量は灌漑局で現在適用している各期間別数値を用いた。観測期間中、圃場からの地表流出は特に見られなかった。更に参考のため、オーガーホールによる現場透水試験、土壌の粒度分析及び三角堰を用いたメスカの搬送ロス測定を行った。また、現況栽培作物は、各灌漑ブロック毎に栽培面積を調査した (英文資料編 G、表 G-1-9～表 G-1-10 参照)。

#### b) 圃場内水収支

以上の方法により圃場内水収支を分析した結果によると、パイロット地区での現況の適用効率は平均 70% で 60～70% の範囲が最も多く、次いで 90～100% である。これを準支線

用水路の上下流別に見ると、上流側では平均 65.6% と低く 60~70% が多くを占め、下流側では平均 80.1% と高く 90~110% が半数以上を占める。下流側での高い効率は、水位観測結果などで観察された頻繁な末端水不足を考慮すると必然的であると言える。また、上流側での 60~70% の効率は末端水管理の現状など、特に農民による規制のないポンプ取水運転、及び高いポンプ運転経費からみると妥当な現況効率と考えられる。なお、明らかにポンプ運転記録の欠如などによるものは除外した。得られた適用効率はメスカ及びマルワの搬送損失を含むが本地区土壌はシルト質粘土で、透水係数が 0.14~0.36 m/日と小さい事を考慮すればこれらの搬送損失は僅かである。メスカ搬送ロスを実測では 6.0~8.1%、透水係数による推定では 2.3% 程度であった。これら圃場内水収支分析結果から、次のことが推察される(英文資料編 G、図 G-1-10 及び表 G-1-11~表 G-1-12 参照)。

- 不適切な水管理(特にポンプ取水管理)は上流優先取水となり、上下流間での用水の公平配分を妨げている
- メスカの高さが低く、従って圃場内配水効率が悪い
- 現況の灌漑ローテーションに起因して過剰取水の傾向がある
- 圃場効率が悪い

## 5) 水利組合 (WUA)

エジプトでは農民にとって灌漑用水の水価はゼロであり、従ってつい最近まで組織化された水利組合は見られなかった。しかし、1985年頃から、灌漑改善事業 (IIP) の実施に伴って、幾つかの地域においてようやく水利組合 (WUA) が結成されつつある状況となっている。水利組合の結成にあたっては、灌漑改善事業部 (IIP) の灌漑普及所 (IAS) が担当し、準備段階から農民への説明、組織化、メスカ改善への農民参加、メスカ改善後のポンプ運転スケジュール調整、指導及びモニタリングを行っている。現在進展中の水利組合は、メスカ単位のもので全国 6 州にまたがり、約 1,200 あり、組織化の程度に応じて 7 段階に分けられている。しかし、運転・運営レベル(第 5 段階)までいっているものはまだわずかであり、大部分がエントリーレベル(第 1 段階)である(英文資料編 J-2 参照)。

バハルヨセフ地区においては、重力灌漑が行われているファユームの一部を除いて水利組合は見られない。ミニア州に位置するパイロット地区においても農民による水利組合は見られず、従って各農民は自己所有あるいは共同所有するポンプにより支線または準支線用水路から自由に取水できる状況にある。特に、これら用水路から個々にマルワへの直接取水は、限られた用水資源の適正かつ公平な配分を著しく妨げている。今後の末端水管理改善計画の策定にあたっては、圃場レベルにおける水管理の適正化及び用水の公平配分を図るため農民による水利組合の設立が不可欠である。

### 3.3.7 道路及び舟運

#### 1) 道路

ダイルート堰からラフーン制水堰の間には、バハルヨセフ水路を横断する15ヵ所の橋梁がある。この既設橋梁は6 m以上の車道幅員を有し、コンクリート橋やトラス橋が用いられている。この橋梁に接続する道路はアスファルトで舗装されている。現在地域住民が日常生活を営むには橋梁の数が少ないため、これ以外の5ヵ所の堰/制水堰の維持管理用橋梁も一般交通の便に供されている。

