

アフリカ地域地下水開発・利用調査研究

国別情報ファイル

エジプト

平成7年12月

国際協力事業団

目次

	頁
I. 管轄機関、関連機関-----	3
II. 地下水開発実施体制、施設維持管理体制	
1. 地下水開発実施体制概要-----	9
2. 村落給水施設維持管理体制概要-----	10
III. 地下水及び関連情報	
1. 地形-----	13
2. 地質-----	16
3. 気象・水文-----	19
4. 主たる帯水層-----	23
5. 水資源／地下水／給水開発計画-----	31
6. 水資源分野における各ドナーの援助動向-----	33
7. 水資源／給水分野におけるこれまでのJICA援助の概要-----	35
8. 水資源・給水関連民間企業-----	37
9. 給水普及状況-----	38
10. 現地視察報告-----	41
11. 水資源分野での今後のJICA援助への提言-----	48
12. 水資源分野での調査対象国への提言-----	49
ANNEX	
1. 収集資料リスト-----	53
2. 実施体制調査表-----	54

図一 1 位置図

対象国:(エジプト)



I. 管轄機関，関連機関

エジプト・アラブ共和国における水資源開発，給水，環境衛生事業に係わる省庁は，計画省，開発省，公共事業・水資源省，建設・住宅省，農業・土地開拓省及び保健省の6省庁であり，これら省庁の所管は次のとおりである。

1. 計画省 (Ministry of Planning)

- ・ 国家の水資源政策の策定
- ・ 農業・鉱工業等各種開発計画と水資源開発計画の評価検討と統合

2. 開発省 (Ministry of Development)

- ・ 水資源を含む農業・鉱工業等開発計画の策定。

3. 公共事業・水資源省 (Ministry of Public Works & Water Resources [MPWWR])

本省中には水資源開発，村落給水に係わる次の3部門がある。

1) 水資源局 (Water Resources Development [WRD])

- ・ 村落給水計画作成と給水施設の建設。
- ・ 村落給水と施設の維持管理。

2) 水研究センター-水資源研究所 (Water Research Center, Research Institute of Water Resources [RIWR])

- ・ 水資源，主に表流水の調査研究，評価及び開発計画作成。
- ・ エジプト外のナイル上流域についての水資源研究。
- ・ 国内の新規開発対象地域（シナイ半島，紅海州東部）の地下水調査及び開発。

3) 水研究センター-地下水研究所 (Water Research Center, Research Institute of Ground Water [RIGW])

- ・ 地下水の調査研究，ポテンシャル評価，地下水開発（シナイ半島，紅海州東部以外）
- ・ 地下水モニタリングネットワークの確立（現在はナイルデルタ地域に確立）
- ・ 地下水関連データベースの作成

地下水研究所の組織図を図 I-1 に，また地下水研究所と他の関連機関との関係を図 I-2 に示す。

4. 建設・住宅省 (Ministry of Housing and New Communities [MHNW])

本省中には上水道給水機構として次の3つの庁がある。

1) 大カイロ上水道庁 (Greater Cairo Water Supply Authority [GCWSA])

- ・ 大カイロ圏 (カイロ市, キザ市, 加ヒマ州の一部)への給水。
- ・ 水源として表流水と地下水を利用。

上水道庁の組織図を図 I -3に示す。

2) アレキサンドリア上水道庁 (Alexsandria Water General Authority [AWGA])

- ・ アレキサンドリア州への給水
- ・ 水源は表流水(ナイル川)

3) 全国上下水道庁 (National Organization for Potable Water and Sanitary Drainage [NOPWSD])

- ・ 大カイロ圏, アレキサンドリア州以外の都市部への給水。
- ・ 水源は表流水と地下水を利用。

5. 農業・土地開拓省土地開拓庁 (Ministry of Agriculture and Land Reclamation, General Authority for Rehabilitation Project and Agriculture Development [GARPAD])

- ・ 土地開拓(農業開発)計画と農業用水・生活用水給水計画の策定

6) 保健省 (Ministry of Health [MOH])

- ・ 保健衛生教育
- ・ 環境汚染からの水資源の保全

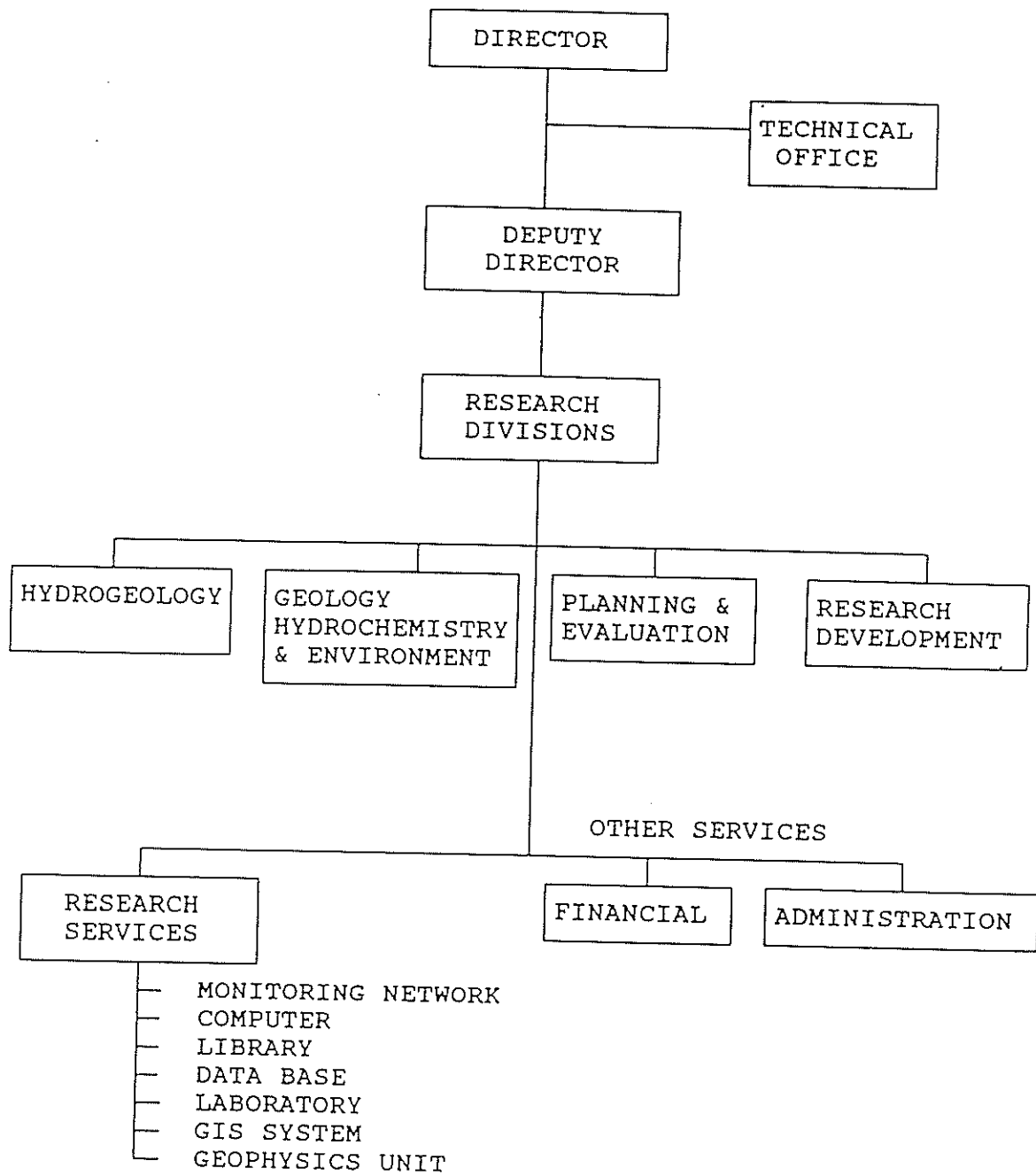


Fig I-1 Organizational structure of the Research Institute for Groundwater

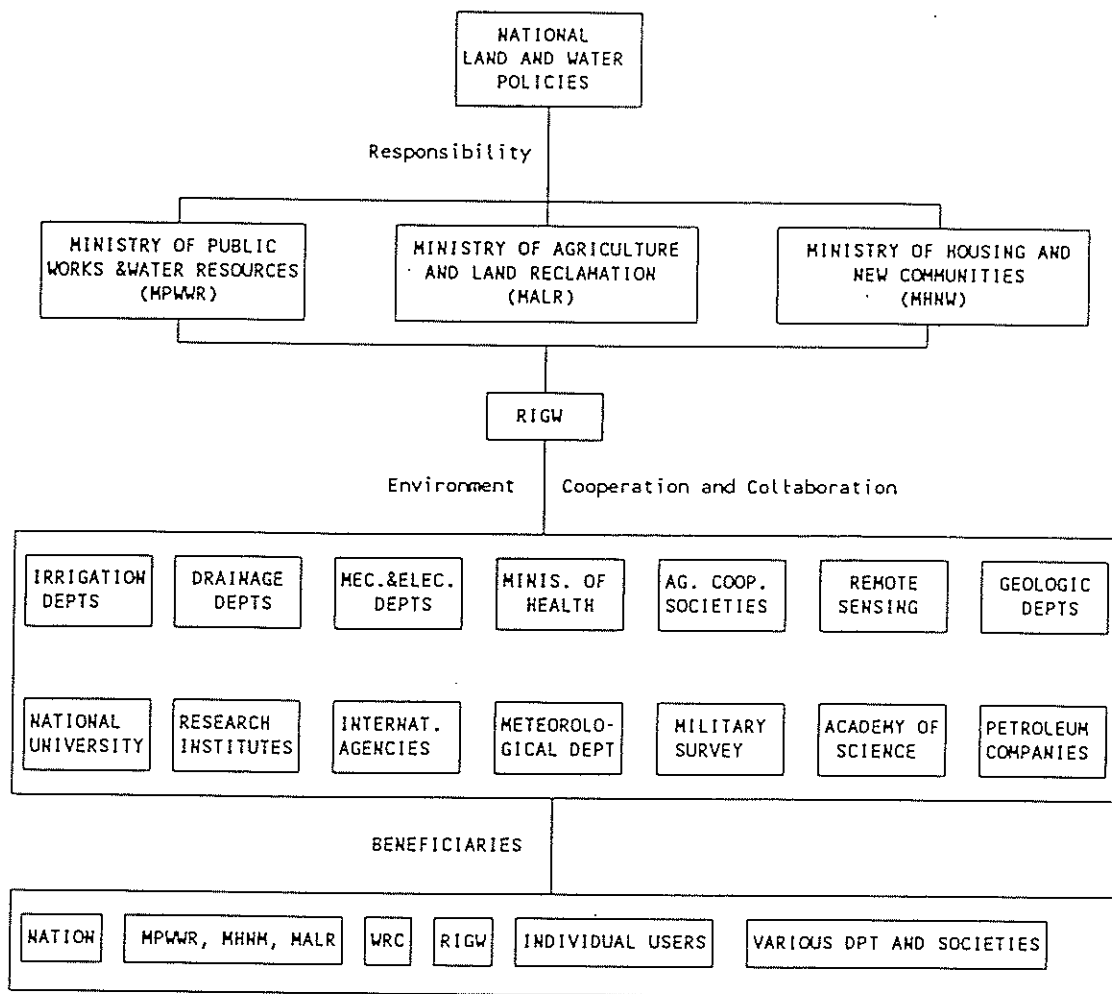
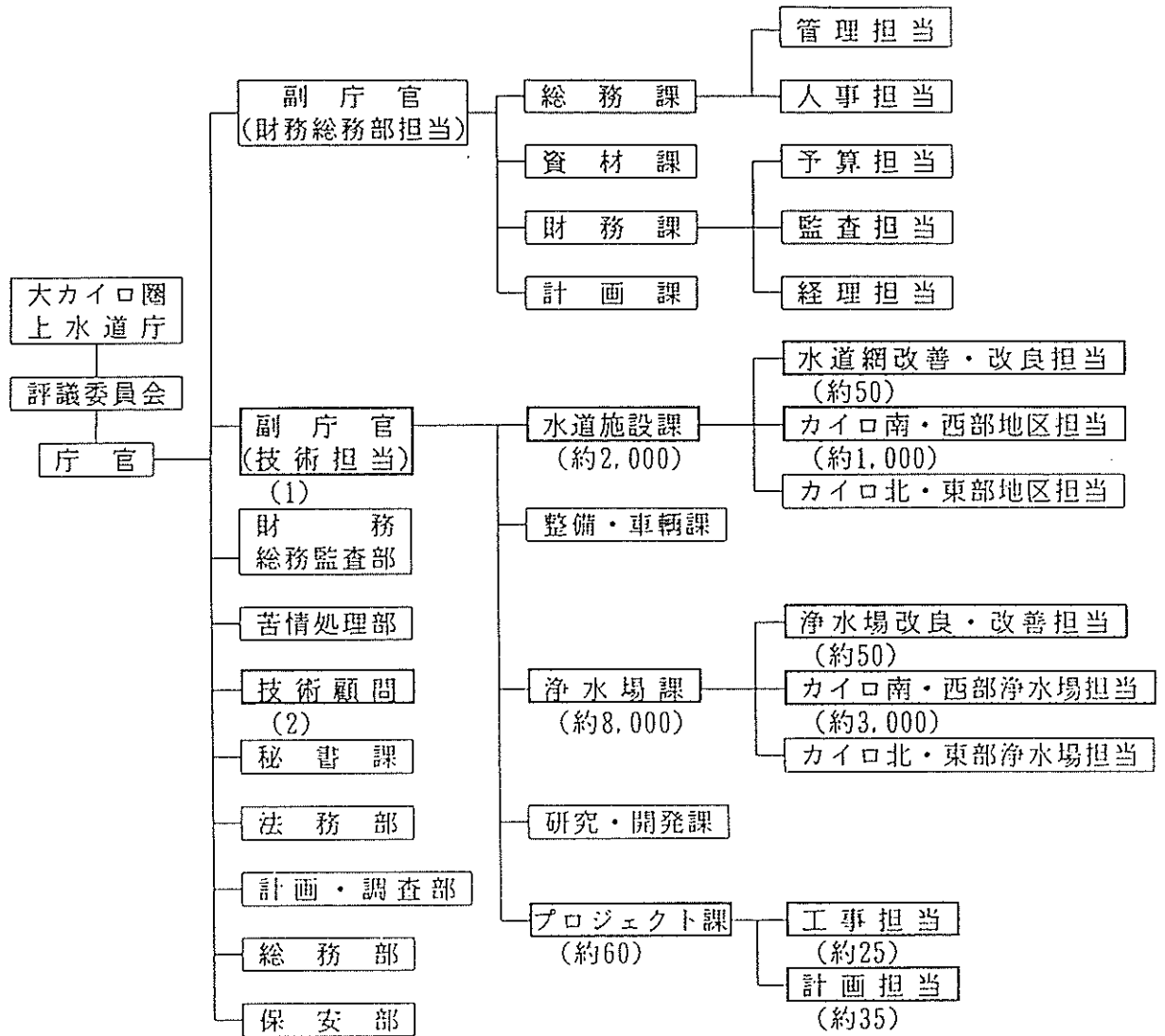


