

エジプト・アラブ共和国
ナイルデルタ地域農業用水
水質改善・再利用計画プロジェクト
準備調査報告書

平成 23 年 11 月
(2011 年)

独立行政法人国際協力機構
農村開発部

農村
J R
11-069

エジプト・アラブ共和国
ナイルデルタ地域農業用水
水質改善・再利用計画プロジェクト
準備調査報告書

平成 23 年 11 月
(2011 年)

独立行政法人国際協力機構
農村開発部

序 文

日本国政府は、ナイルデルタ地域農業用水水質改善・再利用計画プロジェクト準備調査を実施することを決定しました。

これを受け、独立行政法人国際協力機構（JICA）は、2010年5月28日から7月11日までJICA農村開発部技術審議役 合屋善之（当時）を団長とした協力準備調査団を派遣し、農業用水の再利用やそのための水質保全・改善に必要な協力の方向性等について、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、プロジェクトサイトの調査や関連資料の収集を行いました。

本報告書は、これら調査結果、協議結果を取りまとめたものであり、今後のプロジェクト実施にあたり、広く関係者に活用されることを願うものです。

ここに、本調査にご協力とご支援をいただいた内外の関係各位に対し、心からの感謝の意を表します。

平成 23 年 11 月

独立行政法人国際協力機構
農村開発部長 熊代 輝義

目 次

序 文
目 次
略語表

第1章 協力準備調査の概要	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査の目的	1
1-3 団員の構成	1
1-4 調査日程	2
第2章 調査結果の概要	3
2-1 現状及び課題	3
2-1-1 法規・政策	3
2-1-2 汚濁負荷量	6
2-1-3 再利用	16
2-1-4 実施状況	48
2-2 対 策	54
2-2-1 水質保全・排水再利用のための対策案	54
2-2-2 パイロットプロジェクト候補地の選定	56
第3章 想定される協力内容	74
3-1 開発協力調査型技術協力	74
3-1-1 基本計画	74
3-1-2 留意点	75
3-2 ボランティアの派遣について	79
3-3 留意点	80
付属資料	
1. 調査日程	83
2. 主要面談者	85
3. Minutes of Meeting (M/M)	88
4. 各パイロットプロジェクト候補地点	92
5. パイロットプロジェクト候補地での水質検査結果	101
6. 収集資料リスト	104
7. 国内河川浄化事例と本調査について	106

略 語 表

略 語	欧 文	和 文
ADC	Association of Development Committee	—
BCC	Behavior Change Communication	行動変容のためのコミュニケーション
BCWUA	Branch Canal Water Users' Association	支線水路水利組合
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
CBO	Community Based Organization	コミュニティ組織
CDIAS	Central Department for Irrigation Advisory Service	(水資源灌漑省) 灌漑指導部
CIDA	Canadian International Development Agency	カナダ国際開発庁
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
C/P	Counterpart personnel	カウンターパート
DO	Dissolved Oxygen	溶存酸素
DRI	Drainage Research Institute	排水研究所
dS/m	Deci Siemens per meter	デシジーメンズ毎メートル
EALIP	Executive Authority for Land Improvement Projects	土地改良庁
EC	Electrical Conductivity	電気伝導度
EEAA	Egyptian Environmental Affairs Agency	環境庁
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EL	Egyptian Pond	エジプト・ポンド
EPADP	Egyptian Public Authority for Drainage Projects	エジプト排水庁
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国連食糧農業機関
FC	Fecal Coliform	大腸菌
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit	ドイツ技術協力公社
HCWW	Holding Company for Water and Wastewater	上下水道公社持株会社
HP	Horse Power	(英) 馬力
IAS	Irrigation Advisory Service	
ICARDA	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas	国際乾燥地農業研究センター
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査

IIIMP	Integrated Irrigation Improvement and Management Project	統合型灌漑改善管理プロジェクト
IIP	Irrigation Improvement Project	灌漑改善事業
IIS	Irrigation Improvement Sector	灌漑改善セクター
IRG	International Resources Group	—
IS	Irrigation Sector	灌漑セクター
IWMD	Integrated Water Management District	統合水管理区域
IWRM	Integrated Water Resources Management	統合水資源管理
KWSC	Kafr El Shiekh Water and Sewer Corporation	カフル・シェイク上下水道公社
MALR	Ministry of Agriculture and Land Reclamation	農業土地開拓省
MCM	Million Cubic Meter	百万m ³
MLVSS	Mixed Liquor Volatile Suspended Solids	活性汚泥有機性浮遊物質
M/M	Minutes of Meeting	ミニッツ（協議議事録）
M/P	Master Plan	マスタープラン
$\mu\text{S/cm}$	Micro Siemens per Centimeter	マイクロジーメンズ毎センチメートル
MWRI	Ministry of Water Resources and Irrigation	水資源灌漑省
n.a	not applicable	該当なし
NAWQAM	National Water Quality and Availability Management Program	国家水質及び水利用管理計画
NGO	Non-Governmental Organizations	非政府組織
NH ₄ -N	—	アンモニア態窒素
NOPWASD	National Organization for Portable Water Supply and Sanitary Drainage	全国上下水道庁
NWQMN	National Water Quality Monitoring Network	国家水質モニタリングネットワーク
NWRP	National Water Resources Plan	国家水資源計画
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
pH	potential of Hydrogen	ペーハー、水素（イオン）指数
PS	Pferdestärke	（仏）馬力
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル（塩ビ）
RMC	Regional Management Committee	地方運営委員会
RSC	Residual Sodium Carbonate	残存炭酸ナトリウム
SAR	Sodium Adsorption Ration	ナトリウム吸着比
SS	Suspended Solid	浮遊物質

S/W	Scope of Work	業務範囲
TDS	Total Dissolved Solid	全溶解物質
T-N	total nitrogen	全窒素
T-P	total phosphorus	全リン
TSS	Total Suspended Solids	総浮遊物質
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	国際連合教育科学文化機関
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
WB	World Bank	世界銀行
WDD	Water Distribution Department	水配分局
WMIP	Water Management Improvement Project	水管理改善プロジェクト
WQU	Water Quality Unit	水質課
WUA	Water Users' Association	水利組合
WUO	Water Users' Organization	水利組合
WUU	Water Users' Union	水利組合
WWT	Waste Water Treatment	排水処理

第1章 協力準備調査の概要

1-1 調査の背景

エジプト・アラブ共和国（以下、「エジプト」と記入）の降雨量は非常に少なく、灌漑用水の水源を唯一の河川であるナイル川に依存している。一方で、急激な人口増加（年2%、約150万人/年）、農地拡大による食糧増産のために、特にナイルデルタ地域では農業用水の不足が発生している。こうした状況から良質な灌漑用水の確保は国家の最重要課題のひとつとなっている。

エジプト国家水資源計画（National Water Resources Plan 2017：NWRP 2017）では、都市用水等の需要の増加にも対応するため、効率的な地下水利用、各種排水の再利用等、総合的な水資源の利用をめざしているが、このなかで農業セクターにおいては、2017年までに農業用水の再利用を倍増させることが目標とされ、これを達成することで水資源開発の全体に貢献することが求められている。

しかしながら、都市排水、生活排水、家畜の糞尿の混入、廃棄物の投棄等のさまざまな原因によって排水路を流れる水の汚濁は激しく、農業用水の再利用を阻んでいる。この問題を解決するには包括的な水質保全対策が必要との認識から、2010年2月に関係閣僚会合が開催され、水資源灌漑省（Ministry of Watre Resources and Irrigation：MWRI）、農業土地開拓省（Ministry of Agriculture and Land Reclamation：MALR）、環境省、住宅省、国際協力省の5省が連携する体制を構築したところである。

こうした状況において、農業廃棄物による排水路の汚染軽減や排水処理水の農業での活用のための施設整備に係る「環境プログラム無償」準備調査が行われてきたが、農業用水確保のためには国が法律で定めた農業用水のための水質基準を満たす必要があるため、その水質保全・改善もあわせた包括的な取り組みが必要であるとの同調査での提言を受けてわが国政府は2010年3月、「ナイルデルタ地域農業用水水質改善・再利用計画プロジェクト」に係る協力準備調査の実施を決定した。

1-2 調査の目的

(1) JICAの「ナイルデルタ等の水利用・農業生産の効率化、小農の所得向上支援」プログラムにおいて必要な取り組みと考えられる「農業用水の再利用やそのための水質保全・改善」のために、必要な協力の方向性を検討する。

(2) 上記(1)の方向性をふまえ、具体的な協力案件（開発計画調査型技術協力等）の内容を検討する。

1-3 団員の構成

担当	氏名	所属
総括／灌漑・水質保全	合屋 善之	JICA 農村開発部技術審議役
プログラム計画	渋谷 明日香	JICA 中東・欧州部中東第二課
協力企画	田中 博之	JICA 農村開発部畑作地帯第二課
水質保全対策1	中野 美穂	株式会社建設技研インターナショナル

水質保全対策 2	安東 利吉	株式会社建設技研インターナショナル
農業用水再利用計画	飯田 将弘	株式会社三祐コンサルタンツ

1-4 調査日程

2010年5月28日から7月11日（45日間）（詳細は付属資料1のとおり）。

（JICA 団員：2010年6月14日から6月26日）

			工 程
1	5/28	金	【水質保全対策 1、水質保全対策 2、農業用水再利用計画】 成田→
2	5/29	土	→カイロ
3	5/30	日	JICA 事務所打合せ 関係機関打合せ・現地調査
～			↓
			【協力企画】 成田→
18	6/15	火	→カイロ
19	6/16	水	団内会議 【総括／灌漑・水質保全】 成田→
20	6/17	木	関係機関聞き取り、団内会議 →カイロ 【プログラム計画】 成田→
21	6/18	金	団内会議 →カイロ
22	6/19	土	パイロット候補地区調査（Kafr El Sheikh 県）
23	6/20	日	団内会議、ミニッツ（M/M）案作成
24	6/21	月	団内会議、M/M 案作成
25	6/22	火	M/M 案作成 MWRI 打合せ
26	6/23	水	M/M 案修正（MWRI） 在エジプト日本国大使館報告
27	6/24	木	M/M 案合意（MWRI） JICA 事務所報告 【総括／灌漑・水質保全、プログラム計画】 カイロ→
28	6/25	金	追加情報収集 →成田 【協力企画】 カイロ→
～			↓
			→成田
42	7/8	木	JICA 事務所報告
43	7/9	金	資料整理
44	7/10	土	【水質保全対策 1、水質保全対策 2、農業用水再利用計画】 カイロ→
45	7/11	日	→成田

第2章 調査結果の概要

2-1 現状及び課題

2-1-1 法規・政策

(1) 水質保全・農業用水の再利用に係る関連法規

エジプトのナイル川に対する排水と汚水の水質保全関連の現行法規には以下のものがある。

【大統領令 No. 93 (1962 年)】

この大統領令は 1962 年に施行された「汚水の一般下水道への投棄の規制」に関する法令で、一般によく知られている水質法 No. 48 の改正の基になったものである。主に保健・人口省及び MWRI の各種事業に係る大統領令である。

【大臣布告 No. 44 (2000 年)】

「汚水の一般下水への投棄」を禁止するもので、上述大統領令 No. 93 の実施規則を示している。

【法律 No. 48 (1982 年)】

汚染からナイル川とその他の水路への汚染排水に関する法律であり、排水の再利用に対しても、その規制が述べられている。保健・人口省及び MWRI の各種事業に対する水質規制が述べられている。

【令 No. 402 (2009 年)】

上述の法律 No. 48 の実施規則の改正を述べたもので、2009 年に施行された。

【令 No. 8 (1983 年)】

上述、法律 No. 48 の発布を示した令である。

【法律 No. 57 (1978 年)】

湖沼等への水質に関する対処法を述べてある。

【法律 No. 102 (1983 年)】

資源保護区に関する管理を述べた法律である。

【令 No. 1067 (1983 年)】

上述法律 No. 102 の細則にあたるものである。

【法律 No. 38 (1967 年)】

一般的な清掃及び衛生に関する法律である。

【法律 No. 27 (1978 年)】

飲み水や家庭用水等の一般水資源の規制に関する法律である。

【法律 No. 12 (1984 年)】

ナイル川流域及びデルタ地域における灌漑、水配分、地下水管理に関する規制と排水路の建設と維持に関する法律である。MWRI の業務に大きく関わる法律である。

【法律 No. 231 (1984 年)】

法律 No. 12 の修正条項に関する法律である。

【省令 No. 44 (2000 年)】

汚水の一般下水道への排水の禁止に関する規制が述べられている

以上がエジプトにおける主な水質規制に関する法律・令の内容である。上述のうち、法律 No. 48 及びその修正条項を示した令 No. 402 が農業用水の再利用に関しての規制が述べられ、排水再利用にはこれらの条項を遵守する必要がある。

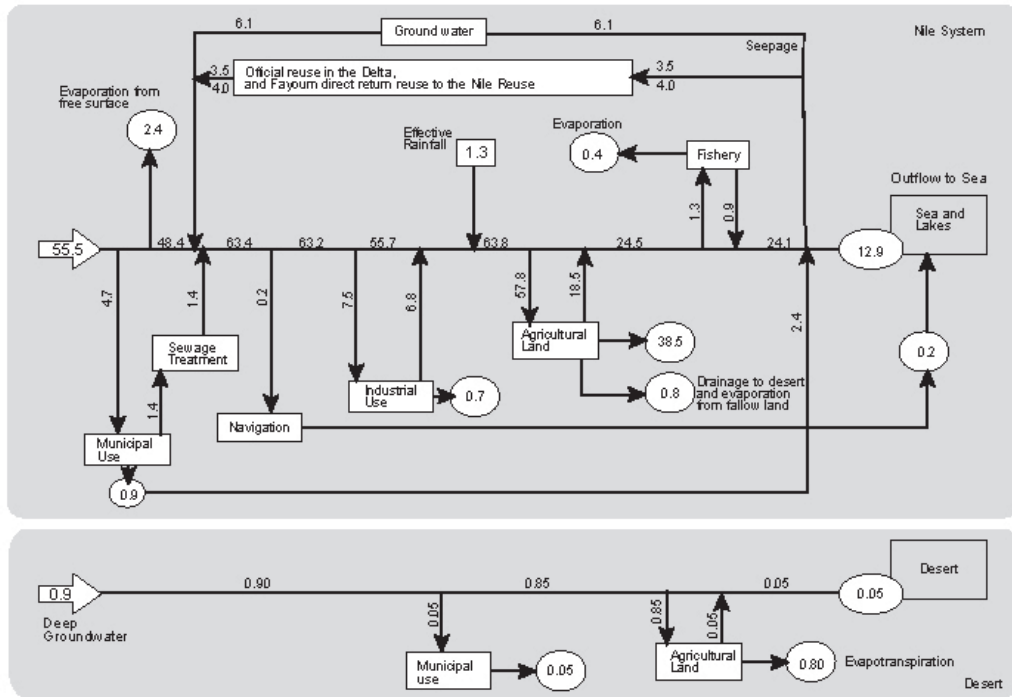
(2) 水質保全・農業用水の再利用に関する政策

エジプト政府の農業用水再利用に関する政策として、MWRI の「NWRP 2017」がある。この計画は 1997 年をベースに 2017 年の水利用システムを描いたものであるが、実施工程や資金的裏付けがなく、現在、オランダの支援で、この計画の実施工程を作成中である。オランダのコンサルタントによれば、実施工程作成に取りかかったばかりで、本調査時点では明確な案を作成していない。この支援では「NWRP 2017」に述べられている 92 の計画について内容を検討し、計画ごとに 6 段階のマイルストーンを策定し、実施工程を明確に検証できるようにする予定である。しかし、資金的裏付けがなされるかについては、今後の検討結果を待たなければならない。

「NWRP 2017」ではナイル川利用地域と砂漠地域の地下水利用地域に分け、おのおの水利用形態別に年間の総消費水量を述べている。主な計画内容は、次図に示すように、ナイル川利用地域では、ナイル川からの取水量 (555 億 m³) は変更せず、農業用水、内水面漁業の消費水量を減じ、飲料水や工業用水の消費量を増大させる計画である。また、地中海や湖への放流量を減じ、国内での再利用を強化する計画である。農業用水の削減方策として水稻の栽培面積を削減し、消費水量の節減を行おうとしている。

一方、砂漠地域では深層地下水開発を、1997 年の 9 億 m³ を 2017 年には 40 億 m³ 増加させることで新たな水源として利用する計画である。砂漠地帯の農地開発に増加水源水量を振り向ける計画である。

Water Balance Egypt 1997 Nile System including Reuse



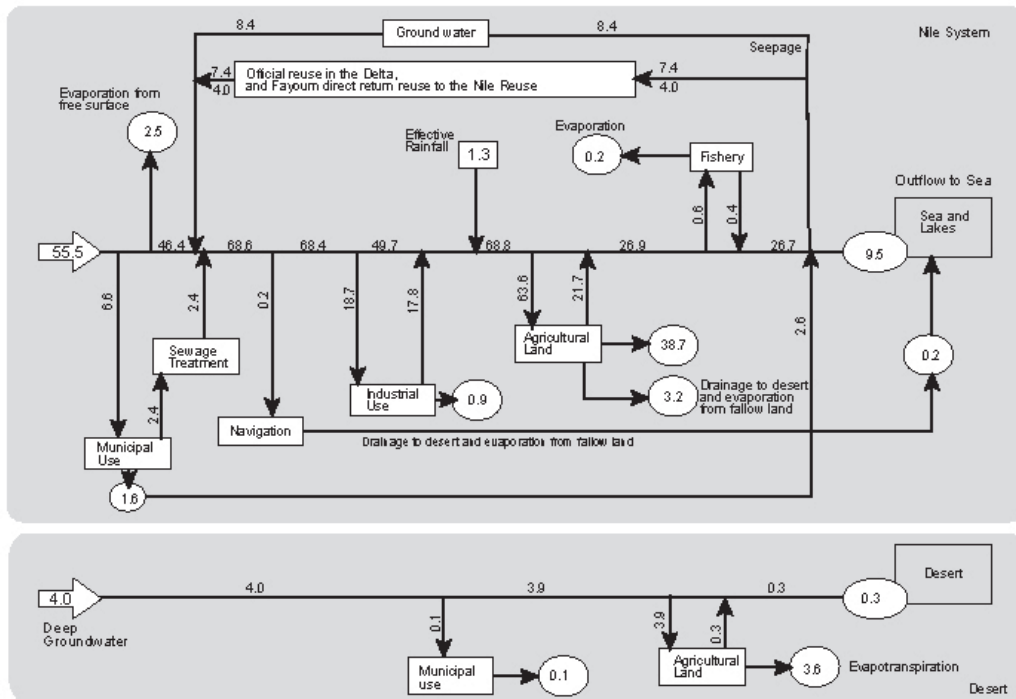
Note: All unites are in BCM (Billion cubic meter)

Source: NWRP 2017, MWRI

出典：NWRP 2017, MWRI

図 2 - 1 1997 年時点の再利用を含めたナイルシステムの水収支

Water Balance Egypt 2017 Nile System including Reuse



Note: All unites are in BCM (Billion cubic meter)

Source: NWRP 2017, MWRI

出典：NWRP 2017, MWRI

図 2 - 2 2017 年時点の再利用を含めたナイルシステムの水収支

2-1-2 汚濁負荷量

(1) ナイル川、用水路、排水路の水文、水質、汚染発生源

1) ナイル川の水質概要

アスワンハイダムから地中海に至る間のナイル全体での幹川主要地点での生物化学的酸素要求量 (Biochemical Oxygen Demand : BOD) と大腸菌 (Fecal Coliform : FC) の濃度は米国国際開発庁 (United States Agency for International Development : USAID) から得た情報によると以下のようになっている。

アスワンハイダムでは BOD 1.2 mg/l と良好な水質であるが、流下に伴い水質は次第に悪化し、カイロ付近で BOD 3.2 mg/l、デルタでの分岐支川 Rosetta branch 及び Damietta branch の末端ではそれぞれ BOD 4.5 mg/l と 7.5 mg/l となっていた。これらの値は、再利用の際の基準である BOD 10 mg/l は満たしている。また、FC は最下流でそれぞれ 700 と 1,200 であり、法律 No. 48 第 65 条が定める 5,000 を下回る値であり問題はない。

2) 用水路・排水路の水質

排水研究所 (Drainage Research Institute : DRI) が実施しているナイルデルタ地域での水質モニタリング調査結果¹の分析を以下の表 2-1 と 2-2 にまとめる。用水路に関しては、東デルタ地域は比較的良好だが、中央デルタ地域及び西デルタ地域では、いずれの地区でも上流部で既に BOD で 10 mg/l を超える値となっていた。溶存酸素 (Dissolved Oxygen : DO) については中央デルタ下流を除き、再利用基準の 5 mg/l を満たす値を示していたが、Minor canal では 5 mg/l 以下となっていた。

排水路 (Drain canal) に関しては、東、中央、西デルタ地域のいずれの地区の排水路でも BOD で 10 ~ 30 mg/l と高い値を示しており、DO も 2 ~ 3 mg/l 程度と 5 mg/l を下回る値となっている。各排水路とも上流部から中流部にかけて BOD 値は増加するが、下流部では下がっており、これは水路内での自浄作用によるものと考えられる。なお、DRI の考察によると、排水路の下流域ではほとんどのパラメータは基準値を満たしておらず、高濃度の BOD や FC は、主に家庭及び工場からの排水、農地からの肥料などの流出が原因という見方である。

表 2-1 用水路：ナイルデルタ水質モニタリング結果分析

西デルタ (幹線)	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	EC (dS/m)
上流部	12.43	5.34	0.43
中流部	13.00	5.19	0.60
下流部	13.67	5.00	0.53
中央デルタ (幹線)	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	EC (dS/m)
上流部	15.50	5.34	0.37
中流部	17.67	6.28	0.52

¹ "Drainage Water Status in the Nile Delta; Yearbook 2006/2007: Technical Report No.77" (August 2008). National Water Research Center, MWRI, Arab Republic of Egypt

下流部	15.33	4.75	0.55
東デルタ（幹線）	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	EC (dS/m)
上流部	7.33	6.69	0.33
中流部	10.31	5.43	0.67
下流部	11.67	5.55	0.50
East Minor Canal（支線）	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	EC (dS/m)
上流部	N/A	N/A	N/A
中流部	12.00	3.65	1.31
下流部	18.50	2.32	1.24

注：イタリック体は法律 No. 48 第 65 条の排水を再利用する際の水質基準を満たしていない値。

出典：脚注 1 に同じ。

表 2-2 排水路：ナイルデルタ水質モニタリング結果分析

【西デルタ地域】

<i>Edko Drain</i> （幹線）	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	EC (dS/m)
上流部	13.00	3.91	0.90
中流部	22.29	2.85	1.04
下流部	16.00	2.39	2.12
<i>Minor Drain</i> （支線）	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	EC (dS/m)
上流部	12.00	6.26	3.19
中流部	26.75	3.69	1.76
下流部	15.50	4.94	2.93
<i>Umoum Drain</i> （支線）	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	EC (dS/m)
上流部	N/A	N/A	N/A
中流部	19.80	3.70	3.18
下流部	32.50	2.60	5.51

【中央デルタ地域】

<i>Gharbia Drain</i> （幹線）	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	EC (dS/m)
上流部	23.25	3.23	1.06
中流部	30.50	1.46	1.56
下流部	23.33	2.73	3.84
<i>Minor Drain</i> （支線）	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	EC (dS/m)
上流部	16.00	6.07	0.96
中流部	24.00	1.81	1.19
下流部	18.00	3.36	2.57

No. 1,2,7,8,11 Drain (幹線)	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	EC (dS/m)
上流部	N/A	N/A	N/A
中流部	22.00	2.02	0.99
下流部	18.29	4.44	3.50

【東デルタ地域】

<i>Bahr Bhadus</i> (幹線)	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	EC (dS/m)
上流部	N/A	N/A	N/A
中流部	23.10	1.83	1.66
下流部	13.60	2.62	2.40
<i>Bahr El Baqar Drain</i> (幹線)	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	EC (dS/m)
上流部	20.67	2.96	3.54
中流部	22.88	2.42	1.32
下流部	17.00	3.49	3.76
<i>Minor Drain</i> (支線)	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	EC (dS/m)
上流部	N/A	N/A	N/A
中流部	N/A	N/A	N/A
下流部	19.75	2.95	1.55

注：イタリック体は法律 No. 48 第 65 条の排水を再利用する際の水質基準を満たしていない値。
出典：脚注 1 に同じ。

(2) 汚濁負荷量の試算

ナイルデルタでの汚濁負荷発生源傾向を把握するため、国全体及びナイルデルタの主な県を対象に統計データに基づき負荷量算定 (BOD) を試みた。対象としたのはナイルデルタ地域に位置する Dakahlia、Damietta、El Behera、Gharbeya、Kafr El Sheikh、Menofya、Sharqia の 7 県である。計算に使用したデータは国及び各県の人口等の数値²と農業関係の数値³はそれぞれエジプト公式発表の統計値を用いた。負荷量原単位に関しては、日本の一般的な BOD 排出量⁴、現地でのヒアリング結果、途上国での家庭排水の原単位調査論文を基に設定した。負荷量算定の結果は以下のとおりである。

1) 算定条件

- ・算定対象地：国全体及びデルタ地域の主な 7 県 (Dakahlia、Damietta、El Behera、Gharbeya、Kafr El Sheikh、Menofya、Sharqia) とした。
- ・汚濁発生源：家庭由来 (都市部、農村部別)、工場由来、農業由来 (家畜、農地) とし、それぞれで用いた原単位及び原単位の考え方は以下のとおりとした。

² “Statistical Year Book (2009)”, Central Agency for Public Mobilization and Statistic, Arab Republic of Egypt

³ “The Seventh Agricultural Census in Egypt; 1999/2000”, General Department of Agriculture Census, Economic Affair Sector, Central Administration For Agricultural Economics, MALR, Arab Republic of Egypt

⁴ 「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説」(H8 年)、日本下水道協会

a) 家庭由来の排出汚濁量

エジプトの都市部では下水道普及率は70～80%台と高く、一方、農村部は数10%程度にとどまっている。しかし、都市部で下水道に接続していても処理場の能力が不足し充分処理されないまま排水されている施設も多い、また未接続地域ではバキュームカーが収集した糞尿を直接排水路に流すなどという情報が公然と聞かれる。そこで、公共下水道接続家庭での汚濁は除去率を80%（排出割合20%）と仮定して算定した。それ以外については100%排出されるものとした。算定式は以下のとおりである。

- ・1人当たり排出量＝人口×排出原単位
ここで排出汚濁原単位は10 kg/人・年とした⁵。
- ・下水道処理施設の除去率：80%

よって、計算式は以下となる。

$$\text{家庭由来の排出汚濁量} = \text{人口} \times 1 \text{人当たり排出量} \times \{ \text{下水道接続割合} \times (1 - \text{下水道除去率}) + \text{下水道未接続割合} \times 1.0 \}$$

b) 工場由来の排出汚濁量

統計年報（Statistical Year Book）には業種ごとの企業数が掲載されているが使用水量が記載されていないことから、使用水量は日本での業種別の使用水量値を用い、排水濃度はエジプトでの排水基準BOD 40 mg/lを用いた。なお、排水にBODが含まれない金属加工、建設業は除外した。

業種別の使用水量⁶は以下のとおり。

表2-3 採用原単位

業種	文献値	採用値
繊維産業	100～300～1,000 m ³ /日	200 m ³ /日/企業
飲食物製造	300～1,000～3,000 m ³ /日	1,000 m ³ /日/企業
化学工業（肥料）	100～1,000 m ³ /日	500 m ³ /日/企業
木材加工（合板）	3,000～130,000 m ³ /日	3,000 m ³ /日/企業
パルプ・紙製品	500～2,000 m ³ /日	500 m ³ /日/企業

出典：調査団で作成。

なお、木材加工での排水量が大きく、エジプトの実情にそぐわないと考えられたが、他に妥当な根拠資料もないことから最小値である3,000 m³/日を用いて算定した。

⁵ 「一人あたり汚濁負荷排出量と経済レベル」 都築良明、土木学会論文集、vol.63, No.4

⁶ 「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説」（H8年、日本下水道協会）

よって、計算式は以下となる。

$$\text{工業由来排出汚濁量} = \text{企業数} \times \text{排水量} \times \text{排水濃度 (40 mg/l)}$$

c) 家畜由来の排出汚濁量

現地では耕地脇につくられた簡単な小屋に、ウシ、スイギュウの休んでいる姿がみられ、ウマ、ロバはもっぱら荷役に使われていた。農業統計年報には家畜として、ウシ、スイギュウ、ヤギ、ヒツジ、ウマ、ロバ、ラクダ、ニワトリ、ウサギ等の県別の頭数が掲載されている。しかしながら、日本における家畜からの BOD 発生汚濁量は、ウシ (640 g/頭/日)、ウマ (220 g/頭/日) に関して分かっているのみであり、またウマの数は牛類に比較して無視できる数であることから、ここではウシとスイギュウを分析の対象とした。

降雨のほとんどないエジプトではこれら家畜の糞尿が水路に自然に流入する程度は低いと考えられるが、他方、道路沿いの水路脇には牛糞を堆積させた場所も多くみられたほか、ウシ、スイギュウが水路脇の小屋につながれている姿も多くみられたため、家畜由来の排出汚濁原単位は、ウシ、スイギュウを対象に、日本での原単位の 1/10 を用いることとした。

よって計算式は以下となる。

$$\text{家畜由来排出汚濁量} = \text{家畜 (ウシ、スイギュウ) 頭数} \times 64 \text{ g/頭/日}$$

d) 農地由来の排出汚濁量

前出の「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説 (H8 年、日本下水道協会)」によると、耕作地からの化学的酸素要求量 (Chemical Oxygen Demand : COD) 排出量は以下のとおりとなっている。COD を BOD に換算するには、本来は実測値等より COD と BOD の関係を求め、BOD 換算する必要があるが、ここでは一般的に用いられる BOD は COD を 1.2 倍したものとした。

$$\text{水田 } 58 \text{ kg/ha/年 (COD)} \rightarrow 69.6 \text{ g/ha/年 (BOD)}$$

$$\text{畑地 } 26.8 \text{ kg/ha/年 (COD)} \rightarrow 32.2 \text{ g/ha/年 (BOD)}$$

農地由来の排出汚濁負荷量は農業統計書⁷より、水田面積、畑地面積をそれぞれ求め、上記原単位を乗じて求めた。

⁷ “The Seventh Agricultural Census in Egypt; 1999/2000” , General Department of Agriculture Census, Central Administration For Agricultural Economics, Economic Affair Sector, MALR, Arab Republic of Egypt

よって計算式は以下となる。

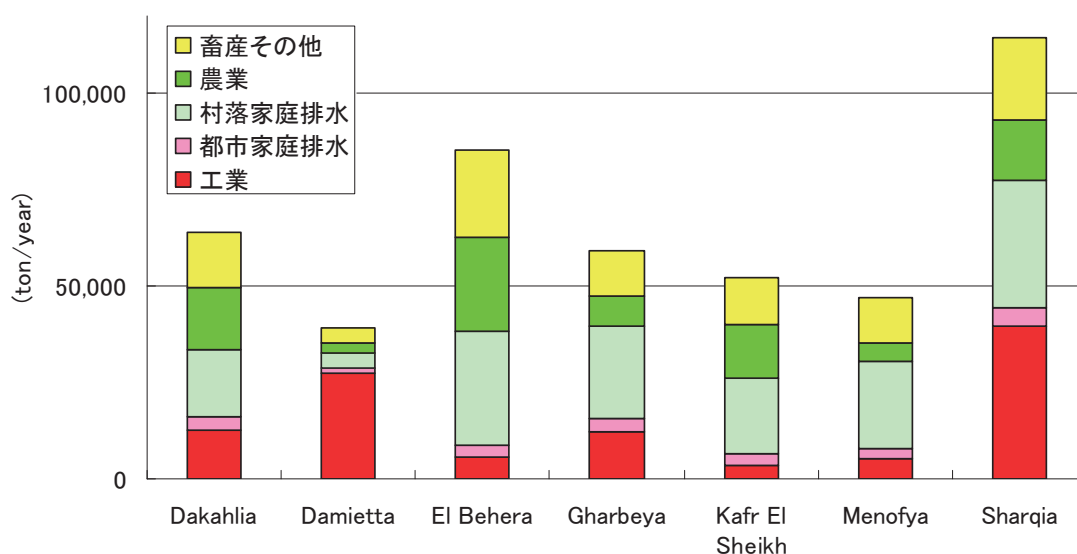
$$\text{農地由来排出汚濁量} = (\text{水田面積} \times 69.6 \text{ g/ha/年}) + (\text{畑地面積} \times 32.2 \text{ g/ha/年})$$

2) 算定結果

図 2-3 にエジプト全体と主要 7 県での汚濁発生源の状況を示す。エジプト全体では排出 BOD 総量は 55 万 t/年と見込まれ、そのうち約半分が赤・ピンクで示した工業や都市部の家庭排水が、残りの半分は農業由来が占めているが、家畜に由来する分が約 25%を占めていた。

Damietta 県で比較的工業由来が多くなっているのは木材加工工場が多いことによる。木材加工工場の排水量原単位は前述したようにエジプトの実情にそぐわない感があり日本での最小値を用いたが、木材加工工場は多数あるためこのような結果となった。

また、環境プロジェクト等が実施された Bahr El Nour 地区のある Kafr El Sheikh 県は農業由来が排出汚濁のほとんどを占め、農業主体の県であることが排出汚濁の面からもうかがわれた。総合的にみると、ナイルデルタに位置する県のなかでは sharqia 県の排出負荷量が最も多く、Kafr El Sheikh 県は中程度の規模であった。



出典：調査結果を基に作成。

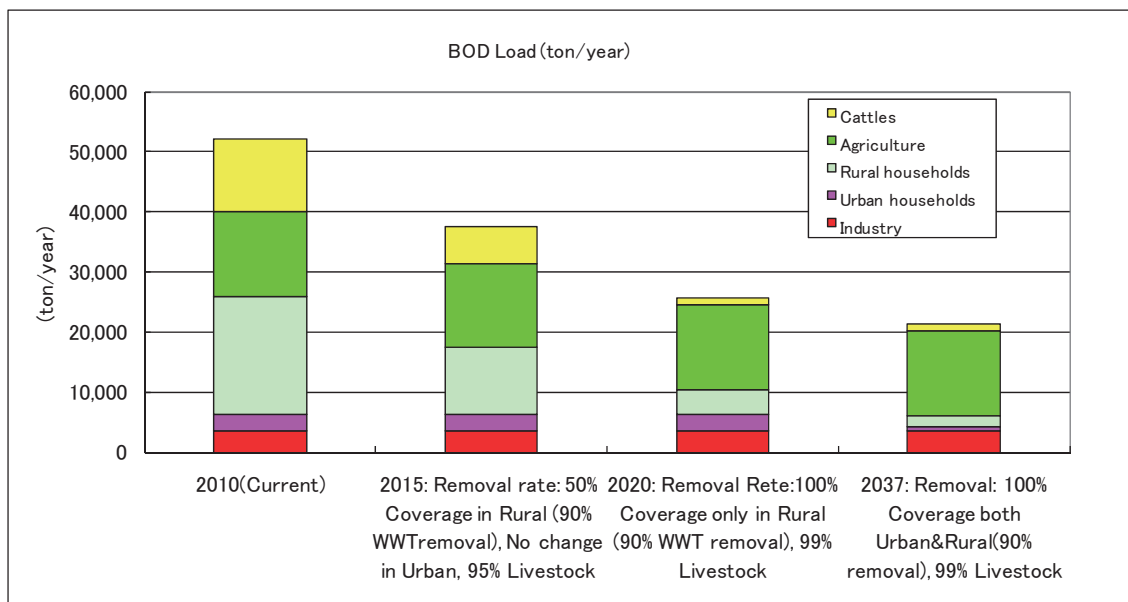
図 2-3 発生源別 BOD 排出汚濁量

3) Kafr El Sheikh 県での排出負荷量削減による効果

パイロットプロジェクト候補地のある Kafr El Sheikh 県において、農村地区の排出負荷削減対策を実施した場合の水質についてごく大まかな予測を行った。

予測ではまず、農村部集落排水処理の普及や牛糞等の農業廃棄物の堆肥化施設の整備普及が、長期計画の目標年となっている 2037 年までに以下のように進むと想定した。2015 年時点では農村部の家庭排水の 50%が処理され、家畜からの汚濁も現状の半分程度（排出量の 5%が流出）に削減されることとし、工業、都市部の家庭排水処理は現状のままとした。2020 年時点では、農村部の家庭排水処理を 100%、家畜からの汚濁も堆

肥化施設が完備し、排出量の1%が水路に流入するものとし、工業、都市部の家庭排水処理は現状のままとした。長期計画の目標年となっている2037年時点では都市部・農村部とも家庭排水処理は完備し、対策がわかっていない家畜からの汚濁は2020年と同様とした。また、農村部の集落排水や堆肥化施設の整備により排出負荷量はほぼ半分に削減されるものと想定した。その結果は以下に示すとおりである。



出典：調査結果を基に作成。

図2-4 Kafr El Sheikh 県での BOD 排出負荷量の推定経年変化

ついで、こうした負荷の削減が水質にどの程度影響するか検討した。検討では既存の水質モニタリング地点のうち、Kafr El Sheikh 県に流入する排水路の上流部地点、最下流部地点の現況水質、流量データを用い、上記 Kafr El Sheikh 県内からの負荷量を加えた負荷量収支を計算し、最下流部に到達する負荷量を流量で割ることにより水質値を求めた。計算の結果、2010年の現況で Kafr El Sheikh 県内に流入する負荷量は2万7,000 t/年 + α (α = 流量不明な水路からの負荷量) と見込まれ、一方、最下流からの流下負荷量は7万4,000 t/年であった。Kafr El Sheikh 県内からの BOD の総排出量は約5万2,000 mg/l であり、水路内での自浄作用による減少分は最低5,000 t/年と見込まれた。

