

エジプト・アラブ共和国
水資源灌漑省

エジプト・アラブ共和国
環境プログラム無償
(水関連技術)
準備調査報告書

平成 22 年 6 月
(2010 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

株式会社 三祐コンサルタンツ

農 村
JR
10-028

序 文

独立行政法人国際協力機構は、エジプト・アラブ共和国の環境プログラム無償（水関連技術）にかかる準備調査を実施し、平成 21 年 9 月 27 日から 10 月 27 日、平成 21 年 12 月 7 日から平成 22 年 1 月 23 日及び平成 22 年 3 月 4 日から 3 月 13 日まで調査団を現地に派遣しました。

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

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

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

平成 22 年 6 月

独立行政法人 国際協力機構
農村開発部 部長 小原 基文

要 約

(1) 国の概要

エジプトアラブ共和国（以下「エ」国という）は、北側を地中海、東側を紅海に面するアフリカ大陸の東北端に位置し、人口 83 百万人(2008 年)、国土面積 99.5 万 km² を有する。国土面積の 96% は砂漠地帯であり、居住可能、可耕地域は、ナイル渓谷、デルタ地域（ナイルデルタ）に集中している。ナイル川は国土を南から北に流下しており、沖積土から成る河岸段丘及び河岸平野を形成しており、その両側には広大な砂漠が広がっている。

「エ」国の経済は、2001 年の 9.11 テロによる観光収入の減少で一時的に低迷したが、2000 年代に開始されたマクロ経済安定化に向けた改革の成果が徐々に現れている。また、2004 年後半には観光収入の回復、スエズ運河通行量の増加、天然ガスの欧州への輸出開始によって外貨収入が増加し、懸念されていたエジプトポンドの下落も回避された。一方で 10% にも及ぶ高い失業率と貧困層の潜在化、食糧の低自給率、輸出産業の未発達と貿易収支の赤字等の問題を抱えており、未だ取り組むべき課題は多い。

(2) プロジェクトの背景、経緯及び概要

プロジェクトは、「エ」国の水資源灌漑省より要請された「灌漑用水水質改善コンプレックスの構築」であり、その内容は以下の通りであった。

事業の目的：「エ」国の急激な人口増加に見合う食糧増産のためには、良質な灌漑用水の確保が国家の重要課題の一つとなっている。水資源の大半はナイル川に依存しているが、気候変動の影響等でナイル川の流量が不安定になっていることにより、水資源確保の観点から排水の再利用は灌漑用水確保の有効な手段である。しかしながら、ナイルデルタ地帯においては農業排水路の水質悪化は大きな問題となっているため、水資源灌漑省は排水路内の水質を改善して灌漑用水に再利用するとともに、灌漑水路沿いに点在する集落からの生活雑排水、家畜の糞尿・稲藁等の水質汚染物質の灌漑水路への流入を防止する等、総合的な水質改善を行い良質な灌漑用水の確保を計画している。

要請内容： 排水再利用施設： ゲートポンプ
農業廃棄物処理施設： 堆肥化施設及びバイオエネルギー施設
汚水処理施設： 水路内直接浄化施設及び集落排水処理施設

対象地域： カフルエルシェイク県バハルエルヌール地区及びその周辺

「エ」国は、その水源をほぼ全面的にナイル河川水に依存している。1959 年にスーダン国と結んだ協定により、「エ」国のナイル川からの年間利用可能量は 555 億 m³ と規定されている。「エ」国における水資源灌漑セクターでは、この限られた水資源をいかに有効に活用するかというところに中心課題がおかれている。

近年の人口増加やそれに伴う食料増産と農地開拓の圧力、さらに「エ」国の順調な経済成長が加わり、農業・工業・生活用水の水需要が大幅に増加し、水需給の逼迫が懸念されている。このような背景のもと、「エ」国は、国家水資源計画（National Water Resources Plan 2017）を策定し、適正な水資源管理を実現するための「統合水資源管理」への取り組みを進めている。

国家水資源計画では、砂漠の農地開拓により、灌漑面積が 1997 年の 7,985,000 feddan (約 328 万 ha) から 2017 年には 11,026,000 feddan (約 452 万 ha) に増加するとの予測が立てられている。ナイル川の取水量制約下、開拓農地に灌漑用水を振り向けるため、地下水の開発、既耕地における灌漑改善による節水、及び排水再利用等による水の手当てが戦略として掲げられている。しかしながら、人口増加や家畜の糞尿・稲藁等の農業廃棄物の排水路投棄等により排水の水質悪化が進んでおり、排水の水質改善により良質な灌漑用水を確保することが求められている。

長期計画である国家水資源計画を踏まえ、第 6 次社会経済開発計画 (2007 年 08 月～2011 年 12 月) において、計画期間における水資源灌漑セクターの目標が掲げられている。第 6 次社会経済開発計画では、計画終了年である 2011 年までに 9,250,000 feddan (約 380 万 ha) まで耕地を拡大することが目標とされ、それに対し水資源灌漑セクターでは、北シナイ開発事業を始めとする灌漑開発事業を進めることに加え、排水路ネットワークの改善目標として 1,560,000 feddan (約 64 万 ha) が掲げられている。

調査対象地区はカフルエルシェイク県バハルエルヌール地区及びその周辺である。バハルエルヌール地区は、カフルエルシェイク県の行政中心地カフルエルシェイク市より東北東約 30km に位置するビヤラ市 (人口約 244 千人) に隣接する農業地帯である。バハルエルヌール地区は、幹線排水路 No.4 (以下、「No.4 排水路」という) とビヤラ排水路に囲まれた灌漑面積 4,200 feddan (約 1,720ha) の農業地帯であり、米、小麦、牧草 (ベルシーム)、サトウ大根、綿花等が生産されている。

バハルエルヌール地区は、2000 年から 2007 年にかけて実施された日本の技術協力プロジェクト「水管理改善プロジェクト (Water Management Improvement Project : WMIP)」により、バハルエルヌール灌漑水路から取水するメスカ毎に水利組合が設立され、パイプライン化されたメスカの取水口に、バハルエルヌール灌漑水路から灌漑用水が揚水され、各圃場に配水するシステムが形成されている。現在、「水管理改善プロジェクトフェーズ 2 (WMIP-2)」(2008 年 6 月～2012 年 3 月) を実施中であり、バハルエルヌール灌漑水路レベルでの水利組合 (Branch Canal Water Users Association) の能力向上支援が進められている。同地区内には、バハルエルヌール灌漑水路沿い及びビヤラ排水路沿いに集落が 3 ヶ所あり、これらの全世帯数は約 90 世帯である。

(3) 調査結果の概要

JICA は平成 21 年 9 月 27 日から 10 月 27 日、平成 21 年 12 月 7 日から平成 22 年 1 月 23 日、平成 22 年 3 月 4 日から 3 月 13 日まで「エ」国環境プログラム無償 (水関連技術) にかかる準備調査団を現地へ派遣した。調査団は「エ」国水資源灌漑省および関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施した。

現地踏査による 10 月～12 月 (ナイル川流量の少ない時期) におけるバハルエルヌール地区の状況に関し、バハルエルヌール灌漑水路の水質は水路沿いにある集落から直接汚水及び生活雑排水が流入しているため、灌漑水路は汚染されていると思われる。また、ビヤラ排水路は地区上流部で汚染された排水が流れ込み、その水質をそのまま灌漑用水に再利用するには「エ」国の排水再利用水質基準に適合してない状況と考えられる。一方、地区内の集落には浄化槽等の生活雑排水処理施設が存在するが、これらの施設は機能しておらず、地区内を流下する灌漑水路に直接、生活雑排水が流入している。さらに、各集落周辺のみならず水路沿いのいたるところに家畜の尿尿及び稲藁が集積され堆肥として利用されているが、その一部が用水路内に落ち、水質を汚染している状況である。

現地調査にて収集した調査対象地区周辺の水質データとして、2007年の主要灌漑水路（Bahr Tera）及び幹線排水路（Gharbia Drain のNo.4ポンプ場）の通年の水質データがある。これらの水質と「エ」国の水質基準（法律-48）に示される排水再利用水質基準（Article 65）を比較すると、下表に示すとおりである。

幹線水路の現況水質（2007年）と水質基準の比較

Parameters	Law -48	Bahr Tera 2007 (平均)	Gharbia Drain 2007 (平均)	項目	日本の農業用水 水質基準
	Article 65				
Absorbed biotic oxygen	≤10	20	25	生物化学的酸素要求量 (BOD)	
Chemically consumed oxygen	≤15	26	31	化学的酸素要求量 (CODcr)	
Dissolved oxygen	> 5	3.07	1.49	溶存酸素 (DO)	≥5
Hydrogen exponent	7~8.5	7.37	7.30	水素イオン濃度 (pH)	6~7.5
Total solid substances	≤500	476	881	全溶解性物質 (TDS)	≤100
Nitrates	≤45	3.04	4.58	硝酸塩 (NO3)	
Ammonia	≤0.05	0.92	1.40	アンモニア (NH4)	
Copper	< 1	0.03	0.09	銅 (Cu)	
Iron	< 1	0.79	0.87	鉄 (Fe)	
Manganese	< 1.5	0.15	0.61	マンガン (Mn)	
Zinc	≤1	0.02	0.02	亜鉛 (Zn)	≤0.5
T-N	-	3.99	6.00	全窒素	≤1

注) Law-48 Article 65 は「エ」国排水再利用水質基準を示す。

表から、両幹線水路は通年を通じて BOD（生物化学的酸素要求量）、COD（化学的酸素要求量）、DO（溶存酸素）及びアンモニア（NH₃）の値が「エ」国の排水再利用水質基準を上回っている。全溶解性物質（TDS）については、灌漑水路では基準値以下であるが、排水路では基準値以上となっている。一方、重金属類（銅、鉄、マンガン、亜鉛等）は排水基準値以下である事が解る。

現地調査結果を踏まえ、以下の点が明確となった。

- 水資源が限られている「エ」国にとって、排水を再利用し灌漑用水として活用することは水資源確保の観点より有効な手段である。しかしながら、ナイルデルタ地域の水質は全体的に汚染されている状態であり、水資源を有効に確保するためには排水路の水質改善は必須の状況であり、本事業内容はこの目的に合致するものである。
- 要請された施設のうち、水路内直接浄化施設は排水路の水質浄化を目的とするものであり、排水再利用の観点から必要な施設であり、排水再利用施設も灌漑水確保の点より必要なものである。
- 排水再利用施設に関し、将来の維持管理を考慮すれば、「エ」国で一般的に使われているポンプ型式で十分であり、ゲートポンプの必要性はない。
- 集落排水処理施設及び堆肥化施設は灌漑水路を直接汚染する原因であり、施設設置の必要性は高い。しかし、堆肥化施設に伴うバイオエネルギー施設は現段階では時期尚早である。
- 事業の実施体制、用地の確保及び維持管理体制に関しては、まだ確定していない部分があり、検討の余地がある。特に、集落排水処理施設及び堆肥化施設の維持管理体制に関しては、住民の意識向上及び体制の確立が必要と思われる。

本事業の実施に当たっては、灌漑期の水質調査、水質向上に対する地区内の取り組み体制の向上、下水道計画との整合、維持管理体制の確立などが課題になると考えられる。今後、対象地区の選定とともに、これらの課題の解決を図っていくことが必要である。

目 次

表紙	
序文	
要約	
目次	
位置図	
計画概要図	
図表リスト	
略語集	
	頁
第 1 章 要請内容とその背景	
1- 1 要請内容	1-1
1- 2 水資源灌漑セクターの現状と課題	1-1
1- 3 調査対象地区	1-2
1-3-1 調査対象地区の概要	1-2
1-3-2 水質	1-3
1- 4 事業実施機関の組織	1-6
1- 5 他ドナーとの関連	1-7
1-5-1 バハルエルヌール地区及びその周辺	1-7
1-5-2 類似事業	1-7
第 2 章 現地調査結果	
2- 1 現地調査計画	2-1
2-1-1 調査の目的	2-1
2-1-2 調査計画	2-1
2-1-3 調査計画の変更	2-1
2- 2 第 1 次現地調査結果	2-3
2-2-1 水路内直接浄化施設設置の妥当性	2-3
2-2-2 集落排水処理施設設置の妥当性	2-6
2-2-3 農業廃棄物等処理施設設置の妥当性	2-8
2-2-4 排水再利用施設設置の妥当性	2-9
2-2-5 環境プログラム無償の事業計画	2-10
2-2-6 運営・維持管理能力の確認	2-11
2-2-7 事業実施の効果の検討	2-13
2-2-8 環境社会影響評価に関する確認	2-14
2-2-9 技協から得られた情報（水利組合・灌漑システム）	2-14

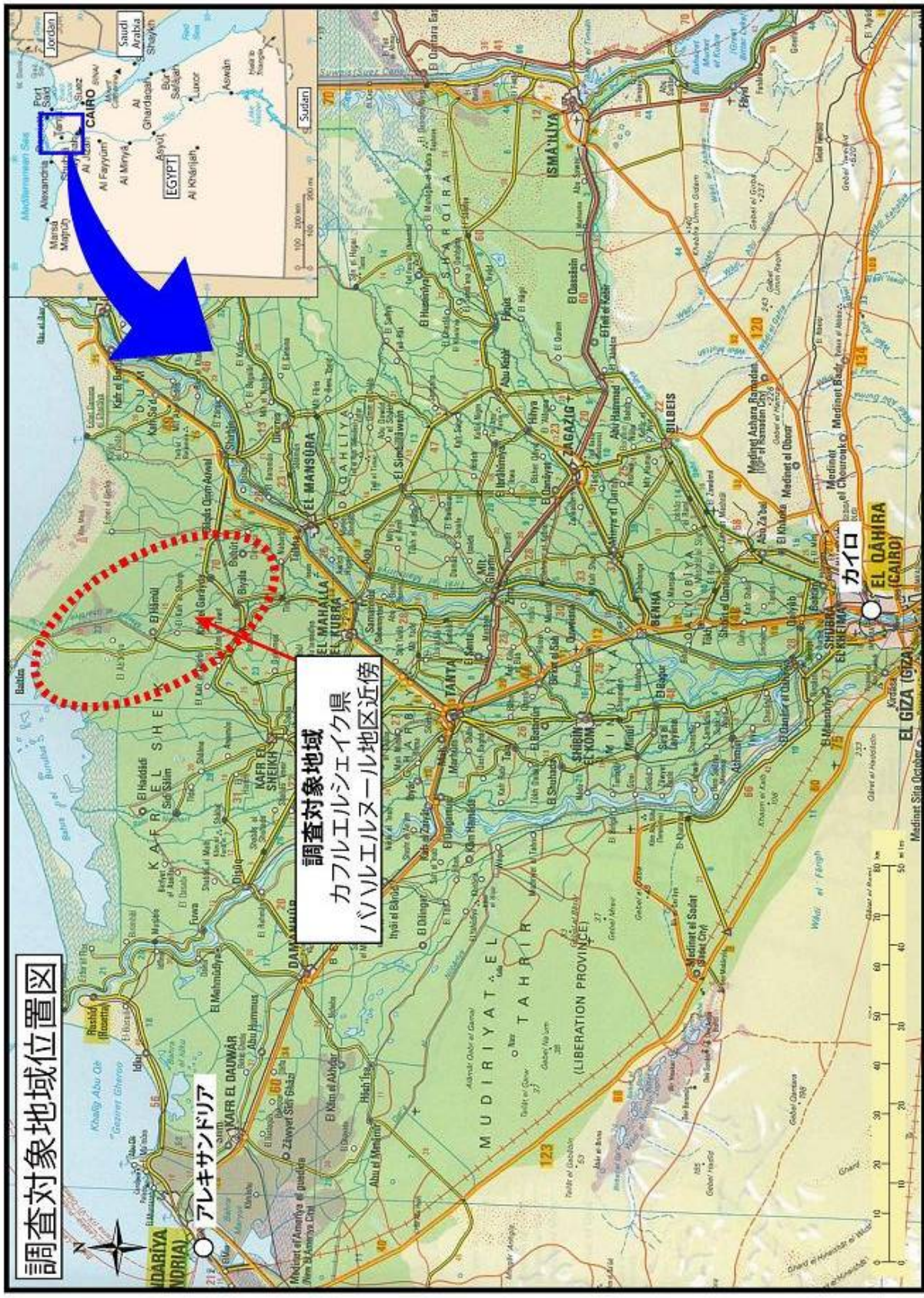
2-2-10	気候変動対策に係る成果の把握方法	2-15
2-2-11	建設事情／調達事情	2-15
2-2-12	先方負担の可能性と無償資金協力の協力範囲	2-18
2-2-13	技術支援の検討	2-19
2-2-14	自然条件調査結果	2-20
2- 3	補足調査結果	2-23
2-3-1	マイクロバブル(MBD)試験	2-23
2-3-2	生育効果試験	2-37
2-3-3	集落排水処理施設	2-40
2-3-4	堆肥化施設	2-41
2-3-5	排水再利用施設	2-42
2-3-6	自然条件調査結果	2-42

第3章 調査結果のまとめ

3- 1	第1次現地調査結果	3-1
3- 2	補足調査結果	3-2
3- 3	今後に向けて検討されるべき対応	3-3

[資料]

資料-1	調査団員氏名、所属	A1-1
資料-2	調査日程	A2-1
資料-3	関係者（面会者）リスト	A3-1
資料-4	討議議事録（M/D）	A4-1
資料-5	現地写真集	A5-1
資料-6	汚水処理施設の検討	A6-1
資料-7	集落排水処理施設の設計	A7-1
資料-8	水質調査結果	A8-1
資料-9	水質に関するエジプト国内法（Law 48）	A9-1
資料-10	住民意向調査結果	A10-1
資料-11	バハルエルヌール地区の水収支計算	A11-1
資料-12	排水再利用ポンプ場の調査結果	A12-1
資料-13	排水再利用ポンプ場候補地資料	A13-1
資料-14	参考資料/収集資料リスト	A14-1



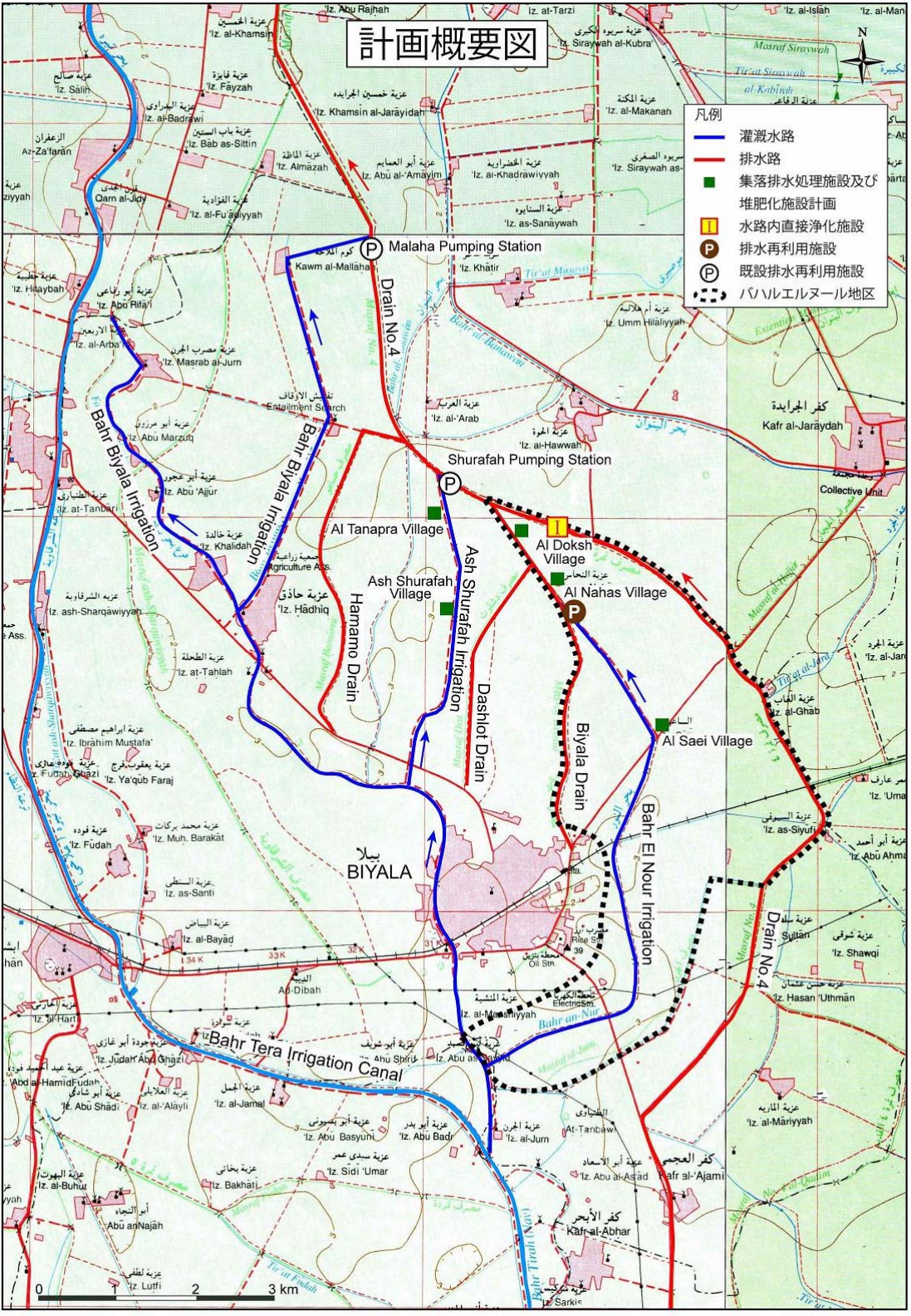
調査対象地域位置図

調査対象地域
カフルエルシエイク県
バハルエルヌール地区近傍

アレキサンドリア

カイロ
EL QAHIRA
(CAIRO)

計画概要図



- 凡例
- 灌漑水路
 - 排水路
 - 集落排水処理施設及び堆肥化施設設計画
 - I 水路内直接浄化施設
 - P 排水再利用施設
 - P 既設排水再利用施設
 - パハレルエヌール地区

0 2 3 km

図表リスト

図リスト

図 1-1	水質試験位置図	1-4
図 1-2	水資源灌漑省組織図	1-7
図 2-2-1	水路内直接浄化施設計画図	2-5
図 2-2-2	管理室平断面図	2-6
図 2-2-3	集落排水処理施設計画図	2-7
図 2-2-4	堆肥化施設計画図	2-8
図 2-2-5	排水再利用施設用地の概要図	2-9
図 2-2-6	搬送ルート	2-18

表リスト

表 1-1	排水再利用計画（2017 年まで）の目標（国家水資源計画より）	1-2
表 1-2	幹線水路の現況水質（2007 年）と水質基準の比較	1-3
表 1-3	現地水質試験結果	1-4
表 1-4	集落からの生活雑排水水質結果	1-5
表 1-5	課題となる水質項目及び値	1-6
表 1-6	水資源灌漑省本省（MWRI カイロ）の関連部署	1-6
表 1-7	カフルエルシェイク県での関連機関	1-6
表 2-2-1	現状の水質と基準値	2-3
表 2-2-2	No. 4 排水路の流量	2-3
表 2-2-3	No. 4 排水路のマイクロバブル設置の基本諸元	2-5
表 2-2-4	集落排水処理施設の水質基準	2-6
表 2-2-5	想定される堆肥化施設	2-8
表 2-2-6	概略事業費（参考）	2-11
表 2-2-7	計画対象施設毎の運営・維持管理組織に関する基本方針	2-11
表 2-2-8	集落排水施設の設置が検討される集落の概要	2-12
表 2-2-9	主要機材一覧表	2-18
表 2-2-10	技術支援の可能性	2-19
表 2-2-11	住民の意識向上を図る計画	2-19
表 2-2-12	水質分析の試験項目と調査地点	2-20
表 2-2-13	地質調査結果	2-21
表 2-2-14	測量の変更内容	2-22
表 2-2-15	住民意向調査内容	2-22
表 2-3-1	マイクロバブル発生装置（MBD）一覧表	2-23

表 2-3-2	水質試験項目と採取地点	2-24
表 2-3-3	試験内容一覧表	2-24
表 2-3-4	予備試験内容一覧表	2-25
表 2-3-5	本試験内容一覧表	2-27
表 2-3-6	用水路試験内容一覧表（試験-7）	2-32
表 2-3-7	用水路試験内容一覧表（試験-8）	2-34
表 2-3-8	シュラファポンプ場吐水槽の寸法	2-34
表 2-3-9	No. 4 排水路の ORP 調査結果	2-36
表 2-3-10	栽培試験の内容と状況	2-37
表 2-3-11	発芽試験（室内）の結果	2-38
表 2-3-12	第 1 次栽培試験（最大草丈）	2-38
表 2-3-13	第 1 次栽培試験（重量）	2-38
表 2-3-14	第 2 次栽培試験結果	2-39
表 2-3-15	現地踏査した排水再利用ポンプ場候補地	2-42
表 2-3-16	水質分析（その 2）の試験項目と採取地点	2-43
表 2-3-17	住民意向調査結果概要	2-43

略語集

BOD	:生物化学的酸素要求量
CDIAS	:水資源灌漑省灌漑指導部
CFU	:コロニー形成単位
COD	:化学的酸素要求量
COD _{Cr}	:化学的酸素要求量 (重クロム酸カリウム)
COD _{Mn}	:化学的酸素要求量 (過マンガン酸カリウム)
CO ₂	:二酸化炭素
C/P	:カウンターパート
DO	:溶存酸素
EC	:電気伝導度
EIA	:環境影響評価
EPADAP	:水資源灌漑省排水庁
ID	:水資源灌漑省灌漑総局
JARUS	:旧 日本集落排水協会
LE	:エジプトポンド
MBD	:マイクロバブル装置
MED	:水資源灌漑省機械電気局
MWRI	:水資源灌漑省
N ₂	:窒素
NH ₃	:アンモニア
NH ₃ -N, NH ₄ -N	:アンモニア性窒素
NO ₂	:亜硝酸
NO ₂ -N	:亜硝酸性窒素
NO ₃	:硝酸
NO ₃ -N	:硝酸性窒素
ORP	:酸化還元電位
pH	:水素イオン濃度
SAR	:ナトリウム吸着比
SS	:浮遊物質
TDS	:全溶解性物質
T-N	:全窒素
TOC	:全有機炭素
TSS	:全溶解塩
T-P	:全窒素
WMIP	:水管理改善プロジェクト
WQU	:水資源灌漑省水質部

通貨

日本円	Japanese Yen (J.Yen)
アメリカ・ドル	US Dollar (USD)
エジプトポンド	Egyptian Pound (EGP)(£ E)

換算率 (2009年10月)

USD= 89.98 J.Yen	EGP= 16.492 J. Yen
------------------	--------------------

第 1 章 要請内容とその背景

第1章 要請内容とその背景

1-1 要請内容

本事業は、エジプト国（以下、「エ」国という）水資源灌漑省より要請された「灌漑用水水質改善コンプレックスの構築」であり、その内容は以下の通りであった。

事業の目的：「エ」国の急激な人口増加に見合う食糧増産のためには、良質な灌漑用水の確保は国家の重要課題の一つとなっている。水資源の大半はナイル川に依存しているが、気候変動の影響等でナイル川の流量が不安定になっていることにより、水資源確保の観点から排水の再利用は灌漑用水確保の有効な手段である。しかしながら、ナイルデルタ地帯においては農業排水路の水質悪化は大きな問題となっているため、水資源灌漑省は排水路内の水質を改善して灌漑用水に再利用するとともに、灌漑水路沿いに点在する集落からの生活雑排水、家畜の糞尿・稲藁等の水質汚染物質の灌漑水路への流入を防止する等、総合的な水質改善を行い良質な灌漑用水の確保を計画した。

要請内容：

- 排水再利用施設：ゲートポンプ
- 農業廃棄物処理施設：堆肥化施設及びバイオエネルギー施設
- 汚水処理施設：水路内直接浄化施設及び集落排水処理施設

対象地域：カフルエルシェイク県バハルエルヌール地区及びその周辺

1-2 水資源灌漑セクターの現状と課題

「エ」国は、その水源をほぼ全面的にナイル河川水に依存している。1959年にスーダン国と結んだ協定により、「エ」国のナイル川からの年間利用可能量は555億 m^3 と規定されている。「エ」国における水資源灌漑セクターでは、この限られた水資源をいかに有効に活用するかというところに中心課題がおかれている。

近年の人口増加やそれに伴う食料増産と農地開拓の圧力、さらに「エ」国の順調な経済成長が加わり、農業・工業・生活用水の水需要が大幅に増加し、水需給の逼迫が懸念されている。このような背景のもと、「エ」国は、国家水資源計画（National Water Resources Plan 2017）を策定し、適正な水資源管理を実現するための「統合水資源管理」への取り組みを進めている。

国家水資源計画では、砂漠の農地開拓により、灌漑面積が1997年の7,985,000 feddan（約328万ha）から2017年には11,026,000 feddan（約452万ha）に増加するとの予測が立てられている。ナイル川の取水量制約下、開拓農地に灌漑用水を振り向けるため、地下水の開発、既耕地における灌漑改善による節水、及び排水再利用等による水の手当てが戦略として掲げられている。しかしながら、人口増加や家畜の糞尿・稲藁等の農業廃棄物の排水路投棄等により排水の水質悪化が進んでおり、排水の水質改善により良質な灌漑用水を確保することが求められている。増大する需要に応えるための排水再利用計画は、国家水資源計画で下表のように示されている。

表 1-1 排水再利用計画（2017 年まで）の目標（国家水資源計画より）

地域	1997 年再利用率 (MCM/year)	2017 年再利用率目標 (MCM/year)	目標増加量 (MCM/year)	2017/1997 (%)
東デルタ	1,774	3,639	1,865	205%
中央デルタ	808	3,159	2,351	391%
西デルタ	637	1,670	1,033	262%
ファヨーム	241	396	155	164%
合計	3,460	8,864	5,404	256%

長期計画である国家水資源計画を踏まえ、第 6 次社会経済開発計画（2007 年 08 月－2011 年 12 月）において、計画期間における水資源灌漑セクターの目標が掲げられている。第 6 次社会経済開発計画では、計画終了年である 2011 年までに 9,250,000 feddan（約 380 万 ha）まで耕地を拡大することが目標とされ、それに対し水資源灌漑セクターでは、北シナイ開発事業を始めとする灌漑開発事業を進めることに加え、排水路ネットワークの改善目標として 1,560,000 feddan（約 64 万 ha）が掲げられている。

1-3 調査対象地区

1-3-1 調査対象地区の概要

調査対象地区はカフルエルシェイク県バハルエルヌール地区及びその周辺である。

カフルエルシェイク県は、ナイルデルタ地域北部沿岸部に位置し、人口 273.9 万人（2009 年）である。同県の産業は農業を主体とし、主作物の米は「エ」国の 3 割を生産し、綿工業、漁業、食品加工業も盛んである。

バハルエルヌール地区は、カフルエルシェイク県の行政中心地カフルエルシェイク市より東北東約 30km に位置するビヤラ市（人口約 244 千人）に隣接する農業地帯である。

バハルエルヌール地区は、幹線排水路 No.4（以下、「No.4 排水路」という）とビヤラ排水路に囲まれた灌漑面積 4,200 feddan（約 1,720ha）の農業地帯であり、米、小麦、牧草（ベルシーム）、サトウ大根、綿花等が生産されている。

バハルエルヌール地区の灌漑施設は、地区中央をバハルエルヌール灌漑水路が流下し、地区の東側に No.4 排水路、西側にビヤラ排水路がある。バハルエルヌール灌漑水路は 2 次用水路であり、ビヤラ市の南部でバハルテラ幹線灌漑水路より分水され、バハルビヤラ灌漑水路（支線用水路）より分岐し、地区内では揚水ポンプにより末端水路（メスカ）に接続して灌漑している。バハルエルヌール灌漑水路の末端は閉塞されており、メスカ及び余水吐でビヤラ排水路とつながっている。一方、ビヤラ排水路は、最上流に位置するビヤラ市の生活排水を取り込んで流下し、中流地点でバハルエルヌール灌漑水路からの余剰水が流入し、下流部でダシュロット排水路と合流し、末端は No.4 排水路に合流している。また、バハルエルヌール地区の西側地域には、No.4 排水路の水を再利用して灌漑水路に送る既存の排水再利用ポンプ場が 2 ヶ所あり、それぞれアシュシュラファ灌漑水路に揚水するシュラファポンプ場、バハルビヤラ灌漑水路に揚水するマラハポンプ場が存在している（巻頭の「計画概要図」参照）。

