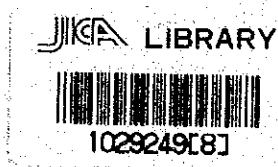


ジョルダン・ハシェミット王国
ムジブ水系水利用計画調査
事前調査報告書

昭和60年10月

国際協力事業団

ジョルダン・ハシェミット王国
ムジブ水系水利用計画調査
事前調査報告書



昭和60年10月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '83. 8. 22	307
登録No. 15236	61.7
	SD5

序 文

日本国政府は、ジョルダン国政府の要請に応え、ムジブ水系水利用計画調査に係る調査を行なうことを決定し、国際協力事業団が実施することになった。

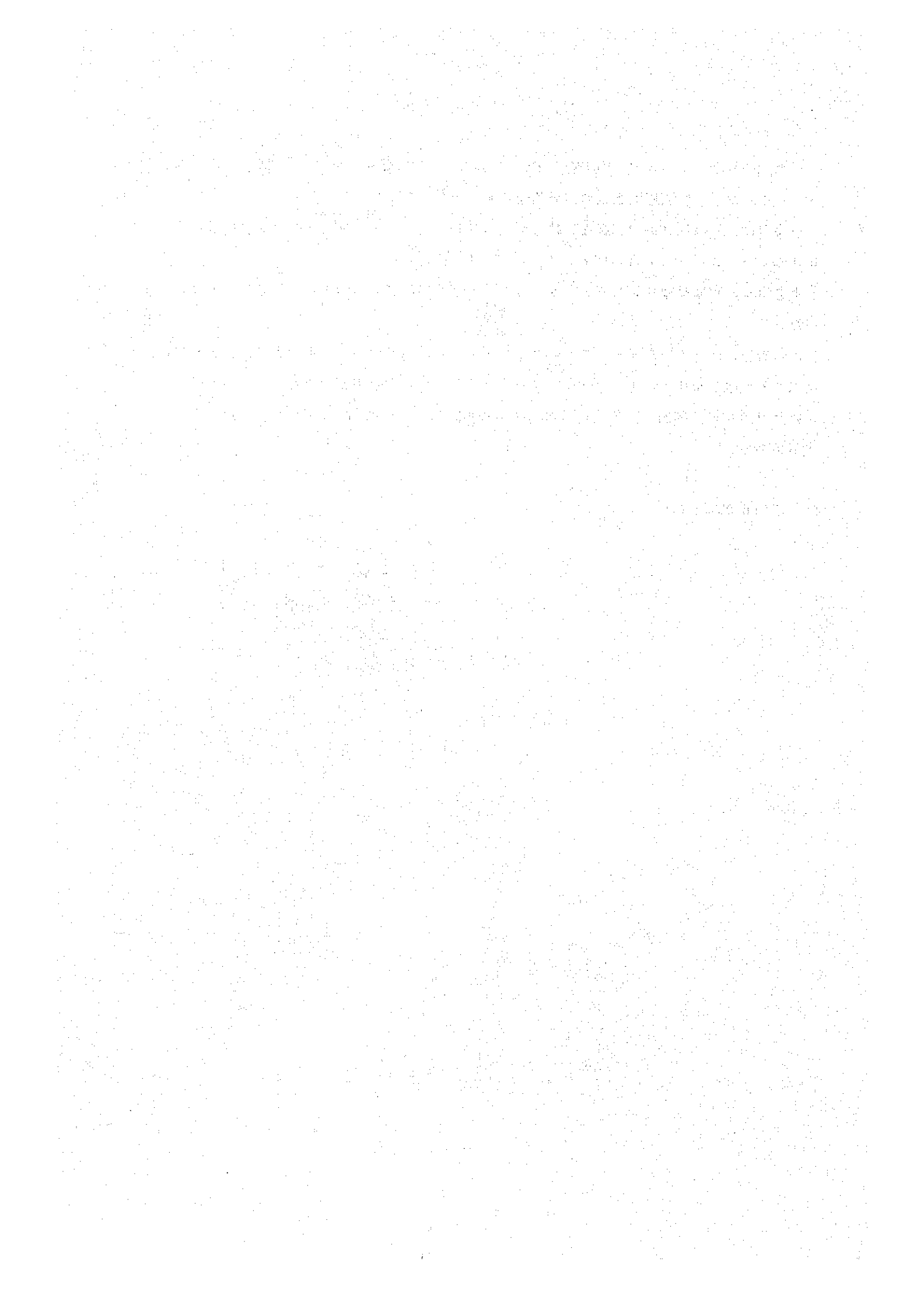
事業団は、社会開発協力部調査二課庵原宏義課長を団長とする5名からなる事前調査団を昭和60年6月25日から7月6日までジョルダン国に派遣した。

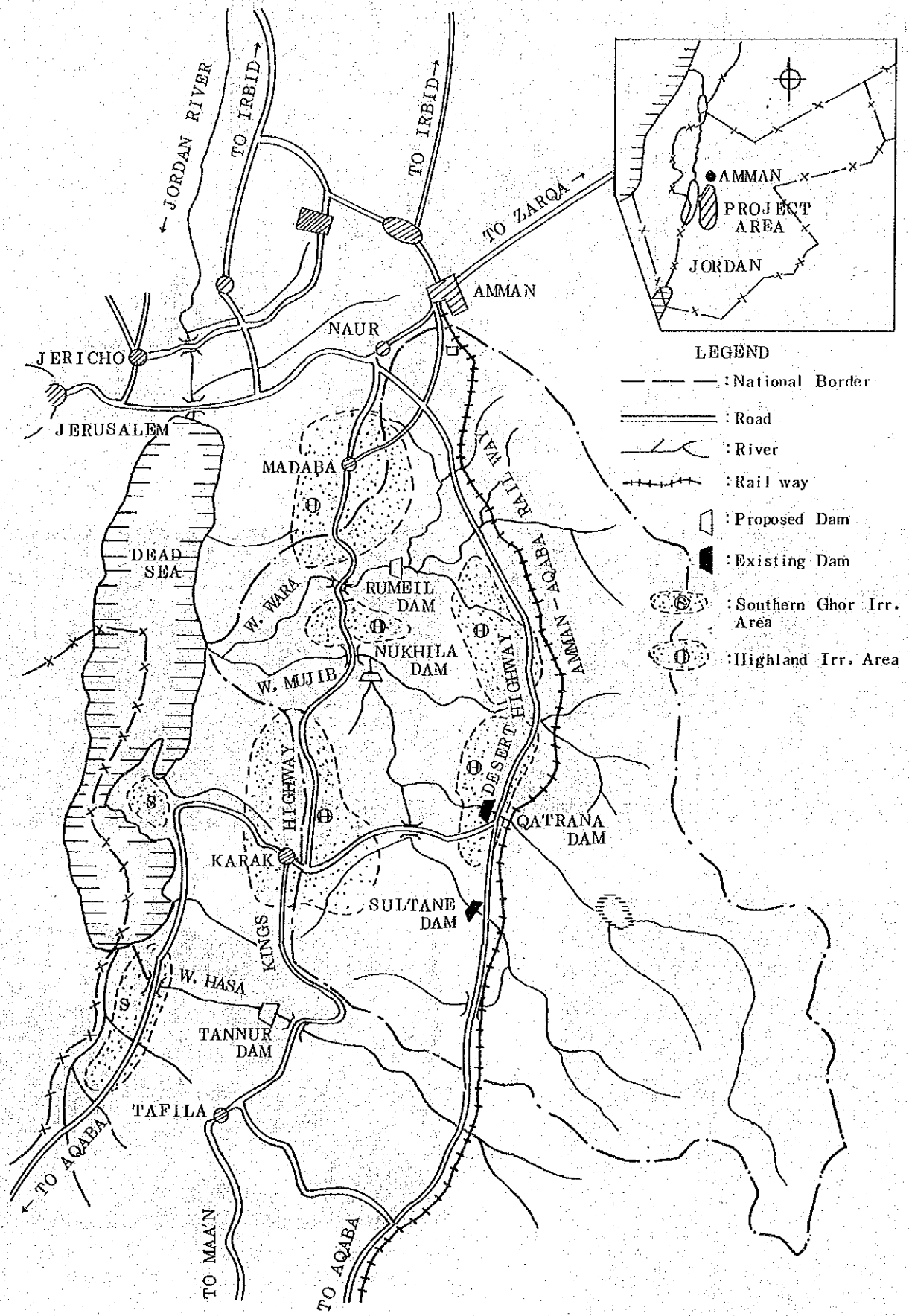
調査団は、現地踏査を行なうとともに、ジョルダン国政府関係者と本格調査について協議を行った。

本報告書は、その結果をとりまとめたものである。本報告書が、今後の本格調査を立案検討し実施するに際し参考となることを期待するとともに、今回調査実施にあたり多大の御協力をいただいたジョルダン国政府、在ジョルダン日本大使館ならびに関係各位に対し厚くお礼申し上げる次第である。

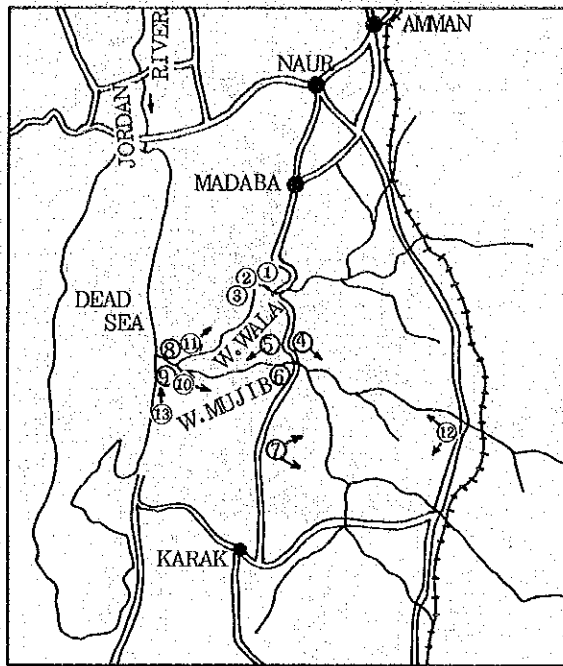
昭和60年10月

国際協力事業団
理事 中沢 式 仁



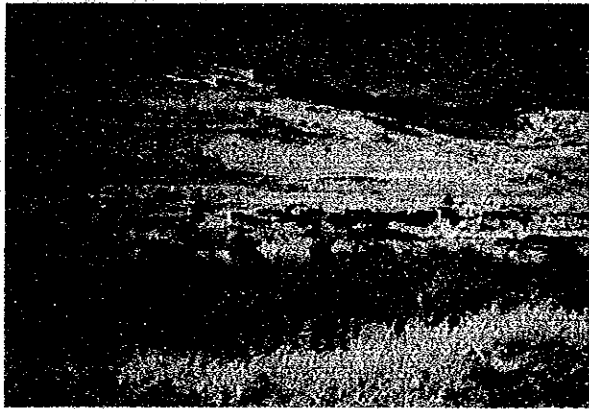


位置图



写真位置図

①



W. Wala の気象水文観測所 上流側(右)に洪水観測ケーブルがある。

②



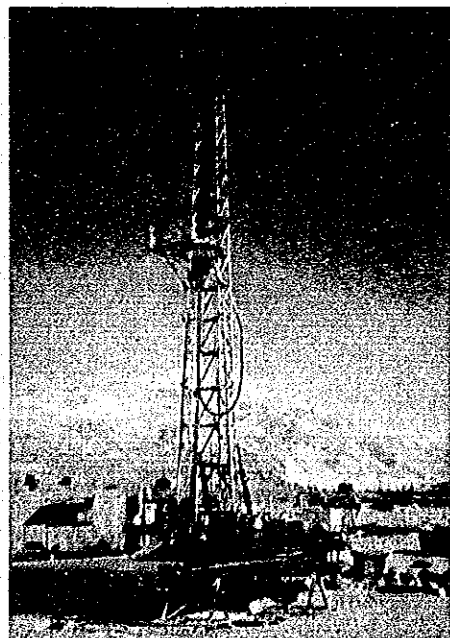
W. Wala 水位観測所、下流側(左)は床固めの堰である。施設はフロート式水位計である。

③



W. Wala におけるボーリング状況。間もなくケーシングを挿入するとのことである。(WAJ が実施している)

⑥

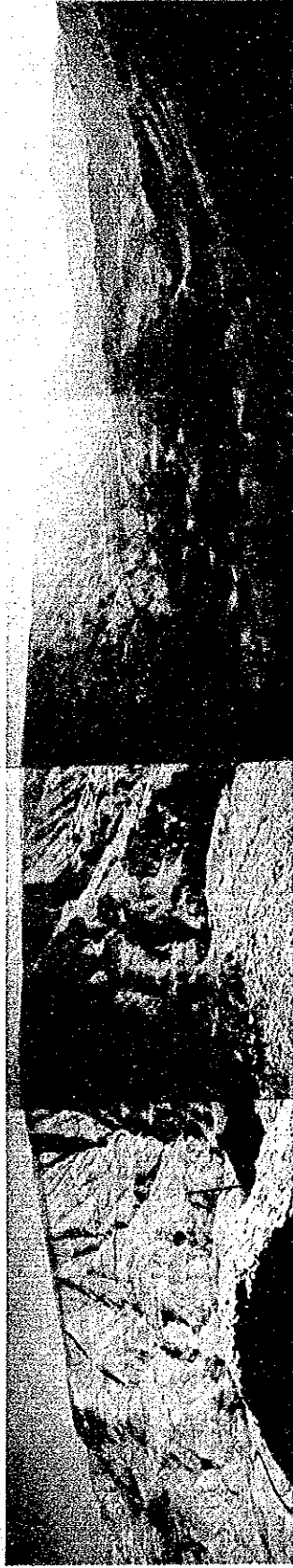


W. Mujib における砂岩層試掘状況 (WAJ が実施している)



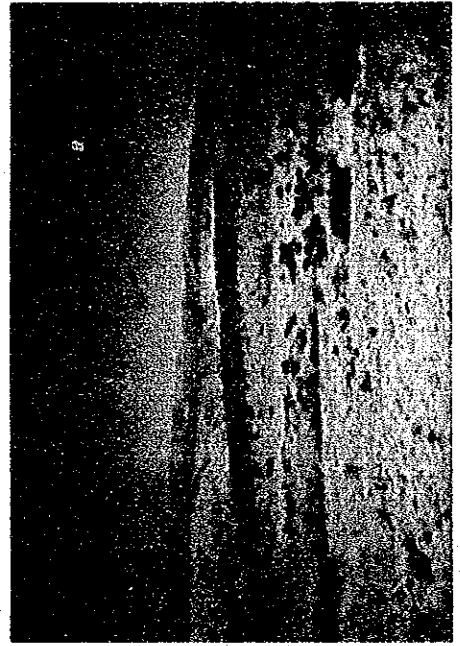
④

カラク道路よりW. Mujib上流を望む（右の支流がW. Nukheilaである）



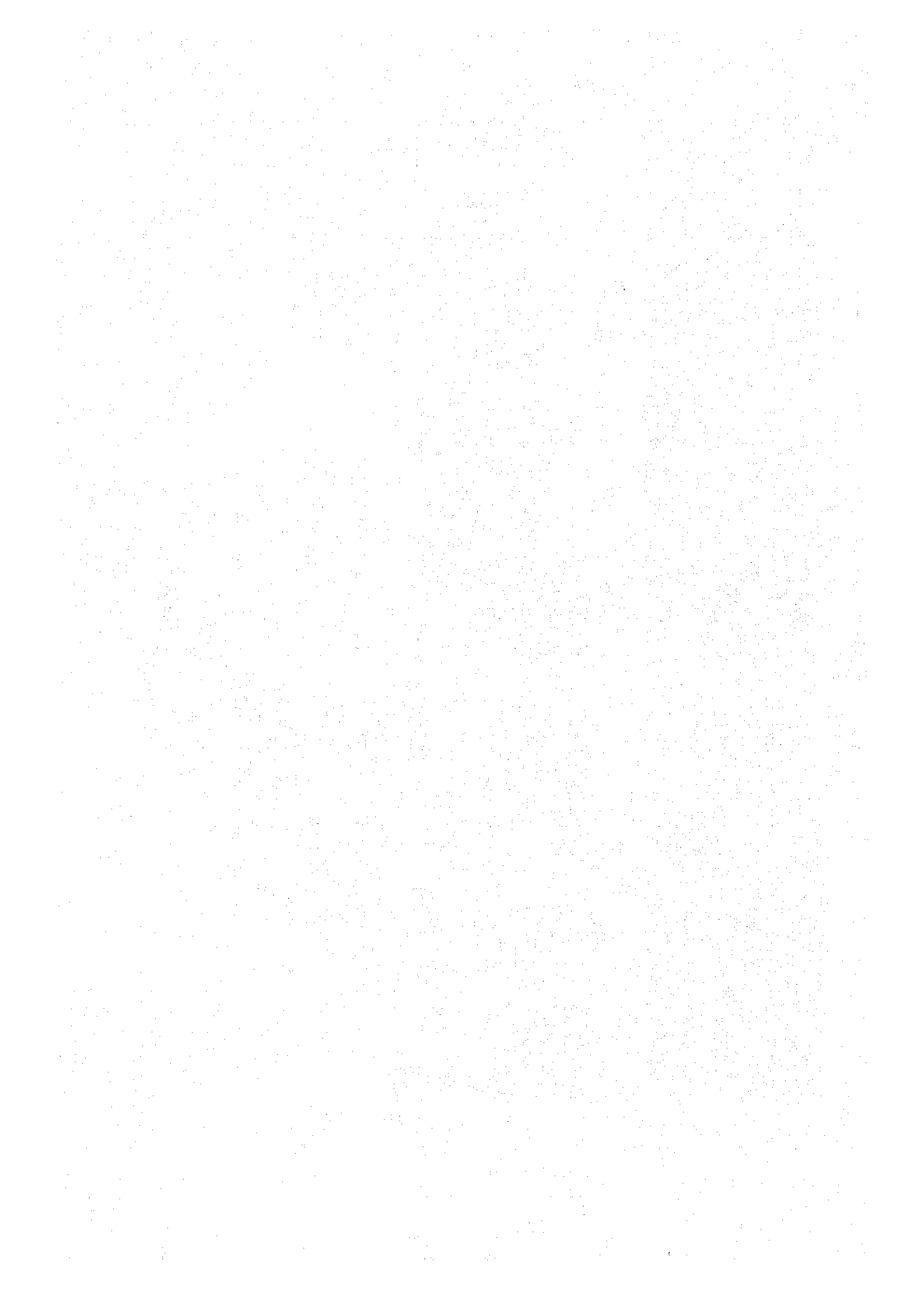
⑤

カラク道路よりW. Mujib下流を望む



⑦

高原かんがい計画対象地域の展望



⑧



W. Mujib 河口付近、岩の裂目を通して死海に流出している。EL-380

⑪



W. Wala の下流部、合流点付近より上流を望む

⑨



W. Mujib と W. Wala との合流点を望む

⑫



泉からポンプアップに畑地かんがいを行っている (高原平野 Siwaga 付近)

