

エジプト国
シナイ半島地下水開発計画調査(II)
事前調査報告書

平成8年2月

JICA LIBRARY



J1129069(9)

国際協力事業団

社調平

J R

95-061

エジプト国シナイ半島地下水開発計画調査(II)事前調査報告書

平成8年2月

国

405
618
533

エジプト国
シナイ半島地下水開発計画調査(II)
事前調査報告書

平成 8 年 2 月

国際協力事業団



1129069 [9]

序 文

日本国政府は、エジプト・アラブ共和国政府の要請に基づき、同国のシナイ半島地下水開発計画(II)にかかる調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することといたしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成7年9月29日より10月16日までの18日間にわたり、当事業団社会開発調査部次長西牧隆壯を団長とする事前調査団(S/W協議)を現地に派遣しました。

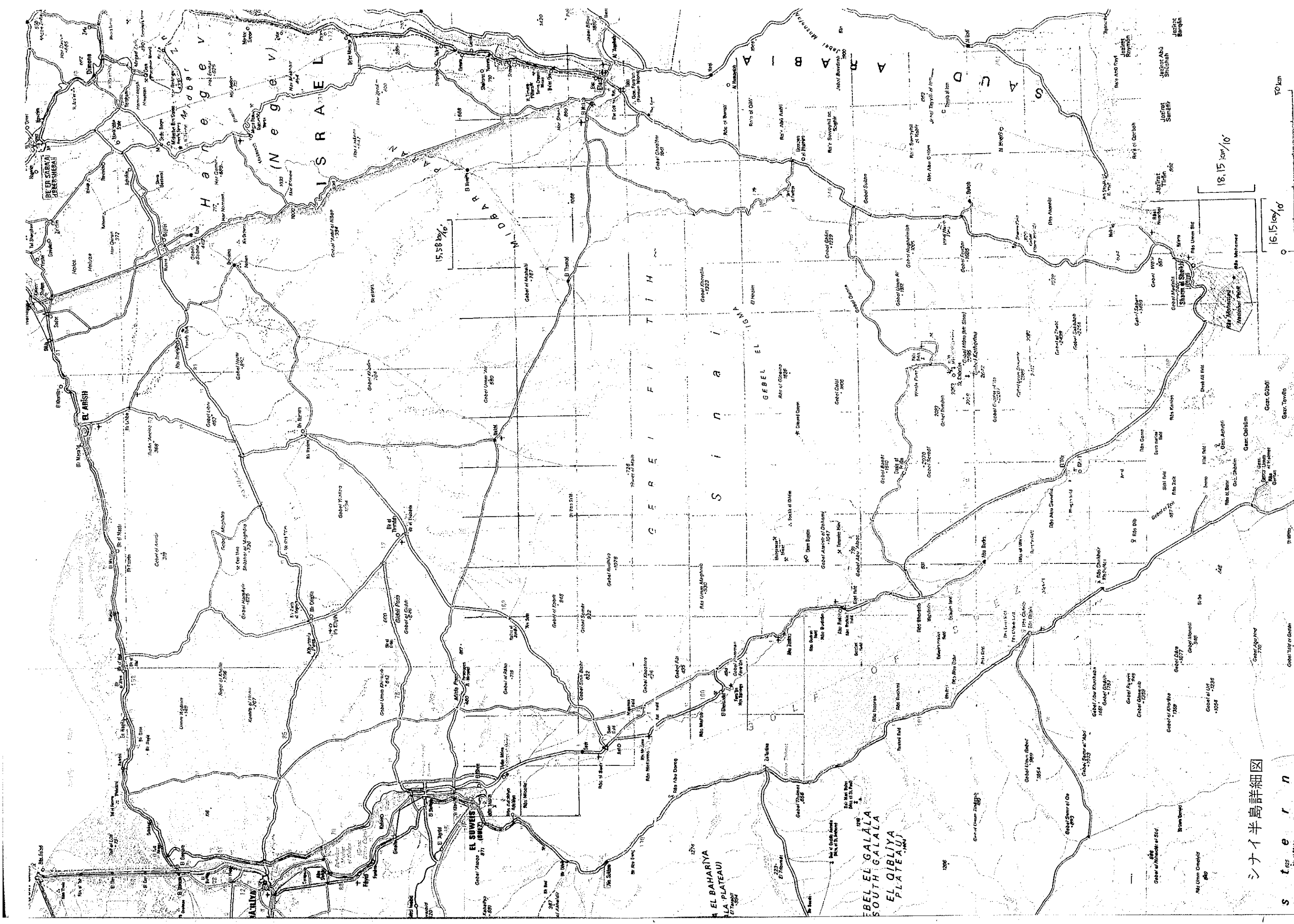
調査団は本件の背景を確認するとともにエジプト国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するS/Wに署名しました。

本報告書は、今回の調査をとりまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成8年2月

国際協力事業団
理事 佐藤 清

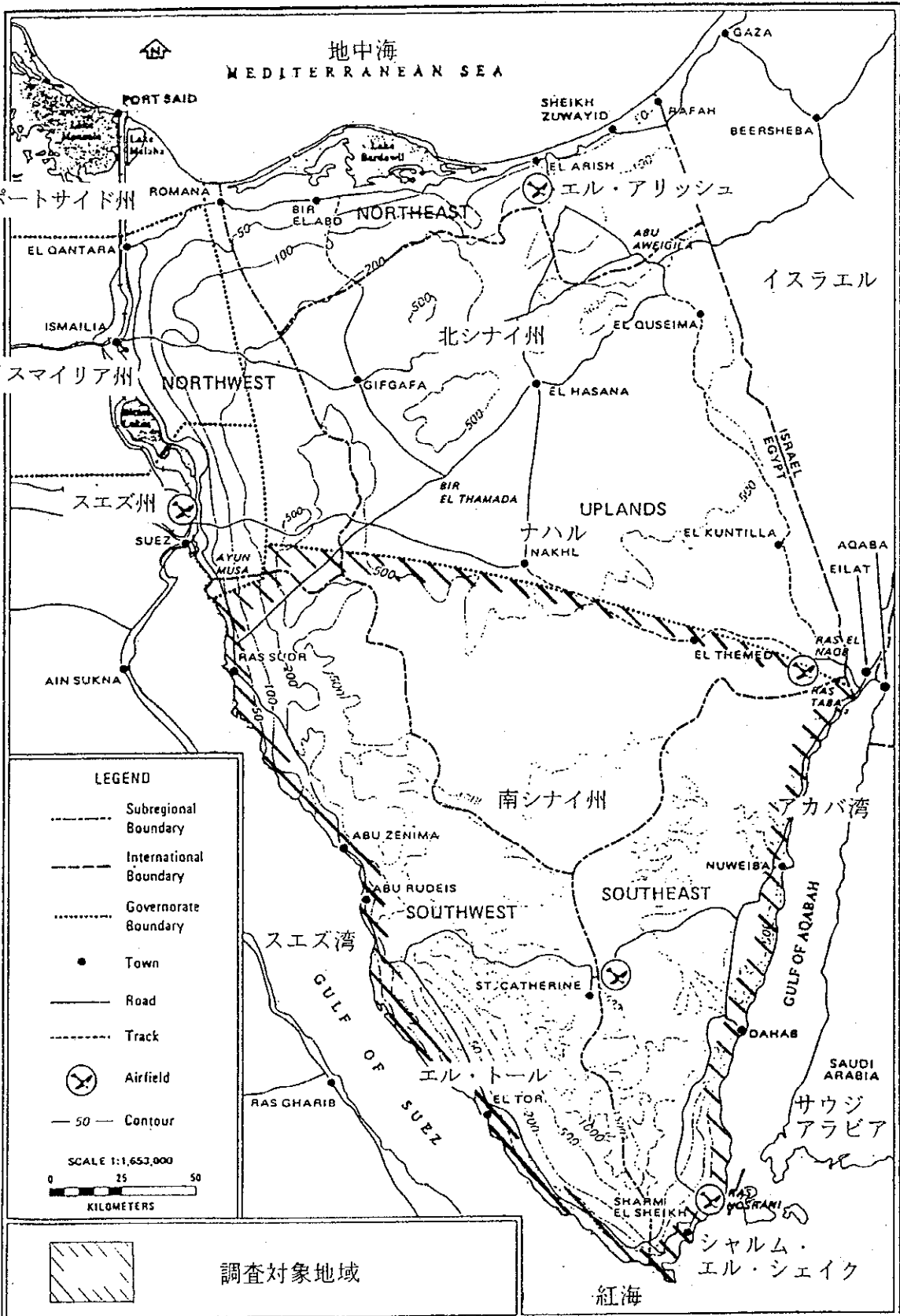


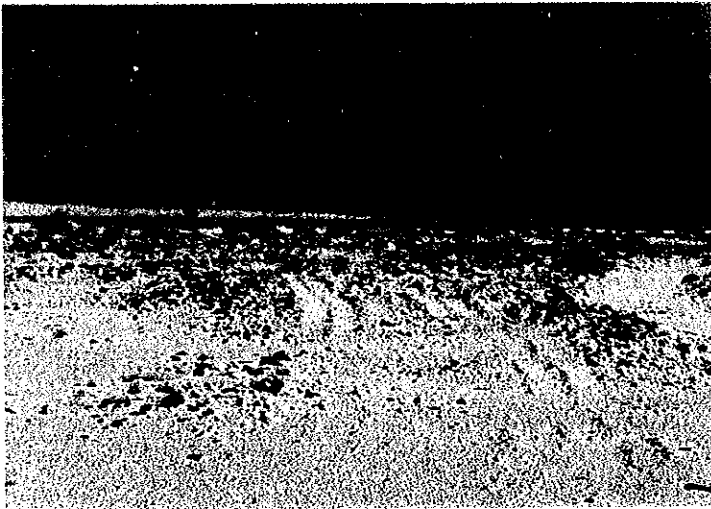
シナイ半島詳細図

s t e r n

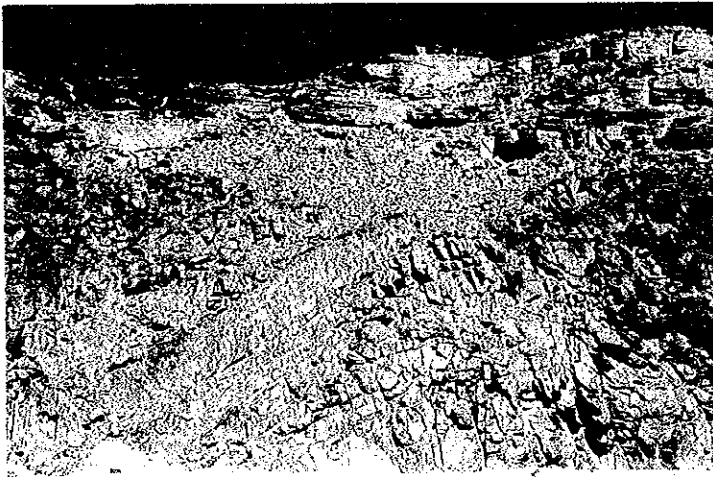
18.15 104/10
16.15 104/10

50 km





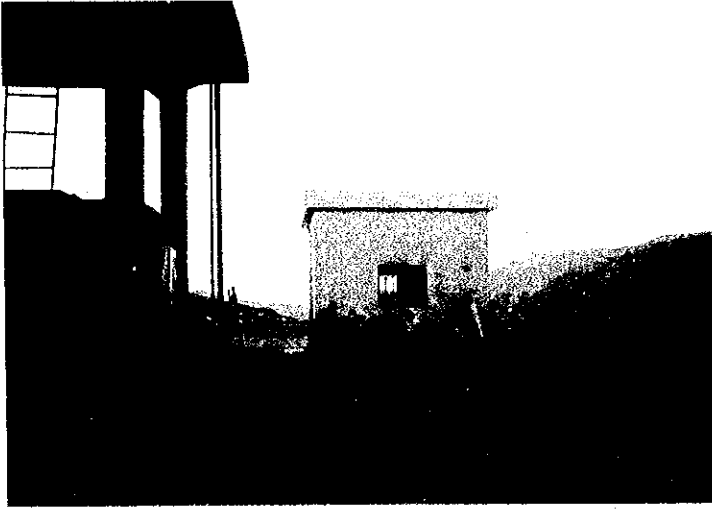
El Qaa 平原から山岳基盤岩帯をのぞむ



基盤岩帯の露頭



Wadi Watir の支流 Wadi Qideira 沿いの露頭



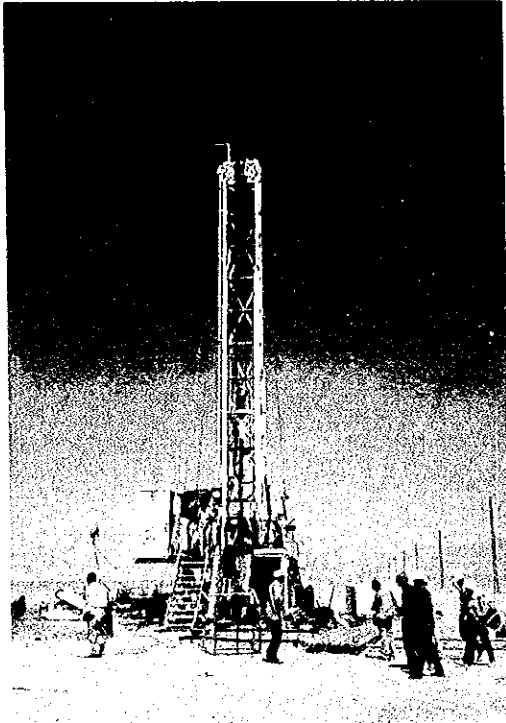
Wadi Feiran 沿いの井戸および貯水施設



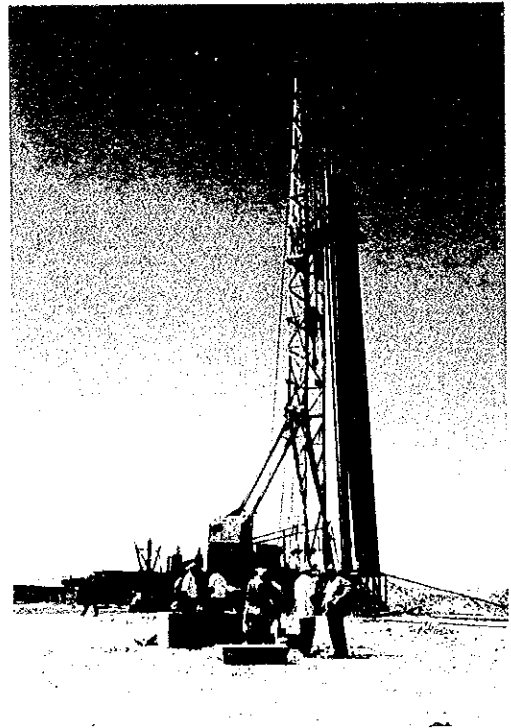
Wadi Watir 沿いの浅井戸



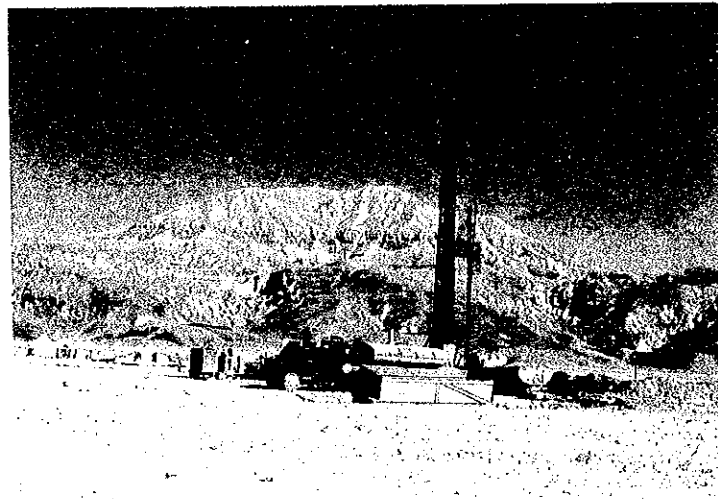
一区间のみ水が流れる Wadi Watir



El Qaa 平原の井戸掘削現場



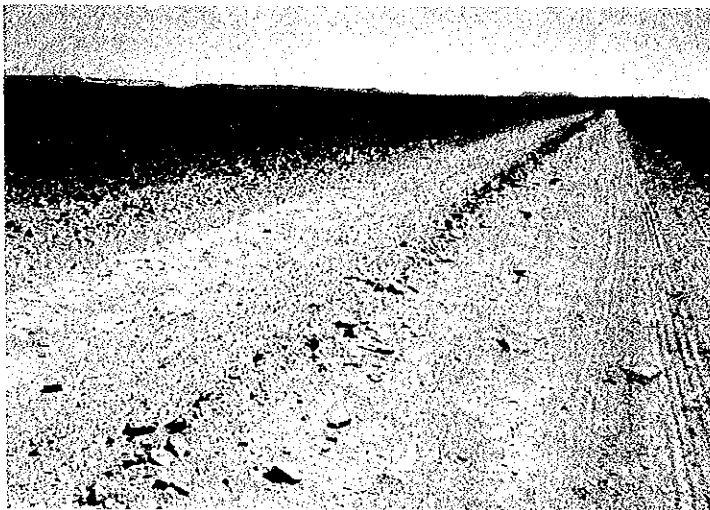
内陸部 Nakhl 市の南の井戸掘削現場



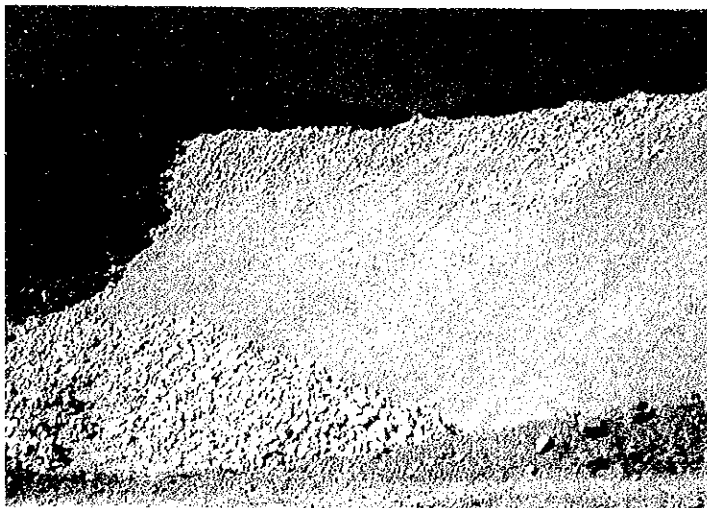
Wadi Watir の井戸掘削現場



Wadi Feiran 沿いに基盤岩帯を走る
舗装道路



内陸部 Wadi El Airsh 流域の試掘候補
地点付近の未舗装道路



Sharm El Sheikh 近郊の洪水調節用ダム



Nakhl 市中心部



水資源研究所（WRI）の入ったビル
（カイロ）



S/Wの署名（国際協力省にて）

エジプト国の概況

①正式国名	(和文)エジプト・アラブ共和国 (英文) Arab Republic of Egypt
②独立年月日 旧宗主国	1922年2月28日 英国
③政体	立憲共和制
④元首の名称	ムハンマド・ホスニ・ムバーラク (Muhammad Hosni Mubarak) 大統領(1993年10月3選、任期6年)
⑤位置・面積	北緯22度～31度45分 東経25度～35度 1,001千平方キロメートル(注1)
⑥首都	カイロ
⑦総人口	54,700,000人(1992年)(注1)
⑧民族等	アラブ系エジプト人、他にベルベル人、ヌビア人、スーダン人等
⑨公用語	アラビア語
⑩宗教	イスラム教、コプト教
⑪暦	<p><日本との時差> -7時間</p> <p><祝祭日> (1995年)(注2)</p> <p>1月 1日 新年</p> <p>3月 3日 断食明け大祭</p> <p>4月 24日 コプト・イースター</p> <p>5月 10日 犠牲祭</p> <p>5月 31日 イスラム暦新年</p> <p>6月 18日 英国撤退記念日</p> <p>7月 23日 革命記念日</p> <p>8月 9日 マホメット生誕日</p> <p>10月 6日 三軍記念日</p> <p>10月 24日 人民抵抗記念日</p> <p>12月 20日 マホメット昇天日</p> <p>12月 23日 勝利の日</p> <p>(コプト教徒の祝日には、クリスマス(1月7日)、棕櫚の聖日、イースター・サンデーも含まれる。)</p>

出所：(注1) World Development Report 1994 The World Bank

(注2) The Europa World Yearbook 1994 Europa Publications

エジプト国の経済指標

i) 主要経済指標の推移	年	(1991)	(1992)	(1993)
	GDP(百万£E) (注1)		111,200	139,100
一人当たりGNP(ドル) (注2)		610	640	N.A.
実質GDP成長率(%) (注1)		1.1	4.4	N.A.
消費者物価上昇率(%) (注1)		19.7	13.6	12.1
失業率(%)		不 明		
貿易収支(百万ドル)		-5,975	-5,501	N.A.
輸出額(fob)		3,856	3,400	N.A.
輸入額(fob) (注1)		9,831	8,901	N.A.
主要輸出入相手国 (注3)		輸出(1992年) イタリア (20.6%) 輸入(1992年) アメリカ (25.4%)		
経常収支(百万ドル) (注1)		1,903	2,812	N.A.
対外債務残高(百万ドル) (注4)		41,019	40,517	40,626
債務返済比率(%) (注4)		16.4	15.6	15.2
外貨準備高(百万ドル) (注2)		6,185	11,620	N.A.
2) 通貨(1994年11月末) (注5)	通貨単位: エジプト・ポンド (£E) 1ドル = 3.4025 エジプト・ポンド			
3) 会計年度	7月1日 ~ 6月30日			

出所: (注1) International Financial Statistics Yearbook 1994 IMF

(注2) World Development Report 1993, 1994 The World Bank

(注3) Country Report: Egypt 3rd quarter 1994 EIU

(注4) World Debt Tables 1994-95 1994 The World Bank

(注5) 『東銀経済四季報』冬号 1995 東京銀行

エジプト国シナイ半島地下水計画調査(Ⅱ)

事前調査報告書

目 次

序 文

地 図

写 真

エジプト国概況

第1章 事前調査の概要

1-1 調査目的	1
1-2 事前調査団の構成	1
1-3 エジプト側受入機関	1
1-4 現地調査日程	2
1-5 事前調査内容	3

第2章 事前調査結果の概要

2-1 要請の背景・経緯	5
2-2 要請の内容	5
2-3 協議の経緯	5
2-4 現地踏査	6
2-5 協議内容および合意事項	6

第3章 シナイ半島の概観

3-1 一般状況	11
(1) 歴史的背景とエジプト国におけるシナイ半島の位置付け	11
(2) 行政・組織・運営・財務	11
1) 公共事業水資源省	11
2) 水研究センター	13
3) 水資源研究所	13
4) 地下水研究所	14
(3) 国際機関の援助動向	14

3-2 自然条件	19
(1) 地形・地質	19
(2) 水文・気象	26
3-3 社会経済状況	27
(1) 人口分布	27
(2) 社会形態	34
(3) 農業	34
(4) 鉱工業	34
(5) 観光	35
第4章 調査対象地域における地下水開発の現状	
4-1 国家計画における位置付け	36
4-2 水源および水文地質	36
4-3 既存給水施設および水利用状況	48
4-4 水資源関連法規・基準・制度・体制	57
4-5 既存資料・情報の整備状況	68
4-6 既存の開発計画	69
4-7 資機材保有状況	70
4-8 地下水開発の現状と問題点	73
第5章 環境予備調査	
5-1 対象地域の自然環境、社会環境	74
5-2 関連法令、条約、監視体制	78
5-3 環境予備スクリーニング・スコーピングの結果	85
5-4 環境配慮の必要性および内容	90
第6章 本格調査の内容	
6-1 調査の基本方針	91
6-2 調査対象地域	93
6-3 調査項目と内容	93
6-4 調査工程	94
6-5 調査用資機材	95
6-6 本格調査への提言	99

付属資料

1. Terms of Reference	105
2. Questionnaire	117
3. Scope of Work	141
4. Minutes of Meeting	151
5. 面会者リスト	159
6. 現地調査経費積算資料	163
7. 主要収集資料リスト	166