将来の水質の算定をする場合、本来、自浄作用等による汚濁負荷量の減少割合を現況実測値から求め、予測に用いるが、エジプトにおける自浄作用に関しては情報がなく不明なため、今回は水路内での自浄作用は上流からの流入分の50%と仮定して計算した。その結果、下流端での水質は、現況の BOD 値は18.7 mg/l、2015年時点で12.1 mg/l、2020年時点（農村部での対策を100%実施した段階）で9.2 mg/lになると予測される。

(3) 灌漑期の簡易水質調査結果

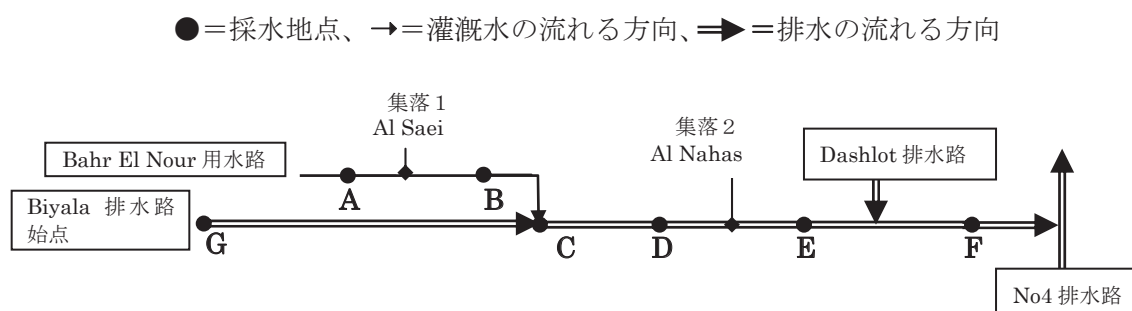
パイロットプロジェクト候補地点での簡易水質調査結果を以下に記載する。

1) 調査内容

簡易水質調査は、2009年の環境プログラム無償（水関連技術）準備調査で選定された9候補地点の用水路、排水路及びBahr El Nour地区で実施した。調査地に関しては付属資料4を参考にされたい。

水質調査項目に関しては、エジプト現地派遣前に①農業用水として使用、②一般的に問題となる河川の汚染物質、③2009年実施の環境プログラム無償（水関連技術）準備調査でCODとDOが改善すべき項目として指摘されたこと、の3点から、電気伝導度（Electrical Conductivity：EC）、全溶解物質（Total Dissolved Solid：TDS）、全窒素（total nitrogen：T-N）、全リン（total phosphorus：T-P）、DOとCODを検査するパラメータとして選択した。水温、EC、TDS⁸、DOは携帯式計測器⁹により、COD、T-P、T-Nは簡易テスト（バックテスト¹⁰）によって測定した。水質調査と同時に、各水路の幅、水深、採水時の流速をメジャー及び目測により計測した。

現地調査を行った6月は灌漑期であるが、水不足のため間断灌漑（4～6日通水、4～6日断水）が行われている。そのため、当該地点の用水路が断水となっている場合、同じ水路の上流部に移動し、断水となっていない同一の水路で採水し水質分析を行った。付属資料4に水試料採取地点を示す。また、Bahr El Nour地区を除く9候補地では、用水路と排水路で採水を実施した。Bahr El Nour地区では汚濁排出源（集落）と水質の関係を確認するため、用水路沿いに集落排水個所の上下流地点及び排水路の合流前後など計7地点（以下の模式図A～G）で採水し水質分析を行った。



出典：調査結果を基に作成。

図2-5 Bahr El Nour 地区採水地点模式図

2) 調査結果

中央デルタ下流域における9候補地点の採水・測定は2010年6月12と13日の2日にわたって実施し、Bahr El Nour地区は6月14日に現地の状況を確認しながら採水地点を選定し採水・測定を行った。調査団滞在期間中は晴天で、エジプトのナイル川流域全域において降雨はなかった。付属資料5に各候補地の地点1から9とBahr El Nour地区AからGの水質データを要約する。地点3と4は同一の用水路につながっているため水質は同じである。また地点3では用水の流量がなきに等しかったためデータを取っていない。

⁸ Hanna社、pH/EC/TDS/°Cテスター/HI 98129/Combo 1 (コンボ1)

⁹ 堀場製作所、HORIBA OM-51

¹⁰ 共立理化学研究所製造「バックテスト」

全体的に、用水路に比べると排水路において、COD、EC、TDS、T-N、T-P の濃度が高く、DO 濃度が低い。地点 1 に関してのみ、用水路において EC、TDS、pH、DO の濃度が高い。pH に関しては、全体的にアルカリ性側に寄っているが、法律 No. 48 第 65 条の再利用に関する基準である 7～8.5 はおおよそ満たしており問題はないといえる。DO に関しては、地点 4 と地点 9 の用水路ではともに、基準値以上の COD であるにもかかわらず、高気温・高塩分濃度環境下における飽和値に近い DO 濃度を示している。しかし、これは、2006/2007 年の DRI の観測においても、中央デルタの支線排水路で BOD 値が 18 mg/l の状態で DO 値が 6.07 mg/l という報告がされている実績があることから、特殊な値ではないといえる。こういった高い DO 濃度は、計測を行った日中（正午から午後 3 時）において、繁殖した藻や水生植物の光合成によって一時的に大量に水中に供給されたものによるとも考えられる。

土地改良庁¹¹（Executive Authority for Land Improvement Projects : EALIP）からの聞き取り及び受領した資料によると、MALR において農業利用の観点から考慮しなくてはならない物質は塩分濃度である。同省においては国連食糧農業機関（Food and Agriculture Organization of the United Nations : FAO）の灌漑水質基準を参考にしており、EC の値が 700 から 3,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ （= 3.0 dS/m）であると農作物に「ある程度の影響がある」で、700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ （= 0.7 dS/m）以下では「まったく影響がない」としている。今回の調査ではその塩分濃度の指標となる EC（すなわち TDS）は全体的に高い印象があるが、計 16 の調査地点で FAO 値を上回るのは、魚の養殖の盛んなデルタ下流の天然汽水域に位置する 3 番と 4 番のみであり、ほかの地点はすべて「やや影響がある」から「まったく影響ない」の範囲である。

EC は再利用水に関する基準項目には指定されていないが、EC と互換性のある TDS は 500 mg/l を上限と定められている。地点 2 から 9 に関しては、排水路の TDS と EC の値が用水路より、おおよそ 1.5 倍から 4 倍高い結果となっている。TDS に関しては、地点 2 と 5 から 9 の用水路、A（用水路）、C（排水路）、G（排水路）のみ基準を満たしている。特筆すべきは、地点 G の水質である。地点 G は Biyala 排水路の始点で当該採水地点は Biyala の町中にあり、採水時には、悪臭と固形ゴミがあふれていたにもかかわらず、ほかの地点に比べて水質は特段劣るわけでもない。

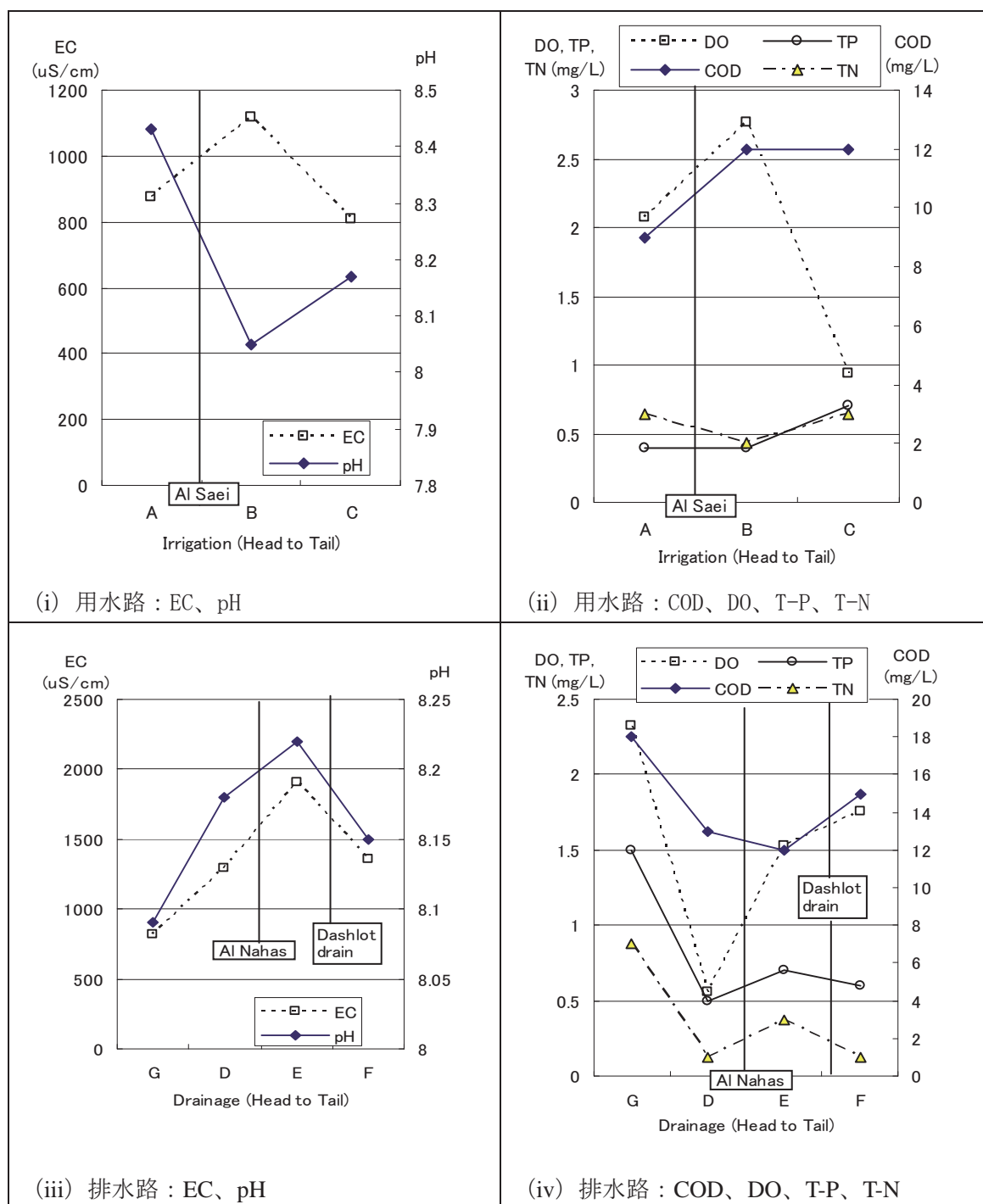
支線レベルでの用・排水路において、集落（汚染源）の影響を考察するために、以下の図に、Bahr El Nour 地区採水地の水質の変化を示す。Bahr El Nour 用水路の下流部分で地点 A と地点 B の間に Al Saei（戸数約 24 戸）の集落が位置する。この調査地周辺では、用水路脇には腐敗槽や洗濯や食器洗いのためのスタンドが設けてあった。また、生活雑排水を流すコミュニティまたは個人レベルの排水溝も排水路に直結していた。

Al Saei を通過した直後の地点 B では、COD、T-P、EC の濃度が上がっており、同時に DO も 2.07 mg/l から 2.77 mg/l に増えている。その後、DO と EC は激減し、用水路終点の地点 C ではそれぞれ 0.94 mg/l と 811 $\mu\text{S}/\text{cm}$ になっている。地点 B では pH と T-N は一度減少しているが、その後排水路の終点である地点 C では、COD、T-P とともに集落通過後より高い値になっている。

¹¹ MALR 傘下。

Al Saei 集落の影響としては生活排水の流入が考えられる。比較的汚濁レベルの低い生活排水の流入により排水路水の水質が希釈が起こり、T-N と pH の濃度が下がる可能性がある一方、腐敗槽の汚水や洗剤により、COD、EC と T-P が増加したとも考えられる（図 2-6 の (i) と (ii)）。

次に排水路についてであるが、Biyala 排水路の始点 G から終点 F の水質変化を図 2-6 の (iii) と (iv) に示す。



出典：調査結果データを基に作成。

図 2-6 Bahr El Nour 地区採水地の水質の変化

Al-Nahas（戸数約 51 戸）を通過するまでは、地点 G から D において、pH と EC は増加傾向にあり、COD、DO、T-P、T-N は減少傾向にある。これは、自浄作用によるものと考えられる。地点 E（Al-Nahas 通過後）では、EC は引き続き増加し pH はアルカリ度を増し、DO、T-P、T-N は減少から増加に変わり、COD は引き続き減少した。

その後、Dashlot 排水路が流入したあとの地点 F では、再度 DO、pH、T-P、T-N が減少したが、DO と COD は増加した。興味深いのは、Bahr El Nour 用水路も Biyala 排水路も集落を通過した後に DO が増加している、つまり水質が改善されている点である。

河川の環境保全の観点から通常モニタリングされる指標である T-N、T-P、DO 及び COD に関しては、次のような状況であった。T-P はすべての地点で基準値を下回っており問題はない。一方、すべての地点で、T-N はアンモニア態窒素（NH₄-N）としての T-N の値が再利用水基準値の 10 倍前後となっている。また、ほとんどの地点において、DO と COD は再利用水としての基準（法律 No. 48 の第 60 条、第 65 条）を満たしていない。しかしながら、これらのパラメータは MALR が適用する FAO 基準には含まれておらず、同省としては重要視していない。むしろ NH₄-N とリンは肥料として使われる化学物質であり、農業利用を目的とした再利用水から除去する必要はないと考えられる。COD に関しては、BOD 換算にして 1 日につき 150 kg-BOD/ha 以上を農地に散布する場合は、BOD を栄養源とする有酸素バクテリアの増殖と堆積によって土壌の気孔が詰まり、無酸素化を引き起こすおそれがあるため、考慮する必要が生じる¹²。

DO 濃度が低い一方で COD と T-N 値が基準値をやや上回る程度であるということは、炭素系有機物の有酸素分解で酸素が既に消費されており窒素系有機物の分解に必要なだけ（最低 DO 濃度 1 mg/l）が残っていないと推測できる。また、全体的にアルカリ寄りであるということは、有機物が有酸素分解されていない、もしくは、有酸素分解されているとしても pH が極端に下がるほど有機物質がもともと含まれていないとも考えられる。

2-1-3 再利用

(1) 排水再利用における水質基準¹³の遵守状況

再利用水と法律の関係について、EALIP の Mohamed Samir M.Abo Soliman 博士／局長、MWRI 水質課（Water Quality Unit : WQU）の Hussein El Gammal 博士、及び同省排水庁（Egyptian Public Authority for Drainage Projects : EPADP）計画部の Emed Mohamoud 技師への聞き取りによると、排水再利用における水質基準の遵守の現況は以下のような状況である。

1) 排水の水質基準

- a) 排水路の水を使うには、法的には排水をくみ上げた時点で法律 No. 48 第 65 条¹⁴に示す水質基準をすべて満たす必要があり、法を破るものは罰せられる。
- b) すべての水質パラメータは必ずしも毎回検査するものではないが、定期的にモニタ

¹² Metcalf and Eddy, Inc: “Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse” Third Ed, pp. 973, 1991

¹³ <http://www.mwri.gov.eg/en/legislation.htm>: MWRI のウェブページに灌漑と排水に関するすべての法が掲載されている。

¹⁴ <http://www.mwri.gov.eg/en/legislation%20-%20low48%20-%202%20-sec6%20-%20first.htm>

リングを行うとともに、必要があれば随時疑いのあるパラメータに関して検査する。

2) 灌漑用水の水質基準

- a) 用水路の水を灌漑に使うには、用水を汲み上げた時点で法律 No. 48 第 60 条¹⁵ に示す水質基準をすべて満たす必要がある。このなかで述べられている “liquid industrial waste” とは排水路に排出を許可されているすべての排水を意味している。
- b) MWRI には水の灌漑への再利用に関しては政策がありガイドラインもある¹⁶。
- c) 灌漑用水基準と再利用排水質規準は一致しない。MALR で一般的に使っている水質基準はある特定の農作物種に特定されるもので、農作物一般には第 60 条に示す水質基準を適用する。灌漑には灌漑水質基準を適用し、農作物別水質に関しては法律 No. 12 などを参照する。
- d) MALR としては、排水水質基準は環境省や保健省とともに折衷解決案をとる。基準を超えていても、使用できる水の種類に選択の余地がない農民には柔軟に対応している。

3) 法律 No. 48 の運用状況

- a) 排水庁は支線排水路からポンプ・アップし、用水路で混ぜてから灌漑用水として利用している。用水路と混ざった排水路は灌漑に使えるという前提である。水質は WQU がモニタリングしている。
- b) 排水の灌漑再利用には MWRI の許可が必要である。しかし、灌漑用水 (“fresh water”) の絶対量の不足している場所では、政府として代替の水が確保できない場合は、第 65 条の基準を満たしていなくても、その排水の灌漑利用を黙認している。
- c) 排水をそのまま灌漑用水には使うのは違法である。しかし、現在ナイルデルタ下流では政府が農業用水の量の確保が十分にできていないため、違法な排水の直接利用を黙認しているが、取り締まるケースもある。違法な取水ポンプの撤去と取水口の埋め戻しとその工事費の負担などを罰則として科している例はある。
- d) 取り締まりは、水不足の少ない南（上流）で多く、下流の水不足の地域では少ない（つまり、見逃している）。
- e) 違法な排水路への排水には 100 ～ 500 エジプトポンド¹⁷ (EL) の罰金を科す。
- f) 違反者を摘発するかしないかは灌漑区 (District) の灌漑技術者 (Irrigation Engineer) 次第である。灌漑技術者がテクニカルレポートを作成し、違反者を警察に通報する。違反行為の発覚は、主に、住民からの通報や灌漑技術者がたまたま見つけた際などで、積極的に違反行為の摘発を行っているわけではない。
- g) 過去に運転中止となった排水リフトポンプ 8 基に関しては、設置時点では水質基準を満たすものであった。再利用水利用者からの苦情申し立てによって保健省が水質検査を行い、その結果ポンプ中止に至った。

¹⁵ 脚注 14 に同じ。

¹⁶ DRI が「排水再利用に関するガイドライン」〔カナダ国際開発庁 (Canadian International Development Agency: CIDA) による支援〕を出しているが、正式な要請レターがなかったため内容の確認には至らなかった。

¹⁷ 1 エジプトポンド = 約 13 円 (2011 年 11 月)

h) 保健省による排水路の水質検査は、水質に問題があると市民から通報がある場合のみ実施される。一般には臭いや味が悪いいため検査依頼がある。保健省が実施した水質検査の結果は、MWRI に報告され、その水質の状況に応じて排水の再利用を中止または継続をする。

(2) 農業用水再利用に関する関連情報

1) 対象地域・面積¹⁸

調査対象地域はエジプト政府と本調査団との間で合意された Kafr El Sheikh 県全域である。Kafr El Sheikh 県の全面積は 3,748 km² で、2009 年の推定総人口は 273 万 9,477 人（うち、男 135 万 4,990 人、女 138 万 4,487 人）である。1997 年から 2008 年の年平均人口増加率は 1.7% で、1996 年から 2006 年の全国平均の人口増加率 2.02% より低い。エジプト総人口に占める割合は 3.6% で、県別では占める割合の高い方から 14 番目に位置する。人口密度は 7,309 人/km² である。エジプトの平均世帯員数は 2006 年センサスでは 4.3 人であるが、1 軒の家に親類が数家族居住しているため、農村部では 1 軒当たりの人口は 20 ～ 30 人にもなることが多い。

エジプトでは夏作と冬作以外に中間作（ナイル作）として作物栽培を行っているが、面積的には夏・冬作よりはるかに少ない。5 月から 9 月頃が栽培時期である主な夏作物は水稲が 177 万フェダン¹⁹（74 万 3,400 ha）、メイズ 164 万 3,000 フェダン（69 万 60 ha）、野菜 97 万 9,000 フェダン（41 万 1,180 ha）及び綿花 31 万 3,000 フェダン（13 万 1,460 ha）である。冬作は麦 292 万フェダン（122 万 6,400 ha）、ベルシーム 203 万 9,000 フェダン（85 万 6,380 ha）、及び野菜が 69 万 3,000 フェダン（29 万 1,060 ha）である。冬作のベルシームは家畜の飼料として栽培されているが、近年の農業機械の普及により需要が減り、それに伴って栽培面積が減少している。しかし、農家では依然として農耕用にウシとスイギュウを庭先で飼育しており、これらの飼料確保は今後も必要と思われる。ロバやウマは、地方では現在でも重要な運搬手段として使用されており、都市でも見かけるものの、15 年前と比較すると頭数はかなり減ってきており、トラクターや自動車といった他の運搬手段に取って代わられている。

Kafr El Sheikh 県の年間灌漑用水供給量は 2000 年の 3,120.6 MCM²⁰、2007 年には 3,606.8 MCM で大幅には増加していない。経年変化をみると 2005 年には 2,690.1 MCM と落ち込んでいる。この年は全国的に渇水であり、全国の灌漑用水の給水量も 2000 年の 3 万 4,678.3 MCM から 2005 年には 2 万 9,774.9 MCM に落ち込んでいる。

2) 必要水量と再利用量

灌漑地区の必要水量と供給量から灌漑用水の不足状況をシミュレーションし、再利用量を推定した。

a) 水収支シミュレーションの目的

現地調査での農民へのインタビューでは、多くの農民が夏期の水稲栽培時に水不足

¹⁸ この節で使用されている数字は Statistical Year Book 2009 より引用。

¹⁹ 1 フェダン = 約 4,200 m²

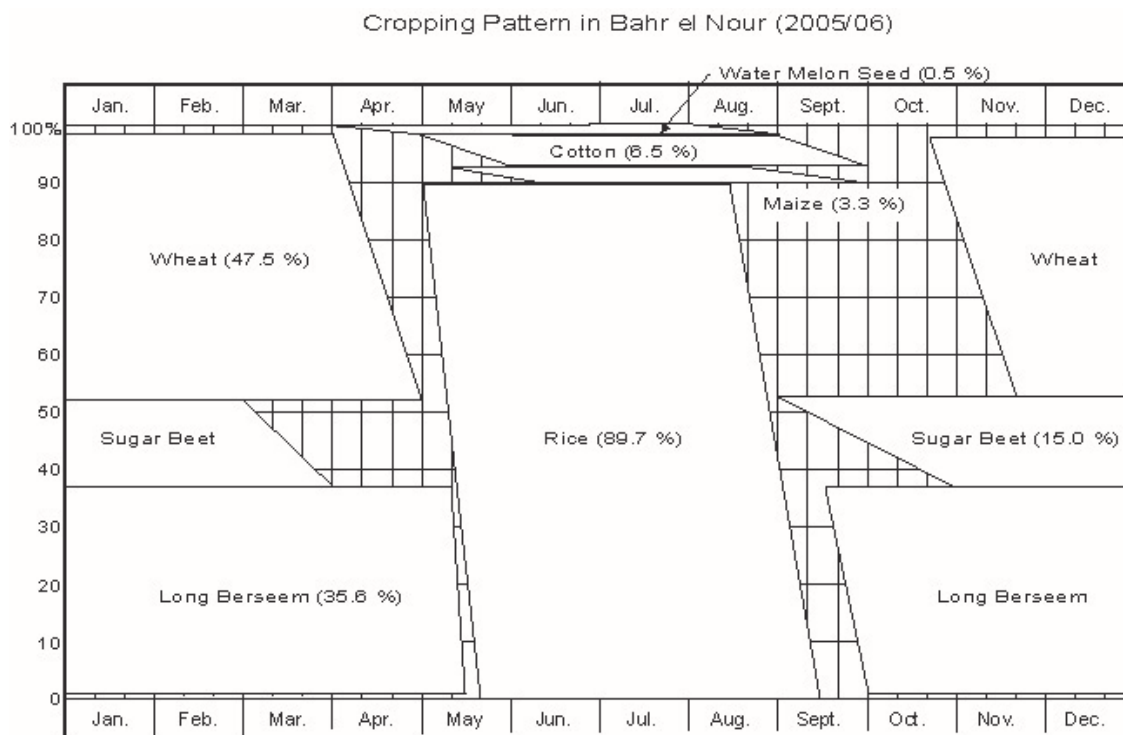
²⁰ MCM (Million Cubic Meter) = 百万 m³

を訴えている。その原因が水路の構造によるものか、あるいは水配分に原因があるのかを、パイロットプロジェクト候補地の9カ所の支線用水路掛かりの灌漑面積を対象に、水収支シミュレーションで解析を行った。

b) 基礎諸元

水収支に使用した基礎諸元は以下のとおりである。

- ・灌漑面積：MWRI Kafr El Sheikh 県灌漑事務所からの資料に基づく。詳細地形図が使用可能であれば、地形図上で灌漑面積を確認する必要がある。
- ・単位用水量：MWRI から入手した地域別、作物別、半月別単位用水量のうちの、西デルタ地域の2009年版を使用した。この値はCROPWAT 8²¹などで検証する必要がある。
- ・作付け体系：水路ごとの栽培面積資料がないため、便宜的にBahr El Nour 地区で調査された2005/06年の資料(図2-7)を使用した。今後は、灌漑地区内の実栽培面積及び栽培実績に基づいて、作付け体系を作成する必要がある。



Source: WMIP 2 office

出典：JICA「水管理改善プロジェクトII (Water Management Improvement Project II : WMIP2) プロジェクト作成。

図2-7 Bahr El Nour 地区作付け体系

- ・灌漑効率：0.66 [JICA「エジプト国中央デルタ農村地域水環境改善計画調査報告書」(1998-1999年)より。]を採用。MWRI計画局での情報では、エジプトでは水路形態や計算地点に応じて0.62～0.70までの値を採用している。

²¹ CROPWATは、FAOによって開発された作物の灌漑需要水量の計算に用いられる灌漑モデルのコンピュータプログラム。CROPWAT 8はその最新バージョン。

- ・支線用水路の半月毎の取水量：MWRI Kafr El Sheikh 県灌漑事務所では支線用水路の流量観測を実施していない。取水量の調整は取水ゲートの開度とゲート上・下流の水位で長年の経験から取水量を調整している。したがって、支線用水路ごとの、また支線用水路の必要地点毎の流量観測データはない。このシミュレーションでは、基幹用水路の取水量（実測値）から、灌漑面積全域に平等に用水量が分配されると仮定して灌漑面積の比例配分で各支線用水路の取水量を計算した。今後は実流量にてこのシミュレーションを行う必要がある。
- ・用水系統図：用水系統図は MWRI Kafr El Sheikh 県灌漑事務所からの聞き取りデータに基づき図 2-8 に作成した。この図で使用した記号の意味は以下のとおりである。

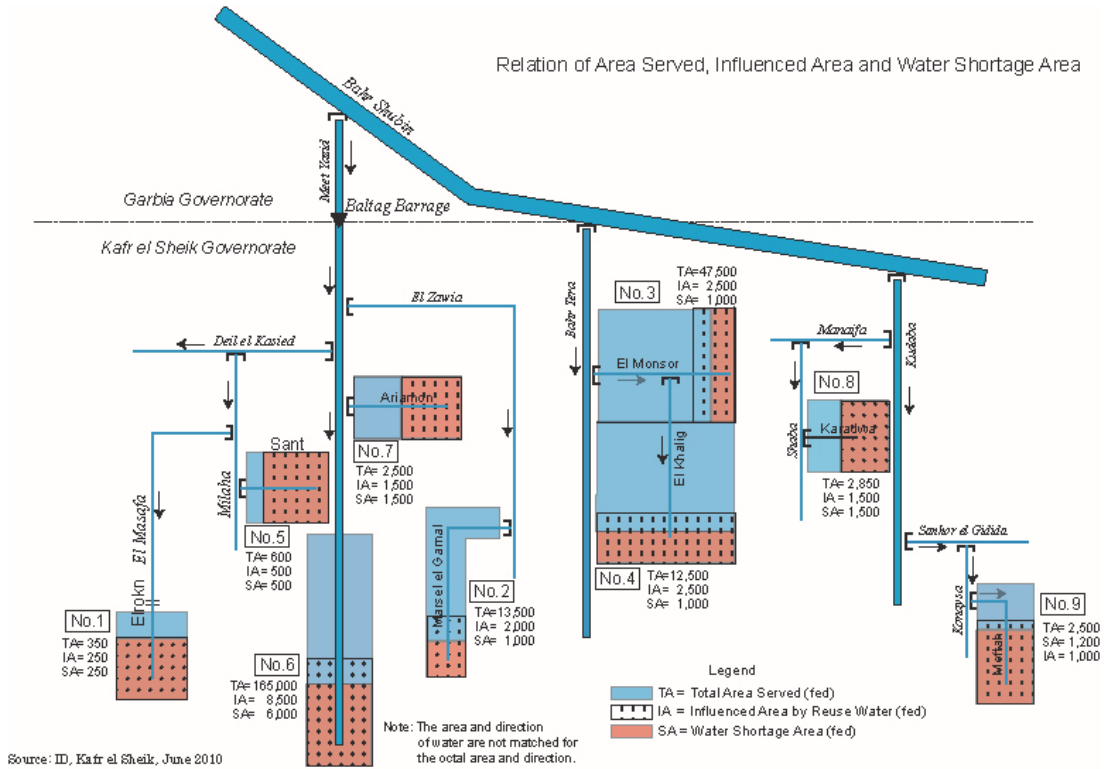
TA = 支線用水路の総灌漑面積（単位：フェダン）

IA = 排水再利用ポンプより補水した場合の間接的に影響を受ける面積（単位：フェダン）。デルタ地域は地形勾配が平坦であるので、用水路の縦断勾配も非常に緩やかになっている。したがって、支線用水路に補水すれば、その上流にまで補水の影響があることから、この面積を MWRI Kafr El Sheikh 県灌漑事務所からの聞き取り情報で採用した。

SA = 灌漑用水不足地域の面積（単位：フェダン）。MWRI Kafr El Sheikh 県灌漑事務所からの聞き取り情報で採用した。今後、本体調査実施の際には、地形図上と現地での聞き取り情報、現地調査で確認する必要がある。

以上の多くの仮定に基づいた水収支シミュレーションであるが、その地域の概略の水不足の原因の推定に使用できると判断した。本体調査を実施する場合には、上記資料を現地調査で確認し、より精度を上げる必要がある。各諸元の数値は表 2-4 にまとめられている。

Relation of Area Served, Influenced Area and Water Shortage Area



Source: ID, Kafr el Sheikh, June 2010

出典：調査結果に基づき作成。

図 2-8 Kafr El Sheikh 県パイロットプロジェクト候補地用水系統図

表 2-4 調査結果数値

Water Balance Simulation
No. 9 Karadwa Branch Canal (A = 2,850 fed)

Month	April		May		June		July		August		September	
	1 to 15	16 to 30	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 30	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 30
Half Month	1 to 15	16 to 30	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 30	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 30
days	15	15	15	16	15	15	15	16	15	16	15	15
GWR (m ³ /feddan/day)	0.88	1.12	3.95	31.18	63.44	59.38	52.5	49.89	52.15	45.7	37.39	16.68
Area Served (feddan)	2,850											
GWR (m ³ /half month)	37,620	47,880	168,863	1,421,808	2,712,060	2,538,495	2,244,375	2,274,984	2,229,413	2,083,920	1,598,423	713,070
Inflow (m ³ /fed/half month)	906,450	906,450	1,361,806	1,452,594	1,689,200	1,689,200	1,495,700	1,495,700	1,300,600	1,300,600	840,450	840,450
Balance	868,830	858,570	1,192,944	30,786	-1,022,860	-849,295	-748,675	-779,284	-928,813	-783,320	-757,973	127,380
Water Deficit Ratio (%)	0	0	0	0	-37.7	-33.5	-33.4	-34.3	-41.7	-37.6	-47.4	

Water Balance Simulation
No. 7 Ariamor Branch Canal (A = 2,500 fed)

Month	April		May		June		July		August		September	
	1 to 15	16 to 30	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 30	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 30
Half Month	1 to 15	16 to 30	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 30	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 30
days	15	15	15	16	15	15	15	16	15	16	15	15
GWR (m ³ /feddan/day)	0.88	1.12	3.95	31.18	63.44	59.38	52.5	49.89	52.15	45.7	37.39	16.68
Area Served (feddan)	2,500											
GWR (m ³ /half month)	33,000	42,000	148,125	1,247,200	2,379,000	2,226,750	1,968,750	1,995,600	1,955,625	1,828,000	1,402,125	625,500
Inflow (m ³ /fed/half month)	470,750	571,650	462,726	965,832	1,356,400	1,403,500	1,356,774	1,258,219	640,161	741,419	553,000	485,000
Balance	437,750	529,650	314,601	-281,368	-1,022,600	-823,250	-611,976	-737,381	-1,315,464	-1,086,581	-849,125	-140,500
Water Deficit Ratio (%)	0	0	0	-22.6	-43.0	-37.0	-31.1	-37.0	-67.3	-59.4	-60.6	-22.5

Water Balance Simulation
No. 3 El Monsor Branch Canal (A = 47,500 feddan)

Month	April		May		June		July		August		September	
	1 to 15	16 to 30	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 30	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 30
Half Month	1 to 15	16 to 30	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 30	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 31	1 to 15	16 to 30
days	15	15	15	16	15	15	15	16	15	16	15	15
GWR (m ³ /feddan/day)	0.88	1.12	3.95	31.18	63.44	59.38	52.5	49.89	52.15	45.7	37.39	16.68
Area Served (feddan)	47,500											
GWR (m ³ /half month)	627,000	798,000	2,814,375	23,696,800	45,201,000	42,308,250	37,406,250	37,916,400	37,156,875	34,732,000	26,640,375	11,884,500
Inflow (m ³ /fed/half month)	18,289,900	18,289,900	29,561,855	31,532,645	34,259,400	34,259,400	32,138,371	34,280,929	26,852,081	28,642,219	19,997,500	19,997,500
Balance	17,662,900	17,491,900	26,747,480	7,835,845	-10,941,600	-8,048,850	-5,267,879	-3,635,471	-10,304,794	-6,089,781	-6,642,875	8,113,000
Water Deficit Ratio (%)	0	0	0	0	-24.2	-19.0	-14.1	-9.6	-27.7	-17.5	-24.9	0

c) 概略水収支シミュレーションの結果

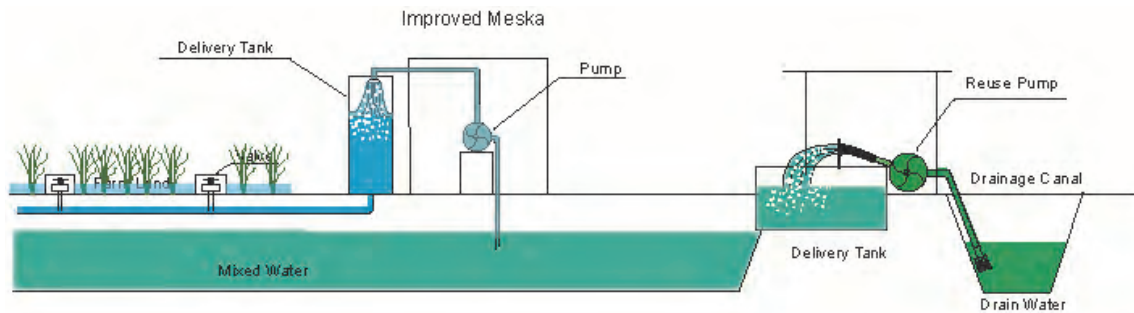
以上の諸元を基に各支線用水路の水収支シミュレーションを行った結果、各支線用水路ともに用水不足は5月後半から6月前半に発生し、水稻の収穫が始まる9月の後半まで続く結果となった。この結果は、受益面積内の農民への聞き取り情報、再利用ポンプの運転実績にも合致している。しかし、上記のようにシミュレーションに用いた基礎諸元には仮定数値を用いているので、不足率は目安の数値として取り扱うべき精度しかないことを付記しておく。

なお、エジプトの地中海沿岸地域では、降雨が年間 250 mm 程度観測される地域もあるが、主に冬期に記録されているので、この水収支シミュレーションではこれを反映させていない。通年の水収支シミュレーションには、この降雨量の内の有効雨量分を水資源として反映させる必要がある。

この計算で判明したことは、基幹用水路である Bahr Tera 用水路の水不足が他に比較して大きいことが分かった。この用水路には Hamoul 大規模排水再利用ポンプがある理由もこの結果からうなずける。なお、上記水収支シミュレーションにはこの排水再利用量は反映させていない。つまり、上流ナイル水源のみでの水不足を検証するため、実水不足状態の検証は詳細基礎資料が入手可能な本体調査時に実施すべきものとする。

月ごとには、上述のように、6月前半にほぼ 30～40%の用水不足が発生し、農民が排水路から取水せざるを得ない状況が現れている。現地の聞き取り情報でも、水不足は6月から8月との情報を多く得ているので、期間的には現地情報と合致する。しかし、不足量については、現地聞き取り情報では確認が困難であるので検証できない。水稻栽培期間は常時水不足状態で、農民は水稻栽培時に排水路からの取水をせざるを得ない状態も現れている。しかし、この作付け体系は、政府の水稻など用水を多く必要とする作物の栽培制限政策を超えて栽培している可能性もあるので、水稻栽培面積を政府政策どおりに遵守すれば、水不足の状態は異なった結果が得られるであろう。

この結果から、現在水稻の作付けが行われている事象から判定し、不足量はすべて排水の再利用と判断できる。



Improved Meska



Reuse Pump Station

図 2 - 9 Conception of Reuse of Drain Water for Irrigation

3) 栽培営農計画

Kafr El Sheikh 県は古くから作物栽培の行われている 既存農地 (Old Lands) と近年 (約 20 年前から) 開拓された新規開発農地 (New Lands) があり、前者では、水の多消費作物である水稲栽培を農家所有面積の 50% 以下に制限している。一方、後者では土壌の塩分除去のため稲作栽培制限は厳しくなく、違法に栽培していても黙認されているケースもある。