この維持管理橋梁が計画・建設された時点(約90年から120年前)では、馬車や牛車の交通を想定して建設され、大型自動車の交通が考慮されていなかったため、この維持管理用橋梁にはこれら大型車両による荷重や老朽化により細かい亀裂がみられる。現在の4 m幅員の維持管理用道路は、この橋上ですれ違う車両に対して十分な幅ではない。現在日常のゲート操作は手動で行われているが、予期できない機械を使用するゲート管理は、この地域の交通を一時遮断して行っている。

ダイルート堰やラフーン制水堰は州の境界にあり、その上を国道が通っており、交通量は非常に多い。調査対象地区の西側の砂漠に位置する山砂利や砂礫の採取場から砂礫を運搬するピックアップトラックや大型トラックは主に3ヵ所の制水堰(マンシャット・エル・ダハープ、サコーラ及びマゾーラ制水堰)上を通るため維持管理用橋梁に上記のような悪影響を与えている。地域住民はこの維持管理橋梁の拡幅や堰の近傍に新たな橋梁の建設を望んでいる。

#### 2) 舟運

自動車交通のなかった昔には、バハルヨセフ用水路の舟運は水路沿いに住む人にとって適した交通手段であった。それ故、水路に建設されている構造物は、舟運のために十分な幅がある閘門を持っている。しかし、現在では舟運交通システムから自動車交通システムに替わり、この水路を浚渫するための浚渫船が年1、2回この閘門を利用するのみである。また、小さな1~2人乗り小舟も見られるが、この舟運も年々少なくなっている。

### 3.4 農業の現況

#### 3.4.1 土地利用と農業生産

##### 1) 受益地面積及び耕地率

バハルヨセフ受益地は4州にわたり、1991年現在770千フェダンであり、旧耕地がその87%、開拓地(現在は砂漠である開墾計画地を含む)が13%を占める。耕地はこの84.5%に当たる651千フェダン(同上の未耕地を含む)であり、このうち実作付面積は565千フェダン(旧耕地が538千フェダン、開拓地が27千フェダン)、年間延べ作付面積は1,047千フェダン(旧耕地1,010千フェダン、開拓地37千フェダン)である(英文資料編H、表H-1-1参照)。

##### 2) 作物構成と作付け

受益地は広範囲にわたり、その作物構成は立地条件により、また需給政策を反映して州ごとに、あるいは管区ごとに異なる。全般的に夏作及びニリ作はメイズの作付けが高比率を占め、冬作はベルシーム、小麦が多い(英文資料編H、表H-1-2参照)。

綿は輸出農産物として重要な位置を占め、中部エジプトではギザ州を除く3州の作付けが多く、特に計画対象地区内での作付率が高く、ミニア州は国内の綿花主生産地とされる。

伝統的なニリ作は盛夏の水消費を分散させる効果をもち、ベニ・スエフ、ファユーム両州ではかなりの作付率を占めるが、ミニア州では州全体、受益地内ともに作付けが少ない。

綿の後作の冬作物として、夏作のメイズと並ぶ主食作物である小麦、家畜の主要飼料であるベルシーム(主に7~8ヵ月間にわたる長期作)が多く作付けられ、次いでそらまめが作付けされる(英文資料編H、表H-1-3~H-1-7参照)。

##### 3) 作付けの地理的分布

地域的特徴としてはファユーム、ギザ両州に見られる園芸作物への特化傾向がある。この2州では野菜及び果樹の栽培が他の2州を大幅に上回り、消費地に近い立地条件を生かした土地利用が行われている。殊に、冬期端境期の野菜の需要はこれらの2州に隣接するカイロ市の人口急増に伴って拡大しつつある。また、この2州は畜産物の供給基地としても重要な役割を果たしているため、飼料作物の作付けも多い(英文資料編H、表H-1-8参照)。

これに対し、南部の2州ではミニア州(地区外)のさとうきびなどの特産物はあるが概して、穀物・綿の組み合わせが伝統的な作付けとして継続している。

土壌の説明でも触れたように、ファユーム州では土壌条件がナイル谷に耕地が分布する他の3州とやや異なるため、条件に適応した乾燥地タイプの作物の分布がみられる。更に、これらの作物の地理的分布は水利条件と密接な関係を持っている(英文資料編 H、表H-1-9参照)。

