

カタール国
地下水上昇問題対策
事前調査報告書

昭和60年11月

国際協力事業団

LIBRARY

05-144

カタール国
地下水上昇問題対策
事前調査報告書

JICA LIBRARY



1029269[6]

昭和60年11月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 3. 27	311
登録No. 12535	55.2
	SDS

序 文

日本国政府は、カタール国政府の要請にこたえ同国の地下水上昇問題対策調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することとなった。

当事業団は本格調査に先立ち建設省大臣官房監察官小森保数氏を団長とする6名の事前調査団を昭和60年9月27日から10月11日まで同国に派遣した。

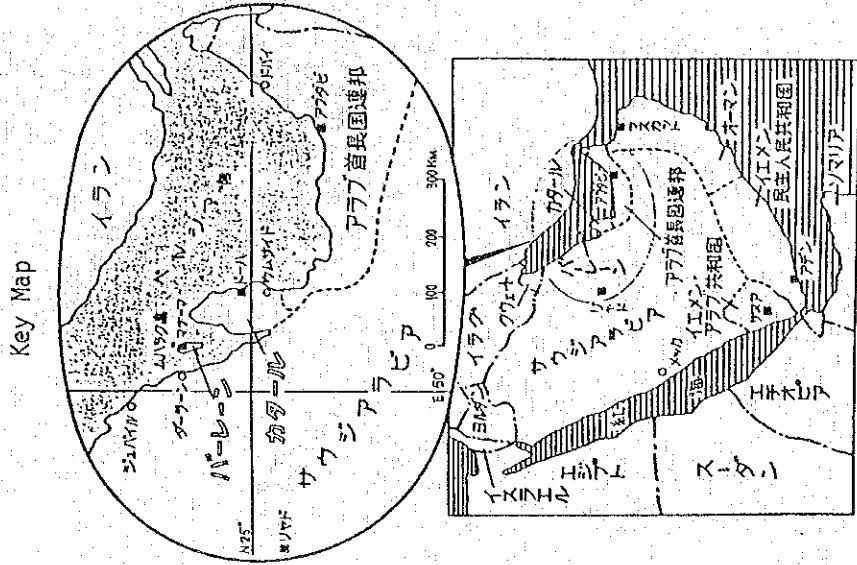
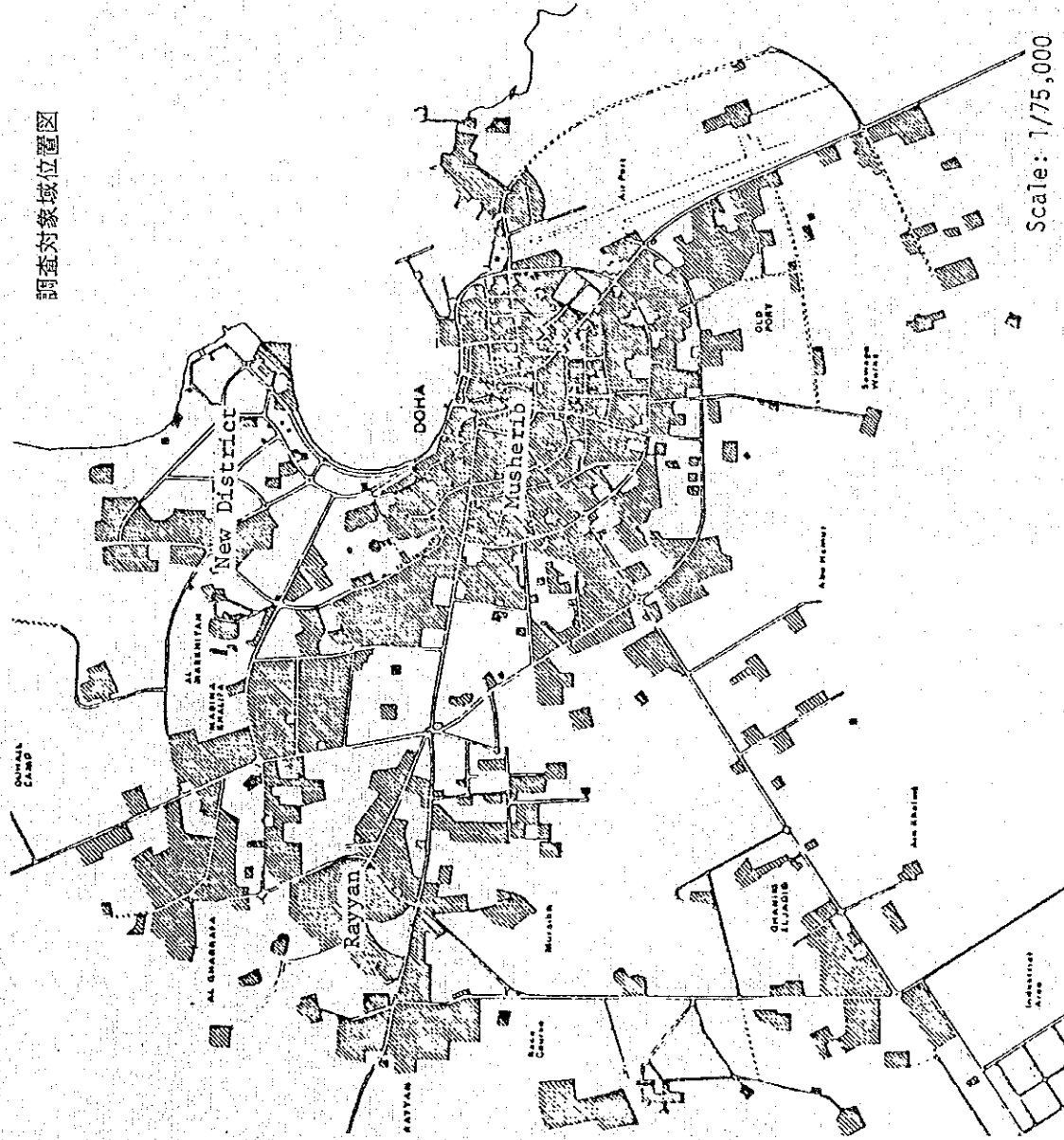
調査団はカタール国政府の関係者と本格調査の範囲内容及び実施方法について十分協議するとともに地域の状況を調査し、併せて資料の収集を行った。その結果、本格調査実施の必要性と可能性を確認し、カタール国政府とScope of Work について合意した。

本事前調査報告書が、今後の本格調査の立案、検討及び実施に際し、参考となることを期待するとともに、今回の事前調査実施にあたり、多大の協力を頂いたカタール政府、在カタール日本大使館及び関係機関に対し、厚くお礼申し上げる。

昭和60年11月

国際協力事業団
理事 中沢 式 仁

調査対象地域位置図



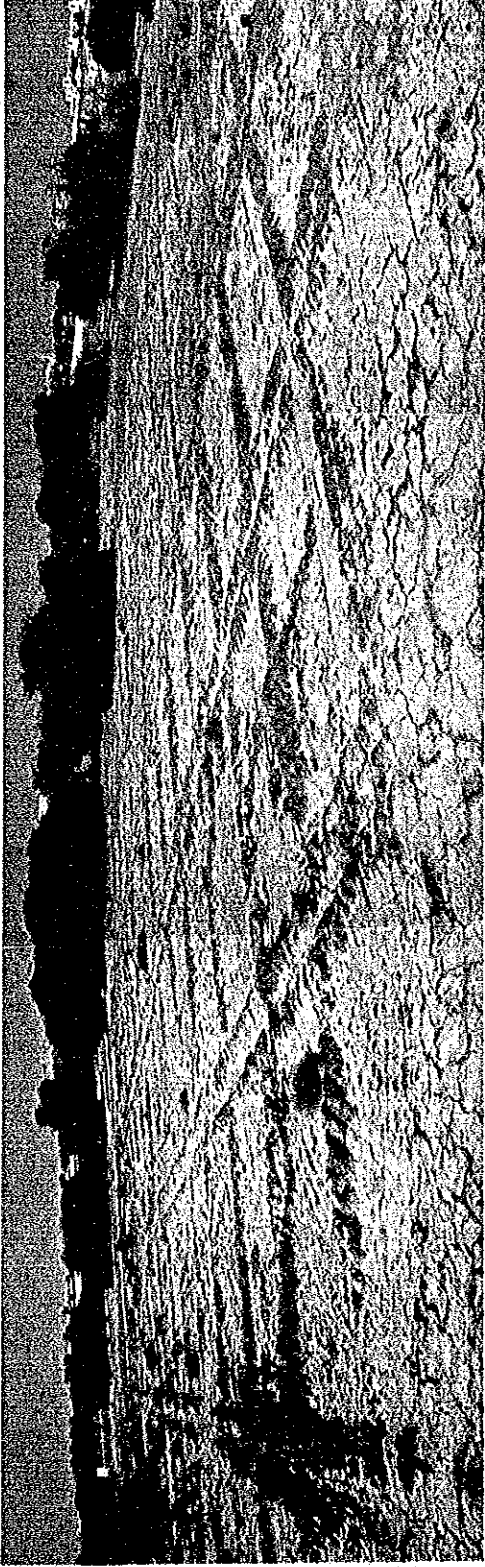


カタール政府関係者との合同
会議 (1985.9.29)