⑩

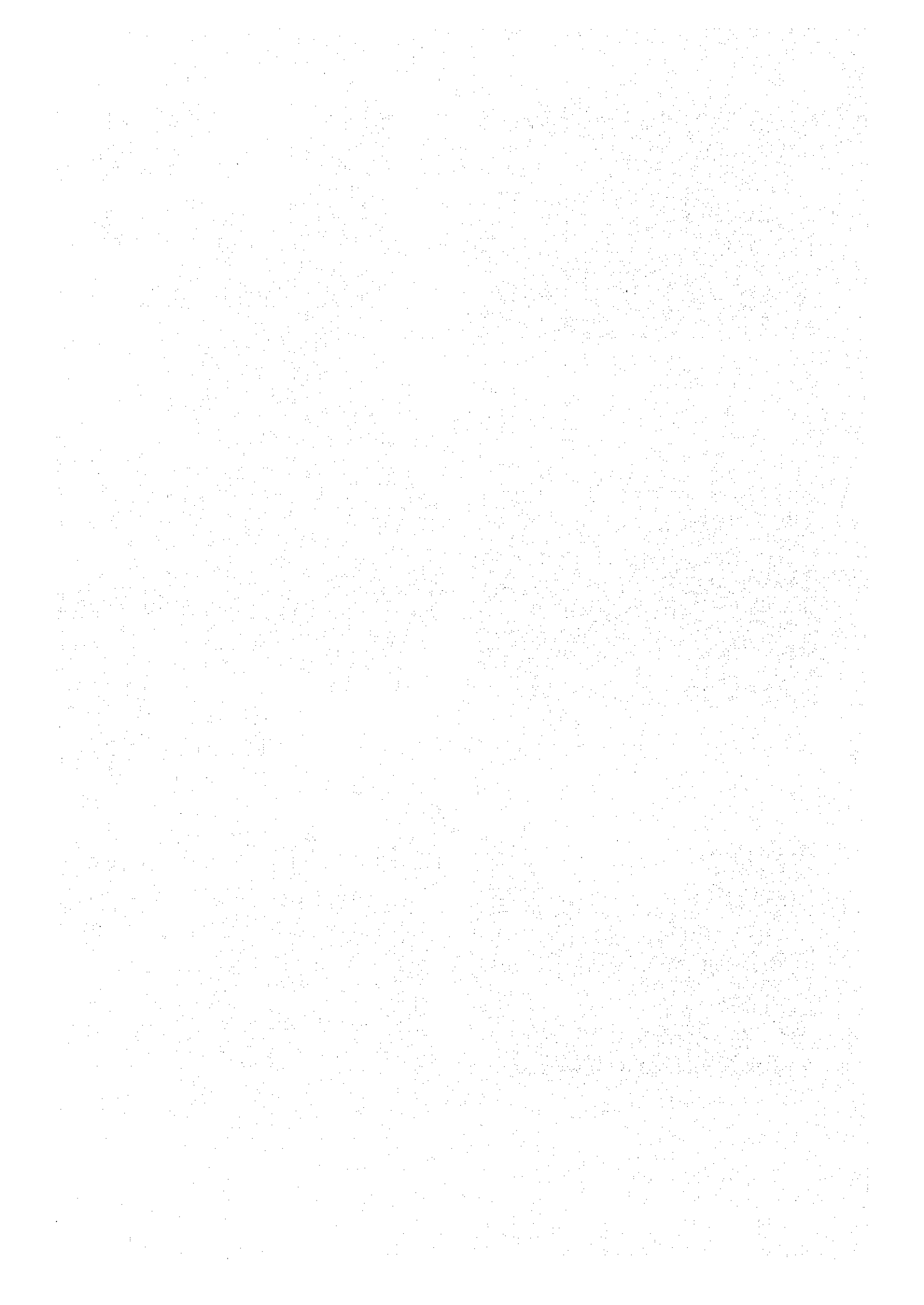


W. Mujib 下流部、合流点より上流を望む

⑬



W. Mujib 河口に近い死海の海岸 (白く光っているのは結晶化した塩である)



事前調査報告書

目 次

総論	1
I 調査の概要	3
1-1 事前調査の目的	3
1-2 調査団の構成	3
1-3 調査行程	3
II 本格調査の概要と基本方針	4
2-1 要請の背景と上位計画との関連	4
2-2 本格調査の内容と基本方針	4
2-3 Scope of Work の概要	5
各論	9
III ヨルダン国の概要	11
3-1 自然立地条件	11
3-2 社会・経済状況	12
3-3 日本の経済技術協力の状況	13
IV ヨルダンの水需給計画と本件調査の関わり	21
4-1 水需給計画の変遷	21
4-2 水資源開発と水利用に関する基本姿勢	22
4-3 ムシブ川流域水資源開発計画の位置付け	23
V 調査対象地域の概要	36
5-1 社会的立地状況	36
5-2 地形、地質概況	36
(1) 地形	36
(2) 地質	37
5-3 気象・水文概況	38

(1) 一般気象及び降雨	38
(2) ワジムシブの水文状況	39
5-4 流域内の開発状況及び関連事業計画	40
VI 現地調査及び結果	47
6-1 収集資料	47
(1) 地形図	47
(2) 気象・水文資料	47
(3) 地質及び水理地質資料	47
(4) 土壌資料・農業資料	47
(5) 開発計画関連資料	47
6-2 地下水開発調査	48
(1) 水理地質概要	48
(2) 水理地質調査の現況	48
(3) 今後の水理地質調査	54
(4) シミュレーションに対する考察	55
(5) 考察	65
6-3 地表水開発調査	65
(1) 既存水文資料の考察	65
(2) ダム計画	67
(3) 今後の地表水開発調査	68
6-4 上工水供給計画及びかんがい計画調査	69
(1) 上工水供給計画調査	69
(2) かんがい計画調査	69
(3) 今後の調査	69
6-5 本格調査関連事項	80
(1) 調査工事の現地業者への発注	80
(2) Water Authority of Jordan(WAJ)	82
(3) 外注請負価格調査	82
VII 本格調査の内容	84
7-1 調査の目的	84
7-2 調査対象地域及び範囲	85
7-3 調査の実施要領	85

(1) 地下水開発可能量調査	85
(2) 地表水（洪水）貯留開発可能性調査	89
(3) 上工水供給事業計画及び高地かんがい事業計画	96
(4) 水資源配分計画調査	103
(5) モニタリングシステム計画	104
(6) 調査工程	104
(7) 報告書作成	104
(8) 要員計画	107
(9) 調査に必要とする主要機材	107

- 付属資料
- Scope of Work
 - Minutes of Meeting
 - 収集資料リスト

総論

総 論

I 調査の概要

1-1 事前調査の目的

ジョルダン国政府の要請に基づき、日本国内で検討した調査計画をジョルダン政府と協議し、現地踏査の結果を踏まえ、本格調査の範囲規模、内容等を決めることを目的として事前調査が実施された。

調査の結果は、Scope of Work 及びMinutes としてとりまとめるものである。

1-2 調査団の構成

団長	総 括	庵原宏義	国際協力事業団 社会開発協力部開発調査二課長
団員	協力政策	横川憲司	外務省経済協力局開発協力課
"	協力企画	菊地文夫	国際協力事業団 社会開発協力部開発調査二課
"	水理地質	柏井善夫	内外エンジニアリング㈱
"	水 文	近藤真史	同 上

1-3 調査工程

日時	月日	曜日	行 程	調 査 内 容
1	6月25日	火	東京	パリ
2	26	水		アンマン
3	27	木	アンマン	カラク
4	28	金	カラク	アンマン
5	29	土		アンマン
6	30	日		"
7	7月 1日	月		"
8	2	火		"
9	3	水		"
10	4	木	アンマン	パリ
11	5	金		
12	6	土	東京	

Ⅱ 本格調査の概要と基本方針

2-1 要請の背景と上位計画との関連

ヨルダン国は半乾燥～乾燥地帯に属し、1部の地域を除き年間降雨量は200mm～50mmと少なく国土開発・経済発展の上で水不足が大きな制約条件となっている。

1981～1985年の5カ年計画においてヨルダン政府は公共投資の16%を水資源開発と水の効率的利用に充当し、又中長期対策としては(1)国内の利用可能水源の開発 (2)都市用水の再利用 (3)国際河川ユーフラテイス川やヤルムーク川からの導水計画等希少資源である水資源の開発可能性を追求している。

既存の計画によればムジブ水系からアンマン市への水供給は年間12MCM(洪水貯溜ダム建設)を中期対策として期待している。又1984年の世銀レポート(Water Sector Report)ではムジブ水系における地下水開発とアンマン市への上工水供給が提言されている。

ムジブ水系では本格的な地下水開発調査や地域水資源開発調査はいまだに実施されていず既存の301本の井戸と湧水が部分的に開発されかんがい水や上工水として利用されている。

ムジブ流域は降雨量が少ないため量的には多くを期待できないが、(1)アンマン市に比較的近いこと (2)水資源の開発余力が見込まれることから中期的な水供給対策としての役割は重要である。

2-2 本格調査の内容と基本方針

1) 上記の要請背景を検討した結果、ムジブ水系開発計画調査は次の3部門により構成するととした。

- (1) ムジブ流域における地下水開発可能量の推定と緊急対策としてアンマン市への地下水供給計画の策定
- (2) 洪水等無効流出水の有効活用と水資源開発
- (3) アンマン市及び周辺都市における水需要予測(レビュー)並びに流域内ハイランドにおけるかんがい可能性の検討

2) 地下水開発調査の基本方針

(1) 地下水開発可能性の推定

- (i) 既存のデータ(地質図:1/25万,地形図:1/5万他)及び既存の井戸301本の地質柱状図,揚水テスト結果,更に当該調査において補足的に実施する数カ所のTest drillingの水理地質データを活用してシミュレーションを行ない地下水の開発ポテンシャルを推定する。
- (ii) 帯水層としては(1)浅層地下水 (2)石灰岩層地下水 (3)砂岩層地下水が想定されるが(3)については水質(塩分濃度が高い),経済性(深層地下水で生産コストに問題がある)

の観点から(1)、(2)の開発を主体として(3)については可能な範囲でポテンシャルを概略推定するに止める。

(iii) ワジ下流域で地表に湧出する地下水(基底流量)については流出量、水質、岩石層識別、標高を調査し上流での降雨や揚水量と基底流量の相関関係(流量及び水質)の有無を検討する。

(2) 地下水開発プロジェクト

(1)において実施された調査に基づきアンマン市への水供給を目的として開発適地の選定、主要帯水層の把握、生産井の予備設計、送水計画、事業費積算、評価他を含む緊急生産井計画を策定する。

3) 地表水開発の基本方針

(1) ワジワラ、ワジムジブ両水系において既存の水文資料を活用する他水位計、雨量計を補足的に設置し洪水時に無効放流されている流量(ワジワラ:平均30MCM/年、ワジムジブ:平均33.7MCM/年)の貯溜・開発の可能性を推定する。

(2) 既存の報告書によれば有望ダムサイトとして Rumeil (貯水容量5千万トン) Nukheila (同5百万トン) が挙げられるがその他地下水涵養のためのリチャージダム、チェックダム又は小規模ダム(周辺農村用)の可能性についても検討し、同水系の水資源開発戦略をマスタープランレベルで策定する。

(3) 上記両ダムサイトにおける調査はWAJ側で地質調査(ボーリング他)、ダム軸地点の測量を実施するものとし、JICAは両ワジで縦断測量を行なう。

(4) 貯水容量は既存の1/5万により推定し、上記(2)、(3)のデータを活用してPre F/Sレベルのダム計画を策定する。

4) 水配分計画調査基本方針

(1) ヨルダン国の開発政策、既存プロジェクトとの整合性を計りつつ、ムジブ流域での開発可能量をもとにアンマン市への供給流域内の村落給水(高地かんがい)、他地域(南ゴールかんがい他)への供給につき水配分計画を策定する。

(2) 高地かんがいについてはマスタープランレベルで適地選定、開発可能性を検討する。

2-3 SCOPE OF WORKの概要

7月4日に締結したS/Wの概要は、Part A:資料収集、解析及び検討評価、Part B:現地調査、Part C:調査結果の解析及び検討、Part D:事業計画ならびにマスタープランの策定に区分することが出来る。調査項目は以下のとおりである。

PART A:資料収集、解析及び評価

A-1 社会状況

(1) 社会経済一般

- (2) 土地利用
- (3) 法令・制度
- (4) 関連開発計画

A-2 自然状況

- (1) 地形・土壌
- (2) 気象・水文
- (3) 地質・水理地質

A-3

- (1) 現況水需給状況（井戸・配水組織）
- (2) 用途別需要の見通し（人口、鉱工業）
- (3) 水供給計画（長期、中期計画）

A-4 かんがい状況

- (1) かんがい現況（既設井戸、溜池・かんがい地区）
- (2) かんがい計画（関連計画含む）

PART B：現地調査

B-1 地下水開発調査

- (1) 踏査（試掘点選定）
- (2) 井戸試掘，測量作業入札準備，入札
- (3) 試掘・観測井作成の現場管理
- (4) 揚水試験（水質試験含む）
- (5) 水位動向モニタリング（既設井含む）
- (6) 河川湧水調査（場所・標高・湧水量・水質他）
- (7) 河川水理地質調査（滞水層標高・位置・他）

B-2 地表水（洪水）開発調査

- (1) ポテンシャルサイト選点
- (2) 水位・流量観測施設設置（雨量含む）
- (3) 水文観測（流量，降雨）
- (4) ダム地質ボーリング，地形図作成管理
- (5) 材料調査

B-3 かんがい調査

- (1) ポテンシャルエリア選定（土地分級）
- (2) 土壌調査（室内試験含む）
- (3) 農業調査（作物，栽培技術，収量，価格他）
- (4) かんがい調査（かんがい方法，用水量他）

B-4 上工水供給計画調査

- (1) 生産井ウエルフイールド選定
- (2) 集水・送水網調査
- (3) 路線調査
- (4) 建設資材・工事業者
- (5) 路線測量調査

PART C：調査結果の解析及び検討

C-1 地下水開発調査

- (1) 生産滞水局の選定
- (2) 地下水収支のコンピューターシミュレーション
- (3) 安全開発量の評価
- (4) 地下水揚水が基底流量に与える影響（量的及び質的）の評価

C-2 地表水（洪水）開発調査

- (1) 長期洪水量の算定及び評価
- (2) 諸ロスの検討（浸透ロス，蒸発ロス）
- (3) 長期安定開発量の算定（80%確率）

C-3 目的別水配分計画検討

- (1) 水需要の計画策定（上工水・かんがい用水）
- (2) 開発水資源の目的別配分計画検討評価

PART D：事業計画ならびにマスタープラン策定

D-1 地下水開発のF/S調査

- (1) アンマン市上工水供給計画事業（概略設計，工事費算出，維持管理費，経済効果他）

D-2 地表水開発のPre-F/S調査

- (1) 水文・地質学的見地からのダムサイト評価
- (2) 経済性（建設費，便益）の見地からのダムサイト評価
- (3) 地表水によるかんがい地区の評価
- (4) 地表水開発プロジェクトの策定評価

D-3 開発水資源の目的別配分計画マスタープラン

- (1) 全国レベル水配分計画マスタープラン
- (2) 地域内水需給バランスの代案評価
- (3) 開発水資源の用途別配分計画の策定
- (4) 環境影響評価

D-4 水資源総合管理・監視組織の樹立

- (1) 管理組織

- (2) 情報管理システム計画
- (3) 情報収集システムと将来予測手法

各 論

各 論

Ⅲ ヨルダン国の概要

3-1 自然立地条件

ヨルダン国は中近東に位置し国土は、東はイラク共和国とサウジアラビア王国、西はイスラエル国に、又、北はシリア・アラブ共和国とそれぞれ国境を接しており、わずかに南にアカバ湾に面して25kmの海岸線を保有している。(図-1参照)

国土は約88,000km²(日本の約25%)、国土の大半はシリア砂漠に属する乾燥地帯で占められており、利用可耕地は10%以下である。国全体は平均標高600~900mの高原地帯であるが、イスラエルとの国境のあるヨルダン河沿いはヨルダン溪谷と呼ばれる地溝帯になっており、標高は海面下(-)250~(-)390を示し長深部に死海がある。ヨルダン国の可耕地はこのヨルダン溪谷に集中しているが、1967年の第3次中東戦争時にイスラエルに占領されたヨルダン河西岸地域は特に肥沃な地域であった。

気候はヨルダン溪谷、高原地域、砂漠地帯によって異なるが、主都アンマンがある高原地域は日本より過し易い。夏は5月~10月で、気温は平均的に25℃前後である。30℃を越えても乾燥しているのと、高原のため涼風が吹き、暑さはそれほど感じられない。冬は12月~2月で気温は8~9℃まで下り、雨が降るとかなり寒い。降雪もこの時期に数回ある。一年を通してもっとも過ごしやすい時期は3月~4月(春)そして10月~11月(秋)であり、特に3~4月には緑も濃くなり花も咲き乱れる。年間降雨量とその分布は地域及び標高によって異なるが、西部高原地帯で300~600mmを示す他はヨルダン溪谷で250~50mm、東部砂漠地帯では50mm以下を示し、また、降雨時期は10月~4月に限定されるなど、明らかに乾燥地域の気候特徴を示している。(図-2.3.4参照)

ヨルダンを含めたこの地域の地質構造は比較的単純で、代表的な地質としては高原頂部を薄く被り泥灰岩(Marls)が全国的に広く分布し、中層は石灰岩(Lime stone)が層厚300~700m程度の厚い層をなしている。下層は砂岩(Sand Stone)主体層が700~800mの層をなし、基盤である先カンブリア代、原生代の堆積岩類の上に乗っている。地層は全体的にはほぼ水平に近い成層状態を示し、連続状況も良好で、水成堆積岩層の特徴を良く示している。特に下層の砂岩主体層は、アフリカ北部のリビア砂岩層の一部であるとされている。ヨルダン溪谷の造形は地殻の隆起陥没により生じたものであり、地層の傾斜方向はヨルダン溪谷東岸の高原地帯を頂として、ヨルダン溪谷側に急激に落ち込み、東部シリア砂漠にゆるやかに傾斜している。

ヨルダンの水文状況は乾燥地域特有のものであり、降雨が冬季に集中しているため降雨が原因とした表流水は冬季に集中し、しかも短時間で流出するため通常洪水の流出特性を示す。乾

季には全ての河は干上りワジ(涸川)と呼ばれ、雨季に地中に浸透した降雨は地下水の形となり貯溜される。従って先に述べた地層の傾斜から、ヨルダン溪谷へ流下する地下水の一部は谷に下る途中で(標高おおむね \pm 100~300付近より)地表水として現われ、ヨルダン溪谷の開発に用いられている。ヨルダン溪谷へは、全国の地表水資源の実に85%が集中している。東側シリア砂漠へ流下した地下水はオアシスの形となって地表に現われる他は地表に再現しない。

水理地質的に見ればヨルダン国の地下水は3種類あり、一つは降雨の影響を短期に受ける浅層地下水、一つは長期の降雨影響を受ける深層石灰層の地下水そして砂岩層に含まれる深々層地下水である。最下層砂岩層の地下水は化石水と言われており、その水理地質学的な特性はまだ殆んど解明されていない。砂岩層の露頭と共に見る事が出来る。

3-2 社会・経済状況

ヨルダン国の人口は1979年のセンサスによれば、約215万人と推定され、そのうちの60%は都市に住んでいる。平均人口密度は24人/㎢であるが、90%の人口が国の北西部(国土面積の1/4相当)に住んでいる。人口増加率は1975-1980年間で約2.7%であったが、最近3.7%まで増加しており、特に首都アンマンやザルカ、イルビッド等の主要都市では5%程度を示している。

ヨルダン国は全国を5個の行政区に分割し各々の行政区はさらに小分割されて、国全体としては合計44区に分割された行政になっている。行政区の位置及び人口分布は図-6に示すとおりである。

交通網は自動車道がアンマンを中心として整備が進んでいる。(図-1参照)特に南のアカバ港からアンマン、ザルカさらにはイラクのバグダッドまで高速道路が整備されている。またサウジアラビア、クウェイト、シリアなどの近隣諸国の主要都市へは陸路により1~2日で到達することが出来る。鉄道はアカバ港とアンマンを結んでいるが、主として貨物輸送が主体である。空路はアンマン国際空港(クインアリア国際空港)が1983年に開港している。国内線はアカバ-アンマン間に毎日数便あり、国際線はイスラエルを除いた近隣諸国さらにはヨーロッパ、アメリカとを結んでおり、東南アジアにはバンコクまで週2回の直行便を運航している。

国内産業の主体は農業であるが、可耕地面積が少なくまたかんがい用水が不足しているため国民総生産に占める割合は7%程度と小さい。鉱工業は燐鉱石や死海でのカリ塩の生産、電子機械工業等の軽工業に力を入れており、国民総生産に占める割合は27%を示している。又、商業・サービス業の占める割合は54%とかなり高い値を示している。

貿易収支は大幅の赤字で、サウジアラビア、アメリカ、日本、その他ヨーロッパ諸国の経済援助や観光収入さらには近隣油国への出稼ぎ収入などでこれを補っている。しかし最近の石油

消費量の世界的な落ち込み、価格の下落などに原因して出稼労働者が帰国するなどの現象が生じ出稼収入は減少している。しかしながら国民総生産は1980年推計で約1500US\$/1人とかなり高い水準を示している。また実質GNP成長率は11%年程度とこれもかなり高い水準を維持している。(表-1参照)