バハルエルヌール地区は、2000 年から 2007 年にかけて実施された日本の技術協力プロジェクト「水管理改善プロジェクト（Water Management Improvement Project : WMIP）」により、バハルエ

ルヌール灌漑水路から取水するメスカ毎に水利組合が設立され、パイプライン化されたメスカの取水口に、バハルエルヌール灌漑水路から灌漑用水が揚水され、各圃場に配水するシステムが形成されている。現在、「水管理改善プロジェクトフェーズ2 (WMIP-2)」（2008年6月～2012年3月）を実施中であり、バハルエルヌール灌漑水路レベルでの水利組合（Branch Canal Water Users Association）の能力向上支援が進められている。同地区内には、バハルエルヌール灌漑水路沿い及びビヤラ排水路沿いに集落が3ヶ所あり、これらの全世帯数は約90世帯である。

現地踏査による10月～12月（ナイル川流量の少ない時期）におけるバハルエルヌール地区の状況に関し、バハルエルヌール灌漑水路の水質は水路沿いにある集落から直接汚水及び生活雑排水が流入しているため、灌漑水路は汚染されていると思われる。また、ビヤラ排水路は地区上流部で汚染された排水が流れ込み、その水質をそのまま灌漑用水に再利用するには「エ」国の排水再利用水質基準に適合していない状況と考えられる。一方、地区内の集落には浄化槽等の生活雑排水処理施設が存在するが、これらの施設は機能しておらず、地区内を流下する灌漑水路に直接、生活雑排水が流入している。さらに、各集落周辺のみならず水路沿いのいたるところに家畜の尿尿及び稲藁が集積され堆肥として利用されているが、その一部が用水路内に落ち、水質を汚染している状況である。

1-3-2 水質

現地調査時に、調査対象地区内の水質を現地再委託及び調査団持参の簡易水質計測器により調査した。その詳細な結果は、「資料-8 水質調査結果」に示すとおりであるが、現状の水質結果概要は以下のとおりである。

(1) 周辺の幹線水路

現地調査にて収集した調査対象地区周辺の水質データとして、2007年の主要灌漑水路（Bahr Tera）及び幹線排水路（Gharbia Drain のNo.4ポンプ場）の通年の水質データがある。その詳細は資料-8に示すが、これらの水質と「エ」国の水質基準（法律-48）に示される排水再利用水質基準（Article 65）を比較すると、下表に示すとおりである。

表 1-2 幹線水路の現況水質（2007年）と水質基準の比較

Parameters	Law -48	Bahr Tera 2007 (平均)	Gharbia Drain 2007 (平均)	項目	日本の農業用水 水質基準
	Article 65				
Absorbed biotic oxygen	≦10	20	25	生物化学的酸素要求量 (BOD)	
Chemically consumed oxygen	≦15	26	31	化学的酸素要求量 (CODcr)	
Dissolved oxygen	> 5	3.07	1.49	溶存酸素 (DO)	≧5
Hydrogen exponent	7~8.5	7.37	7.30	水素イオン濃度 (pH)	6~7.5
Total solid substances	≦500	476	881	全溶解性物質 (TDS)	≦100
Nitrates	≦45	3.04	4.58	硝酸塩 (NO3)	
Ammonia	≦0.05	0.92	1.40	アンモニア (NH4)	
Copper	< 1	0.03	0.09	銅 (Cu)	
Iron	< 1	0.79	0.87	鉄 (Fe)	
Manganese	< 1.5	0.15	0.61	マンガン (Mn)	
Zinc	≦1	0.02	0.02	亜鉛 (Zn)	≦0.5
T-N	-	3.99	6.00	全窒素	≦1

注) Law-48 Article 65 は「エ」国排水再利用水質基準を示す。

これらの表から、両幹線水路は通年を通じて BOD（生物化学的酸素要求量）、COD（化学的酸素要求量）、DO（溶存酸素）及びアンモニア（NH₃）の値が「エ」国の排水再利用水質基準

を上回っている。全溶解性物質（TDS）については、灌漑水路では基準値以下であるが、排水路では基準値以上となっている。一方、重金属類（銅、鉄、マンガン、亜鉛等）は排水基準値以下であった。また、これらの水質は季節により変化している。

(2) 計画地区内水路

地区内水路の水質は、第1次現地調査時に計測しており、その詳細は資料-8に示すとおりである。一方、調査団による簡易水質計測器による試験結果は下表に示す。

表 1-3 現地水質試験結果

番号 No.	水路 Canal	集落 Village	測定箇所 Point	バックテスト				水質計				
				COD mg/L	NH4-N mg/L	Cl mg/L	pH	pH	DO mg/L	EC S/m	TURB NTU	TEMP °C
①	Bahr El Nour Canal	Al Saei	Bridge	12	0.8	≤200		7.7	4.34	0.039	21.6	25.6
②	Bahr El Nour Canal	Al Saei	Ditch	90	≥10							
③	Bahr El Nour Drain	Al Nahas	Drain	70	0.7	210	7.5					
④	Drain No.4 (Main Drain)		Shurafah Pump	30	8	270	7.5	7.5	0.02	0.152	44.1	25.2
⑤	Drain from Biyala		Drain	30	3	≤200	7.5					
⑥	Irrigation Canal to Drain No.4	Al Tanapra	Canal	12	0.8	≤200	7.5					
⑦	Irrigation Canal to Drain No.4	Ash Shurafah	Canal	18	0.7	≤200	7.5					
⑧	Intake of Bahr El Nour Canal		Gate	4	0.3	≤200	7.5					
⑨	Branch Canal to Bahr El Nour Drain		Irrigation	18	0.2	270	7.5					
⑩	Branch Canal to Bahr El Nour Drain		Drain	13	0.2	250	7.5					
⑪	Drain No.4 (Main Drain)		Shurafah Pump					7.44	0.03	0.127	41.8	25.5
⑫	Drain No.4 (Main Drain)		Nahas Bridge					7.47	0.18	0.116	35.8	26.2
水稲用農業用水基準				6	(0.5)	(250)	6~7.5	6~7.5	5	0.03	-	-
Law 48 for the year 1982				6	-	-	7~8.5	7~8.5	5	-	-	5°C

日本で採用されているCODであるCOD_{Mn}により表示した。
農業用水質基準値のうち、()内は、基準値でなく、文献よりの参考値

上表の着色部は灌漑水路、その他は排水路を示し、②はAl Saei集落の生活排水路である。④と⑪は、同一位置であるが、測定日時が異なる。

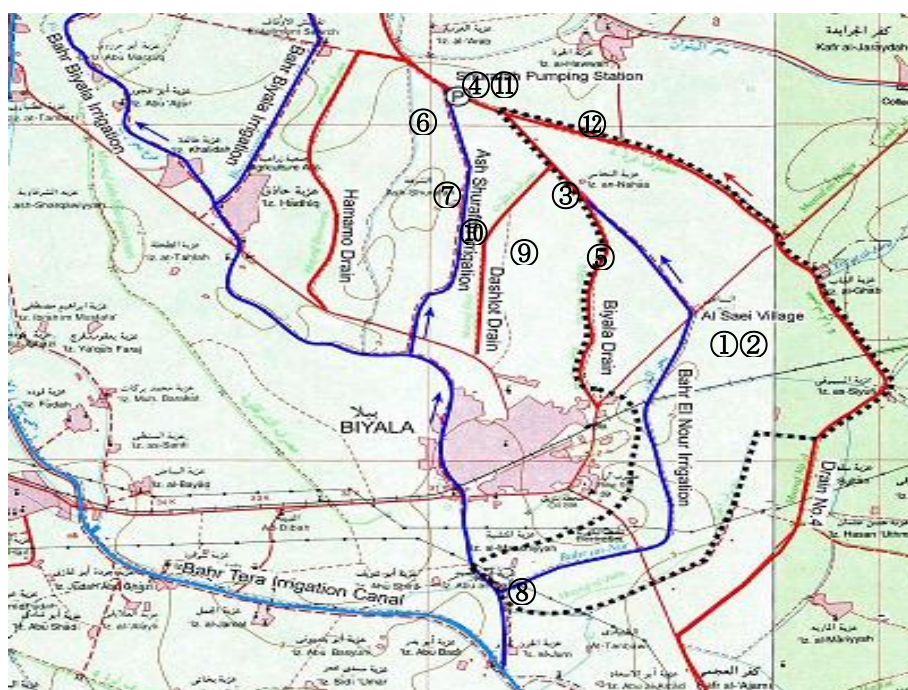


図 1-1 水質試験位置図

計画地区内水路の水質は、前項「(1) 周辺の幹線水路」と同様に、重金属類は排水再利用水質基準値以下であるが、COD、DO、NH₃及び一部BODが基準値以上の結果となっている。

全溶解塩濃度（TSS）は、排水路から一部水稻に適さない塩分濃度（1,000 mg/l 以上）が検出されたが、調査時期（10月）はナイル川流量の少ない時期であることから塩分が集積して濃度が高くなっているものと思われる。したがって、現時点の資料から塩分濃度に関しては本地区においては、大きな課題とはならないと考えられる。

(3) 集落からの生活雑排水水質

集落からの水質は、現地再委託により地区内の代表的な4集落において1週間実施した。概要をとりまとめれば下表のとおりである。なお、詳細を資料-8に示す。

表 1-4 集落からの生活雑排水水質結果

	Al Saei	El Nahas	Al Doksh	Al Shurafah
SS(mg/l)	966~5,266	1,206~4,159	615~6,146	401~6,457
T-N(mg/l)	16.8~39.2	9.8~98	2.8~154	2.8~57.4
T-P(mg/l)	0.5~1.8	0.6~2.1	0.2~2.6	0.08~1.9
TOC(mg/l)	39.25~225.01	29.47~184.61	2.42~376.11	5.42~369.81
COD(mg/l)	319~2,197	247~2,301	32~2,306	40~2,188
BOD(mg/l)	100~1,200	60~1,300	4~1,300	18~1,100
Coliform CFU/100ml	8.0E+04 ~1.13E+08	1.05E+04 ~9.00E+07	1.60E+04 ~1.40E+08	2.20E+01 ~5.00E+07
EC(ms)	1.38~2.06	0.99~3.25	0.66~4.21	0.6~2.16
pH	6.93~7.5	7.0~7.84	7.43~8.26	7.1~8.8
DO(mg/l)	0.09~0.90	0.1~4.5	0.3~3.2	0.1~2.6
Temp(°C)	20.5~28.6	21.0~30.3	21.3~29.3	21.8~29.1
Salinity(g/l)	0.6~1.0	0.4~1.1	0.2~2.2	0.2~1.1

各集落・各水質共、大きなばらつきが確認されたが、これは日変動、時間変動によるものである。集落からの排水は、浄化槽出口に配置された柵により一次貯留されていることから、沈殿されている時間帯と流入量が多い時間帯により、変化している。曜日及び時間による変化は、集落によりまちまちであり、共通の傾向は認められない。

日本の浄化槽の流入BOD設計値は、水洗の尿尿の場合260mg/l、尿尿のみの場合13,000mg/lとしている。上記集落の単純平均したBOD値は、360mg/lである。水洗尿尿より少し高めとなっているが、柵での濃縮、水使用量の差に起因しているものと思われる。

(4) 現状水質の課題

本調査において得られた水質データは、上記で述べたように周辺幹線水路の通年データ及び地区内水路の10月及び12月の実測データである（「資料-8 水質調査結果」参照）。

これらのうち、課題となる水質項目及び値をまとめると下表に示すとおりである。なお、実

測データの 10 月及び 12 月のナイル川流量は、流量の多い時期（5 月～8 月）に比べ 60～40%と少ない時期となっている。

表 1-5 課題となる水質項目及び値

水路名	BOD	CODcr	CODmn	DO	T-N
周辺の幹線排水路	11～40	14～46	—	0.70～2.80	3.68～7.55
周辺の幹線灌漑水路	11～31	13～43	—	1.40～5.62	1.09～6.55
地区内排水路	11～40	12～58	13～70	0.03～1.8	3.68～19.6
地区内灌漑水路	12～80	20～87	12～18	0.07～3.5	4.2～9.8

1-4 事業実施機関の組織

本件に関連する機関は水資源灌漑省（MWRI）本省及び対象サイトを管轄するカフルエルシェイク県の以下の部署である。

表 1-6 水資源灌漑省本省（MWRI カイロ）の関連部署

部署	役割
灌漑総局（ID）	各局を統括する。副大臣が局長を兼務している。
排水庁（EPADAP）	排水路の建設、維持管理を実施する機関。排水路の直接浄化施設等、排水路敷地内の事業の実施機関となる。 DRI*（排水調査所）では全国各地の排水路の水量や水質をモニターし年報を発表している。
灌漑指導部（CDIAS）	水利組合設立、指導を行う部署。技プロ WMIP-2 のカウンターパート部署であり、水利組合との連携の際の窓口となる。
水質部（WQU）	省内で水質問題を扱う部署。汚水処理モデル事業等を実施しており、水質改善に関して他ドナーの事業との調整も行う。 CLEM*（水質調査所）では全国各地の水質分析を行っている。
計画局（PS）	省の計画業務やドナー等との窓口となる。
機械電気局（MED）	幹線水路の大型のポンプ場を運営・管理する部署。

表 1-7 カフルエルシェイク県での関連機関

関連機関	役割
水資源灌漑省（MWRI）	
官房局（USOS*）	副大臣直轄の官房局の地方支所。カフルエルシェイクの水資源灌漑省の各支局を統括する。
灌漑局（IS）	東カフルエルシェイク灌漑局と西カフルエルシェイク灌漑局に分かれている。バハルエルヌール地区は東灌漑局の管轄にある。 調査対象地域内で No.4 排水路から支線用水路へ揚水する 2 箇所の既設排水再利用ポンプ場（Shrafa PS, Malaha PS）は東灌漑局が燃料を調達して運転と非灌漑期の点検修理を行っている。
灌漑指導部（CDIAS）	中央デルタ地区の支所がカフルエルシェイクに置かれており、技プロ WMIP-2 のカウンターパート機関となっている。
排水局	東カフルエルシェイク排水局と西カフルエルシェイク排水局に分かれている。バハルエルヌール地区は東排水局の管轄にある。 No.4 排水路を直接浄化するマイクロバブル施設については東排水局が運転・管理を行うことが考えられる。
機械電気局（MED）	幹線排水路ではポンプ場 No.4 ほか大型のポンプ場（揚水及び排水）を運転・管理している。

地方自治体	
カフルエルシェイク県 (Governorate)	ビヤラ市ほか、県内の地方自治組織を統括する。
ビヤラ市 (City Council)	集落排水処理施設及び堆肥化施設を道路や水路敷などの公用地に建設した場合、施設の所有者となることが考えられる。
住民組織	
水利組合 (IA)	支線排水路から支線用水路へ揚水する排水再利用ポンプを設置した場合、機器の運転と保守を担当することが考えられる。

* CLEM: Central Laboratory for Environmental Quality Monitoring (National Water Research Center)
 DRI: Drain Research Institute, USOS: Under Secretary of States

水資源灌漑省の組織図を下図に示す。

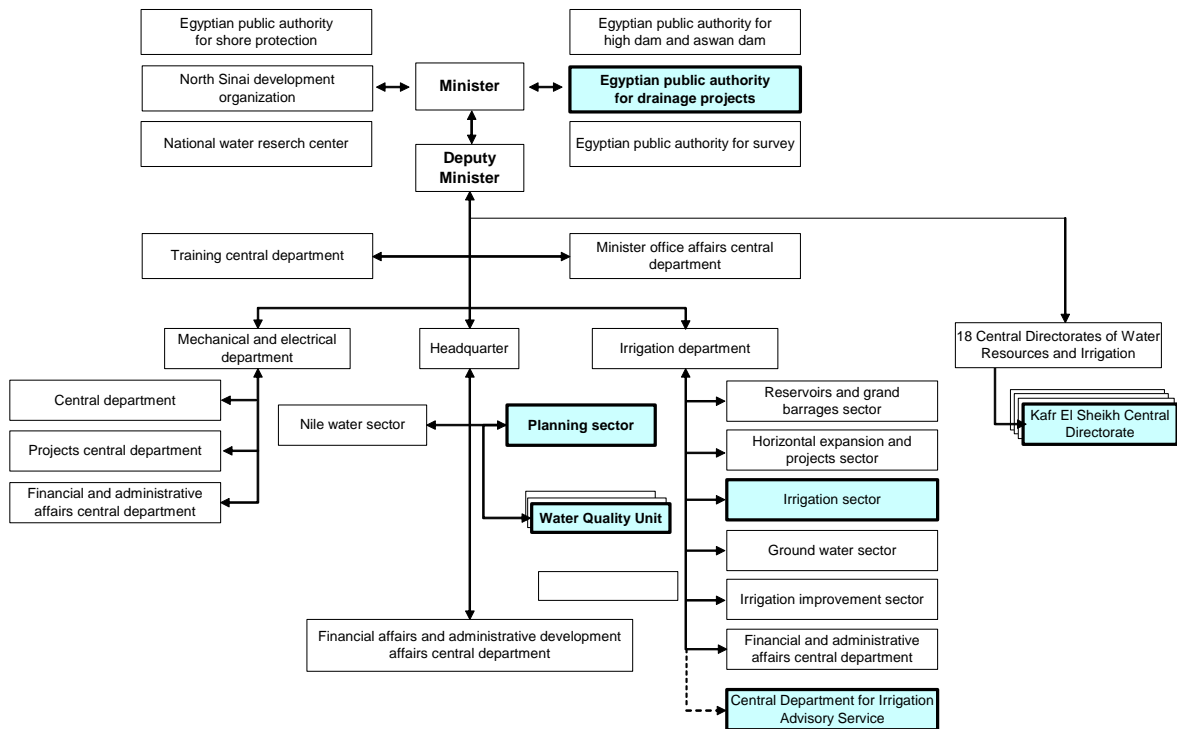


図 1-2 水資源灌漑省組織図

1-5 他ドナーとの関連

1-5-1 バハルエルヌール地区及びその周辺

バハルエルヌール地区及びその周辺の灌漑施設及び排水路に関連する事業の他ドナーはいないが、現在 日本の技術協力プロジェクト「水管理改善プロジェクトフェーズ 2 (WMIP-2)」が実施されている。

1-5-2 類似事業

水資源灌漑省の水質部 (Water Quality Unit: WQU) では、オランダの資金協力を得て、ファヨーム県で集落排水処理施設のモデル事業を実施した。この事業は、集落で安価に維持管理可能な下

水処理施設を導入することで、排水路の水質改善に寄与することを目的としている。

ファヨーム県においては、対象人口 2 千人 (200 戸) に対し、浄化槽施設 (Anaerobic Baffled Reactor 方式) をモデル的に設置した。2004 年から住民への啓蒙活動を開始し、地方自治体 (ローカルユニット) や県の Water Board と協議を重ね、受益集落住民が土地を提供し、2007 年 6 月に施設の供用が開始された。施設の建設後、移行期間を経て 2008 年 12 月に地方自治体に施設を移管している (水資源灌漑省、地方自治体、県の Water Board 等関係者で合意書を交わしている)。施設の財産権は地方自治体に移管され、地方自治体は受益住民から料金を徴収し、それを原資に施設の維持管理 (電気代、村在住管理人 2 名の給与 (月一人 LE200) 等、月 LE500 程度) 及び改修のための積み立てを行っている。料金は、戸当り月 LE10 で受益住民は汲み取り料金よりも安価になったと述べている。

調査団が視察した状況では、施設規模が対象人口に対し小さすぎ、水質改善効果が低い状態であることが確認された。なお、WQU の目的は、下水処理の実際の事業展開を進める住宅省監督下の上下水道ホールディングカンパニーや地方自治体に、水質改善のモデルを提供するところまでとしている。



水資源灌漑省水質部がファヨームで実施したモデル事業 (簡易集落排水施設)

第2章 現地調査結果

第2章 現地調査結果

2-1 現地調査計画

2-1-1 調査の目的

本調査は、「エ」国水資源灌漑省から要請された「灌漑用水水質改善コンプレックスの構築」について、環境プログラム無償資金協力事業としての妥当性を検討するものである。要請内容は、「エ」国のデルタ地域村落において汚水処理、農業廃棄物等の処理、中間排水（農業排水）の再利用を通じて灌漑用水の有効利用を図る目的であり、水質改善コンプレックスを構成する施設として、次の三種類が挙げられた。

- ① 排水再利用施設：ポンプ付ゲート
- ② 農業廃棄物処理施設：堆肥化施設及びバイオエネルギー施設
- ③ 汚水処理施設：水路内直接浄化施設及び集落排水処理施設

なお本事業は当初、補正予算による環境プログラム無償資金協力事業を想定し、その基本方針は日本の新しい技術を採用することとなっていた。この方針に基づく「エ」国側の要請内容は、ポンプ付ゲート（ポンプとゲートを一体化し、バイパス水路や機上スペースをなくするもの）及び汚水処理施設として、膜式活性汚泥法・逆浸透膜法を想定していた。

2-1-2 調査計画

現地調査は二つのフェーズに分け、まず基礎調査である第1次現地調査を2009年9月下旬より実施し、その結果を第1次国内作業で分析する。その後2009年12月上旬より第2次現地調査及び第2次国内作業において、事業実施の資料となる施設設計・事業費積算及び入札図書の作成を行うことが計画された。

2-1-3 調査計画の変更

第1次現地調査（2009年9月27日～10月27日）では、要請内容に沿って調査対象地区の現地踏査及び「エ」国実施機関である水資源灌漑省と協議を行い、2009年10月20日のミニッツ協議において以下の点を確認した。（「資料-4 討議議事録」参照）。

- ① 排水再利用施設：
 - ポンプ付ゲートでなく通常のポンプを用いても対応可能である。
- ② 農業廃棄物処理施設：
 - 堆肥化施設は機械設備のないコンクリート製の床版と壁の形式が考えられる。
 - バイオエネルギー施設は経済的持続性が確立されておらず計画対象外とする。
- ③ 汚水処理施設：
 - 膜処理法は高価であり、汚水処理施設としては現実的でない。
 - 水路内直接浄化施設として、我が国の新技術であるマイクロバブル発生装置の適用が考えられるが、現場への適用に際して導入効果に不明な部分が残る。
 - 集落排水処理施設については施設運用と維持管理についてさらに調査が必要である。

このような経緯の下、第2次現地調査を行う前に第1次調査の補足としてマイクロバブル発生装置（以下、「MBD」とする）に関する実証試験を行うこととなり、2009年12月7日～2010年3月にかけて補足調査を実施した。この補足調査ではMBDの運転による水質浄化の状況観測及び浄化された水が作物の生育に与える影響を現場で確認することを目的とした。

以下に、現地で協議・調査した結果を示す。

2-2 第1次現地調査結果

2-2-1 水路内直接浄化施設設置の妥当性

(1) 目標水質と水量

現状の地区内排水路（No.4 排水路及びビヤラ排水路）の水質と「エ」国排水再利用水質基準（Law-48、Article 65）を比較すると表 2-2-1 に示すとおりである。

地区内排水路の水質はすでに大きく「エ」国排水再利用水質基準を超えている。この水質基準は、施設設計上の目標とすべき水質であり、遵守する場合は費用がかさむことが予想される。しかしながら、法律上、水路内直接浄化用に設置する施設の目標水質は、「エ」国の水質基準に示される排水再利用水質基準を遵守する必要がある。

表 2-2-1 現状の水質と基準値

水路名	BOD	CODcr	CODmn	DO	T-N
No.4 排水路	11～40	12～62	30	0.03～1.80	3.68～21
ビヤラ排水路	14～20	49～55	30～70	0.19～0.97	5.6～19.6
「エ」国排水再利用基準値	≦10mg/l	≦15mg/l	≦6mg/l	≧5mg/l	≦1mg/l

一方、地区内排水路の流量を収集資料より算定すると下表に示すとおりである。

表 2-2-2 No. 4 排水路の流量

場所	No.4 排水路 Shurafah	No.4 排水路 Mahala	ビヤラ排水路
測点	17.0km 付近	15.0km 付近	Al Nahas 集落付近
流量	6.8 m ³ /s	12.2 m ³ /s	0.75～2.25 m ³ /s

水路内直接浄化施設を計画する場合は、処理対象水量と現況水質に対する目標水質により決定されるが、現況水質は本調査で計測されたナイル川流量の少ない時期（10月及び12月）のみならずナイル川流量の多い時期（5月及び9月）の水質も重要である。そのため、通年を通じた水質結果を踏まえて、処理対処水量及び現況水質を確定する必要がある。

(2) 処理方式の検討

水路内直接浄化施設の検討は、「資料-6 汚水処理施設の検討」で述べているように、維持管理が容易である浄化手法を採用し、エアレーションとしては新技術であるマイクロバブルを主体とし、植物体利用（空心菜）及び礫間接触酸化法を組み合わせた処理方式を計画する。

(3) 水質改善の見込み

ビヤラ排水路は、ごみの投棄が多く、ビヤラ市内の生活排水が流入している。このことから、ごみ投棄の防止、ビヤラ市内の生活排水処理の改善を併行して実施していくこと及び現況水路の清掃（定期的に繁茂するホテイアオイの撤去、底泥の浚渫等）を行うことにより、ビヤラ排水路の浄化が有効になると考えられる。

No.4 排水路の浄化は、水路内直接浄化施設（マイクロバブルの導入）による水質改善効果が期待できると考えられるが、調査時期の排水路内の水は滞留しており、DO 値も下がっているこ

とから、自然浄化能力が極端に低くなっていると想定される。したがって、マイクロバブルの導入で長期的に DO 値を高めることにより、自然浄化機能の回復が可能となり、COD、T-N、SS が大きく改善されると考えられる。

(4) 施設用地確保の可能性

現状の No.4 排水路は水路法面が崩壊しているため、現況の流下断面積を確保した上で、ブロック積などで護岸をすることにより、現在の水路用地内での用地確保が可能と考えられる。

(5) 太陽光発電の妥当性

水路内直接浄化施設の電源として、太陽光発電を検討する。

太陽光発電は「エ」国の日射量が多く発電効率が高いことにより、日本国内よりもその効果は大きい。計画される機器によっては大きな動力も必要となることから、地球温暖化防止への寄与、維持管理費の軽減の面よりその効果は高いと考えられる。

しかしながら、「エ」国は砂塵が多く、維持管理の欠落による太陽光パネルの能力低下が大きな課題になる可能性が考えられる。したがって、太陽光パネルの清掃をはじめとした維持管理を適切に行うための体制、指導を行う必要がある。

(6) No.4 排水路の浄化施設計画

No.4 排水路の水質は表 2-2-1 に示すとおり、COD_{Cr} が 12~62mg/l、DO が 0.03~1.80mg/l となっている。しかしながら、No.4 排水路沿いには既設の排水再利用ポンプが設置され、灌漑期・非灌漑期の水不足時に排水の再利用が行われている。したがって、No.4 排水路の水質改善は既設の排水再利用ポンプの使用に必要な対策と考えられる。

No.4 排水路は水路勾配が緩やかなため、流速が遅く、本調査時の見解では自浄作用による効果がほとんど期待できない。そのことから、DO 値は低くなっていると考えられる。場所によっては流速が無く滞留している状態も見受けられ、湖沼などの閉鎖性水域と同様な状況になっている。また、排水路内には低酸素でも生息可能な魚種が確認されたが、酸素不足により水面での呼吸を行っていた。

飽和溶存酸素濃度は、20°C、1 気圧において 8.84mg/l である。また、2mg/l 以上で好気性微生物が機能しはじめ、魚類も生息可能と言われている。そのため、水路内の DO 値を高めることにより、有機物の分解（COD 除去）、脱窒（窒素除去）が行われ、自浄作用の向上に期待できる。また、リンについても底泥が嫌気状態から好気状態になることにより、溶出が少なくなり、水中内のリンも減少すると考えられる。そして、魚類の活動も活発になることから水質浄化に寄与する。

No.4 排水路の対象流量は表 2-2-2 に示すとおり、Shurafah ポンプ場で流量は 6.8m³/s、Mahala ポンプ場では 12.2m³/s である。ここで、各ポンプ場上流にマイクロバブルを設置した場合の施設計画は以下の通りである。

表 2-2-3 No. 4 排水路のマイクロバブル設置の基本諸元

場 所	Shurafah	Mahala
測 点	17.0km 付近	15.0km 付近
流 量	6.8m ³ /s	12.2m ³ /s
マイクロバブル装置	11.0kw×2 台	7.5kw×2 台×2 箇所
太陽光発電	電動機容量 22.0kw	電動機容量 30.0kw
太陽光パネル	104 枚	142 枚

表 2-2-3 の基本諸元に基づく Shurafah ポンプ場の配置計画は、下図のとおりである。また、Mahala ポンプ場は、対象流量が多いため、左岸右岸それぞれに 7.5kw×2 台を設置する計画となる。

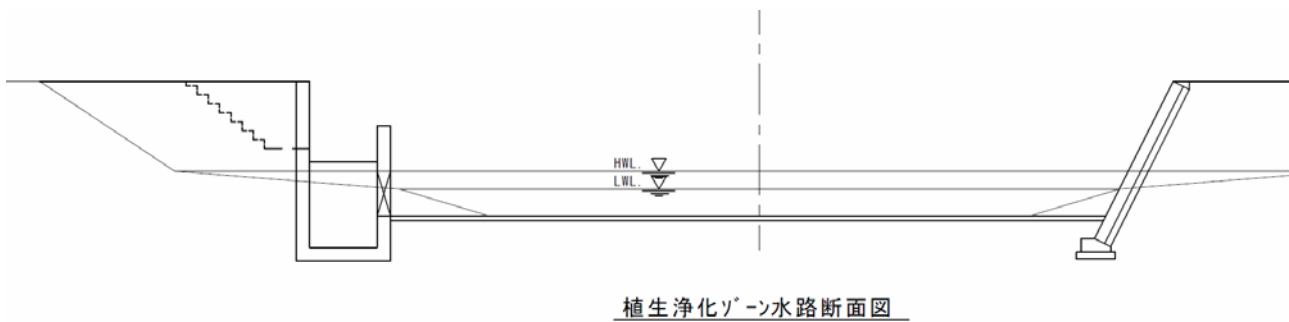
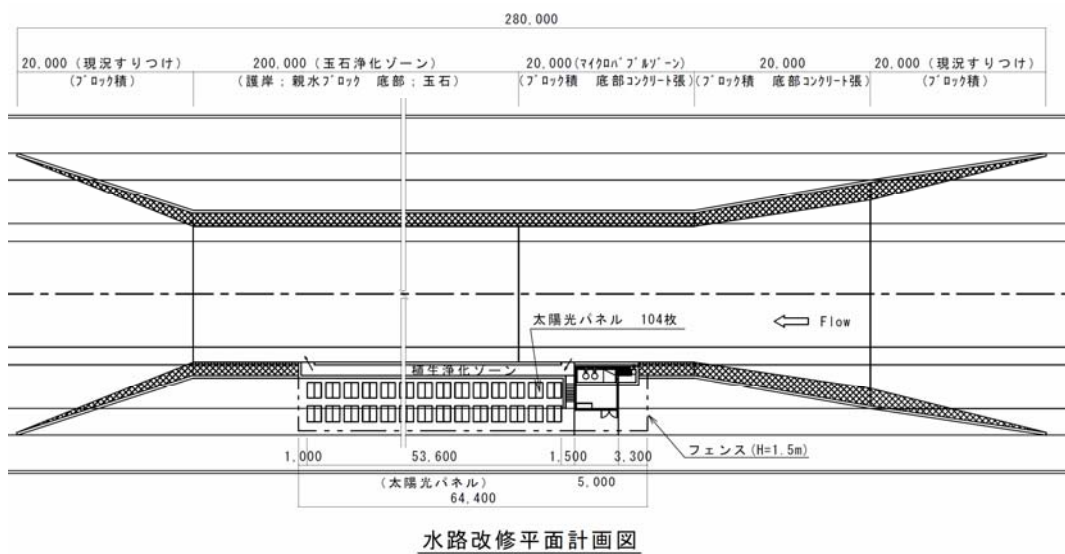