カタール政府関係者との合同
会議 (1985.9.29)



S/W署名交換 (1985.10.8)



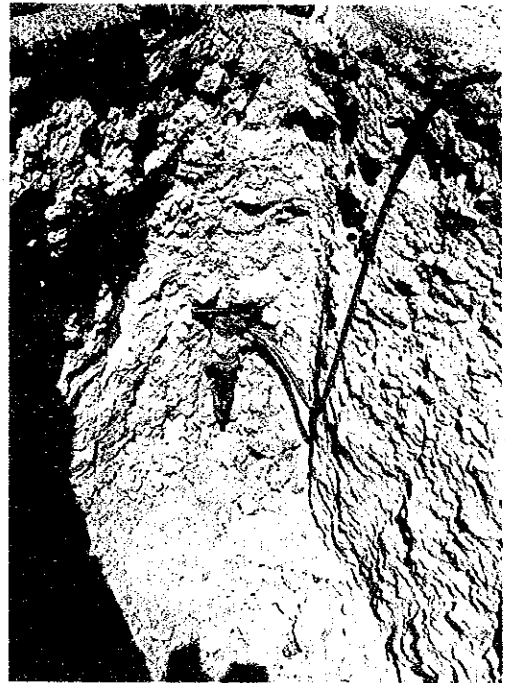
地下水蒸発により塩が地表に晶結したラヤン地区の農地。
作物栽培が困難である。



下水処理水の投棄場。ドーハ市南部下水処理場から約40 Km離れた
土漠中にある。この処理水を利用した農業かんがい計画がある。



ムシエリブワジ地域の堆積層



ワジ地域以外のドーハ市域地盤で一般に見られる石灰岩層



ドーハ市北部新規開発地区の堆積層

カタール国地下水上昇問題対策事前調査報告書

目 次

第1章 概説	1
1-1 要請の背景	1
1-2 調査の目的	1
1-3 調査の日程	1
1-4 調査団の構成	1
第2章 協議内容	3
第3章 調査の概要	5
3-1 調査対象地域の概要	5
3-2 既往調査	5
3-3 現状と問題点	6
第4章 本格調査の実施方針	19
4-1 調査の基本方針	19
4-2 調査の実施方針	19
付属資料	23
1. Scope of Work	25
2. Minutes of Discussions	32
3. 面会者一覧表	34
4. 収集資料リスト	36
5. 電気伝導度測定結果	41
6. 現地新聞スクラップ	43
7. 調査用資機材リスト	44

第 1 章 概 説

1-1 要請の背景

カタール国では、近年ドーハ市内及びその近郊で地下水が上昇し、その結果一部地域では建設・土木工事・電気電話線等の保守・修理に支障をきたし、又塩基性物質が地表に残存する等の被害が発生している。この問題解決のため既に数多くの調査報告が関係省庁でなされているが、いまだ本格的な対策は実施されていない。このような背景から日本の技術協力に期待して開発調査を要請してきたものである。

1-2 調査の目的

カタール国における地下水位上昇対策について、①同国関係省庁との協議 ②現地実態調査 ③S/Wの縮結 ④本格調査実施方針の設定を目的として事前調査団が派遣された。

1-3 調査の日程

昭和60年9月27日より10月11日までの15日間で、詳細は表1-1に示すとおりである。

1-4 調査団の構成

小森保数	団 長	建設省大臣官房監察官
庵原宏義	協力企画	国際協力事業団社会開発協力部開発調査二課長
品川正典	水文水理	建設省河川局河川開発課課長補佐
松石忠俊	排水対策	建設省中部地方建設局庄内川工事事務所調査課長
釣田 薫	かんがい	国際協力事業団社会開発協力部海外センター課
実広 登	排水計画	日本建設コンサルタント(株)主任技師

表1-1 調査団の日程表

日順	月 日	曜日	行 程	調 査 内 容
1	9月27日	金	東京 → CX505, 201 → ドーハ	6:00 PM 成田発
2	28日	土	ドーハ ← GF322	7:15 AM ドーハ着 11:00 AM 大使館表敬、藤井参事官との打合せ
3	29日	日	ドーハ	11:00 AM 合同会議(首長府, MLW, MPW, IDTC)
4	9月30日	月	ドーハ	7:30 AM 水電気省水局との打合せ、被災地視察
5	10月 1日	火	"	7:30 AM 公共事業省土木局との打合せ、被災地、工事現場視察
6	2日	水	"	8:30 AM(A班) 工業開発技術センター(IDTC)との打合せ (B班) 農工業省農水調査局との打合せ 2:00 PM 波多野大使表敬
7	3日	木	"	8:00 AM(A班) 水電気省水局との打合せ " (B班) 農工業省農水調査局で資料収集 2:00 PM 下水処理水投棄場所視察
8	4日	金	"	8:00 AM ウムサイト被災地視察
9	5日	土	"	9:15 AM ドーハ市(自治省)との打合せ 11:00 AM 新規開発地区事務所との打合せ 12:30 AM 公共事業省土木局調査課でデータ収集
10	6日	日	"	7:30 AM(A班) 水電気省水局との打合せ 8:30 AM(B班) ドーハ市(自治省)で資料収集 10:00 AM 首長府での打合せ
11	7日	月	"	7:00 AM S/W修正案の作成 10:00 AM 資料収集、テストワークス地区予備調査
12	8日	火	"	S/W署名、大使への報告
13	9日	水	ドーハ → BA144 → ロンドン	1:05 AM ドーハ発
14	10日	木	ロンドン ← BA005	
15	11日	金	東京 ←	2:35 PM 成田着

第 2 章 協議内容

事前調査団は日本側 Scope of Work案に関し、9月29日、10月3日、6日、7日（詳細は日程表参照）に首相府、水電気省を中心に協議を行なったがカタール側の主要なコメントは次の通りであった。

(1) 調査の早期開始

60年12月から始まる雨季に間に合うよう調査を開始されたい。

(2) 調査期間の短縮

これまでに各種調査が実施されたが、具体的な対策が実施に移されていない。今冬の雨季に被害が出そうであれば直に具体的な緊急対策を計る必要があり、結論を早急（3ヶ月間程度）に出してほしい。

(3) Test Works の早期実施

- (i) 今冬から Test Works を実施し7～9月の酷暑までには完成していることが望ましい。
- (ii) Test Works の実施期間中にも調査結果・勧告等を適宜報告ありたい。

(4) 調査対象地域

ドーハ市に隣接するラヤンを具体的に明示する。

(5) 被害調査

構造物、地下埋設物、土壌、植生への被害状況を調査する。

(6) カタール側の Undertaking

私有地、立入り禁止地域 (Restricted Area) への立入り許可についてはカタールの国内法上受け入れ困難である。

(7) J I C A Undertaking への追加

カタールにおける一般的コンサルタント契約には「to carry out all necessary work to the highest international professional standard」が記載されており、これを追加したい。

これに対し調査団側は次の様な回答を行ない合意した。

(1) について

予算措置、コンサルタントの選定、調査機材の調達に数カ月は必要であるが可能な限り手続を急ぎ貴政府の要望に答えたい。

(2) について

通常のフェージビリティ調査はこれまでの経験によれば1年～2年はかかっており、決して調査期間が長すぎるとは思われない。調査の節目・節目にはそれまでの調査結果、考えられる対策、勧告等を報告するので有益であれば逐次実施に移されたい。

(3) について

可能な限り早急に Test Works を開始したい。早期実施の前提として場所の決定、請負契約促進が重要であり、貴政府の協力を期待している。Test Works の観測結果、効果については報告書提出時期にとられず結果が出したい、資料をとりまとめ Steering Committee 等へ報告することとする。

