

要 約

1970年竣工のアスワン・ハイダム建設に見られるように、エジプト国を含むナイル川周辺国は、1945年以降継続的に水資源開発を行ってきたが、スーダンの内紛に端を発し、国際河川であるナイル川について1983年以降新たな水資源の開発が困難となっている。従って、年間降水量が5mm程度であるエジプト国にとって、ナイル協定による年555億 m^3 の既得水利権およびその他開発の可能性をもった地下水や再利用水が唯一の利用可能量である。このような状況のもと、エジプト国では水需要増が予測され、2020年ごろを境に水資源の逼迫が懸念されている。

エジプト国の総人口は約6,900万人(2001年)で、過去10年間で約1,200万人の増加を示し、主食である小麦の自給率は現在約50%に過ぎず、輸入に依存している状況である。エジプトでは新規耕地開発(水平的拡大)が進められているものの、上述したように限られた水資源および全国土面積の約4%という耕地面積では、増加する人口に見合う食糧を増産することは難しく、既存耕地の作付け率の向上、単位収量の増加を図る垂直的拡大も重要な農業政策として位置付けられている。従って、研究や事業を通して先進的な技術を導入することによって、灌漑システムにおける配水計画、水利施設における取水計画などにかかる総合的な水管理を行い、水利用効率を高め、圃場レベルに安定した必要水量を供給することが課題となっている。

このような背景のもと、エジプト国水資源灌漑省は、水資源の効率的利用、適正管理による需要と供給バランスの確保に貢献すべく全国の老朽化した堰や取水施設の近代的な施設への更新を行い、農業生産性の回復、農家所得の向上を図ろうとしている。

日本政府はエジプト国政府の要請に基づき、バハル・ヨセフ灌漑用水路の整備に対して1990年より支援を行っており、1992年には同灌漑用水路全体の開発調査結果を「バハルヨセフ地区灌漑整備計画調査」として報告書に取りまとめた。この結果をもとにエジプト政府は同用水路最下流に位置するラフーン堰の改修に対して「バハルヨセフ灌漑用水路整備計画」として無償資金協力を要請し、1997年にその改修工事が実現した。続いて2002年「バハル・ヨセフ灌漑用水路マゾーラ堰整備計画」として、その上流に位置するマゾーラ堰についても同じく無償資金協力が供与された。エジプト政府は上記2堰の改修成果を評価し、さらに上流に位置する老朽化の著しいサコーラ堰を更新し、水位・流量調節が容易なオーバーフロータイプのゲートを導入することにより、適正な水管理を実践し対象受益地への灌漑用水の安定供給を行うことを目的として、無償資金協力事業を要請したものである。要請内容は以下のとおりである。

- 既設サコーラ堰本体の更新
- 主ゲートの電動式オーバーフロータイプへの更新
- 管理棟の建設
- 併設橋の改修、改善

この要請に対して、国際協力事業団は2003年2月から3月にかけて基本設計調査団を派遣し、エジプト国関係者と協議を行い要請内容の確認を行うとともに、要請のあったバハル・ヨセフ灌漑用水路サコーラ堰や対象受益地の営農状況、維持管理体制の現状などについて現地調査を行った。調査の結果、要請のあったサコーラ堰については、老朽化による機能低下が深刻な状況にあり、堰上流灌漑対象受益地への水供給が不安定

な状況となっていることから、早急に施設改修が必要であることが認められた。そこで、日本国内での協力内容の基本設計を経て、2003年6月に基本設計概要説明調査団を派遣し、エジプト国関係者と基本設計およびプロジェクトの内容について協議、確認を行った。プロジェクトの内容は以下のとおりである。

既設サコーラ堰本体およびゲートの更新：

堰からの漏水を防止するために、著しく老朽化したサコーラ堰本体およびゲートの改修を行うこととする。さらに、堰上流側の水位を安定させる上で現在のアンダーフロータイプに比較して、操作精度に勝り、小流量から大流量までの流量変化に容易かつ短時間で対応可能な電動式オーバーフロータイプを採用する。本無償資金協力は、既設サコーラ堰を電動式のオーバーフロータイプゲートを付した堰に更新することにより、受益地に安定した灌漑用水を供給することに資金を提供するものである。

管理棟：

上述のオーバーフロータイプゲートによる精度の高い水位・流量調節を実践するためには、①ゲート操作盤、②電気設備、③予備発電機など管理用機器・機材の設置が必要であり、砂嵐等の天候の変化から、これらの機器・機材を守るための格納施設が必要である。また、サコーラ堰本体、ゲート設備含む上記機器類の保守点検を行う上で、データ収集等を継続的に行うことが可能な設備維持管理事務所が必要である。さらに、将来のバハル・ヨセフ灌漑用水路全体の流量管理、統合水管理システムにおけるサブシステムの役割を担う水管理事務所ならびに技術指導の場が必要である。よって、サコーラ堰改修に際し、管理棟を併設する。

併設橋：

サコーラ堰は首都カイロの南約180km、ミニア県サコーラ町の中央部にある。サコーラ町およびその周辺地域はバハル・ヨセフ灌漑用水路の両岸に形成されており、サコーラ堰の併設橋はこの地域における人やモノの流れの中心に位置している。基本設計調査時に実施された交通量調査によると、トラック、軽トラック、トラクターおよび馬車など、地域の農産物を含む物流に関わる平日の交通量は約1,100台/日、さらに、モーターバイクおよび自転車を含めた人の往来は約9,500人/日に及ぶ。また毎週日曜日にはサコーラ堰周辺でオープンマーケットが開かれ、周辺町村から流入する人や車輦で終日混雑する状況である。この様に、物流および人の往来ともに、併設橋が日常的な地域交通に果たす役割は極めて高い。

しかしながら、既設併設橋の現況幅員は4mと狭く、車輦は片側交互通行により堰上を横断せざるを得ず、人の往来も相まって非常な混雑をみせている。また、本橋はレンガアーチ構造で、表面レンガは欠落しており、荷重制限により大型車の通行が禁止されている。従って、現状の交通量、農産物の輸送量に見合った規模の併設橋に改修・改善し、事業対象受益地域の市場流通環境の改善に寄与することとする。

基本設計によって決定した改修するサコーラ堰および付帯する設備の内容・規模は下表のとおりである。

項目	設計仕様など	
1) 設計通水量 ／計画水位	・最大通水量：193.64 m ³ /sec ・最小通水量：39.76 m ³ /sec	・上流側最高管理水位：33.70m ・下流側最低管理水位：30.28m
2) 堰体	・鉄筋コンクリート造	
3) ゲート駆動方式	・電動ワイロープウインチ	・上段扉：1.5kW、下段扉：5.5kW
4) ゲート径間	・幅 8.0m x 高 5.8m x 4 径間	・ゲート敷高：28.0m
5) ゲートタイプ	・オーバーフロー越流タイプゲート ・前方三方ゴム水密	・摺動式二段ローラーゲート ・上段扉高：2.8m、下段扉高：3.0m
6) エプロン	・上流エプロン長：6.0m ・中間・下流エプロン長：27.0m	・上流エプロン敷高：27.55m ・下流エプロン敷高：27.50m
7) 護床工	・コンクリートブロック工	
8) 締切堤	・鋼矢板 III および IV 型 L=10.5～12.5m	・石張法面保護工 総延長 L=133m
9) 護岸工	・鋼矢板 III および IV 型 L=9.0～12.5m	・石張法面保護工 総延長 L=157m
10) 併設橋	・鉄筋コンクリート T 桁 ・設計荷重：60 トン	・橋長：40.0m ・片側 1 車線全幅：12.8m
11) 管理棟	・平屋 RC 柱梁、壁ブロック造 ・床面積：78m ²	・遠方操作室、倉庫、台所、トイレ、予備 発電機格納、など
12) 操作パネル (遠方操作/ 機側操作)	・上下段ゲート操作ボタン ・ブザーストップボタン ・ランプテストボタン ・上下段開度計、上下流水位計	・ゲート放流、積算計 ・水位、ゲート開度、放流量日記録計 ・非常停止ボタン ・場内電話器、など
13) 予備発電機	50kVA、380V/220V 1機 (1.3m x 2.63m x 1.0m)	