#### 4) 作物栽培現況と営農環境

##### a) 受益地区南部

ミニア及びベニ・スエフの一般的な作付体系は穀物と粗飼料で構成されているが、これは零細農家が主食物を自給自足し、彼らの農耕、輸送、動物性蛋白源、生計をかなりの程度家畜に依存しているためである。1~2フェダンの規模をもつ典型的な農家ではすべての農作業を借り上げ機械により行うことは不可能であり、あるいは彼らの依存する市場から遠隔な土地に住む農民が自家用車を保有したり、自家生産以外の畜産物や酪農製品など付加価値の高い産品を購入することは困難である。このためイブラヒミア水路沿いの生活・交通に便利な地域に住む農民と異なり、受益地域内のより遠隔、砂漠近傍に居住する農民の生活は家畜と切り離すことが不可能である。

従って、受益地内の産業形態に根本的な変革や急激な工業化が生じない限り、現況形態が新たな、家畜との連携の弱い形態に移行することは起こり難い。特に、最近では、湾岸戦争後の経済不況で流出労力が逆戻りしているため、農業機械化の進行が鈍化している。家畜生産部門では飼養頭数が頭打ちのすなわち自家生産飼料供給と平衡状態に達していることが明らかであるが、地域間で貯蔵可能な粗飼料(穀物わら類及び乾燥ベルシーム)の流通は、例えばミニアからベニ・スエフへの供給などが行われ、また不足分の一部は野草で補われている。

しかし、野草は都市部や非農家の飼養者の家畜等、統計に表れない羊、山羊などもこの資源に依存しているので農家と競合状態にある。地区内で生産される穀物は一般に自家消費されるか、その一部が家禽類に給餌されるに止まり、(もともと地区内の生産が無視できるほど少なく)哺乳類家畜に与えられる量は極めてわずかである。

この地域での商業規模の酪農、肉牛肥育は受益地の北部に比べ基盤が弱い。PBDACの資金により家畜の導入、飼料の購入は可能であるが、これは一般の役畜には高価過ぎて引き合わない。例えば、ミニア市の中心部には大規模な飼料製造の半官営工場があるが、生産した濃厚飼料の多くは隣接州へ出荷される。また、ミニア州など、周年的には飼料の需給バランスに余裕があってもベルシームが利用できない夏期には飼料が乏しくなりがちとなる。



果樹、永年性作物については、この地域の樹園地面積は零細規模のためごく限定され、またミニア州のさとうきび、ベニ・スエフ州北部のタマネギなどの特用作物もイブラヒミア水路の受益地に多い富裕な農家がほとんど一手に栽培・出荷している。この種の特用作物には零細農家が購入しがたい多量の投入材を必要とする場合が多い。

#### b) 受益地区北部

この地区の作付率は南部に比較して、特にギザ州で格段に高い。土地利用はあまりに集約的なため退化した、あるいは新規開拓した土地の有効利用以外には現在以上に集約化する余地が少ない。この結果として当然主食穀物への依存度は減少し、換金作物への特化、特に冬物野菜、果樹への特化が進んでいる。冬期の野菜栽培にはビニール被覆を行うため生産費が高くなるが、需要が大きく市価も高くなる。なお、温室栽培は現在ナイル谷内部の旧耕地では禁止され、新開拓地のみに許可される一種の保護措置が適用されている。

家畜の飼養については、一部の農家、特にギザ州の農家が肥育及び酪農に特化し始めているが、ギザ州は国内で高位の畜産生産州に位置づけられている。また、ファユーム州でもカイロ都市圏を含む市街地における需要に対応して畜産が振興されつつあり、商業規模の牛乳・食肉生産が行われている。ギザ州にはバドラシン郡その他に飼料工場があり濃厚飼料を供給する一方、粗飼料は冬期のベルシーム以外に夏作、ニリ作の青刈り飼料作も行われるほど不足している。年間飼料収支の不足分はナイル・デルタ地域からのわら類の購入やPBDACの融資対象となる濃厚飼料の利用により補われる(英文資料編H、表H-1-28参照)。食肉や酪農食品の高価格は農家にとって有利であるが、濃厚飼料など生産費も値上がり傾向にあり、これが飼養頭数、家畜生産の拡大を制限している。