夏作は、水稲、綿花、メイズが主な栽培作物で、水稲は 90% 近くにも上る。冬作では、飼料作物のベルシーム、麦、シュガービートが大きな栽培面積を占める。

4) 水利用料金

灌漑用水の水利用料金は徴収されておらず、農民がメスカ (3 次水路) から取水するポンプ運転経費が水利用料金に相当する。エジプトの幹・支線用水路の水位は、常に田面より低く保たれている。その理由としては、水位が高いと、農民が自由に取水することが可能となり、水管理が困難となること、地下水位を上げた状態では農地表面に塩類集積を起し、収量減や栽培不可能地の原因となることなどがいわれている。

エジプト政府が行う灌漑改善プロジェクト (Irrigation Improvement Project) などを実施された改良メスカ方式では、統合ポンプの費用はすべて農民組合に参加している組合員 (農民) 負担となっており、その費用は個々のポンプで取水するより安価である。

5) 維持管理関連

幹・支線用・排水路はすべて MWRI が水路の浚渫・雑草除去等の費用を負担している。近年、USAID 等の支援で、支線レベルに支線水路水利組合 (Branch Canal Water

Users' Association : BCWUA) が結成されており、支線用水路の通常の維持管理業務は BCWUA に委託されることになっている。しかし、調査時点では BCWUA の法的資格を与える法律の審議中であり、この法律が制定されれば、正式に BCWUA が MWRI からの維持管理作業委託を受けることが可能であると同時に、メスカレベルの水利組合 (Water Users Association : WUA)²² から維持管理費の徴収などの行為が可能となる。

水管理に関しては、Tanta にある MWRI の水配分局 (Water Distribution Department : WDD) がナイルデルタ全域の水管理業務を担当している。この下部組織として各県 (Governorate) に灌漑技術者がおり、県内の水配分の権限を委託されている。WDD は県単位に水配分量を決定し、主要な取水堰の流量調節を行っている。県の間は必要水量にて配分を決定している。しかし、県内については過去の経験から支線用水路ごとの分水量が決定されているが、その操作はゲート開度の指示のみで行われており、実際の流量把握は全く実施されていない。

排水路の維持管理作業 (浚渫や除草、雑物除去など) は各県事務所の排水庁が実施している。一般に、受益者 (農民) からの費用徴収は行われていない。暗渠排水も全域で導入されつつある。施設更新費用は (年 10 EL/ フェダン) 農民負担を農民に求めている。

6) 再利用施設等

MWRI は Kafr El Sheikh 県内に、計 26 カ所の排水再利用機場を建設し、稼働している。その排水再利用ポンプ場はほとんどが幹線排水路に設置され、近傍の支線用水路に加水している。調査時点では、排水路の水質悪化によりポンプ場の運転停止事例はない。

デルタ地域の農地は間断灌漑 (夏期は 4 日間断灌漑) が実施されており、支線用水路に灌漑用水がないときには、排水再利用ポンプの運転を休止するというルールは守られている。

a) 排水再利用機場の配置

Kafr El Sheikh 県内の排水再利用ポンプ場は東部地区 18 カ所、西部地区は 8 カ所の計 26 カ所設置されており、そのほとんどが用水不足時に排水路から水を揚水し、近傍の支線用水路に補水するシステムである。これらのポンプ場はナイルデルタの北部地区の用水路の末端部に多く配置されている。西部地区の 8 カ所のポンプ場のうち、1 カ所のポンプ場は能力が小さく、古いため現在運転停止となっている。したがって、Kafr El Sheikh 県内の現在稼働中の排水再利用ポンプは計 25 カ所となる。(再利用ポンプ場の規模一覧表と、排水再利用ポンプ場の一部の位置図は表 2-6、図 2-10 を参照。)

²² WUA には既に法的資格が与えられている。

b) ポンプ場の機能

デルタ地域のポンプ場の機能は3種類に大別される。第1の機能は農地余剰水を地区外に排水し、排水路内の水位を調節することである。第2の機能は排水の再利用（排水再利用ポンプ）である。第3の機能はナイル支流から用水を汲み上げること（揚水ポンプ場）で、ナイル支流沿いに配置されている。



排水位調節用のポンプ場はKafr El Sheikh県内では全7カ所あり、そのほとんどが排水路の下流地域に設置されている。幹線排水路では農地内の余剰水排水を対象とせず、排水路水位を一定に保つために稼働している。つまり、排水路の水位は、暗渠排水地区では暗渠（集水渠）の出口パイプの管底より10～20 cm以下に保つ規則になっている。ほとんど降雨がないこの地区では、降雨に起因する地表流出に伴うポンプ運転は必要なく、暗渠排水の機能を保持するために幹線排水路の水位は地表面よりかなり低く²³保持されている。支線排水路も同様の規則に従っており、暗渠排水口は現地で常に視認できる状態である。ちなみに、暗渠排水施工地区はナイルデルタ面積のほぼ100%をカバーしている。

c) 排水の再利用状況

EPADPの定める排水の希釈率は、真水1または2に対して、排水1の割合で混合して灌漑に使用することである。しかし、現地の視察結果や収集情報から判断すると、各再利用ポンプ場地点での水質検査²⁴は実施されておらず、希釈率はほとんど考慮せずに再利用ポンプ場を運転している。つまり、用水不足の状態によりポンプ運転が行われている。

現地で視察できたKafr El Sheikh西部地区の2カ所の排水再利用ポンプ場は、幹線排水路No. 8より排水を揚水後、近傍のMeet Yazid用水路に補水するポンプ場である。初めの現地視察時は、断水期のためポンプ運転は実施されていなかったが、後日の調査時点では運転されていた。幹線排水路No. 8にはこれ以外に2カ所、計4カ所の排水再利用ポンプ場が設置されている。うち1つはトタン葺きの塀で囲われた一見すると仮設ポンプ場のような状態のものもあった。最下流部のポンプ場の近傍に、私有の排水再利用ポンプ場も設置されていた。このポンプ場は真水との混合をおこなわず、直接用水路（メスカレベルのものと思われた）に補水していた。

ほかに視察したポンプ場はKafr El Sheikh県東部地区のAbu Khashaba排水路から揚水しているポンプ場2カ所である。この排水再利用ポンプ場は、補水する用水路が離れているため、約1 kmのメスカを経て用水路に補水している。

いずれのポンプ場も吐水は空中放水であり、日本のように吐水槽内の静水池に吐水管のヘッドを入れることはしていない²⁵。この構造を採用した理由のひとつは、吐水槽から支線用水路の間はほとんどがパイプやコンクリートボックスカルバートで接続

²³ 地表から1.8～1.9 m以下。

²⁴ 幹線排水路では定点観測として毎月水質検査を行っているが、これを希釈率に反映させていない。

²⁵ 日本では、吐出水圧を殺して静水にするために静水池に吐水管のヘッドを入れる。

しており、これらを通す間に静水にすることが可能なためと推定される。

d) 再利用ポンプ場の管理・運営

これらの排水再利用ポンプ場はすべて MWRI Kafr El Sheikh 県灌漑事務所が管理している。灌漑事務所は Kafr El Sheikh 県を東西 2 区分し、それぞれが別庁舎をもっている。この組織のなかには、機械部がありポンプ機器の運営・管理をおこなっている。各ポンプ場にはポンプの運転・保守・点検を行う「Mashaghel」と呼ばれる運転係員がおり、ポンプ場の横にある宿泊施設で寝泊まりしてポンプ運転を行っている。

ポンプ運転は水稻栽培に合わせて運転されているため、間断灌漑を採用している夏期には、用水通水期（on の期間）のみの運転である。運転の一例として、水稻の栽培期間の 4 月 5 日から 9 月 8 日の期間のうち、特に灌漑用水が不足する 5 月 25 日から 7 月 15 日の間ポンプを運転している。1 日の運転時間は、連続 24 時間のポンプ場もあれば 17 時間/日のポンプ場もあり、現地の用水の到達状況によりさまざまである。水稻の栽培初期に運転をするのは、この時期、他の水田でも用水が必要となり、用水需要がピークとなるためと思われる。

年間の運転時間は約 1,000 時間程度で、特に水稻の作付け時期に最も多くの運転時間を費やしている。運転指令は Kafr El Sheikh 県灌漑事務所から運転係である Mashaghel に携帯電話で指示を行っている。運転係の個別判断では運転できないシステムとなっている。

e) 再利用ポンプ場の構造・規模

ポンプ設置は 1992 年から始められた。1990 年代に建設されたポンプ場は 10 カ所で、残りの 14 カ所は 2000 年代に建設された。最近のポンプ場は、国産ポンプを使用しており、その形式は横軸渦巻きポンプである。駆動動力は、従来ディーゼル機関であったが、近年燃料費が高騰しているため、電動モーターに替わりつつある。電動駆動ポンプは 24 カ所のうち 6 カ所のみである。ポンプ能力は $1.0 \text{ m}^3/\text{秒}$ と $0.5 \text{ m}^3/\text{秒}$ の 2 種類を使用している。駆動力は 120 馬力 (Horse Power : HP) 程度で、総揚程は 6 m である。ポンプ口径は 500 ~ 900 mm であるが、最多は 700 mm である。ほとんどのポンプ場はポンプ機器を 1 セット据え付けてあるのみで、予備機はなく、故障時には運転休止にならざるを得ない状況である。古いポンプ機器は能力低下を起こしており、灌漑事務所はポンプ更新を望んでいる。また、駆動方式も電動駆動にしたいとの要望をもっている。

ポンプ場用地が取れない場合には、排水路上にポンプ場を張り出して建設してあるものもある。吸水管は吸水槽のものもあれば、直接排水路から吸水しているポンプ場もある。吸水管の周りには漂流物からポンプを守るためのスクリーンが設置されているが、仮設的な網を使用しているポンプ場もある。すべてのポンプは上屋で保護されているが、窓にガラスがなく、風塵がポンプ場に直接振り掛かる状態になっている。吸水側と吐き出し側の位置が一直線上にできない場合には、ポンプからの吐水管に角度を付けて用水路方向に合わせている。

ポンプ場が排水路沿いで用地確保ができない場合は、排水路内にポンプ場を建設しているケースもあるが、大体は排水路沿いの用地に建設されている。吸水槽は排水路ののり面用地に設置されている場合が多い。吸水槽にはゲートが設置されている場合

やない場合など、基準が定まっていないように思われた。スクリーンも付けてあるポンプ場が多いが、排水路内に更に仮設のような網のスクリーンを設置しているポンプ場もある。細かいゴミからポンプ機器を保護する目的である。

f) 再利用ポンプ場の受益面積

排水再利用ポンプ場の受益面積の明確な調査資料はなく、地元の要望と現地調査に基づいてポンプ能力を決定している。水不足地域は年により異なり、上流の用水の到達状況によっても異なるため、実受益面積の把握は困難であるのが理由として考えられる。揚水不足面積の大小によってポンプ能力を決定しているが、ほとんどのポンプ機器は $1.0 \text{ m}^3/\text{秒}$ の能力をもっている。しかし、経年により、その能力は古いポンプ場では 60～70% に下落しているとのことであった。用水不足地域がある程度拡大し、農民からの灌漑水供給の要望が頻繁に起こる状態になると、排水再利用ポンプ場の設置を決定しているようで、再利用ポンプ場の設置基準などはない。すなわち、ポンプ機器の能力・台数は、用水不足地域の面積把握に従って必要再利用量を算定したうえで決定しているのではない。

排水路の流量は、計画段階で調査し、ポンプ能力に反映させている。水質調査を行っておらず、希釈率も考慮されていないが、ポンプ運転は灌漑水路内に用水があるときのみ運転しているため、希釈をある程度考慮した運転システムを採用していることになる。

g) ポンプ場の建設

ポンプ場の新規建設は、すべて請負方式を採用している。灌漑事務所が現地で設置場所の調査を実施し、設計・積算を行い、新聞公告等で入札公告する。入札後は建設会社が施工を行い、灌漑事務所が施工管理を行う。一般に、標準工期は小規模工事の場合 6 カ月間とのことであるが、設計・入札、業者選定に約 3～6 カ月必要である。このほかに、ポンプ場の小規模な補修工事は、灌漑庁が直営で実施している。

h) 建設用地

この国の用・排水路は小規模水路で、水路の中心から両岸方向に 5 m の政府用地が確保されている。大規模な水路ではその幅が 40 m にもなる。政府の水路用地内では農民が耕作しているが、法律上は違法耕作状態であるが黙認されている。しかし、一度工事が決定するとその旨を農民（耕作者）に通知し、現在栽培されている作物の収穫後に建設工事を始めるため、建設に対する苦情はない。用水路と排水路の交差点は円形状に用地確保されており、排水再利用ポンプの建設にはほとんど用地問題を発生させない。したがって、作物・用地補償費は払われない。農民はこれらの土地権利関係を十分認識しており、建設開始時には作物栽培は行われていない状態になる。しかし、上記の用地外に施設を計画設置する場合は、相当の価格補償費を支払うが、今までこのようなケースはほとんどないとのことである。

i) 建設費

電動ポンプの建設費は大まかに次の表 2-5 のようになっている（現在価格：単位 1,000 EL）。下記表はあくまでも標準工事費であり、実際の積算に関しては実施設計・積算を経て決定すべきである。この費用には設計・積算・入札図書の作成、施工管理費は入っていない。設計・積算・入札図書の作成費用は大まかに工事費の 10～15%

程度であるが、直営作業のため正確な資料はない。

表 2-5 電動ポンプの建設費（標準工事費）

（単位 1,000EL）

ポンプ規模	ポンプ機器	付属品類	土木・建築工事	計
1.0m ³ /秒	500	500	500	1,500
0.5m ³ /秒	300	300	500	1,100

出典：Kafr El Sheikh 県灌漑庁、東地区担当部署より。2010年6月

j) 灌漑地区の栽培作物

灌漑地区の主要作物は、夏期はほとんど水稻を栽培しており、その他の作物はごくわずかである。詳細情報として、JICAの技術協力が行われている Bahr El Nour 地区の 2005/06 年の作付け体系では夏期の水稲栽培は全耕作面積の約 90%を占めている。現地踏査の状況から判断すると、この作付け体系は Kafr El Sheikh 県全体に適用可能のように判断できる。

k) 総再利用量の概算

ポンプの年間総揚水量は、ポンプの揚水能力と年間総運転時間及び、ポンプ効率から概算すると次のようになる。Kafr El Sheikh 県内には全 26 カ所のポンプ場があり、そのうち現在稼動しているポンプ場は 25 カ所。うち 3 カ所のポンプ能力がほぼ 0.5 m³/秒、ほかは約 1.0 m³/秒であり、ポンプ機器数は 25 機²⁶である。ポンプ効率を 0.7 と仮定すると、年間総揚水量は $(0.5 \times 3 + 1.0 \times 25) \times 1,000 \times 3,600 \times 0.7 = 6,678$ 万 m³ となる。水稻の総純用水量 4,355 m³/フェダン、灌漑効率を 0.66 と仮定すると、総粗用水量は 6,598 m³/フェダンとなる。この用水量の約 50%を排水量で賄うと仮定すると、排水利用量は 3,299 m³/フェダンとなる。この結果、排水再利用で灌漑している水稻面積は約 2 万 200 フェダン (= 約 8,500 ha) となる。

上記以外に、Kafr El Sheikh 東地区内には Hamoul 大規模排水再利用ポンプ場があり、Gharbia 排水路の水を基幹灌漑用水路である Bahr Tera 用水路に補水している。このポンプ場は 30 年以上前に建設され、ポンプの公称能力は 10 m³/秒/機で、計 3 台設置されている。うち 1 台は予備機で、常時は 1 台運転で、2 台運転は年間で 30 日程度である。モーター駆動である。1 日当たりの運転時間は 12 ~ 16 時間で、年間 200 日稼動させている。ポンプ効率は経年により 0.6 程度と推定されている。この状態での年間総揚水量は $(1 \text{ 台} \times 170 \text{ 日} + 30 \text{ 日} \times 2 \text{ 台}) \times 10 \text{ m}^3/\text{秒} \times 3600 \text{ 秒} \times 14 \text{ 時間} \times 0.6 = 6,960$ 万 m³ となる。これに上記の水稻の総粗用水量を用いると、 $6,960 \text{ 万 m}^3 / 3,299 \text{ m}^3/\text{フェダン} = 2 \text{ 万 } 1,100 \text{ フェダン}$ (= 約 8,850 ha) となる。

次ページ以降に調査した 4 カ所の排水ポンプ場の現場写真、見取り図、諸元などをまとめた。

²⁶ 1 ポンプ場内に 2 機以上のポンプ機器を備えているポンプ場が 2 カ所ある。

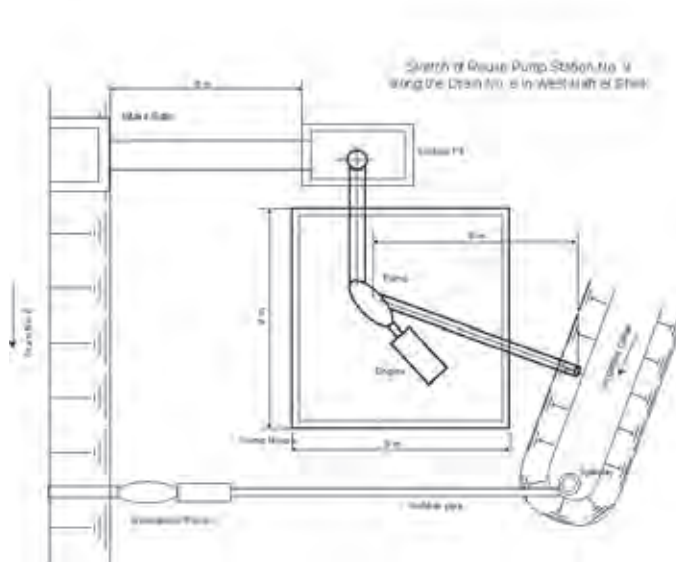
Outline of Existing Reuse Pump Station

Name of Pump Station	Nesk Pump Station (No. 3)
Location (District)	Sidi Salem
Name of Drain and KM	Masraf (Drain) No. 8
Name of Irrigation Canal and KM	Mesk canal (at end point) 6 km from BP
Pump Maker	England
Product Year	2003
Pump Capacity (m ³ /sec)	1.0 m ³ /sec
Power (HP or PS) and Type (diesel or etc.)	120 HP (Diesel)
Annual Operation Hours (hr)	15 hr/day x 100 days = 1,500 hr/year
Pipe Diameter (Suction) in mm	700 mm
Annual Amount of Lifted Water (m ³ /year)	3.78 million m ³ /year ²⁷
Pipe Diameter (Delivery) in mm	700 mm
Size of Delivery Tank (width) in m	Direct discharge to canal
- do – (length) in m	
- do – (depth) in m	
- do – capacity in m ³	

Photo



Sketch of Pump Station



²⁷ Assumed efficiency of 0.7 is adopted.

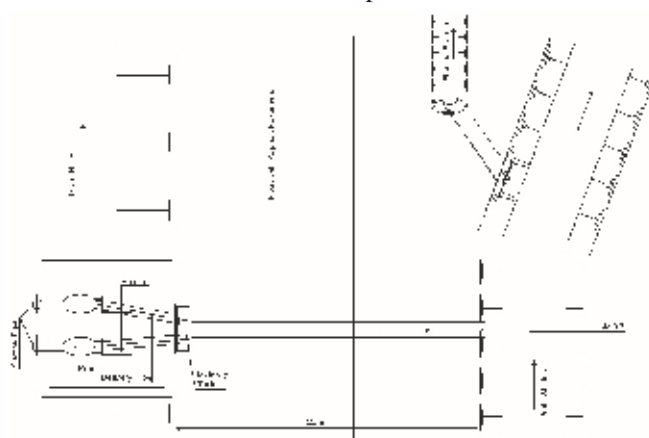
Outline of Existing Reuse Pump Station

Name of Pump Station	Shalma Station (No. 6)
Location (District)	Sidi Salem
Name of Drain and KM	Masraf (Drain) No. 8
Name of Irrigation Canal and KM	Shalma canal at 8.7 km point from BP
Pump Maker	England
Product Year	2003
Pump Capacity (m ³ /sec)	1.0 m ³ /sec x 2 units
Power (HP or PS) and Type (diesel or etc.)	120 HP (Diesel)
Annual Operation Hours (hr)	1,080 hr/year per unit
Pipe Diameter (Suction) in mm	800 mm
Annual Amount of Lifted Water (m ³ /year)	5.44 million m ³ ²⁸
Pipe Diameter (Delivery) in mm	800 mm
Size of Delivery Tank (width) in m	2.5 m
- do – (length) in m	5.5 m
- do – (depth) in m	2.5 m (1.0m actual depth)
- do – capacity in m ³	13.75 m ³ (actual) (34.4 m ³ in gross)

Photo



Sketch of Pump Station



²⁸ Assumed efficiency of 0.7 is adopted. The amount is for two units.

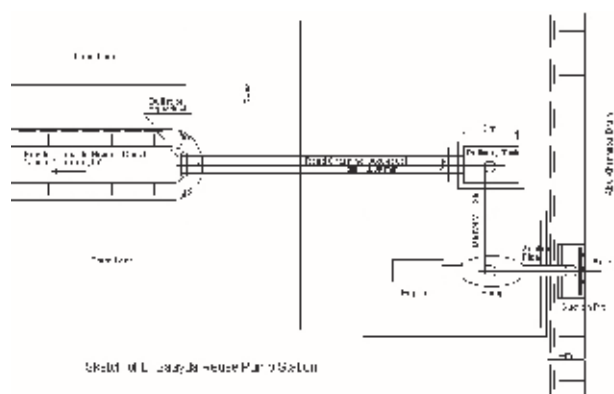
Outline of Existing Reuse Pump Station

Name of Pump Station	El Saayda Pump Station (No. 8)
Location (District)	Handaset el Ryad
Name of Drain and KM	Abu Khashaba (KM 2.0)
Name of Irrigation Canal and KM	Besis (KM 17.4)
Pump Maker	n.a
Product Year	2006
Pump Capacity (m ³ /sec)	0.96 m ³ /sec
Power (HP or PS) and Type (diesel or etc.)	121 HP (Diesel)
Annual Operation Hours (hr)	20 hr/day (900 hr/year)
Pipe Diameter (Suction) in mm	600 mm
Annual Amount of Lifted Water (m ³ /year)	2.18 million m ³ /year ²⁹
Pipe Diameter (Delivery) in mm	600 mm
Size of Delivery Tank (width) in m	2.0 m
- do – (length) in m	3.0 m
- do – (depth) in m	2.3 m
- do – capacity in m ³	13.8 m ³

Photo



Sketch of Pump Station



²⁹ Assumed efficiency of 0.7 is adopted.

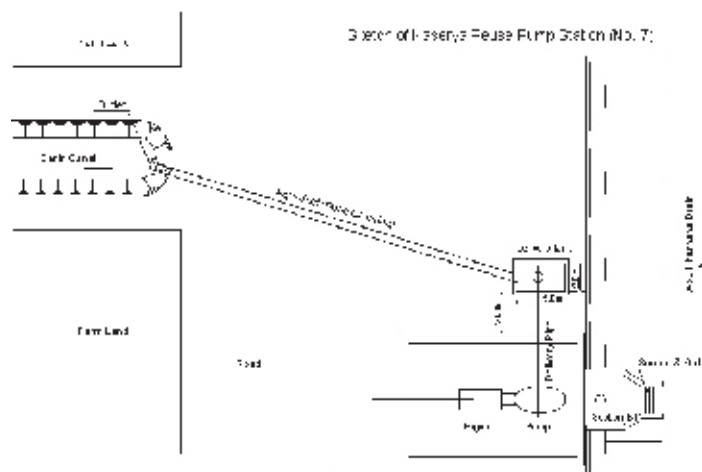
Outline of Existing Reuse Pump Station

Name of Pump Station	Naserya Pump Station (No. 7)
Location (District)	Nasrya
Name of Drain and KM	Abu Khashaba (17.6 KM)
Name of Irrigation Canal and KM	Besis (length =1 km)
Pump Maker	KSB
Product Year	1997
Pump Capacity (m ³ /sec)	1.0 m ³ /sec
Power (HP or PS) and Type (diesel or etc.)	120 HP (Diesel)
Annual Operation Hours (hr)	1,000 hr/year
Pipe Diameter (Suction) in mm	750 mm
Annual Amount of Lifted Water (m ³ /year)	2.52 million m ³ /year ³⁰
Pipe Diameter (Delivery) in mm	750 mm
Size of Delivery Tank (width) in m	5.0 m
- do – (length) in m	2.0 m
- do – (depth) in m	4.0 m
- do – capacity in m ³	40m ³

Photo



Sketch of Pump Station



³⁰ Assumed efficiency of 0.7 is adopted.

表2-6 再利用ポンプ場の規模一覧

Existing Reuse Pump Station in Kafr el Sheik Governorate

No.	Name of Station	Installation Year	Name of Irrigation Canal	Command Area of Irr. Canal (fed)	Name of Drain	Command Area of Drain (fed)	No. of Unit	Major Crop in Summer Season	Pump Capacity (m ³ /sec)	Pump Type	Pump Diameter (mm)	Driving System	HP or PS
{East Kafr el Sheik}													
1	Kom el Tiin	1997	Kom el Tiin	n.a	M. KM 7 Ayema	n.a	2	Rice	1.00	Vertical	750	Electric	120
2	Ashrya Ebshan	2007	Ebshan KM 11	n.a	Gharbya M.	n.a	1	Rice	0.50	Vertical	500	Electric	65
3	Bahr Bila	1992	Bahr Bila	n.a	Nemra 4	n.a	1	Rice	0.96	Vertical	600	Diesel	121
4	Sharfy	2007	Terora el Sharfa	n.a	Nemra 4	n.a	1	Rice	1.00	Vertical	700	Diesel	120
5	Abu Mostafa	2003	Abu Mostafa KM 14	n.a	Masraf 7 KM 1	n.a	1	Rice	1.0	Vertical	750	Diesel	120
6	Wazaria	2003	Basis KM 17	n.a	M. abu Khahaba KM 2.2	n.a	1	Rice	0.96	Vertical	600	Diesel	121
7	Naseria	1997	Basis KM 17.2	n.a	M. abu Khahaba KM 1.2	n.a	1	Rice	1.0	Vertical	750	Diesel	120
8	Saayda	2006	Basis KM 17.4	n.a	M. abu Khahaba KM 2.0	n.a	1	Rice	0.96	Vertical	600	Diesel	121
9	Gmeza	1994	Gmiza	n.a	M. Gharbya	n.a	1	Rice	0.96	Vertical	600	Diesel	121
10	Meshreki	1997	Teret el Adma	n.a	M. Gharbya	n.a	1	Rice	1.0	Vertical	750	Diesel	120
11	Manawfa	1997	Teret el Adma	n.a	Gharbya	n.a	1	Rice	1.0	Vertical	700	Electric	120
12	Marbat	2007	Nhayet Teret el Mahbt	n.a	M. No. 7	n.a	1	Rice	1.0	Vertical	700	Electric	120
13	Farsh El Gnayn	1994	Sant	n.a	Farsh el Gnayen	n.a	1	Rice	0.96	Vertical	600	Diesel	121
14	Kom el Roz	1997	Kom el Roz el Koklima	n.a	Ghanabya	n.a	1	Rice	1.0	Vertical	750	Diesel	120
15	Al Gdyah	2008	Nhayet Tret el Gdyah	n.a	M. Naser	n.a	1	Rice	0.96	Vertical	600	Diesel	121
16	Khalig	2009	Khalig 15.8 Ayman	n.a	M. Abu Khashba	n.a	1	Rice	0.96	Vertical	600	Diesel	121
17	Rokn	2010	Rokn	n.a	Abu Khashba KM 1	n.a	1	Rice	0.5	Vertical	500	Diesel	65
18	Daramally	2010	Daramally	n.a	Farsh el Gnayen	n.a	3	Rice	1.0	Vertical	900/600	Electric	120
{West Kafr el Sheik}													
1	Sath	2006	Shalma	6,000	Drain No. 8	10,000	2	Rice	1.0	Vertical	700	Diesel	125
2	Domro	2006	El Mesk	1,850	Drain No. 8	10,000	1	Rice	1.0	Vertical	700	Diesel	125
3	El Misk	1993	Domro	500	Drain No. 8	10,000	1	Rice	1.0	Vertical	600	Diesel	120
4	A drega							Canceled due to small capacity					
5	Dil Royena						1	Rice					
6	Shalma	1994	El Satah	1,000	Bahr Nashort	15,400	1	Rice	1.0	Vertical	600	Diesel	120
7	El Hnawy	2006	El Hnawy	3,000	Bahr Nashort	15,400	1	Rice	1.0	Vertical	700	Electric	125
8	Yassef Afandy	2006	Yosef Afndy	3,000	Drain No. 10	16,300	1	Rice	1.0	Vertical	700	Diesel	125

Note: M. means "masraf" (= drainage canal), KM means Kilometer (distance from the beginning point).

Source: Irrigation Department of Kafr el Sheik Governorate



図 2 - 10 排水再利用ポンプ場の位置図 (一部)

(3) 農業用水の多目的利用

1) 調査対象範囲

農業用水の多目的利用を調査するため、Kafr El Sheikh 県内の農家を対象とし、農家の生活用水の利用状況及び家庭雑廃水の状況について農家をインタビューで対面調査した。Kafr El Sheikh 県は西地区と東地区に分かれており、用・排水管理もこの2地区で独立して行われている。地形的には両者にほとんど違いはなく、灌漑・排水状況にもあまり違いがない。灌漑は南部の Kafr El Sheikh 市街地から北部地中海に向かって多くの用・排水路が走り、その最末端には排水ポンプ場が農地余剰水を地中海や湖に排水している。

2) 調査対象農家

調査対象農家は、全 17 戸とし、主に幹線道路沿いの家の造りから平均的経済規模と思われる家を対象に無作為に抽出した。その結果、農業を営んでいない家も含まれる結果となったが、この地域の住民の生活用水、排水の傾向を調査するには、農業者以外の居住者を含める方が地域の傾向を把握するうえで適当であるため調査対象に含めた。17 戸は東地区 10 戸、西地区にそれぞれ 7 戸であった。東地区は当初 10 戸を調査目的数としたが、時間的制約により 7 戸しか調査できなかった。

3) 調査日時と調査方法

調査は 2010 年 6 月 13 及び 14 日の 2 日間で実施した。調査はあらかじめ準備した質問票に沿って行い、各農家に対する質問内容の公平化を図った。調査項目は 9 項目からなり、①調査農家の位置、②農家規模、③年間農家所得、④主な職業、⑤排水の利用状況、⑥日常生活の用水源、⑦日常生活からの廃水の処理方法、⑧水路内の用水の清浄法への考え方、⑨排水利用組合への参加の意向、である。

調査は個別インタビュー方式を用い、農家を直接訪問しての（事前通知なし）、庭先でのインタビューである。ほとんどの人が英語を理解しないため、通訳（英語・アラビア語）を通じて回答を得た。回答者はほとんどが男性であった。女性（主に主婦）は取り次ぎ者で、回答する知識をもち合わせていないか、男性主導のため女性は回答を拒否するケースがほとんどであった。



4) 調査結果

① 農家規模

農家規模は平均 6 人程度であるが、親族が同居している場合が多く、1 軒の家に最

大 30 名が同居しているケースもあった。ほとんどの家では親族が同居し、多くの人が同居しているのが一般的である。家は多くが 3 階建てで、現場打ちコンクリート柱や梁に、壁をレンガで仕切る工法である。

② 年間の農家所得

年間所得についての最多回答は 5,000 EL であったが、最高で 19,200 EL と答えた家もあった。金銭（家計）に関しては、農家の主婦を含めた女性は家計収支の全体を把握しておらず、主にその家の家長と思われる男性がすべてを把握している状況であった。ただし、これがエジプトにおいて一般的な傾向であるか否かについては、他文献にて確認する必要がある。

③ 主な職業と営農状況

一家の家長の男性に職業を質問した。そのうち、8 名は役所職員、車の運転手や工場労働者と回答し、農家と回答したのは 8 名であった。これは調査対象を幹線道路沿いのとしたためと思われる。幹線道路より中に入った農村部では農家の割合が増えることが推測される。このなかに 2 軒の農業労働者（土地なし農民）が含まれた。

農家の経営面積は 0.5 ～ 5.0 フェダンであった。このうち夏期の稲作の作付面積は約 90% であり、残りの 10% では綿花、メイズや野菜を栽培している。

コメの収量は一般の統計値（約 4.0 ～ 4.5 t フェダン）より低く、1.8 ～ 3.0 t フェダンであった。その理由が灌漑用水の不足であるのか、あるいは良質でない排水利用のためかは判定不可能であった。今後の詳細調査で明らかにすることが必要である。



灌漑水路の末端に位置しているためか、主に夏期に水不足状態にある農家がほとんどであり、排水路より排水を直接取水している。排水の水質の良否に関する認識あるものの、水不足（上流からの灌漑用水が夏期には末端まで届いてない状況が多いと思われる）のため、また排水のほかに代替水源がないために、排水からの水を取水せざるを得ない状況である。

水不足の状況は農家の位置により異なり、末端の農家ほど水不足の状況が厳しいことがうかがわれた。1 軒の農家は全く水不足を感じていないと回答したが、その農地の位置は水路の上流部に位置していた。水不足は主に夏期に発生している。多くの農家が水稻を栽培しており、水不足は苗代の始まる 4 月から稲の最成長期である 8 月までと回答する農家が多い。水不足の発生頻度については、ほとんどが毎年と答えており、水源水量の検討とともに、水管理（配分）方式に改善の余地があろう。

排水の水質については、汚れていると認識している農家が全体の 3 分の 2 おり、全体として排水が汚染されているとの認識はある。

今回の調査は農家の水利用状況を主題にしているため、水管理（配分）問題については、後日の調査を待ちたい。

④ 日常生活の用水源

農家の日常生活に必要な生活用水の水源を質問したが、ほとんどの農家では上水道

が完備されており、飲料水、風呂（シャワー）、洗濯、食器などの洗浄やトイレの水については、上水道を利用しており、その利用代金は 10 EL/ 月程度であった。家畜の飲料水は近傍の用・排水路を利用しており、農産物を洗浄する農家はあまり多くないが、その水もやはり用水路の水を利用している。給水栓はほとんどの農家に設置されているが、上水道施設設置後に建設された家の 1 軒は、給水栓設置を役所に申請しているがまだ設置されず、隣家からのもらい水を利用していた。

上水道の使用料は従量制であり、月 8 ～ 30 EL と幅がある。しかし、近傍に用水路が通過している場合や、水路沿いの家は、主婦や子どもが水路の用水で洗濯、食器の洗浄を行っている風景を見かけることがある。近傍に用水があるかないかで、家庭用の用水の求め方が異なっているようである。30 EL には下水回収費用も含んでいる。

使用量は変化に富んでおり把握は困難だが、最も大きな用水使用量と思われる洗濯では、洗濯で使用しているアルミの桶（直径約 60 cm、深さ約 30 cm）から判断して、1 回の洗濯用水量は 56.5 l と推定され、すすぎを 2 回ほどと推定すると、全体で 1 回の洗濯に約 170 l の水を使用していると計算される。この廃水のほとんどは庭先に散水され、排水路への投棄は家が水路沿いの場合以外には、あまりないと感じられた。用水路で洗濯している場合は洗濯廃水もすべて用水路に流しているため、実使用量はゼロとなる。石けんを使用している場合は、石けんが汚染源のひとつになるであろう。



⑤ 日常生活の廃水の処理方法

炊事による廃水、風呂（シャワー）の廃水は近傍の排水路に捨てる家がほとんどであった。Kafr El Sheikh 市近傍の家はドイツ技術協力公社（Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit : GTZ）（当時）が事業を実施しており、用水・排水ともこの事業で設置された上水道や下水道を使用しているとの回答があった。その使用料は上・下水道合わせて月 10 EL である。1 軒の農家では家庭廃水は、家の庭に捨てるとの回答を得た。

農家の生活をみていると、洗濯廃水は多量でない場合、家の敷地内に散水している風景をよく見かける。蒸発が盛んなので、2 ～ 3 時間後には蒸発して消えるので日常生活には困らないと思われる。

トイレの廃水も未処理のまま排水路に捨てているケースがほとんどであり、今後の改善の必要がある。Kafr El Sheikh 市街地近郷の農家では浄化槽を設置しており、行政の回収車が月に 2 回ほど残渣を回収にくるが、その回収は不定期であるとのことであった。この回収残渣も、回収後、未処理で近傍の排水路へ廃棄しているとの情報を得ており、改善の必要があると思われる。

排水路に排水する家庭廃水は、インタビューした家のほとんどが、近傍の排水路に未処理のまま捨てるかと回答した。家から排水路までは塩ビ管を設置し、未処理で排水している。家畜の廃水も同じく未処理のまま排水路に排水している。

現地を調査中に、幹線排水路 No. 8 の下流水路左岸に廃棄物再処理場があり、域内

で回収した廃棄物をここで処理している。しかし、対岸の排水路沿いには未処理の廃棄物が堆積され、発火している箇所も見られた。

⑥ 水路内の水の清浄法への考え方

水路内の用水の汚染防止策を尋ねたが、明確な考えをもっている農家はなかった。単に排水路の水が汚濁されているという問題提起にとどまっているので、この点に関しては農民や地域住民に啓蒙活動が重要であると同時に、行政の農村部へのゴミ回収作業の拡大が望まれる。

⑦ 排水利用組合（仮称）への参加の意向

排水に対する問題意識が少ないため、有効な回答は得られなかった。そのため、現時点では参加の意向が示されなかった。今後の啓蒙活動が重要であろう。



(4) 灌漑水利組合の状況

エジプト国内の灌漑システムに関する水利組合は2種類ある。1つは支線用水路 (branch canal) 単位の用水路で支線水路水利組合 (BCWUA) と呼ばれ、もう1つはメスカレベルの水利組合 (WUA)³¹ である。前者については、現在、その権限についての法律が審議されているという。後者に対する法律は既に公布・施行され、改良メスカ単位の水利組合に適用されている。以下に上述の2種類の水利組合の状況を述べる。

