

エジプト・アラブ共和国

カイロ近郊農村集落排水処理施設整備計画

ギザ州処理下水利用砂漠農業開発計画

プロジェクトファイナディング調査報告書

平成 14 年 1 月

社団法人 海外農業開発コンサルタント協会

まえがき

株式会社 三祐コンサルタンツは、社団法人海外農業開発コンサルタンツ協会(ADCA)の補助金を得て、平成14年1月19日から31日までの19日間に亘って、エジプト・アラブ共和国において、以下の2案件に係わる事前調査を行った。

1. カイロ近郊農村集落排水処理施設整備計画（水資源・灌漑省）
2. ギザ州処理下水利用砂漠農業開発計画（農業省）

カイロ近郊農村集落排水処理施設整備計画については、近年のナイルデルタ地域での著しい水質汚濁に対し、日本で良く行われている農業集落排水処理施設が適用できないかと思い、水資源・灌漑省及び排水研究所より現状及びデータを入手し、現地調査を行った。

ギザ州処理下水利用砂漠農業開発計画については、農業省林業局が都市より排出される下水処理水を利用した植林をエジプト国内で数カ所行っており、現在ギザ州エル・サフも同様の事業を始めたところである。この事業に対し日本の技術を利用した農業開発が可能かどうかの調査を行ったものである。

さらに、調査団は現在ファユーム州で計画されている1万フェダンの農地開発事業において、若者の定着をはかる農業機械技術の向上・機械化による農業生産性の増大に係わる計画の調査も行った。

調査団はこれらの計画について、水資源灌漑省、排水研究所、農業省及び関係省庁から資料・情報を収集すると共に現地調査を行い、本計画の必要性を確認した。今後本報告書が本件の実現に活用され、事業の早期着手に役立てば幸いである。

また、本事前調査に際し、いろいろ助言をいただいた在エジプト日本国大使館、JICAエジプト事務所、両国政府関係機関の関係各位に対し、深い謝意を表す次第である。

平成14年2月

株式会社 三祐コンサルタンツ
取締役社長 久野 格彦

目 次

まえがき

第1編 カイロ近郊農村集落排水処理施設整備計画

1. 事業の背景	1
2. 事業地区の概況	2
3. 計画の概要	4
4. 総合所見	6
5. 参考資料	7

第2編 ギザ州処理下水利用砂漠農業開発計画

1. 事業の背景	13
2. 事業地区の概況	14
3. 計画の概要	15
4. 総合所見	16
5. 参考資料	17

第3編 ファユーム州機械化営農技術普及計画

1. 事業の背景	18
2. 事業地区の概況	19
3. 計画の概要	20
4. 総合所見	21

添付資料	22
1. 現地調査期間	22
2. 調査団員名	22
3. 調査団の行程	22
4. 面会者リスト	23
5. 収集資料リスト	23
6. 現地写真集	24

第 1 編

カイロ近郊農村集落排水処理施設整備計画

第1編 カイロ近郊農村集落排水処理施設整備計画

1. 事業の背景

エジプトは典型的な乾燥気候型であり、年平均降雨量は地中海沿岸の多いところで約200mm、カイロで約20mm、上エジプトにおいては約2mmに過ぎず作物にとって有効降雨量になっていない。しかし、エジプトにはナイル川が存在し、ナイル川上流部スーダンとの水利協定に基づく年間555億 m^3 の水利権により、飲料水のみならず農業用水も工業用水もナイル川とナイル川から涵養される地下水により、カイロ市北側に広がるデルタ地帯は農業も工業も盛んとなったが、エジプトではいままで水不足の問題は起こっていなかった。しかしながら、近年の人口の増加に伴う都市用水の増大、工業発展に伴う工業用水の増大及び農地開拓に伴う農業用水の増大等により、水の需給バランスは限界に達している。

エジプトでは将来の水資源不足に対処するために、水資源灌漑省は2017年を目標とした水政策として、①利用可能な水資源の最適な利用、②水質汚濁の防止、③関連国との協力下による新規水資源の開発、を掲げた。そして、第①項の具体策として、次のような項目があげられている。

- 低水消費型作物の導入を図る。
- 灌漑用水使用に関わる管理と効率の向上を図る。
- 灌漑システム効率の向上を図る。
- 農業排水の再利用による灌漑用水の増大を図る。
- ナイル川の利用可能量の増大を図る。

下表に示すように、ナイル川の伏流水やその他地域の地下水は2017年には2000年の約2倍の水資源とする目標とし、排水及び下水処理水の再利用も地下水水源に匹敵する水量の確保を目標としている。排水の再利用は2000年の49億 m^3 に対し、2017年には84億 m^3 となり35億 m^3 の水量増であり、その重要性は高い。

表 1-1 水資源の利用可能水量

水 源	2000年	2017年	備 考
ナイル川	555.0 億 m^3 (82.3%)	575.0 億 m^3 (65.4%)	
降 雨	10.0 億 m^3 (1.5%)	15.0 億 m^3 (1.7%)	
涵養地下水	48.0 億 m^3 (7.1%)	75.0 億 m^3 (8.5%)	デルタ、ニューハレ
その他地下水	5.7 億 m^3 (0.8%)	35.0 億 m^3 (4.0%)	砂漠地、シナイ半島
排水再利用水	49.0 億 m^3 (7.3%)	84.0 億 m^3 (9.6%)	
下水再利用水	7.0 億 m^3 (1.0%)	25.0 億 m^3 (2.8%)	
その他	—	70.0 億 m^3 (8.0%)	農作物・灌漑の改良
	674.7 億 m^3 (100%)	879.0 億 m^3 (100%)	

出典：2017年までの水政策、水資源灌漑省

一方、水政策の第②項で掲げている事項もエジプトのにとっては大きな問題である。灌漑用水に使用されている水質は、JICA の開発調査で行われた「中央デルタ農村地域水環境改善計画」を参考にすれば、溶存酸素の低下、濁度、全溶解塩分量、ナトリウム吸着率の著しい増大が認められている。さらに、集落の上・下流での測定結果を比較してみるとナトリウム分が極端に増大していることから、これらの汚染源は主に用水路で行われている洗濯や食器洗いによる洗剤に起因していると思われる。また更に、農村部においては下水道がほとんど整備されていないため、生活雑排水や糞尿が排水路に流入しており、水質をさらに悪化している状況である。

一方、カイロ市やデルタ地域の主要都市の下水道整備はまだ十分に完備されていない個のと原因にあげられる。これらの主要都市部の下水処理は、2次処理(微生物を用いて処理を行う)まで行われていても処理水質は悪く、ひどい場合は1次処理程度の水質である。

これらの混合水が、現在も下流部で灌漑用水として利用されている現状である。

1994年にエジプト政府は環境法を定め、環境庁に環境保全のために必要な措置、すなわち環境法を施行する権限を与えた。これによってエジプト政府の環境への取り組みが明確にされたことになる。しかしながら長年にわたり環境の配慮がなされないまま公害発生源を放置したことにより、エジプトの環境は深刻な状況に直面している。

このように、エジプト政府は今後相当量の灌漑用水の再利用を見込んでいるものの、農村地域の下水道整備や地域住民の水質環境の意識改善(現状はごみ等を用排水路に捨てている)が伴わなければ、灌漑用水再利用を計画通り実現することは困難と考えられる。これらの状況を鑑み、灌漑用水再利用を目的とした水質の改善対策が緊急に必要と考えられる。

2. 事業地区の概況

公共事業・水資源省(Ministry of Public Works and Water Resources)の管轄下にある国家水研究センターの中の排水研究所(Drainage Research Institute)は、1984年よりカイロ市周辺を含めたデルタ地域全域の灌漑水路の水質調査・分析を行っている。その調査結果として、上流部灌漑水の水質が悪いため下流部においてはこの水を灌漑用水として再利用出来ない地域が増えてきている事が判った。ある水路においては再利用できる水質基準を満たしていないため、10年近くも灌漑ポンプを止めて無効放流しなければならない状況である。

このように下流部において上流部の排水を灌漑用水として再利用できない水路として、以下の4地域があげられている。

- ① デルタ地域中央部タンタ周辺の排水路。
- ② デルタ地域北西部のエルサラーム水路に流入するダミエッタ支流東部地域の排水路(マンスーラ市周辺)

- ③ イスマイリア水路及びスエズ水路に流入するマハサマ排水路(エルトール・エルケビル市周辺)
- ④ ヘルワン周辺の排水を灌漑用に利用するエルサフ排水路
(図 1-1 水質改善地域図、参照)

これらの地域内には、いずれも主要都市部に数カ所の下水処理場があり、主要都市部内の下水はパイプで下水処理場まで送られ処理されている。しかし、流域内の農村部は広範囲に集落が点在していて下水は整備されていない、集落内の農業用開水路が下水の役割も果たしている。

問題となる排水路の水質汚濁の原因としては、処理が十分に行われていない下水処理場からの処理水や、点在する集落からの生活雑排水や糞尿が考えられる。

事業対象地区としては、これら4地域のうち緊急度・重要度等を排水研究所と協議して地区選定を行うこととなる。

なお、今回の現地調査において、上記の②地区と③地区の現地調査を行い、その上流部と下流部の水質データ(1998年8月～2000年7月の2年間)を入手した。主な水質項目の結果は下表の通りである。