(4), (5) について

調査団側は同意する。

(6) について

首長府の意見は理解できるが、Undertaking の項はスタンダードなフォーマットとなっており、簡単に変更はできないと思う。大使館・東京（外務本省、JICA）とも相談してみる。（その後、カ側の要望を入れることとなった。）

(7) について

本件は日本の政府ベース、技術協力で行われるものでコマーシャルベースのコンサルタント契約とは異なる。調査団としては最高水準の技術で協力すべく努力してきたし、今後も努力するが、S/W に記載するのは適切ではない。（その後、カ側は要望を撤回した。）

なお、協議の結果、カタル側の実行者はアルカワリ首長府官房長官（水電気省アリ局長、首長府カドゥミ技術顧問もイニシャル署名）、実施機関は水電気省となった。

第3章 調査の概要

調査団がカタール国政府関係者との打合せ、現地踏査、収集資料等により得たドーハ市及び地下水上昇問題対策調査に関する知見を以下にとりまとめる。

3-1 調査対象地域(ドーハ市)の概要

カタール国は北緯2.5度、東経51度に位置し、アラビア半島の東岸中央部からペルシア湾へ突き出た小さな半島よりなる。面積は11,400^{km}²、人口は約28万人(1983年推定)で、そのうちカタール国籍を有する者はわずか5万人に過ぎない。移住型アラブ系住民(エジプト人、パレスチナ人等)、出稼型アジア系住民(インド人、パキスタン人等)に加え、かつて英国の保護下にあったことから、今なおエンジニアやコンサルタントとして在住する英国人も多い。公用語はアラビア語であるが英語も通じる。カタール国民の大部分はイスラム教である。首都ドーハはカタール半島の東岸中央部に位置し、カタール総人口の約8割が集中している。カタール及びドーハ市の概要を表3-1に示す。

国土の大半は平坦な岩石土漠で、もっとも高い部分でも海拔100m程度に過ぎない。気候は砂漠内陸地のような激しい日較差はみられず、1年を通じて相対的に温度が高い。5月から9月までの夏季には灼熱となり、12月から2月にかけての冬季には夜間暖房を要する程冷え込み時おり降雨を見る。年降雨量は過去23年間に0.4~303mm/年の範囲で変化しており、平均76mm/年である。ドーハ市に於ける月毎の気温、湿度及び降雨を表3-2及び3-3に示す。

3-2 既往調査

Ministry of Electricity and Water(MEW)

(1) [Rising Water Table Project] ASCO in March 1983:

ドーハ及びウムサイド地域での地下水位上昇の原因解明のため調査地区にある352井の地下水位調査の他に、揚水試験水質分析等も実施され、これらのデータからコンピューターによりシミュレーションが行われ、地下水位上昇問題に対しての応急処置及び恒久的対策の提言がなされた。この調査での地下水上昇問題の提言は、単なる解決方法の概要説明だけで終っており、対策に必要な経費及び経済評価等は、次の調査が必要であるとしている。これを「ASCOレポート」と以下略称する。

Ministry of Public Works(MPW)

(2) [Doha Stormwater and Land Drainage Master Plan] by Pencol, John

Taylor & Sons in May 1982:

降雨による洪水対策のための排水処理システムの検討がなされ、このため降雨データ、洪

水害感範明等をレビューして各種の排水施設計画が提案された。

- (3) [Report on Flooding in the Musherib Wadi, by Sewerage Division,
Civil Engineering Department in July 1984:]

Musherib Wadiの各所で最近発生した洪水について原因を究明し、その対応等が提案されている。

- (4) [Concerted Action for Water Management] Ministry of Transport and
Public Works, the Netherlands in August 1984:]

オランダ政府より派遣された Reconnaissance Mission の報告書である。過去に実施された調査報告書を検討し、カタール側の今後の対応策として関連省庁の局長クラスからなる共同作業委員会の設置を提案している。

- (5) [Doha Stormwater and Groundwater Management Action Report]

PENCOL, in March 1985:]

これ迄の地下水水位上昇問題及び各種調査報告書を整理検討して、主に降雨による洪水排水施設の計画が概算の工事費を含めて提案された。

3-3 現状と問題点

3-3-1 水理地質

ドーハ地域の地盤は古第三紀のRUS層とDAMMAM層から構成されており、地質横断は図3-1に示すとおりである。各構成地層の水理地質的性状は下記のとおりである。

- (1) Upper DAMMAM層はDolomitic Limestone (苦灰質石灰岩)から成っている。

Upper DAMMAM層の表層部10~15mはクラックの発達が著しく、破碎した岩層又は土砂から成る風化層であり、地下水を透しやすい地層となっている。

- (2) Upper DAMMAM層の下部10~15mは風化の弱いかなり硬質な地盤となっている。

地下水の動きは少ないが、亀裂の発達する部分で地下水の流れ及び貯留が見られる。

- (3) Lower DAMMAM層は厚さ5~10mのMIDRA頁岩層からなっており、地下水に対しては不透水層として作用している。MIDRA頁岩の分布形状は下位のRUS層の陥没に伴って凹凸の激しい複雑な形を示している。

- (4) RUS層は調査域の基盤である。地下水上昇に対してはほとんど影響はないが、今後地下水を下げる場合のドレーン層として利用できる可能性がある。

3-3-2 地下水

調査対象地域の地下水位面の標高及び地表からの深さを図3-2及び図3-3に示す。ドーハ地区の自然地下水は5000~9000ppmの溶解物を含んでおり、5000ppm以下の値を示すものは人工的に灌養された地下水と考えられる。ドーハの旧市街地では下水による汚染が認められる。ただし有毒物質は検出されなかった。

3-3-3 地下水上昇の原因

カタール国での産油が開始された1948年以前のドーハ市の地下水位は平均海面水準上0.5~1.0mであった。急激な人口増加により生活用水や農工業用水などの対策として、1960年に始った海水淡水化は図3-4に示めすように、1970年代後半より本格的な生産に入り1982年には毎秒1.7m³にも達した。

しかしその間、給排水システムの不備や排水対策の不十分などにより、地下水位が異常に上昇し、一部地区では上昇量が9.5mにも達し、地表に湧出するところもでてきた。このまゝでは2000年までに0.22m/年の割合で地下水位が上昇するという報告がある(ASCOレポート, 1983)

地下水上昇の原因としては、これまでの調査の結果次のようなことが考えられている。

- (1) 農場、個人庭園、公園、道路並木等への過剰カンガイ
- (2) 上水道配水管からの漏水
- (3) 下水管や浄化槽などからの漏水
- (4) 降雨

3-3-4 水収支

ASCOレポートによると、1982年におけるドーハ地区の地下水収支は下記の如く報告されており、貯留地下水の増加量は1.7百万m³/年である。

RECHARGE	M m ³ /y	%	DISCHARGE	M m ³ /y	%
Irrigation for farm, town and garden	13.72	40.6	Outflow to sea	14.49	42.8
Leakage from the potable water distribution system	9.24	27.3	Farm abstraction	6.18	18.3
Leakage from the sewerage system, esp. septic tanks	6.42	19.0	Drainage into sewerage	5.29	15.6
Rainfall	4.20	12.4	Storm water drainage	2.00	5.9
Tanker distribution system	0.25	0.7	Abstraction for blending with distillate	1.83	5.4
			Ground water flow to inland	1.81	5.4
			Groundwater evaporation	0.50	1.5
			Storage in aquifer	1.73	5.1
Total	33.83	100.0	Total	33.83	100.0

この貯留量の増加に伴って、地下水水位は平均0.28m/年上昇したが、ドーハ市中心部ではこれより大きい値となっている。また、今後何らかの対策がとられない場合、西暦2000年にはドーハ地区の地下水上昇量は平均4.5mとなり低地域の浸水が予想される。1982年の地下水を保つためには、4～6百万m³/年の地下水排水が必要であろうとASCOレポートは報告している。

3-3-5 地下水上昇による被害状況

(1) 電気、電話線等の地下埋設物の浸水

下水、電気、電話線等の地下埋設物の浸水地下室の浸水、地下室の浸水

(2) 各種工事への影響

建設土木工事、基礎掘削の際の地下水の湧出

(3) 農作物への塩類障害

地下水水位上昇により凹地に地下水の滲出地点が形成され、この滲出水が蒸発を繰り返す土壌に塩分が集積した。その結果、植生に障害をもたらし、農場を放棄した地区が一部出てきている。