Fig I-2 Environment and beneficiaries



備考：

- 1) [] 部は、本計画の担当部所。
- 2) 上水道庁の職員数は、13,735名（1991年12月時点）。
- 3) () 内は、本計画担当部所の職員数を示す。

(出所：上水道庁)

図 I-3 大カイロ圏上水道庁組織図

II . 地下水開発実施体制，施設維持管理体制

1. 地下水開発実施体制概要

項 目		コメント
一 般	a) 開発予算	93/94水資源開発・給水分野予算35百万USドル（全開発予算の0.5%），内地下水開発7百万USドルと国家規模に比し少額である。
	b) 地方分権化政策	公共事業・水資源省では地方自治体と同様に24州に地方事務所を設けており，地方分権化を進めている。
	c) 他省庁との調整	公共事業・水資源省，開発省，計画省，土地開拓庁，建設・住宅省等関係省庁が多岐にわたっており業務分担及び省庁間の調整は複雑である。
	d) その他	公共事業・水資源省の水研究センターの中にも水資源研究所・地下水研究所があり，双方が地下水開発に関係している（地域を分担）。
企 画 ・ 計 画	a) 企画・立案能力	人材は豊富であり，企画・立案能力はあるが，各省庁の分担・関係は複雑であり企画・立案が生かせるか疑問である。
	b) 短・中・長期計画	第3次5ヶ年計画(92/93～96/97)において，農業灌漑及び水利計画や環境保全も重視していること，またソマリア半島（特に北ソマリア）では精力的に地下水開発が始まっていることから，資金面で問題が発生しなければ，計画達成は可能である。
	c) 現地の状況把握	中央と地方事務所とのコミュニケーションは良く，地方事務所の担当者は現地の状況を良く把握している（特にソマリア半島の場合）。
	d) その他	外国留学の経験をもつ技術者も多く，優秀な人材が多い。また技術面でも他のアフリカ諸国に比べ優秀である。
調 査 ・ 地 下 水 管 理	a) 調査能力	水資源研究所・地下水研究所合わせてエンジニア以上74名在籍しており調査能力を有する。
	b) 水理地質調査実績	ナイルデルタ地域については詳細な調査が実施され，精度が高い水理地質図(1/500,000)が存在する。全国についても精度は下がるが水理地質図(1/2,000,000)が完成している。
	c) 水理地質及び井戸のデータベース化	地下水・井戸情報のデータベース化は，主にナイルデルタ地域で進んでいる。
	d) 地下水益管理	ナイルデルタ地域ではモニタリングネットワーク(300の井戸)が確立しており，揚水量管理を行っている。 全国規模でのモニタリングネットワークはない。

項 目		コメント
	e) 関連分野(気象・水文・地質・地形等) 資料蓄積状況	気象・水文ともにシイ半島について5年分の資料がある(ただしEECが所有)。他地域については不明。 地形図は、1/2万5千があり全国を100%カバーしている。 地質図は、1/10万、1/200万があり全国を100%カバーしている。
	f) その他	
事業実施	a) 実施能力	水資源研究所・地下水研究所合わせて5~6名の井戸掘削エンジニアがいるが、事業計画策定までで、事業は請負業者が実施している。
	b) 事業(井戸建設・リハビリ)実績	国内に事業経験及び技術力がある請負業者が存在するため事業遂行に問題はない。
	c) ワークショップ能力	
	d) 民間企業の技術レベル	10社の井戸掘削会社が存在し、中でもREGWA(地下水研究所より独立民営化)は、今後他のアフリカ諸国の事業を請負う意向もあり、技術力は高い。
	e) その他	REGWAは、エンジニア約100名、リグ(ロータリー、スピンドル型)25台 年間約100本(平均深度300~500m)掘削している。

2. 村落給水施設維持管理体制概要

項 目		コメント
中央機関	a) 維持管理システムの整備状況	公共事業・水資源省水資源部24州の地方事務所が、その役割をはたしており、問題はない。
	b) 巡回修理人/村落開発普及員の訓練	訓練は実施しているとのことであるが、その内容は不明である。
	c) 援助機関との連携	UNESCOの援助による種々の訓練コースがある。
	d) 地方展開	地方事務所に相当の人員、車両、資材が配備されており、また井戸台帳なども整備されており地方展開が計られている。
	e) その他	

項 目		コメント
巡回修理 人開 ／発 村普 落及 員	a) 巡回修理人	公共事業・水資源省水資源局の24州の地方事務所が、要請にもと ずき修理部品とともに修理人を派遣する。
	b) 村落開発普及員	
	c) その他	
受 益 者	a) 組織化	利用者組織はない。村落の地下水開発については公共事業・水 資源省が調査開発から維持管理まですべて実施している。
	b) 経費負担	村落給水に関しては、利用者の維持管理のための経費負担はない。
	c) 住民参加	ソイ半島などの村落給水は、深井戸(300～1,000m)が多く、井戸 建設～維持管理までに住民が参加するのは困難である。ただし 井戸周辺の清掃など衛生面での参加は行われている。
	d) 共有意識	共有は深井戸が主であり、維持管理は水資源局が実施するため 共有財産であるとの認識は薄い。
	e) その他	
資 機 材 の 国 内 調 達 状 況	a) 手動ポンプの標準化	特に標準化はなされていない。手動ポンプを利用するのは主に ナルバレーの浅井戸(数m～数10m)であり、他地域は水中ポンプを使用している。
	b) ポンプの国産化	ハンドポンプメーカーは多数あり、100%国内生産である。
	c) 輸入ポンプ	水中ポンプは輸入しており、輸入先はタイ、USA、ドイツ、イタリ などである。
	d) パイプ等関連資材	関連資機材は国内で調達可能である。 パイプは、浅井戸用(100mまで)は国産、深井戸用(300～800m)は 輸入。
	e) その他	

Ⅲ. 地下水及び関連情報

1. 地形

1.1 地形

エジプトは北緯22～32°、東経25～34°のアフリカ大陸の東北端に位置する。全国土の面積は1,001,000km²で、その大半が不毛の砂漠地帯となり、人間が定住できるのは、ナイル川沿川の低地、ナイルデルタ、地中海沿岸沿いの平野に限られ全国土の4%にすぎない。

エジプトは地形的には次の4つに区分できる(図1-1参照)。

- 1) ナイルデルタ地帯 (面積 36,000km²)
- 2) 東部砂漠地帯 (面積222,000km²)
- 3) 西部砂漠地帯 (面積680,000km²)
- 4) シナイ半島 (面積 68,000km²)

1) ナイルデルタ地帯

ナイル河口の広大な三角州からなり、その大部分は標高0～5mで、カイロを扇頂として扇形に広がる。極めて平坦な平野上にはナイル河からの人口的な水路が網状に分合流している。地中海沿岸には巨大な砂州が発達している。

2) 東部砂漠地帯

ナイル河と紅海に挟まれた部分で山地、丘陵地帯をなす。紅海に沿って南北に延びる山地と開析が進んだ丘陵地帯が変化に富む地形を呈する。山地は標高1000～1800mで、丘陵地帯は400m前後で緩やかに起伏する。

3) 西部砂漠地帯

ナイル河の西側に分布する広大な砂漠地帯でありリビア砂漠に連続する。標高は300m以下であり東部砂漠地帯よりはるかに低い。砂漠の各所に砂丘や底平地が分布

する。底地は海水準以下の場所もありしばしばオアシスとなっている。低地としては、カンターラ低地、ナトルーン等が好例であり、オアシスとしてはファイコーム、シワ、ダクラ等がある。

4) シナイ半島

南部は山岳地帯をなし、北上するに従がい緩傾斜の丘陵地帯を経て地中海に面した砂漠低地帯に至る。南部山岳地帯は急峻な山容を呈し、標高 800～1700m級の山地が連なり、カタリーナ山（標高2637m）、ムーサ山（2285m）等の高峰が聳えている。南シナイ半島のアカバ湾側は急崖となって海岸と接するがスエズ湾側には海岸沿いに平野が分布する。

1.2 水系

ナイル河はケニアのアバート湖とエチオピア高原に源を発し、総延長6000kmに及ぶ広大な流路を有しており、東部砂漠地帯の大半の枯れ川（ワジ）がこれに合流している。

シナイ半島の南部山岳地帯の水系は、南北に伸びる脊梁山脈により東西に分けられ、アカバ湾あるいはスエズ湾に流入するが、中央～北部の水系は地中海方向へ流出する。

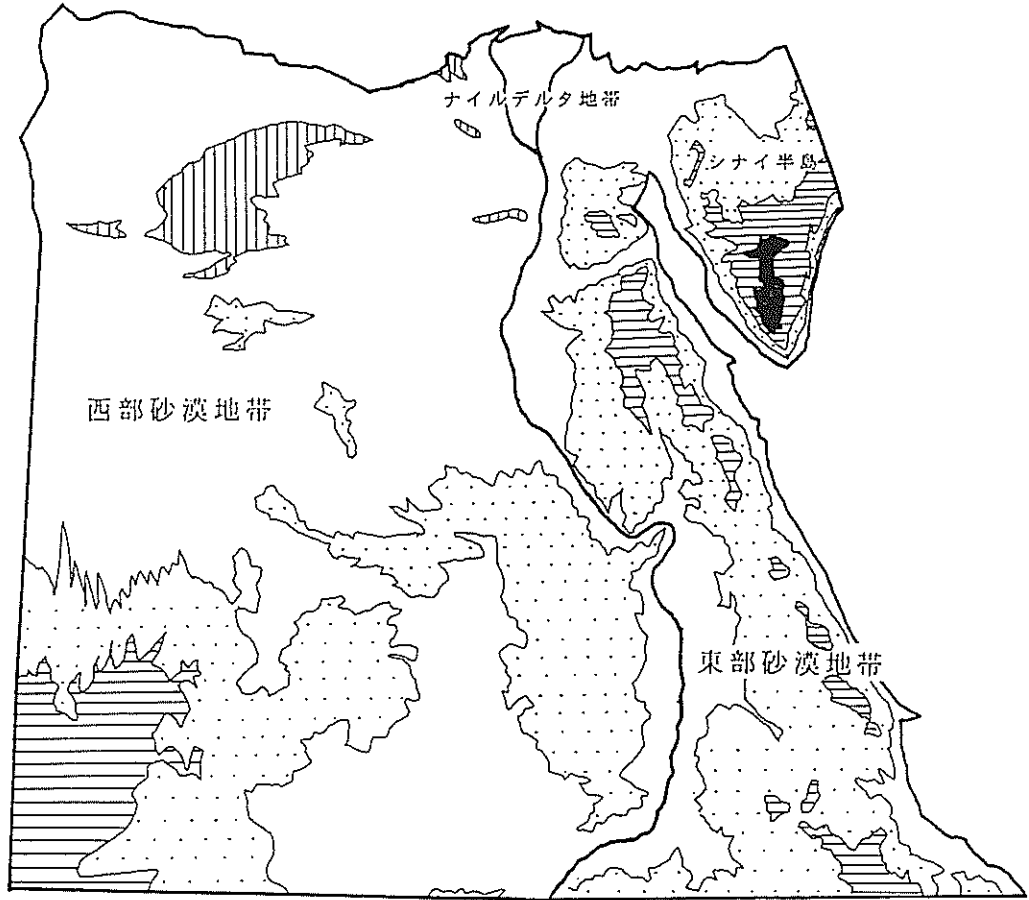
1.3 地形図・空中写真等の整備状況

地形図・空中写真等の整備状況は次の通りである。

	<u>縮 尺</u>	<u>被覆範囲 (%)</u>
地形図	1 / 2 万 5 千	約100
空中写真	縮尺は異なるが100%被覆している	

地形図はNational Institute of Technology and Scienceで入手可能である。

0 200 400 km



TOPOGRAPHY
height in m. above sea level



図 1-1 地形区分

2. 地質

2.1 地質概況

エジプトの地質は、図2-1に示されるようにエジプト東部の紅海沿い及びシナイ半島南部に先カンブリア紀の基盤岩類である片麻岩、花崗岩及び流紋岩等が分布、エジプト南部、シナイ半島中部にはこれら基盤岩類をおおって古生代デボン紀～中生代ジュラ紀の砂岩が広範に分布、この上位(北側)には白亜紀の石灰岩及び苦灰岩が前述の砂岩層を取りまいて存在する。これらデボン紀～白亜紀の岩相を総称してヌビア砂岩層という。またエジプト中部には、第三紀暁新世の石灰岩層を挟む頁岩及び始新世のチャートを挟む石灰岩が広範に分布、シナイ半島中部にも同様の地層が分布している。

エジプト北部には、一部に漸新世の礫岩、砂岩が認められるが一般に中新世の石灰岩、砂岩が広く分布しており、ナイルデルタには沖積層が広がっている。

また西部には広大な砂漠が存在する。

シナイ半島北部には、一部にデボン紀～ジュラ紀の砂岩及び白亜紀の石灰岩やチョーク、苦灰岩が再び出現し、これらを覆って第四紀の砂・シルト・粘土などが分布する。

2.2 地質構造

地質構造については、各岩層は一般に北へ緩傾斜しているが、ナイル溪谷沿いに緩やかに大規模な向斜構造(向斜軸は南部でNEから中部でNNW方向へ変化)が発達しており、シナイ半島中部においても小規模なNNW方向の向斜軸を持つ向斜構造が認められる。

