

B. 農業部門

- (1) エジプトの人口は前世紀末には 970 万人であったが、革命前年の 1951 年には 2090 万人へと、約 50 年間に倍増し、革命後は増加のテンポを早め、61 年には 2670 万人、71 年には 3380 万人、1976 年のセンサスでは 3,670 万人、1980 年には 4 千万人を超えたものと推定され、この 30 年間に更に倍加するに至っている。この増加は高い出生率（1952 年は人口 1,000 人当たり 45.2 人、78 年は 38.7 人）と医療の発達による死亡率の低下（1952 年は 17.8 人、78 年は 10.6 人）によるもので、増加率は年率 3% におよんでいる。
- (2) もちろん、この間農業開発が進められ、革命前の 50 年間に 12 万 5 千 fed の開拓にすぎなかったが、革命後 1978 年までに 91 万 5 千 fed が開拓され、1902 年のアスワン・ダム、1970 年のアスワン・ハイ・ダムの完成、農地改革、品種の改良、施肥の改善、病害虫の防除等により、農業の水平的拡大ばかりでなく垂直的な拡大に多大の努力が払われてきた。しかしながら、耕地は 1897 年の 510 万 fed から 1975 年には約 600 万 fed に増加したものの、人口対土地の比率は 1897 年の 1 fed 当り 2 人が、1980 年には 6.6 人となり、今世紀末には 10 人に達するものと考えられている。
- (3) このような人口圧乃至は人口対土地の比率の悪化は、一方では雇用の場を求めて人口の都市集中と他方では食糧事情の悪化を促すこととなる。前世紀末には都市人口は 20% 程度にとどまっていたが、1976 年には 44% に増え、都市における不完全雇用問題と併せて多くの社会問題を惹き起すに至っている。因みに、1952 年を 100 とした場合の農業生産の伸びは 1977 年には 907 を示しているが、他方、工業生産もこれと平行した 928 の伸びしかなく、人口の都市集中は工業の進展に因るものではなく、単なる農村の過剰人口の都市への排出を意味するに過ぎない。
- (4) また、食糧の国内生産は商品的農業の進展によって特産物を輸出し、その代価で不足する穀類を輸入する方針を継続しているが、人口増に伴って年々輸出入の不均衡が拡大し、1978 年には総額で輸出が 6 億 8 千万ポンドであったのに対し、輸入は 2 億 6 千万ポンドで、差引き 1 億 9 千万ポンドの大幅な輸入超過を示している。このうち、農産物の輸出は 1 億 1 千 4 百万ポンド、農産由来の繊維製品を含めると 4 億 1 百万ポンドで、輸出総額の約 60% を占め、農業は最主要的な輸出産業となっている。しかし、輸入には大量の工業製品の他にかなりの農産物が含まれ、その額は 6 億 8 千 6 百万ポンド（繊維製品を含めると、7 億 4 千 9 百万ポンド）であって、これだけで輸出総額以上となり商品的農業によって外貨を得て、これで食糧農産物を輸入するという方策は効を奏していないのが現状である。
- (5) 1977 年の外国からの移転分を除いた GNP は 7 億 3 千 9 百万ポンドで、農業部門

はその30%近くを占めている。また同年の総就業者数971万9千人のうち農業は42.2%（工業は12.8%）となっている。しかし、就業者1人当たりの賃銀配分額は工業が414.6ポンド、全産業の平均が276.1ポンドであったのに対して、農業は110.2ポンドに過ぎずその生産性は低く、過剰の労働力を農業雇用に依存しているのが実態である。

- (6) 統計上農業の生産構造は明らかでないが、若干の類推を加えれば以下の如くである。1975年の農地の所有者は335万8千人、国営農場等を除いた耕地は557万2千fedであり、従って所有者1人当たりの耕地面積は1.66 fedとなる。また耕地面積6百万fedを農業就業者数410万4千人で除した1人当たりの耕地は1.46 fedである。しかし、実際の耕作は1972年の統計で小作地が43%あるといわれ、また、地主の農業労働者を雇用しての手作りも多くみられるのが実態で、耕作農家数は明らかでない。仮りに農家1戸当りの就業者数を1.5人として逆算すれば、農家数は273万6千戸となり、1戸当たり2.0 fedの規模となる。また、2.0人とすれば農家数は205万2千戸、1戸当たり2.7 fedとなる。因みに農地改革による再配分は家族数や土地の生産性に応じて2～5 fedであり、国内開拓の入植地の配分も2 fed から最高5 fedまでである。
- (7) 上述の事情から、エジプトでは工業と農業の発展に力を注いできた。1960年の第1次5ケ年計画以来多くの計画的努力が払われている。最近の1978～82年の新5ケ年計画では総額101億7千万ポンドの投資額であって、そのうち8.6%、8億7千9百万ポンドを農業及び灌漑に配分して農業の再開発を企画している。その長期的目標として次の3点を掲げている。

④ 食糧の確保

⑤ 国際収支の改善

⑥ 都市人口の農村部への吸収

上記の目標を達成するための具体的な政策のガイドラインとして、1)既耕地の土地生産性の向上、2)既開拓地の生産性の向上、3)土地の新規開拓、及び4)農業の全般的発展の4本の柱を樹て、それぞれについて重点事項を示し、更に具体的な項目を示している。例えば、1)既耕地については、灌漑・排水方式の改善、土壌改良、機械化、優良種子の増殖と普及、貯蔵、包装、輸送の改善、作付体系の再編成と輪作の改善、都市・工業による農地蚕食の防止等を挙げ、2)既開拓地については、着工地の早期完工、耕作計画の完全な実施、国営農場の経営及び監査システムの改革、分散国有農地の売却、大規模国営農場の近代化等を示し、3)新規開拓地は後述するので省略するが、4)農業の全般的発展に関しては、輸出の拡大、試験研究の強化、肥料・農薬の普及、普及の人材の養成と組織の強化、金融の拡充、価格政策の見直し、作付の統合化（プール制）地力の低下防止等を重点事項としている。

G. 農業開発と砂漠開発

(1) 農地の水平的拡大には殆んど天水を利用できないエジプトでは水源の確保が先決条件であり、ナイル用水の利用はもとより過剰排水の再利用や地下水の利用などあらゆる努力が傾注されている。ナイル用水はハイ・ダムの築設前は720億 m^3 の流量のうち400億 m^3 がナイルバレーやデルタの600万fedに利用されるだけで、残りの320億 m^3 は地中海に流されていたが、1970年のハイ・ダムの完成によって200億 m^3 を貯水し、このうち80億 m^3 (他の120億 m^3 はスーダンが利用)を以って新たに130万fedに利用できることとなった。

地下水については、各種の水文調査で西及び東砂漠に地下水のあることが判り、8.1万fedがこれを利用しているが、UNの技術援助でその所在と水量を確定する調査が進められている。降雨量は北部海岸沿いに150~200mmがあり、牧草、イチヂク、オリーブ、大麦等の省水作物に利用され15万fedの耕地と200万fedの草地がある。

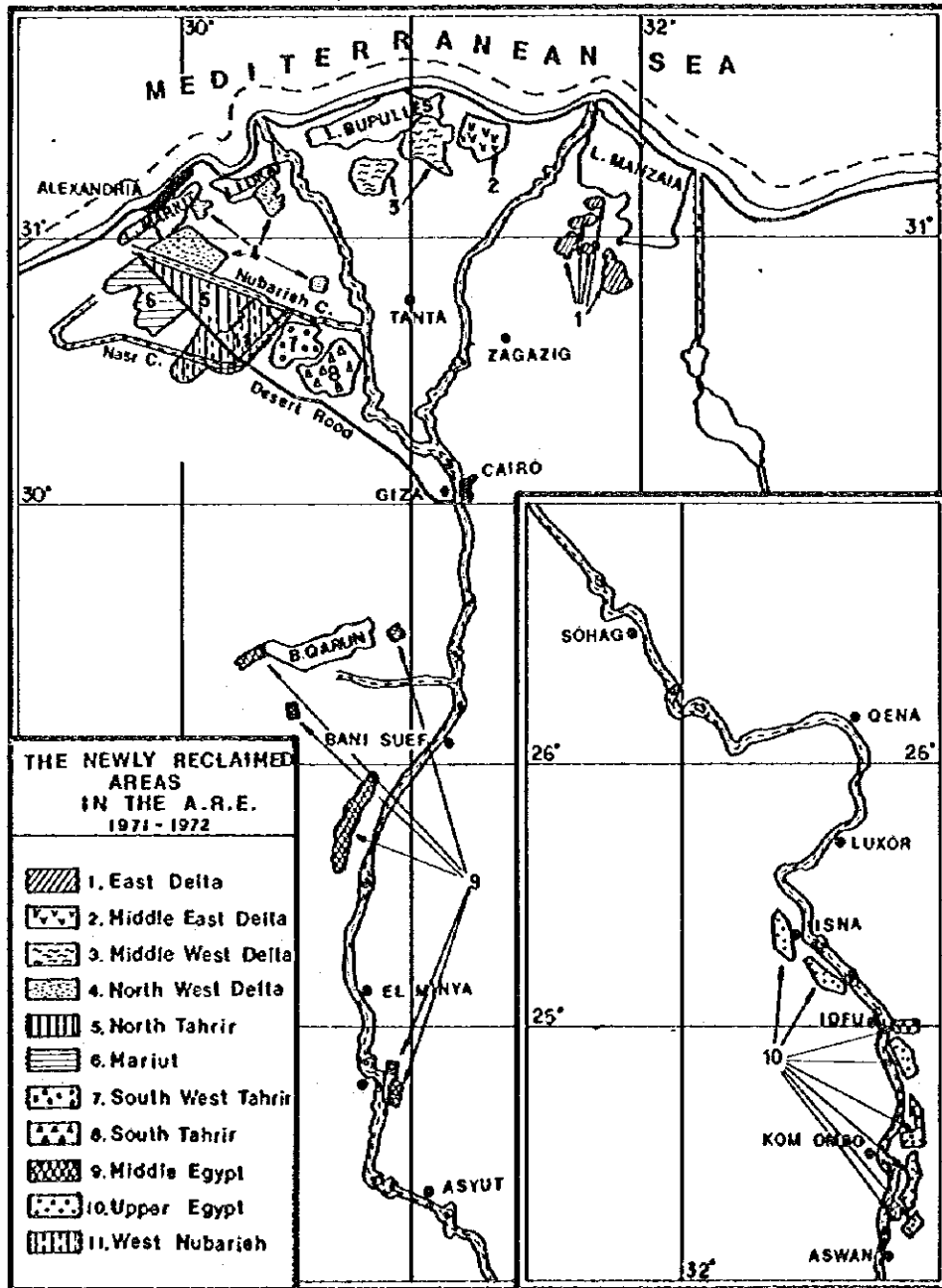
1960年から73年の間に89.5万fedがナイル用水で開拓されたが、このうち788万fedが新規開発で、6.7万fedは既耕地の中の散在地となっている。また、ハイ・ダムによる安定給水のため、従来のは洪水期耕作の"basin irrigation"1824万fedのうち約100万fedが"perennial irrigation"に変わり、土地利用率の倍加に貢献することとなった。

(2) これまでの国内開拓は、多少の変遷はあるが、Ministry of Land Reclamationを最高責任機関として4つの機関が関与している。General Authority for Land Development (GALD)、General Authority for Desert Development (GADD)、General Organization for Land Reclamation (GOLR)、及びEgyptian Authority for Utilization and Development of Reclaimed Land (EAUDRL)である。このうち、GALDは用排水網、開拓計画、新村及び社会システムを計画する機関で、GADDは砂漠地域を対象として地下水を探索し、砂漠地域に適した農畜生産を調査する機関である。GOLRは各種の土地開拓会社の監督に当たり、EAUDRLは開拓地を引受けて入植後の農業及び社会生活の改善のためのサービスを行う実施機関である。

EAUDRLはデルタからナイル・バレーに至る約70万fedを管轄し、これを7万fedのZoneに区分、これを更に5,000fedのfarmとその下のsub-farmに細分して、経済及び社会活動の効率的進展を期している。

(3) 開拓事業は建設段階、農業段階、社会段階の3段階に分けて進められる。土壌調査の結果1,450万fedが開拓可能地となっているが、建設段階では、1)幹線及び各級の用排水路の築設、2)土地の均平、3)橋梁、堰、電線、函渠等の建設、4)居住地、公共施設道路の築設が行なわれる。農業段階は、先ず地力対策を行うための土地調査を行

II.C.1 The Newly Reclaimed Areas in The A.R.E. (1971 - 1972)



Source : Dr. Salah El Abd, "Nile Resettlement ...", 1974.

って土地を分級し、次いで土壌の物理性、化学性生物性を改良するため、塩類土壌ではリーチング、アルカリ土壌では gypsum、砂土に泥土の客土を行い、アルファルファやベルシーム (Egyptian clover) を栽培し、そうした処理の後に土壌の物理性や生物性の改善に適した作物の栽培が行なわれる。かくして3～6年で生産の最低水準に達する。第3の社会段階は入植、組織化で、入植はエジプト国籍、農業経験2年以上、5 fed 以下の土地所有者、できれば土地なき農民、健康、非犯罪者、21～50才、家族数5人以下、識字力のあること等を条件として入植者を選び、輸送費を無料として入植させ、最高5 fed の農地、1軒の家屋、1頭の妊牛、簡単な家具を与える。組織化は200世帯で移住地を構成し300戸に1つの農業協同組合を組織し、他方社会開発協会を設立して社会生活を組織し、政府は学校、病院、郵便局等のサービスを供与するのである。

(4) 以上は、EAUDRL系列での標準的な開拓方式であるが、これを含めて多くの開拓・入植・経営等を異にする形態がみられる。以下その幾つかを略述してみよう。

㉑ 遊牧民の定住化 (Sedentarization of the Nomads)

アレキサンドリアの西35kmからリビア国境に至る480kmの間に幅25kmで年降水量が100～150mmの380万 fed の地域があり、このうち35万 fed が耕作に適する。そのうち10万 fed が天水に依存でき、大麦9万 fed、この他にイチヂク、オリーブ、トマト、玉葱、豆類が栽培され、綿羊、山羊、駱駝、家禽を飼養し畜産が主な収入源となっていた。1958年の " Desert Law " によって、部族所有の土地の再編を行い、一戸当たり10 fed 乃至それ以上を与え、井戸や風力井戸を作り (融資、30年償還)、定住化を図り、1966年には8万人の人口であったが、このうち1970年までに50%の定住化がなされ、部族保有制地の75%が個人有となった。定住形式は密居、散居、線居と様々であるが、農協も組織された。管轄はGADDである。

㉒ ヌビア人の移住入植 (Resettlement of the Nubians)

High Dam の建設とナセル湖の築設によって、アスワンからスーダンに至る500kmの間に居住する約5万人のヌビア人をアスワン南方とスーダンのカルツーム周辺に移住させることとなった。エジプト側では、アスワン南方のコム・オムボ2.7万 fed 及びエスナ0.8万 fed、合計35,000 fed の入植地を作り15,868戸の家屋を作り、一戸当たり2～5 fed を配分することとして1963年から移住を開始した。1971年までにコム・オムボには61%が移住し、20,131 fed が配分された。なお、前住地の耕地は15,000 fed であった。この入植地は現在EAUDRLの管理下であり、第10 Zone に属している。

㉓ 一般開拓入植

EAUDRL傘下の開拓地には諸種の形態がある。土地条件的には既耕地周辺の荒地、

北部の低湿地乃至海面下の塩水湖沼の干拓、ナイル川の河岸段丘、及び砂漠地等が含まれる。用水は主としてナイル用水であるが、カイローアレキサンドリア砂漠道路沿いの砂漠地はNubarieh及びNasrの2本の運河を築設して5つのZoneが配置され、東北部のManzala湖からアレキサンドリアの南のMariut湖に至る低地帯には4つのZone、中部ナイルと上部ナイルに夫々1つのZoneが配置されている。低地帯の如く既耕地に近いところでは近隣農村からの入植が主体である。しかし、これまで居住者のいなかった砂漠地では遠方からの入植方式をとり、その中には遊牧民の入植地を含み、初歩からの農業訓練はもとより新たな農業組織を仕組み公共サービスを提供しなければならぬ。また、土地の配分は農地改革法に基いて2～5 fedが配分されるが、中には個人有として配分するもの、小作として貸付けるものもある。最近、大学卒業者や退職官公吏等に優先的に配分することが提唱されている。

④ 国営農場

国営開拓によるもので、遠隔地にあり、広大な地積を占めるものについては、これを近代化した国営農場として経営する方針がとられている。イスマイリア州西部からシャルキア州にまたがる "Ismailia Agricultural Development Co." もその1つである。ユーゴスラビアの援助で同国のコンサルタンツ会社が設計施工し、1978年に開設され、イスマイリア・キャナルから引水して19,000 fedの砂漠地を開発したもので、現在10,000 fedで農業が営まれている。総職員463人で、このうちには29人の農業技術者と獣医師が含まれる。農業形態は畜産、果樹、作物の混合型で、1,360頭の牛を飼養し、350頭について搾乳、400頭を肥育し、残りが放牧されている。果樹はオレンジ、レモン、アズ等、作物はバレイショ、スイカ、イチゴ等の野菜類も含め、飼料作物はアルファルファ、ベルズームの他、ソルガムも入れている。54台のトラクタによる機械化農業で職員は全員が敷地内に居住している。灌漑方式はスプリンクラーが採り入れられている。

⑤ 州営農場

シャルキア州では牛肉生産の改善のため州営の肥育場を設置して肉牛の生産を開始したのが動機となり、砂漠地を開発して肉牛の増殖と肥育を行うこととなり、1976年に開発に着手した。地下水利用を前提とし、4期計画として将来13,000 fed、1万頭の飼養を目標として、現在3,000 fedを開拓し、1,000 fedを開発中で、3,500頭を飼養している。もちろん、肉牛の生産が主目的であるが、野菜、果樹、酪農をも含めた多角化を行い、牛乳の加工場も設置されている。20人の事務員、100人の技術者を雇用し、機械化による経営を目指しており、現在日本から機械の商品援助を得ている。灌漑方式は初期には地表灌漑であったが、後にはスプリンクラー、side

wheel sprinkler、ドリッピング、等が併用されている。

① 社営農場

これまで農地開発やその他の大規模な土建事業を請負っていた "Arab Contractor Company" が自から農場経営に参入したもので、"Salhia Pilot Agricultural Projects" としてイスマイリア州内のイスマイリア・キャナルを挟んだ両側の砂漠地、北部地区 23000 fed 及び南部地区 33000 fed で試みているもので、1978年に建設を始め1982年1月に完工し、営農段階に入っている。用水はキャナル用水をポンプ・アップし、center pivot による灌漑方式を大幅に採り入れ、円形圃場の角地はスプリンクラー、果樹にはドリッピング方式を用いている。北部地区についてみれば、74基の center pivot を据付け、土地利用は飼料作物を 6000 fed、果樹を 8000 fed、野菜 2500 fed、等を入れ、大家畜 10,000 頭を飼養する計画で、この他にグリーン・ハウスによる野菜の周年栽培、約 40 万羽の採卵養鶏の他農畜産物の加工もくろんでいる。トラクタは 60 台で機械農業を前提とし、現在従業員は 760 名で敷地内に 1,000 戸分の新村落が建設されている。

② 開拓農業協同組合

1964年の法律で認められたと云われるが、その狙いは 1) 民間の遊休資本を開拓に充当し、2) それと同時に土地なき農民に就業の機会を与え、3) 併せてこれらの雇用農民が将来自立するに当たっての農業訓練の場を与えることにある。組合員への配分面積は 20 fed が限度であるが、5 fed 未満の場合は開発地 5,000 fed を超えた組合を結成することはできないが、それ以上の場合には大規模の組合となる。

この種の組合は全国で 100 に達していないが、大規模な組合のシャルキア州のアデリアは地下水利用によるスプリンクラーとドリッピング方式を採用しており、1戸当たり配分面積は 10 fed が予定され、現在開発に着手した段階である。

③ 個人開拓農場

開拓組合による開発と同様に個人による開拓も奨励されている。上限は 200 fed までとされている。イスマイリア州では既耕地に接続し、或いは水路や道路沿い等の比較的交通や取水の便利な砂漠地が対象となっている。中には 350 fed の大規模なもので center pivot を導入しているものもみられる。用水はキャナル用水や地下水、或いはそれらを併用するものもある。また大部分は地表灌漑システムがとられている。自力開墾であるので開拓の進捗は遅いが、当初から厩肥の投入によって商品作物の導入を行ない、資金の回転や回収に努めているようである。

(5) これまでのエジプトの国内開拓の趨勢を概括すれば以下のとおりである。

㉑ 沖積地から砂漠地へ

ナイル・バーレーやデルタの形で現出している沖積地は低湿地も含めて全国土(約1億ha)の3.5%に相当する350万ha(836万fed)といわれるが、1961年の調査ではこのうち国有の121.4万fed、私有の22.7万fed、合計144.1万fedの未墾の荒ぶ地が存在していた。従って農地開発の当初は、水利の便利なこれらの地域に重点が置かれたが、次第に洪積台地の砂漠地に進出することとなった。このことは同時に、1)既存の農村の周辺から遠隔の無人の荒野への進出、2)比較的良質の土壌から劣悪な砂土の農業利用へ、また、他方では、3)ナイル・バーレーやデルタ周縁の砂漠地から中東戦争時の前線であり、占領下にあったイスマイリアヤシナイの砂漠地への進展となり、開拓地建設及び営農技術ばかりでなく、その経営管理や入植地の新社会の建設と運営に特別の配慮を要することとなっている。

㉒ 水利用の多様化

エジプトの最大の水源はナイル用水であり、ダムの築設による有効利用から地下水、排水の再利用、更にそれらの混合利用等の方向をとることによって新開拓地の拡大に努めると共に灌漑方式も従来の冠水又は地表灌漑システムからより節水的な、スプリンクラー、ドリッピング、center pivot等へと灌漑方式及び使用機器の多様化をもたらしつつある。それと同時に、砂漠地では節水及び地力維持のために、それに適した作物への指向、特に飼料作物を背景とした畜産の大幅な導入が図られつつあり、開拓地の営農形態は経営形態の如何を問わず、畜産や果樹を含めた複合形態が特徴的となりつつある。

㉓ 経営形態の多様化

国内開拓の当初は国営開墾であったが、政府資金の有限性のために、会社、協同組合及び個人、或いは州営開墾の方式が生まれ、それに即した開拓地経営が生ずるに至ったばかりでなく、農村近傍から遠隔地への開発が進むに及び、国営開墾地においても個人配分経営方式から国営農場の方式が生ずることとなり、開墾及び開拓地の経営は多様化しつつある。

- (6) 今後の国内開拓の方針は現行の新5カ年計画に示されているが、例えば、1980～1984年の間に合計77万6,650 fedの開拓が計画されているが このうち、48.3%が国営(24 projects)、0.6%が州営(2 projects)、48.9%が開拓農協(35 project)、2.2%が私営(5 projects)となっており、開拓農協のウエイトが極めて高くなっている。この77.7万 fedのうちデルタの沖積地域が10.09万 fed、砂漠地とナイル・バーレーの河岸段丘地が45.30万 fedでこれらはNile waterによることとし、砂漠地の22.28万 fedは天水によることとしている。最後の天水による開発は単なる緑化を目

的としたもので国営による開発である。このことから勘案すれば、今後の農業開発のための開拓の約 70%を開拓農協が担うこととなり、如何に大きな期待を寄せているかを物語っている。

表 II・C・1 機関別開拓計画面積 (1980 ~ 84)

実施機関	プロジェクト数	計画面積	割合
開拓省	24	375,050 fed	48.3 %
州	2	4,500	0.6
開拓農協	35	379,900	48.9
民間	5	17,200	2.2
計	66	776,650	100

第III章 計画地域

第Ⅲ章 計 画 地 域

A. 位置及び地勢

(1) 位 置

計画地域はカイロの東方約 110 km に位置し、イスマイリア市に隣接する砂漠地帯である。経緯は北緯 30°40'、東経 32°10' で示される。

計画地域は東西に約 10 km、南北に約 9 km の範囲で、その面積は 21,524 fed (9,040 ha) である。

地区の東辺には約 1.5 km 離れてポートサイド運河と、約 8 km 離れたスエズ運河が平行して走っている。又、地区内の北方より内側 2.5 km のところを東西にサルヒア道路 (国道) が走っている。

(2) 地 形

地域内の地形はほぼ平坦な砂漠地で、北から南へ向かって約 1/500 の傾斜を示している。

地域内の最高点は南辺沿いの EL 27 m で、最低点は北辺沿いの EL 6 m である。

北西地区は多少起伏があるが、農耕に差し支えるほどではない。又、北東地区には砂利地帯とオアシスがあり、現状では農耕地として不適地である。

(3) 道 路

地域周辺の道路状況としては、地域の南側にポートサイドとカイロを結ぶバイパス道路、東側にイスマイリアポートサイド線、北側には地区内を貫くサルヒア道路が、そして西側にはアブハマド・イスマイリア線が走っている。道路形式は南側、東側及び北側を走る道路は幅 7 ~ 10 m の舗装された主要道路である。又、西側の道路も幅 5 m の舗装道路である。

いずれの道路も本計画の主要な輸送道路としての活用が期待される。

(4) 水 路

現在、この計画地域に接続する水路はなく、その水源はサルヒアキャナルの支線であるトランバートキャナルが予定される。

ハイランキングプロジェクトとしてのサルヒアキャナルは次のとおりである。

サルフェアキャナルは、イスマイリアキャナルのナイル川分岐点から 7.42 km 地点の

左岸を起点とする新設水路である。サルヒアキャナルの最終かんがい計画面積は、シナイ半島も含めて440,200 fedである。

路 線	面 積	
サルヒアキャナル幹線	17,000 fed	
レフトブランチ	5,000	
トランパートキャナル	16,800	} 84,300 fed
ブランチA1	12,900	
" A2	21,400	
" A3	18,400	
エンドパート	14,800	
ホサイニアキャナル	39,400	
サルヒアキャナルエンドパート	44,500	
サルフェア計	190,200	
サウスアリシュ(シナイ)	250,000	
合 計	440,200	

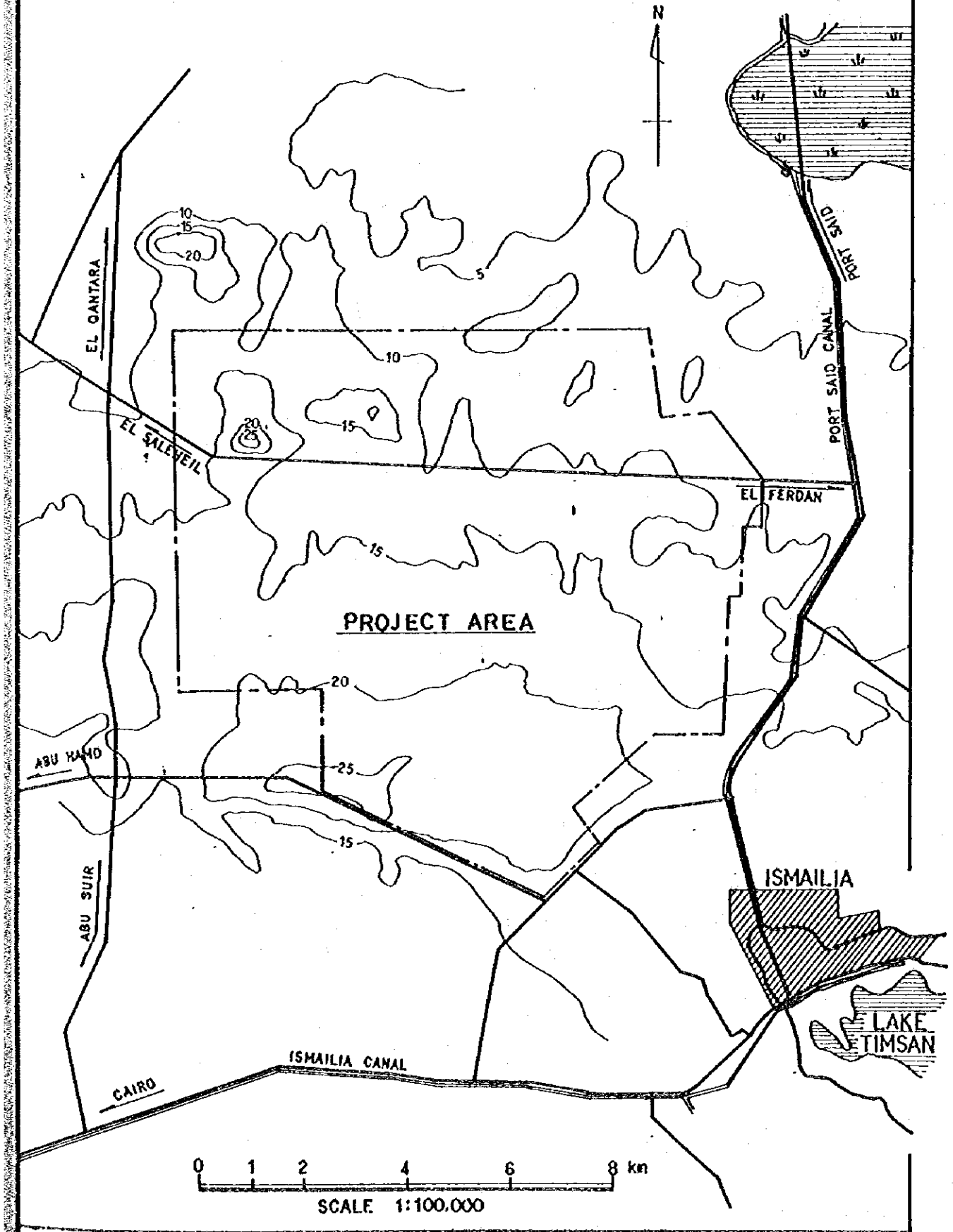
第1期工事はシナイ半島を除く、スエズキャナルの西側190,200 fedを対象としている。その流量はサルヒアキャナルの取入口で $Q = 56,269 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。