図 2-2-1 水路内直接浄化施設計画図

マイクロバブル装置は、上図の平面計画図・断面計画図に示すとおり、流積を変えない位置にてブロック積護岸とすることにより用地を確保する。

マイクロバブル装置下流部は、浄化効果を高めるために親水ブロックによる護岸、底部玉石を計画する。

今後の調査結果により浮遊物物質（SS）の沈降分離が可能と判断できる場合には、マイクロバブル前に沈砂池を設置し、沈降除去する。

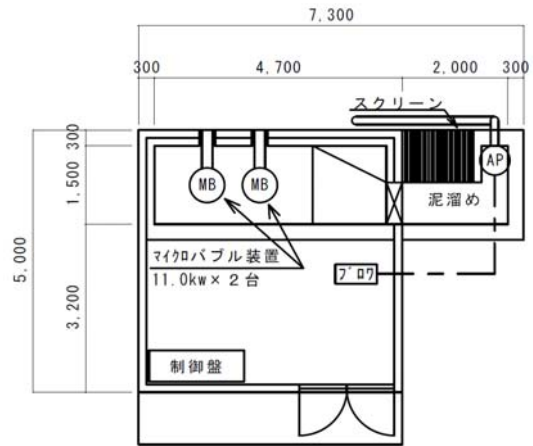


図 2-2-2 管理室平断面図

(7) マイクロバブルの導入による今後の展望

今回の調査で一定の効果を得ることができれば、「エ」国内の他ナイルデルタ地域やアフリカ等利用可能な水資源が汚染されている地域にとって水源対策のモデル事業になり得ると考える。

なお、マイクロバブルの導入による効果については、技プロ WMIP の協力を得ながらモニタリングしていくことが考えられる。

2-2-2 集落排水処理施設設置の妥当性

(1) 目標水質と水量

集落排水処理施設の目標水質は、「エ」国排水再利用水質基準（Law-48、Article 65）に示される以下の数値を目標水質とする。

表 2-2-4 集落排水処理施設の水質基準

水質項目	「エ」国基準値 (mg/l)	JARUS 型性能 (mg/l)
BOD	60	20
CODcr	80	—
SS	50	50

集落排水処理施設の対象となる村落の人口は、50 人～300 人規模と想定される。計画に当たっては、現地再委託に基づく水利用の状態を確認して、計画対象人数（5 年後の推定人口）に排水量原単位を 60l/人・日（尿尿排水 50l/人・日＋雑排水 10l/人・日）として処理施設を計画する。

(2) 処理方式の検討

集落排水処理施設の検討は、「資料-6 汚水処理施設の検討」で述べているように、維持管理が軽減できる「沈殿分離＋接触ばっ気」を採用し、接触ばっ気槽内のろ材としては、近年日本で多く採用される担体型接触材とする。これにより逆洗が不要となり、通常のばっ気槽と比較して、担体に生物膜が保持されることから、比較的安定性の高い処理水が得られると思われる。

(3) 水質改善の見込み

現況の集落から生じる汚水は、未処理または溜柵を通し、集落内の小排水路もしくは灌漑水路へ直接放流されている。集落内小排水路は極端に汚濁されており、集落排水処理施設の整備

により大きく水質改善が可能であり、生活環境も改善される。また、集落排水処理施設の整備により灌漑用水路への直接放流がなくなるため、灌漑用水の水質向上も期待できる。しかし、現地聞き取りによれば、生活排水は、排水路の汚濁負荷源とはなっていないなど、農民の集落排水処理施設に対する目的意識が低いため、今後は維持管理費を含む管理体制を十分に検討する必要がある。

(4) 施設用地確保の可能性

集落排水処理施設は地下式とし、集落内道路または排水路等の公共用地の下部を利用すれば、設置可能である。

(5) 施設計画

下図に集落排水処理施設計画図を示す（「資料-7 集落排水処理施設の設計」参照）

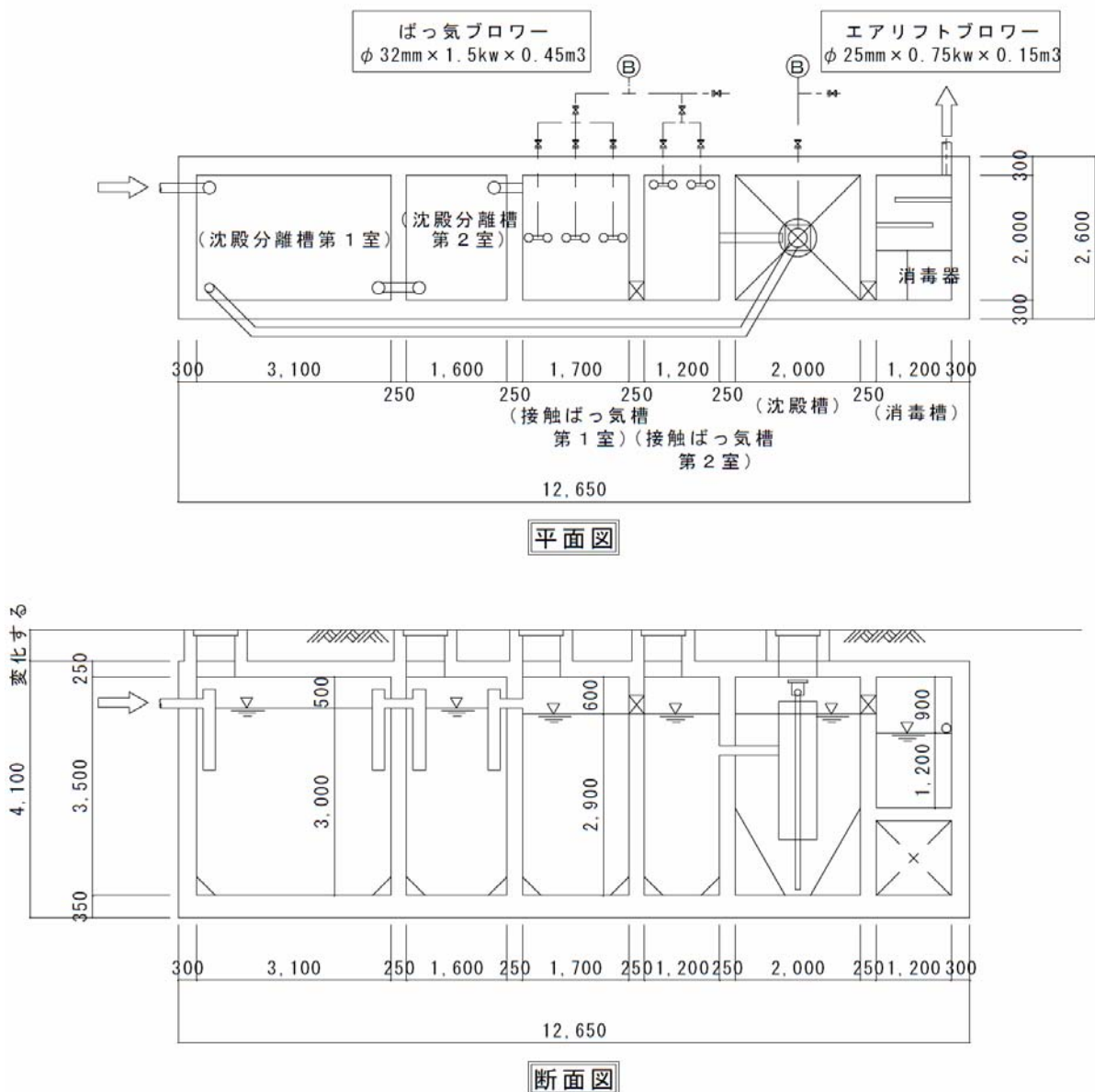


図 2-2-3 集落排水処理施設計画図

2-2-3 農業廃棄物等処理施設設置の妥当性

(1) 堆肥化施設

集落周辺及び水路沿いのいたるところに集積されている家畜の糞尿及び稲藁等は、農民にとって重要な肥料の一部であり、発生した糞尿を随時集積し、施肥時期においてその堆肥を利用するなどの方法は確立されている。牛糞等を水路沿いに堆積させることに関しては、農地が限られているため堆肥生成から農地還元するまでの期間の仮置場として水路沿いの路肩を利用して、牛糞等が灌漑水路や排水路に落ちて水路の汚染源となっている量は少ないと農民は、考えている。(Al Tanapla 村)。カウンターパート (C/P) との協議において、廃棄物等処理施設の必要性は確認され、その施設用地の確保はできる限り公共施設内 (道路、堤防、水路上部、地方自治体の敷地内) とするよう要望された。しかしながら、現時点では用地の確定はされていない。現地調査時点で考えられる施設は以下のとおりであり、施設計画図を下図に示す。

表 2-2-5 想定される堆肥化施設

農業廃棄物の種類	牛糞、稲藁
農業廃棄物の収集体制	利用者がロバやトラクターで台車を牽引
用地	水路沿いの道路の路肩から水路岸までの公用地
施設規模	水路側に、廃棄物落下防止の鉄筋コンクリート製擁壁と滲出水の水路への浸透を防ぐ鉄筋コンクリート製床版 (床幅 5m、壁高 1.5m、延長 100m 程度) ×5 村
施設所有者	地方自治体
施設利用者	水路沿線の集落の農民
施設管理者	排水庁及び水利組合
維持管理項目	コンクリート製擁壁及び護岸部の補修 (排水庁) コンクリート製床版のモルタルによる補修 (利用者)
維持管理費	1 箇所あたり年間 100-1,000LE 程度
維持管理費負担者	水路敷内の補修については排水庁が負担 その他の軽微な補修は、利用者が負担 (水利組合等が指導)

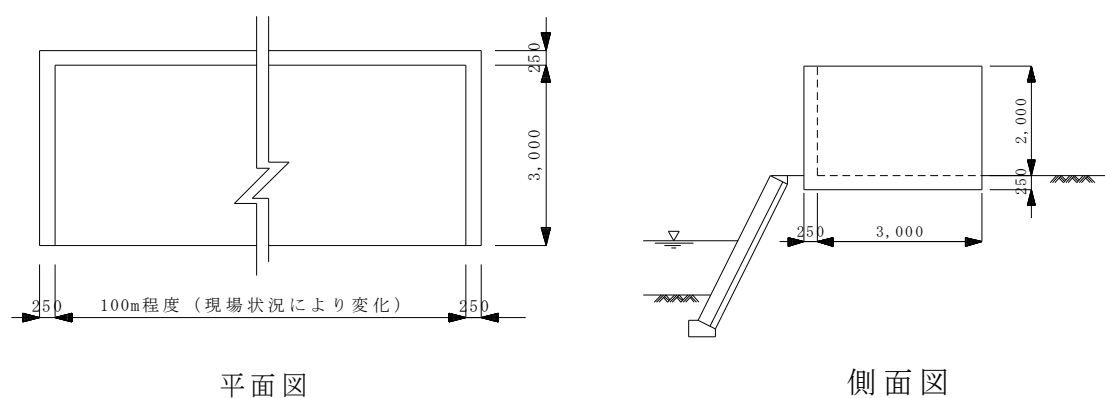


図 2-2-4 堆肥化施設計画図

(2) バイオエネルギー施設

バイオエネルギー生産施設については、牛糞を原料としたメタンガス生成や稲藁を原料としたエタノール生成が考えられるが、調査対象地域では稼動している類似施設が見られず、施設の設置を日本側が負担したとしても、対象地域の農村における技術レベルでは機器の維持管理が困難であることが予想される。また、生産したバイオエネルギーの利用方法や販路を確立していくためには相応の導入期間が必要になると考えられる。

現時点では無償資金協力に対する効果が不明であり、投入に見合うエネルギーの回収が確実でない状況であることから、施設設置の妥当性が低いことを調査団はC/Pと確認した。

2-2-4 排水再利用施設設置の妥当性

開発調査「中央デルタ農村地域水環境改善計画調査」（1998年～1999年）、技プロWMIP-2及び水資源灌漑省から入手した資料を基に、バハルエルヌール地区の水不足状況に関して、概略検討を行った（「資料-10 バハルエルヌール地区の水収支計算」参照）。この検討結果によると、夏季（6月～9月頃）において水不足が発生していることが推測できる。

このバハルエルヌール地区の水収支計算の結果、同地区は灌漑期に水不足となり、ビヤラ排水路よりバハルエルヌール灌漑水路への排水再利用が必要であることが判明した。この点は地元での聞き取りによっても、灌漑水量の不足により不作となった情報を得ており、水資源灌漑省も設置を切望している。

計画地点の用排水路概略図を示せば、下図のとおりである。

バハルエルヌール灌漑水路とビエラ排水路は、バハルエルヌール灌漑水路末端にある余水吐でつながっているのみであり、ビエラ排水路からの流入はない。灌漑期は2ヶ所の既存灌漑ポンプ及び自然流下でメスカを通して灌漑水が送られ、非灌漑期は滞水している状態である。

計画施設用地は、バハルエルヌール灌漑水路横に水資源灌漑省の用地が既に確保されており、ポンプ施設建設用地として十分な広さを有している。

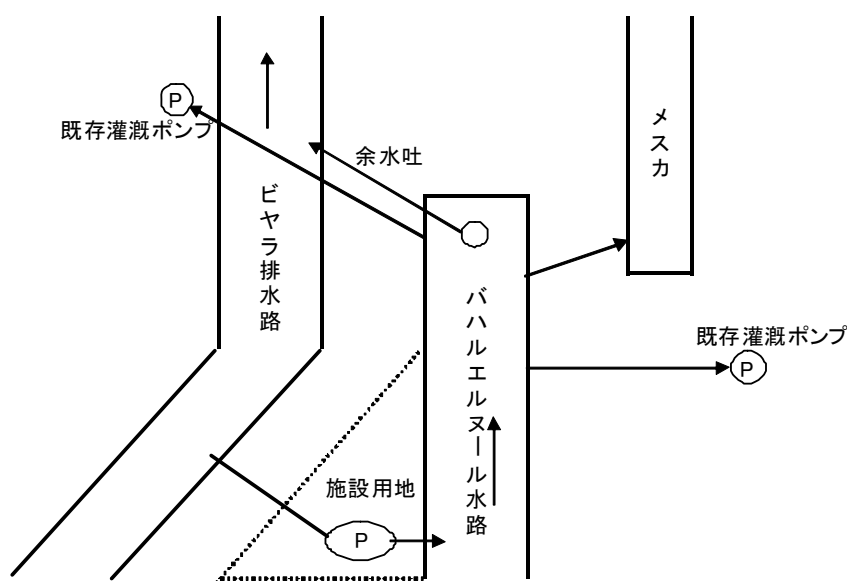


図 2-2-5 排水再利用施設用地の概要図

2-2-5 環境プログラム無償の事業計画

「エ」国の要請書には、本事業の具体的計画内容が明確に記載されていなかったため、調査団は官団員到着に先立ち適切な事業計画を協議するため、「エ」国の C/P である水資源灌漑省灌漑総局（ID: Irrigation Department）にインセプションレポートを説明後、1 週間かけて現地踏査及び C/P と協議を行い、実現可能な事業計画を策定した。事業内容は以下のとおりである。

バハルエルヌール地区及びその周辺の現状は、前項「1-3-1 調査対象地区の概要」に述べるとおりであり、灌漑水路には集落からの生活雑排水及び集落周辺に集積されている家畜の糞尿・稲藁からの水質汚染物質が流れ込んでいる。一方、排水路の水質は地区上流部からの汚濁物質を含んだ水質であり、そのまま灌漑用水には利用できない。このような現状より、事業効果を発現するために、直接的な汚染物質の除去と上流部からの汚濁水質の改善が必要であり、以下のような施設を計画した（巻頭の「計画概要図」参照）。

- ① バハルエルヌール地区及びその周辺の灌漑水路沿いに点在する 5 集落に対しては、それぞれ集落排水処理施設と堆肥化施設を計画し、灌漑水路への直接的な汚染を防止する。
- ② 現在稼動している No.4 排水路に設置されている既存の排水再利用ポンプを有効に活用するためには No.4 排水路の浄化は必須であり、そのためにはそれぞれの既存排水再利用ポンプの上流側でかつ維持管理が容易となる地点（橋の周辺）に、太陽光発電による水路内直接浄化施設を計画する。浄化施設は、バハルエルヌール地区近傍の範囲となる Shurafah ポンプ場上流側に計画する。
- ③ バハルエルヌール地区の灌漑水量不足を補うためには、ビヤラ排水路の水質改善と改善された水の補給が必要となる。この目的のために、排水再利用ポンプを（1 セット）を計画する。ただし、ビヤラ排水路の水質改善に関しては、現在水路内にある水生植物（ホテイアオイ）により有効に水質改善がなされており、この維持管理（定期的な除去作業）が定期的におこなわれれば、問題は少ないと考えられる。

これらの施設は、土地の収用が非常に困難な「エ」国の現状を鑑み、基本的に土地の収容を伴わないように計画を策定する。すなわち、

- ① 集落排水処理施設：道路及び排水路等の公共用地を利用し、その敷地内に計画する。
- ② 堆肥化施設：堤防敷き、公共道路、地方自治体所有の土地を利用する。
- ③ 水路内直接浄化施設：水資源灌漑省が管理している排水路内に設置する。
- ④ ビヤラ排水路からバハルエルヌール灌漑水路への排水再利用ポンプ施設：
既に、水資源灌漑省で土地の確保がなされている。

本事業の要請・実施機関は水資源灌漑省排水庁（EPADP: Egyptian Public Authority for Drainage Project）であるが、上記施設のうち水資源灌漑省が管轄できる範囲は、農業用施設に関連するもの（水路内直接浄化施設、排水再利用施設）のみであり、集落排水処理施設は住宅省、堆肥化施設は農業土地開拓省の管轄となる。ただし、集落排水処理施設に関しては水資源灌漑省水質部でファヨーム県の実績があるが、現段階では本事業内容に関連する他省庁（地方自治体）・団体（水利組合）との連携が確立していないため、ミニッツ協議において第 2 次現地調査時に他省庁・団体との責任分担に関し調整することになった。

第1次現地調査時点の上記施設の概略事業費は、以下の通り概定した。

表 2-2-6 概略事業費 (参考)

項目	単価 (千円)	数量	金額 (千円)	備考
建設工事費				
水路内直接浄化施設	130,000	1	130,000	No.4 排水路上流部
排水再利用施設	32,000	1	32,000	ビヤラ排水路
既存施設の改修	5,000	2	10,000	
集落排水処理施設	18,000	5	90,000	5 集落
堆肥化施設	3,000	5	15,000	5 集落
計			277,000	
設計・施工監理費			28,000	
エージェント費用			30,000	
合計			335,000	

注) 主要機器は日本製とした。

また、維持管理費は、全ての施設の動力源を太陽光発電としていることから、維持管理を行う人件費が主な費用となる。その他、機器の部品代や消毒薬剤などは、その使用状況によって異なるが、非常に安価である。

2-2-6 運営・維持管理能力の確認

(1) 運営・維持管理の実施主体と能力

本計画対象施設の運営・維持管理主体について「エ」国関連組織と協議を行った。その結果、運営・維持管理組織の主体に関し、下表に示す基本方針で検討を進めることとなった。

表 2-2-7 計画対象施設毎の運営・維持管理組織に関する基本方針

計画施設	使用する土地	財産権	維持管理主体	O&M 費用負担
水路内直接浄化施設	排水路内	水資源灌漑省	排水庁 (EPADAP)	排水庁 (East Kafr El Sheikh)
集落排水処理施設	公共用地 (一部は水路敷)	Biyala City Council	Biyala City Council	住民から料金徴収
堆肥化施設	公共用地	Biyala City Council	Biyala City Council	住民による労務提供
排水再利用施設	排水路内	水資源灌漑省	灌漑局	灌漑局 (CD Kafr El Sheikh)

注) 水路内直接浄化施設及び集落排水処理施設に関して、WQU はモニタリングに関わる。

排水路の敷地内に設置する施設については、水資源灌漑省配下の排水庁が管轄である。このため、排水路内に設置が検討される水路内直接浄化施設については、排水庁が運営・維持管理の主体となり、維持管理に係る費用も排水庁が負担することとなる。一方、排水再利用施設に関し、排水庁は排水路内に設置される構造物 (スクリーン、吸水槽等) の改善・維持管理のみを担当し、灌漑への排水再利用ポンプはカフルエルシェイク県水資源灌漑省灌漑局 (Irrigation Sector: IS) の管轄であるため、灌漑局が維持管理の主体となる。

集落排水処理施設および堆肥化施設については、C/P である水資源灌漑省の敷地外に設置される施設となるため、水資源灌漑省の管轄外となる。このため、これら施設の運営・維持管理

主体は、水資源灌漑省以外の参画が必要となる。候補となる組織は、地方自治体である **Biyala City Council** あるいはバハルエルヌール地区の水利組合が考えられるが、施設を設置する用地の問題や、組織の公的性格から地方自治体の参画が必要になると考えられる。

「エ」国ではこれら施設設置のために必要な民間の用地取得は困難であるため、対象地区内の公共用地を用いる方針である。対象地区内の水路敷外の公共用地は、地方自治体 (**Biyala City Council**) が所有しているため、施設の財産権は地方自治体が有することが想定され、運営・維持管理も地方自治体が主体となると想定される。

本地区においても、前項「1-5-2 類似事業」に示したファヨーム県での事例の適用が考えられる。水資源灌漑省水質部もファヨーム県の方式と同様に、地方自治体がコミットすることを条件にすれば、バハルエルヌール地区に適用することは可能であると判断している。バハルエルヌール地区の地方自治体である **Biyala City Council** の議長には、事業概要を説明し、施設建設に係る土地の提供および維持管理について前向きな意向は示してもらっている。

地方自治体の歳入は、基本的に中央政府からの交付金に全面依存している。地方自治体は、県を通して所轄内の道路や電気等のインフラ整備の予算を要求し、それに対して国が承認した予算が付けられる仕組みである。集落排水処理施設や堆肥化施設に関しては、維持管理費用を国からの交付金に頼ることが可能であるかは不透明である。このため、集落排水処理施設の維持管理費用は、ファヨーム県の事例にあるように、施設利用住民から料金の徴収を行い、維持管理費用に充填するシステムを検討する必要がある（現在一部の村で行っている下水の汲み取りと料金徴収は、基本的に地方自治体が管轄である）。この料金徴収に対しては、住民への啓蒙活動等で水利組合に協力を要請することが考えられる。バハルエルヌール地区では、技プロによる「水管理改善プロジェクト」により灌漑効率の向上が実現したものの、依然下流部では水不足が発生しており、排水の再利用に対するニーズが高い。しかし、排水の水質について農民は懸念を示しており、水質の改善は農民のニーズとも合致するので、水利組合の積極的な活動関与が期待される場所である。また、集落排水施設の必要性、ごみや汚泥の不法投棄など地域全体の住民に対する啓蒙活動が必要である。

堆肥化施設に関し、住民は家畜の糞尿及び稲藁が圃場の肥料であるという意識を十分に持っている。しかし、これらのものが灌漑水路の水質を汚しているという意識は少ない。そのため、住民に対する啓蒙活動と共に、堆肥化施設がメンテナンスフリーとなる施設を検討する必要がある。

(2) 集落排水処理施設の処理料金の支払い能力および支払い意思

バハルエルヌール地区とその周辺で、集落排水処理施設の計画が検討されている集落は、下表の5集落である。

表 2-2-8 集落排水施設の設置が検討される集落の概要

水路	集落名	戸数	生活雑排水処理の現状
バハルエルヌール灌漑水路	Al Saei	24	タンクに集めた後、小水路に排出し、小水路から灌漑水路に排出。汲み取りは行われていない。
ビヤラ排水路	Al Nahas	51	未処理で排水路に排出。汲み取りは行われていない。
	Al Doksh	11	未処理で排水路に排出。汲み取りは行われていない。

水路	集落名	戸数	生活雑排水処理の現状
アシュシュラハ灌 漑水路	Al Shurafah	39	戸別の浄化槽から汲み取り車で汲み取り。1 回当たり LE10 を支払う（月 1 回程度）。一部下水の上澄みが灌漑水路に流出している可能性あり。
	Al Tanapra	9	戸別の浄化槽から汲み取り車で汲み取り。1 回当たり LE10（2～3 ヶ月に 1 回）。一部の家屋では灌漑水路に下水が流出している可能性あり。

現状で、下水処理に料金を支払っている集落は、Ash Shurafah 灌漑水路沿いの 2 集落のみである。Al Nahas 村では、家屋がコンクリートやレンガ作りに建て変わってきた 10 年頃前から、各戸が浄化槽に貯めた下水を、村人所有のトラクターで牽引するタンクにより村人がローテーションを組んで自ら回収し、傍のビヤラ排水路に排出していた。これに対し、トラクターの燃料代を村人が負担していた。しかし、回収の際に村に下水が撒き散らされたりして、村人間で諍いも起こることがあり、4 年前に村の自助で各戸のパイプを繋いで、下水を集めて排水路に直接下水を流すパイプラインを設置した。集水槽が詰まると汚泥を取り除く作業を行っている（年 1 回程度）。現況では、下水料金徴収はなされていないものの、下水廃棄のための費用負担は行ってきたとは言える。しかしながら、現在下水処理料金を支出していない集落（Al Saei, Al Doksh）においては、料金徴収を伴う処理施設を導入する場合には、住民との十分な協議が必要となるであろう。

集落住民の下水処理に対する料金の支払い意思に関しては、住民意向調査を行ない、その結果を基に分析を行なうこととなった（「資料-9 住民意識調査結果」参照）。なお、第 1 次現地調査時点での概定では、バハルエルヌール地区は農家 3,000 戸、面積 4,200feddan で戸当たり平均 1.4feddan（0.6ha）である。この 1.4 feddan での平均農家所得を概算すると、年間 LE5,000～LE7,000 程度と推定され、下水処理料金を月 LE10（年間 LE120）とする場合、所得の 1.5～2.4%となり、住民の支払い能力の面からは負担可能な額と推定される。

2-2-7 事業実施の効果の検討

上記で述べたように、本事業で計画される施設（水路内直接浄化施設、排水再利用施設、集落排水処理施設、堆肥化施設）の事業実施効果として、以下の点が考えられる。

- 排水再利用ポンプの上流側に設置される水路内直接浄化施設により、排水路の水質が浄化され、排水再利用水質基準に適合した灌漑水量が見込まれる。
- 排水路内に水路内直接浄化施設を設置することにより、その周辺が整備され景観がよくなるのみならず、親水効果が上がると考えられる。
- 新規排水再利用ポンプの設置による灌漑水量の増加により、灌漑期に不足していた水量が十分に確保できることとなり、収量が上がり、農家所得が向上する。
- 現在各集落より垂れ流されている生活雑排水、集落周辺に集積されていた家畜の糞尿や稲藁等による灌漑水路の汚染がなくなり、灌漑水路の水質が良くなる。
- 各集落に計画される集落排水処理施設及び堆肥化施設により、集落周辺の生活環境が整備され、衛生的となる。

これらの効果の発現は、「エ」国側の維持管理体制に左右されることになる。本事業の場合は、維持管理組織が施設により異なるが、水資源灌漑省、バハルエルヌール地区及びその周辺を管轄

するビヤラ市地方自治体、水利組合等が連携を持って維持管理を行う計画であり、施設導入の妥当性は高いと考えられる。

2-2-8 環境社会影響評価に関する確認

本計画において、環境社会影響で特に配慮すべきことは、施設設置のための土地収用であると考えられるが、施設の設置場所は水路敷内あるいは公共用地の利用を検討し、民間の土地収用を避ける方向で計画する。

水資源灌漑省で環境影響評価を担当している ECRI (Environment and Climate Research Institute) にプロジェクトの概要を説明し、環境影響評価の対応に関する意見を協議した。プロジェクトの概要を紹介したところ、ECRI の説明では、この事業を大規模に展開する場合は EIA が必要になるが、今回の規模では EIA は必要ではなく、本件の内容を Research 機関でもある ECRI がサポートするようなレポートを作成し、EEAA (環境庁) に提示して了承を得るという手続きになるとの考えである。そのため、プロジェクトの概要が今後整理されたところで概要書を作成し、本件 C/P である水資源灌漑省水質部、又は排水庁と共に ECRI と EIA 関連でどのような対応が必要となるか再度協議することとした。

2-2-9 技協から得られた情報（水利組合・灌漑システム）

バハルエルヌール地区は、支線水路であるバハルエルヌール灌漑水路から灌漑される 4,200feddan の灌漑面積を有する地区である。受益農家は 3,000 戸であり、「水管理改善プロジェクトフェーズ 1」で 70 の末端水路（メスカ）レベルでの水利組合（WUA）が設立された。このメスカレベルでの水利組合は、既存の開水路メスカから、農家が個別に自前の可動式ポンプを用いて圃場に揚水していたものをパイプライン化し、バハルエルヌール灌漑水路からの取水口の 1ヶ所で揚水し、個別の圃場へは重力で灌漑する方式に転換したものである。取水口のポンプは水利組合が共同で管理し、ポンプの維持管理経費を水利組合員が支払っている。

この方式への転換により、灌漑改善が実現している。水利組合代表は、以下のような効果を挙げている。

- ① このシステム導入に合わせて導入された連続通水（それまでは間断通水であった）により水不足の心配が緩和された
- ② 共同ポンプを使用することにより灌漑経費が低下した
- ③ 灌漑効率の改善により作物収量も向上した

一方で、下流部ではいまだ水不足が発生している。特に本年には、灌漑水路への配水が再び間断通水に変更され、灌漑用水確保の懸念事項となった。下流部では、バハルエルヌール灌漑水路左岸にあるビヤラ排水路から灌漑への排水再利用が一部農家で行われている。しかしながら、現地での聞き取り結果、農家は排水路の水質に懸念を示しており、どうしても水が足りない場合のみ排水を再利用することである。下流部での水不足に対応して排水を再利用できるよう、排水の水質改善が望まれている。

「水管理改善プロジェクトフェーズ 2」では、支線水路レベル、すなわちバハルエルヌール灌漑水路レベルでの水利組合（Branch Canal Water Users' Association）の強化を図っている。支線レ

ベル水利組合では21人の組合理事がおり、メスカレベルの水利組合の紛争調停、灌漑用水の不適切な利用の監視、環境保護のための啓蒙活動等を行っている。排水路の水質改善は、この支線レベル水利組合からそのニーズが強く訴えられている。このため、支線水路レベル水利組合は、本件プロジェクトの実施に関し積極的な協力が期待できると考えられる。なお、支線水路レベル水利組合は、現行灌漑法では組織としての規定がなく、法的根拠を持つ組織ではない（メスカレベル水利組合は法的に規定された組織であり、政府登録を行い、銀行口座を水利組合の名義で開設し水利費の徴収も行える）ので、施設使用料金の徴収を現段階では行うことができない。しかしながら、技プロのC/P機関である灌漑指導部（CDIAS）によると、法的根拠がなくとも大臣通達（Ministerial Decree）の発行により、費用徴収を含む施設維持管理のための活動を行うことも可能であるとのことであった。水利組合の役割については、地方自治体の参画も含め、今後、計画される施設ごとに明確化していくことが必要となる。