3-3 日本の経済・技術協力の状況

日本とヨルダン国との関係はかなり親密で、人的交流及び経済技術協力もかなり実績がある。人的交流ではフセイン国王、ハッサン皇太子の訪日、本邦皇太子夫妻の訪ヨ等が特筆される。経済協力では1974年から第4次円借款まで進んでおり、近い将来第5次借款が締結される予定である。技術協力も活発に行なわれており1981年までに調査団の派遣123人、専門家の派遣20人そして研修生は101人を受け入れた実績がある。

なお現在ヨルダン国には288人の在留邦人がいる。

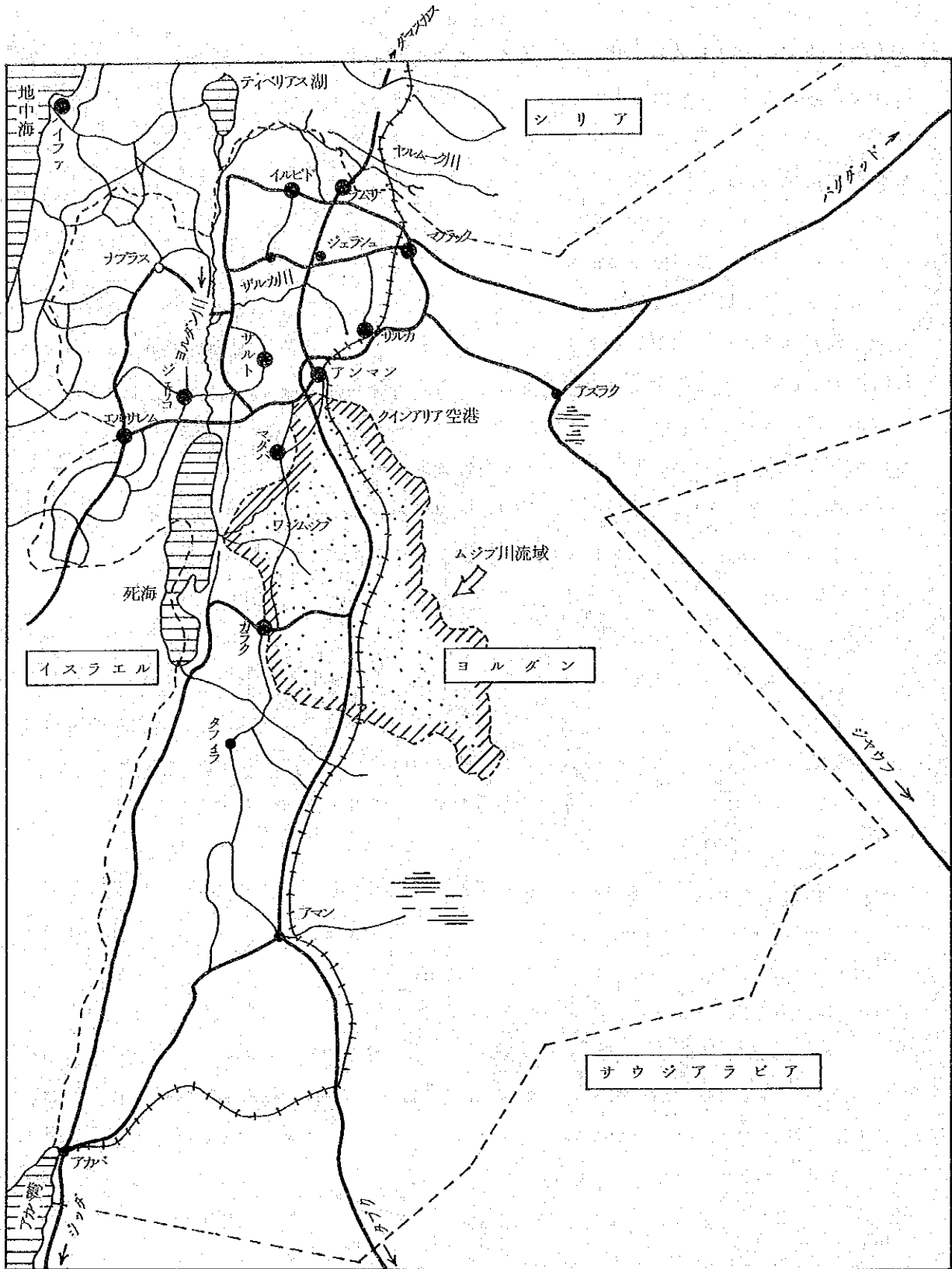


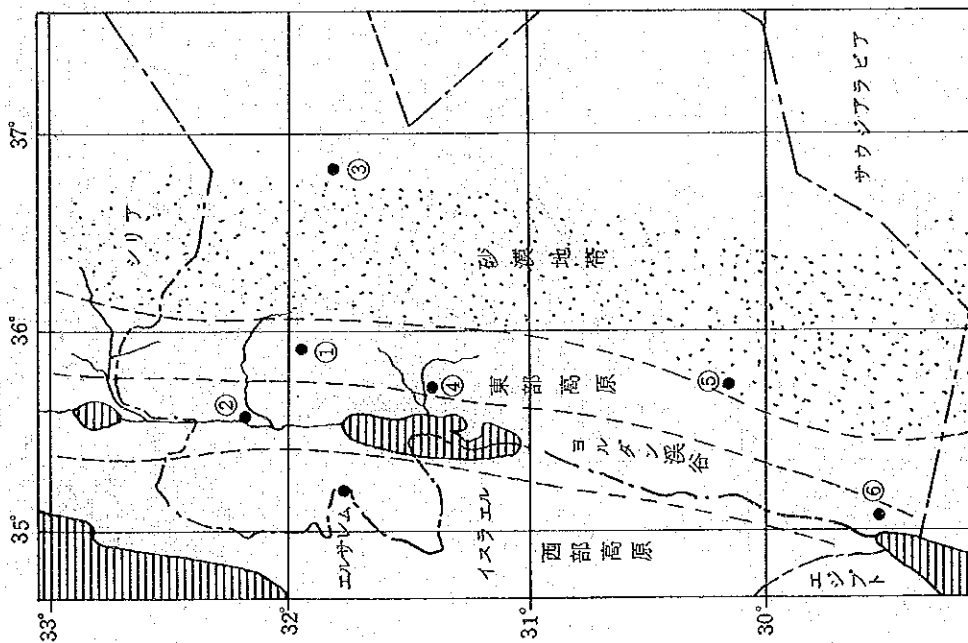
図-1 ヨルダン国概要図

- : 主要国道
- : 国道
- + + + + : 鉄道

地点	区分	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	年平均
① アンマン EL 766	T °C	13	14	18	23	28	31	32	33	31	28	21	15	24
	H %	70	67	60	49	38	36	38	42	47	45	55	67	51
	R mm	64	67	37	15	4	—	—	—	1	5	30	50	271
② デルアラ EL-224	T °C	19	20	24	29	34	37	38	39	37	33	28	21	30
	H %	69	63	62	56	48	47	47	51	53	49	49	60	54
	R mm	63	59	38	19	6	—	—	—	—	5	38	62	292
③ アズラク EL 712	T °C	13	15	19	24	30	34	36	36	33	27	22	16	25
	H %	57	56	43	42	28	24	23	27	31	31	41	51	38
	R mm	10	13	9	4	4	—	—	—	—	1	8	17	69
④ ムジブ EL 250	T °C	17	19	22	27	32	36	36	36	34	31	26	20	28
	H %	64	65	57	44	37	41	42	47	55	56	63	63	53
	R mm	47	31	29	11	2	—	—	—	—	5	13	40	177
⑤ マアソ EL 1069	T °C	14	15	19	24	29	32	34	34	32	28	21	16	25
	H %	70	67	49	40	38	36	32	33	36	41	54	61	46
	R mm	5	9	6	4	2	—	—	—	—	3	5	7	41
⑥ アカバ EL 8	T °C	21	23	27	31	35	39	40	41	37	33	28	23	31
	H %	53	47	40	36	32	27	31	32	39	40	45	52	39
	R mm	3	5	4	5	—	—	—	—	—	—	3	8	29

出典：Jordan Climatological Data Handbook 1968より。

T : Mean Temperature(°C)
H : Relative Humidity(%)
R : Rainfall Amount(mm)



位置図

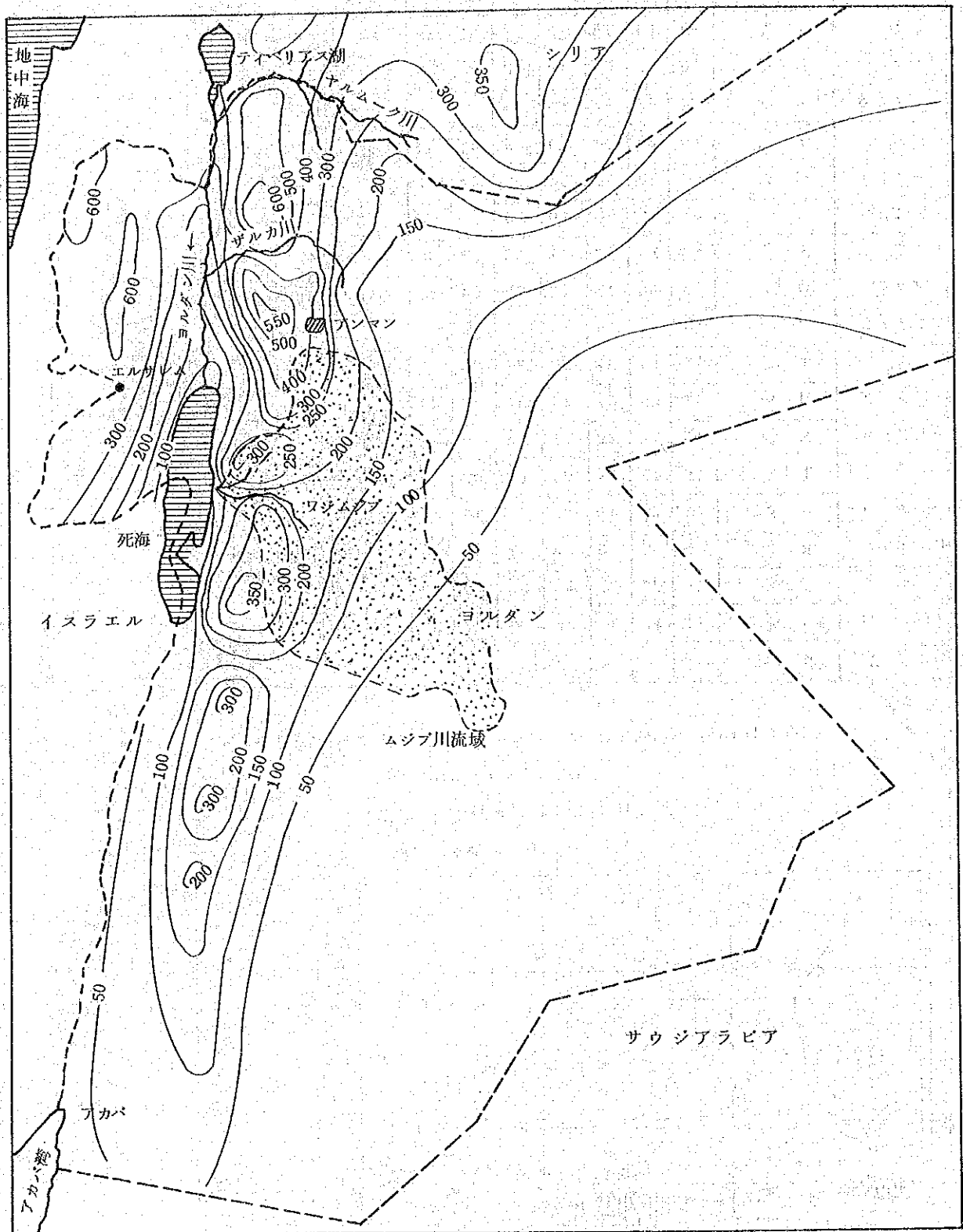


図 - 3 等降雨量線図

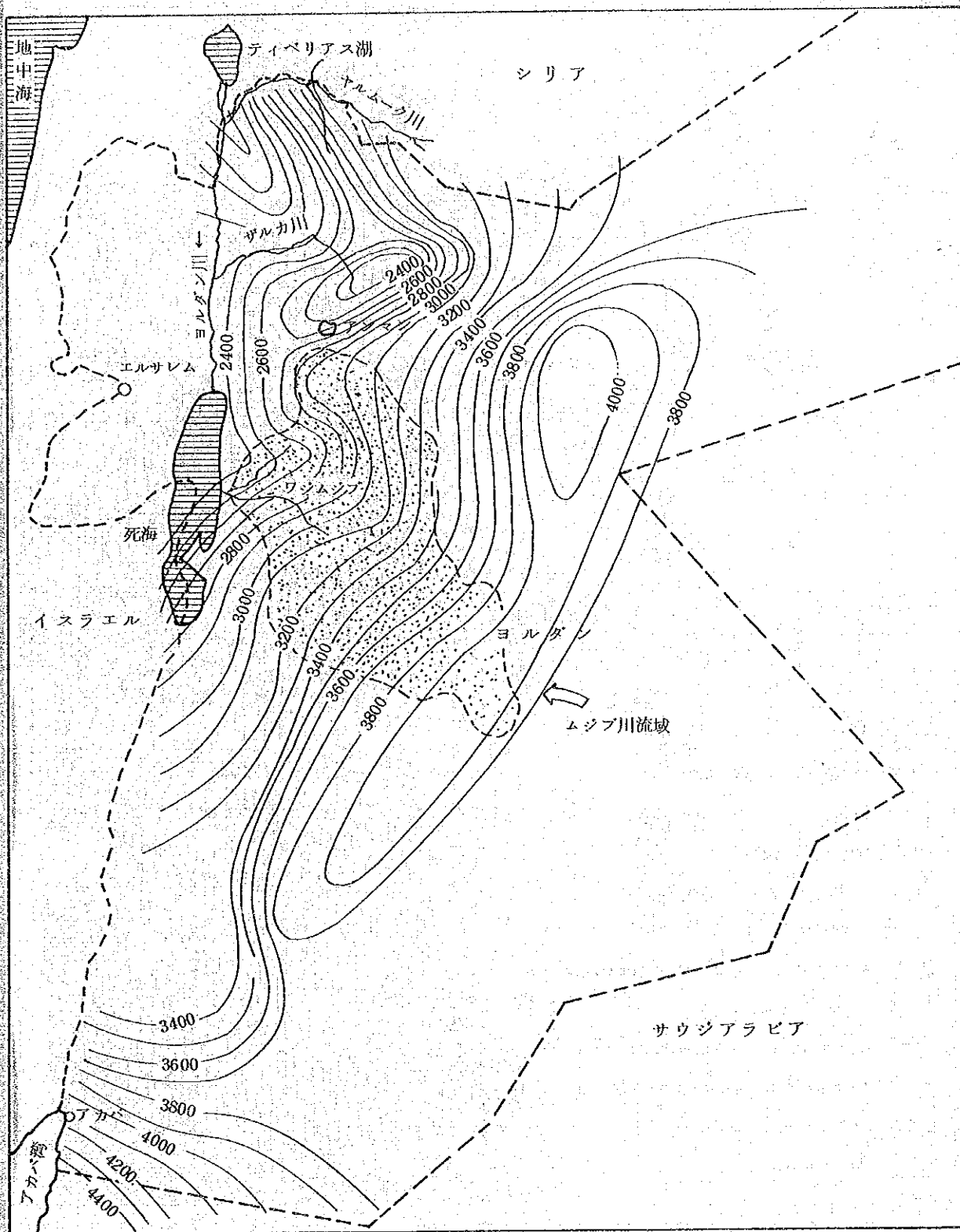
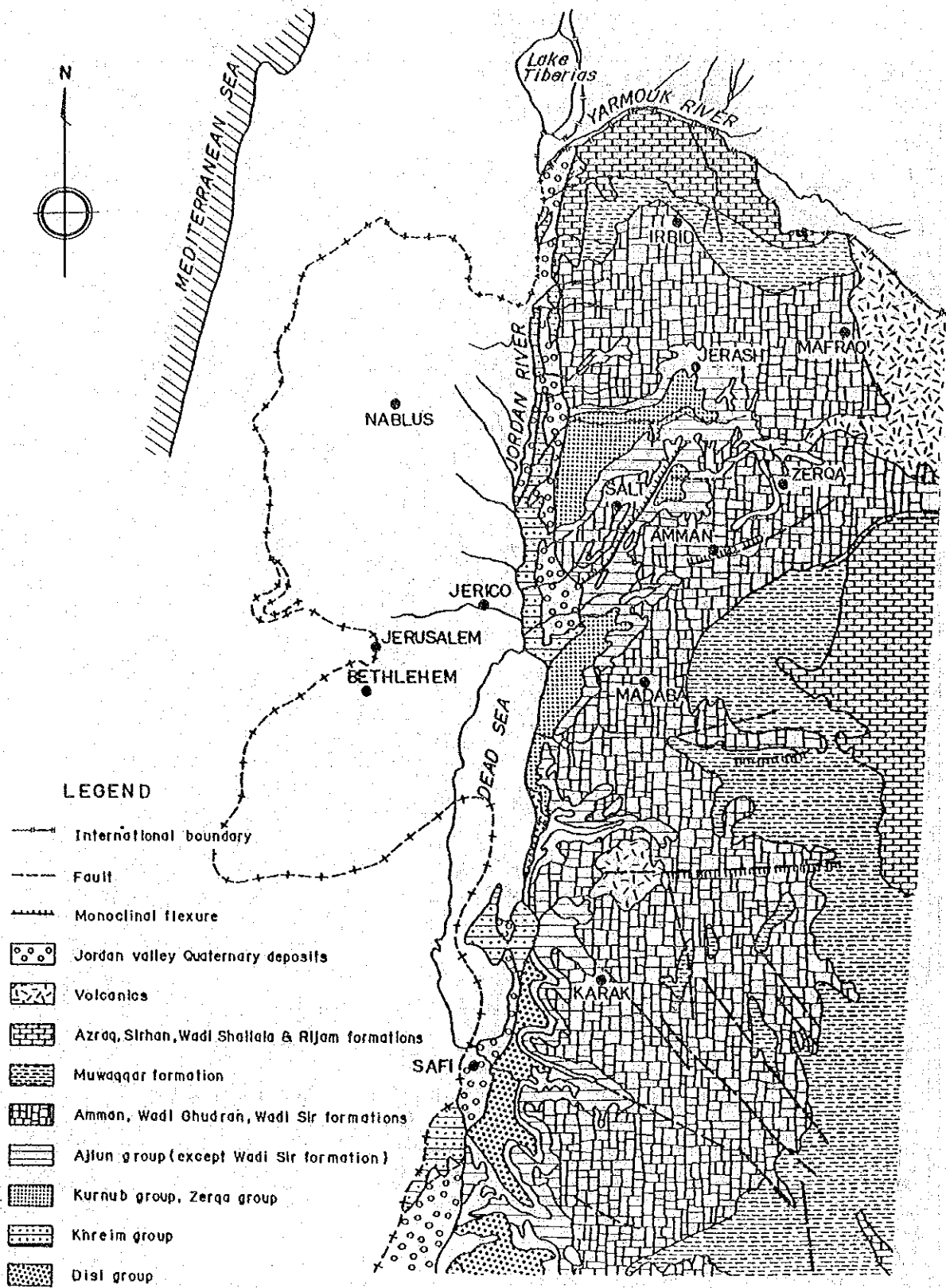


図-4 等蒸発量線図



SOURCE : "WATER USE STRATEGY, NORTH JORDAN"
BY HOWARD HUMPHREYS AND SONS, 1978

SCALE
0 50 km

图一5 地质图(露头岩石图)

