

国際協力事業団
エジプトアラブ共和国
公共事業水資源省

エジプト国
北東シナイ地区総合農業開発計画調査

最終報告書
(要約)

JICA LIBRARY



J 1134948 (7)

平成9年3月

株式会社 三祐 コンサルタンツ
株式会社 パシフィックコンサルタンツ
インターナショナル

農網農

CR(3)

97-11

国際協力事業団

エジプトアラブ共和国
公共事業水資源省

エジプト国

北東シナイ地区総合農業開発計画調査

最終報告書

(要約)

平成9年3月

株式会社 三祐コンサルタンツ

株式会社 パシフィックコンサルタンツ
インターナショナル



1134948(7)

序 文

日本国政府は、エジプト・アラブ共和国の要請に基づき、同国の北東シナイ地区総合農業開発計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成8年3月から平成9年1月までの間、3回にわたり株式会社三祐コンサルタントの太田邦雄氏を団長とし、同社と株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルから構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、エジプト・アラブ共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の作業を経て、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あります。

終わりに、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9年3月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎 殿

今般、エジプト・アラブ共和国における北東シナイ地区総合農業開発計画調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。本報告書は、日本国政府関係省庁と国際協力事業団の上記計画策定に関する助言と提言、並びにエジプト・アラブ共和国で行った公共事業水資源省・北シナイ開発機構との協議およびドラフトファイナルレポートに関するコメントを反映して取りまとめたものであります。

本事業は、この国の食料確保と経済発展への貢献を主目的とし、シナイ半島の砂漠地(56,700ヘクタール)を農地に開墾するものであります。新しい地域社会を設立するため、本事業は、灌漑排水開発、農業普及サービス、農産物加工産業の導入、入植事業等を同時に実施し、総合的な方法で推進するよう計画しました。

その乾燥性気候から、エジプトの農業開発には灌漑が不可欠であります。スエズ運河を横断するエルサラム水路のスエズ・サイホン工事は1997年中に完成の予定であり、これによりナイル河の淡水がシナイ半島において利用可能となります。このような状況のもと、ここに計画した北東シナイ地区総合農業開発事業は、提案した実施スケジュールに従い早急に実施すべきであります。

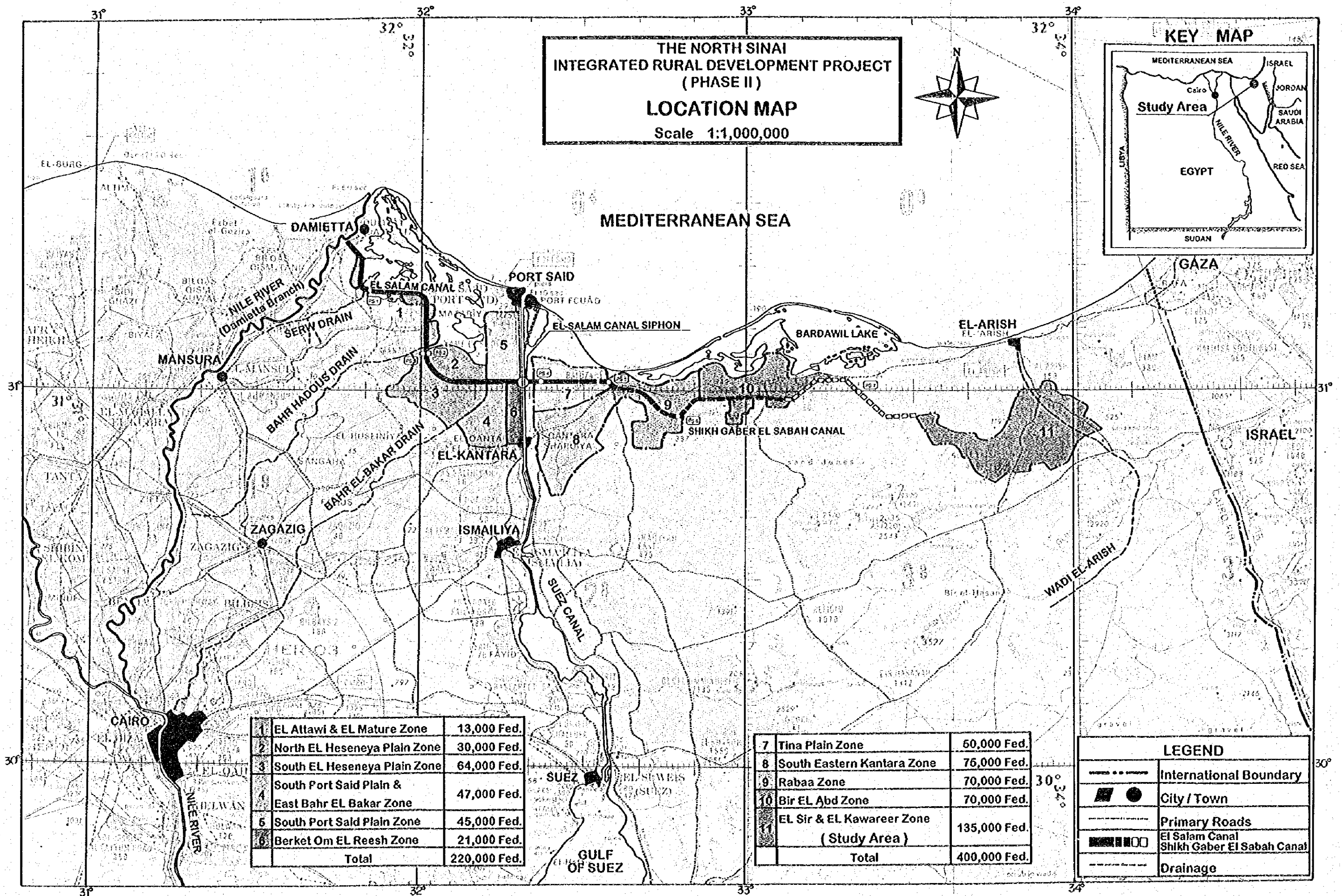
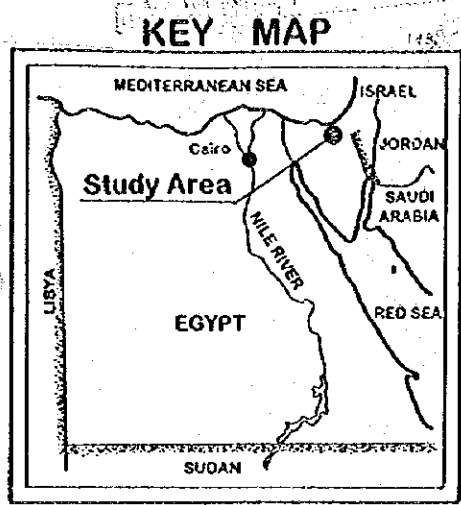
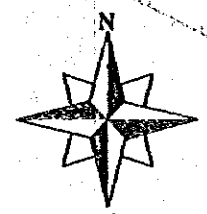
最後に、本調査の実施にあたりご支援とご協力を賜った国際協力事業団、外務省、農林水産省に対し深甚の謝意を表します。また、エジプト国公共事業水資源省・北シナイ開発機構のご協力に対しても深甚の謝意を表します。

平成9年3月

北東シナイ地区総合農業開発計画調査団

調査団長 太田 邦雄

**THE NORTH SINAI
INTEGRATED RURAL DEVELOPMENT PROJECT
(PHASE II)
LOCATION MAP**
Scale 1:1,000,000

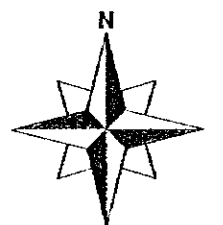
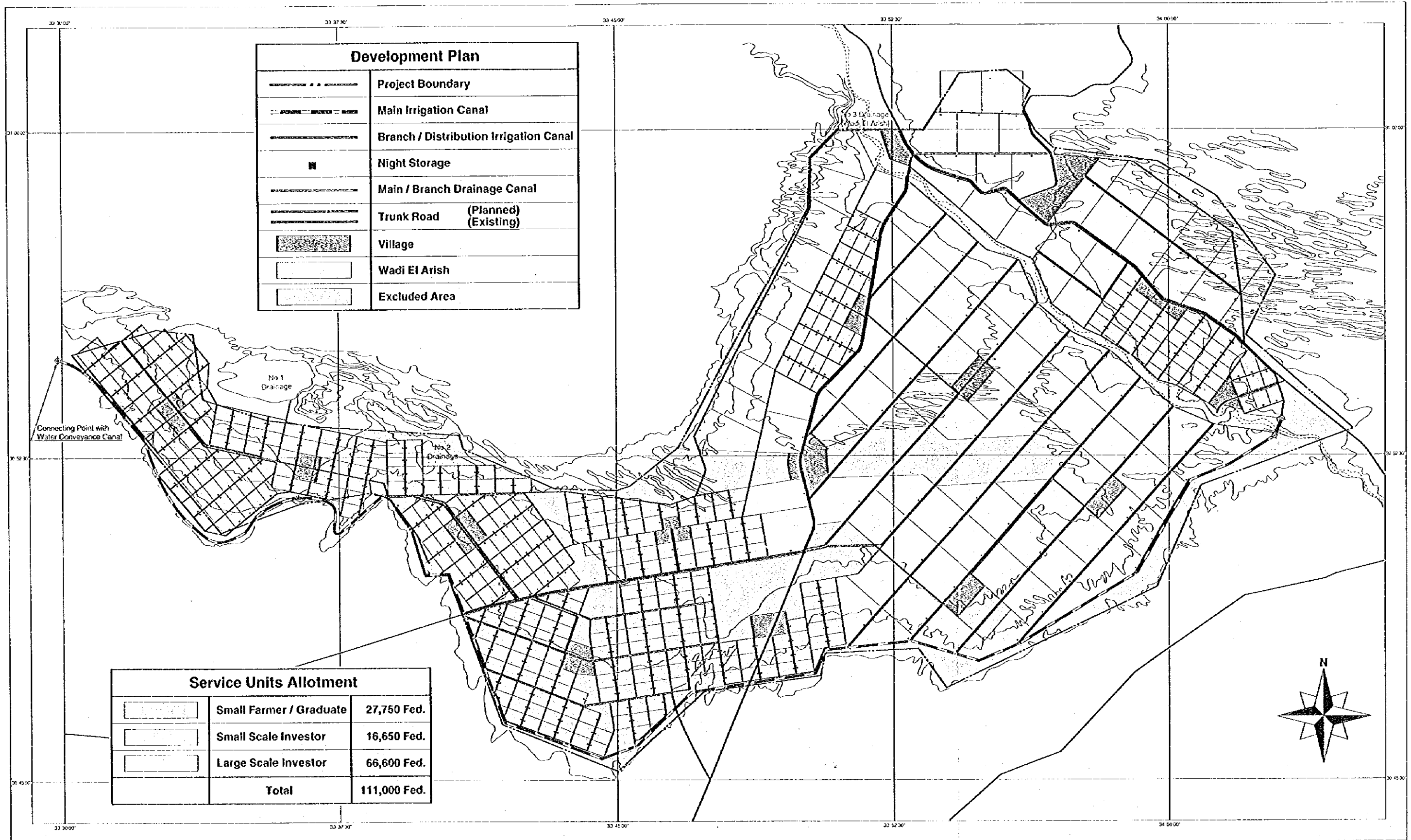


1	EL Attawi & EL Mature Zone	13,000 Fed.
2	North EL Heseneya Plain Zone	30,000 Fed.
3	South EL Heseneya Plain Zone	64,000 Fed.
4	South Port Said Plain & East Bahr EL Bakar Zone	47,000 Fed.
5	South Port Said Plain Zone	45,000 Fed.
6	Berket Om EL Reesh Zone	21,000 Fed.
Total		220,000 Fed.