(4) 地下水が一部地域では地表ににじみ出てきて一部非衛生地区が発生している。

(5) この他に関連する被害として

不浸透面の増加によるものとして、表面水の滞水が路面に生じており、この原因による被害の内容は道路表層面、構造物基礎等の損傷、交通渋滞の増加、交通事故多発、汚水槽横溢による悪臭の発生が挙げられる。

3-3-6 現在実施されている対策

ドーハ市内において現在実施されている地下水上昇対策は次のとおりである。

(1) 地下水排水試験(MEW, Water Department)

ムシュリブワジにあるダムサイト直上流の低地において深さ2～3m延長約150mのトレンチにより排水試験が行なわれている。

(2) 地下水水位観測(MEW, Water Department)

主要な地下水観測井について月2回程度地下水水位の観測が継続されている。

(3) 上水道給水管の交換(MEW, Water Department)

1970年代に埋設された古い石綿管の交換計画が漏水防止対策として検討されている。

(4) 下水道普及率の拡大(MPW, Sewerage Division)

ドーハ市における現在の下水道普及率は約65%と推定されている。地下水上昇問題対策の1つとして、下水道普及率の拡大が重視されており、各家庭から下水道本管への接続工事が実施されている。

(5) その他の関連工事

地下水上昇対策の関連工事として、MPWのSewerage Divisionによりドーハ市中心

部に位置する Musherib Wadi 地区において、Arab Bank Roundabout から Cable & Wireless Roundabout へ抜ける通りで、雨水排水のための幹線排水路の建設工事を行っている。この幹線水路は将来ダムサイト地点から海まで Musherib Wadi の中心を走る計画である。また流末には雨水排水のためのポンプ場 (5.46 m³/sec) が計画されている。

(図3-5)

尚、これに伴って現在地下水を排水している古いポンプ場は撤去される予定である。

3-3-7 灌漑の現状

- (1) ドーハ市内の灌漑施設の計画、設計、施工、管理は公共事業省土木局で行なわれている。
- (2) ドーハ市内の灌漑施設の使用者はドーハ市のガーデンセクションである。
- (3) 農業工業省の農業局はドーハ市以外の農場(カタール国全体で3,600ha, 750農場, ほとんどが井戸水を使用 1982/1983カタール国農場における井戸水調査より)を指導しており、塩分濃度の高い灌漑水と土壌にもかかわらず、非常に良い実験結果を得ている。その基準を表3-4に示す。
- (4) ドーハ市のガーデンセクション、造園担当者達は適正灌漑水量の決定のために努力しており、市内の灌漑ネットワークの一部に流量計を設置しモニタリングを行なっている。また実験農場を造りつつ有る。しかしながら流量計設置工事は公共事業省のため、はかどっていない。また、観測者に信頼のおける人を配置できない。塩害、太陽熱等の影響で一般的に植物の寿命が短い(十分に調査研究する必要があると思われるが)。反面、成長が早い等の理由で適正灌漑水量決定にはほど遠い段階である。
- (5) 住宅庭園の灌漑水量は、非常に大きい。またこの水量を測定することは困難である。
- (6) ドーハ市内に有った農地が放置され、それらの農場が移転した主な原因は塩害である。しかし、これは今回の調査対象地区の都市型地下水上昇問題というより、栽培作物、水、土地に起因しているものであり、農場独自の問題である。農地が見捨てられるケースは、カタール国ではめずらしくなく、全体で200例近く1975年から1981年の間に45例が報告されている。(表3-5参照)農地を再生する手段は塩分土壌、アルカリ-塩分土壌、アルカリ土壌等でその手法が異なるし、また、除塩のため多量の水を必要とするので良質な水が得られない地域では、現在のところ経済面から不可能とされている。よって出来るだけ塩分が集積しないような方法、例えば排水路を掘り地下水位を下げたり、節水栽培を行なって塩分上昇をおさえたり、耐塩性植物を栽培することが行なわれている。研究協力として農地の再生、適正灌漑水量の決定はカタール国に対し多大な貢献となるだろう。
- (7) ASCOレポートの信頼度は高いが長期的な観測を行う必要がある。

表3-1 カタール国/ドーハ市の概要

1. 独立年月日	1971.9.8 (旧宗主国英国)	(7) 貿易	(1983年・単位:百万ドル)		
2. 国 祭 日	9.3 (独立記念日)	主要輸出入相手国			
3.(1) 人 口	28.2万人 (83年推定)	輸出総額	3,611.8	輸入総額	1,467.1
(2) 人 口 密 度	20.7人/㎡	日 本	21.8%	日 本	47%
(3) 民 族 構 成	カタール人20% 他にアラブ (エジプト、パレスチナ人)、パキスタン人、インド人、イラン人	英 国	16.7%	仏 国	6.9%
		米 国	9.1%	伊 国	5.4%
		西 独	8.2%	オ ラ ン ダ	5.2%
		伊 国	5.0%		
4. 面 積	11,427㎡	(輸出) 主要輸出入品目 (輸入) (1981年)			
5. 宗 教	イスラム教 (ワッハーブ派)	石 油	5,176	機 械 類	600
6. 語 言	(1) 公 用 語 アラビア語 (2) 通用する外国語 英語 ペルシャ語			製 造 製 品	74
				運 輸 機 器	166
7. 主要都市・人口	ドーハ 20万人(首都) (82年推定)			食 糧	217
8. 領海の幅員	3海里	(8) 国 際 収 支	(1983年 単位百万QR)		
9. 政 治	(1) 政 体 酋長制 (2) 元 相 シャイフ・ハリーファ・ビン・ハマド・アル・サーニ (Shaikh Khalifa Bin Hamad Al-Thani) 首 相 同 上	貿易 収 支	6,703		
		サービ 収 支	△5,212		
(3) 政 党	なし	経 常 収 支	1,481		
10. 国 家 予 算 (1985/86年)	収 入 97億3,800万QR 支 出 170億4,800万QR	(9) 経 済 開 発 計 画	数か年にわたる開発計画はない		
11. 経 済		(10) 外 国 よ り の 経 済 援 助	なし		
(1) G N P	5,960 百万ドル (83年推定)	12. 教 育	6-3-3制 義務教育あり		
(2) 1人当りGNP	21,170ドル (83年推定)	13. 労 働 事 情	労働人口 104,000 (83年IMF) 失 業 率 1.3% (労働力は不足している)		
(3) 通 貨	単 位: カ タ ル ・ リ ア ル 1ドル=3.6401 (85年7月)	14. 日 本 と の 関 係			
(4) 経 済 成 長 率	-2.0% (1973~82) GNP	(1) 承 認 年 月 日	1971.9.10		
(5) 主 要 産 業	石油、製鉄、肥料、石油化学	(2) 公 館 設 置 状 況	日本公館 大使館開設 (74.5.24) 本任大使発令 (76.10.1) カタール公館 大使館 (73.1.10)		
(6) 石 油	探 査 埋 蔵 量 33.5億バレル(85年) 産 油 量 41万B/D (83年) 石 油 収 入 29億ドル (84年)	(3) 条 約 関 係	なし		
		(4) 対 日 貿 易	(1984年・単位:百万ドル)		
		輸出総額	2,593.6	輸入総額	174.6
		石油及び粗油	2,422.4	重化学工業品	144.8
				軽工業品	28.3
				食 料 品	1.2
				原 然 料	0.2

表3-2 ドーハにおける年間気温と湿度

月 別		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
気温 (°C)	最 高	25.5	30.3	33.2	39.6	43.8	46.7	45.3	45.1	43.7	39.3	34.6	27.6
	最 低	4.7	9.5	9.6	14.4	19.0	22.3	24.9	24.5	21.4	18.7	13.5	8.0
湿度 (%)	午前6時	78	72	54	32	32	37	41	49	57	58	64	68
	午後6時	81	76	67	67	52	42	63	66	70	71	69	74

表3-3 月雨量 (mm/月)