第1章 事前調査の概要

1-1 調査目的

本件調査は、エジプト国政府の要請に基づき、同国シナイ半島南部地域(面積約34,000km²)における地下水資源評価を行い、各種水資源図を作成して、地下水を主たる水源とする水資源開発基本計画を策定するものである。

今回は本件調査に係る要請背景、内容と範囲、上位計画との整合性および先方政府の意向を確認するとともに、資料・情報の収集、現地踏査等を行い、我が国の協力の可能性の検討を踏まえ、実施調査のS/Wを協議・署名することを目的として、事前調査団(S/W協議)を派遣したものである。

1-2 事前調査団の構成

事前調査団は、次の5名から構成された。

	氏名	担当分野	現職
1.	西牧 隆壯	総括	国際協力事業団 社会開発調査部 次長
2.	牛木 久雄	地下水開発計画	国際協力事業団 国際協力総合研修所 国際協力専門員
3.	田邊 秀樹	調査企画	国際協力事業団 社会開発調査部 社会開発調査第二課
4.	村上 敏雄	水文・地質	八千代エンジニアリング(株) 国際事業部技術第1部
5.	小澤 哲史	ボーリング	東和科学(株)地質調査部 地質課長

1-3 エジプト側受入機関

水資源研究所(W R R I : Water Resources Research Center)

1-4 現地調査日程

事前調査は、平成7年9月29日から10月16日までの18日間にわたって以下の日程で実施された。

日数	月日	曜日	調査内容	宿泊
1	9/29	金	東京(12:10)JL419…(18:50)ローマ(①③④⑤)	ローマ
2	30	土	ローマ(17:10)AZ898…(21:25)カイロ(①③④⑤) パリ(15:45)AF8004…(21:15)カイロ(②)	カイロ
3	10/1	日	JICA事務所・日本大使館 表敬、打合せ 国際協力省・水資源研究所(RIWR) 表敬	カイロ
4	2	月	RIWRにてS/W案説明・協議	カイロ
5	3	火	(移動)カイロ(6:45)MS125…(7:30)シャルムシェイク 現地踏査(Sharm El Sheikh→El Tur南シナイ州政庁表敬 →Wadi Feran→Sharm El Sheikh)	シャルムシェイク
6	4	水	現地踏査(Sharm El Sheikh→Nuweiba→Wadi Watir →Drilling Site→Wadi Qideira→Nuweiba)	ヌエバ
7	5	木	現地踏査(Nuweiba→Naqb→El Thamad→Nakhl →Head of Wadi El Arish→Nuweiba)	ヌエバ
8	6	金	現地踏査(Nuweiba→St.Catherine→El Tur→Sharm El Sheikh)	シャルムシェイク
9	7	土	(移動)シャルムシェイク(4:15)MS228…(5:00)カイロ JICA事務所にて団内打合せ、M/M作成	カイロ
10	8	日	RIWRにてS/W・M/M協議	カイロ
11	9	月	国際協力省にてS/W・M/M署名 水資源センター(NWRC) 表敬 JICA事務所・日本大使館 報告	カイロ
12	10	火	本格調査実施方針検討、資料収集	カイロ
13	11	水	カイロ(7:45)BA154…(12:05)ロンドン(①②) カイロ(18:15)EK402…(23:50)ドバイ(③) 資料収集(④⑤)	ロンドン ドバイ カイロ
14	12	木	ロンドン(19:45)JL402…(10/13 15:25)東京(①②) 資料収集(④⑤)	(機内) カイロ
15	13	金	資料収集(④⑤)	カイロ
16	14	土	カイロ(7:45)BA154…(12:05)ロンドン(④⑤)	ロンドン
17	15	日	ロンドン(19:45)JL402…(④⑤)	(機内)
18	16	月	…JL402(10/13 15:25)東京(④⑤)	

①西牧 ②牛木 ③田邊 ④村上 ⑤小澤

1-5 事前調査内容

(1) 現地調査前国内作業

- 1) 関連資料の収集
- 2) 調査対処方針の検討
- 3) S/W案の検討・作成
- 4) 現地調査で収集すべき情報の検討
- 5) 環境予備スクリーニング/スコーピング
- 6) 質問書の作成

(2) 現地調査作業

1) 先方政府の意向および調査実施体制の確認

- ① 調査実施機関(R I W R)
- ② 関係機関(国際協力省、公共事業・水資源省、水資源研究センター、南シナイ州政府等)
- ③ カウンターパートの体制
- ④ 本格調査団に対する便宜供与内容

2) 要請背景の確認

- ① エジプト国における国家開発計画と本件調査の関係、位置付け
- ② エジプト国における地下水開発計画に関する考え方、技術水準
- ③ シナイ半島における水資源の開発・利用の現状および問題点
- ④ シナイ半島の水資源ポテンシャルの把握状況
- ⑤ シナイ半島の既存の開発計画(水資源および他分野)
- ⑥ 現在の水資源関連法規、基準、組織、制度、管理体制
- ⑦ 予算・財政収支状況
- ⑧ 他の国際機関の援助動向
- ⑨ 調査用資機材の保有状況(前回調査にて使用したもの含む)

3) 調査内容の確認

- ① 上位計画(地域開発計画等)と本件調査の関係、位置付け
- ② 調査対象範囲
- ③ 調査項目
- ④ 調査期間
- ⑤ 計画の枠組み

4) 既存資料の収集

- ① 既存データ(気象、水文、地形図、衛星画像、航空写真、土地利用、地形・地質、土壌、環境)

- ② 既存調査結果、計画案
- ③ 関連プロジェクト
- ④ 関連施設
- ⑤ 本格調査開始後に必要な各種資料・情報の有無の確認
- ⑥ ローカルコンサルタントの能力、価格
- ⑦ 調査用資機材の有無、現地調達の可能性
- ⑧ 調査経費積算資料

5) 現地踏査

- ① 調査対象地域の一般状況
- ② 地形・地質
- ③ 既存井戸利用状況
- ④ 観測地点・施設
- ⑤ ボーリング候補地点

6) 環境予備調査

7) 事業実施の可能性

- ① 事業実施の意向(想定されるプロジェクト、事業規模、実施予定時期)
- ② 事業実施体制(実施機関、関連機関)
- ③ 資金調達の見通し(融資先、予算確保、受益者負担)
- ④ 技術的レベル

8) S/WおよびM/Mの協議・署名

(3) 現地調査後国内作業

- 1) 収集資料の整理
- 2) 帰国報告会
- 3) 本格調査実施方針の検討・立案
- 4) 事前調査報告書の作成

第2章 事前調査結果の概要

2-1 要請の背景・経緯

エジプト国政府は、中東和平の進展を踏まえ、社会経済の発展および人口増加への対応として、シナイ半島を将来の最重要開発地域の一つと位置付け、1994年に策定したシナイ開発国家計画に基づき、大規模な開発に着手しようとしている。

シナイ半島(面積61,000km²、人口約27万人)は、天然資源、観光資源および農業分野等において開発ポテンシャルを有しているものの、乾燥地であるため水資源の不足がボトルネックとなっている。

大部分が山岳地帯からなる南シナイは、古来の湧水と小規模な地下水利用に依存しているのが現状であり、観測体制の未整備から広域的な水資源賦存量が不明であるため、開発計画の策定に支障をきたしている。また、時折局地的に発生する洪水の有効活用が大きな課題となっている。

1988～1992年に我が国はエジプト国政府の要請に基づき、シナイ半島北部地域における地下水資源の評価および地下水開発基本計画策定のための調査を実施した。その結果、半島北部の地下水の主要供給源が半島南部にあることが判明し、エジプト国政府は地下水を主とした半島南部の水資源ポテンシャルの把握が半島全体の開発計画策定に不可欠との判断に至った。前回調査に引き続き本調査を実施することにより、半島全体の水資源賦存量が明らかとなる。

このような状況を背景として、エジプト国政府は1992年、シナイ半島南部地域の地下水資源の評価、水資源図の作成、地下水を主たる水源とする長期開発計画の策定のための調査の実施を我が国に要請した。

2-2 要請の内容

エジプト国政府からの要請内容の概要は以下のとおり。(英文要請書は資料編参照)

- (1) 既存資料・データの収集およびデータベースの更新
- (2) 水資源図の作成(水理地質、表流水を含む)
- (3) 洪水関連調査(洪水の有効利用を含む)
- (4) 短期水資源開発計画の策定
- (5) 長期水資源開発計画の策定

2-3 協議の経緯

10月1日:

- (1) 国際協力省(MOIC: Ministry of International Cooperation) 表敬
 - ・事前調査団の目的、日程等説明
 - ・S/W案、署名者等について協議

- (2) 水資源研究所(W R R I : Water Resources Research Institute)打合せ
(牛木団員および田邊団員の2名のみ)

・調査日程、現地踏査行程等の事前打合せ

10月2日: W R R IにてS/W案の説明・協議、関連資料の提供依頼

10月8日: W R R IにてS/W・M/M協議

10月9日:

- (1) M O I CにてS/W・M/M署名

- (2) 水資源センター(N W R C : National Water Resources Center)表敬

・S/W締結の報告、調査概要の説明

2-4 現地踏査(10月3日～10月6日 4日間)

- ・W R R I 所長および技術者2名の同行を得た。
- ・南シナイ州政庁を表敬訪問し、本件調査の実施と事前調査団の目的を説明して協力を要請した。
- ・調査対象地域の南シナイ州を中心に踏査を行ない、一般状況、地形・地質、既存井戸・給水施設等の概況の把握に努めた。
- ・W R R I 側が提案している6箇所のボーリング候補地のうち2地点について、位置およびボーリング用資機材の搬入道路の確保に問題がない旨確認した。
- ・現地踏査経路は図2-1のとおり。

2-5 協議内容および合意事項

- (1) カウンターパート機関およびその正式名称

- ・本調査のカウンターパート機関は水資源研究所とする。
- ・水資源研究所の英文名称が次のとおり名称変更された旨先方から説明があった。

従前名称 “Research Institute for Water Resources(R I W R)”

変更後名称 “Water Resources Research Institute(W R R I)”

今後は後者を用いるものとする。なお、本件は英文名称の変更にとどまるものであり、アラビア語の名称や業務内容、組織の変更を伴うものではない。

- (2) S/WおよびM/Mの署名相手

- ・水資源研究所(W R R I)所長と事前調査団長が署名を行なう。
- ・S/Wについては、国際協力省(M O I C)の顧問およびアジア局長がWitnessとして署名する。

- (3) 英文調査名

- ・前回調査との整合性に鑑み、日本側提案のとおり“South Sinai Groundwater Resources

Study in the Arab Republic of Egypt”とする。

(4) 水資源図の作成

- ・南シナイ州の縮尺25万分の1の水理地質図を主たる成果品とする。
- ・補完的に、前回調査で作成した北シナイの水理地質図と統合して、シナイ半島全域をカバーする、縮尺100万分の1および200万分の1の水理地質図の作成を検討する。
- ・シナイ半島全域の水理地質図の作成にあたっては、W R R I 側が提供するデータに基づいて、北シナイの情報を更新する。また、前回調査対象からはずれていたスエズ運河東岸地域についても、W R R I 側が提供する資料に基づき、シナイ半島全域の水理地質図に含める。
- ・凡例は前回と同じものを使用する。
- ・各水理地質図には、それぞれ説明書を添付するものとし、その草案はW R R I 側が作成する。

(5) 水資源開発基本計画(マスタープラン)の策定

- ・対象地域は南シナイ州とする。
- ・本格調査団は主として南シナイ地下水資源について資料収集、現地踏査および試掘等の実査を行ない、開発可能量を算定する。
- ・水需要および代替水源についてはW R R I 側が提供するデータ、情報に基づいて解析を行ない、南シナイの水資源開発基本計画を策定する。

(6) 表流水調査

- ・流出する洪水の地下水への函養という観点から表流水の調査を行なう。
- ・現地調査期間中に洪水が発生した場合の現地踏査および過去の記録の解析をもとにして、表流水の地下水への函養についての技術的な提言を行なう。

(7) 試掘地点

- ・W R R I は南シナイにおいて6カ所の試掘候補地を提案した。
- ・事前調査団はそのうち2地点について、位置およびボーリング用資機材の搬入道路の確保に問題がないことを確認した。
- ・試掘する井戸の数、位置および深度は、本格調査開始後、現地踏査および物理探査の結果に基づき、予算の限度内で最終的に決定するものとする。

(8) 水質分析

- ・本格調査団は、水質分析の一環として、国際原子力委員会(I A E A)が提供するデータに基づき、同位体分析を行なう。

- ・本調査にて試掘する井戸の水および必要なサンプルについても、同様に同位体分析を行なう。

(9) データベース

- ・本調査中に得られたデータ、情報は、現在W R R Iにて稼働中のデータバンクとの互換性のあるフォーマットに整理する。

(10) 円卓会議の開催

- ・エジプト側は、ドラフト・ファイナル・レポート提出後、関係機関による円卓会議を実施する。
- ・W R R Iは、各機関からのコメントをとりまとめ、レポート提出から2カ月以内(当初想定1カ月以内)にJ I C Aに提出する。
- ・これにともない、全体調査期間を1カ月延長し、31カ月とする。

(11) 第三者に対する情報の提供

- ・本調査に関するデータおよび文書を第三者に提供する場合には、W R R Iがその取り扱いを指定する。

(12) ステアリングコミティーの設置

- ・本調査の実施にあたり、次の関係各省・各機関の代表者からなるステアリングコミティーを設置する。
- ・議長は水資源センターの総裁とする。
- ・調整はW R R Iが行なう。

(想定される出席者)

- ・水資源センター 総裁
- ・水資源研究所 所長
- ・南シナイ州政府 代表者
- ・北シナイ州政府 代表者
- ・シナイの水資源・公共事業省 次官
- ・シナイ開発機関 代表者
- ・観光省 代表者
- ・農業・土地土地開発省 代表者
- ・環境庁 代表者
- ・国防庁 代表者
- ・J I C A調査団 団長
- ・J I C Aエジプト事務所

(13) 調査工程

- ・第1次現地調査期間中に、予備的な物理探査を実施し、試掘地点の検討を行なう。
- ・そのため第1次現地調査期間を当初のS/W案より1カ月延長して4カ月とし、国内作業期間をその分短縮する。
- ・S/Wの調査工程はあくまで目安であり、詳細な工程はI C/Rにて提示する。
- ・事前調査団は、各年度当初にコンサルタントとの契約手続のため一定期間作業が中断することがあり得る旨、エジプト国側に説明し、理解を求めた。
- ・ドラフト・ファイナル・レポートに対するコメントとりまとめ期間を、当初のS/W案より1カ月延長して、提出から2カ月以内としたことから、全体調査期間も1カ月延長し、31カ月とする。

(14) 調査用資機材

- ・W R R I は調査用資機材として次のものを要望した。

・四輪駆動車(ディーゼル)	3
・降水シュミレータ	1
・G I S (Geographical Information System)	1
・カラープリンター	2
・カラープロッター	2
・トータルステーション	2
・G P S (Global Positioning System)	5
・ソフトウェア(水理・水文等)	

(15) エジプト側Undertaking追加・確認事項

- ・カイロおよびエル・トールにおける事務所スペースの確保
- ・ナハルにおける事務所スペース確保への支援
- ・300kmレンジの移動および固定無線通信システムのライセンス取得

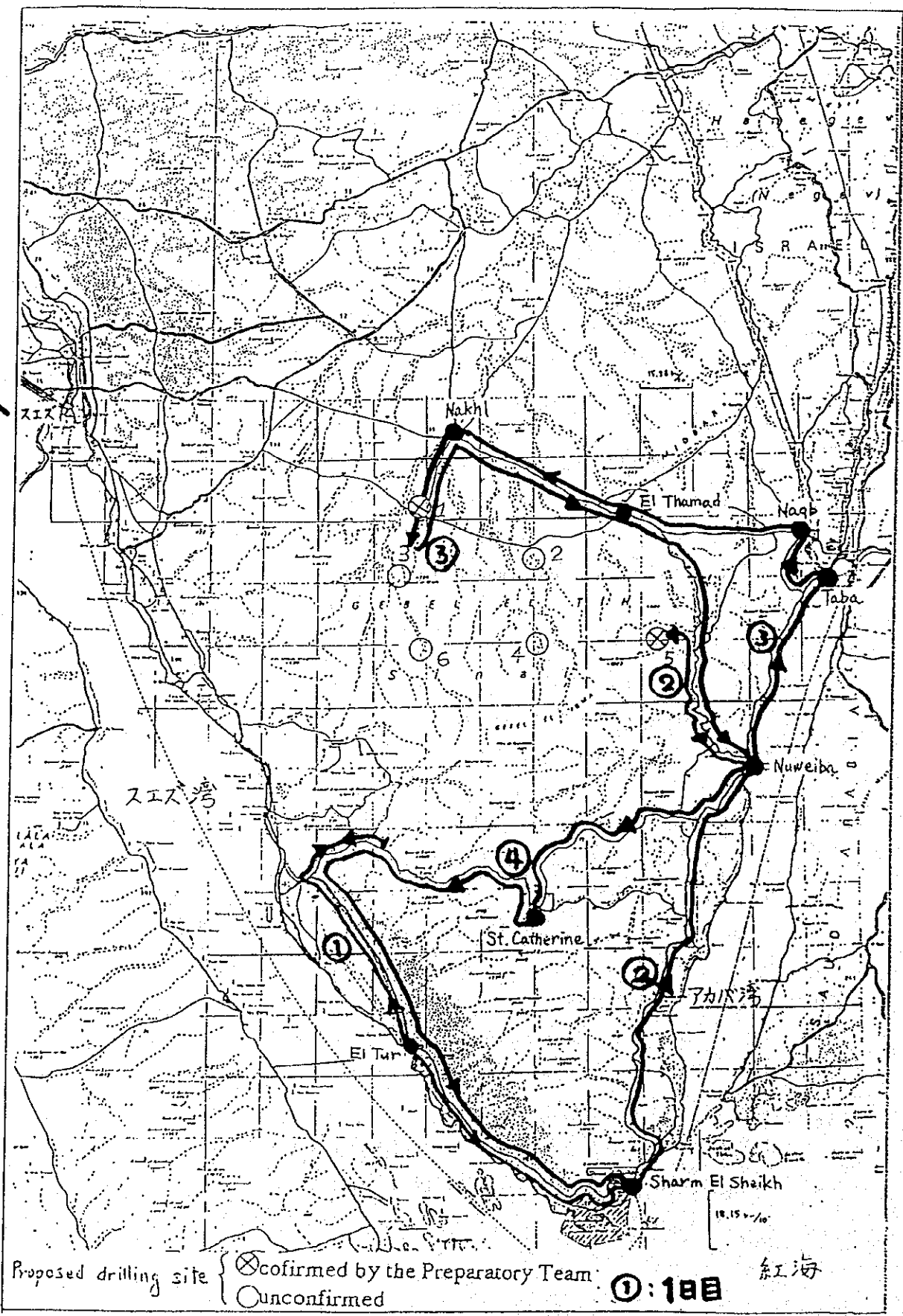
(16) カウンターパートの任命

- ・エジプト国側は、各日本側調査団員に1名のカウンターパートを任命する。

(17) カウンターパート研修の実施

- ・W R R I は日本でのカウンターパート研修の実施を要望した。
- ・事前調査団は要望をJ I C A本部に伝える旨回答した。

カイロへ



Proposed drilling site

⊗ Confirmed by the Preparatory Team
 ○ Unconfirmed

①: 100

紅海

図2-1 現地踏査地図

第3章 シナイ半島の概観

3-1 一般状況

(1) 歴史的背景とエジプト国におけるシナイ半島の位置付け

シナイ半島は、エジプト国の東方に位置し、北を地中海、東をアカバ湾、西をスエズ湾で囲まれた面積61,000km²の三角形の半島である。東端は、イスラエルとの国境で、半島西部はポートサイドとスエズを結ぶスエズ運河でエジプト本土と分断されている。シナイ半島はイスラエル国と国境を有することから、戦略的に重要な位置をしめており、軍事的に重要な拠点となっている。1967年から1976年までイスラエル国によって占領され、エジプト国へ返還後も軍の管理下におかれている。

シナイ半島は、水資源の絶対的な不足、炎暑な気候など厳しい居住環境にあり、その結果、半島北部の地中海沿岸、石油資源の開発ポテンシャルを持つスエズ湾沿岸および観光開発のポテンシャルを持つアカバ湾沿岸の一部地域にわずかな定住人口を抱えるにすぎない。

シナイ半島は1979年の始め、エル・アリッシュを首府とする北シナイとエル・トールを首府とする南シナイの2州に分割され、スエズ運河東部についても、ポートサイド州、イスマイリア州、スエズ州に分割された。これら、シナイ半島の行政区分を図3-1に示す。

一方、国土5%に満たないナイルデルタ地域およびナイル沿岸に国民の98%が居住するという片寄った人口分布を是正するため、人口分散がエジプト国の重要な政策課題となっている。

また、1994年には、歴史的な中東和平が成立し、中東地域全体の発展を展望する中で、シナイ半島の政治的、経済的な重要性が高まり、エジプト国政府は、計画省主導のもとにシナイ開発国家計画を同年9月に作成し、シナイ半島開発の気運がたかまっている。

(2) 行政・組織・運営・財務

1) 公共事業水資源省

公共事業水資源省は1987年に灌漑省から名称を変更したもので、ナイル河のダム、堤、ナイルデルタの灌漑排水路の維持管理、各地の水配分の決定などを行っており、各州に地域事務所を有している。建設工事等の予算は関連公団や国営企業により実施されている。

図3-2の組織図に示すように、公共事業水資源省の中には、水資源開発に係わる部門として、水資源局と水研究センターがある。

水資源局(Water Resources Department)は、おもに村落給水を担当しており、村落給水計画の作成と給水施設の建設、村落給水と施設の維持管理を所管している。南シナイ州においては、エル・トールに地方事務所を持っている。

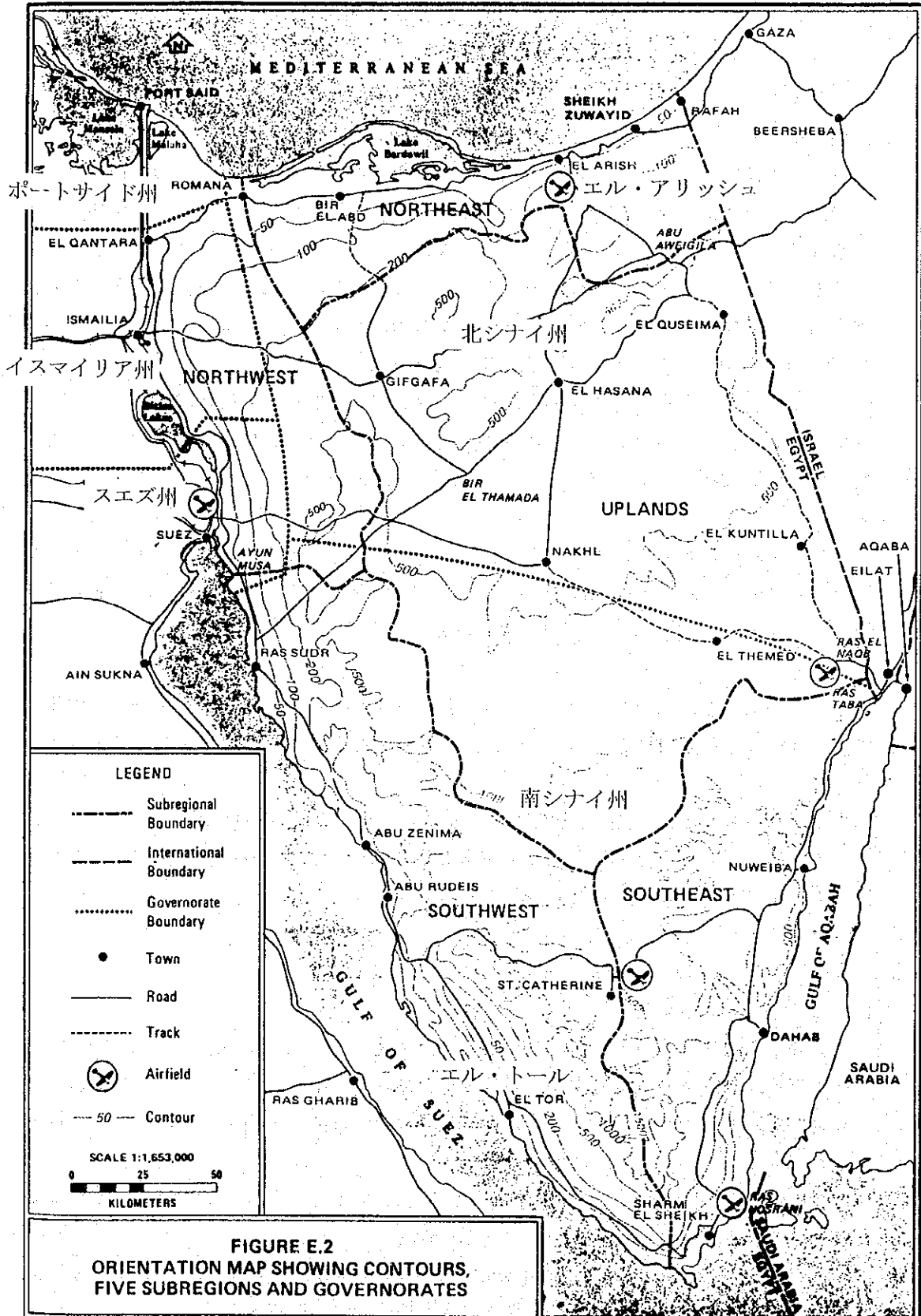


図3-1 シナイ半島行政区分図

2) 水研究センター (Water Research Center)