本プロジェクトを実施する場合、実施設計に 5 ヶ月、建設に 21 ヶ月を要する。また、協力対象事業を実施する場合の概算事業費は、24.11 億円（日本側負担分：21.33 億円、エジプト国側負担分：2.78 億円と見積もられる。

プロジェクト実施後の直接効果として、サコーラ堰が改修されれば、堰上流側の水位が安定し、適切に灌漑用水を供給することによって重力灌漑地区における灌漑取水量の増加が見込まれ、年間 9,156 千 m³（夏作 5,639 千 m³、冬作 3,517 千 m³）の灌漑不足量が解消されることが期待される。また、以下の間接効果が考えられる。

重力灌漑地区における単位収量および作物生産量の増加：

サコーラ堰の改修後、上述した(1)直接効果により水量不足（夏作 5,639 千 m³、冬作 3,517 千 m³の不足）が解消された場合、計画どおりの用水量が配水されることから、作物単位収量は現況に対し 2%~11%程度増加すると算出される。重力灌漑地区全体の作物生産量としては、525,348 t から 560,993 t と 35,645 t の増収が見込まれ、約 7%増加する。

農業生産額の向上：

上述した単位収量の増加から、対象受益地全体の農業生産額が現在の 292,749 千 LE(エジプトポンド)／年から 303,221 千 LE／年に増加すると算定され、3.6 %の増額である。これを現在の平均農家収入 2,250 LE／年に乗じて換算すると事業実施後の一戸当たりの農家所得は、約 2,330 LE／年に向上する。

ポンプ灌漑地区におけるポンプ過剰運転、維持管理費の軽減：

サコーラ堰上流側の不安定な水位により灌漑ポンプの設計吸水位が確保されておらず、ポンプ揚水量不足を来たしている。かかる状況のもと、ポンプ稼働時間を長くすることで必要揚水量を確保せざるを得ず、ポンプの故障の原因となっていることに加え、頻繁に予備ポンプの稼働も強いられている。サコーラ堰が改修されることにより、堰上流側の水位が安定するので、ポンプ場設計吸水位が常時確保されることになり、ポンプの運転コスト、維持管理費が軽減されることが期待される。

併設橋拡幅による農産物流通改善：

サコーラ堰の改修後の幅員は 12 m となるため、片側 1 車線の常時通行ができ、さらに現在では施設の老朽化のため制限されている大型車輛の通行についても、積載荷重 60 t の車輛の通行が可能となる。従って、本併設橋の改修は事業対象受益地域において産出される農産物のスムーズな出荷、大量輸送など流通環境の改善に効果がある。

衛生改善：

既設サコーラ堰の直下流側は、地域住民、家畜が雑・飲料水に利用している。しかしながら、同堰周辺における試験紙による簡易水質検査結果によると、生活用水には不適と判定された。これは現在の既設堰では、老朽化により操作が出来ないゲートがあることや下段ゲートからのアンダーフロー放流を行っているため、上流から流れてくる家畜の屍骸やゴミが上段ゲートに長期間に亘って留まることにより、腐敗し水質悪化を起していることが原因である。プロジェクト実施後はゲートが改修され、常時ゲートのオーバーフロー放流が可能となり、上段にゴミが留まらなくなり、不衛生な状況は解消される。堰改修により水質が改善され、健康面でのプラスの効果が期待できる。

「エ」国では、主食である小麦の自給率が約 50%に留まり、人口増加に見合う食糧増産が急務となっており、上位計画の中で垂直的拡大農業政策が掲げられ、総合的な水管理を行うことにより、水利用効率を高め、圃場レベルに安定した必要水量を供給することが重要な施策とされている。こうした背景から、水資源灌漑省は老朽した灌漑に対する改修や更新を段階的に行っているが、依然として建設後 100 年以上経過した漏水等の問題を抱えた取水施設が広く利用されており、垂直的拡大農業政策の大きな障害となっている。

バハル・ヨセフ灌漑用水路への取水量はナイル協定水量の約 8%に相当し、その総灌漑面積は「エ」国全耕地面積の 11%を占める。このように、同用水路は「エ」国の重要な農業基幹施設であるが、サコーラ堰に代表される各支線水路への取水堰が老朽化しているため、圃場への安定した水供給が達成されず、農業生産性への影響が懸念されている。サコーラ堰が対象とする灌漑面積は約 34,700 ha、全体受益者数は約 97,000 世帯 536,000 人に及ぶため、同堰を改修し、水の安定供給を実現することは、「エ」国の農業発展に大きく寄与するものと思われる。

なお、「エ」国は、ナイル川に既設する調節堰や取水堰などの大規模堰の改修についてはヨーロッパ諸国へ支援を要請し、調査や堰改修事業を行ってきた。一方、幹線水路に付帯する施設の改修については、我が国に対して支援を要請し、ラフーン堰およびマゾーラ堰が改修された。従って、本プロジェクトは改修済みである両堰と整合性のある事業として期待される。

本プロジェクト実施後の運営・維持管理は西ミア地方灌漑局 (IDir.)、西バハル・ヨセフ監督官事務所が行うことになるが、無償実施済み 2 堰の運営・維持管理の経験から、適正な維持管理が実施されるものと判断する。

以上より、本プロジェクトでの無償資金協力の必要性および妥当性は高いと判断される。なお、本プロジェクト実施による環境への負の影響はない。また、本プロジェクトの期待される効果がより一層効率的に発現し、持続するためにサコーラ堰改修とともに、以下の内容がエジプト側で実施されることを提言する。

IIP 事業の拡大：

水資源灌漑省が全国 10 県で実施中であるメスカ改善事業の成果をもとに、サコーラ堰の対象受益地へメスカ改善事業を展開することによって灌漑効率が改善され、更なる単位収量の向上、また灌漑余剰水が生まれることになれば、灌漑面積の拡大が図られるため早期の実施が期待される。

Old ポンプ場のポンプ・ユニットの更新：

サコーラ堰のポンプ灌漑地区において、1960 年代に建設された Old ポンプ場のユニットは、機能低下が始まり、灌漑地区への適正な配水に支障を来すことが憂慮されている。これらポンプユニットは、2004 年度に全面更新が決定しているが、水資源灌漑省はこの更新事業を確実に実施するよう支援する必要がある。

ゲート操作技術指導にかかる地方灌漑局の連携：

無償実施済みであるラフーン堰およびマゾーラ堰の運営・維持管理は、ベニスエフ地方灌漑局(Irrigation Directorate : IDir.)によって行われており、我が国の短期専門家派遣によるゲート操作技術の一層の向上ならびに実施済み 2 堰の一元流量管理にかかる運用技術の習得が期待されている。本プロジェクト実施後のサコーラ堰については、西ミア IDir.が技術指導を実施することになる。既に 2 堰の運用を経験しているベニスエフ IDir.が中心となって、ミア IDir.関係職員に対するゲート操作にかかる技術指導を行うことが重要な要件となる。