この表より、両地域の傾向として下流部より上流部の水質が悪い結果である。しかし、両地区の水量・水質の値は大きく異なっている。そのため、地区選定に関しては日本の技術が有効に活用できるような地区選定も必要と考えられる。

表 1-2 上下流部の水質比較

水質項目	② 地区	③ 地区	備 考
平均水量	4.56 m ³ /s	7.74 m ³ /s	
pH値	上流は7.0~7.8、下流は7.1~7.6であり、月別の傾向は類似している。	上流は7.0~8.1、下流は6.9~8.0であり、下流で基準値以下がある。	
溶存酸素	上流の平均は0.61mg/lに対し、下流は2.86mg/lである。両データとも基準値以下である。	上流の平均は4.15mg/lに対し、下流は5.07mg/lである。上流で基準値以下が多い。	基準値：5mg/l以上。
全溶解塩分量	月別の傾向は類似しており、上流平均値864mg/l、下流平均値831mg/lである。	月別の傾向は類似しており、上流平均値1112mg/l、下流平均値1091mg/lである。	1000mg/l以上は薄めないで使用できない。
BOD	月別の傾向は類似しており、上流平均値122mg/l、下流平均値103mg/lである。基準値より遙かに高い。	月別の傾向は類似しており、上流平均値88mg/l、下流平均値58mg/lである。基準値より遙かに高い。	基準値：10mg/l以下
COD	上流平均値168mg/l、下流平均値151mg/lである。BOD同様に、基準値より遙かに高い。	上流平均値126mg/l、下流平均値88mg/lである。BOD同様に、基準値より遙かに高い。	基準値：16mg/l以下
大腸菌群数	上流平均値700万個、下流平均値200万個であり、両方とも基準値を大きく上回っている。	上流平均値28万個、下流平均値24万個であり、両方とも基準値を大きく上回っている。	基準値：5000個以下/100ml
重金属類	上下流とも基準値以下で問題ない。	上下流とも基準値以下で問題ない。	Cd, Cu, Fe, Zn等

3. 計画の概要

[カイロ近郊地域灌漑再利用水水質改善開発事業計画]

表 1-2 を参考にして、これらの地域で想定される水質汚濁源とその水量及び放流水質について推定すると下表のように分析できる。

表 1-3 想定される汚濁源の水量と水質

想定される水質汚濁源	水 量	放流水質	備 考
1 水路上流部の条件	未定	未定	地区により異なる
2 主要都市部の生活排水, 下水	一定水量	ほぼ良好	下水処理場にて処理される
3 工場排水	一定水量	悪い	ほとんど処理施設がない
4 農村部の下水	水量少ない	悪い	下水処理施設がない
5 農村部生活排水	水量多い	悪い	直接開水路に流入する
6 養魚場よりの排水	季節変動有	ほぼ良好	地域により養魚場有り
7 希釈水の有無	無し	無し	従来の灌漑水再利用法

現在の農業用水の再利用方法は、通常排水路に流入した水を直接又はきれいな灌漑

水(主にナイル川の水)と混合して利用している場合が多い。しかしながら、対象となる排水路は上表に示すように、その地域の条件(主要都市部の下水処理場の有無・その処理水質、工場の有無とその放流水質、農村部の人口密度・集落密集度、養魚場の有無、等)や排水路の条件(上流部からの水量と水質、希釈出来る水の有無、等)により水量・水質が大きく異なるため、その対策も以下に示すように多様となる。

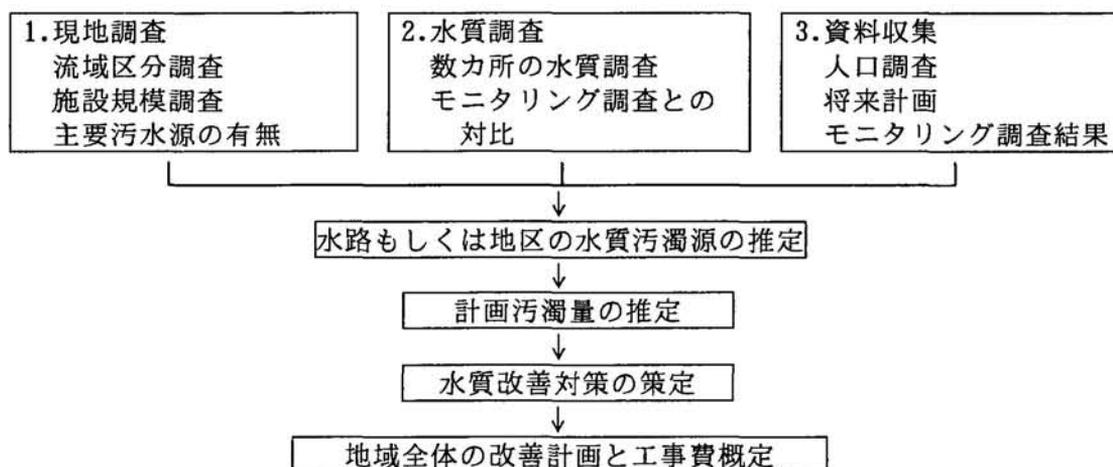
表 1-4 想定される対策案

人口集中度	その他の条件	改善対策案
人口集中部(主要都市部)	下水処理場有り	処理場の増設、改修
		処理技術の向上
人口散在部(農村部)	下水処理場無し 比較的集まっている	処理場の新設
		集落排水処理施設の建設
その他	工場 水路内への家庭雑排水の流入が多い	浄化槽の設置
		処理施設の提案 河川浄化施設、ばっき装置等の設置、

このように、対象排水路の水量、水質、水質汚濁の主原因を調査し、水路別もしくは地域別に上表に示すような汚濁源に対する改善対策案の策定が必要であると考えられる。そのために先ず開発調査を行い、水質、水量、汚濁源別に最適かつ経済的な処理方式を計画するべきであろう。

なお、排水研究所で灌漑用水の水質モニタリングを行っているため、これらのデータを利用し、水路別もしくは地域別の水量と水質によるクラス分けをする事は容易と考えられる。

計画のフローチャートは、以下のように想定される。



4.総合所見

調査団の当初の目的は、排水研究所より「ナイルデルタ地域での水質汚濁が激しいため灌漑水の再利用ができないので、これを何とかしたい。」との依頼に基づき、農業集落排水処理施設の案件策定であった。

したがって調査団が考えたことは、ナイルデルタ地域に農水省がよく行っている農業集落排水処理施設の建設が可能な地域の選択であった。しかし、調査団が行った現地視察の2地域のうち、ナイルデルタ地域の水路では集落からの生活排水だけではなく、処理されていない都市下水、下水処理場からの処理水質の悪い水、水路内での洗濯や食器洗いによる雑排水等が灌漑用水路に流入しており、下流より上流部の水質汚濁が特に顕著であった。また、イスマリア水路沿いの水路では、顕著に特定出来る水質汚濁源は無かったが、最下流部にある灌漑用ポンプは水質汚濁のため運転を止めており、汚濁水を無効放流していた。

このような現状をみて感じたことは、①水道施設がまだ完備されていない集落もあり、集落周辺の開水路は周辺住民の洗濯や食器洗い場の生活水路となっている。②集落の下水道整備は必要かつ重要であるが、現状では住民にはそれらの施設のために必要な個人負担分(例えば、トイレの新設・改造等)は支払えないと思われる。③汚濁源の特定が難しい地区もあり、流量と汚濁水質にばらつきが大きすぎる、と思われたため、日本で行われているような下水処理施設と管路施設を組み合わせた農業集落排水施設をそのまま適応出来ないと判断したことである。

排水研究所は、ナイルデルタ地域において1984年より約130地点で水質をモニタリングしており、それらのデータは有効に活用で出来ると思われるため、これらデータの再チェックと分析を行い、更に現地で最適・経済的と思われる水質改善対策を計画する。そのために、排水が再利用される水路を対象として水質汚濁の主原因を調査し、汚濁水質・水量別に最適な水質改善対策計画するべきであると考えた。

5. 参考資料

表 1-5 排水水質基準

項目	基準値
色 度	100 個以下
蒸発残留物	500 mg/l 以下
温 度	5° 以上
臭 気	2 度以下
溶存酸素	5 mg/l 以上
水素イオン濃度(pH)	7.0~8.5
生物化学的酸素要求量(BOD)	10 mg/l 以下
化学的酸素要求量(COD)	16 mg/l 以下
アンモニア	1 mg/l 以下
油脂類	0.6 mg/l 以下
水 銀	0.001 mg/l 以下
鉄	1.0 mg/l 以下
マンガン	1.5 mg/l 以下
銅	1.0 mg/l 以下
亜 鉛	1.0 mg/l 以下
合成洗剤	0.5 mg/l 以下
硝酸塩	45 mg/l 以下
フッ素化合物	0.5 mg/l 以下
フェノール	0.02 mg/l 以下
ヒ素	0.01 mg/l 以下
カドミウム	0.01 mg/l 以下
六価クロム	0.01 mg/l 以下
シアン	0.1 mg/l 以下
タンニン	0.5 mg/l 以下
リン酸塩	1.0 mg/l 以下
炭素派生物	1.5 g/l 以下
大腸菌群数	5000 個以下/100ml