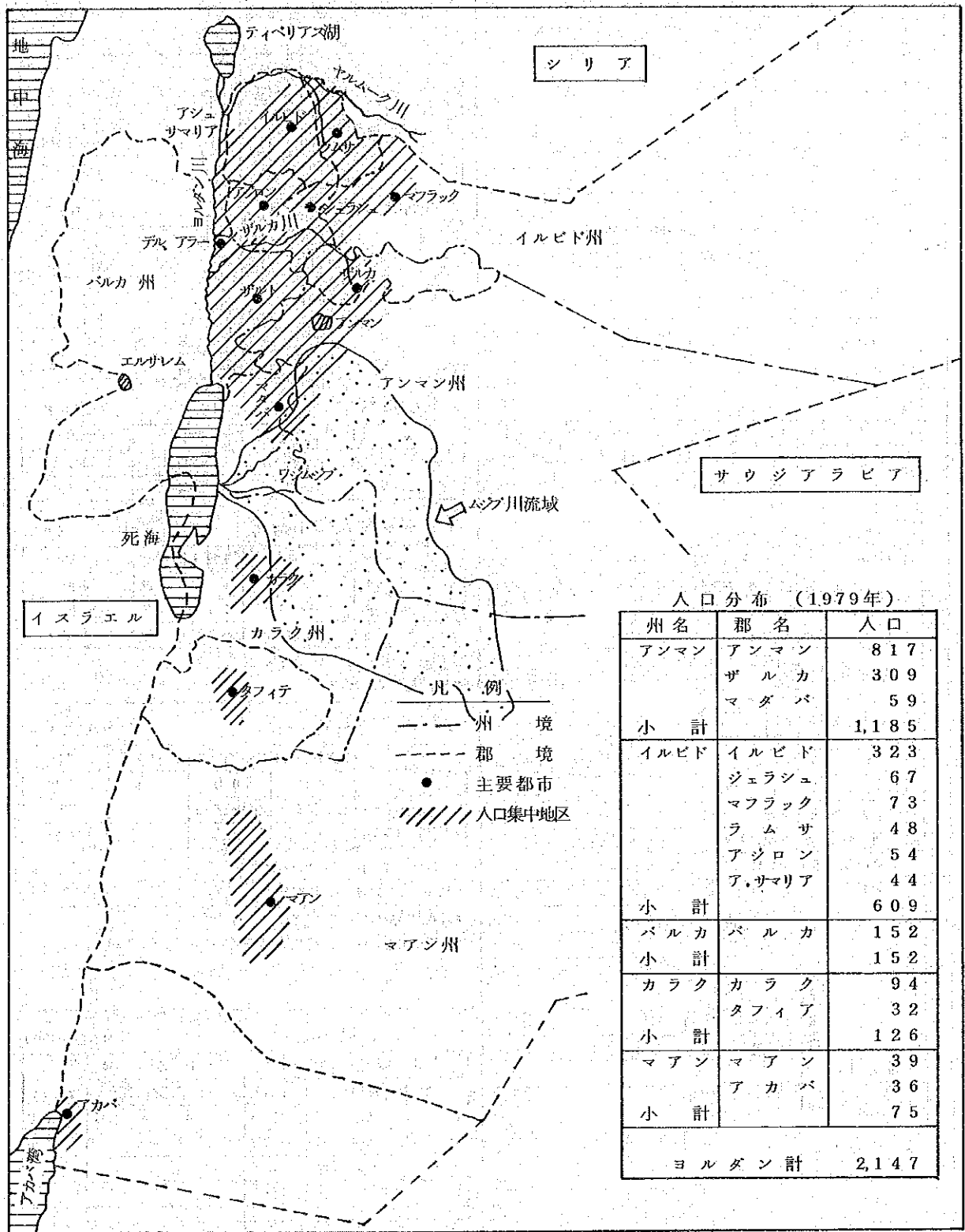


図-6 行政区及び人口分布

表-1 ヨルダンの主要指数

一般	面積	98千km ² (面積含む) (日本の約0.26倍)	主要貿易相手国 (1978年) (百万米ドル)																															
	人口	319万人 () (32.6人/km ²)	<table border="1"> <tr> <th>輸 出</th> <th>金 額</th> <th>輸 入</th> <th>金 額</th> </tr> <tr> <td>サウジアラビア</td> <td>93.0</td> <td>西 ド イ ツ</td> <td>196.4</td> </tr> <tr> <td>シリアアラブ</td> <td>42.1</td> <td>サウジアラビア</td> <td>159.4</td> </tr> <tr> <td>クウェート</td> <td>18.3</td> <td>イ ギ リ ス</td> <td>119.4</td> </tr> <tr> <td>イ ラ ク</td> <td>15.2</td> <td>ア メ リ カ</td> <td>109.9</td> </tr> <tr> <td>イ ン ド</td> <td>11.5</td> <td>日 本</td> <td>100.7</td> </tr> </table>				輸 出	金 額	輸 入	金 額	サウジアラビア	93.0	西 ド イ ツ	196.4	シリアアラブ	42.1	サウジアラビア	159.4	クウェート	18.3	イ ギ リ ス	119.4	イ ラ ク	15.2	ア メ リ カ	109.9	イ ン ド	11.5	日 本	100.7				
	輸 出	金 額	輸 入	金 額																														
	サウジアラビア	93.0	西 ド イ ツ	196.4																														
	シリアアラブ	42.1	サウジアラビア	159.4																														
	クウェート	18.3	イ ギ リ ス	119.4																														
イ ラ ク	15.2	ア メ リ カ	109.9																															
イ ン ド	11.5	日 本	100.7																															
首都	アンマン	主要輸出入品目 (1978年) (百万米ドル)																																
主要都市	アカバ、(ジェリコ、ベツレヘム：西岸)	<table border="1"> <tr> <th>輸 出</th> <th>金 額</th> <th>輸 入</th> <th>金 額</th> </tr> <tr> <td>肥 料</td> <td>63.5</td> <td>機 械 類</td> <td>167.1</td> </tr> <tr> <td>果実および野菜</td> <td>59.0</td> <td>自 動 車</td> <td>149.4</td> </tr> <tr> <td>木 製 品</td> <td>16.2</td> <td>原 油</td> <td>141.7</td> </tr> <tr> <td>航 空 機</td> <td>13.7</td> <td>電 気 機 器</td> <td>115.0</td> </tr> <tr> <td>織 維 類</td> <td>13.1</td> <td>金 属 製 品</td> <td>69.1</td> </tr> </table>				輸 出	金 額	輸 入	金 額	肥 料	63.5	機 械 類	167.1	果実および野菜	59.0	自 動 車	149.4	木 製 品	16.2	原 油	141.7	航 空 機	13.7	電 気 機 器	115.0	織 維 類	13.1	金 属 製 品	69.1					
輸 出	金 額	輸 入	金 額																															
肥 料	63.5	機 械 類	167.1																															
果実および野菜	59.0	自 動 車	149.4																															
木 製 品	16.2	原 油	141.7																															
航 空 機	13.7	電 気 機 器	115.0																															
織 維 類	13.1	金 属 製 品	69.1																															
主要民族	アラブ人	貿易の推移 (百万米ドル)																																
主要言語	アラビア語、英語	<table border="1"> <tr> <th></th> <th>1976年</th> <th>1977年</th> <th>1978年</th> </tr> <tr> <td>輸 出</td> <td>209.1</td> <td>249.3</td> <td>296.7</td> </tr> <tr> <td>輸 入</td> <td>1,022.1</td> <td>1,381.1</td> <td>1,498.8</td> </tr> </table>					1976年	1977年	1978年	輸 出	209.1	249.3	296.7	輸 入	1,022.1	1,381.1	1,498.8																	
	1976年	1977年	1978年																															
輸 出	209.1	249.3	296.7																															
輸 入	1,022.1	1,381.1	1,498.8																															
主な宗教	イスラム教スンニ派94%、キリスト教6%	産業別就業人口 (1977年) (千人)																																
政	政 体	立憲君主制	<table border="1"> <tr> <td>農林水産業</td> <td>—</td> <td>運輸・通信業</td> <td>4.58</td> </tr> <tr> <td>鉱 業</td> <td>3.59</td> <td>商 業</td> <td>5.63</td> </tr> <tr> <td>製 造 業</td> <td>12.53</td> <td>公務・サービス</td> <td>59.82</td> </tr> <tr> <td>建 設 業</td> <td>4.41</td> <td>そ の 他</td> <td>1.50</td> </tr> </table>				農林水産業	—	運輸・通信業	4.58	鉱 業	3.59	商 業	5.63	製 造 業	12.53	公務・サービス	59.82	建 設 業	4.41	そ の 他	1.50												
	農林水産業	—	運輸・通信業	4.58																														
	鉱 業	3.59	商 業	5.63																														
製 造 業	12.53	公務・サービス	59.82																															
建 設 業	4.41	そ の 他	1.50																															
元 首	フセイン・イブン・タラール国王	<ul style="list-style-type: none"> ●上記の就業者総数 91.47千人 ●失業者数 																																
議 会	2院制(74年解散、78年「国家顧問評議会」創設)	日本の経済協力 (1980年) (百万米ドル)																																
首相	シャリフ・アブドル・ハミド・シャラフ	<table border="1"> <tr> <th>政府開発援助</th> <th>資金援助(無償)</th> <th>技術援助(無償)</th> <th>政府貸付</th> <th>計</th> </tr> <tr> <td></td> <td>2.21</td> <td>0.71</td> <td>2.18</td> <td>5.10</td> </tr> <tr> <th>その他の政府資金</th> <th>直接投資等</th> <th>輸出信用</th> <th colspan="2">計</th> </tr> <tr> <td></td> <td>—</td> <td>48.79</td> <td colspan="2">48.79</td> </tr> </table>				政府開発援助	資金援助(無償)	技術援助(無償)	政府貸付	計		2.21	0.71	2.18	5.10	その他の政府資金	直接投資等	輸出信用	計			—	48.79	48.79										
政府開発援助	資金援助(無償)	技術援助(無償)	政府貸付	計																														
	2.21	0.71	2.18	5.10																														
その他の政府資金	直接投資等	輸出信用	計																															
	—	48.79	48.79																															
治	主要政党	与党 野党	●1980年 総 計 53.89百万米ドル																															
	加盟する国際機関	ILO, FAO, UNESCO, WHO, IFC, IDA, IMF, アラブ連盟、非同盟諸国会議等	●1960~80年累計 83.85百万米ドル																															
経	G N P	3,658百万米ドル 1人当りのGNP1,180米ドル	●日本が協力しているプロジェクト(1980年) 環状道路建設計画、王立科学院電子工学サービスセンター																															
	計画・重点政策など	開発5ヵ年計画(76~80年)では実質成長率12%を記録。遊牧民国家で人口の約70%が農牧業に従事しているが、GDPの90%が高業、サービス、工業。	日本との貿易 (1981年) (百万米ドル)																															
	通貨単位	ヨルダン・ディナール	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">日本の輸出</th> <th colspan="2">日本の輸入</th> </tr> <tr> <th>輸出品目</th> <th>金額</th> <th>輸入品目</th> <th>金額</th> </tr> <tr> <td>機 械 類</td> <td>134.6</td> <td>リ ン 鉱 石</td> <td>17.1</td> </tr> <tr> <td>金 属 製 品</td> <td>19.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>タイヤ・チューブ</td> <td>18.6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>織 維 品</td> <td>17.5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>鉄 鋼</td> <td>12.2</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				日本の輸出		日本の輸入		輸出品目	金額	輸入品目	金額	機 械 類	134.6	リ ン 鉱 石	17.1	金 属 製 品	19.0			タイヤ・チューブ	18.6			織 維 品	17.5			鉄 鋼	12.2		
	日本の輸出		日本の輸入																															
	輸出品目	金額	輸入品目	金額																														
	機 械 類	134.6	リ ン 鉱 石	17.1																														
金 属 製 品	19.0																																	
タイヤ・チューブ	18.6																																	
織 維 品	17.5																																	
鉄 鋼	12.2																																	
為替レート	1米ドル=0.2987ヨルダン・ディナール	日本との貿易推移 (百万米ドル)																																
主要生産物	煉鉱石、果実類、オリーブ油、タバコ、大麦、小麦、肥料	<table border="1"> <tr> <th></th> <th>1979年</th> <th>1980年</th> <th>1981年</th> </tr> <tr> <td>日本の輸出</td> <td>106.6</td> <td>193.7</td> <td>218.0</td> </tr> <tr> <td>日本の輸入</td> <td>16.5</td> <td>21.7</td> <td>17.9</td> </tr> </table>					1979年	1980年	1981年	日本の輸出	106.6	193.7	218.0	日本の輸入	16.5	21.7	17.9																	
	1979年	1980年	1981年																															
日本の輸出	106.6	193.7	218.0																															
日本の輸入	16.5	21.7	17.9																															
エネルギー	生産量 消費量 2,016百万メトリックトン																																	
石油	原油埋蔵量 一日当り産油量																																	
教 育	初 等	教員数11,661人 在籍生徒数402千人(1976年)																																
	中 等	＃ 8,779人 186千人(1976年)																																
	高 等	＃ 637人 9千人(1974年)																																
義務教育年	6年 文盲率 (6-3-3-4 制)																																	
マスコミ	主要新聞	アルデスツール、アルライ、ヨルダン・タイムズ																																
	放送受信機台数	テレビ(1局) ラジオ(1局)																																
国 防	兵力	陸軍兵員数 60,000人 海軍兵員数 300人 空軍兵員数 7,200人 予備役 35,000人																																
	兵役	選抜徴兵制																																
	国防支出	42,000万米ドル(1981年)																																
日 本 と の 関 係	在外公館	日本から 大 日本へ 大																																
	在日友好団体																																	
	日本の進出企業																																	
	調査団の派遣	123人																																
	専門家の派遣	20人																																
	研修員の受入れ	101人																																
協力隊の派遣																																		
在留邦人	288人																																	
日本人学校	日本人学校所在地 補習授業校所在地 アンマン(1校)																																	

Ⅳ ヨルダンの水需給計画と本件調査との関わり

4-1 水需給計画の変遷

ヨルダンには半乾燥～乾燥地域に属する。このために国家の開発事業予算のかなりの部分は水資源開発に費されており、1976～1980の5ヶ年計画では公共支出の15%、1981～1985では16%が水資源開発とその効率的な使用目的に充当された。砂漠地における水の一滴は血の一滴に値すると例えられるように、ヨルダン政府はヨルダン国内の開発可能水源はもとより都市及び工業用水の再利用も計画し、加えて隣国シリアとの共同水資源開発や、遠くはユーフラテス川よりの導水計画にイラク共和国との協定を結ぶ等、ありとあらゆる水資源開発の可能性を追求している。ヨルダン国の水需給計画の変遷を記せば以下のとおりである。

ヨルダン国における水資源開発は、1965年にSir. M. Macdonaldが作成した「東部ヨルダン水資源」を基本計画として数々の事業が実施されたが、それらの事業の大半はヨルダン渓谷のかんがい開発に関するものであった。近年首都アンマンと北の北部ヨルダン地域において工業の発達とそれに伴う人口の増加等が顕著となり、都市用水及び工業用水の需要は急激に増加した。ヨルダン政府は将来の水需要に安定的に対処するため、1977年に「ヨルダンの国家水基本計画」を策定した。この基本計画は、ヨルダン国内の利用可能水源量を調査、推定するとともに長期的な水需要を予想し、国全体としての水資源開発と供給バランスの基本方向を示したものである。同計画では全国を15の水収支ブロックに分割し、1985年を中期目標年、2000年を長期計画としてブロック毎の開発可能量と将来の水需要とのバランスを試算し、余裕のある地域から不足する地域へ水を転送することを骨子としている。(図-7.8.9.参照)

これは今日のヨルダン国の水資源開発と効率的な使用の基本戦略となっているものである。

1978年、ヨルダン政府は、人口の集中増加並びに工業化の顕著な、アンマン及びザルカ市を含む北部ヨルダン地域を取り出して「北部ヨルダン水使用戦略」を作成し、計画をより具体的なものとした。計画は西暦2002年(25年後)を最終計画(長期計画)とし、1987年を中期計画として作成したものである。同計画によれば、2002年における北部ヨルダン地域の水需要を224MCMと想定し、これに対する供給源は主としてアルムーク川、ザルカ川等のヨルダン川支流のステージ開発及びアンマン、ザルカ地域の地下水涵養開発によるものとしている。(図-10参照)

しかしながらアルムーク川の開発は、同河川がシリアとの国境にあり、同河川の共同開発が実施されないまま延期されたこと、又、ザルカ川のステージ開発が遅れていることから、ヨルダン政府は、将来の最悪の事態を考慮してこれらに代る安定水源の検討を行った。1980年ヨルダン政府はイラク政府とユーフラテス川水利用に係わる協定を結び、これによりヨルダン国はユーフラテス川より160MCMを得ることが可能となった。この量はアルムーク川ステ

ーヅ開発、ザルカ川ステーヅ開発の総量に等しい。「ユーフラテス川計画」は1983年に作成されたが、1985年現在実施には到っていない。(図-1.1参照)

1984年ヨルダン政府は北部ヨルダン地域への用水供給事業を具体化させるため「北部ヨルダン地域水供給配水網計画」を作成した。同計画によれば中期計画目標年を1995年とし水需要は160MCMを想定した。又、長期計画は2005年を目標とし水需要は240MCMを想定している。これらの内、長期計画における用水補給計画は、60MCMは、既設の地下水揚水施設により供給する。45MCMは、ヤルムーク川の雨季洪水をワジアラブダムに一時的に貯留し、東ゴール幹線水路を経てDeir Allaよりポンプアップ供給する。40MCMは20MCMづつ、ウジアラブ井戸群よりそれぞれ供給する。そして12MCMはムジブ水系のルメールダムの建設により得るものとし、中期計画の160MCMはほぼ供給出来るとしている。

一方長期計画は、ヤルムーク川の取水工の改善を行うことにより25MCMを得、又、同川の上流にマカリンダムを建設することによって65MCMを得ることとしており、最終的には247MCMを供給するものとしている。(図-1.2.1.3参照)

現在北部ヨルダン地域内で実施されている水供給事業は、この計画を基本戦略として進められている様である。

4-2 水資源開発と水利用に対する基本姿勢

1984年に世銀により作製された「ヨルダンの水問題研究」は前述基本計画に若干手を加えてはあるが、この計画はほぼ妥当としている。その中で特徴的な指摘は、北部ヨルダンについては、

- ① 工業用の私的井戸を公共都市用水システムに連絡する。
- ② 現在私的に農業用水を揚水している井戸は都市用水システムに結び換え、それらのかんがい地区にはキングタラールダムよりのポンプ揚水を用いるか、かんがい地そのものを他の天水耕地又は、水に余裕がある地区へ移行する。

これらの指摘はとりもなおさず、都市用水、工業用水の供給を第一順位とし、しかも地下水を優先的に使用する方針と解することが出来る。一方Plan and Recommendation では次の点を指示している。

- ① アズラク、ヨルダン溪谷、ワジムジブ、ワジハーサー地区の地下水の開発を行い、北部ヨルダンへ移送する。
- ② 深層サイドストーン層の地下水を短期的な水需給ギャップを埋めるのに利用する。
- ③ ジョルダン東岸の全ての支流の貯水ダムの調整機能を最大限に発揮させる。
- ④ 北部地区においては、可能な限り再生水をかんがい用水に利用する。
- ⑤ 北部ヨルダンでは地下水、地表水及び都市工業用水の再利用を含めた総合水需給システム

を展開する。

ヨルダン政府はこの世銀の勧告に沿った形で全国の開発可能な水資源の見直しと水需要の将来の動向の見直しならびに北部ヨルダン地域への水供給を柱とした総合的な水資源のアロケートを検討している様である。

4-3 ムジブ川流域水資源開発計画の位置付け

ムジブ川流域水資源開発事業は、ヨルダン国全体の水供給戦略に密接に関係している。

都市用水供給計画における国の主要な需要地域はイルビッド、バルカ及びアンマン等の行政区により構成される北部ヨルダン地域であり、そのうち首都アンマンへの給水事業は最優先されている。アンマンへの給水源は現況では、アンマン/ザルカ地域の井戸群、東部アズラクオアシスの井戸群、そしてムジブ水系内のスワッカ/カスタルの井戸群が主なもので、これらの水源のうちムジブ流域内のスワッカ/カスタルを除いた井戸群はここ数年来の過剰揚水が原因となり地下水位の低下と供給能力の低下が生じていると報告されている。また、都市及び工業廃水が原因になり、地下水及び地表水の汚染問題がクローズアップされている。ヨルダン国ではこのような問題に対処するため、ヨルダン溪谷内の東ゴール幹線水路より年間4.5 MCMの用水を確保し1986年には給水が開始される見込みである。それでもこの地域の水需要は、1995年を境にして、供給量を上回る見込みであり、これに対する供給量の確保が必要となる見込みである。供給計画では、ワジムジブ水系内にダムを建設し、年間1.2 MCMを確保するとしていたが、先に述べたように都市用水は地下水を優先するという基本方針に基づき地下水開発に方針を変更したようである。一方水供給長期計画では、ヤルムーク川の開発でさらに水資源を得るとしているが、前に述べたように国際河川のため単独開発はむずかしい。また、ユーフラテス川からの導水計画も早急な実現はむずかしい。ヨルダン政府はこのように見通しに基き、国内既設水源の再開発並びに強化を計画したようである。しかし北部地域の既水源はすでに限界近くまで開発されていることから、まだ開発の可能性の大きいムジブ地域の地下水開発に目を向けたものと思われる。