目 次

序文	
伝達状	
位置図／完成予想図	
現地写真	
要約	
目次	
図表リスト／略語集	

頁

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1 現状と課題	1-1
1-1-2 開発計画	1-2
1-1-3 社会経済状況	1-4
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯および概要	1-5
1-2-1 要請の背景、概要	1-5
1-2-2 プロジェクト対象地域の問題点	1-6
1-3 我が国の援助動向	1-8
1-4 他ドナーの援助動向	1-9

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-2 財政・予算	2-4
2-1-3 技術水準	2-6
2-1-4 既存の施設・機材	2-6
2-1-4-1 バハル・ヨセフ灌漑用水路	2-6
2-1-4-2 無償資金協力実施済み堰	2-8
2-1-4-3 既設サコーラ堰	2-9
2-2 プロジェクト・サイトおよび周辺の状況	2-26
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-26
2-2-2 自然条件	2-28
2-2-3 その他	2-31

第3章 プロジェクトの内容

3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の基本設計	3-4
3-2-1	設計方針	3-4
3-2-1-1	基本方針	3-4
3-2-1-2	自然条件に対する方針	3-4
3-2-1-3	地質・土質条件に対する方針	3-5
3-2-1-4	社会経済条件に対する方針	3-6
3-2-1-5	営農・灌漑条件に対する方針	3-7
3-2-1-6	バハル・ヨセフ灌漑用水路に対する方針	3-8
3-2-1-7	サコーラ堰体改修に対する方針	3-11
3-2-1-8	ゲート操作、水位・流量調節に対する方針	3-13
3-2-1-9	管理棟に対する方針	3-19
3-2-1-10	併設橋に対する方針	3-23
3-2-1-11	建設事情／調達事情に対する方針	3-24
3-2-1-12	ゲート調達方法に係る方針	3-24
3-2-1-13	その他資機材調達方法に係る方針	3-25
3-2-1-14	施工計画、工法に係る方針	3-29
3-2-1-15	仮設工事に対する方針	3-31
3-2-1-16	現地業者の活用に係る方針	3-38
3-2-1-17	施設の運営・維持管理に対する方針	3-39
3-2-1-18	実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針	3-39
3-2-1-19	工期に係る方針	3-40
3-2-2	基本計画	3-41
3-2-2-1	サコーラ堰体	3-41
3-2-2-2	護床工および護岸工	3-60
3-2-2-3	ゲート施設	3-66
3-2-2-4	併設橋	3-67
3-2-2-5	管理棟	3-68
3-2-2-6	操作パネル	3-69
3-2-2-7	その他計画機材、設備の仕様と数量	3-70
3-2-3	基本設計図	3-71
3-2-4	施工計画／調達計画	3-90
3-2-4-1	施工方針／調達方針	3-90
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項	3-91
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分	3-92
3-2-4-4	施工監理計画／調達管理計画	3-93
3-2-4-5	品質管理計画	3-96
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-96

3-2-4-7	実施工程	3-97
3-2-5	ゲート操作にかかる技術指導計画	3-101
3-2-5-1	サコーラ堰改修時における技術指導	3-101
3-2-5-2	将来的な安定的水供給のための技術指導	3-102
3-3	「エ」国側分担事業の概要	3-106
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-107
3-4-1	運営・維持管理体制	3-107
3-4-2	維持管理内容	3-108
3-5	プロジェクトの概算事業費	3-110
3-5-1	協力対象事業の概算事業費	3-110
3-5-2	運営・維持管理費	3-111

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1	プロジェクトの効果	4-1
4-1-1	直接効果	4-1
4-1-2	間接効果	4-2
4-1-3	その他想定される効果	4-4
4-2	課題・提言	4-6
4-3	プロジェクトの妥当性	4-7
4-4	結論	4-8

[資料]

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. エジプト国の社会・経済状況
5. 討議議事録
6. 基本設計概要表
7. 入手資料リスト
8. その他資料・情報

図表リスト

図リスト

図 1-2.1	サコーラ堰対象受益地概念図	1-7
図 1-2.2	過去6年間におけるサコーラ堰上下流観測水位(7月)	1-7
図 2-1-1.1	水資源灌漑省組織図	2-2
図 2-1-3.1	西ミアおよびベニスエフ地方灌漑事務所関連図	2-6
図 2-1-4.1	バハル・ヨセフ用水路の流量	2-8
図 2-1-4.2	バハル・ヨセフ灌漑用水路の各堰の上下流水位	2-21
図 3-2-1.1	用水路標準断面	3-9
図 3-2-1.2	バハル・ヨセフ用水路計画縦断面図(サコーラ堰付近)	3-10
図 3-2-1.3	サコーラ堰の位置選定比較図(開発調査案)	3-12
図 3-2-1.4	サコーラ堰の位置選定比較図(要請書案)	3-12
図 3-2-1.5	堰位置関係図	3-20
図 3-2-1.6	併設橋標準断面	3-23
図 3-2-2.1	計画最大流量時の水理縦断面	3-42
図 3-2-2.2	ゲート天端標高および扉高(1/2)	3-45
図 3-2-2.3	ゲート天端標高および扉高(2/2)	3-45
図 3-2-2.4	エプロン長の仮定断面	3-49
図 3-2-2.5	上流エプロン長の断面	3-51
図 3-2-2.6	ゲートピア一天端標高説明図	3-53
図 3-2-2.7	サコーラ堰 ゲートピア上部側面図	3-54
図 3-2-2.8	護床工の検討	3-61
図 3-2-2.9	ゲート下端放流時の水理状況	3-62
図 3-2-2.10	鋼矢板護岸工の検討	3-63
図 3-2-2.11	併設橋活荷重状態図	3-67
図 3-2-2.12	併設橋の標準断面図	3-68
図 3-2-4.1	実施工程表	3-100
図 3-2-5.1	地方灌漑局の関連図	3-102
図 3-2-5.2	3堰一元管理の概念図	3-104
図 3-4-1.1	西ミア地方灌漑局の組織図	3-108

表リスト

表 1-1.1	「エ」国の水需給状況および将来予測	1-1
表 1-1.2	「エ」国の人口の推移と農地面積の変遷	1-2
表 1-1.3	経済基準指標	1-4
表 1-1.4	GDP 分野別構成比(%)	1-5
表 1-3.1	我が国無償資金協力の援助実績	1-8
表 2-1-1.1	既設サコーラ堰運用・維持管理人員配置	2-1
表 2-1-1.2	ラフーンおよびマゾーラ堰の人員配置	2-3
表 2-1-2.1	「エ」国家予算と水資源灌漑省のプロジェクト支出実績	2-4
表 2-1-2.2	サコーラ堰の過去5年の維持管理費	2-4
表 2-1-2.3	ポンプ場の過去5年の維持管理費	2-5
表 2-1-2.4	ラフーンおよびマゾーラ堰の過去6年の維持管理費	2-5
表 2-1-4.1	バハル・ヨセフ用水路の灌漑面積	2-6
表 2-1-4.2	ピア一部の強度試験結果の概要	2-10
表 2-1-4.3	既設ピア一の概略応力検討	2-10
表 2-1-4.4	事業対象受益面積	2-12
表 2-1-4.5	事業裨益人口	2-13
表 2-1-4.6	受益地内の農家戸数	2-13
表 2-1-4.7	受益地内の農家1戸あたり土地所有面積	2-13
表 2-1-4.8	重力灌漑地区の水路施設概要	2-14
表 2-1-4.9	ポンプ灌漑地区の水路施設概要	2-15
表 2-1-4.10	農民組織への加入状況	2-17
表 2-1-4.11	代表的作付け作物とその作付けパターン	2-17
表 2-1-4.12	受益地における作物別作付け面積と作付け率	2-18
表 2-1-4.13	作物別消費水量	2-19
表 2-1-4.14	村落用水量	2-20
表 2-1-4.15	サコーラ堰掛かり必要用水量	2-20
表 2-1-4.16	重力灌漑地区における月別必要用水量と実取水量	2-22
表 2-1-4.17	ポンプ灌漑地区における月別必要用水量とポンプ揚水量	2-22
表 2-1-4.18	灌漑用水管理に関する意識調査結果	2-22
表 2-1-4.19	排水機場の排水量	2-23
表 2-1-4.20	ダハブ堰とサコーラ堰間におけるバハル・ヨセフ用水路水収支	2-25
表 2-2-1.1	ミニア県地区別道路舗装状況	2-26
表 2-2-2.1	サコーラ堰の断水期間	2-29
表 2-2-2.2	周辺地域の地質層序表	2-30