トランパート・キャナルの最大かんがい面積は84,300 fed、そのかんがい水量は、 $Q = 27,464 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。

工事はかんがい省によって行なわれており、工事の着手と完了の予定は次のとおりである。

サルヒアキャナル1ステージ	1.8 Km	Aug. 1981 - Dec. 1982
" 2 "	1.4	Jul. 1982 - Dec. 1983
トランパートキャナルメインパート	2.5	Jul. 1982 - Jul. 1983
" エンドパート 残		Aug. 1983 - Aug. 1984

Fig. III.A.1 LOCATION MAP



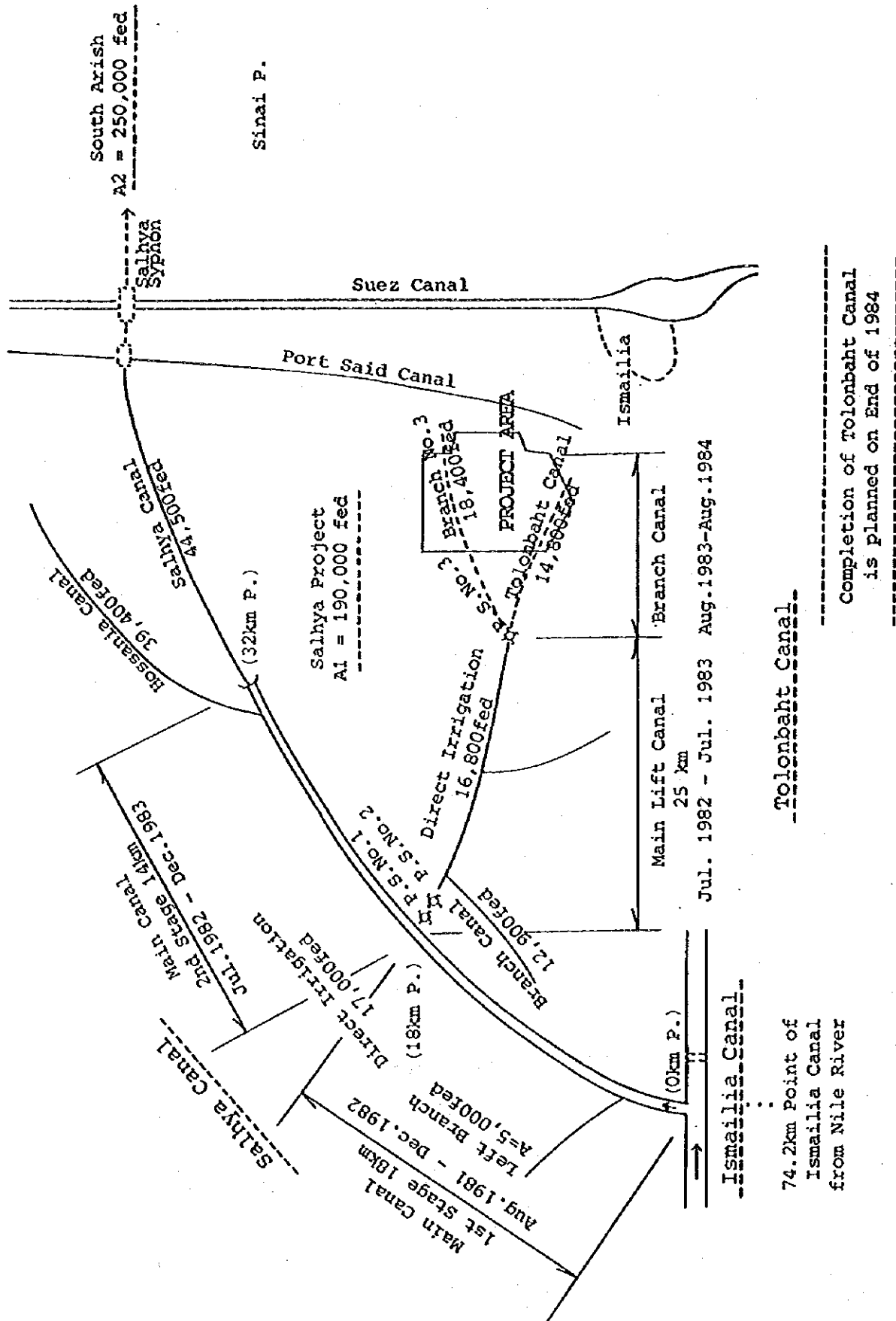


Fig. III.A.2 Illustration of Tolonbaht Canal

B. 気 象

計画地域はナイルデルタ地帯の東側約30kmの砂漠地帯であり、東方8kmにスエズ運河が南北に走っている。

当地区、イスマイリアは位置的に言えば温帯と亜熱帯の間であるが、年平均気温は22.8℃で、熱帯気候を示している。

(1) 気 温

12、1、2の3ヶ月が比較的寒く最低気温は10℃以下であり、平均気温も20℃以下である。最も寒いのは1月であり、最低気温の平均は7.8℃で霜はおりない。6、7、8の3ヶ月は暑く、最低気温も20℃以上であり平均気温は29.1℃である。(5年間平均)最も暑いのは8月であり平均月最高気温は36.1℃である。

気温からみれば、当地区での農業は年間を通じて十分可能であると言える。

日の温度隔差が年間を通じて13℃以上あるが、これは作物には有利に働く、作物は昼エネルギーを作り夜消費するので、夜の温度が低くなることは消耗を小さくすることになる。

(2) 湿 度

湿度は年変化が少なく冬期は50%台、夏期30%台で、その他は40%台である。日の変化も同様で、温度の高い昼間は30%~40%で夜間は50%台となる。植生のある所では夜露を結ぶ。砂漠地帯では、夜露は植物の水分補給の一部になっている場合もある。また、低い湿度は蒸発散量をおさえる作用を持つ。

(3) 風 速

年間を通じて4~7 knots (1 knot = 0.5144 m/sec) で遅い風速である。ただしここイスマイリアでは3月の中旬から4月の上旬にかけて西、あるいは南西の強い風が吹き、(ハムーンと言われている。)多量の砂を移動させる。この為計画地域には防風林が必要であり苗木や果樹の開花期の保護を行わなければならない。

(4) 降 雨

年間平均33.3mm(5ケ年平均)であるが、そのほとんどが12月、1月、2月であり、作物に対する有効雨量はゼロと判断される。

(5) 蒸 発 量

最近5ケ年の蒸発量は、2650mm/yearであり、日平均7.3mmである。月別にみると最大は6月で11.8mm/day、最小は、1月の4.3mm/dayである。

今回の調査で判った事は、ナイルデルタ地帯と砂漠地帯における蒸発量の差は顕著であるという事である。

ポートサイド、イスマイリア、スエズはほぼ同じ東経であるが、北緯は約1°ずつず

れている。またイスマイリアとザガジグは、北緯は同じであるが東経は約30'ずれている。

これらの4地点の蒸発量を日最大値で比較すると次のようになる。

ポートサイド	7.2 ㎜/日	9月
イスマイリア	11.8 ㎜/日	6月
スエズ	15.4 ㎜/日	6月
ザガジグ	7.0 ㎜/日	6月

ポートサイドは地中海に面し気温も低く蒸発量も小さい。注目すべき事はデルタ地帯の東寄りに位置するザガジグでの蒸発量が小さく、デルタから遠ざかるに従って蒸発量は大きくなり、スエズでは15.4 ㎜/日を超えている。このPan-Evaporation値は灌漑用水量を決める基本数値となり作物の消費水量と比例する。

(6) 日長時間と日照時間

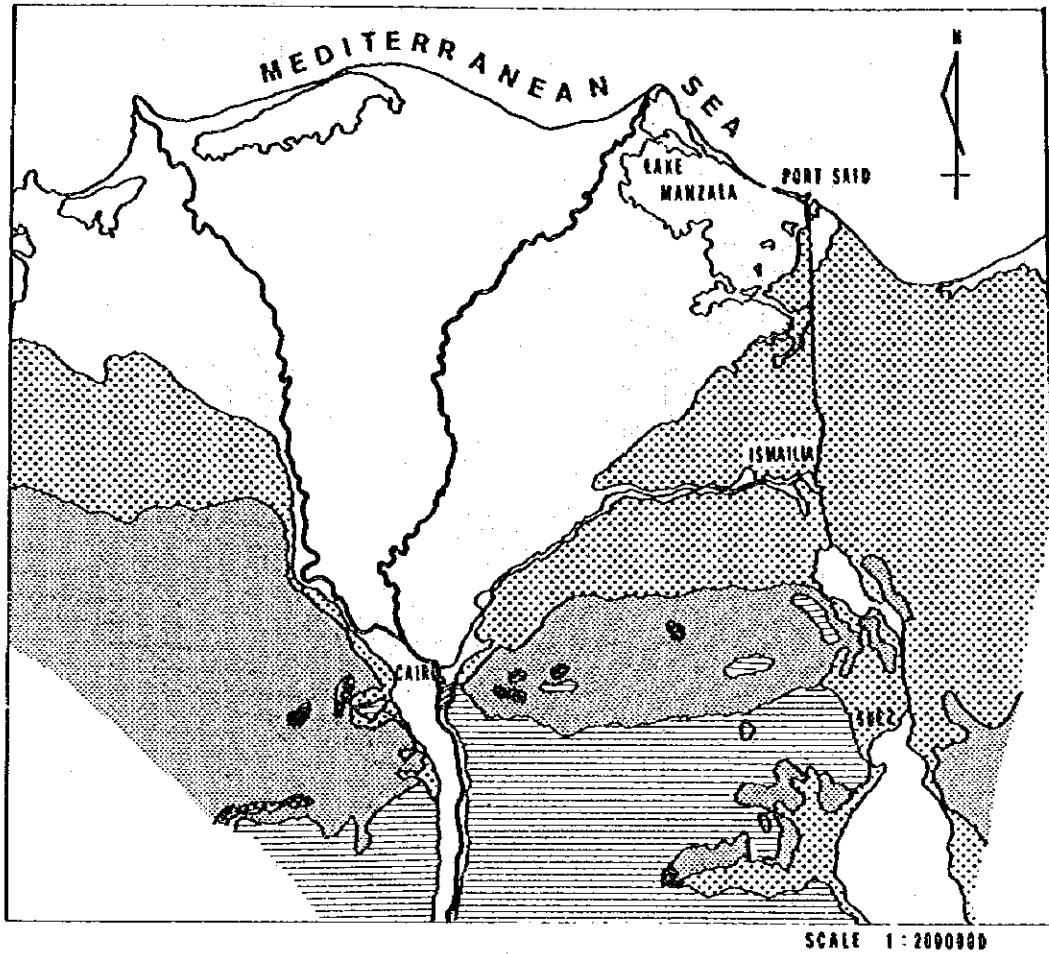
日長時間と日照時間は、灌漑必要水量を決めるに当たって重要な要素のひとつである。日長時間は天文学的に決められるが、日照時間は観測のみによって知ることができる。一般にエジプトでは日照時間が長く、日長時間の90%程度であろう。

C. 地質と土壌

1. 地 質

1-1 一般地質

イスマイリアを含む周辺の地質は、主として第三紀から第四紀までの堆積物から構成されている(図・Ⅲ・C・1)。

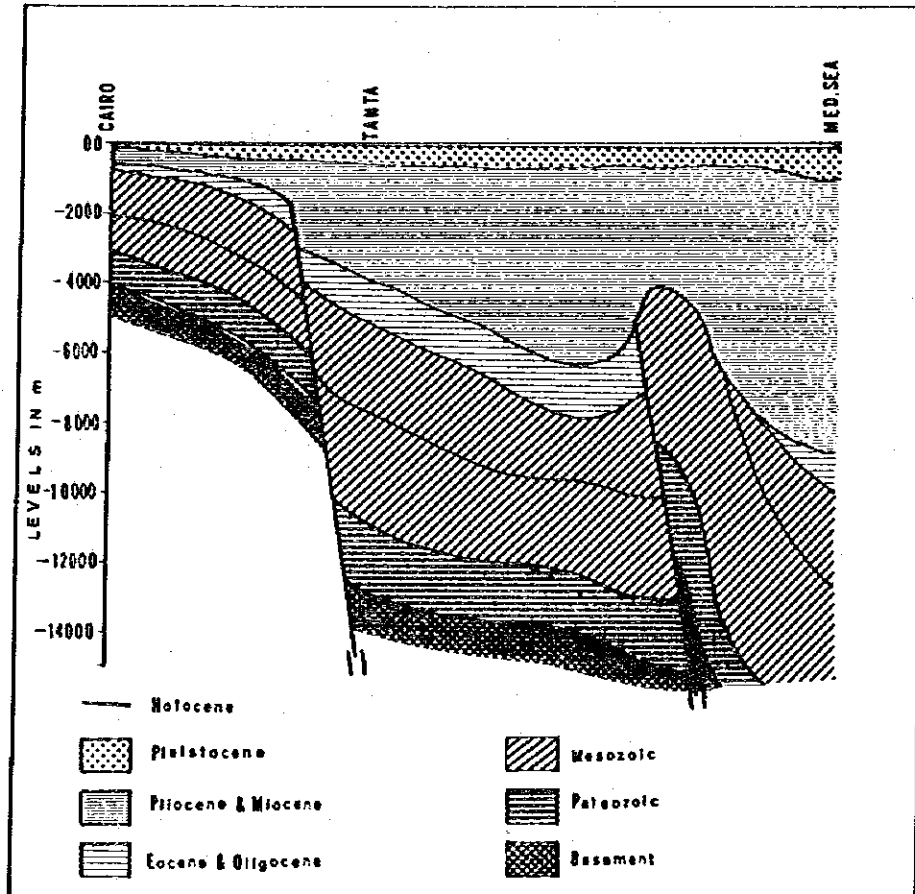


図・Ⅲ・C・1 イスマイリア周辺の地質

第三紀の地層はイスマイリアの南部に広がる標高100～300 mの丘陵を形成しており、第三紀中新世から鮮新世の海成堆積物である石灰岩、苦灰岩、砂岩および頁岩などから成る。これらの地層は、第三紀の地層を不整合に覆ってその北側に分布し、

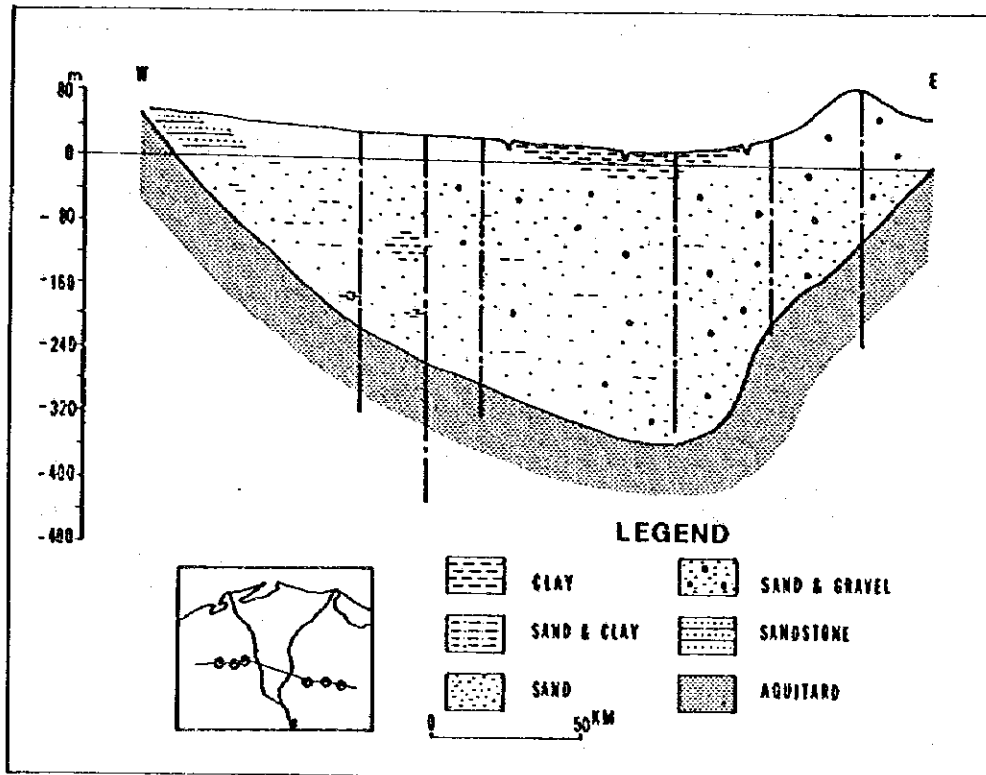
ナイルデルタおよびその縁辺台地を構成している、更新世の堆積物は、河成ないしは河～海成のルーズな砂礫などからなる。完新世の堆積物は、デルタの縁辺台地では大部分風成堆積物として砂丘を形成し、デルタでは更新世の未固結層を覆う粘土層を形成している。

これら第四紀の地層は、一般に南から北へ向かって層厚を増し、100～500 mの層厚をもつ(図・Ⅲ・C・2)



図・Ⅲ・C・2 ナイルデルタにおける南北断面

また、東西方向では中心部が厚く、縁辺に向かって層厚を減じ、イスマイリア周辺では100～200 mの厚さとなる(図・Ⅲ・C・3)



図・III・C・3 ナイルデルタにおける東西断面

1-2 プロジェクト地域の地質

(1) 地形概要

プロジェクト地域は、イースタン・デザート（東部砂漠）の北端に当たり、デルタとスエズ運河とに挟まれた洪積台地上に位置している。地域の南側はイスマイリアキャナル沿いに広がる低平な沖積低地と急崖をもって接し、東側はポートサイドキャナルによって境されている。北側はカンタラ凹地の延長である低湿地帯によって境される。

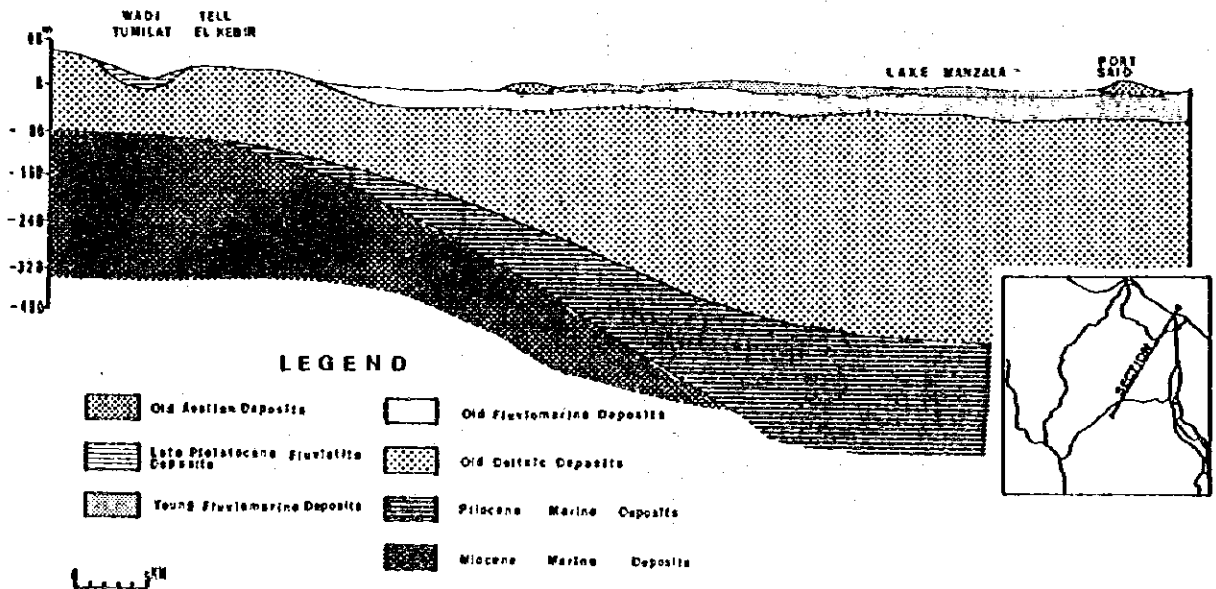
調査地域は砂丘地形を呈し、その標高は南部が高く、最高点で27m、最低点は北部の6mで全体として1/500～1/600の勾配で北に緩かに傾斜している。

地域の南部と北部とでは地形が異なり、南部では適度の起伏をもち処々小さな孤砂丘がみられる程度の全般に緩やかなゴース状の地形をみせるのに対し、北部では起伏が大きくその比高は大きいところで7～8m程度になる。また凹地では処々セブカ状の湿地帯を形成している。

(2) 地下地質

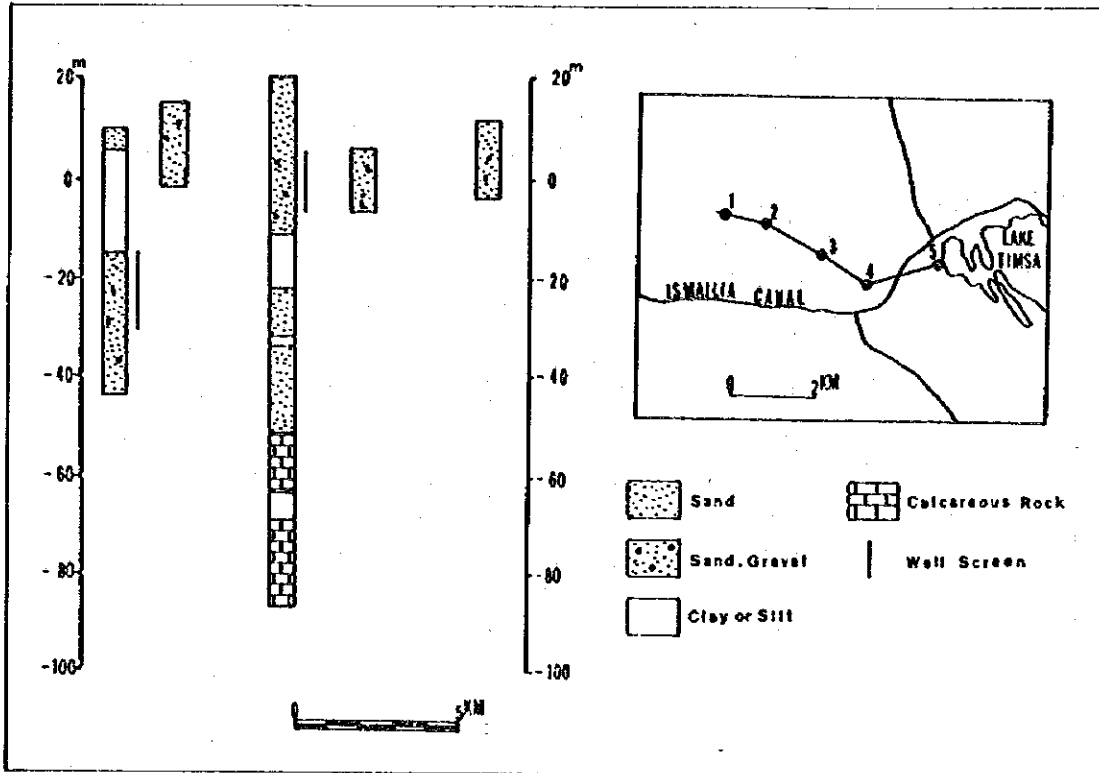
プロジェクト地域の地質は、更新世から完新世までの堆積物から構成されている。更新世の地層は河成ないしは浅海成の未固結の砂・礫から成る。露頭観察では大部分分級の悪い未固結の礫混り粗砂から成るが、処々層厚1 m未満の貝殻を含む粘土層が分布している。更新世の地層は、大部分風成砂堆積物から成り、更新世の地層を不整合に覆っている。この風成砂は、径0.5 mm程度のよく円磨されたほぼ等粒の石英粒から成り、地域の地形に変化を与えている。この風成砂のほか、地域の北部ではセリール堆積物、セブカ堆積物や湖成ないし溺成と思われる腐植土層などがみられる。

これら更新世の地層は、ナイルデルタ中心部では500 mの層厚をもつが、東西の縁辺台地に向かって層厚を減じる。アブハマド、マタリア、カンタラの井戸をもとに作成した地質断面図(図・Ⅲ・C・4、Ezzat, M.A., 1978)によれば、イスマイリアの西方約60 kmのTell el Kebirで約150 mの層厚となっている。



図・Ⅲ・C・4 イスマイリア周辺の地質断面

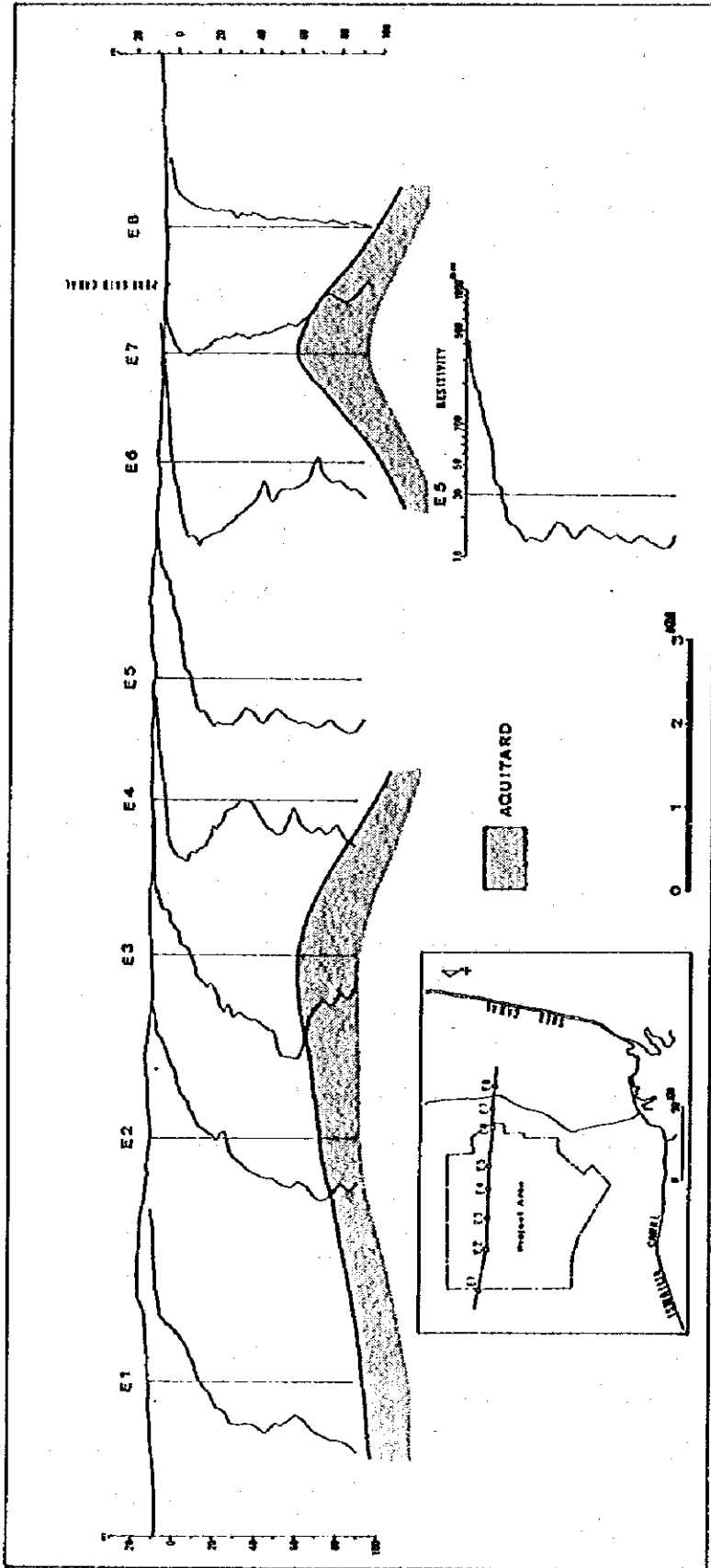
一方、プロジェクト地域南部のイスマイリアキャナル付近での深井戸資料(図・Ⅲ・C・5 Metcalf & Eddy, 1978)によれば、深度約70 mまでは粘土層を挟む更新世の砂、礫層が堆積し、それより下位は第三紀中新世の石灰岩質岩があらわれ、比較的浅い深度で第三紀層の分布がみられる。



図・Ⅲ・C・5 イスマイリア周辺の深井戸の地質

また、プロジェクト地域内で実施した深度 100 m、20カ所の電気探査結果によれば、南部および北部のいくつかの地点で中新世の石灰岩質岩石と推定される高い比抵抗値を示す層が深度 60～80 mで確認された（図Ⅲ・C・6 および資料集参照）。

以上のことから、プロジェクト地域における砂・礫からなる第四紀の地層は層厚 60 m以上と推定される。



図・Ⅱ・C・6 計画地域の深層地質

1-3 帯水層

プロジェクト地域における主要な帯水層は、更新世の砂・礫から成る未固結堆積物である。この堆積物は、ナイルデルタおよびその縁辺地域に広く分布しており、ナイルデルタ帯水層 (A.A.Khafagi, 1981) と一括して呼称されている。