1) BCWUA

Kafr El Sheikh 県内の水利組合を訪問し、インタビュー形式で現状を調査した。

水利組合名は Ariamon BCWUA で 2005 年に設立された。現在、管轄する受益面積は 3,100 フェダンである。組合は幹部役員 9 名で構成・運営されている。その内訳は、組合長 1 名、副長 1 名、経理担当 1 名、書記 1 名、その他理事 5 名である。この下部組織として各地区の世話役が 27 名いる。組合費は支線用水レベルの水利組合に関する法律が成立していないので徴収ができない。幹部役員は無報酬で、2005 年に政府補助として、組合に 1,800 EL が支給されたのみである。組合運営のために支出が必要な場合は、組合長のポケットマネーで賄われている。

組合加入者数は 2,100 名で、男性 1,800 名 (86%)、女性 300 名 (14%) である。組合規則は、書面にて所持している。

正式に組合運営費を収集できていないため正規の活動はしていない。法律整備後は、MWRI からの支線用水路の維持管理作業などの委託業務を得られることが予想されるが、現時点では活動費がなく、活動できない状態にある。現在は、メスカレベルの

³¹ エジプトにおけるメスカレベルの水利組合は、WUA と Water Users' Union (WUU) の 2 種類があり、前者は既存農地、後者は砂漠の開拓地において設立されている水利組合に使用される。

WUA（法的資格者）の水配分等に関する苦情を、MWRI Kafr El Sheikh 県事務所に取り次ぐ役割を担っているのみで、組合間の争いなどの仲裁も行っていない。組合の会合に出される飲食物の代金は理事長のポケットマネーで支払われている。組合会議は月1回のペースで開催しているが、参加者は幹部9名のみである。会議記録は書面にて記録されている。現在の水利組合の課題は水配分問題である。組合事務所には2階建ての建物があり、多くの職員がいた（訪問の事前通知を行っているためかもしれない）。

もうひとつの組合 El Mlaha & Its Branch BCWUA は2004年に設立されたが、上述の組合と同じく、支線用水路レベルの水利組合に関する法律が未整備なため、まだ活動を行っていない。この組合受益面積は5カ村に及び、10,000 フェダンを超える。このなかに Santa 用水路が含まれている。13名の無報酬役員で構成されている。この水利組合は占有建物もなく、組合長の家が水利組合の事務所となっている。組合規則は書面で保持している。

この組合では、以前68機の小型ポンプがあったが、うち60機が盗難に遭い、8機は故障している。農民は100～1,000 ELの運転、維持管理費を支払っているが、政府から何のサービスの提供もない。このBCWUA 支配下の支線用水路は Santa 支線用水路から取水する7本の支線用水路がある。主な支線用水路は Sika Canal (4 km)、Santa Canal (3.5 km)、Hasafa Canal (5 km)、Rokn Canal (2 km) である。灌漑は夏期の間断灌漑（5日間通水、7日間断水）に対して、冬期は24時間通水されている。夏期には5日間の灌漑後、7日間の断水期間の最後に、圃場内の貯留水をすべて排水する。そして灌漑期に新しい用水に切り替える。この理由として、田面貯留水は土壌塩分を吸収して塩分濃度が高くなり、水稻に減収や成長不良などの影響を与える。

支線用水路の取水は農民が決定している。水不足は6月と7月に多く発生しており、排水からの取水も、ほかに水源がないため仕方なく行っているとのことである。Santa 支線用水路のゴミ投棄について、上流の農民や居住者が生活ゴミを投棄しているのは認識しているものの、地方行政府のゴミ処理システムが機能していない現状では、ゴミ投棄中止を訴えても効果がない、との発言を得た。ゴミの処理については、年2回の水路浚渫を MWRI が行っているのみである。主要作物は水稻、綿花及びメイズである。水稻には200～300 kg/ フェダンの尿素を施用している。現在の課題は水不足であり、排水の再利用に起因する低収量を向上させるため、排水の水質改善を希望している。

以上の現状から、支線レベル水利組合法の法律整備後、水利組合に対する運営・管理に関するさまざまな支援も必要になるとと思われる。

2) WUA

- ・メスカレベルのWUAは、BCWUAの下に31あり、うち20は支線用水路から直接ポンプ用水し、残りの11は支線用水路から分岐された開水路メスカからポンプ揚水している。WUAの構成は、幹部役員5名で、組合長、副長、書記、経理担当及び役員各1名で、すべて無報酬である。役員は受益農民から法に基づき組合費の徴収ができる権限を与えられている。
- ・改良メスカの吐水槽の高さは地形条件や配水パイプ延長により異なり、2.5～5.5 mである。現在は間断灌漑を行っている（正確には、MWRIが強制的に間断灌漑システ

ムを適用しているため、それに従わざるを得ない状態である。)。間断灌漑は4日通水、7日断水である。しかし冬期には24時間通水になる。間断灌漑システムの決定はすべて上述の MWRI Kafr El Sheikh 県事務所が行っており、農民及び WUA には水配分の決定権は移管されていない。

- ・灌漑用水が不十分な4～6月(苗代、田植期にあたる)には、排水の他に代替水源がないため、排水路の水を使わざるを得ない。3,100 フェダンの面積すべてに排水路の水を利用している。
- ・WUA は農民から年間 60 EL を徴収し、用水ポンプの運営・維持・管理を行っている(なお、11のディーゼル油の価格は2010年6月現在、0.98 EL である)。組合費未納者はいないので、罰則を発動したことはないが、規定上、未払い者に対する罰則は「水配分の停止」という重い処分³²である。
- ・組合活動の一環として、草刈りを年2回行っている。支線水路の清掃には MWRI が必要経費を負担し、メスカは WUA がその必要経費を負担している。緊急時の費用は必要に応じて組合員から追加徴収する。緊急時とは、部品の破損や盗難などを指す。
- ・水に関するすべての問題は、上部組織である BCWUA を通じて、MWRI Kafr El Sheikh 県事務所に提訴して課題解決を図っている。WUA から直接 MWRI に提訴はしない。問題解決を図っているものの、依然として灌漑用水が不足しているため、排水から取水せざるを得ない状態である。
- ・水不足に関する課題は、以下の点にあるように思われるが今後の詳細検討が必要である。
- ・支線水路は24時間通水を前提に、断面等の水路諸元が設計されているので、間断灌漑による一時的な水量増加には対応できない。
- ・ナイルデルタ全域に暗渠排水網が張り巡らされており、鉛直浸透により減水深が増加しているように思われる(ほとんどの暗渠の排水路への出口からは排水が観察される)。非灌漑期でも暗渠の出口から流量が観測されていることから、暗渠の能力はほとんど低下していないようである。従来、暗渠がない時点と比較し、排水路に排水されている量は確実に減水深増加につながっていることが想定できる。単に地下水位の低下のみではなく、日本のように水閘を設け、水の必要な時期には地下水位を上げ、節水を図るのもひとつの方法として検討する必要がある。
- ・従来、揚水能力の低い畜力によるサキアによる揚水であったが、近年、小型可搬式ポンプ揚水に近代化された。その揚水能力が大きいことから、上流での取水は短時間で完了するが、その時間内には下流までは灌漑用水が到達しないか、あるいは計画用水量より少ない水量しか到達しないと考えられる。さらに間断灌漑の断水期間には、ほとんどの灌漑用水が水路内になくなるために、下流農民の不足感を増長している。夜間灌漑はほとんど行っていないようである。

以上の所見は今後の詳細調査で明らかにされるべき事項と思われる。

³² 降雨や代替水源のないエジプトでは、灌漑水停止は農民にとっては「死」を意味するほど重い処分である。

- ・施肥量は、水稲の場合、尿素 200 kg/ フェダンと Azat を 46 kg 施肥している。栽培体系は、夏作として水稲 50～70%、綿花 20%、トウモロコシ 10%、その他 20～0% である。
- ・現在の最も重要な課題は「水不足」であり、これを解消するための追加ポンプが必要であるとの発言があった。
- ・農民が使用している可搬式小型ポンプ一式は 2,000～3,000 EL である。
- ・末端の圃場レベルの水管理は、灌漑時はすべての畦畔からの流出は停止させる。所定量の灌水が得られたら灌漑停止する。用水が不足する場合は、近傍の排水路から排水を可搬式小型ポンプで補水している。農民は、現在、排水路内の水は営農に支障を来すほどは汚染されていないと思っている。また、WUA は水質試験機材を保持しておらず、過去にも水質試験を行ったことははないため、水質に関する知識の取得には興味を示していない。

(5) その他住民組織による水管理、営農改善などに係る取り組み

水利組合以外に水管理に関する取り組みを行っている法人組織としての住民組織はない。営農改善については MALR の普及員が営農指導を行っているが、排水利用に対する特別な指導は行われていない。特に窒素・リン養分を多く含んだ水を作物に与える場合は、減肥栽培を行う必要がある。しかし農民は排水に対する水質に無頓着で、従来からの習慣で用水の掛けひきを行っているようである。一般に窒素分が多い用水を灌水する場合、作物の徒長を引き起こし、倒伏や成長過多による収穫物の減収が予想されるため、排水利用の灌漑の場合は水質に十分配慮しなければならない。



1) 圃場レベルの水管理状況

圃場レベルでの水管理を農民から聞き取り調査した。

a) 開田水田の場合

排水路 Abu Khashaba 沿いの圃場は約 1 フェダンで、最近開墾した水田(20年以上前とのこと)である。

現在(夏期)は水稲を栽培している。この時期は、用水路からの灌漑用水自体が不十分なためか、あるいは末端まで届かないため、隣接の排水路からマルワ(小用水路)経由で灌漑している。水の最需要期のこの時期は2日ごとに排水路から小型可搬式ポンプで取水・灌漑している。灌漑時間は1フェダン当たり3時間程度で、マルワから取水している農民が燃料をもち寄



り、ポンプを運転している。マルワの灌漑農地所有者は親族がほとんどのため、ポンプ機器の使用料は徴収せず、燃料のみ利用者負担としている。他の農民がポンプを使用する場合は、別のポンプを使用する。

土壌塩分が高いため、圃場内の田面貯留水の塩分濃度が高くなるので、農民は経験的に10日に1回、水田内の貯留用水をかけ流しで入れ替えている。この調査圃場は灌漑水路の末端部に位置し、用水が十分に到達しないことや、土壌塩分が高いことから、水稻の収量は低く、稲の単位収量は2～2.5 t/フェダン程度である。上流の普通の水田では、3.0～5.0 t/フェダンの収量を上げている。

隣接の綿花畑は排水の水を使用しているが、土壌塩分除去用の灌漑は行わない（エジプトの綿花の品種は、耐塩生が高い品種を採用しているかもしれない）。

b) 通常水田の場合（2カ所の水田を調査）

幹線排水路 No. 8 沿いの再利用ポンプ No. 6 近辺に位置する通常の水田の畦畔を巡って圃場の状態を視察した。非灌漑日のためと、前灌水日から時間が経っているせいか、水田には水がなく、土壌表面にひび割れが発生していた。畦畔にはノッチ（排水口）が見られず、掛け流しの形跡はなかった。畦畔は全般に低く、10 cm 程度の高さしかなかったため、灌漑を少し多く行くと、畦畔から越水するような状態と推定される。一般に畦畔の造りがずさんで、畦塗りなどの作業も行っていない。水田には雑草が生えており、除草作業が必要と感じた。畦畔からの横浸透のためか、末端圃場排水路には水面が見えたが、流水状態ではなかった。灌漑期には畦畔からの横浸透が多くなり、圃場排水路には流水が観察されることが予想される。農民が圃場にいないため、十分な情報収集ができなかった

Kafr El Sheikh 大学の裏に隣接している水田（灌漑庁が所有しているとのこと）約 65 フェダンは 2010 年 6 月 28 日に代掻きを行っていた。隣接苗代では移植苗の準備を行っていた。この圃場は 4 区画に分割され、すべてで代掻き作業が行われていた。代掻きはウマの後ろに均平用の幅広の鋤のような農具を装着し、ウマに牽引させ、不陸部は人力で鋤を押しつけて表土を掻き均す作業である。

灌漑用水は Meet Yazid からポンプでメスカに揚水後、マルワに分水し、マルワから圃場へ灌漑している。各区画には 1 カ所の分水口（畦畔を切っているだけで、ゲート付きコンクリート構造物はない）から、圃場に自然流入させている。畦畔は 10～15 cm で全般に低い感じである（日本の畦畔は 20～30 cm 程度）。また、畦



塗りも行っておらず、畦畔からの横浸透による漏水が見られた。単位収量は3.5～4.5 t/フェダンであるとのこと。灌漑は3日に1度の灌漑を行うとのことである（農業労働者からの聞き取りのため精度は低いことが予想される）。代掻き翌日に田植えを行う。

圃場には排水路はなく、暗渠排水にて排水している。したがって、掛け流しのような状態ではないことがこの圃場では確認された。また圃場の下流端には小排水路がなく、圃場上の余剰水の排水への流出は不可能であった。



(6) 再利用水の使用が農作物に与える影響（現在判明していること）

1) 農業排水について

- a) 圃場（マルワ）から出た排水は、暗渠排水で集水され、主管の末端で合流する。
- b) ナイル川の水は夜間に止められるわけではないため、灌漑用水としての需要が少ない夜間は、未利用のまま流れている。

2) 再利用にあたって

既存のデータや報告書及び今回の水質調査の結果、ほとんどのパラメータは排水再利用基準である法律 No. 48 第 60 条及び第 65 条で示されている値を満たしていない。

しかし、EALIP の報告書³³ と聞き取りによると、再利用水の農作物に与える影響は以下のとおりである。

- a) 排水・汚水の再利用において農業使用に関して問題となるのは、アルカリ度、重金属と塩分であるが、今までのところ農作物への被害は極めて少ない。窒素、リン、COD、DO は問題ではない。
- b) もともとアルカリ性土壌であるため、塩害の影響は少ない。
- c) ナイル下流域では土壌の塩分濃度の方が排水中の塩分濃度より高いため、排水の再利用による塩害はほとんどない。
- d) 野菜は組織に汚染物質が蓄積するので汚水による栽培には適しない。現在、野菜などは砂地の砂漠で栽培している。砂への吸着などの作用で、汚染物質はあまり問題にならない。
- e) 地上 50 cm 以上に実をつける作物には重金属は蓄積しない。
- f) 水量の比較的多い夜間に、圃場に灌漑用水が流れるため、その水で汚染物質が洗い流され、蓄積しない。
- g) 重金属で汚染されている排水でも、価値のある木や非食用作物の栽培に使用できる。
- h) カイロに過去 100 年間汚水で栽培している農地があるが、作物には汚染物質による

³³ 国際乾燥地農業研究センター（International Center for Agricultural Research in the Dry Areas: ICARDA）のプロジェクト概要ペーパー（2005）。（EALIP より部分的に入手。）

影響はないことが確認されている。また、ICARDA の研究でも同様の結果であった。

3) MALR の灌漑用水基準

灌漑用水について MALR では主に農作物の生産性に重きを置いており、塩分濃度 (Salinity)、ナトリウム吸着比 (Sodium Adsorption Ration : SAR)、残存炭酸ナトリウム (Residual Sodium Carbonate : RSC)、ホウ素濃度 (Boron Concentration) について定期的に検査する。以下の表に同省の灌漑用水の分類を示す。

表 2 - 7 MALR 灌漑用水分類表

A. Salinity	Measured by EC (dS/m) and converted to TDS (mg/L)	
C1	Low salinity water	TDS < 160 ppm
C2	Medium salinity water	160-500 ppm
C3	High salinity water	500-1,500 ppm
C4	Very high salinity water	TDS > 1,500 ppm
B. SAR	$SAR = [Na^+] / \{ ([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]) \times 0.5 \}^{1/2}$	
S1	Low sodium water	SAR < 10
S2	Medium sodium water	10-18
S3	High sodium water	18-26
S4	Very high sodium water	SAR > 26
C. RSC	Meq= millequivalent per litter	
	Low	RSC < 1.25 Meq/L
	Medium	1.25-2.50 Meq/L
	High	RSC > 2.50 Meq/L
D. Boron Concentration		
	[B] < 4mg/L	
検査方法 : Thorne, Wilcox and Eaton		

出典 : MALR 資料より作成。

4) 現在、案件形成過程の JICA プロジェクトへの影響について (WQU による所見)

- a) JICA プロジェクトによって浄化される排水路の水が、浄化プロセスの結果法律 No. 48 第 65 条及び第 60 条を満たさないと考えられる場合、プロジェクトを行うことは違法な水をエジプト国民に供給することを意味するため、実施については賛成できかねる。
- b) そのため、MWRI の責任者が上項を承知のうえでプロジェクト実施の承認をする必要がある。
- c) 外国の援助機関が法律 No. 48 を遵守しないことと、自国農民が遵守しないことは同等にみることはできない。自国農民にとって灌漑用水の確保は死活問題であり、遵守できないのもやむを得ないが、外国の援助機関が法の存在を承知のうえで遵守しな

いのは問題である。JICA のパイロットプロジェクトによる排水の水質が悪く、それが原因で健康問題が起こったと糾弾される可能性も否定できず、この点も踏まえて検討する必要がある。

5) 排水再利用ポンプの設置

- a) 県 (Governorate) の判断で設置ができる。
- b) 保健省が承認し、MWRI がポンプ場を設置する。

(7) その他の社会状況

1) 汚水、ゴミなどの処理状況一般

- a) 上下水道については、各県の上下水道公社の責任である。下水道処理施設はあるが、し尿処理施設はない。
- b) 家庭のトイレの汚泥の浚渫を含む固体ゴミの収集と処理は地方自治体 (Local Unit/Council) に責任がある。砂漠に安全な処理場所があるという話であった。カイロ市郊外の砂漠地にゴミの埋め立て場を確認した。
- c) 下水道処理施設につながっていない世帯では、汲み取り式のトイレを利用し定期的にし尿処理をしている。上下水道公社持株会社 (Kafr El Sheikh Water and Sewer Corporation : KWSC) の Head of Technical division によると、し尿処理の方法は、バキュームカーなどで収集するか、排水路や周辺環境に直接流すという話であった。また、バキュームカーで収集した汚物の多くは排水路に未処理で投棄されることが多いというのが今回の聞き取りをしたすべての人から聞かれた回答であった。
- d) Kafr El Sheikh 県では Biyala、Kafur El Shiek、Sidi Sailne の 3 市にゴミを取り扱う私企業がある。カイロ市にも外資系の会社があり、有料で一般廃棄物収集・処理している。カイロ市や Kafr El Sheikh 市内では、一輪車やカートやゴミ収集トラックで路上のゴミを収集しているところが随所に見受けられた。
- e) 各市には 1 カ所のゴミの埋立地があり、Kafr El Sheikh には 5 フェダンのゴミ収集所がある。また、カイロ市郊外には砂で覆われたオープンダンプ場が確認された。
- f) 一般に排水水路などに溜まる汚泥は水路脇に積み上げられ、天日で自然乾燥し、誰かが必要に応じて取っていくとの Kafr El Sheikh 県の環境課の説明であった。
- g) Kafr El Sheikh ではコンポストの事業化の計画はないが、土地は政府のものなので必要であれば提供できる。
- h) 家庭のトイレなどの汚泥の収集はローカルユニットまたは委員会が担当することになっている。私企業運営の汚泥浚渫業者もあるが、トイレの汚泥は、排水路や砂漠へ廃棄されており衛生的に処理されていない。
- i) 農業省によると、砂漠に計画的に投棄されたゴミや汚泥は砂漠の土地改良剤として有効活用されているとのことであった。
- j) ホテアオイ、汚泥、排水、農業廃棄物などをコンポスト (堆肥化) にしてビジネスにしている。自分で堆肥を作って使う農民は存在する。しかし、コンポストはかさばって、化学肥料と同じだけの養分を得るには、化学肥料より量が必要なので、農民は一般にコンポストより安く手軽な化学肥料を使う。一方、現在、化学肥料 (特にリ

ン)の値段が上がってきているので、コンポストにも注目が戻る可能性がある。

2) 上下水道公社持株会社 (HCWW)

- a) 全国上下水道庁 (National Organization for Portable Water Supply and Sanitary Drainage : NOPWASD) が中央にあり、ここが年間計画や施設設備の設計を執り行う。マスタープランに従って地方の出先はプロジェクトごとに予算をもらい、もらった設計書に従って施工する。
- b) 各県での HCWW は建設後の運営と管理を執り行う。

3) Kafr El Sheikh 県での生活排水処理状況

- a) 30%の Kafr El Sheikh の県民は下水処理場につながっている。2007～2012年で50%、2027年で100%の普及率をめざしている。予算は確保されている。
- b) 人口5,000人以上の市は近代的な下水道処理施設、3,000から5,000人では、クラスター・システム、1,000～500人では腐敗槽なオン・サイトのシステムで汚水処理をする。Kafr El Sheikh の1,200以上の集落は、上記のシステムではカバーされていない人口が500人以下の集落である。KWSCによると、これらはいわゆる「垂れ流し」状態である。

4) Kafr El Sheikh 県 Moufty の GTZ 支援の小規模廃水処理施設の例

- a) 施設規模は30万人以上で、Association of Development Committee (ADC) により管理・運営されている。GTZから指導を受けたNGOがADCを訓練し、KWSCはメンテナンスに技術アドバイスをする。
- b) 建設運営費用は、人口が500～800人の場合、建設費に1人約1,500ELである。
- c) 日々の運営やメンテナンスもADCで行い、技術的なサポートはKWSCから受ける。
- d) インタビューした裨益者は皆、効果(トイレの匂いが消えた)や施設、費用ともに100%満足であった。
- e) 1世帯(世帯当たりの人数は考慮しない)当たり7EL/月だが、汲み取りをしていたときは月に40EL支払っていた。
- f) 各世帯から汚水が管で揚場へ集められ、そこからポンプで酸化池へ送水される。送られた処理水は、重力と水頭差で2セットの処理システムを流れて平行に処理を行う。
- g) トイレはPour-Flush方式で、各家庭が集水管ネットワークでつながり、処理場(池)に送られバクテリアにより自然に浄化され、排水路へ排水する。処理に係る滞水時間は30日である。
- h) 浄化池にたまった汚泥は4年ごとに浚渫され、乾燥床で天日干しされ、堆肥として希望する農家に譲渡する。

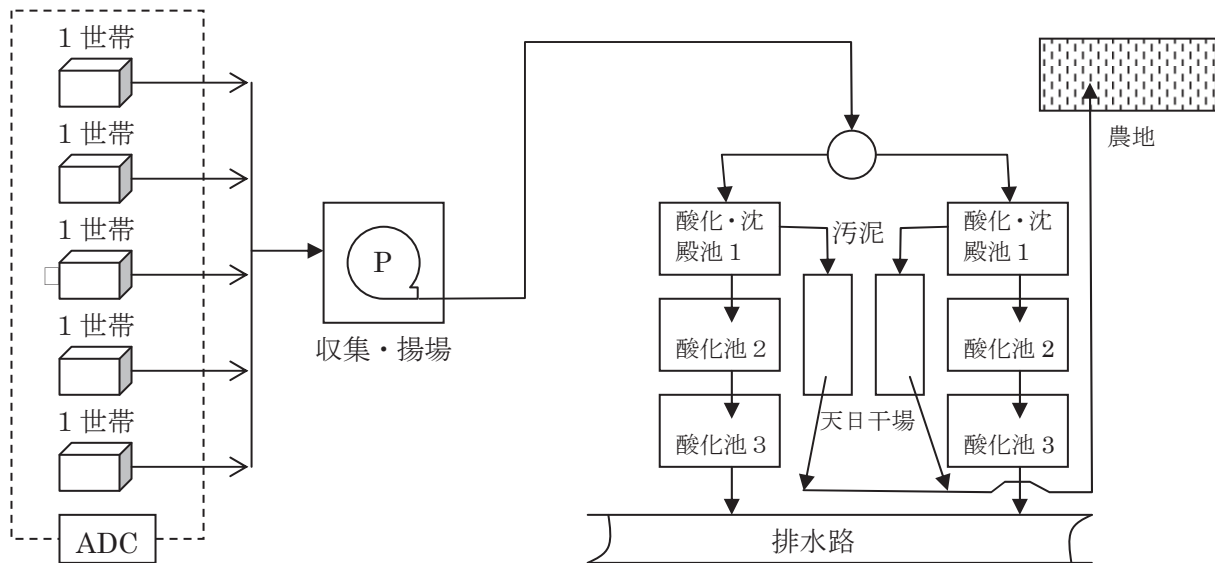


図 2 - 11 GTZ 支援の小規模廃水処理施設簡略模式図

5) KWSC 運営の下水処理施設の例

- a) 2008 年から運転開始、ナイルデルタでは最大の処理規模である。
- b) 設計値は 9 万 $\text{m}^3/\text{日}$ の処理能力であるが、現在はその半分の 4 万 ~ 4 万 5,000 $\text{m}^3/\text{日}$ の汚水を処理している。40 年の寿命を設計値としている。
- c) 浮遊するゴミを自動選別するグリッターチェンバー、一次と二次のクラリファイアー、アエレーションチェンバー、塩素殺菌槽、重力脱水及び汚泥乾燥プレスなどがある。
- d) 飲料水の約 40% を汚水処理料金としている。

6) 排水路内自然浄化施設 (Kafr El Dawar) の例

- a) Behera 県 の Kafr El Dawas City, West Delta Sector, Northern Behera Water District の El Shamasma 排水路の Aidfina 支線に位置する。
- b) DRI の Ahmed Rashed 博士による設計で、1 日 500 m^3 の排水を自然浄化方式で処理する。建設費用は約 15 万 6,000 EL である。一般企業の研究費支援で建設された。
- c) 幅 1 m ほど、全長 2.5 km ほどの排水路内に設けられた植生とバツフルを使った施設で、最初の 400 m は 50 cm ほど浮遊物質沈殿のために掘り下げられている。それに続き、1,600 m にわたり水面下 (深さ 1.2 m) に 400 m ごとに厚さ 0.4 m の提が 4 体設置され、微生物による汚水処理に必要な滞留時間を確保しているようである。各セクションには水溶性植物が生息し、最初のセクションは、がまの穂や葦類で、下流はホテイアオイで植物による栄養塩の吸収を期待している設計である。
- d) 2010 年 4 月に完成したばかりで、現在システムのモニタリング中であり、施設のパフォーマンスの分析はこれからである。
- e) このほかに、Albeya 県の Zfta City にある El Bah drainage で排水路内に設置された湿地・ため池をつかった水質浄化システムがあり、これは地中海に放流するための水質基準を満たしている。

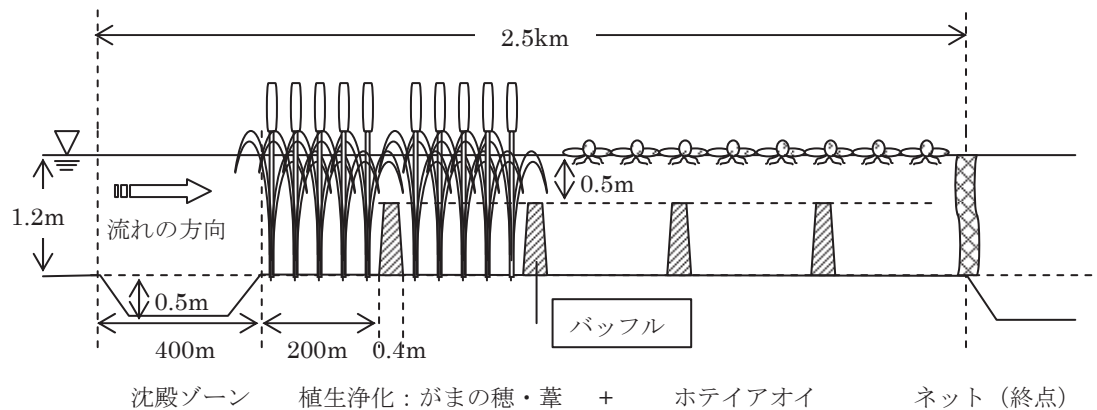


図 2 - 12 DRI の Ahmed Rashed 博士による設計の排水路内自然浄化施設断面図

2 - 1 - 4 実施状況

(1) 地域での水質保全対策の実施状況

環境省が水を含む一般的な環境保全に関する広報活動は行っているが、広報資料や活動内容をみる限りは、意識化にとどまり、水質保全対策とまではいえない状態である。一般住民にランダムに質問した結果によると、学童に関しては、学校で何らかの授業で、ゴミ捨てが悪いことやナイルの水質汚染の問題について教えられているようであった。

ナイルデルタ出口ではアンモニアの蓄積の問題が起こるため、毎年1月頃に300～1,000万 m³ のフラッシュ放水を行っている。

(2) 農業用水の再利用・水質保全に関連するエジプト政府事業の実施状況

MALR では、排水の再利用に関して Inter-mediate Reuse の考えがある。支線排水路の排水を灌漑用水路へ揚水し、再利用する考えであるが、他国ドナーの支援は行われていない。

MALR の EALIP では圃場（マルワ）で圃場内管理組合（MARWA committee）による農業用水の効率的な利用と管理に関する活動を始めている。その中で、水質保全に関する啓発活動も行っているようである。灌漑指導部（Irrigation Advisory Service : IAS）に貼ってあったポスター以外は、地域での水質保全対策の実施の事実は、今回の聞き取りでは確認できなかった。

Regional Center of Research and Studies of Water Ethics（RENEW-Egypt）では以下のような活動を行っている。

- ① UNESCO が創立し MWRI が協力して運営している独立した団体である。国際 NGO の CARE とともに活動をしている。予算はプロジェクトベースである。局長（Director）である Dr. Magdy A.Herfny 氏のほか数名の技術者、美術担当者、社会学者などで組織されている小規模なワーキンググループで活動している。
- ② 主な活動は、学童を対象にした、水環境や水利用倫理に関する啓発活動、政府の40歳以下の中堅スタッフと40歳以上の管理職クラスに対する、知識や時間のマネジメントやリーダーシップの研修、交渉術を培うワークショップなどを主に執り行う。
- ③ 地方や現場の生きている知識をボトムアップ式で吸い上げて、それを更に昇華さ

せる方法で、優良事例のアクション・リサーチも行う。

- ④ 実例を使ったシミュレーションを用いたワークショップなども行い水利用倫理を広めている。宣伝や行動変容のためのコミュニケーション（Behavior Change Communication : BCC）のパンフレットやポスターも作成することができる。UNESCO のプロジェクトで、既に水利用にあたっての行動規範や啓発パンフレットを発行している。

環境省での活動については以下のものであった。面談相手は Media Consultant Dr. Adel Abdel Ghafar。環境庁（Egyptian Environmental Affairs Agency : EEAA）内にある広報関連部署のコンサルタントで、カイロ大学で教えている。

- ① 広報関連部署は、エジプト国内の 10 県にあり、広報のターゲットは、学童、家庭、農家、レクリエーションクラブ・スポーツクラブ（例：プール）、商・工業者（例：観光船）である。
- ② 現在の広報内容は、固形ゴミの適正な処理を促して焼却や投棄を禁止、リサイクル、植樹、河川（運河・水路）の浄化などで、汚水排出の禁止や水路に投棄されるゴミについては次の段階になるとのことである。
- ③ テレビ、ラジオ、ポスター（公共施設、バス、ビルボードなど）、パンフレット・リーフレットなどのメディアキャンペーンを通じて環境意識（Environmental awareness）の向上を執り行う。広報のメッセージが意識改革を起こすには大まかで一般的すぎる。
- ④ 啓発教材製作のレベルは高いとはいえない。小学校 2 年生以下くらいを対象にしたと思われる環境啓発教材（Bezra magazine）を配布しているとのことだが、学校教育の教材ではない。内容は漫画やパズルなど遊びもので、それに水や大気などの環境問題が織り込まれている。しかし、内容や絵などがエジプトの現況を反映しておらず、漠然と世界一般的なテーマや絵で描かれており、身近な問題として受け止められるとは考えにくく、意識改革と行動変容を起こすとは考えにくい。（タイでつくったのか塗り絵には仏像の絵が大きく描がれている。）
- ⑤ 部署内には制作部門はなく、簡単なデザインはやっているが、制作はもっぱら外注するようである。地球環境デーなどのイベントの調整も行っている。
- ⑥ 啓発メッセージには、啓発して意識改革がなされても、それを実行できる手段がないものがほとんどである（例：書類別リサイクル収集箱の設置をしても、それらを更に分別してリサイクル製品をつくる設備や事業がない、ゴミを散乱させないで所定の場所に集めても、それを集めて処分する業者、場所、衛生最終処分場がない、など）。
- ⑦ 水汚染に関連する他の省庁（MWRI、住宅省、）と連携しての広報活動、啓発活動は行っていない。機会があれば、省庁横断型のワーキンググループで啓発活動をすることも考えられる。

MWRI の EPADP では、排水の農業用水再利用に関する事業としては、暗渠排水を改良メスカの加圧ポンプ場に注入し、用水で希釈して農地に還元する計画や試験が行われてい

るが、他国ドナーの支援のもとでの大規模な事業には発展していない。

暗渠排水事業については、EPADP の業務であり、現在は、デルタ西部の砂漠を開拓した地域主体の暗渠排水事業の展開や機能低下した暗渠排水施設の更新を主に行っている。

エジプトの暗渠排水の目的は、農地の地下水位を下げ、農地表面からの水分蒸発を少なくし、土中水分の上昇に伴って移動する塩類の農地表面への集積を防止するために施工されている。施工は 1998 年以前からナイルデルタ全域を対象に実施されてきた。

その施工面積は 1997 年以前には 6 万 9,000 フェダンであったが、その効果が検証されるとナイルデルタ全域に拡大した。施工の最盛期の 1997～2002 年の約 5 年間に 52 万 フェダンの農地に暗渠排水施設を完備させた。以後施工面積は減少しているが、2010 年までには、ナイルデルタ全域の農地、計 97 万 900 フェダンに暗渠排水施設を完備させた。主な資金は世銀の融資である（図 2－13）。施工は暗渠パイプを後部に載荷した大型のトレンチ掘削機で、掘削と同時にパイプの据え付けまで同時に行うものである。

図 2－14 に示したとおり、暗渠施設は、Main Collector Pipe と Lateral Pipe の 2 種類のパイプで構成されている。Lateral Pipe には孔が開けられており、土壌の水を吸収できる構造になっている。一方、本管（Main Collector Pipe）は支管（Lateral Pipe）で集めた土壌水を圃場外に導水する役目を果たしている。両パイプとも、現在は PVC（塩ビ管）やポリエチレン管が主体である。排水路（開水路）への放流は本管で行うが、排水路の最高水位は管の底から 10～20 cm 以下に保たなければならない基準である。

しかし、経年変化等により暗渠の機能が低下している地域や、施工後 25 年以上経過した施設は更新事業として、施設更新を行っている。旧パイプはコンクリート管などを使用しているが、新パイプは PVC やポリエチレン管を使用している。機能低下の程度は農民の苦情の多少による。つまり苦情が多ければ、暗渠機能が低下していることになる。更新事業の事業費は約 2,000 EL/フェダンであり、農民は政府補助等を利用し、年間約 10 EL/フェダン、無利子で 20 年の均等払いで納めればよい優遇措置が取られている。EPADP はこの更新事業を含めて、暗渠排水事業の計画、設計のコンピュータ化で GIS 処理を進めている。元図は測量局が作成した 1/5,000 詳細図（一筆区画が明示）をベースに、暗渠施設計画を行っているが、コンピュータを駆使できるスタッフが少ないのと、コンピュータ自体が古いのが課題としてあげられる。