水研究センターは公共事業水資源省に所属し、図3-3に示すとおり、エジプトの灌漑改善および水資源開発問題を扱う11の研究所を有している。センターの目的は、エジプトの水資源管理に対する長期政策を展望し、実行することにある。また、灌漑に伴う問題に対する技術的な解決策をみいだすことや、エジプトの新規開発地域の水資源の調査、建設後のアスワンハイダムによる環境への影響の調査とその影響の緩和策を講じることにある。

3) 水資源研究所 (Water Resource Research Institute)

水資源研究所(WRR I)は水研究センター所属の研究所のひとつで、本件のカウンターパート機関である。水資源研究所の主要な目的は、次の2つである。

- * ナイル河流域とシナイ半島を含むエジプト国の開発可能な水資源量を決定すること
- * 物理的、社会的、経済的および環境的な便益と影響を考慮して、利用できる水資源を最大限に活用する政策と開発プロジェクトを決定する。

具体的には、全国の表流水を主とした水資源の調査研究、評価および開発計画の策定を行っている他、近年では、国内の新規開発対象地域(紅海州東部地域とシナイ半島)の地下水調査と開発が主な業務となっている。

水資源研究所の組織図を図3-4に示す。当研究所の所在地は、カイロ市郊に位置する水研究センタービルの4階の1フロアすべてとなっている。この他、北シナイのエル・アリッシュと南シナイのエル・トールに地方事務所があり、それぞれ約15名の人員を抱えている。エル・トールの地方事務所は、南シナイ合同庁舎の中の2部屋に入っており、現在、当地方事務所専用の建物が1996年4月以降の完成を目処に建設中である。これが完成すれば、南シナイにおける本件本格調査団の事務所スペースは十分に確保できるものと思われる。カイロでの調査団用事務所スペースは、多くの団員がそろそろ時期にはやや手狭とはなるが水資源研究所内に確保される予定となっている。

水資源研究所全体の人員は、1995年10月時点で、次のとおりである。

Civil Engineer	20名
Geologist	17名
Hydrogeologist	2名
Geographic	2名
Agriculture	2名
Technician	18名
Administrator	42名
合 計	103名

4) 地下水研究所 (Groundwater Research Institute)

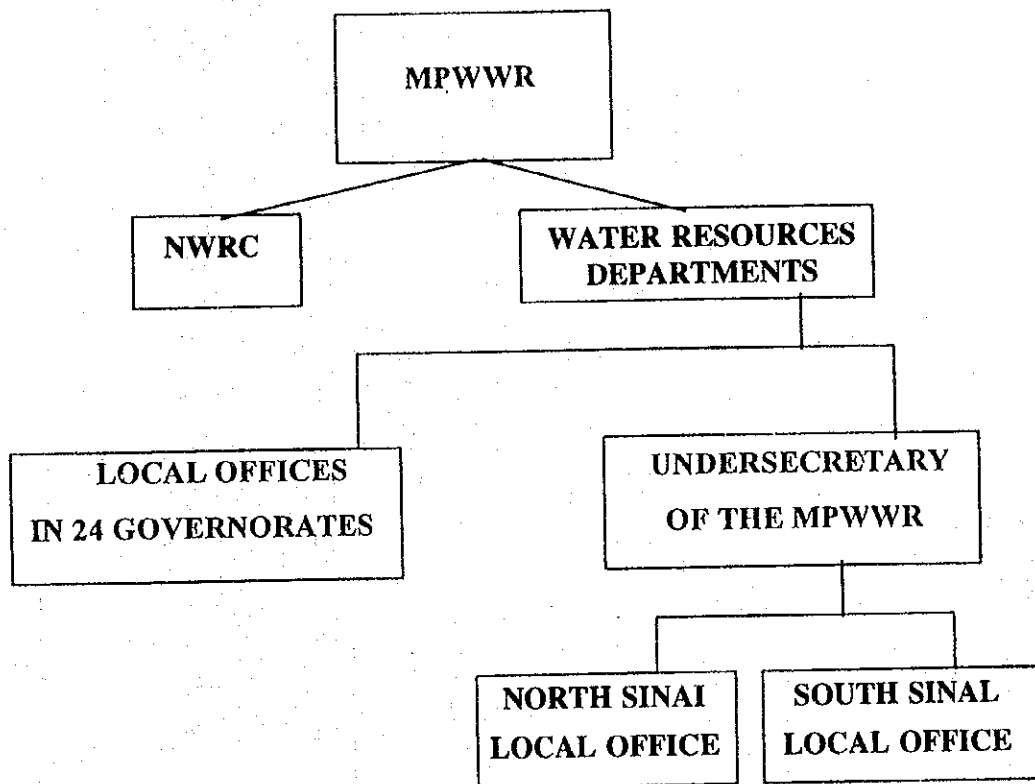
地下水研究所は、水研究センター所属の研究所のひとつで、もともとエジプト全土の地下水の調査研究、賦存量評価、地下水開発、地下水モニタリング(ナイルデルタ地域)、地下水関連データベースの作成等を行ってきたが、水資源研究所が紅海州東部地域とシナイ半島の地下水調査と開発を手掛けるようになってからは、紅海州東部地域とシナイ半島以外の地域を担当している。地下水研究所の組織図を図3-5に示す。

(3) 国際機関の援助動向

シナイ半島における地下水資源開発への国際機関の援助は、USAID、EU、イタリア、日本などにより地下水資源調査および井戸掘削の形で行われている。

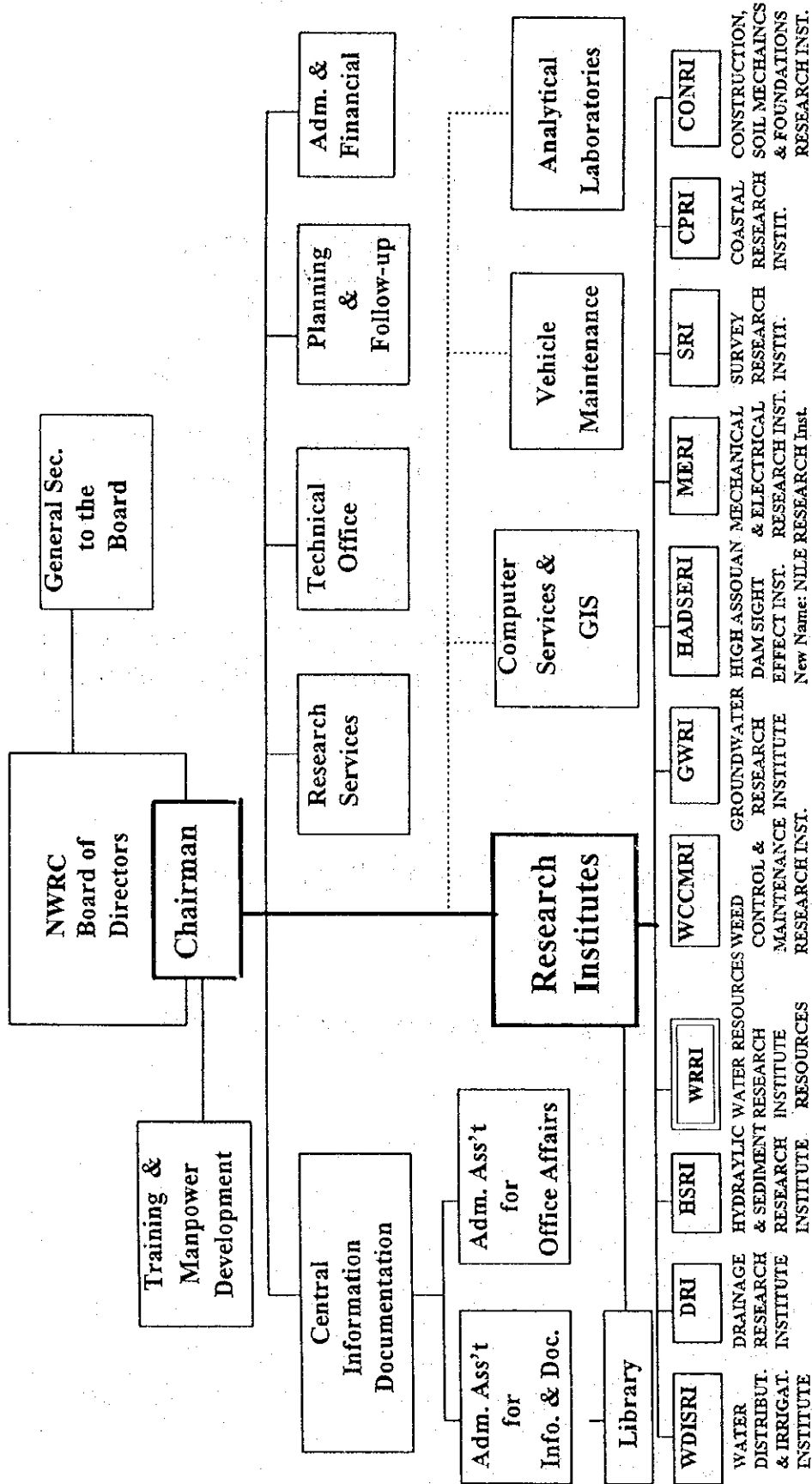
USAIDは、シナイ半島の開発調査の一貫として、開発のための水の供給と経済性について調査を行った(1985)。EECの援助としては、南シナイ西岸のエル・カー平原での地下水賦存量の調査、Wadi Watirにおける深井戸掘削、降水量の観測施設の整備などが行われている。また、イタリアからの援助としては、ヌウェイバ西方のWadi Watirなどでの井戸の掘削がある。ただしこれは資金援助のみで、井戸の掘削自体はエジプト側で実施したものである。また日本からの援助としては、国際協力事業団により、北シナイ州を対象にエジプト国シナイ半島地下水開発計画調査が1988～1992年に実施されている。

これらの国際機関の援助により、シナイ半島の地下水の賦存状況は、しだいに明らかになりつつあるが、それぞれの援助・調査はシナイ半島の一部地域に限られ、特にシナイ半島南部を広域的に調査したものはなかった。本件の調査計画は、南シナイ半島を対象地域とし、前回の北シナイ地域の調査に加え、他の機関による調査の成果も踏まえ、総合的にシナイ半島の地下水資源を把握するために重要である。



Organogram of Sinai's WR Department

圖3-2 公共事業水資源省(M P W W R)水資源開發部門組織圖



Organization of NWRC

図3-3 水研究センター(NWRC)組織図

ORGANIZATION CHART OF THE WATER RESOURCES RESEARCH INSTITUTE

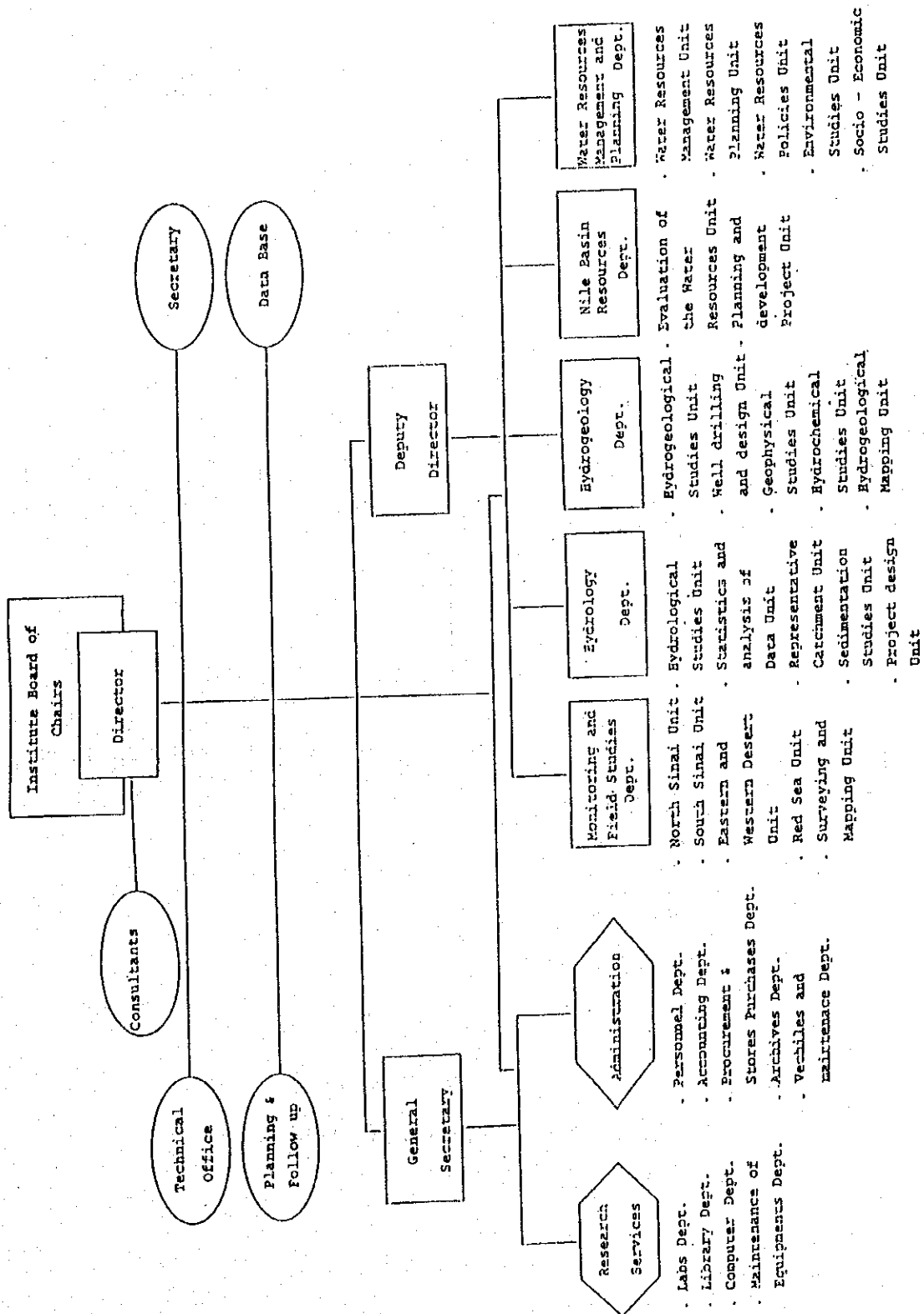


圖3-4 水資源研究所(W R R I)組織圖

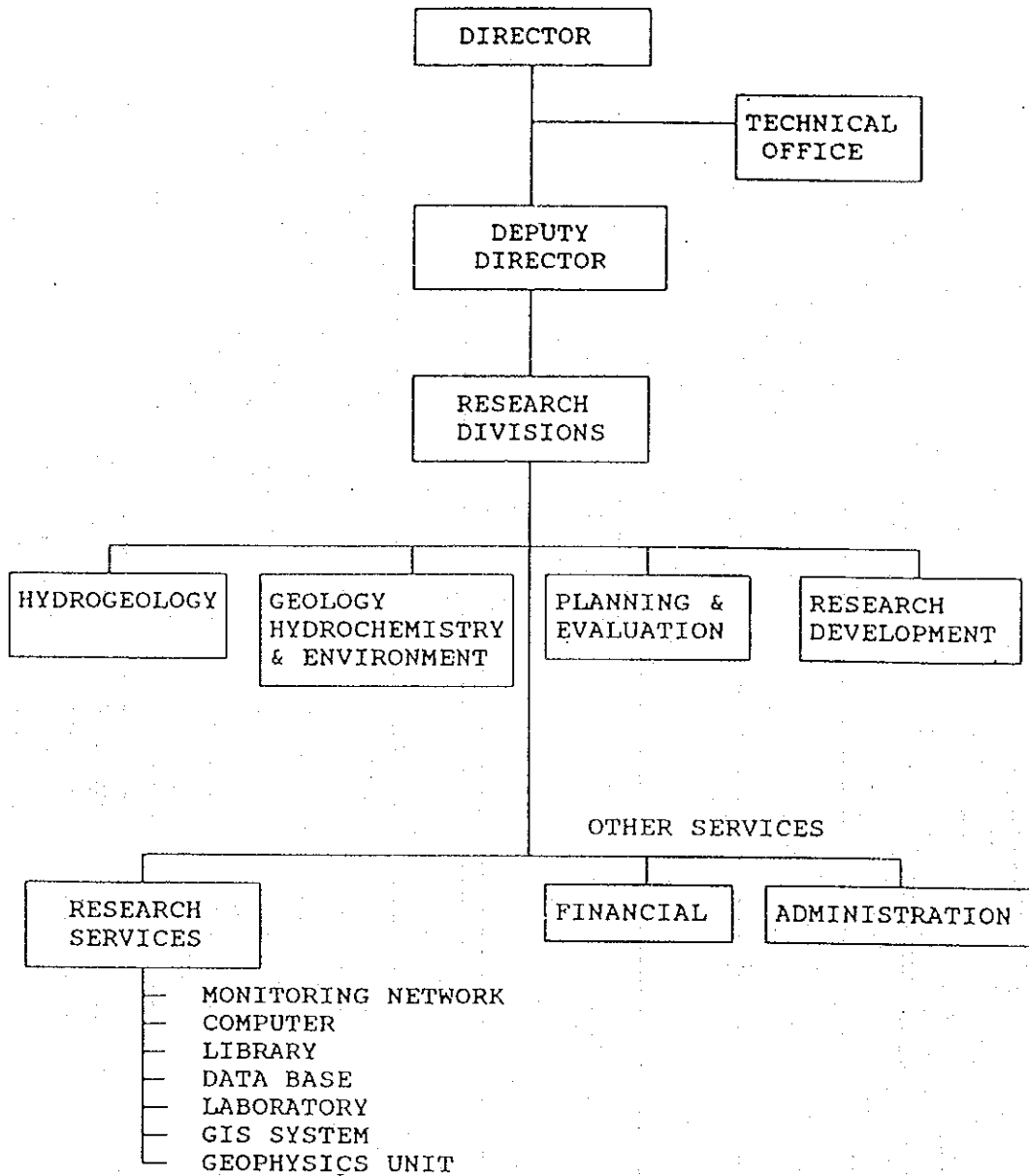


图3-5 地下水研究所(GWR I)組織図

3-2 自然条件

(1) 地形・地質

1) 地形概要

シナイ半島は、北は地中海、西はスエズ湾、東はアカバ湾に囲まれた三角形の形をした半島で、その面積は61,000km²でエジプト国の面積の6%にあたる。

シナイ南部のシナイ山地は、先カンブリア代の花崗岩類・変成岩類からなる基盤岩の地域で、急峻な山岳地帯を形成している。標高800mから1,700m級の山地が連なり、標高2,642mでシナイ半島最高峰のカテリナ山、標高2,285mのムーサ山(シナイ山)などの2,000m級の高峰が存在する。山地には多くの谷が深く東西方向に発達しており、南北方向への移動は困難である。この地域には玄武岩質の貫入岩脈がしばしば平行に分布しており、その走行は主要な断層やリニアメントの走行と一致している。玄武岩質の岩脈は周辺の花崗岩類よりも風化に強いために、しばしば尾根を形成している。

シナイ山地より北側のシナイ中央部は、石灰岩質の高原で表面起伏が小さく、北へ緩やかに傾斜している。先カンブリアの基盤岩から北側に、古生代-中生代白亜紀前期の砂岩、中生代白亜紀後期の石灰岩、新生代第三紀始新世の石灰岩の順に分布している。

シナイ北部は、シナイ中央部の延長で北へ緩やかに傾斜した平野で、背斜構造によりマガーラ山(736m)、イエレク山(1,084m)、ハラル山(892m)などの小高い山が点在する。シナイ北端の地中海沿いでは、海岸線と平行に砂丘が発達している。

アカバ湾側は、山地が急階崖で海岸に接しており、主要ワジの河口付近では扇状地、海岸平野等の第四紀(沖積層と洪積層)堆積物が見られるが、いずれも浅く狭い分布である。

スエズ湾沿岸には、砂礫を主体とする未個結の厚い第四紀堆積物からなるエル・カー平原が、海岸沿いに幅約20km長さ約200kmで広がる。

2) 地質概要

シナイ半島における概略表層地質分布を図3-6に、また模式地質柱状図を図3-7に示す。

先カンブリア系は、シナイ半島における最も古い基盤岩類で、南シナイの急峻な山地を形成している。岩層は、花崗岩、片麻岩、閃緑岩、斑レイ岩、アルカリ流紋岩よりなり、しばしば玄武岩や粗粒玄武岩の岩脈により貫入される。

このカンブリア紀の基盤岩類を、一般にヌビア砂岩と呼ばれている古生代カンブリア紀から中生代下部白亜紀の堆積岩類が不整合に覆う。岩層は、おもに砂岩よりなり、頁岩や石灰岩と互層する。これらのうち下部白亜紀層(層厚200~1,000m)は、時折頁岩を挟在するものの、中粒~粗粒で多孔質の砂岩に卓越しており、シナイ半島に

おける主要な帯水層となっている。古生層は、おもにカンブリア紀と石炭紀の砂岩よりなり、層厚はシナイ中央部で350mである。ヌビア砂岩の主要な露頭での分布域は、南シナイにおける先カンブリア基盤岩類に北接する地域であるが、北シナイにおいても、ドーム構造により地表に露出している。例えば、三畳紀の地層(層厚400m)がアリフ・エル・ナガのドーム構造で見られ、ジュラ紀の地層(層厚2,200m)がマガーラのドーム構造で見られる。

上部白亜紀層は、下部白亜紀層を整合に覆っており、おもに石灰岩、ドロマイト、石灰質砂岩よりなり、部分的には泥灰岩や頁岩が卓越している。石灰岩には有孔虫化石が多く含まれている。

新生代第三紀暁新世層は、上部白亜紀層を覆って頁岩および泥灰岩が分布する。層厚は薄く、0~70mである。始新世の地層は、おもに石灰岩、ドロマイト質石灰岩よりなり、中央シナイ台地の中央部に広く露頭が見られる。層厚は200~360mである。中新世の地層はスエズ湾沿いの北部に見られ、おもに泥灰岩と石灰岩よりなり、層厚は厚く、約1,000mである。

第四紀層は北シナイの地中海沿いに広く分布しており、上部白亜紀層や始新世層を覆う。砂、旧海浜砂、Kurkar(浅海に堆積した石灰質砂岩)よりなり、層厚は80~100mである。このうち旧海浜砂は、細粒~粗粒砂からなり、部分的に固結しており、層厚は20~60mである。しばしばKurkar層を覆っている。砂丘は、旧海浜砂を覆って広く分布しており、その層厚は20~30mである。この他、スエズ湾沿いの南部のエル・カー平原には、砂、礫、粘土よりなる第四紀層が分布し、その層厚は最大で1,000mに及んでいる。

3) 地質構造の概要

シナイ半島の地質構造は、図3-8に示す様に5つの構造区に区分される。また、図3-9の地質構造図に、リニアメント、構造線、褶曲軸の分布を示す。

① 北シナイ前浜地帯(North Sinai Foreshore Area)