ワジムジブ流域内には大きな都市はなく、又、特に目立った鉱山、工業も見当たらない。周辺にはマダバ、アンマン、カラクなどの大きな都市はあるが、これらの都市はムジブ流域内に位置しない。このため水質の汚染等の問題は少なく、将来共に良質の地下水、地表水の取水は可能と思われる。また現在の地域内での地下水開発はまだ限られたものであり、今後の開発余地はあると思われ、しかも本地区はアンマンにも比較的近く、給水コストは他地区からの給水に比して小さいものと判断される。

以上述べたように、本流域内での水資源開発は、ヨルダン国の長期水供給計画中で、中期的水供給において重要な位置を占めていると判断される。

又一方、ムジブ川流域の南半分を占める南部ヨルダン地区の水需要も無視出来ない。特にカ

ラク州を中心とした地域では、都市用水・工業用水、並びにかんがい開発に対する水供給計画が進められており、本格調査ではこれらの計画の水需要の動向とも十分考慮する必要がある。

北部ヨルダン地区の現況及び計画水需給計画と、ムジブ川流域内水需給の状況は図-14に示すとおりである。

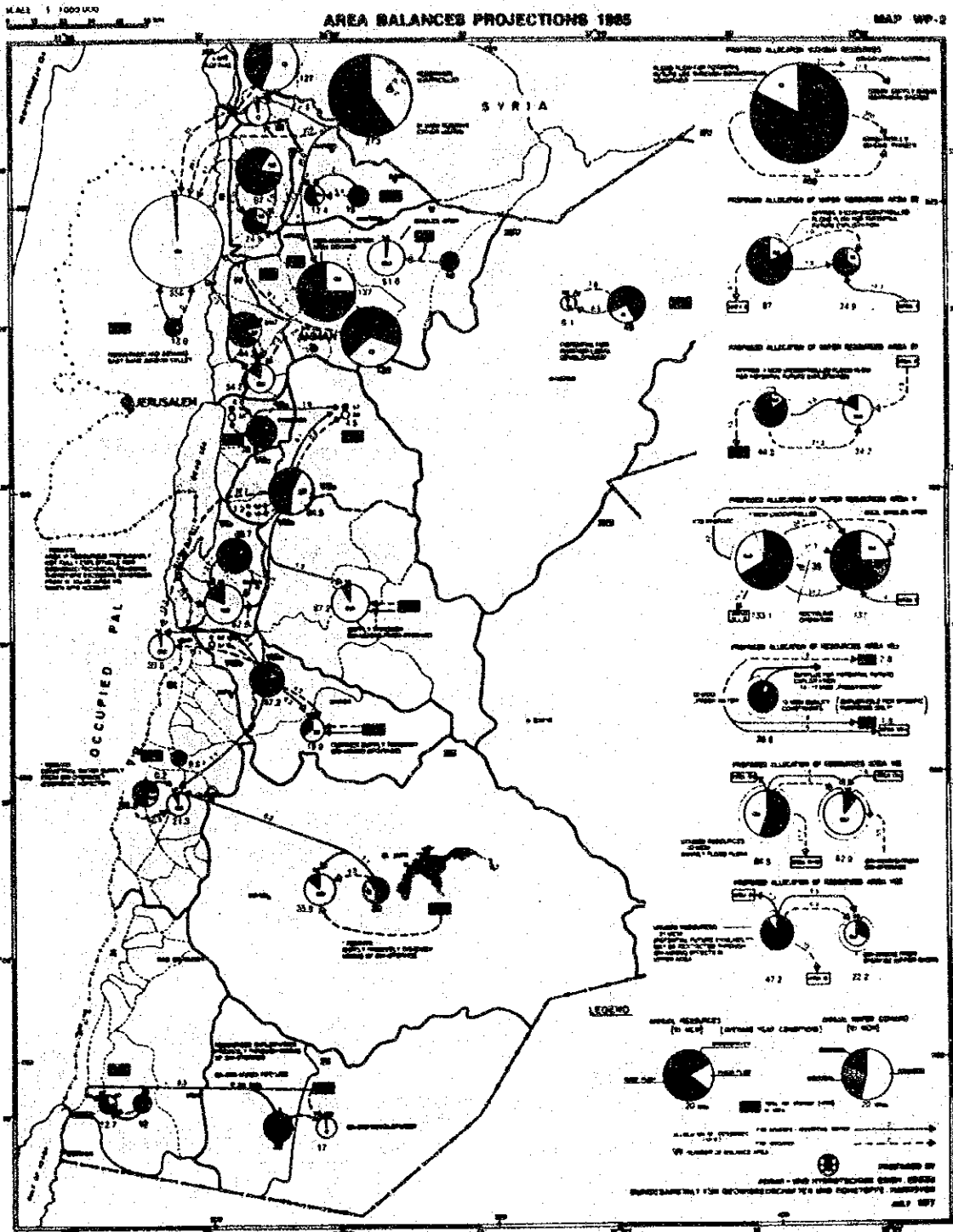
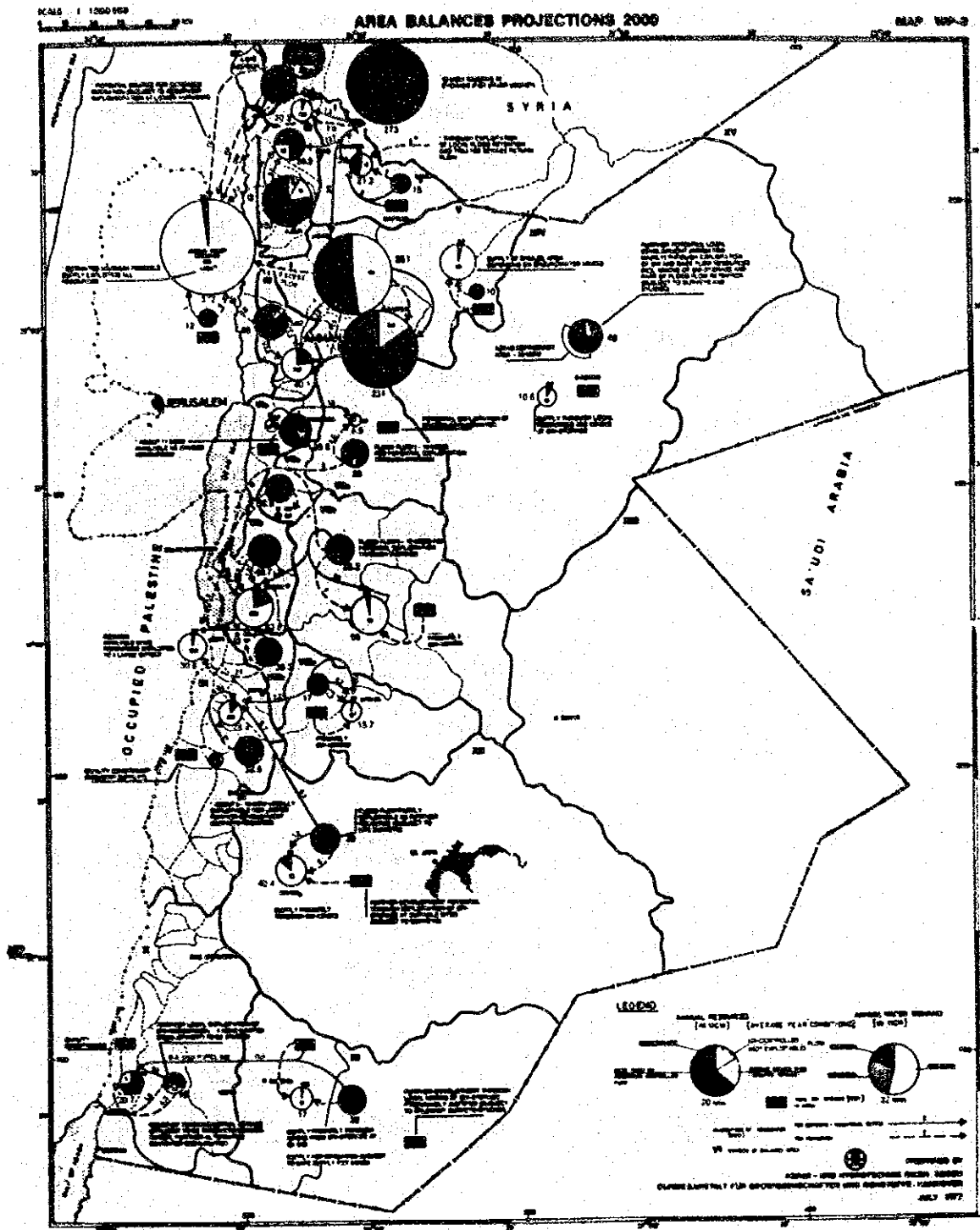


図-7 地域別水需給バランス計画(1985年)



THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN

NATIONAL WATER MASTER PLAN
OF JORDAN

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY
GERMAN AGENCY FOR TECHNICAL COOPERATION GIZ - PONSIG

図-8 地域別水需給バランス計画(2000年)

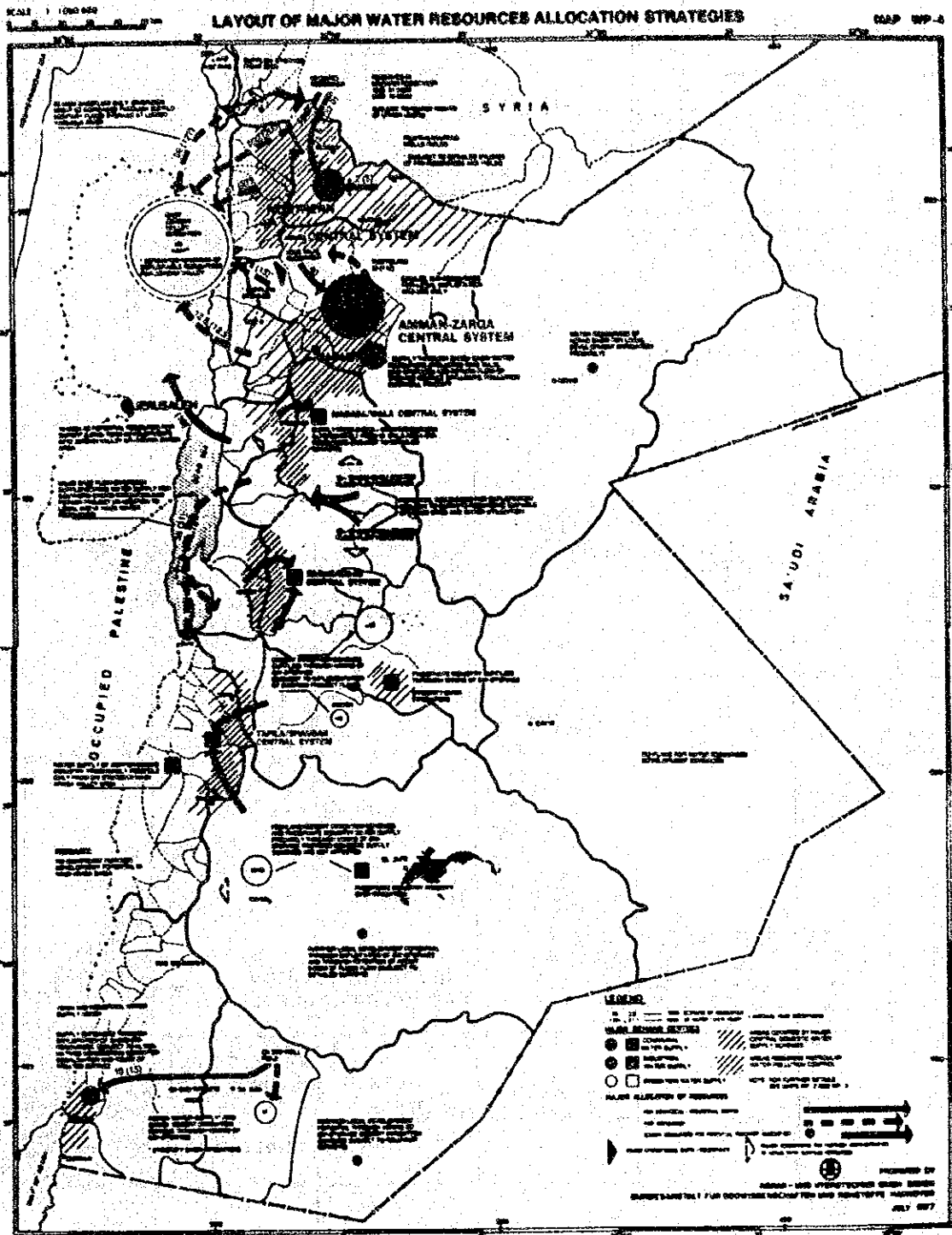
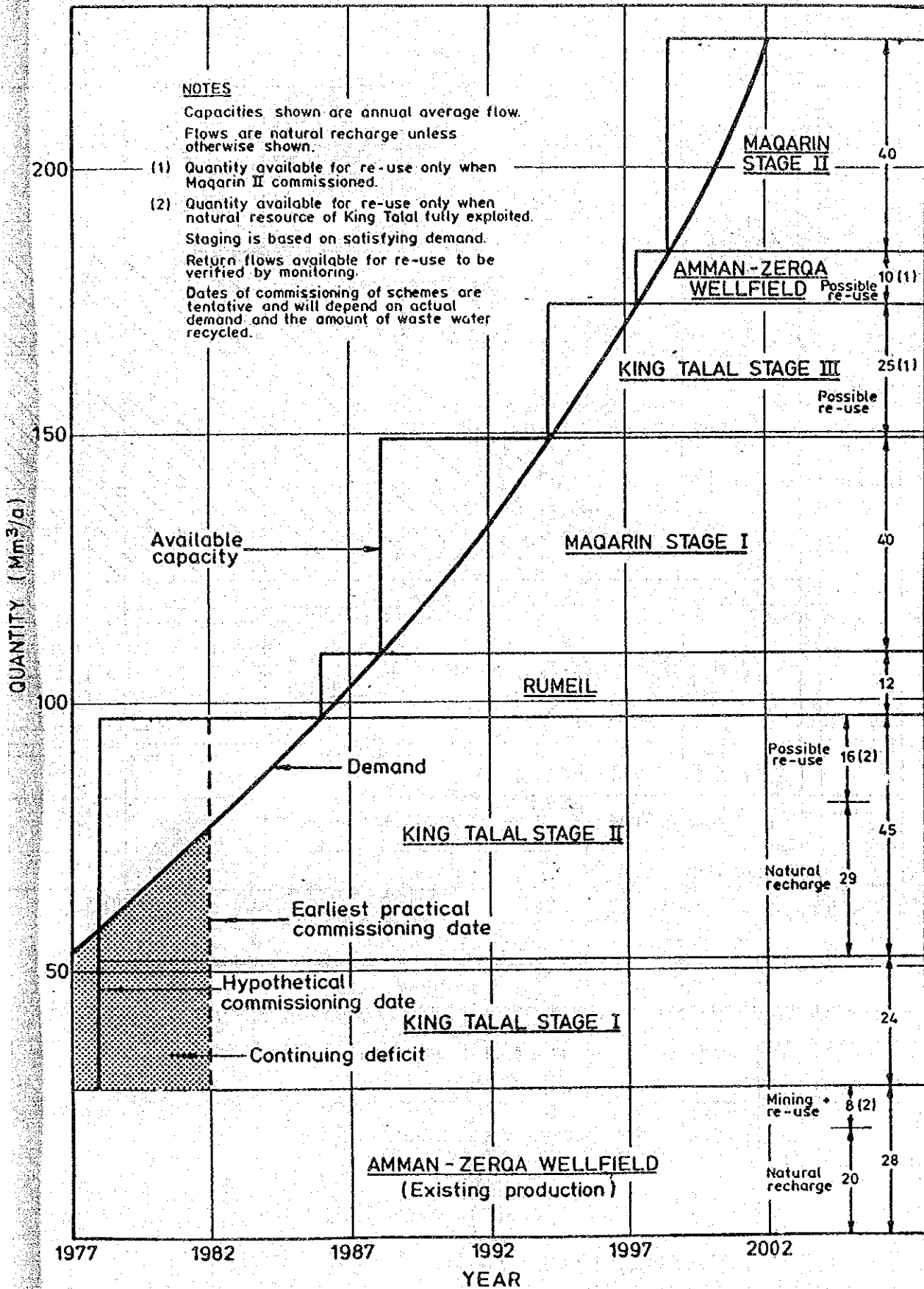