表 3-1.1	サコーラ堰の改修概要	3-3
表 3-2-1.1	サコーラ堰周辺の地質・土質構成	3-5
表 3-2-1.2	サコーラ堰ゲート駆動方式の比較検討表	3-14
表 3-2-1.3	水位・流量の調節方式の比較検討表	3-16
表 3-2-1.4	“上段ゲートのオーバーフロー”タイプゲートの型式比較選定表	3-18
表 3-2-1.5	鋼矢板の調達方法の比較(仮設工事に使用する場合)	3-26
表 3-2-1.6	鋼矢板の調達方法の比較(本設工事に使用する場合)	3-27
表 3-2-1.7	輸入計画：工事用資材・資機材・建設機械	3-28
表 3-2-1.8	コンクリートの強度および数量	3-29
表 3-2-1.9	頂版施工工法比較	3-31
表 3-2-1.10	仮締切工法比較	3-33
表 3-2-1.11	排水工法比較	3-34
表 3-2-1.12	二重鋼矢板打設工法比較	3-35
表 3-2-1.13	既設横断部締切工法比較	3-36
表 3-2-1.14	仮設ヤード使用比較検討	3-37
表 3-2-2.1	サコーラ堰改修位置の比較検討表	3-41
表 3-2-2.2	計画最大流量時の水理検討(ゲート敷高嵩上げ高：0.45m)	3-43
表 3-2-2.3	ゲート径間割り比較表	3-48
表 3-2-2.4	ブライのCとレーンの重みつきクリープ比C'	3-49
表 3-2-2.5	ゲートピア―上部におけるゲート設備保守・点検項目	3-54
表 3-2-2.6	鉄筋コンクリートの許容応力度	3-55
表 3-2-2.7	無筋コンクリートの許容応力度	3-55
表 3-2-2.8	基礎地盤支持力計算表	3-57
表 3-2-2.9	ゲートピア―安定計算における組合せ荷重	3-58
表 3-2-2.10	ゲートピア―安定計算結果一覧表	3-59
表 3-2-2.11	ゲート下端からの放流時の検討結果	3-61
表 3-2-2.12	締切堤護岸方式の比較検討表	3-65
表 3-2-2.13	サコーラ堰のゲート設計仕様	3-67
表 3-2-2.14	管理棟の構成およびスペース	3-68
表 3-2-2.15	遠方操作パネルの構成	3-69
表 3-2-2.16	機側操作パネルの構成	3-69
表 3-2-2.17	予備発電機の仕様	3-70
表 3-2-4.1	技能工の派遣内容	3-91
表 3-2-4.2	仮設ヤード 施工区分	3-92
表 3-2-4.3	受電設備 施工区分	3-93
表 3-2-4.4	常駐管理技術者配置計画	3-94
表 3-2-4.5	詳細設計要員計画	3-95
表 3-2-4.6	施工監理作業内容	3-95
表 3-2-4.7	施工監理要員配置計画	3-96

表	3-2-4.8	品質管理計画	3-96
表	3-2-4.9	主要工種の施工日数	3-98
表	3-2-5.1	3 堰の対象灌漑面積と最大灌漑用水量	3-104
表	3-4-1.1	サコーラ堰運用・維持管理人員配置	3-108
表	3-4-2.1	主要な長期更新・補修内容	3-109
表	3-5.1	サコーラ堰の過去5年の年間維持管理費と改修後の維持管理費	3-111
表	3-5.2	西バハル・ヨセフ監督官事務所における年間運営維持管理実績および予算 ...	3-111
表	4-1-1.1	重力灌漑地区における月別必要用水量と実取水量の比較	4-1
表	4-1-2.1	乾燥地における灌漑と無灌漑の場合の作物収量比	4-2
表	4-1-2.2	計画水量が灌漑された場合の現況に対する増収率	4-3
表	4-1-2.3	事業実施前後の農業生産額の変化	4-3
表	4-1-3.1	重力灌漑支線水路における堰崩壊による取水量の減少	4-5
表	4-1-3.2	ポンプ灌漑地区における堰崩壊による取水量の減少	4-5
表	4-1-3.3	サコーラ堰崩壊による農業生産被害額	4-6

略語集

略語

水資源灌漑省	Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI)
外務省	Ministry of Foreign Trade (MFT)
灌漑総局	Irrigation Department (ID)
機械電気局	Mechanical and Electrical Department (MED)
灌漑改善局	Irrigation Improvement Sector (IIS)
灌漑局	Irrigation Sector (IS)
ミニア地方灌漑改善局	Minia Irrigation Improvement Project (ミニア IIP)
ベニスエフ地方灌漑改善局	Beni Suef Irrigation Improvement Project (ベニスエフ IIP)
地方灌漑局	Irrigation Directorate (IDir.)
西ミニア地方灌漑局	West Minia Irrigation Directorate (西ミニア IDir.)
ベニスエフ地方灌漑局	Beni Suef Irrigation Directorate (ベニスエフ IDir.)
灌漑改善事業	Irrigation Improvement Project (IIP)
灌漑支援サービス	Irrigation Advisory Service (IAS)
維持管理	Operation and Maintenance (O/M)
水利組合	Water User's Association (WUA)
国連食糧農業機関	Food and Agricultural Organization (FAO)
国内総生産	Gross Domestic Product (GDP)

単位

cm	centimeter	℃	centigrade
cu.m	cubic meter	cms (m ³ /sec)	cubic meter per second
フェダ ^ン	feddan (= 0.42ha)	ha	hectare (=2.38 フェダ ^ン .)
hr	hour	kg	kilogram (=1,000 gram)
km	kilometer	km ²	square kilometer
lit.	liter	lit/sec	liter per second
m	meter	MCM	million cubic meter
mg/lit.	milligram per liter	meq/lit.	milliequivalent per liter
m/s	meter per second	ppm	parts per million
t	ton (1,000 kg)	%	percent
Ardeb	小麦：150kg、豆類：155kg、メイズ：140kg、ごま：120kg		
Cantar	綿花：100kg		

通貨

エジプト・ポンド	Egyptian Pond (LE)
エジプト・ピアスタ	Egyptian Piaster (Pt) (1 LE = 100 Pt)
日本円	Japanese Yen (J¥)
アメリカ・ドル	US Dollar (US\$)

換算率 (2003年4月)

LE	= J¥ 24.95
US\$	= LE 4.88
US\$	= J¥ 121.77

語彙

メスカ	Mesqa：農民が自身で建設した末端水路
サキア	Sakia：水位の不足する支線水路から圃場小用水路へ揚水する畜力水車
ニリ作物	Nile Crop：夏作から冬作への移行期に水消費を節約する目的で作付けされる作物