2-2-10 気候変動対策に係る成果の把握方法

本事業の実施により気候変動対策に係る成果として考えられる項目として以下のものがあげられる。

- 水路内直接浄化施設（マイクロバブル、水生植物等）による水質浄化により、水路より発生していたメタンの軽減を図ることができる。
- 太陽光発電や水生植物の利用により、クリーンエネルギーを活用した水質浄化が可能となる。
- 集落排水処理施設の導入により、生活排水の直接流入に起因したメタンの発生を抑えることができる。
- 堆肥化施設が定着することによりリサイクルシステムが確立され、稲藁等の焼却による二酸化炭素を削減する。
- 排水再利用により余った灌漑水を砂漠の緑化等の他の事業に振り向けることにより、地球温暖化を軽減する。

これらのうち、成果を把握するための評価指標として考えられる項目は、①水質の変動を基にした水質浄化、②集落排水処理施設の設置によるメタン量の削減、③稲藁等の堆肥化による二酸化炭素量の削減、④排水再利用水量が砂漠の緑化に及ぼす範囲、等である。

2-2-11 建設事情／調達事情

本事業は、日本の環境プログラム無償資金協力案件であり、工事施工業者は現地の土木・建設業者となり、特殊機材の調達先のみ日本の納入業者となる。

「エ」国では大型工事の施工実績を持ち技術水準も高い大手土木・建設業者から、小規模な地方の土木・建設業者まで多数の会社が存在する。これらは一般的な土木工事・建設工事を請け負う能力を有するが、大・中規模業者は首都カイロ市に存在する。しかし、これら業者は主要な地方に支店を持ち、全国展開をしている。

本事業は小規模・多工種工事であること、工事期間が進捗状況で制限される日本の環境プログラム無償資金協力案件であること、工事契約業者が期間内に完了できることなどを考慮すると、現地状況に対応した工法及び調達方法を採用し、かつ大・中規模の企業を選定する必要がある。

しかも、本事業が小規模・多工種工事であることから、経済的には多工種を同時にスタートする方法が必要と考えられ、地元小規模工事業者では対応が難しくなるため、カイロ市あるいは大都市の大・中規模で、工期・品質・安全面における管理能力を有する経験ある業者が望まれる。

C/Pである水資源灌漑省排水庁が、カフルエルシェイク県で実績のある土木・建設工事には中・小規模の業者がリストアップされているが、小規模業者は等級が低く経験が浅い、中規模になるとカイロ市あるいはタンタ市など大都市に位置する業者となっている。



カイロ市内での小規模
建設状況



カイロ市内での中規模
建設状況



カイロ市内での土木工事
状況

労働力に関し、管理者あるいは特殊作業員、大工、鉄筋、左官などの技能工は、本工事が半年程度の短期間の工事と見込まれること、経験豊富な人材が多数居住することから、カイロ市が調達先と考えられる。人夫等の労働力は工事契約業者により、ビヤラ市、或いは県都のカフルエルシェイク市、隣県のマンスーラ市、タンタ市からの調達が可能である。建設機械は地方での借用は限られており、適時・適切に借用するためにはカイロ市からの調達となる。

本工事は小規模・多工種工事であることから、工事で使用する建設機械の利用率が最大となるよう、施工順序、資材配備、搬送ルートを考慮する。建設材料は現地に適した工法を考慮することにより、現地ですべて調達する。特に現地調達が困難な資材はない。

本事業で調達する主要な機材は、環境プログラム無償資金協力案件での高度な日本技術を使用したものであることから日本タイドとなっている。よって、それら主要機材は日本にて製造、海上輸送され、アレキサンドリア港で陸揚げ後、サイトに隣接するビヤラ市まで約150kmの内陸輸送の順序で調達される。アレキサンドリア港からビヤラ市までの道路は国道であり、舗装され、大型トラックが走行するには十分な道路幅がある。但し都市部および近隣においては歩行者、バイク、馬車、乗用車、トラックなど通行量が多いことから、走行には注意を要する。一方対象地域内でのサイトまでの道路は主に用・排水路沿いに建設されており、道路幅は4~5m程度で未舗装のため、小型車両のみが通行可能である。降雨量は年間50mm程度（2008年、マンスーラ気象庁）、冬期が主であるが、未舗装のため降雨中・後の車両走行には注意を要する。

なお、主要機材は日本製品ではあり、高度な技術を要することから、日本の技術者を派遣し、据付指導・運用試験を行うものとする。据付の労働力はビヤラ市など近隣から調達可能である。



カフルエルシェイク市内の道路状況



カフルエルシェイク市からビヤラ市への道路状況



対象地域内の道路状況



対象地域内サイト付近の道路状況

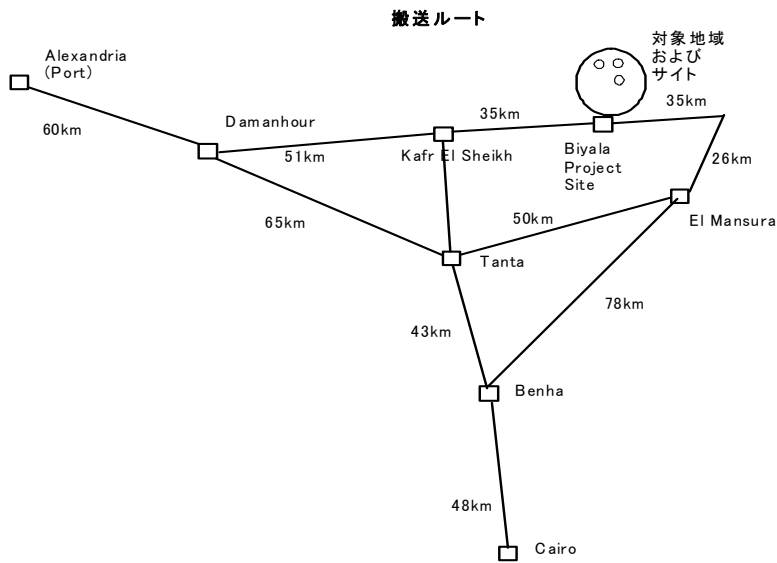


図 2-2-6 搬送ルート

2-2-12 先方負担の可能性と無償資金協力の協力範囲

本プロジェクトの各コンポーネントに必要な主要機材は、下表に示すとおりであり、先方負担となる機材は無い。

表 2-2-9 主要機材一覧表

計画施設	主要機材	先方負担	無償資金協力
水路内直接浄化施設 (No.4 排水路×1ヶ所)	マイクロバブル装置		○
	太陽光発電装置		○
	ゲート、スクリーン		○
	排泥装置		○
排水再利用施設 (ビヤラ排水路×1ヶ所)	電動陸上ポンプ		○
	太陽光発電		○
集落排水処理施設 (5ヶ所)	ブロワー		○
	散気装置		○
	接触材 担体型		○
	太陽光発電 3.7kw		○
堆肥化施設 (5ヶ所)			○

なお、本件調査の M/M 署名に際し、環境プログラム無償資金協力を実施する際の先方政府の一般的負担事項について協議を行い、水資源灌漑省は理解したが、詳細については第 2 次調査が実施された場合に更に協議して具体的に負担事項を詰めていくことで合意した。

M/M 署名時に最も問題となったのは、水資源灌漑省の管轄外に設置することが想定される集落排水処理施設及び堆肥化施設に対する負担である。水資源灌漑省は、水路敷内に設置する施設（水路内直接浄化施設及び排水再利用施設）以外の施設については管轄外となるため、地方自治体や水利組合等の関与が不可欠となるため、集落排水処理施設や堆肥化施設の実施とそれに伴う先方政府負担は、これら外部組織のコミットメントを条件とすることが提示された。第 2 次現地調査において、これら施設の設置に関わる水資源灌漑省以外の組織との負担事項を含めて、十分に協議を進めていく必要があることが確認された。

2-2-13 技術支援の検討

無償資金協力の効果を確実にするために、本計画により新規に導入される施設の利用と維持管理について、現時点で考えられる技術支援は次のとおりである。

表 2-2-10 技術支援の可能性

対象施設	主要機材	維持管理 作業	維持管理 主体	維持管理 技術支援	住民参加 啓蒙支援
集落排水 処理施設	曝気装置 太陽光パネル	引上・点検 電池清拭	点検は利用 者、保守は 委託業者	住民管理者の 日常点検作業 実習	料金徴収と会計 管理 環境衛生
堆肥化施設	特になし	モルタル 補修	排水庁及び 利用者	堆肥の品質管 理と施肥	水路の美化 環境衛生
排水路直接浄 化施設	水中ポンプ マイクロバブル 発生装置 太陽光パネル	引上・点検 劣化部品の 交換 電池清拭	排水庁	排水庁職員の 浄化装置保守 作業実習	水路の美化 環境衛生
排水再利用施 設	ポンプ 発動機	消耗品交換、 分解点検	水利用組合	保守担当者の 作業実習	吸込口周辺の水 路美化

水路の水質悪化の原因として次のようなものが考えられ、住民の意識向上を図ることによって改善を図り、水質浄化施設の設置・稼働との相乗効果を導くことを検討する。

表 2-2-11 住民の意識向上を図る計画

現状における問題	住民参加の啓蒙・外部からのファシリテーションによる対処
農業廃棄物の水路岸への 積み上げ	本計画で設置する牛糞堆肥化施設の周辺農家に対する、施設の利用 方法の紹介と利用促進を図る活動
生活廃棄物の水路岸への 積み上げ・投げ捨て	固形廃棄物処理箇所の設定、看板・ポスターを用いた環境美化の呼 びかけ、定期的な水路の集団清掃の実施
沿線集落からの汚水流入	集落排水処理施設導入に係る住民への説明（設置目的・設置効果・ 汚水管の繋ぎ込み箇所及び汚水処理施設の清掃管理の必要）
雑草や水生植物の繁茂に よる淀みと富栄養化	排水路直接浄化複合施設として組み込む植生浄化施設（野菜イカ ダ・空芯菜の水耕栽培）を利用し、畑の手入れや収穫時の農作業を 通じた水路への定期的な立ち入りと熊手等を用いた除草作業

2-2-14 自然条件調査結果

第1次現地調査の自然条件調査として、(1) 水質分析、(2) 地盤調査、(3) 測量、(4) 住民意向調査、を実施した。その詳細は以下の通りである。

(1) 水質分析

水質分析は、調査対象地区及びその周辺の全体の水質を精査するための水質分析Ⅰ（29項目×8試料）、及び選定された計画施設の周辺の水質を把握し、水質浄化施設設計のための基本諸元となる水質を調査するための水質分析Ⅱ（10項目×80試料）に区分して実施する計画を策定した。しかし、現地調査の結果、調査時期の10月は非灌漑期（ナイル川流量の少ない時期）であり、水質分析Ⅰにおいては時期をずらして2回測定しても結果に大きな違いが見られないと考えられること、計画施設の範囲・場所及び施設個所数に変更されたこと、JICAとの協議により、水質試験項目を変更/追加した、ことにより、それぞれ水質分析Ⅰは29項目×8試料、水質分析Ⅱは11項目×81試料とした。詳細は下表に示すとおりである。なお、調査結果は「資料-8 水質調査結果」に示す。

表 2-2-12 水質分析の試験項目と調査地点

	変更前	変更後
水質分析Ⅰ	29項目×8試料	29項目×8試料
試験項目	BOD、COD _{Cr} 、SS、油脂類、大腸菌群数、総溶解性塩類、ナトリウム吸着率、塩化物濃度、ホウ素、カドミウム、鉛、銅、ニッケル、亜鉛、ヒ素、クロム、モリブデン、マンガン、鉄、コバルト、水銀、pH、DO、全窒素、全リン、温度、EC、界面活性剤	経口寄生虫卵の代わりに、全有機炭素（TOC）を加える。
場所	下記4地点×2回（10月上旬、中旬） ①バハルエルヌール地区用水路上流部（バハルテラ上流部） ②対象候補地用水路上流部（バハルピアラ上流部） ③地区内排水路上流部（№4ドレイン上流部） ④地区内排水路下流部（№4ドレイン下流部）	計画される8ヶ所の水路の上下流部に対し、1回のみ。
水質分析Ⅱ	10項目×80試料	11項目×81試料
試験項目	BOD、COD、SS、大腸菌群数、全窒素濃度、全リン濃度、pH、DO、温度、EC	左記に全有機炭素（TOC）を加える。
場所	下記8地点×10回（10月中旬の連続7日昼12時、下旬の朝6時、昼12時、夕6時の3回） 排水再利用候補位置の ①用水路上流部 ②用水路中流部 ③用水路下流部 污水处理施設候補位置の ④排水路上流部 ⑤生活排水流入汚水原水 ⑥生活排水流入前排水路 ⑦生活排水流入後排水路 ⑧排水路下流部	計画污水处理施設5ヶ所に対し、7日連続昼12時、さらに水曜日・土曜日の朝6時、夜6時を加える（5地点×11回）。 排水再利用施設に関連する施設13地点に関し、水曜日・土曜日の昼12時（13地点×2回）。

(2) 地盤調査

地盤調査は計画構造物の基礎型式及び仮設計画等の設計条件を把握するために、以下の調査計画を策定した。

調査内容：三種類

機械ボーリング（15m/ヶ所）

標準貫入試験（10回/ヶ所）

粒度分析試験（2試料/ヶ所）

対象施設：全8箇所

集落排水処理施設（3施設 → 変更後5施設）

堆肥化施設（2施設 → 集落排水処理施設に含める）

バイオエネルギー施設（1施設 → 変更後0施設）

排水再利用施設（2施設 → 変更後1施設）

水路内直接浄化施設（0施設 → 変更後2施設）

現地調査の結果、対象施設の箇所数は、集落排水処理施設：5施設、堆肥化施設：5施設、バイオエネルギー施設：なし、排水再利用施設：1施設、水路内直接浄化施設：2施設の計画を策定し、集落排水処理施設と堆肥化施設はほぼ同じ場所であるため地盤調査は各1ヶ所とした。したがって、地盤調査の箇所数は当初と同じ合計8ヶ所とした。

それぞれのボーリング孔における調査結果概要は、下表のとおりである。

表 2-2-13 地質調査結果

ボーリング孔名称	N値	地下水位 GL(-)m	支持層深度 (m)
1	3～15	3.35	—
2	4～93	2.00	15
3	8～58	1.80	12
4	3～64	3.30	10
5	4～77	1.80	12
6	3～34	1.75	—
7	6～49	1.98	13
8	3～21	1.95	—

土質は、粘土・シルトを主体とした軟弱土及び砂質土である。N値30以上が連続する支持層は、上表に示したとおりであり、その深度は深い。また、支持層が15mまでに出現していない箇所もある。構造物築造にあたっては、その重量及び構造により杭基礎などの基礎工が必要になる場合もあるため、設計時には配慮が必要である。粘土を主体としていることから、透水係数は低いと考えられ、水替え工なども比較的簡易な仮設工にて施工可能と判断できる。

(3) 測量

測量は、計画施設の詳細な計画を策定するために実施した。上記の地盤調査の項で述べたように、計画時と現地調査後の施設個所数が異なっていたため、測量の実施は下表に示すように大幅な変更があった。

表 2-2-14 測量の変更内容

項目	当初予定数量	変更後収量
a) 平面測量	① 集落排水処理施設：0.36 ha、 ② 排水路浄化施設：0.50 ha、 ③ 堆肥化施設：1.00 ha、 ④ バイオエネルギー施設：1.00 ha、 ⑤ 排水再利用施設：1.00 ha、 合計 3.86 ha	① 集落排水処理施設及び堆肥化施設：3.00 ha、 ② 排水路浄化施設：1.00 ha、 ③ バイオエネルギー施設：なし、 ④ 排水再利用施設：4.00 ha、 合計 8.00 ha
b) 縦断測量	① 集落排水処理施設：150 m、 ② 排水路浄化施設：100 m、 ③ 堆肥化施設：200 m、 ④ バイオエネルギー施設：100 m、 ⑤ 排水再利用施設：100 m、 合計 650 m	① 集落排水処理施設及び堆肥化施設：250 m、 ② 排水路浄化施設：200 m、 ③ バイオエネルギー施設：なし、 ④ 排水再利用施設：150 m、 合計 600 m
b) 横断測量	① 集落排水処理施設：15 断面、 ② 排水路浄化施設：10 断面、 ③ 堆肥化施設：20 断面、 ④ バイオエネルギー施設：10 断面、 ⑤ 排水再利用施設：10 断面、 合計 65 断面	① 集落排水処理施設及び堆肥化施設：25 断面、 ② 排水路浄化施設：20 断面、 ③ バイオエネルギー施設：なし、 ④ 排水再利用施設：15 断面、 合計 60 断面

(4) 住民意向調査

施設の維持管理費用及び農業廃棄物等の収集体制に係る住民の意向を把握するために、社会条件調査を実施した。調査方法は質問票によるインタビュー方式により行うこととした。調査内容の詳細は以下のとおりであり、調査対象戸数は 250 世帯を予想したが、対象の 5 集落を合わせて 150 世帯であった。

表 2-2-15 住民意向調査内容

項目	内容
調査対象	バハルエルヌール地区およびその周辺（主に下流部）の住民
調査内容	家族構成／耕作面積、作付け作物／作物収量（低収量の場合の原因）／項目別収入、支出／灌漑用水の不足状況／排水再利用の有無、作物への影響／堆肥の利用状況／所属する農民組織／維持管理負担に関する意向
調査数量	250 世帯を前提にしたが、現地状況確認を確認した結果、サンプル数は 150 世帯とした。

なお、本調査は調査許可の取得に時間がかかり、実際の調査は補足調査時に行われたため、調査結果は次項「2-3-6 住民意向調査」で述べる。

2-3 補足調査結果

2-3-1 マイクロバブル (MBD) 試験

(1) 水質改善試験計画

マイクロバブル (MBD) 試験は、既存排水路の水質汚濁の主要因である低い溶存酸素量 (DO 値) を高めることにより、排水路内の水質を改善することを目的として実施するものである。なお、「エ」国の排水再利用水質基準 (Law No.48, Article 65) では、DO 値は 5mg/l 以上、CODcr 値は 15mg/l 以下となっている。

マイクロバブルの発生装置は、マイクロバブル発生ノズルとこれに接続して後方から加圧水を送り込むポンプ、ノズルの側面から空気を吸い込む空气管、及び空気・水の混合水を噴出する背圧を支持するための架台によって構成される。加圧ポンプには水中ポンプ、陸上ポンプ、可搬式エンジンポンプなどが適用できるが何れも所定の水圧を送り込むことが必要とされる。水量と MBD 台数及び総電気容量の一覧を表 2-3-1 に示す。



マイクロバブル発生装置 (MBD)

表 2-3-1 マイクロバブル発生装置 (MBD) 一覧表 (国内メーカー参考資料)

水量(m ³ /日)	YJノズル		加圧ポンプ		YJノズル 総数(台)	総電気容量 (kW)	概算金額 (千円)
	種類	台数	1台当りの 電気容量(kW)	台数			
～ 5000	YJ21	2	3.7	1	2	3.7	10,000
～ 10000	YJ21	2	3.7	2	4	7.4	16,000
～ 50000	YJ15	6	11	3	18	33	25,000
～ 100000	YJ32	4	15	3	12	45	43,000
～ 500000	YJ32	4	15	10	40	150	134,000
～ 1000000	YJ32	4	15	16	64	240	190,000
～ 1500000	YJ32	6	22	22	132	484	307,000

(2) 全体計画

調査対象地域であるバハルエルヌール地区の位置図及び調査対象地域内における灌漑用水水質改善コンプレックスの各構成施設の配置計画図を巻頭「計画概要図」に示す。

MBD の実証試験は、表 2-3-2 に示す水質試験項目及び採取場所に基づき、表 2-3-3 の実証試験内容及び工程で実施した。使用した MBD はノズル口径 21mm 2 台及びノズル口径 15mm 1 台である。表中の着色の部分 (試験 4, 6, 7) は、MBD 運転前後の採水と水質分析を含む試験を表

す。採水したサンプルは現地再委託により水質試験室で分析を行った（資料-8「水質調査結果」参照）。その他の試験（試験 1, 2, 3, 5, 8）は MBD の調整と傾向把握を目的としたものであり、現場において簡易水質計測器を用いて DO 値を測定した（資料-8 参照）。次項（3）～（7）までに表 2-3-3 の各試験の状況を詳述する。

表 2-3-2 水質試験項目と採取地点

水質試験項目	採取地点及び時間
1) DO（溶存酸素）	1) 採取地点
2) COD（化学的酸素要求量）	MBD 設置場所からの距離
3) ORP（酸化還元電位）	(0m、10m、50m、200m、500m 地点)
4) SS（浮遊物質）	2) 測定時
5) pH（水素イオン濃度）	- MBD 運転前
6) T-N（全窒素）	- MBD 運転 30 分後
7) NH ₃ -N（アンモニア性窒素）	- MBD 運転 1 時間後
8) NO ₂ -N（亜硝酸性窒素）	- MBD 運転 2 時間後
9) NO ₃ -N（硝酸性窒素）	- MBD 運転 3 時間後

表 2-3-3 試験内容一覧表

試験区分	番号	試験日	試験場所	流量(m ³ /s)	MBD の口径×台数
予備試験	試験 1	12月25日	No. 4 排水路本線	7.000	21 mm×2 台、15 mm×1 台
	試験 2	12月26日	仮設水路	0.015	21 mm×2 台
	試験 3	12月27日	仮設水路	0.008	21 mm×1 台
本試験	試験 4	12月28日	仮設水路	0.015	21 mm×2 台
	試験 5	12月28日	仮設水路（参考）	0.008	21 mm×1 台
	試験 6	12月29日	仮設水路 （底泥の影響確認）	0.015	21 mm×2 台
再利用ポ ンプ試験	試験 7	12月31日	灌漑用水路	1.000	21 mm×2 台、15 mm×1 台
	試験 8	1月1日	吸水槽・吐水槽 （参考 スパック試験）	0.000	21 mm×1 台

(3) 排水路での予備試験

予備試験は本試験の実施に先立ち、No.4 排水路における MBD の設置状況の確認及び運転台数と水質変化の相関を把握するために行った。初めに、No.4排水路内の水路内直接浄化施設計画箇所に MBD を設置し、排水路全体の流量に及ぼす MBD 運転の効果を検証した（試験 1）。その後、No.4 排水路内にビニルシートを敷いて幅 1m 程度、延長 1km の仮設水路を設け、所定の流量に対する MBD 運転の効果を検証し（試験 2 及び試験 3）、これらの予備試験の結果から仮設水路に MBD2 台を設置して本試験を行うことを決定した。

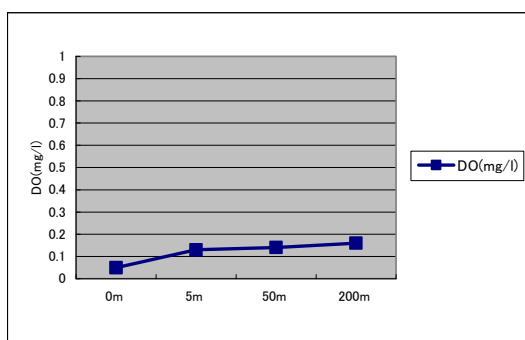
表 2-3-4 予備試験内容一覧表

	試験目的	結果概要	考察
試験 1	MBD の能力確認のため No.4 排水路内にて DO 値上昇の確認	排水路流量 (7.0 m ³ /s) に対し MBD 能力 (0.1m ³ /s) が不足しているため、原水水質 DO 値 0.05mg/l が MBD 設置箇所下流では 0.16mg/l まで上昇するのみであった。	No.4 排水路全体を対象とした MBD 試験では効果の検証が難しいため、排水路内に仮設水路を設けて適合水量を対象として以降の試験を実施することとした。
試験 2	仮設水路内、MBD2 台運転による DO 値上昇の確認	No.4. 排水路の DO 値の原水水質 (0.06mg/l) が、MBD 設置箇所下流 5 m 地点で 6.45mg/l、50m 地点で 5.43mg/l、200m 地点で 2.35mg/l となった。	3 台運転では仮設水路の容量を超えて側面から越流するため、2 台運転として試験を行ったところ、DO 値は「エ」国水質基準 (DO ≥ 5mg/l) を上回り、流下に従い低下する状況が見られた。
試験 3	仮設水路内、MBD 1 台運転による DO 値上昇確認	MBD 下流部 5 地点にて DO 値が 4.3mg/l まで上昇した。	1 台運転では、DO 値が「エ」国水質基準に達しないことから、以降の試験は 2 台運転とした。

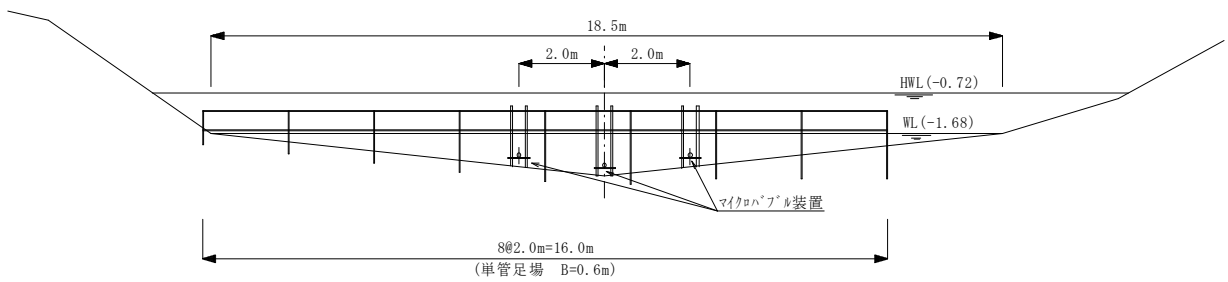
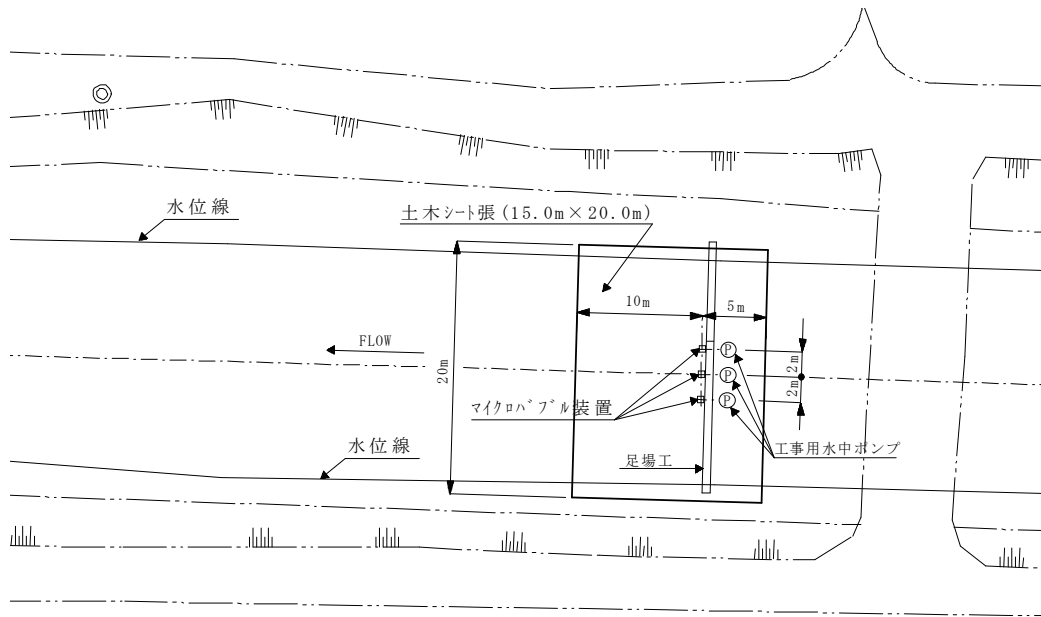
グラフ 2-3-1 【試験 1】 No. 4 排水路内での MBD3 台による試験運転結果

番号	試験場所	流量(m ³ /s)	MBD の口径×台数
試験 1	No.4 排水路	7.0	21mm×2 台、15mm×1 台

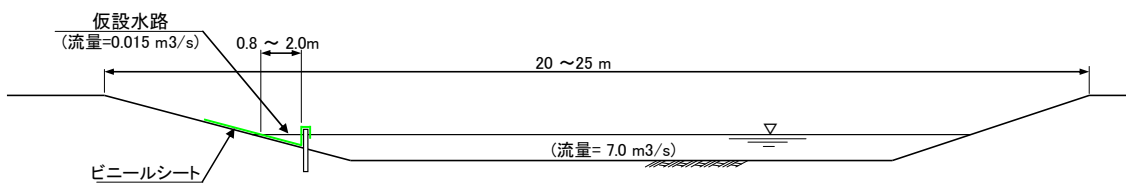
位置	DO(mg/l)
0m	0.05
5m	0.13
50m	0.14
200m	0.16



No.4 排水路全体の流量に対して、設置した MBD の容量では DO 値の上昇が小さく、以降の試験を仮設水路で行うことにした。(DO 値は、MBD 運転 1 時間後の値を示す。)



試験装置平面図・断面図



No. 4 排水路に設置した仮設水路の断面図



(4) 排水路での本試験

試験実施場所は予備試験と同じくバハルエルヌール地区内を流れる No.4 排水路である。仮設水路内の試験で一定の効果が確認されたため、本試験は引き続きこの仮設水路を用いて MBD2 台を運転して試験を行った（試験 4）。次に参考試験として MBD を 1 台に減らして DO 値を確認した（試験 5）。さらに本試験として、仮設水路の底のシートを外した状態で、MBD 運転と採水を行い、水質浄化に排水路の底泥が及ぼす影響を確認した（試験 6）。

これらの試験の内容は表 2-3-5 に示すとおりであり、MBD 運転により DO 値が「エ」国水質基準（DO \geq 5mg/l）に達することを確認した。また、上昇した DO 値は流下に伴って減少し、COD 値に表される汚濁負荷の減少やアンモニア成分の硝化作用のために酸素が消費されている状況が見られた。

表 2-3-5 本試験内容一覧表

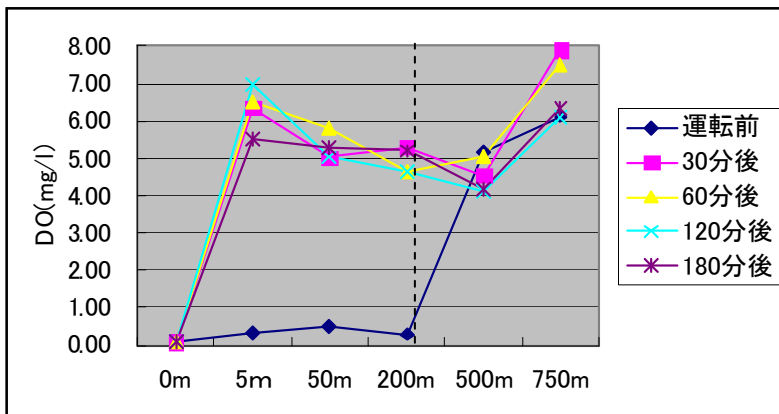
（試験 5 は参考試験）

	試験目的	結果概要	考察
試験 4	仮設水路内、MBD 2 台運転による水質改善状況の確認 (MBD 運転前、30 分後、1 時間後、2 時間後、3 時間後に採水を行い、水質試験)	DO 値は、原水水質 0.09mg/l が MBD 運転 1 時間後、下流 5m 地点で 6.49mg/l、50m 地点で 5.81mg/l、200m 地点で 4.64mg/l、500m 地点で 5.03mg/l となった。 COD 値は、原水水質 50mg/l に対し、50m 地点で 39mg/l、200m 地点で 42mg/l、500m 地点で 20mg/l まで減少した。	DO 値は「エ」国水質基準（DO \geq 5mg/l）に達した。 流下に伴い DO 値、COD 値ともに減少することから、MBD により供給された DO が COD の分解に消費されているものと考えられる。 その他の水質項目には顕著な変化は見られない。
試験 5	仮設水路内、MBD 1 台運転による参考試験	MBD 運転 30 分後、原水水質 DO 値 0.19mg/l が下流 5m 地点で 3.26mg/l となった。	DO 値の上昇が試験 4 の半分程度であるため、この仮設水路の規模では 2 台運転が妥当と判断。
試験 6	仮設水路内の底部のビニルシートを撤去して底泥の影響確認（採水、水質試験）	MBD 運転 1 時間後、原水水質 DO 値 0.07mg/l が下流 5m 地点で 6.16mg/l、50m 地点で 5.15mg/l、200m 地点で 1.12mg/l となった。	試験 4 と比べて DO 値の減少が大きく、嫌気化された底泥により酸素が消費されていることがうかがわれる。