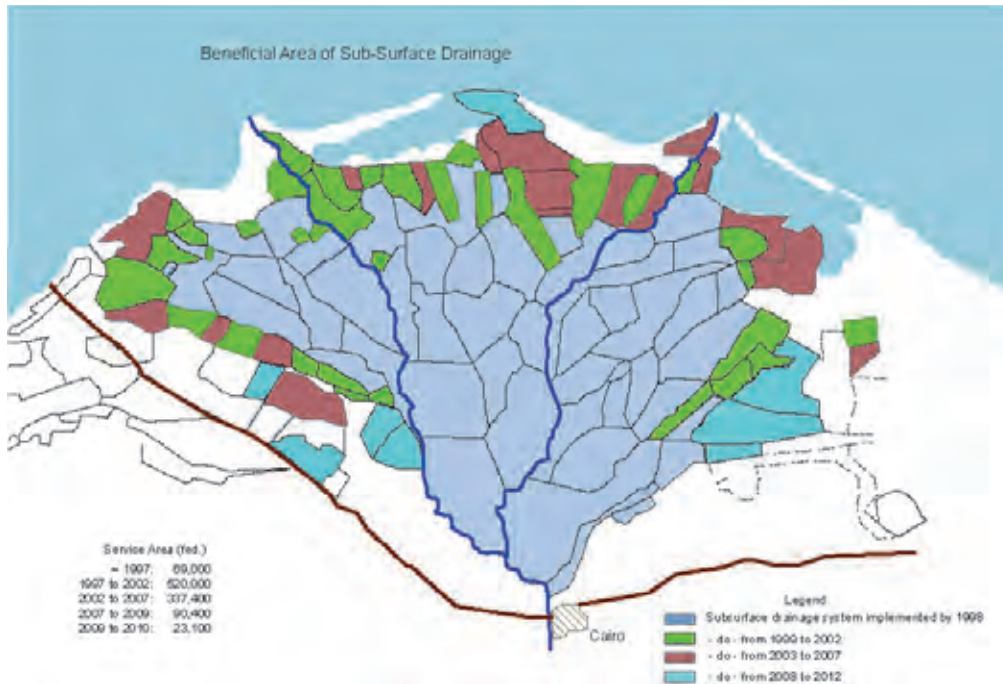


図 2 - 13 暗渠排水設備の整備状況

Typical Layout of Subsurface Drainage System

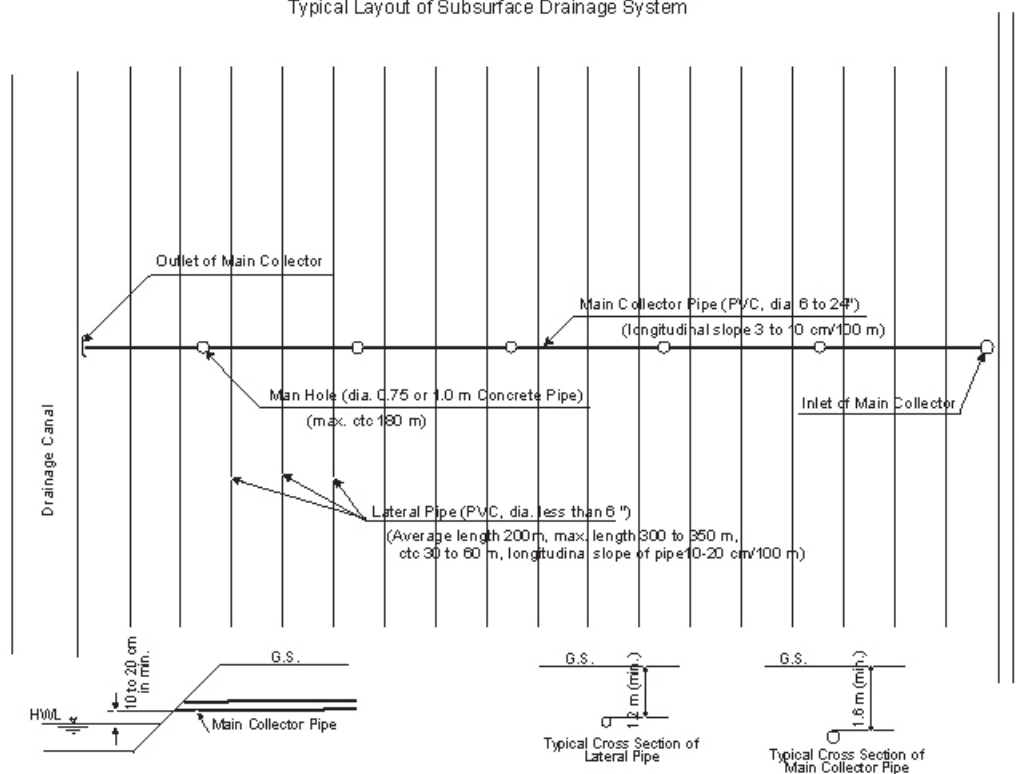


図 2 - 14 暗渠排水設備

(3) 他ドナーの関連協力

世界銀行 (World Bank : WB)、USAID、GTZ、MWRI への聞き取りによると、現在、排水利用とその水質に関する直接的な事業を実施した実績はなく、その時点で具体的な事業の予定はないとのことである。

今回の JICA の案件（案）に関連があると考えられるものとしてはカナダ国際開発庁（CIDA）が 1997 年から 2010 年まで水セクターの政策及び行政運営に対して支援している「国家水質及び水利用管理計画（National Water Quality and Availability Management Program : NAWQAM）」³⁴がある。これは先行のオランダ政府支援のモデル分析や水質データ品質向上のための事業と連携するもので、効果的で連携された持続可能な水資源管理システム構築のためにエジプト政府を支援するため、資機材と技術の供与並びに職員の教育と訓練を執り行った。水質モニタリングとそのデータの質の向上の支援としては、技術職員のスキルアップと「国家水質モニタリングネットワーク及び情報システム〔National Water Quality Monitoring Network (NWQMN) and information system〕」の構築及び保全を行っている。これによって MWRI 以外の関連政府機関がこれらのデータを共有し活用できるようになり、水資源管理の長期計画の策定に貢献した。この結果として、例えば、NWRP や「環境活動計画 1992（Environmental Action Plan of 1992）」の策定や、DRI の年鑑（Yearbook）の内容と質の充実・向上などの成果が出ている。

また、この事業では、水質の視点から利用できる水量を増やすことを目的に、実用的な排水の再利用の検討を行った。検討された内容については CIDA の報告書を入手して把握する必要がある。また、「排水の安全な再利用（safe reuse of drainage water）」を目標とし、人間の健康と環境保全を保障が可能な再利用水の水質を確保するためのガイドラインを策定する運びとなっている。なお、このガイドラインは既にもに発行されており、調査団が DRI を訪問した際にそのガイドライン本体を見せてもらったが、正式な要請書³⁵がないという理由で提供を拒否されたため、内容の確認には至っていない。本格調査では、ガイドラインや CIDA の報告書の内容を確認し、本案件との関連とそれへの影響を見極め、整合性をとる必要がある。

他のドナーの関連協力として、2009 年から実施された USAID による「Integrated Water Resources Management (IWRM) II」事業がある。この事業での再利用計画は、廃水（汚水）処理場の処理後の水を食用でない作物に、すなわち樹木や花卉等に灌漑することであり、東デルタ全域で展開中である。この事業は 2004 年から 2008 年までに行われた「IWRM I」をフォローアップする事業であり、事業目的には、①水の再利用による生産性の向上、②水資源利用の効率化、③水資源のより一層の均等配分、④水質改善、が掲げられている。この事業の実施は International Resources Group（IRG）が政府関係機関と協調し事業実施を展開するもので、水利利用者の参加を可能にするために必要な「技術支援」、「訓練」、「機器の提供」が主体で、主に支線用水路の利用者組織である BCWUA を組織化し、それに対して必要な上記の事項を提供するものである。また、MWRI の水管理を直接担当する灌漑・排水に係る地方組織を強化し、「統合水管理区域（Integrated Water Management District : IWMD）」と呼ぶ単一の組織として事業主体とするものである。すべての水資源を調査し、

³⁴ <http://www.egyptpsu.com/ViewPageWithRightPane.aspx?Finish=1&ID=74>

<http://www.acdi-cida.gc.ca/cidaweb/cpo.nsf/vLUWebProjEn/97FC771EE6E5ADB285256FCF0036F7E3?OpenDocument>、IPTRID and NWRC, “Egypt’s experience in Irrigation and drainage research uptake: Final Report 2007” (2007) FAO.

³⁵ 今回の協力準備調査では、水質に関するデータや報告書の入手に JICA から正式な要請書を MWRI に提出し、MWRI のカウンターパート（Counterpart Personnel : C/P）や技官から情報の提供相手へ要請書を送らなくてはならなかった。C/P によるこの要請書発行も容易ではなく、入手できなかった情報は多々ある。

地表水、地下水、排水、及び廃水処理水を District の水資源として、再配分するものである。事業実施機関として BCWUA を結成し、上記目的実施の意志決定と集団行動に関わる。ステークホルダーとしての MWRI、BCWUA、IWMD、地方行政府、その他の関係機関（NGO 等）の連携を奨励する。情報システムとして、調査や測定システムを設立する。水の可能性に関するデータを収集し、解析し、共有する。事業実施は、水利用者に対しては、①支線用水レベルの水利組合の結成、②用・排水路の維持管理に必要な持続的な地方財政の調査、③水の生産性や効率向上を実施し、④廃水処理水の再利用を行う。水の供給者に対しては、①地域水管理組織（Regional Water Management Organization）と統合水管理区域（IWMD）を組織化し、②効率的な水資源管理を維持する情報管理システムを確立し、③ MWRI 職員の能力向上を行う。分野横断的には、①公衆意識やより多くの機会を創設し、②機器の提供と訓練を実施し、③事業実施を指導し、結果を解析するために進行を調査し評価し、④女性の行動参加を確実にする。

IWRM I では東デルタ地域のうちの 4 県、デルタ地域では Zift 及び West Sharkiya の 2 県、上エジプトでは West and East Qena 及び Aswan の 2 県を対象に、27 の IWMD を組織化し、600 の BCWUA を結成した。そして 120 万フェダンの農地を対象に 14% の節水に寄与した。約 900 万の農民や間接関係者に便益を与え、BCWUA を通じて 50 万の農民を直接裨益させた。

IWRM II は 2009 年から 2012 年までの実施予定で、IWRM I を東ナイルデルタ全域に拡大するものである。その規模は、8 県の 45 地区の 216 万 3,000 フェダンを対象とするものである。

このほかに、灌漑システム改良関係の事業として、WB の支援の下、IMP、IIMP、統合型灌漑改善管理プロジェクト（Integrated Irrigation Improvement and Management Project : IIIMP）が実施されているが、主に改良メスカ施設の整備と維持管理組合の設立がコンポーネントであり、灌漑用水不足に対する排水の再利用コンポーネントは入っていない。その事業地域は次図に示した。

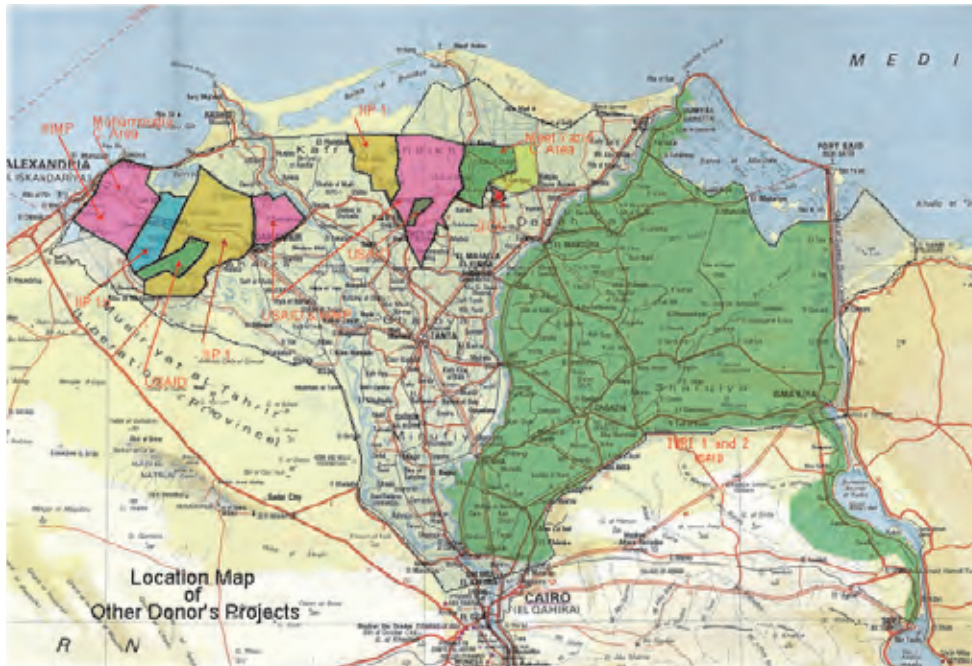


図 2 - 15 他ドナーによる灌漑システム改良関係の事業地域の位置図

2 - 2 対 策

2 - 2 - 1 水質保全・排水再利用のための対策案

水質検査、現地踏査、政府関係者や他の援助機関からの聞き取り、文献調査などから、汚染源かつ汚染された排水の利用者である住民一般と農民に対する行動変容と、行政によってそれらを物理的に可能にする環境を整備するという対策が必要であると結論づけられる。

工業や商業の活動によって発生する汚水は、現在、基準値を確保できるレベルでナイル排水路に放流されているため、排水と用水の両方のナイル水路の汚染は、生活排水、固形ゴミ、未処理のし尿、畜産・農業活動による廃水が現在の主な汚染源である。したがって、汚染物質とナイルが混合する前に、最初に、これら汚染源において、固体・液体の廃棄物を排出する前の時点で、負荷を軽減及び流入の防止をすることが必要である。同時に、負荷軽減対策が実際に実施されるために必要な、行政的及び物理的な構造が確立され機能しなくてはならない。この両方を成功させるためには、個人、コミュニティ、地方政府、そして中央政府のすべてのレベルで、水質保全・排水再利用のための対策実施のための一貫した政策と予算とコミットメントが、長期にわたり継続的に確保される必要がある。

雨による流出がほとんどないナイルデルタ地域においては、さまざまなゴミや廃水が直接たぶん意図的に、ナイル水路に投棄されていると考えられる。そこで、啓発活動を行い、その成功によって、汚染発生者がせつかく汚物の投棄をやめても、その汚物を安全で衛生的に処理する場所や運搬手段が与えられ機能しなくては、その汚物は結局、ナイル水路に廃棄され、ナイル水路の汚染は永遠に終わることはない。したがって、これら固体・液体の廃棄物を安全処分する設備とその設置、運営、及び利用を促す社会環境が整備・運営されて初めて、汚染されているナイル排水路の浄化をする意味がでてくる。その意味で、行政のコミットメントと実行が必須である。

水質保全・排水再利用のための対策としては、汚染発生源の撲滅、制度と処理構造と施設の

整備と実施、そしてナイル水路の浄化作業の順で進めるのが妥当といえる。しかしながら、ナイル川保護法（法律 No. 48）、各種環境法、ナイル環境活動計画、国家水資源計画（NWRP）、排水規制や固形ゴミ収集プロトコル、汚水処理場などが実際既に存在しながらそれらの実施と活用が十分になされていない現状にかんがみると、行政の脆弱ぶりや不適切な予算分配などが垣間みられる。また、エジプト政府の柔軟でない「縦割り体制」とあらゆる面での協力体制の希薄さにかんがみると、民・官・省庁間の連携が重要な活動は容易ではないといえる。したがって、水管理改善プロジェクト I（Water Management Improvement Project I：WMIP 1）と WMIP 2 でキャパシティが伸びた IAS と、その活動で立ち上がった関係省庁を横断する利害関係者を継続的に活用・進化させるとともに、県での活動には「地方運営委員会（Regional Management Committee：RMC）」を直接のプロジェクト活動の実行役とすることで、事業の推進が促されると考える。また、JICA プロジェクトが終了したのちも、エジプト政府及び裨益者で組織や活動を継続発展できるようにするため、現行の WMIP 2 で確立された人材と組織制度の活用を中核に据え、コミュニティ組織（Community Based Organization：CBO）や既存の市民組織を媒体とした活動をしてオーナーシップを醸成することを提案する。

JICA の本格調査においては、以下に示すような水質保全・排水再利用のためのソフトとハードによる対策案を提案する。これらの対策案の実施が意味のあるものとするためには、総合的な水質保全計画を策定し、関係者の理解と参加の下に、事業を実施する必要がある。

1. 政策専門家により、固体・液体の廃棄物管理に関する政策の策定、改訂、実施と各種対策活動が可能になる環境の整備を促し、現状とのギャップを埋める。
2. 組織運営の専門家により、コミュニティ、地方政府、そして中央政府のすべての行政レベルで、水質保全・排水再利用のための対策実施のための一貫した政策と予算とコミットメントを促す。
3. BCC 担当専門家により、C/P を通じて、女性・子どもの啓発活動や教育に注目し、個人レベルでの固体・液体廃棄物の排出を抑制及び適切処理を実施する。
4. 農業環境担当専門家は MALR の普及員と IAS と協力して、農業活動によって発生する有機廃棄物の適切な管理と処理（堆肥化など）、汚染源とならないために効率的な化学または有機肥料の施肥設計の計画と実施、夜間未使用となって無駄に流れている用水の有効活用計画と実施を試みる。
5. 汚水処理担当専門家により、裨益者と C/P による排水路の排水処理施設の設置、管理・運営を支援する。COD を除去するためには、バクテリアによる有酸素消化による除去が有効であると考えられる。
6. 集落排水処理担当専門家により、C/P を通じて、設備管理・運営兼利用者団体を創設し、管理・運営などに関する能力の向上を支援する。そのあとで、集落排水処理設備設置を支援する。
7. 活動は、まず、ソフトコンポーネントからはじめ、裨益者の責任と自助意識が確保されてから施設設置を行う。具体的には①水利用者への啓発・行動改善活動、②集落排水処理施設の利用者の選定と管理組織、③用水・排水水路の負荷の軽減活動、④裨益者に対する各種維持管理に関するトレーニング、⑤コンポスト場設置、⑥排水浄化施設設置、⑦排水再利用ポンプ設置の順を提案する。

8. 実施体制案

行政			プロジェクト	
中央	実施機関		活動	対象
MWRI		Kafr El Sheikh 事務所	ステークホルダーの取りまとめ・調整	
		RMC	省庁横断的活動の調整・推進	各省庁の地方での実施機関
	灌漑指導部 (CDIAS)	地方灌漑指導部 (IAS)	各種管理組織形成	関係者全体
			固形／液体廃棄物適正処理の啓発・訓練・実施	WUA、CBO、女性団体、子供教育
			ポンプ管理・運営	WUA
			浄化施設管理・運営	WUA、周辺住民
			村落排水施設管理・運営	施設利用者とその組合
	EPADP	Drainage-Kafr El Sheikh	排水浄化施設設置	WUA
			水質モニタリング	未定
	灌漑改善セクター (IIS)	IIS (Tanta)	排水ポンプ設置	WUA、CBO
灌漑セクター (IS)	Local Unit	固形ゴミ収集・安全廃棄推進活動、廃棄場の確保	CBO、WUA	
		コンポストイング	周辺住民、CBO	
Steering Committee 4省	住宅省	KWSC	村落排水施設設置施工管理、メンテナンスのサポート	施設利用者とその組合、CBO
	MALR	Extension	コンポストイング、農業廃棄物の適正処理、最適な灌漑・施肥計画	農業従事者
Water Ethic			啓発ワークショップ	IAS → WUA

2-2-2 パイロットプロジェクト候補地の選定

(1) 再利用パイロットプロジェクト候補地の選定

再利用パイロットプロジェクト候補地は、MWRI の Kafr El Sheikh 事務所の下、調査団、灌漑庁、排水庁の技術者の合同会議で選定した 5 カ所と、環境プログラム無償要請時にリストされた中央デルタ地域内の 5 カ所の候補地のうち、Kafr El Sheikh 県内の 4 カ所の計 9 カ所を対象とした。要請書記載の 5 カ所の再利用ポンプ場のうち、1 カ所は Kafr El Sheikh

県外のため調査対象から除外する。以下にその現地の状況と優先地区の選定結果を記述する。各ポンプ場位置略図及び現場写真、及び計画地点のスケッチ図を本章末に示す。

(2) 再利用ポンプ場優先度の評価

上記の9カ所の計画再利用パイロットプロジェクトに対する開発優先度を以下の観点から評価した。評価項目の重要度の判別が困難なため、評価項目にはウエイトを付けずに、評価に該当する場合に5点、該当しない場合は0点、どちらともいえない場合は中間の3点を用いて評価した。評価結果は本章末に添付してあるが、現時点の評価としてはNo. 5 Forsh Reuse Pump Station 及び No. 7 の Erin Reuse Pump Station が比較的高い評価となった。しかし、調査開始から報告時点までの時間的制約条件下で実施したため、この評価はのちに予定されている開発調査にて十分検証する必要があることを付記する。

評価項目は以下のとおり。

1. 汚濁源の種類、質等が比較的明確で、正確なデータをもっているか？
2. 水系がわかりやすいか？
3. ナイルデルタの一般的な状況を推察しやすいか？
4. 主要な水質保全対策（再利用ポンプの導入を含む）の利用が可能であるか？
5. 水質保全対策の評価がし易いか？
6. エジプトでの各種対策の計画が優先的に予定されているか？
7. 継続的に協力できるか？
8. 短期的に一定の効果が得られるか？
9. 夏期の用水不足が頻繁に発生するか？
10. 再利用排水の水量は豊富か？
11. 地域住民の排水再利用への意思はあるのか？
12. 計画地点の詳細地形図はあるか？
13. 用・排水流量データはあるか？
14. 容易にアクセス可能か？
15. 展示効果は狙えるか？
16. 良く活動している WUA はあるか？
17. 用地問題はないか？
18. 他のドナーの活動はないか？
19. 排水の水質は適用可か？

(3) 計画再利用ポンプ場地点の現状

1) Old abo Chaba Bahay 再利用ポンプ場 (No. 1)

(無償要請書に提案された排水再利用ポンプ場)

この機場は国道の近傍にあり、アクセス及び展示効果が高い。しかし、近年設置されたと思われるポンプ場があり、現在も稼動している。ただ、機場の取水口のスクリーンはネットの簡易施設であり、改良の余地がある。

排水路は上幅約 15 m、底幅約 8 m で、常時排水が緩やかだが流れている。水質は一見比較的良好のようにみられるが、水路内には雑草が生えている。調査時は排水路の

浚渫・除草後の状態であり、比較的良好な水路状態であると思われる。

用水路の末端部はゲート式の余水吐で、この国では珍しい施設である。このゲート施設は比較的新しく、ポンプ場設置と同じ頃に改善されたものとみられる。調査時点は断水期間のためか用水路には灌漑用水はなく、溜まり水のみが観察された。水路内は比較的古ミ等が少なく、きれいにみえるが、再利用ポンプ稼働時に古ミは上流に押し上げられた可能性がある。

計画再利用ポンプ場付近の水質に関しては以下のとおり。

用水路：断水期間のため、水は少なく、緑泥色を示し、用水路末端であるが、浮遊古ミは少ない。

排水路：排水路に設置されたポンプの取水口はストレーナー代わりに網が設けられている。水路には腐った水草が漂流し、色も茶色味を帯びている等、多少汚濁している。

2) Farsha el Ganayen 再利用ポンプ場 (No. 2)

(無償要請書に提案された排水再利用ポンプ場)

この再利用ポンプ場は、アスファルト道路より約 500m 入った、Farsha el Ganayen 排水路沿いにある。排水路沿いの道路は土道で、幅員 6m 程度ある。アクセスはよい。

Mars el Gamel 用水路末端と Farsha el Ganayen 排水路はほぼ直角の位置関係にある。用水路の末端にはコンクリート製の余水吐が設置されている。断水期のためか用水路の淀んだ水には多くの古ミが浮遊している。

ポンプ場施設用地は用水路末端と排水路の間に十分な政府所有地があるので、用地問題は無い。建設予定地のすぐ横には人家があるが、建設には十分な敷地がある。

計画取水地点より上・下流約 200m 区間の排水路には、浮遊水草を止めるロープ状のものがあり、そこで水草は停留している。夏期の最成長期でないため水草は多くない。排水路は幅が広く、水量は十分あるが、流域内の農民等に対する古ミ投棄防止などの情報宣伝活動には流域面積が広すぎると思われる。排水路の水質は、水の色から判断し比較的良好と思われ、排水特有の悪臭もない。この排水路は主に農業排水が主であると思われる。

農民組合は支線水路単位で結成されている。しかし、用水路に小型移動式ポンプを設置し、用水を取水していると思われる小型移動式サキア用ポンプがみられる。

計画再利用ポンプ場付近の水質に関しては以下のとおり。

用水路：末端部は古ミが浮遊し、水も汚れている。(断水期のためか?)

排水路：排水路にはホテイアオイの集団が上・下流に見られるが、計画取水地点にはこれはない。水は緑色を呈しているが、汚濁感はすくないと感じられた。

3) Naser 再利用ポンプ場 (No. 3)

(無償要請書に提案された排水再利用ポンプ場)

この機場計画位置は、次に述べる No. 4 機場と同じ、ナイルデルタ最北端部の Bahra el Burullus 湖 (現在はかなり干拓され、養魚場と利用されているため、湖水面は見られない) の湖岸に位置している。Naser 幹線排水路と Bahy Rawy 幹線排水路のほぼ合流点

である。この合流点には排水を **Bahra el Burullus** 湖に排水する基幹排水機場が2カ所建設されており、西基幹排水機場は現在稼働中である。東基幹排水機場は今年中に運転するとの情報を得ている。

ナイルデルタ最下流部に位置し、旧湖岸沿いに排水路が建設されていることから、排水路の水は高い塩分濃度が予測されるので、この点に配慮した排水再利用計画が必要である。また、排水システムの最下流部に位置することから、富栄養化された排水の再利用となることも予想されるので、利用にあたっては窒素やリンなどの肥料要素の施肥方法（減肥等）を農民に十分教育する必要があると考える。

用水路は西基幹排水機場の南部方向に位置し、南部から北部へ流れている用水路である。この地域は毎年、年中用水不足に悩まされ、農民の用水確保の要望の強い地域である。

視察できた地域内は、現在水稻が栽培されている。

ポンプ場の建設用地は水路の用水路最末端部と幹線排水路の間に約 30 m 程度の政府用地があり、用地問題はない。

調査時は断水期にあたり用水路に灌漑水はあまりなかった。また、ゴミ等の不法投棄物も見られない。

幹線道路脇に位置し、展示効果は高く、アクセスも非常の良い地点である。しかし、幹線排水路はあまりにも大きく、排水流域全体への農民参加型による排水水質保持策は適用が困難か、非常に長い期間が必要となろう。また、州都 **Kafr El Sheikh** から遠く、常時の維持管理には専門員の配置が必要であろう。

計画再利用ポンプ場付近の水質に関しては以下のとおり。

用水路：流れはほとんどなく、アオコの濃緑色を呈し、水量も少ない。

排水路：岸辺に水草が生え、ゆっくりとした流れで、ゴミもなく汚濁感はあまり感じられない。水は緑色がかっている。

4) **Bahy Rawy** 再利用ポンプ場 (No. 4)

(無償要請書に提案された排水再利用ポンプ場)

この計画再利用ポンプ場はナイルデルタ最北端部の **Bahra el Burullus** 湖（現在はかなり干拓され、養魚場と利用されているため、湖水面は見られない）の湖岸に位置している。旧湖と農地の境界に位置する排水路 **Bahy Rawy** からの取水を計画している。

この付近の農地はナイルデルタ最北端部に位置するため、毎年用水不足に悩まされている。

ポンプ場の計画用地は用水路最末端部と排水路の間の政府用地が当てられる計画であり、用地取得問題は発生しない。

排水路は旧湖岸沿いにあるため、排水は塩分濃度が高くなるおそれがあるので、排水再利用に関してはこの点に十分留意する必要がある。

この排水路とほぼ並行して、国道が走っているため、アクセスは非常に良く、展示効果は高いが、州都 **Kafr El Sheikh** より遠く、専門員を配置し、再利用ポンプの運転、管理を行わざるを得ないであろう。

計画再利用ポンプ場付近の水質に関しては以下のとおり。

用水路：断水期のため流れはなく、アオコで濃緑色を呈しており、生活ゴミが多少観察された。

排水路：緑色を呈しているが、あまり汚濁感が感じられない。岸边には稲科の雑草が点在している。

5) Forsh 再利用ポンプ場 (No. 5)

(Kafr El Sheikh Governorate の提案の機場)

Sant 用水路の中流部は市街地を通過している区間 (約 500 m) は暗渠にし、住民の用水路へのゴミ投棄を防止している。しかし、用水路が Forsh el Ganayen 排水路を横断する水管橋の呑口付近には投棄されたゴミが集積しており、水面が見えないほどになっている。

排水路には既存の排水再利用ポンプ場があるが、現在は稼動していない。理由は不詳であるが、停止してからかなりの年月が経過しているように感じられる。

排水路を水管橋で横断して、用水は下流に配水されている。横断構造物は口径 500 mm 程度の鋼管 2 連 (長さ約 20 m) であるが、呑口側の管の上流が欠損している。理由は不明ながら、現地の状況から推察すると、排水再利用ポンプの揚水をこの欠損部分から下流に送水するために開口したように思える。

新規ポンプ場の建設には旧ポンプ場を取り壊すか、その前面に政府用地があるので建設には十分なスペースがある。ポンプ場すぐ際に人家があるが、建設工事に支障となる距離ではない。

アスファルト道路際に位置し、展示効果は高いと思われるが、排水路の流域面積が広く、ゴミ投棄に対する住民への啓蒙活動はかなり長期にわたらなければならないであろう。排水路の水は、調査時点ではゴミは少なく、水質も比較的良好のように考えられる。

計画再利用ポンプ場付近の水質に関しては以下のとおり。

用水路：用水路の上流部にまとまった集落がある。水路脇にはビニールなどを含む浚渫土砂が積み置かれている。エジプト側の説明では、農民が農地に還元するため浚渫土砂を購入し、最終的にはほとんど消滅してしまうとのこと。ただ、このような生活ゴミの混入した土砂は市町村が処理センターに運搬し処理をする。

排水路：排水は薄い緑色を呈しているが、あまり汚濁感は感じられない。

6) Nashart 再利用ポンプ場 (No. 6)

(Kafr El Sheikh Governorate の提案の機場)

Meet Yazid 用水路と Nashart el Asfal 排水路の交差点に位置し、排水路は上幅 20 m、底幅 15m 程度とかなり大きな規模である。用水路横断した直下流の排水路にはホテイアオイが密生しており、流速が極めて緩いことが推定できる。それに対して用水路横断地点より上流部の一部には水面が確認できる程度のホテイアオイの密生度である。用水路の両側は私有地の農地 (水田や畑) であり、用水路の左岸側に政府の用地があるとのことであるが、確認を要する。

用水路の両岸には土道の農道が走っているが、ポンプ場予定地点は幹線道路から土道伝いに約 2 km 入った所にあり、展示効果の点からは若干効果が薄いと思われる。用水路は上幅約 8 m、調査時の断水期の水面幅は約 5 m である。交差点の用水路は練石積みで護岸されているが、他の区間は土水路である。交差点の直下流には、上水道の水管橋（口径約 50 mm）が設置されている。

排水路の水面から推定すると、停滞しているような排水は量的には利用可能であるが、揚水後の水の回復がどの程度になるかは今後スタディする必要がある。

計画再利用ポンプ場付近の水質に関しては以下のとおり。

用水路：断水期のため、水の流れはほとんどない。水はアオコにより濃緑色を呈している。水路脇に底泥を浚渫した堆積がある。

排水路：ホテイアオイが密生しており、流れや水の色の確認は困難であった。用水路横断している下流側の排水路には岸辺に水草が生えている。

7) Erin 再利用ポンプ場 (No. 7)

(Kafr El Sheikh Governorate の提案の機場)

アスファルト道路から分岐して約 300 m 農道（無舗装）に入った地点でアクセスは良い。周辺に人家は見あたらない。

Ariamon 用水路は Erin 排水路をパイプ水管橋で横断し、下流受益地に送水している。下流の受益地は約 2,500 フェダンである。

用水路が排水路を横断した地点（用水路左岸）には改良メスカのポンプ場があり、現在も使用されている。水利組合は設立されている。

また、暗渠排水も施工され、横断水管橋上流地点で地下水を排水路に排除している。排水路は土水路で雑草が繁茂し、水管橋横断地点では水路横断面形が確認できないほどである。しかし、暗渠の排水口付近の水質は目視ではかなり良好で、水質改善施設が必要ないほどと思われた。水質チェックが必要であることには変わりがない。雑草以外のゴミの投棄は見られなかった。

用水路の直上流では、メスカ改良前のサキアに代わる移動ポンプ（口径約 4～6”）のエンジン駆動のポンプが 3 台ほど設置されていた。

用水路と排水路の横断地点の上流、用水路の左岸側に政府所有用地があり、用地問題は発生しないと思われる。現在は農民によって耕作されている。

計画再利用ポンプ場付近の水質に関しては以下のとおり。

用水路：水は薄い緑色を呈しているが、メダカが遊泳している。多少の汚濁感が感じられる。

排水路：排水路は水草に覆われている。水草の間を流れる排水には透明感があつた。

8) Faraoan 再利用ポンプ場 (No. 8)

(Kafr El Sheikh Governorate の提案の機場)

用水路は土水路であるが、最下流端の余水吐近辺は、練石積みで護岸してある。用水路の末端は定水頭越流式の余水吐が設置されているが、それやその周辺部には農業残渣や生活ゴミが流下してきて、余水吐の流入口を塞ぐような状態になっている。また、

用水路の堤塘にもゴミの集積があり、ゴミ投棄防止に対する住民教育・啓蒙の必要性を感じる。

農民は排水路から揚水するため、用水路末端部に数基の移動用ポンプを設置し、水不足に対応している。排水路には水草が浮遊しているが、用水路のような浮遊ゴミは見あたらない。

計画再利用ポンプ場付近の水質に関しては以下のとおり。

用水路：底泥を水路脇に堆積してある。水路末端のため、流水もなく、ゴミが多く浮遊している。水は多少黒ずんでおり、汚濁している印象を与える。

排水路：水は淡い緑泥色で、ホテイアオイの群落が点在している。多少の汚濁感があり、流速は 0.5 m/ 秒以下。

MWRI の Kafr El Sheikh の Under Secretary から、このポンプ場の優先度が高いとの情報が発せられたが、参考情報として、評価には影響させなかった。

9) Sarwat 再利用ポンプ場 (No. 9)

(Kafr El Sheikh 事務所の提案の機場)

幹線の道路からかなり離れた位置 (約 2 ~ 3 km) にあり、アクセス (時間的) に若干の問題を感じられた。Sarwat 排水路は土水路で、Moftan 用水路末端部への排水再利用移動式ポンプが数基設置されており、この地区の水不足の状態を物語っている。

用水路の最末端にはコンクリート製の余水吐が設置されている。断水期なので用水路には溜まり水がみられるが、水面幅は 1 ~ 2 m で、ポンプで揚水するには水量があまりにも少ない。水路は浚渫したあとなのか、比較的良好に水面形が保たれている。雑草の繁茂も非常に少ない。

暗渠排水の排水口が排水路の両岸に見られる。右岸側はコンクリートパイプで集水渠の出口とみられ、良く機能しているためか常時排水量が観測された。一方、対岸 (左岸) にも暗渠排水の出口が見られるが、集水面積が小さいためか口径 50 mm 程度の塩ビパイプのようにみえた。そのすぐ脇に、家庭用の雑排水用のパイプ (口径 30 mm 程度) が見られ、これも排水が観測された。この排水の落ち口の排水路側法面には雑草や水草が繁茂している。この現象は家庭用雑排水がかなり富栄養価の水である間接的に証明していると思われる。

計画再利用ポンプ場の建設用地は、排水路と道路に挟まれた、比較的狭い土地である。用水路の両岸は耕地となっており、この場所に計画機場を計画するには、用地補償・買収交渉が地権者と必要か、あるいは排水路上にポンプ場を計画する必要がある。

計画再利用ポンプ場付近の水質に関しては以下のとおり。

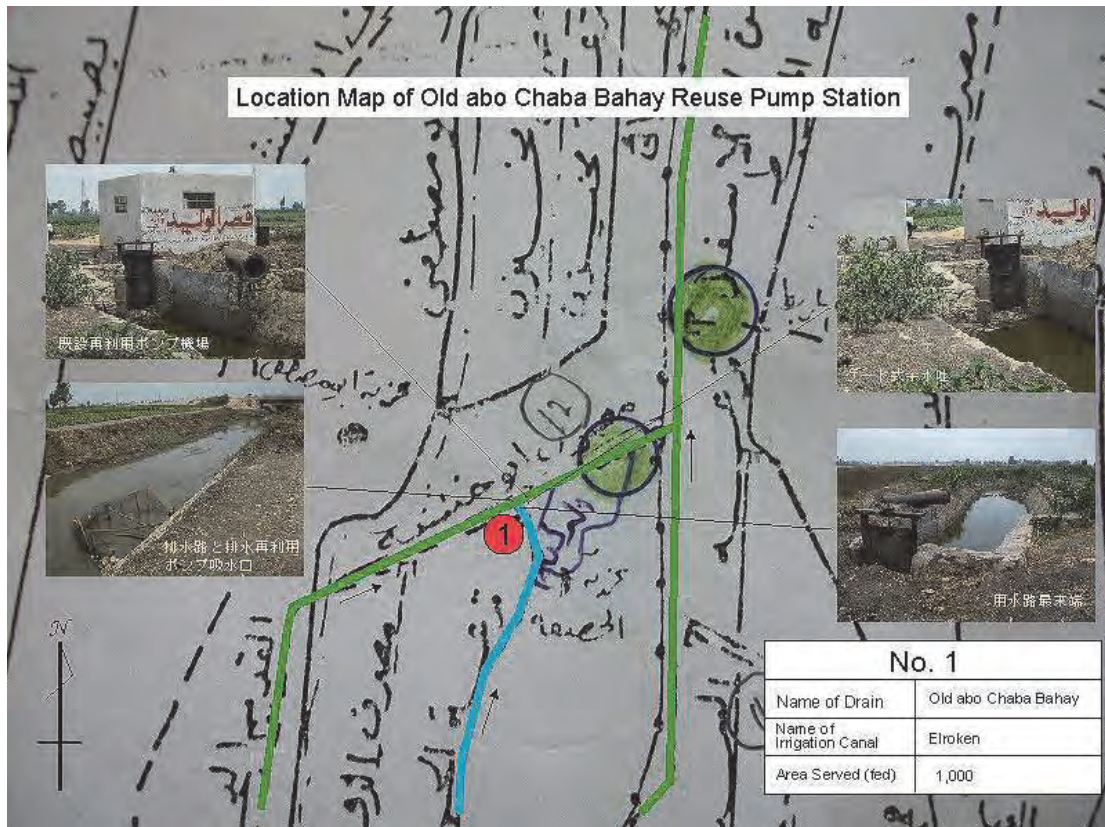
用水路：断水期のため水はほとんどない。溜まり水状態で、アオコにより濃緑色を呈している。