野菜生産はこの地域の特色とも言える分野であるが、タマネギなどのネマトーダ、ナス科野菜の油虫など植物保護の問題と土壤肥沃度の減少問題に直面している。定められた輪作計画に従うことがこれらの問題を回避、軽減する一方法であり、野菜の収量、品質を確保するための肥沃度の維持を図るには、マメ科の食用・飼料作物を含む輪作が家畜糞尿たい肥の施用とともに最も効果的である。肥沃度低下の問題は作付率の上昇とともに深刻化し、ナイル川の氾濫による高い塩基置換容量を持つ表土の供給がアスワン・ハイ・ダムの建設以来途絶えている現在、このような農法による対応のみが土壤の保肥力を維持する手段である。

#### 5) 作付体系と栽培慣行

地区内の作付状況は北部ほど作付率が高い傾向を示し、作付期間も早生～晩生など導入品種や前作との組み合わせにより州毎にある程度異なる。現在政府統作物となっている綿を中心として作付体系が構成され、綿の前作は春の作付け前早期に収穫される。綿は結実、登熟の期間が長く、収穫が遅れる場合に綿の立毛中に後作の播種が行われる。長期作ベル

シームの収穫後にはニリ作の作物が後続する 경우가多く、夏作の穀物はニリ作として作付けられる場合、生育期間が短縮されるため一般に収量が低下する傾向がある。輪作周期は一般に2~3年である。

綿、夏作穀類など多くの作物にはうね間灌漑が行われるが、散播される作物、例えばベルシーム、湛水栽培される稲に対しては十分な均平化作業を行って水盤灌漑が適用される。ナイル谷の耕地は厚い土層を持つバーチソルに覆われ、地盤標高や水路、河川からの距離、季節にもよるが自由面地下水位は地表下2メートルより深い部位で変動する。土壌構造、粘土鉱物に由来する毛管孔隙の比率が高く(孔隙率60%以上)保水力が高いために播種時の灌漑後、一般に20日で灌漑を打ち切る場合も見られる。

一方、砂漠の影響を受けたエンティソル、砂漠土アリディソルが分布する地区内西縁部あるいは開拓地では、土壌の物理性から有効孔隙が少なく、下層に粘質な堆積土層を伴う場合など地下水位が高くなる反面、土壌水分が失われ易く、地表に塩類集積を生じ、生育条件が悪化する場合が見られる。保水力の改善対策としてベルシームなど飼料作物の輪作への導入、堆きゅう肥の施用、リーチングによる土壌団粒化の助長が行われ、灌漑間断日数も7日に短縮されている。灌漑が遅れた場合、耐干性のごま、麦類にも萎凋を示すことがある。作物の水分吸収は発達した根群域内で行われるが、バーチソルの縦方向の土壌構造と厚い土層は深い根群域を形成する綿、メイズ、ソルガム、麦類、ひまわりなどの作物の水分吸収に有利な条件を与えている(英文資料編H、表H-1-10参照)。

## 6) 作付け・栽培の制限要因

冬期の気温はさとうきびなど熱帯原産の作物の生産性に影響する制限因子である一方、夏期の気温も温帯原産の果樹、あま、てんさいなどの栽培の限定要因となる。土性も適作物決定上の要因であり、特に保水力、保肥力の低い砂漠土が分布する開拓地においては、地力を消耗させる綿、用水量の大きい水稻、さとうきびなどは適さない。バハルヨセフ受益地内の旧耕地でもファユーム、ベニ・スエフ及びミアの各州の砂質土壌が分布する地域にはごま、ひまわり、ソルガム、すいかなどの乾燥に対する抵抗力のある作物の作付割合が粘質土壌の地域に比べて高い。

地下水面はナイル谷辺縁部の砂漠に新開拓地が開発されて以来、新たな栽培上の制約要因となった。高地下水面はしばしば表土の塩分含有量を高め、抜本的な排水改良を施さない限り少数の耐塩性作物しか十分な収量を確保することができない。他方、不十分な灌漑による水分不足も被害量として記録されていないものの、潜在的制限因子であり、用水路末端の旧耕地や開拓可耕地内で特に夏期に水不足を来し、不満足な収量に終わることが多い。冬期においてすら、土壌水分の不足が小麦の収量を20~30%低下させることが水・土壌研究所の試験で報告されている。