この地域では、深部に上部白亜紀層が分布し、これを厚い第三紀層が覆い、さらにこの地域の大半を第四紀の砂丘砂が覆っている。

② 北シナイ強褶曲帯(North Sinai Strongly Folded Belt)

ほぼ北シナイ州と南シナイ州の境界付近をとおりナカブからハムラ山南部に至るRagabet El-Naam 断層は、北側の北シナイ強褶曲帯と南側の中央シナイ安定前地帯とを分ける構造線となっている。この断層は南側が上昇しており、ナカブでは先カンブリア紀の基盤岩が露出している。北シナイ強褶曲帯は、両プランジング褶曲構造(ドーム構造)、スラスト、逆断層等の構造が発達している。主褶曲軸はNE-SW系が卓越しており、褶曲構造(ドーム構造)は、マガーラ、イエレク、ハラル等の山地を形成している。

③ 中央シナイ安定前地帯 (Central Sinai Stable Foreland)

Ragabet El-Naam 断層より南側の地帯で、上記褶曲構造帯の前地として安定陸棚となっている。極めて緩やかな向斜構造が北へ向かって徐々に沈みこむ構造となっており、始新世と上部白亜紀の石灰岩により平坦な台地を形成している。

④ 基盤岩地帯 (Basement Complex)

シナイ半島南部の先カンブリアの基盤岩類からなる地域で、多数の断層が見られる。図3-9に示す様にリニアメントは、NW-S E系(スエズ湾に平行)、NE-S W系、NNE-S SW系(アカバ湾に平行)の3方向に卓越しており、これに平行して玄武岩～粗粒玄武岩の岩脈がしばしば見られる。今回事前調査においては、特に、フェイランワジ上流域でNE-S W系のものが多数観察された。基盤岩地帯のこれらリニアメント・断層は、北接する中央シナイ安定前地帯の堆積岩中でも同方向に発達しており、その成因はシナイ半島形成に係わる構造運動による応力場によるものであろう。

⑤ 地溝帯 (Rift Valley)

シナイ半島西部のスエズ湾に沿った地溝帯で、スエズ湾形成に関する地溝帯である。他の地質構造区との境界は、スエズ湾に平行な断層によっている。この地帯の北部には、おもに泥灰岩と石灰岩よりなる中新世の厚い地層があり、南部のエル・カー平原では第四紀層が厚く堆積している。

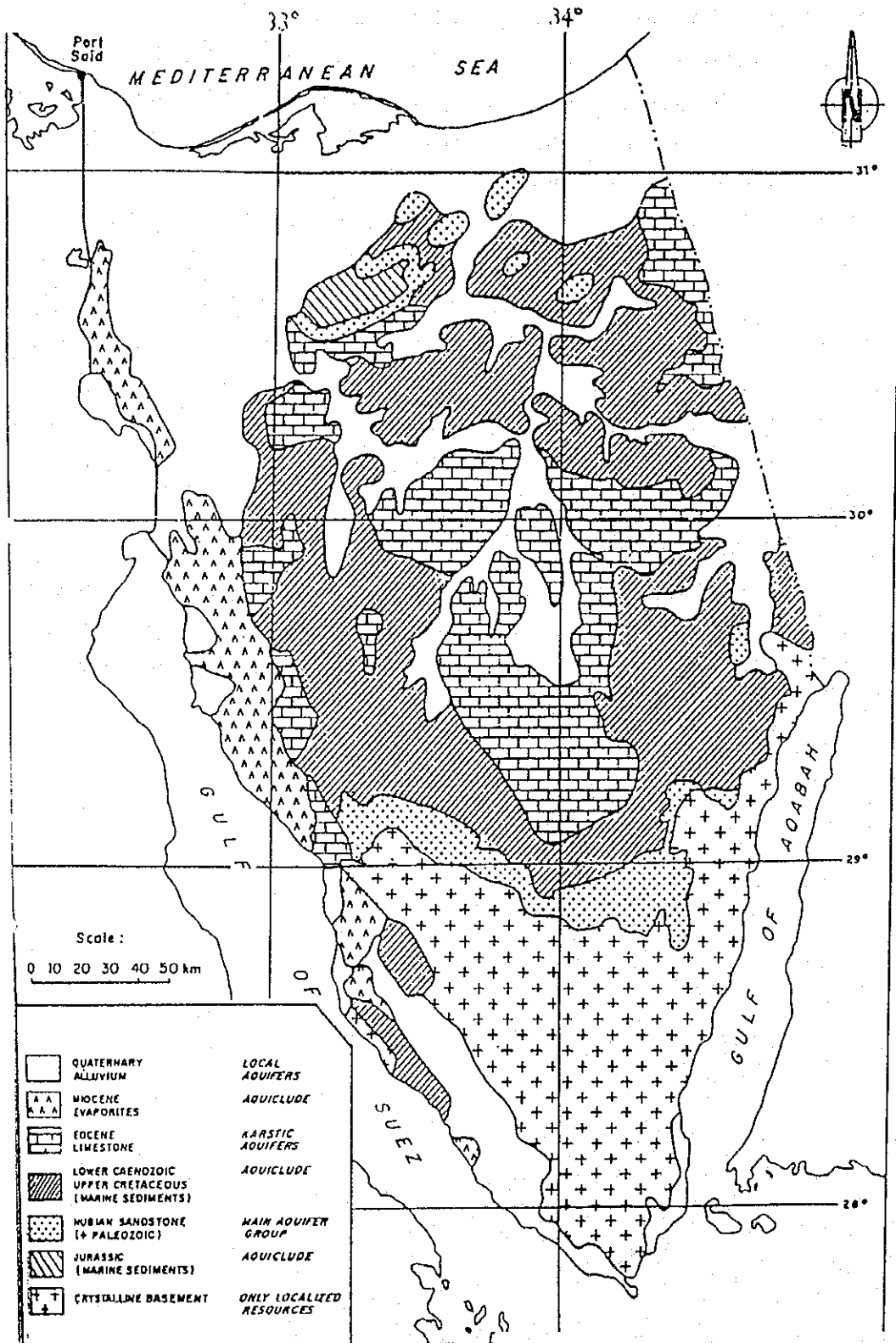
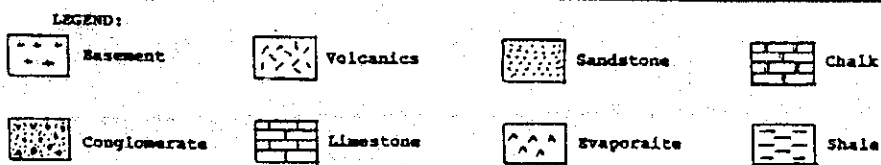
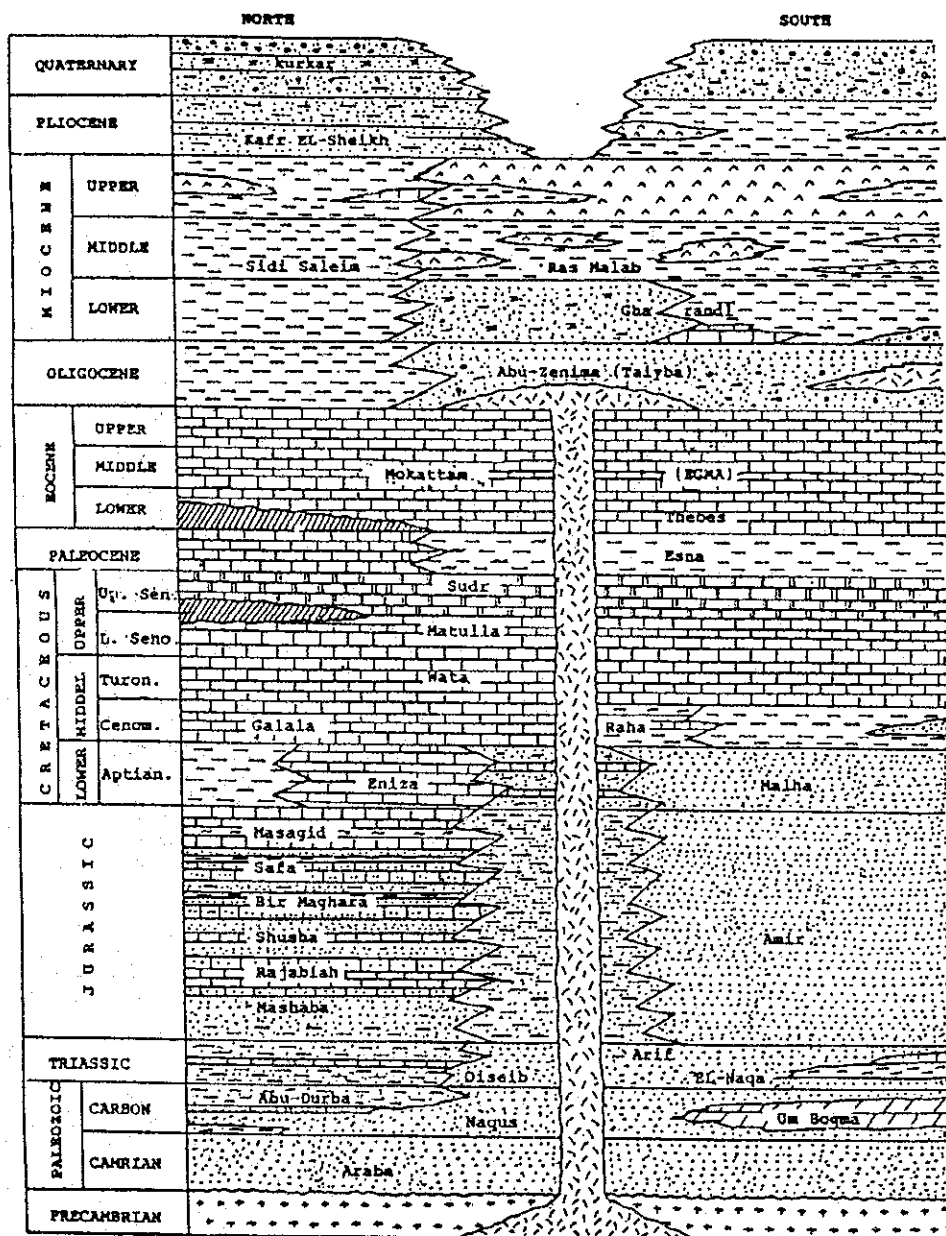


図3-6 シナイ半島概略表層地質図

SINAI PENINSULA



(AUTHOR : E. A. ZAGHLOUL)

图3-7 シナイ半島模式地質柱状図

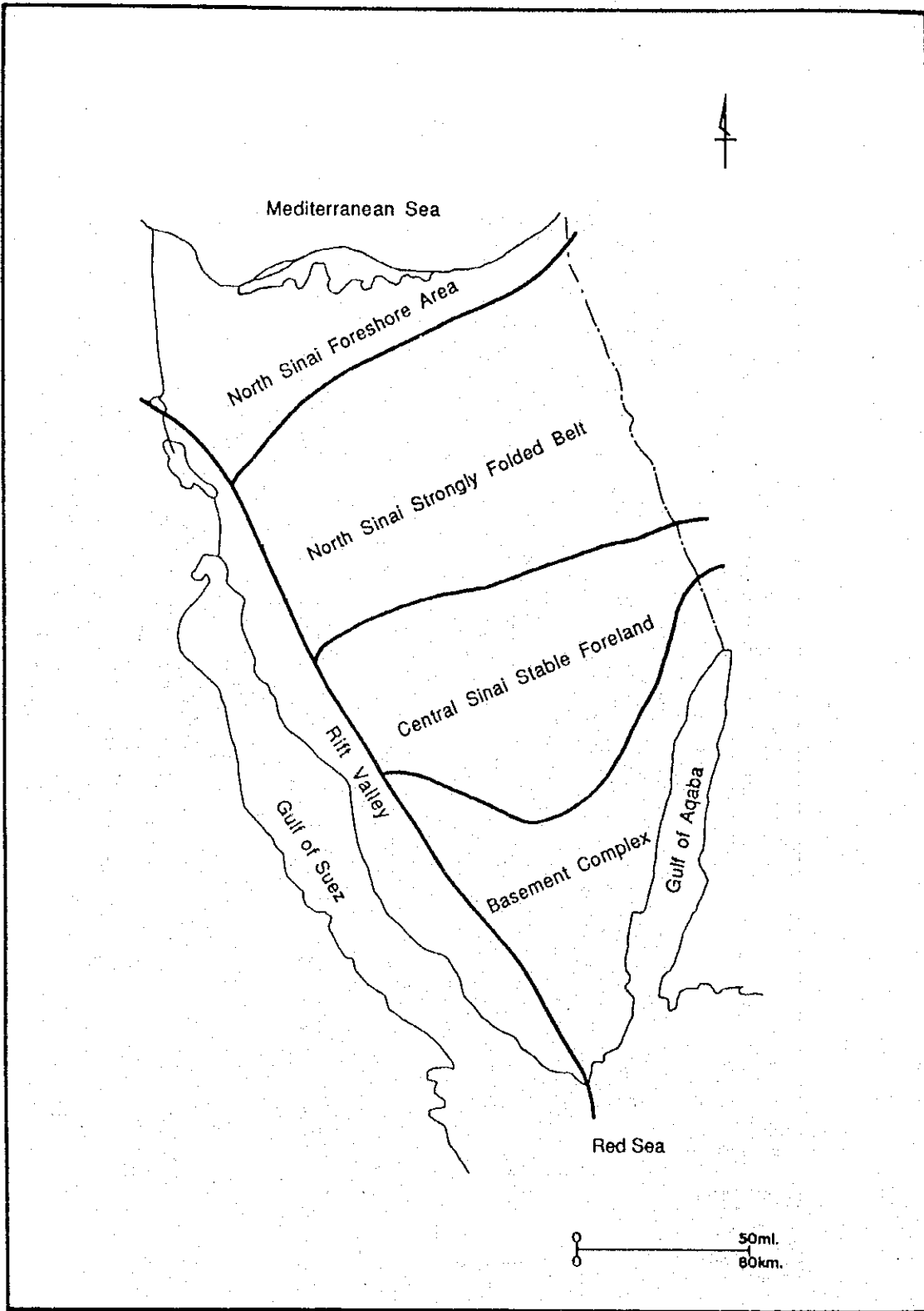
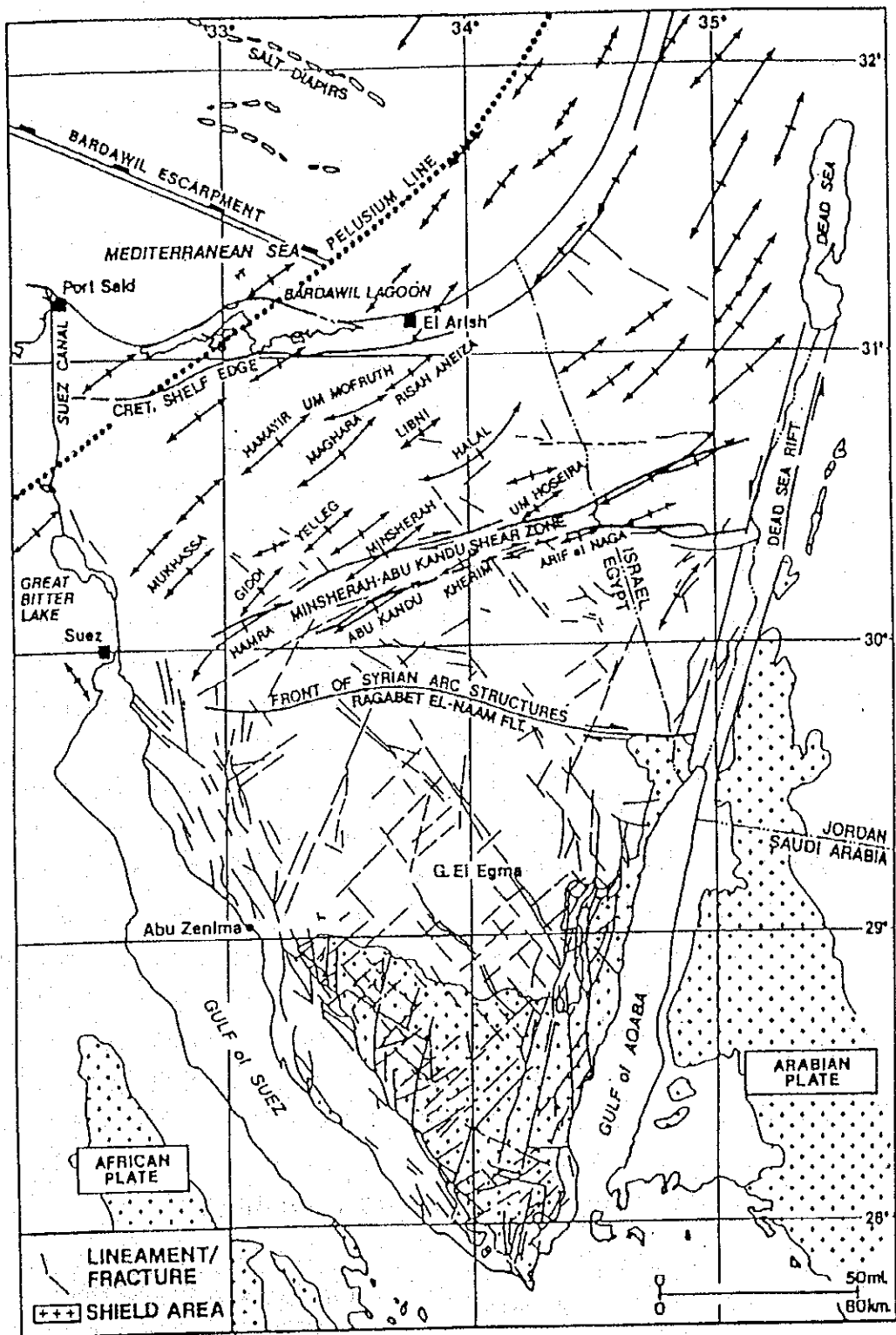


図3-8 シナイ半島資質構造区分図



(AFTER NEEV 1975 AND AGAH 1981)

図3-9 シナイ半島地質構造図

(2) 水文・気象

1) 水文・気象概要

シナイ半島の気象・水文特性は、地域により大きな変化を示す。夏期の月平均気温は高山地帯を除いて26℃から28℃程度とさほど差はないが、冬期は、中央シナイの高原では約10℃と冷涼であるが、南シナイの沿岸部では山地によって地中海側の気候から切り離され温暖な気候で、シャルム・エッセイクにおいては年間を通じ20℃を下回らない。

地中海沿岸部をのぞき降雨は冬期に数回あるだけで、年間降雨量は図3-10に示すとおり、南シナイの海岸地域では20mm以下であり極めて乾燥している。標高が高くなるにつれて降雨量も増すが、シナイ山地中央のサンタ・カテリナにおいても50mm程度である。ただし、年格差が大きく、例えばサンタ・カテリナにおいては、年間13.1mmから124.5mmまでの年格差がある。また、観測所の数が少なく、近年E E Cのプロジェクトによりその整備が図られているが、降雨の年差が大きいため、まだ十分なデータが集まっているとは言えない。

シナイ半島の河川は総じてワジ(涸れ川)で、冬季の洪水時のみ流水が見られる。図3-11の水系図に示すとおり、シナイ半島の主要なワジは25の流域に区分されるが、流出先によって3つのグループに分けられる。中央シナイの高原を北方に流れ地中海に流出するエル・アリッシュワジ、アカバ湾に流下するグループおよびスエズ湾に流下するグループである。河川流出量のデータはほとんどなく、洪水時の観測がわずかななされているのみである。U S A I DによるSinai Development Study(1985)では、シナイ半島全体の25の主要ワジのすべてについて洪水流量が記されているが、エル・アリッシュ水系下流域のラファダムのみでの観測値とイスラエル側のアパラ渓谷における経験式を用いて推定されたものである。E E CのSinai Water Resources Study(1993)では、スドゥル、グデイラットおよびサンタ・カテリナの3つの流域において1990～1992年に観測された14(1984年のグデイラット流域における2回の洪水を含む)の洪水記録をもとに、シナイ半島のすべての主要ワジについて、年間平均流出量と50年確立洪水の流出量を推定している。これらの内、主要4ワジについての推定値を表3-1に示す。

表3-1 シナイ半島における主要ワジの流出量

ワジ名	流出先	平均年間流出量 (100万m ³)	50年確立洪水 による流出量 (100万m ³)
ワティール	ヌウェイバ(アカバ湾)	9.5	39.0
ナスブ	ダハブ(アカバ湾)	9.0	37.0
フェイラン	スエズ湾	5.5	29.0
エル・アリッシュ	エル・アリッシュ(地中海)	4.0	20.0

2) 水文・気象観測

Generale Meteorological Authority (GMA)は、今世紀当初よりシナイ半島における気象観測を開始しており、図3-12の位置図に示すとおり、現在19の気象観測所を運営している。添付資料に各観測所における降雨量の観測期間を示したが、欠損期間が長く観測データが不足していると言える。また、南シナイにおいては、内陸部の観測所としてはサンタ・カテリナだけであり、1地点の観測データのみで南シナイ内陸部の気象特性を明らかにすることはできない。これらGMAによる観測データは、W R R I (水資源研究所)によっても所有されている。

1983年以来W R R Iは、シナイ半島における水文・気象観測データの不足を補うために、おもにE E CのSinai Water Resources Studyの一環として図3-12に示す水文・気象観測所を設置してきている。ここで、2nd classの観測所は、温度、湿度、風向・風速、降雨量を観測しており、1st classの観測所では、これらに加え、日照量、気圧、蒸発散量等を観測している。また、降雨量のみを観測所が設けられているが、降雨量と流出量との関係を求めるために、おもにサンタ・カテリナ(図3-13 a)、アイン・グデイラト(図3-13 b)、ワジ・ストゥル(図3-13 c)の3流域においては集中して雨量計が設置されている。また、1992年にイタリアの資金援助により、ワジ・ワチール流域には図3-13 dに示すように6つの雨量計と5つの洪水観測所が設置された。しかし、その他の水系ではほとんど整備されていない。これらW R R Iの各観測所における降雨量の観測期間を添付資料に示したが、まだ観測期間が短かく、稼動していない所もある。シナイ半島においては、降雨は冬期に数回あるだけでその年格差も大きく、ワジでの流水も洪水時の流出だけであったために、これらの観測期間は水資源開発基本計画の策定にあたって未だ十分ではない。

3-3 社会経済状況

(1) 人口分布

シナイ半島の人口は、1986年の統計によると約20万人、1994年初頭では約27万人と推定されている。その人口の大半は、スエズ東岸地域から北シナイ地域に偏り、北シナイ県に約21.3万人、スエズ東岸に約2.3万人、これに対して南シナイ県には約3.4万人と推定されている。南シナイ県の人口は、シナイ半島全体の約13%にすぎない。

南シナイ地域の人口の大半は、沿岸の中小都市に分布し、内陸部の小都市・集落は限られている。その他の大半の地域は、小規模に遊牧民および山岳部族(ムザイヤナ、アリーカート、ファラーウイシャ、バダーラ、タツワラなど)が生活をしている状況である。

しかし、近年、南シナイ半島沿岸部ではダイビングなどのマリリゾートを中心とした観光開発が進みつつあり、そのための人口増加が特徴的で、今後沿岸地域を中心として人口増加が見込まれる。