RECORDED AT DOHA INTERNATIONAL AIRPORT

YEAR	JAN.	FEB.	MARCH	APRIL	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	TOTAL
1962	-	-	00.2	00.2	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4
1963	-	-	-	01.5	106.4	-	-	-	-	-	05.6	01.5	115.0
1964	93.1	38.8	13.0	02.5	-	-	-	-	-	-	-	155.4	302.8
1965	05.0	01.2	-	68.1	-	-	-	-	-	-	13.0	-	87.3
1966	-	40.5	-	03.4	-	-	-	-	-	-	-	-	43.9
1967	-	02.0	03.3	13.9	-	-	-	-	-	-	-	-	19.2
1968	-	40.4	-	27.8	-	-	-	-	-	-	-	-	68.2
1969	101.8	00.2	-	15.1	-	-	-	-	-	-	-	-	117.1
1970	10.7	-	01.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.2
1971	00.6	05.8	-	08.4	-	-	-	-	-	-	-	-	15.0
1972	01.8	06.7	57.7	09.6	-	-	-	-	-	-	01.0	00.2	84.7
1973	22.0	-	-	00.2	-	-	-	-	-	-	-	07.9	22.2
1974	05.8	23.4	16.7	01.7	00.2	-	-	-	-	-	-	-	51.9
1975	31.3	46.3	01.1	01.8	TR	-	-	-	-	-	-	04.1	84.9
1976	25.2	53.9	23.1	40.3	TR	-	TR	-	-	-	-	04.4	193.4
1977	41.4	17.9	00.5	02.3	-	-	-	-	-	05.4	45.5	TR	90.6
1978	-	12.8	01.0	05.9	-	-	TR	-	-	17.3	08.1	03.1	19.7
1979	05.7	00.1	68.9	TR	TR	-	-	-	-	-	TR	TR	101.9
1980	12.7	30.8	6.6	TR	0.7	-	-	-	-	-	-	27.2	50.8
1981	6.4	2.4	23.4	TR	1.6	-	-	-	-	-	TR	TR	33.8
1982	2.6	18.8	102.3	2.1	-	-	-	-	-	-	-	TR	167.3
1983	8.0	5.1	46.2	6.9	0.9	-	-	-	TR	TR	20.3	21.2	67.8
1984	TR	TR	23.5	TR	0.2	-	-	0.7	-	-	-	TR	
MEAN	16.3	15.1	16.9	9.2	4.8	-	-	-	-	1.0	4.1	9.8	76.1
MAX	101.8	53.9	102.3	68.1	106.4	-	TR	0.7	TR	17.3	45.5	155.4	302.8