これらの植物生理上の要因とは別に、政策的な綿及びさとうきびの地域別生産割り当てなど、多くの社会・経済的制限要因がある。

## 7) 作物の生産性と向上対策の現況

地区内の主要作物の単収は、多くの場合国内の平均的水準に達している。州内全体の単収と地区内の水準を比較すると(ファユーム州は全体が受益、ギザ州は過半が受益するため、特にミニア、ベニ・スエフ両州について)ミニア州では夏作、ニリ作の単収水準が低い反面、冬作では同水準または州レベルを上回っている。ベニ・スエフ州ではニリ作のソルガム、冬作のそらまめを除くほとんどの主要作物で州レベルを下回っている。多くの原因が考えられるが、耕地の生産力分級を州全体と地区内とで比較した結果、地区内に生産力がある土壤の分布が少ないことがその一因と見られる。生産力向上対策として農業省が1980年代初頭から実施してきた土地改良事業は関係4州内でかなりの成果を挙げてきたが、地区内にまだ改良を要する耕地が多く残されている(英文資料編H、表H-1-11~19参照)。

綿の単収は航空防除など政府負担による病虫害防除対策が長期的に実施されてきたにもかかわらず、全国的趨勢である下降傾向が続いている。穀物の単収はやや上昇傾向を示している。作物収量の維持・向上のため、高収品種への切り換え、高収品種の更新、化学肥料、農薬の確保・分配など普及努力がなされつつあり、特に、綿、大豆、さとうきびなど政府統制作物を中心に公的対策が進められている。

アスワン・ハイ・ダムの建設後、表層土壌粒子、有機物の天然供給量が減少した一方で土地利用が集約化し養分の収奪が加速化した結果、地力の維持・増進が困難となり、家畜ふん尿の利用、緑肥作物の輪作導入の意義が高まった。

## 8) 営農の変化と水平的拡大事業

営農形態における最近の変化としては農業機械化が挙げられる。これは自家労力の不足が原因ではなく、ピーク用水期の水確保のためのポンプの利用、及び土地利用の集約化に伴う後作準備期間の短縮化に対応する収穫物処理や播種前耕起の能率増進の必要を満たすためである。

ナイル谷に沿った従来の受益地に並行する辺縁部の砂漠において開拓公社により開拓事業が進められてきた。開拓地の営農にはナイル谷の既存集落から大量の余剰労力が供給されている。この新開地への灌漑は旧来の耕地において7~8月の用水ピーク時に灌漑水の不足を助長すると同時に、開拓地の排水が浸透水となって既耕地に流下してその地下水位を高め、結果として作物の生育に影響する。これは既に長期化した広域的問題であり、その対策の一環として先に述べたMALRの土地改良事業が関係4州を含む全国規模で実施されてきた。そ

の内容は心土破碎と末端圃場水路の底涪いによる排水改良、機械施工による石膏の土層混合を通じた土壌反応矯正であり、河成沖積粘土地帯の生産力向上に寄与してきた(英文資料編 H、表 H-1-18 参照)。

#### 9) ハリカ水路受益地内の農業現況

ハリカ水路受益地域はミニア州のマガガ管区からエドワ管区を経てベニ・スエフ州のファシュヌ管区に至る約 2 万フェダン、32 村にわたる。受益地内には零細農家が多く、穀物生産を主体とした営農を行うが、綿への依存度も大きい。平均単収水準は州平均をやや下回る程度にとどまる(英文資料編 H、表 H-1-20~H-1-22 参照)。

現況作付形態は冬作で小麦が 27%、夏作でトウモロコシと綿が作付面積の 53% を占め、ニリ作の少ない形態を示し、年間作付率は 175% である。この形態では綿の 2 年連作は避けるが、小麦の一部連作を許容した 3 年反復型の輪作が主体を占める。各村落内で綿作圃場をできる限り集団化し、灌漑・排水、防除などの栽培管理を行い易いようにしている。夏期の灌漑は綿を中心として行われ、綿への灌漑は原則として 8 月 15 日以降は病虫害防除、品質向上のため打ち切られる。最近は収量増加のため、綿を早植えする傾向にあり、このため収穫時期が早まり、冬作との混作も少なくなったが立毛中の冬作物播種の慣習も依然として残っている(英文資料編 H、図 H-1-6 参照)。