グラフ 2-3-2 【試験 4】 仮設水路内での MBD 2 台による試験結果

番号	試験場所	流量(m ³ /s)	MBD の口径×台数
試験 4	仮設排水路	0.015	21mm×2 台

位置/時間(min)	0	30	60	120	180
0m	0.10	0.08	0.09	0.08	0.08
5m	0.35	6.36	6.49	6.96	5.50
50m	0.49	5.02	5.81	5.02	5.29
200m	0.30	5.30	4.64	4.63	5.20
500m	5.17	4.54	5.03	4.12	4.16
750m	6.12	7.91	7.49	6.10	6.35

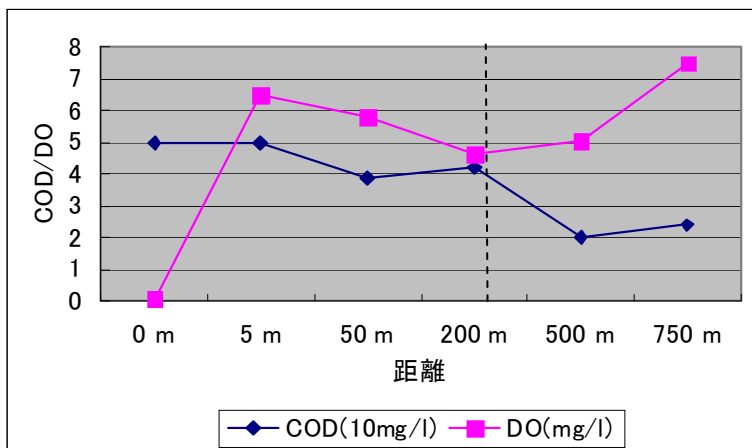


仮設水路で MBD2 台を運転して試験を行った結果、DO 値は「エ」国水質基準 (DO \geq 5mg/l) に達した。

(破線より右の 500m 以降は仮設水路が薄層流のため水面から酸素が供給されたもので MBD 運転の影響ではないと考えられる。)

グラフ 2-3-3 【試験 4】 MBD 運転後 1 時間における DO 及び COD の減少傾向

Pumping	Distance	DO	COD
		mg/l	mg/l
1 hour after pumping	0 m	0.09	—
	5 m	6.49	50
	50 m	5.81	39
	200 m	4.64	42
	500 m	5.03	20
	750 m	7.49	24



仮設水路で MBD2 台を運転して試験を行った結果、DO 値は「エ」国水質基準 (DO \geq 5mg/l) に達した後、流下に伴い減少する。

COD もこれに合わせて減少することから MBD により供給された酸素が COD の分解のために消費されていると考えられる。

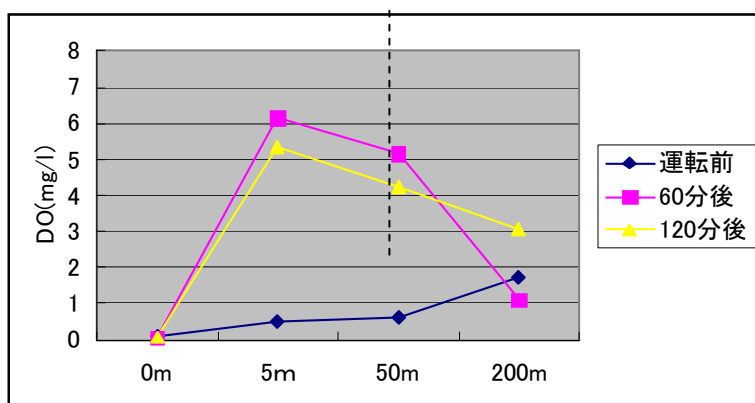
(破線より右の 500m 以降は仮設水路の薄層流浄化作用によるもので MBD 運転の影響ではないと考えられる。)

試験 4 の結果によれば COD 値が 50mg/l から 40mg/l まで改善されるのに 200m を要し、その間の流下時間は 10 分程度であることから、エアレーションによって COD を改善するには反応のためのさらに一定時間が必要と考えられる。試験対象箇所の現況水質に MBD 運転を施して「エ」国排水再利用基準値となる COD 値 15mg/l まで排水の水質を改善するには 30 分から 1 時間程度の時間が必要となると考えられる。これらの詳細な検討のためには、原水水質及び計画処理水質を確定し、理論値も併せて検討する必要がある。

グラフ 2-3-4 【試験 6】 仮設水路内での MBD 2 台による底泥影響確認のための試験結果

番号	試験場所	流量(m ³ /s)	MBD の口径×台数
試験 6	仮排水路 (底泥)	0.015	21 mm×2 台

位置/時間(min)	0	60	120
0m	0.08	0.07	0.07
5m	0.49	6.16	5.33
50m	0.61	5.15	4.25
200m	1.72	1.12	3.08



仮設水路底部のビニルシートを外して MBD2 台を運転し、底泥の影響を確認した。

水路底にビニルシートを張った試験 4 の結果と比べると時間・流下距離の増加に伴う DO 値減少の度合いが大きく、嫌気化された底泥と接触して酸素が消費されていることがうかがえる。

(破線より右の 200m 以降は MBD の影響が現れていない範囲と考えられる。)

(5) 本試験における窒素についての考察

本試験で行った水質分析のうち、窒素について以下に考察する。

(a) アンモニア性窒素の反応

アンモニアの分解に関わる変化は、次のとおりである。

水中に溶解するアンモニア性窒素(NH₃-N)は、酸素の作用により亜硝酸(NO₂)となる。さらに酸化が進むと、亜硝酸は硝酸(NO₃)となる。また、酸素が少ない状態では、硝酸→亜硝酸→窒素へと還元反応が進む。



こうした反応を下水処理などで人為的に行う場合には、好気槽と嫌気槽を交互に設置し、

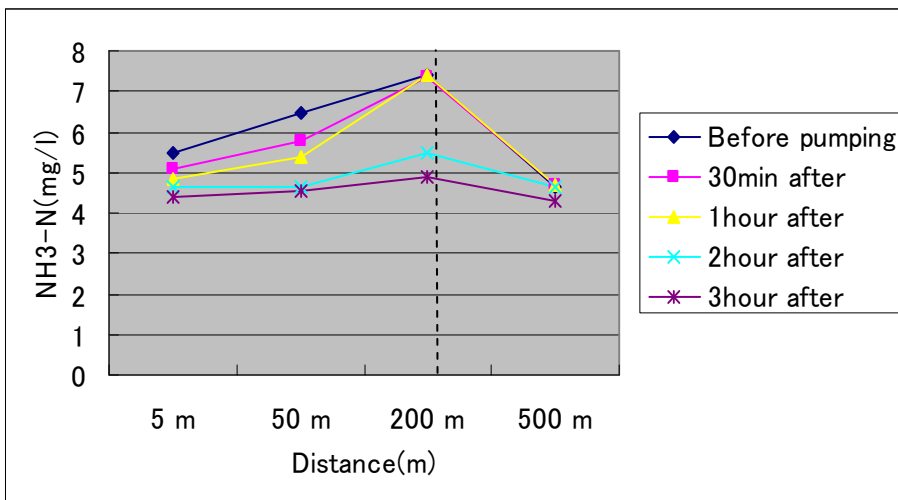
上記の硝化脱窒作用により処理する。自然河川においては流速の変化により、流速の早い箇所では曝気作用により硝化が行われ、よどみなどの流速が遅く酸素の少ない箇所において脱窒が行われている。以下にそれぞれの実験結果による傾向を考察する。

(b) 仮設排水路における窒素成分の傾向

仮設排水路における全窒素量の内、アンモニア性窒素が 98%を占めることから、全窒素量は、アンモニア性窒素の数値に依存している。仮設排水路での MBD 運転時の窒素（アンモニア性窒素、硝酸性窒素）の挙動に関する数値をグラフ化して以下に示す。

仮設排水路内のアンモニア性窒素の量は、MBD 運転前の数値に影響を受けていると思われるが、30 分後、1 時間後、2 時間後、3 時間後と時間経過とともに減少している。これは、MBD による酸素供給により、アンモニア性窒素が硝酸性窒素へ変化しているものと思われる。また、流下に伴う水面からの酸素供給も影響していると考えられる。

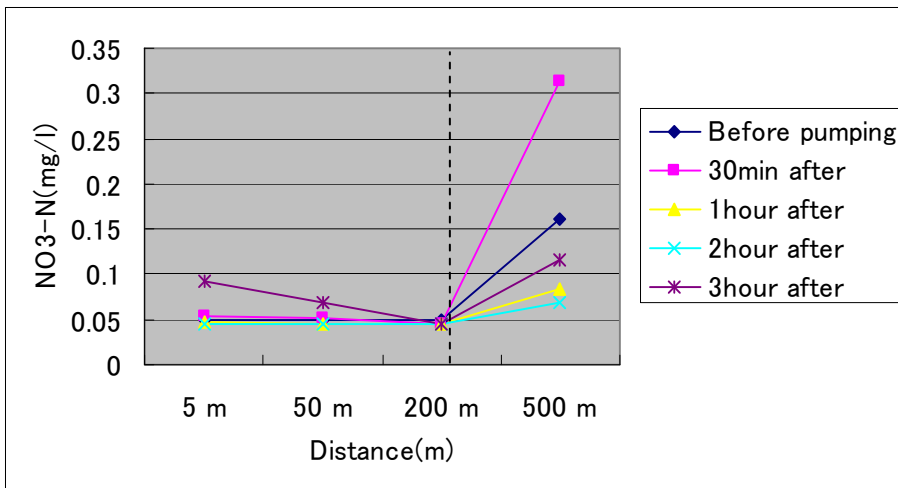
グラフ 3-5 【試験 4】 仮設水路内でのアンモニア性窒素の減少傾向



MBD 運転後、時間の経過とともにアンモニア性窒素が減少し、MBD により供給された酸素が硝化作用のために消費されていると考えられる。

(破線より右の 500m 以降は MBD の影響が現れていない範囲)

グラフ 1-6 【試験 4】 仮設水路内での硝酸性窒素の増加傾向



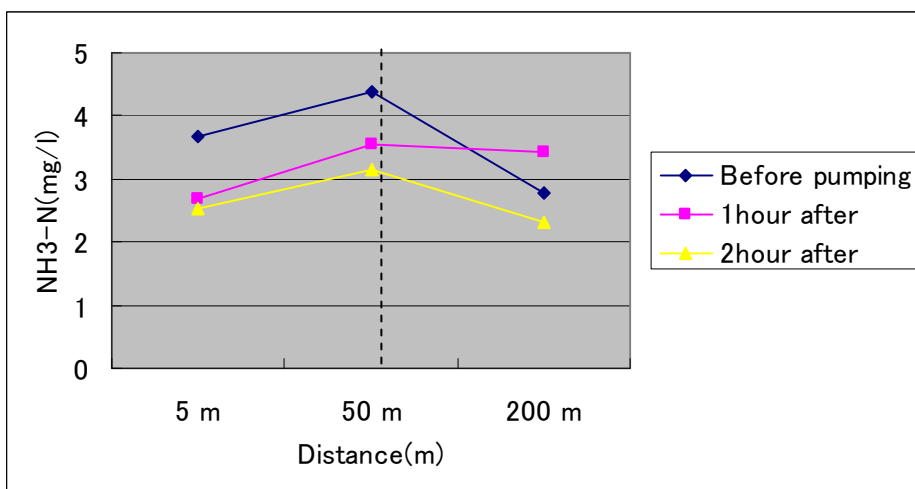
MBD 運転後、時間の経過とともに硝酸性窒素が増加し、MBD により供給された酸素が硝化作用のために消費されていると考えられる。

(破線より右の 500m 以降は MBD の影響が現れていない範囲)

(c) 仮設排水路の底部シートを外した場合の窒素成分の傾向

底部シートを外した場合における窒素の挙動に関する数値をグラフ化すると以下のようなになる。シートを外す前の試験結果と同様に、アンモニア性窒素の量は、MBD 運転前の数値から1時間後、2 時間後と時間経過とともに減少し、一方で硝酸性窒素の量は増えていくことから、MBD による酸素供給によりアンモニア性窒素から硝酸性窒素へと酸化反応が進んでいる様子が見られる。特に硝酸性窒素の増加傾向がシートを外す前に比べて大きいのは、試験前日より滞留していた水の酸化が進行しており、DO 値を高めたことにより、酸化速度が速くなったものと考えられる。

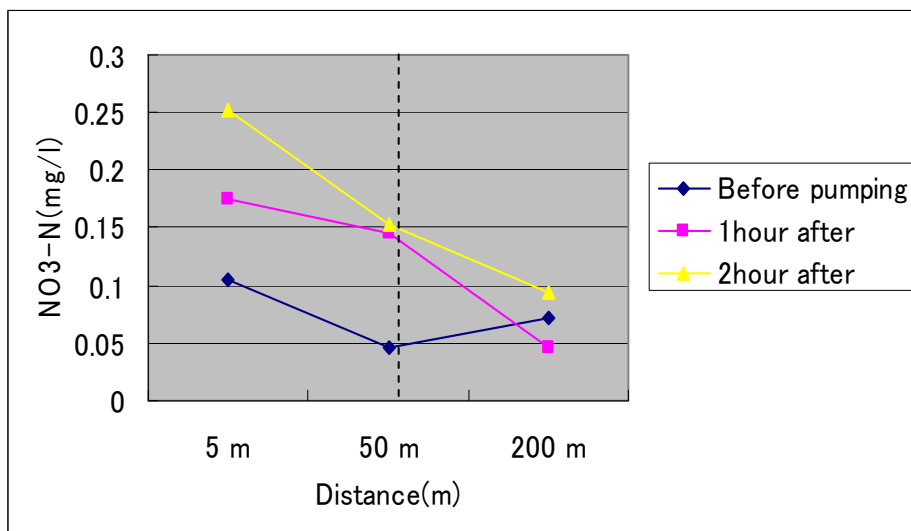
グラフ 2-3-7 【試験 6】 底泥と接触した状況でのアンモニア性窒素の減少傾向



MBD 運転後、時間の経過とともにアンモニア性窒素が増加し、MBD により供給された酸素が底泥の硝化作用に消費されていると考えられる。

(破線より右の 200m 以降は MBD の影響が現れていない範囲)

グラフ 2-3-8 【試験 6】 底泥と接触した状況での硝酸性窒素の増加傾向



MBD 運転後、時間の経過とともに硝酸性窒素が増加し、MBD により供給された酸素が底泥の硝化作用に消費されていると考えられる。

(破線より右の 200m 以降は MBD の影響が現れていない範囲)

(6) 排水再利用ポンプ場と灌漑水路での試験

排水路での試験に続き、既存の排水再利用ポンプ場であるシュラファポンプ場に試験場所を移して灌漑水路内での MBD の効果を検証した（試験 7）。この試験ではシュラファポンプ場の排水再利用ポンプを運転して No.4 排水路の排水を灌漑水路に汲み上げ、灌漑水路内に設置した MBD3 台を運転して水路内の採水を行い、水質の変化を確認した。試験の内容は表 2-3-6 に示すとおりであり、排水再利用ポンプや小型の灌漑用ポンプによる揚水のみによっても DO 値が改善されている状況を確認した。

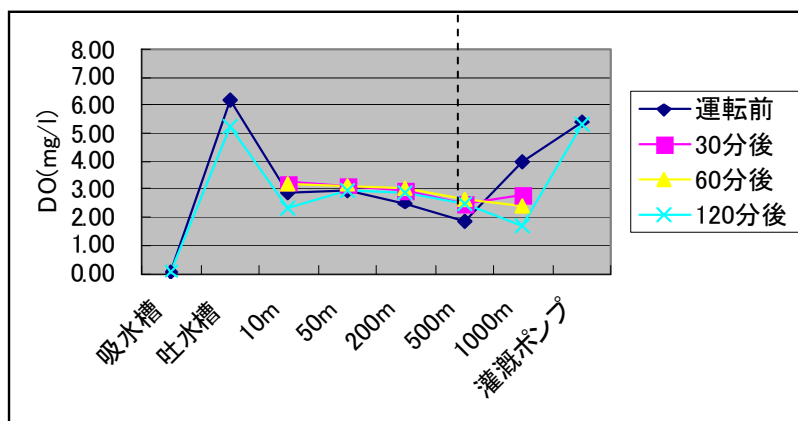
表 2-3-6 用水路試験内容一覧表（試験-7）

	試験目的	結果概要	考察
試験 7	No.4 排水路の排水再利用ポンプ場であるシュラファポンプ場を運転して、灌漑水路に排水を汲み上げ、水路内に MBD3 台を設置して水質改善状況を確認（採水、水質試験）	シュラファポンプ場の運転により、No.4 排水路の原水の DO 値 0.06mg/l が吐水槽部で 5.31mg/l、灌漑水路流入後 10m 地点で 2.90mg/l となる。また、灌漑水路から 3 次用水路へ小型ポンプで揚水している箇所では DO 値 5.44mg/l まで上昇している。 これに加えて MBD を運転すると MBD 設置箇所の下流 200m まで DO 値が 3mg/l 程度に上昇した。	シュラファポンプ場の吐水槽内の放流や 3 次水路への揚水により原水が攪拌されて空気が混入することにより、DO 値が改善している状況を確認した。 ポンプ場の規模 (1.0m ³ /s) に比べて MBD が小さかったため、「エ」国水質基準 (DO ≧ 5mg/l) には達しなかった。

グラフ 2-3-9 【試験 7】灌漑用水路内での MBD 3 台による試験結果

試験区分	番号	試験日	試験場所	流量	MBD の口径×台数
灌漑水路試験	試験 7	12月31日	灌漑水路	1.0 m ³ /s	21 mm×2 台、15 mm×1 台

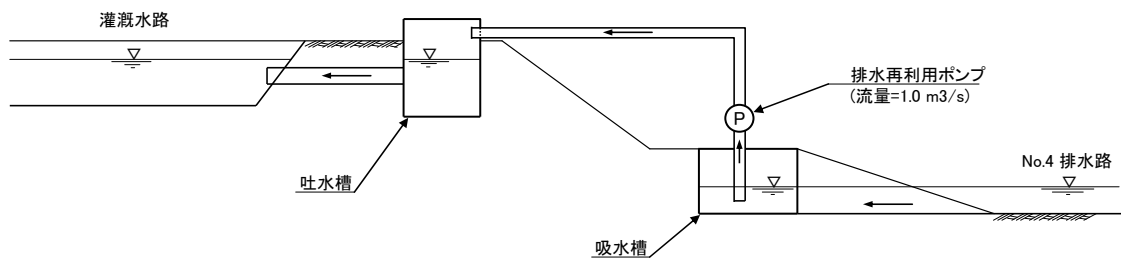
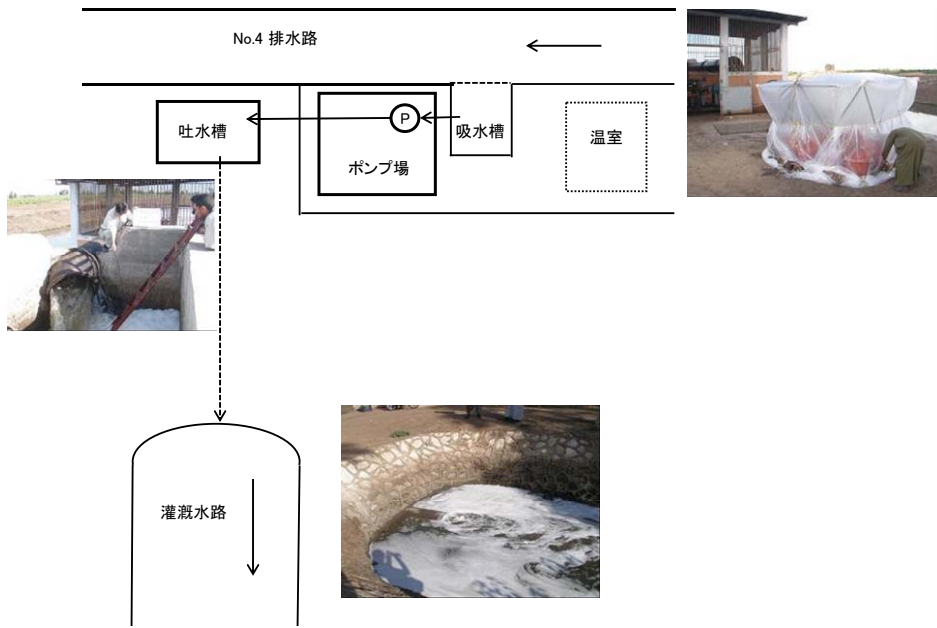
位置/時間(min)	0	30	60	120
吸水槽	0.06			0.07
吐水槽	6.22			5.22
10m	2.90	3.24	3.20	2.32
50m	2.96	3.14	3.15	2.95
200m	2.52	2.97	3.03	2.89
500m	1.85	2.50	2.65	2.50
1000m	3.97	2.79	2.39	1.71
灌漑ポンプ	5.44			5.30



吸水槽では 0.1mg/l 未満の DO 値が排水再利用ポンプの運転による吐水槽内の放流により 5.0mg/l 以上まで上昇する。灌漑水路では水路内の原水により、希釈されて 3.0mg/l 程度になるが、灌漑水路から小型の灌漑ポンプで揚水すると再度 5.0mg/l 以上まで上昇する。

MBD の規模が小さいため MBD の顕著な効果は見られなかった。

破線より右の 1,000m 地点ではポンプ場運転の影響が現れていないが、灌漑水路から小型ポンプで再度圃場に揚水する際にも、空気混合が行われ DO 値が上昇している。



シュラファポンプ場試験箇所略図



灌漑水路から圃場へ揚水する小型ポンプにおいても D0 値上昇が見られる。

(7) マイクロバブルのスペック試験

この試験は閉鎖水域での MBD による DO 値改善状況を確認した参考試験である。シュラファポンプ場の吸水槽と吐水槽に MBD を設置し、排水再利用ポンプ（シュラファポンプ場の主ポンプ）を運転しない状態で MBD をそれぞれ単独運転して、水槽内における DO 値の上昇程度を確認した（試験 8）。試験の内容は表 2-3-6 に示すとおりであり、MBD の運転によって、吸水槽、吐水槽ともに DO 値が 5.0mg/l まで上昇した。

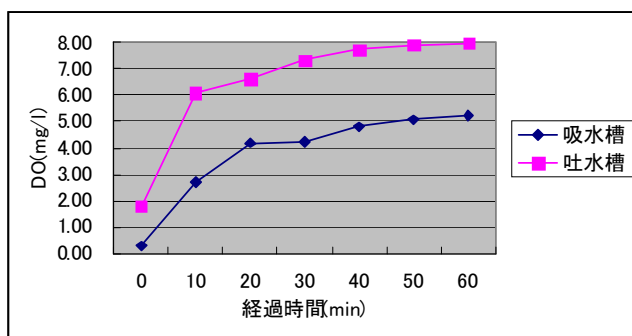
表 2-3-7 用水路試験内容一覧表（試験-8）

試験	試験目的	結果概要	考察
試験 8	シュラファポンプ場の吐水槽、吸水槽に MBD 1 台を設置して DO 値上昇を確認（ポンプは運転せず）	吸水槽内では、初期 DO 値 0.3mg/l が「エ」国水質基準の 5mg/l まで到達するのに 50 分を要した。吐水槽内は 10 分以内に初期 DO 値 1.80mg/l が 5mg/l 以上まで上昇した。	吸水槽内では底泥の巻き上げ及び排水路水の流入により DO 値改善に時間がかかるが、吐水槽内はポンプ運転による攪拌水流により底泥の堆積が少ないといった違いが現れたと考えられる。

グラフ 2-3-10 【試験 8】ポンプ場吸水槽、排水槽内の DO 値上昇時間の計測結果

試験区分	番号	試験日	試験場所	流量	MBD の口径×台数
再利用ポンプ	試験 8	1 月 1 日	吸水槽・吐水槽	0.0 m ³ /s	21 mm×1 台

位置／時間(min)	吸水槽	吐水槽
0	0.30	1.80
10	2.70	6.08
20	4.20	6.60
30	4.25	7.33
40	4.80	7.72
50	5.07	7.90
60	5.25	7.96



シュラファポンプ場吸水槽内の MBD 運転

なお、下表にシュラファポンプ場の吐水槽寸法を示す。

表 2-3-8 シュラファポンプ場吐水槽の寸法

縦（内法）	205 cm （コンクリート部材厚 50cm）
横（内法）	309 cm （コンクリート部材厚 50cm）
深さ（内法）	285 cm （上から 100cm のところに余水吐）
有効容量	11.72m ³ （余水吐から下の部分）

(8) DO、COD、窒素以外の水質試験結果について

水質試験項目のうち、DO、COD、窒素については、前項にとりまとめたとおりである。現地再委託で行った水質試験のその他の項目の分析結果については、以下に考察を記述する。なお、引用する基準は「エ」国の排水再利用基準（Law 48 Article 65）である。

(a) 水温

水温の結果は、流下に伴い上昇傾向にある。範囲は、15℃～18℃であり、水処理に大きな影響は無いと判断できる。また、排水再利用基準の5℃以上である。

(b) pH（水素イオン濃度）

pHは水の基本的な指標であり、理化学的水質、生物学的水質、浄水処理効果、管路の腐食等に関係する重要な因子である。pH 7は中性であり、値が小さくなると酸性が強くなり、値が大きくなるとアルカリ性が強くなる。排水再利用基準は pH 7～8.5 の範囲である。

pHの変化は数%程度であり、その範囲は、7.12～9.62であった。pHは、CODの分解により発生するCO₂により炭酸ガスとなって低下することが考えられるが、今回の調査では、顕著な低下傾向は認められない。2データを除き、排水再利用基準の基準内であった。

(c) EC（電気伝導度）、塩分濃度

ECは水溶液が電気をどれくらい通すかという目安の測定値（伝導度=1/電気抵抗地）であり、水中の伝導性成分（主として塩類）の指標である。しかし、排水再利用基準ではECについて規定していない。また、塩分濃度は、作物の生育に影響を与える指標としてよく用いられ、良質な農業用水の塩分濃度は200～500mg/lといわれている。

EC及び塩分濃度の結果は、大きな変化が認められなかった。ECの範囲は、1,537～2,380 μ S/cm、塩分濃度は、700～1,200 mg/lであった。酸素濃度が高まることにより分解しない成分であることから、妥当な結果となっている。しかしながら、底部のビニルシートを外して行った実験（試験6）においては、流下にしがい増加傾向が認められる。これは、実験を行った岸辺に堆積していた塩分が溶解したものである。

(d) SS（浮遊物質）

SSは汚濁の有力な指標のひとつであり、水中に懸濁している粒径1 μ m～2mm程度の不溶解性物質を示す。排水再利用基準はSS \leq 500 mg/lである。

SSはいずれも排水再利用基準を下回っており、流下による変化は認められなかった。SSの範囲は3～91mg/lであった。SSのばらつきは、流速が不均等であることにも影響を受けているものと思われる。

(e) 重金属

重金属は、他の金属に比べて水中から土壤に移行吸着されやすく、土壤の蓄積性が問題となる。

本調査では、砒素、カドミウム、コバルト、クロム、銅、鉄、マンガン、ニッケル、鉛、亜鉛、水銀、の各元素について第1次現時調査時に測定した結果、いずれも微量であり、排水再利用基準値のないコバルトとニッケル及び検出下限値より低い基準となる水銀を除いて全て基準値以下であった。

(f) 大腸菌群数

大腸菌群数が存在すると、水がし尿による汚染を受け、病原菌が存在する可能性があることを占めすため、水の汚染度や浄化の程度の重要な指標となる。排水再利用基準値では全大腸菌群数 5,000CFU である。

第1次現地調査で大腸菌の検査を行った。範囲は、 $10\sim 90\times 10^5$ CFU であった。調査対象地区では排水再利用基準値をはるかに超えている。

(g) ORP (酸化還元電位)

ORP とは、検体が酸化状態にあるか、還元状態にあるかを把握するための数値である。

下水処理での目安数値としては、活性汚泥法のばっ気槽が 100~500mV、嫌気処理槽では、- (マイナス) 200mV 程度とされ、適正な酸化還元反応が行われているかの判断指標となる。また、水道水は、400~500mV、真水は、180mV 程度が一般値である。

自然界においては、海水中は 350mV、海底の砂中においてはマイナスの数値となる。また、水深が浅い河川や池などでは、光合成の影響を受け、太陽光が強くなり、光合成が盛んになると ORP は上昇する。

本調査で得られた ORP の数値について、No.4 排水路の原水及び底泥の数値を下表に示す。

表 2-3-9 No. 4 排水路の ORP 調査結果

No.4 排水路 原水 (12月28日)					No.4 排水路 底泥 (12月30日)		
運転前	30分後	1時間後	2時間後	3時間後	深0.5m	深0.8m	深1.2m
90.0	102.7	154.1	174.5	141.5	75.5	73.9	81.2

上表より、原水は時間経過とともに太陽光の影響で ORP は上昇しているが、いずれの数値も底泥に比較して高い数値となっている。

底泥の ORP は、深さに関係なく 80mV 程度の数値となっている。これは、測定深度である 1.2m 程度までは、同様な還元力をもっていると判断できる。また、測定結果から判断すれば、ORP は、正の数値となっていることから、流水を大きく還元しているとは考えられない。

2-3-2 生育効果試験

(1) 試験内容

マイクロバブル発生装置（MBD）により改善された浄化水が作物に与える生育状況の変化を検証するために、イネ、ホウレンソウ及びキャベツを対象として栽培試験を実施した。その試験内容及び現在の状況をまとめると下表のとおりである。

表 2-3-10 栽培試験の内容と状況

日付	試験内容	状況
12月17日	第1回目の発芽試験開始	室内試験
12月22日	第1次栽培試験開始	現地にて水道水による灌水のポット栽培 播種は15cm間隔、3粒/1ヶ所 イネは現地土及び砂の2種類の土壌で各4鉢 ホウレンソウ及びキャベツは現地土で各4鉢 元肥として均等に化学肥料を施肥
12月28日	第1回目の発芽試験完了	第1回目の発芽試験の発芽率： イネは100%、ホウレンソウは52%、キャベツは87%
12月29日	第2回目の発芽試験開始	室内試験
12月31日	栽培試験	イネにビニルシートをかける。
1月1日	栽培試験	排水路の水とMBDによる浄化水に分けて灌水を始める イネは毎日、その他の作物は4日毎に灌水。
1月7日	第2回目の発芽試験完了	第2回目の発芽試験の発芽率（1週間目）： イネは97%、ホウレンソウは18%、キャベツは86%
1月8日	第3回目の発芽試験開始	室内試験
1月13日	第2次栽培試験開始	イネ、ホウレンソウ、キャベツの半分の鉢を対象として苗を抜き取り、生育本数・重量等を測る。 同時に、第2回目の発芽試験のイネを1鉢に各5本、4鉢に植えつける。
1月17日	第3回目の発芽試験完了	第3回目の発芽試験の発芽率（9日目）： イネは99%、ホウレンソウは19%、キャベツは91%
1月18日	志水先生による確認	十分な評価を行うためには、3月まで栽培試験を継続させる。
1月19日	第2次栽培試験追加	1月13日と同様に、第3回目の発芽試験に使った全作物の苗を1鉢に各5本ずつ植えつける。
3月10日	志水先生による確認	MBD浄化水は、畑作よりも水田作において有効である。