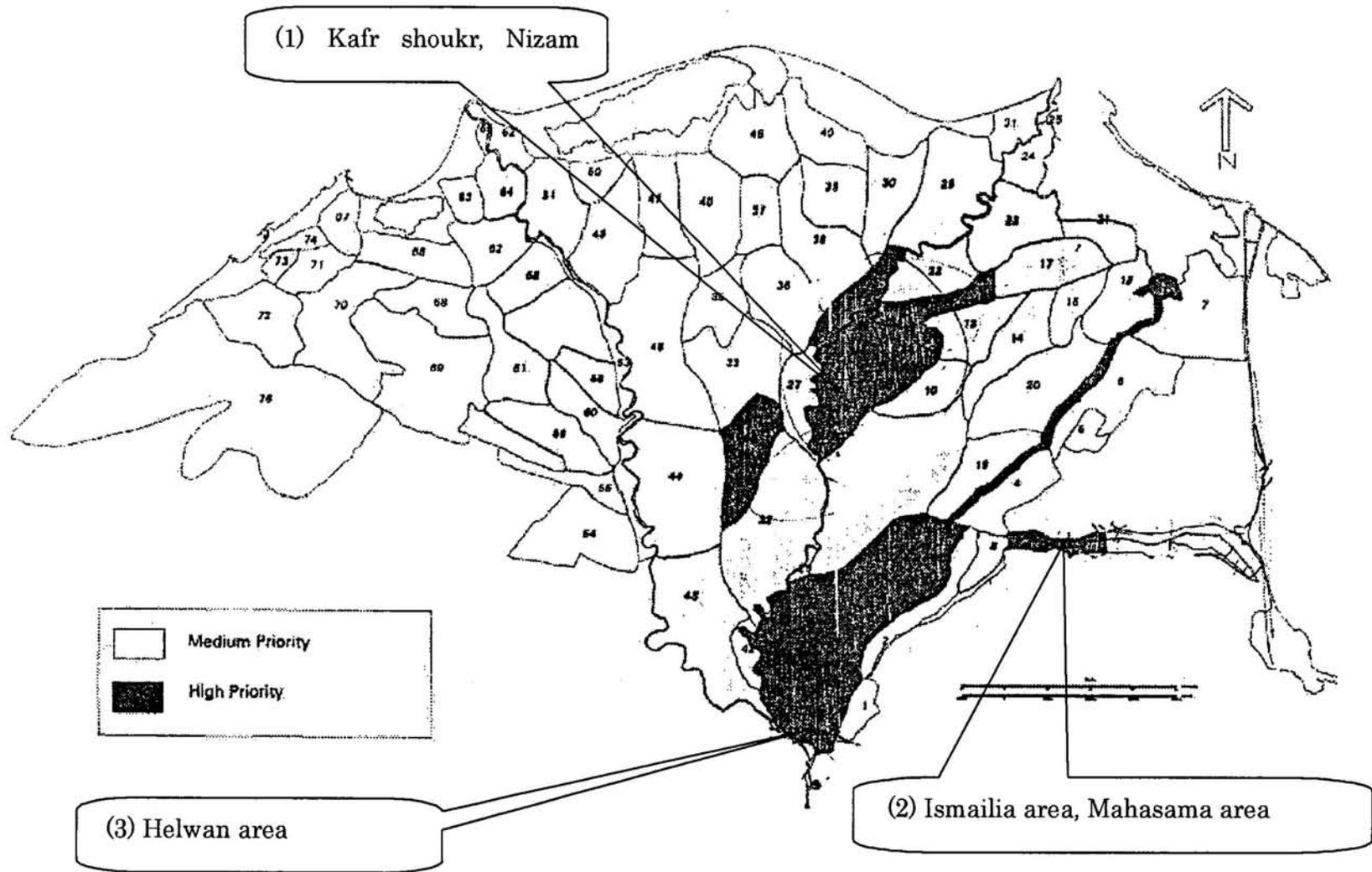


图 1-1 水质改善地域图

図1-2 Nizam 排水路 上下流部における水質比較 (1)

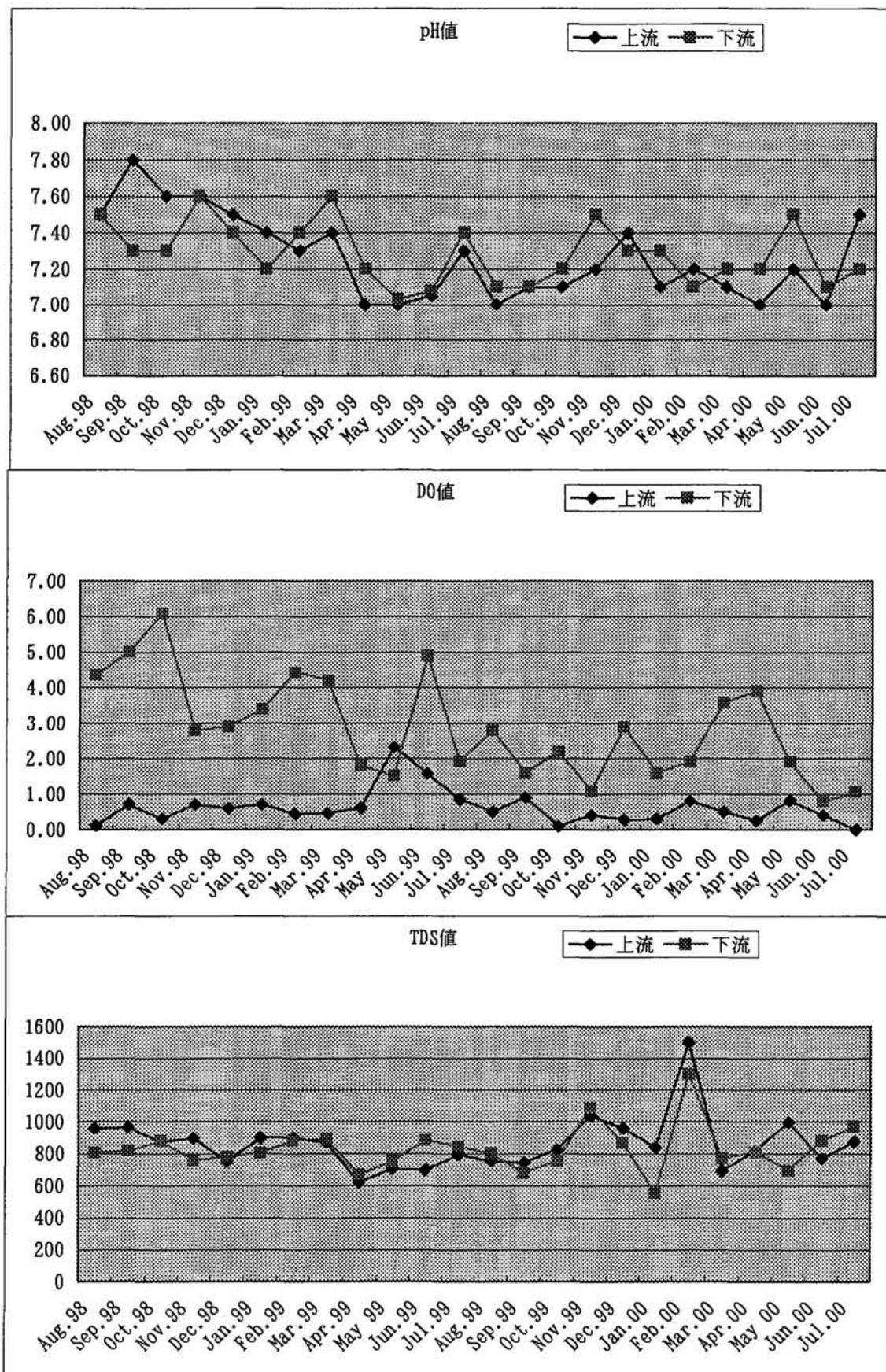


図1-3 Nizam 排水路 上下流部における水質比較 (2)