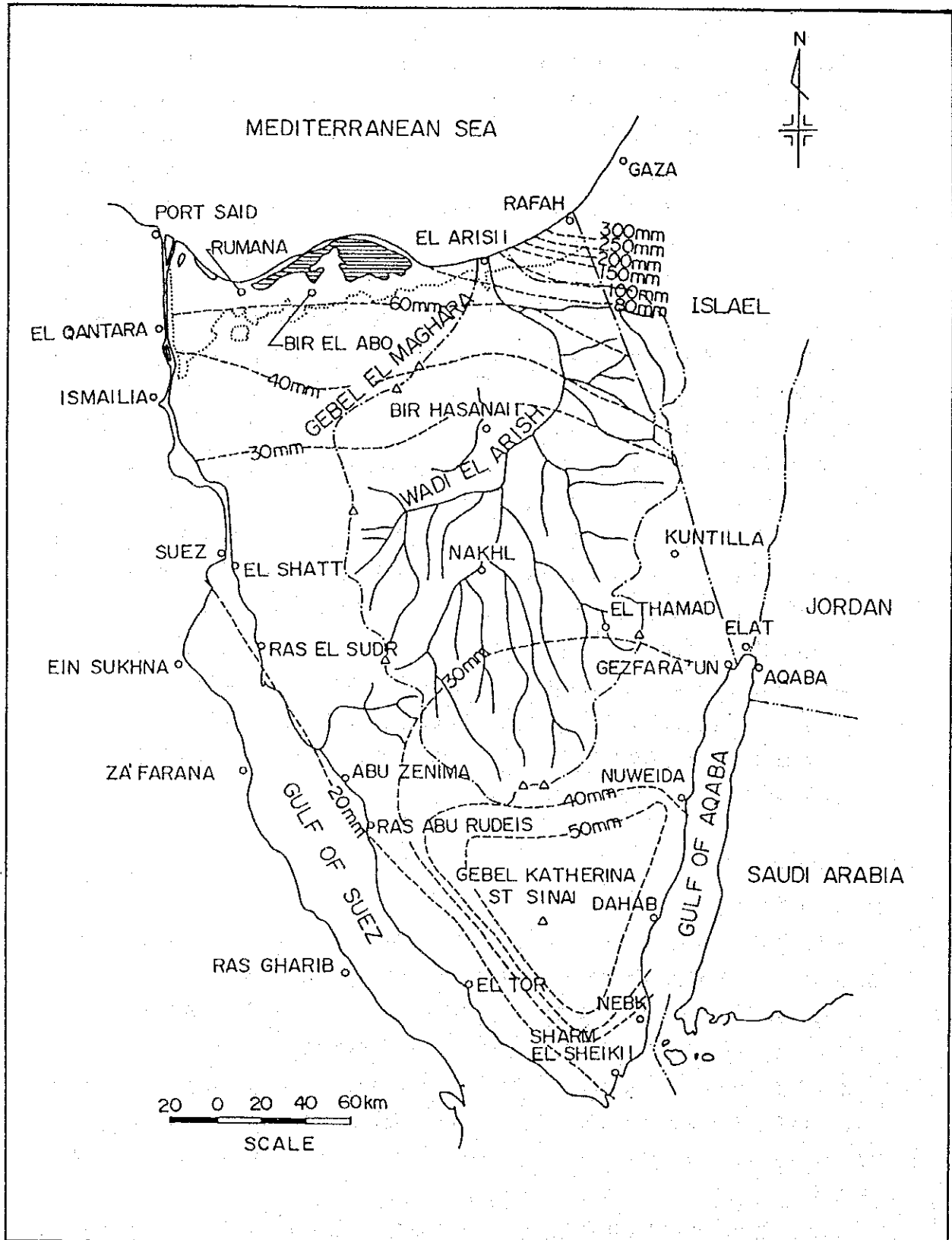


図3-10 シナイ半島等雨量線図

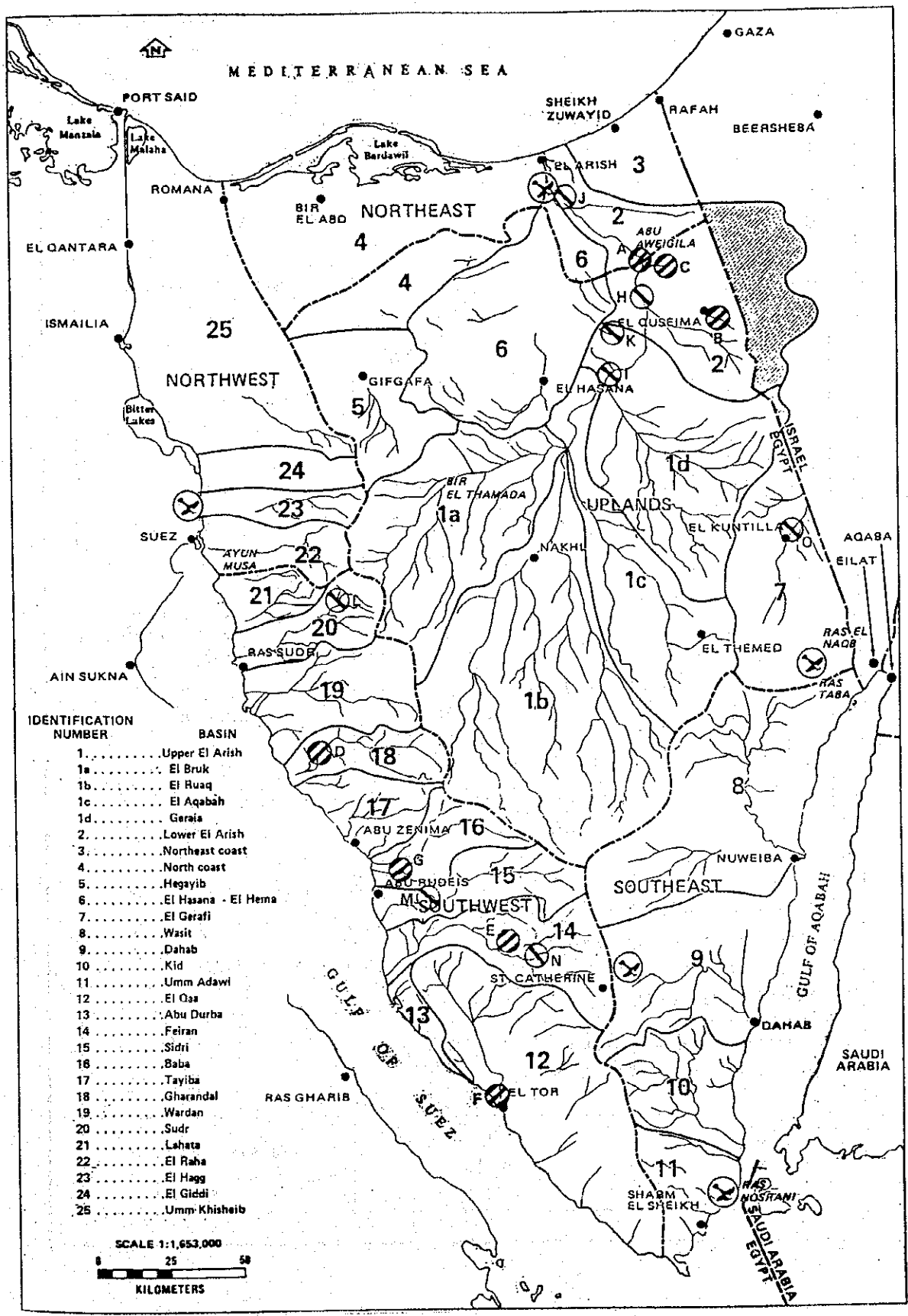


図3-11 シナイ半島水系区分図

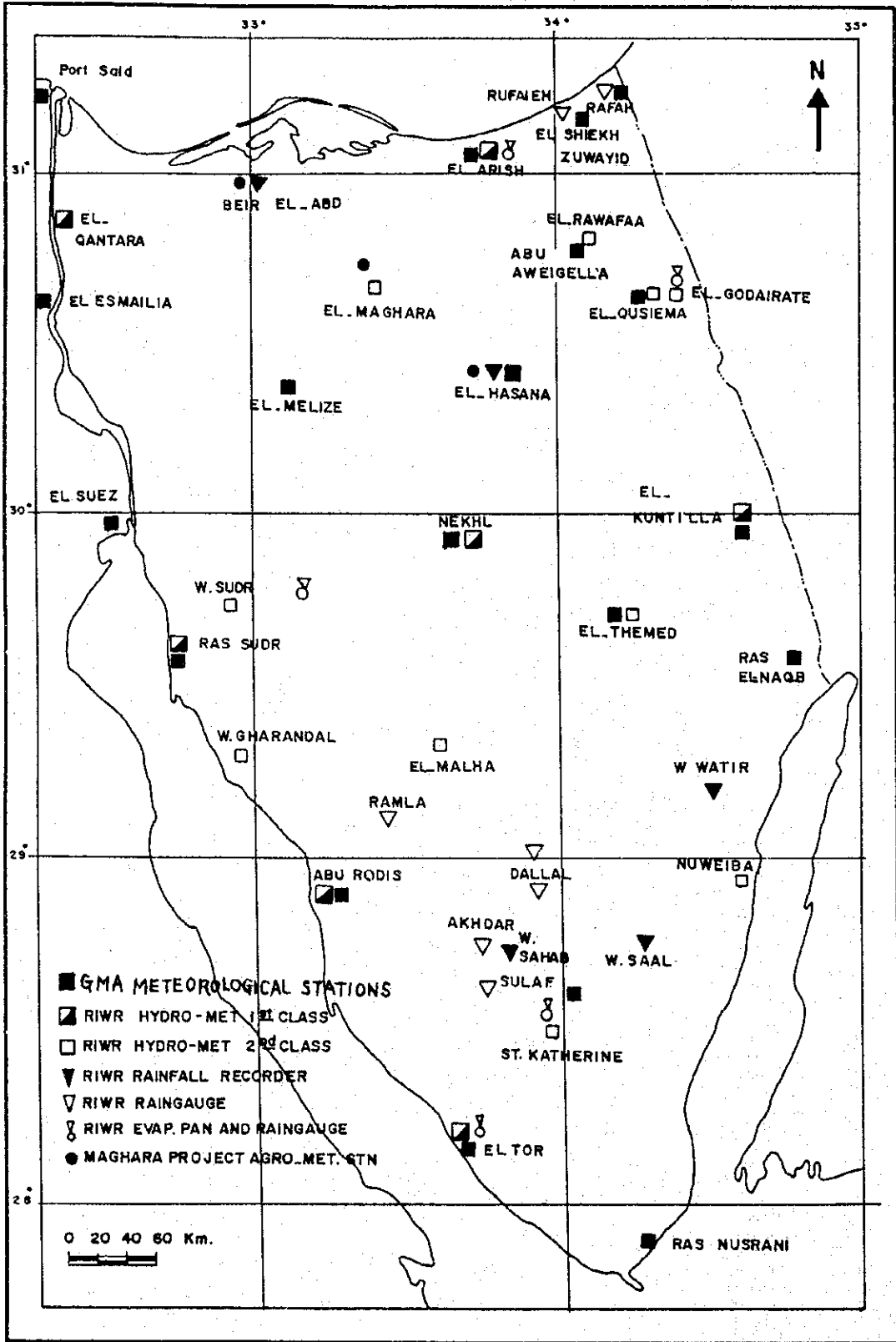


図3-12 シナイ半島気象観測所位置図

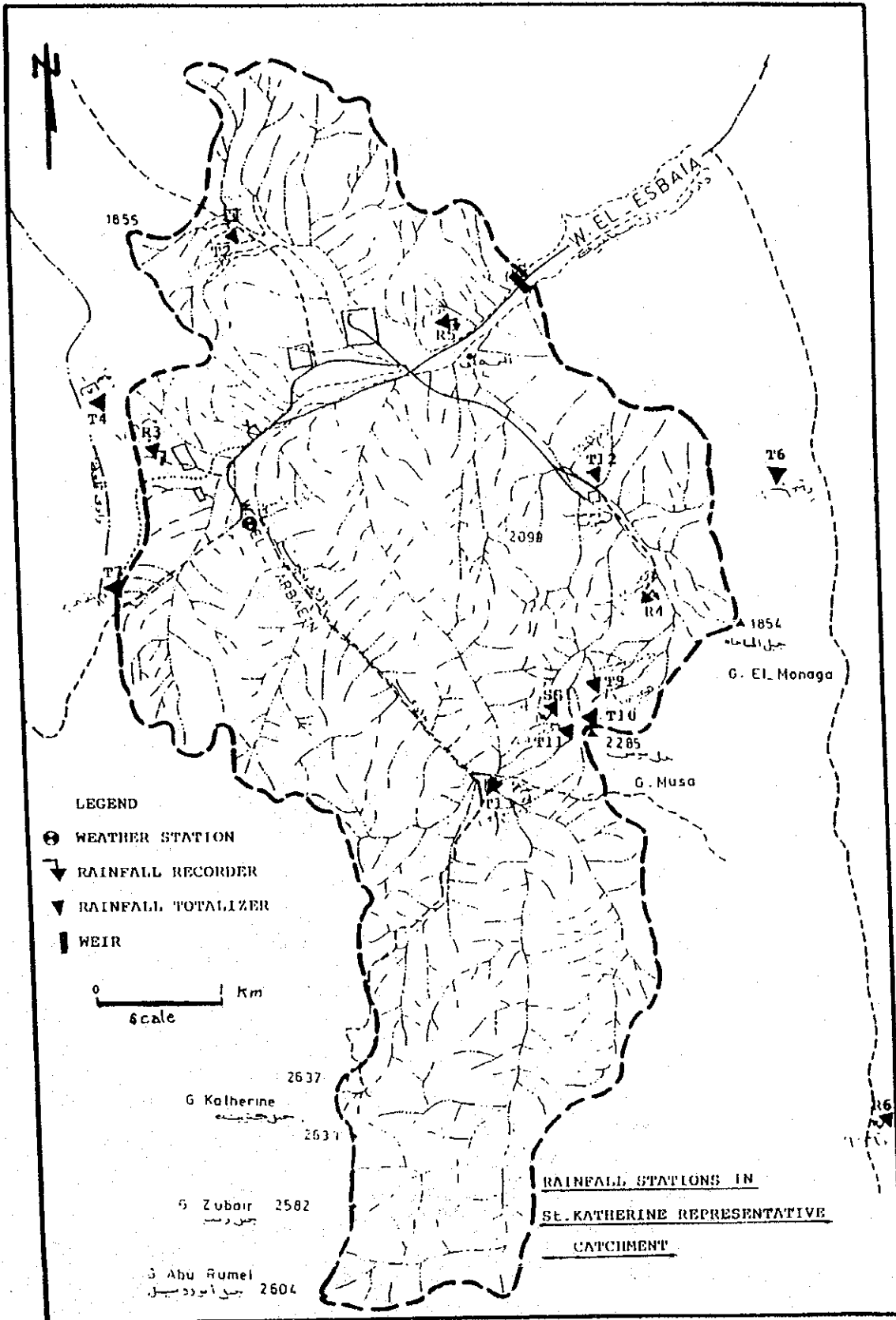


図3-13a サンタ・カテリナ流域水分・気象観測所位置図

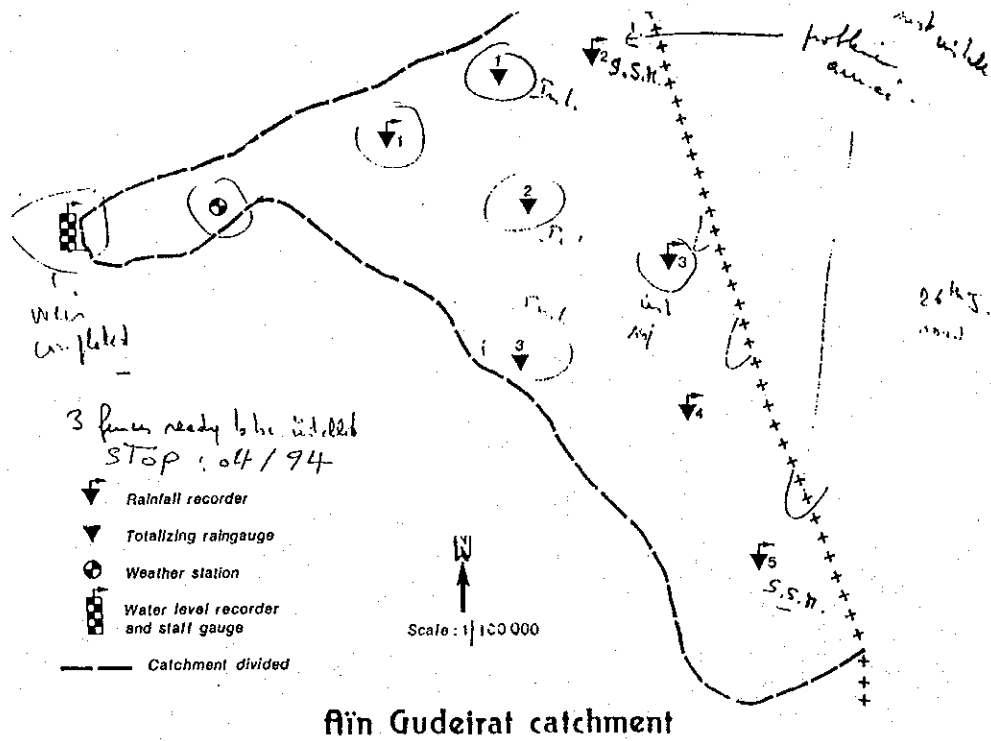


図3-13b アイン・グデイラット流域水分・気象観測所位置図

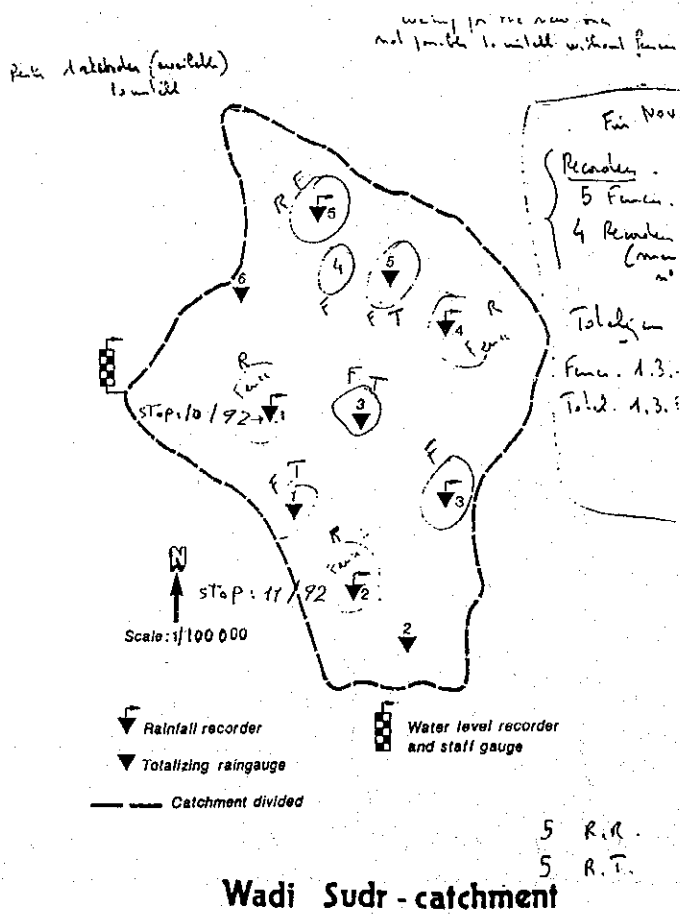


図3-13c ワジ・スドウル流域水分・気象観測所位置図

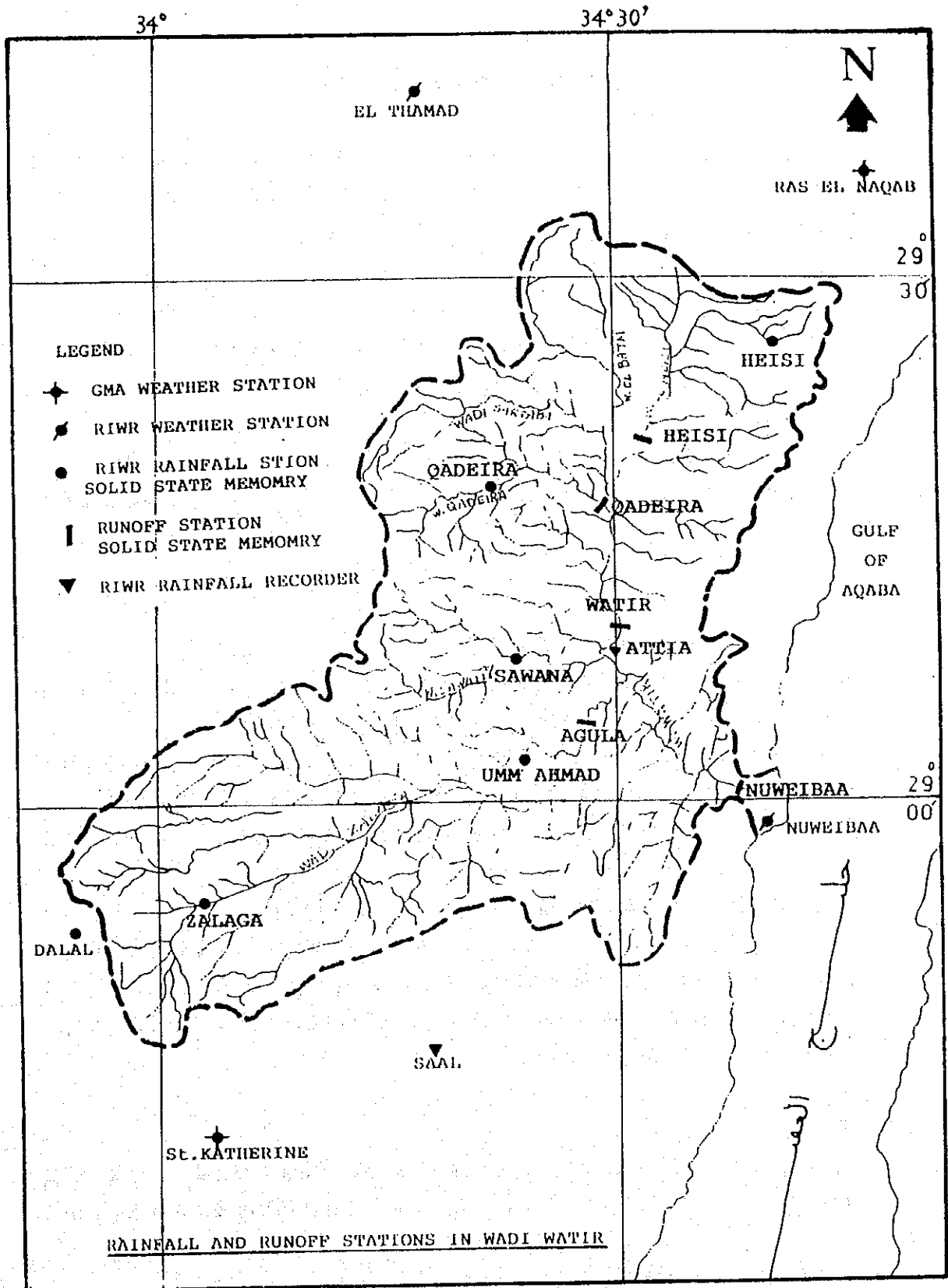


図3-13d ワジ・ワチール流域水分・気象観測所位置図

(2) 社会形態

シナイ半島における社会形態は、大きく3つに区分される。

1) 旧来型の半遊牧民的形態

先住遊牧民であるベドウィンにみられる、ほとんど自給自足型の生活。ベドウィンは砂漠の民とも呼ばれ、ラクダ・羊・ヤギなどを放牧し、またナツメヤシ・大麦などの作物を冬季の降雨を利用して栽培している。

2) 近代的資本導入による形態

石油の探掘や観光といった外部からの導入資本による事業が中心となるもので、インフラストラクチャーの整備を含めた建設業を伴う社会形態。典型的な地域として、アブ・ルディスやシャルム・エル・シェイクがある。

3) 中間的形態

おもに地中海沿岸地域にみられる灌漑農業、沿岸における集約的漁業、および小規模の工業・商業に従事する社会形態。南シナイ地域では、沿岸部に小規模に散在する。

(3) 農業

シナイ半島の農業は、完全な乾燥地農業であり、天水農業と灌漑農業で構成される。天水農業は、冬季における降水を比較的高めの畦によりたん水させて利用し、灌漑農業では地下水を井戸で汲み上げたり、湧水などを利用している。

いずれの場合も、降水量が絶対的に限られていることと、土壌や地下水の塩類濃度が高いことから、栽培可能な作物は限られている。天水による作物としては、ナツメヤシ、大麦、スイカなどが栽培され、灌漑による作物としては、オリーブや各種野菜等が栽培されている。