(2) 発芽試験の結果

発芽試験は室内で3回実施した。室内の温度は20℃以上であり、その結果は下表に示すとおりであり、ホウレンソウの発芽率は、低いものの種子の問題はないと思われる。

表 2-3-11 発芽試験（室内）の結果

月日\作物	イネ	ホウレンソウ	キャベツ	備考	月日	イネ	ホウレンソウ	キャベツ	備考	月日	イネ	ホウレンソウ	キャベツ	備考
第1回目	第1回目の播種				12月29日	第2回目の播種				1月8日	第3回目の播種			
1日目	18日				30日	0%	0%	6%	20.7℃	1月9日	0%	0%	74%	20.7℃
2日目	19日				31日					10日	0%	0%	80%	
3日目	20日				1月1日	0%	4%	79%		11日	38%	3%	89%	
4日目	21日	39%	10%	87%	2日	38%	7%	80%		12日	93%	8%	91%	
5日目	22日	50%	14%	87%	3日	76%	9%	83%		13日	99%	16%	91%	
6日目	23日	77%	21%	87%	22.0℃	4日	96%	13%	85%	14日	99%	18%	91%	
7日目	24日	95%	36%	87%	21.2℃	5日	97%	17%	86%	15日	99%	18%	91%	
8日目	25日	98%	49%	87%	21.2℃	6日	97%	18%	86%	16日	99%	19%	91%	
9日目	26日					7日	97%	18%	86%	17日	99%	19%	91%	
10日目	27日					8日				18日				
11日目	28日	100%	52%	87%	20.7℃	9日				19日				

(3) 第1次栽培試験の結果

栽培試験は2009年12月22日に、イネ、ホウレンソウ及びキャベツを播種し、作物別・土壌別に各4ポットの全16個のポットにより始めた。2010年1月1日より水道水による灌水を、No.4排水路の水に変更し、一方はMBDにて浄化した水とし、他方はNo.4排水路原水をそのまま灌水した。1月1日から1月13日までの各作物の最大草丈は表2-3-11に示すとおりである。また、1月13日に下表の奇数番号のポットの苗を抜き取り、その生育本数・重量等を測定した結果を表2-3-13に示す。

表 2-3-12 第1次栽培試験（最大草丈）

鉢番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	備考
作物区分	イネ								ホウレンソウ				キャベツ				
灌水区分	マイクロバブル				排水				マイクロバブル		排水		マイクロバブル		排水		
土壌区分	土		砂		土		砂		土				土				
日付	最大草丈 (cm)																
1日目	1月1日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	4	3	3	3	3
2日目	1月2日	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	4	4	3	3	3	3
3日目	1月3日	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	4	4	3	3	3	3
4日目	1月4日	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	5	5	3	3	3	3
5日目	1月5日	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	6	6	4	3	3	3
6日目	1月6日	0	0	0.5	0.5	0	0.5	0.5	6	5	7	7	7	4	3	4	4
7日目	1月7日	0	0	1	1	0	0	1	7	5	8	7	7	5	3	5	4
8日目	1月8日	-	-	-	-	-	-	-	7	7	8	7	7	6	4	5	5
9日目	1月9日	-	-	-	-	-	-	-	7	7	8	8	8	6	5	5	5
10日目	1月10日	-	-	-	-	-	-	-	7	7	8	9	6	5	8	6	6
11日目	1月11日	0	2	3	3	3	3	2	7	8	9	9	6	6	8	6	6
12日目	1月12日	3	3	4	4	3	4	4	3	7	8	9	9	6	6	9	6
13日目	1月13日	3	3	4	4	3	4	4	3	7	8	9	10	7	7	9	7

表 2-3-13 第1次栽培試験（重量）

作物区分	イネ								ホウレンソウ				キャベツ			
	マイクロバブル				排水				マイクロバブル		排水		マイクロバブル		排水	
	土		砂		土		砂		土				土			
最大草丈 (cm)	3.0	0.0	4.1	4.0	3.0	4.0	4.0	3.0	7.4	8.0	9.2	10.1	6.9	7.0	9.2	7.0
株数 (本)	7	0	11	6	6	4	10	6	5	7	13	17	8	9	14	12
根部の重量(湿) (g)	1≧	-	1≧	-	1≧	-	1≧	-	1≧	-	1≧	-	1≧	-	1≧	-
地上部の重量(湿) (g)	1≧	-	1≧	-	1≧	-	1≧	-	1	-	7	-	4	-	9	-
(1本あたり) (g)	1≧	-	1≧	-	1≧	-	1≧	-	0.2	-	0.5	-	0.5	-	0.6	-
根域部の発達程度	少	-	少	-	少	-	少	-	少	-	少	-	少	-	少	-

また、1月18日に筑波大学大学院生命環境科学研究科志水勝好先生により、作物の生育状況

を確認したところ、「MBD 浄化水と排水路原水による灌水を 2 週間実施した結果として、生育の健全性を示す根域の状況は、MBD 浄化水の方に一定の効果が見られた。しかし、十分な評価を行うためには、栽培を 3 月頃まで継続させることが必要である。」とのことであった。

(4) 第 2 次栽培試験の結果

1 月 13 日に生育本数・重量等の測定のために抜き取られたポットに、新しく第 2 回目発芽試験のイネの苗（12 月 29 日に播種）を 1 ポットに各 5 本植えた。また、ホウレンソウとキャベツについては、2 月 5 日に 1 ポットに各 5 粒を播種したものを、第 1 次栽培試験と同様に、MBD 浄化水と排水路原水にわけて灌水をした。その結果は下表に示すとおりである。

表 2-3-14 第 2 次栽培試験結果

作物	灌漑水	草高・草丈 (cm)	葉齢・葉数	SPAD	根長 (cm)	生体重 (g)
イネ	排水路原水	20.2 ± 5.9	4.1 ± 2.9	26.3 ± 3.6	6.8 ± 2.5	0.6 ± 0.2
	MBD 浄化水	29.2 ± 3.0	6.8 ± 0.5	35.0 ± 3.1	6.8 ± 1.6	1.3 ± 0.4
ホウレンソウ	排水路原水	8.3 ± 0.5	5.0 ± 1.1	38.1 ± 1.7	5.1 ± 2.3	1.4 ± 1.0
	MBD 浄化水	4.6 ± 1.7	6.0 ± 0.0	29.8 ± 1.3	2.6 ± 0.7	0.4 ± 0.2
キャベツ	排水路原水	16.4 ± 2.4	5.7 ± 0.8	48.0 ± 4.7	4.9 ± 0.4	7.1 ± 3.3
	MBD 浄化水	11.4 ± 1.5	4.8 ± 0.4	38.7 ± 2.1	5.9 ± 1.1	4.8 ± 1.2

注) SPAD : 葉緑素含量指数を示す。

3 月 10 日に収穫されたイネは、MBD 浄化水により灌水されたほうが排水路原水のものより成長量が高く、生体重では約 2 倍の違いがあった。また、根長では大差がないが MBD 浄化水のほうが、根が繁茂していた。一方、ホウレンソウとキャベツでは排水路原水による灌水のほうが良好であり、SPAD 値は排水路原水の方が高かった。

この原因として、イネは湛水条件で栽培されることから、灌水中の溶存酸素量の増大がイネの根の生育を促し、結果として地上部の成長を促進させたことが考えられる。野菜に関しては、MBD 処理によって原水の富栄養化状態が緩和され、排水路原水に比べ栄養成分の低下の影響があったことが考えられる。

これらにより、作物栽培における MBD の利用に際しては、畑作よりも水田作において有効であると考えられる。



イネの比較試験結果

2-3-3 集落排水処理施設

第1次現地調査時の水資源灌漑省との協議において、施設の管理に対する責任分担が問題となっていた。すなわち、水路敷内に設置する施設（水路内直接浄化施設及び排水再利用ポンプ）以外の施設については水資源灌漑省の管轄外となるため、水路敷の外に設置することが想定される集落排水処理施設及び堆肥化施設を事業対象とするには、地方自治体や水利組合等の参画が条件となるという考えが水資源灌漑省から提示された。第2次調査においては、こうした施設設置に関連する水資源灌漑省以外の組織の負担事項を含めて、今後の調査・協議を進めていく必要があることが確認された。

具体的な維持管理の主体候補として、第1次現地調査で **Biyala City Council**（地方自治体）と農民組織（水利組合）の聞き取り調査を行ったため、補足調査では集落排水処理施設に関して上下水道ホールディングカンパニー、堆肥化施設に関しては農業土地開拓省普及局及び **Biyala** 農業土地開拓省支所に対して、聞き取り調査を行った。

自然条件調査結果集落排水処理施設に関する上下水道ホールディングカンパニーでの聞き取り内容は、以下のとおりである。

(a) ホールディングカンパニーの集落部下水道整備の戦略

ホールディングカンパニーでは、各県毎に下水道普及のためのマスタープランを策定している。最小規模の施設は、2,000~5,000m³/日（人口8,000人程度以上）としており、100人から500人規模の村に小さな排水処理ユニットを建設する方針は持っていない。

集落排水処理に関するホールディングカンパニーの戦略は、クラスタリング、すなわち幾つかの村をグルーピングし、パイプラインのネットワークでつないで、ホールディングカンパニーの管轄となる最小規模の処理施設を設置することであり、クラスター毎に優先順位を付けて整備を進める計画である。

排水処理から生じる汚泥は収集車で集めて処理しなければならないので、小規模な排水処理ユニットをたくさん作るよりも集落間をパイプラインでつないで汚泥処理に必要な規模を確保する方が、初期投資は高くなるとしても維持管理費用の経済面からみて有利と考えている。

また、ホールディングカンパニーのカフルエルシェイク県支所での聞き取りによると、本対象地区及びビヤラ市周辺の下水道マスタープランは、最終年度を2037年とする計画が策定されているが、バハルエルヌール地区内に点在する小集落はこのマスタープランに含まれておらず、本件調査で検討している小規模な集落排水処理施設は、ホールディングカンパニーの戦略・方針に沿うものではないことが確認された。

一方、第1次現地調査時に調査した、水資源灌漑省水質局がモデル事業として実施しているファヨーム県の簡易浄化槽の例では、実施機関である水質局と維持管理主体である地方自治体との合意書上に、施設の使用のための住民のトレーニング等を受け持つという県のホールディングカンパニーの役割が明記されており、こうした技術支援をホールディングカンパニーから得られる可能性がある。

(b) ホールディングカンパニーの小規模下水処理施設の概要

ホールディングカンパニーの小規模な下水処理施設の処理方式は、活性汚泥方式が一般的

であり、発生する汚泥は天日乾燥処理している。この維持管理費は労働費及び曝気装置の電気代が主となり、運転のための経費は $0.5 \text{ LE} \sim 0.6 \text{ LE/m}^3$ と見積もられる（補修費用を含まれていない）。

こうした施設の場合、下水処理費用は水道費に含めて受益住民から徴収している。水道代の徴収は、地方自治体に依頼するのではなく、県のホールディングカンパニーが直接集金している。水道代は、 $0.25 \text{ LE} \sim 0.40 \text{ LE/m}^3$ である。これに 35% を下水処理代として上乗せする。すなわち、水道代が 0.40 LE/m^3 だとすると水道代+下水処理代 = $0.40 \text{ LE} \times 135\% = 0.54 \text{ LE/m}^3$ （下水処理代 = 0.14 LE/m^3 ）となる。

ホールディングカンパニーは完全に民営化されておらず、上下水道料金徴収だけではなく政府から補助金を得て運営されている。補助金の額は上下水道料金徴収額の 2 倍から 3 倍であり、実際に上記の下水道運転経費と下水道のための徴収料金を比較しても、運転経費を下水道料金だけでは賄えないことが推測される。

(c) 集落排水処理施設（簡易浄化槽）導入の際の維持管理の方針

下水処理施設につながっていない集落の簡易浄化槽における汚泥処理は、専門業者が個別簡易浄化槽から汲み取り作業をしており、一戸あたり毎月 $\text{LE } 5 \sim \text{LE } 10$ の費用が掛かっている。汲み取り作業は民間委託業者が実施しており、下水処理施設よりも効率が劣るため費用が割高になっていると推測される。将来、下水道がパイプラインでつながれば、更に安い料金で済むであろうが、当面その計画がない集落では、施設の維持管理費を戸当り月 $\text{LE } 5$ 程度あるいはそれ以下にすることが小規模排水処理施設導入の目標となると考えられる。

上記のように、上下水道ホールディングカンパニーが集落排水処理施設の主体的な維持管理主体となることは考えにくい。このため、水資源灌漑省水質局はファヨーム県で実施した簡易浄化槽の維持管理方式（関係者として、ホールディングカンパニー、県灌漑局等の関与にかかる合意を得て、地方自治体に浄化槽施設の運営管理を移管する）を適用することが考えられる。

2-3-4 堆肥化施設

堆肥化施設に関する農業土地開拓省普及局からの聞き取り内容は以下のとおりである。

- 水路沿いに堆肥化施設を建設することは良いアイデアである。農業土地開拓省では、本件調査で提案しているような形式の堆肥化施設（水路沿いの擁壁）を建設したことはないが、そのような施設が建設された場合は、普及局は堆肥の作り方の研修・普及や、施設を利用するための農民組織化について、所轄の業務として協力できる。
- 堆肥化施設の維持管理については、普及局は責任を持ってない（補修費の捻出などは難しい）。また、排水路敷に施設を作るのであれば、水資源灌漑省排水庁または農民組織が維持管理主体となるべきであろう。水路の管理には水利組合が関わっているため、施設の規模や技術レベルから考えると、堆肥化施設管理のために新たな農民組織を作るよりも既存の水利組合が維持管理主体となることが実際に即している。
- 水路沿いの堆肥化施設を築造するに当たり、水資源灌漑省の土地を利用するのであれば、農業土地開拓省としては特に条件はない。施設を設置する土地が農業土地開拓省の用地で

あれば、省内の用地保護部局の許可を得る必要がある。

このように、施設利用にあたって農業土地開拓省から技術的な支援、農民組織化支援を得ることが可能と考えられる。施設の財産権は建設用地の区分によるものであり、排水路敷地内ならば水資源灌漑省排水庁、公共用地であれば地方自治体の管轄下にある。堆肥化施設を排水路敷内に作る場合は、水資源灌漑省側では同じ構造物を水路保護工（擁壁・護岸工）の目的で利用し、水資源灌漑省が維持管理主体になる、といった位置付けで導入を図るよう協議していくことも考えられる。

実際に即した維持管理の実施とモニタリング体制としては、施設を利用する農民による維持管理作業の実施と水資源灌漑省による維持管理状況の監督という分担を計画することが考えられるが、計画対象施設の構造物は、地形の変化による倒壊などがない限り施設の補修費用はほとんどかからないものと思われる。

2-3-5 排水再利用施設

排水再利用ポンプ場は、排水路と灌漑水路が近接する場所に計画されると施設計画上有利である。補足調査では、今後の本事業の参考として、排水再利用ポンプ場の建設候補地の状況を確認した。

調査対象地区であるバハルエルヌール地区周辺より1地区、また2008年の無償資金協力要請書に記載されている中央デルタ地区から3地区を選んで現地踏査を行った（下表参照）。

表 2-3-15 現地踏査した排水再利用ポンプ場候補地

番号	対象排水路	対象灌漑水路	備考
1	Old Khadra	Sidi Gaber	要請書より
2	Farsh El Ganayen	Mar El Gamel	要請書より
3	Naser	Al Mansor	要請書より
4	Drain No.4	Gard El Agami	

各地区とも、用水路の流量が不安定であり、水資源確保の観点から、排水の再利用は灌漑用水確保の有効な手段であると判断できる。しかしながら、現時点においては、対象地区の水需要の動向及び用水路、排水路の水質が明確になっていないことから、今後の調査にて設置の妥当性について検証の必要がある。

上表の内、候補地4はバハルエルヌール地区周辺の南東部に位置し、対象排水路は本調査対象地区を流れる排水路No.4の上流にあり、その水質は本件対象地区と同じと推定される。その他の要請書に示されている候補地は、すべて地中海に近い沿岸地域であり、塩分濃度等の水質調査を行い、再利用に適した水質の排水であることを確認する必要がある。

このほか、資料-10に本調査対象地区周辺で吐出水槽を持つ既存の排水再利用ポンプ場の状況を、資料-11に無償資金協力要請書及び「エ」国水資源灌漑省排水庁より聞き取りを行った排水再利用ポンプ場候補地の資料を示す。

2-3-6 自然条件調査結果

補足調査期間に、水質分析（その2）及び、第1次現地調査時にできなかった住民意識調査が

行われた。結果は以下のとおりである。

(1) 水質分析（その2）

水質分析（その2）は、BMDによる水質の変化を調査する水質試験とNo.4排水路の底泥試験を行った。各試験の水質試験項目、採取地点等は下表に示し、その結果は「資料-8 水質試験結果」に示す。

表 2-3-16 水質分析（その2）の試験項目と採取地点

項目	内容
1) 水質試験 - 試験項目 - 採取地点 - 採取間隔 - その他	29 項目 × 74 試料 DO、CODcr、ORP、SS、pH、T-N、NH ³ -N、NO ² -N、NO ³ -N MBD 設置点より 0m、10m、50m、200m、500m ① MBD 運転前 ② MBD 運転直後 ③ MBD 1 時間後 ④ MBD 2 時間後 ⑤ MBD 3 時間後 上記⑤ から 1 日後
2) 底泥試験 - 試験項目 - 採取地点	8 項目 × 3 試料 Ignition loss、T-N、T-P、NO ² -N、NO ³ -N、CODcr、SO ₄ ²⁻ 、ORP 排水路底から 0.5m、0.8m、1.2m の深さ

(2) 住民意識調査

灌漑用水の不足・排水の再利用、集落の生活環境や農業廃棄物等の収集処理に係る現状、並びに本事業施設を計画する際の維持管理に係る住民の支払い能力・意向を把握するために、住民意向調査を実施した。

調査は質問票によるインタビュー方式により行った。調査を実施した集落は、バハルエルヌール灌漑水路およびビヤラ排水路沿いに位置する Al Saei 村、Al Nahas 村および Al Doksh 村と、Ash Shurafah 灌漑水路沿いに位置する Ash Shurafah 村および Al Tanapra 村の 5 村で、合計 134 世帯を調査した。Ash Shurafah 灌漑水路は No.4 排水路から排水の再利用を行っている水路である。

各村のサンプル数は、下表の通りであり各村のほぼ全世帯をカバーしている。平均家族規模は 5.5 人である。

表 2-3-17 住民意向調査結果概要

関連水路 関連排水路	Bahr El Nour Biyala Drain			Ash Shurafah No.4 Drain		計（平均）
	Al Saei	Al Nahas	Al Doksh	Ash Shurafah	Al Tanapra	
集落名						
サンプル数	24	51	11	39	9	134
平均家族規模(人)	5	5	4	7	5	5.5
灌漑用水不足の時期						
夏季のみ(%)	8.3	0.0	18.2	43.6	22.2	17.2
冬季のみ(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
通年(%)	91.7	100.0	81.8	56.4	77.8	82.8

排水再利用時期						
夏季のみ(%)	4.2	86.3	18.2	11.1	0.0	39.2
冬季のみ(%)	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.80
通年(%)	91.6	13.7	81.8	88.9	100.0	60.0
下水処理方法						
排水路(%)	0.0	100.0	100.0	2.6	0.0	47.0
汲み取り(%)	100.0	0.0	0.0	97.4	100.0	53.0
処理費用						
平均値 (LE/月)	15	-	-	19	29	18.9
最頻値 (LE/月)	10	-	-	10	20	10
支払意思(LE/月)	0	-	-	7	0	
平均経営規模 (fed) ()内 ha	2.25 (0.95)	2.36 (0.99)	2.64 (1.11)	3.71 (1.56)	3.28 (1.38)	2.82 (1.18)
平均農業所得(LE/年)	3,012	3,070	3,117	4,744	3,553	3,583
平均下水処理 (LE/年)	180	-	-	228	348	227
農業所得に対する割合 (%)(*)	5.98	-	-	4.80	9.79	5.65
農業所得に対する割合： 下水処理費が年間120LEの 場合(%)	3.98	3.91	3.85	2.53	3.38	3.35

(*) Average is of Al Saei, Ash Shurafah and Al Tanapra

上表に示すように、調査対象5集落では、灌漑用水の不足がいずれの農家からも報告され、排水の再利用が不可欠となっている状況が確認できた。Al Nahasにおいては、通年、灌漑用水不足を感じている農民が100%となっているが、冬期には、水質が悪化し、利用していないと想定される。農家は排水の水質が悪化する傾向にあると感じており、その原因が下水の流入にあるということを思慮していることが調査結果より看取された。

調査5集落のうち、Al Nahas および Al Doksh では、現状で下水・生活排水を排水路に垂れ流しており、他の3集落では汲み取りが行われており、平均の下水処理月額、Al Saei 村でLE15、Ash Shurafah 村でLE19、および Al Tanapra 村でLE29であった。また、最頻値では月額LE10であった。この下水処理費用は高いと農家は感じており、下水処理費用は無償化すべきであるという意見も農家から出ている。

調査5集落の農家は全て小作であり、収穫量の半分を地主に供出する分益小作であることが判明した。平均経営規模は2.82feddan (1.18ha)と零細であり、また重い小作負担のため農業所得水準が低位にある。戸当たり年平均農業所得はLE3,583と算定された。但し、畜産収入や農外収入に対して有効な回答が得られなかったため、農家は、農産物販売による収入以外に所得を得ている可能性がある。また、農業生産のうち、自家消費分は所得に含まれていない。

このような条件の下、農業所得に対する下水処理費用の割合は、実際に下水処理費用を支払っている世帯の平均月額LE18.9を適用する場合、平均農業所得の5.7%となる。下水処理費用を最頻値である月額LE10で考える場合は、各集落の平均農業所得の3%~4%程度となる。この割合は決して低いものとは言えないが、実際に調査世帯が支払っている額でもある。従って、集落排水処理施設を計画する場合、施設利用者の維持管理費負担額を、世帯あたり月額LE10以下で計画するようにすれば、利用者が維持管理費を負担できる可能性が高いと言える。

第3章 調査結果のまとめ

第3章 調査結果のまとめ

3-1 第1次現地調査結果

本プロジェクトは、気候変動に伴い「エ」国の限られた水資源を最大限に活用するための重要な案件である。それは単に、水資源の水量にのみ焦点を当てるものではなく、その水質により有効な水資源が活用できない現実を克服するためのプロジェクトであると考えられる。

ナイルデルタ地域の灌漑水路は、農民にとって重要な灌漑水であることに変わりないが、住民にとっては重要な生活用水の水源でもある。このことを裏返せば、生活用水で得た水のほとんどは廃水となり排水路に流出されるが、これらの廃水が処理をされないで下流に放流されれば、下流においては灌漑水や生活用水になりえないものである。この問題は本プロジェクトの対象地区のみならず、現在ナイルデルタ地域全体に影響を及ぼしている。

本プロジェクトの調査対象地区は、ナイルデルタ地域の北部沿岸部に位置するカフルエルシェイク県バハルエルヌール地区及びその周辺である。バハルエルヌール地区は中央を流れるバハルエルヌール灌漑水路により灌漑されているが、灌漑期にはその水量が不足する。そのため、ビヤラ排水路にある排水を補給することになるが、ビヤラ排水路はビエラ市の生活排水を最上流部で受けているため、その水質は農業用水再利用水質基準を上回るものとなる。また、バハルエルヌール地区北部には主要排水路である No.4 排水路の水を再利用する排水再利用ポンプ場が2ヶ所あり、バハルエルヌール地区西部に位置する灌漑水路の補給水となっている。現地調査で得た No.4 排水路の水質は、良好では無く、COD、DO 等が排水再利用水質基準を満たしていない結果であった。さらに、バハルエルヌール地区及びその周辺に点在する集落の生活雑排水は、ほとんど処理されずに灌漑用水路に流れこみ、集落周辺に集積される家畜の糞尿・稲藁等の堆肥物も同様に灌漑水路を汚染する原因になっている状況である。

調査の結果、以下の点が明確となった。

- 水資源が限られている「エ」国にとって、排水を再利用し灌漑用水として活用することは水資源確保の観点より有効な手段である。しかしながら、ナイルデルタ地域の水質は全体的に汚染されている状態であり、水資源を有効に確保するためには排水路の水質改善は必須の状況であり、本事業内容はこの目的に合致するものである。
- 要請された施設のうち、水路内直接浄化施設は排水路の水質浄化を目的とするものであり、排水再利用の観点から必要な施設であり、排水再利用施設も灌漑水確保の点より必要なものである。
- 排水再利用施設に関し、将来の維持管理を考慮すれば、「エ」国で一般的に使われているポンプ型式で十分であり、ゲートポンプの必要性はない。
- 集落排水処理施設及び堆肥化施設は灌漑水路の汚濁を防止する施設であり、施設設置の必要性は高い。しかし、堆肥化施設に伴うバイオエネルギー施設の導入は現段階では時期尚早である。
- 事業の実施体制、用地の確保及び維持管理体制に関しては、まだ確定していない部分があり、検討の余地がある。特に、集落排水処理施設及び堆肥化施設の維持管理体制に関しては、住民の意識向上及び体制の確立が必要と思われる。

3-2 補足調査結果

我が国先端技術の一つであるマイクロバブルによる排水路の水質改善効果の検証を行い、我が国でも事例の少ない「流れ」がある中での曝気の効果を確認することができた。スペックに見合った対象流量とするために仮設水路を設置し流量を制限するなど、特殊な効果を持つ微細気泡といえ、その効果を得るための課題やさまざまな制約の中で一定の成果が得られた。

マイクロバブルの本来の効果を確認するためのスペック調査では、流れのない閉鎖性水域という条件を確保し見込みどおりの水質改善効果が見られたものの、今回のように DO 値、COD 値等が著しく悪い条件下や灌漑期での実際の排水再利用量の大きさから見れば、マイクロバブルだけで排水再利用の水質基準を達成するには経済性に欠けるものとなった。このため、マイクロバブルのみでは抜本的な水質改善が困難であると判断し、第 2 次現地調査として予定した詳細設計・事業費積算及び入札図書作成等の作業を取りやめることとした。

ただし、流れがある場合でも、酸素を供給することが COD 値や窒素の値を下げる効果があることは再確認することができた。当面、マイクロバブルの活用方法としては水質改善モデルとしての展示効果などへの活用が見込まれる。

一方、排水再利用ポンプ自体が DO 値を改善する効果が相当あること、合わせて支線水路からほ場レベル（メスカ）水路に揚水する際も同様の効果があることを改めて確認できたため、今後の水質保全対策の検討の際の有効なツールとして検討すべきものである。

栽培試験については、マイクロバブル浄化水が作物の生育に及ぼす影響を測定した結果、浄化水による灌水は排水路原水によるものに比べ、畑作（ハウレンソウやキャベツ）より水田作（イネ）において有効であることが判明した。筑波大学の指導のもと実施された試験により、短期間にもかかわらず一定の効果を得ることができた。本試験を通じ、水質改善が法的な規制だけを抛りどころに行われるのではなく、農民への現実的なメリットという点からそのあり方に方向性を与えることができたことは、貴重な成果のひとつであった。この成果をより効果的なものとするためには、灌漑期も含めた通年での栽培試験をすることが必要と考える。

本来、水質保全対策はその汚濁原因の多様性と水利目的の違いから、まずは全体像を把握するとともにそれに必要な各種アプローチを全関係者で検討し認識したうえで、同時並行的に行う総合的な施策のひとつである。本調査で対象とした農業サイドだけでは、農村内での汚濁源対策やマイクロバブルを用いるような直接浄化法に限られることに加え、その負担を利水者だけで負うのは平等性を欠く。汚濁の原因はナイル川本流の水質に由来するものか都市部の汚濁源に由来するものか、水質改善の効果を享受する利水者の位置付けはどうなっているのか、その対策や負担に対してどのような方針で臨むのか等、これらが議論できる基本的な認識の共有が早急に図られるべきである。まずは「エ」国側の関係機関からの各種データに基づいた分析と整理を行い水質の現状と総合的対策のアウトラインを描くことが、不可欠かつ効率的な進め方である。我が国の公害とその対策の経験に基づいた最初の提言である。そのうえで今回の調査の成果を活用することは決して遅いものではない。

3-3 今後に向けて検討されるべき対応

本来、本報告書は無償資金協力事業実施のために作成されるものであるが、本調査で計画したマイクロバブルによる水質改善手法では、排水再利用の水質基準を遵守するには経済性に欠ける結果となった。

ここでは、この調査により明らかとなった問題点をまとめることにより、今後本事業を継続させる時の参考とする。

本調査での問題点を列挙すると、以下の点があげられる。

- 本調査は、ナイル川流量の少ない非灌漑期（10月～翌年1月）に実施されたものである。この時期のナイル川流量は、灌漑期（5月～9月）に比べ約50%しか流れていない。もちろん、灌漑期と非灌漑期ではその水質も変化している。したがって、水路内直接浄化施設の計画を策定するにあたっては、排水再利用の利用流量が多いと考えられる灌漑期の水質が重要であり、この時期の水質を計測する必要がある。
- 調査結果からわかるように、対象地区の汚濁の主要因は、①対象地区上流部に由来するものと、②地区内の集落から排水される生活雑排水、農業廃棄物（家畜の糞尿・稲藁等）及びごみ等の不当投棄によるものとが考えられる。
①については、「エ」国全体として前向きに取り組むべき問題であり、対象地区で取り組む場合は、必要最低限の流量に対して（排水再利用水質基準ではなく）許容可能な水質を考慮して計画を策定することも一案と思われる。一方、②については、対象地区内において積極的に解決すべき問題と考える。
- 「エ」国での下水道計画は、都市部を対象として進められており、対象地区内集落での計画は現在のところない。しかし、対象地区の集落による排水は、農業用灌漑用水の汚濁の大きな原因となっている。したがって、地区内の水質向上を目的とした集落排水処理施設整備は、早急な対応が必要である。
- これら水質を改善するための水質保全対策は、想定される全ての対策を同時並行的に実施することが理想的であるが、これに係る経費負担の平等性を確保し、活動への参加を促すためには、全体の汚濁の量と割合、対策に要する金額、対策を実施した場合の水質改善効果の予測や目標を示す必要がある。
- これらなしに、例えば農家側だけの活動を数年継続しても水質改善が見られない場合、不公平感が発生することとなり、活動の支障となること等は避けられなければならない。水質保全対策については、行政として計画的な数値目標を持った施策を構築することが重要である。
- 集落排水処理施設及び堆肥化施設に関し、これらの直接的な実施機関は本事業のカウンターパートである水資源灌漑省とは異なることが想定される。したがって、施設計画を策定する前に、用地の確保と共に将来の維持管理体制を明確にすることが必要であり、他省庁及び地方自治体等との連携が重要となる。
- 集落排水処理施設及び堆肥化施設の必要性は十分に認識されたが、将来の運営・維持管理面を考慮すると、住民の意識向上及び維持管理体制の構築が重要と思われる。

[資 料]

資料-1	調査団員氏名、所属	A1-1
資料-2	調査日程	A2-1
資料-3	関係者（面会者）リスト	A3-1
資料-4	討議議事録（M/D）	A4-1
資料-5	現地写真集	A5-1
資料-6	汚水処理施設の検討	A6-1
資料-7	集落排水処理施設の設計	A7-1
資料-8	水質調査結果	A8-1
資料-9	水質に関するエジプト国内法（Law 48）	A9-1
資料-10	住民意向調査結果	A10-1
資料-11	バハルエルヌール地区の水収支計算	A11-1
資料-12	排水再利用ポンプ場の調査結果	A12-1
資料-13	排水再利用ポンプ場候補地資料	A13-1
資料-14	参考資料/収集資料リスト	A14-1

資料-1. 調査団員氏名、所属

1-1 概略設計 第一次現地調査

	氏名	担当	所属
1.	合屋 善之	総括	独立行政法人国際協力機構 技術審議役
2.	瀬尾 佑香	計画管理	独立行政法人国際協力機構 農村開発部 畑作地帯第2課
3.	大本 利幸	調達管理計画	日本国際協力システム (JICS) 業務第一部施設第一課
4.	木全 教泰	業務主任・汚水処理システム	株式会社三祐コンサルタント 海外事業本部 技術第2部 顧問
5.	高橋 徹	農業廃棄物収集・処理/ バイオエネルギー	株式会社三祐コンサルタント 海外事業本部 技術第2部 課長
6.	小木曾 凡芳	農村整備・集落排水	株式会社三祐コンサルタント 国内事業本部 技術第2部 部長
7.	工藤 俊徳	施工計画・積算・入札図書作成	株式会社三祐コンサルタント 海外事業本部 技術第2部 参事
8.	畑 明彦	運営・維持管理計画/財務分析 /環境社会配慮2	株式会社三祐コンサルタント 海外事業本部 企画推進部 副参事
9.	平野 幸子	業務調整/調達計画	株式会社三祐コンサルタント 海外事業本部 技術第2部 課員