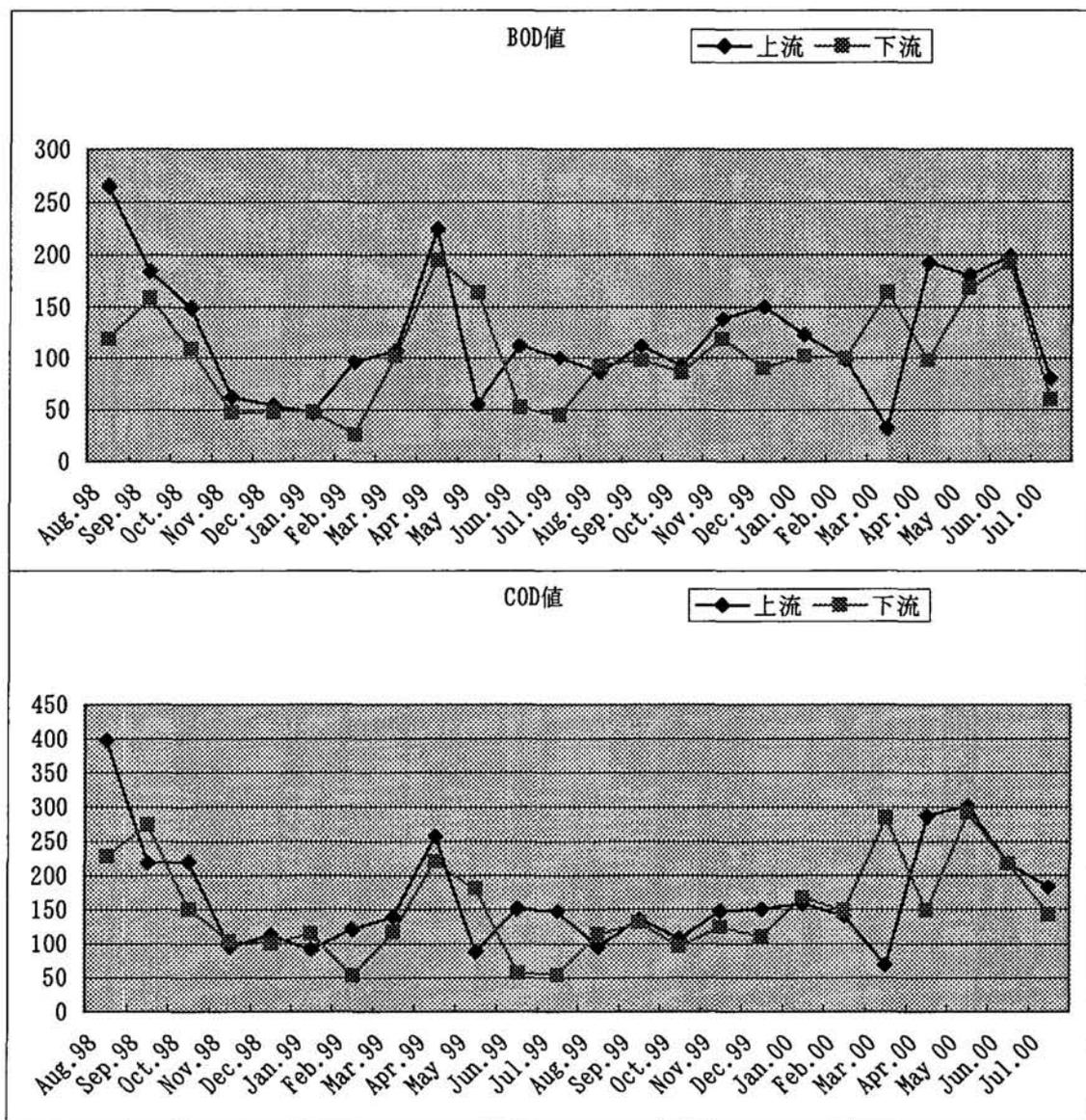


図 1 - 4 Mahasama 排水路 上下流部における水質比較 (1)

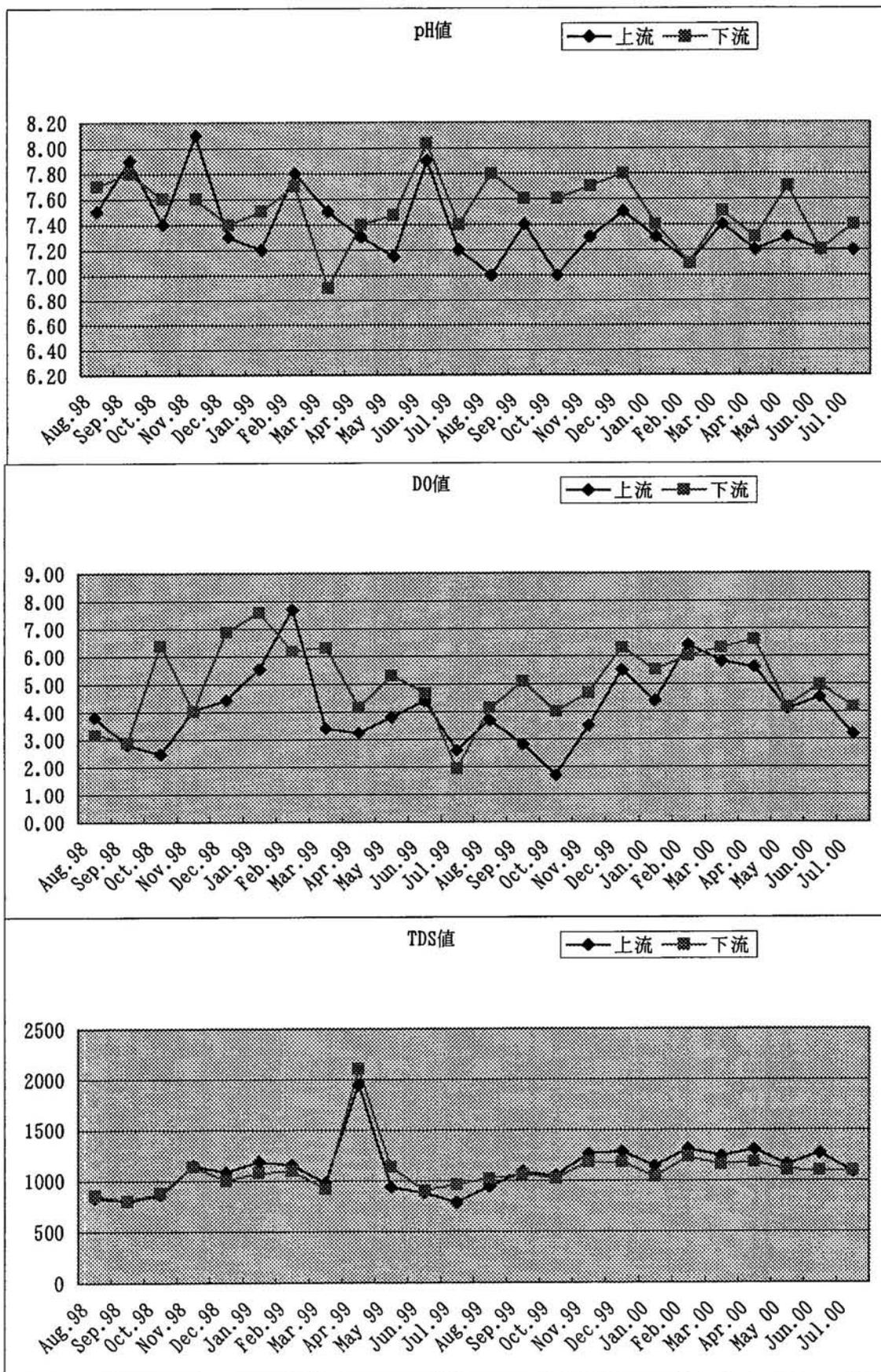
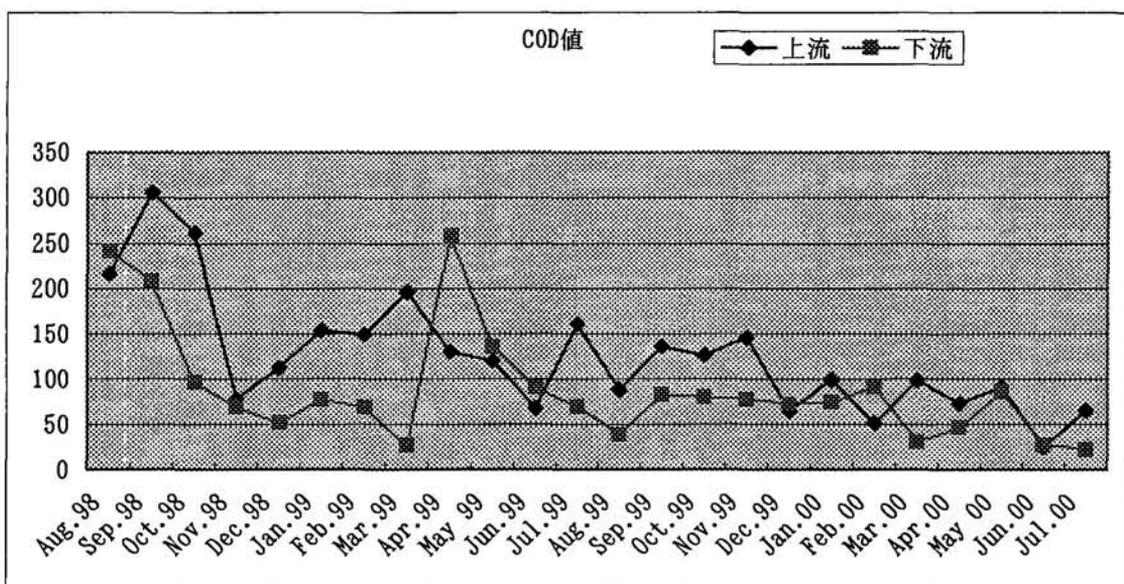
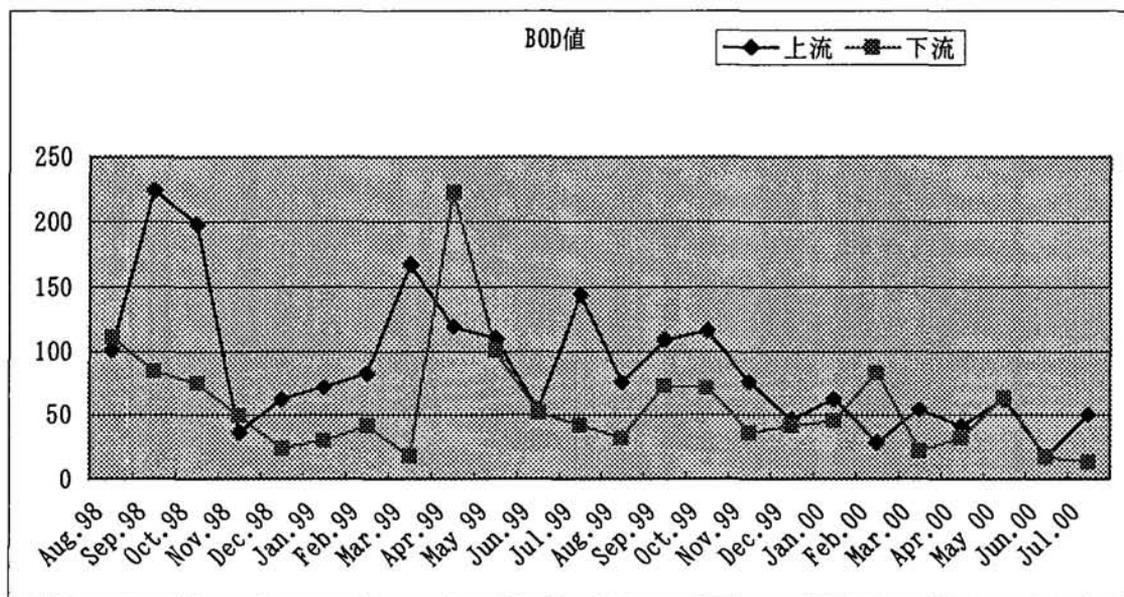