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

(1) 対象国の概要

エジプト・アラブ共和国（以下「エ」国と称す）は北側を地中海、東側を紅海に臨んだアフリカ大陸の東北端に位置している。国土面積約 100 万 km² の内、96%は砂漠地帯であり、居住可能、可耕地域は僅かに 4%に過ぎず、ナイル渓谷、デルタ地域に集中している。その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平野および河岸段丘で構成される。その幅は最小 300 m から、場所により最大 25 km 程度となる。ナイル渓谷を囲う河岸段丘は、南から北へと次第に低くなり、ルクソール付近では標高約 400 m、ミニア付近で 200m、カイロでは標高 150m 程度である。この河岸段丘の両側に広大な砂漠が広がっている。

調査対象地域の位置するミニア県の平均気温は冬期（10月～4月）の1月に最低となり 4.1℃、夏期（5月～9月）は7月に最高となり 36.7℃程度であるが、40～45℃に達することもある。湿度は年間を通して低く、12月の65%が最高で5月の36%が最低であり、4月～7月は非常に乾燥した気候となる。一方、年間降水量は平均 5 mm 前後で冬期に降るが、稀にまとまって降ることもあり、ワジ（水無谷）に洪水を引き起こすことがある。特に、ミニア県付近のナイル川右岸側は標高 100～200 m 前後の石灰岩台地が広がり、そこに南東～北西向きにワジが発達している。

(2) 水資源の逼迫

1970 年竣工のアスワン・ハイダム建設に見られるように、「エ」国を含むナイル川周辺国は、1945 年以降継続的に水資源開発を行ってきたが、スーダンの内紛に端を発し、国際河川であるナイル川について 1983 年以降新たな水資源の開発が困難となっている。従って、年間降水量が 5 mm 程度である「エ」国にとって、下表に示すとおりナイル協定による年間 555 億 m³ の既得水利権およびその他開発の可能性をもった地下水や再利用水が唯一の利用可能量である。このような背景のもと、「エ」国では水需要増が予測され、2020 年ごろを境に水資源の逼迫が懸念されている。

表 1-1.1 「エ」国の水需給状況および将来予測（単位：億 m³/年）

区分	1982年 ICID	1994年 ICID	1997年 W/P	2000年 ICID	2017年 W/P	2027年 ICID
需要						
1)農業用水	270	545	521	635	671	691
2)その他用水	48	86	142	101	196	129
計	318	631	663	736	867	820
供給						
1)ナイル川	555	555	555	555	555	555
2)他、地下水利用等	32	84	118	202	322	246
計	587	639	673	757	877	801
バランス	269	8	10	21	10	-19

出典) ICID : 16th ICID Congress, W/P : Water Policy to 2017

(3) 「エ」国水管理政策と課題

「エ」国における農業の GDP に占める割合は、1970 年代の 30% から、現在は 16%(2000/01 年) と大幅に低下し、過去 5 年間も減少傾向にあるが、セクター別の労働人口は 30% 代と鉱工業分野の 13% に比べ、高い数字を示しており、農業は「エ」国にとって依然重要な役割を果たしている。一方で「エ」国の総人口は下表のとおり約 6,900 万人(2001 年)で、過去 10 年間で約 1,200 万人の増加を示しているが、主食である小麦の自給率は約 50% に過ぎず、輸入に依存している状況である。

表 1-1.2 「エ」国の人口の推移と農地面積の変遷

年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
総人口(百万人)	57.4	58.6	59.7	60.8	62.0	63.2	64.3	65.5	66.7	67.9	69.1
増加率	2.1 %	2.0 %	1.9 %	1.9 %	1.9 %	1.9 %	1.9 %	1.8 %	1.8 %	1.8 %	1.8 %
農地面積(万 ha)	227	245	262	274	282	282	283	283	283	283	289

出典：1991～2000 年 FAO データ、2001 年 Statistical Year Book 2002

こういった背景から、「エ」国では新規耕地開発（水平的拡大）が進められているものの、限られた水資源および全国土面積の約 4% という耕地面積では、増加する人口に見合う食糧を増産することは難しく、既存耕地の作付け率の向上、単位収量の増加を図る垂直的拡大も重要な農業政策として位置付けられている。従って、研究や事業を通して先進的な技術を導入することによって、灌漑システムにおける配水計画、水利施設における取水計画などにかかる総合的な水管理を行い、水利用効率を高め、圃場レベルに安定した必要水量を供給することが課題となっている。

しかしながら、「エ」国の近代灌漑開発の歴史は古く、ナイルデルタ地域を中心にナイル川に建設された調節堰や取水堰を筆頭に、現在の各幹・支線水路の取水施設は 1800 年代後半から、1900 年代初頭に建設されたものがほとんどである。改修や更新がある程度進んでいるものの、依然として建設後 100 年以上経過したものも少なくなく、老朽化が進みその機能が低下している。従って、上述した垂直的拡大が迅速に進んでいないのが現実であり、これら灌漑施設の更新が急務となっている。

1-1-2 開発計画

(1) 第 4 次経済社会開発 5 カ年計画

「エ」国は、水資源の有効利用、灌漑効率の向上を図り、将来の水需要増大に備えた近代的な水管理を行っていくことを主眼とした「第 4 次経済社会開発 5 カ年計画（1997/98～2001/02）」を策定した。農業セクターに関わる内容の骨子は以下のとおりである。

- 1) 低生産性農地の改善事業を支援し、その改善事業と暗渠排水事業によって農地の生産性を回復する。
- 2) 低水消費型作物の導入を推進し、合わせてこの分野での遺伝子工学的成果の利用を図る。
- 3) 灌漑排水システムの維持管理に関して個々の農民の貢献とイニシアチブを引き出す。
- 4) 農地開拓の拡張に加え、既に開拓された農地の生産性を最大にするとともに、農民に対しての農業普及サービスを提供する。
- 5) 灌漑用水使用に関わる管理と効率の向上を図り、農業生産の増大、土地劣化の防止と水資源の利用を効率化する。
- 6) リサイクルの推進や農薬の使用を抑えるような農業改良普及プログラムを継続して実施する。

- 7) ナイル川とその支線における堰、閘門、その他建造物の更新を行う。
- 8) 用水路のライニングや水草対策に加え、老朽化しているポンプ場や取水口、堰などの水利施設の更新を行い、これにより灌漑システムの効率を向上させ、計画期間 5 ヶ年間で約 10 億 m³の用水を節約する。
- 9) 農業排水や処理済下水の再利用による灌漑用水を増大させる。
- 10) ナイル川上流域の関連国との調整を行い、ナイル川利用増大の可能性を探る。
- 11) 居住区を通過する用水路のライニング、暗渠工事の実施または居住区を迂回するなどの対策を考慮する。
- 12) 35 万ヘクタール（約 15 万 ha）の排水ネットワークの更新に加え、60 万ヘクタール（約 25 万 ha）の排水事業および約 34 万 ha（14 万ヘクタール）の暗渠排水事業を実施する。
- 13) 排水や井戸水、海水の浄化に関する研究所を設立する。

上記のとおり、13 項目が挙げられており、灌漑開発が重点分野の一つとして明記され、5)、7)および 8)の項目の中で、老朽化した灌漑施設の更新の重要性が強調され、水資源の有効利用を図ることが重要課題とされている。

(2) Main Features of the Water Policy to 2017 (MWRI)

「第 4 次経済社会開発 5 カ年計画」と同時に「長期戦略計画（1997-2017）」が設定され、さらに同計画に基づき、水資源灌漑省(MWRI)は 2000 年に「Main Features of the Water Policy to 2017」を策定した。主な内容は、以下のとおりである。