排水路：上流部で下水が流入しているとのこと。水は多少黒ずみ、アオミドロのブロックも流れるなど、汚濁した感じがある。

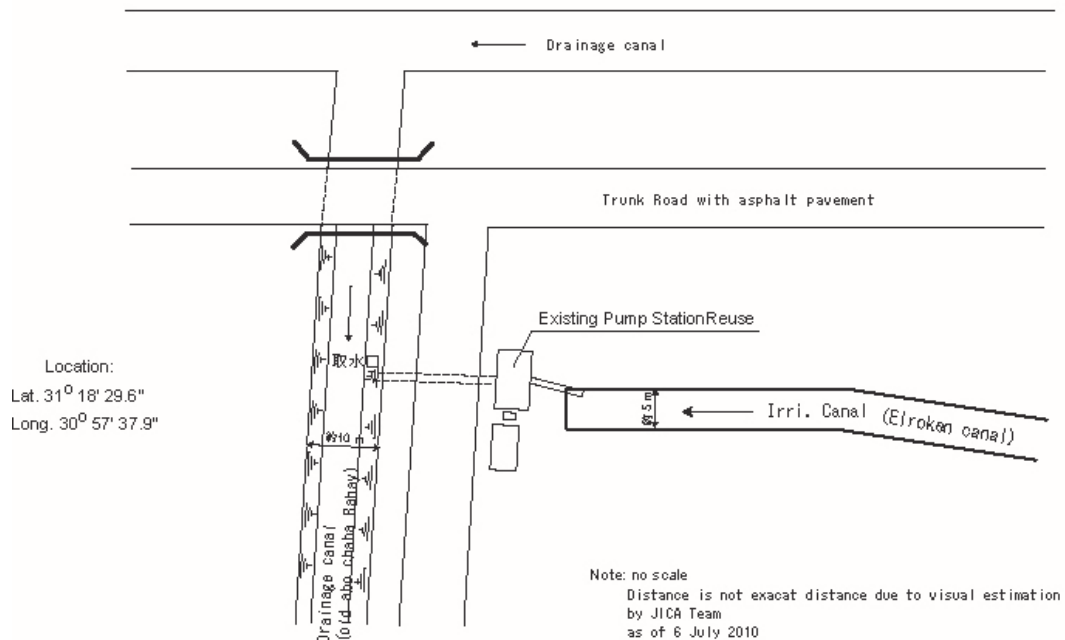
各ポンプ場位置略図 (①～⑨)



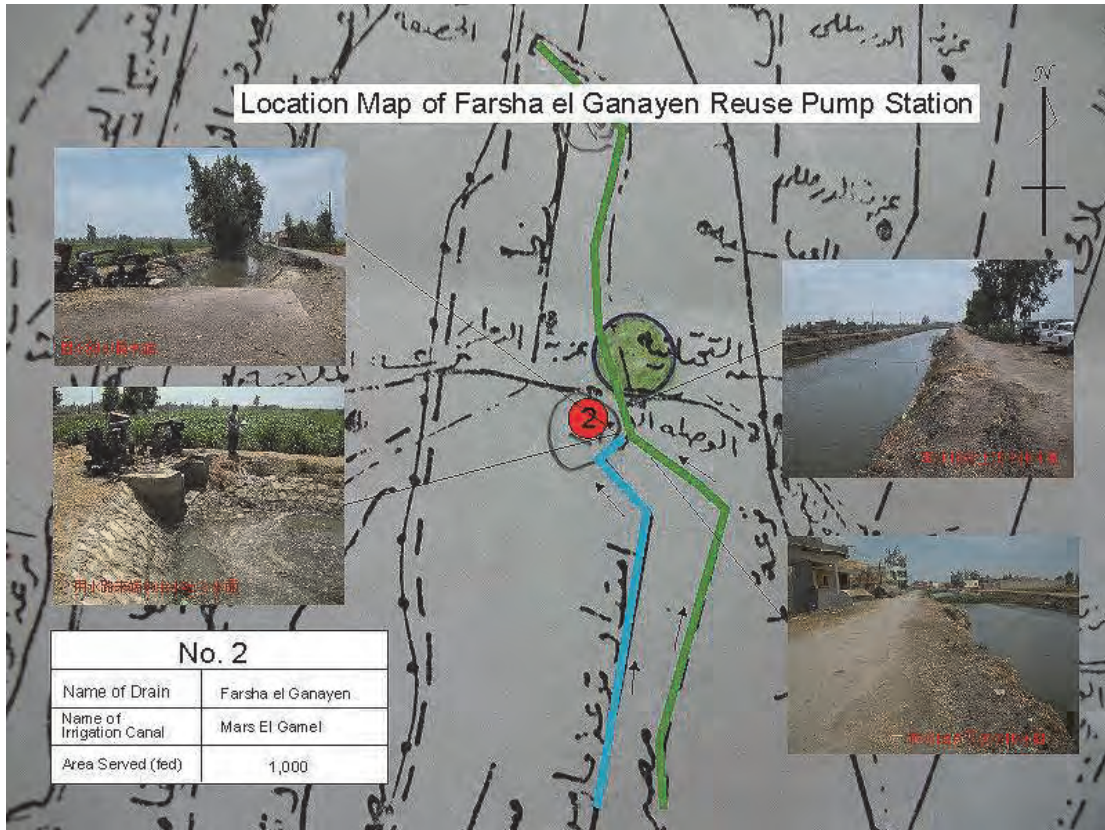
1. Old Abo Chaba Bahay Reuse Pump Station



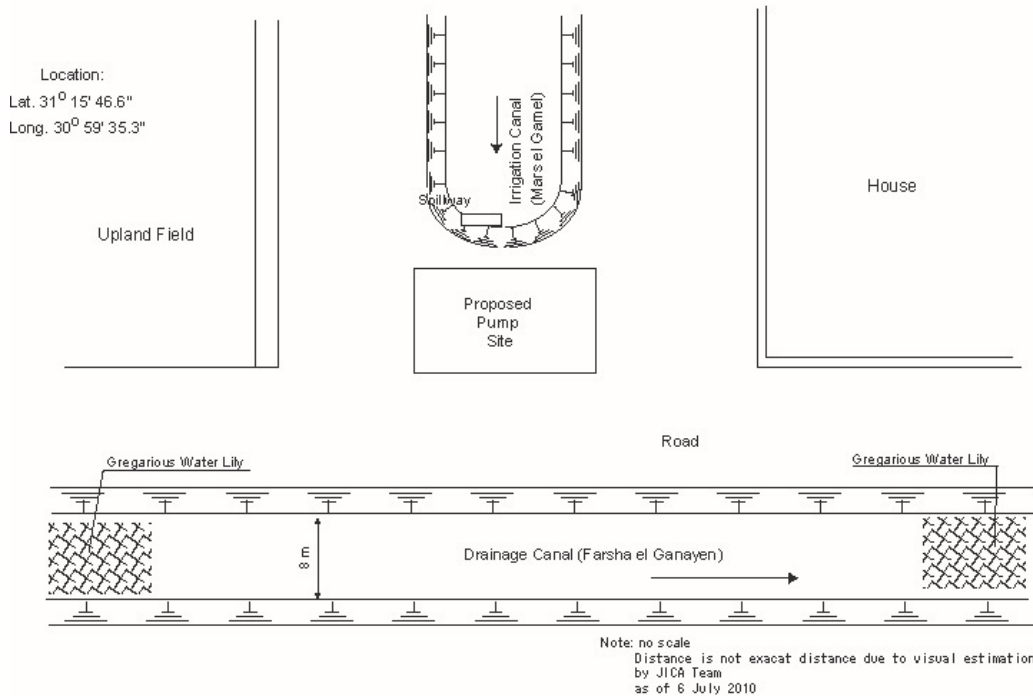
Sketch of Proposed Old Abo Chaba Bahay Reuse Pump Station (No. 1)



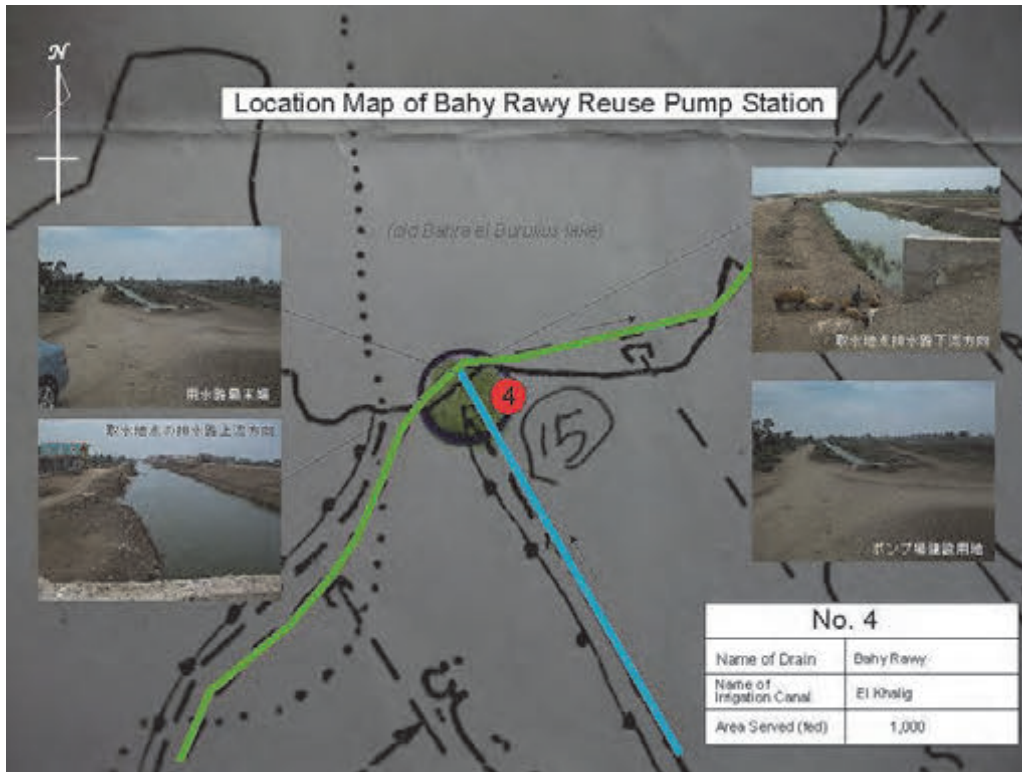
2. Farsha el Ganayen Reuse Pump Station



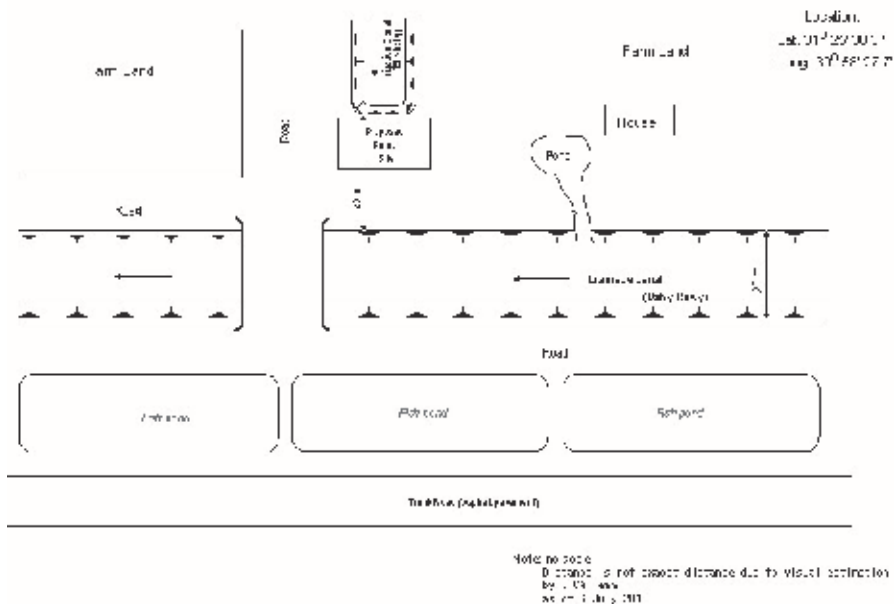
Sketch of Proposed Farsha el Ganayen Reuse Pump Station (No. 2)



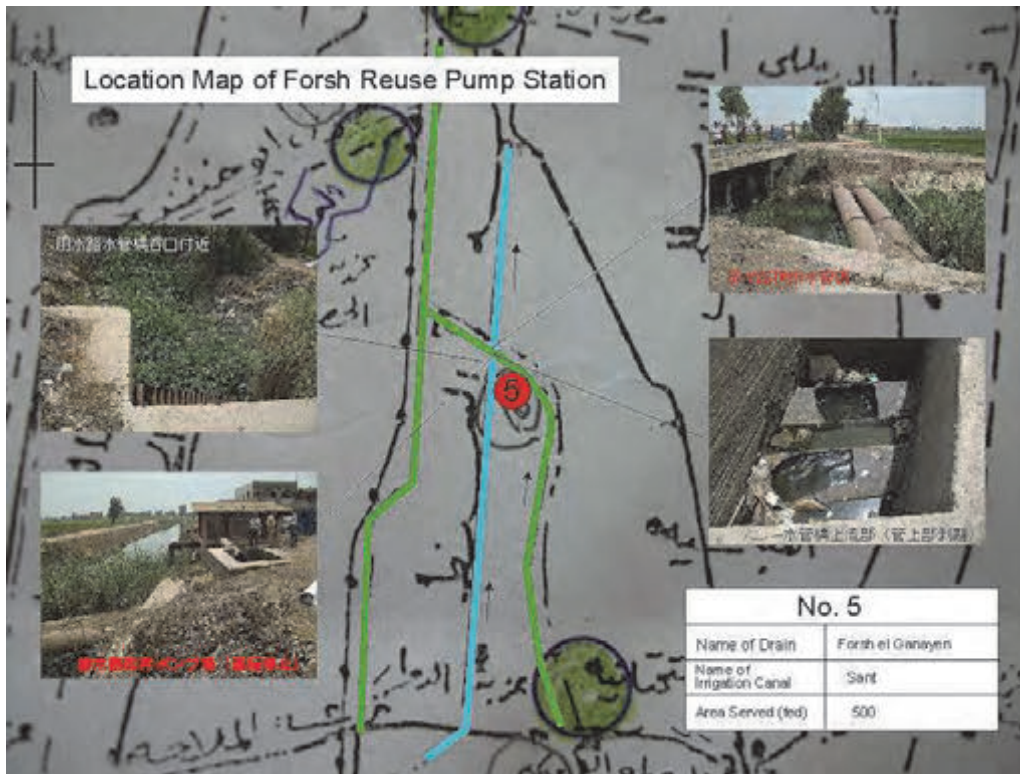
4. Bahy Rawy Reuse Pump Station



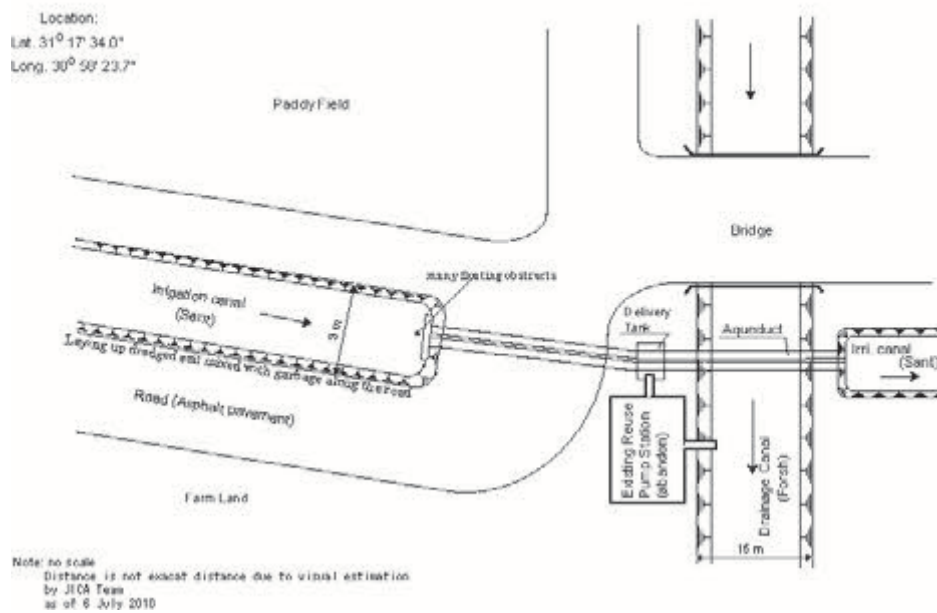
Sketch of Proposed Bahy Rawy Reuse Pump Station (No. 4)



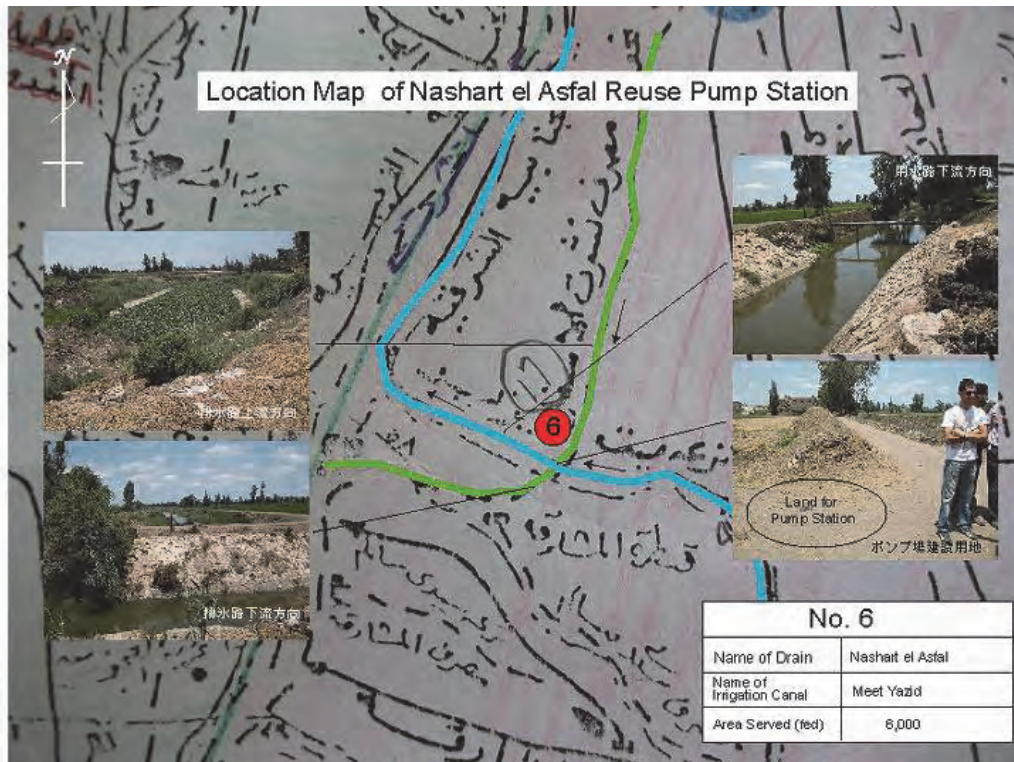
5. Forsh Reuse Pump Station



Sketch of Proposed Forsh Reuse Pump Station (No. 5)

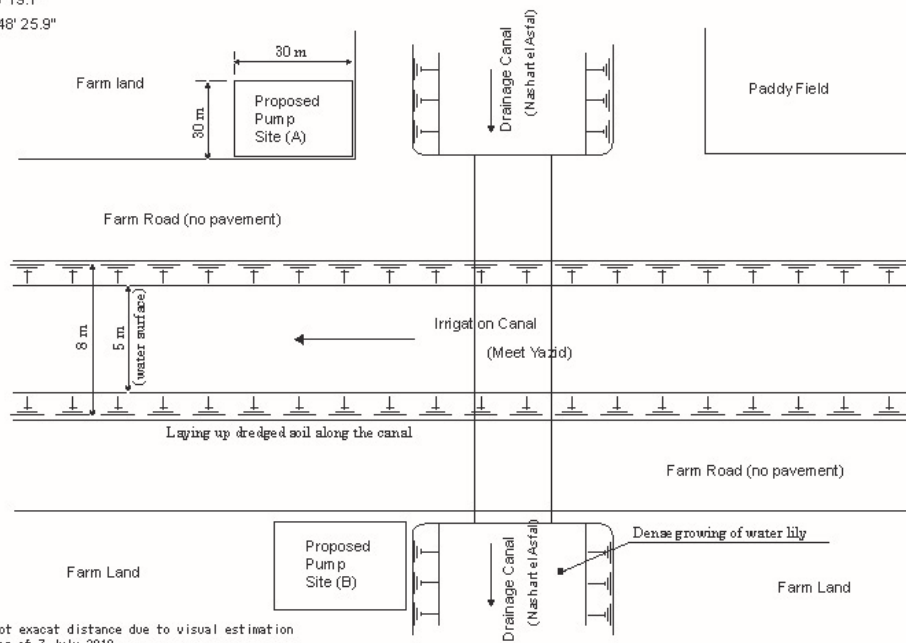


6. Nashart el Asfal Reuse Pump Station

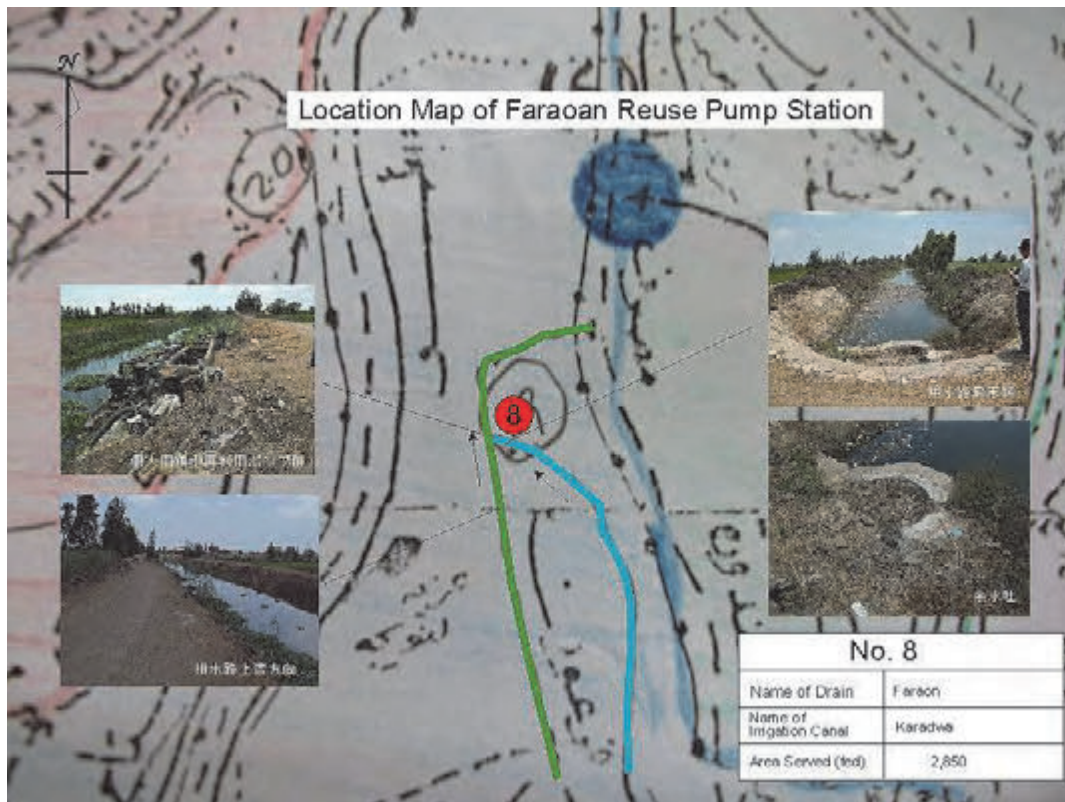


Sketch of Proposed Nashart Reuse Pump Station (No. 6)

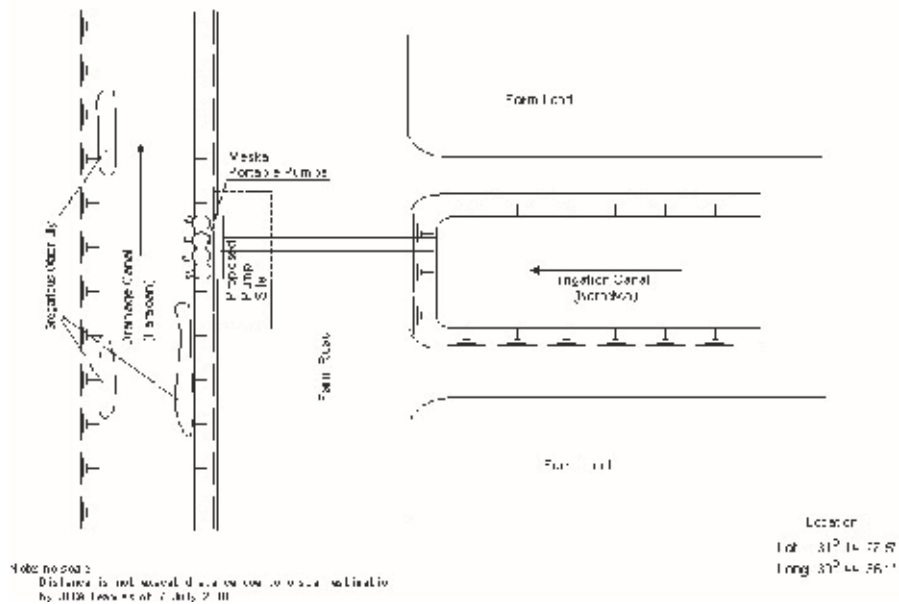
Location:
 Lat. 31° 16' 19.1"
 Long. 30° 48' 25.9"



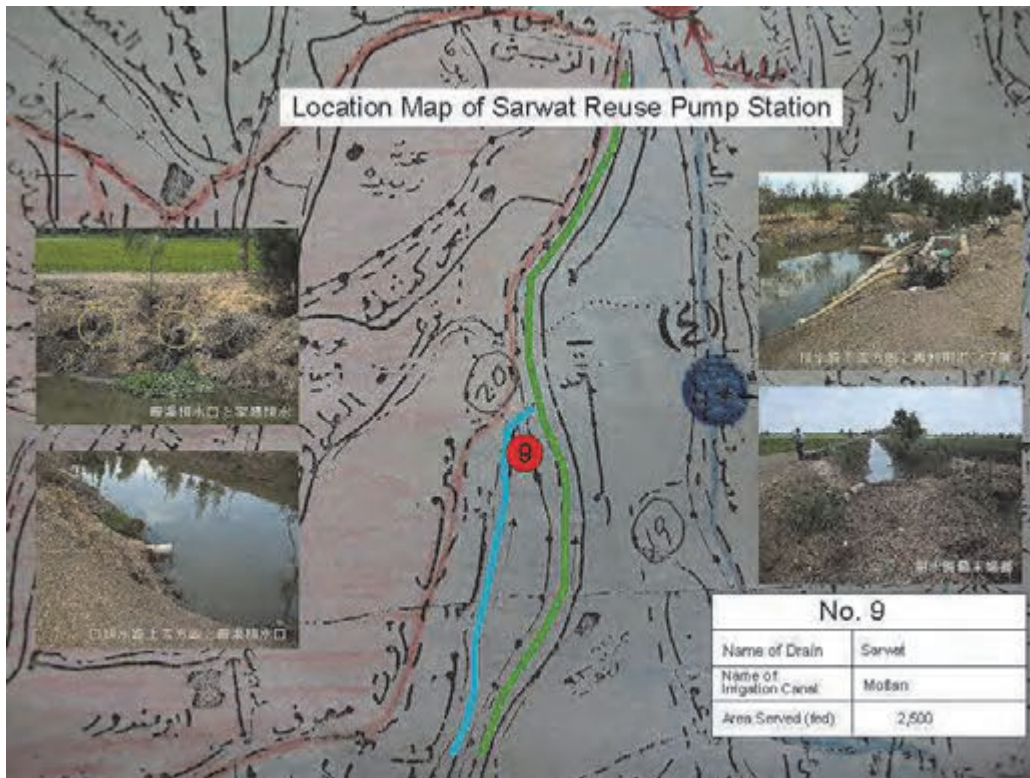
8. Faraon Reuse Pump Station



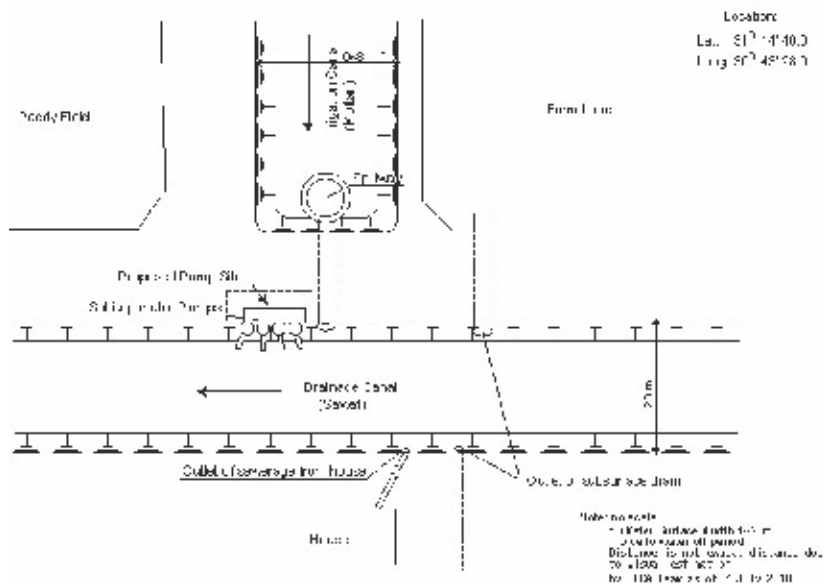
Sketch of Proposed Faraon Reuse Pump Station with PI



9. Sarwat Reuse Pump Station



Sketch of Proposed Sarwat Pump Station (No. 9)



再利用ポンプ場優先度の評価

Evaluation Table of Pilot Project Area (Reuse Pump Station)
(as of June 7, 2010)

No.	Items	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Name of Drain	Old abo Chaba Bahay	Farshael Ganayen	Naser	Bahy Rawy	Forsh el Ganayyen	Nashart el Asfal	Erin	Faraon	Sarwat
	Name of Irrigation Canal	Elroken	Mars el Gamel	Al Mansor	El Khalig	Sant	Meet Yazid	Ariamon	Karadwa	Moftan
	Estimated Beneficial Area (fed.)	1,000	1,000	1,000	1,000	500	6,000	2,500	2,850	2,500
1	Clear and correct data of kind and quality of pollutant sources	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	Simple water delivery system	3	5	0	0	5	3	5	3	3
3	Representative of general situation of Nile Delta area	0	3	0	0	3	3	3	3	3
4	Possibility to introduce a countermeasures (including reuse of pump) of water quality conservation	0	3	0	0	5	3	3	3	3
5	Easy evaluation of water quality conservation works	0	3	0	0	5	3	3	3	3
6	Having priority schedule of various project/program of water quality conservation	3	3	3	3	3	3	3	3	3
7	Expect continuous cooperation by relevant agencies	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8	Quick return of certain effects	3	3	3	3	3	3	3	3	3
9	Very often water shortage for irrigation during summer season	0	3	5	5	5	5	5	5	5
10	Certain discharge in a drain which is a polluted water source	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11	Willingness of inhabitants' participatory	3	3	5	5	3	3	3	5	5
12	Availability of detailed map of the area	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Availability of data of irrigation and drainage discharge	3	3	3	3	3	3	3	3	3
14	Easy Access	5	5	5	5	5	5	5	3	3
15	Effect of showcase	5	5	5	5	5	3	5	3	3
16	Well operated WUA	5	3	0	0	5	5	3	5	3
17	No ROW problem	5	5	5	5	5	5	5	5	5
18	No donor's activity at present	0	3	5	5	0	5	5	5	5
19	Meet water quality standard	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	46	61	50	50	66	63	65	63	61

Evaluation point : yes = 5 points, neither = 3 points, and no = 0 point
Note: by JICA Team, June 2010

第3章 想定される協力内容

3-1 開発協力調査型技術協力

3-1-1 基本計画

(1) プロジェクトの基本計画

1) プロジェクト名称

(和) 中央デルタ灌漑のための水質改善マスタープラン調査

(英) The project for master plan study on water quality improvement for irrigation in Middle Nile Delta

2) プロジェクトの目的

- ① 策定された水質保全計画に基づき、パイロットサイトにおいて、水質改善活動を実施する。
- ② 計画策定過程を通じ、関連技術を C/P に移転する。

3) プロジェクト対象地域

中央ナイルデルタ

パイロットプロジェクトは、Kafr El Sheikh 県内に設置される。

[候補サイト：Sant 用水路下流域、Ariamon 用水路下流域、Bahr El Nour 地区（技術協力プロジェクトのサイト）]

4) プロジェクトのスコープ

2) の目標を達成するために、以下の活動を行う。

- ① 暫定的な水質保全計画を策定し、パイロットプロジェクトの準備を行う。
- ② 水質の現況や汚濁負荷量を定量的に把握する。
- ③ 水質改善目標値を設定する。
- ④ 短期・中期対策計画を立てる。

対策計画には、以下の内容等が含まれることが想定される。

- 堆肥化施設の設置による水路混入防止
- 浄化槽の設置と適切な維持管理の実施
- DO（溶存酸素量）改良型の再利用ポンプの設置
- 水質浄化水路の設置とその展示
- 水質が改善された灌漑用水によるコメ生産試験
- 水質保全教育・普及

- ⑤ パイロットプロジェクトを実施する。パイロットプロジェクトの結果を基に、水質保全計画を完成させる。

5) プロジェクト期間

3年間

6) 団員の想定分野

リーダー、水質保全、灌漑、栽培、環境教育、業務調整等

3-1-2 留意点

(1) 環境社会配慮

- a) 過去に異臭が原因で立ち退きを余儀なくされた堆肥保管場があることから、堆肥化を行う場所の選定には十分な配慮をする。
- b) 排水は農業用再利用ではあるが、違法に飲料水として利用している貧農への対策が必要である。
- c) 現在窒素やリンといった栄養塩が水路水に多く含まれているが、これは作物への肥料でもある。水質が向上することによってこういった栄養塩が減った場合、農作物や施肥量に影響がないか調査する必要がある。
- d) エジプトは遺跡の埋蔵が多く、滞在中の6月にも中央デルタ西北部で考古学的発見があった。業務遂行中にこのような発見があった場合のプロトコルなど決めておく必要がある。
- e) 事業予定地域の Kafr El Shiekh 行政区と下流の湖 Bahra el Burullus は PMD1444/1998 により自然保護区域に指定されている。また、Bahra el Burullus の東岸の地中海に面する海岸沿いにリゾート地がある。排水路はすべてここで終結するため、事業によって水質が変わった場合、現存の生態系に影響があるか調査する必要がある。
- f) 環境教育や啓発活動及び実際にゴミや生活污水排出の削減などを実施する場合、コミュニティでのしごらみ、人間関係、ジェンダー、利害・力関係などに配慮する必要がある。
- g) 初期環境調査 (IEE) または環境影響評価 (EIA) の必要性など、本格調査の内容と規模に応じて各関連省庁に確認する必要がある。排水路で事業を行う際は EPADP が EIA を執り行う。

(2) 調査関連情報

1) 土木工事関連

事業実施に必要な資機材について、Irrigation Department, East Kafr El Sheikh の担当者 Eng. Ahamed Abdel Bary, Supervisor から聞き取り調査をした。

コンクリート用骨材について、骨材の砂や砂利は国産で採取場所は Kafr El Sheikh 県から約 150 km 離れた砂漠地帯である。セメントも国産で、約 20 の生産会社があり、カイロ、アシュート、スエズ等に工場がある。鉄筋も同様に、主に丸鋼を使用し、標準径は 6、8、10、12、16、18 mm を用いている。型枠は大量のコンクリート工事場合以外は木製型枠がほとんどで、鋼製型枠は使用しない。建設中の土木工事では多くの木製型枠、支保工が使用されている。道路の中央分離帯のコンクリート構造物は、形状が単純一定で、距離が長いため、鋼製型枠を使用している現場がある。

ポンプは鋼製部品を海外から輸入し、国内で組み立てる工場が 2～3 カ所カイロにある。コンクリート管は 500～2,000 mm を国内で生産しており、主に 2 工場が主要メーカーである。Kafr El Sheikh 県内でも、鋼製型枠を用いた小規模パイプ工場が数カ所あ

る。PVC パイプについては、原料を輸入し、国内のアレキサンドリア、カイロなどの国内企業や海外メーカー支社などの5カ所以上の工場で生産を行っている。鋼管についても同様で、3～4メーカー以上で生産を行っている。

ポンプ工事の設計から工事までの流れは以下のようになっている。

- ・現地調査、測量、地質調査、設計・製図、積算、入札図書の作成、入札公告は灌漑庁設計担当部署が実施している。地質調査はほとんどの場合実施していない。構造物が比較的重くないのがその理由である。必要ならば灌漑庁が実施すると言っているが、必要機器の確認はできなかった。測量も灌漑庁が実施すると言っており、そのスタッフも灌漑庁内にいるとのことである。内部での設計等の作業の必要経費は工事費の10～15%で、外部コンサルタントへの発注額は入っていない。設計・積算・入札図書の作成までに約1～2カ月必要である。この作業に関して、外部のローカルコンサルタントはほとんど雇用しない。すなわち、直営工事である。特殊な工法や技術の必要などときのみ外部コンサルタントの雇用や、請負業務への外注を行う。
- ・入札、開札は2つの灌漑庁内の部署、(1) Lagnet Fath el Mazarif と (2) Pagney el Batt で実施している。前者は入札行為を担当し、後者は開札、評価、業者決定を担当する。入札者には技術プロポーザルとコストプロポーザルの2部の提出を求める。最初に前者の部署が技術プロポーザルを開き、その評価を行い、入札者の順位を決定する。その後、後者の部署が、そのなかの第1位評価者のコストプロポーザルを開き、入札価格が予定価格より低い場合はそれで受託者が決定となる。予定価格より高い場合は、コストネゴを入札者で行い、予定価格内に入札者が同意すれば、入札行為の終了となる。入札者が同意しなければ、2番札の入札者と同様の手続きを行い、入札者を決定する。これでも同意がなければ、下位の入札者へと移行する。この作業の必要期間は、前者の作業は15～30日程度、後者が1～2カ月必要である。
- ・工事はこの部署、Supervisor、が行い、約6カ月間の工事期間が必要である。Kafr El Sheikh 県内に在住する請負業者へのインタビューを行った。その結果は次のとおりである。Kafr El Sheikh 県内には4～5建設業者がおり、県外には多数の建設業者がいるので、工事発注や施行は問題なく実施できる。
- ・ローカルコンサルタントの現状をカイロで情報収集した。エジプトでは大手といわれる土木技術コンサルタントは4社程度しかなく、その下の階層でも20社程度である。各コンサルタントは常勤顧問を雇用しているが、日本に比べて、その数は非常に少なく、10人もいと多い方とされる。プロポーザルには、非常勤技術者の雇用も可能であり、学位をもっている技術者は高い評価を得られる。一般に、評価される技術者の経験年数は25年以上である。同じ経験年数の時に学位の有無が評価対象となる。また、同等の経歴では、月額報酬額の低い技術者が優先評価を受ける。最終的には業務従事者の総合点で、業者選定を行っている。
- ・建設業者の現状を調査するため、現在、灌漑庁が発注している灌漑施設を受注し、工期を守るなどの成績の良い3業者を灌漑庁から紹介を受け、インタビューした。その結果を表3-1にまとめた。これらの業者は、Kafr El Sheikh 県内の工事だけでなく、エジプト全国の工事にも参加している。
- ・建設機械やパソコンや測量機器や特殊運転手や操作員も Kafr El Sheikh 県や近傍県内