受益地内で行われている典型的な作付状況は次の通りである。

- 粗飼料、ベルシームは給餌し易いよう集落の周囲に作付けられることが多い。
- 長期作のベルシームの後作としてはニリ作のメイズなどが導入される。
- 綿の後作にそらまめ、ベルシームなど混作可能な作物が作付けられ、次年度は綿は連作されずに夏作、ニリ作のメイズが入り易い。
- 冬作が綿の圃場準備に支障をきたすことのないよう、青いまま収穫される場合があり、また小麦の収穫は綿の作付け適期後となるため、小麦の後作に綿が導入されるケースはほとんどなく、夏作穀物などが導入される。
- 年間変動はあるが、綿の作付比率は耕地面積のほぼ 3 分 1、夏作メイズの場合は 2 分の 1 前後、小麦の作付割合はこれらの中にある。
- 作付を集約化するには 1 年の 4 分の 3 の期間圃場を占める長期作ベルシームの作付を削減する必要があり、この比率が例えば 10% 以下となれば年間作付率は現在より 5~10% 程度上昇する。
- 作付計画は前もって各村の協同組合で決定されるが、この計画を達成したうえで更に短期間に収穫できる換金作物を導入する農家もあり、この場合前作を早生種の活用な

どで早期収穫し、あるいは後作を遅植えするなどの影響が生ずることもありうる。ハリカ受益地内及び近傍の開拓地ではいね科の冬作物ファラーレス、夏作物バンコなど小鳥用の飼料作物などが栽培される。

受益地内に分布する土壌は粘質、重粘質の表土を持つ河成堆積土であるが、サコーラ排水路を境として西側は下層土が砂質となる傾向があり、砂漠の影響を受けている。生産力の分級調査の結果では3級地の比率が高いが、土壌の物理化学性は一般に良好であり、圃場が乾燥する際に地表に炭酸塩の集積している圃場があるが、現地測定の結果では塩分濃度上問題ない。受益地内の排水は良好であり、排水管理によって夏期の地下水位を2m以下に維持できるため、排水によって土壌中の塩分が溶脱し、非灌漑時の土壌亀裂の発達も排水を助長する。耕地西縁の移動性砂丘に近い部分には地下水面が高く塩類集積が著しい不作付地もある。

1980年代前半に前述の土地改良事業がこの受益地内で実施され、暗渠、末端排水路整備もマガガ、エドワ両管区でこの時期に実施された。これらにより土壌表面の物理化学性が改善され、機械耕作も少ないため耕盤の生成が無く、また家畜糞尿の施用やベルシームの作付けが土壌の毛管孔隙の増加を助長するので、土壌の透水性も粘質土にしては良好である(英文資料編D、図D-1参照)。

## 10) 農業生産資材の利用・供給

### a) 種子及び肥料

多くの場合、零細農家は大抵の作物に自家採取の種子を使う。しかし、それを高収品種の検定種子で更新しなければ、生産が低下し易い。家畜の糞尿を施すだけの伝統的農法には高収品種は必要ないが、高収品種を化学肥料なしで栽培しても満足な収量は得られない。すべての投入材の統括的供給機関であるPBDACによると関係州の零細農家は全播種面積の25~30%しか高収品種を導入していない。ところが、化学肥料については公的な肥料供給で所要施肥量のほとんどを賄う。たまたま、今年度は制度改革の過渡期であるため、施用率が70%に低下した。

種子は数社の民間企業により供給されるが、各州はそれぞれ公的な分配体系をもっている。サカ、ギザ、ベニ・スエフなどの試験場、アシュード大学などが有望な品種を開発すると、その原種はこれらの種子会社が請け負って増殖し、種子分配体系に高収量種子を供給する。

肥料は上記の銀行が製造工場から買い取り村落銀行まで輸送され、農家は予め作物ごとに定められた国の施用基準に従って作付面積に応じた種類、数量を受け取り、支払は収穫時に行う。肥料の中では主に硫酸アンモニア、硝酸アンモニアの形態の窒素肥料が多く使わ

れ、次いで過リン酸石灰、重過石などのリン酸肥料も利用されるが、加里肥料はほとんど利用されず、わずかにぶどうその他の果樹、さとうきびやバレイショなどに施されるに過ぎない。家畜の糞尿はこれが土壌改良に役立ち、かつ安価なため地区内で広く利用されている。また、痩せた砂漠土が分布する開拓地においても堆肥はアルファルファやベルシームなどの緑肥とともに広範に施される。