シナイ半島中部以北においては、EW又はENE方向のいくつかの断層により各岩層は分断され、北部においてより下位の地層が出現している。

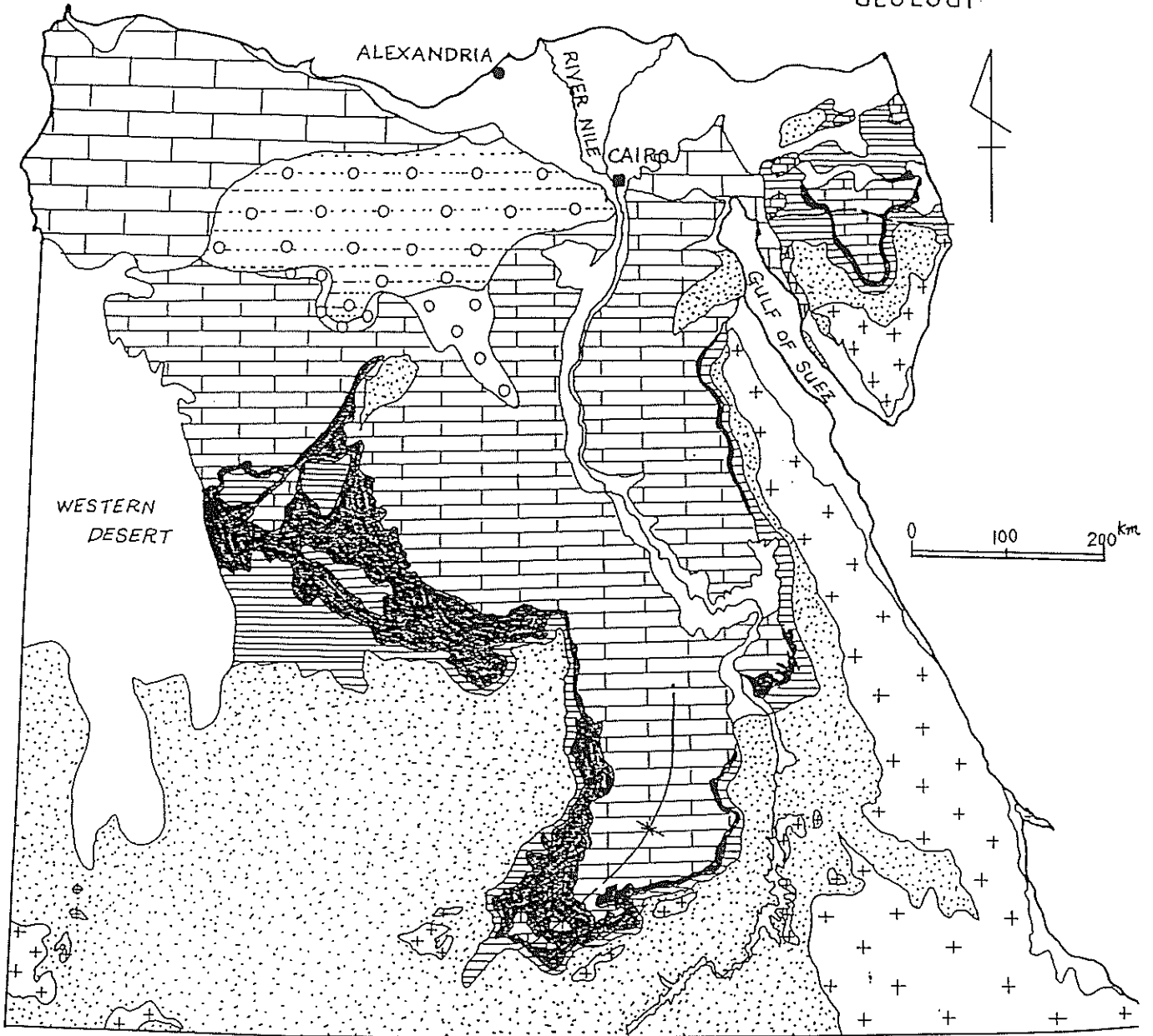
断層は一般にNE～ENE及びNNW方向の断層が顕著であり、ナイル溪谷はこのような断層の発達により形成されたものと考えられる。

なお水理地質図(1/2,000,000)は、水資源研究所で入手できたが、地質図を入手することはできなかった。














表 2 - 1 地質層序概要

時代 (m.y)	紀	岩 相	層厚 (m)
Cenozoic	Holocene	Sand facies:mainly continental	100
	Pleistocene	Sand and Gravel:mainly fluviatile	1,000
	Pliocene	Clay facies :mainly marine	200
	Miocene	Marly limestone:shallow marine, fluviomarine/ lagoonal	1,000
	Oligocene	Graval and Sand:marine/fluviatile eruptive	200
	Eocene	Limestone facies:mainly marine	1,000
	(99)	Paleocene	
Mesozoic	U.Cretaceous	Limestone facies:mainly marine	1,000
	L.Cretaceous	(dolomitic)	500
	Jurassic	Mainly sand and	1,500
	Triassic	Clay facies	500
(230)			
Paleozoic	Permian		
	Carboniferous		
	Devonian	Mainly sand and:mainly shallow	1,000
	Silurian	Clay facies marine and	
	Ordovician	continental	
	Cambrian		
(500)			
Archeozoic	Pre-Cambrian	Igneous and Metamorphic	

FIG. 2-1
GEOLOGY



LEGEND

<p>QUATERNARY</p> <p> fine sand ; sand dunes silt and clay ; cultivated Nile deposits</p> <p>TERTIARY</p> <p> limestone, clastics and gypsum; shallow marine and lagoonal deposits</p> <p> coarse sands and gravel with limestone interbeds ; fluvio- marine and fluvialite deposits</p> <p> gravel sheets and conglomer- ates (terrestrial deposits) and in- terbedded sand and clay (flu- vio-marine deposits)</p> <p> limestone with chert ; shallow marine deposits</p> <p> shale with few bands of lime- stone ; shallow marine deposits</p>		<p>Holocene</p> <p>Miocene</p> <p>Miocene</p> <p>Oligocene</p> <p>Eocene</p> <p>Paleocene</p>	<p>MESOZOIC</p> <p> limestone, chalk, dolomites and phosphates ; shallow ma- rine deposits, becoming more clastic in the South and the East</p> <p>PALEOZOIC-MESOZOIC</p> <p> sandstone ; epicontinental de- posits, becoming more marine in the North</p> <p>PRE-CAMBRIAN</p> <p> igneous, metamorphic and vol- canic rocks</p>	<p>Cretaceous (Ku)</p> <p>Mesozoic/Pale- ozoic (K1/Pz)</p> <p>Pre-Cambrian (B)</p>
		<p> Fault ; defined</p> <p> Fault ; inferred</p> <p> Axis of anticline</p> <p> Axis of syncline</p>		

3. 気象・水文

3.1 気象

エジプトの気候はほぼ全域にわたり亜熱帯性気候に属し、更に地中海気候、太平洋気候、ナイルデルタ気候及び大陸砂漠気候に細分される。

一般には夏期は日中40℃以上に気温が上昇し、また冬期の夜間でも氷点下に至ることはない。夏期には南部・西部砂漠地帯では50℃に達することもあるが、地中海沿岸地帯はより涼しく32℃程度である。

エジプト全体としての年間平均降雨量は5mm以下と極めて少ない(図3-1参照)。比較的降雨量が多いのは地中海沿岸地帯であり冬期にまとまった降雨があるが、年間平均降雨量は180mm程度にすぎない。しかも内陸に向かって降雨量は急減しカイロでは40mm/年程度に減少する。降雨は冬・春期の12～3、4月にかけて発生するが夏～秋期はほとんど発生しない。年平均雨量の大部分は短期間の集中豪雨によりもたらされる。一方年間蒸発散量は全国平均で3,000mmを超える。一般に降雨は集中豪雨の形をとるため、河川沿いの低地は度々洪水の被害を受ける。主要河川であるナイル河は年々定期的に洪水が発生する。この洪水は東アフリカとアビシニアで夏期に発生する降雨から生じるものであり、洪水はスーダンのカルツームで5月下旬頃に始まりナイルデルタの入口では6月下旬に増水を開始する。

気象の特異現象としては、4～5月にかけて発生する強い熱風と砂嵐(ハムシーン)や、春～初夏にかけて下エジプトで発生する早朝の霧がある。

3.2 水文

ナイル川の hidrograph は図3-2 のようである。ナイル川の水源は赤道の南北にわたる高地に位置し、

- i) 熱帯湿潤及び乾燥地帯を通り広大な低湿地を北上する白ナイル
- ii) エチオピア高地から流出しスーダン北部で白ナイルと合流する青ナイル
- iii) アビシニア高地から流出するアトバラ川

の上記3河川が合流し、ヌビア砂漠を北上して地中海に流出する。白ナイルは年間流量の変化はほとんどないが、青ナイルやアトバラ川は8～10月に流量ピークとなり、ナイル川全体の流量を支配する。

可能蒸発量が降雨量をはるかに上廻るため、ナイル川のような乾燥地域を貫流する外来河川は、蒸発や河道からの漏水によって河川水が失われ、また支流からの流入が少ないため、下流に向かって流量は漸減する。その他の河川はほとんどが無河流河川となっている。内陸の小河川は砂漠中に流路を消失しワジ（涸れ川）となり、その伏流水がオアシスに湧水する。ワジには豪雨時のみ表流水が流れ、通常地下水面は河床よりかなり下位にある。豪雨終了後短時間でもとのワジに戻る。