から十分調達可能であるとのことである。

- ・建設資材の調査時点の価格は次のとおりであるが、年々の物価上昇率が大きく、20%を超える時もある。以下は、建設に必要な基礎資材の市場単価を上記業者から聞き取った。市場価格は変動が激しく、来年の価格の予測は困難である。そのときどきの価格を用いる。調査時点の情報では、燃料価格は 1.25 EL/l から 1.75 EL/l に来週から上げられるとの観測が流れている。

コンクリート骨材：

砂 40 ~ 60 EL/m³

砂利 140 ~ 160 EL/ m³

セメント 30 ~ 31 EL/ 袋 (袋 =50 kg)
550 EL/ t

鉄筋 3,700 EL/t (径 25 mm 以下)

燃料 (ガソリン、ディーゼル) 1.25 EL/l

ポンプ機器 ドイツ、イタリア、アルメニア製が 80%を占め、20%が国産の機器

2) 現地での宿泊先情報

デルタ地域の最大都市 Tanta 市内で、長期滞在可能なホテルを調査した。市内には3カ所の長期滞在可能なホテルがある。最も新しいのは New Arafa Hotel で、鉄道 Tanta 駅前にある。他の Hotel は町中にある。各ホテルへの連絡方法、料金等³⁶は以下のとおりである。

a) New Arafa Hotel

Tel : 040-340-5040 (6 line あり)

Fax : 040-335-7080

料金：

短期滞在の場合 Single Room =260 EL/ 泊 (1 US\$ =5.6 EL =93円。2010年6月末現在)
Double Room =380 EL/ 泊 (同上)

長期滞在の場合 Single Room =220 EL/ 泊 (同上)
Double Room =330 EL/ 泊 (同上)

いずれも朝食付き

通信；無線 LAN が無料で可能だが、フロントしか利用できない。

b) Panorama Hotel

Tel/Fax : 40-342-0988 と 40-341-9898

Tel (携帯) : 016480330

料金：

短期滞在の場合 Single Room =220 EL/ 泊 (1 US\$ =5.6 EL =93円。2010年6月末現在)
Double Room =280 EL/ 泊 (同上)

長期滞在の場合 Single Room =180 EL/ 泊 (同上)

³⁶ 2010年6月現在

Double Room =240 EL/ 泊 (同上)

いずれも朝食付き

通信；無線 LAN が無料で可能だが、フロントでしか利用できない。

c) Green House

Tanta 最初の Hotel で、古いため推薦できないので、料金などは調査していない。

(3) 再委託可能業務

社会調査や建造物の施工管理・施工はエジプトの地元コンサルタントや建設業者で対応が可能と思われる。見積もり内容は以下資料を参考にされたい。

1) 調達関連情報 (資機材やローカルコンサルタント)

現地派遣中に、環境プログラム無償 (2009 年) で提案された設計に対して見積もりを数社に依頼したが建設施工と社会調査に関して各 1 社ずつ回答があった。以下に会社情報をまとめる。

依頼業務	会社名	連絡先・番号	備考
社会調査	INSTITUITE OF CULTURAL AFFAIRS MIDDLE EAST & NORTH AFRICA	住所： 119 Misr / Helwan Road - Maddi, Cairo 電話番号： Tel / Fax 202-25254143/45/15/18	環境プログラム無償で使った団体
施設建設： 小規模汚水処理、集落排水処理施、堆肥保管所 水質モニタリング	Egyptian Italian Group for Contracting (EIG) International Expertise House for Energy & Environment (IEHEE)	代表：the Union (International expertise House for Energy and Environment{IEHEE} & Egyptian Italian Group for Construction{EIG})	今後の見積もりや手配などについては、「Aljika engineers」の名前と添付の見積もりを提示すること web： www.eigruppe.com www.iehee.com

2) 水質検査ラボ

聞き取りの結果、農業省、保健省、MWRI、排水庁、HCWW、環境省、国立水資源研究所などの国の機関及び大学にそれぞれ水質検査ラボがある。

農業省のラボは主に重金属類と塩分、電気伝導度、pH の検査が可能だが、環境系の項目については検査しない。原子吸光装置で分析し、費用は、重金属類 1 項目につき 1 サンプル 10 EL で、1 日にラボ 1 カ所につき 100 サンプルほど分析が可能である。

排水庁もナイルデルタに 5 カ所水質ラボをもっている。ここでは、排水水質基準すべての項目の検査が可能である。地方の HCWW の下水処理場では、BOD、COD、硬度、pH、総浮遊物質 (TSS)、活性汚泥有機性浮遊物質 (MLVSS) など污水处理場の機能をモニタリングする項目のみ検査している。

今回の調査では環境省と保健省の検査ラボへは時間の都合で訪問できなかった。また、国立水資源研究所では、前述の CIDA の支援で行っているような長期の研究のためならともかく、実験施設のモニタリング程度では同研究所のラボの使用は不適切であるとの理由で、訪問及び利用を断られた。

流量観測、測量、地質調査はほとんど、担当機関が直営で実施し、外部コンサルタントの使用は行わない。というより、これらの作業を行うに必要な巨大構造物の建設がない、というのがその理由であると推定される。

【留意点】

再委託業務に関して、機場工事などの設計、工事管理はほとんど直営で行われており、JICA 開発調査団の再委託先に C/P 機関になることは、必要経費の支払い行為上に問題が発生する可能性がある。また、相手側の費用で設計・施工管理を行う場合、相手側の予算上の措置が十分確保できないため、工事实施が遅延するケースが発生する事が予想される。外部発注するケースがこれまでほとんど取られてないため、この業務担当のローカルコンサルタントの選定にある程度の期間が必要となり、多額の契約金額が必要となる事が予想される。

表 3 - 1 List of General Contractors in and around Kafr el Sheik Governorate

Item	1	2	3
Name of Company	El Comda Company	El Amal El Handasya Engineering Company	Maktab el Masrya Cilmokawalat Masrya Company
Location	Borg El Kawsar 29 (p.n), Kafr el Sheik	Beish, Beish-El Mahala, Gharbya	Kafr el Sheik, Borg El Dostor, El Gdid-el Awkaf (bld)- 30
Tel No.	0123221364	0101714182, 0181841891 and 04012021150	0100212240, 9199212247 and 0403221090
Fax No.	0473212023	02020958	403221090
TLX No.	0473230810	-	-
E-mail address	Alamdocompany@yahoo.com	MAKTABELAMAL@yahoo.com	-
Experience (Year)	since 1993	since 1998	since 1986
Staffing*1			
- Parmanet Engineer	3	2 Civil Eng. 2 Archtechers 1 Electric Eng. 1 Mechanical Eng.	3
- Surveyer	5	as required	as required
- Temporary Employ Engineer	7 to 8	as required	5
Own Heavy Equipment*2	15 Excavators (0.6 to 0.9 m ³) 2 Bulldozers 4 Loaders Tractors etc.	2 2 Drillers 2 loaders 2 Excavators etc.	15 drillers, 3 loaders, 3 tractors, etc.
Computer System			
- Desktop computer	2	5	in case of need highly technical system, they contract with acomputor and its exoert from a computer shop
- Lap Top Computer	2	2	
- Auto CAD system	2	5	
Survey Equipment	1	3	

Note

*1 If needed, temporary engineers will be hired from Kafr el Sheik and other town and cities

*2 If shortage, rental equipment available in Kafr el Sheik

3 - 2 ボランティアの派遣について

青年協力隊員は、開発調査団への「派遣員」のような仕事をしてもらうのが調査団としては有効活用ができると考える。具体的には、水質・ゴミ処理に関する行動変容教育・啓発、農業従事者、子供や女性を対象とする教育活動を支援してもらうのがいいかと考える。今回エジプト政府機関の関係省庁と直接関わってみて、彼らに認められ、意味のある活動をするには、高い専門性や学歴と経験をもっていないと難しいといった印象を受けた。また、青年協力隊員草の根の活動は、コミュニティから信頼をしてもらえないと、始めることすらできないため、まずはそこから

はじめる必要がある。成果が出るためには10年以上の長期にわたる支援が必要ではないかと考える。

3-3 留意点

< MALR、EALIP 局長からの情報 >

- (1) 農民に汚水による健康への害に関する理解が乏しいようである。地下水水位の高い水路脇の井戸から飲料水を取っているが、その真横に汲み取り式トイレをつくったりしている。そのトイレ汚物や汚染のひどい排水路の水が地下水に浸透することを理解していない。
- (2) エジプト人は過去に河川（ナイル川）や湖沼の水不足や汚染の経験がなく、水汚染の状態や汚染がどういった影響を与えるか、またそれを克服した歴史がない。（水の浄化の過去の事例がない）水問題は、近年人口が増えたことによる。
- (3) 農民は保守的で、問題があっても新たな解決策を受け入れることは容易ではない。直接農民の日々の生活、社会保障、経済的利益が向上するような解決策である必要がある。
- (4) 農民の最小単位としてのマルワをターゲットとし、農民のニーズを農民自身から吸い上げて構築する事業でないと参加型の事業は成功しない。農民は農作業が効率化でき収入が増えることがわかると自発的に積極的に自らなんでもする。

付 属 資 料

1. 調査日程
2. 主要面談者
3. Minutes of Meeting (M/M)
4. 各パイロットプロジェクト候補地点
5. パイロットプロジェクト候補地での水質検査結果
6. 収集資料リスト
7. 国内河川浄化事例と本調査について

1. 調査日程

日数	年月日	曜日	行程
1	2010/5/28	金	【コンサル団員3名】日本発→シンガポール→ドバイ
2	2010/5/29	土	カイロ着、団内打ち合わせ
3	2010/5/30	日	表敬訪問、事業内容の紹介と確認、政策等にかかるヒアリング・文献資料等収集、日程調整： (1) JICA エジプト事務所（田中理氏、Sharif 氏） (2) MWRI 向け JICA 専門家（北村氏） (3) JICA 技プロ（ISA）WMIP 2 担当者（進藤氏、山本氏） (4) MWRI: C/P の割り当て任命（副大臣、灌漑部技官）
4	2010/5/31	月	表敬訪問、事業内容の紹介と確認、ヒアリング・文献資料等収集、日程調整： (1) 排水庁（GD.Planning、技官など） (2) 世界銀行（水資源事業技術者）
5	2010/6/1	火	表敬訪問、事業内容の紹介と確認、ヒアリング・文献資料等収集、日程調整： (1) MALR、(2) HCWW、(3) GTZ、(4) USAID
6	2010/6/2	水	ISA にて追加調査、資料整理、進捗状況チェックミーティング
7	2010/6/3	木	EEAA 表敬訪問、農業開拓省（EALIP）聞き取りフォローアップ、Kafr El Sheikh 現地調整訪問
8	2010/6/4	金	担当別に情報整理、分析
9	2010/6/5	土	Kafr El Sheikh 県の IAS 局長と MWRI（県）次官を表敬訪問、活動報告、サイト選定
10	2010/6/6	日	Kafr El Sheikh 県のサイト訪問
11	2010/6/7	月	Kafr El Sheikh 県のサイト訪問（継続）、資料収集、WQU 表敬訪問、質問票収集
12	2010/6/8	火	DRI 表敬訪問、データ入手依頼のレター製作、データ整理・分析、JICA エジプトとの打ち合わせ
13	2010/6/9	水	EPADP での資料収集、資料・データ整理・分析、JICA エジプトとの打ち合わせ
14	2010/6/10	木	EPADP と農業省での資料収集・質問票回収、資料・データ整理・分析、JICA エジプトと専門家との打ち合わせ
15	2010/6/11	金	フィールド調査準備、打ち合わせ
16	2010/6/12	土	Kafr El Sheikh 県にて水質調査・検査、データ収集（1）
17	2010/6/13	日	Kafr El Sheikh 県にて水質調査・検査、データ収集（2）
18	2010/6/14	月	Kafr El Sheikh 県にて水質調査・検査、データ収集（3）
19	2010/6/15	火	IAS 局長表敬訪問、WQU での質問票回収、HCWW での聞き取り、排水量・関連法規など調査（継続）、水質検査結果分析、整理
20	2010/6/16	水	各種フォローアップ、団内会議、資料整理
21	2010/6/17	木	Kafr El Sheikh 県にて聞き取り調査、データ収集、情報整理、団内会議用資料作成、排水庁 TANTA 水質ラボ訪問
22	2010/6/18	金	団長報告会議、資料整理
23	2010/6/19	土	調査団官団員と Kafr El Sheikh 県 U-Sec 表敬訪問、本格調査パイロット候補地視察
24	2010/6/20	日	団内会議、情報整理、M/M 案作成、HCWW フォローアップ
25	2010/6/21	月	団内会議、情報整理、M/M 案作成、HCWW フォローアップ（Kafr El Sheikh 県）

26	2010/6/22	火	中村一等書記官へ M/M 案説明、団内会議、情報整理、各種フォローアップ(カイロ)
27	2010/6/23	水	M/M 案改訂、駐エジプト大使へ報告
28	2010/6/24	木	M/M 案改訂、JICA 事務所へ報告
29	2010/6/25	金	資料収集
30	2010/6/26	土	フォローアップ、資料整理
31	2010/6/27	日	フォローアップ、資料収集、HCWW (Kafr El Sheikh 県) 情報収集・gtz 汚水処理場見学
32	2010/6/28	月	MWRI の Water-Ethic 部門にて情報収集、フォローアップ、資料整理
33	2010/6/29	火	In-Stream 水処理システムの見学、各種フォローアップ、資料整理
34	2010/6/30	水	フォローアップ、資料整理、JICA 専門家 (WMIP2) に聞き取り
35	2010/7/1	木	環境庁フォローアップ、資料整理
36	2010/7/2	金	団内協議
37	2010/7/3	土	協力隊派遣に関して Kafr El Sheikh 県の MWRI (県) 次官を訪問
38	2010/7/4	日	フォローアップ、資料収集、HCWW (Kafr El Sheikh 県) 情報収集・汚水処理場見学
39	2010/7/5	月	IAS の JICA 専門家とソフトコンポーネントについて打ち合わせ、フォローアップ、資料整理
40	2010/7/6	火	施設建設・社会調査など現地申請業者を見つける作業、世銀訪問、フォローアップ、資料整理
41	2010/7/7	水	NRC・DRI を訪問し CentralLab の利用可能性の確認、WQU を訪問し Law48 について執行状況を確認、各種フォローアップ
42	2010/7/8	木	JICA へ報告
43	2010/7/9	金	フォローアップ、資料整理
44	2010/7/10	土	【コンサル団員 3 名】カイロ発→ドバイ→シンガポール
45	2010/7/11	日	帰国

2. 主要面談者

Ministry of Water Resource and Irrigation (MWRI)		
部署	役職名/ Title	面談相手
	First Undersecretary and Head of Irrigation Authority	Hussien El Atfy
Technical Office for Chairman of Irrigation department	General Manager, Irrigation inspector. / Engineer	Nabila Bahaa El-Den M.
Central Department for Irrigation Advisory (CDIAS)		Medhat Abd El Fattah Ragyiz
CDIAS Irrigation department	Undersecretary, Head, engineer	Atef M. El-Kashef
Irrigation Advisory Service (IAS) for Middle delta, Kafur El Shiekh	General director, engineer	Mohamed Ezzat El-Shafey
IAS		Ibrahim Mohamed Bakr
IAS	DMP	Mohamed Abd El Latif Bakr
IAS		Mohamed Ek Hiat
Water Quality Unit	PhD	Hussein El Gammal
	Engineer	Belal Nodhy Abdul-Halim
Egyptian Public Authority for Drainage Project (EPADP)		
	EPADP Chairman	Abraham Abdel Rahiem
Planning and Follow up	General director / Engineer	Omaima Saad Shaheen
	Civil engineer	Ali Said Mohamed
EPADP Middle delta-Kafur El Shiekh	Undersecretary	E. Mohamed Abd El Khaliek belfagl
East Kafr El Shiekh Irrigation department	Engineer	Ahmed Moustafa
West Kafr El Shiekh Drainage department	Engineer	Mohamed El Dahshan
Office of Undersecretary in Kafur El Shiekh	Manager of technical office in Kafur El Shiekh/ Civil engineer	EL Said Hamisa
Drainage Authority in Kafur El Shiekh	Civil engineer	Ebrahim El Sabagh
	Civil engineer	Emad Mohamed Mahmoud

	Chemist	Mohsen Shafeionat
Drainage training center(Tanta)	Director	Ahmed Aly EL Harmil
Laboratory of Middle East Delta (in Tanta)	General director of lab (Tanta), engineer	Mohamed Gomma
	engineer	Fathy
Regional Center for Research and Study of Water Uses Ethic		
	Director, PhD	Magdy Hefiny
		Gihan Abd El Naby
		Manal El Sonkory
		Heba Mostafa Araba
	Engineer	Shereen El Sayed
Ministry of Agriculture and Land Reclamation		
Executive Authority for land Improvement Project (EALIP)	Chairman, Engineer, Professor, PhD.	Mohamed Samir M. Abo Soliman
Soil, Water, and Environment Res. Institution	Chief Soil Researcher/ Consultant for EALIP, PhD	Salah El-Din Ahmed Mohmoud
The Central Administration for Agriculture Extension	Undersecretary of State and Head of CAAE, Engineer	Hassan M. Saleh
Housing Corporation of Water and Wastewater(HCWW)		
Central HCWW	Chairman	Abdel Kawi Khalifa
	Deputy chairman	Mamduh Raslan
Project Sector	Head, Professor	Salah Bayoumi
Ksfur El Shiekh Water and Sewage Corporation	Head of Technical division	Mohamed Muftah
KWSC Technical division	Civil engineer	Mohamed Hesham
WWTP	Chemist	Hosny El Shafay
Kafur El Shiekh governorate office		
Governor's office	General Secretary	Saad Abdra Alzeem
Environmental office	Manager, engineer	Fayed El Shamly
Ministry of State for Environmental Affairs, Egyptian Environment Affairs Agency (EEAA)		
Central department for Water Quality	Head	Ekhlas Gamal El-den
	Media consultant, PhD	Adel Abdel Ghafar

National Water Research Center		
Drainage Research Institute (DRI)	Director, Professor, PhD.	Alaa A. Abdel-Motalev
DRI	Deputy director, PhD., professor, engineer	Ashraf El-Sayed Ismail
World Bank		
Sustainable development department, Water Unit	Senior water resource engineer	Hani El Sadani
		Akram El Shorbayi
USAID		
Water Resource Management	Team leader, Engineer	Wafaa L. Taltaous
USAID Contractor	Senior Strategic Communication specialist	Cheryl Groff
	Sr. Water resources management specialist, engineer	Nabil Fawzi Nashed
Project Consultant	Reuse of wastewater for ag-products	Wadie Fahim Mankariouy
German Technical Cooperation (gtz)		
Water resource management reform program of MALR	Sr. Advisor for monitoring	Dalia M. Gouda
	Sr. Advisor for training, PhD.	Magdi Anwar

MINUTES OF MEETING

BETWEEN THE PRELIMINARY STUDY TEAM AND
THE CONCERNED AUTHORITIES OF THE GOVERNMENT OF
THE ARAB REPUBLIC OF EGYPT
ON JAPANESE TECHNICAL COOPERATION
FOR THE PROJECT FOR MASTER PLAN STUDY ON WATER QUALITY
IMPROVEMENT FOR IRRIGATION IN MIDDLE NILE DELTA

For the project for a Master Plan Study on Water Quality Improvement for Irrigation in Middle Nile Delta (hereinafter referred to as "the Project"), the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") has sent a preliminary study team (hereinafter referred to as "the Team") headed by Eng. Yoshiyuki GOYA from 29 May to 10 July 2010.

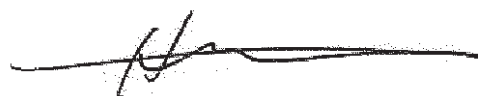
During its stay in the Arab Republic of Egypt, the Team exchanged views and ideas with the concerned authorities of the Government of Egypt through a series of meetings and field surveys in relation to the Project.

As a result of the study, both parties have reached common understandings concerning the matters in the documents attached hereto. This Minutes reflects discussions and initial agreements made between the concerned authorities of the Government of Egypt and the Team.

Cairo, June 24, 2010


for

Eng. Yoshiyuki GOYA
Leader
Preliminary Study Team
Japan International Cooperation
Agency



Dr. Hussein I. El-Atfy
Deputy Minister
Chairman of Irrigation Department
Ministry of Water Resources and
Irrigation
The Arab Republic of Egypt

ATTACHED DOCUMENTS

I. Background of the Project

The Government of Egypt made a request for a Program Grant Aid for Environment and Climate Change for the Project for Establishing the Complex of Water Quality Improvement for Irrigation in the Middle Nile Delta to the Government of Japan. The Project aims at establishing a new complex system for water quality management in the rural communities. It is requested to introduce Japanese technologies to establish the Complex as mitigation measures to reduce the impact of pollution sources and secure the quality of reused water for irrigation.

In response to this request, JICA conducted outline design study on the project. The study validated water quality improvement by the MBD (Micro Bubble Device) which uses Japanese advanced technology. At the same time, the study recommended that countermeasures for water quality improvement is comprehensive and each measure should be taken simultaneously after overall picture of water utilization and contaminated situation are understood.

Based on the study Government of Japan decided to conduct the preparatory survey on the project for master plan study on water quality improvement for irrigation in Middle Nile Delta.

II. Outcomes of the Study

The Team has undertaken the following activities: i) field survey, and ii) a series of discussions with Ministry of Water Resources and Irrigation (hereinafter referred to as "MWRI") and relating organizations.

As a result, the Team has formulated a tentative framework of the Project.

Furthermore, MWRI and JICA have clarified measures to be taken by both sides for effective implementation of the Project.

III. Tentative Framework of the Project

Both parties have agreed on the following Tentative Framework of the Project. However, it may be modified and finalized over the course of discussions prior to the official signing of the document titled Scope of Works (hereinafter referred to as "S/W").

1. Title of the Project

The Project for a Master Plan Study on Water Quality Improvement for Irrigation in Middle Nile Delta

2. Objectives of the Project

The objectives of the Study are:

- (1) To conduct water improvement measures in the pilot project areas according to formulated integrated water quality improvement plan.

- (2) To provide opportunities the counterpart personnel to obtain relevant skills and technology through formulating the plan.

3. Project Area

Middle Nile Delta

Pilot project site shall be selected in Kafr El Sheikh Governorate

Provisional sites: Sant irrigation canal downstream, Ariamon irrigation canal downstream, Bahr El Nour downstream)

4. Scope of the Project

In order to achieve the objectives mentioned above, the scope of the project shall cover the followings:

- o Draft integrated water quality improvement plan shall be formulated and, then necessary preparation for pilot projects shall be completed.
 - to analyze actual water condition and the quantitative pollution load
 - to set up the target of proper water quality target
 - to formulate short-term and mid-term action plans

- o Pilot projects shall be implemented and assessed, and then the integrated water quality improvement plan shall be finalized through feedback from the implementation of the pilot projects.

IV. RESULTS OF DISCUSSIONS

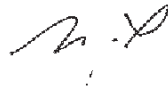
The followings were also agreed by both parties in relation to the Tentative Framework of the Project.

1. Contents of the pilot project

- composting yards to prevent a invasion of agricultural waste and animal manure in to canal
- sewage for small scale farmers group
- DO improved reuse pumping station with aeration discharge tank
- water purifying exhibition canal (gravel filtration, vegetation filtration, water friendly shallow path)
- agricultural production test as clarified the effect of water improvement activities
- water conservation education and the dissemination
- activities listed above shall be jointly conducted by Egyptian counterparts and Japanese experts, Egyptian counterparts will obtain further skills and knowledge through such activities as well as through training in Japan.

2. Steering Committee

For the smooth and effective Study, a steering committee (SC) consisting of the following members will be established. The Chairperson may invite



representatives from other relevant organizations, whenever necessary.

(1) Egyptian Side

- Representatives from MWRI
- Representatives from Ministry of International Cooperation
- Representatives from Agriculture and Land Reclamation
- Representatives from Ministry of Housing Utilities and Urban Development
- Representatives from Ministry of State for Environmental Affairs
- Representatives from Kafr El Sheikh Governorate

(2) Japanese Side

- JICA project team leader
- Chief Representative of JICA Egypt Office
- JICA Expert serving in MWRI

(3) Observers

- Representative of Embassy of Japan

(4) Cohesiveness with the Ministerial Water Management Steering Committee (MSC)

- Contribution of SC to MSC preparing output of project

3. Counterpart Personnel

The involved Ministries and Governorate shall assign the necessary number of counterpart personnel for the project.

4. Coordinating Organization

Egyptian Public Authority for Drainage Projects (EPADP)

V. Undertakings Required from Both Sides before Commencement of the Project

The project's formulation will be conducted in accordance with the procedure set up between JICA and the government of Egypt.

1. Submission of the Application for the Project

Egyptian side will submit the application to the Government of Japan for the project in line with the Tentative Framework of the Project above mentioned.

4. 各パイロットプロジェクト候補地点

水試料採取地点N o 1.

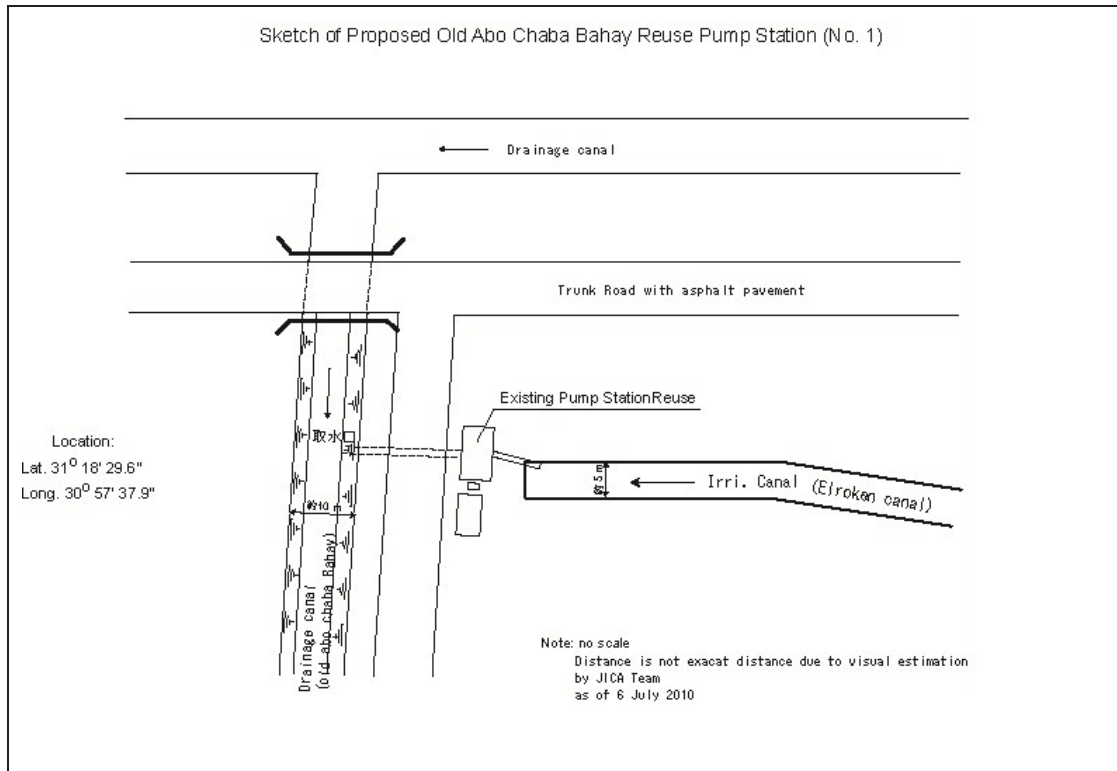


写真 1 候補地 No1 Irrigation 水路



写真 2 候補地 No1 Irrigation 水路



写真 3 候補地 No1 Irrigation 水路



写真 4 候補地 No1 Drainage 水路

水試料採取地点N o 2.

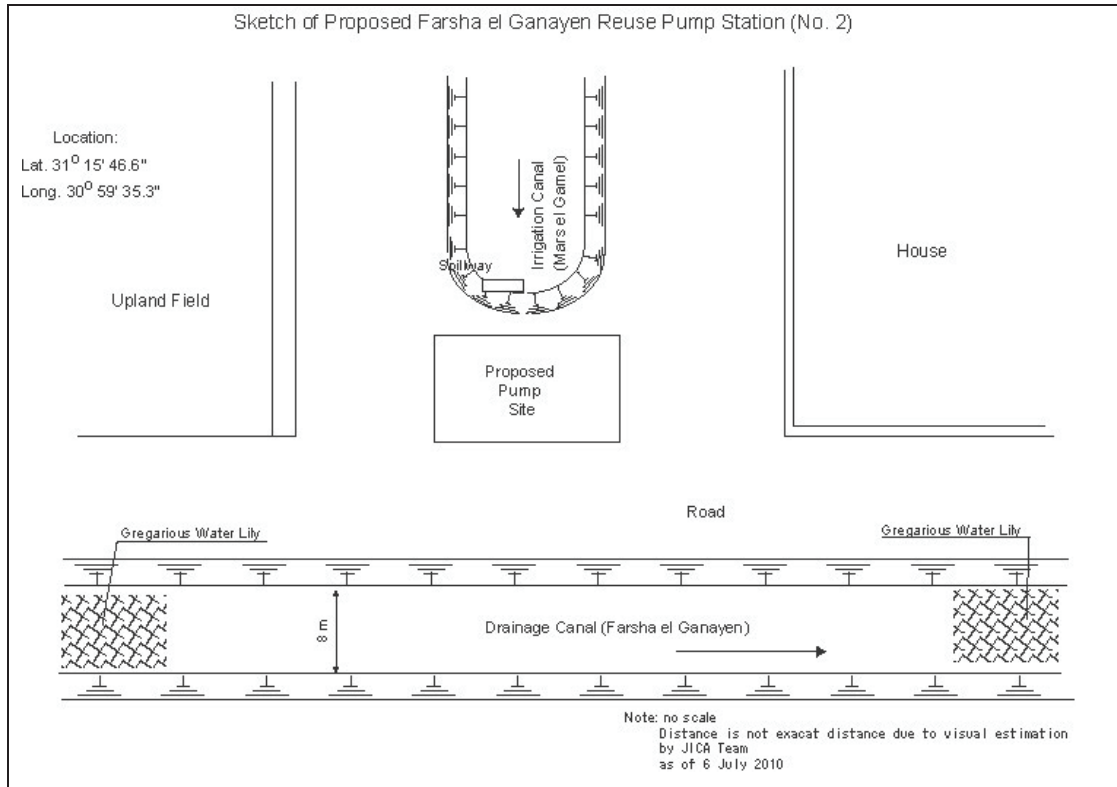


写真 5 候補地 No2 Irrigation 水路



写真 6 候補地 No2 Irrigation 水路



写真 7 候補地 No2 Drainage 水路



写真 8 候補地 No2 Drainage 水路

水試料採取地点No. 3.

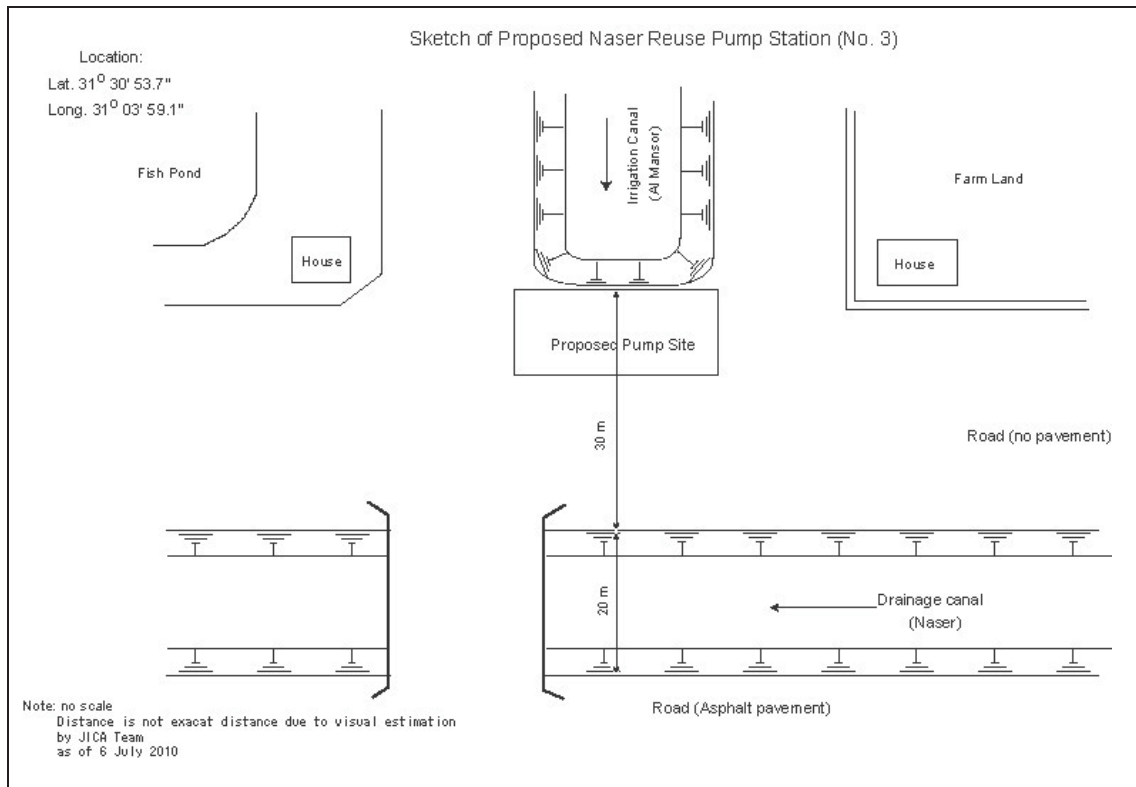


写真 9 候補地 No3 Irrigation 水路



写真 10 候補地 No3 Irrigation 水路



写真 11 候補地 No3 Drainage 水路



写真 12 候補地 No3 Drainage 水路

水試料採取地点No.4.

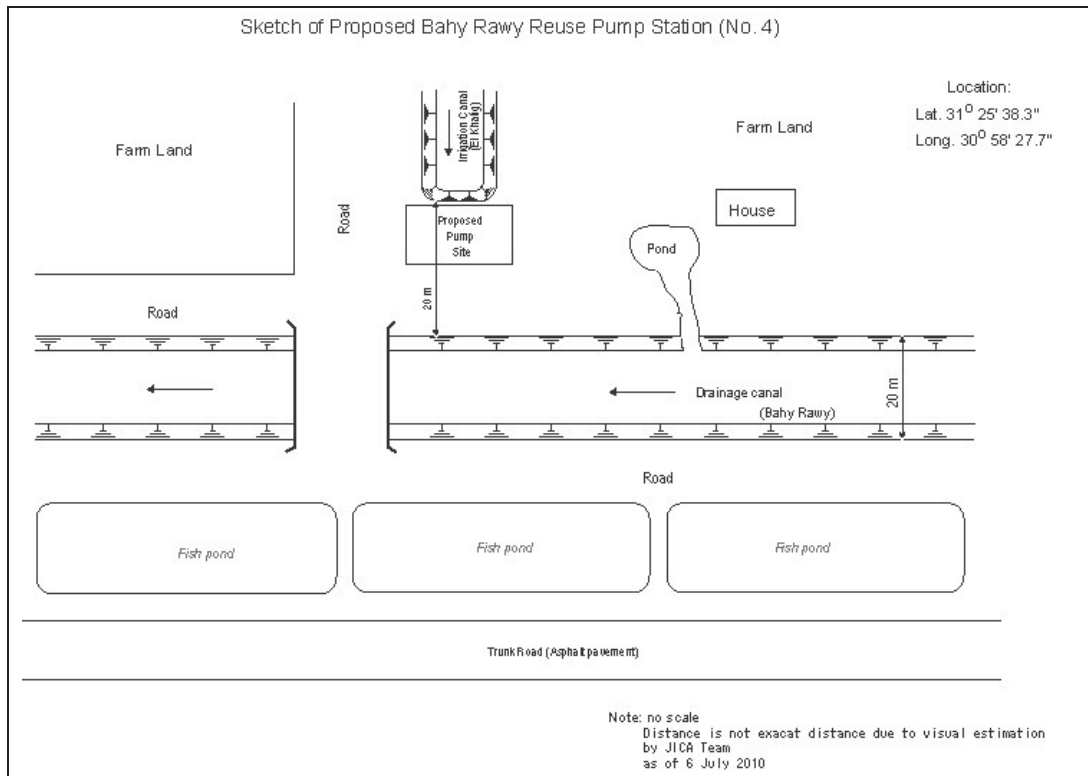


写真 13 候補地 No4 Irrigation 水路



写真 14 候補地 No4 Irrigation 水路



写真 15 候補地 No4 Drainage 水路



写真 16 候補地 No4 Drainage 水路

水試料採取地点No. 5.