7	Tina Plain Zone	60,000 Fed.
8	South Eastern Kantara Zone	76,000 Fed.
9	Rabaa Zone	70,000 Fed.
10	Bir EL Abd Zone	70,000 Fed.
11	EL Sir & EL Kawareer Zone (Study Area)	135,000 Fed.
Total		400,000 Fed.

LEGEND	
	International Boundary
	City / Town
	Primary Roads
	El Salam Canal Shikh Gaber El Sabah Canal
	Drainage

THE FEASIBILITY STUDY ON THE NORTH SINAI INTEGRATED RURAL DEVELOPMENT PROJECT (PHASE II) IN THE ARAB REPUBLIC OF EGYPT GENERAL PLAN



目 次

調査位置図
計画一般図

	頁
第1章 序 論 -----	1
第2章 調査地区の現況 -----	3
第3章 開発計画	
3-1 開発の目標 -----	6
3-2 土地開発 -----	6
3-3 導水と水管理計画 -----	7
3-3-1 エル・サラム水路とシークギャベル・エル・サバー水路 -----	7
3-3-2 導水に関する一般状況 -----	7
3-3-3 代替案の検討 -----	7
3-3-4 水管理計画 -----	11
3-4 農業開発 -----	12
3-4-1 土地配分 -----	12
3-4-2 営農類型と作物選定 -----	12
3-4-3 作物生産 -----	13
3-4-4 農業機械 -----	13
3-4-5 畜産 -----	14
3-4-6 農産加工 -----	14
3-5 灌漑排水 -----	14
3-5-1 灌漑サービスユニット -----	14
3-5-2 圃場灌漑システム -----	15
3-5-3 灌漑効率 -----	15
3-5-4 計画水量 -----	15
3-5-5 排水計画 -----	16
3-6 農地開墾と農業インフラ -----	16
3-6-1 農地開墾 -----	16
3-6-2 農業インフラ -----	16
3-7 入植と社会基盤整備 -----	17
3-7-1 土地配分と人口予測 -----	17
3-7-2 集落計画 -----	17
3-7-3 社会基盤整備 -----	18
3-8 農業振興支援計画 -----	19
3-8-1 農業普及 -----	19
3-8-2 農民組織 -----	19
3-9 農産物市場計画 -----	20
第4章 事業計画	
4-1 事業の構成 -----	21
4-2 導水路建設と水管理事業 -----	21
4-3 農地造成と基幹灌漑・排水システム建設事業 -----	22
4-4 圃場灌漑排水施設建設事業 -----	22

	頁
4-5 農業振興支援事業 -----	22
4-6 入植事業と社会基盤整備事業 -----	22
4-7 農産加工産業振興事業(民営) -----	22
第5章 環境	
5-1 政策と行政組織 -----	23
5-2 調査地区の環境 -----	23
5-3 環境影響 -----	23
5-3-1 事業地区のロケーションによる影響 -----	23
5-3-2 事業計画による影響 -----	24
5-3-3 事業運用による影響 -----	24
第6章 事業の実施と維持管理	
6-1 事業実施計画 -----	25
6-2 実施年次計画 -----	25
6-3 維持管理計画 -----	25
第7章 事業費 -----	28
第8章 事業評価	
8-1 経済評価 -----	30
8-2 財務分析 -----	31
8-3 社会経済的波及効果 -----	31
8-4 環境影響評価 -----	32
提 言 -----	33

通貨換算率
(1996年10月1日現在)

US\$ 1.00 = LE 3.389 = ¥112.0

LE 1.00 = ¥ 33.05

LE : エジプトポンド

第1章 序 論

(調査の背景)

エジプト政府公共事業水資源省(MPWWR)と国際協力事業団(JICA)との間で1995年12月12日に合意された調査実施細則に従い、JICAは1996年3月31日に北東シナイ地区総合農業開発調査実施のため、(株)三祐コンサルタンツと(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナルからなる調査団を現地に派遣した。調査は1996年と1997年の2年次にわたり実施された。

本調査の目的は北シナイにおいて56,700ha (135,0007iダ)の土地を農業開発のために開墾することである。この報告書は公共事業水資源省の北シナイ開発機構と実施した調査の成果を取りまとめたものである。

(農業部門)

エジプトの農業は1968年に完成したアスワン・ハイダムの恩恵を受け急速に進展してきた。農業部門は1995年には、国民総生産の17%、商品輸出の11%、雇用人口の32%を占め、この国の社会経済に大きく貢献している。

エジプトの全農地面積は750万7iダ(315万ha)で国土面積の約4%を占めるのみであり、従って平均経営面積は一戸あたり僅か27iダ(0.84ha)と小規模である。乾燥気候に属し、エジプトの農業には灌漑が不可欠である。

1995年の主要作物は面積ベースで小麦(18%)、ベルシーム(18%弱)、メイズ(16%)、米(10%)、棉(6%)である。限られた農地面積、高い人口増加と生活水準の向上により、食糧需要の約半分を輸入に依存している。主な輸入食糧は小麦、食肉、酪農製品、メイズ、食用油等である。一方、輸出についてみると、綿を筆頭に米、馬鈴薯、オレンジ、オニオンが主要産品である。

エジプト政府は1980年代半ばまで、生産量と作付面積の決定、投入資材と生産物の価格及び流通に強力に介入していた。肥料と農業には補助金が交付され、輸出と輸入は政府が管理していた。その後、政府は構造改革政策により開放経済の導入を計り、農業については作付面積の割当の廃止(棉と砂糖キビを除く)、補助金の削減、市場の民営化を推進している。

(入植計画と農地開墾)

都市人口増大の抑制、就業機会の創設を主目的とし、政府は第3次国家5カ年計画において以下のような入植政策を実施している。

- シナイ、北西沿岸地域、紅海、ニューバレーの新地域での入植事業の推進
- 新地域に入植する市民の勧誘、特に北シナイでの400,0007iダ開墾事業の実施
- 新地域の開発事業実施に私企業部門の参加
- 新地域と新都市の社会基盤建設に優先度を置く

1986年に、農地開拓局(GARPAD)により国家土地マスタープランが作成された。この計画では、288万7千haの土地がナイル河の水で、ポンプ揚程150m以内で灌漑可能地とされた。このうち、283,000千haはシナイ半島の土地である。1994年に、計画省はシナイ開発国家事業計画を作成した。関係各省・機関の各種調査の結果から、エル・サラム水路の延長により灌漑用水の確保される北シナイでの400,000千haの土地の開墾に最優先度が置かれた。

(水資源)

エジプトの水資源はナイル河の水と僅かの雨水、地下水等に依存している。ナイル河の水はアスワンから地中海に到る間はアスワン・ハイダムによりコントロールされている。1971年に供用を開始したダムは1600億 m^3 の総貯水容量を持ち、平均年間流入量の840億 m^3 のうち、555億 m^3 がエジプトの割当水量である。

(エル・サラム水路とシークギャベル・エル・サバー水路)

ナイル河の支流ダミエッタ川から取水するエル・サラム水路の建設は1979年に始まった。取水工からスエズ運河迄の間の87kmの水路工事は1990年に完成した。この水路は、スエズ運河西岸の220,000千ha、東岸の400,000千ha、計620,000千haの灌漑用水を送水するものである。

スエズ・サイホン工事は1997年に完成の予定である。エル・サラム水路はスエズ運河を横断するとシークギャベル・エル・サバー水路と名称を変える。この水路の設計はスエズ運河から86.5km地点まで完了し、建設工事が進捗中である。本調査地区はこの終点から導水路を建設し、地区の灌漑を行う。

エル・サラム水路は年間44.5億 m^3 の水を送水するが、このうち21.1億 m^3 はナイル河の水であり、23.4億 m^3 は農業排水の再利用である。排水混入後のエル・サラム水路の水の塩分濃度は800～1,000ppmと予測されている。

第2章 調査地区の現況

(位置と面積)

調査地区はシナイ半島の北部、半島における最大の都市であるエル・アリシュ市の南方約39km地点にある。調査地区は北をRisan Aneiza(標高363m)山麓、南をLobna(標高464m)山麓、東をエル・アリシュ川に境された平坦な砂漠地帯である。調査地区は1994年に農地開拓局が実施した土壌調査の結果に基づき決定されたもので、地区面積は135,000エーカー(56,700ha)である。

(土壌)

農地開拓局が1994年に実施した土壌調査によれば、調査地区の土壌タイプは、52%が微砂質及び微砂質粘土土壌、48%が砂質土壌である。地区内の土壌は一般的に土壌有機物が極めて少なくかつ単粒構造であるので、土壌水分保持能力に劣る。また土壌表層の粘土含量が少ないので、土壌養分保持能力が小さい。

(気候と水文)

シナイ半島の気候は、地中海性気候の影響を受ける海岸沿いを除き、高温・寡雨の乾燥砂漠気候として特徴づけられる。エル・アリシュ市の平均年間降雨は129mmである。降雨は冬期の僅か20日ほどに集中し、6月から9月の夏期には殆ど降らない。平均月気温は1月の13℃から7月の26℃の間にあり、年平均の月温度は19℃である。

調査地区の東部を南から北に流れ、地中海に注ぐエル・アリシュ川はシナイ半島最大の河川であり、その集水面積約20,000平方kmはシナイ半島全面積の約1/3を占める。調査地区の南約10km地点にRawafaaダムが1946年に建設された。1986年に洪水調節を目的として堤高が約2m高められ、総貯水容量は530万m³となった。ダム改修後は下流部での洪水氾濫は記録されていない。

(農業)

調査地区面積の約3%に当たる4,064エーカー(約1,700ha)が374農家により農地として利用されている。平均経営面積は10.97エーカー(4.6ha)である。これら農地はエル・アリシュ川とその他の小河川沿いにあり、降雨と河川氾濫後の土壌水分を利用して小麦と大麦を栽培している。

エル・アリシュ川沿いの調査地区北部では、地下水を水源としメロン、トマト、スイカ等を栽培している。地区内及び周辺地区の農民は本来は遊牧民族であるベドウィンが定着したものであるが、牧草採取地の制約もあり、多くは家畜を飼育していない。

(灌漑排水)

地区内にはドリップ灌漑によりオリーブを栽培する2~3の農家が見られる。灌漑水はエル・アリシュの町からタンク車により運ばれてくる。多くの農地は降雨に依存した栽培を行っている。

エル・アリシュ川沿いの灌漑に利用されている地下水の深さは約60mである。地下水の産水量は時間当たり30~40m³で、20~80ha(8.4~33.6ha)の農地を灌漑している。地下水の塩分濃度は高く、最高で5,500ppmを観測した。土壌塩分除去のためのリーチングを行っていないが、100mm程度の降雨と高い土壌透水性によりある程度のリーチング効果があるものと見られる。大麦栽培のための畝間灌漑を除き、大部分の農地ではドリップ灌漑が導入されている。

(社会・経済)

調査地区は北シナイ行政区のエル・ハサナ、エル・シェイクソイド、エル・アリシュの3地区にまたがる。地区内には5カ村があり、約370世帯が居住するのみである。住民のほとんどはベドウィンである。彼らは伝統的な遊牧生活様式から農耕生活に転向し、ここに居住したものである。住宅、電気、飲料水は北シナイ行政府から無料で提供されている。