プロジェクト地域内では、このナイルデルタ帯水層を対象とした揚水試験が実施されていないため、その水理的性質については不明であるが、周辺地域においてはいくつか実施されている。それらを整理したものを表Ⅲ・C・1に示す。

表Ⅲ・C・1 水理定数一覧表

Locality	Transmissibility	Permeability	Coefficient of Storage	Source of Data
Abu Hanmad	236 m ² /d	82 m/d		Reference (5)
Tell el Kebir	520 m ² /d	170 m/d		'
Qantara	146 m ² /d	180 m/d		'
'	1660 m ² /d	830 m/d		'
'	1760 m ² /d	1170 m/d		'
10 th of Ramadan	770~2800 m ² /d	25~1405 m/d	0.04	Reference (7)
Ismailia		9~90 m/d		'
Ismailia		320 m/d		Reference (6)
Adelia	17,120 m ² /d	1000 m/d	0.048	Reference (9)
'	18,890 m ² /d	1150 m/d	0.048	'
'	17,120 m ² /d	1000 m/d	0.042	'

同表によれば、ナイルデルタ帯水層の透水係数は 8.2~117 m/日 の範囲にあり、同一の帯水層であっても場所により著しく変化していることを示している。貯留係数は、0.04~0.048 の範囲で大きな変化はなく、ほぼ同一の値となっている。

一方、灌漑省 (Ministry of Irrigation) の付属機関である地下水調査研究所 (The Research Institute for Groundwater) はナイルデルタで実施した多くの揚水試験結果から、ナイルデルタ帯水層の透水係数を平均的に 100 m/日 と見積っている。また、貯留係数については、不圧帯水層が 0.2、被圧帯水層が 10^{-4} ~ 10^{-3} の範囲にあるとしている (M.S.Farid et al 1979)。

1-4 地下水

(1) 既存井

調査地域およびその周辺に分布する既存井は、その深度から浅井戸とに大別される。本報告書では、深度 10 m 前後の井戸を浅井戸、深度 30 m 以上の井戸を深井

戸、とそれぞれ呼ぶ。

これらの井戸は、イスマイリアキャナル、ポートサイドキャナル沿い、およびパイロットファームなどに見られる。

浅井戸は、口径2'程度の鉄製パイプを使用した打込み式の井戸である。揚水設備はハンドポンプが用いられ、民家の生活用として使用されている。

深井戸は、深度30～65mの範囲にあり、一般に灌漑用として利用されている。口径は8～10'で鉄製パイプが使用され、掘削は人力によるパーカッション工法で行なわれている。スクリーンは、パイプにスリットあるいは丸穴を開けたものに目の非常に細かい鋼製の網を巻きつけたものを使用している。その揚水方法は、地下水位が浅い地域ではうず巻ポンプを、地下水位の深い地域ではタービンポンプをそれぞれ使用している。また、うず巻ポンプを使用している井戸では、一般に井戸の上部を数m～10m程度掘り下げてピット（直径3～5m）を作り、レンガを積んで流砂から井戸を保護すると同時に、ピットの底にポンプを設置して、うず巻ポンプの利用を可能にしている。

(2) 地下水位

プロジェクト地域およびその周辺に分布する既存井を対象として測水調査を実施した。測水位置を示したものと、測水結果を資料集に示す。測水井の標高は1/25,000地形図から読みとったものである。

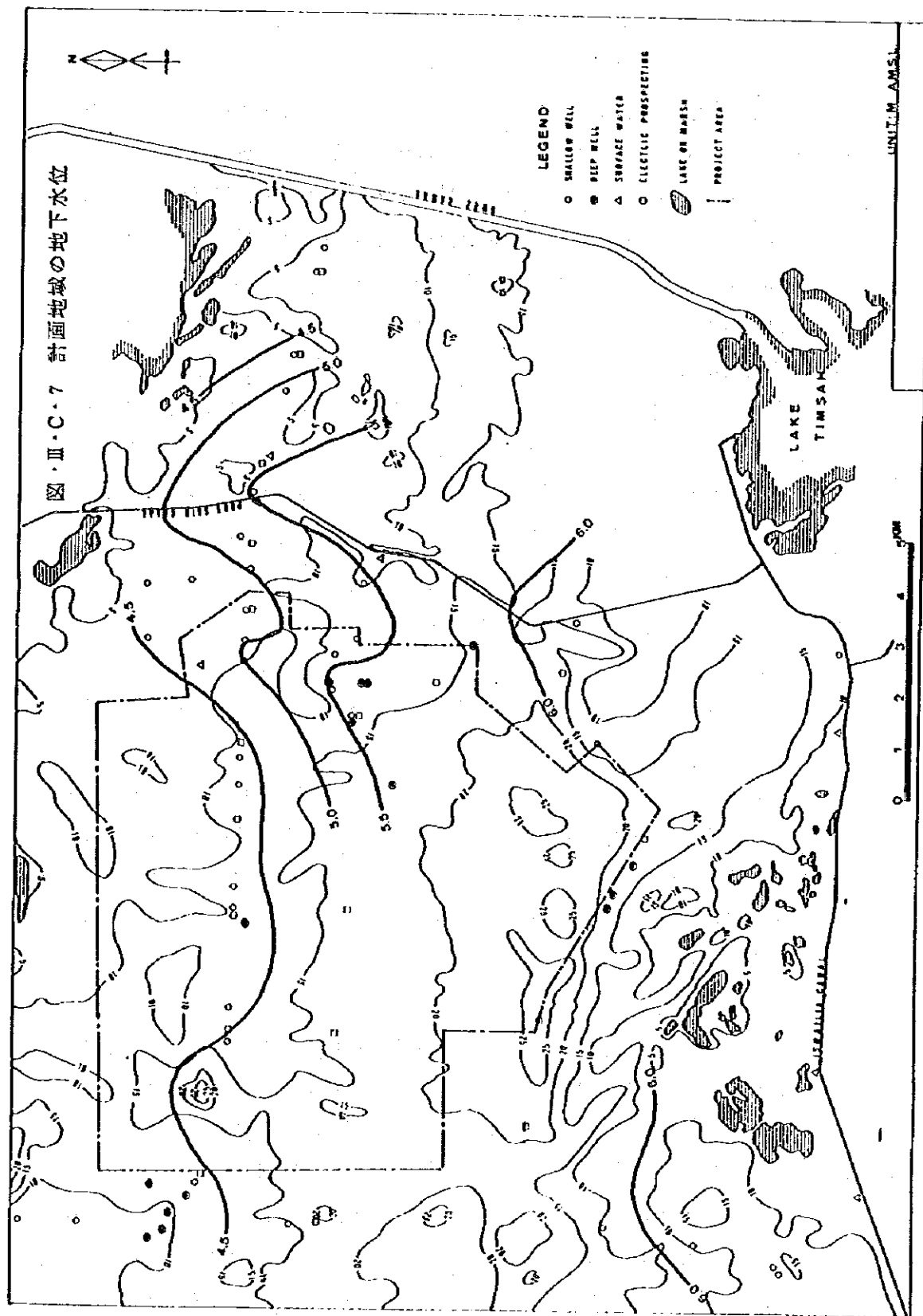
プロジェクト地域の地下水は、処々、粘土層で被圧されているものの全体としてみれば、不圧地下水と考えられる。地下水位は、0.5～1.04mの範囲にあり、南部で深く、北側に行くに従って浅くなる傾向を持つ。

地下水位標高は、2.2～7.9mの範囲にあり、海水面よりも高い。地下水面形状は地形にはほぼ調和的で、全体として1/2,000～1/4,000の非常に緩やかな地下水勾配で南から北に向かって流動している（図・Ⅲ・C・7）。

ポートサイドキャナル沿いでは、地下水位が高くなっており、プロジェクト地域の地下水に対しキャナルからのかん養が推定される。また、イスマイリアキャナルの水位標高は年間を通じ6.8～7.5mの範囲にあり、同キャナルからのかん養も推定される。

(3) 水質

地下水調査と平行して、表流水および地下水を採取し、水温PH、および電気伝導度（EC：Electric Conductivity）の3項目について簡易水質試験を実施し、さらに11検体については主要8成分（ Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 SiO_2 ）の分析を行なった。その結果をそれぞれイスマイリアキャナル、ポ



ートサイドキャナルからそれぞれ採水したものである。採水位置は資料集に示す。

㉑ 水 温

表流水の水温は、キャナルの水が $15.0 \sim 18.3^{\circ}\text{C}$ であるのに対し、湿地帯の水は $21.4 \sim 23.5^{\circ}\text{C}$ と高く、地下水の水温に類似している。

地下水の水温は、 $20.0 \sim 25.3^{\circ}\text{C}$ までの範囲にあり、浅井戸と深井戸との間に違いはみられない。水温の平面的分布を資料の図Ⅲ・C・2に示すが、プロジェクト地域内では $22.0 \sim 24.0^{\circ}\text{C}$ の範囲にあり、北部で若干低くなっている。

㉒ pH (資料 図Ⅲ・C・3)

表流水のpHは、 $8.1 \sim 8.7$ の範囲にあり、アルカリ性の水質を示す。海水のpH(=8.2)と類似しているが、これは、上流地域に分布する石灰岩の影響を受けているものと考えられる。

地下水のpHは、 $7.6 \sim 11.0$ までの幅広い範囲にあり、浅井戸、深井戸ともいずれもアルカリ型の水質を示す。ただpH 8を境にして違いをみせ、浅井戸が8以上であるのに対し、深井戸は一部を除きpH 7~8の間にある。

㉓ NaCl 濃度 (資料 図Ⅲ・C・4)

表流水の内、湿地帯の水は $10,000 \text{ ppm}$ 以上の塩分濃度を示し、そこでの蒸発の激しさを示すものである。キャナルの水は $170 \sim 220 \text{ ppm}$ の範囲の値をもち、良好な水質を示す。

これに対し、地下水の塩分濃度は、 $200 \sim 10,000 \text{ ppm}$ と幅広い値を示す。ポートサイドキャナル沿いやイスマイリアキャナル沿いでは $1,000 \text{ ppm}$ 以下の低濃度を示すが、キャナルから遠ざかるにつれて濃度を増す傾向があり、プロジェクト地域では $1,500 \sim 3,500 \text{ ppm}$ 、スエズキャナル側では $7,500 \sim 10,000 \text{ ppm}$ とほとんど海水に近くなる。

㉔ 水質組成

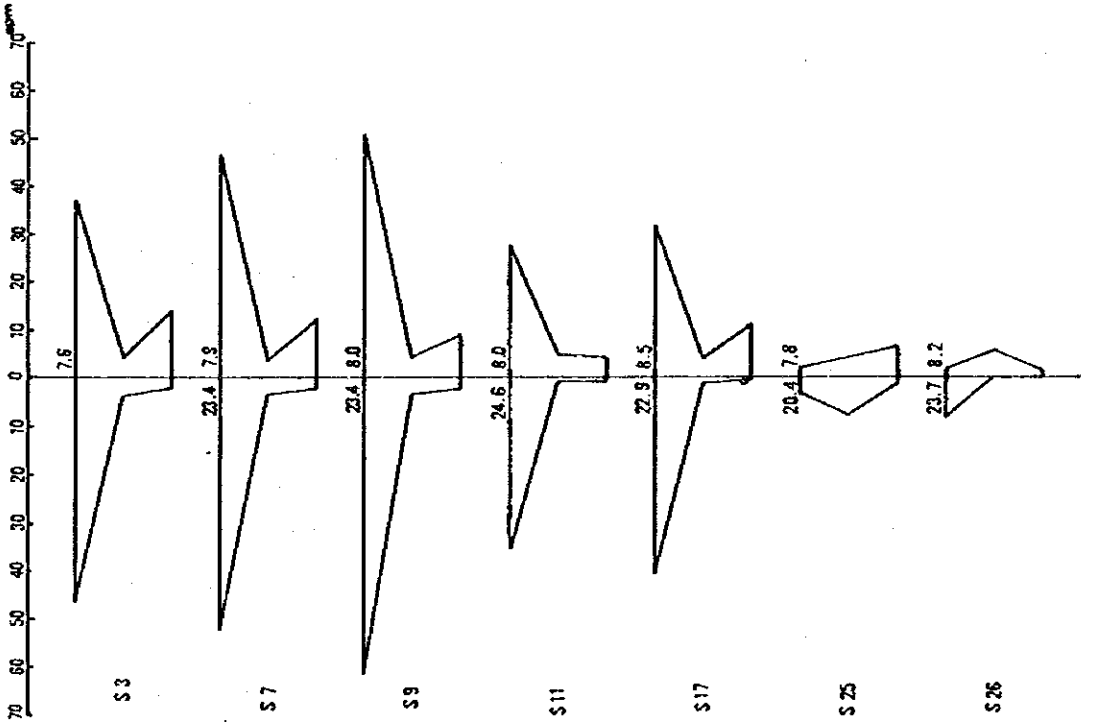
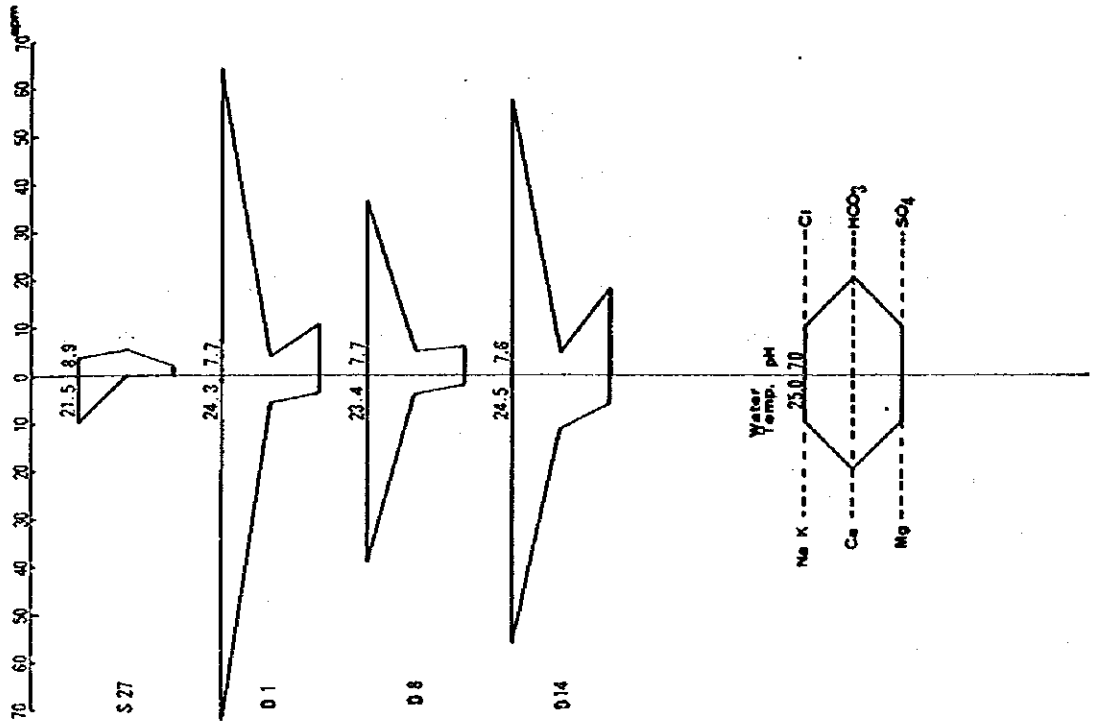
水温、pH、電気伝導度3項目の簡易水質試験を実施した49検体の内、11検体について、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 SiO_2 の主要8成分の水質分析を行なった。採水位置は資料・図・Ⅲ・C・1に、分析結果を資料・表・Ⅲ・C・3に示す。11検体の内訳は、浅井戸8検体、深井戸3検体である。

一般に地下水の水質は、陰イオンとして $(\text{SO}_4 + \text{Cl}) \cdot (\text{HCO}_3 + \text{CO}_3)$ 、陽イオンとして $(\text{Na} + \text{K}) \cdot (\text{Ca} + \text{Mg})$ の4成分系が化学平衡を保っていると仮定すると図・Ⅲ・C・8のように4つの水質型に区分される。1型の水は $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 型で淡水の最も一般的な水質型である。2型の水は NaHCO_3 型で、

1型の水が化学的進化によって軟水化したやはり淡水の水質型である。3型の水はCa・MgとSO₄・Clとの化合物を主体とする水質型で、この型の水質は、揚水に伴って海水浸入が進行している、またはかん水地帯、鉱山・火山性の地下水等にみられる。4型の水は、Na₂SO₄またはNaCl型で、海水またはそれに近い性質を示す水に多くみられる水質型である。

この分類に従って11検体の地下水を分類すると図Ⅲ・C・8のように、整理される。11検体の内、2検体が2型に、1検体が3型に、8検体が4型にそれぞれ属している。2型に属する2検体はいずれもポートサイドキャナルから1kmの範囲内にあり、キャナルの影響をうかがわせる。3型の水質を示す井戸はポートサイドキャナル左岸側のプロジェクト地域の地下水とは異なった地下水系にあるものと推定される。プロジェクト地域内の井戸は、浅井戸および深井戸いずれも4型の水質型に属し、その水質は海水に近い性質を有するものと考えられる。

次にこれら地下水の水質をヘキサダイアグラムに表したものを図Ⅲ・C・9に示す。これらダイアグラムのパターンは、3つに区分され、各パターンはキー・ダイアグラムで分類された3つの水質型とそれぞれ対応している。キー・ダイアグラムで4型に分類されたプロジェクト地域内に分布する8検体はNa⁺とCl⁻の溶存量が非常に多く、Na⁺は820~1,660ppm、Cl⁻は964~2,250ppmの範囲にある。



III · C · 9 HEXA DIAGRAM

1-5 かん養と流出

プロジェクト地域をのせる洪積台地の地下水は、イスマイリアキャナル、ポートサイドキャナルなどのキャナルが建設される以前は、南部の Unm Gidam 丘陵付近からの地下水流入やナイルデルタ帯水層からの東向きの地下水流によってかん養され、マンザーラ湖、スエズキャナルおよび灌漑排水路などへ流出したと考えられる。キャナルの建設により、地下水系は変化し、現在見られるような地下水系になったと思われる。現在、洪積台地の地下水は、主として西部ではパールエルバカル排水路に、南部はイスマイリアキャナルに、東部は、ポートサイドキャナルによってそれぞれかん養されている。

この他のかん養源としては、かんがい用水の地下浸透が考えられる。雨水からの涵養は、年平均降水量 284 mm、年平均蒸発量 3029 mm という気候条件を考えた時、ほとんど期待できず、仮にあったとしても極く少量であろう。

流出は、北部のマンザーラ湖やカンターラ凹地の湿地帯、東部のスエズキャナル等への地下水流出という形で起きている。この他、既存井による灌漑用水の汲みあげや地下水位が浅い地域における蒸発散などがある。

ある地域の水収支を考える場合、これらの諸量を定量化する必要があるが、現段階では定量化ができるだけのデータがない。

キャナルからの漏水量に対する定量化の試みはいくつか行なわれてきた。

Hammad (1958, quoted by Binnie & Partners, 1978) はイスマイリアキャナルからの北向きの漏水量を $1.81 \text{ m}^3/\text{sec}$ と見積り、Metcalf & Eddy (1979) はポートサイドキャナルからの漏れ量をイスマイリアキャナルの分岐点から北に 1.5 km 区間で $0.4 \text{ m}^3/\text{sec}$ と推定した。

ナイルデルタ帯水層全体の水収支としては、Farid (1978, quoted by A.A. Khafagi, 1982) が試みている。これによるとナイルデルタ帯水層における淡水の水収支は、次のように示される。

流入項

下方浸透量	$227 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{年}$
イスマイリアキャナルからの漏水量	$0.33 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{年}$
総流出量	$2.60 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{年}$

流出項

地下水揚水量	$1.60 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{年}$
Wadi El-Natrum への流出量	$0.05 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{年}$
ロゼッタ・ダミエッタ支川への漏水量	$0.212 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{年}$

地中海への地下水流出量	$0.097 \times 10^9 m^3/年$
総流出量	$20 \times 10^9 m^3/年$
差し引き水余剰量	$0.6 \times 10^9 m^3/年$

この結果から、ナイルデルタ帯水層における淡水の水余剰量は、年間 $0.6 \times 10^9 m^3$ であるとしている。しかしながら、これは、地下水貯留量の変化を示す地下水位を要素に入れておらず、その点で若干問題が残る。ただ、地下水開発可能量に対する一応の目安を与えた点で評価される。

1-6 地下水開発の検討

(1) 塩分の問題

プロジェクト地域における地下水の塩分濃度は、1,500～2,000 mg/l の範囲にあり、一部局所的に2,500～3,500 mg/l の高濃度を示す井戸がある。

深度に伴う塩分濃度の増加現象は、プロジェクト地域以外のいくつかの地域では認められており、カンタラでは深度70 mまでで4,000～80,000 mg/l に変化し、Tell el Kebir 付近では深度30～220 m間で300～10,000 mg/l と変化する (Metcalf & Eddy, 1979)。プロジェクト地域においては、浅井戸と深井戸の間には塩分濃度の違いは認められず、深度50～60 m程度までは深度に伴う塩分濃度の増加はないと言える。

当地域の地下水は塩分濃度が高く、またスエズ運河にも近いため、海水による汚染が懸念されるが、次に、水質分析結果にもとづき、当地域の地下水と海水とを比較してみる。表Ⅲ・C・2はプロジェクト地域の水質と海水のそれとの各当量比を比較したものである。

表Ⅲ・C・2 海水の当量比との比較

	海水の 当量比	S-3	S-7	S-9	S-11	S-17	D-1	D-8	D-14
Na /Cl	0.85	1.24	1.14	1.21	1.31	1.31	1.14	1.09	0.98
K /Cl	0.18	0.01	0.01	0.01	0.01	0.003	0.01	0.01	0.01
Mg /Cl	0.20	0.06	0.05	0.05	0.03	0.02	0.06	0.07	0.11
Ca /Cl	0.038	0.10	0.072	0.068	0.030	0.04	0.10	0.13	0.21
SO ₄ /Cl	0.10	0.39	0.27	0.17	0.16	0.35	0.16	0.16	0.32
HCO ₃ /Cl	0.0043	0.12	0.07	0.08	0.17	0.13	0.06	0.13	0.08

Na/Cl は、海水が0.85であるのに対し、地下水はいずれも大きく0.98～1.31の範囲にある。

K/Cl およびMg/Clは海水に比べて地下水が小さく、1/60～1/2である。

Ca/Cl およびSO₄/Clは全般に海水に比べて地下水の方が数倍大きい、1、2の井戸で海水と類似した当量比をもつものがある。

HCO₃/Cl は海水に比べて地下水が数倍から数十倍程度大きい。

これらのことから、プロジェクト地域の地下水は一部、海水の水質と類似するが全体としては海水そのものの水質とは異なっていると言える。

次に、Simpson(1946、村下1975が引用)は地下水の $Cl/(HCO_3+CO_3)$ の当量比をもって、地下水が海水によって汚染される程度を表Ⅲ・C・3のように6段階に分けている。

表Ⅲ・C・3 地下水の海水による汚染度

$Cl/(HCO_3+CO_3)$	汚 染 の 程 度	
0.5	I	ふつうの汚染されない地下水
1.3	II	少し汚染されている地下水
2.8	III	中ぐらいの汚染を受けた地下水
6.6	IV	相当汚染された地下水
15.5	V	最もひどく汚染された地下水
200±	VI	海 水

プロジェクト地域における地下水の $Cl/(HCO_3+CO_3)$ を求め、同表にあてはめると表Ⅲ・C・4のように整理される。

表Ⅲ・C・4 海水による汚染の程度

井戸番号	S-3	S-7	S-9	S-11	S-17	S-25	S-26	S-27	D-1	D-8	D-14
$Cl/(HCO_3+CO_3)$	83	137	126	57	79	05	03	07	17.9	7.7	133
汚染の程度	N	V	V	N	N	I	I	I	V	N	V

同表から、ポートサイドキャナル沿いの井戸を除き、プロジェクト地域の地下水は相当程度海水に汚染されていることになる。

このようにプロジェクト地域の地下水が高い塩分濃度を示すことの原因としては、帯水層の堆積環境が河～海成であったこと、過剰揚水に起因する海水の浸入などが考えられる。

以上のような水質をもつプロジェクト地域の地下水に対してその利用を考えたとき、直接的な灌漑用水としての利用は適切ではないが、リーチング用水としての利用は可能であると結論される。さらに、キャナルの水と混合して使用するなどの方法をとれば、灌漑用としても充分利用可能となる。

(2) 地下水開発

地域の地下水開発を考える場合、その地域における広域にわたる年間の地下水位変動パターンを把握して水収支を行ない、地下水の許容揚水量を明らかにする必要がある。プロジェクト地域に関しては、水収支を行なうために必要な基礎観測資料

は充分ではない。したがって、ここでは文献にもとづいてキャナルからの漏水量を試算し、これをもって地下水揚水量の許容範囲とする。

Hanmad (1958)によれば、イスマイリアキャナル全延長 230 kmからの北向きのかん養量(漏水量)を $1.81 \text{ m}^3/\text{sec}$ と推定した。いま、プロジェクト地域にかかるイスマイリアキャナルの流路区間を 10 km とすれば、キャナルからのかん養量は約 $68,000 \text{ m}^3/\text{日}$ となる。

一方、Metcalf & Eddy (1979)は、ポートサイドキャナル 1.5 km間の漏水量を $0.4 \text{ m}^3/\text{sec}$ と見積った。この量の 1/2 を西向きのかん養量とし、プロジェクト地域にかかる流路区間を 13.5 km とするとかん養量は約 $16,000 \text{ m}^3/\text{日}$ が見込まれる。したがって、イスマイリアキャナルおよびポートサイドキャナルの2つのキャナルからのかん養量は約 $84,000 \text{ m}^3/\text{日}$ となる。実際には、この量から地下水流出量、揚水量、蒸発散量等を差し引いた残余と地下水貯留量変化との検討によって開発可能量が決定されるが、ここでは上述の $84,000 \text{ m}^3/\text{日}$ を揚水の許容範囲として扱う。

次に、プロジェクト地域での地下水開発に対してのもう一つの問題は、海水浸入による水質の悪化である。この問題に対してはヘルツベルグの法則から揚水による水位降下を海水準よりも下げないことが要求される。プロジェクト地域の地下水位標高は、2.2 ~ 7.9 m の範囲にあるので、これが揚水に対する水位降下の許容範囲となる。

いま、深度 50 m、口径 300 mm、スクリーン長 20 m の井戸を考え、最大水位降下量を 4 m、飽和層厚を 45 m、透水係数を 50 m/日、影響圏の半径を 1 km と仮定して次式により井戸の揚水量を計算すると、 $Q \approx 2,720 \text{ m}^3/\text{日}$ となる。

この量が地下水位を海水準以下に下げることなく揚水できる井戸 1 本当たりの揚水量である。

$$Q = \frac{\pi \cdot \left(\frac{b_1 + b_2}{b_1} \right) \cdot T \cdot S}{\ln \left(\frac{R}{r_w} \right)}$$

ここに、

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Q : 揚水量 ($\text{m}^3/\text{日}$) | r_w : 井戸半径 (m) |
| T : 透水量係数 ($\text{m}^2/\text{日}$) | b_1 : 揚水前における飽和層厚 |
| S : 水位降下量 (m) | b_2 : 揚水中における飽和層厚 |
| R : 影響圏の半径 (m) | \ln : $\frac{1}{\log 10}$ |

以上の検討から、当地域の地下水開発は次のように整理される。

- ㉑ 許容揚水量は $84,000 \text{ m}^3/\text{day}$ 以内である。
- ㉒ 水位降下量から規制される井戸 1 本当たりの揚水量は $120 \text{ m}^3/\text{hour}$ で、井戸本数は口径 300 mm 、深度 50 m の井戸 30 本である。
- ㉓ 塩水浸入を防止するため、井戸の最大水位降下量は 3.0 m である。
- ㉔ 井戸の相互干渉および塩水浸入を防止するため、井戸の配置は、相互に少なくとも 1 km 以上離すことが要求される。
- ㉕ 実際に地下水利用を行なう場合、綿密な地下水位と水質管理が要求される。従って、地下水位と水質の観測網を整備し、監視体制を確立する必要がある。

2. 土 壤

2-1 緒 言

計画地域の土壌調査は、1982年2月7日から3月31日の間に行なわれた。その主な内容は、試穿調査を含む踏査、土壌断面調査、土壌の物理性や化学性の分析調査および Ismailia Agricultural Research Station, Department of Soil and Water Research への依頼分析である。

調査の結果、計画地域の主な土壌単位 (Soil Units, FAO-UNESCO 1974) は、Dystric Regosols (Rd), Haplic Yermosols (Yh), Calcic Yermosols (Yk) であることが明らかにされた。Dystric Regosols は、計画地域の中央部と北部および西部に広がる砂丘地域に分布している。分布面積はもともと大きく 13741 fed (63.9%) である。Yermosols は、計画地区の東部および南部に、計画地域を包むような形で広がっている古い河岸段丘面に分布している。また、計画地域の北部境界付近に認められる砂漠鋪石の地域にも Haplic Yermosols および Calcic Yermosols が分布している。分布面積は 7485 fed (34.7%) である。

調査結果についての詳細な報告は、別冊の Appendix で行なわれるので、この Main Report では、それぞれの土壌単位ごとに、それぞれの主な特徴を述べることにする。

2-2 Dystric Regosols (Rd)