3.3 気象、水文データ

シナイ半島の気象・水文データは5年分蓄積されている。これ等のデータはEECが所有している。

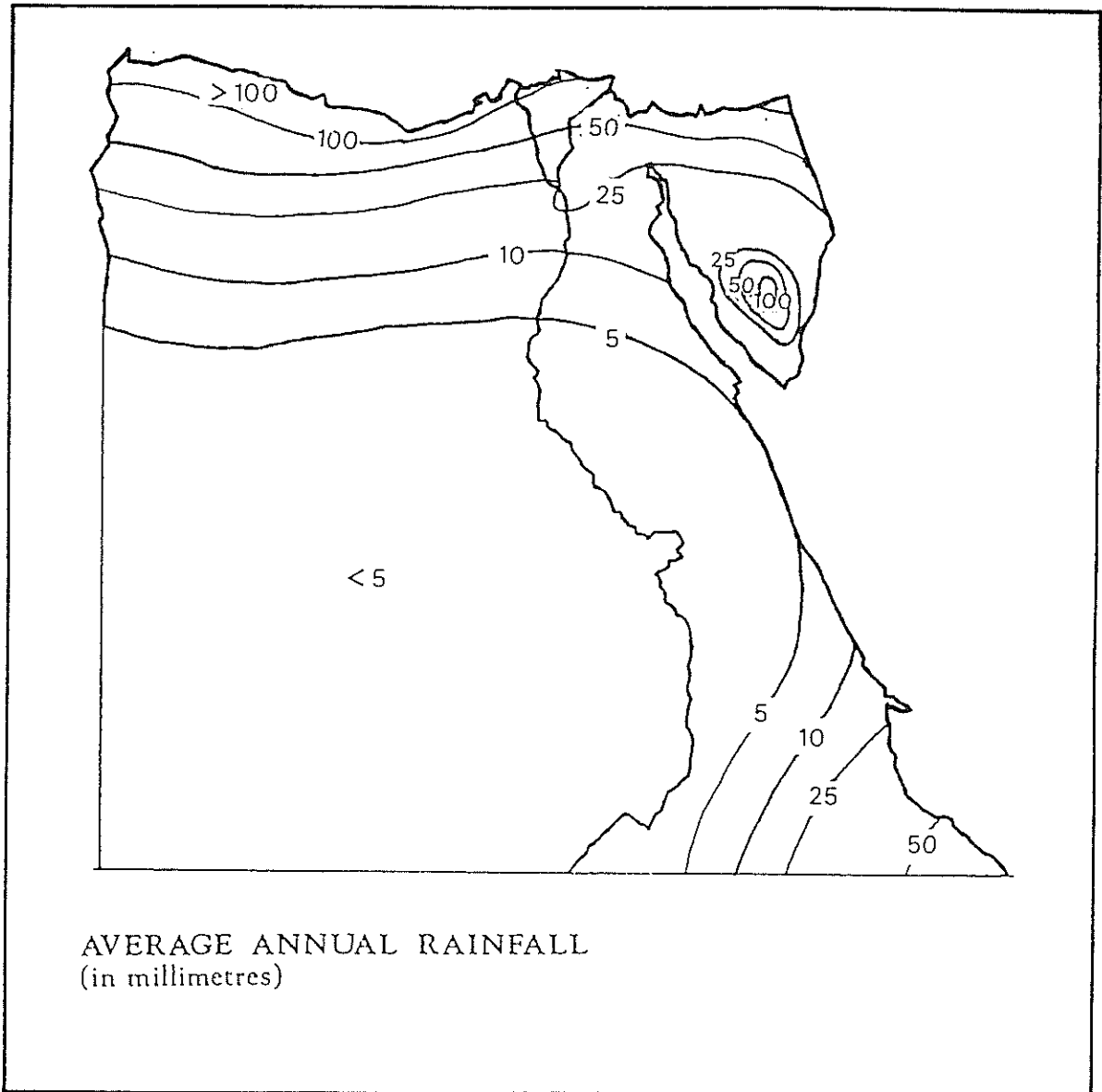


图 3-1 年平均降雨量分布

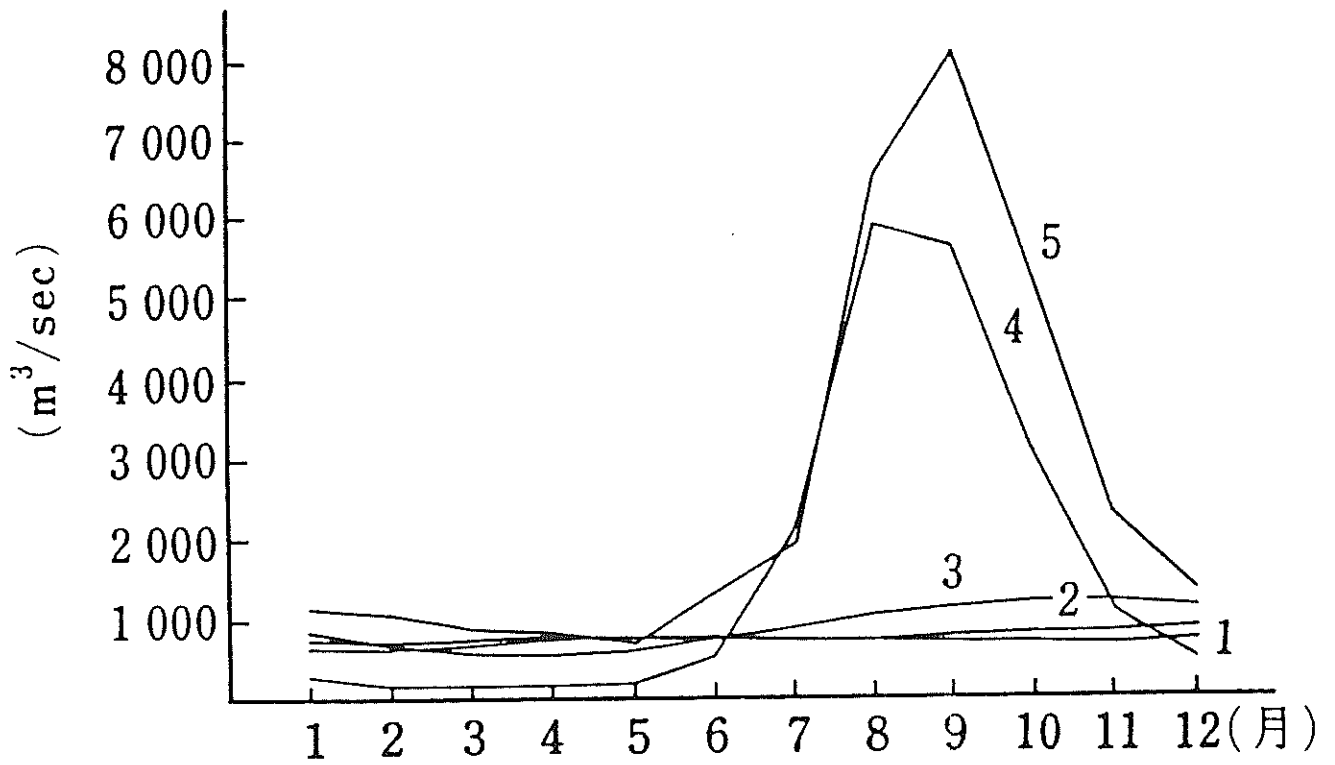


図3-2 ナイル川の季節的
流出量の変化

- 1：ビクトリアナイル
- 2：白ナイル
- 3：白ナイル
- 4：青ナイル
- 5：アスワンナイル

4. 主たる帯水層

4.1 帯水層

主要帯水層は次の通りである（図4-1、図4-2、表4-1参照）。

- 1) ナイル川沿いの砂層、礫層
- 2) ヌビア砂岩層
- 3) Moghra砂岩層
- 4) 海岸地帯の堆積層
- 5) 石灰岩層
- 6) 基盤岩類

1) ナイル川沿いの砂層、礫層

ナイル河谷沿い及びナイルデルタの四紀層と新第三紀層の砂層及び礫層で構成される。帯水層は不透水層に挟在され被圧地下水となっている。層厚はSohag付近で層厚300m、カイロ付近で数m程度になる。砂礫層からなる帯水層は東西方向に向かってほぼ水平に連続し岩盤により界される。

地下水利用地域での帯水層の透水量係数は5000～20000 m³/日である。帯水層の地下水賦存量は約200×10⁹ m³/年が推定されている。

2) ヌビア砂岩

古生代～中生代の砂岩層であり、チャド北部、スーダン、エジプト、リビア東部に分布し広大な帯水層を形成する。

ナイルデルタ・ナイル河谷以外の地域ではヌビア砂岩が主要帯水層となり、西部砂漠域全域に分布する他に、東部砂漠地帯、シナイ半島にも分布する。帯水層の厚さは数100～4000mの間で変化する。帯水層は4ヶ国にまたがりその賦存量は3×10²⁰ m³と推定されている。また灌漑・生活用水等における総使用量は14×10⁶ m³/日と推定される。

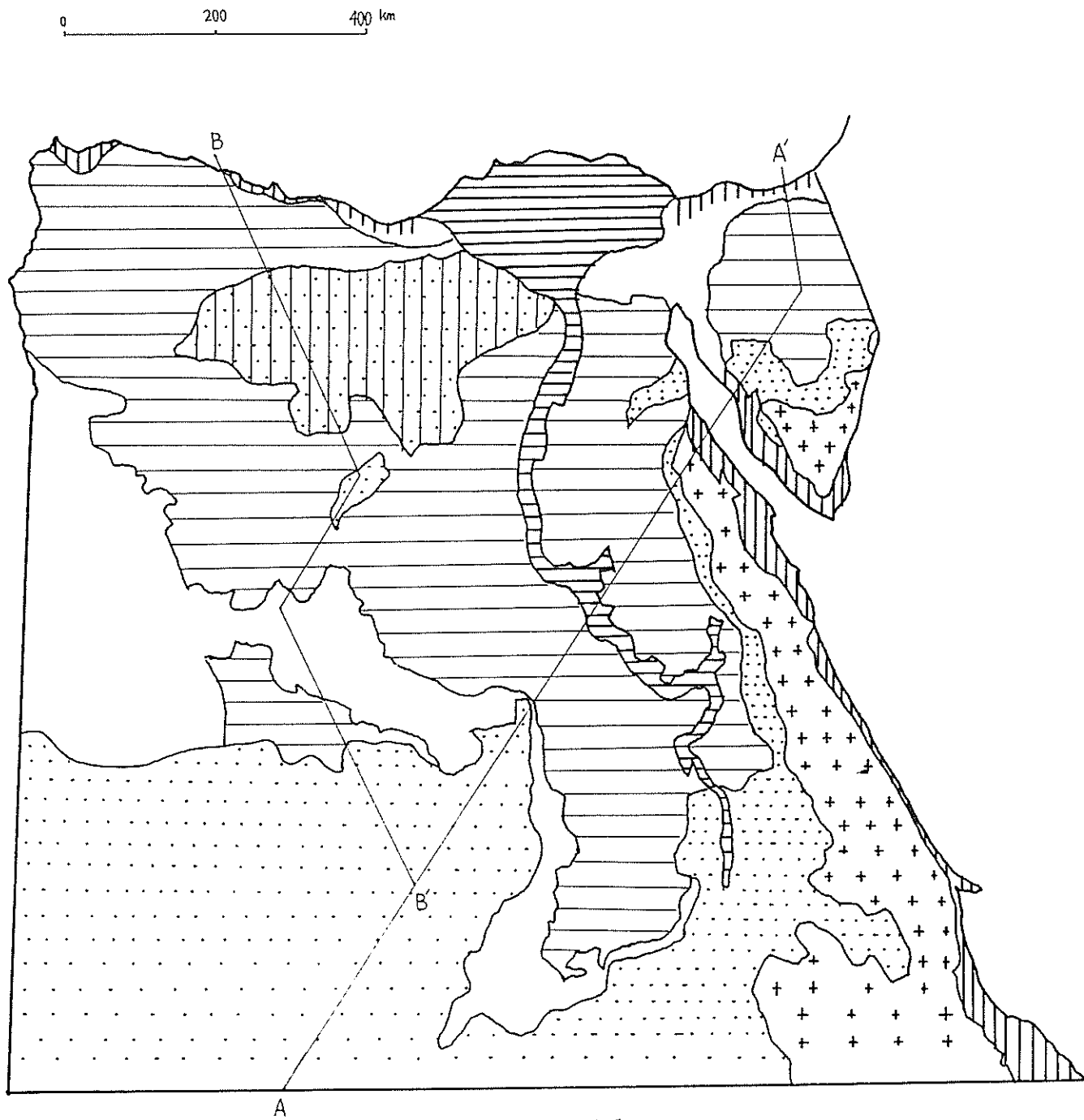
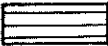

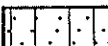





図4-1 帯水層区分

主たる帯水層

- | | |
|--|-----------------|
|  | 1) ナイル川沿いの砂層、礫層 |
|  | 2) ヌビア砂岩層 |
|  | 3) Moghra砂岩層 |
|  | 4) 海岸地帯の堆積層 |
|  | 5) 石灰岩層 |
|  | 6) 基盤岩類 |

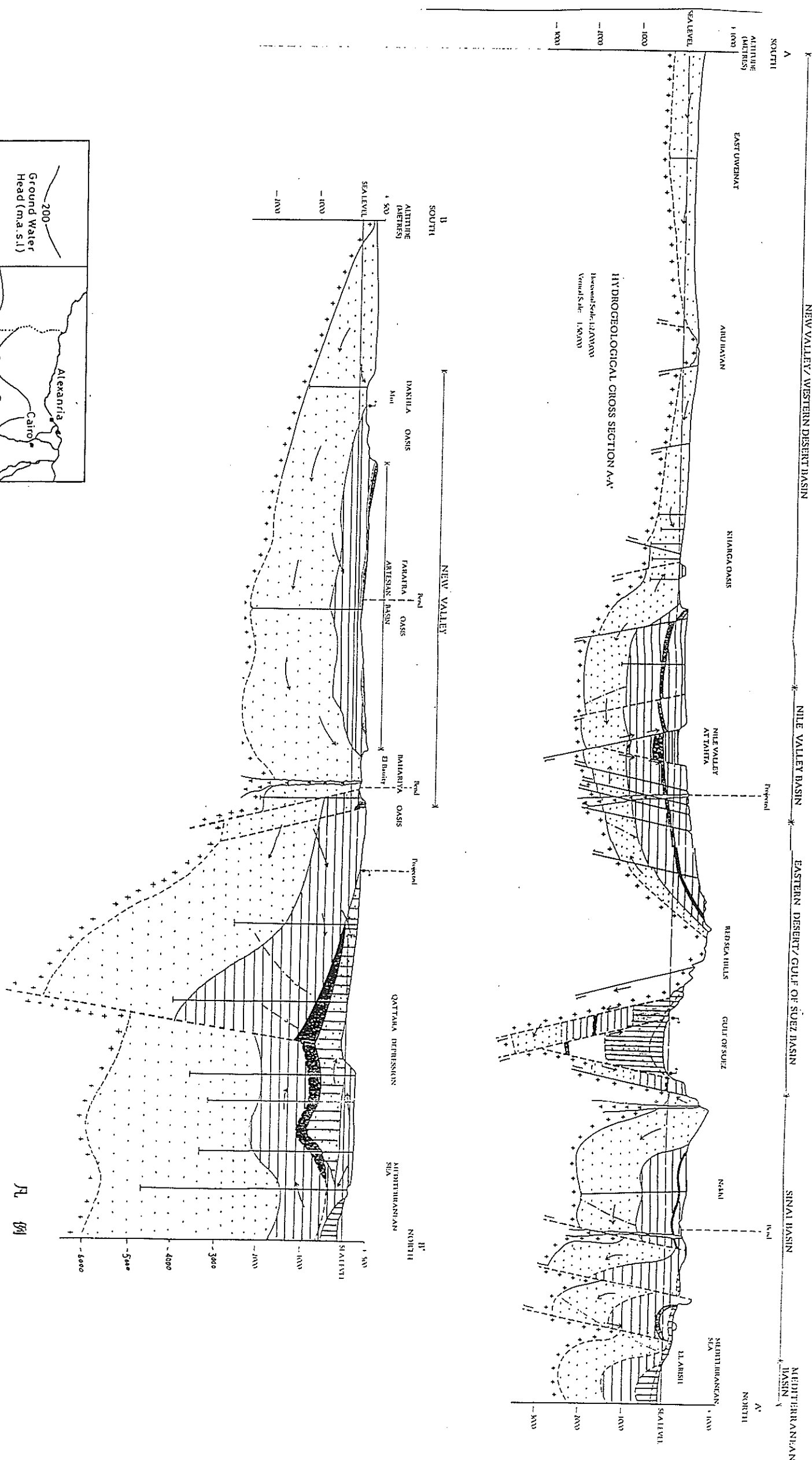


図4-2 帯水層断面

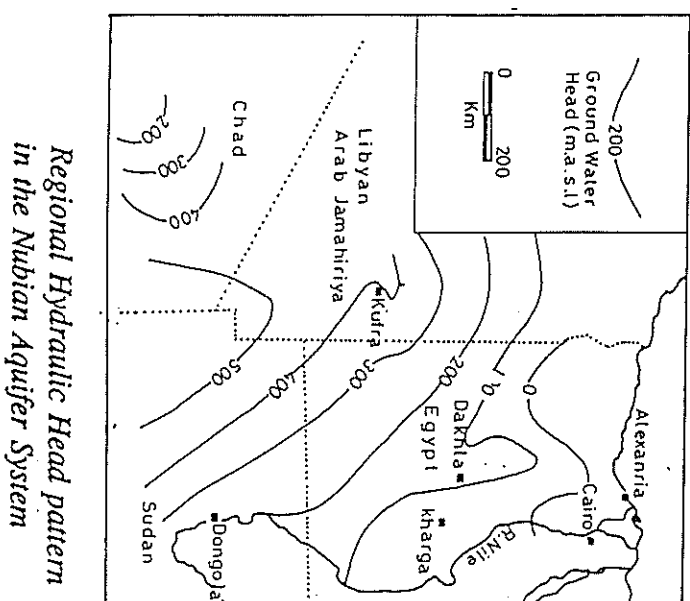


表4-1 主要帯水層の特性
Characteristics of main aquifer systems

Name of aquifer complex	Type locality	Depth of top aquifer (m-GS)	Saturated thickness (m)	Depth to water table (m-GS)	Hydraulic conductivity (m/day)	Transmissivity (m ² /day)	Porosity (%)	Salinity ppm	
<u>GRANULAR ROCKS</u>									
Nile Valley and Delta aquifer	Nile Valley	0-20	10-200	0-5	50-70	5000-18000	25-30	<1500	
	Nile Delta (south)	0-20	100-500	0-5	50-100	5000-25000	25-30	<1500	
	Nile Delta (north)	20-100	500-1000	0-2	<50		>30	>5000	
Coastal aquifers	Mediterranean coastal aquifers	0	<5	+/-15	15-25		>30	1000-6000	
	El-Qaa plain	50-100	60-80	50-70	5-10	300-800		600-2500	
	El-Arish aquifer	15-30	40-50	0-30	5-20	200-1000		1500-6000	
Nubian Sandstone complex	<u>Western Desert</u>								
	Kharga	50-200	500-700	0-30	2-4	1000-3000	20	<1000	
	Dakhla	200	500-1000	0-20	6-7	2500-4000	20-25	<1000	
	Bahariya	150-300	1000-1500	0-20	5-10	9000-15000	20-40	<1000	
	Farafra	200-500	1500-2000	flowing	2-5	5000-10000	20-30	<1000	
	East Oweinat	10-20	100-300	20-30	10-20	1000-2500	20-30	<1000	
	<u>Nile Basin</u>								
	Gena area	100-250	500	flowing	1-2	500-800		2000-2500	
	Lakita area	100-500	200-400	flowing	1-3	100-500		1500-2000	
	<u>Eastern Desert</u>								
<u>Sinai</u>									
	Nakhl	1000	2000	200				1500-2000	
	Ayoun Musa	100-500	1500	flowing				1000-4000	
Mohgra aquifer	Matrun/Qattara	0-200	500-900	100			20	1000-12000	
<u>FLISSURED ROCKS</u>									
Carbonates	Wadi Araba/Helwan	0-100	500	flowing				1000-12000	
Hard rocks	South Sinai	0-50		+/-50				1000-2000	