北シナイの経済はオリーブと桃等の果樹栽培、及びメロン、スイカ、トマト等の野菜栽培による農業によって主に支えられている。El Bardawil湖と地中海の漁業も主要な産業である。ベドウィンの定着化が進展しており、ラクダ、山羊、羊等の家畜飼育はその重要性が薄れてきている。

この地域の産業は未発達であり、エル・アリシュ市周辺の小規模なオリーブ油工場が主な工場である。地中海沿いの海岸線を資源として、エル・アリシュ市はシナイ半島における有数の観光地である。1993年には56千人の観光客がこの地を訪れた。

(社会基盤)

調査地区と首都カイロは2つの国道により結ばれている。国道はアスファルト舗装で良好な状態にある。カイロとエル・アリシュを結ぶ空路は、夏期の観光シーズンのみ週2便が運航している。スエズ運河の横断にはフェリーボートが利用されている。フェリーの運航はスエズ運河公社により管理され、料金は徴収されない。カンターラには移動式の浮橋があり、5月から7月の収穫期に農産物運搬のため、夜間にのみ運航している。

エル・アリシュには3カ所の発電所があり、その総施設容量は80.6MWである。施設容量30MWの新しい発電所の建設が始まっている。計画省は北シナイの電力需要を2007年には300MWに達するものと予測し、電力供給の見直しを行っている。

北シナイの上水はその水源をナイル河に依存している。現在2本の管水路がエル・アリシュに日量32,500m³の水を供給している(353ℓ/日/人)。また、カンターラとエル・アリシュを結ぶ新しい管水路が建設中である(日量60,000m³)。

調査地区内には、5カ所の小学校、5カ所の保健施設、1カ所のポストオフィスがある。エル・アリシュ市には、上級教育施設として高等学校(8ヶ所)、専門学校(15)、大学(3)、保健・医療施設として保健センター(13)、公立病院(1)があり、この他に電話局(4)と警察署(4)がある。

(ベドウィン社会)

シナイ半島の土地はベドウィン族によって山羊とラクダの放牧地として長く利用されてきた。これらの土地は利用する部族により樹木、石または金属類により明確に境界されている。放牧地は属する部族の全員に開放されている。全ての井戸も飲料目的には開放されているが、家畜飼育、耕作、生活用の目的の使用には所有者の許可が必要である。

部族長は部族の行事に関し全ての決定を行う。結婚は構成部族内で行う。放牧の権利を失うことになるので、女性が他の部族と結婚することは稀である。ベドウィン族はテントあるいは椰子の葉で覆う簡単な小屋に通常は居住するが、最近ではコンクリートブロック構造の家屋に住むようになりつつある。

ベドウィン族は長年の歴史に基づく慣習法を適用している。部族、氏族長の会議に基づき慣習法が形成、適用されてきた。慣習法の各分野についての部族専門家と部族長老は道徳的に信頼でき、かつ賢者とされている。

法第148号により全ての砂漠地帯はエジプト政府の所有に属し、この土地の開発には政府の許可が必要とされている。土地と水に関しこの法は既得権を認めている。1993年と1994年の大統領令147と103号により、北シナイにおける開墾地400,000エーカーの土地は北シナイ開発機構の監理下にある。

第3章 開発計画

3-1 開発の目標

エジプトの社会経済開発は大きく農業部門の開発に依存している。食糧の確保と年率約2%で増大する人口に対応する経済開発のため、農業部門の開発は特に重要である。現在の農地面積315万haは、国土の約4%を占めるが、残りの土地は砂漠である。国民一人当たりの農地面積は僅か0.05haに過ぎない。人口の99%はデルタに集中し、肥沃なデルタの土地は進展する都市化のため転用されつつある。

エジプトは乾燥気候下にあり、適切な灌漑なしには農業を持続できない。最大の水源であるナイル河の水の有効利用のため、公共事業水資源省は既設灌漑システムの改良と水資源の開発を進めており、ナイル河の水を北シナイで活用すべくスエズサイホンとエル・サラム水路の延長工事が進展中である。

このような状況のもと、エジプト政府はその第3次国家5カ年計画において、北シナイにおける400,000iダ(168千ha)の土地の農業生産のための開拓を、重要政策の一つとしている。

この北東シナイ地区総合農業開発計画は第3次国家計画のもと、食糧増産と地方での雇用機会の創設を主目標とし、北シナイの135,000iダ(56.7千ha)の土地を新規に開発するものである。計画達成のため、111,000iダ(46,620ha)の農地開発、導水システムの建設、小農と学卒者の入植支援に重点をおいた農業開発、及び灌漑排水開発等の関連事業を実施する。また、北シナイに新しい農村コミュニティを建設するため、入植計画と入植に必要な社会基盤の整備、小規模農産加工産業の設立を含む総合的な計画とする。

3-2 土地開発

土壌調査が実施された153,900iダのうち、移動性砂丘の6,700iダと地方政府により他用途利用が計画されている12,200iダを除き、135,000iダの土地が開発対象地である。土地マスタープランに適用された分級(I~V級)によれば、調査地区の土地の52%はⅢ級(中位耕作適地)、48%はⅣ級(限界耕作地)に区分される(GARPAD,1994)。分級Ⅳの土地は砂丘を含む起伏のある砂質土壤からなる。この土地は灌漑の導入により分級Ⅲと同様に多くの作物の栽培が可能である。

集落用地、道水路、公共施設用地等を除き、本計画の実施により111,000iダ(46,620ha)の農地が造成される。集落用地は5,860iダ、水路と農道用地は15,420iダ、防風林・基幹道路等の公共用地は2,720iダである。

3-3 導水と水管理計画

3-3-1 エル・サラム水路とシークギャベル・エル・サバー水路

ダミエッタ取水工からスエズ運河までの間の水路工事(87km)は完成した。全て土水路である。取水量は $109\text{m}^3/\text{sec}$ であるが、排水混入後の最大通水量は $214\text{m}^3/\text{sec}$ となる。3カ所の揚水機場のうちNo.1とNo.2揚水機場は水路水位を維持し、No.3機場は排水を水路へ混入する。灌漑面積はスエズ東岸 $400,000\text{ヘクタール}$ を含め $620,000\text{ヘクタール}$ ($260,400\text{ha}$)である。

スエズ運河を横断するスエズ・サイホン工は建設中である。内径 5.1m の4本のトンネルの設計通水容量は $160\text{m}^3/\text{sec}$ である。工事は1997年半ばに完成の予定である。

スエズ運河を越えるとエル・サラム水路はシークギャベル・エル・サバー水路と名称を変える。灌漑面積 $400,000\text{ヘクタール}$ のうち、本調査地区を除く $265,000\text{ヘクタール}$ へ送水する水路(86.5km)の設計は完了し、上流部区間から建設工事が進んでいる。最上流区間の 24.6km は土水路であるが、それ以降はコンクリート・ライニング水路として設計されている。水路水位の維持のため3カ所の揚水機場の建設が計画されている。

3-3-2 導水に関する一般状況

シークギャベル・エル・サバー水路の 86.5km 地点(本計画における導水路の始点)での流量は $52.66\text{m}^3/\text{sec}$ である。上流水路は底幅 12m 、勾配が $1/12,500$ のコンクリート・ライニング水路である。

調査地区の標高は地区西端で $90\sim 100\text{m}$ 、東端の低部で 50m であるのに対し、導水路の始点付近の標高は約 15m である。 100m 前後の揚程の揚水機場の建設が必要である。始点から調査地区の西端までの距離は直線にして約 40km である。始点付近、及び調査地区に到る途中に砂丘が広がり、一部は移動性のものである。

3-3-3 代替案の検討

(1) 概要

地形を考慮し適用可能な水路形式は、自由水面で流れる開水路と暗渠型水路、及び圧力管水路の3タイプである。移動性砂丘地帯では暗渠型水路または管水路を建設する。開水路は地形にそって建設され費用は最も安い、土砂流入の問題がある。管水路は最短距離を結んで建設できるが、長い管水路は管内の摩擦によって生じるエネルギー損失が大きな問題である。

本事業に必要な導水路は距離が長くかつ流量が大きいので、慎重な技術的検討と共に、その建設費と維持管理費は事業全体の経済性に大きく影響するので経済的な考慮も必要である。この観点から、40ケースの比較案を設定し、この中から計画案を選定した。

(2) 管水路と管材

水路は可能な限り建設費と維持管理費の経済的な開水路とするのを原則とする。地形上の理由あるいは移動性砂丘の横断のためにのみ、管水路を計画する。管水路の材料としては、鋼管(SP)、17

式プレストレストコンクリート管(PCCP)、強化ガラス繊維管(FRP)、ダクタイル鉄管(DCIP)の4種がある。いずれもエジプトである程度のサイズまで製作されている。本計画で適用する管の諸元を以下のように定めた。

SP:	口径3,000mm以下、内水圧に対し管厚で対応
PCCP:	口径2,000mm以下、設計内圧12kg/cm ²
FRP:	口径2,000mm以下、設計内圧12kg/cm ²
DCIP:	口径2,600mm以下、設計内圧38kg/cm ²

(3) 配水位

圃場での灌漑方法は散水式と点滴式である。圃場への送水は導水路・基幹灌漑施設を通して重力送水され、圃場灌漑に必要な加圧は農家の所有する施設による。導水路の地区西端での配水位を定めるに当たり110mと90mの両案を設定した。110mの配水位により全農地に重力送水が可能となる。また、90mの配水位では調査地区の最低位農地までの重力送水が可能である。この案では63,000トン/年の農地は重力取水できるが、72,000トン/年(30,240ha)の農地のために加圧揚水機場の建設が必要となる。

(4) 水路ルート

地形図の分析、地上踏査の結果から3つの基本ルートを設定した。

- ルートA: 導水路の距離を最も短くするルート。MPWWRの原案に近い。約41km。
- ルートB: ルートAを変化させ管水路の距離を短くするルート。約45km。
- ルートC: ルートBを変化させ砂漠を最短距離で横断するルート。約45km。

ルートCはBから分岐しルートAを横断する。従って、A~Cの案も代替案となる。さらに、各案共に地区近くに至り、配水位に対応し2案のルートがある。従って、路線ルートについて8比較案となる。

(5) 代替案

代替案設定の第2段階として、水路形式を考慮し、下記の10代替案が設定された。

配水位	ルート	水路延長			計
		管水路	暗渠	開水路	
90	A-1	39.6	-	2.2	41.8
90	A-1	20.3	19.3	2.2	41.8
90	B-1	16.7	7.8	21.1	45.6
90	A, C-1	10.6	19.3	13.1	43.0
90	B, C-1	10.6	7.8	26.6	45.0
110	A-2	40.5	-	-	40.5
110	A-2	21.2	19.3	-	40.5
110	B-2	18.2	7.8	18.9	44.9
110	A, C-2	12.6	19.3	8.5	40.4
110	B, C-2	12.6	7.8	22.0	42.4

(6) 管水路

設計流量のもと、管水路の口径、管内流速度(従って管水路の本数が定まる)を変化させ、最も経済的な管の口径と本数を定めた(最大流速度は2.0m/sを超えない)。その結果、以下の口径と本数を定めた。

管種	口径 (mm)	管水路本数	最大流速 (m/sec)
SP	3,000	4	1.86
PCCP	2,000	10	1.68
FRP	2,500	6	1.79
DCIP	2,600	6	1.65

(7) 主揚水機場

水撃圧を含め設計水圧は14~17.5kg/cm²である。鋼管とダクタイル鋳鉄管はこの水圧に耐えうるので揚水は1機場(No.7機場)とするが、JIS式プレストレストコンクリート管と強化ガラス繊維管はこの水圧に耐えられず、2段揚水が必要である。第2段機場(No.8機場)は管水路ルートの中間地点に設ける。