① 2017 年における水需要と利用可能な水資源

1945 年以降、従来 MWRI は、ナイル川流域にまたがる関連諸国との間でナセル湖上流の水資源開発事業(ジヨングレイ湿地帯開発計画など)を起すことで、将来の水需要増に対処しようとしていた。しかしながら、南スーダンにおける内戦に端を発し 1983 年以降、事業再開の目途は立っていない。従って MWRI は、現在利用可能な水資源を有効活用する必要に迫られている。近年、急激に伸びる人口とその水消費量に対処するには、農業用水、都市用水、工業用水、舟運用水など全てのセクターの需要を研究や事業を通して、先進的な技術を導入することによって、総合的な水管理を行ない、水利用効率を高めることが重要となってきた。農業セクターにおいては、灌漑効率を現在の 72%から 2017 年には、80%まで引き上げたいとしている。

② 上位計画である「長期戦略計画」への貢献

「エ」国 MWRI は、持続可能な水資源の有効利用を施策としている上位政策に基づき、農地に拘わらず(都市、インフラ整備)、全てのセクターにおいて水平的拡大(同開発計画の中では、1996 年～2017 年までに 340 万ヘクタール(約 140 万 ha)の耕地の水平拡大を計画し、その内 2002 年までに 120 万ヘクタール(約 50 万 ha)を実施)を行なう。これら水平拡大政策に必要な水需要と供給量が、将来ともバランスさせる方策として、利用可能な水資源の最適利用を重要課題とし、以下のような施策を実践するとしている。

1) 水管理ロスの最小化

- 近代灌漑技術を導入する。

- 地下水と表流水を併用し、蒸発散量を縮小する。
- 用水路断面を整形する。
- 農閑期のナイル川の舟通し流量を最小化し、海への無効放流を減らす。
- 水路維持管理を近代化し、水路の浮草対策に貢献する。

2) Irrigation Improvement Project (IIP)の拡大

- 2017年までに350万フェダンの旧耕地(Old Land)を対象とし、IIPを拡大し年間400万m³の灌漑水を節約するとともに農業生産性の向上を図る。
- WUAによるポンプ場の共同化により、ポンプ一点汲上げ方式により灌漑経費を節減する。
- メスカ水路の暗渠化およびライニング嵩上げ型メスカ(Raised Mesqa)の建設、圃場整備(レベリング)を合わせて実施し、従来の水管理ロスを10%軽減し、余剰分を水平拡大にまわす。
- 先進灌漑技術の実践により、MWRI職員の能力向上を図る。
- Irrigation Advisory Servicesを設立し、WUAの組織化支援および農業・灌漑技術の普及活動を行う。

3) 作付パターンの転換

以下の施策により、30億m³の農業用水を節水する。

- サトウキビ農地にIIPを適用し、節水を図る。
- 現在約90万フェダンの作付けを行なっている米作面積を減らし、耕作地を北部デルタに移し、塩水浸入を防ぐ。また、消費水量の少ない短期・高収量品種に変換し、余剰を水平拡大に回す。
- 気象条件、土壌、水資源条件などから、地域特性に合った作付パターンに変更していく。

1-1-3 社会経済状況

1981年に就任したムバラク大統領は、サダト前大統領の解放政策（西側先進国からの資金と技術の導入）を継承して経済発展を目指し、1999年10月にオベイド「経済重視」内閣を発足させた。1991年以来IMFとの合意に基づく市場経済に向けた経済構造改革により、5%台の経済成長率の達成、インフレ率の低下、財政赤字の縮小など、マクロ経済情勢は大きく改善したが、近年は経済の自由化に伴う輸入急増による貿易赤字の拡大や不動産市場過熱後の資金流動性の低下などが原因して、次表に示すとおり景気に停滞感がでてきている。

表 1-1.3 経済基準指標

	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01
GDP(億ドル)*注	743.6	783.0	827.6	877.3	922.0	952.4
GDP 実質成長率 (%)	5.0	5.3	5.7	6.0	5.1	3.3
消費者物価上昇率 (%)	8.3	4.8	4.1	2.9	2.5	2.4
失業率 (%)	9.2	8.8	8.5	8.2	7.9	9.3
財政赤字 (対 GDP%)	-1.3	-0.9	-1.0	-4.2	-4.7	n.a
公的外貨準備 (億ドル)	184	203	201	181	151	n.a
対外債務 (対 GDP%)	45.9	38.0	34.0	31.7	28.5	27.0
対外債務 (億ドル)	341	298	281	278	263	257
国際収支 : 貿易収支	-95	-102	-118	-125	-115	n.a
(億ドル) : 経常収支	-2	1	-25	-17	-12	n.a

出典：財務・計画・貿易省、中央銀行

*注)1999/00時のGDP額をもとにGDP成長率(%)から換算した。

高い経済成長の持続により、国際収支は改善の方向にあったが、1998/99年度は、観光収入が前年比で10%増加したにもかかわらず、石油をはじめとする輸出減少の影響により経常収支は依然として17.1億ドルの赤字となった。「エ」国経済では、国際収支構造の脆弱性が懸念材料であり、外貨獲得源の多角化が必要とされている。1999/2000年度における外貨獲得源は、石油輸出（14.4%）、観光収入（26.9%）、スエズ運河収入（13.7%）、海外労働者送金（21.9%）が中心であり、今後の国際収支改善のためには、工業製品、農産物の輸出増加が重要な課題とされている。

また、オベイド内閣の取り組むべき最重要課題として、①失業率の低減、②拡大する都市部と農村部の地域間格差是正、③貧富の格差是正などといったことが挙げられている。また、民営化の遅滞、農業生産力の停滞、輸出産業の伸び悩みなど、中・長期的な課題も多い。このような状況下、GDP分野別構成比は表のように変化している。

表 1-1.4 GDP 分野別構成比 (%)

分野	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01
一次・二次産業	49.8	49.5	49.9	49.7	49.5	52.0
1)農業	16.0	17.7	17.3	17.0	16.5	16.0
2)鉱工業	17.6	18.1	18.5	19.1	19.7	20.0
3)石油、電力、建設	16.2	13.7	14.1	13.6	13.3	16.0
サービス業(通信、スエズ、商業、金融、保険、ホテル等)	33.0	32.4	32.1	32.4	32.7	32.0
社会サービス部門(不動産、公共、政府サービスなど)	17.2	18.1	18.0	17.9	17.8	16.0

出典：財務・計画・貿易省、中央銀行

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯および概要

1-2-1 要請の背景、概要

「エ」国水資源灌漑省（MWRI）は、将来逼迫が予想されている水資源の効率的利用、適正管理による需要と供給バランスの確保に貢献すべく全国の老朽化した堰や取水施設の近代的な施設への更新を行い、農業生産性の回復、農家所得の向上を図ろうとしている。

過去日本国政府は「エ」国政府の要請に基づき、バハル・ヨセフ灌漑用水路の整備に対して1990年より支援を行ってきている。1992年には同灌漑用水路全体の開発調査報告書を取りまとめ、この結果をもとに最下流に位置するラフーン堰の改修が無償資金協力により1997年に実現した。続いてその上流に位置するマゾーラ堰についても同じく2002年に竣工している。

本無償資金協力はバハル・ヨセフ灌漑用水路に位置する老朽化の著しいサコーラ堰を更新するとともに水位・流量調節が容易なオーバーフロータイプのゲートを導入することにより、適正な水管理を実践し、対象受益地への灌漑用水の安定供給を行うことを目的とし、「エ」国政府より無償資金協力事業として要請されたものである。要請内容は以下のとおりである。