図 1 - 5 Mahasama 排水路 上下流部における水質比較 (2)



第2編

ギザ州処理下水利用砂漠農業開発計画

第2編 ギザ州処理下水利用砂漠農業開発計画

2.1 事業の背景

エジプトは、ナイル川を唯一の水源として利用する典型的な乾燥地である。都市部、工業地区には下水処理場が配されており、処理水を灌漑用水路に放流することによって下流域の水需要を賄うべく、処理水の再利用が図られている。しかし近年、人口増加に伴って汚水量が増加し、排水路の水質が著しく悪化してきており、再利用が不可能なレベルの汚水については、排水路を通して、下流の沿岸や、周辺の沙漠地に無効放流されている。これら汚水の排出先となっている沿岸の水質汚染や、沙漠地への浸透放流による地下水の汚染が懸念されている。詳細は、第1編を参照願いたい。

農業省林業局では、これら廃水の放流による環境汚染を防止するため、汚水を利用した植林についての技術開発を進めており、エジプト国内の10箇所に試験場を設置している。これら10箇所の立地条件は多様で、土壌条件、処理水の水質、地下水位などの条件に合う樹種の組合せについて調査を行っている。

表 2-1 試験場概要

	所在地	試験場名	面積* (フェダン)	生産樹種	汚水量 ton/day
1.	Ismailia 州	Sarabium	500 F	スキ、マツ、マホガニー、 モクマウ、ユーカリ、桑	90,000
2.	Menoufia 州	Sadat	500 F	スキ、マツ、アカシア、 ユーカリ、モクマウ	18,000
3.	South Sinai 州	Tour Sinai	200 F	ユーカリ、モクマウ、 桑、ポプラ	3,500
4.	New Valley 州	Al-Kharga	300 F	ユーカリ、マホガニー、 モクマウ、ターミナリア	13,000
5.	New Valley 州	Paris	100 F	マホガニー、モクマウ	2,000
6.	Asswan 州	Edfu	300 F	マホガニー	8,000
7.	Luxor 州	Luxor	400 F	マホガニー、ユーカリ、 アカシア、桑	30,000
8.	Qena 州	Qena	500 F	ユーカリ、マホガニー	23,000
9.	Giza 州	Abu-Rawash	80 F	-	-
10.	Alexandria 州	9-N	60 F	-	-

*面積：1 フェダン=4,200m²

一方、エジプト国政府が重要な課題としている雇用対策については、1992年の10%から、2000年の7%まで減少しているものの、今後も毎年約50万人の雇用人口の増加(2.7%)が見込まれており、継続した雇用創出が大きな課題となっている。農業省林業局では、前述のように、廃水を利用して樹木を生産し、将来的には、木材産業として普及させることを目的としているが、木材以外の樹種にその対象種を広げ、花苗の生産や、緑化樹、桑などの生産を行い、花卉園芸産業、養蚕業などの新規産業の開拓を試みている。

農業省林業局では、ギザ州、エルサフ地区に新規の試験場を設置し、同地区の気候、土壌、廃水水質などの条件に合わせた新規産業の開拓を検討している。

2.2 事業地区の概況

ギザ州エルサフ地区は、首都カイロの南約50kmに位置し、ナイル川の東側に広がる農耕を中心とした集落の存在する地域で、ナイル川からの水を利用して麦などの畑作が行われている。同地区の東縁を北から南に向かって、エルサフ排水路が流れており、同地区の北約30kmに位置するヘルワン地区からの下水処理水や、沿線の集落からの生活雑廃水、農業排水などが流れ込んでおり、水質はきわめて悪く、嫌気化した黒い汚水が流れている。エルサフ排水路は、さらに南に向かって約40km続き、最終的には砂漠に放水されている。

農業省林業局は、このエルサフ排水路の東側に500フェダン（約200ha）の試験場を計画している。計画地の周辺は平坦な地形で、約6400haの土漠が広がっている。この土漠のさらに東側は、岩盤の露出した台地となっている。

試験場には現在、2階建ての管理棟（1階部分は発電機およびポンプ室、2階部分が事務所兼宿泊室）、貯水槽（2m×2m×6m（地下4m、地上2mH））、網室（9mW×60mL、3棟）、灌漑圃場（50フェダン：約21ha）が整備されており、他の苗畑で生産されたKaya（アフリカマホガニー）が移植されている。今後さらに、マツ類を50フェダン、桑を50フェダン植栽して活着率を調査し、成績の良い種類についてさらに植栽面積を増やしていく予定とのことであった。

エルサフ排水路から取水した汚水は、一旦貯水槽に入った後、ポンプによって圧送され、サンドフィルター、スクリーンフィルターによってろ過され、網室内のミストノズルによって灌水されており、他の苗畑で生産されたKayaの苗木の養生が行われていた。一方、灌漑圃場に送られた汚水は、灌水チューブを通して、移植された苗木に灌水されている。圃場の排水性が良くないようで、湛水した箇所が見られた。地下水位が高いことや灌水量が過剰になっている可能性もあり、いずれにしても、排水性を向上する必要がある。

表2-2 エルサフ地区試験場の水質、土壌分析値

	pH	EC	可溶性成分 meq/L				可溶性成分 meq/L		
			Na	K	Mg	Ca	Cl	HCO3	SO4
フェンス付近土壌	7.72	5.09	0.35	0.93	1.29	0.24	0.3	0.18	2.33
植栽地土壌	7.9	6.5	4.8	0.59	3.43	3.27	2.5	0.09	9.5
排水路水質	6.7	1.44	3.26	0.43	3.3	3.9	7.3	4.9	10.95
灌漑水水質	6.55	1.42	3.26	0.43	3.45	3.75	7.3	4.9	10.89

表2-3 エルサフ地区試験場の土質

	Clay	Silt	Sand	Texture
フェンス付近土壌	8.68	11	80.32	Loam sand
植栽地土壌	5.8	5.88	88.32	Sand

排水性の良い Sadat 地区や、廃水の水質の良好なイスマイリア地区など、他の地区で良好な結果が得られていても、エルサフ地区に適用可能かどうかについては、実際の試験結果を得てから判断する以外に方法が無いのが現状であり、植栽する植物の特性、廃水の水質、土壌条件、灌水方法について、総合的に調査、試験を行う必要がある。

2.3 計画の概要

[エルサフ地区廃水再利用農業技術開発普及センター整備計画]

調査団は、エルサフ地区の試験場視察に先駆け、中国の出資によって整備された Sadat City の試験場を視察したので、その概要を下記する。

エルサフ地区の試験場においても、同様のシステムによって、廃水を利用した植林や花卉、緑化木の苗木生産、桑の生産などによる新規事業の開発を実施する計画である。

Sadat City はカイロの北西約 80 km に位置し、カイロからアレキサンドリアにつながるデザートロードのほぼ中間地点に位置する。農業省森林局の試験場は、1997 年に設置され、中国の資金援助によって施設の整備が行われた。現在、500 フェダン（約 200 ha）の敷地を拡張中で、1000 フェダン（約 400 ha）に広げるべく建設工事が行われていた。