Dystric Regosols は砂丘地域に分布しており、その母材は砂丘を構成している飛砂である。この飛砂は、もともとは河海成の沖積物に由来するもので、残積性のもではない。砂丘地域の地形は場所によって異なり、ほど平坦、緩波状から起伏に富むものまで様々である。また全く植生がなく、現在もなお活発な砂の移動をともなっている地区もあれば、密度は小さく、その種類もきわめて少ないけれども、砂漠植物が認められる地区もある。このように、砂丘地域の土壌環境は決して単純ではないが、土壌単位はほとんど全てが Dystric Regosols となり、この他にはきわめて小面積 298 fed (1.4%) の礫地を含むのみである。

Dystric Regosols についての土壌断面調査は 28 断面について行なわれた。その中の 26 断面についての土壌断面記載は別冊の Appendix を参照されたい。また、土壌の物理性および化学性についての分析調査は 36 断面 146 土層について行なわれた。それらの詳しい結果については別冊の Appendix を参照されたい。ここでは、表 I・C・5 に、Rd の断面 No. 3 を例として示した。

ここに引用された土壌断面記載の例からもわかるように、Dystric Regosols は深さ 0~100 cm の全断面に亘り、微細な風成砂層は認められるが、土層の分化は認

められない。土層の分化が認められる場合にも、その発達度はきわめて弱い。また、通常全断面に亘り礫および腐植を含まず、土性はS~LSである。土壤断面の粒度分布の特長は、図Ⅲ・C・10に引用された土壤断面No16の例にも示されているように、圧倒的に大きな割合を粗砂、なかでも粒径1~0.2mmの範囲の粗砂が占めることである。土色は、明褐色7.5 YR 5/8から黄褐色7.5 YR 7/8に亘っているが、通常後者が多い。構造の発達は認められず、単粒状である。斑紋も認められない。

調査された15断面62土層を通じてみると、PF 1.5における土壤三相分布の範囲は、固相率 S_v 61.5-71.8%、水分率 M_v 5.1-14.9%、空気率 A 17.3-30.8%である(表Ⅲ・C・6) 孔隙率 P は28.2-38.5%、容積量 S は162.9-183.7 g/100ccである(表Ⅲ・C・6) 固相率、水分率、空気率、孔隙率および容積重の出現頻度 F は、それぞれ S_v 62.0-68.0% : F 83.9%, M_v 6.0-14.0% : F 85.5%, A 20.0-30.0% : F 88.7%, P 30.0-38.0% : F 92.6%, S 165.0-180.0 g/100cc : F 84.0%である。詳細は別冊のAppendixを参照されたい。PF 1.5における土壤断面の三相分布の例を、土壤断面No16について図Ⅲ・C・11に示している。

Dystric Regosolsの固相率は大きく、孔隙率はやゝ小さいが、土壤断面の緻密度は疎のものが多く、これは土性が粗砂を主とした粗粒質である上に水分0の状態におかれているために、粒子の充填は密になっているが、粒子間の凝集力は小さいことを示すものであろう。また、PF 1.5における空気率の大きさからみて、断面の透水性はきわめて大であると言える。

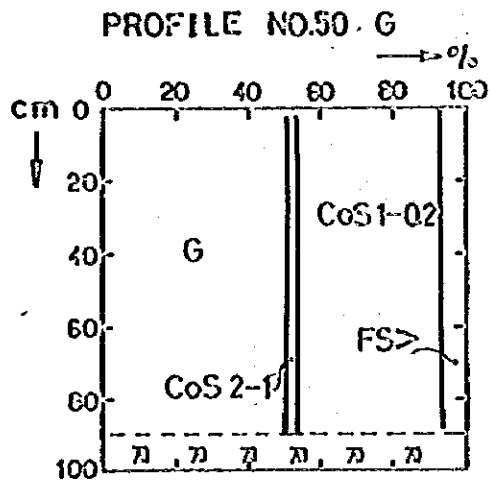
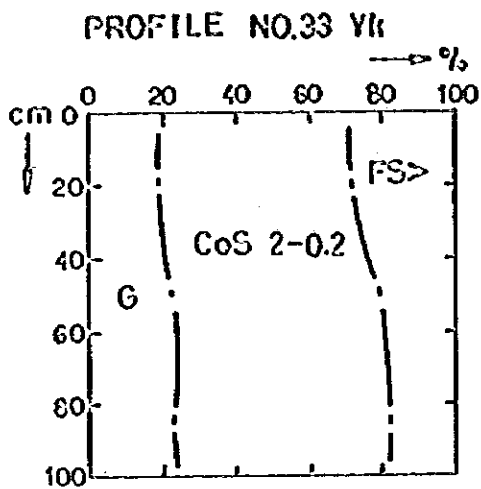
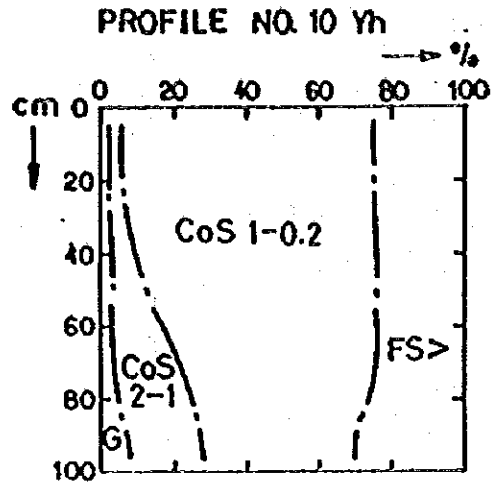
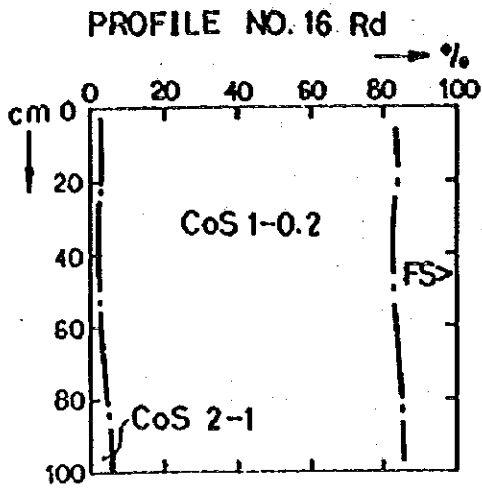
24時間水分は3.1-10.8%である。この値を圃場容水量 FC とした。萎凋点あるいは有効水分の下限は測定されていないが、圃場容水量 FC の1/2であるとするれば、PF 1.5における水分率をその上限とする有効容水量 AWC は3.2-9.8%となる。即ち、土層10cm当り3.2-9.8mmの有効水分を期待できる。

飽和含水比 SP は14.5-22.5%で、その状態における土壤溶液の電気伝導度 EC_e は0.8-3.6 mhos/cm・25℃を示し、PF 1.5における $EC_{1.5}$ は1.0-6.3 mhos/cm・25℃となっている。出現頻度 F は EC_e 1.0-2.8 mhos/cm・25℃ : F 88%, $EC_{1.5}$ 2.5-5.5 mhos/cm・25℃ : F 78%となっている。乾燥状態におかれている砂漠土壤であることを考え合せると、これらの値は著しく大きいとはいえない。このことは、塩類障害の除去が比較的簡単に行なわれ得ることを示すものであろう。

表Ⅲ・C・7は、土壤の化学性の分布範囲を土壤単位別に示したものである。土壤面別の詳しい結果については別添の資料集の付Ⅷ表を参照されたい。

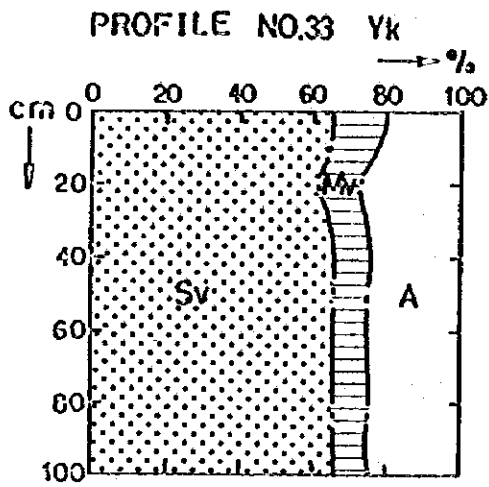
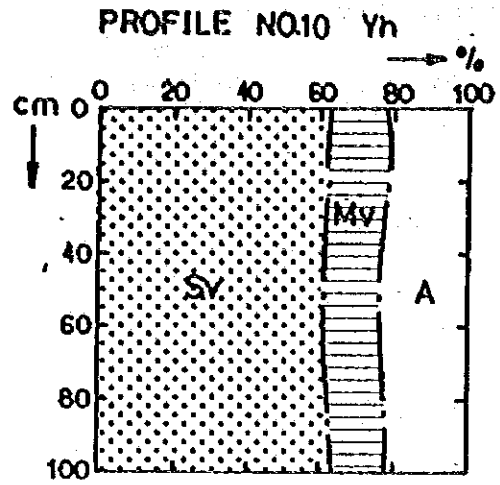
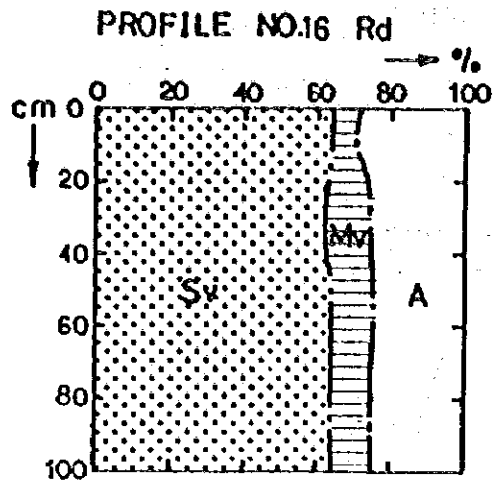
CaO : 0.07-0.20%, MgO : 5-20 mg/100g soil, K₂O : 3-15 mg/100g soil, NaCl : 0.01-0.15% である。それぞれの出現頻度 F は CaO 0.15% (富む) : F 67%; MgO 5 mg/100g soil (極く僅か含む) : F 58.3%; K₂O 15 mg/100g soil (富む) : F 30.6%, 3 mg/100g soil (僅かに含む) : F 47.2%; NaCl 0.05% (やゝ多い) : F 33.3%, 0.10% (多い) : F 36.1%, 0.15% (頗る多い) : F 14% となっている。NaCl 0.15% の出現頻度が 14% (約 1/7) であることは Rd の塩類含量が砂漠土壌について予想される値よりも小さく、塩類障害除去が比較的容易であることを示している。そのもっとも大きな原因は、土壌が粗粒質で毛管上昇力が小さく、かつ地下水位が比較的深い位置にあるためである。

圖 III·C·10 Textural composition of soil profiles



Note: Rd : Dystric Regosols
 Yh : Haplic Yermosols
 Yk : Calcic Yermosols
 G : Gravel
 CoS: Coarse Sand (Numeral: particle size mm)
 FS : Fine Sand

图 III·C·11 Three phase distribution of soil profiles under pF1.5



表Ⅲ.C.5 土壤断面記載の例、Dystric Regosols

断面番号：№3

調査日：1982年2月11日

位置：計画地区中央、パイロットファーム№2の南1Km

地形：砂丘地、緩波状地

地目：砂漠

母材：飛砂

土壤単位：ディストリック・レゴソル (Rd)

土壤統：砂丘地土壤1, Md 1

0~100cm : 微細な風成砂層は認められたが、土層の分化は認められない。土性はS~L S、礫および腐植を含まず、土色は黄橙色 7.5 YR 7/8である。無構造で単粒状である。斑紋を含まず、多くの微細孔隙を持っている。孔隙率は34.6-36.8%の範囲に亘る。PF 1.5における土壤三相分布の範囲は、固相率 Sv 63.2-65.3%、水分率 Mv 11.5-14.4%、空気率 A 25.0-25.3%である。飽和含水比 SP は 16.1-19.3%の範囲をとる。SP状態から抽出された土壤溶液の電気伝導度 E_{ce} は 1.1-1.8 m mhos/cm・25℃となり、PF 1.5の状態における EC_{1.5} は 3.9-4.5 m mhos/cm・25℃である。

表 III.C.6 Distributional Range of Soil Physical Properties of Soil Units

Soil Units	3 Phases under Pfl.5			Volume weight S g/100cc	24 hours moisture (F.C) %	Available water capa- city AWC %
	Solid ratio SV %	Water ratio MV %	Air ratio A %			
Dystric Regosols Rd	61.5 ~ 71.8	5.1 ~ 14.9	17.3 ~ 30.8	162.9~183.7	3.1 ~ 10.8	3.2 ~ 9.8
Haplic Yermosols Yh	60.7 ~ 67.6	6.1 ~ 22.7	9.7 ~ 28.5	160.8~179.2	3.1 ~ 13.8	5.1 ~ 12.5
Calcic Yermosols Yk	62.8 ~ 71.3	6.2 ~ 21.1	10.2 ~ 28.1	166.4~189.0	3.7 ~ 15.9	3.2 ~ 13.0

Soil Units	Particle size distribution				Electric conductivity m mho/cm.25°C	Saturated percentage SP %	
	Gravel %	Coarse sand 2.0~0.2mm %	Less than Fine Sand 0.2 mm> %	EC 1.5 ECE			
Dystric Regosols Rd	0 ~ 5.7	71.0~90.4	1.0~6.5	64.5~75.0	1.0 ~ 6.3	0.8 ~ 3.6	14.5 ~ 22.5
Haplic Yermosols Yh	2.3~13.2	61.7~89.4	4.1~19.1	42.6~85.4	1.2 ~ 6.1	0.9 ~ 3.9	14.9 ~ 22.8
Calcic Yermosols Yk	1.6~32.0	56.3~86.2	8.2~30.7	36.9~75.6	2.5 ~ 8.0	1.2 ~ 4.6	15.7 ~ 23.7

表 III.C.7 Distributional Range of Chemical Properties of Soil Units

Soil Units	Items	PH (H ₂ O)	CaO %	MgO mg/100g.Soil	K ₂ O mg/100g.soil	NaCl %
Dystric Regosols Rd		6.5 ~ 7.6	0.07 ~ 0.20	5 ~ 20	3 ~ 15	0.01 ~ 0.15
Haplic Yermosols Yh		7.0 ~ 7.8	0.10 ~ 0.20	5 ~ 20	3 ~ 15	0.01 ~ 0.10
Calcic Yermosols Yk		6.5 ~ 7.6	0.15 ~ 0.20	5 ~ 20	3 ~ 15	0.05 ~ 0.15

2-3 Haplic Yermosols (Yh)

Haplic Yermosols は、計画地区の東側の中央部から北部に亘る古い河岸段丘面に分布している。母材は河成沖積物である。土壌断面調査は13断面について行なわれた。その中の12断面についての土壌断面記載は、別冊のAppendixを参照されたい。また、土壌の物理性および化学性についての分析調査は、15断面55土層について行なわれた。

表Ⅲ.C.8に示した土壌断面記載の例からもわかるように、砂質の下層土の上にくすい表層土がある。表層土の土性はLS~SLで種々の含量の細~小円礫を含んでいる。土色は、にぶい赤褐色5YR 5/4から暗赤褐色5YR 3/4に亘っている。腐植はほとんど含まれていない。発達度の弱い中形の亜角塊状構造をもっている。斑紋は認められない。下層土は、種々の礫含量を示すが腐植は認められない。礫は細~小円礫である。土色は、にぶい黄橙色10YR 7/4から黄橙色10YR 7/8に亘っている。構造の発達は認められず単粒状である。斑紋も認められない。

前述の表Ⅲ.C.6のHaplic Yermosols Yhは分析調査に供された6断面23土層についての土壌物理性の分布範囲を示した。土壌断面の粒度分布のもっとも顕著な特徴は圧倒的に大きな割合(42.6-85.4%)を粒径1.0-0.2mmの範囲の粗砂が占めることである。土壌断面No.10の例を前述の図Ⅲ.C.10に示している。この特徴は前述のDystric Regosolsの場合と同じである。土壌断面の礫含量は2.3-13.2%を示し、この点はDystric Regosolsとの著しい違いを示している。pF 1.5における土壌三相分布は固相率Sv 60.7-67.6%、水分率Mv 6.1-22.7%、空気率A 9.7-28.5%の範囲を示す。土壌断面No.10の三相分布の例を前述の図Ⅲ.C.11に示す。基本的な特徴は前述のDystric Regosolsの土壌断面No.16と同じである。孔隙率P 32.4-39.3%を、容積重S 160.8-179.2 g/100 ccの範囲を示している。これらの分布範囲も、前述の土壌三相分布の範囲とともに、Dystric Regosolsの場合とはほぼ同様である。しかし、これらの測定値の出現頻度をみると、別冊のAppendixに示すようにDystric Regosolsの場合のような明瞭な特徴は認められない。このことは、恐らく土壌母材の堆積様式に基因するものと考えられる。

現地(field)で測定された土壌断面の24時間水分は3.0-13.8%である。その1/2を下限とし、pF 1.5の水分率を上限とする有効容水量AWCは5.1-12.5%となる。即ち、土層10cm当り5.1-12.5mmの有効水分を期待できる。この値はDystric Regosolsの場合よりも2-3mm大きくなっている。また、pF 1.5における空気率の大きさからみて、断面全体を通じて透水性は大きいと言える。

飽和含水比SPは、14.9-22.8%でDystric Regosolsの場合とほぼ一致している。EC_e 0.9-3.9 mhos/cm・25℃、EC₁₅ 1.2-6.1 mhos/cm・25℃の値もDystric Regosolsの場合とほぼ一致している。

前述の表Ⅲ.C.7のHaplic Yermosolsは土壌の化学性の分布範囲を示す。pH(H₂O) : 7.0-7.8, CaO : 0.10-0.20%, 中での出現頻度Fは0.15% (含む) : F 50%, 0.20% (頗る含む) : F 38.9%; MgO : 5-20 mg/100g soil, 中での出現頻度Fは、5 mg/100g soil (極く僅かに含む) : F 61.1%, 10 mg/100g soil (僅かに含む) : F 33.3%; K₂O : 3-15 mg/100g soil, 中での出現頻度Fは3 mg/100g soil (僅かに含む) : F 55.6%, 8 mg/100g soil (含む) : F 33.3%; NaCl : 0.01-0.10%, 中での出現頻度Fは0.05% (やゝ多い) : F 38.9%, 0.10% (多い) : F 38.9%となっている。Dystric Regosolsに比べCaO含量がやゝ増加しているが、その他の塩類含量に大きな差はない。NaCl 0.15% (頗る多い)の例は現われていない。

表Ⅲ.C.8 土壤断面記載の例、Haplic Yermosols

断面番号：㉞7

調査日：1982年2月11日

位置：計画地区東部中央、パイロットファーム㉞1の南1Km

地形：旧河岸段丘、緩波状地

地目：砂漠

母材：沖積物

土壤単位：ハプリック・エルモソル (Yh)

土壤統：モラーク統1, ㉞1

0-20cm：発達度の弱いA層で微細な円礫7%を含む。細土の土性はLSで腐植を含まず、土色はにぶい赤褐色5 YR 5/4、発達度の弱い中形の亜角塊状構造、細孔隙に富む、斑紋なし、透水性やや大、ち密度中位、層界平坦判然。

20-100cm：C層で土性はS、礫および腐植を含まず、土色は黄橙色10 YR 7/8、無構造で単粒状、斑紋なし、細孔隙に富む、透水性大、ち密度粗。

2-4 Calcic Yermosols (Y_k)

Calcic Yermosols は、計画地区の南部と東側の中央部から南部に亘る古い河岸段丘面に分布している。また、北部の砂漠鋪石の地区にも分布している。母材は、河成沖積物である。

土壌断面調査は、10断面について行なわれた。それらの土壌断面記載は、別冊の Appendix を参照されたい。また、土壌の物理性および化学性についての分析調査は、17断面69土層について行なわれた。図Ⅲ.C.9は土壌断面記載の例—断面33—を示す。この例からもわかるように、発達度は弱いが生土層分化は明瞭に認められる。A層の厚さは約30cm、土性はLS-SLである。種々の含量の細～小円礫を含んでいる。土色は橙色5YR 6/8から赤褐色2.5YR 4/6に亘っている。発達度の弱い中形の垂角塊状構造をもっている。また、灰白色7.5Y 8/1で粉状のCaCO₃塊状析出物を含んでいる例が多い。B層の厚さは種々である。土性はLSで、種々の含量の細～小円礫を含んでいる。土色は暗赤褐色2.5YR 3/6からにぶい赤褐色2.5YR 4/4およびにぶい橙色5YR 6/4に亘っている。発達度は弱いが大形の垂角塊状構造をもっている。また、灰白色7.5Y 8/1で粉状のCaCO₃塊状析出物を多数含んでいる例が多い。C層の土性はLS-Sで種々の含量の細～小円礫を含んでいる。土色は赤褐色2.5YR 4/8または明赤褐色5YR 5/6から橙色5YR 6/6に亘っている。構造の発達は認められない。

表Ⅲ.C.6のCalcic Yermosols Y_kは、分析調査に供された11断面52土層についての物理性の分布範囲を示す。粒度分布の特徴はすでに述べたRdおよびYhの場合と同様に、圧倒的に大きな割合36.9-75.6%が粒度1.0-0.2mmの範囲に集中していることである。粗砂の細区分を行っていないが、土壌断面33の例を図Ⅲ.C.10に示す。礫含量は1.6-32.0%を示す。pF 1.5における土壌三相分布は、固相率62.8-71.3%、水分率M_v 6.2-21.1%、空気率A 10.2-28.1%となり、孔隙率P 28.7-37.2%、容積重S 166.4-189.0g/100ccである。これらの測定値の出現頻度Yhの場合とほぼ同様である。図Ⅲ.C.11には土壌断面33のpF 1.5における三相分布の例を示す。24時間水分は3.7-15.9%である。その1/2を下限とし、pF 1.5の水分率を上限とする有効容水量AWCは3.2-13.0%となる。即ち、土層10cm当り3.2-13mmの有効水分を期待できる。この値はYhの場合とほぼ一致し、Rdの場合よりも2-3mm大きくなっている。また、pF 1.5における空気率の大きさからみて、土壌断面の透水性は大きいと言える。

飽和含水比SPは、15.7-23.7%でYhの場合より僅かに大きくなっている。

ECe 1.2 - 4.5 m mhos/cm · 25 °C および EC₁₅ 2.5 - 8.0 m mhos/cm · 25 °C の値は、いずれも Yh の場合より大きくなっている。

前述の表 III.C.7 の Calcic Yermosols Y_k は、化学性の分布範囲を示す。pH(H₂O) : 6.5 - 7.6 ; CaO : 0.15 - 0.20 %、その中での出現頻度 F は、0.15 % (富む) : F 35.3 %、0.20 % (頗る富む) : F 64.7 % ; MgO : 5 - 20 mg/100g · soil、その中で出現頻度 F は、5 mg/100g · soil (極く僅かに含む) : F 70.6 %、10 mg/100g · soil (僅かに含む) : F 29.4 % ; K₂O : 3 - 15 mg/100g · soil、その中での出現頻度 F は 3 mg/100g · soil (僅かに含む) : F 58.8 %、8 mg/100g · soil (含む) : F 17.6 %、15 mg/100g · soil (富む) : F 23.5 % ; NaCl : 0.05 - 0.15 %、その中で出現頻度 F は 0.05 % (やゝ多い) : F 41.2 %、0.10 % (多い) : F 35.3 %、0.15 % (頗る多い) : F 23.5 % となっている。Yh に比べると CaO 含量および NaCl 含量を増加している。

表Ⅲ.C.9 土壤断面記載の例、Calcic Yermosols

断面番号：K33

調査日：1982年2月19日

位置：計画地区南部中央、ザガジグ道路から北へ300m

地形：旧河岸段丘、ヤ、平坦

地目：砂漠

母材：旧沖積物

土壤単位：カルソック・エルモソル (Y_k)

土壤統：モラーク統2, Mo2

0-30cm : 発達度の弱いA層、微細な円礫3%を含む、細土の土性はLS、腐植を含まず、土色は橙色5YR 6/8、発達度の弱い中形の亜角塊状構造、斑紋なし、孔隙率33.8-37.0%、pH 1.5における三相分布は固相率 S_v 63.0-66.2%、水分率 M_v 10.5-12.8%、空気率A 21.0-26.5%の範囲をとる。24時間水分(圃場容水量FCとした)は水分率で8.7-10.0%、飽和状態での含水比SPは17.8%、 EC_e 1.2-1.4 m mhos/cm \cdot 25 $^{\circ}$ C、 $EC_{1.5}$ 2.5-4.6 m mhos/cm \cdot 25 $^{\circ}$ Cである。層界平坦明瞭。

30-60cm : B層、細円礫10%を含む、細土の土性LS、腐植を含まず、土色は暗赤褐色2.5YR 3/6、発達度の弱い亜角塊状構造、灰白色7.5Y 8/1で遊離の $CaCO_3$ 塊に富む、孔隙率33.3-35.3%、pF 1.5の三相分布は固相率 S_v 64.7-66.7%、水分率 M_v 8.6-11.2%、空気率A 22.4%である。24時間水分は水分率で7.2-10.0%、飽和含水比SPは15.7%、 EC_e 2.0-3.2 m mhos/cm \cdot 25 $^{\circ}$ C、 $EC_{1.5}$ 3.4-5.6 m mhos/cm \cdot 25 $^{\circ}$ C、層界平坦明瞭。

60-100cm : C層は礫含量の違いによってC1層(60-80cm)とC2層(80-100cm)の2亜層(Sub horizon)に区分される。礫含量はC1層10%、C2層20%である。細土の土性はLS-S、土色は赤褐色2.5YR 4/8~橙色5YR 6/6である。孔隙率P 33.9%、pF 1.5の三相分布は固相率 S_v 66.1%、水分率 M_v 9.5%、空気率A 24.4%、24時間水分は水分率で6.4%、飽和含水比SPは17.3%である。 EC_e 4.0-4.6 m mhos/cm \cdot 25 $^{\circ}$ C、 $EC_{1.5}$ 5.6 m mhos/cm \cdot 25 $^{\circ}$ Cである。

2-5 依頼分析の結果について

依頼分析は7断面20土層について行なれた。その内訳は Dystric Regosols Rd 2断面6土層、Haplic Yermosols Yh 3断面9土層、Calcic Yermosols Yk 1断面3土層および Gravel Land に属する断面424の2土層である。

依頼先は Ismailia Agricultural Research Station, Department of Soil and Water Research である。分析項目は、土壤物理性として礫、細土の粒径分布、 CaCO_3 の含量、飽和含水比 SP、飽和水分状態における電気伝導度 ECe を、土壤化学性として pH (H_2O)、pH (KCl)、陽イオン (Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+})、陰イオン (Cl^- 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-}) である。それぞれの土壤断面ごとの分析調査結果は別冊の Appendix を参照されたい。

表III・C・10は依頼分析に供された7断面20土層のうち土壤単位の確定している6断面18土層についての測定値の分布範囲を示す。Rd、Yh、Ykの3土壤単位に共通の粒径分布の特徴は、前述の結果と同様に圧倒的に大きな割合が粗砂に集中していることである。礫含量はYhが少なくYkが多い。Rdはほとんど礫を含まない。Silt + clay の含量は3者ともに小さいけれども、その中でもRdはもっとも小さく、とくにClay含量は0になっている。粘土含量のもっとも大きなYkの場合にもSilt + Clayで10%を超えていない。 CaCO_3 の含量はRdおよびYhで小さいがYkでは3-4%に達している。 CaCO_3 塊状析出物を含むためである。

飽和含水比SPは3者の間に大きな違いはない。ECeはRdで小さくYhおよびYkで大きくなっている。PHの分布範囲は3者の間に大きな差はない。土壤中の水溶性の陽イオンはRegosolsに少なくYermosolsに多いが、3者に共通していることは Na^+ が他のイオンよりも多くなっていることである。 Ca^{2+} は、 CaCO_3 segregationの多いYkがもっとも少ない。陰イオンはRegosolsに少なくYermosolsに多いが、3者に共通していることは、 Cl^- が他のイオンよりも多くなっていることである。

2-6 土壤区分 (soil classification)

土壤区分の基準としては、土壤単位による区分のほかに、Regosolsにおいては傾斜 (soil slope) を、Yermosolsにおいては礫含量 (gravel contents) を採用した。区分基準の設定についての詳しい検討 (discussion) については別冊の Appendix を参照されたい。

傾斜による区分は f : 0-3%、flat - nearly flat、u : 3-8%、gently undulating - undulating、r : 8-16%、gently rolling - rolling とした。Yermosols は、主として河岸段丘面に分布しているので傾斜による区分を適用しな

表 III.C.10 Distributional Ranges of Physical and Chemical Properties of Soil Units (Contract Analysis)

Soil units	Particle size distribution					Saturated percentage SP %	Electric Conductivity m mhos/cm.25°C	
	Gravel	Coarse sand	Fine sand	Silt	Clay			
Dystric Regosols Rd	0 ~ 0.08	73.9~90.4	9.2~24.9	0.08~1.3	0 ~	0.19~0.38	14.0~17.9	1.1 ~ 1.8
Haplic Yermosols Yh	0 ~19.9	55.3~84.6	10.5~34.7	1.5 ~5.0	1.0~2.5	0.09~1.73	12.8~19.0	0.9 ~ 4.9
Calcic Yermosols Yk	20.0~23.5	53.2~58.6	7.1~26.6	3.3 ~6.0	2.0~4.0	2.88~4.23	13.8~15.3	1.2 ~ 4.2