灌漑農業における水の確保は、従来はオアシスや井戸の掘削にたよっていたが、スエズ運河東側のピターレイク地域では、ナイル川からの河川水の導水を利用しているほか、スエズ運河西岸の湖沼地域からの新たな導水運河の建設も進められている。しかし、シナイ半島内陸部から南部地域ではほとんどが、小規模のオアシスや井戸に依存した小規模の灌漑農業に限られている。

(4) 鉱工業

鉱物資源については、鉄・マンガン・石油・石炭などの埋蔵量が有望で、今後の開発に期待が寄せられている。シナイ半島は、大きく4つの鉱物資源区域に分けることができる。

1) 南部アル・ムッサラス地区

この区域では、鉄・マンガン・長石などの資源があるが、その経済的価値、算出コ

ストなどについてはまだ検討すべき課題が残されている。

2) シナイ半島中部(アル・ハダブ地区)

銅・マンガンおよび建築用資材などの資源があり、特に1967年までに開発されたのは大半がこの地域のものである。

3) シナイ半島北部地域

この地区には、エジプトで唯一の粉炭の産炭地がある。そのほかに、いくつかの建築用原料も採鉱されている。

4) 北部沿岸地区

地中海沿岸域に、黒砂があり、またピターレイク(塩水湖)地域では、食塩が採取されている。

(5) 観光

1992年および1993年のシナイ半島における宿泊者数は約41万人、のべ宿泊数は120万日であった。観光客の大部分は南シナイに集中している。シナイ半島は豊富な観光資源に恵まれているが、その性格はおおきく2つにわけられる。ひとつは旧来からの歴史的宗教的価値のある旧跡名所の類であり、もうひとつは自然環境を観光資源とするリゾートタイプの観光地である。

1) 旧来からの旧跡名所的観

特に南シナイ地域の主要な歴史的な名所・宗教的旧跡としては、エジプト創世記、中王国および新王国の古い遺跡が有名である。中でも、モーゼの出エジプト記で有名なシナイ山およびその山麓のサンタカテリーナ修道院、マフマルの道と称されるメッカ巡礼の道と周辺の遺跡群、アユン・ムサのヌクタ・ハシーナやエル・トゥール等の古い港など、ファラウン島およびサラディーン砦などが有名である。

2) 自然環境を観光資源とするリゾートタイプの観光地

シナイ半島南部沿岸地域。特に南端のラス・ムハマンドは世界有数の珊瑚礁地域で、ダイビングスポットとしても有名である。シャルムエルシェイクを拠点とし、特に欧米からのダイビングリゾートを目的とした観光客が年々増加している。また、サンタカテリーナ周辺の陸上動植物の保護区も、乾燥地帯の貴重な生態系がみられ、観光資源としても有望である。

しかし、これらの観光資源の豊富さにもかかわらず、観光の中心は、まだサンタカテリーナと半島南端のシャルムエルシェイク周辺に限られており、その他の地域はいまだ整備が進んでいない。今後の開発と社会環境の整備が望まれるところである。

第4章 対象地域における地下水開発の現状

4-1 国家計画における位置付け

エジプト国の国土開発上の課題として、国土の5%に満たないナイルデルタ地域およびナイル沿岸に国民の98%が居住するというかたよった人口分布に対応するため、1982年から始まった国家五カ年計画においては、エジプト国全土を利用し新たな都市建設により人口を分散させることが基本的な方針となっている。第一次五カ年計画期間中には、東部砂漠地帯に10TH OF RAMADAN、6TH OF OCTOBER等の新産業都市を開発し、各種インフラの整備、工場誘致等に一定の成果をみたが、定住人口の面からは低い目標達成度に留まっている。このような計画達成の遅れは散見されるものの、人口分散はエジプト国政府の基本的な政策として位置付けられてきており、現在の第三次五カ年計画(1992~1997)では、シナイが国家計画の中心になるという見通しのもと、シナイへ向けての集中的な投資がなされている。

1994年には中東和平が成立し、シナイ半島の政治的、経済的重要性は高まり、中東地域を包括する発展の実現を考える上で、シナイ半島は連結部として重要な位置を占めている。このような背景のもとエジプト国政府はシナイ開発国家計画を1994年9月に計画省の主導のもとに作成した。

本開発計画は、現行の第三次五カ年計画(1992~1997)を始点として、2017年を最終目標年とした25カ年の長期計画となっている。計画の基本方針は、シナイ半島が有する地理的条件、天然資源、観光資源を活かし、シナイの社会・経済的システムをエジプト国全体の中でとらえたうえで、農業・鉱工業・観光・インフラ等の開発計画を展開することにある。また、エジプト国の東の国境地帯としての政治的・安全保証的側面をサポートすることおよびエジプト国の人口を分散させることを目的としている。

開発の主軸は、エル・アリッシュ、エル・トールおよびヌウェイバの3地点におかれており、さらにシナイ横断道路の中央に位置するナハルも開発のセンターとしてとらえている。シナイ全体の開発と経済構造は、エル・アリッシュとスエズ湾(エル・トール)から構成されるシナイ半島北西部に依存している。一方、シナイ半島東部のアカバ湾側の開発は、空港、港、宿泊施設、海水淡水化施設、発電所等の既存の施設を拡張することによる国際的な観光開発が基本となっている。

シナイ開発国家計画における飲料水供給計画は、農業・鉱工業・観光・インフラ等の開発により1994年の人口27.7万人320万人に増加するという大規模な移住に基づいており、その詳細については「4-6 既存の開発計画」において記述する。

4-2 水源および水文地質

(1) ジュラ紀帯水層

ジュラ紀層下部はおもに砂岩・頁岩、上部は石灰岩よりなる。北シナイのマガーラ山ではドーム構造により本層が地表に露出しており、イタリアの技術協力によるパイロットファームのプロジェクトで、1,600m³/dayの地下水が開発されている。井戸深度は200m、塩分濃度はTDSで2,000ppm(以下塩分濃度については特に明記しない限りTDSによる)と飲料目的には高すぎる。南シナイを含む他の地域では本層は帯水層の深度が深く、さらに塩分濃度が4,000~8,000ppmと高く使用できない。

(2) 下部白亜紀砂岩帯水層

JICAによる北シナイでの調査では、揚水試験から求めた透水係数は10⁻⁴~10⁻³cm/sec、透水量係数は12~400m²/dayであり、粒度分析から推計した透水係数は10⁻³~10⁻²cm/secである。これらの帯水層定数から下部白亜紀砂岩帯水層は高い透水性を有していると判断される。

地下水の流動機構は図4-1の地下水面等高線図に示すとおり、南から北へ流動しているが、Ragabet-El Naam断層とそこに貫入した中新世の難透水性の玄武岩の岩脈により分断されている。層厚は、北部の900~1,000mから南部の200mまでの幅を持つ。既存井戸のスクリーンが設置されている層厚は80~280mである。地表から本層までの深度は、図4-2に示すとおり北シナイ強褶曲帯での背斜部を除いて南ほど浅くなっており、南シナイにおいては800m以下でありその分布の南端で地表に露出する。

この本層露頭においては現在の地下水の涵養があるとされており、その分布域3,000km²に対し3mm/yearの涵養を仮定し、年間9百万m³と推定されている。本層における地下水流量は、透水量係数、動水勾配および帯水層の広がりから年間25百万m³と推定され、9百万m³の涵養量の残り年間16百万m³が隣接する上部白亜紀の帯水層からの漏水であると想定されている。

地下水の水質分布は図4-3に示すとおり、一般に南ほど塩分濃度が低く、南シナイではほぼ1,500ppm以下であり飲料に適している。仮に開発可能な水質を2,000ppm以下とした場合、シナイ半島の90%の地域で利用可能であり、年間25百万m³のうち25%の6.3百万m³が物理的に揚水できるとして、水質を考慮した開発可能量は5.6百万m³と概略推定されている。

しかし、地下水面の地表からの深さは、図4-4に示すとおり南ほど深い傾向にあり、北シナイ州南端のナハルの既存井戸で200~250mであり、本件調査での試掘予定位置においてはより深い300m程度が予想される。井戸水の揚水は技術的および経済的に250m程度が限度と考えられるため、本帯水層の南シナイにおける開発に際しては、地下水位がネックになる可能性がある。また地下水面が250mより浅い地域であっても、地下水位が急激に下がらない揚水計画にする必要がある。

W R R I が提案している本調査での掘削候補地は、図4-9のとおりすべて南シナイ州

側の中央シナイ高原地域または付近に位置しており、1,000m程度の予定深度からしてすべて下部白亜紀の砂岩帯水層をねらったものである。ナハル～エル・ターメド以南の中央シナイ高原には既存の深井戸がなく、本件調査における試掘調査により当帯水層の水文地質状況の全容がほぼ明らかになる。

(3) 上部白亜紀石灰岩帯水層

ここでは、正確には中部白亜紀層と上部白亜紀層を合わせて上部白亜紀石灰岩帯水層として取り扱う。地下水の流動機構は図4-5の地下水面等高線図に示すとおり、全体的に北西方向に流動している。帯水層定数は石灰岩帯水層のため場所により変化に富む。地下水面の地表からの深さは21～219mで、一般にその揚水コストは下部白亜紀帯水層よりは低いといえる。

本層における地下水流量は、透水量係数、動水勾配および帯水層の広がりから年間30百万 m^3 と推定されうち25%の7.5百万 m^3 が物理的に揚水できることになり、下部白亜紀の帯水層より可能揚水量は多いことになる。しかし、図4-6に示すように本帯水層においては塩分濃度がかかなり高く利用可能な2,000ppm以下の地域は南シナイ側の一部地域に限られており、水質的に考慮すると揚水可能な7.5百万 m^3 のうち16%にあたる1.2百万 m^3 のみが開発可能と概略推定されている。

(4) 始新世石灰岩帯水層

始新世の地層は石灰岩とチョークよりなり石灰岩層が帯水層となっている。主な分布域は中央シナイ台地とシナイ東北部のイスラエル国境付近である。本層は台地の頭部を形成している場合が多く、台地間では互いに孤立した帯水層となっているものと思われる。シナイ東北部のグデイラットの泉とカデイスの泉は、下位の難透水層(第三紀暁新世の頁岩層)との境界付近に湧出しており、生活用水と灌漑用水として使われている。湧出量はそれぞれ1500 m^3/day と400 m^3/day である。グデイラットの泉での塩分濃度はTDS値で1440ppmとほぼ飲用水として良好である。EECによるクンテラ地域での2本の試掘井戸(深度90mおよび96m)は空井戸であった。その他には小規模の泉や浅井戸が数箇所あるだけであり、水文地質状況も不明である。南シナイにおいては、中央シナイ台地のナハル南方にグデイラットの泉と同様の水文地質状況にある地層がより広く分布していると思われるが、その地下水賦存状況は不明である。

(5) 第四紀帯水層

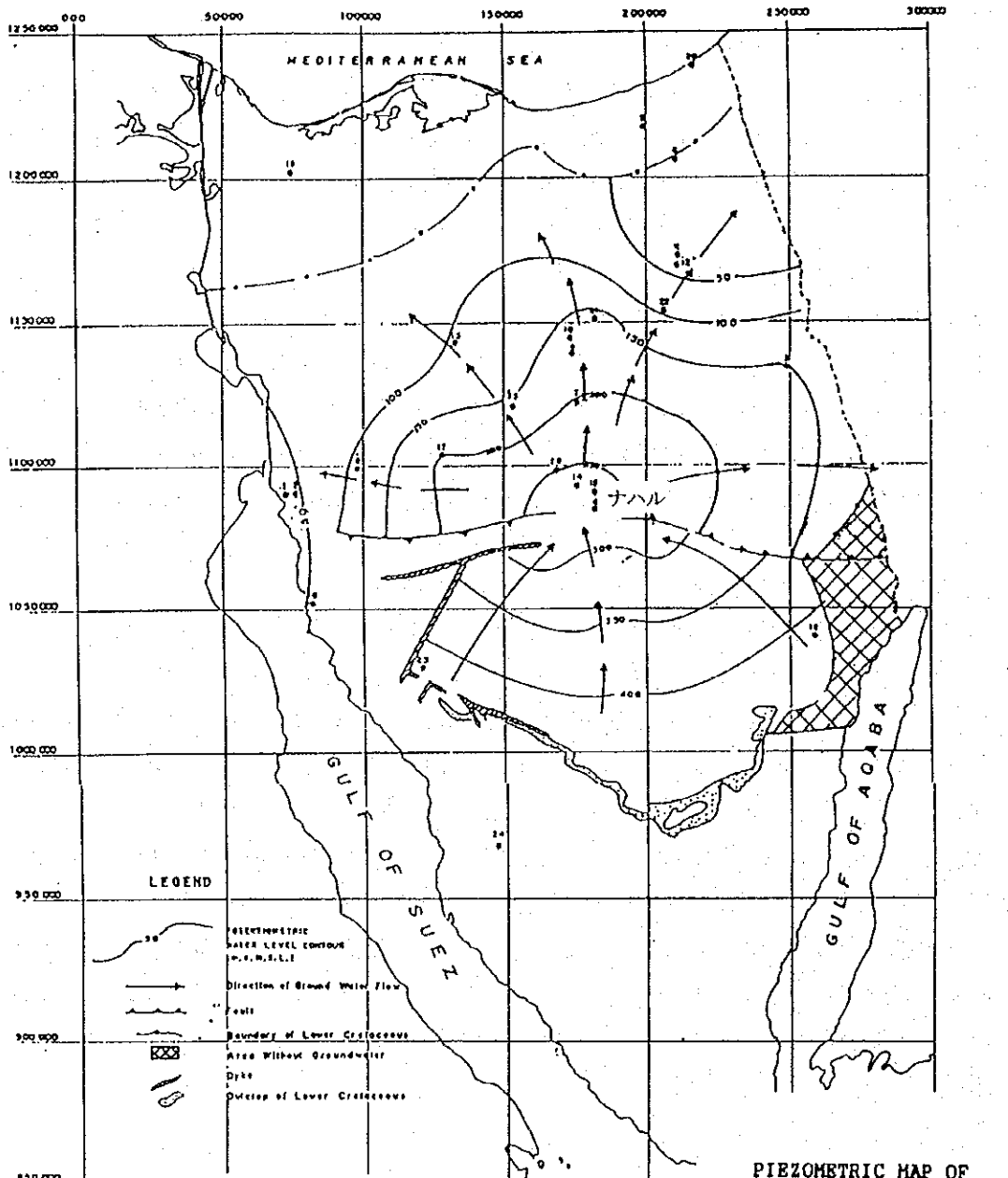
主要な分布域は、北シナイの地中海沿いの海岸平野であるが、海水の進入や先第四紀の汽水の引き込みによる塩水化が進行しており、過剰揚水となっている。

南シナイにおいては、スエズ湾沿岸のエル・トール付近のエル・カー平原には、砂礫

を主体とした厚い第四期層が堆積しており、良好の帯水層となっている。層厚は厚く50~1,000mに至る。スクリーン設置部での透水量係数は80~3,400m³/dayと非常に透水性が良い。エル・カー平原における降雨量は年間20mm程度であり、直接の地下水の涵養は無いと言える。しかし、図4-7の地下水水面等高線図からわかるように、地下水位の分布と地下水の流動方向は、東接する山地から現在地下水が涵養していることを示している。また平原と山地との境界には扇状地が発達しており、そこではいくつかの泉があり植生がみられる。その涵養量はE E CによるSinai Water Resources Study(1993)では、平面2次元地下水シミュレーションにより20,000~30,000m³/dayと推定されている。塩分濃度の分布は、図4-8に示すとおりエル・トール北東方5~10km地点の500ppm程度(電気伝導度からT D Sに換算した値)からエル・カー平原北西端の4000ppm程度まで幅があるが、山沿いほど水質の良い傾向にあり、飲用に適する1500ppm以下(図4-8における2.0 μ s/cm以下の地域にはほぼ相当する)の分布が広い。一方、エル・トール付近では海岸から2.5km地点まではすでに海水の進入が起こっている。

南シナイには主として花崗岩類よりなる基盤岩が広く分布する。この地域は谷の発達した山岳地帯となっており、ワジ沿いの浅い沖積層と花崗岩の風化帯の帯水層や泉が、村落給水と灌漑用にいくつかの地域で使われている。これらの山地では海岸付近よりは降水量が多いものの、年間50mm程度と少なく植性が殆ど無いうえに、冬季の数回の降雨に集中しているために降雨の大部分が洪水として海に流出してしまう。従って、地下水量としてはそれほど期待できないが、総じて塩分濃度が1000ppm以下と低く水質が良好であり、南シナイにおいては貴重な水源のひとつと考えられる。

その他、アカバ湾沿いの主要なワジの河口付近には第四紀層が分布するが、いずれも浅く狭い分布となっている。また、人口が集中している地域となっており、すでに浅井戸による開発が進んでいる。すでに塩水化が起こっている既存井戸も多く、新規地下水開発は困難なものと思われる。



PIEZOMETRIC MAP OF LOWER CRETACEOUS AQUIFER

No.	WELL NAME	TDS	WATER LEVEL
1	ATUH ROSA-1 (OIL)	2900	15
2	ATUH ROSA-2 (OIL)	2415	10
3	ARBIT EL-NAGA (RIVER)	3000	150
4	DARAD-1 (OIL)	1490	283
5	EL-ABISA (OIL)	—	—
6	EL-BANNA-1 (OIL)	—	—
7	EL-BRUK-1 (JICA 10)	2518	203
8	EL-ENABAA-1 (OIL)	14000	—
9	EL-NEUSHAM (ARMY)	1500	180
10	EL-NEUSHAM (JICA)	2915	198
11	EL-KALLAL-1 (SRMIL)	1910	22
12	EL-KALLAL (JICA 14)	DRT	DRT
13	GIFGAZA (JICA 13)	—	87
14	HEKREL-1 (OIL)	1870	298
15	HEKREL-2 (ORICAF)	1200	280
16	SUD-15 (OIL)	22745	—
17	SUD EL-NHITAR (RIVER)	1248	205
18	SARINA-1 (RIVER)	1575	420
19	SARNA-1 (OIL)	—	—
20	HARAFIY-1 (OIL)	—	152
21	EL-BASSARA (ARMY)	1800	180
22	TALBT EL-BADAR (ORICAF)	4890	157
23	EL-TRAMADA	2830	152
24	FRKAN-1 (RIVER)	850	242.5
25	GHARANDAL-1 (RIVER)	—	—
26	ABU-NARINA (OIL)	2300	—

0 10 20 30 40 50m

1	01-1-01	J.M.	REPLY AFTER CONSULTATION
REV. NO.	DATE	CHECKED	REVISIONS
MINISTRY OF PUBLIC WORKS AND WATER RESOURCES WATER RESEARCH CENTER RESEARCH INSTITUTE FOR WATER RESOURCES COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES SINAI WATER RESOURCES STUDY (PHASE II)			
CAIRO UNIVERSITY - FACULTY OF ENGINEERING INSTITUTE OF ENGINEERING AND PUBLIC WORKS STUDIES IN SOILS AND FOUNDATIONS			MELWA MEMO CONSULT.
SINAI WATER RESOURCES MAP			
EDITED BY	MEL	LOWER CRETACEOUS	SCALE
CHECKED BY	M.S.	POTENTIOMETRIC	1:200000
DRAWN BY	M.S.	SURFACE MAP	DRAWING NO.
DATE	01-01		13