水源は、Sadat City の工業廃水で、日量 36,000 トンの汚水を 6,000 トンの貯水池 6 箇所貯留し、EM 菌によって処理した汚水をポンプにより圧送し、サンドフィルター、スクリーンフィルターによってろ過されて、網室（15 m × 60 m）およびパイプハウス（9 m × 60 m、3 棟）内のミストノズルによって灌水され、観賞植物や花卉苗が生産されている。また、敷地面積約 200 ha 全域に敷設された配管を通して、点滴灌漑による植林が行われており、スギ、マツ、ユーカリ、アカシアなどの樹種が順調に生育しており、成長量調査の結果では、通常より早い成長を示しているとのことであった。灌漑施設の拡張工事完了後は、桑の栽培試験を行うとのことであった。桑の栽培については、イスマイリア地区の試験場での栽培実績があり、通常の水を用いた灌水に比べて、処理廃水を使用した場合の方が、桑の収穫量も多く、生産した繭の重量は、清水で生産した桑を用いた場合の約 3 倍にまで増大したとのことであった。

本調査の対象地区であるエルサフ地区の試験場においては、排水路からの汚水を、サンドフィルター、スクリーンフィルターにてろ過しただけで灌水に使用しているが、Sadat City と同様に、汚水の貯水槽を設け、EM 菌などによる簡易な処理によって水質を改善し、また、現有するポンプの能力は、250 フェダン（約 100 ha）の灌漑に相当する容量しかなく、これを 500 フェダンにまで拡張する計画がある。また、同地区の土壌条件にあわせて、灌水方式を改善し、適用樹種を増やすための試験を実施し、将来的には、周辺に広がる約 6400 ha の土漠全域における廃水利用農業の普及を行うための技術開発センターとして整備する計画となっている。以下に、整備計画の概要について記す。

[エルサフ地区廃水再利用農業技術センター整備計画]

a) 簡易処理貯水池の整備

EM菌による処理や、曝気装置を整備し、排水路から取水した汚水の水質を改善する。

b) 送水、灌水施設の整備

最低500フェダン(約200ha)の灌水に必要な容量のポンプ施設を整備し、点滴灌漑、ミスト灌漑の施設を整備する。

c) 苗木生産施設の整備

現在の網室に加えて、パイプハウスを整備し、観賞植物や花卉苗の生産試験を行う。

d) 分析実験施設の整備

エルサフ排水路の水質をモニターすると共に、簡易処理後の水質についての分析を行なうための施設を整備し、植物の生理成長についての分析機器、生産物の評価や成分分析など行なうための実験施設を整備する。

e) 普及研修施設の整備

各種実験によって得られた成果を周辺に広がる約6400haの土漠の全域に廃水再利用農業を普及させるため、周辺住民や、大学の卒業生などの研修を行うための施設を整備する。

2.4 総合所見

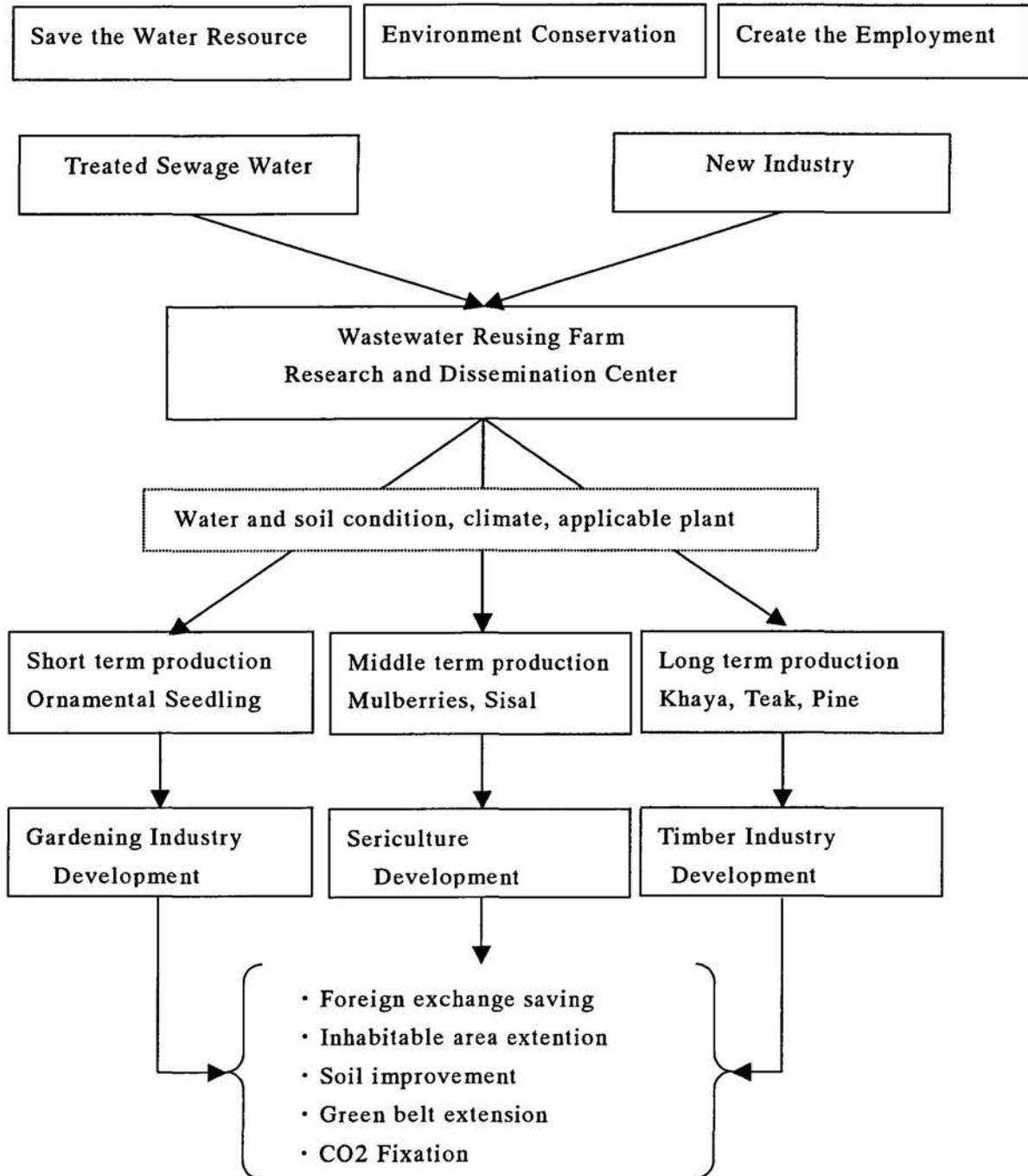
農業省林業局は、都市より排出される下水処理水を利用して数カ所で植林を行っている。現在ギザ州 El Saff で始めた同様の事業では、日本の技術を利用した農業開発(植林)を行いたい、との依頼があった。

調査団は3年前におこなわれた Sadat city の成果を視察し、その後事業が始められたばかりのギザ州 El Saff の現場を視察した。Sadat city には500フェダンに6種類(15種以上の品種)の樹木が植えられており、樹木の生長度合いは通常の水より早い、との説明であった。El Saff も同様のシステムで行う計画であり、現在モデル農場として500フェダンを整地している。今後、モデル農場でヘルワンからの下水処理水に適した樹種の選定を行い、最終的には16000フェダン(6400ha)の農場で下水処理水を利用した農業開発(植林)をおこなう計画がある。

現在のところ、木材生産を目的とした樹木の栽培を中心に廃水再利用が行なわれているが、木材生産によって収入を得られるまでの期間は短くても5年程度を要し、高値で販売できるマホガニーの場合は数十年を要するため、廃水再利用の技術によってその期間を短縮できたとしても、収入を得るに至るまでの年数が長く、新規に起業することが難しい。林業として安定した産業となるまでの間、花卉苗や観賞植物の苗木を生産し、短期間で収入を得られるよう栽培種の種類を増やすよう、技術を開発していく必要がある。また、桑の植林を行い、最終生産物である絹を生産し雇用を増大させるなど、養蚕業の開発の可能性も視野に入れ、最適樹種の選定試験室や下水処理水の水質試験室の整備を行なう、等の援助が考えられる。この点に関してエジプト側・日本側(林野局、養蚕局等)との協議が必要である。