PH	Cations			Anions		
	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻
7.1~7.6	0.13~0.18	0.09~0.13	0.03~0.06	0.02~0.08	0.12~0.22	0.01~0.02
7.0~7.8	0.13~0.48	0.03~0.23	0.03~0.19	0.01~0.09	0.14~0.81	0.01~0.03
7.5~7.6	0.13~0.39	0.03~0.07	0.01~0.09	0.01~0.10	0.11~0.56	0.01 ~0.03

った。

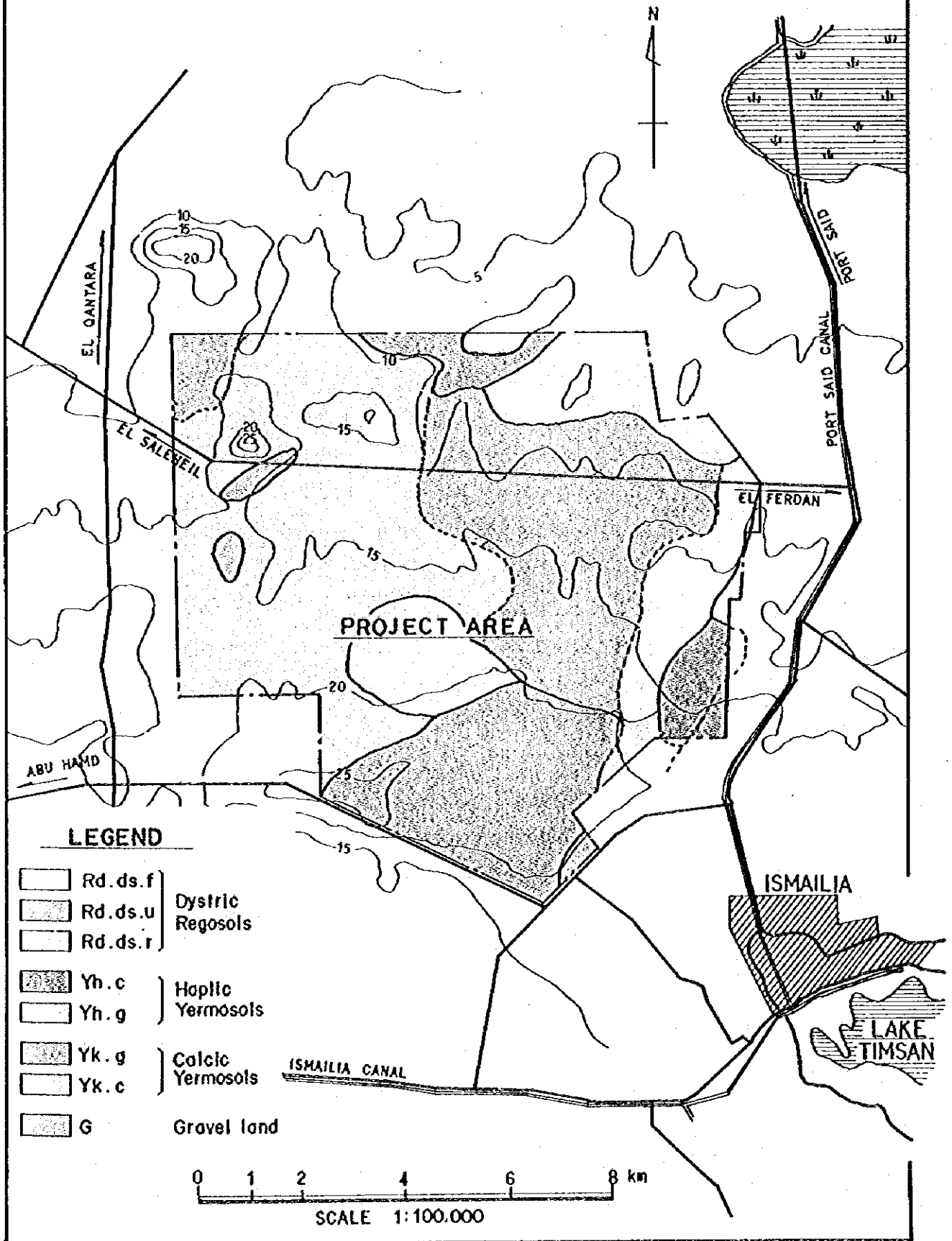
礫含量による区分は、地表面から深さ60cmまでの土層 (soil layer) 中に礫含量10%以上の土層が20cm以上の厚さを占める場合を礫層とした。礫含量が10%未満の場合および10%以上の場合でも礫を含む土層の厚さが20cm未満の場合には、両者ともに common phase とした。Regosols は主として shifting sand dunes 地区に分布し、その母材は aeolian sand を主としているために、ほとんど礫を含んでいないので礫含量による区分を適用しなかった。礫相を細分するには礫含量10-20%の場合を g 1 とし、20-50% を g 2 とした。礫含量50%以上の場合は、礫地 G とし礫相土壌とは別扱いにした。

土壌区分の結果にもとづいて、それぞれの soil phase の計画地区における分布が明らかにされ土壌図が作成された。土壌図 1 : 25,000 は別冊の Appendix を参照されたい。

土壌区分の結果、それぞれの分布面積はつぎのようになる。

計画地区の総面積		21,524 fed.	9,044 ha	100.0%
Dystric Regosols (Rd)		13,741	5,771	63.9
(deep sandy phase)				
nearly flat (f)	1,281	538	6.0	
gently undulating (u)	4,450	1,869	20.7	
gently rolling (r)	8,010	3,364	37.2	
Haplic Yermosols (Yh)	2,871	1,206	13.3	
common phase (c)	476	200	2.2	
gravelly phase (g)	2,395	1,006	11.1	
Calcic Yermosols (Yk)	4,614	1,938	21.4	
common phase (c)	298	125	1.4	
gravelly phase (g)	4,316	1,813	20.0	
Gravel Land (G)	298	125	1.4	

Fig III-C-12 SOIL MAP



D. 農業の現況

1. 農業生産

- (1) エジプトでは冬作の始る10月からの1年を農年 (agricultural year) と称し、作付は大きく冬作 (winter crops) と夏作 (summer crops) とに分れる。また、ナイル河の流域ではかつて支配的であった洪水期に1作だけ作られるナイル作 (Nili crops) があり、この他に周年作の果樹園がある。1952年の作付面積は930.8万 fed でこのうち冬作が46.8%、夏作が32.5%、ナイル作19.6%、果樹作1.0%であった。その後、水利等の改善でナイル作は大幅に減少し、1978年には総作付は1114.8万 fed に増加すると同時に作付構成も冬作45.1%、夏作44.5%、ナイル作7.4%、果樹作3.0%と変わり、特に、夏作と果樹作は絶対的にも相対的にも大きな増加を示している。
- (2) 冬作の520.5万 fed の主な作物は飼料用のベルシームが過半数55.4%、次いで小麦の27.5%、豆類の6.8%、野菜類4.5%等で、これだけで94.2%を占める。夏作の496.7万 fed の中ではトウモロコシ28.3%、棉23.9%、稲20.6%、野菜9.3%、ソルガム8.3%、甘蔗5.0%等と多様である。ナイル作はトウモロコシが中心で82.4万 fed のうち60.0%、野菜が30.5%、ソルガムが2.4%である。また、総作付面積の作物構成割合は、ベルシームが25.0%、トウモロコシ17.0%、小麦12.4%、棉10.7%、稲9.3%、野菜8.5%、ソルガム3.9%、豆科作物 (ベルシームを除く) 3.4%、果樹3.0%、甘蔗2.2%の順となっている。野菜の95.1万 fed の中ではトマトが32.7%、パレインヨ13.5%、西瓜12.7%が主要なもので、この3種で約60%を占めている。果樹作33.2万 fed の中では柑きつの56.3%、ブドウ15.1%、マンゴーの8.1%が主なものである。
- (3) イスマイリア州の作付事情はエジプトの一般事情と様相を異にする。この州ではナイル作が極めて少ないため、作付率は高く、且つ古くから果樹と野菜の生産地帯であったためにそれらの作付率の高いのが特徴的である。1981年の総作付面積は州農業局の調査では136,685 fed で、このうち冬作は61,530 fed (45.0%)、夏作は57,613 fed (42.2%)、果樹作17,539 fed (12.8%) で、果樹作の比率が高い。また、作物の類別では普通作物 (Field crops) 39.3%、飼料作21.0%、野菜作26.8%、果樹作12.8%、野菜作と果樹作で約40%占め全エジプトの11.5%よりも遙かに多くなっている。この州では棉作はなく、小麦作は7.5%、稲作は2.1%となっている。野菜作ではトマトと西瓜が多く、夫々野菜作全体の46.4%と33.9%を占め、果樹作では柑きつとマンゴーが61.9%と32.5%を占めている。年度が異なるが、この4作目の全国に占める割合はトマトは5.4%、西瓜は10.3

- 、柑きつは5.8%、マンゴーは21.1%を占めており、これに対して、イスマイリア州には全国の耕地の1%しかなく、如何に野菜と果樹に特化しているかを示している。
- (4) 冬作の中ではベルシームが37.1%、これに次いでトマトの21.5%、小麦16.3%、大麦15.3%、アルファルファ4.8%、ビーン1.7%がこれに次いでいる。夏作では、トゥモロコシの30.0%が最も多く、西瓜の22.2%、落花生の18.1%がこれに次ぎ、この他に夏作としてのトマトの6.7%、アルファルファ5.3%、稲5.0%、ゴマ5.0%、胡瓜4.3%、メロン3.9%等がある。このように、野菜は夏作の中ばかりでなく冬作でも主要作物になっており、この他冬作としてパレイショが輸出用として4月に収穫され、1981年にはイチゴが導入され、周年収穫の品種も試作中で高価格で取引されることもあって急速な拡大をみせつつある。
- (5) イスマイリア州では、上述の如く野菜と果樹に特化しているために、棉、小麦、稲を中心とした3年輪作方式は確立せず、農地改革農協で一般に行なわれている3年輪作方式の作付強制はこの州に適用されていない。また、全作付面積に比して飼料作物の割合は少ないために、大量の稲わらや小麦からがデルタ地方から家畜の飼料及び敷料等として移入されている。
- (6) 以上の作物のうち、食料作物は農協とその上部の普通作物の特殊農協を通じて販売されるが、野菜と果樹については殆んどが系統出荷ではなく、商人を介して市場に販売される。多くは国内市場向であるが、オレンジ、マンゴー、パレイショ、トマトの一部は輸出に向けられる。また国営の“KAHA” Companyは農産加工を行ない、例えばトマトについては国内生産の約1%余をペーストに加工しているが、その集荷は商人を介しており、イスマイリア産の占める割合は明らかでない。なお、2~3月産のトマトは全国的に生産過剰の気味で、大量の腐敗、廃棄が問題になっており、何等かの対策が叫ばれているが、州内での農産加工についての若干の動きもみられるに至った。園芸作物の主なる国内市場は地元のイスマイリアはもとより、カイロ、ポートサイド、スエズ等で、この点イスマイリアは市場交通地立地的に有利な地位を占めている。

2. 畜産

- (1) 1979年のイヤール・ブックによれば、エジプト全土の家畜頭数は牛258.7万、水牛254.2万、緬羊255.4万、山羊144.0万、駱駝9.3万、豚1.5万頭で、この他に鶏2698.6万、家鴨339.2万、が鳥268.5万羽等の小家畜が記録されている。このうち牛については大部分がゼブの血の濃い在来のバラディ種(Baladi)が役肉用に飼われ、乳用としては古くからフリージアン(Friesian)種が導入されているが、近年乳肉兼用のブラウン・スイス(Brown Swiss)が導入されつつある。水

牛は乳肉役の兼用である。エジプトでは一般食料ばかりでなく、食肉の事情も悪く、食肉の販売は週3日に制限され、屠殺についても雌は5才以上、雄は生体300kg以上(但し、水牛は除外)と定められており、農業機械化は飼料作を廻っての人畜競合を避ける意味からも推進されている状況にある。従って、今後は国民生活水準の向上に対応しつつ、肉用、乳用種或いは乳肉兼用種の改良と増殖及び飼料作を含めた飼養の改善を行うことが課題となっている。

- (2) イスマイリア州には1981年現在で乳牛750、在来牛38,460、水牛9,777 heads、その他に運搬用のろ馬8,822、緬羊15,688、山羊19,115となっている。乳牛を含めた牛類については、エジプト総数の1.5%、水牛は0.4%、大家畜の合計では1.0%である。つまり、大家畜数は耕地と同様に全国の1.0%であるが、水牛の数は少なく、かなり乳用及び肉用種への転換が進んでいるようである。この州では優良乳肉兼用種の導入に力を入れ、1975年にオーストリアからブラウン・スイスの導入を開始し、将来は1万頭に拡大する計画であるといわれている。その他、イスマイリア市街地の南方約30kmのところ“Ismailia MISR Company for Chickens”の経営する大養鶏場が建設され、一部操業中であるが、計画は育成、採卵、プロイラー6 farms 合計12 farmsの団地を作り、1 farmは10棟、1棟16,000羽を飼養するもので、関連施設として1時間20tの飼料工場、1時間1,500羽の屠殺場、1日78,000の孵化場を設けている。これは自己完結的なプロイラー専門の生産施設で、生産された肉鶏は包装されてカイロに出荷されている。従って地元の養鶏との関連はない。このような動きから、州内の農家でも肉鶏及び卵鶏の気運が高まっているが、雛の多くは隣接のシャルキア州に仰いでいるのが現状である。
- (3) 乳牛の飼養規模は1~2頭飼いが多いが、中には100頭という企業的なものもあり、次第に多頭化の傾向にある。飼養形態は多くはルース・バーン方式(フリーストール・バーンを含む)である。肉牛はほぼ耕地規模に比例した規模となっているが、舎飼での肥育は分化しつつある。概して、乳牛と肉牛の混合形態が多いが、今後乳牛の頭数増と共に若干の専門分化が進むものと思われる。養鶏についても採卵とプロイラーの両系列で同様多羽飼育が進展しつつある。しかしながら、大家畜の場合、特に夏期の粗飼料の手当が問題であり、現在導入されているアルファルファやネピアグラス(Napier grass)の拡大が必要となるであろう。
- (4) 家禽類を除いて牛乳、肉牛についての環境条件は一応整えられているようである。牛乳についてはフル操業には遙かに及ばないが1日50tの処理加工場があり、その他に人工授精所、家畜保健所も設置され、また1日600頭を処理し、食肉加工貯蔵施設も付置された大屠殺場が完成間近である。

3. 農業研究及び普及事業

- (1) かつては、農業省に7つの研究部と11の作物中心の地域試験場(北部に6、中部に3、南部に2)の体制であったが、1971年に研究部は改組されて専門別に10の研究所が設けられ、“Agricultural Research Center”が設置された。この中には“The Desert Research Institute”も含まれている。農業省の研究陣容は研究者210人(PhD)、副研究者(M.Sc)、その他に約2400人の研究助手(B.Sc)、及び15,000人の技術者、事務員、農夫から成っている。その他かんがい省に“Water Research Center”、土地開拓省に“Desert Institute”があり、夫々と用水量に関し或いは砂漠開発に関する技術開発に関する技術開発研究が進められている。その他、“National Research Center”や国立大学の農学部でも農業研究が実施されている。
- (2) 州の段階では農業研究は行われてなく、イスマイリアには国の地域試験場も配置されていなかったが、1980年にARCの出先の“Ismailia Agricultural Research Station”が開設され砂漠地での作物要水量、及び作物栄養の分野を中心として研究を進めることとなった。現在は科学者16名、その他20名で300 fedの用地で試験研究を開始した段階で、施設の充実と共に拡充が予定されており、その成果は今後に残される。この試験場はこの計画地域の村落敷地から約500 mの至近距離にあり、ここでの成果は直ちに通用し得るばかりでなく、その他多くの便宜が期待されよう。
- (3) エジプトでは中央から村に至る普及組織が整えられており、州段階では農業局の下に普及部があり、その下部の郡(district or town)はAgricultural Unitを構成し、それぞれに展示農場を設け、普及員を配置し、直接関係に普及活動を行っている。
- (4) イスマイリアにはスエズ運河西部に4つの郡と東部の運河沿いに1つの郡があるが、農業局の職員約800人のうち100人が普及職員であって、このうち52人が本庁、48人が郡の出先機関に配置され、そのうち32人が村段階の農協に駐在し、残りの16人が展示農場等の業務に従事している。展示農場は多くは10 fed未満であるが、シナイ半島に所在する郡には50 fedの大規模なものがある。普及は中央で作成されるパンフレットや月刊普及誌による情報活動、展示農場来訪者への解説、映画、その他末端の農協単位での技術指導など広汎である。例えば、イスマイリア郡の展示農場では現在イチゴの試作展示に全力を挙げ、その普及に努力中であった。

4. 農用資材及び金融

- (1) 中央の農業開発信用銀行 (Agricultural Development Credit Bank) の系列の下に各州の銀行、その下の郡段階の支店及び Village Bank が配置され、主要な農用資材の供給と金融事業を行っている。イスマイリアには " Co-operative Agriculture Credit Bank Ismailia " があり、その出先として夫々の郡名を冠した4つの支店 (シナイ側は未設置) と、窓口業務を行う5つの Village Bank がある。すなわち、イスマイリア郡はこれを2つに分け、Abu Sower Village Bank と Dablhia Village Bank、カントラ (Quantara) には Abu Khakfa Village Bank、テル・エル・ケビール (Tel el Kabir) には Cuasassin Village Bank、ファイード (Fayed) には Abu Sattan Village Bank がある。Village Bank に加入者の口座があり、またここに大きな倉庫を持ち、資材の円滑な供給を図っている。また、総合農協のある32の村には職員1人を置く倉庫を兼ねた出張所があり、末端農家との資材の申込、配給を扱っている。この銀行組織は農協加入者以外の人でも利用できる。
- (2) 主要な業務は短期、中期、長期金融と預金業務である。短期資金は作物を担保として肥料、農薬、種子等の資材を貸付け、出来秋に回収するもので、利率は冬作に対しては2%、夏作は3.5%である。中期との中間のものとして養鶏資金があり、17か月で利率は6%である。中期は4~5年で主としてトラクタや乳牛の導入に充てられ年利8%となっている。長期は開拓に対するもので期間は10年 (据置3年)、貸出金利は3%である。また、農業関連の企業に対しては6年で6%の利率で貸出される。この他 " Village Development Fund " と称して耐久消費材についても短期融資を行っているが、この資金には中央からクレームがつき中止の方向のようである。
- (3) かつては、この農業銀行の融資は短期が中心で、10年前には全国の総額で95%以上を占めていたが、農業の近代化の進行と共に相対的に減少し、中期的なものが増えつつある。1981年のイスマイリアの実績は、中短期の営農資金は200万ポンド、長期の開拓融資が20万ポンド、中期の企業融資が200万ポンドとなっているが、中短期の営農資金のうち短期の作物融資50%、養鶏資金が30%、中期の機械、家畜融資が15%、耐久消費材5%の構成となっている。長期の開拓融資は今後増大するものと思われる。これらに対して預金額は1981年末で673.1万ポンドであった。
- (4) 1980年の改正農協法の第17条では法人としての農協による農協銀行を別途に設立することが謳っており、現在設立の動きがあると云われるが、現行制度との関連が問題になるものと思われる。

5. 農業労働力

- (1) 1976年のセンサスによれば、イスマイリア州の総人口は353337人で、エジプトの総人口の1%弱となっている。このうち51.2%が男、48.8%が女、49.2%は都市部に50.8%が農村部に居住しており、男女比は全国とほぼ同等であるが、都市人口は全国の43.9%よりも若干多くなっている。97.3%が回教徒で残りがキリスト教及びその他である。また全体の51.0%、都市部では37.3%、農村部では65.5%が無学となっている。
- (2) 就業者総数は92320人で、このうち35190人すなわち38.1%が農業及び漁業に従事し、その他建設業に11.7%、運輸及び通信業に11.0%で、工礦業は56%に過ぎない。全国では農業は42.2%、工礦業12.8%、建設業5.2%、運輸通信業4.6%となっており、これと較べて、イスマイリアは農業が幾分か少なく、工礦業は遙かに少ないが、建設及び運輸通信は、スエズ運河やカイロからポートサイド、及びスエズに至る交通の要衝にあり、またシナイ半島の占領地の再開発の基地となっていることから大きなウエイトを占めている。就業人口の男女別割合は男子が圧倒的に多く94.7%を占め、農業では更に98.5%に上昇し、野外乃至家庭外の労働への女子の就業は著しく低位の段階にある。
- (3) 実数は定かでないが農業従事者の中には多くの土地を持たない農業労働者が含まれている。1952、1961、及び1969年の3次に亘る農地改革によって、新たに農地を得たものも少なくない。これらの農業労働者は集落の縁辺部或いは地主の農場或いはその周辺に家を建て、常雇或いは臨時雇の形で収入を得ている。賃金は最低賃金制では1日1ポンドとなっているが、常雇の場合は1日40～60ポンド日雇は1日2ポンドが普通で、トラクタのオペレーターの場合は5ポンドである。イスマイリアからカントラに至る道路沿いの32戸の農業労働者の生活状態を調査した結果では、彼等は泥煉瓦の家に住み、多くは電灯を引いてはいるが屋根はヨシで編んだ箕の子が多い。世帯主の平均年齢は47.6才、平均月収は51.1ポンドで、これで6.4人の家族を扶養している。家財の中で、最も重要なものは石油コンロで、93.8%が持っているがテレビは37.5%、電気洗濯機12.5%、自転車6.3%、ろ馬18.8%の保有率で、便所のない家も15.6%みられた。それに僅かの鶏、家鴨、が鳥、鳩等を屋内乃至は閉壁の中で飼養しているのが財産と云える程度のものであった。
- (4) これらの農業労働者は必ずしも完全雇用の状態にある訳ではなく、より多くの就業機会を望み、農地保有への願望も強いものであった。西部のデルタやナイル・バーレーの入植農民が1～2の作物の栽培知識しかなく、国内入植開拓の問題の1つとされているのに対して、園芸作物に特化したイスマイリア地域で農業労働に従事している

彼等は、多くの作物や家畜を手がけており、今後、州内の開拓の進展のための有力な予備軍であるものと考えられる。

6. 土地所有

(1) 1981年の州農業局の調査によれば、州の農地面積は66,634 fed、農場数は20,838で、1農場当りの農地面積は3.2 fedとなっており、また農業就業者1人当りでは1.9 fedでエジプト全体よりも広い。所有規模当りの農地面積は5 fed未満の階層が52.2%、5~10 fedが22.9%、10~20 fedが18.7%、20 fed以上が6.2%であって、1975年の全国平均の5 fed未満49.7%、5~10 fed 11.1%、10~20 fed 10.5%、20 fed以上28.5%と比較すると、3次にわたる農地改革が終了したとは云え、全国的には両極が肥大しているのに対して、この州では比較的5~20 fedの中規模所有が大きな割合を占めている。なお、1971年の資料ではイスマイリアでは5,450人が農地改革(Agrarian Reform)農協の組合員となっており、これは全農家数の約4分の1を占めている。

(2) 2頭立の牛耕からトラクタへの移行過程にあり、且つ果樹園が全農地の26%を占めるこの州では、大規模所有農家でも、常雇を傭い或いは管理人を置くなどして所有者が自から経営することが多く、小作は例えば野菜を栽培するため1作季を借りるというケースもあると云われている。このようなことから、都市部の非農家の農業への関心は高く、努力の割に報酬の少ない俸給生活者の転業の対象として、或いはそこまで行かなくとも第2の所得源とし、投資の対象として、或いは更に老後の安定の対象として農業が見直されつつある。

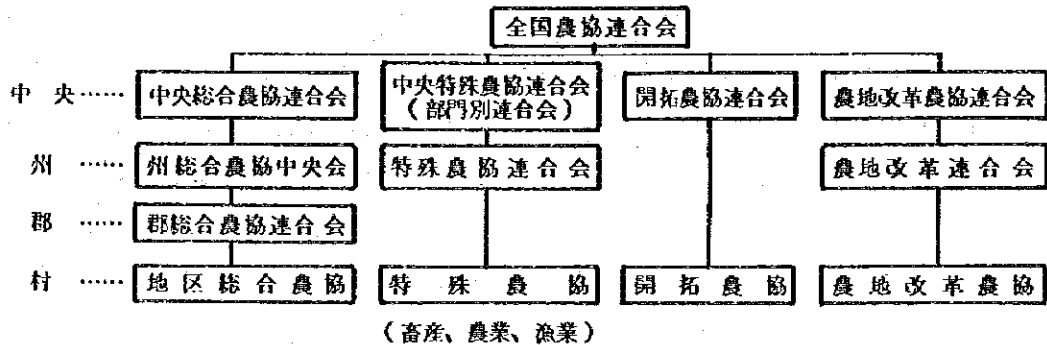
7. 農民組織

(1) エジプトではかつての統治国であった英国の影響を受け協同組合に対する関心が高く、農業については、1910年に最初のgrass rootの農協が設立され、1923年に最初の農協法を制定された。その後最近の1980年の改正まで数次の改正を経て今日に至っている。単位組合数は1942年が763、1956年が1,703、1961年が4,465となり、1971年5,055、1977年5,086となっている。しかし、農協の設立は当初はデルタとナイル・バーレーに集中し、1942年の段階ではイスマイリア州内での設立の記録はなく、恐らく革命後設立が相次いだ1956~61年の間にこの州にも及んだものと推定される。

(2) 最近の農協法は各種農協を包括的に規定したもので、一般地域総合農協や特定の農業生産に関係する特殊農協の他、1952年の法律178号による農地改革農協、

1964年の法律第100号による土地開拓農協、及び漁業協同組合をも含んだものである。農協法によれば、農協は次図の如く大きく総合農協と特殊農協の系列に分れる。

図三・D・1 農協の組織図



なお、農協に種々の恩典があり、例えば、輸入農機具等の農用資材の輸入関税の免除、及びそれらの国内運賃の25%の割引、使用電力料の10%割引等があり、又官吏の組合への専従或いは兼任での派遣ができるようになっている。

(3) イスマイリア州は5郡から構成される小さな州であるために他の州と若干組合の構成を異にし、総合農協の場合、郡段階の連合会を欠き州の中央会に直結している。村段階の地区総合農協はシナイ半島の1郡を除いてイスマイリア郡に12、カンタラに8、ファイードに7、テル・エル・ケビールに5、合計32農協があり、ほぼ農場数に匹敵する19,674人が組合員となっている。各組合はその規模に応じて5人又は7人の理事による理事会を持ち、州政府から派遣される農業専門家を参事(General Manager)としている。州中央会はこの32地区農協を組合員としている。特殊農協は、現在普通作物と園芸作物の2つが州段階で設けられているが、この組合員は前記の32の地区農協の理事会員190名が組合員となり、それぞれの生産物の出荷を主要な業務としている。これらの連合会は190人の農協理事が選出した11人の理事によって運営される。この他に7つの農地改革農協と7つの土地開拓農協があり、それぞれ中央の連合会に直結しているが、後者については次章で述べる。

(4) 村段階の1農協の例では、農民選出の7人の理事の他に4人の職員があり、参事は州の社会局の派遣職員、2人は普及を含めた農業局の職員、他の1名は薬剤撒布のサービスを行なうオペレーターで組合局からの職員であった。主要な業務は、農用資材の受付、養鶏用雛の斡旋と検疫、薬剤撒布、その他一般の技術指導等であり、野菜の店舗も付設されていた。

8. 農村の生活環境

- (1) イスマイリア州はカイロ北方でナイル本流から取水して東に走るイスマイリア・キャナル、その末端で南北に分岐するナイル用水のポートサイド及びスエズ両キャナル、及びこの3本のキャナル沿いの鉄道沿いにT字形の線上に細長に都市及び農村が発達し、T字の交叉点にイスマイリア市街地がある。イスマイリア市街地は1969年のスエズ運河の築設に伴って成立したといわれ、かつてはここにフランスの運河会社が置かれ、現在でも国のスエズ運河庁 (Suez Canal Authority) が置かれ、運河の航行と管理のセンターとなっている。人口は周辺の農村部を併せたイスマイリア郡として165,698人で、州政府や、国の出先機関が集中し地方行政の中心であるばかりでなく、交通、経済及び教育文化の中心地となっている。
- (2) 州内は、イスマイリア市街地を中心としたイスマイリア郡とイスマイリア・キャナル沿いのTel El Kebir郡、スエズ・キャナル沿いのFayed郡、ポートサイド・キャナル沿いのWest Quantara郡及びシナイ半島側のスエズ運河沿いの細長な地区のEast Quantara郡の5郡から成る。East Quantaraはかつては人口3万人程度を擁していたが、現在は人口稀薄で再開発の途上にある。これら5つの郡の中心地は夫々小市街地を形成し、州政府の出先機関等を配置し各郡の行政、経済の中心地となっている。
- (3) エジプトでは、教育は小学(primary)、中学(Preparatory)、高校(Secondary)、大学(University)の4段階、6・3・3・4制をとり、この他に技術研修のための短期大学(College)が置かれているが、施設の不足のため小学校では2部授業を行っているものもみられる。高校は各郡の中心地に配置され、イスマイリアにはフランス及びイギリス系統の学校もあり、ここでは男女共学である。大学は、全国12の国立大学のうち新設の“Suez Canal University”がイスマイリアに配置されているが、これはポートサイドとスエズの分校を合せたものである。その学生数は全国の大学生47.7万人(1978年)のうち7,192人を占める小規模なものであるが、イスマイリアには農学部が置かれている。
- (4) 医療関係では、個人病院の他に公立の総合病院があり、イスマイリア市街地区には州営と国営、テル・エル・ケビール郡に2つの州営病院がある。都市及び農村部が線状に発達しているために電灯の普及率は高く、経済的理由(月約1.5ポンドの電灯料)がない限り導入されているようである。生活用水は都市部は上水、農村は浅井戸が主である。なお、ポートサイドとスエズ・キャナルのナイル用水はポートサイド市とスエズ市では都市用水となっている。またイスマイリア市街地は塵芥は公共で処理されるが、下水は地下浸透、若しくは、イスマイリア・キャナルに平行した排水路に流されており、その汚染は著しく悪臭を発している。