ポンプの全揚程はヘゼンワグネル式で、係数Cを150(鋼管)と130(その他の管種)を適用し算定した。管内摩擦損失の5%と機場内の各種損失として1.5mを計算に加算した。

ポンプは呼径2,000 mmの立軸型を8台設置する。このうち1台は予備機である。

(8) 加圧機場

配水位が90mのケースでは、地区内に3カ所の加圧機場が必要となる。その概要は以下の通りである。

項目	No.1機場	No.2機場	
		No.2-1	No.2-2
灌漑面積 (ハダク)	4,300	33,900	33,800
流量 (m ³ /sec)	1.68		
鋼管水路 (km)	1.00	3×1.40	3×0.60
ポンプ台数	3	3	3
モータ出力 (KW)	643	4,779	3,035

(9) 事業費

上述の10代替案に対して4種の管材が適用可能であり、計40代替案が設定された。各案について、主揚水機場、水路、加圧機場、送電線を含む工事費を算定した。各案の共通費用である地区内灌漑施設費用は含めていない。建設費は代替案37の1,333百万LE(約400億円)から代替案4の5,440百万LE(約1,632億円)と変化する。代替案37は、ルートBからC-2を通り、配水位110m、管水路は鋼管、従って主機場はNo.7が1カ所である。一方、代替案4は、ルートA-1を通り、配水位90m、管水路はダクタイル鋳鉄管、主機場はNo.7が1カ所である。建設費の低い5代替案は下記の通りである。

5代替案の工事費 (百万LE)

番号	ルート	配水位 (m)	工事費	管種	主機場	加圧機場
37	B, C-2	110	1,333	鋼管	No.7	.
17	B, C-1	90	1,449	鋼管	No.7	No.1, No.2
33	A, C-1	90	1,543	鋼管	No.7	No.1, No.2
38	B, C-2	110	1,556	コンクリート管	No.7, No.8	.
39	B, C-2	110	1,572	FRP繊維管	No.7, No.8	.

維持管理費として、ポンプの電力費、施設の運転と維持費を算定した。年間の維持管理費は代替案17(配水位90m、鋼管)の53.3百万LE(約16億円)から代替案22(配水位110m、コンクリート管)の74百万LE(約22億円)の間にある。

(10) 代替案の経済比較

将来の投資費用(工事費と維持管理費)を現在価値に換算し、各代替案の経済性を比較した。換算においては、分析期間は50年、ポンプ機器類の耐用年数は25年とし、割引率は北シナイ開発機構が現在各種事業に適用している12%とした。発生する便益は各案共に一定である。投資費用の現在価値の最も低いのは、代替案37の1,457百万LE(約437億円)、ついで代替案17の1,541百万LE(約462億円)である。両案ともに、鋼管水路であるが、前者は配水位110m、後者は配水位90mである。配水位の変動による経費の影響を確認するため、新たに配水位100mのケースを追加検討した。この場合、配水位100mでは加圧機場は35,7407t/dに送水する(90mでは72,000t/d)。このケースを含め6代替案の投資費用の現在価値は以下の通りである。

6代替案の投資費用の現在価値 (百万LE)

番号	代替案		管水路	建設費	年維持管理費	現在価値	比率
	ルート	配水位 (m)					
37	B, C-2	110	鋼管	1,333	56.2	1,457	1.00
	B, C-2	100	鋼管	1,437	52.3	1,525	1.05
17	B, C-1	90	鋼管	1,449	53.3	1,541	1.06
33	A, C-2	110	鋼管	1,543	56.8	1,636	1.12
38	B, C-2	110	コンクリート管	1,556	61.5	1,683	1.16
39	B, C-2	110	FRP繊維管	1,572	59.5	1,684	1.16

配水位を110mとする代替案37の投資費用の現在価値が最も経済的である。ついで、配水位100mの案、配水位90mの案の順に経済的である。これは、配水位を低くする程主機場の運転経費が下がるが、一方逆に、加圧機場の建設費が大幅に増加することによるものである。検討の結果、本計画では導水路は地区への配水位を110mとし(地区内には加圧機場を必要とせず)、ルートBからC-2を通り、管水路は鋼管、従って主揚水機場は1カ所とする代替案37を採用する。

3-3-4 水管理計画

(1) 現況

(a) 水路システム

エル・サラム水路システムは、ダミエッタ取水工、3カ所の揚水機場、2カ所の農業排水取入工、1カ所の余水吐、9カ所の支線分木工、87kmの開水路(土水路)から構成されている。エル・サラム水路にはチェック・ゲートは設備されていない。支線への分水は支線取水ゲートの開度により調節されている。

シークギャベル・エル・サバー水路システムはスエズサイホンから始まり、本計画で実施する導水路を含めず、85kmの開水路(コンクリートイング水路61km)、3カ所の揚水機場、5カ所のチェックゲート、31カ所の支線分木工から構成されている。本計画で、シークギャベル・エル・サバー水路の延長として、44kmの導水路(うち、鋼管水路13km)、1カ所の揚水機場、1カ所の余水吐を設備する。現在建設中のTina Plain事業では支線取入口には下流水位維持の自動ゲート、また派線には定流量維持の自動ゲートの建設が計画されている。

(b) 施設の操作

公共事業水資源省が幹・支線システムの維持管理を行っている。派線水路と圃場施設の維持管理は経費負担を含め農民の責任下にある。施設容量は171ダム当たり $30\text{m}^3/\text{day}$ の率($7.1\text{mm}/\text{day}$)で定められ、毎月の送水量は公共事業水資源省が一定の計画のもとに定めている。いわゆる需要対応の送水ではない。

(c) テレメータシステム

配水の精度を高め、無効水量を減らすため灌漑管理システム事業が進められている。その主要構成はテレメータシステムの設置であり、ナイル河灌漑システムの取水状況をリアルタイムで把握しようとするものである。200地点のデータ収集システムと630地点でのデータ通信システム(voice and data collection system)が設備されている。Qanterの71カ所と結ぶ21カ所のサブ71カ所が稼働中である。収集するデータは、取水ゲートの上下流水位、ゲート開度、ポンプ運転状況等である。固定、移動、携帯の3種の通信設備がある。

(2) 水管理計画

本用水系の特質は、毎月の配水は公共事業水資源省が定め農家はそれのもとで各戸の作付体系を計画すること、幹線水路の総延長が約200kmと長いこと、2カ所で排水を混入すること、流量観測設備のないこと等である。配水の精度を高め、無効放流を減らし、水質管理、施設の安全確保を目的とする水管理施設の整備を提案する。管理地点と管理項目は以下の通りである。

観測地点	観測項目
ダミエッタ取水工	水位、水質
セルウ排水路	水質
セルウ排水混入地点	水質
第1、第2揚水機場	流量、ポンプ運転状況
第3揚水機場	流量、水質、ポンプ運転状況
ハドウス排水混入地点	水質
バカール・サイホン	水位
第4、5、6、7揚水機場	水位、ポンプ運転状況
幹線チェックゲート(5カ所)	水位、ゲート開度
支線分水工(40カ所)	水位
余水吐(1)	水位

幹線流量の把握は、ダミエッタ地点ではナイル河水位と取水位により、各揚水機場ではポンプ特性から行う。支線分水工地点での上下流の水位観測により流量を算定する。これらデータをリアルタイムで監視することにより、水路系全体の灌漑状況を把握できる。

本水系の水管理システムは公共事業水資源省のナイル河灌漑管理システムに編入するものとし、その整備水準は現行のものと同ーとする。エル・サラム水路系を管理するサブマスターステーションをマンスーラに、シークギャベル・エル・サバー水路系を管理するサブマスターステーションをカンターラに置く。この下に各灌漑事業地区毎に、施設の維持管理を行う地区事務所を置く。

3-4 農業開発

3-4-1 土地配分

公共事業水資源省の土地配分基準により、全農地の25%を小農と学卒者、15%を小規模投資家、60%を大規模投資家に配分する。また、保有農地は、小農と学卒者は一律に107エダ(4.2ha)、小規模投資家は10~500エダ(210ha)、大規模投資家は500エダ(210ha)以上である。この計画では、平均として小規模投資家は100エダ(4.2ha)、大規模投資家は720エダ(302.4ha)を所有するものとして農業計画をたてた。小農と学卒者には、Ⅲ級に分類された生産力の高い土地を配分し、彼らの自立営農を支援する。

3-4-2 営農類型と作物選定

(1) 営農類型

小農は家族労働を中心とした野菜栽培と家畜飼育、学卒者は野菜栽培と家畜飼育または野菜栽培と果樹栽培の2類型、小規模投資家は家畜飼育または果樹栽培の専作とこれを補充する野菜栽培の2類型、大規模投資家は土地利用栽培、酪農、肉牛肥育、果樹栽培のいずれかを専作とする4類型、計9営農類型を計画した。

(2) 作物選定

地区の土壌特性、作物の耐塩性、灌漑水の塩分濃度と共に、作物の経済性、輸出実績、家畜飼料の生産、農産加工原料としての市場性等を考慮して下記の25作物を選定した。

- 主穀作物： 小麦
- 飼料作物： ソルガム、メイズ、ベトナム(短期)、ベトナム(長期)、大麦、飼料甜菜
- 豆科作物： そら豆
- 油料作物： 大豆、ゴマ
- 野菜： 馬鈴薯、トマト(生)、トマト(加工)、メロン、スイカ、カボチャ、トウガラシ、タマネギ、キャベツ
- 果樹： オリーブ、アーモンド、ブドウ、リンゴ、桃
- 菜草： クミン

(3) 作付体系と作付率

前述の9営農類型について、可能な限り高い作付率を可能とする作付体系を計画した。この体系を維持するには、農業の機械化と厩堆肥の投入による地力の増強が必要である。作付け面積は夏期、冬期ともに111,000ヘクタール、作付率は200%である。最大灌漑用水需要は7月に生じ、29m³/day/feddanである。これは、公共事業水資源省が管理する水利権量(30m³/day/feddan)以内にある。

3-4-3 作物生産

最近5カ年(1990～94)の農林統計資料に基づき、作物の生産量を以下のように計画した。この収量を達成するには、適切な厩堆肥と1ton/feddan当たりの石こうの投入が必要である。

計画収量 (ton/ha)

作物	収量	作物	収量	作物	収量
小麦	2.5	そら豆	1.2	タマネギ	10.8
メイズ	2.7	トマト	40.0	菜草(クミン)	1.1
大麦	1.5	加工用トマト	25.0	アーモンド	5.0
ソルガム	18.0	メロン	10.0	桃	7.3
ベトナム(長期)	25.0	スイカ	10.0	ブドウ	8.1
ベトナム(短期)	16.5	カボチャ	8.0	オリーブ	7.0
青刈てんさい	50.0	トウガラシ	7.0	オレンジ	7.4
大豆	1.2	キャベツ	20.0		
ゴマ	0.7	馬鈴薯	12.0		

3-4-4 農業機械

小農と学卒者の農作業は、主として家族労働によるが小型の機械化を導入する。果物の収穫は手作業によるので、収穫期には季節労務者を雇用する。投資家の農作業は雇用労務による大型機械化を図る。果物と野菜の収穫には季節労務者を雇用する。小農が必要とする年間の雇用労働は216人日である。小規模投資家は9人の常備作業員、大規模投資家は営農類型により21人(土地利用農業)から67人(果樹栽培)の常備作業員を雇用する。