2.5 参考資料

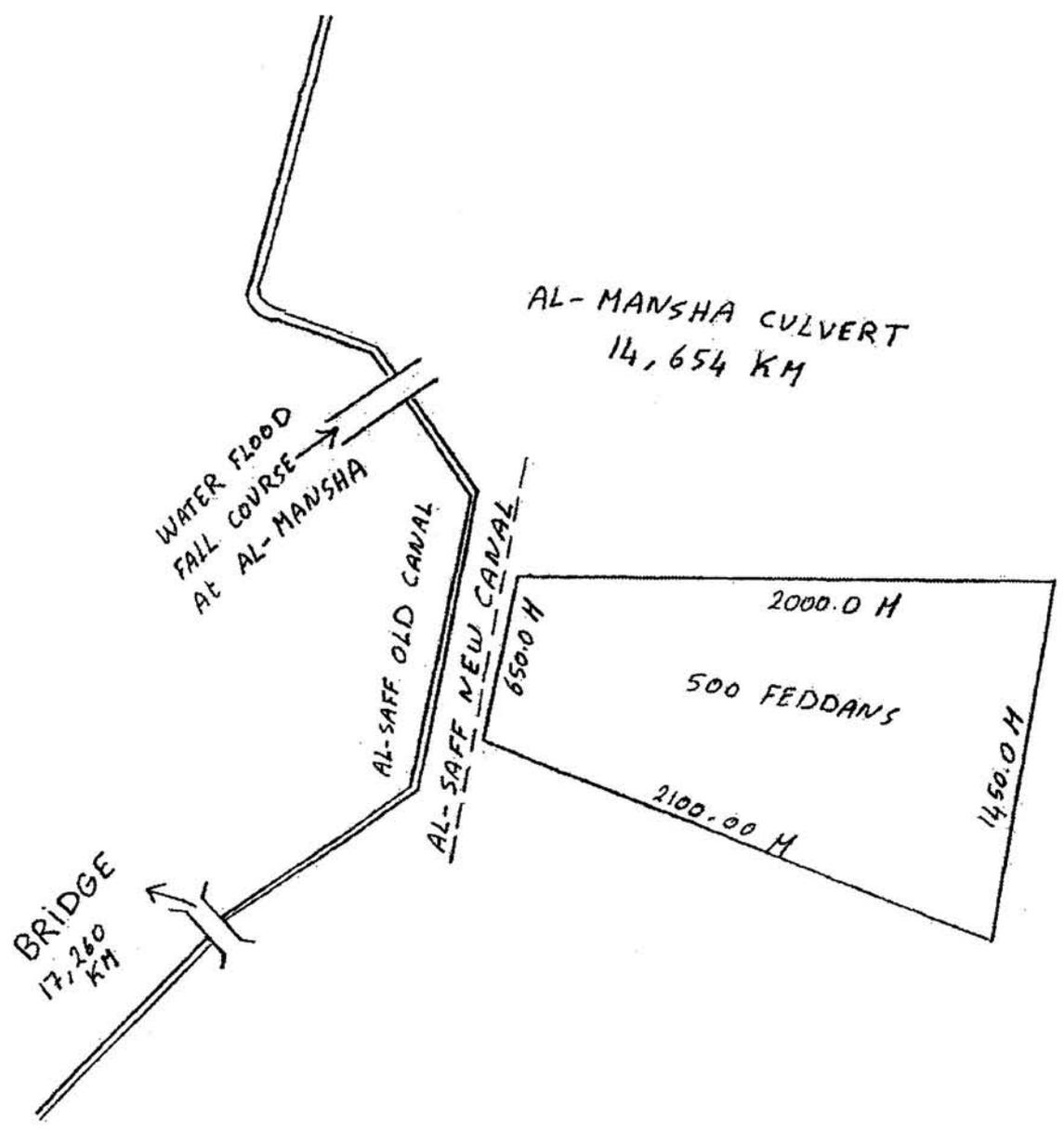
図 2-1 廃水再利用農業コンセプト



Component

- Water purification system
- Pump and pipeline
- Drip irrigation
- Greenhouse with shading net
- Pipehouse with shading net
- Tractor with trailer and implement
- Carbonizing plant
- Administration equipment
- Laboratory equipment
- Sericulture equipment

図 2 - 2 エルサフ地区廃水再利用農業技術普及センター計画地



第 3 編

フアユーム州機械化営農技術普及計画

第3編 ファイユーム州園芸技術普及センター整備計画

3.1 事業の背景

ファイユーム州は、首都カイロの南西約100 kmに位置し、ナイル川の西に広がる盆地の内部に存するオアシスとして有名な地である。生活用水、農業用水は町の東を流れるナイル川から取水しており、北側にあるクアルン湖に排水を流している。カイロに近いこと、農業生産地としても重要な地区であり、州独自の資金で積極的に農地開発を行なっている。大学新卒者の雇用促進を目的としたムバラクプロジェクトにより、就農希望者のための教育センターが設立されているが、実務的な訓練のための施設を充実させ、かつ、既存の農家の営農技術を向上させ、生産する作物の多角化をはかるため、州独自に技術普及センターを整備することを計画している。

表3-1 カイロ周辺各州の農地面積

州名	全面積	農地面積
カイロ	608km ²	0.24km ²
ファイユーム州	6,069km ²	14.4km ²
ギザ州	13,189km ²	8.0 km ²
アレキサンドリア州	2,819km ²	7.2 km ²

3.2 事業地区の概況

ファイユーム州の市街地中心から西へ約50 km離れた、クアルン地区に新たな農地開発を行なっており、既に5,000 フェダン(約2000ha)の農地、インフラ、排水路などの整備が完了している。ファイユーム州の新農村開発事務所には、農業省の職員が勤務しており、今後さらに5,000 フェダンの農地開発を行なう計画があるとのことであった。

圃場やインフラの整備は農業省開拓局が行なっており、大学の新卒者を対象に一人当たり5フェダン(2ha)の農地、住居が支給される。新卒者はムバラクプロジェクト研修センターにて、農業関連の基本的な技術についての教育を受け、ファイユーム州の研修センターで営農技術に関する教育を受けることができる。既存の研修センターは、約20人が入るテレビ、ビデオ付きの教室があるのみで、座学を中心とした研修内容となっている。

農業機械の使用方法に関する技術訓練や営農技術に関する実習を行なうための施設は無く、現状では新卒者の就農後の実務レベルの技術的なフォローが充分でないために、持続的な農業経営にいたるのが困難な状況にある。ファイユーム州では、こうした実習を行なうために施設の整備を計画しており、クアルン地区に訓練センターの敷地を確保している。

一方、ファイユーム州では、小麦、メイズ、タマネギ、園芸作物の生産が行わ

れているが、カイロ首都圏の生産基地としての野菜需要の高まりや、肥料・農業の減量のための有機農法への関心の高まりもあり、新卒者のみならず、既存の農家にとっても、園芸技術の普及が強く求められている。

表3-2 過去5年間の作付面積の推移（エジプト全国、1,000Feddan）

	1995	1996	1997	1998	1999
小麦	2,512	2,421	2,486	2,421	2,380
タマネギ	41	50	40	59	90
冬野菜	365	400	402	615	608
米	1,400	1,405	1,550	1,225	1,559
メイズ	1,751	1,768	1,636	1,698	1,561
夏野菜	525	574	612	773	760

現状では、タマネギ、小麦の栽培が多く見られ、園芸作物を栽培する網室や、トンネル栽培などはごくわずかであった。灌漑用水はナイル川から取水した水路を通して供給されており、圃場灌漑の方法は、畝間灌漑であった。ファイユーム地区の北側に位置するクアルン湖に近い圃場においては、地下水位が低いために、塩害が発生しており、沿岸道路沿いには塩害のために放棄された農地が見られた。畝間灌漑による過剰灌漑でリーチングを起こし、地下水の上昇によって地表に塩分集積が起きたためと思われる。点滴灌漑などの適正な灌漑方法を普及し、塩害の発生を避けるための技術導入が必要であろう。

3.3 計画の概要

ファイユーム州政府は、州西部のクアルン地区に1万フェダンの農地開発を行なっており、大学の新卒者を対象に入植を進める計画を立てている。この入植者の実務的な営農技術の向上や、既に農業を行なっている農民の園芸技術、節水灌漑技術、有機農業などの技術を普及させ、持続的な営農技術の訓練センターを整備する計画を立てている。センター建設用の用地は既に確保されており、敷地内には、管理等、作業場など、簡単な建屋の建設が完了している。以下に計画の概要について記す。

[ファイユーム州園芸技術普及センター機材整備計画]

a) モデル農場の整備

園芸施設の整備：温室やパイプハウスを設置し、施設園芸の技術に関する実習を行なう。

節水灌漑資材の整備：点滴灌漑や、スプリンクラー灌漑の資材を整備し、節水灌漑の技術に関する実習を行なう。

b) 園芸機械の整備

園芸農場の圃場管理機、耕作、播種、防除、等の作業の機械化技術に関する実習を行い、これら機械の操作、メンテナンスに関する技術普及を図る。

c) 実習施設の整備

Workshop や実験室の整備を行い、実習を中心にした研修を行なう。

また、有機農業の技術普及や、農民間の情報交換の場を提供する。

3.4 総合所見

若者の雇用促進を目的としてファユーム市西部で1万フェダンの農地開発を行っている。その中に農業機械化トレーニングセンター設立し、若者を対象とした農業機械技術の向上・機械化による農業生産性の増大を計画しており、日本の技術援助を必要としている。

農地整備はすでに5000フェダンが終わっており、住宅の建設、上水道・農業用水路等の整備も進んでおり、トレーニングセンターの用地も確保されている。

ファユーム市周辺の農作業状況は、農業機械の数が少ないこともあり余り農業機械がつかわれていなく、使われている農作業機械は故障が多い。

今後農地開発を行い、若者の定着を計るためには農作業の効率化、機械化営農技術の導入、農業機械の運転・維持知識の普及は重要と思われる。

このプロジェクトのために、エジプト側は既に準備段階を終えており、早急に事業を推進したい意向が伺える。また、エジプト側でトレーニングセンターの建設は可能と思われるため、建設案件より農業機械や必要なスペアパーツの供与を主とした機材案件が良いのではないかと思われる。今後、納入された農業機械が有効かつ長期に使用されるためには、どのようにトレーニングを行い、教師をどのように確保するのか、トレーニングセンターの維持をどのようにするのか等の具体的な方針を煮詰める必要がある。