- 既設サコーラ堰本体の更新
- 主ゲートの電動式オーバーフロータイプへの更新
- 管理棟の建設
- 併設橋の改修、改善

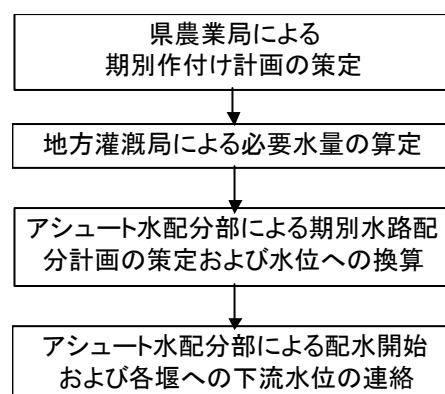
バハル・ヨセフ用水路全体の灌漑面積は32万 haを有しており、「エ」国耕地面積約290万 haの11%を占めている。ナイル川からの年間取水量は約45億 m³に及び、ナイル川の年間協定取水量555億 m³の約8%に相当し、「エ」国の重要な農業基幹施設であることが伺える。また、サコーラ堰の対象受益地の大部分を占めるミニア県の人口はバハル・ヨセフ灌漑用水路がまたがる4県の約3割を占め、この地域への灌漑用水の安定供給は、「エ」国全体の農業生産ならびに地域社会の安定に寄与するものと判断される。

1-2-2 プロジェクト対象地域の問題点

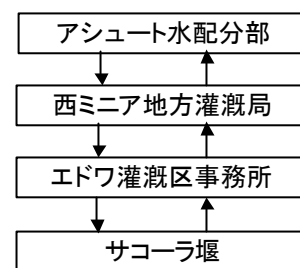
(1) 既設サコーラ堰における水管理不備による営農上の問題点

① バハル・ヨセフ灌漑システムの配水管理の現状

バハル・ヨセフ灌漑用水路では、最上流の取水堰を含む5つの堰で構成されるが、各堰の下流水位を制御することによって、システム全体の配水管理が行われてきた。すなわち各堰の下流放流量を水位設定することにより、システム全体の流量制御を実施してきた。この水位設定は、バハル・ヨセフ用水路サコーラ堰の上流約170 kmに位置するアシュート地方灌漑局配下にある水配分部が行っている。この水配分部は、各県の地方農業局が作成する作付パターンをもとに、ミニア県などの地方灌漑局が連絡してくる必要灌漑用水量を県毎に集計し、各堰下流で必要な灌漑用水量を算定している。さらに水配分部はこの流量を水位に換算し、各地方灌漑局（サコーラ堰においては西ミニア地方灌漑局）に換算水位を連絡している。



一方、各堰を担当する灌漑区事務所（サコーラ堰についてはエドワ灌漑区事務所）は、上位機関から送られてくる設定下流水位を守って、ゲート操作を日々実施しており、堰上流側の水位については、管理してこなかった。このように灌漑システム運用上、重要な役割を担う5箇所の堰地点では、堰下流水位のみに着目して、取水施設にとって最も重要な堰上流側の水位確保が放置されてきたのが実情である。



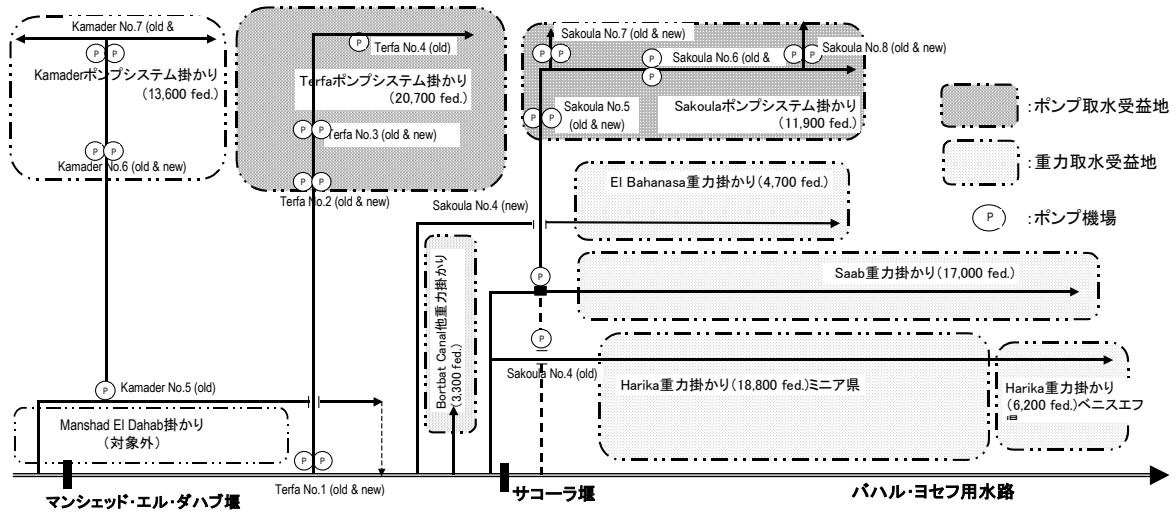
② 既設サコーラ堰の上流側水位にみる水管理不備

バハル・ヨセフ用水路の灌漑は、横断する堰により、上流側水位を上げることによって、各堰上流から取水した灌漑用水を支線および2次水路を通して、主に以下の方法により周辺農地に配水している。

- 1) 重力取水による支線、2次水路への配水→小規模ポンプによる末端農地への灌漑
- 2) ポンプ取水による支線、2次水路への送水→重力または小規模ポンプによる末端農地への灌漑

下図に示すとおり、サコーラ堰の灌漑方法も上記2種類の配水方法が混在している。

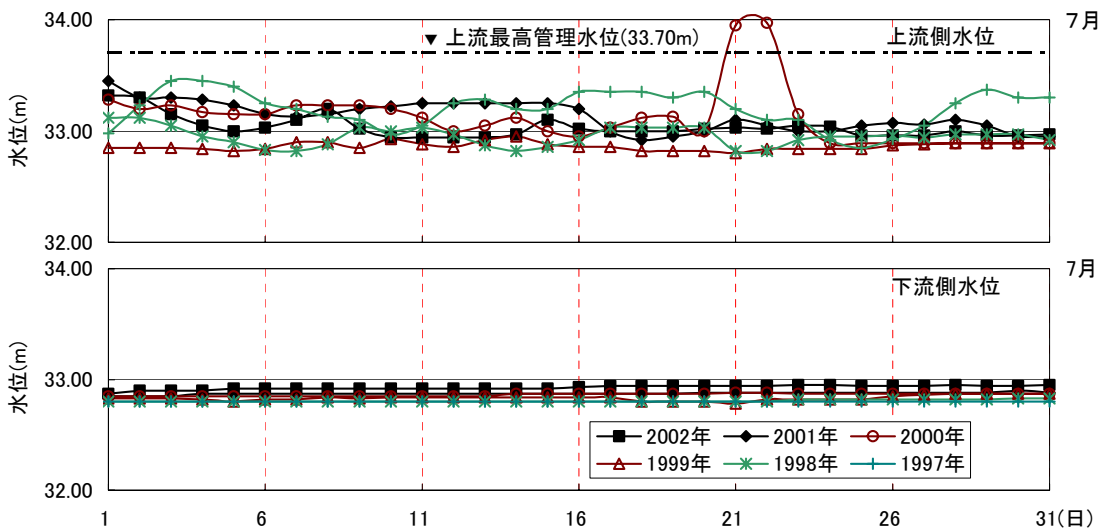
図 1-2.1 サコーラ堰対象受益地概念図



サコーラ堰上流側にハリカ水路など総面積 50,000 フェダ(約 21,000 ha)を有する重力取水の灌漑受益地があるが、圃場での作物必要用水量と実際の灌漑取水量の過不足を検証した結果、灌漑水量の不足が生じており、夏作 5,639 千 m³、冬作において 3,517 千 m³ の不足量(圃場への供給不足)が生じていることが確認された。また、ポンプ取水を対象とした灌漑面積が 32,600 フェダ(約 13,700 ha)ある。しかしながら、堰上流水位が安定していないことから、設計どおりのポンプ揚水量を確保するための安定した吸水位が確保できず、過度のポンプ運転時間を強いられている。