労働ピークを緩和するための、小農と学卒者の機械体系は小型トラクター(8ps)とアタッチする作業機である。小規模投資家はトラクター(50ps)と12種の作業機を、また大規模投資家は各戸に7台のトラクター(50ps)と各種の作業機を必要とする。

3-4-5 畜産

自給飼料による飼育可能な家畜頭数は、小農で肉牛6頭、学卒者で肉牛8頭、小規模投資家は80頭の肉牛、また大規模投資家の肉牛飼育は1,510頭の肉牛、酪農農家は1,372頭の乳牛を飼育できる。粗飼料の給餌は自由摂取が基本であるので、不足する養分を濃厚飼料で補う。地区全体では、55,800頭の肉牛と31,560頭の乳牛が飼育される。

3-4-6 農産加工

農産物の付加価値を高めるため、市場動向を検討した結果、大麦、メイズ、トマト、オリーブ、家畜の加工産業の誘致を計画する。これらは全て投資家農場からの生産物である。加工施設は全て私企業部門の経営によるものとする。計画するのは次の5種である。

濃厚飼料製造工場：調査地区内に建設する。大麦は6月に21,400ton、メイズは10月に55,800tonが収穫される。濃厚飼料製造工場は通年操業し、1日あたり210tonの原料を加工する。年間で73,000tonの濃厚飼料を製造する。

トマト工場：加工用トマトは小規模投資家農場で生産され、7月下旬から100日間で71,500tonが収穫される。1日当たりの加工能力は原料で715tonとする。年間9,150tonのトマトペーストを生産する。

オリーブ油工場：9月下旬から80日間で、小規模投資家83農場が11,620ton、大規模投資家23農場が28,980tonを収穫する。1日あたり原料処理能力508tonの工場を設立する。年間9,900tonのオリーブ油を生産する。

家畜屠殺場：イスマイリア市の肉牛市場をモデルとし、事業地区内に1カ所の屠殺場を設立する。処理能力は1日あたり150頭。年間2,767tonの枝肉を出荷する。

ミルク加工工場：調査地区内に1日あたり320tonの処理能力をもつ工場を建設する。年間で、46,440tonの牛乳、11,610tonのバター、896tonのチーズを生産する。

3-5 灌漑排水

3-5-1 灌漑サービスユニット

灌漑サービスユニットは複数の圃場から構成される灌漑地で、この中では農民が灌漑施設の設備、維持管理に責任を持つ。サービスユニットは貯水池、ポンプ、管水路と散水または点滴装置を備える。これら施設は関係農家と共同で操作する。灌漑サービスユニットの大きさを以下のように計画する。

小農と学卒者： 1007t(42ha) :10農家 (1農家当たり107t)
 小規模投資家： 1007t(42ha) :1農場
 大規模投資家： 7207t(302ha) :1農場

3-5-2 圃場灌漑システム

適用可能な灌漑システムには、可搬式スプリンクラ、ホース式スプリンクラ、固定式スプリンクラ、センターピボット式スプリンクラ、点滴等がある。各システムの本地区での適用における得失を考慮し、以下のシステムを計画する。

小農と学卒者： 可搬式スプリンクラ、点滴式
 小規模投資家： 固定式スプリンクラ、点滴式
 大規模投資家： 固定式スプリンクラ、センターピボット式スプリンクラ、点滴式

3-5-3 灌漑効率

灌漑効率は次の3段階に区分して検討した。

搬送効率(Ec)：	パイプラインから灌漑ポイントまでの間の送水効率	:0.90
圃場配水効率(Ed)：	灌漑ポイント内の配水効率	:0.95
圃場適用効率(Ea)：	作物により消費される水の効率	
	- 可搬式スプリンクラ	:0.75
	- スプリンクラ	:0.80
	- 点滴式	:0.90

従って、全体の灌漑効率(Ep)は灌漑方式により異なり、以下のように定まる。

可搬式スプリンクラ灌漑： $E_p = 0.90 \times 0.95 \times 0.75 = 0.641$
 その他のスプリンクラ灌漑： $E_p = 0.90 \times 0.95 \times 0.80 = 0.684$
 点滴式灌漑： $E_p = 0.90 \times 0.95 \times 0.90 = 0.770$

3-5-4 計画水量

本事業に必要な水量は作物消費水量とリーチング用水からなる灌漑用水量、並びに1日当たり500,000m³の地区内小規模及び将来に備えた産業用水量の合計である。

(1) 作物用水

エル・アリシュ観測所の気象記録から修正ペンマン法により作物消費水量を求めた。灌漑用水の算定においては、年間100mm程度と期待される降雨については灌漑には無効であるとみなした。作付体系に基づき、月別の灌漑用水量を算定した。ピーク用水需要は7月に生じ、17t(1日当たり)29m³/day (6.9mm/day)である。地区全体では年間690百万m³(3.3mm/day)である。

(2) リーチング用水

土壌塩分コントロールのためのリーチング用水量を算定した(FAO Paper No.24)。その水量は17ガン当たり $0.7\sim 2.3\text{m}^3/\text{day}$ の範囲にある。一方、灌漑水の10~15%は損失水として地下に浸透すると報告され、これは地下に浸透の過程でリーチングの効果を伴う。地下浸透量はリーチング用水量を上回るので、本計画では灌漑に当たりリーチング水量を加算しない計画である。

(3) 産業用水

公共事業水資源省は地区内の産業用水として日量 $500,000\text{m}^3$ の水をBir El Abdから地区内へ送水する計画である。幹線導水路の施設容量はこの水量を含むものとして計画した。

3-5-5 排水計画

エジプトでは、農地排水の重要性から各種の排水調査が行われてきた。1980年代までは稲作以外の農地では $3\text{mm}/\text{day}$ が設計排水量とされていた。その後、排水研究所は排水事業の経験から、デルタの稲作地では $2\text{mm}/\text{day}$ の設計排水量を提案した。また、ZagazigのMashtulパイロット事業(砂質帯水層と粘質土)では観測結果に基づき、 $1.0\text{mm}/\text{day}$ の設計排水量を採用した。

灌漑水から作物消費水量と地表流出水を除いた水量が排水すべき量である。作付パターンと灌漑方式に基づく灌漑水量を分析した結果、排水量は、可搬式スプリンクラ灌漑では $1.9\text{mm}/\text{day}$ 、その他スプリンクラ灌漑が $1.4\text{mm}/\text{day}$ 、点滴式灌漑が $1.1\text{mm}/\text{day}$ と計算された。他事業の例も参考にし、本計画では設計排水量を $2.0\text{mm}/\text{day}$ とする。

3-6 農地開墾と農業インフラ

3-6-1 農地開墾

地区の平均土地勾配は $1/300\sim 1/500$ と比較的急傾斜であるが、農地は散水式および点滴式の方法で灌漑されるので、圃場の均平工事を必要としない。地区内に認められる砂丘の内、移動性のものは技術的な困難性と共に経済的な理由から開墾しない。一部の土地の表層には礫と砂利が混在しているが、灌漑の実施には特に障害と認められない。

土地は砂質であり、この地域特有の風により浸食を受けやすい。風食の影響を緩和するため、地区全体を保護する防風・防砂林帯(シェルターベルト)と圃場を保護する防風林(ウインドブレイク)を設ける。防風・防砂林帯は幅 50m とする。風の影響を緩和すると共に害獣・害虫が地区内へ入るのを防止する効果も期待する。防風林は植樹幅 5m 程度とし、 107 ガンごとに設ける。また、地区内にあり開発から除外された移動性砂丘にも防風林を設ける。植樹は最大 $10\sim 15\text{m}$ に成長する。成木以前の間には臨時の対策が必要である。

3-6-2 農業インフラ

砂質の土壌と風による砂の移動を考慮し、用水路は切盛りのバランスを取りながら盛土形式の3列・トラニング水路とする。盛土面には石張保護工を設ける。灌漑サービスユニットの上流端にファームポンドを建設する。サービスユニットの一边には用水路を沿わせる。水路の少なくとも片側には管理道路を付帯させる。

排水路は素掘りの土水路とする。サービスユニットの用水路の反対側の長辺に派線水路を沿わせる。圃場排水路は明渠とする。灌漑実施後の地下水位の上昇傾向を確認し、必要ならば圃場レベルの排水は暗渠方式に転換する。排水路の少なくとも片側には管理道路を設ける。

農業生産用の道路は、幹線、支線及び耕作道に区分し、その機能により構造を以下のように計画する。

幹線道路：農地と集落、既設国道を結ぶ。アスファルト舗装、全幅13m、内路肩6m

支線道路：灌漑サービスユニット内の管理道路を利用する。簡易アスファルト舗装、全幅8m、内路肩4m

耕作道：灌漑サービスユニット内の道路、水路の管理道路を利用する。砂利道、全幅4m

3-7 入植と社会基盤整備

3-7-1 土地配分と人口予測

農地の25%は小農と学卒者に、15%は小規模投資家に、60%は大規模投資家に配分される。経営規模は、小農と学卒者は107iダと定められているが、投資家の平均経営規模については、小規模投資家は1007iダ、大規模投資家は7207iダと想定した。これら入植農家と関連する農業人口とその他人口は116,000人と予測した。

人口予測

区分	農地 (7iダ)	世帯数	人口
小農と学卒者	27,750	2,780	13,900
小規模投資家	16,650	170	850
大規模投資家	66,600	90	450
小計	111,000	3,040	15,200
農業労務者		15,210	76,050
産業関連人口		1,100	5,500
行政関連人口		3,870	19,350
小計		20,180	100,900
合計		23,220	116,100

3-7-2 集落計画

人口予測と地区の地理的な条件を考慮し、集落配置に関しては地区を3ゾーンに区分する。各ゾーンに1中央集落と4衛星集落を置く。全集落数は15である。既存の5集落のうち、4集落が集落計画のコアとなる。

集落用地は、住居、道路網、行政施設、商業施設等の他に将来の拡張のための用地からなる。モスク、行政施設、コミュニティセンター、保健施設、市場、商店等を集落の中央に配置する。住居はこれら公共施設ゾーンの周りに設ける。集落を囲む防風林地帯を配置する。