添付資料

添付資料

1. 現地調査期間

木全 教泰：平成 14 年 1 月 18 日～1 月 30 日

安西 孝雄：平成 14 年 1 月 18 日～1 月 31 日

2. 調査団員名

木全 教泰：株式会社 三祐コンサルタンツ、海外事業本部 技術第 2 課

安西 孝雄：株式会社 クボタ、ポンプ事業部 農産・緑化グループ

3. 調査団の行程

月	日	曜	調 査 日 程	
			木 全	安 西
1	18	金	移動日(日本発)	移動日(シリア発)
	19	土	移動日(カイロ着)	移動日(カイロ着)
	20	日	排水研究所訪問・協議(農業集落排水処理施設の件) 環境庁及び農業省訪問・協議(処理下水利用植林の件)、 JICA 訪問	
	21	月	現地調査(Kafr Shoukr and Nizan drain 農業集落排水処理施設の件)	
	22	火	現地調査(Mahsama drain and Wadi drain 農業集落排水処理施設の件)	
	23	水	水資源灌漑省訪問・協議(農業集落排水処理施設の件) 排水研究所協議・資料収集(農業集落排水処理施設の件)	
	24	木	現地調査(Sadat city 処理下水利用植林の件)	
	25	金	資料整理	
	26	土	現地調査(Al Saff 処理下水利用植林の件) 水資源灌漑省訪問・協議(農業集落排水処理施設の件)	
	27	日	ファユーム州知事訪問・現地調査(農業機械化トレーニングセンターの件)	
	28	月	JICA 及び大使館報告 農業省訪問・協議(処理下水利用植林の件)	
	29	火	排水研究所訪問・協議(農業集落排水処理施設の件) JICA 専門家との協議(農業集落排水処理施設の件)	
	30	水	移動日(カイロ発、エチオピア着)	移動日(カイロ発)
	31	木		移動日(日本着)

4. 面会者リスト

- (1) 水資源・灌漑省 (Ministry of Water Resources & Irrigation)
Eng. Hussein El Atfy : Undersecretary of state minister's office affairs
Dr. M.B.A. Saad : Head of planning department
- (2) 排水研究所 (Drainage Research Institute)
Dr. Shaden T. Abdel-Gawad : Director
Dr. Ashraf El-Sayed Mohamed : Water quality specialist,
Head of open drainage Department
Eng. Magdy Mohamed Abdel-Naby : Research assistant
- (3) 農業省 (Ministry of Agriculture & Land Reclamation)
Eng. Mohamed Moustafa : Undersecretary of afforestation
Dr. Nasr R. Said : Forestry officer
Mr. Tallat Sayed : Manager of Egypt – Chinese Youth Friendship Forest
Eng. Mohamed Ibrahim : Project manager in El Saff
- (4) 環境省 (Ministry of Environment)
Dr. Mamdouh Riad : Minister
- (5) ファユーム州
Dr. Saad Nassar : Governor
Mr. Husein El Zomor : General secretary of Fayoum Governorate
Eng. Mohamed Seif : General manager of Development
Eng. Mohamed Abu Bakr : General manager of agricultural Mechanization
- (6) 在エジプト日本国大使館
山村研吾 : 一等書記官
- (7) 国際協力事業団エジプト事務所
岩間敏之 : 次長
花立大民 : 職員

5. 収集資料リスト

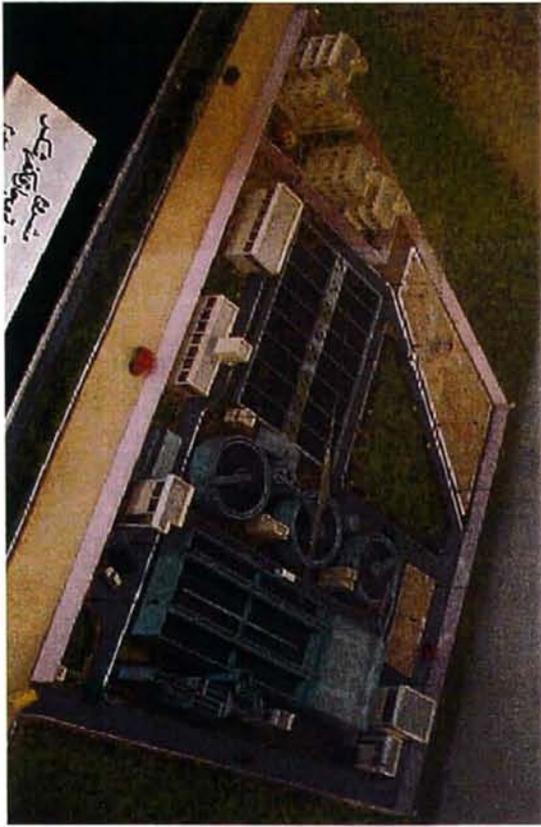
- (1) The Statistical Year Book 1993-2000,
- (2) The Law and the Executive Statutes of the Law on Environment,
- (3) 地図 (全 15 枚)
- (4) エジプトの水資源について
- (5) Water Policy till Year 2017
- (6) Drainage Research Institute

現場写真集

6. 現地写真集

(1) Kafr Shoukr 下水処理場、処理水の排出口

都市下水をバキュームカーで回収して処理している。処理水はかんがい排水路に放流している。1万トン/日の処理能力をもつ。現状では50%の稼働率。回収範囲を広げる予定。



(2) Mansoura 地区排水路

Mansoura 排水路から Nizam 排水路への合流点。かなり汚染が激しく、周辺に尿尿臭が漂う。



(3) Ismailia かんがい水路沿いの Mahasama ポンプ機場

Mahasama 排水路より、かんがい水路へ水をくみ上げるポンプ機場。排水をかんがい用水で薄めて、下流に流して再利用している。排水路の水質悪化のため、10年前から停止している。



(4) Ismailia かんがい用水路

かんがい用水路であるが、洗濯、食器洗いなどの生活雑排水、家庭ごみなども排出されている。多くのかんがい用水路がこのような状況で、家庭ゴミが延焼し、煙を上げるところも見られた。



(5) El-Saff 地区廃水再利用農業技術開発普及センター計画地



左側の建屋が事務所棟、兼、ポンプ室、発電機室。
入口左側の青い装置がサンドフィルター、スクリーンフィルター。
右側の網室内にはミスト灌水による苗木の生産が行なわれている。



点滴灌漑圃場に移植された Kaya。奥に湛水した箇所が見られる。

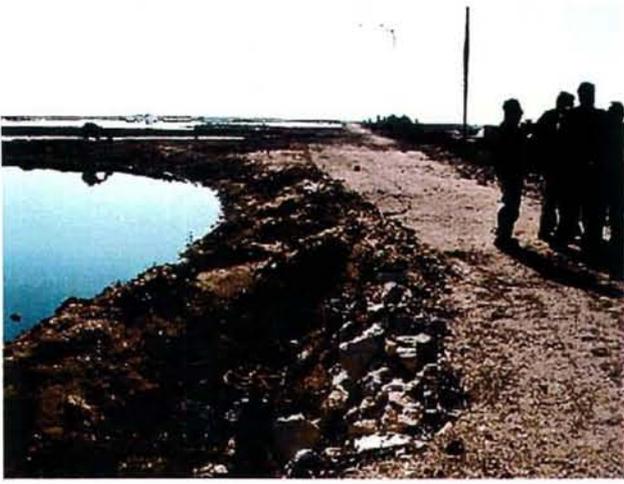
(6) Sadat 地区、エジプトー中国友好林



ハウス内で緑化樹の苗木生産を行なっている。



花卉苗を生産し、一般向けに販売されている。



廃水を貯留するラグーン。総容量は約6000トン。EM菌が添加しており、汚水の処理が行なわれている。かなり汚い水だが、臭いはほとんど無い。



移植後3年のスギ類。清水での生育より早く、材質も良好なものが得られるとのことであった。



ラグーンから試験場の方向を望む。左手奥にパイプハウス、網室がある。中央がポンプ、発電機室。サンドフィルターとスクリーンフィルターを通して、パイプラインに圧送し、植栽された樹木に灌水されている。



作業棟の屋上から望む試験場俯瞰。左奥に向かって新たにパイプラインを据え付けしており、工事完了後には桑を植栽するとのこと。

(7) ファイユーム州における農業の現状

ファイユーム州では、小麦、タマネギ、オリーブなどが主な農産物となっており、地下水位が低いと思われる、写真中央に見られるように深い排水路が整備されている。また、畝間灌漑によって灌水されており、クアルン湖付近の農場では、塩害のために放棄された箇所が見られる。



(8) ファイユーム州クアルン地区、農地開拓事務所、農業訓練所

農地開拓事務所内にあるワークショップで農業省所属のトラクターの修理が行なわれている。右の写真は、農業訓練所で、20人程度の研修生が講義を受けることができる。



(9) ファイユーム州園芸技術普及センター計画地

敷地の周囲は塀で囲まれており、事務所棟は既に完成している。

トラクターや給水車も所有しているが、かなり古いもののようにであった