## b) 農 薬

ナイル谷の旧耕地はこの地域で農民が数千年にわたり同じ作物を連作し続けてきたため、いわば病虫害の巣窟であり、連作は現在でもこれらの被害を助長する。とはいえ、普及活動は特定作物の連作を避けるための輪作体系を導入して従来の伝統的農耕形態の改善に成功を納めた。殺虫剤、殺菌剤、除草剤はすべて輸入に依存するため高価につく。これらは一般に病虫害抵抗性の大きい、あるいは生産物単価の安いベルシーム、さとうきび、大麦、その他の冬作物には特別な場合を除き使用されない。

農薬は通常果樹、野菜、綿などの抵抗力の弱い、商品作物に散布される。また、水稻、大豆、そらまめなどにもしばしば利用される。地区内の主要虫害は、こなじらみ、ホワイト・フライ、わたみぞうむしなどがあり、病害にはナス科のウィルス病、イネ科のうどんこ病が時折発生する。今年度はたまたま、そらまめの黄化立ち枯れ病がベニ・スエフ、ファユーム両州で多発している。タマネギの軟腐病はミニア州北部、ベニ・スエフ州に激発し、この病害が発生した圃場は約15年間タマネギの再植ができないため栽培面積が最盛時の数%にまで減少したが、適当な農薬、防除手段が見付けられていない。

## c) 農業機械及び労働力

農業機械の利用は、特にミニア州において労働力が湾岸アラブ諸国に流出した期間に急速に伸びたが、その利用は支出を必要とするため、果樹園、大規模農家の地続きの圃場、さとうきび圃場などに集中している。特に、地区内の大多数を占める零細農家は個人でトラクターなどの大型機械を保有できないので、生産費には通常機械の時間単位の使用料が含まれる。使用頻度の高いトラクターのほか、脱穀機、ポンプ、背負い式散布機が利用される。

労働力について、地方では家族の人数が多く、地区内での営農規模が零細であること、湾岸諸国からの帰還者などの余剰労働力が見込めること、労力のかかる野菜作などの作付割合が地域として労働不足となるほど高くないことから判断して、たとえ事業実施後に所要労働力の集約増大が生じて、不足問題が起こることはないと考えられる。このことはミニア州の旧耕地から新開拓地に向かう収穫時などの季節労働力が年延べ20万人に達し、労賃も一日当たり3~5ポンドとデルタや沿岸部に比べ安いことから、間接的に立証される。北部2州では季節的に労働力の供給が手一杯となる場合がある。

#### d) その他の投入材

最近、冬季の低温から野菜を保護するためビニール被覆栽培が各州で普及しているが、トンネル栽培(旧耕地)と大型ビニール・ハウス(新開拓地にのみ許可されている)とがある。主にファユーム州とミア、ベニ・スエフ両州で普及している。通常トマト、ピーマン、キュウリ、ズッキーニなどがこの方法で栽培される。将来その普及を考慮に入れる必要があり、また、野菜の場合は出荷容器などの経費を考慮するべきである。

#### e) 家畜飼料及び種畜

上述のように、地区内では家畜の飼料が不足がちであり、この不足は乾燥ベルシーム、穀物わらなどの購入粗飼料で埋め合わせ、更に濃厚飼料を利用する。ミア州には民間の大規模な飼料工場があり、ミア州内とベニ・スエフ、アシュートの両州に出荷している。ギザ州バドラシンにも同州及びファユーム州に出荷する飼料工場がある。種畜の供給は政府の種畜場から生産者に頒布され、また人工授精も行われ、農家に利用できる。

### 11) 畜産

地区内の営農、農民の日常生活は一部機械化、モータリゼーションが進んだとはいえ、未だかなり家畜に依存している。特に、幹線交通網から離れた地区内に居住する農民にとって家畜は重要、安価な輸送手段であり、また、畜産物、有機肥料の供給源ともなっている。家畜保有は未だに蓄財の一形態でもあるので、農家はほとんど例外なく家畜を飼養している。