- (5) イスマイリアには公営の卸売及び小売市場があり、一般商店も軒を並べているが、農村部は村別に毎週1回定期市が開かれ、生鮮食品、家畜、日用雑貨が売買されるばかりでなく仲買人もここで買付を行っている。

E. イスマイリアの砂漠地の協同開発

1. イスマイリアの砂漠開発

- (1) イスマイリアの農業は1869年のスエズ運河完成に先立つ1863年のイスマイリア・キャナルの開削が始まるものと考えられるので、その全体が比較的年代の新しい砂漠開発地といえる。イスマイリア・キャナルは細長い沖積の低地を縫って掘削され、分岐するポートサイド・キャナルは突出した沖積地の外縁の低地を通り、塩水の低湿地の上をポートサイドに抜け、スエズ・キャナルは同様に沖積地を通り、州境から洪積台地の縁辺をスエズ運河沿ってスエズに至っている。従って、この諸水路に依存する農地はイスマイリア・キャナルの兩岸の細長い地区と、ポートサイド・キャナルでは、イスマイリア州内の兩岸であって、ポートサイド州では塩水低湿地のために、耕地を欠き、近年漸やく農業開発に着手したばかりである。他方スエズ・キャナルについては州内はこれによって沖積地の多くが耕地化されているが、スエズ州内は耕地に乏しく、僅か約5,000 fedが計上されているにすぎない。
- (2) もちろん、イスマイリア、ポートサイド、及びスエズの3つのキャナルは舟運、生活用及び農業用の多目的に作られたものであり、舟運は陸路交通に代替され、現在は農業用と生活用であって、農業用としてのウエイトが高まっている。この間、地下水の利用にも注目していたようで、イスマイリア・キャナル沿いの沖積地には45年前に地下水利用を前提として拓かれた550 fedの果樹農場が現在でも経営されている。しかしながら、この地方は1956年のスエズ戦争、1967~73年の中東戦争の戦場となったことから、農業開発は立遅れ、1960年代の国営開拓の対象となることもなく、漸やく近年になって手が着けられることとなった。
- (3) 1961年のセンサスでは州の農地面積は5.4万 fed、今回の調査で6.6万 fedに増えている。開拓は、個人開拓は既耕地の周辺の沖積地から次第に隣接の洪積の砂漠台地に及びつつある。沖積地の場合は既存のキャナル用水の揚水、地下水、或いはその併用が多いが、砂漠台地は井戸の掘削によっている。用地代は20年々賦で州に支払われるが、開拓農協は一律に1 fed 150 ポンドであるのに対し、個人開拓では土地の条件によって高低があり、高いところでは1 fed 当り3,000 ポンド以上といわれている。しかし個人開拓の面積は明らかでない。
- (4) この他に、国営、会社営、開拓農協による砂漠開発が進行中である。知り得た限りでも、州の西部の国営農場は計画面積で19,000 fed (既開発10,000 fed)、Arab Contractor の Salhia Project は2地区合計で56,000 fedである。開拓農協は次の7つが日程に上っている。

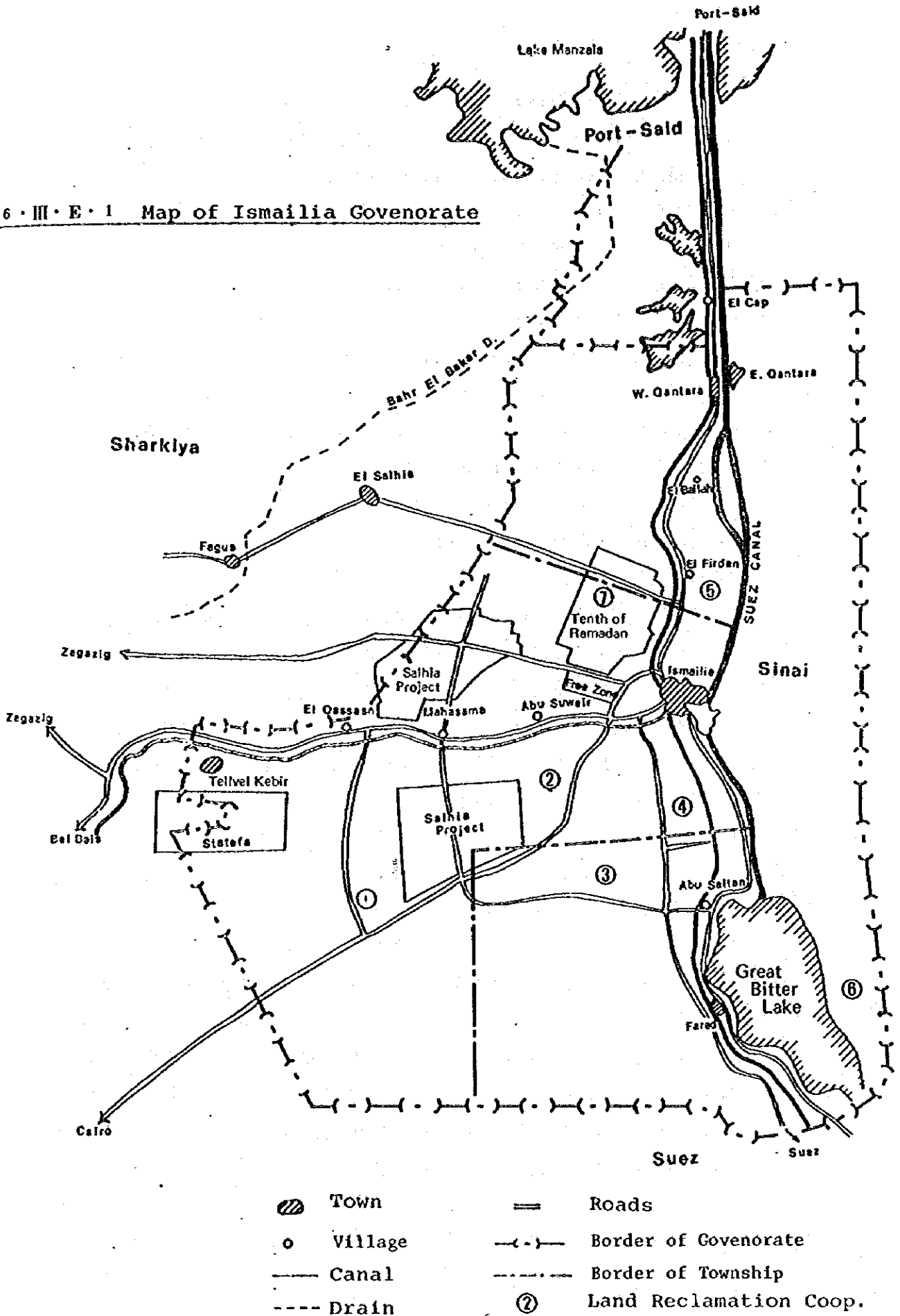
- ㉑ Salam Society (5,300 fed)
- ㉒ Reclaiming Desert Society (5,000 fed)
- ㉓ Ismailia Society for Agricultural Development (5,000 fed)
- ㉔ Arabia Society for Tree Development (3,000 fed)
- ㉕ Obor Society (2,800 fed)
- ㉖ East Islands Society (3,000 fed)
- ㉗ Tenth of Ramadan Society (21,524 fed)

これらの開拓農協の計画面積の合計は45,624 fedであり、これと前記の国営と社営を合等すると約12万 fed、個人開拓を約1万 fedとすると州の農地面積は約20万 fedに達することとなる。このうち開拓農協による開拓が大きな割合を占めている。この7つの開拓農協の計画地域は、別図に示したように、㉑はカイロ砂漠道路沿いの北側でカイロ寄りでイスマイリアから最も遠い箇処にあるが、㉒はその道路のイスマイリアに近いところにあり、㉓はイスマイリアの南方30 km、㉔は南方15 kmの、既耕地に接続した地域であり、㉕はポートサイド道路約10 kmの地点のスエズ運河寄りにある。しかし㉖はシナイ半島のGreat Bitter Lakeの東側にあつて、既居住地から全く隔絶したところを予定しているが未だ用地は確定するに至っていない。この中で㉗の当調査の対象地が最もイスマイリア市街地に接近し、工業開発地区及び外国企業の誘致地区であるFree-Zone Areaに接続した好位置を占めている。

2. 開拓農業協同組合

- (1) エジプトの開拓農協の定款は中央で作られた所定の雛型に基づいて作られており、組合の名簿や事務所の住所の条文の内容を異にするだけで、それ以外は同文といわれるが定款の規定から組合の態様を概括すれば次のようである。
- (2) 組合の設立目的は「組合員の社会経済水準の向上」のために、用地を購入し、開拓し開発し、植栽し、それを組合員に売却することとしている。その場合、配分面積が5 fed以下の時は、組合の支配面積は5,000 fedを超えてはならないが、5~20 fedの時はそれを超えてもよいとされている。組合の行方事業としては次の19項目が掲げられている。
 - a) 開拓し、開発し、適作物を栽培する。
 - b) 耕作地を増やし、新近代村を建設する。
 - c) 組合所有地の最低25%は小農民に配分するために開拓し、州はその経費を負担する。
 - d) 用地の5%は住居やインフラストラクチュアに充て、関連の排水、下水、ポンプ場、

图6·III·E·1 Map of Ismailia Governorate



電力網は州の直接の監督の下で完成させねばならない。

- e) 耕作や農業のサイクルを組織するため州の計画担当機関と協働する。
- f) 必要な借入金や恩典を得るため組合員を組織し、支援する。
- g) 近代的な機械・施設を供給する。
- h) 組合の土地での業務を調整し組織する。
- i) 州機関と協働して農産加工業を支援する。
- j) 組合員に必要なマーケティング・サービスを供与し、州機関と協働する。
- k) 動物資源の開発。すなわち海外からの優良種の導入
- l) 組合員の収穫物の協同販売及び組合のマーケティング・システムの開発。
- m) 組合員や小農民の社会、経済、保健、体育及び協同の需要を充足させる。
- n) 組合員に必要な消費物資を適正価格で供給する。
- o) あらゆる農業物資の生産と貯蔵。
- p) 近代技術を用いた村や住居の計画的開発
- q) 組合員の機器、資金、肥料、農薬等の必要を充足させる。
- r) 上記の目的を達成するために組合員に資金を貸付け、組合員のために預貯金する。
- s) 長期にわたって土地を借入れ、開拓終了後に貸付ける。

開拓農協と一般農協との異なる点は、もちろん、土地購入、開発、売却を行なう点であるが、この他、新村の建設を行なうこと、建前としてではあるが25%以上の小農民への配分地の開拓分は州の経費で行なうこと。住居を含めたインフラの建設は州の直接の監督の下で行なうこと等が特徴的である。

- (3) 組合員は、1) 正常人であること、2) エジプト人、3) 2株以上の出資、4) 他の開拓農協の組合員でないこと、5) 市場出荷について開拓農協と契約すること等が資格条件となっている。また、理事は、この他に、1) 前科者でないこと、2) 銀行その他への債務不履行者でないこと、3) 近在に居住すること、4) 組合と金銭上の利害がなく、職業的に競合しないこと、5) 1年以上組合員であること等の条件が付加される。
- (4) 組合は総会の決定に基づき理事会によって運営される。土地の配分は州内の居住者が他州の居住者及び農協職員に対して30%を下廻らないことを条件とし、灌漑用水が得られてから10年以内に開拓が完了することとされている。また組合員は第1回の支払いとして自分の土地の開発費の25%を納めて開拓に入り、配分時に少なくとも50%を支払い、残りは分割の形で10年間に年利9%で支払うこととなっている。

3. テンス・ラマダン開拓農協

- (1) テンス・ラマダン農協はこの土地開拓農協の1つで、その開発予定規模は他の6つの開拓農協の合計面積にほぼ匹敵する21,524 fedで組合員は900人である。この組合は1976年に結成され、翌77年に所管の農業大臣から登録番号4177号として認可され1980年の改正法の下では202号として追認されている。

組合の正式名称は“The Tenth of Ramadan Coöperative Society for Reclaiming and Developing Land”であり、事務所の所在地は“Ismailia Governorate”となっている。

- (2) この開発農協お設立目的は定款に書かれているように、一般的には組合員の社会・経済水準の向上を狙いとしているが、直接的には用地を購入し、これを開拓し、農地に改良し、作物を植え、組合員に20 fed宛売却し、且つ効率的な生産、販売及び農産加工システムを協同的に確立することになっている。
- (3) 組合の構成員は、農民はもとより、商人、事業主、医師、判事や弁護士、スエズ運河の水先案内人、会社員、国及び州の公務員など各界にわたっているが、概してイズマイリア郡の居住者が大部分を占め、中の上及びは上層階層に属している。76組合員に対する面接調査の結果によれば、第2の所得を除いた現職からの月収入類は207ポンドであった。因みに、ここでの大卒の初任給は40ポンド、大卒後10年の公務員が100ポンド、州の局長扱で200ポンド程度ということである。また組合員の17.1%が現に農地を保有しており、その平均耕作面積は6.1 fedであった。また、組合員にはかなりの農業技術者及び専門家も含まれており、農業知識水準も比較的高い。
- (4) 76組合員の平均年齢は41.6才、平均家族数は4.6人であった。組合員の67%は組合設立早々の1978年までに加入し、殆どどの者が組合の資本金10ポンド(2株)の他に、土地購入資金の半額1,500ポンド(1 fed当り1,500ポンド)を納入済であった(支払は1982年から20年年賦)。配分地は登録順に決められるが、1978年に組合員のうち2グループ84名は、全体的な開発事業に先行して開発に着手する許可を得て、用地の割り当てを受け、そのうち15名が井戸を掘り木麻黄の防風林を植栽し、早いものは既に2年目及び3年目の栽培に入り、中には建設費5万ポンドの管理舎を建て、或いは1万羽養鶏(ブロイラー)を開始する段階となっている。これらが現在パイロットファームと称せられるものである。なお、これらの既入植者の用地は全般的な開発事業の開始に当って、割当用地の変更があることが前提となっている。
- (5) 組合の理事会が執行機関であるが、現在7人で構成され、理事長は国営運輸会社の社長、理事には州政府の副知事、州の獣医局の局長、官民調整担当の軍人、スエズ運

河会社の前任水先案内人、州保健局の会計長、農民代表の6人が選任されており、900人の上・中階層の組合員をまとめ、軍事基地との調整を行いながら大規模な開拓、開発事業の計画的進行に対処しようとしているかの如くである。

第Ⅳ章 プロジェクト

第Ⅳ章 プロジェクト

A. 事業の性格と課題

1. 計画の特徴と性格

(1) エジプトは重圧となりつつある人口増に対処するためと食料穀類の自給度の向上を図ると共に、商品的農産物の輸出外貨によって食料の輸入を行なう方針をとっているが、近年は農産物及び農産加工品の貿易勘定は大幅な赤字となり、事態の改善が急がれている。

この開発計画によって、食料穀類の自給度の向上にはそれほど貢献できないが、この地方の伝統的な園業農業技術と有利な対外交通的位置を活用することによって輸出に寄与し、従ってその代価による穀類の輸入に貢献し得るばかりでなく、不足勝ちな動物蛋白食料の増産、青果物のより安定的な供給に貢献するものと考えられる。

(2) また、過剰な人口を吸収し、雇用の機会を与えるため国内開拓が国の重要な方針となっているが、この開発プロジェクトによって、10 fedに少なくとも1人に雇用の場が与えられることになれば、約2000人が新たに雇用されることになる。この点でも国の方針に合致するばかりでなく、失業乃至半失業の労働者を多く抱えているこの州の地域社会の改善にも貢献するはずである。

(3) 国は、今後の国内開拓に遊休資本の活用を目論み、開拓農協による国内開拓を最主要的の開発方式として前面に押し出しているが、この開発計画は正にそれに対応し、国及び地方政府の期待に応えるものである。組織構成員はそうした目的に沿い、組合の性格に見合った有資格者であり、且つ州政府の全面的な支援を得ることができる。それと同時に開拓農協による開発は国内では緒についたばかりであり、この開発計画は今後の協同による開発の範例を与えるものである。

(4) 計画用地は自然的には生産機能を持たない文字通りの砂漠地であるが、経済立地的には交通は至便で、イスマイリア市街地に接続しており、都市近郊の開拓地である。従って、市場交通的に多くの便宜が得られると同時に、社会経済的にイスマイリアの都市機能に依存できるという大きな利点がある。

(5) この計画には他の開拓農協と同様に新村落の建設が構想されている。それによって、開発地への近接度を高め、その管理を円滑に行ない得るばかりでなく、現在拡大を続けているイスマイリアの都市の再開拓に資し、且つ新たな文化的生活水準について模範例を与えることができる。

(6) 計画地域は最終的には20 fed宛の協同活動を前提とした個人経営の集合体が創設さ

れる。20 fed という面積は農業投資意欲をある程度満足させ、且つ経営者能力を十分に発揮させ得る規模のものであり、開拓農地の成熟化を早め得るばかりでなく、高い生産性を期待することができる。また、協同組織については、旧来の農業協同組合については、兎角非能率的且つ休眠組合と云った批判が多くなされているが、ここでは旧来の諸関係から離れて、白紙から協同活動を組織することによって好事例を作ることが可能である。

2. 砂漠農業の特質と方向

- (1) 砂漠地の最大の特質は、降水が殆んどないということである。国の北部の地中海沿岸地域はともかくとして、イスマイリア周辺では、年約30 mmが冬期間に分散的に降るだけであって、農業的には殆んど無意味である。従って、全年を通じて乾燥し、正午の月平均相対湿度は25~50%、年平均で35%、日蒸発量は年平均で7~8 mm、冬期は5 mm、夏期はその2倍の10 mm前後である。このため地上には1~2種の砂漠植物が点在する程度で、春先には飛砂が吹き荒れる状態である。なお、平均気温は22.2℃、7~8月が29℃台、1月は14℃程度である。
- (2) この反面、年間を通じて雲量は少なく、正午のOktasは3.1で日照時間は長く、その上冬期と夏期の区別があり、霜をみることはない。また気温の日較差が大きい。従って、もし水が得られるならば、植物の生育には極めて恵まれた気候条件にあるといえるのであって、作物の選択の幅や、同一作物の作季の移動の幅も広く、作物の栽培からみて人工による改善の潜在的可能性は大きいものと考えられる。
- (3) 地区の海拔高は、大部分は10~20 m、部分的に高所で27 m、低所で6 mの箇所があり、概して平坦であるが、多少の起伏がある。従って地表灌漑の場合には均平が要件となる。地下水位は大部分が6~8 mであるが、低所では1 m程度に高まり、或る程度の利用も可能である。
- (4) 土壌は粗砂を多く含み、粘土の含量は極めて少なく、また礫の多いところもあり、有機物は全く認められない。つまり、保水力は弱く、保肥力に乏しく、窒素及び磷酸の天然供給は期待できず、土壌の物理性、化学性、生物性共に劣悪である。唯、あるものとするれば、土壌の空間的価値と、植物を発根固着せしめる性能だけである。従って、その改善には有機物の投与や、泥土の客土が有効であって、営農には家畜の飼養が不可欠であり、幸い近くにはポートサイド・キャナルの底上げ土の堆積地があり、これを利用することができる。

なお、砂土であるため走行性(trafficability)は悪く、トラクタの作業には大馬力が必要となる。

この他、砂漠地であるために、既存の病害虫の汚染はなく、当分の間はその被害を免れることができるものと考えられる。

- (5) 以上を要するに、ここでの農業は最大の欠陥である水を供給することによって、植物生産に障害となる気候条件を消去して有利な条件を活用し、伝統的な各種の園芸作物を駆使した農業を営むことができる。また、有機物の投入等によって、土壌の物理性は大きく改善され、化学性の改善までは及ばないにしても、それによって保肥力は高まり、投入される化学肥料の利用効率は著しく高まるものと考えられる。このためには、砂漠農業は畜産との複合形態が不可避となるが、これは畜産物が不足し勝ちなエジプトの事情をも満足するものでもある。
- (6) このような農地を建設するに当っては最新の技術を用いて、用水のポンプアップのもとより、土地の均平化を省略してパイプラインによる配水が可能であるばかりでなく、各種の灌漑機器によって水利用の効率化を図ることができる。
- (7) このように高度に条件を制御しつつ高度の商品化農業を営むに当っては、単にマーケティングの部面ばかりでなく、水利用等の生産段階においても、密接な協同活動が要求されるのであって、開拓農場による砂漠開発はこの意味からも有意義であろう。

3. 事業の課題と範囲

- (1) この事業は大きく3つの段階に分けることができる。
第1は計画段階、第2は建設段階、第3は営農段階である。
- (2) 計画段階は、建設に入る前の準備段階であって、必要な諸調査に基づいて将来構想を樹て、前提条件を明確にして、土地利用計画、営農計画、水利用計画を策定し、資金計画との関連において建設の設計を行ない、年次建設計画を立案する。この段階には新村の基本設計や土地の配分も含まれる。
- (3) 建設段階は、前段階の計画及び設計に基づく実施であるが、それと同時に次の営農段階の準備も含まれる。この段階での主な建設事業は、
 - a) 道路及び橋架の建設
 - b) 防風林の設定
 - c) メインポンプ場の建設
 - d) 調整地と加圧ポンプ場の建設
 - e) パイプラインの設定
 - f) 圃場灌漑施設の設定
 - g) 協同営農施設の建設
 - h) 新村施設の建設等である。

営農段階への準備としては、

- a) パイロットファームの建設と運営
 - b) 共同育苗場の設営と運営
 - c) 研修及び展示農場等の建設と運営
- 等である。

(4) 建設が終了すると同時に各配分農場毎の営農活動が開始される。作付と平行して、個別の生産施設の建設が行なわれる。

8. 用地面積と土地利用

1. 土地分級

(1) 土壤のタイプは大きく3つに分かれ、Dystric Regosols (Rd) と Haplic Yermosols (Yh)、及び Calcic Yermosols (Yk) がそれである。このうち Rd は 1 3 7 4 1 fed で総面積の 6 3.9 % を占め、礫はほとんどないが、粗砂の割合が高く、silt や clay の割合は極めて少なく、起伏も比較的多く、傾斜度が 8 % 以上のところもある。Yh と Yk は河岸段丘に由来するもので、起伏は比較的少なく、silt clay を 3 ~ 4 % 含むが、多いところでは礫を 20 % 以上含むところもある。Yh は 2 8 7 1 fed、Yk は 4 6 1 4 fed で夫々総面積の 1 3.3 % と 2 1.4 % を占めている。この他に Rd の中に表層から深さ約 1 m の礫層の持つ Gravel Land が 2 9 8 fed あり、全面積の 1.4 % を示している。

また、サルビア道路の北側には、土壌的には Yh、Yk、Rd にまたがって海拔高 6 ~ 10 m の低地があり、地下水位は約 1 m と高くなっている土地がある。

(2) 農地の造成及び営農上特に問題となるのは、土壤のタイプと地形及び土壌的な特性として起伏、傾斜、礫、地下水位等が問題となるが、これらの要因に着目して soil type 別に分類すれば、(land type classification) 次のとおりである。

① Rd……………起伏によって nearly flat 1281 fed、gently undulating 4450 fed、gently rolling 8010 fed に分けられるが、gently undulating の中には 1 2 0 fed の地下水位の高いところがあり、gently rolling の中には 1 2 0 fed の傾斜度の急なところがある。

② Yh…………… gravel の含量によって 10 % 以下の common phase 476 fed と 10 % 以上の gravelly phase 2395 fed があるが、後者には 1,235 fed の地下水位の高いところが含まれる。

③ Yk…………… Yh と同様に gravel が 10 % 以下の common phase が 2 9 8 fed と 10 % 以上の gravel phase が 4,316 fed が後者には 2 1 5 fed の地下水の高いところが含まれる。

④ Gravel…………… 2 9 8 fed があるが、このうち 1 5 0 fed は除礫後は Rd の nearly flat と同等になるものと思われる。

(3) これらの land type を生産力の視点から分級 (land capability classification) すれば以下のとおりである。(図-IV-B-1)

① I 級地…………… Rd の nearly flat 1281 fed と Yh 及び Yk の common phase の 476 fed と 2 9 8 fed 及び gravel の除礫地の 1 5 0 fed の合計で、2,005 fed である。Rd については mud の客土が望ましいが、栽培上及び耕作上特に支障はない。全面積の (10.2 %)

- ② II級地……… Rd の gently undulating のうち、低温地 1 2 0 fed を除いた 4 3 3 0 fed で多少の起伏と傾斜を伴う程度で、栽培及び耕作に支障はなく、必要に応じて客土されるのが望ましい。総面積の 2 0.1 % である。
- ③ III級地……… Rd の gently rolling から急傾斜地 1 5 0 fed を除いた 7,860 fed と、Yh と Yh の gravelly phase から低温地の 1,235 fed と 215 fed を除いた夫々 1,160 fed と 4,101 fed の 5,251 fed がこれに該当する。総面積の 61.0 % で、Rd には客土が有効である。
- ④ IV級地……… Rd、Yh 及び Yk の低湿地 1,570 fed で総面積の 7.3 % に相当するが、地下水が高く、また礫も多く、野菜類や飼料類には適するが作物栽培上の汎用性に欠けるものと思われる。
- ⑤ V級地……… Gravel Land 298 fed のうちの傾斜地のある 148 fed と Rd の急傾斜地 150 fed の合計 298 fed で総面積の 1.4 % で、農業には十分に適さない。

表IV-B-1 土地分級

土壌 等級	Rd			Yh		Yk		G	計 fed
	NF	GU	GR	CP	GP	CP	GP		
I	1,281	—	—	476	—	298	—	150	2,205
II	—	4,330	—	—	—	—	—	—	4,330
III	—	—	7,860	—	1,160	—	4,101	—	13,121
IV	—	120	—	—	1,235	—	215	—	1,570
V	—	—	150	—	—	—	—	148	298
計	1,281	4,450	8,010	476	2,395	298	4,316	298	21,524

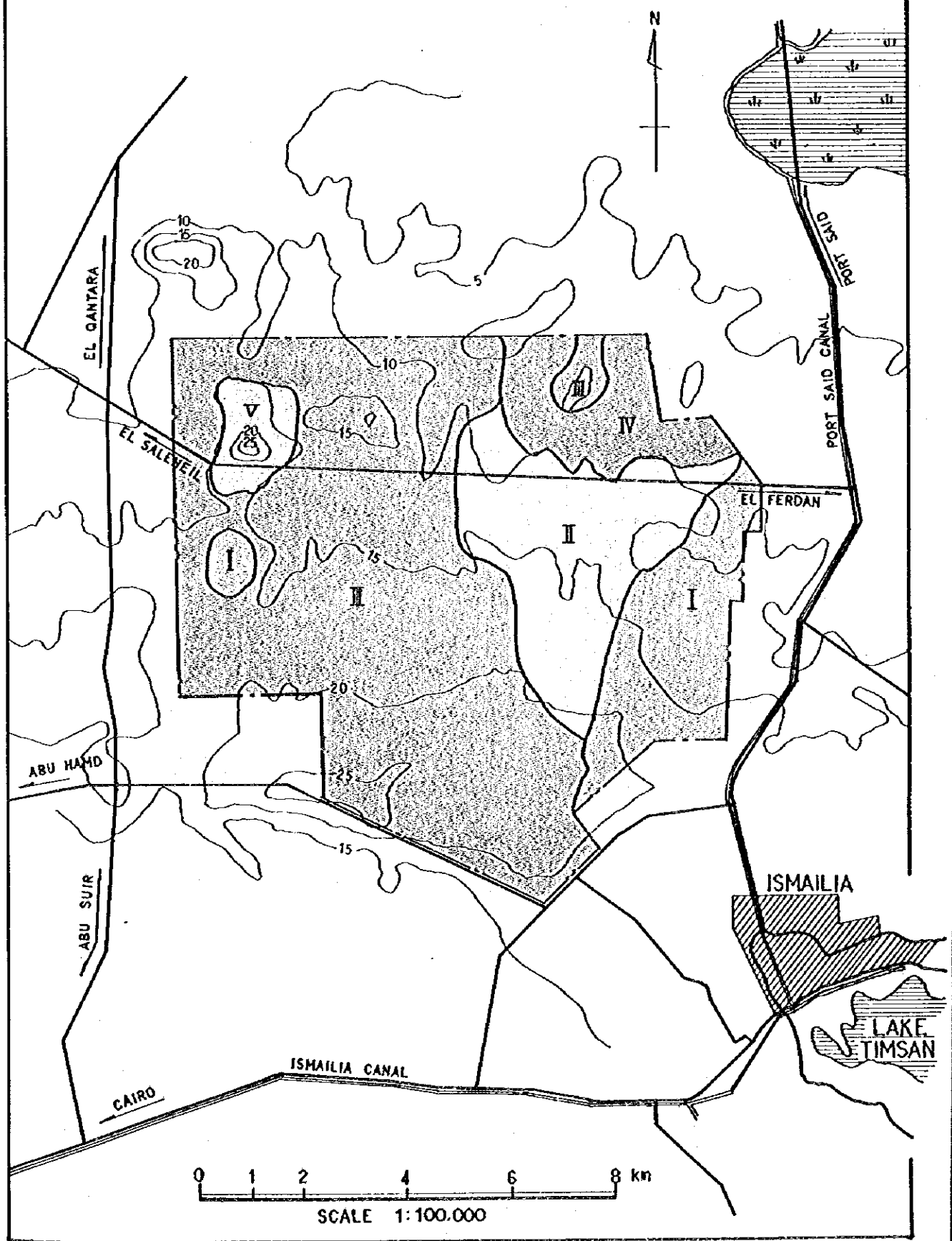
注 NF=nearly flat GU=gently undulating
 GR=gently rolling CP=common phase
 GP=gravel phase G=gravel