图-9 水資源配分計画



☒ - 1 0

WATER SUPPLY STRATEGY FOR AMMAN-ZERQA CONURBATION

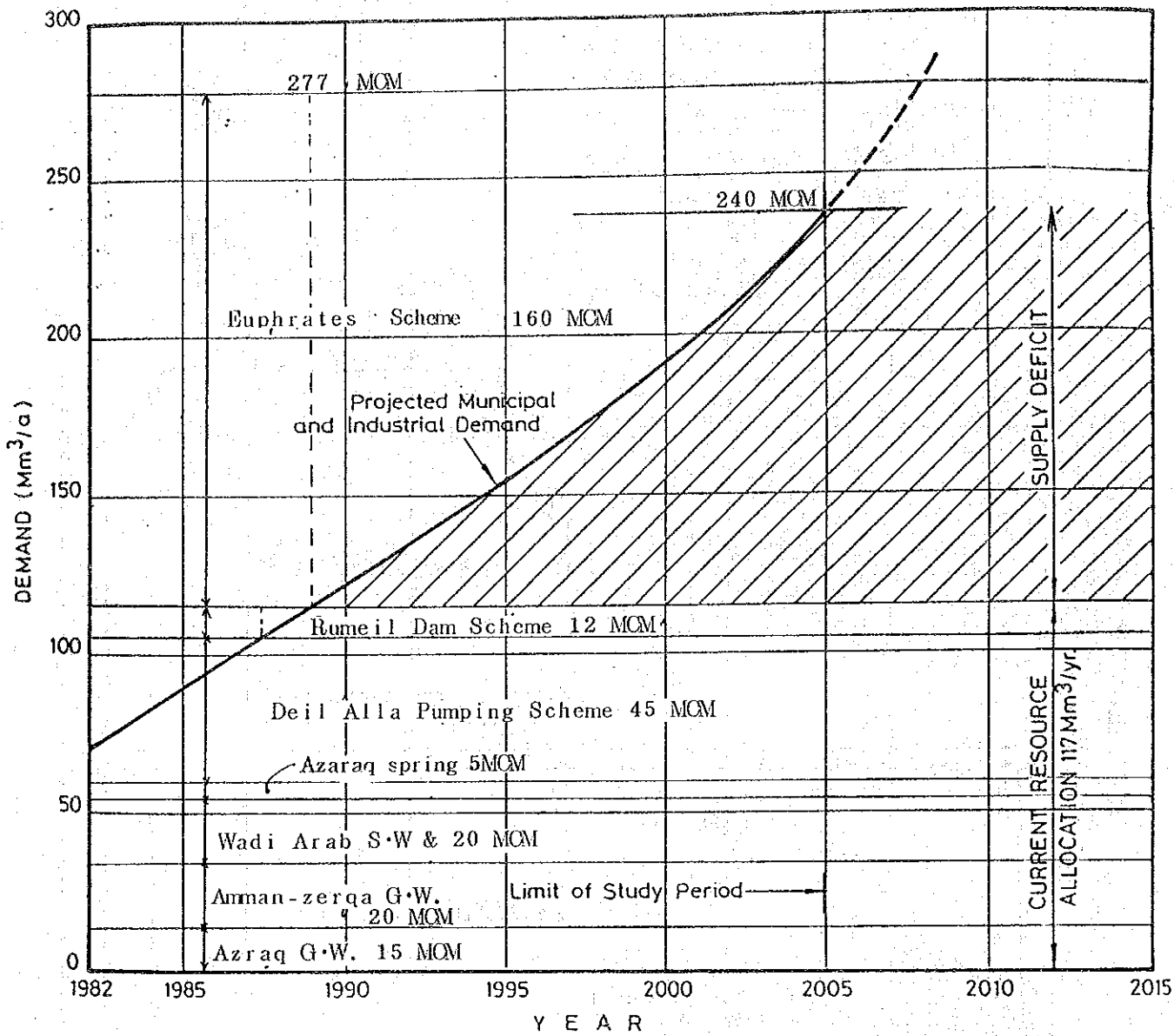
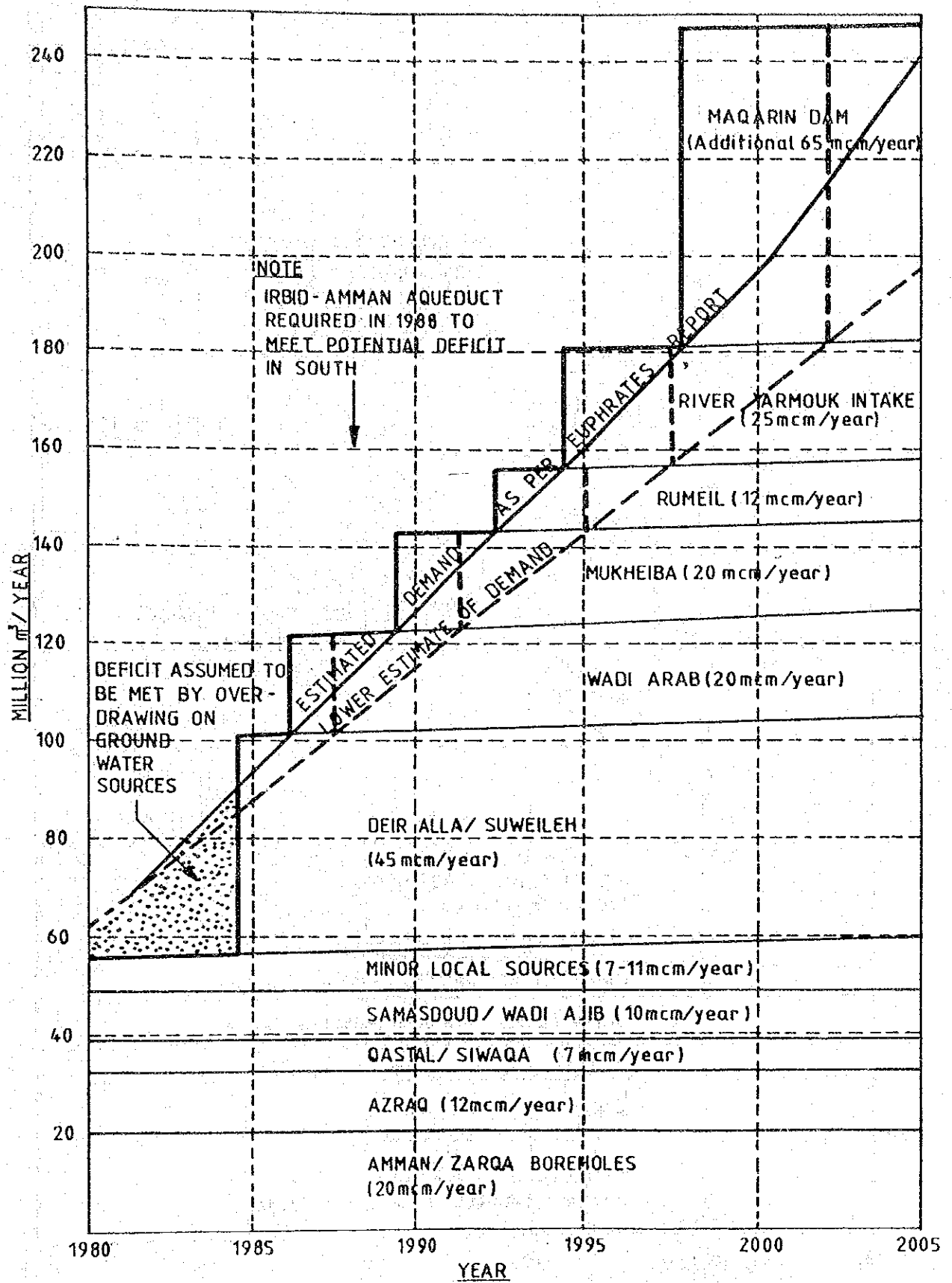
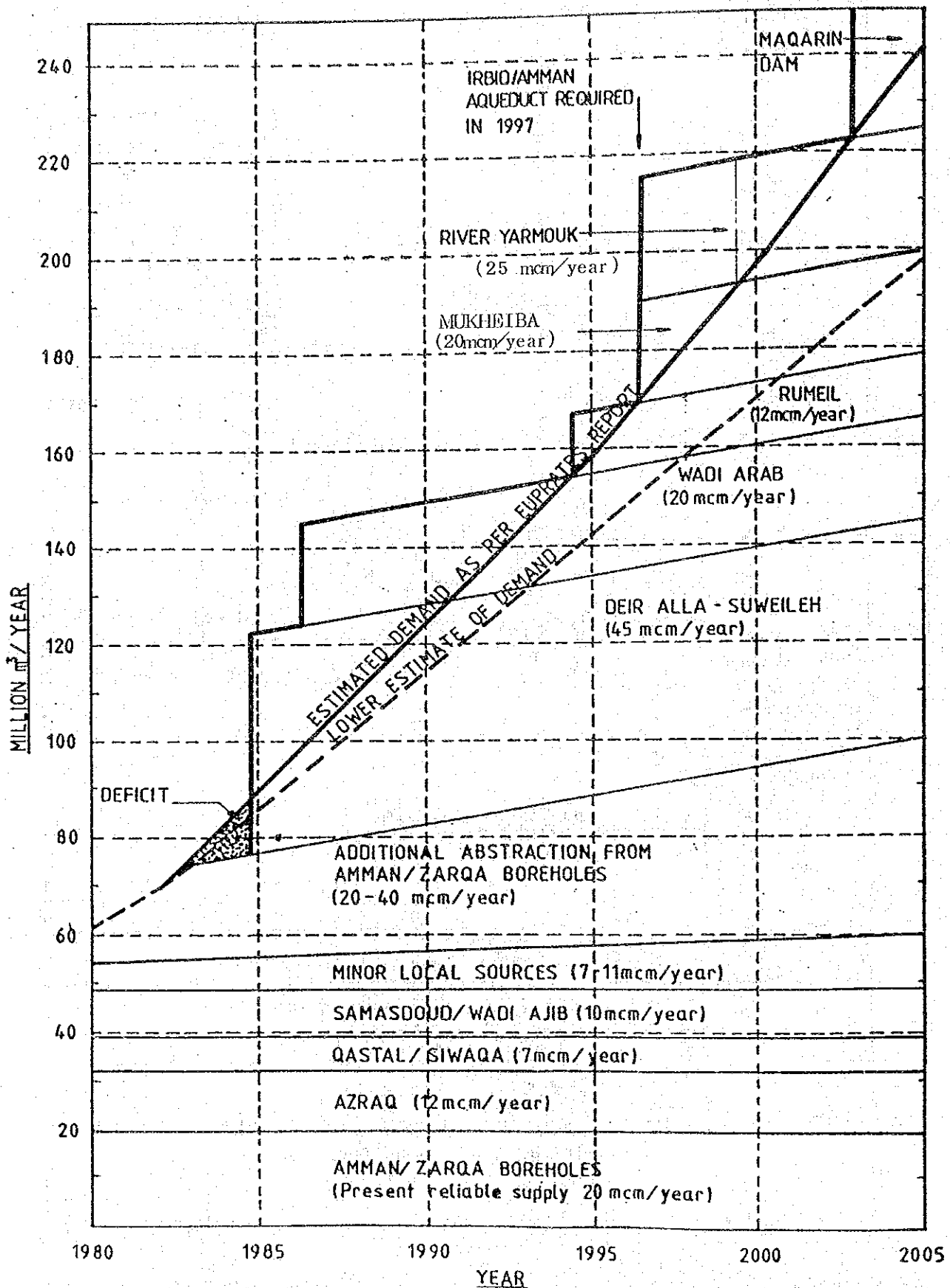


图-11 WATER DEMAND AND SUPPLY LAYOUT OF EUPHRATES PROJECT



PROGRAMME BASED ON EARLY
DEVELOPMENT OF SOURCES IN
NORTH JORDAN

☒ - 1 2



PROGRAMME BASED ON DEFERRED DEVELOPMENT OF SOURCES IN NORTH JORDAN

☒ - 1 3

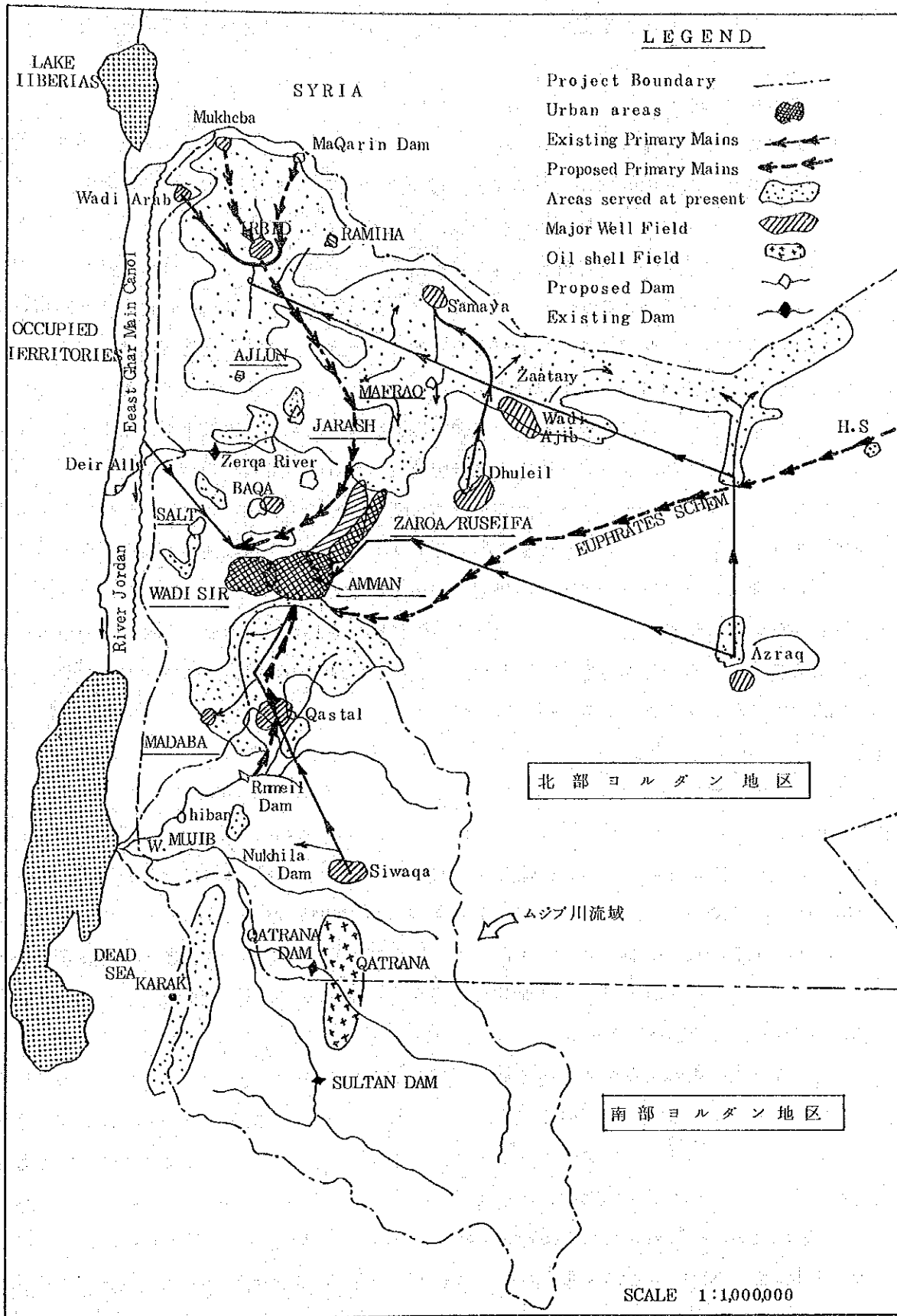


図-14 PRESENT WATER SUPPLY SYSTEM AND FUTURE WATER SUPPLY PLAN

V 調査対象地域の概要

5-1 社会的立地状況

ムジブ川流域は、北緯 $30^{\circ}30'$ ～ $31^{\circ}50'$ 、東経 $35^{\circ}20'$ ～ 37° の間に位置し、その広がりは南北約 60 km 東西 13 km であり、その北端は首都アンマンの南端に達している。流域面積はワジムジブの死海への流出点において約 $6,600\text{ km}^2$ である。(図-15参照)

ワジムジブ流域はアンマン行政区とカラク行政区に分割されている。行政境界はワジムジブ及び支流のワジヌケイラに沿ってカトラナに達し以東砂漠に到る。流域内には大きな都市はないが流域境界に沿って北部にはアンマン、北西部にはマダバ、そして南西部にはカラクがある。

流域内には2本の幹線道路と1本の鉄道が南北にほぼ平行して走っている。これらはいずれもアンマンとアカバを結ぶ幹線路線で、東側の国道は鉄道に接してほぼ平行に走るデザートハイウェイである。これはヨルダン国の主要幹線道路である。西側の国道はキングスハイウェイと呼ばれ、マダバ、カラク、タファイラ等の地方主要都市を結ぶ幹線である。いずれの道路も全面アスファルト舗装されており全天候道路として使える。道路幅員は前者は国の主要幹線として上下6車線工事が進められている。後者は対面2車線である。

地域の産業は農業が主なもので他に見るものは特に見当らない。しかし最近この地域の総合開発を推進しようとの気運があり、高原地域のかんがい農業の開発、オイルシエル開発、軽工業の誘致などが計画されている。

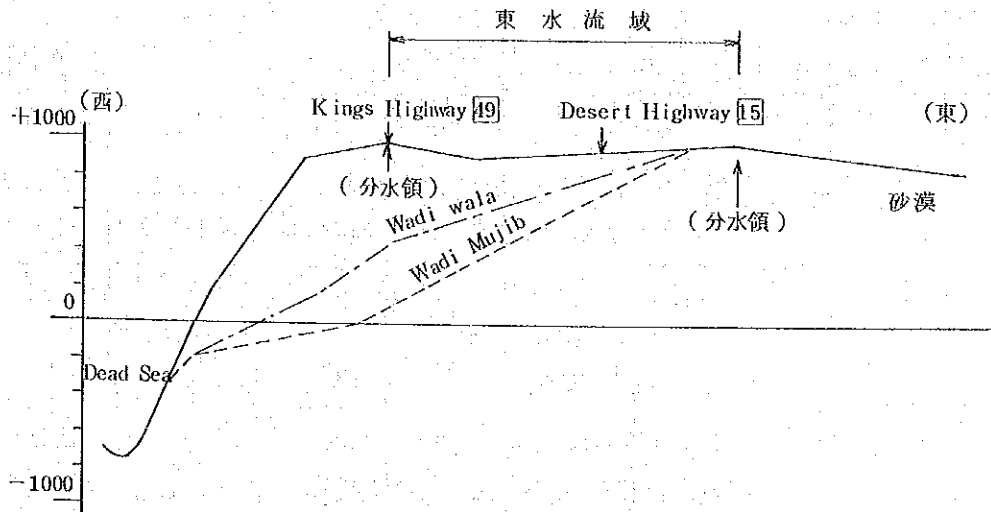
5-2 地形・地質概況

(1) 地形

ワジムジブ流域は死海の東岸に位置する標高 $700\sim 900\text{ m}$ の高原が主体となっている。高原は死海の東岸で南北の稜線をなし、東側はシリア砂漠の方向にゆるく傾斜している。また西側は死海の東岸において急斜面となってヨルダン溪谷に落ち込み、標高 $(-)400\text{ m}$ 前後まで下っている。死海々面下ではさらに深く落ちこんでいる様で、地形図(1/250,000)では $(-)794\text{ m}$ を読み取れる。

ワジムジブは死海から約 2.5 km 上流にて主要な支流であるワジワラと合流している。ワジムジブ、ワジワラは共に高原地帯に谷を刻んでいるが、ワジムジブの方が上流まで深く浸食されている。これはワジムジブに沿った断層が長い年月の内に洪水に浸食された結果であろう。両河川の支流々域地域内は、長年表流水の浸食を受けて波状形の丘陵地形を示し、そのうえ細粒土部分が流去したために表層には多量の礫の露頭が見られる。このため耕地としての利用価値は低い。しかし台地上の平坦高原地域は浸食を大きく受けておらず耕土深も十分にあるため、現在は天水耕地として、又、地下水利用によるかんがい耕地として利用されている。

以上に述べた地形の東西断面を概念的に示せば次図のようである。



ムジブ地域地形概念図(東-西方向)

(2) 地質

ワジムジブ流域を含む死海東部の地質は、先カンブリア代(Precambrian)原生代(Proterozoic)の堆積岩類を基盤としており、その上位に古生代(Paleozoic)カンブリア紀(Cambrian)~中生代(Mesozoic)三疊紀(Triassic)にかけての砂岩(sand stone)主体層、クルノブ層群(Kurnvb Group)と呼ばれる中生代ジュラ紀(Jurassic)~白亜紀(Cretaceous)の砂岩主体層、アジルン層群と呼ばれる中生代白亜紀の炭酸塩岩類(Carbonate rocks)及びベルカ層群(Belga Group)と呼ばれる中生代白亜紀~新生代(Cenozoic)第三紀(Tertiary)の炭酸塩岩類が成層する構成となっている。また、高原頂部には新生代第四紀(Quaternary)の地層が薄く分布する。これらの地層は、全体的にはほぼ水平に近い成層状態を示し、連続性も良好であるが、所々断層で切断され、断層の近傍では地層の傾斜が急になっていることが、現地で観察される。

地質構成は、ヨルダン地質図アンマン図幅(GEOLOGICAL MAP OF JORDAN, Sheet AMMAN)1/250,000に詳しい記述があり、Investigation of the Sandstone Aquifers of East Jordan, UNDP, 1970に添付されている地質図(1/500,000)もこれを基に作成されている。

ただし、ヨルダン地質図(1/250,000)には、クルノブ層群・アジルン層群及びベルカ層群の区別は明記されていない。これらの層群とヨルダン地質図の記号の関係は表-2に示すとおりである。同表に示す如く、クルノブ層群はK1~K3、アジルン層群はA1~A7、ベルカ層群はB1~B4に分類される。

表-2 標準的な層序

代 (Era)	紀 (Period)		層群 (Group)		ヨルダン地 質図の記号	摘 要 (Description)
新 生 代 (Cenozoic)	第四紀 (Quaternary)				g5	
	第三紀 (Tertiary)					
中 生 代 (Mesozoic)	白亜紀 (Cretaceous)	上部 (Upper)	ベルカ (Belqa)	B4	C2	石灰岩 (Limestone)
				B3		石灰岩
				B2		石灰岩
				B1		石灰岩
		中部 (Middle)	アジルン (Ajlun)	A7		石灰岩
				A5/6		泥灰岩 (Marl)
				A4		苦灰岩質石灰岩 (Dolomitic Limestone)
				A3		泥灰岩, 頁岩 (shale)
				A1/2		石灰岩
				下部 (Lower)		クルヌブ (Kurnub)
K2	頁岩					
K1	砂岩					
古 生 代 (Palaeozoic)	カンブリア紀 (Cambrian)				cd	砂岩
先カンブリア代 (Pre-Cambrian)	原 生 代 (Proterozoic era)				pra	

(この表は Dr. J. Rashdan からの聞き取りに基き作成した。)

5-3 気象・水文概況

(1) 一般気象及び降雨

対象地域の気象はヨルダン国の平均的気象と類似であるが、気温については標高によって多少の差異が見られる。死海付近の標高(-)380 m地点と高原付近の標高(+)800 m地点と