Note: TR stands for trace rainfall

図3-3 地表から地下水位までの深度



図 3-4 ドーハ市における淡水生産量

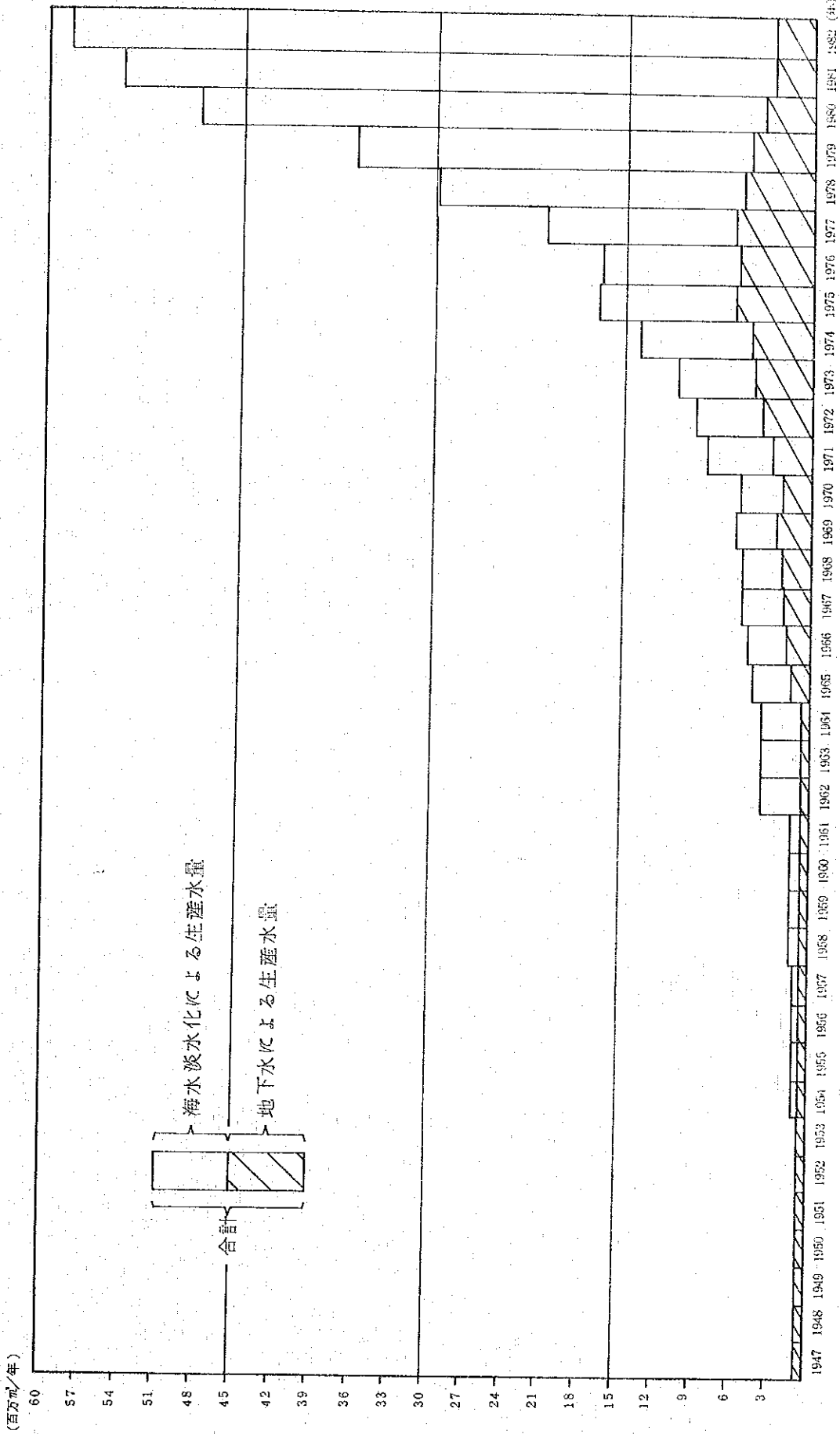


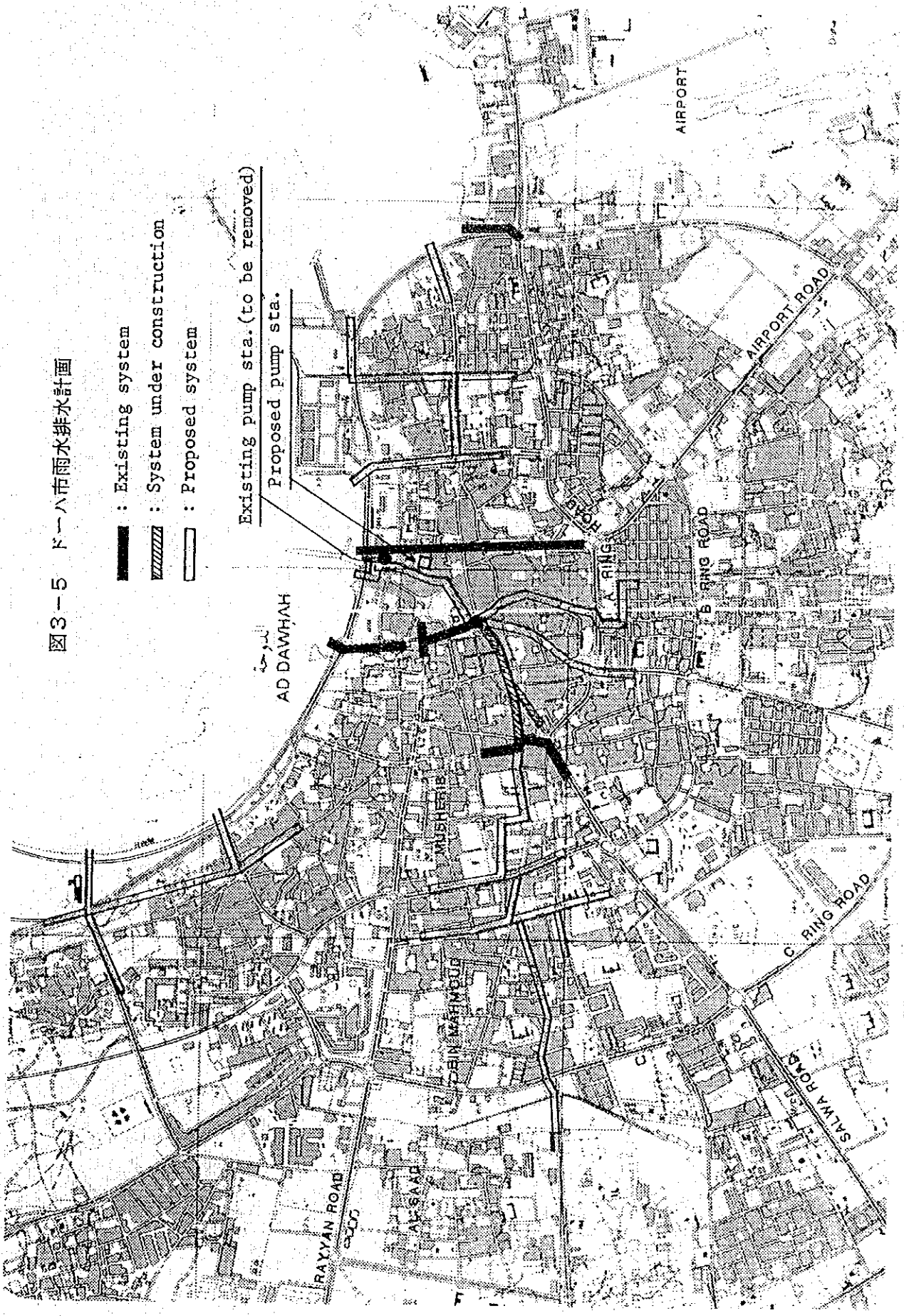
表3 - 4 かんがい水のEC値 - 値と植物栽培

BROAD GUIDE FOR CROPPING ACCORDING TO WATER QUALITY

Electrical Conductivity micromhos/cm	Crop Choice
500 - 2500	Any species
2500 - 5000	Any species but at lower yield levels (10-30 %) less
5000 - 8000	Forages - grasses, sorghum, pearl millet, barley, alfalfa Fruits - Dates, fig, pomegranate, kinar, grapes Vegetables - Cabbage, radish, dill, brinjal, okra
8000 - 12000	Forages - Grasses, sorghum, pearl millet, barley, alfalfa Fruits - Dates, kinar
12000 - 16000	Forages - Pearl millet, barley Fruits - Dates only
16000 and above	Close the well unless some special water treatment is adopted.

Source: 1982/83 WELL WATER SURVEY IN QATARI FARMS, IRRIGATION AND
DRAINAGE SECTION, FEBRUARY 1984, Page 18.

圖 3-5 八一八市雨水排水計画



- : Existing system
- ▨ : System under construction
- : Proposed system

Existing pump sta. (to be removed)
Proposed pump sta.

表3-5 農場数の変遷

Total number of farms

Region	A	B	C	D	E	F	G	H	J	X	total
1975-76*	95	19	56	16	53	149	1	15	-	30	434
1976-77*	95	19	66	16	67	151	1	21	-	36	472
1979-80*	122	21	89	16	71	155	1	23	1	43	542
1980-81*	124	22	107	17	77	159	2	28	1	60	597
1982-83°	166	34	131	27	92	160	8	39	1	92	750

Number of farms in operation

1975-76	69	10	36	5	43	65	1	14	-	16	259
1976-77	59	10	48	3	50	66	-	16	-	19	271
1979-80	82	10	66	6	57	70	1	18	1	26	337
1980-81	89	12	82	8	63	65	1	20	1	36	377
1982-83	115	25	107	20	67	85	6	27	1	64	517

Number of farms abandoned

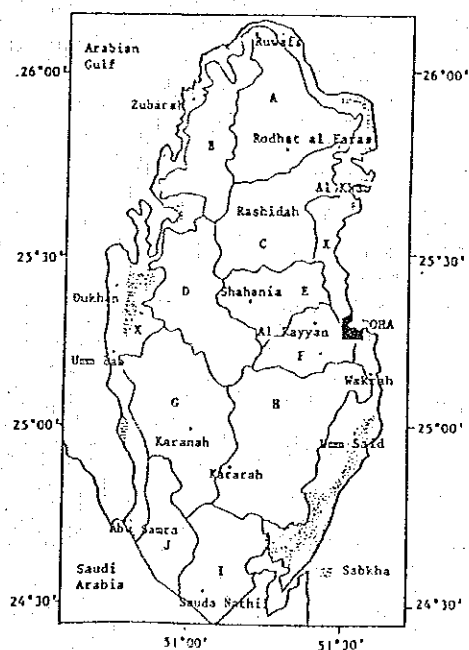
1975-76	26	9	20	11	10	84	-	1	-	14	175
1976-77	36	9	18	13	17	85	1	5	-	17	201
1979-80	40	11	23	10	14	85	-	5	-	17	205
1980-81	36	10	25	9	14	94	1	8	-	24	220
1982-83	43	8	19	7	17	70	1	9	-	22	196

* Survey on the basis of map prepared in 1971 by soil section

° Survey on the basis of map prepared in 1982 by soil section

Note: No farm exists in Region-I.

Location map



Source: 1982/83 WELL WATER SURVEY
IN QATARI FARMS, IRRIGATION
AND DRAINAGE SECTION,
FEBRUARY 1984, Page 8 and 9.

第4章 本格調査の実施方針

4-1 調査の基本方針

- (1) この地域は砂漠半乾燥地域に分類されるが、このような地域における地下水位の上昇は、一般に塩分の地表への蓄積をもたらし大地を不毛の地と化してしまふ。したがって、基本的には地下水位はある水準以下に保たれるべきと考えられる。それにも拘わらず、近年の海水淡水化による多量な水利用は、自然の水収支バランスをこわし、地下水位を上昇させ、種々の悪弊をもたらしているのが実状である。
- (2) これに対する方策としては、地下水涵養量の減少および地下水の排除により水収支のバランスを改善することが基本的な対策となる。しかし、涵養量の減少を早急に実現するのは困難であり、地下水排除が即効性のある方策と考えられる。したがって、地下水の排除計画については、緊急性と問題の複雑さに鑑み、試験施工 (Test Works) を行ない、その効果を早急に確認し、緊急対策の早期実施に役立てるのが最良と考えられる。
- (3) 抽出された地下水の排水については、海への排水、深層地下への注入、かんがいへの再利用が考えられる。この場合、抽出された地下水が汚染されている恐れがあり、その処理については十分な配慮が必要である。特に深層地下水の汚染はその回復が極めて困難であることまた海への排出はベルシャ湾が浅く閉鎖水域に近いことを配慮し、慎重な検討が必要である。
- (4) ここに現出しているいくつかの地下水問題に係る地下水上昇原因、地質構造、被災地の土地利用及び被災状況は多様であり、それぞれにきめの細かい対策の立案が必要である。また、構造物の基礎や埋設物等の耐水化についても配慮する必要がある。
- (5) 地下水上昇問題について、カタール政府はすでにいくつかの詳細な調査結果を得ている。雨水排水工事もこれらの調査にしたがって積極的に対応しており、本調査に対してもその期待は大きい。当局は対策の早期実施に積極的であり、調査実施過程においても実施可能な対応策があれば、随時提案してゆく姿勢が求められる。また、排水計画以外の地下水の被害への対応策についても、必要に応じてアドバイスすることが望まれる。

4-2 調査の実施方針

4-2-1 調査の目的

本格調査の目的は、ドーハ市、ラヤン地区及びその周辺地域の地下水上昇問題を解決するため、試験施工を行ない排水改良計画を作成することである。

4-2-2 調査対象地域

ドーハ市、ラヤン地区及びその周辺地域を調査の対象地域とする。

4-2-3 調査の内容

調査内容は基礎調査、試験施工及び緊急排水計画立案の各作業区分に大別される。各作業区

分の内容について以下に述べる。

(1) 基礎調査

1) 資料及び情報の収集

これまで事前調査団が収集した諸資料に加え、補足的に必要な資料及び情報を収集する。

2) 既往調査のレビュー

これまでに地下水上昇問題に関する詳細な調査検討が外国コンサルタントにより実施されている。これらの資料を十分にレビューし、調査対象域の地下水上昇問題のメカニズム及びこれまでに検討された対策について知見を得ると共に、本調査実施に当り必要な追加調査事項を明らかにする。