Sources: References at end of this report

i)西部砂漠地帯

帯水層は大部分の地域で被圧地下水層となっているが、南部では不圧地下水層となり、地下水位はGL-25~-40mである。砂漠低地の自噴地帯はオアシスとなり集落が形成された。西部砂漠地帯における地下水使用量は約 $5 \times 10^8 \text{ m}^3$ /年である。当地域での賦存量は $2 \times 10^{11} \text{ m}^3$ で、南西から北東方向への地下水流動が存在する。地下水の塩分濃度は南部域では1000ppmであるが北部に向かって徐々に濃度を増す。水質は飲料水として概して良好であるが局所的に塩分濃度が高く使用不適となる。

ii)東部砂漠地帯

ヌビア砂岩層を対象とした井戸掘削実績は少なく、少数の自噴井戸が存在するのみである。井戸の地下水頭は標高120m程度で、地下水塩分濃度は1,000~10,000ppmである。

iii)シナイ半島

ヌビア砂岩中の地下水は基本的には化石水であるが、シナイ半島南部で若干涵養されている。南部から北部へ向かう地下水流動が存在し、シナイ半島中央部での地下水水頭は標高200mで、北に向かって低下する。

地下水中の塩分濃度は中央で1500ppm、北へ向かって上昇し5000ppmに達するため、清浄な地下水が得られる地域は狭い。

3) Moghra砂岩層

Moghra帯水層(中新世後期)は層厚500~900mの砂岩、頁岩からなり、ナイルデルタから西部砂漠地帯のカテラ低地の間に広く分布する。地下水は不圧地下水で、地下水位は東縁のナイルデルタで標高10m、西縁のカテラ盆地で海面下60m程度となる。帯水層中には化石水と循環水が混在している。ナイルデルタからの地下水涵養量は $50 \sim 100 \times 10^6 \text{ m}^3$ /年と推定されまたヌビア砂岩からも涵養されている。地下水は農耕地帯やEl-Natrun等の井戸で利用されている。地下水塩分濃度はナイルデルタ付近で1000ppm、カタラ低地で5000ppm以上となる。

4) 海岸地帯の堆積層

地中海沿岸や紅海沿岸の帯水層を形成している。

i) 地中海沿岸

主に冬期の降雨により涵養される自由地下水層であり、海水の侵入を受け塩水層の上位に厚さ数mの淡水層が存在しこれが帯水層を形成している。

シナイ半島のエルアリッシュ付近では砂丘、砂礫層、北部シナイ半島に広く分布する石灰岩層等が複合帯水層を形成している。これ等の帯水層は降雨・洪水・下位のヌビア砂岩からの地下水涵養を受けている。

ii) 紅海沿岸

第四紀層と第三紀層の帯水層が存在する。第4紀層は主要なワジの河口部に形成され、自由地下水で水位はほぼ海水位と等しい。

第三紀層（中新世）は砂岩が帯水層を形成し、洪水時に地下水涵養を受ける。地下水中の塩分濃度は2000～2500ppmである。

5) 石灰岩層

亀裂に富む石灰岩はカルスト帯水層となり、その分布域は全土の50%を占めるが、石灰岩を対象とした地下水開発は遅れている。西部砂漠地帯では一般にヌビア砂岩の上位に層厚650m程度の石灰岩が分布しており、その露出地帯では亀裂に沿って200箇所以上の湧泉が分布し、合計 $2 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{日}$ 以上の湧出がある。

地下水塩分濃度は1500～7000ppmであるが、Siwaオアシスのように200ppm以下の所もある。

6) 基盤岩類

シナイ半島南部や東部砂漠地帯において、岩盤露出地帯の風化部や亀裂部に形成された帯水層である。主に亀裂・岩脈・断層破碎部に地下水が小規模に存在し細々と利用されている。地下水調査がなされていないため、その正確な賦存量は把握されていない。

4.2 地下水開発状況

エジプトの地下水開発はナイル川の伏流水を浅井戸で取水した太古の時代に始まり、BC2000年には100mの自噴井戸を利用していた。以来、ナイル河谷底やナイルデルタでは灌漑用水や飲料水としての地下水利用が盛んとなり、また、砂漠地域の低地帯で地表付近に被圧帯水層が分布するところはオアシスとなった。このようにナイル河谷、ナイルデルタ、砂漠中のオアシス、海岸平野で地下水利用が可能な地域は可住地となった。

現在の地下水開発状況は表4-2の通りである。

表4-2. 地下水開発状況 (1984年)

地域名	地下水使用量(10 ⁶ m ³ /年)			井戸本数
	合計	飲料	灌漑	
ナイルデルタ	920	620	300	4030
カイロ市	300	300	0	150
ナイル河谷	760	260	500	4800
西部砂漠地域	440	5	435	300
東部砂漠地域	5	.5	4.5	20
シナイ半島	35	4	31	80
合 計	2460	1189.5	1270.5	9380

4.2 水理地質図の整備状況

水理地質図の整備状況は次の通りである。

	縮 尺	被覆範囲 (%)
水理地質図	1 / 50万, 1 / 200万	1/50万はナイルデルタのみ、1/200万は全土

5. 水資源/地下水/給水開発計画

5.1 中長期計画

エジプト・アラブ共和国の長期開発計画としては、1983年から2002年までの20年間の長期計画があり、同計画の目標は ①経済の自給体制の確立 ②基礎インフラの強化 ③人口の適正配置であり、これら目標を具体化するために各5ヶ年毎に国家5ヶ年計画を策定し、実行している。

第二次5ヶ年計画(87/88～91/92)では、上下水道管路網を含む基礎インフラの整備を重要施策としており、上水道部門では都市給水能力860万m³/日から1,240万m³/日までの拡張(大カハ圏の給水能力340万m³/日から530万m³/日までの拡張を含む)であり、下水道部門では、給水量の増加に見合う規模までの下水道施設の拡張であった。

第三次5ヶ年計画(92/93～96/97)は、投資総額46,547百万USTドルであり、エジプト経済の再建を目指す経済改革・構造調整計画を具体化するためのもので、取り組むべき課題としては人口増の抑制と雇用不安の解消を最大の眼目としている。また農業灌漑・水利計画や環境保全プログラムも重視されている。

給水長期目標は、都市給水については2010年までに400ℓ/人・日であり、村落給水は1996年までに60ℓ/人・日(地下水利用地域における)である。1993年現在の達成率はそれぞれ30%、60～70%となっている。

5.2 年間計画

第三次5ヶ年計画の1993年の予算は、7,658百万USTドルであり、そのうち水資源開発・給水分野の予算は35百万USTドル、またこの中で地下水開発に関連する予算は約7百万USTドル(内援助約3百万USTドルで43%)となっている。

地下水開発は、水資源研究所により現在主にシイ半島で行われているが(1992年1月開始)、この井戸掘削計画の現状は下記のとおりである。

		北シイ半島	南シイ半島	計
	完成	-	-	-
深井戸	掘削中	5	2	7
(深度800m±25%)	計画	21	2	23

	完成	1	1	2
浅井戸	掘削中	-	1	1
(深度 350m ± 25%)	計画	1	2	3
	計	28	8	36

6. 水資源分野における各ドナーの援助動向

エジプトにおける水資源開発関係の1993年度予算は約35百万USドルであり、その内約15百万USドル(43%)が外国の援助である。また地下水開発については1992~96年度の5年間に約34百万USドルが投資される計画であり、その内22.6百万USドルがシナイ半島に、11.4百万USドルがシナイ半島以外に投資される予定である(ただしシナイ半島では一部ダム建設が含まれる)。

1992年度は約6.8百万USドルが地下水開発に費やされ、その内3.1百万USドル(45%)が援助であり、主な援助国はEEC、フランス、米国、日本などであった。

ナイル流域については、フランス/USAIDが水資源開発マスタープランを1975年に完成させ、その後砂漠地域での調査を実施している。

またエジプト南西部(スーダンとの国境付近、ヌビア盆地)においては、UNDPが1980年に地下水開発調査を開始、1993年からはリビア国境付近へも同調査が拡大される予定である。

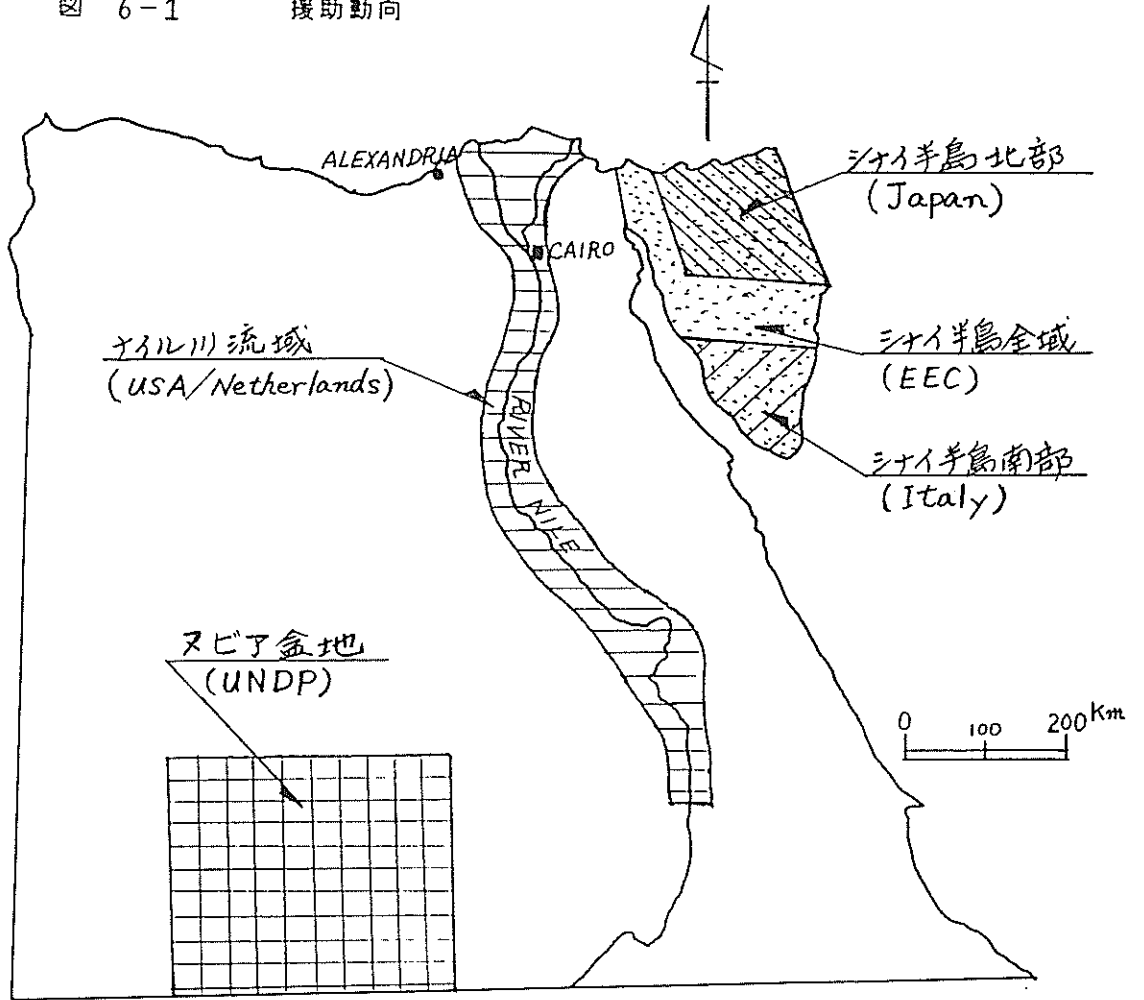
シナイ半島については、全域につき1986年EECが地下水開発調査を開始、1993年1月最終報告書を完成させている。

またシナイ半島北部ではJICA、南部の一部ではイタリアがこれまでに開発調査を実施している。

またUNESCOにより、種々の水資源開発に関する研修コースが設けられている。

その他都市給排水については、ナイル西岸地区(キザ側)において援助計画があり、上下水道施設につき、ドイツの援助により2000年を計画目標に「キザ市上下水道整備計画」が進められており、また米国の援助(USAID)により2010年を計画目標に「カイロ下水道システムの復興と拡大計画」が進められている。

図 6-1 援助動向



7. 水資源／給水分野におけるこれまでの J I C A 援助の概要

J I C A の過去の水資源、給水に関する援助実績の概要を以下に記す。

(1) カイロ大都市圏上水道計画調査（1974年、開発調査）

カイロ市の急激な人口増加による飲用水の不足問題を解決すべく、都市用水基本計画、水道緊急対策、原水供給緊急計画等を策定した。給水人口は7260千人で、対象区域はカイロ市街化地域。

1975年最終報告書作成。

(2) 大カイロ水道改善（1976年、1978年、円借款）

カイロ市及びギザ市の一部地域の上水道整備実施。当計画の実施は3期に区分され、そのうち2期までを日本の援助（円借款）で実施した。

(3) シャルキア上水道整備計画（1983年、開発調査）

ナイルデルタ北東部に位置するシャルキア州（人口約 300万人、面積 4,000km²、州都ザガジグ）の水道計画 F / S。世銀が作成した M / P に基づく2005年を目標年度とする長期給水計画の策定。