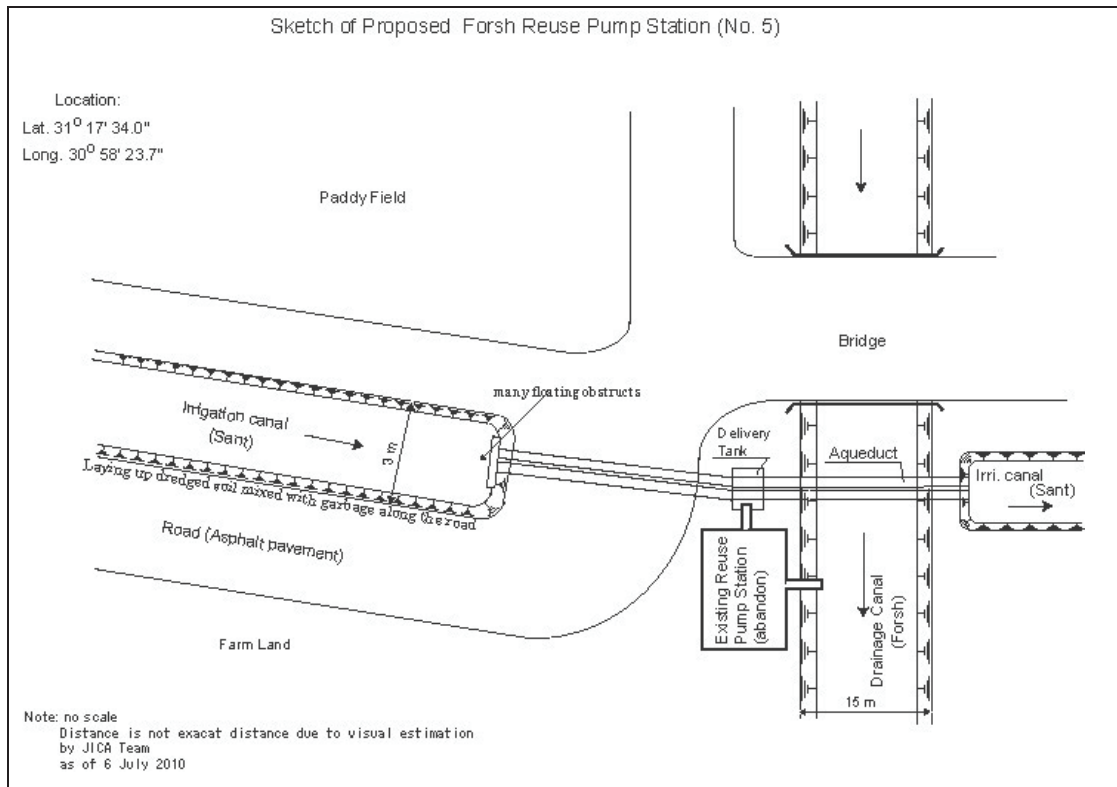


写真 17 候補地 No5 Irrigation 水路



写真 18 候補地 No5 Irrigation 水路



写真 19 候補地 No5 Drainage 水路

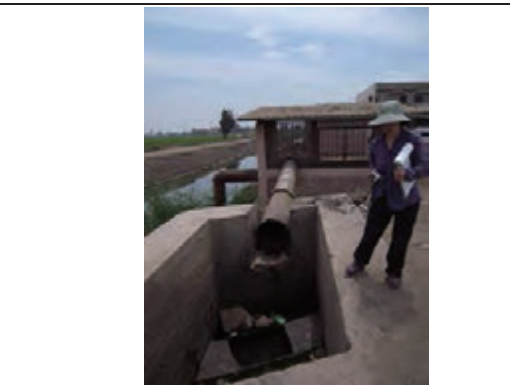


写真 20 候補地 No5 Drainage Pomp

水試料採取地点 No. 6.

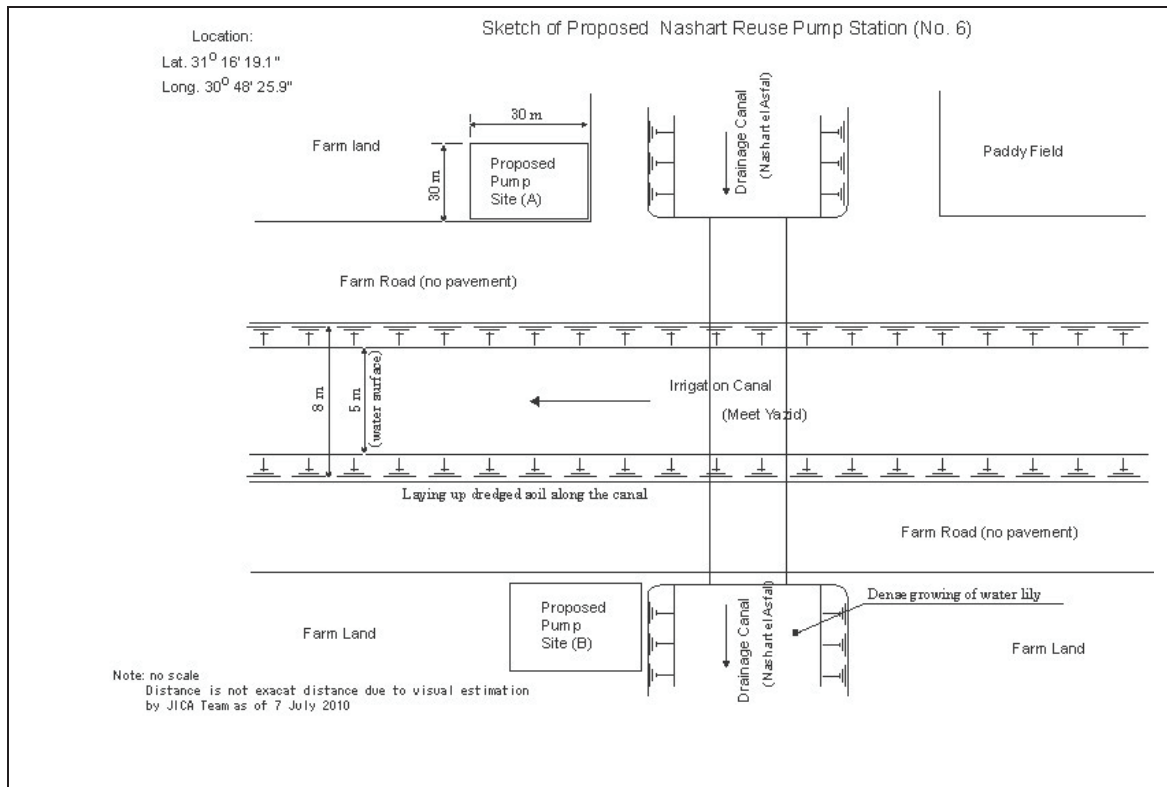


写真 21 候補地 No6 Irrigation 水路



写真 22 候補地 No6 Irrigation 水路



写真 23 候補地 No6 Drainage 水路



写真 24 候補地 No6 用水路と排水路.

水試料採取地点No. 7.

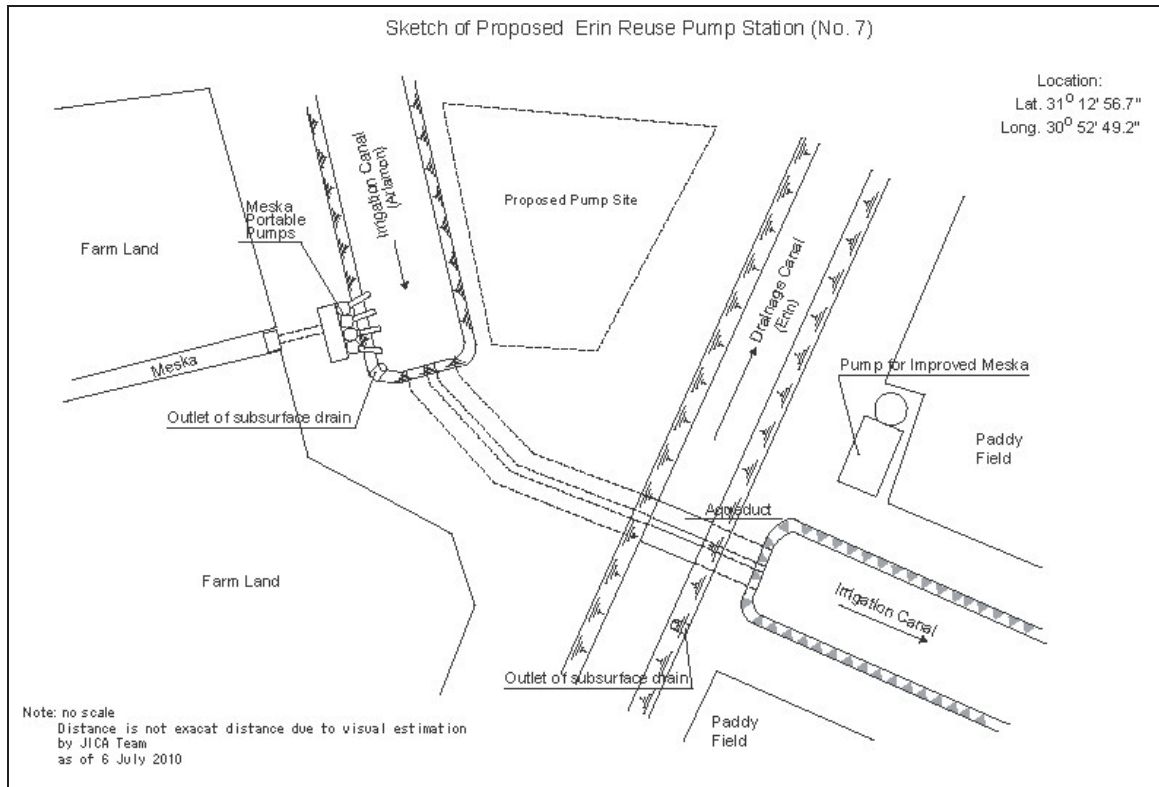


写真 25 候補地 No7 Irrigation 水路



写真 26 候補地 No7 Drainage 水路



写真 26 候補地 No7 Drainage 水路



写真 27 候補地 No7 Subsurface Drain

水試料採取地点No. 8.

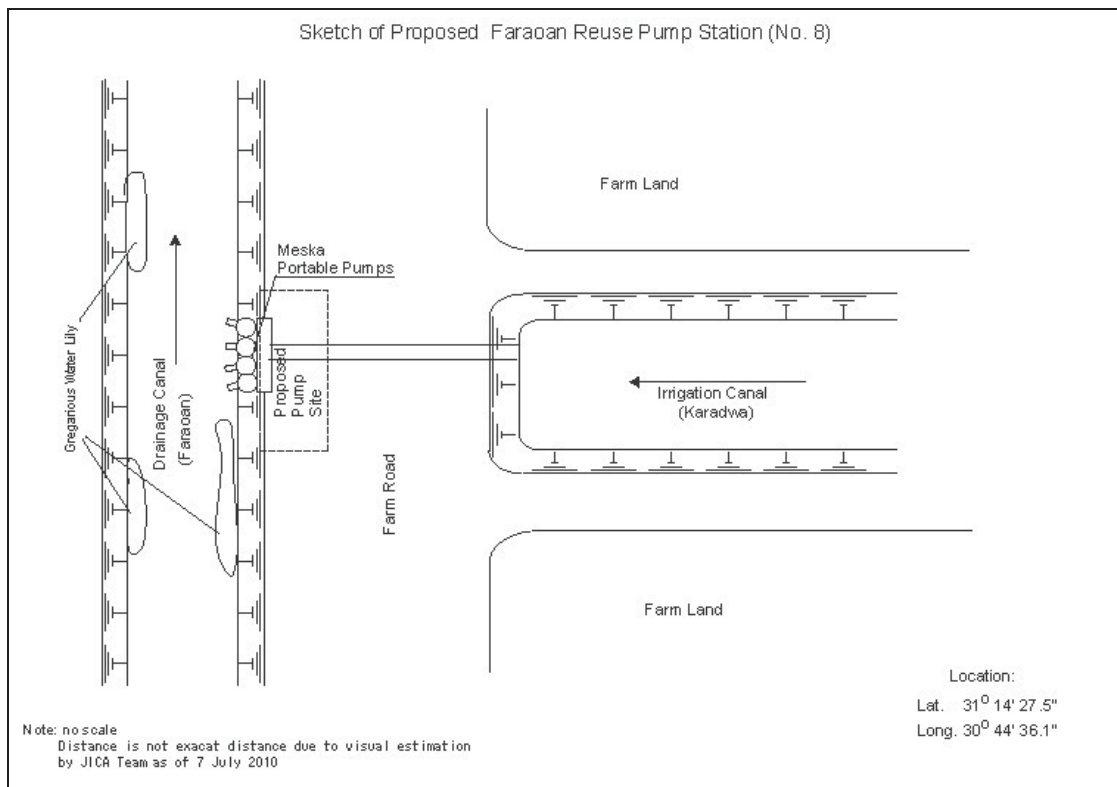


写真 28 候補地 No8 Irrigation 水路



写真 29 候補地 No8 Irrigation 水路



写真 30 候補地 No8 Drainage 水路



写真 31 候補地 No8 Drainage 水路

水試料採取地点No.9.

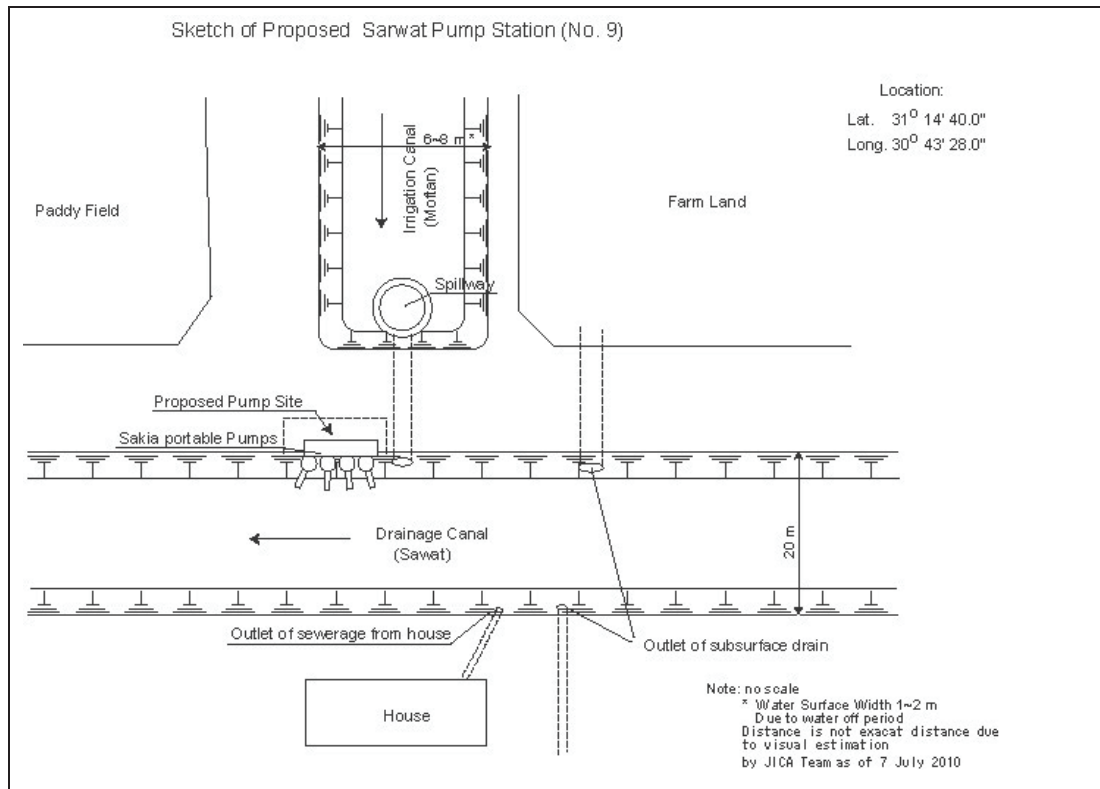


写真 32 候補地 No9 Irrigation 水路(通水時)



写真 33 候補地 No9 Irrigation 水路(断水時)



写真 34 候補地 No9 Drainage 水路(通水時)



写真 35 候補地 No9 Drainage 水路(断水時)

5. パイロットプロジェクト候補地での水質検査結果

No	種別	名称	水質検査項目／単位								
			EC μS/cm	COD ¹ mg/L	DO mg/L	pH	TN mg/L	PO4 mg/L	TDS ppm	時間 hh:mm	水温 °C
1	排水路	Old abo Chaba Bahary	1610	18	1.26	8.45	7	0.3	800	11:30	27.1
	用水路	Elroken	6240	15	4.99	8.97	5	0.05	3120	11:15	26.7
2	排水路	Farsh el Ganayan	1376	12	0.57	7.99	2	0.3	687	10:00	26.2
	用水路	El ayia main canal & Mars el gamel	339	7	2.03	8.26	2	0.15	169	13:30	28.2
3	排水路	El Bahrawy	13910	30	4.37	8.72	1	0.7	6945	12:20	29.1
	用水路	Al Mansor									
4	排水路	El Bahrawy	13910	30	4.37	8.72	1	0.7	6945	12:20	29.1
	用水路	El Khalig: Thera canal+Garbia rising	8825	30	6.26	8.71	1	0.2	4400	12:50	29.8
5	排水路	Farsh el Ganayan	1650	15	0.72	8.11	5	0.4	821	10:50	26.1
	用水路	Sant	443	11	0.62	8.01	3	0.2	221	10:45	27.3
6	排水路	Nashart el Asfal	2157	12	0.04	7.88	6	0.45	1077	12:15	26.4
	用水路	El Mesk canal	514	4	3.46	8.17	4	0.1	248	12:45	29.4
7	排水路	Erin	948	13	0.39	7.89	4	0.3	474		25.5
	用水路	Ariamon	353	5	3.98	7.99	3	0.1	176	11:00	27.8
8	排水路	Faraoan	1124	15	2.57	7.86	3	0.15	557	15:10	28.6
	用水路	Shaba	307	4	2.67	8.18	2	0.05	152	13:10	28.9
9	排水路	Sarwat	1372	13	0.69	7.9	4	0.5	686	14:30	26.4
	用水路	Moftah	545	13	8.44	9.2	7	0.05	273	14:45	28.4
	集落名	Biyala									
A	Al Saei	Inflow to Al Saei	873	9	2.07	8.43	3	0.4	436	10:15	26.3
B		Out flow from Al Saei	1120	12	2.77	8.05	2	0.4	561	12:20	33.8
C		Bahr El Nour Irr. End pt	811	12	0.94	8.17	3	0.7	406	10:45	24.4
D	Al Nahas	Biyala drain Inflow to Al Nahas	1295	13	0.56	8.18	1	0.5	647	-	25.5
E		Biyala drain Outflow from Al Nahas	1909	12	1.53	8.22	3	0.7	942	11:45	26.4
F		Dashlot Drain meeting at Biyala drain	1360	15	1.76	8.15	1	0.6	680	-	26
G	Biyala	Beyala drain starting pt	818	18	2.32	8.09	7	1.5	409	12:40	28.2

¹ マンガン法による

DRI モニタリング参考値	地点	EC (μS/cm)	BOD (mg/L)	DO (mg/L)						
Gharbia 排水路	上流	106	23.25	3.23						
	中流	156	30.5	1.46						
	下流	384	23.33	2.73						
分岐排水路	上流	96	16	6.07						
	中流	119	24	1.81						
	下流	257	18	3.36						
No.1,2,7,8,11 排水路	中流	99	22	2.02						
	下流	350	18.29	4.44						
用水路	上流	37	15.5	5.34						
	中流	52	17.67	6.28						
	下流	55	15.33	4.75						
法律	用途 (基準名)	EC (μS/cm)	BOD COD (mg/L)	DO (mg/L)	pH	N (mg/L)	P (mg/L)	TDS (ppm)		
Law 48/1982	Reuse (Article 65)	n/a	10 as BOD	5	7-8.5	0.5 asNH ₄	1 as PO ₄	500		
		n/a	15 as COD(Cr)			10 asNO ₂				
		n/a	6 as COD(Mn)			45 asNO ₃				
	Article 60	n/a	6 as BOD	5	7-8.5	0.5 asNH ₄	n/a	500		
			10 as COD(Cr)			45 asNO ₃			1 as Organic-N	
	Discharge to canal in lower delta (>100m ³ /day)	n/a	30as COD(Cr)	n/a	6-9	30 asNO ₂	n/a	800		
n/a		10as COD(Mn)								
(<100m ³ /day)	n/a	40as COD(Cr)	n/a	n/a	n/a	n/a	1000			
FAO(1995)	農業用	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a		

流量測定結果

地点	種別	水路幅 (m)	水面幅 (m)	水深 (m)	流速(表面) (m/sec)	備考
1	用水路	6.3	6.0	0.3	0.0	流末
	排水路	15.0	10.0	0.5	0.3	
2	用水路	7.0	2.0	0.2	0.0	断水期
	排水路	20.0	15.0	1.5	0.15	
3	用水路	8.0	2.0	0.2	0.0	断水期(No4 で採水)
	排水路	21.0	12.6	0.8	0.4	
4	用水路	8.0	3.6	0.4	0.0	流末?(水門閉鎖)
	排水路	21.0	12.6	0.8	0.4	
5	用水路	8.0	3.0	1.0	0.5	
	排水路	14.0	9.0	0.8	0.4	
6	用水路	20.0	8.0	0.5	0.1	断水期
	排水路	23.5	11.0	1.0	0.2	

7	用水路	8.1	4.9	0.8	0.2	
	排水路	12.0	9.8	1.0	0.1	
8	用水路	14.0	11.0	1.0	0.8	
	排水路	20.0	8.0	0.8	0.4	
9	用水路	8.0	5.0	1.0	0.05	
	排水路	14.0	20.0	1.0	0.3	

6. 収集資料リスト

1. 印刷物、CD

番号	資料名	作成者・出版	提供者
MALR 1	質問票に対する回答 (CD)	EALIP	EALIP, Dr.Salah
MALR 2	<i>On-Field Ditch ("Marwa") Improvement in the Nile Delta in Egypt</i>	gtz, MALR	EALIP Chairman
MALR 3	<i>Building Bridge of Confidence Through Technical Dialogue</i>	ICARDA, FAO, The World Bank	EALIP Chairman
MALR 4	The Seventh Agricultural Census in Egypt 1999/2000	MALR: Economic Affair Sector: General	EALIP Chairman
MALR 5	Final Results for Agricultural Census 1999/2000: Republic Total for the New Lands	Administration for Agricultural Economics, General Department of Agricultural Census	
KWSC 1	Kafur El Shiekh の人口と上下水道位置図	KWSC	KWSC
DRI 1	Drainage Waters Statistic in the Nile Delta: Yearbook 2003/2004: Technical Report N.74	DRI	EPADP
DRI 2	Drainage Waters Statistic in the Nile Delta: Yearbook 2007/2007: Technical Report N.77		
Env 1	RCWE 出版ブローチャーなどのパッケージ	Regional Center for Water Ethics	Regional Center for Water Ethics
Env 2	WED(World Environmental Day) Poster	UNEP, EEAA	EEAA
Env 3	海洋汚染防止・海がめめの Poster	PERSGA	EEAA
Env 4	BEZRA magazine (小学生向け環境教育冊子)	EEAA	EEAA
Env 5	West Delta Central Management ブローチャー	EEAA, JICA	EEAA

Donor	1	プロジェクトサマリーシート	gtz	gtz
Donor	2	プロジェクトサマリーシート	USAID	USAID
-	-	表敬訪問 出席簿		参加者

2. 電子フォーム

番号	資料名	作成者・出版	提供者
MALR	1 ICARDA(2.1) 2005 Final 2.doc	ICARDA	EALIP, Dr.Salah
MALR	2 MALR-EALIP 活動紹介 ; PPT_ealip5.ppt	EALIP	EALIP Chairman
EPAPD	1 Solid and Liquid Wastes Management. ppt	Emad Ibrahim	EPAPD
EPAPD	2 Drainage water reuse (PPT)		
EPAPD	3 排水路の説明 (部分)		
EPAPD	4 <i>In-Stream Wetland: Passive Instream Wetland Hydrodynamics and Design Report. doc</i>	EPADP, Environment Unit	
EPAPD	5 Monitoring sites map (Arabic)	EPDAP	
KWSC	1 gtz-MouftyAsBuilt_rar.zip (community WWTP)	gtz, GITEC	KWSC
KWSC	2 District Maps	KWSC	KESC
USAID	1 100602Drainage Reuse by Nabil (USAID) .doc	USAID	USAID
USAID	2 USAID プレゼン.ppt (アラビア語)		

7. 国内河川浄化事例と本調査について

エジプトでの水質改善の参考として、日本国内での湖沼と河川の浄化事例をとりあげ、何処が主体となり、どのような対策を実施しているか、また、その結果として、水質がどうなっているかを整理した。

◇国内事例

湖沼の事例としては霞ヶ浦と手賀沼とした。湖沼は湖沼本体の水質改善とともに流入河川での対策も含め流域全体での総合的な取り組みが必要であり、その効果もすぐには現れない中でどのような体制を組み取り組んでいるか、などの理由で取り上げた。また、河川の事例では何かと話題に挙げられる道頓堀川を浄化事例として取り上げたが、同川は都市部の特殊な事情があることから、一般的な河川の事例として渡良瀬川の例を追加した。

これら事例での対策開始時期、計画検討主体、対策内容、関係機関および水質改善効果を表-1に示す。

・対策開始時期

水質浄化対策の開始時期は都市部の道頓堀川では昭和48年と早いですが、霞ヶ浦、手賀沼はいずれも湖沼水質保全特別措置法の制定（昭和59年）に伴い、昭和60年には指定湖沼とされ、水質浄化計画の実施は昭和61,2年からとなっている。また、渡良瀬川は環境基本法が成立した平成5年（1993年）に国土交通省が発表した水環境改善緊急行動計画（清流ルネッサンス21、2000年までを目標に全国30箇所を対象）に基づき平成6年から開始された。

・計画検討主体

これら事業ではまず、水質保全計画を策定し、その計画にしたがって様々な対策が実行に移される。水質保全計画では対象範囲の設定、そこでの水質調査、汚濁解析、汚濁源毎の対策内容の検討、対策規模と効果の検討、目標設定と対策の優先順位などを検討する。また、実施後は水質モニタリングによる対策効果の検証が行われ、計画の見直しが行われている。こうした水質保全計画策定の主体は当初、それぞれの河川・湖沼の管理主体が委員会・協議会等を設け検討している。それに加え、霞ヶ浦では（財）茨城県科学技術振興財団が霞ヶ浦水質浄化プロジェクトを立ち上げ、産官学が連携しさまざまな浄化技術の実験や対策検討、民間への技術開発資金提供を行いそれらの結果を水質保全計画に反映している。大阪でも「水の都大阪再生協議会」が設立され産官学での対策検討が行われ、関係者が広く議論して総合的な水質保全計画に寄与している。

・対策内容

対策内容は、水域への流入汚濁軽減のための対策、河川湖沼の水質を直接改善する対

策、その他がある。対象とする河川・湖沼の汚濁源の特性により多少の違いはあるが、概ね以下の対策が取られている。

<流入汚濁対策>

生活排水対策：下水道整備、下水道未整備地区での浄化槽の普及や集落排水処理施設の導入、家庭排水対策（啓発活動）

事業場排水対策：排水規制の強化・小規模事業場への指導

畜産排水対策：畜舎管理や堆肥化施設、堆肥の利用促進

<水質直接改善策>

底泥浚渫、多自然型河川整備、直接浄化施設、植生導入などによる水質改善策

<その他>

浄化用水の導入、環境教育、側溝清掃やゴミ不法投棄対策

なお、道頓堀川ではゴミ投棄のため水面清掃や定期的な浚渫が行われているほか、真珠貝による浄化やEM菌の投入による水質浄化の試みがNPOなどにより行われている。

・事業関係者（対策内容と実施主体）

水質改善には総合的な対策が必要となることから、実施に当たっては国、県、市町村、地域住民、さらには環境保護関連のNPOなども参加する形となっている。表-2に手賀沼での対策内容とそれぞれでの実施主体の一覧を示す。住民が実施主体となる対策では役所によるPRの他、地元自治会やNPOを通じた働きかけが行われる。

・対策による水質改善効果

霞ヶ浦では計画実施当初CODで10mg/l前後、その後徐々に改善され、H17年の第5期計画時点では7.6mg/lとなっている。およそ20年で2.5mg/lの改善であった。一方、手賀沼では対策開始後も長らくCODは20~30mg/lで推移し全国レベルでのワースト記録に名を連ねていたが、H12年から開始された利根川からの導水により水質は大きく改善(BODが5~10mg/l減少)し、現在は10mg/l以下となっている。

渡良瀬川(厳密には流入河川の袋川)では環境基準BOD3mg/l以下に対し、計画当初は5mg/l前後で推移していたが、第1期の計画終了時には概ね環境基準以下となっている。

道頓堀川は昭和30年代はBOD30mg/l以上と汚染が進んでいたが、下水道整備の進捗や事業場排水規制により昭和60年代には5mg/l前後と改善され、ここ数年は3mg/l以下となっている。濁度が高いことやイメージから汚濁河川の代表のように見られているが、近年はBODでは環境基準以下となっている。ただし、合流式下水道地域のため降雨時には施設から未処理の汚水が流入し、大腸菌は環境基準をいつも上回った値となっており遊泳には不適とされている。

表-1 国内での水質浄化事例

	開始時期	計画検討主体	主な対策内容	関係機関	水質改善効果
霞ヶ浦	第1期 昭和62年～(5カ年計画) 現在は第5期(H18～H22)。現在は「泳げる霞ヶ浦」遊べる河川プロジェクトに長期ビジョンとして15年後(H32)までの実現を目指している。	霞ヶ浦浄化対策推進本部 計画策定連絡会議(茨城県) 霞ヶ浦専門部会 (財)茨城県科学技術振興財団 霞ヶ浦水質浄化プロジェクトが主体となり、産官学が連携し様々な研究開発や資金援助を行っている。	<ul style="list-style-type: none"> 生活排水垂れ流し、および汚水の高度処理(下水道整備・農村集落排水処理・浄化槽整備) 工場事業場の排水規制強化 家畜排泄物は全量を堆肥・液肥として流域内外で利用(家畜排泄物堆肥が施設) ゴミ等の不法投棄防止(廃棄物処理施設・焼却施設・粗大ゴミ処理施設・最終処分場整備) 面源汚濁対策(肥料の節減、道路・側溝の清掃、雨水浸透促進) 湖産物の消費促進、外来魚の回収 多自然型川づくり、湖岸砂浜整備、湖内植生浄化施設等による自然浄化機能向上 流入負荷削減のため河川直接浄化施設整備 浄化水導入 	当初は茨城県が主体となり市町村から意見聴取、中央省庁と協議の体制 現在は、国土交通省の他、関係する茨城県、千葉県、栃木県も参加	昭和60年台以降CODは概ね8.0～10.0mg/lの間で推移。 現状COD7.6(H17)目標7.0(H22)(長期ビジョン: COD目標5mg/l台前半、T-N 0.8mg/l、T-P 0.08mg/l)
手賀沼	第1期 昭和61年度から実施(5カ年計画) 現在は第5期(H18年からH22年)	手賀沼に係る湖沼水質保全計画策定委員会	対策内容は概ね上記同様。 項目別の実施主体一覧を別紙に示す。	千葉県および関係市町村、国土交通省および地域住民	H12年から開始された北千葉導水事業により、現在は10mg/l以下。それまではCODが20～30mg/lで全国ワースト10に入っていた。 長期ビジョンでは環境基準の達と「かつて手賀沼とその流域にあった美しくゆたかな自然の再生」
渡良瀬川	H16年に水環境改善緊急行動計画(清流ルネッサンス21)を策定。 H12年には概ね目標達成。残る課題に対しルネッサンスIIを計画。	国土交通省が主体となり、渡良瀬川清流ルネッサンスII計画を立案 地域協議会を通じ自治体、地域住民、NGOの意見を聞きながら推進	対策内容は概ね上記と同様であり、下水道整備、合併浄化槽設置、直接浄化施設、家庭内対策の促進、農村集落排水接続の促進、浄化水の導入、環境教育、環境情報の共有等となっている。	国土交通省が主体となり、地域協議会を通じ自治体、地域住民、NGOの意見を聞きながら推進	H08年当時BOD 5mg/l前後であったが、H14年以降3mg/l以下と環境基準を満足
道頓堀川	大阪市「クリーンウォータープラン」策定(S48年)、河川浄化対策本部の設置	2001年12月、大阪都心部の河川を対象とした「水の都大阪」の再生が、国の都市再生プロジェクトに決定され、2002年には、産官学で構成される「水の都大阪再生協議会」が設立された。	S40年代から下水道整備、工場排水規制を実施。汚濁の原因に流入河川の汚濁や合流式下水処理場からの降雨時の汚水放流が挙げられており、水門操作や貯留槽設置(平成の木下川)による対策が進められている。その他、道頓堀川では噴水によるばっ気、マイクrostレーナーによる浮遊ゴミ除去、河床の底泥浚渫、水面清掃、03年には真珠貝(イケチョウガイ)の養殖による水質浄化を始め、EMI園による浄化も試みられている。また、環境意識向上のため遊歩道整備も進められている。	大阪市が主体となり市民団体・大阪府も協力。真珠貝の養殖はNPO法人「水かいどう園」が実施。EMI園の投入もNPOが実施。	昭和30年代にはBOD30mg/l以上であったが、近年は5mg/l以下。ただし、DOが2mg/l程度と低く、大腸菌も基準を超えているなど遊泳には適さない。

表-2 湖沼水質保全計画施策の実施主体一覧表(手賀沼)

	分類	施策名	主体					
			国	県	市村	事業者	住民	NPO
水質保全に資する事業	1.下水道整備			◎	◎			
	2.合併処理浄化槽等の整備			◎				
	3.廃棄物処理施設			○	◎			
	4.湖沼の浄化対策	① 浄化用水の導水	◎					
		② 水生植物による水質浄化		◎	◎	◎		◎
		③ アオコの回収		◎	◎	◎		◎
	5.流入河川等の浄化対策	① 河川浄化施設等		◎				
		② 植物による水質浄化		◎				
		③ 水路の浚渫			◎			
		④ 大津川河口における汚濁拡散防止対策		◎				
水質保全のための規制その他の措置	1.工場事業場排水対策	① 排水規制		○	○	◎		
		② 汚濁負荷量規制		○	○	◎		
		③ 小規模事業場に対する指導		○		◎		
	2.生活排水対策	① 水質汚濁防止法に基づく生活排水対策の促進		○	○		◎	
		② 下水道等への接続の促進		○	○		◎	
		③ 下水道未整備地区における雑排水の下水道への取り込み		◎	◎	◎		◎
		④ 浄化槽の適正な設置・管理の確保		○	○		◎	
		⑤ 各家庭における生活雑排水対策の推進		○	○		◎	○
	3.畜産に係る汚濁負荷削減対策	① 畜舎の管理の適正化		○	○	◎		
		② 家畜排せつ物の適正処理の促進		○	○	◎		
	4.魚類養殖に係る汚濁負荷削減対策			○		◎		
	5.流出水対策	① 市街地対策		◎	◎	◎	◎	◎
		② 農地対策		○	○	◎		
		③ 流出水対策地区における重点的対策の実施		◎	◎	◎	◎	◎
	6.緑地の保全その他湖沼の自然環境の保護	① 緑地の保全その他自然環境の保全		○	○	◎	◎	
		② 自然地域対策		◎				
		③ 現存湧水の保全		◎	◎		◎	◎
		④ 生態系の保全再生	◎	○	◎	◎		◎
		⑤ 水辺景観・水辺地の保全・再生		◎	◎	◎	◎	◎
	7.地下水の適正利用			○	○	◎		
その他水質保全のために必要な措置	1.公共用水域の水質の監視			◎	◎			
	2.調査研究の推進			◎	◎	◎		◎
	3.手賀沼ビオトープによる水質浄化			◎	◎		◎	◎
	4.地域住民等の協力の確保	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
	5.関係地域計画との整合		◎	◎				
	6.事業者等に対する助成		○	○	◎			
	7.環境学習の推進等	① 環境学習の推進および啓発	◎	◎	◎	◎	◎	◎
		② 水文化の保護・継承			◎			
8.計画の進捗管理			◎					

◎:実施主体、○:指導・促進する主体

出典:「手賀沼に係る湖沼水質保全計画」(第5期)、H19.3、千葉県

出典

霞ヶ浦：

霞ヶ浦湖沼水質保全計画：<http://www.kasumigaura.pref.ibaraki.jp/05lakeOutline/0501-05.htm>

科学技術振興財団 霞ヶ浦浄化プロジェクト：<http://www.i-step.org/kasumi/greet/index.htm>

手賀沼：

手賀沼水質保全計画：<http://www.pref.chiba.lg.jp/suiho/kasentou/inbanuma/index.html>

手賀沼浄化：<http://www.edulab.kashiwa.ed.jp/eduweb/teganuamweb/4/1/4-1.htm#4-1-1-101>

北千葉導水事業：<http://www.edulab.kashiwa.ed.jp/eduweb/teganuamweb/4/3/4-3.htm>

渡良瀬川：

清流ルネッサンスⅡ：<http://www.ktr.mlit.go.jp/watarase/works/renaissance/index.htm>

パンフレット：<http://www.ktr.mlit.go.jp/watarase/works/renaissance/pdf/pamphlet.pdf>)

道頓堀川：

浄化対策全般：<http://www.city.osaka.lg.jp/kensetsu/page/0000010838.html>

水質調査結果：<http://www.bunseki.ac.jp/dotonbori.html>

真珠貝浄化：<http://www.mizukaido808.com/>

都市再生プロジェクト：http://www.jirei-giac.jp/top_main.php?id=85#Lead、

<http://210.133.127.70/sesaku/index.php?scode=73800&status=sesakuList>

EM 菌投入：http://blog.livedoor.jp/osaka_kfc/archives/cat_50008610.html

参考資料 「道頓堀川の水質改善と周辺整備」、大阪大学経済学部、

研究セミナー論文、H17年2月

(http://ban.econ.osaka-u.ac.jp/kban/seminar/report_2004/Dotonbori_2005.pdf)