図4-1 下部白亜紀砂岩帯水層下面等高線図

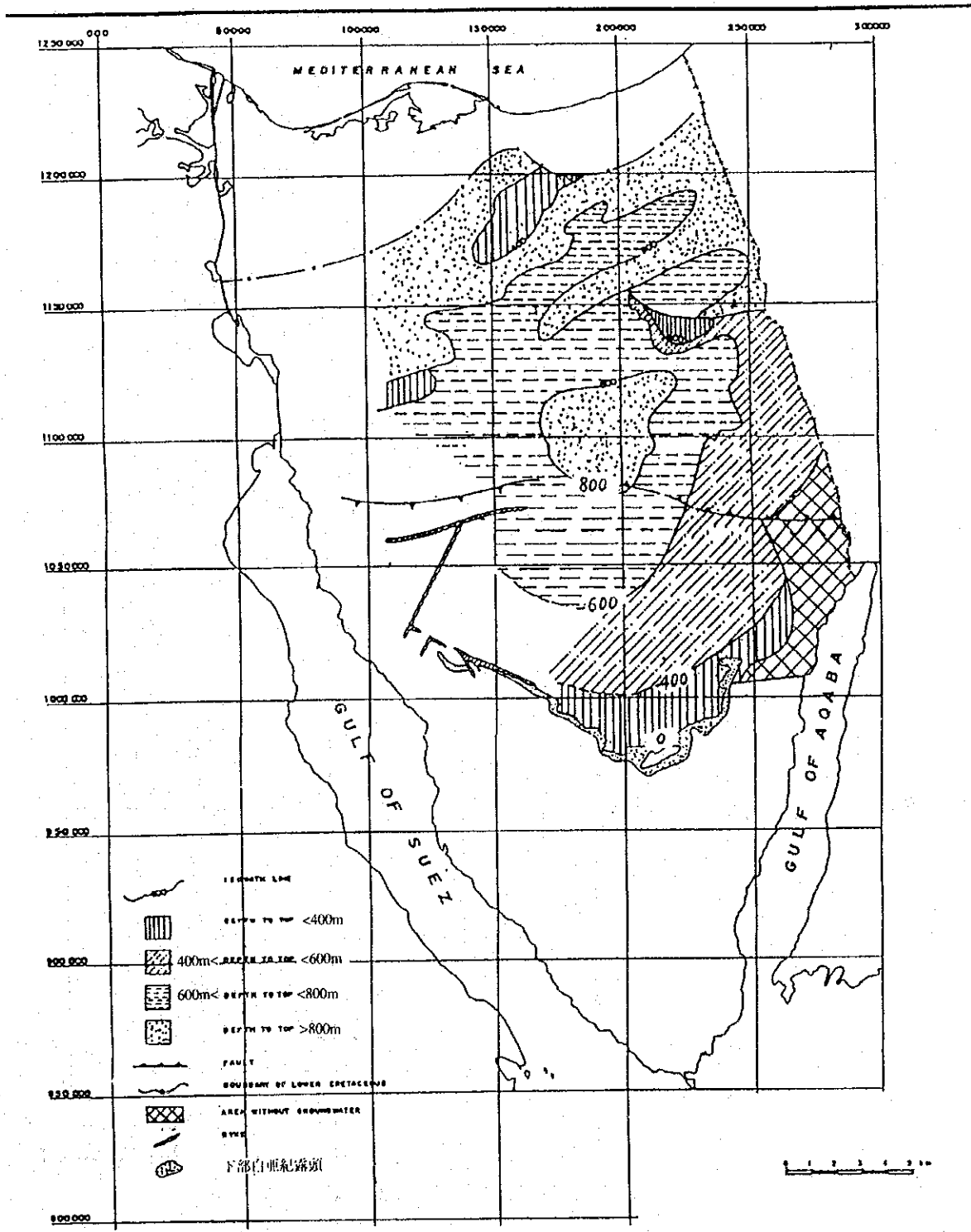


図4-2 下部白亜紀砂岩帯水層の深度分布図

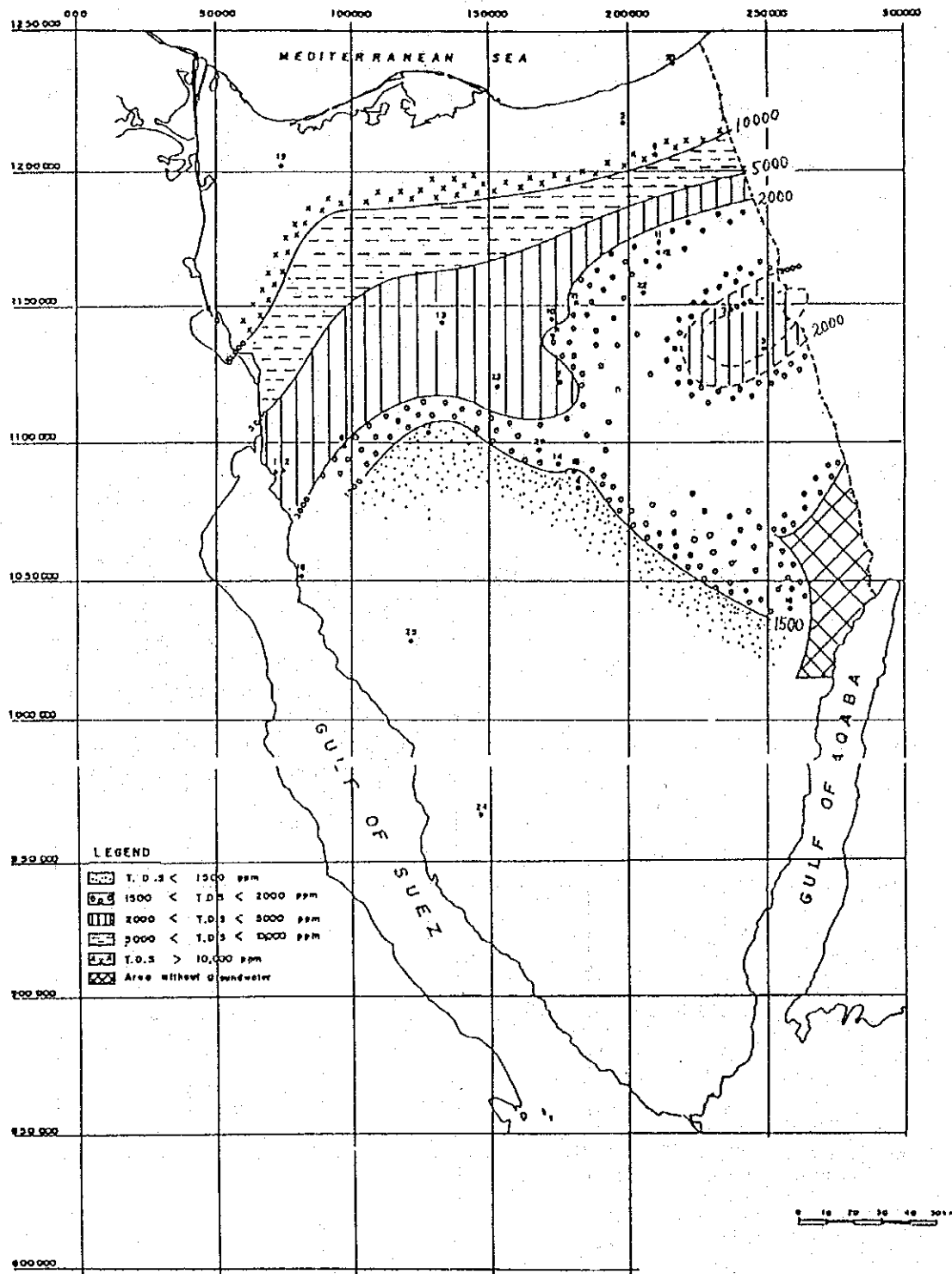


図4-3 下部白亜紀砂岩帯水層の塩分濃度分布図

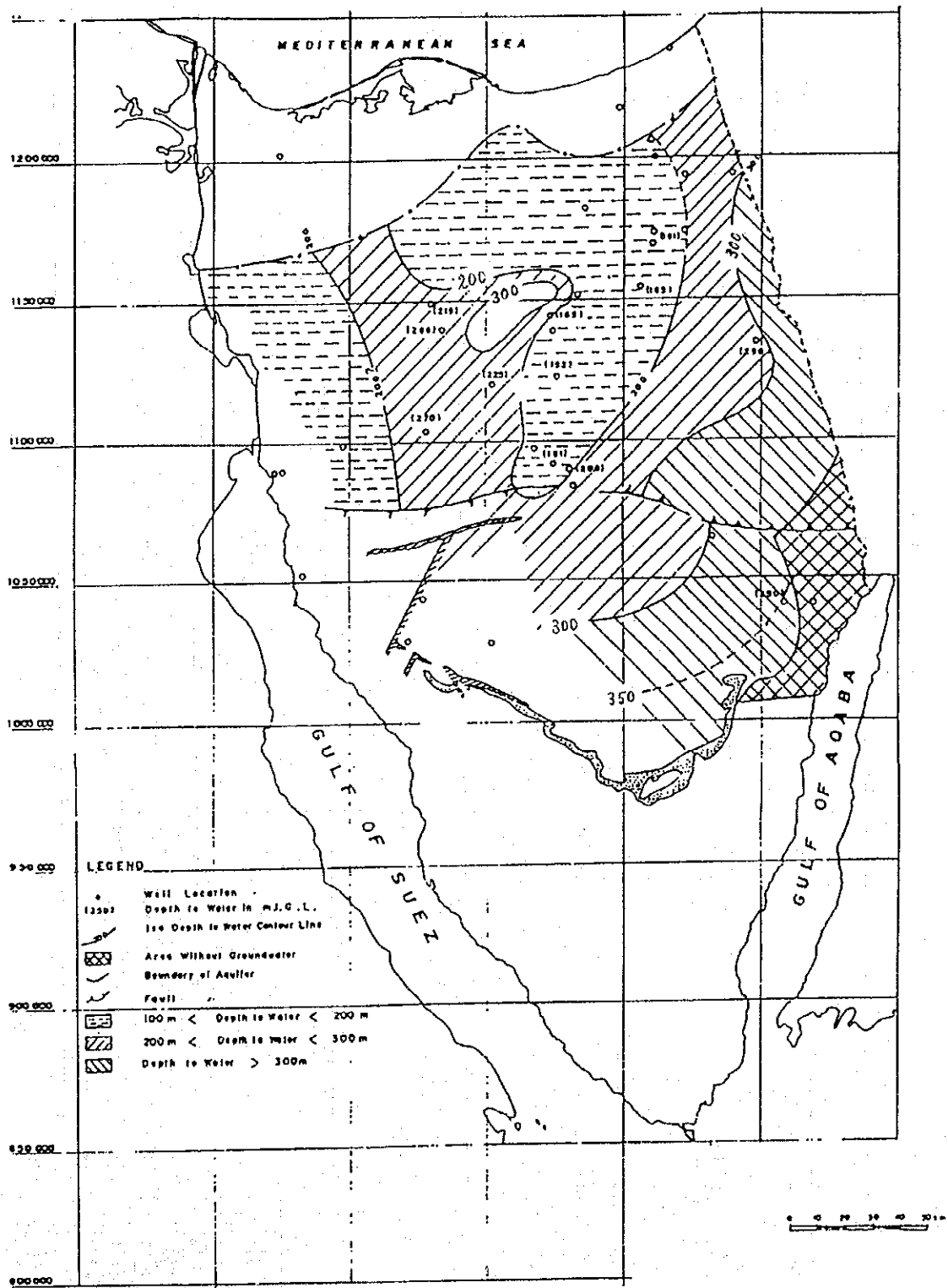
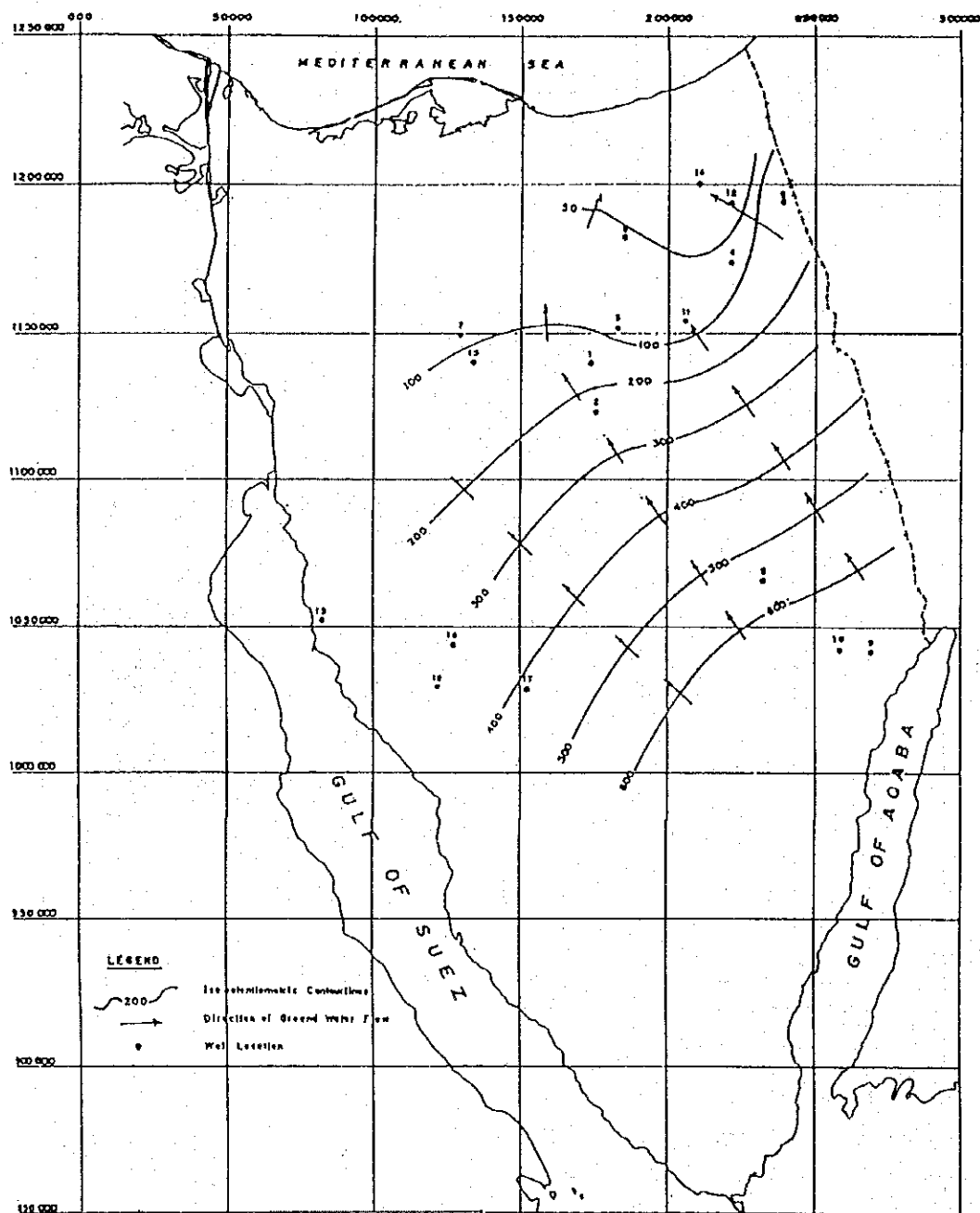


図4-4 下部白亜紀砂岩帯水層の地下水位深度分布図



No.	WELL NAME	TDS	WATER LEVEL
1	EL ARISH WELL NO. 19	2740	174
2	EL-MUS-2 (JICA 17)	5078	223
3	EL-HASSANA (UNICOF)	4120	78
4	EL-MURTAZI (UNICOF)	3700	78
5	EL-TURBO (UNICOF)	2500	456
6	EL-YATO (UNICOF)	4000	175
7	CITGARA (UNICOF)	3600	79
8	LIMBI (RIVER)	3282	50
9	KACAB (JICA 15)	—	—
10	SARHA-2 (RIVER)	1100	878
11	TARAT EL-SOM (UNICOF)	4880	137
12	UN BHEIM (UNICOF)	3700	51
13	SUDR 15 (OIL)	13473	—
14	EL-ROGHA (UNICOF)	2500	—
15	GEYFAR (ARMY)	2478	101
16	AJR SHALLALA	1500	SPRING
17	AJR TERGA	1507	SPRING

0 10 20 30 40 50m

1	10-1-83	S.M.	NUMBER CORRECTION ADJUSTMENT
KEY NO.	RATE	CHECKED	REVISED
MINISTRY OF PUBLIC WORKS AND WATER RESOURCES WATER RESEARCH CENTER RESEARCH INSTITUTE FOR WATER RESOURCES			
COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES SINAI WATER RESOURCES STUDY (PHASE II)			
CAIRO UNIVERSITY - FACULTY OF ENGINEERING DEPT. OF GRADUATE STUDIES, CAIRO			HELMUT HYDRO CONSULT
SINAI WATER RESOURCES MAP			

図4-5 下部白亜紀石灰岩帯水層の地下水面等高線図

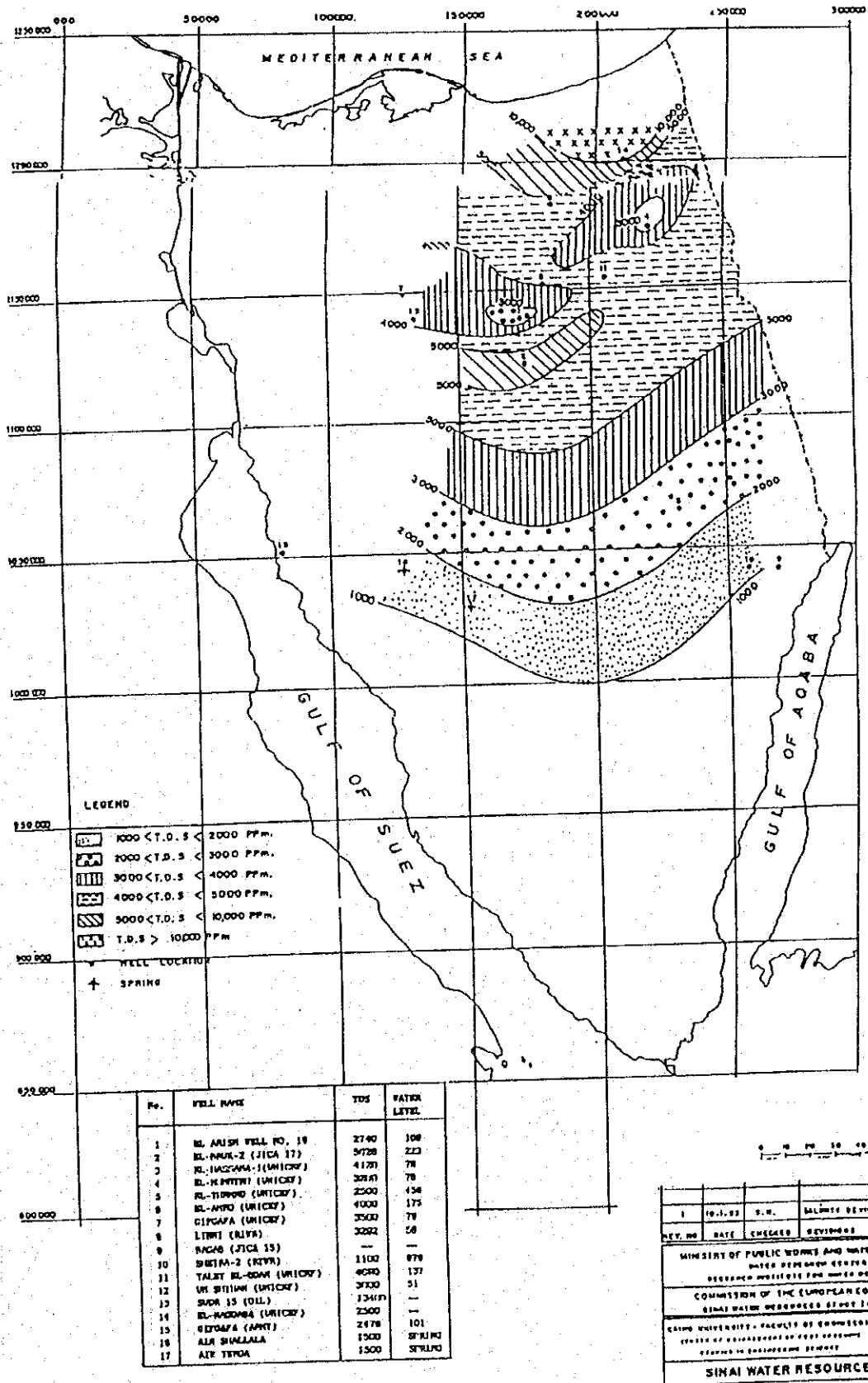


図4-6 上部白亜紀石灰岩帯水層の塩分濃度分布図

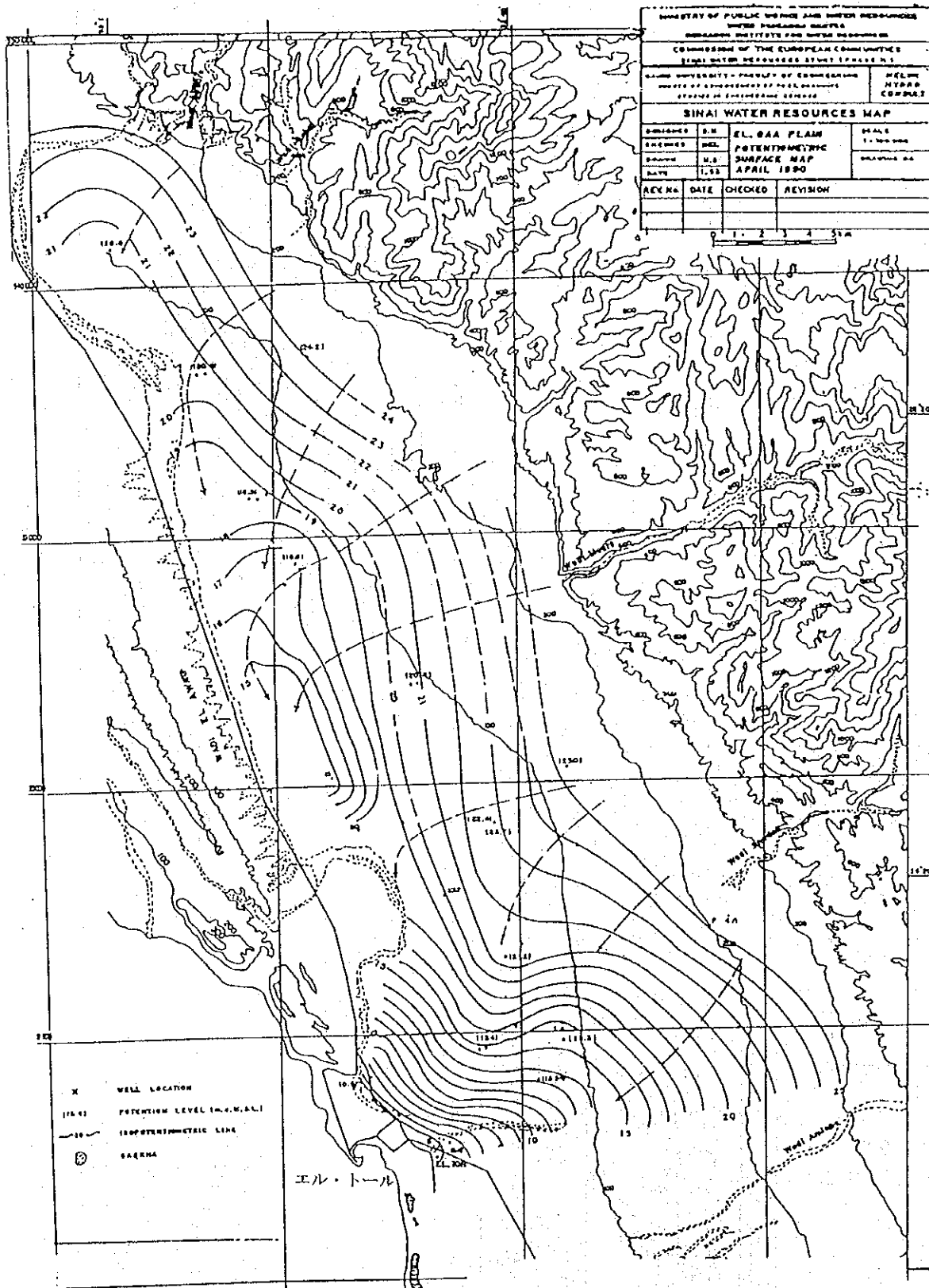


図4-7 エル・カー平原の地下水面等高線図

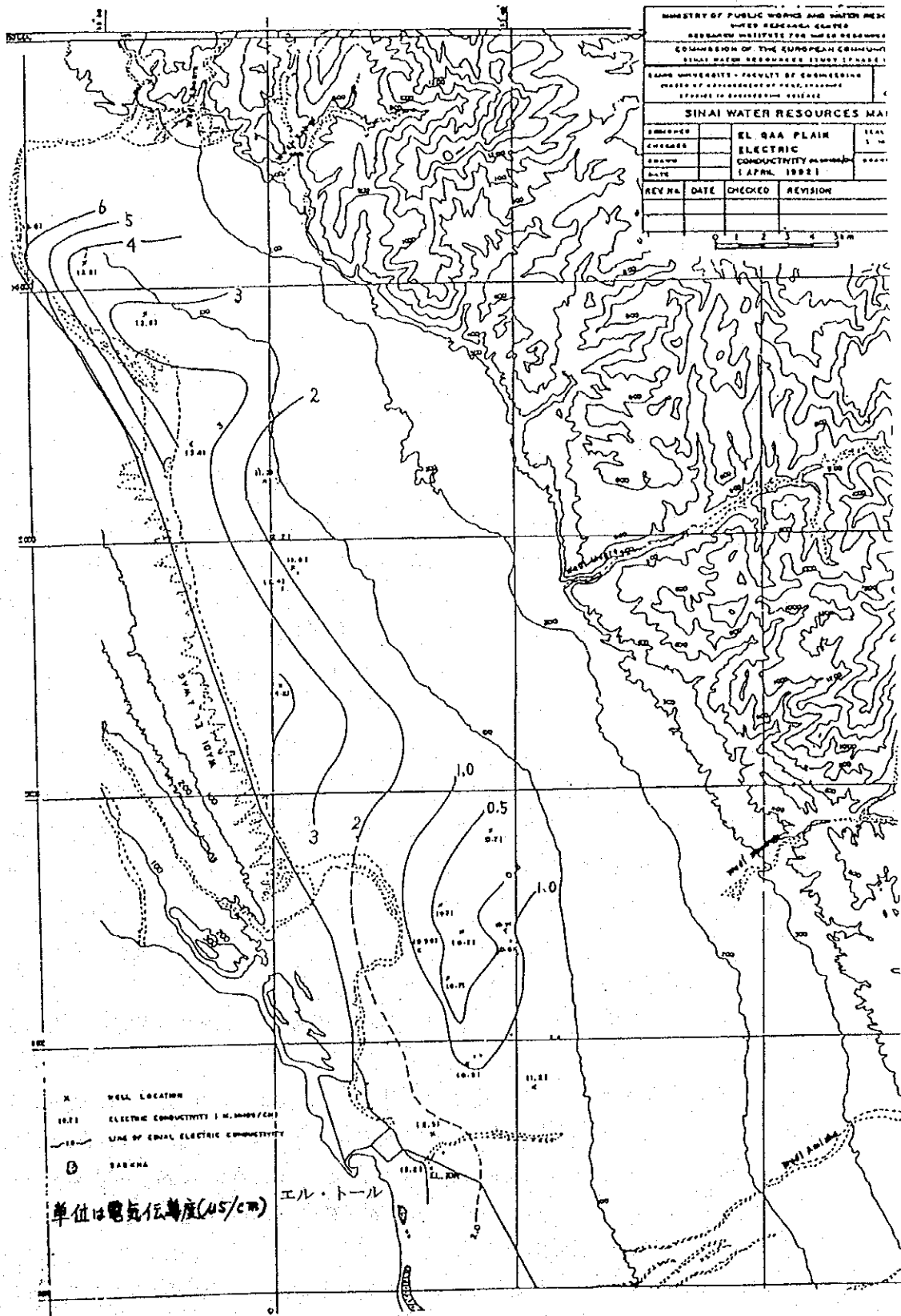


図4-8 エル・カー平原の地下水塩分濃度分布図

4-3 既存給水施設および水利用状況

(1) 地下水

図4-9にシナイ半島の北緯30°以南における300m以深の既存または掘削中の深井戸の位置を示す。北シナイ州南端部のナハルとエル・ターメドには既存の深井戸があるが、それより南の南シナイ州側の中央シナイ高原にはまったくない。南シナイ州における深井戸は、フェイランワジ下流域、ガラダルワジ、ワチールワジ中～上流域に存在する。これらは、調査井戸または灌漑用で、南シナイ州においては水道源としては未だ使われていない。