(4) ギザ市西オムラニア地区上下水道整備計画

（1988、1989年、無償資金協力22億円）

首都圏にありながら公共インフラ整備が他より大幅に遅れているギザ市西オムラニア地区に対する上・下水道整備の実施。

区域面積58ha、計画人口 175,460人。

当整備事業は（Ⅰ）、（Ⅱ）期に分かれ、（Ⅰ）期は上・下水道総延長 8.8km分の資材供与と幹線布設・施設建設、（Ⅱ）期は総延長13.5km分の資材供与と幹線布設・施設建設。

(5) シナイ半島地下水開発計画（1988年、開発調査）

北シナイ州全域を対象とした地下水開発 F / S。

北シナイ州の面積は 26,000km²で人口は 200,000人。

調査井19本、物理探査（電気探査 650点、重力探査50点）、岩石資料採取 700により水理地質図作成し、地下水開発の優先地域を選択した。

1992年に最終報告書提出。

(6) ギザ市モニブ地区上下水道整備計画（1992年、無償資金協力21億円）

近接するカイロ市と比べ基礎インフラ整備が大幅に立ち遅れているギザ市モニブ地区に対する上・下水道整備の実施。計画区域面積 185ha、計画人口 247,000人。協力内容は、上・下水道施設建設、上水道配水管37.3km及び下水道排水管32.7kmの資材供与。上・下水道の本管・枝管の布設工事はエジプト側で実施する。

1993年現在で当プロジェクトは実施中である。

8. 水資源・給水関連民間企業

8.1 コンサルタント

ボーリング・井戸作成業者でもあるREGWA社が、当国最大の地下水開発に関わるコンサルタントであり、同社はエジプト北部 El Faiyum近郊の30,000ヘクタールにおいて地下水探査、開発及び開発後の土地販売まで手がけている。

また将来はアフリカ諸国の地下水探査、開発にも積極的に参加したい意向である。

同社はこれまで公共事業・水資源省地下水研究所の下部組織であったが、最近民間会社へ移行した。

8.2 ボーリング・井戸作成業者

ボーリング業者が、井戸作成も合わせて行っており、本業者は10社存在する。

最大の業者は、前述のREGWA社であり、他に Sainai Drilling Co., Arab Contractor 等がある。

これらの3社は特に政府関係の業務実績が多く、技術レベルも高いと考えられる。

このうちREGWA社について、その概要を記す。

- ・ 資本金 30百万\$以上（100%自国資本）
- ・ 人員 計600名（内マネージャー+エンジニア 100名）
- ・ 保有機 D-ドリ-型・スピントール型 計25台
- ・ 年商 100本/年以上（平均深度300～500m/本）
シナイ半島では深度800m/本程度の深井戸も多数掘削中。
- ・ 掘削コスト 約90\$/m

他9社についての、1社当たりの概要は次のとおり。

- ・ 資本金 10～60万\$
- ・ 人員 約20～100名（平均マネージャー又はエンジニア1～3名、オペレーター2～10名）
- ・ 保有機 D-ドリ-型1～5台
- ・ 年商 平均20～30本/年（平均深度100～200m/本）

8.3 ハンドポンプメーカー

ハンドポンプを使用するのは、主にナイルバレー沿いの深度数m～10mの膨大な数の手掘り浅井戸に対してであり、ハンドポンプメーカーは多数存在し、すべての部品は国内生産である。その他地域においては深度100m以上の井戸であり、これらには、イギリス・アメリカ・ドイツ・イタリ-などから輸入した電動水中ポンプが使用されている。

9. 給水普及状況

9.1 給水普及率

エジプト・アラブ共和国の水供給の実情は、大カイロ圏（カイロ市、キザ市、加ヒマ市の一部）、アレキサンドリア州を対象とするいわゆる都市給水と、その他の地域を対象とする村落給水に二分することができる。公共事業・水資源省によれば1992年の都市の給水普及率は約90%、村落の普及率は約50%、全国的には70～80%である。

9.2 上水道普及率

上水道普及率は、1986年国家統計によれば、都市部で92.4%、村落で55.9%、全国平均73.1%である。また大カイロ上水道庁によれば、大カイロ圏の上水道各戸給水率は約85%となっている。

9.3 給水量

都市における目標給水量は、400ℓ/人・日（目標年次2010年）であり、1993年現在目標達成率は30%と推定される。

参考までに表9-1,2にキザ市における1986年の家庭への給水実績及び2010年の家庭への給水目標を示す。

また村落における目標給水量は、60ℓ/人・日（目標年次1996年）であり、1992年時点での目標達成率は60～70%と推定される。

ただしこの目標給水量は、地下水研究所の話によれば、地下水を利用する2,000万人を対象にしたものである。

都市給水については、*大カイロ圏では、表流水（ナイル川）、地下水を使用、アレキサンドリア州においては表流水（ナイル川）を使用、また村落給水では主に地下水、一部表流水を使用している。

地下水は、浅井戸及び深度100m～1,000mの深井戸により取水されており、浅井戸は主にナイルハレーに多数存在、また水中ポンプを利用した深井戸は全国に約20,000存在する。

* 大カイロ圏に給水する大カイロ上水道庁の給水能力は約590万m³/日であり、17の浄水場（表流水使用13ヶ所、地下水使用4ヶ所）によって給水。

表 9-1 ギザ市の家庭への給水実績 (1986年)

1日当給水量 (ℓ / 日) (約23%の漏水量を含む)	給水人口 (人)	比 率 (%)	給 水 量 (m ³ / 日)
高所得者層 390ℓ	240,300	9.5	93,717
中所得者層 225ℓ	401,000	16.0	90,225
低所得者層 95ℓ	761,500	28.6	68,067
公 共 水 栓 20ℓ	179,200	7.2	3,584
未 給 水	967,000	38.6	0
計	2,504,000	100.0	255,593

(出所：ギザ市上水道整備マスタープラン)

表 9-2 ギザ市の家庭への給水目標 (2010年)

1日当給水量 (ℓ / 日) (約14%の漏水量を含む)	給水人口 (人)	比 率 (%)	給 水 量 (m ³ / 日)
高所得者層 390ℓ	327,200	10.2	81,800
中所得者層 160ℓ	559,700	17.4	89,552
低所得者層 120ℓ	2,012,300	62.7	241,476
公 共 水 栓 20ℓ	41,100	1.3	822
低人口地帯	270,000	8.4	-
計	3,210,300	100.0	413,650

(出所：ギザ市上水道整備マスタープラン)

10. 現地視察報告

10.1 北シナイ半島（開発調査終了地域）

シナイ半島北部（図10-1参照）では、1988～1993年に日本の開発調査が実施された。

シナイ半島は61,000km²の面積を有し、人口は約200,000人（1988年）である。半島の地中海に面した北部の海岸平野と南部の山岳地帯を除くと大部分は砂漠となっている。年間降水量は地中海沿岸部を除けば極端に少なく、約60～100mmである。半島北東部のEl-Arishや、南西部のEl-Torでは地表面下50～100mから得られる第四紀層の地下水を飲料水や農業用水として利用している。一方近年の過剰揚水のため海岸平野では塩水侵入による水質の悪化を生じている。以上の背景のもとに、日本の援助によるシナイ半島地下水開発計画調査が実施された。調査対象地域は北シナイ州全域であり、その面積は26,000km²に及ぶ。

今回はEl-Arishからアカバ湾最北端のTabaに至るルート上の開発調査試掘井（図10-2参照）を現地視察した。開発調査の目的の一つとして、地下水観測網の確立があるが、観測井は生産井として使用されることなくその目的を十分に果たしていることを確認した。生産井は1993年現在稼働準備段階にあるものが多く、井戸付帯施設やパイプライン建設後には飲料水、農業用水として広汎に利用する予定である。しかし資金不足からポンプ施設等の建設が遅れている。これ等の井戸の管理状況は概して良好であり、調査団の要求に応じてほとんどの生産井で即座に揚水可能であった。また既に利用されている井戸もあり、ポンプ施設、管理事務所、大型貯水槽、水飲み場等が完備され、近隣の住民、家畜に給水している。

現在エジプト自身の手による地下水開発が北シナイ半島で進行中であり、主力帯水層となる下部白亜紀砂岩をターゲットとした井戸掘削が実施されている。井戸掘削に際しては近傍に存在するJICA調査井のデータに基づき、掘削深度、ケーシングプログラム等を計画しており、開発調査結果が十分に活用されている。国内の井戸業者2社がRIWRの指導の元にロータリーターンテーブル型の掘削機を使用し、深度800m前後の井戸を掘削しており、その技術レベルは高い。

