

アラブ首長国連邦
水資源開発計画調査報告書
(主報告書)

昭和56年11月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1051127[7]

アラブ首長国連邦
水資源開発計画調査報告書
(主報告書)

昭和56年11月

国際協力事業団

開 二

CR (3)

81-161

国際協力事業団

| | | |
|----------|------------|-----------|
| 受入 月日 | '84. 4. 17 | 315 |
| 登録No. | 03561 | 60 SDS |

序 文

日本国政府はアラブ首長国連邦政府の要請に応えてワデ・アルバセイラ水資源開発計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこれを実施した。

当事業団は株式会社三祐コンサルタンツの松本富士夫氏を団長とする調査団を昭和54年12月から昭和56年10月の間、数度にわたりアラブ首長国連邦に派遣した。

現地において、調査団は、アラブ首長国連邦政府の関係者と意見の交換を行うとともに、ワデ・アルバセイラにおいて現地調査を実施した。帰国後、現地調査結果に基づき、国内作業を進め、今般その全ての作業を終了し、ここに調査報告書提出の運びとなった。

本報告書がワデ・アルバセイラ水資源開発計画に寄与するとともに二国間の友好・親善に役立つならば、これにまさる喜びはない。

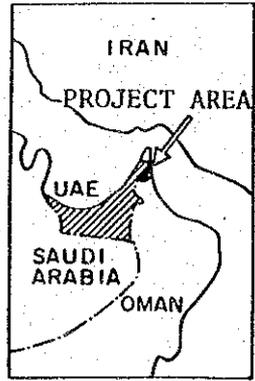
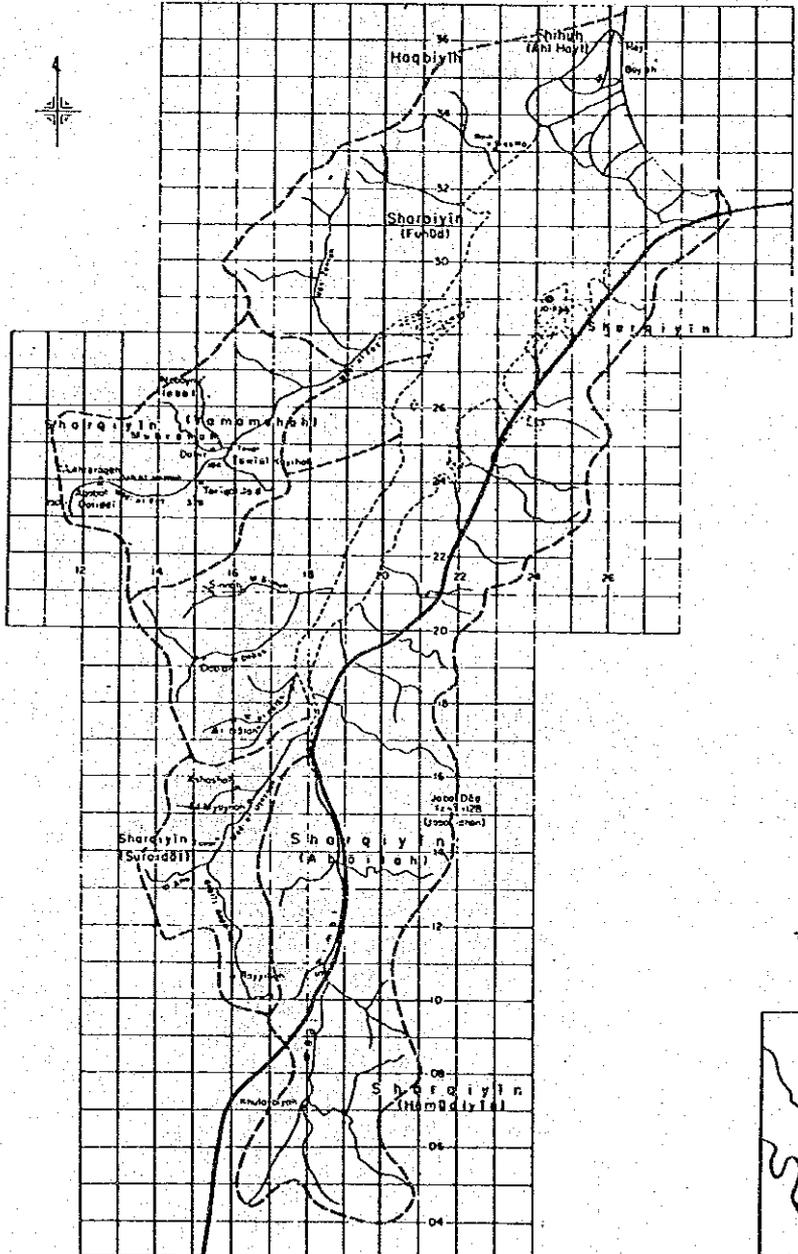
終りに、当調査団に対し甚大な協力を惜しまれなかった関係各省、在アラブ首長国連邦日本大使館、並びにアラブ首長国連邦関係者に心からの謝意を表する次第である。