1-2 概略設計 補足調査

	氏名	担当	所属
1.	合屋 善之	総括	独立行政法人国際協力機構 技術審議役
2.	小林 伸行	協力企画	独立行政法人国際協力機構 農村開発部 畑作地帯第2課 課長
3.	木全 教泰	業務主任・汚水処理システム	株式会社三祐コンサルタント 海外事業本部 技術第2部 顧問
4.	高橋 徹	農業廃棄物収集・処理/ バイオエネルギー	株式会社三祐コンサルタント 海外事業本部 技術第2部 課長
5.	小木曾 凡芳	農村整備・集落排水	株式会社三祐コンサルタント 国内事業本部 技術第2部 部長
6.	畑 明彦	運営・維持管理計画/財務分析 /環境社会配慮2	株式会社三祐コンサルタント 海外事業本部 企画推進部 副参事
7.	平野 幸子	業務調整/調達計画	株式会社三祐コンサルタント 海外事業本部 技術第2部 課員

1-3 栽培試験管理

	氏名	担当	所属
1.	志水 勝好	栽培試験指導	筑波大学大学院生命環境科学研究科 准教授
2.	高橋 徹	農業廃棄物収集・処理/ バイオエネルギー	株式会社三祐コンサルタンツ 海外事業本部 技術第2部 課長

資料-2. 調査日程

2-1 概略設計 第一次現地調査時

日順	日付	曜日	官調査団員 (総括、計画管理、調達管理計画)	コンサルタント調査団員					業務調整/調達計画						
				業務主任・汚水処理システム	農業廃棄物収集・処理/バイオエネルギー	農村整備・集落排水	施工計画・積算・入札図書作成	運営・維持管理計画/財務分析/環境社会配慮2							
1	9月27日	日		移動(関西→ドバイ)	移動(羽田→ドバイ)	移動(関西→ドバイ)			移動(羽田→ドバイ)						
2	9月28日	月		移動(ドバイ→カイロ)					移動(ドバイ→カイロ)						
3	9月29日	火		JICA事務所・水資源灌漑省表敬、インセプションレポート説明、再委託準備					JICA事務所・水資源灌漑省表敬、インセプションレポート説明、再委託準備						
4	9月30日	水		カフルエルシェイク県灌漑局、排水局との協議、サイト選定調査					カフルエルシェイク県灌漑局、排水局との協議、サイト選定調査						
5	10月1日	木		バハルエルヌール地区事業対象候補地選定調査					バハルエルヌール地区事業対象候補地選定調査						
6	10月2日	金		候補地選定調査(バハルエルヌール水路、Biyala Drain、Drain No.4)	候補地選定調査(バハルエルヌール水路、Biyala Drain、Drain No.4)	水質調査(バハルエルヌール水路、Biyala Drain、Drain No.4)						再委託準備			
7	10月3日	土		バハルエルヌール地区、サイト候補地選定調査								〃			
8	10月4日	日		カフルエルシェイク県灌漑局との協議、カイロへ移動、水資源灌漑省へ現地調査結果報告								移動(羽田→ドバイ)	〃		
9	10月5日	月		カフルエルシェイク県灌漑局との協議、サイト選定調査								移動(ドバイ→カイロ)	〃		
10	10月6日	火		収集資料整理								収集資料整理			
11	10月7日	水		他ドナー支援事業現場視察	再委託準備	他ドナー支援事業現場視察						水資源省表敬	再委託準備		
12	10月8日	木		排水庁にてデータ収集、JICAへ進捗状況報告、再委託準備	排水庁にてデータ収集、JICAへ進捗状況報告、再委託準備	収集資料整理						排水庁にてデータ収集、JICAへ進捗状況報告、技プロ専門家表敬	排水庁にてデータ収集、JICAへ進捗状況報告、再委託準備		
13	10月9日	金		収集資料整理	収集資料整理	〃						収集資料整理	収集資料整理		
14	10月10日	土		収集資料整理	収集資料整理	〃						〃	〃		
15	10月11日	日		カフルエルシェイクにて打合せ								再委託業者へ現場指示			
16	10月12日	月		排水庁、水質局でデータ収集、水資源灌漑省へ進捗状況報告	〃	〃						排水庁にてコントラクター聴き取り	現地に於て農民への聴き取り調査	収集資料整理	
17	10月13日	火		水資源灌漑省へ進捗報告	〃	〃						関係機関にて見積収集	収集資料分析	再委託準備	
18	10月14日	水		JICA事務所にて団内会議、大使館表敬	JICA事務所にて団内会議、排水庁にて資料収集	JICA事務所にて団内会議、排水庁にて資料収集						JICA事務所にて団内会議、排水庁にて資料収集	JICA事務所にて団内会議、大使館表敬、再委託準備	JICA事務所にて団内会議、排水庁にて資料収集、再委託準備	
19	10月15日	木		MWRI、関係各所へ表敬、調査報告、団内打合せ	排水庁にて資料収集、団内打合せ							MWRI、関係各所へ表敬、調査報告、団内打合せ			
20	10月16日	金		MM作成	収集資料整理										
21	10月17日	土		現地調査								資料収集	現地調査		
22	10月18日	日		JICA事務所にて団内会議、大使館表敬	JICA事務所にて団内会議	資料収集						資料収集	排水庁にて資料収集	JICA事務所にて団内会議	JICA事務所にて団内会議
23	10月19日	月		水資源灌漑省においてMMドラフト説明の合同会議	水資源灌漑省においてMMドラフト説明の合同会議	排水庁、農業省、カイロ大学にて資料収集						排水庁、農業省、カイロ大学にて資料収集	水資源灌漑省においてMMドラフト説明の合同会議	水資源灌漑省においてMMドラフト説明の合同会議	水資源灌漑省においてMMドラフト説明の合同会議
24	10月20日	火		MM合同協議	MM合同協議	カフルエルシェイクにて資料収集						資料解析	排水庁にて見積調査	MM合同協議	MM合同協議
25	10月21日	水		MM署名 移動(カイロ→東京)	MM署名	資料収集						〃	〃	MM署名	
26	10月22日	木		移動(カイロ→東京)	水資源灌漑省にて資料収集	現地調査結果概要作成						〃	収集資料分析	収集資料整理	
27	10月23日	金			現地調査結果概要作成	移動(カイロ→ドバイ)						資料収集 現地調査結果概要作成		現地調査結果概要作成	
28	10月24日	土			〃	移動(ドバイ→羽田)						移動(ドバイ→関空)		〃	〃
29	10月25日	日			排水庁にて協議 大使館、JICAへ調査結果報告							資料収集 JICAへ調査結果報告		収集資料整理 JICAへ調査結果報告	
30	10月26日	月			調査結果概要作成 移動(カイロ→ドバイ)							調査結果概要作成 移動(カイロ→ドバイ)		調査結果概要作成 移動(カイロ→ドバイ)	
31	10月27日	火			移動(ドバイ→羽田)							移動(ドバイ→羽田)		移動(ドバイ→羽田)	

2-2 概略設計 補足調査時

日順	日付	曜日	官調査団員 (総括、計画管理、調達管理計画)	コンサルタント調査団員																																																																																																
				業務主任・汚水処理システム	農業廃棄物収集・処理/バイオエネルギー	農村整備・集落排水	運営・維持管理計画/財務分析/環境社会配慮2	業務調整/調達計画																																																																																												
1	12月7日	月			移動(羽田→ドバイ)	移動(関西→ドバイ)		移動(羽田→ドバイ)																																																																																												
2	12月8日	火			移動(ドバイ→カイロ) JICA事務所表敬、協議					移動(ドバイ→カイロ) JICA事務所表敬、協議																																																																																										
3	12月9日	水			水資源灌漑省表敬、排水庁との協議、技プロ専門家表敬					水資源灌漑省表敬、排水庁との協議、技プロ専門家表敬			水資源灌漑省表敬、排水庁との協議、技プロ専門家表敬																																																																																							
4	12月10日	木			カフルエルシェイク県灌漑局、排水局に実証試験について説明					カフルエルシェイク県灌漑局、排水局に実証試験について説明					再委託準備																																																																																					
5	12月11日	金			団内会議					団内会議							団内会議																																																																																			
6	12月12日	土			再委託準備					再委託準備									再委託準備																																																																																	
7	12月13日	日			仮設工事再委託先との協議 栽培試験準備					仮設工事再委託先との協議 栽培試験準備											仮設工事再委託先との協議 栽培試験準備																																																																															
8	12月14日	月			再委託調査準備 収集資料整理					仮設工事再委託先へ現場説明 現場付近農家への聴き取り													仮設工事再委託先へ現場説明 現場付近農家への聴き取り																																																																													
9	12月15日	火			"					水資源灌漑省水質部、排水庁へ実証試験説明 栽培試験準備															水資源灌漑省水質部、排水庁へ実証試験説明 栽培試験準備																																																																											
10	12月16日	水			"					カフルエルシェイク県、排水局に実証試験について説明、ハハルエルヌール排水路責任者の仮設工事立会い																	カフルエルシェイク県、排水局に実証試験について説明、ハハルエルヌール排水路責任者の仮設工事立会い																																																																									
11	12月17日	木			"					現場にて仮設工事監督 栽培試験準備																			再委託準備 水資源灌漑省へ実証試験許可書作成依頼																																																																							
12	12月18日	金			"					"																					再委託準備																																																																					
13	12月19日	土			"					"																							再委託準備 収集資料整理																																																																			
14	12月20日	日			"					"																									再委託準備 農業省へコンポスト施設について聴き取り																																																																	
15	12月21日	月			再委託準備 排水庁へ実証試験視察依頼					"																									実証試験サイト視察	再委託準備 排水庁へ実証試験視察依頼																																																																
16	12月22日	火			カフルエルシェイク県灌漑局、排水局に実証試験進捗説明					"																									水資源灌漑省へ進捗報告	水資源灌漑省へ進捗報告																																																																
17	12月23日	水			現場にて仮設工事監督					"																									維持管理状況調査	現場補助																																																																
18	12月24日	木			"					"																									"	"																																																																
19	12月25日	金			"					"																									"	"																																																																
20	12月26日	土			"					"																									"	"																																																																
21	12月27日	日			"					水資源灌漑省へ調査進捗報告																									水資源灌漑省へ調査進捗報告	再委託監理																																																																
22	12月28日	月			マイクロバブル実証試験 in Drain No.4					再委託監理																									マイクロバブル実証試験 in Drain No.4																																																																	
23	12月29日	火			マイクロバブル実証試験 in Drain No.4					維持管理状況調査																									マイクロバブル実証試験 in Drain No.4																																																																	
24	12月30日	水			マイクロバブル実証試験 in Shurafar Pump Station					"																									マイクロバブル実証試験 in Shurafar Pump Station																																																																	
25	12月31日	木			マイクロバブル実証試験 in Shurafar Pump Station					再委託監理																									マイクロバブル実証試験 in Shurafar Pump Station																																																																	
26	1月1日	金			現地にて追加試験実施 団内会議					試験結果整理 団内会議																									資料整理 団内会議	資料整理 団内会議																																																																
27	1月2日	土			移動(関西→ドバイ)					現地にて栽培試験監督																											資料整理																																																															
28	1月3日	日			移動(ドバイ→カイロ)					試験結果整理																													"																																																													
29	1月4日	月			水資源灌漑省、EPAD表敬					水資源灌漑省、EPAD表敬																															水資源灌漑省表敬 移動(カイロ→ドバイ)																																																											
30	1月5日	火			カフルエルシェイク県灌漑局、排水局に実証試験結果説明					カフルエルシェイク県灌漑局、排水局に実証試験結果説明																																	移動(ドバイ→羽田)																																																									
31	1月6日	水			ナイルデルタにおける他の施設候補地区の調査																																																																																															
32	1月7日	木			"																																																																																															
33	1月8日	金			"																																																																																															
34	1月9日	土			排水庁との協議																																																																																															
35	1月10日	日			水質試験再委託調査結果解析																																																																																															
36	1月11日	月			"																																																																																															
37	1月12日	火			実証試験結果取り纏め																																																																																															
38	1月13日	水			"																																																																																															
39	1月14日	木			団内会議																																																													団内会議 移動(カイロ→ドバイ)																																		
40	1月15日	金			調査結果取り纏め																																																																																															
41	1月16日	土			移動(成田→シンガポール)																																																																			"																												
42	1月17日	日			移動(シンガポール→カイロ) JICA事務所にて団内会議																																																																			JICA事務所にて団内会議																												
43	1月18日	月			現地調査																																																																																															
44	1月19日	火			JICA事務所にて団内会議																																																																																															
45	1月20日	水			水資源省との協議																																																																																															
46	1月21日	木			在エジプト大使館へ調査結果報告																																																																																															
47	1月22日	金			調査結果取り纏め																																																																																					移動(カイロ→ドバイ)										
48	1月23日	土			"																																																																																					移動(ドバイ→関空)										
49	1月24日	日			移動(カイロ→シンガポール)																																																																																															
50	1月25日	月			移動(シンガポール→成田)																																																																																															

2-3 栽培試験監理

日順	日付	曜日	官調査団員 (栽培管理)	コンサルタント調査団員						
				業務主任・ 汚水処理システム	農業廃棄物 収集・処理/ バイオエネルギー	農村整備・集落排水	施工計画・積算・ 入札図書作成	運営・維持管理計画 /財務分析/ 環境社会配慮2	業務調整/調達計画	
1	3月4日	木			移動(羽田→ドバイ)					
2	3月5日	金			移動(ドバイ→カイロ)					
3	3月6日	土			庸人契約					
4	3月7日	日			JICA、MWRI打合せ					
5	3月8日	月			栽培試験管理					
6	3月9日	火			栽培試験管理					
7	3月10日	水	栽培試験視察	栽培試験管理						
8	3月11日	木		試験設備撤収						
9	3月12日	金		移動(カイロ→ドバイ)						
10	3月13日	土		移動(ドバイ→羽田)						

資料-3. 関係者（面会者）リスト

- (1) 水資源灌漑省 (Ministry of Water Resources and Irrigation : MWRI)
Dr. Hussein I. El-Atfy Senior Undersecretary/Head of Irrigation Department
Eng. Ms. Nabila Bahaa El-Dein M Irrigation Inspector, Technical Office for Chairman
- (2) 灌漑局 (Central Directorate for Irrigation Advisory Services : CD-IAS)
Mr. Atef El Kashef Head
- (3) 計画局 (Planning Sector)
Dr. Mohamed Abdel Motaleb Head
Dr. Koji KITAMURA Policy Adviser for Agriculture and National Water Resources Management, JICA Expert
- (4) 水質局 (Water Quality Unit : WQU)
Dr. Ms. Manar El-Beshry Head
Dr. Hatem M. M. Ali Deputy Director
Mr. Hussein El Gammal Researcher of WQMU
Mr. Mohsen Shaki Engineer
- (5) 排水庁 (Egyptian Public Authority for Drainage Projects : EPADP)
Eng. Mr. E. Abraham Harhash Chairman
Eng. Abdel Fatah Salman First Undersecretary/Vice Chairman
Ms. Samia Samy Kamal Undersecretary for Information Center
Mr. George Mishriky Undersecretary for M&E of Drainage Maintenance Group
Ms. Fatma Hassan Hasan General Director of MIS
Mr. Ali Said Mohamed Irrigation Engineer
Mr. Emad Mohamed Civil Engineer
Eng. Omayma Shaheen General Director of planning and follow up
Eng. Wedad Khalaf Undersecretary for Studies and Design
Ms. Amal Mohammad Engineer
- (6) 治安課 (Security)
Mr. Ibrahim Salam Director General of Security
- (7) 東カフルエルシェイク排水局 (East Kafr El Sheikh Drainage Office)
Mr. Ibrahim El Sabagh Drainage General Director of East Kafr El Sheikh
Mr. Magdy Mohamed Mahmoud Irrigation Engineer
- (8) カフルエルシェイク県灌漑局 (Irrigation Advisory Service : IAS)
Mr. Mohammed Ezzat El-Beltagy Chairman, USOS of Kafr El-Sheikh Governorate
Eng. Mohamed Ezzat El-Shafey General Director, Irrigation Department, General Department of Irrigation Advisory Service for Middle Delta (IAS)
Mr. Mohamed Bakr Deputy Director of DMDIAS in Kahr El Sheikh
Mr. Ibrahim M Bakh Engineer in Kahr El Sheikh
Mr. Mohamed El Khiat Engineer in Kahr El Sheikh
- (9) 東カフルエルシェイク灌漑局 (East Irrigation Office in Kahr El Sheikh)
Mr. Ahmed Abl El Bari Deputy Manager
- (10) ビエラ市議会 (Biela City Council)
Mr. Abdel Baset Secretary General
- (11) ECRI (Environment and Climate Research Institute)

- | | |
|-----------------------------|------------|
| Dr. Ahmad Hassan F. Bayoumi | Director |
| Eng. Hany Mostafa | Researcher |
- (12) 農業省 (Ministry of Agriculture)
- | | |
|---------------------------------------|---|
| Eng. Mohamed Salah Ei Din M. Moustafa | Director General, General Department for Grants and Technical Cooperation |
|---------------------------------------|---|
- (13) 在エジプト日本国大使館
- | | |
|------|-------|
| 石川薫 | 大使 |
| 伊藤毅 | 参事官 |
| 中村康明 | 一等書記官 |
- (14) JICA エジプト事務所
- | | |
|---------------------|-----------------|
| 井黒伸宏 | 所長 |
| 小森正勝 | 次長 (概略設計調査時) |
| 大竹 茂 | 次長 (概略設計補足調査時) |
| 田中理 | 所員 |
| Sherif Ahmed Yousri | Project Officer |
- (15) 技術協力プロジェクト
- | | |
|----------------------|---|
| 進藤惣治 | Chief Advisor/Institutional Development for Water Management Improvement Project II |
| Eng. Koichi Yamamoto | Water User's Organization/Coordinator for Water Management Improvement Project II |

Minutes of Discussions
on the Preparatory Survey for Outline Design Study
on the Project
“The Complex of Water Quality Improvement for Irrigation in the Central Nile Delta”
in Arab Republic of Egypt


The Government of Japan (hereinafter referred to as “GoJ”) has established Cool Earth Partnership as a new financial mechanism. Through this, GoJ is cooperating actively with developing countries' efforts to reduce greenhouse gasses emissions, such as efforts to promote clean energy. A new scheme of grant aid, “Program Grant Aid for Environment and Climate Change”, was also created by GoJ as a component of this financial mechanism. According to the initiative of Cool Earth Partnership, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), in consultation with GoJ, decided to conduct the Preparatory Survey (hereinafter referred to as “the Survey”) for Outline Design Study on the Project for “The Complex of Water Quality Improvement for Irrigation in the Central Nile Delta” (hereinafter referred to as “the Project”) in Arab Republic of Egypt (hereinafter referred to as “Egypt”).

JICA has sent to Egypt the Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as “the Team”), headed by Mr. Yoshiyuki GOYA, Executive Technical Advisor to the Director General, Rural Development Department, JICA, and the Team is scheduled to stay in the country from 28th of September to 26th of October 2009 for Phase1 of the Survey.

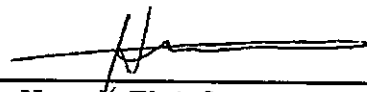
The Team held discussions with the concerned officials of the Government of the Republic of Egypt and conducted a field survey.

In the course of discussions both sides confirmed the result of survey as attachment.

Cairo, 20th of October, 2009



Mr. Yoshiyuki GOYA
Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency
JAPAN



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

Witness

Mr. Nabil Abdel Hamid
First Undersecretary of State
Ministry of International Cooperation
Arab Republic of Egypt

ATTACHMENT

1. Current Situation

Based on the official request from the Government of Egypt, the Preparatory Survey Team conducts the field study for the Field Survey Phase 1 in Egypt in order to create outline design of the Project.

If the GoJ approves the implementation of 2nd Phase of the Survey based on the results of 1st phase of the Survey, JICA will proceed to the 2nd Phase.

2. Objective of the Project

The objective of the Project is to improve the quantity and quality of irrigation water in the project area from the view point of Climate Change.

3. Organization Responsible and Implementing Agency

The organization responsible, which bears overall responsibility for the administration and implementation of the Survey and the Project, is the Ministry of Water Resources and Irrigation (hereinafter referred to as "MWRI") (The organization chart of MWRI is shown in Annex-1.)

The implementing agency is the Egyptian Public Authority for Drainage Projects (hereinafter referred to as "EPADP") (The organization chart of EPADP is shown in Annex-2.) . Water Quality Unit (hereinafter referred to as "WQU") and Planning Sector (hereinafter referred to as "PS") will be the coordinators.

4. Items Requested by the Government of Egypt

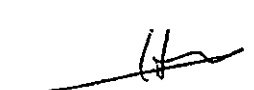
4-1. The following items were requested by the Egyptian side.

- (1) Gate with Pump
- (2) Compost Facility
- (3) Bio-energy Facility
- (4) Rural Waste Water Treatment System (In-stream treatment methodology and sewage treatment facility)

4-2. Project site is as shown in Annex-3

4-3. The Egyptian side explained that there is no duplication between the contents of the Project and any other project implemented or planned to be implemented by the other donors or the Egyptian side.

4-4. The Team assess the appropriateness of the request and will report the findings to JICA Headquarters and the GoJ according to the result of the survey. The Egyptian side has understood that the final components and the design of the Project shall be decided (confirmed) after further survey.



4-5. According to the result of the survey, the Team confirmed the appropriateness of each items as follows.

(1) Gate with Pump

Water Re-use Facility is necessary but normal kind of the facility depends on result of survey and condition.

(2) Compost Facility

Appropriate.

(3) Bio-energy Facility

Not appropriate.

(4) Rural Waste Water Treatment System (In-stream treatment methodology and sewage treatment facility)

Appropriate.

And all related works.

5. Japan's Program Grant Aid for Environment and Climate Change

The Egyptian side understood the Japan's Program Grant Aid for Environment and Climate Change scheme explained by the Team as described in Annex-4, 5 and 6.

6. Schedule of the Survey

(1) If the necessity of implementing the 2nd Phase of the Survey in Egypt is accepted by GoJ, the timing of the 2nd Phase will be expected from December, 2009 to January, 2010.

(2) After the 2nd Phase of the Survey, JICA will prepare the final report and reference document to discuss them with the Government of Egypt. The time for the completion of the report, which is informed to the Egyptian side by the end of the 2nd Phase, will be tentatively the end of May 2010.

7. Other Relevant Issues

7-1. Coordination with Related Organizations

The Implementing Agency shall be the focal point of the Project and responsible for the coordination and assistance such as securing land with related organizations and acquire the commitment of Water Users Association and Local Unit.

7-2. Procurement of Equipment and Materials

The Team explained that, in accordance with the policy of GoJ, products of Japan shall be procured for major equipment in the Project. The Egyptian side agreed with the policy of GoJ.

7-3. Major Undertakings to be taken by the Government of Egypt

The Egyptian side confirmed that major undertakings as shown in Annex-7 as a basic rule of the Grand Aid Scheme is general and will be finalized according to the 2nd survey result. In

addition, the Egyptian side should be responsible for following issues.

- (1) Securing necessary land
- (2) Temporary stockyard during installation of the equipment and materials
- (3) Vehicles for Operation and Maintenance
- (4) Furniture and equipment necessary

7-4. Application of the Related Laws and Regulations

The Implementing Agency of the Project shall be responsible for the application of related laws and regulations for the operation of the system before commissioning of the Project.

7-5. Property of Equipment and Materials

The Implementing Agency of the Project shall own the equipment and materials provided during and after implementation of the Project.

7-6. Environmental and Social Considerations

The Team explained the outline of JICA Environmental and Social Considerations Guideline (hereinafter referred to as "the JICA Guideline") to the Egyptian side. The Egyptian side took the JICA Guideline into consideration, and shall complete the necessary procedures.

7-7. Operation and Maintenance

The Egyptian side agreed to secure the necessary budget and personnel for the Operation and Maintenance of the complex of water quality improvement system procured and installed under the Project.

7-8. Customs and Tax exemption

The Egyptian side agreed that the Egyptian side shall be responsible for the exemption of all customs, tax, levies and duties incurred in Egypt for implementation of the Project.

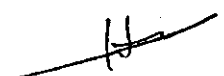
7-9. The Egyptian side shall ensure the security of all concerned Japanese nationals working for the Project, if deemed necessary.

7-10. The Egyptian side shall provide necessary numbers of counterpart personnel to the Team during the period of their survey in Egypt.

7-11. The Egyptian side shall submit all the answers to the Questionnaire, which the Team handed to the Egyptian side, by October 26, 2009.

7-12. Egyptian side made the following comments for the further survey.

- (1) First Priority of the project is reuse of drainage water and the locations of treatment system to be planned will be discussed by both sides.
- (2) Some technologies that could be applied for drainage water treatment for irrigation



should be proposed from Japanese side.

(3) Monitoring and evaluation system of the Project should be established at the beginning of the Project in order to secure the smooth implementation and sustainability at the beginning of Project .

A

H

<List of Annex>

Annex-1 Organization Chart of Ministry of Water Resources and Irrigation

Annex-2 Organization Chart of Ministry of Egyptian Public Authority for Drainage Projects

Annex-3 Project site map

Annex-4 Japan's Environment Program Grant Aid Scheme

Annex-5 Flow of Funds for Project Implementation

Annex-6 Project Implementation System

Annex-7 Major Undertakings to be taken by Each Government

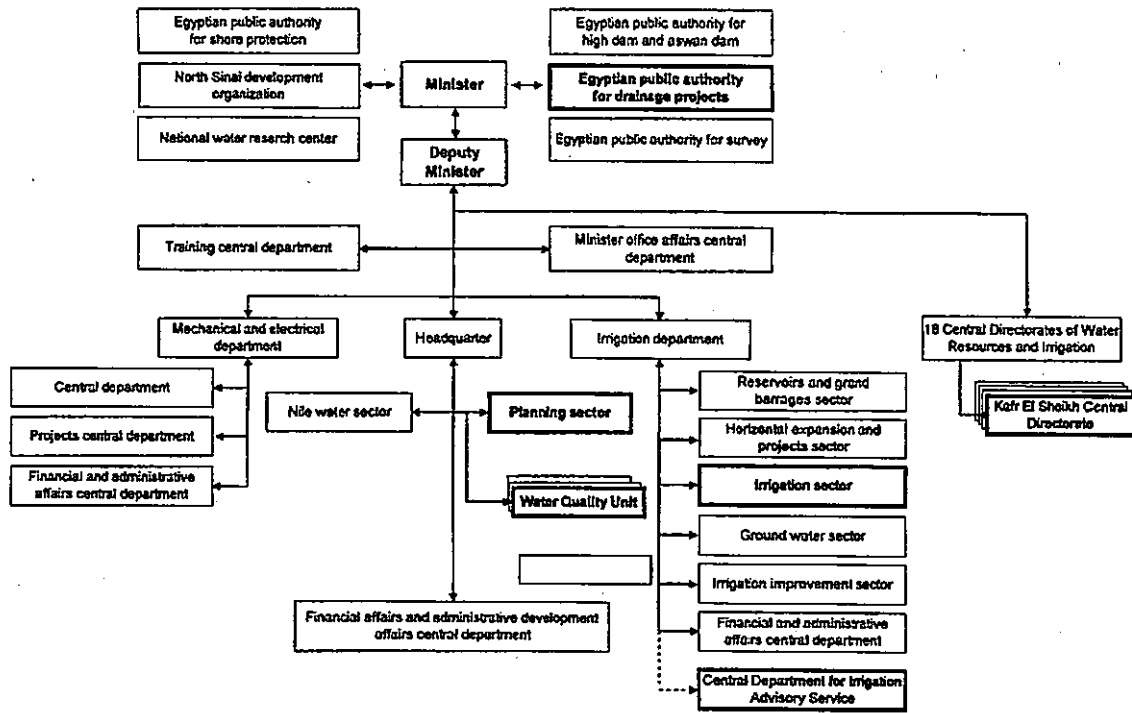
Annex-8 Terms of Reference of the Consultative Committee (Provisional)



A handwritten signature or mark consisting of a long horizontal line with a vertical stroke intersecting it near the right end, located in the bottom-right corner of the page.