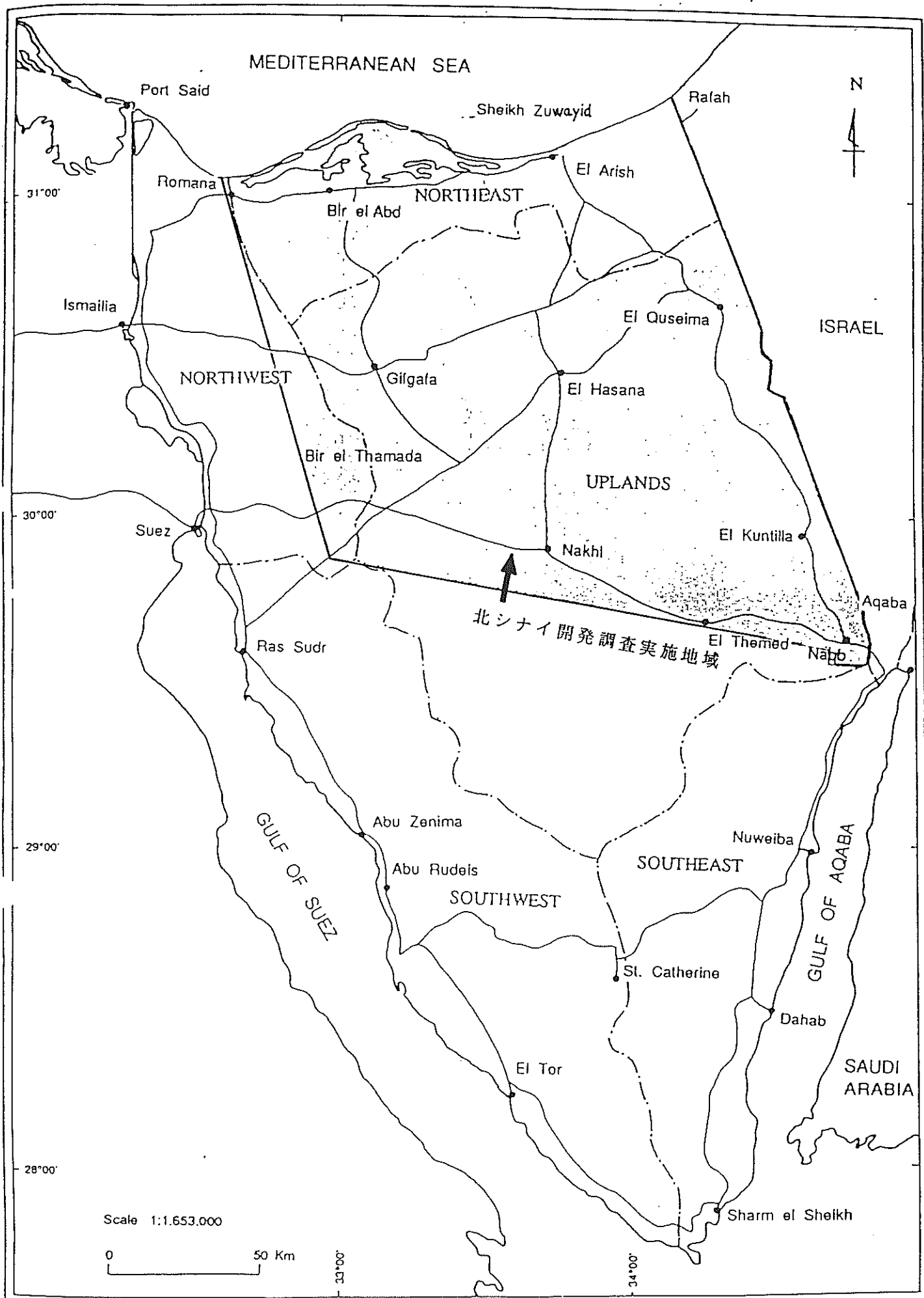


図10-1 シナイ半島概略

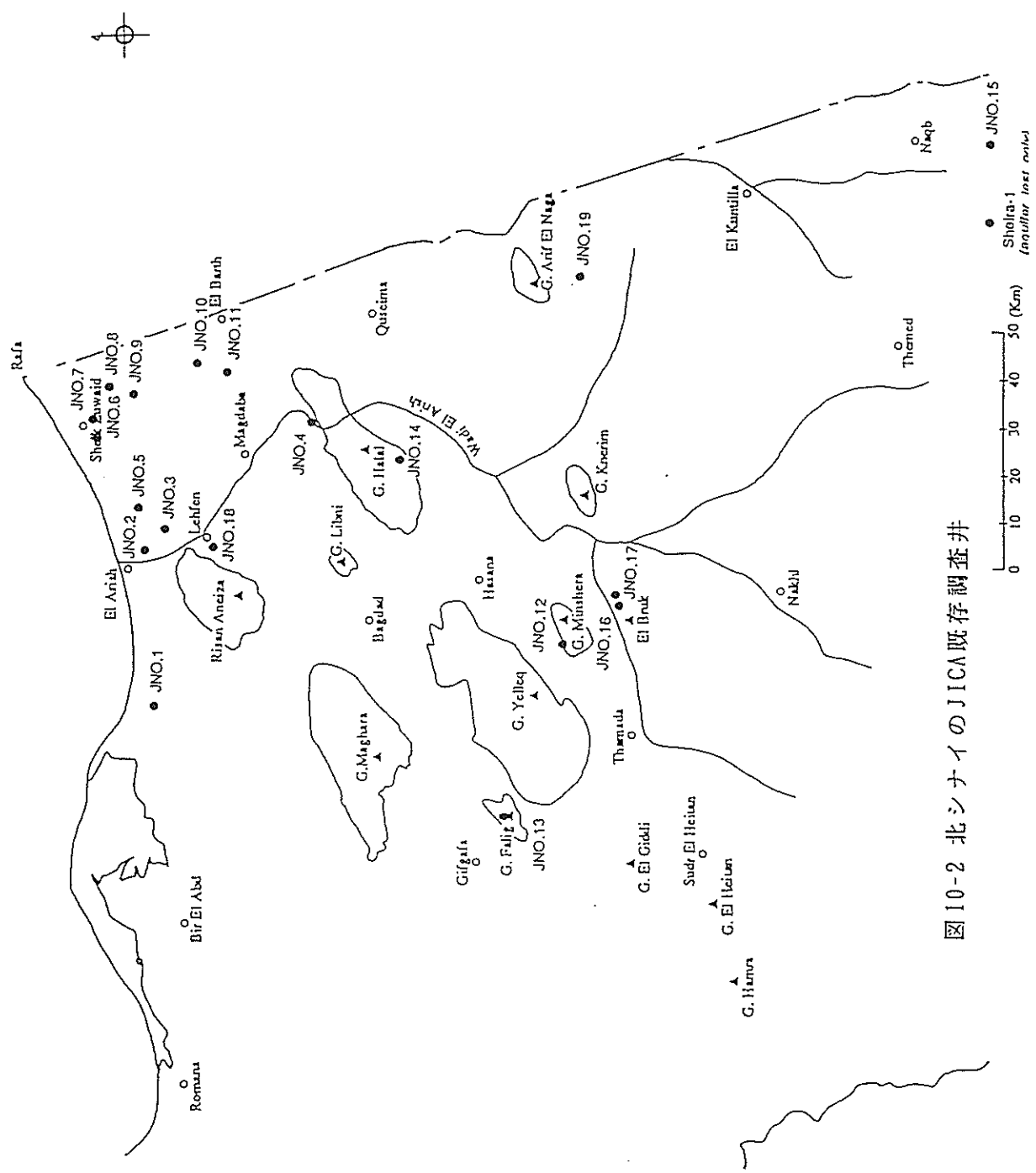


図 10-2 北シナイの JICA 既存調査井

10.2 南シナイ半島（地下水開発候補地）

南シナイ半島（図10-1、図10-3参照）は開発調査候補地としてエジプト側から要望が提出された。現地視察はアカバ湾北端のTaba→Nuweiba→山岳地帯の St. Catherine→スエズ湾沿岸のAbu Rudeisのルートで実施した。

南シナイ半島はその大半を急峻な山岳地帯により占められ、山地の北限が分水界を形成し南北シナイの境界となっている。標高800～1700m級の山地が連なりカタリーナ山（標高2637m）、ムーサ山（2285m）等の高峰が存在する。アカバ湾側は山地が急崖で海岸と接するが、スエズ湾側は海岸沿いに砂漠が広がっている。南シナイの面積は約28,000km²、人口は約30,000人で人口増加率は2.1%、主要産業は農業、牧畜、手工業である。

南シナイ半島の南部では先カンブリア代の変成岩や花崗岩が山岳地帯を形成している。この北側には古生代－中生代の砂岩が分布し更に北側には中生代白亜紀の石灰岩が分布している。スエズ湾沿岸には更新世の砂礫を主体とする未固結堆積物が海岸沿いに幅20kmで分布している。

年間降雨量は南シナイ半島の中央部Rasel Gineina山付近で最も多く100%以上であるが、そこから離れるのに従って同心円状に減少し、スエズ湾、アカバ湾沿岸部で10～25%となる。最も降雨量が少ないのはスエズ湾に面した半島南端部であり年間降雨量5～10%にすぎない。一方可能蒸発量は年間3000%以上となっている。

地表水系区分上は半島中央部を南北に伸びる脊梁山脈により、東流してアカバ湾へ排出される水系と、西流してスエズ湾へ排出される水系に2分される。河川は総じて涸れ川（ワジ）で洪水時のみ流水がある。

帯水層となるのは北シナイとの境界部に広く分布するヌビア砂岩、中央部山岳地帯を形成する基盤岩類、スエズ湾沿いの低平地に分布する第四紀層である。南シナイ半島のヌビア砂岩は層厚は1000m以上で南北シナイの境界部に広く分布している。ヌビア砂岩中の地下水は化石水が主体であるが、南シナイの露出部から若干の涵養があるとされている。地下水は帯水層の地質構造に支配され、南シナイから北シナイに向かって流動している。ヌビア砂岩は帯水層としては比較的良好であるが、南シナイでの分布域は北部に限定されている。この地域では現在エジプト自身の手によりヌビア砂岩をターゲットとした深度800m規模の井戸が掘削

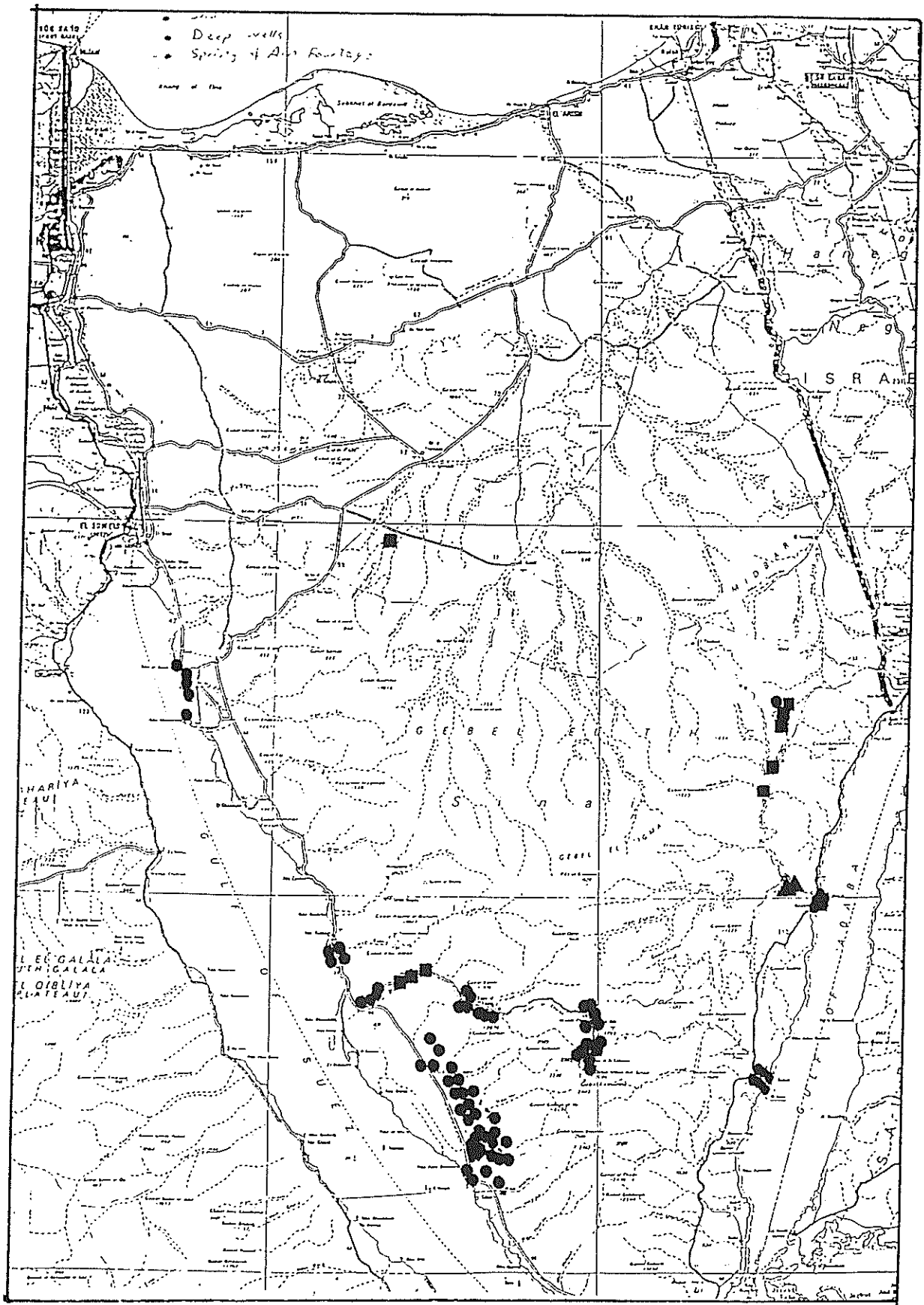


図10-3 南シナイの既存井戸位置図

- 凡例
- 浅井戸
 - 深井戸
 - ▲ 湧泉集水井

されている。

ヌビア砂岩帯水層の地下水頭は標高 200m 程度であり、地下水中の塩類濃度は約 1500ppm である。

基盤岩類の片麻岩・花崗岩は南シナイで最も広く分布する地層であるが、全般に堅硬緻密な岩質で風化帯が薄いため亀裂部にのみ地下水を賦存する。したがって地下水賦存量は少なく、小規模な地下水利用にとどまっている。現場視察の印象では、基盤岩中には褶曲運動に起因した断裂系が発達し地下水賦存が期待されるが、その探査は困難であることが予想される。基盤岩の中には無数の玄武岩質岩脈が貫入し、母岩との接触部は風化が進み地下水の通路となるが、一般にその規模は小さい。南シナイの山岳地帯は地形が急峻であり井戸掘削資機材の搬入は困難である。

山間の谷底平野では、直径 7 m、深さ 17m の巨大な集水井を沖積層（ワジの堆積物）内に埋設し岩盤裂カ部から沖積層内に浸透する地下水を取水している。また山岳部中央に位置する St. Catherine 市は周囲を急峻な断崖に囲まれた谷底平野内に在り、岩盤裂カ部から厚さ 40m の谷底堆積物内に浸透する地下水を直径 3 m、深さ 40m の巨大な井戸により取水している。周囲の谷壁は硬質な花崗岩質岩石から成り風化帯、亀裂帯の発達は不良である。

スエズ湾沿岸地帯には未固結砂礫層が厚く堆積し帯水層としては良好であるが、地下水中の塩分濃度に問題があり、場所によっては塩分濃度が 36,000ppm を超える所もある。スエズ湾に面した南シナイの中核都市 El-Tur 市と石油基地 Abu-Rudeis 市間には、海岸沿いに南北方向に伸びる小山地とその東側の脊梁山地とに挟まれた幅 10 数 km、長さ 30km の平野がある。この平野には未固結の砂礫から成る地層が厚く堆積し、良好な帯水層となっている。平野と両側の山地とは断層で接し、砂礫層の厚さは 1000m に達する。この地層は透水性・貯水性ともに高くまた水質上の問題もない。現在 El-Tur 市の水源となっているが今後の南シナイの地下水開発の有望地の 1 つである。一方、地下水開発により大量に揚水した場合に地下水に塩水が混入する可能性があることをエジプト側技術者から指摘されている。石油開発基地となる Abu-Rudeis 市付近では含油層の下位の地層から取水しているがやはり水質上の問題がある。

南シナイの人口集中地帯はアカバ湾沿岸とスエズ湾沿に散在する小数の地方都

市であり観光及び石油資源に依存している。また南シナイ中央部を東西に横断するルート沿いには無数の集落が散在し、主に河谷底の沖積層内の地下水を素掘り井戸から取水している。比較的規模の大きいものとしては直径7m、深さ17mの集水井や、St. Catherineに見られる径3m、深さ40mの井戸等がある。St. Catherineでは水中ポンプで揚水後に給水車で運搬している。スエズ湾沿の石油基地Abu-Rudeisではナイルデルタからパイプラインにより飲料水を給水している。

南シナイ半島は乾燥気候地帯に属し地表水の利用が不可能であるため地下水依存度が極めて高い。可住域の拡大、農業振興、観光・鉱業資源の開発はすべて今後の地下水開発にかかっている。

井戸掘削技術に関しては、国内作井業者（REGWA等）は900m級の井戸掘削の実績を有しその技術力は高い。したがって開発調査後は独自に地下水開発が可能である。

11. 水資源分野での今後のJICA援助への提言

11.1 中期的アプローチ

- ・ 要望調査より、南シナイ半島及び紅海州が開発調査案件として揚げられたが、両地域とも気象や地質条件から地下水開発の可能性が低く調査を実施する上でも様々な困難が発生すると予想される。更に紅海州に関しては、これから開発を進める予定とされている地域であり緊急性は低い。一方、シナイ半島に関しては、北部で調査を実施した実績があり、地下水が南から北へ流れているという状況を考慮すると、北部での調査を補足する意味でも南部の調査には意義があると思われる。また、南シナイと紅海州は類似の自然状況であることから、南シナイで調査を実施し、その結果を経て紅海州まで広げていくことが望ましい。

11.2 長期的アプローチ

- ・ 水資源開発のみならず農業・鉱工業を含むマクロな開発につき考慮でき、かつJICA援助の具体的骨子を作成しうる専門家あるいは地下水開発利用と同時に環境への影響評価と環境汚染に対する対策を立案できる専門家を長期的にの派遣が望まれる。

12. 水資源分野での調査対象国への提言

12.1 地下水開発実施体制

- (1) 地下水開発に関しては、公共事業・水資源省、開発省、計画省、土地開拓庁、建設・住宅省等関係省庁が多岐にわたっており、国全体としての地下水総合開発計画、あるいは地域別、利用目的別等地下水開発優先順序など不明である。従って、今後は省庁間の調整を行い、全国の総合的な地下水開発計画を策定してゆく必要がある。
- (2) 地中海沿いの地域においては地下水の塩水化の問題があり、今後は地下水開発管理のため同地域においてモニタリングネットワークを確立する必要がある。

12.2 村落給水施設維持管理体制

- (1) シイ半島などの村落給水に関しては、深井戸（300～1,000m）利用が多く、井戸建設～維持管理までに住民が参加するのは難しい状況であるが、井戸についての共有財産意識をもたせるためにも住民の経費負担、労務提供等考慮してゆくべきと考える。

12.3 要望案件について

- (1) 紅海州東部及び南シイ半島は、極度に水不足の砂漠であるが、鉱物、観光資源等が豊富であり、地下水開発が絶対的に必要であることを鉱工業開発計画や観光開発計画等で明確に示す必要がある。また、自主的に試掘を進め、地下水開発の可能性を示すことも必要である。