では、年間平均気温で約 10°C の差があり低位部の気温はかなり高い。湿度については標高的な差は少ない。(図-1.6参照)

一方降雨量について見れば地域的に差がある。その分布は、死海東岸の高原地域で多く 300mm 以上の降雨がある。特に流域北部のマダバヤアンマン付近では 500mm を越える年間降雨が期待出来る。低位部の死海付近では 50mm 前後ときわめて少ない。東部の砂漠地帯では、アンマン〜アカバハイウェイ以東地域で 100mm 以下の降雨である。(図-1.7参照)降雨は10月〜4月の冬期に集中しており、5月〜9月の夏期には全く望めない。

(2) ワジムジブの水文状況

ワジムジブの流域面積は $6,600\text{km}^2$ である。ワジムジブ流域はワジムジブ流域とワジワラ流域に区分することが出来、その各々はさらに小さな無数のワジに別れている。流域面積は前者は約 $4,545\text{km}^2$ であり後者は $2,051\text{km}^2$ である。河床標高は死海への流出点において約 $(-)390$ であるが最上流部では $(+)8.00\text{m}$ に達する。平均河道勾配は河口とキングスハイウェイ間(約 30km)においてムジブは約 $1/55$ 、ワラは約 $1/39$ を示し、ワジムジブの方が緩勾配である。これはワジムジブの方が高原に深く切れ込んでいることを示している。

ワジムジブの上流には2ヶ所の小規模貯水池がすでに建設されている。これら2ヶ所の貯水池(カトラナダム及びサルタニダム)は洪水時のみに貯水する目的で建設されたもので、洪水防衛、地下水涵養、放牧家畜の水飲場及びかんがい等に用いられる多目的ダムである。規模はいずれも堤高 $5\sim 10\text{m}$ 、堤長 $300\text{m}\sim 500\text{m}$ と小規模なものである。

ワジムジブとワジワラは、河口より 2.5km 上流地点で合流しており、この合流点へは死海側からは車で乗り入れられるが、上流よりの侵入は現在の所むずかしい。

ワジムジブ、ワジワラ共に表面流水を見ることが出来るのは、いずれもキングスハイウェイの下流に限られ、上流は涸れ川(ワジ)の状態になっているため表流水は雨期の洪水以外には見ることが出来ない。

ワジの流量は基底流量(Base Flow)及び洪水(Flood Flow)に区分される。基底流量の水源は地下水(泉)であり、年間の変動は 20% 以下ときわめて安定した流況を示す。年平均流量は 4.9MCM ($1.943\sim 1.963$)と見積られ、このうちワジムジブから 44% に当たる 2.2MCM が、又、ワジワラからは 56% に当たる 2.7MCM が流出しているようである。

ワジムジブの基底流は地下水を水源としているため、乾燥地域の地下水質の特徴である高塩分濃度を示している。塩分濃度は計測位置により異なるが一般に下流部ほど高く、またワジムジブの塩分濃度はワジワラよりも高い。1977年の計測では、ワジムジブとワジワラの合流点下流ではTDSは 1080ppm を示す。又合流点より上流のワジムジブでは 1270ppm であるがワジワラでは 930ppm とかなり低い。またワジワラでは、合流点より約 10km 上流地点で塩分濃度は 480ppm と極めて低くなっている。これは流出滞水層の相違に起因するものと思われ、深層砂岩層からの地下水は高塩分濃度を示し、上層の石灰層からの地下水の塩分

濃度は低いものであると推察することができる。

一方洪水は10月～4月の雨期に限定される。年平均流出量は1944～1963間は60 MCMを示すが、1963～1976間は67 MCMである。流出量は降雨状況により変動し0～195 MCMの大きな変動幅がある。河川別に洪水量を見れば、ワジワラ及びワジムジブ共に年平均流出量は約33 MCMを示している。(1963～1976平均)それぞれの流域の比流量を見れば、ワジワラの比流量は0.018 MCM/㎐あるに対してワジムジブは0.008 MCM/㎐とかなり小さい。これは流域内降雨量の多少及びワジムジブ上流にある2ヶ所の既設ダムによる洪水の貯溜効果が流出量に影響しているものと推定される。

5-4 流域内の開発状況及び関連事業計画

ワジムジブ流域内では現時点では地下水開発以外に特に目立った水資源開発事業は行なわれていない。特に地表水の利用に関しては、基底流量のごく一部を約40ヶ所の小規模なポンプで揚水し、ワジ沿いの限られた耕地を私的にかんがいしているにすぎない。従って、基底流量の大部分並びに洪水は有効利用されることなく死海に無効流去しているのが現状である。

ヨルダン政府はこの無効放流されていたムジブ水系の表流水を、死海の南に広がる南ゴール地区のかんがい事業の第1期及び第3期に用いるべく計画之中である。計画では第2期工事にムジブの基底流量のうちの安定流量の1.10 m³/secを利用して、約4600 haを開発する予定である。第3期工事では、ワジワラにルメールダムを、又、ワジムジブには又ケイラダムを建設し、約1700 haを開発する計画である。南ゴールかんがい計画は1979年に実施計画が樹てられ、第1期工事はムジブ以外のワジの基底流量を用いて、約4000 haのかんがい開発を行うもので、1982年より工事が始まり1985年には完成する予定である。第2期工事は、当初1985年より開始される予定であったが、ヨルダン政府の、全国水資源の見直し計画に関連して事業開始は遅れている。

一方アンマンを含む北部ヨルダン地域への上水及び工業用水供給計画では、ルメールダムより年間12 MCMを期待していたが、最近ヨルダン政府は上水には地下水利用を優先するとの方針を打ち出し、ルメールダムの開発水資源の使用目的は再検討する必要に迫られている。

ムジブ流域内での地下水開発は古くから実施されており、1985年調査では合計約300本の深井戸がある。このうち政府機関によって掘られたものは約70本で、これらは地域内の都市、集落の上水道として用いられている。残りの約230本は民間で作られたもので、全て台地上のかんがい用水源として用いられている。

ヨルダン政府はアンマンを含む北部ヨルダン地域への上水及び工業用水供給計画の一部にムジブ流域の地下水を充当する計画であり、地区内からはカスタル及びスワッカの井戸群よりアンマンに年間7 MCM(聞き取りでは11.0 MCM)の給水をすでに実施している。(図-19参照)

地区内ではオイルシエルの開発が実施されており、この精製に必要な地下水の開発も行なわれている。中心地域はカトラナ地域で、水資源庁によってすでに20本の試堀が終っており、計画では年間48MCM（聞き取りでは24MCM）を取水する予定である。

一方地域内都市及び集落への上水供給計画のため、ワジワラ流域内で試堀が進められている。これらの井戸群はマダバ及びその周辺都市集落へ供給する予定であり、現在16本の試堀が終了している。ワジムジブ流域内では前述のカトラナ地域以外では試堀した実績はないが、カラク市周辺地域開発事業計画に関連して近い将来水資源開発計画が必要になる。なお、既設の230本の民間井戸は特に水資源保存の目的で法的規制を受けているわけではなく、使用者の自由意志により、ドリップかんがいや、地表かんがいに用いられている。（図-18参照）

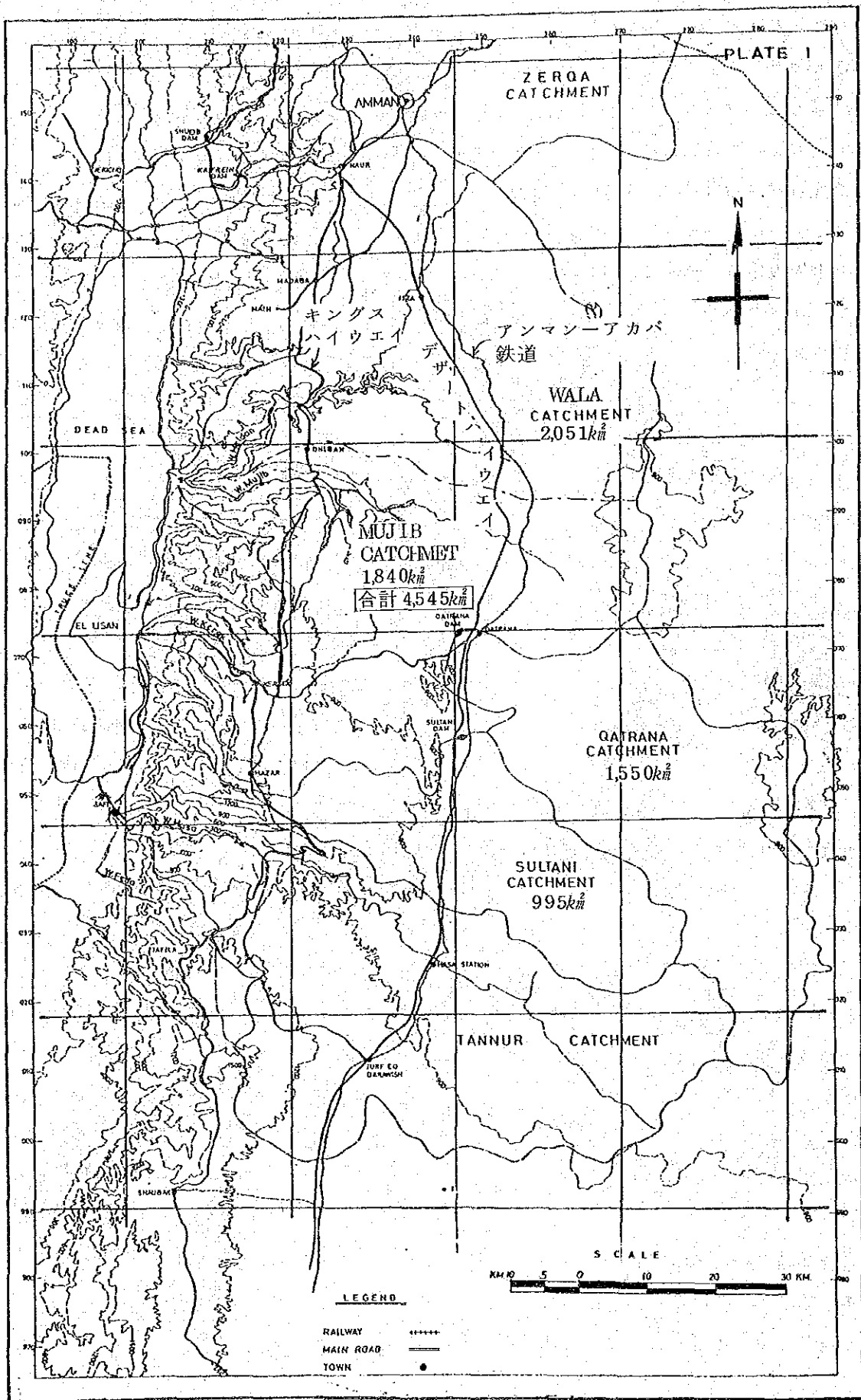
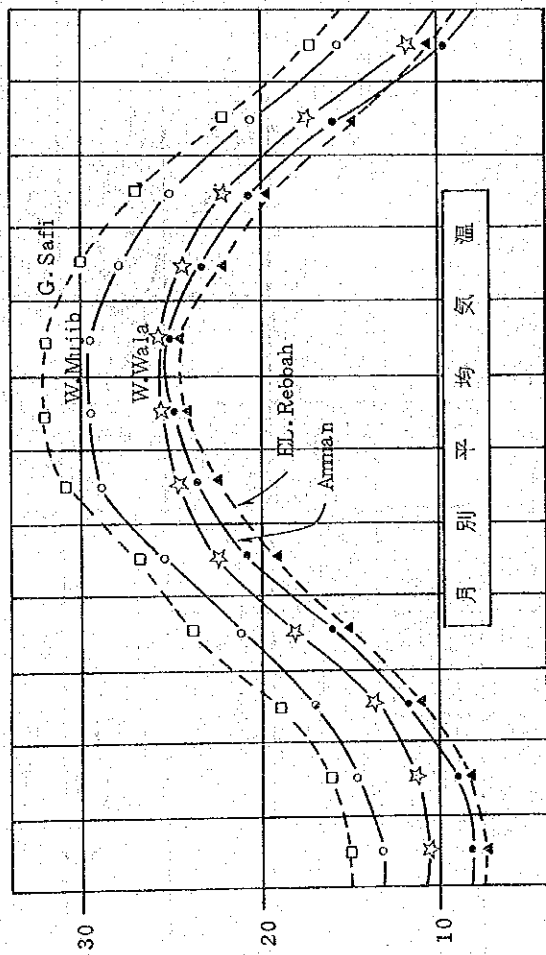
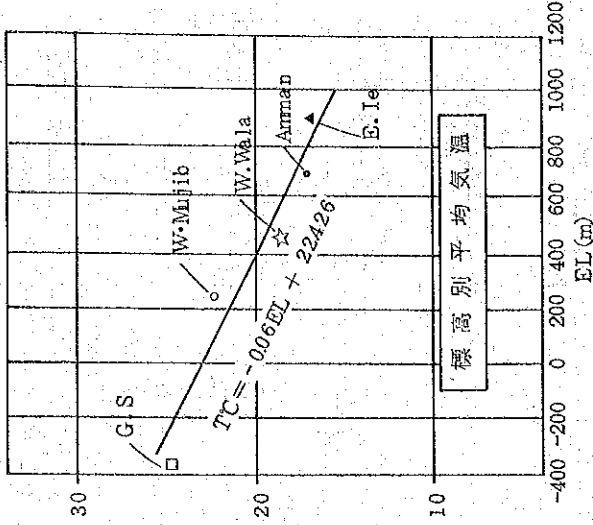


図-15 対象地域概要図

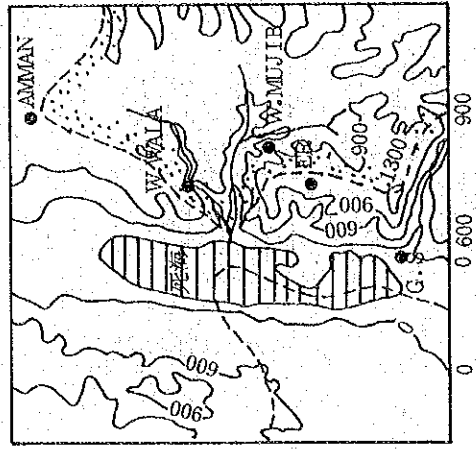


() 温度表示



() 温度表示

地名	点 EL	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	年平均
		Amman Air port	766	81	90	118	160	207	237	251	256	235	206	153
Wadi Wala	450	105	113	137	182	223	251	255	257	242	221	172	118	190
Wadi Mujib	250	133	144	168	212	256	290	293	294	278	250	205	156	223
EL. Rebban	920	79	85	112	154	195	221	243	244	220	199	153	106	168
G. Safi	-380	150	160	190	240	270	310	320	320	300	270	220	170	243



位置图

图一16 地区内平均气温概要

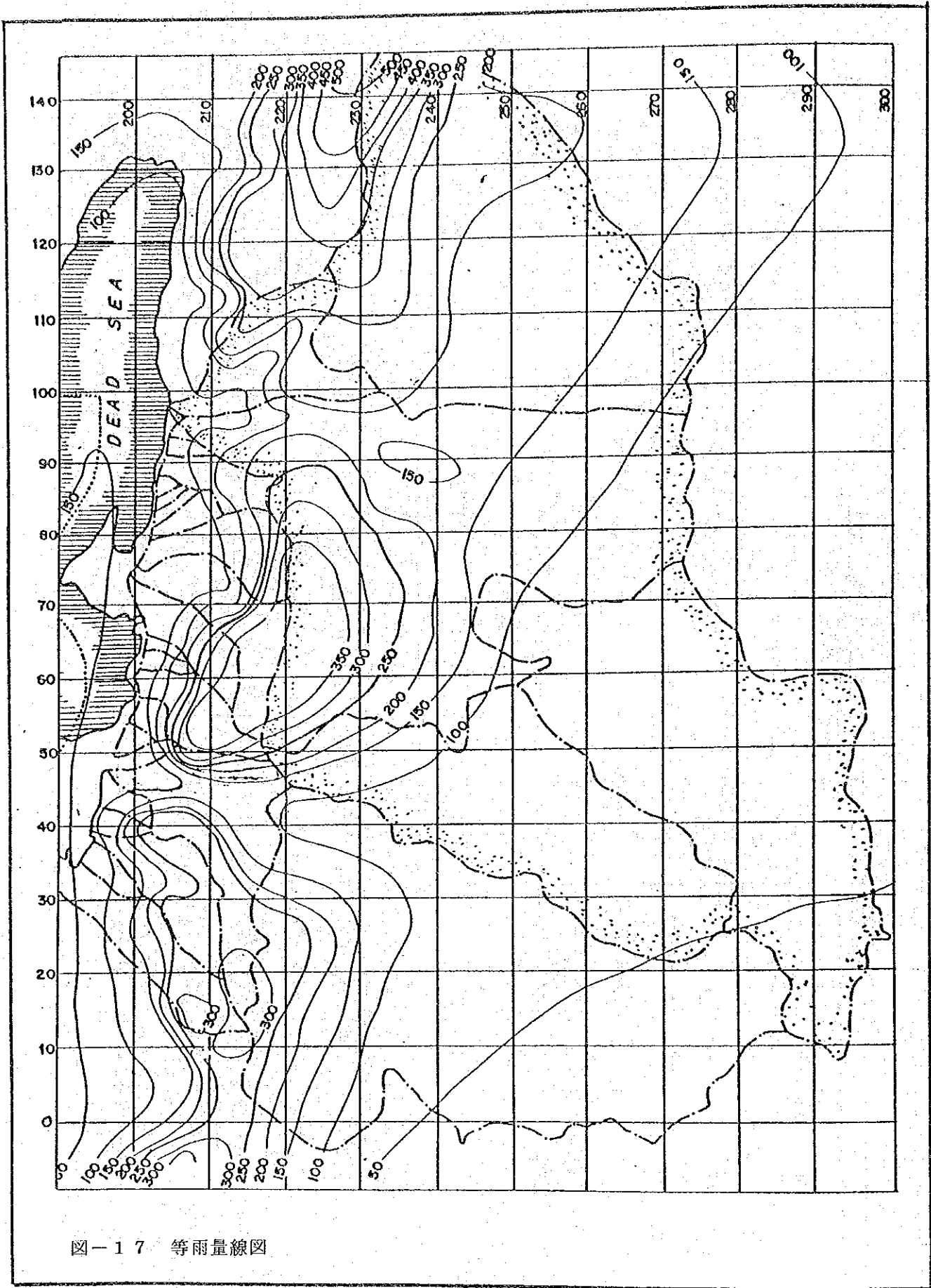


圖-17 等雨量線圖

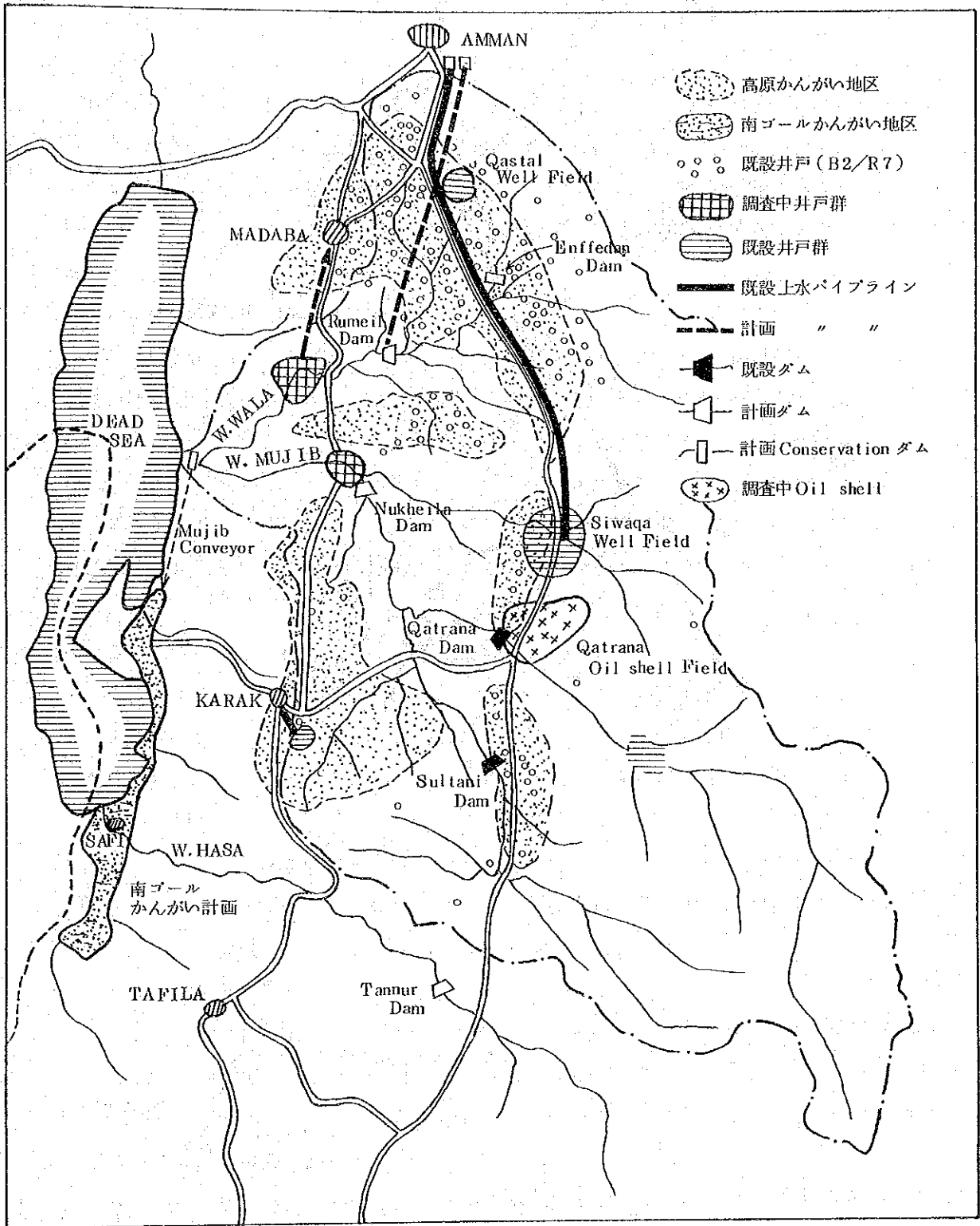


図 - 1 8 開発状況図 (現状及び計画)