これは堰上流の水位が安定していないため、各支線用水路への流入量が変動し、取水量が不十分になったことを示している。下図に示す過去 6 年間のサコーラ堰上下流水位記録を見ると、下流水位が一定しているにも拘わらず、上流水位が安定していない。堰ゲートからの漏水などによる堰水位の変動にともない、各支線水路の取水量も変動し、日々の頻繁なゲート操作により、下流水位を制御しようとしている様子が伺える。老朽化したゲートからの漏水だけでなく、ゲート操作ロスが下流への放流量変動(無効放流)を助長していると言える。

図 1-2.2 過去 6 年間におけるサコーラ堰上下流観測水位(7月)



出典：西ミニア地方灌漑局

以上のことから、既設サコーラ堰における水管理上の問題点を整理すれば、ゲート本体の老朽化に起因する堰からの漏水により、堰上流側の水位が安定せず、堰上流側の灌漑対象受益地において、①重力灌漑地区における末端への安定した配水、②ポンプ場の吸水位の確保、が困難となっている。加えて、上位機関が設定する下流水位を堰ゲート操作により調節しているため、細かい水位の調節に時間を要しており、その間、無効放流を増幅していることにより、本来確保されるべき上流水位が低下して、営農活動に影響を与えてきた。従って、堰上流側の安定水位の確保と流量調節を行うことが必須条件となる。

1-3 我が国の援助動向

我が国は、「エ」国に対する援助においては農業に重点を置いている。近年の援助実施状況は以下のとおりである。

(1) 無償資金協力

表 1-3.1 我が国無償資金協力の援助実績

案 件 名	実施年	概 要
1)上エジプト灌漑施設改修計画（第1次）	1991～93	上エジプト地域 10 ヲ所のフローティングポンプの改修
2)ナイルバレー小麦機械化増産計画	1992	農地均平用レーザ装置の設置
3)米貯蔵センター改善計画（フェーズ III）	1992	米貯蔵サイロの設置
4)第2次上エジプト灌漑施設改修計画	1995～98	上エジプト地域11 ヲ所のフローティングポンプの改修
5)バハル・ヨセフ灌漑用水路整備計画	1995～97	ラフーン堰の改修
6)バハル・ヨセフ灌漑用水路マゾーラ堰整備計画	2000～02	マゾーラ堰の改修
7)第3次上エジプト灌漑施設改修計画	2003～04	上エジプト地域 5 ヲ所のフローティングポンプの改修

(2) 技術協力

① プロジェクト方式技術協力

1) 米作機械化計画（Agriculture Engineering Research Institute）：1981～92年

2) ナイルデルタ水管理改善計画：2000～2005年

近年水需要が急速に増加しているが、農民管理の末端水路において灌漑ポンプの普及により過剰灌漑、無効放流および水不足など、水配分効率の低下に起因する問題が顕在化しており、農民の費用負担も視野に入れた末端施設の近代化、効率的な水利用を目標として、タンタ市地域を中心に技術協力を推進している。

② 専門家派遣（1996年以降）

- | | |
|-------------------------|-----------------|
| 1) 灌漑排水計画 | 1996年 6月～99年 6月 |
| 2) 灌漑技術 | 1996年 6月～99年 6月 |
| 3) 米処理・加工技術訓練、研究開発・施設運営 | 1999年 2月～5月 |

4) 第三国研修（稲作技術）	1999年 7月～8月
5) 灌漑排水計画	1996年 10月～01年 10月
6) 第三国研修（精米処理技術）	1999年 11月 9日～11月 20日
7) 第三国研修（畜産技術）	2000年 3月 3日～3月 18日
8) 稲病害	2000年 7月～8月
9) 畜産技術（繁殖）	2000年 10月 13日～10月 23日
10) 精米処理技術	2000年 10月～11月

③ 研修員受け入れ（1999年以降）

農業一般：	8名	水産：	4名
農業土木：	22名	畜産：	1名
農業機械：	10名		

④ 第三国研修

- 1) 食肉加工技術（1999年 10月～11月） 中華人民共和国
- 2) 食肉加工技術（2000年 10月～11月） 中華人民共和国

⑤ 開発調査

- 1) バハルヨセフ地区灌漑整備計画（1990～92年：F/S）
- 2) オモウム地区農村地域排水改良計画（1990～92年：F/S）
- 3) 中央デルタ農村地域水環境改善計画調査（1998～99年：M/P、F/S）
- 4) 北東シナイ地区総合農業開発計画導水路施設実施設計（1999～2000年：D/D）

(3) 有償資金協力

テンス・オブ・ラマダン農業開発（E/S）：1984年

1-4 他ドナーの援助動向

(1) 大規模堰の改修事業

規模は異なるがサコーラ堰に類似した事業として、ナイル川大規模堰の改修に先進諸国が関わっている。アスワン・ハイダム下流最初の「エスナ堰（ナセル湖から下流 170km）」に対して、1986年フランスがフィージビリティ調査を実施し、1994年総事業費約 160 億円で完工している。発電所、閘門を含む全幅 820m の大工事は、イタリア国による借款と無償およびルーマニアとオーストラリア国からの借款ならびに「エ」国政府資金によって、竣工に至っている。

また、アスワン・ハイダム下流約 350 km に位置する「ナガハマディ堰」については、イタリア、カナダが調査を行った後、1996年からドイツが F/S を実施した。現在 KfW（ドイツ復興金融公庫）の融資により工事中であり、2008年完工予定である。サコーラ堰が既設するハバル・ヨセフ用水路における堰の改修事業につ

いては、他の援助機関は関わっていない。

(2) 灌漑改善事業 : Irrigation Improvement Project (IIP)

将来の農業用水に対する逼迫に備え、圃場レベルでの効率的な水管理の実現、灌漑システムの改善による公平な水配分、関係職員の事業運営管理能力の向上、水理組合の組織化支援などを目的に世界銀行が融資を行っている。1988年から全国17地域、約40万フェダ（17万ha）を対象にF/Sを実施し、その後、上エジプト、デルタ地域の10県で基幹水路システムを含むメスカの改良パイロット事業が展開されている。ミニアもその内の一県であるが、バハル・ヨセフ灌漑受益地は、現在のところ事業に含まれていない。

(3) Telemetry Project

水資源灌漑省は、1995年USAIDの支援によりテレメーターシステムを導入している。これによりバハル・ヨセフ用水路の5堰を含む全ナイル灌漑水系の支線水路約630箇所を監視し、電話によるゲート操作指示を行っている。ラフーン、マゾーラ両堰においても水位観測が行われ、バハル・ヨセフ用水路の取水源となっているアシュート取水堰を管轄するアシュート地方灌漑局の水配分ならびにカイロ本部にある遠方監視システム部に逐次水位記録が転送されている。また、将来テレコントロールシステムの導入も検討され、バハル・ヨセフ用水路に隣接するイブラヒミア水路灌漑受益地であるセリー分水路においては、遠隔操作も試験的に行っている。