1) 先第四紀帯水層

① 中央シナイ高原とその周辺

既存の給水施設としては、北シナイ州南端部のナハルでは、下部白亜紀の砂岩帯水層からの深層地下水による水道が普及している。当地域にはベドウィンの伝統的な村がいくつかあるが、水源としては上部白亜紀から第三紀始新世の石灰岩中の浅井戸や泉を使用しているものと思われる。しかし、その詳細は不明である。例えば、ナハル南方のベドウィンの村マルハ(人口約1,000人)では5本程度の浅井戸が使われているとのことであり、その揚水量は、電源が無いことからハンドポンプなどの手汲みを想定すると1本当たり1日10m³を超えないものと思われる。

今回の現地踏査時、現地ボーリング業者であるREGWAによる揚水井戸掘削が数箇所で行われていた。ワチールワジの中流域でAl Seikh Atia No.2(予定深度900～950m)、エル・ターメド付近でEl Tamad No.2(740m深)およびナハル南方6 km地点(予定深度1200m)でそれぞれ掘削工事中であった。掘削の平均速度は1カ月に120mから230m程度と各現場でまちまちであった。これらは、公共事業・水資源省の灌漑局の資金によるもので、農業省が利用者となる。WRR Iは掘削、電気検層、揚水試験等の技術的な監督を行っているとのことであり、ナハルの現場ではWRR Iの技術者が電気検層の監督を行っていた。この灌漑プロジェクトではシナイ半島全体で52本の掘削が計画されており、今回の事前調査時点で、内36本が完成または工事中とのことである。

ナハル周辺の既存深井戸4本の深度(掘削深度)は1,000～1,200m、水位(地表から地下水面まで)200～250m、揚水量300～500m³/day、塩分濃度(TDS)1,500ppm程度である。エル・ターメドのEl Tamad No.1では深度805m、水位382m、揚水量500m³/day、塩分濃度1,150ppmである。いずれも、帯水層は下部白亜紀の砂岩である。

② その他地域の先第四紀帯水層

フェイランワジ下流域には、中央シナイの高原とは孤立した先第四紀層が分布しており、下部白亜紀砂岩帯水層を対象にWRR Iにより3本の深井戸が設置されて

いる(図4-9参照)。それぞれ、深度778、670、366m、水位37、57、39m、揚水量800、1,000、1,000m³/day、塩分濃度780、860、850ppmである。いずれも水質が良く水位が浅く透水性が高い良好な井戸である。しかし、孤立した帯水層のため分布域が狭く、新たな開発には限りがある。井戸には貯水槽が付設されており、これは、南シナイ州政府が、40haのパイロットファームを灌漑することを目的にしたものである。

ガランダルワジにはE E Cの資金で、同一地点に3本の深井戸が掘られた(図4-9参照)。それぞれ上部白亜紀の石灰岩、下部白亜紀の砂岩、古生代の砂岩と別々の帯水層をねらっており、上部白亜紀の石灰岩と古生代の砂岩においては、それぞれ4,952ppm、4,580ppmと高い塩分濃度となっている。下部白亜紀の砂岩帯水層については、深度930m、水位78m、揚水量500m³/day、塩分濃度1,333ppmと良好な結果を得ている。

ワチールワジ中～上流域にはE E C、W R R Iおよび、灌漑局等による6本の深井戸があ。そのうち2本は上部白亜紀の石灰岩層中に設置されており、その深度328と408m、水位51と93m、揚水量50と30m³/day、塩分濃度1,471と1,050ppmで、揚水量がやや少ないものの一応の成功をおさめている。他4本は下部白亜紀砂岩中で、水位が355mと開発するには深すぎるものもあったが、その他は良好である。

2) 第四紀帯水層

南シナイには、第四紀帯水層を水源とした井戸としては、97本の飲料水用の浅井戸と708本の灌漑および家畜用の手掘り井戸がある。

① エル・カー平原

スエズ湾沿岸には、砂礫を主体とする未個結の厚い第四紀堆積物からなるエル・カー平原が、海岸沿いに幅約20km長さ約200kmで広がっている。南シナイで大規模に開発可能な第四紀の帯水層としては、このエル・カー平原だけである。ここでは、現在エル・トール你的生活用水、エル・カー平原での灌漑用水、シャルム・エツシェイクへのパイプラインによる導水として使われている。エル・カー平原における地下水揚水量を表4-1に示す。揚水量は1990年以降は10,000m³/day程度となっており、1984年に約6割を占めていた灌漑用水は1992年には約1割にまで規制されている。

表4-1 エル・カー平原における地下水揚水量

年	揚水井戸数(本)		地下水揚水量(m ³ /day)		
	灌漑用水	生活用水	灌漑用水	生活用水	合計
1972	2	3	500	1,700	2,200
1984	14	6	5,350	3,200	8,550
1987	14	9	6,540	6,500	13,040
1990	14	9	2,310	7,960	10,270
1992	10	8	830	7,790	8,820

一方、エル・カー平原における地下水賦存量の調査は、大まかではあるがEECによるSinai Water Resources Studyで実施されており、20,000～30,000m³/dayの涵養量が推定されている。塩水化について十分に検討を行い、塩水化が進行しないような井戸の配置と揚水量の規制による安全な揚水計画を策定することで、さらなる地下水の開発が可能な地域であると思われる。

② 基盤岩地帯の第四紀層

シナイ山地の基盤岩地帯には、谷が深く発達しており降水量も標高があがるほど多くなるために、谷底の薄い第四紀層(沖積層)における地下水開発の可能性がある。また、シナイの基盤岩は風化に乏しく表土の発達が悪いが、亀裂や断層の発達した部分もあり裂カ水としての可能性もある。また、南シナイには約50の泉があり、そのうち15の泉は1年を通じ涸れない。

この地域で規模の大きい地下水としては、ワティールワジのフルタガの泉とフェイランワジのフェイランオアシスだけであり、今回の現地踏査でまとまった植生が見られたのもこの2カ所だけであった。

フルタガの泉は花崗岩の割れ目から湧出しており、緻密で難透水性の玄武岩質の岩脈により地下水の流動が規制されているようである。水質は良く、今回の事前調査時の測定では、電気伝導度1,810 μ Ωであった。地下水賦存量は、1,200～1,600m³/dayと見積もられている。水利用としては、給水車により泉から直接取水されている他、泉が伏流するすぐ下流部にW R R Iにより4本の浅井戸が設置されているが、それらの取水量は不明である。付近の住民により、灌漑と飲料水として使われているとのことであるが、未だそれほど大規模には使われていないという印象であった。現在、観光開発への利用が計画されている。井戸の構造は、沖積層(河床堆積物)と花崗岩の風化帯を流れる地下水をより多量に集水するために、特徴的な構造をしている。口元径は1.2mであるが、図4-10に示すように井戸中～深部では6mと大孔径となっている。

フェイランオアシスでは手掘りの浅井戸により地下水が使われており、ナツメヤ

シを主とした大規模なオアシスとなっている。地下水は基盤岩の割れ目から湧出しているものと思われるが、表流水としては見られず、フェイランワジの河床堆積物中に賦存している。フェイランオアシス付近の基盤岩中には多数の岩脈が平行に(N-E-SW系のものが特に多い)発達しており、基盤岩中の地下水の流動を規制しているものと思われる。

その他では、シナイ山地中央のサンタ・カタリナではワジ床の沖積層に浅井戸が掘られており、給水車によってサンタ・カタリナの街とホテルに給水されている。EECによるサンタ・カタリナでの試掘結果は、井戸深度130m、揚水量 $5\text{ m}^3/\text{h}$ 、塩分濃度500ppmであった。帯水層はワジ床の沖積層と花崗岩の風化帯である。しかし、これら基盤岩地帯の地下水賦存量は不明であり調査の必要がある。量的には井戸あたり $10\text{ m}^3/\text{day}$ 程度で、大規模な開発は無理であるが、水質が良いために村落給水としては重要な水源である。

③ その他地域の第四紀層

アカバ湾側は、山地が急階崖で海岸に接しており、主要ワジの河口付近では扇状地、海岸平野等の第四紀(沖積層と洪積層)堆積物が見られるが、いずれも浅く狭い分布である。ヌウェイバでは、浅井戸による開発が行われているが、過剰揚水による海水侵入の危険性が大きい。タバではEECによる浅井戸2本が掘削されたが、1本にはすでに完全に海水が侵入しており、他の1本は空井戸であった。

(2) 表流水

1) ナイルからの導水

ナイルからの導水がスエズからアブ・ルデイスまで170km、直径60cm、容量 $20,000\text{ m}^3/\text{day}$ のパイプラインが引かれており、さらにエル・トールまで現在工事中である。エル・トールからシナイ半島南端のシャルム・エッセイクまでもパイプラインが敷設されており、既にエル・トールからエル・カー平原の地下水を送水している。エル・トールまで現在工事中のパイプラインが完成後は、シナイ半島南端のシャルム・エッセイクまでナイルの水が導水されることになり、エル・カー平原からシャルム・エッセイクへの地下水の送水は中止される予定となっている。これらシナイ半島における既存のナイル導水パイプラインの位置を図4-11に示す。

北シナイにおいては、飲料水としてカンタラからエル・アリッシュまで直径70cmのパイプラインにより送水されている。また、シナイ半島北部地域の灌漑目的に、サラーム水路がポートサイド南方28km地点のスエズ運河西岸まで建設済みであり、現在スエズ湾を渡るサイフォン(直径5.4mのトンネル4本)とシナイ半島側のサラーム水路が建設中である。

計画送水量は $30\text{ 億 m}^3/\text{年}$ ($160\text{ m}^3/\text{秒}$)と膨大な量であり、北シナイへの水供給はおもにサラーム水路によってまかなわれることになる。

2) ダム

シナイ半島における河川は総じてワジ(涸れ川)であるために、表流水の利用はほとんど行われていない。降雨は年数回あるのみであるが、一回にまとまった降雨がある場合もあり、植性がなく河川勾配が急であるために、洪水が頻繁に起こっている。今回の現地踏査においても、最近の洪水の跡がいたるところで見られ、特に道路への被害が大きいようであった。現在、洪水防御および洪水の水資源としての有効利用を目的に、いくつかのダムが計画されている。

図4-11に既存ダム、建設中のダム、設計中のダムおよび調査中のダムの位置を示す。

南シナイにおいては現在、ある程度の規模を持ち、機能している既存ダムはない。ガラandal・ワジにおけるワジ・ガラandalダム、フェイランオアシス北方に位置するワジ・ネフズダム、エル・トール北方に位置するエル・ワジダム、ウム・ブグマへの給水用のワジ・シェラルダムの4カ所に小規模のダムが存在するが、降雨量の少なさと蒸発散量の多さ、堆砂、漏水、洪水時の侵食・崩壊等により、いずれもほとんど機能していない。今回事前調査時、シャルム・エッセイク北方のエル・アート・エル・シャルギワジ下流部では、シャルム・エッセイクの洪水防御のために、珊瑚礁石灰岩を用いたロックフィル式ダム(堤高23m、堤幅120m)が建設中であった。

(3) 海水淡水化

アカバ湾沿岸の都市部では、海水淡水化施設が重要な水源となっている。現在の南シナイ全体での生産量は4,350m³/dayで、シャルム・エッセイク、ダハブ、ヌウェイバ、タバ、スドゥルに淡水化施設がある。アカバ湾の観光開発に伴い、現在淡水化施設の建設が進んでおり、シャルム・エッセイク(4,000m³/day)、ダハブ(2,000m³/day)、タバ(2,000m³/day)、ラス・ナスラニ(500m³/day)と総計8,500m³/dayの新たな給水能力を持つことになる。

(4) 水需要と供給量

シナイ開発国家計画(1994)によるシナイ半島における飲料水の需要と供給の現況を表4-2に示す。ここで、水供給量は公共水道によるもので、不足分は地域住民所有の浅井戸や手掘り井戸によりまかなわれているものと思われる。

表4-2 シナイ半島における飲料水の需要と供給の現況

州	1993年度推定人口 (人)		水需要量 (m ³ /day)			水供給量 (m ³ /day)
	村落	都市	村落	都市	合計	
北シナイ	79,000	128,000	9,480	30,720	40,200	12,700
南シナイ	19,000	14,000	2,280	3,360	5,640	5,500
合計	98,000	142,000	11,760	34,080	45,840	18,200

注：住民一人一日当たりの計画給水量は、村落部120リットル
都市部240リットル

シナイ半島における将来の水需要は、移住計画と人口の定着に大きく依存している。表4-3に、Achievements of the Water Resources Reserch Institute in South Sinai(1994)による南シナイ州における現在の水需要量と2010年の水需要予測を示す。

表4-3 南シナイ州における水需要予測(生活用水と灌漑用水)

	人口 (人)	ホテル数 (台)	生活用水の水需要 (m ³ /day)	農業用水の水需要 (m ³ /day)
1993年	33,673	8,221	15,000	48,500
2010年	122,767	23,617	44,000	1,176,000

注：住民1人1日当たりの計画給水量は250リットル
ホテルのベット1日当たりの計画給水量は500リットル

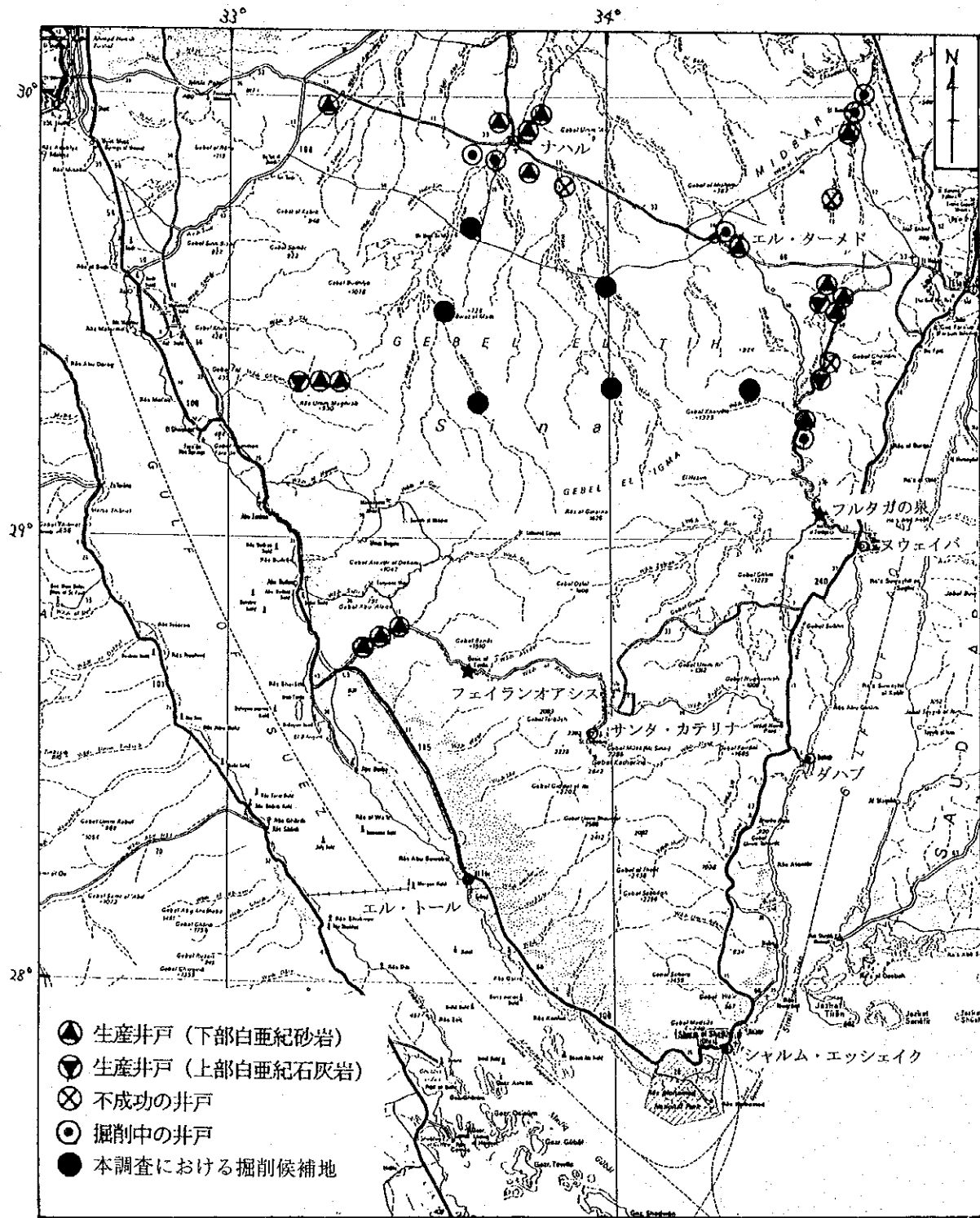


図4-9 深井戸位置図(300m以深)

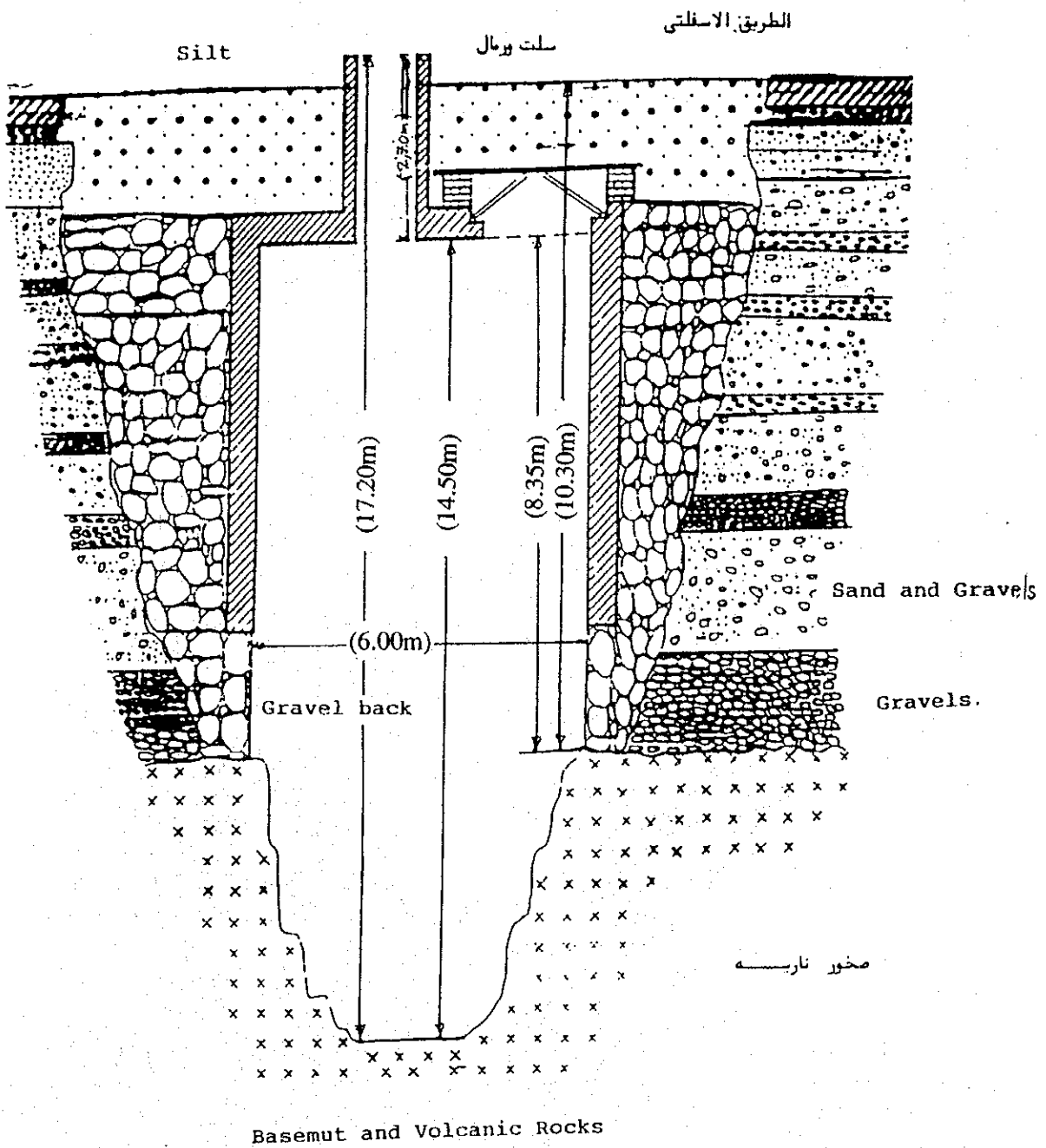


図4-10 フルタガの泉における浅井戸構造図

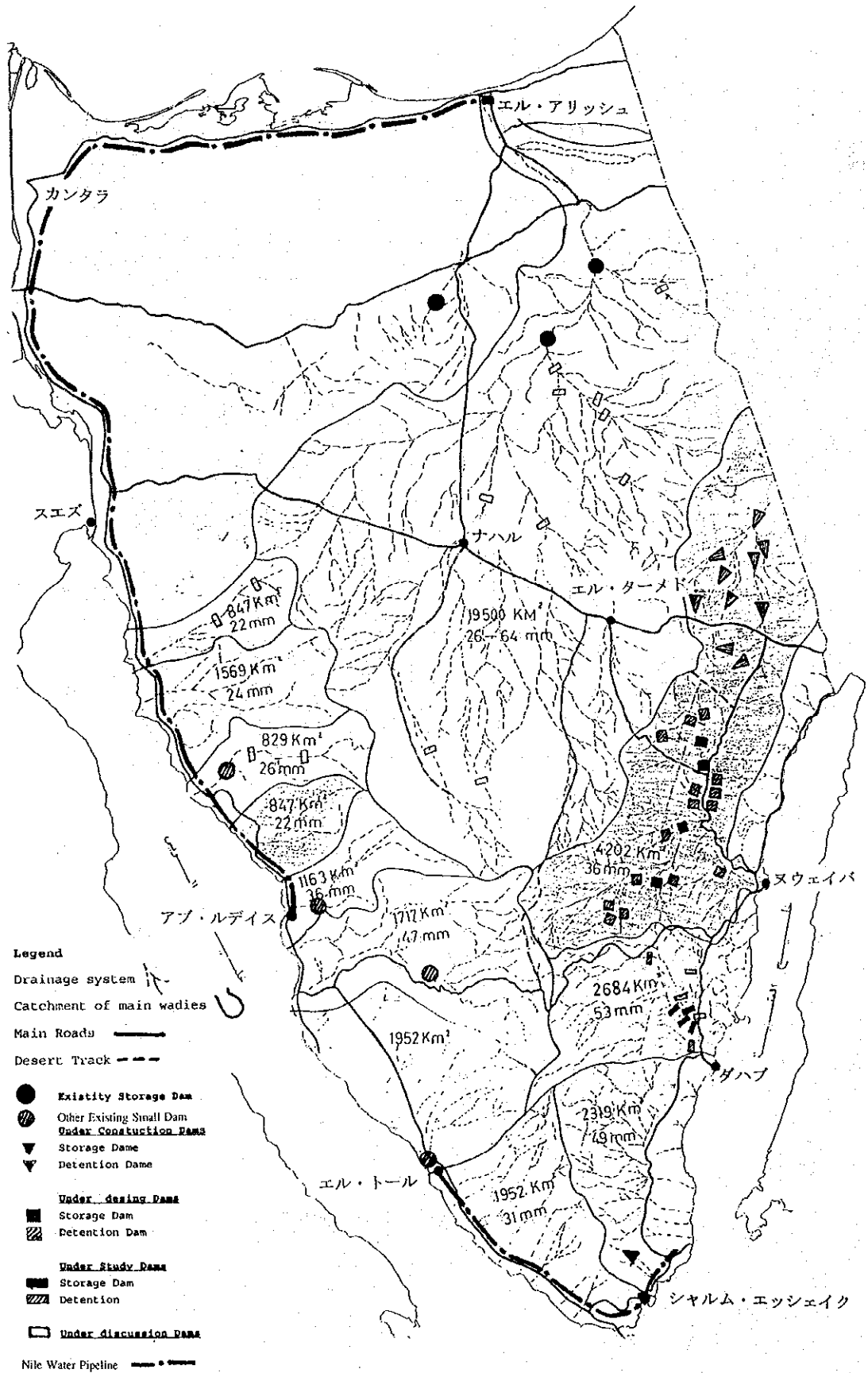


図4-11 シナイ半島におけるダムおよび導水パイプラインの位置図