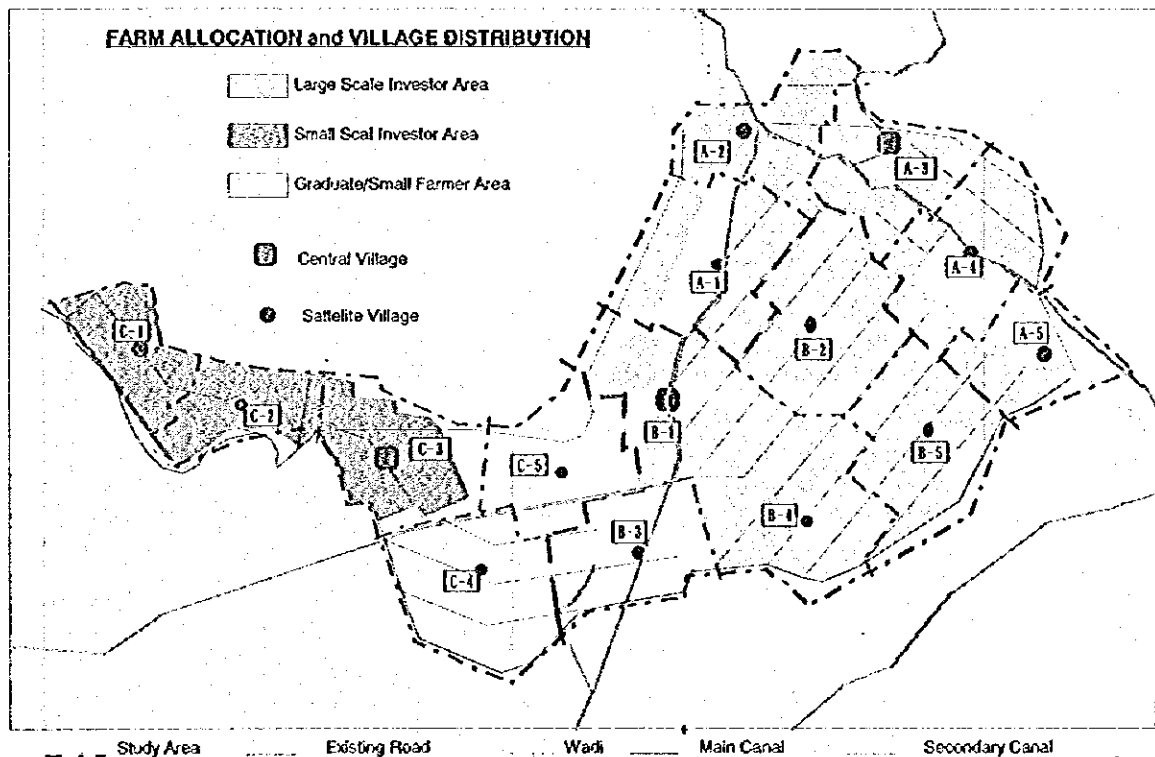
3-7-3 社会基盤整備

道路は集落を国道と結ぶ基幹道路、集落内のメイン道路、居住地内の道路に区分して建設する。いずれもアスファルト舗装とし、車道と歩道を分離する。

飲料、生活用水、家畜用水、小規模産業用水を含め、1人あたり200ℓ/dayの水を供給する。ナイルの水を水源とする送水システムからエル・アリシュ地点において分水する。パイプラインで各戸に配水する。主要地点では公共用の給水栓を設ける。

既設のエル・アリシュ送電システムを利用する。不足する電力は、現在建設中の北シナイ送電事業のもと、エル・アリシュに変電所を設け地区へ送電する。電力需要は電灯、生活用、公共用、農業用、小規模産業用を含め、1人あたり0.4kwとする。

電話施設、下水施設、塵埃処理場の他に、各集落には保育園から中学校までの教育施設、保健衛生施設、警察所、郵便局、消防署、モスク、墓地、商店街等、日常生活に必要な施設を整備する。



3-8 農業振興支援計画

3-8-1 農業普及

調査地区周辺の農業普及サービスはBir El Abdの農業普及事務所が約400人の普及員を置き実施している。本開墾事業の実施により、2,780世帯の小農と学卒者、及び投資家による260農場が農業生産を開始することになる。原則として、投資家は自己の計画と責任において営農するが、小農と学卒者には集約的な支援が必要である。その範囲は、砂質土壌の改良、塩分を含む用水の灌漑、土壌塩分のコントロール、野菜栽培、果樹栽培、家畜飼育、農業の機械化、肥料と農薬の適切な使用、制度金融の使用等、多岐にわたる。

このため、本事業実施に当たっては北シナイ開墾事業地区400,0007ガ'ン(168千ha)を対象とする北シナイ農業開発センターを公共事業水資源省北シナイ開発機構(NSDO)の監理下に設立することを提案する。このセンターは開墾地に適する作物の適用試験を行い、その成果を普及システムを通して多数の農家に習得させることを目的とする。400,0007ガ'ン農地を構成する5事業に5カ所のセンター支所を設置する。

センターは、入植者に対するオリエンテーション・コース、普及員に対する訓練コース、また各地区で選抜した農民リーダーに対する訓練コースを用意する。本調査地区には、100農家に1普及員の割合とし、30名の各分野の普及員を、車両、普及資材と共に任命する。

調査地区内に普及活動の拠点として支所を設ける。支所は小農と学卒者の居住する9集落から各1名、計9名のリーダーに相応しい農民を選ぶ。彼らの農地に展示圃場を設け、集約的な普及サービスを行い、その成果を基に、普及サービスが周辺農民に波及することを期待する。

3-8-2 農民組織

進行中の開放経済化のもと、農業投入資機材と農産物価格が自由化され、また作付統制は撤廃された。このような状況のもと、農業開発における農民組織の重要性はますます高まっている。

農業協同組合の活動は現在ほとんど政府の監理下にある。本地区では小農と学卒者の仁汀行'のもと、農産物の集出荷、市場調査、農業資機材と日用品の購買・販売、農民と制度金融との調整、を目的とする農業協同組合の結成を提案する。

作付統制の撤廃、市場の自由化により、農家は各自の責任において作物選定、作付体系を計画しなければならない。普及サービスと制度金融の受入れ末端単位、また共同作業の実施のため、生産分野別に、野菜栽培、果樹栽培、家畜飼育の農民組織の結成を提案する。また、共同作業が必要な水管理については、公共事業水資源省灌漑局が推進している灌漑支援サービスのもと、水利用者組合を結成しなければならない。

3-9 農産物市場計画

現在の農産物市場に関する問題点は、市場施設が不適切、市場情報の不足、農民組織が未発達、輸送のためのスエズ運河の横断に要約できる。一方、本地区は農産物市場の改善にあたり、以下のようなポテンシャルが認められる。

- 北シナイ開発の国家事業の進展：

政府は北シナイ開発のための諸国家事業の実施を推進している。運輸・通信等の基盤が整備され、また新都市建設による食料需要は増大するであろう。

- 輸出における地理的な優位性：

主要輸出先である欧州、湾岸諸国に対し地理的に有利な地点に位置する。

- 農産加工業の発展：

政府は北シナイにおいて農産加工業の開発を計画しており、これに必要な原料を供給するため、果物、油料作物等の需要が増加する。

- 観光産業の開発：

エル・アリシュを中心とした地中海沿岸は観光開発のポテンシャルが高い地帯である。ホテル等の観光産業の発展に伴い、食料需要は増大する。

1987年以降、作付面積の割当てと売り渡し義務は、綿花と砂糖黍を除き撤廃され、価格統制も廃止された。農産物の輸出入における政府の規制・介入は緩和あるいは廃止されつつある。さらに、公営の農産加工・流通施設の民営化が進められている。このような状況を踏まえ、本計画における市場・流通の改善に必要な対策は以下の通りである。

- 既設市場施設の改善：

特に計画地区の最寄りの卸売市場であるエル・アリシュ市場施設の改善が必要である。

- 市場情報提供システムの改善

- 流通を目的とした農業協同組合の設立

第4章 事業計画

4-1 事業の構成

本エルシール・エルカワリール地区135,000エダンの総合農業開発のため、下記の6事業の実施を計画した。

- 導水路建設と水管理事業：
現在工事中のシークギャベル・エルサバー水路の終点から本事業地区を結ぶ44.1kmの導水路の建設、及び灌漑局の灌漑管理システム事業に組み込まれる水管理施設の建設
- 農地造成と基幹灌漑排水システムの建設事業：
111,000エダン(46,620ha)の農地造成、及び地区内の基幹灌漑システムと排水システムの建設
- 圃場レベルの灌漑施設と排水施設の建設事業：
入植者が設備すべき圃場レベルの灌漑施設と排水施設の建設
- 農業振興支援事業：
農業普及サービス強化のための北シナイ農業開発センターの設立、既存普及サービスの強化のための施設整備、及び農業協同組合等の農民組織設立事業
- 入植と社会基盤整備事業：
人口116,100人、23,200世帯が居住する集落の建設、及びコミュニティ形成に必要な社会基盤の整備事業
- 農産加工産業振興事業：
農産物の付加価値を高め、地域産業振興のための農産加工事業の実施

4-2 導水路建設と水管理事業

設計流量52.66m³/secの導水路施設の概要は以下の通りである。

水路	
コンクリートライニング水路	23.7 km
ボックスカルバート型水路	7.8 km
圧力管水路(鋼管)：φ3,000mm×4	12.6 km
計	44.1 km
No.7 揚水機場	
ポンプ：立軸、呼び径1200mm	8 台
全揚程	115 m
設計流量	451 m ³ /min
全モータ出力	72 MW

灌漑面積111,000エダン、総延長129kmのシークギャベル・エル・サバー水路システムの水管理のため、下記の事業を実施する。

Kantara サブマスターステーションの建設	1 力所
RTU(遠隔データ収集施設)	10 力所
エルシール・エルカワリール地区事務所の建設 (車両、無線通信施設等の設備を含む)	1 力所

4-3 農地造成と基幹灌漑・排水システム建設事業

農地造成：防風林等を含む	46,620 ha
用水路	543 km
排水路	475 km

4-4 圃場灌漑排水施設建設事業

小農と学卒者	11,655 ha
小規模投資家	6,993 ha
大規模投資家	27,972 ha

4-5 農業振興支援事業

北シナイ農業開発センター (NSADC)	1 力所
NSADC支所	1 力所
普及事務所支所	1 力所
家畜保健所支所	1 力所
農業協同組合事務所	1 力所
農民組織事務所	9 力所

4-6 入植事業と社会基盤整備事業

住居	23,220 戸
道路網	49 km
上水供給	123 km
配電：2変電所、送電線	875 km
下水・塵埃処理場	15 力所
学校等教育施設	36 力所
行政機関及びその他施設	1 式

4-7 農産加工産業振興事業 (民営)

濃厚飼料加工場：260ト/日	1 力所
トマトペースト加工場：720ト/日	1 力所
オリーブ搾油所：124ト/日	31 力所
屠殺場：150頭/日	1 力所
牛乳加工場：原乳318ト/日	1 力所

第5章 環 境

5-1 政策と行政組織

環境問題に関する法的権限は、公共事業水資源省、石油省、保健省、内務省等に与えられている。1982年に環境保全について調整をとる目的でエジプト環境庁(EEAA)が設立された。1994年には法第4号が制定され、土地、水、大気等の保全が規定された。灌漑事業を含む諸開発事業には環境影響評価が必要とされた。

5-2 調査地区の環境

地区の大部分は風により形成された低位の砂丘で占められている。地区の東部を流れるエルアリシュ川沿いには沖積堆積層が見られる。エルアリシュ川は地中海に注ぐ。

植生は安定した砂丘を覆う疎なハンモック草である。主な動物は小型哺乳動物であるが、この地域固有の種ではない。この地域は渡り鳥の経路であり、多くの鳥がBradawil湖で越冬する。この地域固有の留鳥は観測されていない。

地区内には5カ所の入植地があり、住民のほとんどはベドウィン族である。飲料水はパイプラインでエルアリシュ市街まで送水され、ここから村まではタンク車で配水される。エルアリシュから送電されているが、一部では自家発電を行っている。産業は未発達で小規模な採炭と軽工業のみである。

5-3 環境影響

砂漠地からなる本地区の開拓による環境影響をEEAAのガイドラインにより評価すると以下の通りである。

5-3-1 事業地区のロケーションによる影響

本事業は、雇用機会の創出、地方住民の収入の増、公共サービスの改善などの効果をもたらす。デルタ地域の人口密度の軽減につながり、また土地なし農民に農地を所有させるものである。

マイナス影響は、考古学的な遺跡を失う可能性、先住民により利用されている土地の損失、野生動物と植生に影響を与えることになる既存の自然生息地の損失である。

5-3-2 事業計画による影響

灌漑のための排水の混入はダミエッタ地点におけるナイル河からの取水量を節約する。新しい営農技術と灌漑方法の適用により農業の生産性は高まり、また品質は向上するであろう。これらがプラスの影響である。