3) 被害調査

地下水上昇により生じている地下埋設物、土壌及び植生、市民生活等への被害について現地調査を実施し、調査対象域の被害の実態につきとりまとめる。

4) 地下水処理の検討

a) 地下水処理：調査対象域の地下水は一般に塩分濃度が高く下水処理施設へ排出するのは下水処理上及び処理能力上問題がある。一方、アラビア湾岸諸国では合同委員会を組織し、湾内の水質保全のための規制を検討しており、家庭下水等で汚染された住宅密集地からの地下水を直接海へ排出することは許されていない。さらに地形的、地下水理的理由により対策を要する地下水問題地区は散在している。以上の様な状況下で最も効果的かつ経済的な地下水処理及び処分方法を検討する。

b) 地下水排出基準：地下水の海への排出及び深層地下への浸透の可否及びその場合の水質基準について検討する。

c) くみ上げた地下水のかんがい等への再利用の方途について質的及び量的条件を勘案して検討する。

(2) 試験施工

1) 試験施工実施計画の作成

a) 試験施工地の選定

b) 工事施工計画及び工事仕様書の作成

c) 観測調査計画立案

2) 試験施工実施

3) 観測調査

工事中及び施工後、次の観測調査を行い、結果を検討する。

a) 地質観察

b) 揚水試験：揚水量及び浸透係数の調査

c) 水質調査

- 4) その他：掘削工事等の施工に関する検討も併せて行う。
- (3) 緊急排水計画立案
- 1) 基本計画
 - a) 計画方針の設定
 - b) 計画地下水水位の設定
 - c) 施設計画対象地域及び対象施設の選定
 - 2) 現場調査測量
 - a) 測量
 - b) 地質調査
 - 3) 計画検討：緊急排水施設計画に必要な水文、地下水、水理等に関する諸検討
 - 4) 排水施設代替案の検討
 - 5) 予備設計：最適案に対して下記作業を実施する
 - a) 施設設計
 - b) 工事費積算
 - c) 施工法
 - 6) 計画評価
 - 7) 事業実施計画検討

4-2-4 調査工程

工期は現地及び日本国内合わせ16ヶ月とする。概略工程(案)を別添S/Wに示す。

4-2-5 調査報告書

- 1) インセプションレポート：調査開始後1ヶ月以内、20部
- 2) プログレスレポート：調査開始後4ヶ月以内、20部
- 3) インテリムレポート：調査開始後10ヶ月以内、20部
- 4) ドラフトファイナルレポート：調査開始後14ヶ月以内、20部
- 5) ファイナルレポート：ドラフトファイナルレポートに関するコメント受領後2ヶ月以内
40部
- 6) 試験施工レポート：試験施工の各段階での成果を適宜とりまとめ報告する、20部

4-2-6 カタール政府の便宜供与

カタール政府の本調査に対する便宜供与の内容は、カタール政府と事前調査団との間で合意されたScope of Work(付属資料-1)に示すとおりである。

4-2-7 JICAの便宜供与

JICAの本調査に対する便宜供与事項は上記のScope of Workに示すとおりである。本格調査の内容は多岐にわたっており、調査団は総括に当たる団長の他下記の分野の専門家が必要になると思われる。

- 1) 総括
- 2) 水文
- 3) 水理地質（地下水）
- 4) 地質／測量
- 5) 水質／水処理
- 6) かんがい
- 7) 排水計画
- 8) 構造設計
- 9) 施工計画
- 10) 施工管理

付 属 資 料

1. SCOPE OF WORKS
2. MINUTES OF DISCUSSIONS
3. 面会者一覧表
4. 収集資料リスト
5. 電気伝導度測定結果
6. 現地新聞スクラップ
7. 調査用資機材リスト

SCOPE OF WORK
FOR
THE STUDY
ON
DRAINAGE IMPROVEMENT PLAN, DOHA CITY
IN
STATE OF QATAR

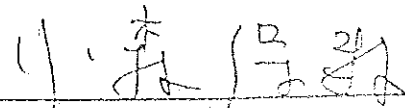
AGREED UPON BETWEEN
STATE OF QATAR
AND
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

8 OCTOBER 1985

DOHA, STATE OF QATAR



H. E. ISSA G AL-KAWARI
Director of H. H. Amir's Office
Doha



YASUKAZU KOMORI
Leader of the Preliminary
Study Team,
The Japan International
Cooperation Agency



SCOPE OF WORK
FOR
THE STUDY
ON
DRAINAGE IMPROVEMENT PLAN, DOHA CITY
IN
STATE OF QATAR

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the State of Qatar (hereinafter referred to as "Qatar"), the Government of Japan has decided to implement a study on Drainage Improvement Plan, Doha City in the State of Qatar (hereinafter referred to as " the Study "), in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan. Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programmes of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the authorities of the Government of State of Qatar.

The present document sets forth the Scope of work with regard to the above mentioned Study.

II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The objective of the Study is to prepare a drainage improvement plan in order to alleviate the problems of rising groundwater table in Doha.

III. OUTLINE OF THE STUDY

III- 1. STUDY AREA

The Study area will cover Doha city, Rayyan and its vicinity areas.

III- 2. CONTENTS OF THE STUDY

The Study will be composed of field work in Qatar and analysis work in Japan.

Items to be covered by the Study will include, but are not restricted to, the followings :

Cont'd.../2



1. Basic Study
 - a. collection of data and information
 - b. review of previous studies and plan
 - c. field survey on damage to structures, services, soil and vegetation
 - d. study on treatment and possible use of drained groundwater
 - e. others

2. Test Works
 - a. preparation of implementation program
 - b. execution of works
 - c. observations and analyses
 - analysis of test works results
 - geological observations
 - pumping tests
 - water quality tests
 - d. others

3. Urgent Drainage Improvement Plan
 - a. selection of sites and systems
 - b. field survey and investigation
 - profile survey
 - geological investigation
 - c. analysis for design
 - hydrological study
 - hydrogeological study
 - hydraulic study
 - d. alternative studies of the drainage facilities
 - e. preliminary design
 - facilities design
 - cost estimation
 - construction method
 - f. justification of the plan
 - g. preparation of implementation program
 - h. others

Cont'd.../3

IV. STUDY SCHEDULE

The Study, in principle, will be carried out in accordance with the tentative schedule shown in the attached sheet.

V. REPORTS

JICA shall prepare and submit the following reports in English to the Government of Qatar.

1. Inception Report, 20 copies, within 1 month from the date of the commencement of the Study.
2. Progress Report, 20 copies, within 4 months after the commencement of the Study
3. Interim Report, 20 copies, within 10 months after the commencement of the Study
4. Draft Final Report, 20 copies, within 14 months after the commencement of the Study
5. Final Report, 40 copies, within 2 months after receipt of comments on the Draft Final Report.

VI. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF QATAR

1. To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Qatar shall take necessary measures.
 - (1) to secure the safety of the JICA Study Team ;
 - (2) to permit the members of the JICA Study Team to enter, leave and sojourn in Qatar for the duration of their assignment therein, and exempt them from alien registration requirements and consular fees ;
 - (3) to exempt the members of the JICA Study team, from taxes, duties and any other charges on equipment, machinery and other materials brought into Qatar for the conduct of the Study ;
 - (.4) to exempt the members of the JICA Study Team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the JICA Study Team for their services in connection with the implementation of the Study ;

Cont'd.../4

- (5) to provide the necessary facilities to the Japanese Study Team for the remittances as well as utilization of funds introduced into Qatar from Japan in connection with the implementation of the Study;
- (6) to secure permission to take all data and documents (including photographs) related to the Study out of Qatar to Japan by the JICA Study Team;
- (7) to provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable on the members of the JICA Study Team.
2. The Government of Qatar shall bear claims, if any arise, against the members of the JICA Study Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the proper discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the JICA Study Team.
3. Ministry of Electricity & Water shall act as the counterpart agency to the JICA Study Team and also the coordinating body in relation with the other governmental and non-governmental organization concerned for the smooth implementation of the Study.
4. The Government of Qatar shall at its own expense, provide the JICA Study Team with the followings, in cooperation with other relevant organisations.
- (1) available data and information related to the Study
 - (2) counterpart personnel
 - (3) suitable office space with necessary equipment in Doha
 - (4) credentials or identification cards
 - (5) vehicles with drivers

VII. UNDERTAKING OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures:

Cont'd.../5

1. to dispatch at its own expense, JICA Study Teams to Qatar;
and
2. to pursue technology transfer to the Qatar counterpart personnel
in the course of the Study.