地区内には多数の大家畜、中小家畜が飼養されるが、飼養形態はミア、ベニ・スエフ両州では零細な役畜としての利用が一般的であるのに対し、ファユーム、ギザ両州では養鶏とともに乳肉畜としての商業的畜産も盛んで、輸入原料から生産される濃厚飼料も利用されるが、高価なため自給飼料が主体となっている。従って、地区全体では多数を占める零細飼養農家が自給飼料に依存し、その飼養頭数は供給能力に左右される(英文資料編 H、表 H-1-25 参照)。

地区内の主要自給飼料は冬期から初夏に利用できるベルシーム、夏~晩秋期に利用できる夏作、ニリ作のソルダン、ソルガムなどの青刈飼料、メイズ、まめ類の茎葉収穫残滓、周年保存可能な穀物わら、さとうきび粕などに限定される。従って、地区内のベルシーム作付面積の変動は現有頭数の維持のため少なく、逆に作付体系が変わらなければ頭打ち状態に留まる。

地区内の現有飼養頭数が必要とする維持飼料及び生産飼料と地区内から得られる飼料の数量を比較すると、標準的必要量に対する地区内自給がいくぶん不足気味であると推定される。州別にみると、ミニア州の地区内でかなり不足する(英文資料編 H、表 H-1-27~28 参照)。

地区内の畜産形態は当分の間現状の飼料自給自足型が農耕付帯部門として継続する。

### 3.4.2 農業研究

計画地区を含む関係 4 州の農業研究についてはマラウイ農業試験場がミニア州の作物研究を担当し、セツ農業試験場がベニ・スエフ州を担当する。他の 2 州は ARC の管轄下にあるが、ファユーム州のタミアには州の特産果樹の栽培を研究する ARC の支所がある。

#### マラウイ農業試験場

監督官庁 : ARC  
研究目的 : 地域の農業開発の促進、中長繊維綿の開発  
組織 : 小麦研究部、大麦研究部、メイズ研究部、油料作物研究部、マメ科作物研究部、さとうきび研究部、綿研究部、植物防除研究部、植物病理研究部、植物栄養研究部、要水量研究部  
活動 : 試験の実施及び研究開発、訓練、普及、図書サービス  
設立 : 1965 年

#### セツ農業試験場

監督官庁 : ARC  
研究目的 : 中部エジプト地域の農業開発、小麦生産の開発、新品種の開発、改良種子の供給  
組織 : 小麦・大麦研究部、飼料作物研究部、タマネギ研究部、マメ科作物研究部、綿研究部、除草剤研究部、植物防除研究部、植物病理研究部、植物栄養研究部、土壌及び要水量研究部  
活動 : 試験の実施及び研究開発、訓練、普及、図書サービス



### 3.4.3 農業普及

農業普及網は州、管区、村の各段階で組織され、農業地方局及び各管区の支所に普及員が配置され、末端の村段階の普及員は1人が500~1,000フェダンを受け持ち、その中で毎年の作付計画(特に政府統制作物の生産計画)、生産材の入手分配、病虫害など営農問題への対処を担当しつつ農家を指導する(英文資料編J-2参照)。

普及員は所属する州農業地方局及び州農業試験場で現場での問題を提起し、営農技術問題に的確に対応するために必要な研修を受け、新技術を習得する。また、篤農家も州の試験場で訓練を受ける機会がある。

### 3.4.4 生産資材供給

政府統制作物の導入、生産目標達成、主要作物の高収量品種の栽培には優良種苗の適期供給、化学肥料及び病虫害防除用農薬などの適時適量供給が前提となる。

従来から政府は農業生産資材を補助価格で供給してきたが、経済改革政策の実施に伴って農家は今後は市場価格で購入しなければならない。

### 3.4.5 農業金融

農家は一般には村の協同組合を通じ融資を利用するが家畜、農機具、栽培施設導入など投入目的、対象に応じて下記のような条件で短、中、長期の融資が利用できる。

融 資 対 象	利子 (%)	返済期間
季節ローン 季節作物	16	6~14 ヶ月
短期 家畜	19	1 年
中期 機械、畜産施設	19	5 年
長期 農地開拓、園芸	18	5 年以上

このような融資以外にPBDACは、市中銀行と同様に預貯金を扱っている。利子率は、1~2年の期間に対して16.5%、7年以上に対しては18%である。