マイナス影響は、農業排水の再利用により塩分濃度が高くなることである。排水の再利用は使用する農民の健康を冒す恐れがある。再利用を計画している農業排水量は5月と6月には今後減少するものと予測され、このため公共事業水資源省はFaraskour排水路等の新しい水源からの取水を計画している。

5-3-3 事業運用による影響

プラスの影響は、地域の雇用の増大、及び新しい農業関連産業の発展の機会を与えることである。

マイナスの影響のほとんどが灌漑用水の水質と農薬の使用に関連している。塩分とナトリウムを含む水は土壌構造に影響を与え、十分に管理されないならば、土壌の透水性を悪化させる。ダミエッタ川の水はカドミウムと鉛を含み、作物生育に影響を及ぼす。地下浸透水と農薬を含む排水は下流のエルアリシュ周辺の地下水を汚染するかも知れない。肥料の多量の使用による富栄養化により、水路の水草の繁茂をもたらす。ナイル川の水のシナイ半島への導入は、住血吸虫やマラリア等の新しい病害をこの地域にもたらす恐れが指摘されている。

第6章 事業の実施と維持管理

6-1 事業実施計画

公共事業水資源省の北シナイ開発機構(NSDO)が事業の実施に責任を持つ事業実施機関となる。本事業は、導水路建設事業、水管理事業、農地造成と地区内灌漑排水システム建設事業、圃場灌漑排水施設建設事業、農業振興支援事業、入植事業、社会基盤整備事業、及び農産加工産業振興事業から構成されている。事業の実施にあたり、NSDOの建設本部長の監理のもと、エルシール・エルカワリール地区総合農業開発事業の推進、各事業の指導と調整を行う事業監督官を任命することを提案する。

事業監督官はNSDO本部にあって、実施設計、建設工事の入札と契約業務に携わり、事業の施工段階では、各事業毎に設立される事業所の監理を行う。NSDOは農業普及と社会基盤整備について関係各省との調整を行う。

圃場灌漑施設に関し、投資家はNSDOの承認を得て、自己の責任のもと設計と施工を行うが、小農と学卒者についてはNSDOが設計と施工を代行する。

6-2 実施年次計画

スエズ運河を横断するサイホン工事は1997年の半ばに完成の予定である。ナイル河の水を有効に利用すべく、NSDOは北シナイにおける建設工事計画を見直し、1997年内に本地区の水源地であるシークギャベル・エル・サー水路を完成させる計画とした。また公共事業水資源省は2002年には北シナイの全開墾事業において灌漑が導入されるよう、新しい実施計画を策定した。技術的に可能な最短年数で建設工事を完了すべく、別表に示す実施年次計画を定めた。

1997～98の2年間で導水路の実実施設計と一部工事の入札業務を行う。約3カ年間の工事期間で導水路工事を実施し、2001年には工事を完成させる。農地造成、基幹灌漑排水システム、圃場灌漑施設、入植も2001年に完成させる。地区の土壌特性から灌漑導入初期においては地下排水は特に必要ではないので、地下水位の上昇程度を観測しながら暗渠施設を設けるものとした。民間部門による農産加工産業は作物栽培と家畜飼育の進展にあわせ、2002年から2010年の間に実施する。

6-3 維持管理計画

導水路、幹支線水路の維持管理はNSDOが行う。スエズ運河横断サイホンから本計画の導水路の終点までの129kmの幹線水路の水管理のため、NSDOはカウンターラに水管理事務所を設立するものとする。この事務所のもと、導水路と地区内の幹支線水路を管理する地区水管理事務所を置く。

派線水路以下の灌漑施設の維持管理は農家が行い、その経費は受益者の負担である。小農と学卒者の施設の維持管理のため、NSDOの指導のもとに水利用者組合を結成し、灌漑局の灌漑助言サービスを受ける。このサービスは灌漑専門家グループが農家に対し、組合の結成、農民の訓練、モニタリングと評価について支援するものである。本地区では、1灌漑サービスユニット(1007ha、10農家)毎に組合を結成する。

北シナイの開墾事業地区の制度的な農業普及サービスのため、NSDOは北シナイ農業開発センターをBir El Abdに設立するものとする。本地区にはその支所を置き、農民リーダーの経営する展示農場への普及サービスを通して、全農民への農業技術の移転を図る。

第7章 事業費

建設工事費は、施設計画による工事数量、NSDOの最近の工事単価、及び事業実施年次計画に基づいて算定した。工事費には、測量、実施設計、施工管理に要する技術経費を含めた。建設費は外貨と内貨に区分し、外貨は直接輸入するポンプ、モータ等の機械、部品、資材の購入費、及び国内で調達するがその生産に当たって輸入資機材に依存する機械と資材の購入費である。建設費には10%の技術的予備費と価格上昇予備費を計上した。

全事業に要する建設費は1996年10月の価格水準で、3,906百万エジプトポンド(日本円換算で約1,172億円、250万円/ha)であり、そのうち外貨分は約40%に相当する1,577百万エジプトポンド(日本円換算約473億円)である。

事業費 (百万LE)

費目	外貨	内貨	計	日本円換算 (億円)
導水路と水管理	559	630	1,189	356.7
農地造成と灌漑排水システム	201	588	789	236.8
圃場灌漑排水施設	345	314	659	197.8
農業振興支援事業	35	41	76	22.8
入植と社会基盤整備	308	629	937	281.1
農産加工産業振興	100	70	170	51.1
技術経費	29	57	86	25.9
計	1,577	2,329	3,906	1,172.2

建設費 (LE 1,000)

費目	外貨	内貨	計	日本円換算 (億円)
1. 導水路と水管理				
- 導水路	558,981	629,695	1,188,676	
- 水管理	283	112	395	
小計 (1)	559,264	629,807	1,189,071	356.7
2. 農地造成と灌漑排水システム				
- 農地造成	14,269	44,862	59,131	
- 灌漑システム	158,625	407,003	565,628	
- 排水システム	28,025	136,542	164,567	
小計 (2)	200,919	588,407	789,326	236.8
3. 圃場灌漑排水施設				
- 灌漑施設	333,298	303,083	636,381	
- 排水施設	11,646	11,211	22,857	
小計 (3)	344,944	314,294	659,238	197.8
4. 農業振興支援事業				
- 農業開発センター	5,230	8,836	14,066	
- 普及事務所等	3,839	8,603	12,442	
- 農協等農民組織	25,759	23,682	49,441	
小計 (4)	34,828	41,121	75,949	22.8
5. 入植と社会基盤整備				
- 入植者家屋	98,208	294,622	392,830	
- 社会基盤	209,524	334,796	544,320	
小計 (5)	307,732	629,418	937,150	281.1
6. 農産加工産業	100,455	69,830	170,285	51.1
7. 技術経費	29,130	57,070	86,200	25.9
合計 (1~7)	1,577,272	2,329,947	3,907,219	1,172.2

年次別支出計画 (LE 1,000)

年次	外貨	内貨	計	年次	外貨	内貨	計
1997	7,000	6,700	13,700	2006	5,018	6,821	11,839
1998	90,197	106,805	197,002	2007	15,147	15,918	31,065
1999	347,634	634,861	982,495	2008	12,786	14,203	26,989
2000	356,613	650,147	1,006,760	2009	8,742	7,892	16,634
2001	425,235	616,525	1,041,760	2010	8,742	7,892	16,634
2002	243,738	224,279	468,017	2011	-	-	-
2003	25,915	15,345	41,260	2012	5,823	5,606	11,429
2004	21,320	13,392	34,712				
2005	3,362	3,561	6,923		1,577,272	2,329,947	3,907,219

第8章 事業評価

事業実施の妥当性に関する評価は、国家経済の観点からの経済評価と、個別農家の私経済の観点からの経営財務分析によって行った。また、事業実施の間接的効果についても検討した。

8-1 経済評価

経済評価は、経済価格で算定された便益と費用に基づいて計算された経済的内部収益率(EIRR)で算定した。また、このEIRR以外に、期待される便益の規模を示すため純現在価値(NPV)も計算した。エジプトにおける資本の機会費用は10%と評価した。

事業の便益は、作物生産と畜産からなる農業便益と、事業地区内で計画されている農産加工業と農産物集荷センターによる便益で構成される。事業の費用としてはこれら生産に直接関連する導水路と水管理施設、農地造成と灌漑排水システム、圃場灌漑排水施設、農業振興支援施設、農産加工施設、そして先行事業であるスエズ運河横断サイホン、シークギャベル・エル・サバー水路の建設費とこれら施設の維持管理である。

入植者の住宅、電気、上下水道等の社会基盤施設は事業計画の重要な要素であるが、これら施設の建設によって期待できる便益が明確でないため、その費用は経済評価対象の費用から除外した。ただし、この社会基盤施設を全体の事業費用に含めた場合、EIRRがどの程度変動するかを感度分析において試算した。

経済価格で算定した事業の便益と費用の年度毎のフローをプロジェクトライフ50年間(関連事業を含めると56年間)にわたって作成し、これに基づいてEIRRとNPVを計算した。その結果、NPVは190.6百万エジプトポンド(日本円換算約57.2億円)、EIRRは11.25%が得られた。このEIRRはエジプトの資本の機会費用の10%を上回り、国家経済的観点から事業実施の妥当性が認められる。

事業計画におけるリスクを考慮して4ケース、社会基盤施設費用を投資額に含めたケース、合計5ケースの感度分析を行った。その結果は以下の通りである。

感度分析		
ケース	変動要素	EIRR (%)
1	全体事業費の10%増加	10.30
2	事業便益10%減少	10.20
3	上記1と2の組合せ	9.29
4	工事完了の2年遅れ	10.13
5	社会基盤施設費を加算	9.16

8-2 財務分析

財務分析は、入植者の区分と営農類型により9つのモデル農家を想定し、これらの農家が土地を購入し、圃場灌漑排水施設を自ら負担した上で、十分な農業所得が得られるかどうかを分析した。モデル農家の概要は以下の通りである。

モデル農家

番号	入植者区分	土地面積 (fed.)	延作付面積 (fed.)	営農類型
1	大規模投資家	748	720	果樹栽培
2	大規模投資家	748	1,156	肥育牛と飼料作物
3	大規模投資家	748	1,440	酪農と飼料作物
4	大規模投資家	748	1,440	単年作物栽培
5	小規模投資家	70	140	単年作物と果樹栽培
6	小規模投資家	103	200	肥育牛と飼料、野菜栽培
7	学卒者	10	20	単年作物と果樹栽培
8	学卒者	10	20	肥育牛と飼料、野菜栽培
9	小農	10	20	単年作物栽培

農業経営分析は財務(市場)価格によった。入植者は、土地、住宅、水道・電気等の施設、圃場灌漑排水施設の費用と灌漑施設維持管理費を負担する。土地代の支払い条件は、猶予期間4年、利率6%、返還年数は投資家は10年、小農と学卒者は15年とした。営農融資の利率は11.3%とした。

以上の条件のもとでの分析結果は以下のとおりである。入植当初は農家経営の赤字が続き、累積債務解消が可能になるのは、小農(モデルNo.9)と学卒者(モデルNo.7とNo.8)が5年目、最長は小規模投資家のモデルNo.5(単年作物と果樹栽培)の15年である。

北シナイ開発機構から購入する土地の代金が収益性を決定する大きな要素である。条件の緩やかな小農と学卒者(土地価格はLE 3,000/feddan、利率6%で15年間均等償還)は財務的内部収益率が31~35%である。一方、条件の比較的厳しい投資家(土地価格はLE 10,000/feddan以上、前払金30%、利率6%で9年間均等償還)は、酪農経営農家(モデルNo.3)を除き、財務的内部収益率は14~25%である。より多くの投資家を誘発し、安定した農業経営を約束するためには、投資家に対する土地販売条件を緩和させる必要があるかも知れない。