VIII. CONSULTATION

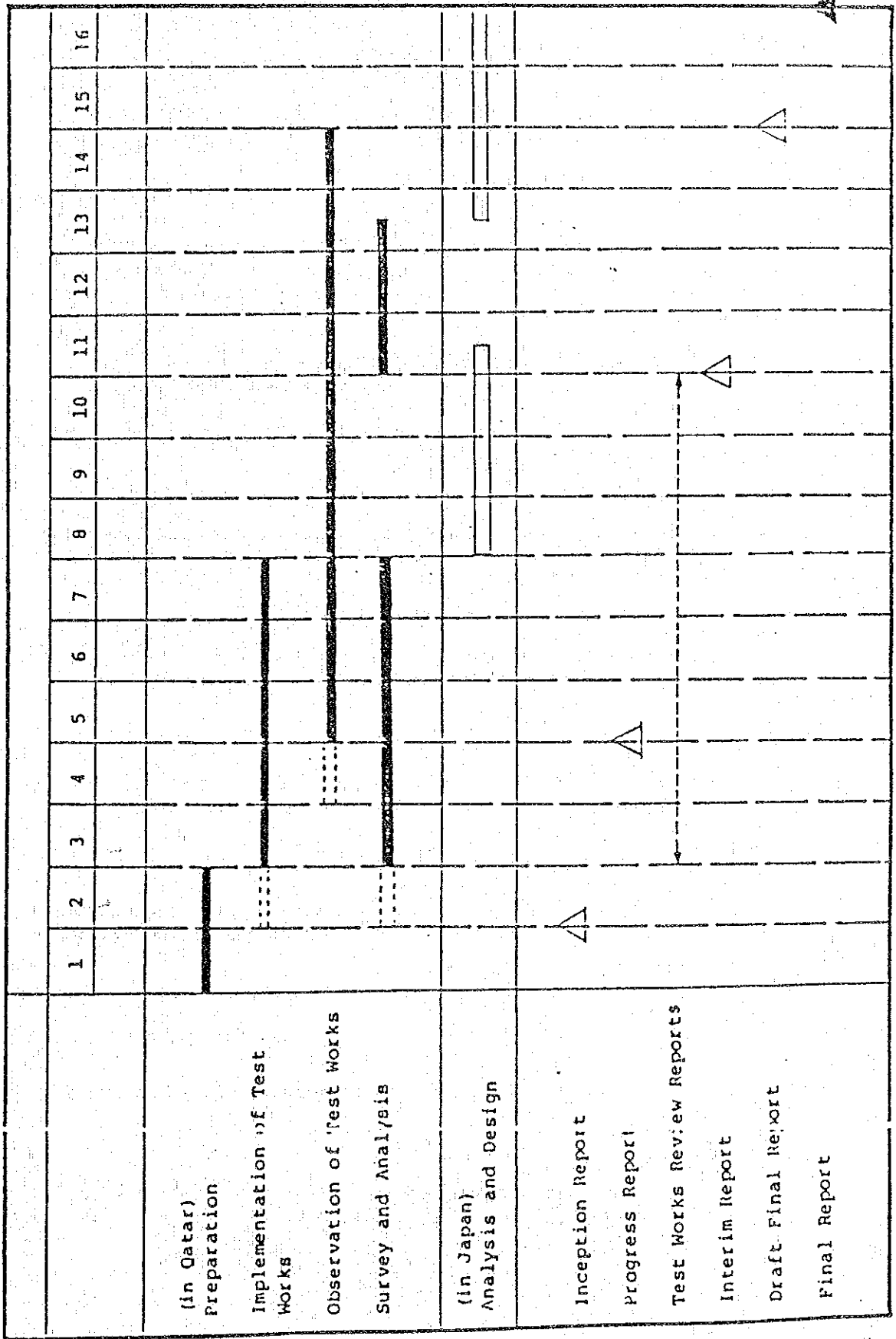
JICA and the Government of Qatar shall consult with each other
in respect of any matter that may arise from or in connection
with the Study.

P

SSK

SSK

TENTATIVE SCHEDULE



258

1/15/54

MINUTES OF DISCUSSIONS

FOR

THE STUDY ON DRAINAGE IMPROVEMENT PLAN, DOHA CITY

IN STATE OF QATAR

The Government of Japan has dispatched the JICA Preliminary Study Team headed by YASUKAZU KOMORI to State of Qatar in order to agree upon the scope of work for the study on Drainage Improvement plan in Doha City.

The Team stayed in Qatar from 28th September to 9th October, 1985 and held a series of discussions with the authorities concerned of Qatar Government.

The record of discussion is as follows:

1) Steering Committee

Qatari side will organize a steering committee with the executing agency (Ministry of Electricity and Water) and other authorities concerned for the smooth conduct of the study.

2) Test Works

Japanese side will carry out the test works at their own expense. Qatari side will provide the land for the test works and any drilling required.

3) Reporting

During the course of the field work, the Japanese side will present results, appropriate conclusions and recommendations from the test works.

4) Equipment

Japanese side will provide all instruments and surveying equipment for the study. Qatari side will provide offices, office equipment and transport.

5) Counterparts

The Japanese side strongly requested the provisions of two senior counterparts and three junior counterparts.

Opportunity for visits to Japan for the purpose of technology transfer may be organized.

6) Commencement of the study

The study should start as soon as possible so as to include the 1985/86 winter rainy season (December, January, February) at the beginning of the work.

11月

85.11.10
P

8 OCTOBER 1985

DCHA, STATE OF QATAR

JSK

小森 得邦

YASUKAZU KOMORI
Leader of the Preliminary
Study Team,
The Japan International
Cooperation Agency

JP

面会者一覽表

TECHNICAL OFFICE, OFFICE OF H. H. THE AMIR

1. MR. HISHAM F. QADDUMI, TECHNICAL ADVISER
2. MR. JOHN LOCKERBIE, ARCHITECT PLANNER

WATER DEPT., MINISTRY OF ELECTRICITY AND WATER

1. MR. MOHD. YOUSIF AL-ALI, DIRECTOR, WATER DEPT.
2. MR. BRYAN L. ECCLESTON, HYDROGEOLOGIST

CIVIL ENGINEERING DEPT., MINISTRY OF PUBLIC WORKS

1. DIRECTOR, CIVIL ENGINEERING DEPT.
2. MR. BROUN T. IAN, HEAD OF CONSTRUCTION DIV.
3. MR. MOHAMED AL-HAJRI, HEAD OF SEWERAGE DIV.
4. MR. ALNAJAR H. KAZEM, ASS. HEAD OF SEWERAGE DIV.
5. MR. MUBARAK AL-KHOLAIFI, ASS.
6. MR. LAUDER GAVIM, PLANNING ENGINEER
7. MR. ZEIDAN HOSNI, ROAD ENGINEER
8. MR. RASHID AL-MANNI

DOHA MUNICIPALITY, MINISTRY OF MUNICIPAL AFFAIRS

1. MR. ALI ALKHATER, DIRECTOR
2. MR. ABDUL BASIT, TECHNICAL ADVISER
3. MR. AREH. MOHMMAD ISMAIL ALI, HEAD OF THE PROJECTS SECT.
4. MR. AHMED J. SOROUR, HEAD OF GARDEN AND PARK SECT.
5. MR. FANAD AL-SWELEM, HEAD OF ENGINEERING SECT.
6. MR. YANSIF GERSSIN, ASS. TECHNICAL AFFAIRS
7. MR. AHMED SUWAR MAHMOUD, ENGINEER, PROJECTS SECT.
8. MR. KHAN DAD WAHEED, CIVIL ENGINEER, PROJECTS SECT.
9. MR. ULADIMIR KATELBACH, ARCHITECT, TOWN PLANNING

DEPT. OF AGRICULTURAL WATER RESEARCH, MINISTRY OF INDUSTRY
AND AGRICULTURE

1. MR. IBRAHIM E. HARHASH, GROUNDWATER SPECIALIST
2. MR. HASHIM AHMED MAHMOUD, IRRIGATION AND DRAINAGE ENGINEER

INDUSTRIAL DEVELOPMENT TECHNICAL CENTER

1. DR. FAVOUK EL. BOKLE, GEOLOGIST
2. MR. ABDULLA MOHMED, GEOLOGIST
3. MR. ABDUL RAHMAN A. GHANE, GEOLOGIST

NEW DISTRICT OFFICE

1. CONSULTANTS FOR THE OFFICE

在カタール日本大使館

- | | |
|----------|--------|
| 1. 波多野裕造 | 特命全権大使 |
| 2. 藤井 直治 | 参事官 |
| 3. 宇梶 公儀 | 二等書記官 |
| 4. 小川 雅生 | 二等書記官 |