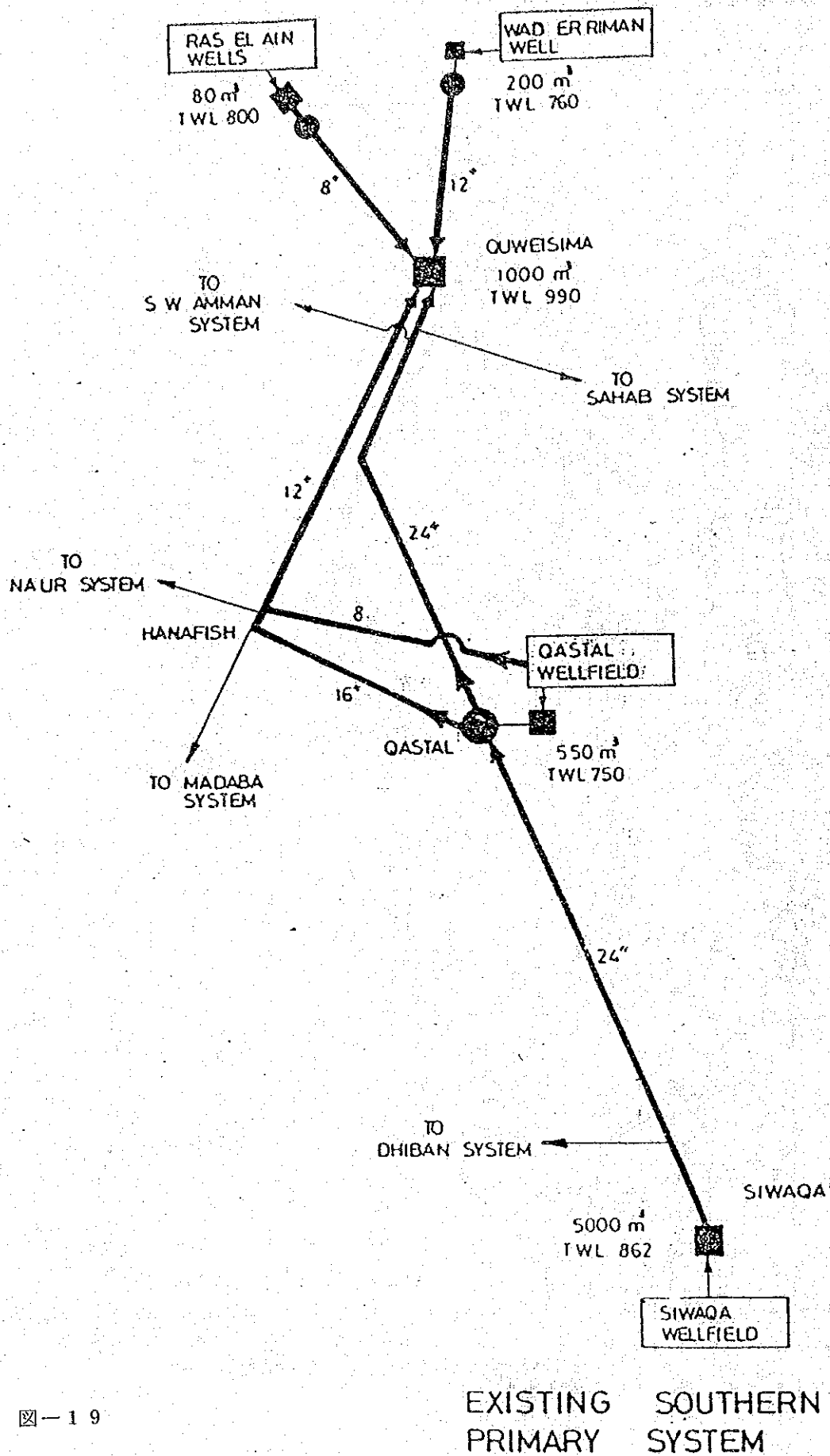


图-19

VI 現地調査及び結果

6-1 資料収集

(1) 地形図

地形図としては、1/50,000 (AMS topographical maps 1/50,000) が最も詳細であり、また、1/250,000 (Military Survey Group (GHQ) Oct. 1975) も利用できる。なお、ヨルダン地質図アンマン図幅1/250,000には地形の基本 (topographical base) として次のものが記載されているが、現時点でも参照可能か否かは未確認である。

- South Levant Series Survey of palestine 1:100,000, 1944

- Air photos 1:25,000, 1:60,000, Hunting Aerosurveys Ltd, London 1953

今回の調査では、1/50,000地形図は4枚入手することが出来、また、流域全域は1/50,000地形図でカバーされていることを確認した。残りの1/50,000地形図はW A Jを経由して入手することが出来る。1/250,000地形図は流域全域をカバーしておりすでに入手している。なおコンターは1/50,000地形図は20m間隔、1/250,000地形図は50m間隔であり、地目についても識別出来る。図-20に地形図のキーマップを示す。

(2) 気象・水文資料

水文資料は後述関連報告書に記載されているものを入手している。それ以外のデータはW A Jを経由して全て入手することが出来る。地域内外の気象観測所、降雨観測所並びに流量観測所は図-26に示すとおりである。観測期間は気象については1960年頃からのデータを使用することが出来る。流量については1943年~1982年のデータと算定されたものがある。現在地区内には4ヶ所の流量観測所があり、そのうち3ヶ所は洪水のみの計測を行っている。基底流量の観測はワジワラでのみ機能している。流量データ、特に洪水については実測値とのチェックが必要である。

(3) 地質及び水理地質資料

1/250,000地質図を入手している。ヨルダン全土は5枚の地質図で構成されているが、ムジブ周辺は一枚でカバーされている。井戸に関する詳細な地質プロフィールは、W A Jにおいて整理されており、入手可能である。(既存井戸についてもかなり入手可能である。)

(4) 土壌資料、農業資料

今回の調査では南ゴール地区以外については入手していないが、W A Jを経由して農業省より入手することが可能である。特に高原かんがい計画については農業省に計画案があるとの情報を計画省より得ている。

(5) 開発計画関連報告書

別添収集資料リストの通りである。今回はメインレポート及び主要図面のみを収集した。関連報告書の構成、入手可否及び入手先は同リストに示すとおりである。

6-2 地下水開発調査

(1) 水理地質概要

ムジブ水系を含む地下水調査としては次のものがある。

- Investigations of the Sandstone Aquifers of East Jordan, UNDP, 1970

この報告書は、W A J の Water Resources 部門の書庫にあり、閲覧可能である。この調査は、アズラク盆地 (Azraq Basin) からジェフア-盆地 (Jafr Basin) までを対象としたもので、ムジブ盆地に関しては、Amman-Wadi Sir system の項で表層の地下水について、Kurnub-Zerqa system の項で深部の砂岩層の地下水について述べられている。また、附図の内、数枚は現布も Mr. Hirzalla の事務所に掲示され、参考にされている。その主なものは次のとおりである。

- Geological Map 1/500,000
- Correlation Fence Diagram of The Cretaceous and Tertiary Sediments 1/500,000
- Equipotential Map Showing The Interrelationship of The Principal Upper Cretaceous-Tertiary Aquifers. 1/500,000

上記の報告書以降の知見を含めて Dr. J. Rashdan (Water Resources 部門) の解説による水理地質の概要は次のとおりである。

水理地質的な地層区分は、先の表-1 に示した地質的な区分とは異なり、表-3 の様になる。ただし、K1~K3, A1~A7, B1~B4 の記号は、前出表-2 と共通である。

現在の地下水利用は B2/A7 が主体となっており、後述する様にムジブ盆地内には 300 本余りの井戸が設置されている。それ以深の帯水層に関しては、現時点では試験井戸が数本あるのみである。

また、ワジムジブとワジワラの基底流 (base flow) は、谷の刻みが死海に近づくとつれて深くなり、帯水層が谷底に露頭した部分から湧出した地下水が起源と成っており、基底流と地下水は不可分の関係にある。

Dr. J. Rashdan は、現在ムジブ盆地の B2/A7 の地下水の流れについて研究中であり近々、論文がまとめられる予定である。その原稿段階の地下水位等高線図は図-21 に示すとおりである。

(2) 水理地質調査の現況

ムジブ盆地の地下水調査は、W A J の Water Resources 部門が中心となり、進められ

ている。以下に、帯水層の分布・既存井戸・地下水位・塩分濃度・試験井戸の各項目について述べる。

表-3 帯水層の系列

地質区分		帯水層の系列 (Aquifer system)	種 別	摘 要
ベルカ (Belqa)	B4			
	B3			
	B2	B2/A7	透 水 層 (Aquifer)	最も主要な帯水層である。
	B1			
A7				
アジルン (Ajlun)	A5/6	A5/6	不透水層 (Aquitard)	
	A4	A4	透 水 層	
	A3	A3	不 透 水 層	
	A2/1	A2/1	透 水 層	
クルノブ (Kurnub)	K3	K3	透 水 層	K2は不連続であり、K1とK3は異った被圧水位を示しても影響し合う場合が多い。
	K2	K2	不 透 水 層	
	K1	K1	透 水 層	

(a) 帯水層の分布

WAJのWater Resources 部門において1985.3.31付で新たなパネルダイアグラム (Fense Diagram 図-23 参照) が作成されており、B3、B2/A7、A1/6及びKの分布の概要が整理されている。また、後述する試験井戸の堀削により、更にデータが補間できる見込みである。

(b) 既存井戸

WAJのWater Resources 部門において把握しているムジブ盆地内の既存井戸数は次のとおりである。

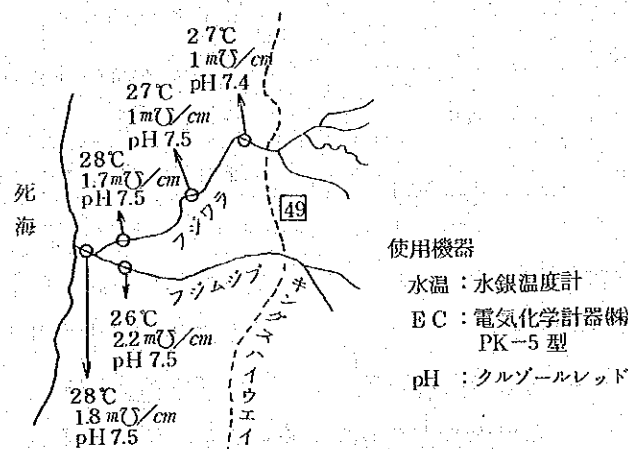
民間 (かんがい用) Private (for irrigation)	233	(他に廃棄されたものが4) canceled
政府 (上水, 工業用水) Government (for M&I)	68	
合 計	301	

これらの内、B2/A7を取水対象としている井戸の位置は図-24に示されている。
ムジブ盆地の北東部と南東部には井戸が分布していない。

(c) 塩分濃度

B2/A7に関しては、Dr. J. Roshdan によつて Iso Salinity Map Mujib & Hasa Basins (図-22参照)が作成されている。全体的な傾向としては、東部程濃度が高くなり、既存井戸が無くデータの欠落しているムジブ盆地北東部と南東部では1000 mg/lを超す塩分濃度が推測される。

B2/A7より深部の帯水層に関しては系統立った資料を入手できなかったが、深部の地下水程、塩分濃度が高いということが関係技術者の共通の認識の様である。今回の現地調査の際に測定したワジムジブとワジワラの水の電気伝導度は、次図に示す如く谷の深いワジムジブの方がワジワラよりも電気伝導度が高く、ワジワラの電気伝導は下流の方が高くなるという結果が得られ、標高の低い部分からの湧水程、塩分濃度が高いことを伺わせる。



現地測定結果 (1985年6月27、28日)

(d) 試験井戸

現在までに施工された試験井戸は表-4及び表-5に示すとおりである。Na1~Na16はワジワラ沿いにB2/A7を対象としてWAJにより施工されており、まもなく揚水試験を含めた現地作業が終了し、成果がとりまとめられる予定である。井戸の配置は図-24に示すとおりである。これらの井戸は、マダバ (Madaba) までの町村への給水に使用される計画である。

Na17~Na28はスワカ (Siwaqa) 周辺に施工されWAJの管理下で既にアンマン (Amman) への給水に使用されており、給水量は $1.05 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年}$ ($1130 \text{ m}^3/\text{時間}$) である。取水対象はB2/A7である。

表-4(1) 井戸調査結果

Well No.	Well name	Coordinate		Elevation (m)	T.D. (m)	D.S.W.L (m)	Yield m ³ /hr	D.D. (m)	SP.C (m ³ /hr/m)	Trans. m ² /day	T.D.S	φ	Drilling diam		φ	Drilling diam		
		East	North										From	To		From	To	
1	Wala(1)	224.09	106.65	458.81	77	8.9	47	14.55	3.2	875								
2	" (2)	223.00	107.25	645.8	200	20												
3	" (3)	224.45	106.75	476.58	167	21.4	44	39.06	0.9		657							
4	" (3A)	224.930	106.99	496.94														
5	" (4)	221.750	107.10	433.34	204	22.63	85	38	1.83	39.6	1107	17½	10	15	16	0	14	
6	" (5)	220.81	107.70	425.94	237	44	110	25	4.59	48.69	860	17½	0	7.5	16	0	7.5	
7	" (6)	223.38	107.25	454.99	217	25.68	140	15	9.63	113.13	928	17½	0	4	16	0	4	
8	" (7)	223.09	107.175	446.62	430	167.15	not producing				1196	17½	4	216	10 3/4	0	218	
9	" (8)	222.38	107.40	438.3	229							12 1/4	370	370	13 3/8	0	370	
10	" (9)	219.37	108.10	350.3	106	10.15	134	0.58	231.03	6143	569	19	0	2	17½	2	106	
11	" (10A)	218.94	104.20	246.17	225							26	0	26	18 1/4	0	26	
12	" (10)	219.00	104.35	260.75								17½	26	225	13 3/8	0	198	
13	" (11)	219.71	107.52	344.32	200	9.2						24	0	16	18 1/4	0	13	
14	" (12)	222.24	106.64	451.34	225	36	38	66.2	0.575	19.46	748	17½	5	201	18 1/4	0	5	
15	" (13)				166	36.8	125	3.6	35	579.5		12 1/4	201	225	13 3/8	0	201	
16	" (14)				225							24	0	3	18 1/4	0	3	
17		253.7	87.7	777.1	74	66	66	9.0	7.3		765	17½	3	170	13 3/8	0	167	
18	"2(S95)	254.7	87.7	781.5	170	69.8	119	0.23	517		661	12 1/4	170	177	18 1/4	0	4.5	
19	"3(S126)	255.35	86.67	742.99	108	78.76	150	0.4	373		608	24	170	177	18 1/4	0	200	
20	"4(S138)	253.03	89.18	764.72	300	101.35	52	45.13	0.71		672	17½	4.5	200	13 3/8	4.5	74.5	
21	"5(S139)	254.12	82.02	735.44	170	62.08	148	0.42	352		640	18			12	0	105	
22	"6(PP45)	251.86	86.90	719.64	160	79.1	130	35.52	3.7			13 3/8			13 3/8	0	135	

表-4(2) 井戸調査結果

Well No.	Well name	Coordinate		Elevation (m)	T.D. (m)	D.S.W.L. (m)	Yield m ³ /hr	D.D. (m)	SP.C (m ³ /hr/m)	Trans. m ² /day	T.D.S	Drilling diam		φ	Drilling diam	
		East	North									From	To		From	To
23	Swaga(7)	252.95	87.05	727.55	364	63.95	140	0.63	233	8612	565	0	165	13 3/8	0	160
24	" (8)	254.6	86.94	743.62	260	81.95	54.2	78.15	0.69	16.82	633	165	48	9 5/8	160	264
25	" (9)	251.1	87.28	714.2	163	50					595	0	255	9 5/8	0	258
26	" (10)	250.84	82.82	710.23	237	47.3	146	24.3	6.2	697	620	140	234	12 3/8	140	234
27	" (11)	250.2	88.25	712.09	254							0	147	13 3/8	0	147
28	" (12)	249.82	84.7	752.24	192	87.2	109	229	7.3	2400	576	147	254	9 5/8	147	253
29	ARENBA EL-SHARSIA				292	141						0	150	13 3/8	0	150
30	QATRANA(1)	249.34	72.4	780	140	95	15				1056	0	100	9 5/8	150	192
31	" (2)	255.45	78.1	805.16	163	135						0	194			
32	" (8AP)	248.89	74.94	785	230	135					1142	0	230			
33	" (9AP)	249.44	76.12	780	233	102.62	123	3.8	32.45	2843						
34	" (10AP)	247.80	77.44	793	266	101.88	120	5.8	20							
35	" (11AP)	248.5	76.1	780	263	113.58	50	13.2	3.8							
36	" (12)	249.30	75.1	778	251	101.2	126	10.28	12.25	263.5	832					
37	" (13)	248.68	74.95	778	215	101	150	2.6	576							
38	" (14)	249.5	75.75	765	232	9755	120	3.58	33	2108	806					
39	" (15)	248.95	75.9	781	233	98.58	114.3	2.94	38.88	6693						
40	" (16)	249.65	76.51	775	241	100.1	126	1.92	65.62	39480	768					
41	" (S76)	249.59	73.77	782	219	98.12	82	3.79	21.6	805						
42	" (S75)	248.16	72.32	783.8	266	97.24	77	2.39	32.2	1260						
43	" (S84)	248.13	73.59	781	255	95.3	56.8	7.8	7.2	210						
44	" (S96)	249.00		781.29	203	95.17	81.95	2.8	39.4	816						
45	" (S132)	247.28	71.8	785.8	318	97.55	61.5	6.77	9.8	422						
46	" (PP47)	249.44	72.62	781.87	131	99.0										
47	TWAI Well				266	161	18	29	0.66	24	1984					

Well No.	Well name	Coordinate		Elevation (m)	T.D. (m)	D.S.W.L (m)	Yield m ³ /hr	D.D. (m)	SP.C (m ³ /hr/m)	Trans. m ² /day	T.D.S	φ	Drilling diam		
		East	North										From	To	
48	Wadi Mujib Deep Well N2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	Wadi Mujib Deep Well N3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-