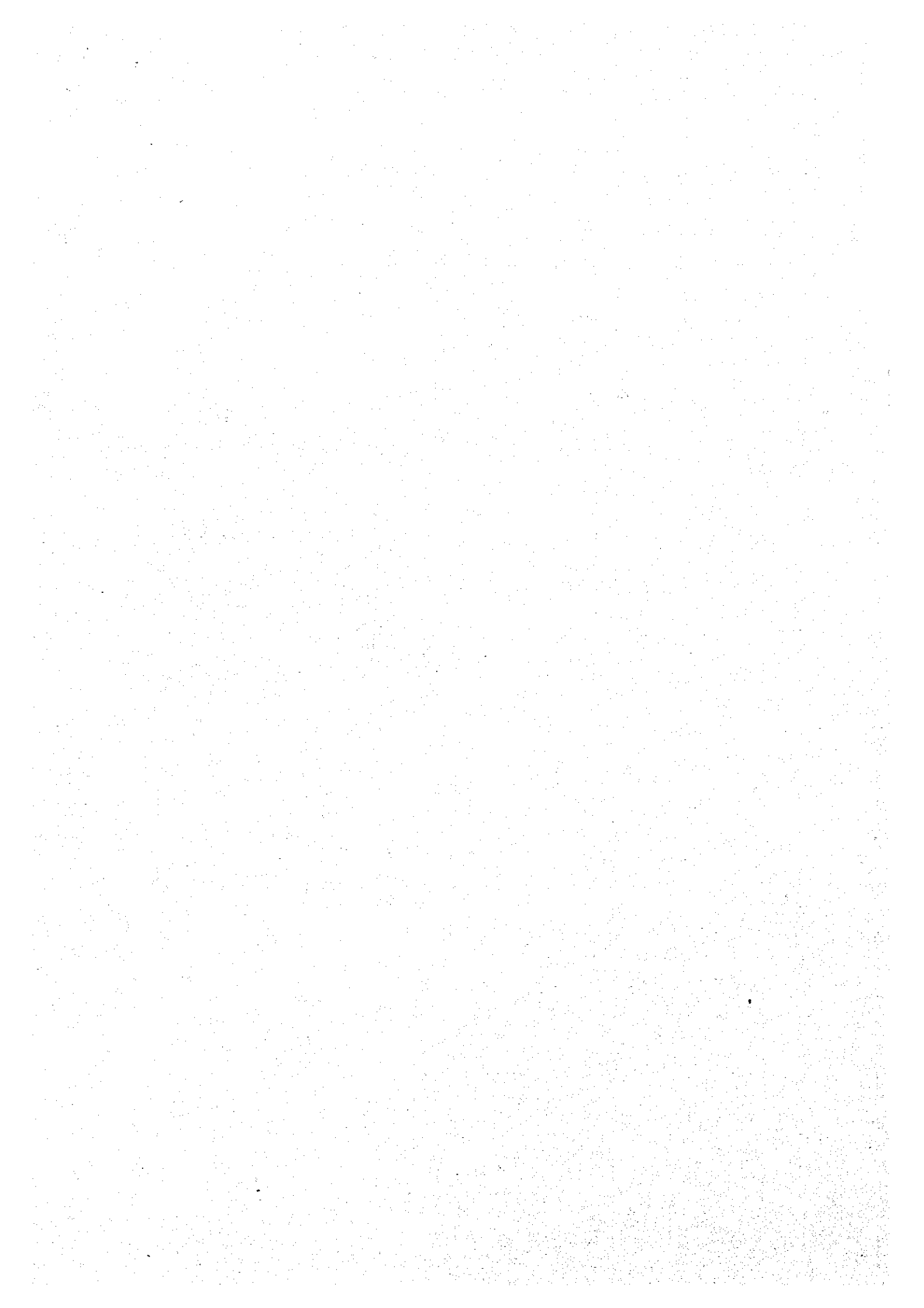
8-3 社会経済的波及効果

北東シナイ総合農業開発事業の実施は、前記のような定数化が可能な便益以外に、国の将来の発展にとって重要な社会・経済効果をもたらすことが期待される。先ず経済的には輸出作物と輸入代替農産物の生産により国家の貿易赤字削減に貢献し、一方社会的にはナイル河流域の過密人口の軽減に貢献し、農業生産と農産加工における雇用機会の創出により失業率の低下に寄与する。この他に、エジプトと近隣アラブ諸国との間の政治的、戦略的な絆の中核地点を築く、地域の観光と産業の発展の触媒となる、国の食糧安全保障に寄与する等の波及効果が期待できる。

8-4 環境影響評価

本事業の実施により、上述のような社会・経済的なプラスの影響と農業排水の再利用により限られた水資源の節約という効果がある。一方、マイナスの影響は主に灌漑用水の水質と農業の使用に関連している。この地域に与えるであろうマイナス影響を緩和するため以下の対策が必要である。

- ・ 建設工事により考古学的遺跡を損傷しないよう、工事の監理を行う。
- ・ 用水システムの水管理を行い、水量と水質の管理
- ・ リーチング、地下排水により、塩分とナトリウムの濃度を許容範囲内に管理
- ・ 水路の水草の除去
- ・ 農業と肥料の適切な使用のための農民の訓練
- ・ 砂嵐と移動性砂丘から農地と入植地を守る防風施設の設置
- ・ 活発な移動性砂丘を安定させる対策の実施



提 言

1. 2002年には北シナイの400,0007ダ(168,000ヘクタール)の土地で灌漑農業を開始する事を主目標としたエジプト政府の政策を実現させるため、導水路建設を含む本エルシール・エルカワリール135,0007ダの総合農業開発事業を、ここに提案したスケジュールに従い早期に実施すること。

計画事業の経済的內部収益率の11.25%はエジプトの資本の機会費用10%を上回り、事業の実施は国家経済的に妥当性をもつことを明らかにしている。もし、事業の完了が2年遅れるならば、経済的內部収益率は10%台に低下することになるであろう。2001年までに主要施設の建設を完成させるため、エジプト政府は必要な人的資源及び予算を本事業に割り当て北シナイ開発機構の機能を拡充する必要がある。

2. 入植者、特に小農と学卒者が安定した農業経営を享受するため、集約的な農業普及サービスの実施、及び水利用者組合、農業協同組合等の農民組織の結成を促進・支援すること。

新規開墾地で農業を開始する入植者は目標生産を達成するには、多くの解決すべき問題に直面し、また数年の時間を要するであろう。北シナイ開発機構は、ここに提案した北シナイ農業開発センターを設立し、農業・開拓省等の関連機関との連携のもと、入植者に対する支援サービスを行うことが求められる。

価格変動の大きい野菜と果物が主要な農作物であるので、地域のみならず全国レベルでの市場情報システム整備計画が必要である。

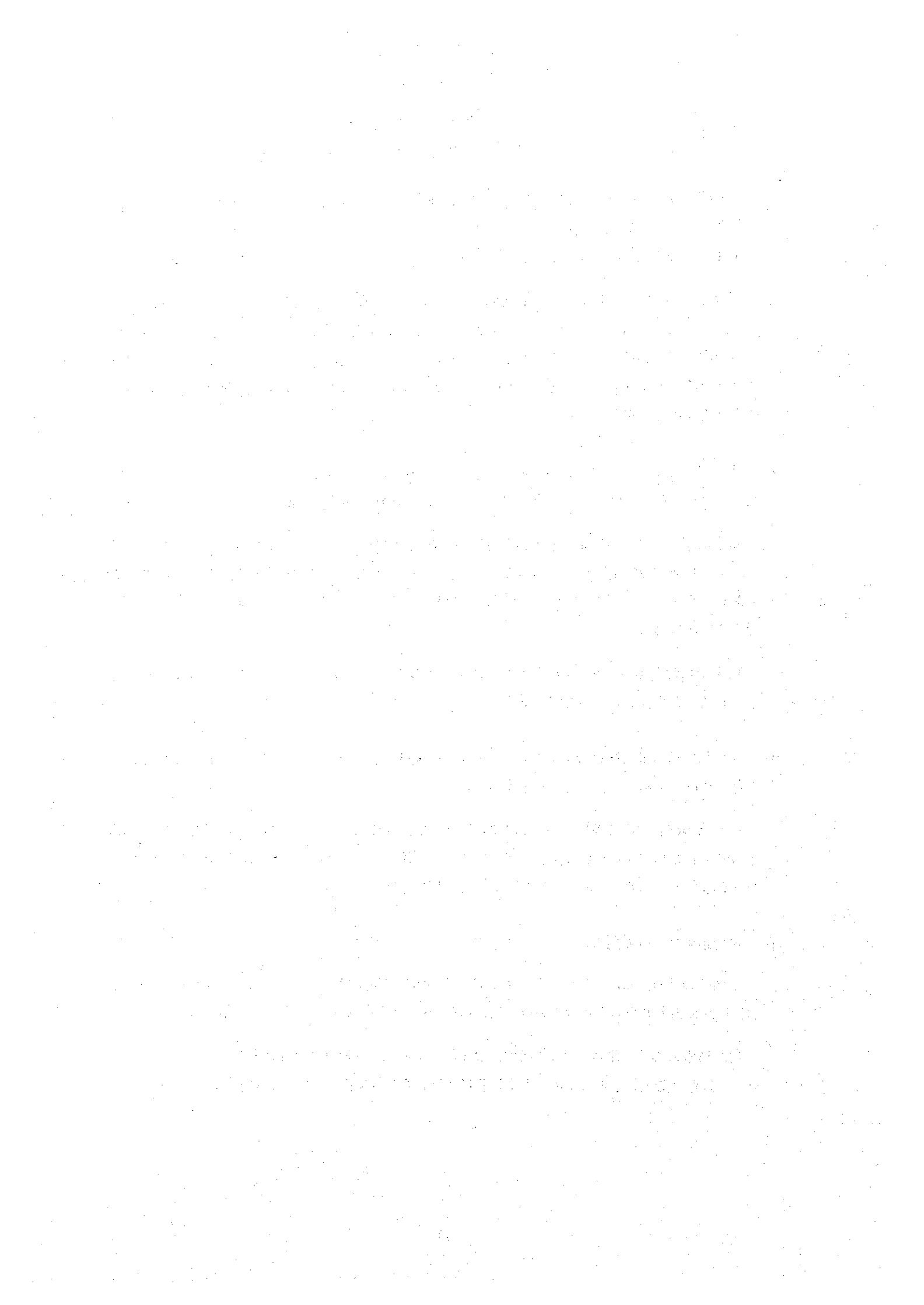
3. 主要施設の設計と積算の精度を高めるため、導水路と事業地区を対象とする地形図を作成すること、及び導水路の実施設計に着手すること。

導水路の路線選定は縮尺1:50,000の地形図と現地踏査に基づいた。詳細な地形図があれば、管水路の延長を短縮する有利な路線を選定できる可能性がある。送水容量が大きくかつ高揚程のポンプを必要とする導水路の実施設計を早急に実施しなければならない。

4. 主要地点における用水と排水の質と量をモニタリングすること。

本地区の灌漑用水は農業排水が混入され、その水質には十分な観測が必要である。現在の観測項目に加えカドミウムと鉛などの重金属、農業の残留レベルを観測することが必要である。

灌漑排水の実施に伴い、調査地区内及び下流部での地下水の流れと水質をモニタリングし、本事業地区からの浸透水と排水の地下水に及ぼす影響を把握することが必要である。



JICA