(4) 上述の各等級のうち、I～III級地は灌漑及び有機物の投入によって、地力はかなり均一化され、作物の撰択や収量は大差なく、多少の起伏や傾斜は 20 fed の配分地及びその中の圃場単位ではほぼ均等となるが、III級地の礫のところは機械の磨耗等耕作性 (workability) に若干の差が生ずるものと思われる。しかし、総じて級間の生産性の差は僅かである。

しかし、IV級地は高い地下水位と礫のために作物の撰択には若干の制限を伴い、耕作性は II～III級地と同様に若干劣る。

V級地は急傾斜で礫層が表層にあるところで、農地として配分するのは適当でない。

Fig IV-B-1 LAND CLASSIFICATION MAP



2. 用途地区区分

(1) 計画地域の用途地区区分の考え方は以下のとおりとする。

- ㊸ 組合員への配分地はⅠ～Ⅲ級地を充てる。(18,000 fed)
- ㊹ 住居地区はカイロ-ポートサイド・バイパス沿いのイスマイリア市街に最も近接し、public utility の得られ易い地区を充てる。開拓農協の本部施設地区もこれに接続して設ける。この地区はⅠ級地区及びⅢ級地にまたがっている。一部に石礫の採掘跡地があるが、これは埋め戻しすることとする。(550 fed)
- ㊺ Ⅳ級地はサルヒア道路北側の東部に当たるが、この地区は当面、農協の直営地として、流入家畜の中継及び増殖農場、野菜類の試作農場、研修農場、展示農場等に充て、残部は小農民や新加入者の配分地に充てるものとする。(1550 fed)
- ㊻ Ⅴ級地はSalhia 道路の湾曲点の両側にある石礫地であるが、建設用の石礫の採取後、ナツメ椰子(Dats) 等による緑地とし、将来は一部を雇用労働者の住居地区とする。(298 fed) また、各級にまたがるが、全地区の境界沿いに生ずる残余の土地については、組合の直轄管理地としてナツメ椰子又は果樹等を植栽する。(206 fed)
- ㊼ この他、水路、道路等のインフラストラクチャの用地として920 fedを充てる。

(2) かくして、総計画面積 21,524 fed は、以下の如く用途地区区分される。

住居地区 ㊹	4 4 0 Fed	2.1 %
協同施設地区 ㊸	1 1 0	0.5
配分農業地区 ㊸	1 8, 0 0 0	8 3.6
共同農場地区 ㊺	4 6 2	2.1
組合管理地区 ㊼	5 0 4	4.3
道路及び水路 ㊼	9 2 0	2.3
配分予備地 ㊻	1, 0 8 8	5.1
合 計	2 1, 5 2 4	1 0 0.0 %

このうち主な灌漑対象地は配分農業地区、配分予備地及び共同農場地区である。

3. 営農類型と農場の土地利用

(1) 組合員75人に対する面接調査によれば、10年後の計画地域の作目の撰択において、全組合員が、当地方の特産物である果樹と乳牛又は肉牛、或いはその双方の大家畜の導入を志向していた。

また、大家畜については78%が乳牛と肉牛の双方を、7%が乳牛のみを、15%が肉牛のみの飼養を考えている。小家畜については78%が、卵鶏又は肉鶏の飼養を目

論でいる。

この他、大多数が野菜類の栽培を計画していたが、概して、果樹志向農家は成園までの間はともかくとして、最終的には野菜や乳牛を排除する傾向にあった。

(2) もちろん、それぞれの作付面積や飼養頭数の規模に差異があるが、900戸の将来の営農形態は、概して次の4類型に分けることができる。

㊸ 複合型 (70%、630戸)

㊹ 果樹型 (15%、135戸)

㊺ 酪農型 (7.5%、68戸)

㊻ 野菜型 (7.5%、67戸)

(3) このうち果樹については、マンゴー、オレンジ、レモン等が対象となり、成園に達するまでは野菜を間作に入れ、また、成園年令の長い(10~15年)マンゴーに誘導するには、オレンジの間に苗木を植栽する方法がとられる。野菜は、冬作としてトマト、輸出用の馬鈴薯、夏作としてトマト、胡瓜、特産の西瓜が中心となり、他に普及しつつあるイチゴが採り入れられるものと思われる。この他に、夏作として落花生が重視される。

乳牛は州が奨励している乳肉兼用のブラウン・スイス、肉牛は乳牛の雄子牛及びエジプシアン・キャトルが問題となるであろう。

鶏は卵鶏と肉鶏の両方があるが、肉鶏については、現在インテグレーションが進行中であることに留意する必要がある。

また、飼料作物としては、冬作のベルシウムや青刈りトウモロコシや青刈ソルガム問題となるはずである。

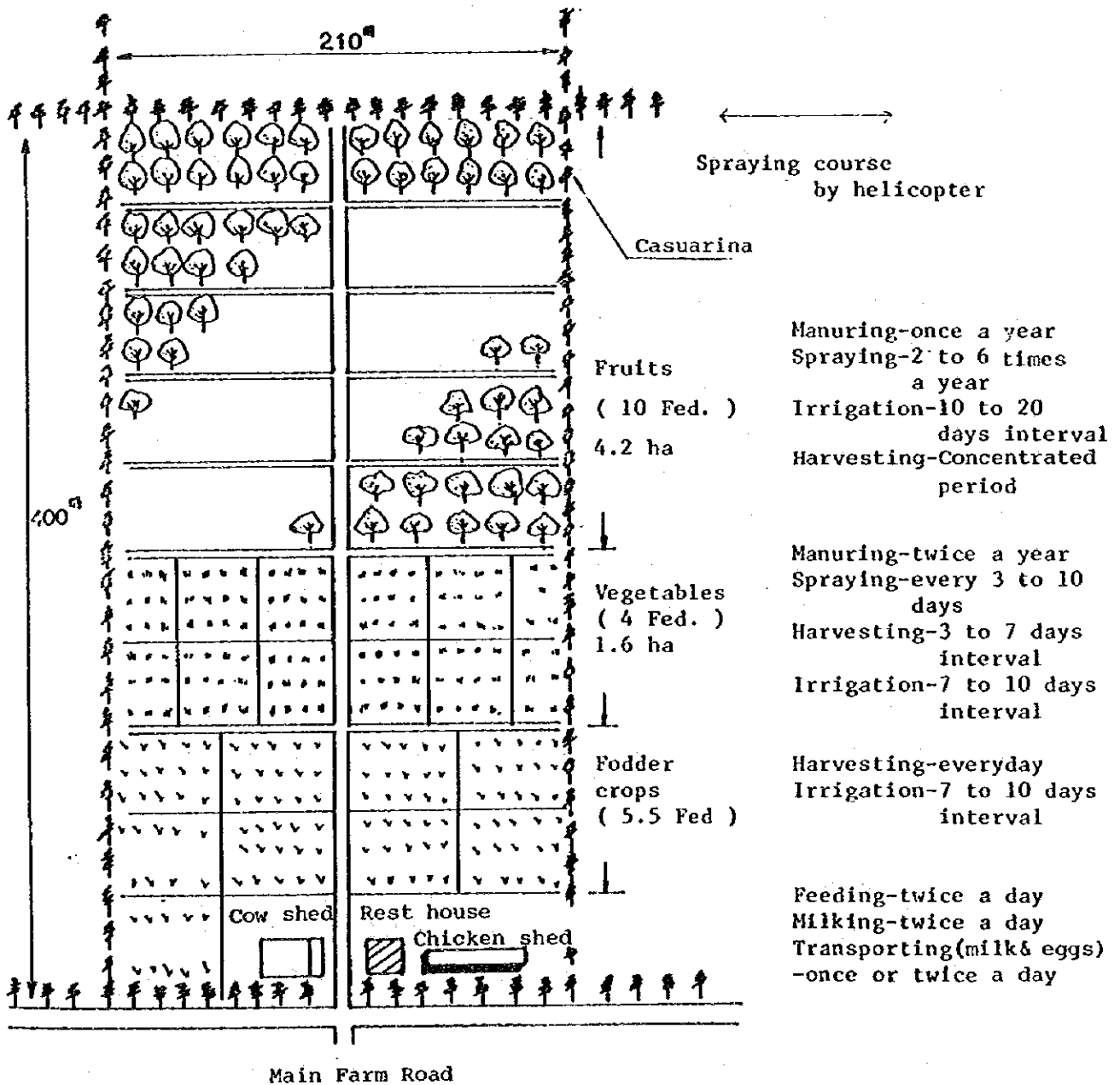
(4) これらの営農類型の細部構成については、用水の有限性、各作物の要水量、地力維持及び増進のための堆きゅうひの生産、作物及び家畜の収益性等を総合的に検討して決める必要がある。

今、最も支配的な複合型を例にとり、その作目構成が果樹10 fed、野菜5 fed、飼料作5 fedの作付で、家畜は乳牛7頭、鶏1,000羽の飼養規模であるとし、この農場の土地利用について、作業距離や将来の機械利用、航空機防除等の新技術の導入を勘案すれば、図IV・B・2に示したような土地利用のモデルが描かれる。

4. 生産組織モデル

(1) この計画地域のように、商品的農業生産に指向し、大量の生産物の集出荷を要する場合には、その協同化が必要であるばかりでなく、一定の用水を利用し、しかも近代的設備を用いる場合には、全体的な管理調整はもとより、各ブースター・ポンプの段階

IV.B.2 LAND USE MODEL OF EACH FARM
(COMPOUND TYPE)



及び共用度の高い支線パイプラインの段階にも水の利用が組織されねばならない。

また、住居地区と農場が離れ、且つ毎日の集出荷を要する事情の下では、地区内の交通は常に確保されていなければならないし、末端の段階では、その自主的な維持管理も欠かせない。更に、20 fed という農場規模は、近代的な農業機械と施設を効率的に使用するには小さすぎるのであって、そこには自ずから共同使用乃至共同所有によって経済性を高める必要がある。

(2) 以上の観点から、農場段階の共同化の部面と規模は、次のように設定することができる。

㉔ 機械の共同利用組織……6戸(120 fed)

トラクタとそのアタッチメントの共同所有と利用単位であるが、飼料刈取用の小型モア-は、3戸の共同とする。

㉕ スピード・スプレヤーの利用組織……36戸(720 fed)

720 fedのうち、約300 fedの果樹園に対するもので、簡単な薬剤の調合槽と注液施設を付設する必要がある。

㉖ バルククーラーの利用組織……108戸(乳牛約600頭)

1日約3000Kgの牛乳の生産が見込まれるが、そのため施設の共同利用施設であって、戸別の乳量、脂肪率の検査等の作業を伴う。

㉗ 撰果場の利用組織……108戸(2160 fed)

当初は各農場での個別撰果から出発するものと考えられるので、農区段階では日光の直射を避ける程度の施設とし、集出荷場として共同的に利用する。

㉘ 農道管理組織……108戸

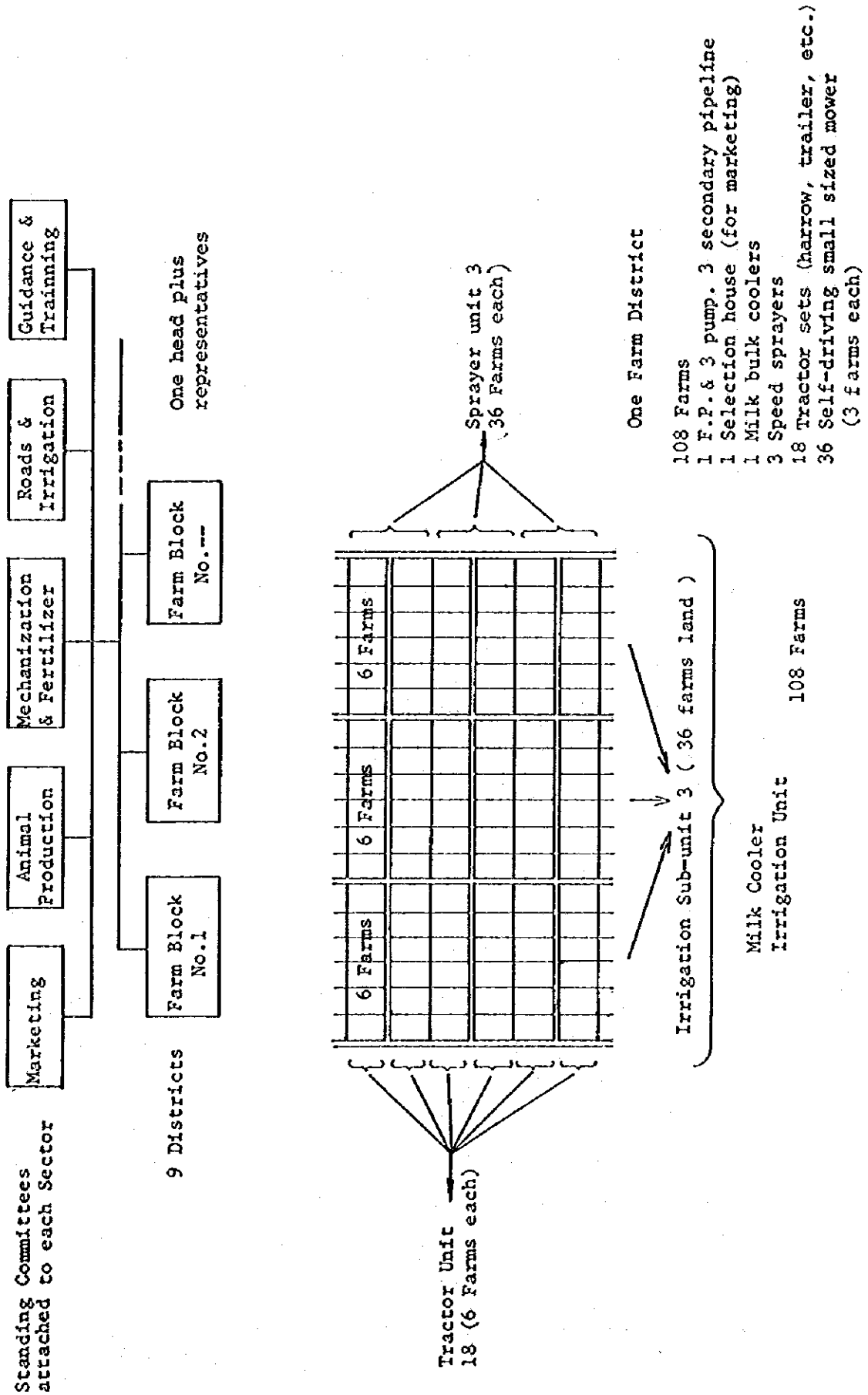
計画地域の支線道路及び耕作道路は、夫々131 kmと43 kmであって、総延長は144 kmとなるが、これは1農場当り157 mに相当する。それらの大改修は別として、日常の維持管理は農区別に組織的に行なわれる必要がある。

㉙ 水管理組織……108戸

標準的には1農区(108戸)に1基の発電機を付置したブ-ースター・ポンプ場が配置され、そこから3本の配水管で各農場に配水される。発電機とポンプ場の維持管理は、上部組織の管理によるが、農区内の水利用の調整や配水管の維持管理は36戸と12戸の小組織で行なう。

(3) 全計画地域は、用水利用の観点から10の農区に分けられるが、標準的農区での前記の共同組織の相互関係は、図IV-B-3に示されるとおりである。農区毎に共同活動の規模に応じて、系統的な内部組織を整えると同時に、農区間で調整を要する活動分野については農協レベルで委員会を組織し、民主的に調和を図る必要がある。

VI.B.3 Farm Organization of the Tenth of Ramadan Agricultural Complex



(4) 農区及び個農場段階の共用機械及び施設の所要数は、次のとおりである。

③ 農業用機械

トラクタ	65 ps	150 (6戸共用)
トレーラー		150 (")
リッジャー		150 (")
デスクハロー		150 (")
ツースハロー		150 (")
カルチベータ		150 (")
レベラー		150 (")
小型モーター自走式		300 (3戸共用)
④ バルククーラー	4,500 Kg	20 (1農区2基)
⑤ スピードスプレヤー		30 (1農区3台、調剤所を含む)
⑥ 集出荷所(選果場)		10 (1農区1ヶ所)
⑦ 集会所		10 (1農区1ヶ所)

5. 農協の組織モデル

(1) この開拓農協の今後の組織及び活動の在り方を計画するに当たって、模範にするに足る事例に乏しいが、現地の農業事情、我が国での経験、開拓農協の理事者達の意見等を総合すれば、以下のように構想することができる。(図IV-B-4参照)

① 組合の総会、理事会等の意見決定及びトップ・マネジメントの組織は、法令の定めるところによる。

また、参事(manager)は、法令の定める総合地区農協に準じて農業技術者が充てられるものとする。

② 組合の内部組織は、組合の規模が大きく、業務量が大きくなるので総務、金融、指導、販売、購売、資材、灌漑、畜産等の各部に分担するのが適当と思われる。

③ また、末端の協同活動は、前記の如く農区を設けて、本部と末端の連絡と農区内の連携を確保する他、農区間の調整を要する問題については、各担当部毎に農区の代表者から成る運営委員会を設けることが考えられる。販売、畜産、灌漑、道路、普及教育(Agricultural Society)等がそれである。

④ なお、経済活動を主とする農協と社会活動を中心とする新村の住民組織とは別建とする。

(2) 組合の内部組織の分担業務は、以下の如く想定する。

① 総務部は組合の全般的庶務的事務を扱う。

① 金融部は農業開発信用銀行との連携の下で、預金及び貸付業務を行なう。

② 指導部は農業生産にわたる技術指導、研修業務を行なう。

また、指導及び研修事業の円滑化を図るために、州農業局との連携を密にすると共に、指導、研修運営委員会を付置する。その他、指導、研修の1つの手段として展示農場、試作場、研修センターを設ける。

③ 販売部は作付計画、種子の手当、及び生産物の販売を担当する。作付及び出荷の調整のために、販売運営委員会を設ける他に、冷蔵庫、種子庫、種苗圃等を運営する。

④ 購売部は組合員の生活物資の共同購入と配給を担当し、住居地のショッピングセンターを経営する。

⑤ 資材部は農機具、肥料、農薬等の農用資材の共同購入と配給業務を担当する。できれば、農機具の修理や特殊農機のサービス業務をも行なう。

⑥ 灌漑部は用水及び道路等の維持管理と利用調整の業務を担当し、運営委員会として、道路及び灌漑の委員会を設ける。

⑦ 畜産部は州農業局及び獣医局との連携の下で、優良家畜の導入増殖、家畜保健、出荷等の業務を担当し、畜産運営委員会を付置する。

(3) この開拓農協の本部に直属する施設は以下のとおりである。

① 本部の事務所及び金融部の店舗は、住居地区の社会文化センターに置く。また、購売部の店舗と倉庫は、住居地区のショッピングセンターに配置する。

② 協同施設地区(110 fed)に配置される施設は次のとおりである。

1) 冷蔵施設(含種子庫)	100 m ² (資材部)
2) 選果場	300 m ² (")
3) 修理所(含部品庫)	500 m ² (資材部・灌漑部)
4) 肥料倉庫	(資材部)
5) 農薬倉庫	(資材部)

この他に建設期間に20 fedのパイロットファームを設置するが、詳細は後述する。

③ 協同農場地区(1,570 fed)に配置される施設は次のとおりである。

1) 展示農場	100 fed(指導部)
2) 試作場	10 fed(")
3) 研修センター	50 fed(")
4) 種畜場	300 fed(畜産部)
5) 種苗場	2 fed(販売部)

なお、この地区の建物については、事務室、研修室、倉庫等を含めた施設と、種畜場については大家畜300頭を収容する畜舎及び飼料庫が必要である。

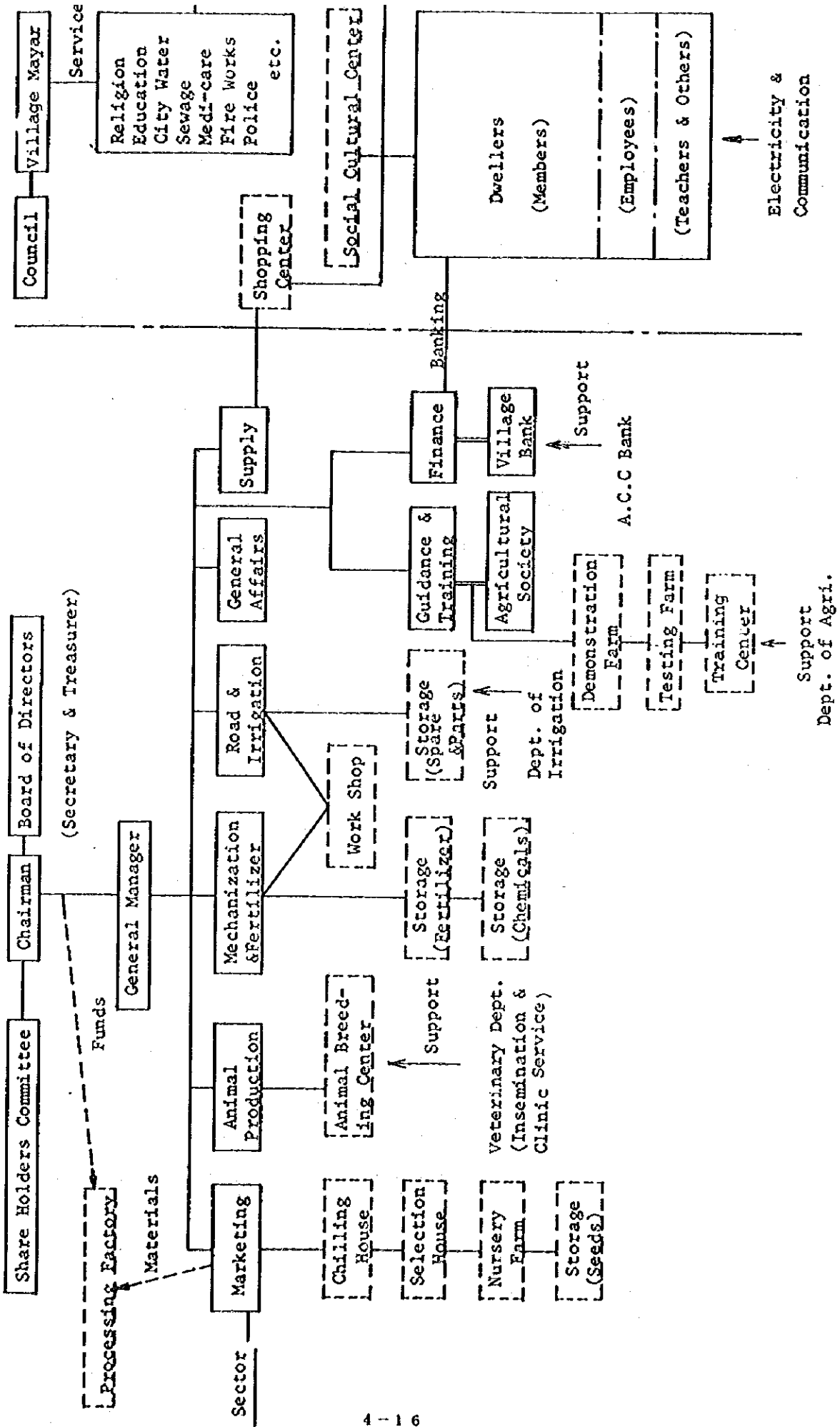
④ 又、農区毎に設置されるプースター・ポンプの他に、機器類としては次のものが
必要である。

- 1) 冷凍機（冷蔵施設）
- 2) ワークショップ用機器一式
- 3) 作業機械は次のとおりとする。

	展示農場 (含試作場)	研 修 センター	種 畜 場	計
トラクタ	1	5	2	8
トレーラー	1	1	2	4
リッジャ-	1	1	—	2
デスクハロー	1	1	2	4
ツースハロー	1	1	2	4
カルチペーター	1	1	1	3
ブラウ	—	1	2	3
チーゼルブラウ	—	1	2	3
レベラー	1	1	2	4
小型モア-	—	2	—	2
大型モア-	—	—	1	1

(4) この他、道路補修用にグレイダー、運搬用のトラックの装備を必要とする。

IV.B.4 Organization of the Tenth of Ramadan Cooperative Society



C. かんがい水量

1. かんがい水量

1-1 決定方法

かんがい水量は、作物消費水量として求められる。

作物消費水量 (Crop Water Requirements) の算出は、計器蒸発量を基礎とした、PAN EVAPORATION METHOD¹⁾ による。この方法は、最も多く使用されており、また、実際の蒸発散量の値に適合している。蒸発量湿度および風速等の気象資料は、イスマイリアの観測所資料²⁾ を用いた。計算の流れは図IV・C・1に示す通りであるが、主な算式は次の通りである。

$$(1) \quad E_{To} = K_p \times E_T$$

$$(2) \quad E_{Tcrop} = k_c \times E_{To}$$

ここに、 E_T : 計器蒸発量 (Pan A) (mm/day)

K_p : 計器定数

E_{To} : 蒸発散量 (mm/day)

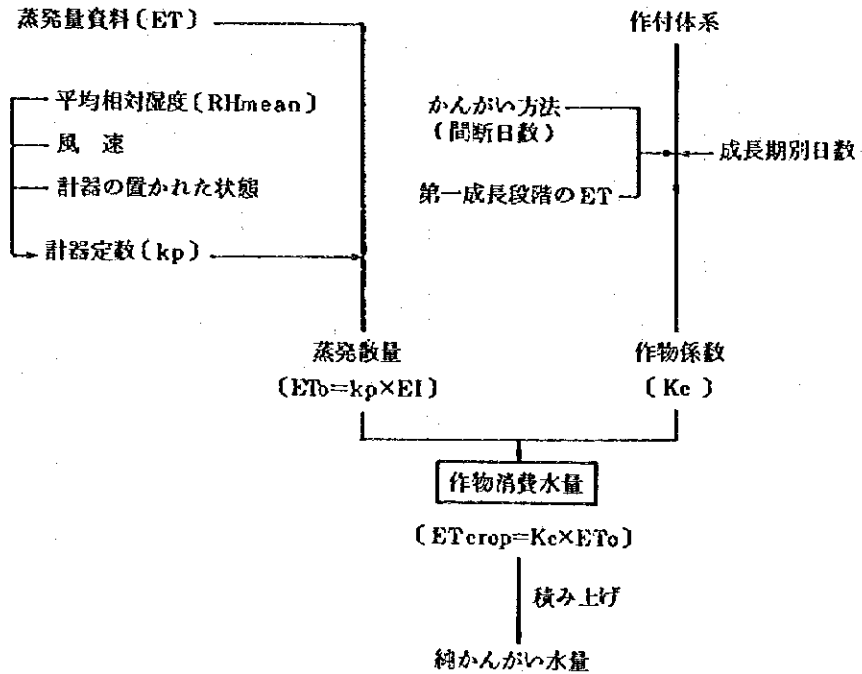
k_c : 作物係数

E_{Tcrop} : 作物消費水量 = 純かんがい水量 (mm/day)

1) FAO IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER 24 "CROP WATER REQUIREMENTS, Rome 1977, P. 30による。

2) "CLIMATOLOGICAL NORMALS for UNITED ARAB REPUBLIC UP TO 1960" Ministry of Military Production-Meteorological Department, Cairo, P.68, 69 より引用の1946~1956年の平均値。

図IV・C・1 作物消費水量の計算の流れ図



1-2 作物消費水量

前項の方法によって求めた作物消費水量は表IV・C・1の如くである。
 従って、ピーク時(7月)における純かんがい水量(純用水量)は、 $6.7 \text{ m}^3/\text{day}$ 、 $28.1 \text{ m}^3/\text{day}/\text{Fed}$ であり、また年間では、 $5,900 \text{ m}^3/\text{year}/\text{Fed}$ 必要となる。作付体系別の消費水量は、ピーク時および年間合計とも殆ど差はない。しかし、個別にみると、Barleyの $3.9 \text{ m}^3/\text{day}$ から夏作Tomatoesの $9.7 \text{ m}^3/\text{day}$ までの差がある。そこで、末端かんがい計画(各戸の所有地内)においては、野菜・牧草畑で $9.7 \text{ m}^3/\text{day}$ 、果樹畑場で $6.3 \text{ m}^3/\text{day}$ を基礎として施設が検討されなければならない。

表IV·C·1 作物消費水盤 (ET crop) (1)

Vegetation Period	Crop	Fed. %	Month												Unit	NOTE (Peak) mm/day		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
			ET	ET	ET	ET	ET	ET	ET	ET	ET	ET	ET	ET	ET	ET	ET	
Fodder	Winter Berseem	17	kc	1.05	1.05	1.05	0.95								0.71	0.88	1.05	6.8
			ET crop	3.6	3.8	5.3	6.8									3.0	3.3	
Vegetable	Potato	14	kc	0.76	0.96	1.15	0.91											6.5
			ET crop	2.6	3.5	5.8	6.5											
Fodder	Tomato	14	kc	1.20	1.20	0.93									0.71	0.83	1.11	4.7
			ET crop	4.1	4.3	4.7										3.0	3.1	
Fodder	Barley	2	kc	1.15	1.03	0.22									0.77	1.09		3.9
			ET crop	3.9	3.7	1.1										2.9	3.9	
Vegetable	Straw-berry	0.4	kc	1.15	0.50										0.79	1.12		4.0
			ET crop	3.9	1.8											2.9	4.0	
Beans	Beans	0.4	kc	1.15	0.50										0.79	1.12		4.0
			ET crop	3.9	1.8											2.9	4.0	
kc																		
ET crop																		
kc																		
ET crop																		
Weighted Mean (Sub-total)			ET crop	1.5	1.7	2.2	2.0								0.9	1.0	1.2	mm/day

NOTE: Above factors were calculated by "Pan Evaporation Method" which was authorized by F.A.O. of THE UNITED NATIONS.