ANNEX

1. 収集資料リスト	5 3
2. 実施体制調査表	5 4

1. 収集資料リスト

A N N E X 1 収集資料リスト

<地図・図面類>

1	Hydrogeological Map of Egypt(Scale 1:500,000)	Ministry of Public Works and Water Resources	1992	Water Research Center	原本
2	Topographical Map Egypt(Scale 1:950,000)	Ministry of Public Works and Water Resources	1993	Book Shop	原本
3	Topographical Map Sinai(Scale 1:850,000)	Ministry of Public Works and Water Resources	1993	Book Shop	原本
4	Land Forms and Groundwater Utilization Map of Egypt	Ministry of Development	1993	Ministry of Development	コピー
5	シナイ半島の地質柱状図	Research Institute for Water Resources	1993	Research Institute for Water Resources	コピー

<プロフィール報告書>

No.	資料名	著者(発行者)	発行年	入手先	原本/コピー
6	Red Sea Governorate Regional Plan	Ministry of Development	1981	Ministry of Public Works & Water Resources	原本

<政府刊行物及び文書>

No.	資料名	著者(発行者)	発行年	入手先	原本/コピー
7	Information Bulletin '89	Water Research Center	1989	Water Reserch Center	コピー
8	Water Science(Special Issue,1991)	Water Research Center	1991	Water Reserch Center	原本
9	Government Organization Chart	JICA事務所	1993	JICA事務所	コピー
10	The Research Institute for Ground Water	Water Research Center	1993	Water Reserch Center	コピー
11	南シナイ既存井戸位置図及び気象データ	Research Institute for Water Resources	1993	Research Institute for Water Resources	コピー

<その他>

12	Water Resources	REGWA	1991	REGWA	コピー
----	-----------------	-------	------	-------	-----

2. 実施体制調査表

アフリカ地域地下水開発・利用調査研究

調査票（中央政府用）

対象国：（通番No. ） エジプト

番号	項目	記事	単位	備考	
101	政府規模	公務員数	90年 3,255	(人) 臨時雇を除く人数 内女性956人	
102	政府予算	歳入	92年度 16,033	(USM\$) 最新の同一年度予算	
103		歳出	92年度 18,779	(USM\$) 最新の同一年度予算	
104		経常収支	92年度 Δ2,746	(USM\$) 年度予算(赤字はΔをつける)	
105		投融資額	92年度 671	(USM\$) 最新の同一年度予算	
106	国家開発計画 (5ヶ年計画等)	政策・計画の名称 : 政策 : 計画	第3次5ヶ年計画('92~'96)		
108		計画投資	92~96年度 46,547	(USM\$) 現行計画投資総額	
109		実績投資	92年度 7,658	(USM\$) 現在迄の投資額	
110		援助実績	92~96年度 1,801	(USM\$) 上記実績投資額の内援助資金	
111		援助比率	年度 4	(%) 援助実績/実績投資額x100	
112		給水計画 (5ヶ年計画等)	基本政策の有無 及び名称	有 無 Five Year Plan	政策、計画の有無とその名称
114			基本計画 及び名称	有 無 One Year Plan	基本計画の有無と名称
116	将来計画 及び名称		有 無 Master Plan 2010	将来計画の有無と名称	
118	計画投資		93年度 35	(USM\$) 現行計画投資総額	
119	実績投資		93年度 -	(USM\$) 現在迄の投資額	
120	援助実績		93年度 15	(USM\$) 上記実績投資額の内援助資金	
121	援助比率		43	(%) 援助実績/実績投資額x100	
122	従事要員数	年 300	(人) 計画に従事する職員のみ		
123	地下水開発計画 (5ヶ年計画等)	基本政策	有 無	政策、計画の有無、 政策、計画に関する資料を添付 すること	
124		基本計画	有 無		
125		将来計画	有 無		
126		計画投資	92~96年度 33.9	(USM\$) 現行計画投資総額	
127		実績投資	92年度 6.78	(USM\$) 現在迄の投資額	
128		援助実績	92年度 3.03	(USM\$) 上記実績投資額の内援助資金	
129		援助比率	45	(%) 援助実績/実績投資額x100	
130	従事要員数	92年度 600	(人) 計画に従事する職員のみ		
131	地下水開発に係わる 実施機関	実施機関の有無	有 無	Ministry of Public Works and 中央省庁(A)、地方政府(B) 公社・公園等(C)の区別	
132		実施機関の 位置付け	A B C		
133	給水普及率	全国	92年 70~80	(%) 調査年と普及率(%)	
134		都市部	92年 90	(%) 調査年と普及率(%)	
135		地方部	92年 50	(%) 調査年と普及率(%)	
136	水因性疾病率	全国	92年 -	(%) 調査年と人口に対する疾病率(%)	
137		主な疾病	(1)DYSENTRY	- (%) 主な疾病の種類を記載	
			(2)CHOLERA	- (%) トラナシ、赤痢・腸チフス等は表流水 を使用する地域のみ発生。	
			(3)TYPHOID	- (%)	
138	環境に係わる問題点	地盤沈下	有 無	地盤沈下の有無	
139			(km ²)	地盤沈下の見られる地域と面積	
140		地下水の塩水化	有 無	塩水化の有無	
141			3,000	(km ²) 塩水化の見られる地域と面積	
142		砂漠化	有 無	砂漠化の有無	
143			2,000	(km ²) 砂漠化の見られる地域と面積	
144	湖沼・干潟の干上 がり	有 無	湖沼・湖沼の干上がりの有無		
145		(km ²)	干上がりの見られる面積		

(注：記事欄に年と記載のあるものは、その統計数字の基となった年度を記入する)

アフリカ地域地下水開発・利用調査研究

調査票（地下水開発管理部門 1）

対象国：(通番No.)

番号	項 目	記 事	単 位	備 考		
201	種 別	A B C D		中央省庁（A）、地方政府（B） 公社・公団（C）、その他（D）		
202	名 称	RIGW & RIWR		実施機関の名称		
203	実施部門職員数	全体	93 年 320	(人)	臨時雇を除く	
204		管理部門	93 年 9	(人)	内女性3名	
205		技 師	93 年 65	(人)	20%が女性	
206		技 工	93 年 30	(人)	他は運転手、秘書等	
207	地下水開発計画	計画給水量	Rural area 60 l/人・日			
208		計画目標年次	1996 年			
209		計画達成率	92 年 60~70	(%)	基本計画の達成率	
210	予算 (給与、賃金のみ)	経常収入	92 年度 0.90	(US\$)	最新の同一年度予算	
211		経常支出	92 年度 0.90	(US\$)	最新の同一年度予算	
212	作井事業予算	計画投資	92~96年度 27.9	(US\$)	現行計画投資総額	
213		実績投資	92 年度 5.6	(US\$)	現在迄の投資額	
214		援助実績	92 年度 2.6	(US\$)	上記実績投資額の内援助資金	
215		援助比率		46	(%)	援助実績/実績投資額x100 援助内容の詳細は資料を添付する
216		外貨比率		(%)	外貨/実績投資x100	
217	作井事業部門要員数 (上記実施部門要員 の内、作井事業に 係わる要員数)	技師(計画作成/ミ)	93 年 5	(人)	総務・経理を除く専任技師	
218		熟練技工	年 -	(人)	専任技工のみ (トリラ-経験 3年以上)	
219		未熟技工	年 -	(人)	専任要員のみ (トリラ-助手経験 3年未満)	
220	所有作井機	機 種	C	(台)	ケーブル式H ^o -アクション型：C	
221		台 数	B	(台)	セメント型：B	
222		RIGWが所有	Ⓡ	2	(台)	ロータ-テ-ブル型：R
223			A	(台)	トップドライブ式ロータ-型：A	
224	作井機材維持管理 部門要員数 (上記作井事業部門 要員と重複も可)	技師	年 -	(人)	専任技師のみ	
225		熟練技工	年 -	(人)	専任技工のみ (機械修理工経験 5年以上)	
226		未熟技工	年 -	(人)	専任要員のみ (機械修理工経験 5年未満)	
227	維持管理設備	修理工場	N A B	(ヶ所)	なし：N、レベル：A、B	
228		維持管理設備	N A B C	(ヶ所)	なし：N、レベル：A、B、C	
229		維持管理費	年	(US\$)	人件費を除く年間経費	
230	地下水開発状況	既存の地下水	10	(ヶ所)	箇所数と対象面積	
231		開発調査	50,000	(Km ²)	調査位置は図に示して添付する	
232		水文及び水文地	10	(ヶ所)	箇所数と対象面積	
233		質調査実施状況	50,000	(Km ²)	調査位置は図に示して添付する	
234	地下水賦存量の 把握状況	10	(ヶ所)	賦存量が把握されている箇所数と		
235		50,000	(Km ²)	面積		

(注：記事欄に年と記載のあるものは、その統計数字の基となった年度を記入する)

アフリカ地域地下水開発・利用調査研究

調査票（地下水開発・管理部門2）

対象国：(通番No.)

番号	項目	目	記事	単位	備考	
301	施設管理の状況	既存井戸数	管井戸 : ハンドポンプ too many : 動力ポンプ 20,000 掘抜き井戸 100	(ヶ所) (ヶ所) (ヶ所)	井戸位置は図に示し添付する	
302		井戸台帳の有無	有 無 部			
303		公的機関による施設状況の把握	有 無 部 RIWR RIGW			
304		地下水位測定	12 2	(回/年)	自動的に測定する井戸 20	
305		水質測定	4 2	(回/年)	" "	
306		施設維持管理体制	公的機関の数	WRD of Ministry of PWRR 24	(ヶ所)	地方維持管理センター等の総数(公的機関)
307			専任職員数	92年 312	(人)	公務員のみ(民間委託の場合は別に資料を添付する)
308			: 総務・経理	92年 24	(人)	
309	: 技師		92年 48	(人)		
310	: 機械工		92年 240	(人)		
311	年間経費		年度	(US\$)	公的機関は人件費を除く	
312	公的維持管理設備		24	(ヶ所)		
313	施設維持管理研修の有無		有 無		管理、修理等の研修が行われているか	
314	維持管理上の問題点		A B C D Not Problem		維持管理上の問題点を記載要領に従ってレベル分けをする	
315	利用者組織		利用者組織数	-	(組)	給水設備を管理する民間組織総数 利用者組織表を添付する
316		利用者負担金	-	(US\$)	年間総額(1人当り又は1所帯当りを明確にする)	
317		公的機関による援助の有無	有 無		財政的援助	
318		: 修理費	100	(%)	技術的援助 修理費の内、援助の割合	
319		: SAアパ-ツ提供	有償 無償		有償、無償の別を記載	
320		: 修理工派遣	有償 無償			
321		民間作井業者	業者数	年 10	(社)	作井機を所有する民間業者(浅井戸、手掘り井戸業者を除く)
322			資本金	93年 0.1~0.6/company	(US\$)	REGWAを除く
323	年間売上高		(20~30本)/company	(US\$)	年間作井本数と年間売上高	
324	要員数: 技師		93年 1/company	(人)	全業者の合計	
325	: 熟練技工		93年 9/company	(人)	全業者の合計(経験3年以下と臨時を除く)	
326	所有作井機		C	(台)	ケーブル式ポンプ-アクション型: C	
327	: 機種		B	(台)	スラウド型: B	
328	: 台数		R 2/company	(台)	ロータリーポンプ型: R	
329		A	(台)	トップドライブ式ロータリー型: A		
330	標準作井深度及び地質・揚水量	浅井戸	100~200	(m)	手掘り井戸の標準深度	
331		深井戸	300~1,000	(m)	機械掘管井戸の標準深度	
332		地質	S & H	(硬軟)	軟岩層: S 硬岩層: H	
333		揚水量	100~200	(m ³ /day)	深井戸一井当たり標準揚水量	
334	ハンドポンプ	ハンドポンプメーカーの有無と業者数	有 無 Many	(社)	ハンドポンプメーカーの有無と業者数	
335		SAアパ-ツの入手先	国内 100	(%)	入手先の国外、国内の比率	
336			海外	(%)	UK, USA, India, Italy などより	

(注: 記事欄に年と記載のあるものは、その統計数字の基となった年度を記入する)

アフリカ地域地下水開発・利用調査研究

調査票（給水機関）

対象国：(通番No.)

番号	項 目		記 事	単 位	備 考		
501	種 別		A B C D		中央省庁（A）、地方政府（B） 公社・公団（C）、その他（D）		
502	名 称		大カハ上水道庁 GREATER CAIRO WATER SUPPLY AUTHORITY (GCWSA)		給水機関の名称		
503	給水部門職員数	全体	年 13,000	(人)	いずれも臨時雇を除く		
504		管理部門	年 50	(人)			
505		技 師	年 520	(人)			
506		技 工	年 1,200	(人)			
507	給水計画	計画給水量	400 l/人・日		5カ年計画等の給水計画に基づく 給水基準量		
508		計画目標年次	2010年				
509		計画達成率	93年 30	(%)	基本計画の最新年次での達成率		
510	年間予算	経常収入	92年度 50	(US\$)	最新の同一年度予算		
511		経常支出	92年度 75	(US\$)	最新の同一年度予算		
512	給水事業計画予算	計画投資	92年度 35	(US\$)	現行計画投資総額		
513		実績投資	92年度 50	(US\$)	現在迄の投資額		
514		援助実績	92年度 15	(US\$)	上記実績投資額の内援助資金		
515		援助比率	43	(%)	援助実績/実績投資額x100 援助内容の詳細は資料を添付する		
516		外貨比率	49	(%)	外貨/実績投資x100		
517	上水道水源	表流水取水施設	ダム	(ヶ所)	上水道水源施設の種別と箇所数、 水源位置は位置図に表示し添付す る		
518			その他	(ヶ所)			
519		地下水取水施設	(ヶ所)				
520	給水実績	上水道普及率	全国	70~80	(%)	上水道による給水人口の全人口に 対する比率と人口、全国、都市部 、地方部に区分	
521							(人)
522			都市部	90	(%)		
523				12,000,000	(人)		
524			村落部	50	(%)		
525				(人)			
526		月間水道料金	共同水栓 0.015\$/水栓	(/月)	月別水道料金、水栓種別毎に記載		
527			各戸水栓	(/月)			
528			その他	(/月)			

(注：記事欄に年と記載のあるものは、その統計数字の基となった年度を記入する)