Organization Chart of the Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI)

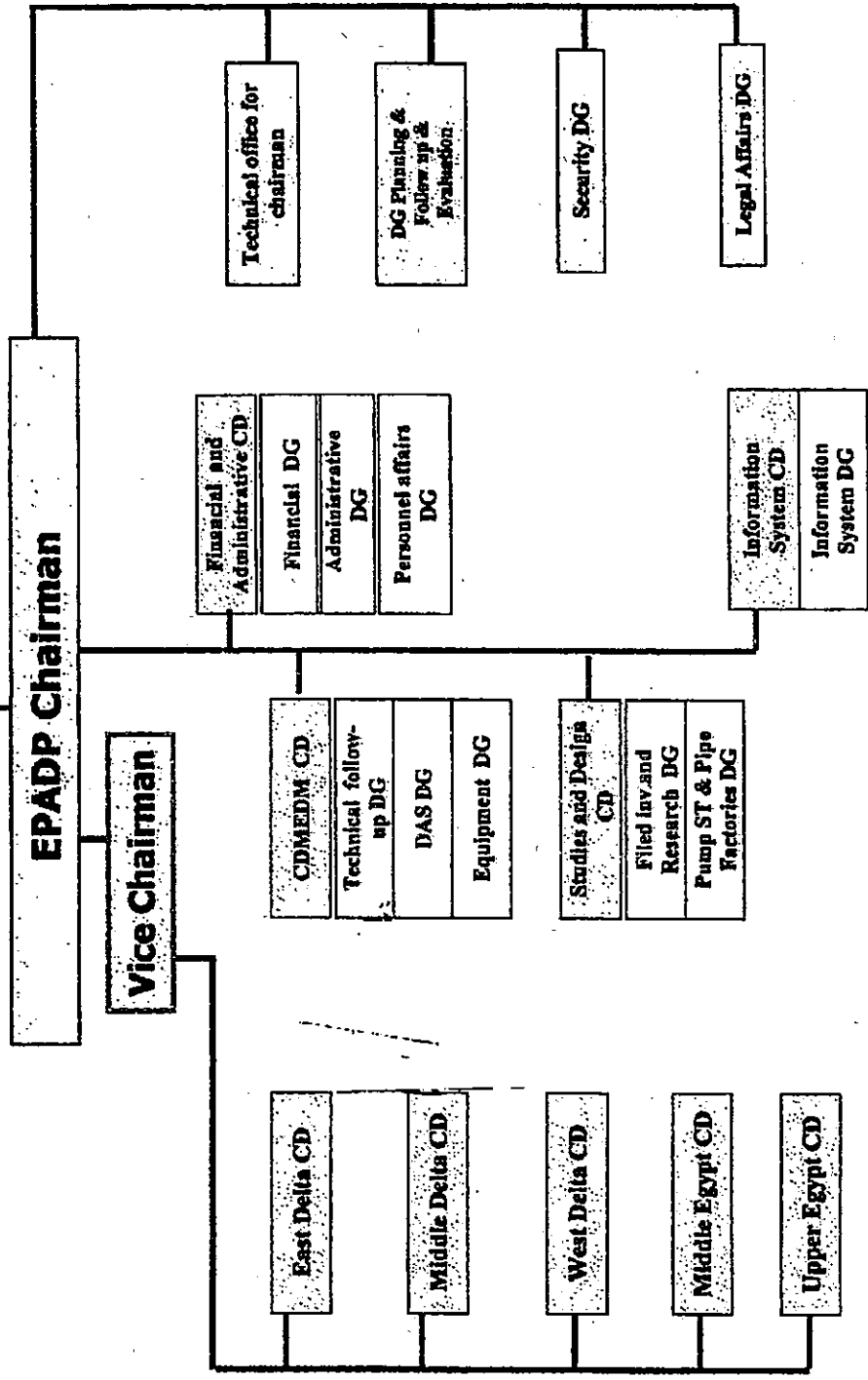
Annex1



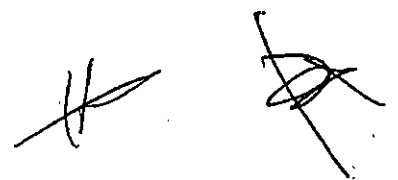
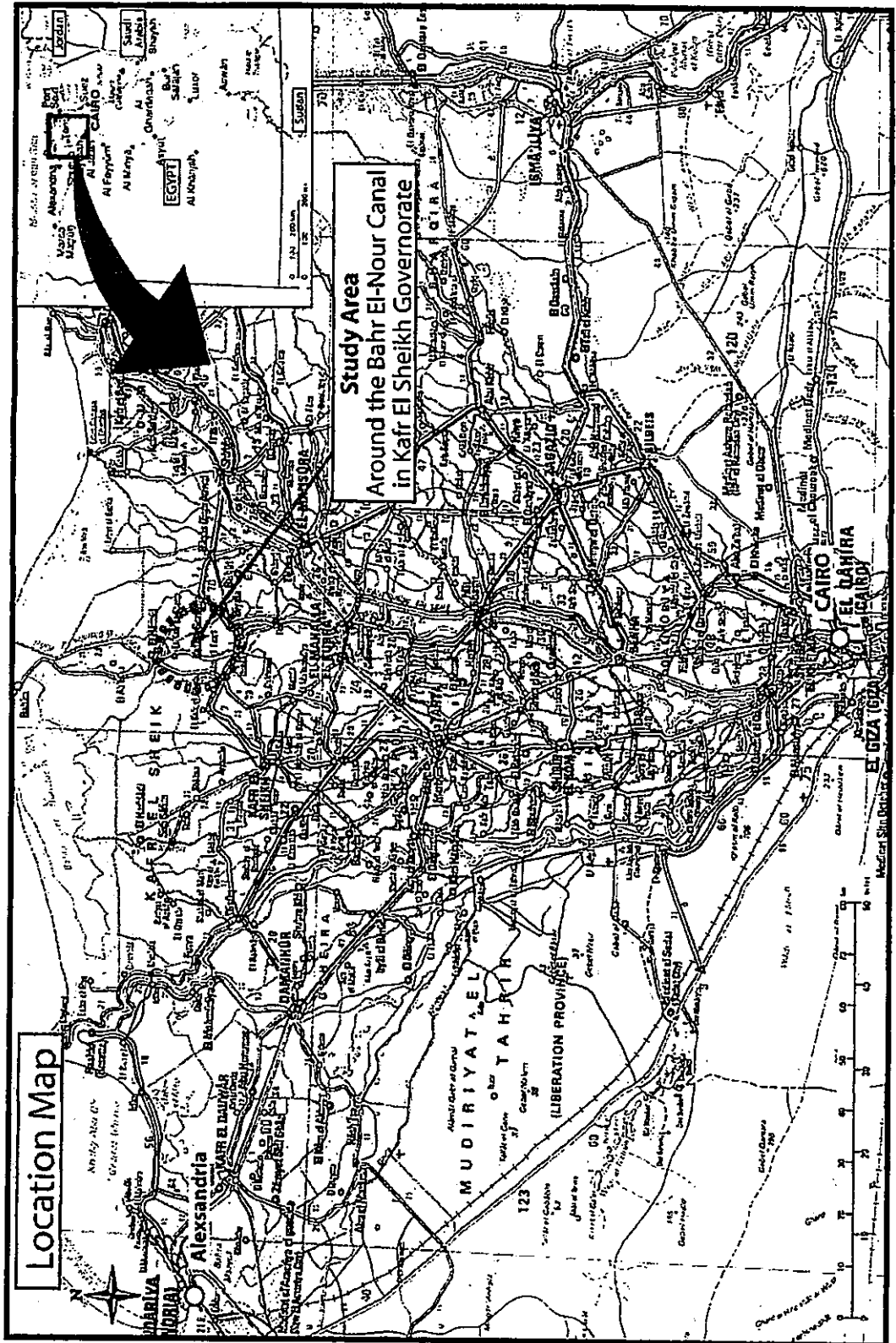
A

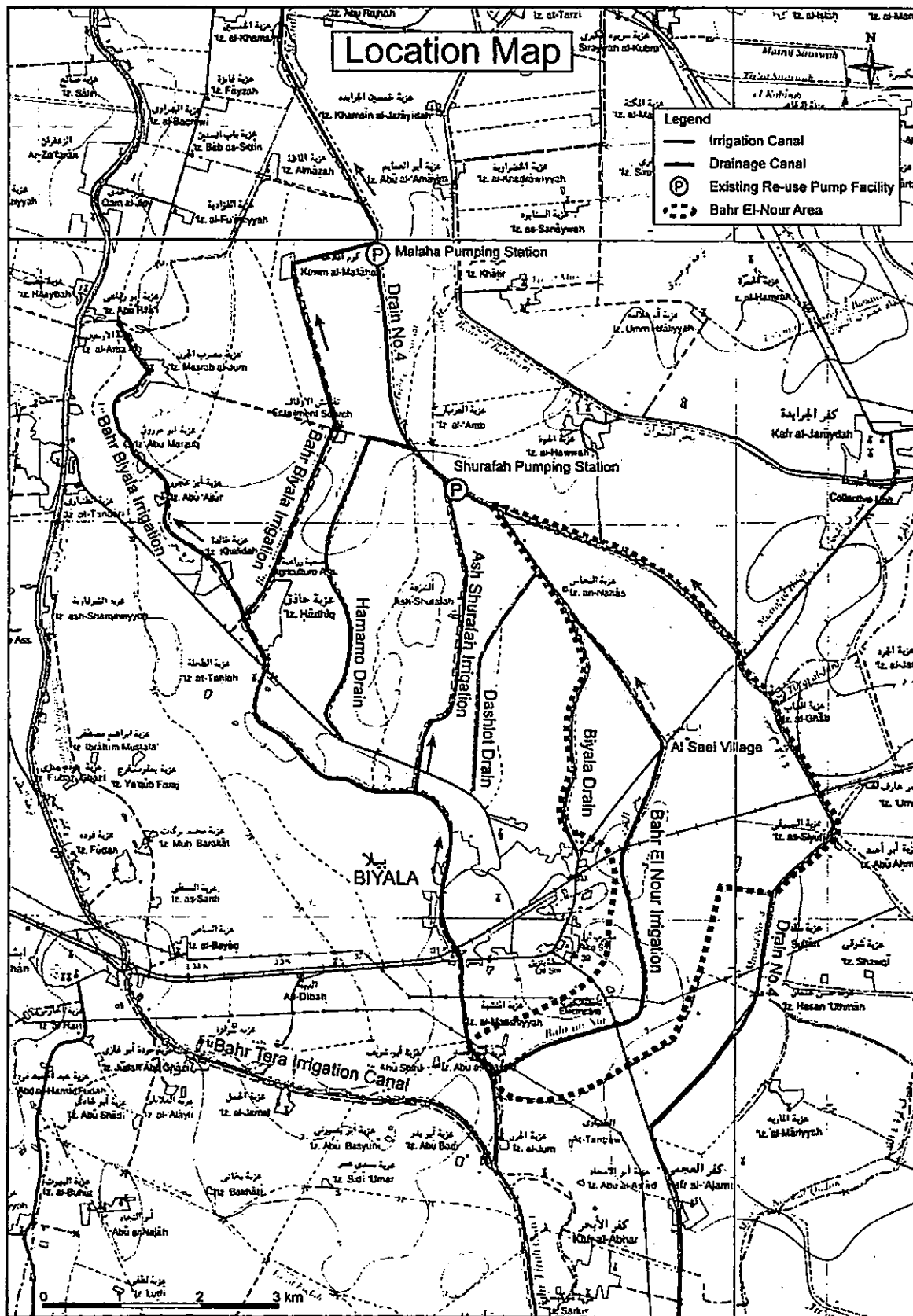
K

Ministry of Water Resources and Irrigation



EPADP Organization





**Program Grant Aid for Environment and Climate Change
of the Government of Japan**

The Grant Aid provides a recipient country (hereafter referred to as "the Recipient") with non-reimbursable funds to procure the facilities, equipment, and services (engineering services and transportation of the products, etc.) for economic and social development of the country under principles in accordance with relevant laws and regulations of Japan. The Grant Aid is not supplied through the donation of materials as such.

Based on "Cool Earth Partnership" initiative of the Government of Japan, the Program Grant Aid for Environment and Climate Change (hereafter referred to as "GAEC") aims to mitigate effects of global warming by reducing GHGs emission (mitigation; e.g. improvement of energy efficiency) and to take adaptive measures (adaptation; e.g. measures against disasters related to climate change, including disaster prevention such as enhancing disaster risk management).

1. Procedures for GAEC

GAEC is executed through the following procedures. It is decided by GoJ whether the process after the 2nd Phase of the Survey is implemented, based on the results of the 1st phase of the Survey. The procedures mentioned below could be changed accordingly.

Application	Request made by a recipient country
Preparatory Survey (Phase 1)	Preparatory Survey (Phase 1 for project identification) conducted by Japan International Cooperation Agency (JICA)
Appraisal & Approval (*)	Appraisal by the Government of Japan and Approval by the Cabinet
Preparatory Survey (Phase 2)	Preparatory Survey (Phase 2 for detailed design) conducted by JICA
Determination of Implementation	The Notes exchanged between the Government of Japan and the Recipient Country
Grant Agreement (hereinafter referred to as the "G/A")	Agreement concluded between JICA and the Recipient
Preparatory Survey (Phase 3)	Preparatory Survey (Phase 3 for inquiry of the opinion of the Recipient country for the report) conducted by JICA
Appraisal & Approval (*)	Appraisal by the Government of Japan and Approval by the Cabinet
Implementation	Procurement through the Procurement Agency by the Recipient

* Appraisal & Approval either after the Phase 1 or after the Phase 2 will be chosen by GoJ.

1. Preparatory Survey

1) Contents of the Survey

The purpose of the Preparatory Survey (hereafter referred to as "the Survey"), conducted by JICA on a requested project (hereafter referred to as "the Project"), is to provide the basic document necessary for the appraisal of the Project by the Government of Japan. The contents of the Survey are as follows:

- Confirmation of background, objectives, and benefits of the Project and institutional

capacity of agencies and communities concerned of the Recipient necessary for project implementation.

- Evaluation of relevance of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme for Environment and Climate Change from a technical, social, and economic point of view.
- Confirmation of items agreed upon by both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of the detailed design of the Project and reference document for tender.
- Estimation of cost for the Project.

The contents of the original request will be modified, as found necessary, in the design of the Project according to the guidelines of Japan's Grant Aid scheme.

The Government of Japan requests the Government of the Recipient to take whatever measures necessary to ensure its responsibility in implementing the Project. Such measures must be guaranteed even if they may fall outside the jurisdiction of the implementing organization of the Recipient. This has been confirmed by all relevant organizations of the Recipient through the Minutes of Discussions.

2) Selection of consulting firms

For the smooth implementation of the Survey, JICA will conduct the Survey with registered consulting firms. JICA selects the firms based on proposals submitted by firms with interest in implementing the Survey. The firms selected will carry out the Preparatory Survey and prepare a report, based on the terms of reference set by JICA.

2. Implementation of GAEC after the E/N

1) Exchange of Notes (E/N)

The content of GAEC will be determined in accordance with the Notes exchanged by the two Governments concerned, in which items including, objectives of the project, period of execution, conditions and amount of the Grant Aid are confirmed.

2) Details of Procedures

Details of procedures on procurement and services under GAEC will be agreed between the authorities of the two governments concerned at the time of the signing of the G/A.

Essential points to be agreed are outlined as follows:

- a) JICA will supervise the implementation of the Project.
- b) Products and services will be procured and provided in accordance with JICA's "Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change."
- c) The Recipient will conclude a contract with the Agent.
- d) The Agent is the representative acting in the name of the Recipient concerning all transfers of funds to the Agent.

3) Focal points of "Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change"

a) The Agent

The Agent is the organization, which provides procurement of products and services on behalf of the Recipient according to the Agent Agreement with the Recipient. The Agent is recommended to the Recipient by the Government of Japan and agreed between the two Governments in the A/M.

b) Agent Agreement

The Recipient will conclude the Agent Agreement, in principle, within two months after the

signing of the G/A, in accordance with the A/M. The scope of the Agent's services will be clearly specified in the Agent Agreement.

c) Approval of the Agent Agreement

The Agent Agreement is prepared as two identical documents and the copy of the Agent Agreement will be submitted to JICA by the Recipient through the Agent. JICA confirms whether the Agent Agreement is concluded in conformity with the E/N, A/M, and G/A and the Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change then approves the Agent Agreement.

The Agent Agreement concluded between the Recipient and the Agent will become effective after the approval by JICA in a written form.

d) Payment Methods

The Agent Agreement will stipulate that "Regarding all transfers of the fund to the Agent, the Recipient will designate the Agent to act on behalf of the Recipient and issue a Blanket Disbursement Authorization ("the BDA") to conduct the transfer of the fund (hereinafter referred to as "the Advances") to the Procurement Account from the Recipient Account.

The Agent Agreement will clearly state that the payment to the Agent will be made in Japanese yen from the Advances and that the final payment to the Agent will be made when the total remaining amount become less than three percent (3%) of the Grant and its accrued interests excluding the Agent's fees.

e) Products and Services Eligible for Procurement

Products and services to be procured will be selected from those defined in the G/A.

f) Selection of firms

In principle, firms of any nationality could be contracted as long as the firms satisfy the conditions specified in the tender documents.

The same applies for any individual consultants who will be involved in the project and provide services necessary for the training and guidance related to the Project. The consultants that will be employed to do detail design and supervise the work for the Project, however will be, in principle Japanese nationals recommended by JICA for the purpose of maintaining technical consistency with the Survey

g) Method of Procurement

When conducting the procurement, sufficient attention will be paid to transparency in selecting the firms and for this purpose, competitive tendering will be employed in principle.

h) Tender Documents

The tender documents should contain all information necessary to enable tenderers to prepare valid offers for the products and services to be procured by GAEC.

The rights and obligations of the Recipient, the Agent and the firms supplying products and services should be stipulated in the tender documents to be prepared by the Agent. Aside from this, the tender documents will be prepared in consultation with the Recipient.

i) Pre-qualification Examination of Tenderers

The Agent may conduct a pre-qualification examination of tenderers in advance of the tender so that the invitation to the tender can be extended only to eligible firms. The

pre-qualification examination should be performed only with respect to whether the prospective tenderers have the capability of concluding the contracts.

For this, the following points should be taken into consideration:

- (1) Experience and past performance in contracts of similar kind
- (2) Financial credibility (including assets such as real estate)
- (3) Existence of offices and other items to be specified in the tender documents.
- (4) Their potentialities to use necessary personnel and facilities.

j) Tender Evaluation

The tender evaluation should be implemented on the basis of the conditions specified in the tender documents.

Those tenderers which substantially conform to the technical specifications and other stipulations of the tender documents, will be judged in principle on the basis of the submitted price, and the tenderer who offers the lowest price will be designated as the successful tenderer.

The Agent will submit a detailed evaluation report of tenders to JICA for its information, while the notification of the results to the tenderers will not be premised on the confirmation by JICA.

k) Additional procurement

If there is any remaining balance after the competitive and/or selective tendering and/or direct negotiation for a contract, and if the Recipient would like to procure additional items, the Agent is allowed to conduct this additional procurement, following the points mentioned below:

(1) Procurement of same products and services

When the products and services to be additionally procured are identical with the initial tender and a competitive tendering is judged not efficient, additional procurement can be conducted by a negotiated contract with the successful tenderer of the initial tender.

(2) Other procurements

When products and services other than those mentioned above in (1) are to be procured, the procurement should be conducted through competitive tendering. In this case, the products and services for additional procurement will be selected from among those in accordance with the G/A.

l) Conclusion of the Contracts

In order to procure products and services in accordance with the guideline, the Agent will conclude contracts with firms selected by tendering or other methods.

m) Terms of Payment

The contract will clearly state the terms of payment. The Agent will make payment from the "advances," against the submission of the necessary documents from the firm on the basis of the conditions specified in the contract. When the services are the object of procurement, the Agent may pay certain portion of the contract amount in advance to the firms on the conditions that such firms submit the advance payment guarantee worth the amount of the advance payment to the Agent.

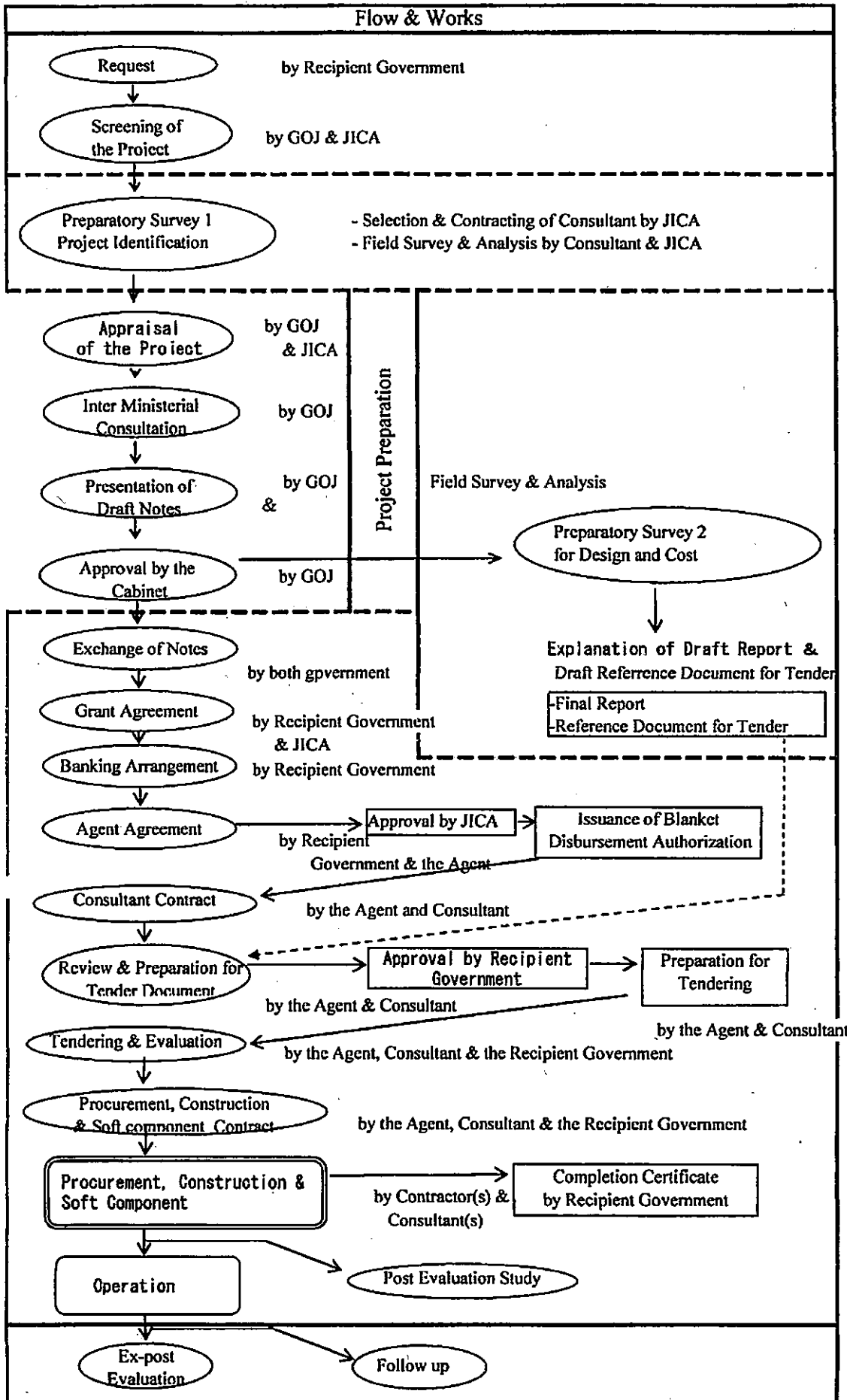
4) Undertakings required by the Government of the Recipient Country

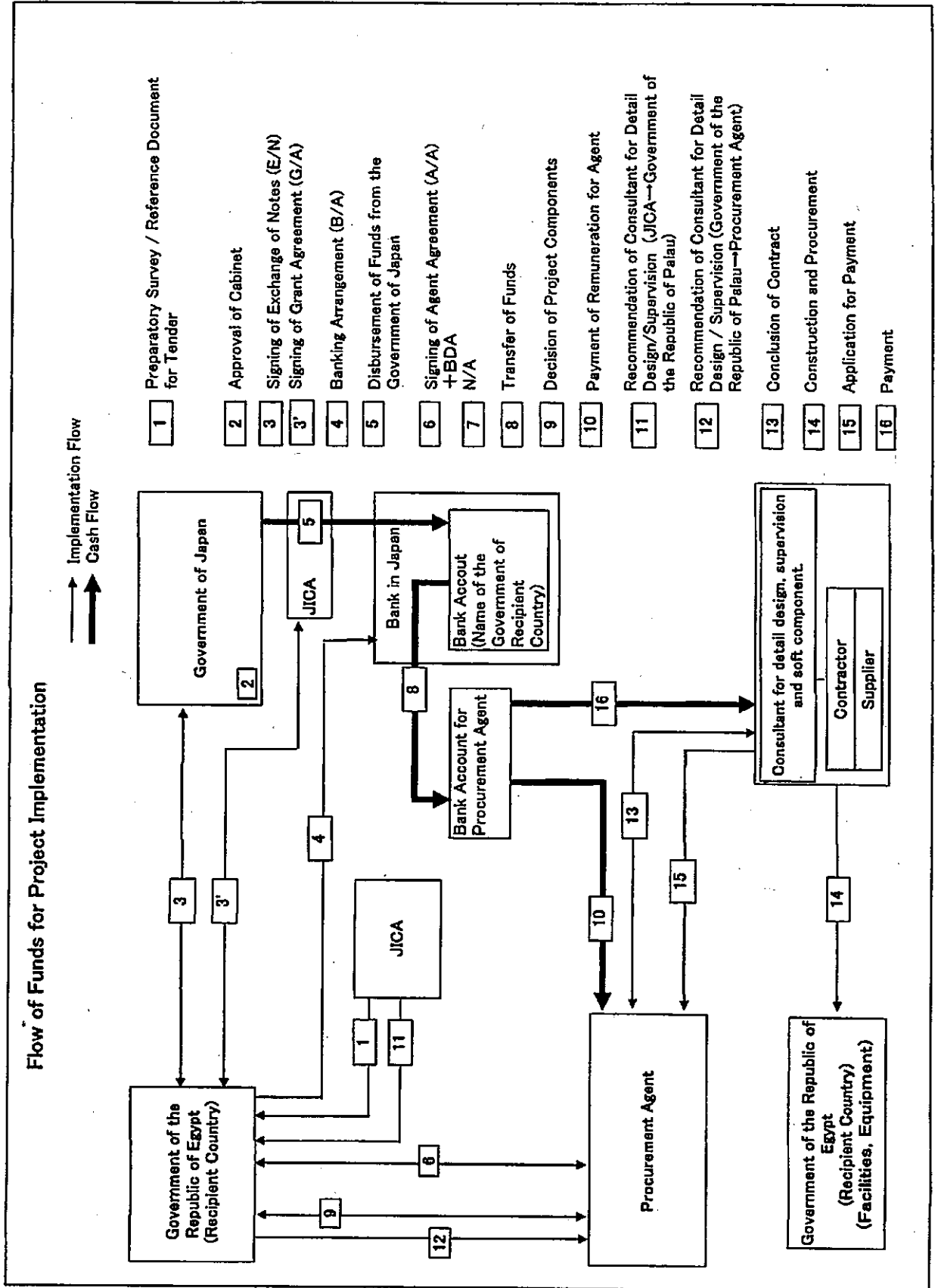
In the implementation of the Grant Aid Project, the Recipient is required to undertake necessary measures as the following:

- a) To secure land necessary for the sites of the Project and to clear, level and reclaim the land

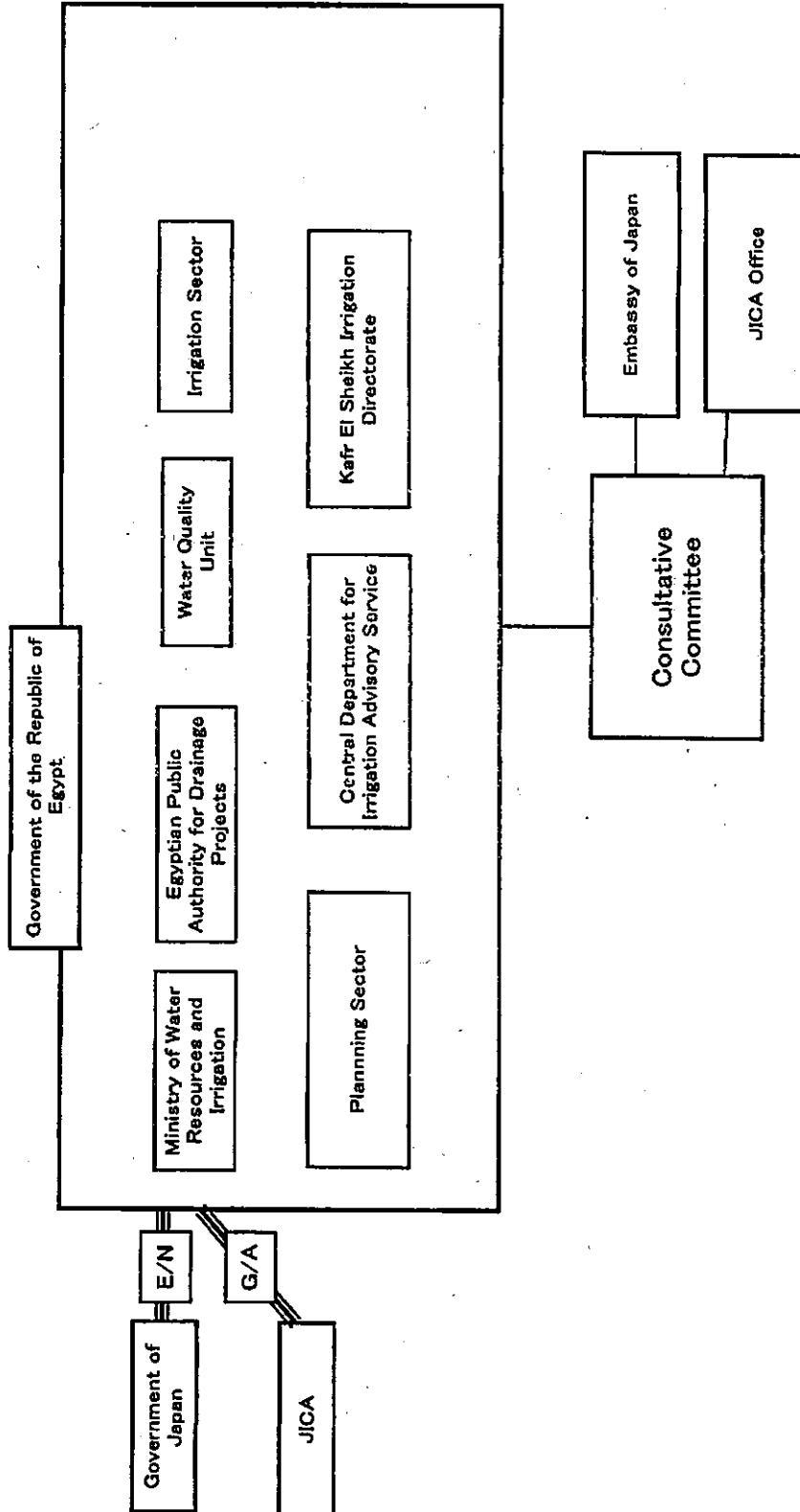
prior to commencement of the Project.

- b) To provide facilities for distributing electricity, water supply and drainage and other incidental facilities in and around the sites.
 - c) To ensure all the expense and prompt execution for unloading, customs clearing at the port of disembarkation and domestic transportation of products purchased under the Grant Aid,
 - d) To ensure that customs duty, internal taxes and other fiscal levies that may be imposed in the Recipient with respect to the purchase of the Components and the Agent's services will be exempted by the Government of the Recipient.
 - e) To accord all the concerned parties, whose services may be required in connection with supply of the products and services under the contracts, such facilities as may be necessary for their entry into the Recipient and stay therein for the performance of their work.
- 5) "Proper use of funds"
The Recipient is required to operate and maintain the facilities constructed and equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and to assign personnel necessary for this operation and maintenance as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.
- 6) "Export and Re-export" of products
The products purchased under the Grant and its accrued interest will not be exported or re-exported from the Recipient.





Project Implementation System



Major undertakings to be taken by each Government

No.	Items	To be covered by Grant Aid	To be covered by Recipient Side
1	To secure land		•
2	To clear, level and reclaim the site when needed urgently		•
3	To construct gates and fences in and around the site		•
4	To construct a parking lot if necessary		•
5	To construct roads		
	1) Within the site	•	
	2) Outside the site and Access road		•
6	To construct the facility and install the equipment	•	
7	To provide facilities for the distribution of electricity, water supply, drainage and other incidental facilities if necessary:		
	1) Electricity		
	a. The power distribution line to the site		•
	b. The drop wiring and internal wiring within the site	•	
	c. The main circuit breaker and transformer for the site	•	
	2) Water Supply		
	a. The city water distribution main to the site		•
	b. The supply system within the site (receiving and elevated tanks)	•	
	3) Drainage		
	a. The city drainage main (for conveying storm water, sewage, etc. from the site)		•
	b. The drainage system within the site (for sewage, ordinary waste, storm water, etc.)	•	
	4) Gas Supply		
	a. The city gas main to the site		•
	b. The gas supply system within the site	•	
	5) Telephone System		
	a. The telephone trunk line to the main distribution frame/panel (MDF) of the building		•
	b. The MDF and the extension after the frame/panel	•	
	6) Furniture and Equipment		
	a. General furniture		•
	b. Project equipment	•	
8	To bear the following commissions applied by the bank in Japan for banking services based upon the Bank Arrangement (B/A):		
	1) Payment of bank commission		•
9	To ensure all the expense and prompt execution of unloading and customs clearance at the port of disembarkation in the recipient country		
	1) Marine or air transportation of the products from Japan or third countries to the recipient	•	
	2) To ensure all the expense and prompt execution of unloading, tax exemption and customs clearance of the products at the port of disembarkation		•
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	•	
10	To accord Japanese nationals and / or nationals of third countries, including persons employed by the agent whose services may be required in connection with the Components such facilities as may be necessary for their entry into recipient country and stay therein for the performance of their work.		•
11	To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the purchase of the Components and to the employment of the Agent will be exempted by the Government of recipient country		•
12	To maintain and use properly and effectively the facilities that are constructed and the equipment that is provided under the Grant.		•
13	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant and its accrued interest, necessary for the purchase of the Components as well as for the agent's fees.		•
14	To ensure environmental and social consideration for the Programme.		•

Terms of Reference of the Consultative Committee (Provisional)

1. To confirm an implementation schedule of the Programme for the speedy and effective utilization of the Grant and its accrued interest.
2. To discuss the modifications of the Programme, including modification of the design of the facility.
3. To exchange views on allocations of the Grant and its accrued interest as well as on interest potential end-users.
4. To identify problems which may delay the utilization of the Grant and its accrued, and to explore solutions to such problems.
5. To exchange views on publicity related to the utilization of the Grant and its accrued interest.
6. To discuss any other matters that may arise from or in connection with the G/A.