作物消費水量 (ET crop) (3)

Vegetation Period	Crop	Fed. %	Month												Unit	NOTE (Peak) mm/day		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
			ETo	3.4	3.6	5.0	7.1	7.1	8.3	7.4	7.4	6.6	5.4	4.2	3.7	3.6	mm/day	
Fodder	Perennial	3	kc	0.6	0.6	0.6	0.88	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	1.05	0.87	0.7		
			ET crop	2.0	2.2	3.0	6.3	6.8	7.9	7.0	6.3	5.1	4.4	3.2	2.5	2.5	mm/day	7.9
	Nepia	3	kc	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9		
	Grass		ET crop	3.1	3.2	4.5	6.4	6.4	7.5	6.7	5.9	4.9	3.8	3.3	3.2	3.2		
Fruits	Citrus	49	kc	0.65	0.65	0.60	0.60	0.60	0.73	0.85	0.85	0.85	0.70	0.55	0.60	0.60		
			ET crop	2.2	2.3	3.0	4.3	4.3	6.1	6.3	5.6	3.8	2.3	2.2	2.2	2.2		
Weighted Mean (Sub-total)				ET crop	1.2	1.3	1.6	2.4	2.4	3.4	3.4	3.0	2.1	1.3	1.2	1.2	mm/day	
Weighted Mean (Total)				kc														
Net Water Demand				ET crop	2.7	3.0	3.8	4.4	3.4	5.9	6.7	6.0	3.3	2.3	2.2	2.4	"	1,400 mm/year
					11.3	12.6	16.0	18.5	14.3	24.8	28.1	25.2	13.9	9.7	9.2	10.1		<u>5,900m³/year</u>

NOTE: Above factors were calculated by "Pan Evaporation Method" which was authorized by F.A.O. of THE UNITED NATIONS.

1-3 かんがい水量

かんがい水量（粗用水量）は、作物消費水量（純用水量）をかんがい効率で除して求める。かんがい効率（ E_i ）は、搬送効率（ E_c ）とほ場内での適用効率（ E_a ）との積であるが、かんがい水量や施設容量そして建設費に大きな影響を与える要因である。

搬送効率は、本地区がパイプラインシステムで構成されており、工事完了後のパイプの不等沈下や漏水も起こり難い土質でもあり、施工及び施工管理が十分行なわれれば、95%以上の値が期待出来る。

適用効率は、スプリンクラーシステムとドリップシステムで異なる。まづ、スプリンクラーシステムでは、気象・地形・作物などによって影響を受けるが、地形が平坦で、風速も現況では平均2 m/s 前後であるが、防風林の効果も期待でき、また砂漠地帯ではあっても約8000haの大規模な農地が出来上がるので湿度の上昇も期待できるので、ここでは90%を見込む。ドリップシステムでは、適用効率は95~100%が一般的であるが、ここでは、露地でもあるので95%が妥当な計画値である。

従って、かんがい効率は

$$E_i = E_c \cdot E_a = 0.95 \times 0.90 = 0.855 \div 0.85 \text{ (スプリンクラー)}$$

$$0.95 \times 0.95 = 0.903 \div 0.90 \text{ (ドリップ)}$$

となる。

かんがい水量（粗用水量）は、次式によって求められる。

$$q = ET_{crop} \times \frac{1}{E_i} \times \frac{4.2}{86,400} \times A \times \frac{24}{T_i}$$

ここに、 q : かんがい水量 (L/sec/Fed)

ET_{crop} : 作物消費水量 (mm/day)

E_i : かんがい効率 (スプリンクラー; 0.85、ドリップ; 0.90)

4.2 : 換算係数

A : かんがい面積もしくは面積比 (スプリンクラー; 0.51、ドリップ; 0.49)

T_i : 送水時間 (24 hrs) もしくはかんがい時間 (スプリンクラー; 18 hrs、ドリップ; 24 hrs)

$$q_{24} = 6.7 \times 4.2 \times \frac{1}{86,400} \times \left(\frac{1}{0.85} \times 0.51 + \frac{1}{0.90} \times 0.49 \right) \times \frac{24}{24}$$

$$= 0.3728 \text{ L/sec/Fed}$$

$$q_{18} = 6.7 \times 4.2 \times \frac{1}{86,400} \times \left(\frac{1}{0.85} \times 0.51 \times \frac{24}{18} + \frac{1}{0.90} \times 0.49 \times \frac{24}{24} \right)$$

$$= 0.4379 \text{ L/sec/Fed}$$

q_{21} は、水源施設および幹線水路設計に用いられ、 q_{12} は、再加圧機場以降のかんがい施設設計に用いられる単位かんがい水量である。

2. 排水対策

計画地域の土壌は、土壌の節で述べたように、全般に有効土層は深く、透水性は極めて良好で、透水性不良に起因する過剰水の発生の可能性は認められない。また、地下水は不圧地下水で、水位は0.5~1.04mの範囲で、一部に高いところもあるが、土壌の粒度分布 (particle size distribution) から求められる平均重量直径 (mean weight diameter) は0.4~0.8mmを示し、菱面充填 (rhombohedral packing) しているものとして求められる毛管上昇高 (capillary rise) を深さ50~100cmの土層についてみれば40cm未満であって、地下水の毛管上昇による土壌の塩類化 (salinization) の可能性は認められない。

以上のことから、この計画地域では特に排水対策を講ずる必要を認め難い。但し、極く一部の地区に地下水の高い箇所があるが、その面積は小さく、周囲の高位面からの客土 (均平化) によって障害を取除くことが可能である。

3. リーチング対策

3-1 リーチングの目的

乾燥地域の農地においては、可溶性塩類を含む水をかんがいすることによって、土壌の塩類化が進む。また、地下水は一般に塩類濃度が高く、地下水位が高い場所では毛管上昇によっても塩類が蓄積される。

これらの土壌の塩類化は、作物に対して、土壌のアルカリ化による生育の障害や、土壌の毛管ポテンシャルの低下による吸水不良をもたらす。

この地区にかんがいされる Sweet Water の塩分濃度は 170 ~ 190 ppm であり、この値は、作物に対してほとんど影響されないが、リーチング対策がなければ、塩類化は除々に進行する。

この塩害防止には次のような方法がある。

a) 作物

作物の耐塩性はその種類によっても異なるため、耐塩性の作物を選定する。

b) 栽培

かん水した水が1か所に集まらないよううね立て、マルチングによる土壌面蒸発の抑制などがある。

c) 良質水のかん水

塩分含量が少ない水をかん水する。

d) かんがいの方法

地表かんがいなど多量にかん水する場合には、塩分の集積は多く、スプリンクラーかんがいやドリップかんがいは少ない。

e) リーチングと排水

作物の消費水量よりも多量の水をかん水して、土壌中の塩類を洗脱する。この場合には、地下水の上昇がある所では排水改良も合わせて行う。

以上の方法のうち、かんがいの水質は変えられないこと、かんがいの方法は塩分の集積が少ないスプリンクラーとドリップを使用することから、ここでは、リーチングのみの検討をする。ただし、地下水位については 5 m 以下で深いため、ここでは考慮しない。

3-2 リーチングの方法

(a) 塩のろい積

塩類を含むかんがい水による土壌の塩類化は、対象とする土層厚の電導度を ΔE C_e だけ増大させるかんがい水量によって、次のように表わされる。

$$\frac{D_{iw}}{D_s} = \frac{d_s}{d_w} \cdot \frac{sp}{100} \cdot \frac{\Delta EC_e}{EC_{iw}}$$

ここに、 D_{iw} : 飽和抽出液の電導度を ΔEC_e だけ増大させるかん水量 (cm)

D_s : かんがいの対象土層厚 (cm)

Vegetable : 60 cm

Fruit : 120 cm

$\frac{d_s}{d_w}$: 仮比重

土壌調査より 1.63 ~ 1.84 であるから、ここでは 1.7 とする。

sp : 飽和水分量 (%)

土壌調査より 15 ~ 23 % であるのでここでは 19 % とする。

ΔEC_e : 飽和抽出液の電導度 ($\mu\text{mho/cm}$)

作物の種類によって異なる。

EC_{iw} : かんがい水の電導度 ($\mu\text{mho/cm}$)

測定値が 170 ~ 190 $\mu\text{mho/cm}$ であるから 200 $\mu\text{mho/cm}$ として計算する。

(200 $\mu\text{mho/cm} \div 0.4 \mu\text{mho/cm}$)

$$\frac{D_{iw}}{D_s} = 1.7 \times \frac{19}{100} \times \frac{\Delta EC_e}{0.4}$$

作物別の D_{iw} は、減収率が 10% では 1000 ~ 2000 mm 、100% では 2000 ~ 10,000 mm となる。ただし、初期値は 0 とする。また、それぞれの減収率に達する年数は、(D_{iw} / 1年間のかん水量) より求める。この結果では、100% の減収では 4 ~ 20 年、10% では 1 ~ 7 年位である。

(b) リーチング用水

リーチングのための用水量は、次式によって計算される。

$$LR = \frac{EC_{iw}}{2(\max EC_e)}$$

$$R_i = \frac{ET}{1 - LR}$$

$$LW = R_i' - ET$$

ここで、 LR : かんがい水に対する排水量の割合

EC_{iw} : かんがい水の電導度 ($\mu\text{mho/cm}$)

$$EC_{iw} = 0.4 \mu\text{mho/cm}$$

maxECe : 100% 減収に対する飽和抽出液の電導度 ($\mu\text{mho/cm}$)

Ri' : リーチングに必要なかん水量 (mm)

ET : 消費水量 (mm)

LW : リーチング用水 (mm)

これにより、作物別のリーチングの用水量を求めると消費水量に対して平均値で約2% (29 $\text{mm}/\text{年}$) の用水量を見込めばよいことになる。

リーチングの時期は、塩害をできるかぎり少なくするために、毎年1回行なうものとする。また、時期は収穫後とすると、4~5月になる。

D. かんがい計画と施設計画

1. 概要

本計画のかんがい計画は次のとおりである。

サルビアキャナルから分岐したトランバートキャナルを取水源とし、取水工を設け主ポンプにより揚水する。この用水を幹線パイプラインに通して計画地域内の各ファームボイドへ圧送する。

次に一旦貯留した用水は、ブースターポンプにより支線パイプラインを通して各圃場の給水栓まで圧送され、これに接続する散水施設に十分な末端圧を与える計画とした。

幹線及び支線パイプラインの形式は管網配管とした。又、ポンプの動力供給はディーゼル発電機による計画とした。かんがいシステムのフローチャートを図N・D・1に示した。

以上がこのかんがい組織の概略であるが、このシステムの選択理由は次のとおりである。

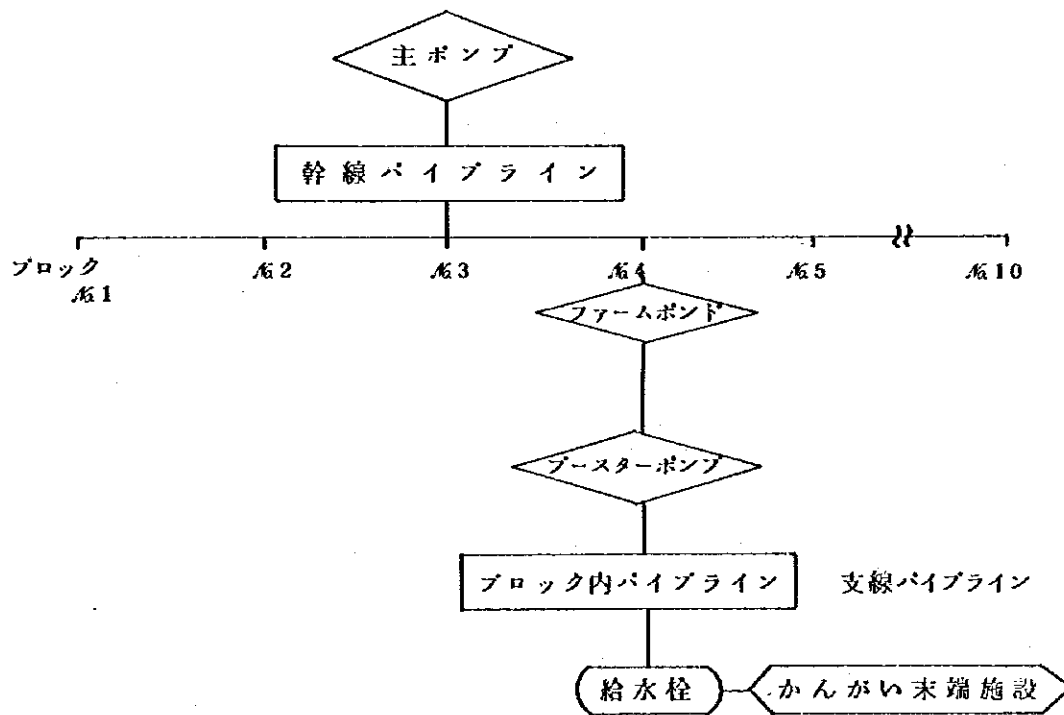
- (1) 水路形式をパイプラインとしたのは「取水地点より標高の高い末端が多い点が主な理由であるが、その他のよい点としては、開渠水路に比べ漬地が少なく、水分蒸発量が抑制でき、また維持管理も容易な点からである。
- (2) 送水手段を主ポンプとブースターポンプの二段階方式としたが、これは主ポンプ1箇所のみで末端まで直接送水する形式をとれば、支配面積が広範囲な点から、危険分散を考えれば2段階に分けた方が適当であると考えたためである。また、施設の規模の面からも分割した方が妥当であろうし、配水効率及び維持管理の面からも有利であると判断したためである。
- (3) 幹線パイプラインの配管形式を管網配管としたのは、用水供給の均等配分と給水系統の複数所持による危険分散からであり、本地区の様に比較的平らでまとまった地区には特に有利である。
- (4) 地区全体を10個のかんがいブロックに分割した理由は営農上及び水管理上から適当な規模と判断したためである。
- (5) ポンプの動力を自家発電を採用した理由は、経済比較の結果、電気より経済的な点と、電気の場合にはその供給能力と供給開始時期に問題が残るためである。
また、貯蔵用の冷蔵庫に使用する電気もここから供給する予定であることもその理由の一つである。
- (6) ポンプを押し込み方式とした理由は、ポンプ位置に比べ末端の標高が高い点と、又ファームボイド以降は末端でスプリンクラーを使用するため所定の水圧(3.0kg/cm)が必要となるためである。
- (7) かんがいの方法は、水量の節約と塩類の集積を少なくするため、VegetableではスプリンクラーをFruitsではドリップかんがいを採用する。

(8) かんがい対象面積は次のようにした。

配分農場地区	18,000 Fed
配分子備地	1,088
Pilot Farm	20
Testing Farm	10
Training Center	40
展示農場	100
育成牧場	300
育苗場	2
計	19,560

なお、この灌漑面積に対する灌漑水量 Q は次のとおりである。

$$Q = 0.3726 \text{ l/sec/fed} \times 19,560 = 7.29 \text{ m}^3/\text{sec}$$



図N·D·1 管路システムのフローチャート

2 主ポンプ場計画

2-1 概要

トランバート運河の右岸に設けた取水工から、主ポンプにより、各かんがいブロックのファームポンドまで圧送するための送水施設である。主ポンプ場の標高はEL15mで最も標高の高いファームポンドはブロックNo.8のEL22mである。

ポンプの動力はディーゼル発電機で供給する計画とした。

2-2 主ポンプ場

(1) 設計諸元

$$Q = 7.29 \text{ m}^3/\text{s} = 437.4 \text{ m}^3/\text{min} \quad (A = 19,260 \text{ fed})$$

$$H = (\text{実揚程}) + (\text{末端圧}) + (\text{損失水頭})$$

$$= (22.0 - 15.0) + 5.0 + 15.25$$

$$= 27.25 \div 28 \text{ m}$$

(2) 主ポンプ場の仕様

ポンプ形式	渦巻ポンプ
台数	6台
ポンプ口径	φ800mm
総流量	7.29 m ³ /min/台 × 6台 = 437.4 m ³ /min
全揚程	28m
モーター総出力	600kW × 6台 = 3,600kW
動力源	ディーゼル発電機 2000KVA × 3台 = 6,000KVA

(3) 上屋の仕様

構造	鉄筋コンクリート構造
型式	二床式
寸法	33m(長さ) × 10m(幅) × 9.15m(高さ)

2-3 取水工の設計

(1) 取水口の設計

トランバート運河に面する取入口の形状は、流況を考慮して放射状の平面形状とした。また維持管理上からゲートを設けた。ゲートは手動式のスルースゲートとした。また、ゲート前に目の粗い前面スクリーンを設けた。

(2) 導流部の設計

取入口に続く導流部は道路下になることから暗渠形式のカルバートとした。カルバートの断面は、後面スクリーンの前になる事から、計画流量時において流速が概

ね 0.5 m/s 以下になる様設定した。

(3) 吸水槽部の設計

導流部から放射状の移行部を吸水槽へと連なる。吸水槽の長さはポンプ配置間隔から 24.0 m とした。

ここで、トランパート運河の水面位を起点として設定水位を求めると次のとおりである。

$$\begin{aligned} (\text{水位}) &= (\text{前面スクリーンでの低下水位}) + (\text{後面スクリーンでの低下水位}) \\ &= \Delta 0.30 + \Delta 0.20 = \Delta 0.50 \text{ m} \end{aligned}$$

従って、吸水槽での設定水位を $\Delta 0.50 \text{ m}$ として吸水管の位置決定を行なった。

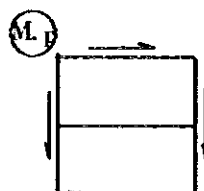
3. 配水計画

3-1 幹線パイプラインの設計

(1) 配水システムの検討

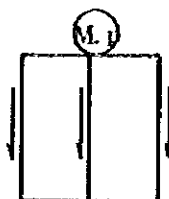
かんがいブロックへの用水供給は幹線パイプラインにより送水する計画とし、その形式を以下の 4 ケースについて検討した。

① ケース 1.



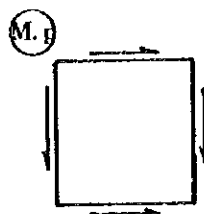
主ポンプ場をトランパート運河に沿った区間の上流側に設置し、給水系統の複数保持から管網配管としたケースで、用水供給に対し危険回避を行なっている。

② ケース 2



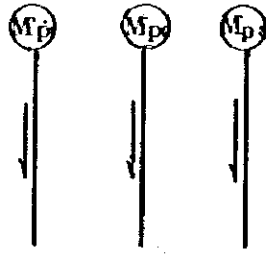
主ポンプ場を、トランパート運河沿いの区間の分岐部に設け、パイプの口径を抑えたケースである。ケース 1 と同様に用水供給の危険回避から管網配管とした。

③ ケース 3.



主ポンプをトランパート運河沿いの区間の上流側に設け、周回するパイプラインの管網形式である。上記 2 ケースに比べ中央を横断する管路が不要であるが、中央の第 5 ブロックでプースターポンプの揚程がやや大きくなるのが欠点である。

④ ケース 4.



トランバート運河からの揚水を3系統に分け各管路に主ポンプを設ける案で、横方向の連絡管がない。したがって、途中で管が破壊した場合補給路がないため破壊地点以降への給水は不可となる欠点がある。

幹線の配管システムとしては、以上の4ケースが考案されるが、各かんがいブロックの支配面積が大きくその用水供給の確保が大前提となることから、配管は管網としその補給系路を複数所持する計画とした。従ってケース4は検討案から除外する。

また、工事費の面で管路の口径を極力抑える点からケース1に比べてケース2の方が優れていると考えられる。

以上から、ケース2とケース3について工事費の比較検討を行なったところケース2の方が優位と判明したため、本計画ではケース2の配管システムを採用した。

工事費の比較は表N・D・1に示す。

表N・D・1 工事費比較

	(単位:L.E)	
	Case 2	Case 3
管材料費	5,281,000	6,673,000
ポンプ設備費	2,500,000	2,500,000
計	7,781,000	9,173,000
	採用	

※工事費は材料費のみの比較とした。但し現地までの運賃等は含めた。

(2) 管種の検討

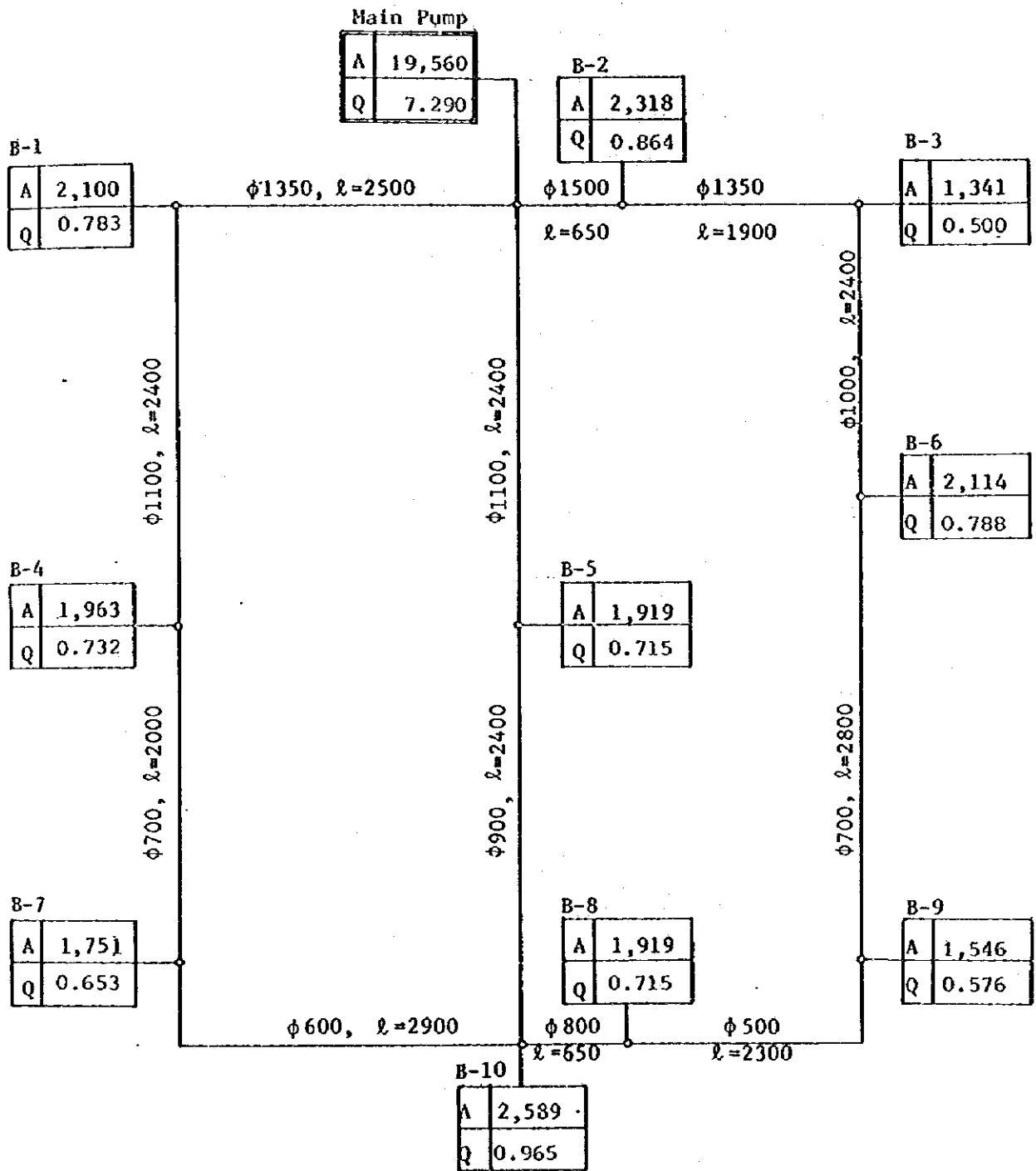
前項で決定した配管システムに対し管種の検討を行なった。

i) 設計諸元

- 流量 $4.42 \text{ m}^3/\text{s} \sim 0.12 \text{ m}^3/\text{s}$
- 静水圧 2.8 Kg/cm^2
- 水撃圧 2.8 Kg/cm^2

図 IV.D.2 幹線パイプラインの配置

Case 2



A	fed.
Q	m^3/s

ii) 管種の検討

管種は次の6種類について検討した。

- 強化プラスチック複合管 (FRPM)
- 塩化ビニル管 (VP、VU)
- ダクタイル鋳鉄管 (DCIP)
- 鋼管 (SP)
- 石綿セメント管 (ACP)
- プレストレストコンクリート管 (PCP)

iii) 管種の決定

上記の管種について管種性能、施工性、経済性と利用目的等に関し比較検討した結果、幹線パイプラインには強化プラスチック複合管 (FRPM) が適当であると判断した。(APP表・IV・D・3参照)

iv) 幹線パイプラインの仕様を示すと次のとおりである。

- 管種：強化プラスチック複合管 (FRPM)
- 口径：φ 1,500 ~ φ 400
- 総延長：37.95 km

v) 水理計算

ここで水理計算は次に示すヘーゼンウィリアムス公式を用い、管の口径は表IV・D・2に示す標準流速から選択した。

$$V = 0.35464 CD^{0.63} I^{0.54}$$

$$I = \frac{h_f}{L} = 10.666 C^{-1.85} D^{-4.87} Q^{1.85}$$

ここに

D : 管 径 (m)

h_f : 摩擦損失水頭 (m)

Q : 流 量 (m³/sec)

L : 管路長 (m)

表 N・D・2 設計流速の標準値

管 径 (mm)	設計流速 (m/sec)
75 ~ 150	0.7 ~ 1.0
200 ~ 400	0.9 ~ 1.6
450 ~ 800	1.2 ~ 1.8
900 ~ 1,500	1.3 ~ 2.0
1,600 ~ 3,000	1.4 ~ 2.5

3-2 ファームポンドの設計

幹線パイプラインから各かんがいブロックへの分岐箇所当たる、支線パイプラインの始点にファームポンドを設け、配水の運営を円滑に計る計画とした。

(1) 平均貯水量

$$V = \frac{D}{8.64} (24 - T) \times 3.6 A_u$$

ここに

V : ファームポンドの必要最小容積 (m³)

A_u : " 支配下の全畑かん面積 (ha)

D : " 支配下の全畑地の作物別
消費水量(粗)の加重平均値 (mm/day)

T : 日かんがい正味時間 (hr)

諸元

A_u : 標準ブロック B-8 を対象とし、A_u = 1919 fed = 806 ha

D : Net water requirement から Weighted mean = 6.7 mm/day

消費水量はかんがい効率を 0.85 として D = 6.7 / 0.85 = 7.9 mm/day

T : 日かんがい時間を Veg. 18 hr (51%), Fru. 24 hr (49%) とする。

以上から

$$V = \frac{7.9}{8.64} (24 - 18) \times 3.6 \times 806 \times 0.51 = 8,118 \approx 8,200 \text{ m}^3$$

(2) ファームポンドの構造

ファームポンドの構造は、コンクリート構造と遮水シート構造が考えられるが、施工性、耐久性、資材調達等の点からコンクリートライニングとした。

3-3 ブースターポンプ場計画

各かんがいブロックの末端圃場まで用水を圧送する手段として支線パイプラインの始点にブースターポンプ場を設ける。

吸水槽はファームポンドの一隅を使用する。

(1) 設計諸元

$$Q = 0.715 \text{ m}^3/\text{s} = 42.9 \text{ m}^3/\text{min} \quad (A = 1,919 \text{ fed})$$

$$H = (\text{実揚程}) + (\text{末端圧}) + (\text{損失水頭})$$

$$= 2.0 + 30.0 + (11.0 + 3.0) = 46.0 \text{ m}$$

(2) ポンプ場の仕様

ポンプ形式	渦巻ポンプ
台数	3台
ポンプ口径	φ350mm
総流量	14.3 m ³ /min/台 × 3台 = 42.9 m ³ /min
全揚程	46m
モーター総出力	220kW × 3台 = 660kW
動力源	ディーゼル発電機 600KVA × 2台 = 1,200 KVA

(3) 上屋の仕様

構造	鉄筋コンクリート構造
型式	二床式
寸法	20m(長さ) × 6m(幅) × 5.75m(高さ)

3-4 支線パイプラインの設計

ファームポンドから末端給水栓までの送水施設として支線パイプラインを設ける。

配管形式は、用水供給の安全性と均等配分を考慮して管網形式とした。その仕様は次の通りである。

配管型式	: 管網型式
パイプ種類	: FRPM、VP
パイプ口径	: φ800～φ200
パイプ延長	: L = 120km