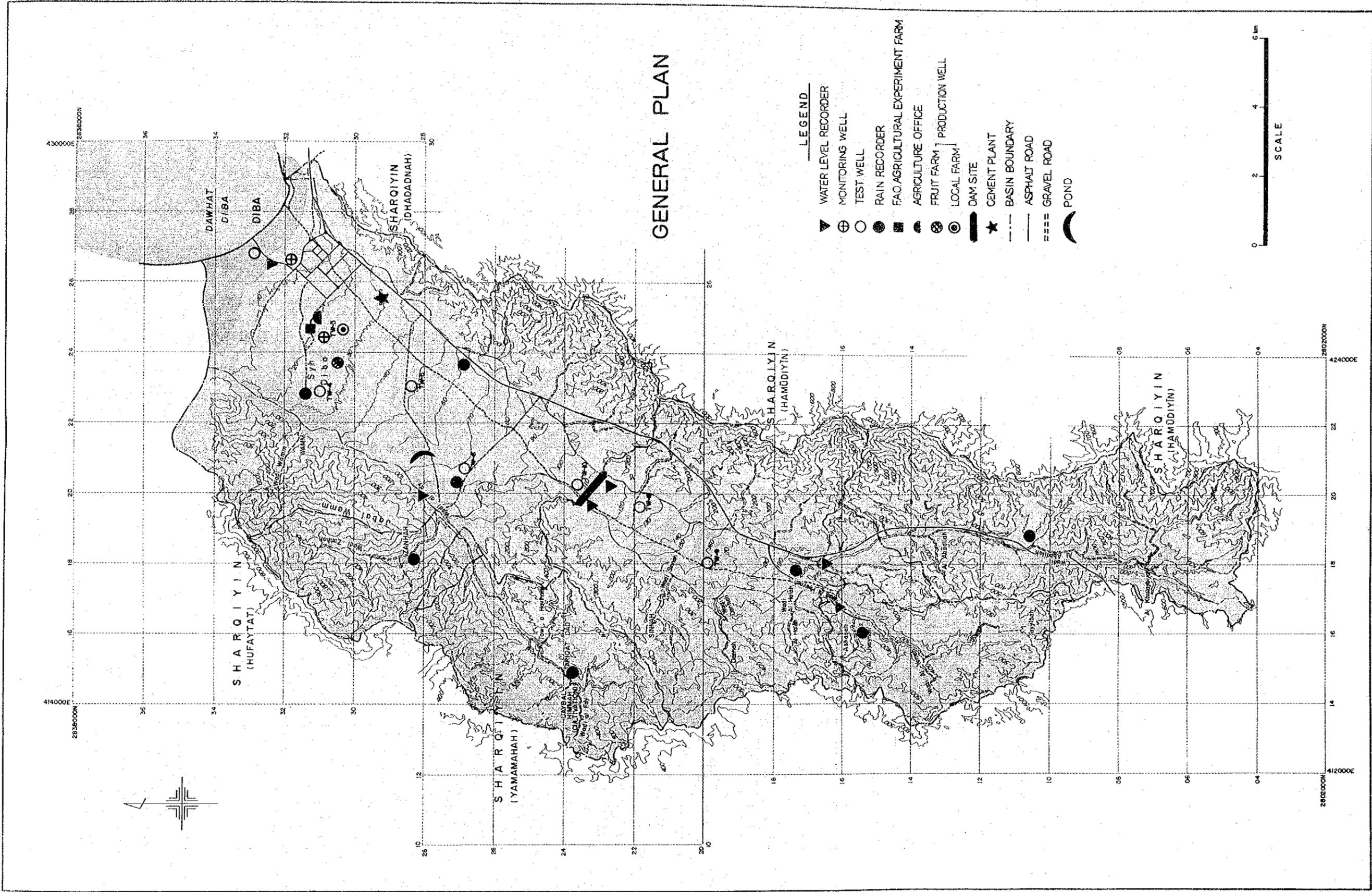
昭和56年12月

国際協力事業団

総裁 有田 圭 輔

LOCATION OF THE PROJECT





GENERAL PLAN

- LEGEND**
- ▼ WATER LEVEL RECORDER
 - ⊕ MONITORING WELL
 - TEST WELL
 - RAIN RECORDER
 - FAO AGRICULTURAL EXPERIMENT FARM
 - ▲ AGRICULTURE OFFICE
 - ⊙ FRUIT FARM | PRODUCTION WELL
 - ⊙ LOCAL FARM
 - ▬ DAM SITE
 - ★ CEMENT PLANT
 - - - BASIN BOUNDARY
 - ASPHALT ROAD
 - ==== GRAVEL ROAD
 - ☾ POND



目 次

| | |
|----------------------|-----------|
| 位 置 図 | |
| 計 画 一 般 図 | |
| 為替交換率、度量衡、略語、用語 | i |
| 事業の概要、結論および勧告 | iii |
| 第 1 章 ま え が き | 1 |
| 第 2 章 事業の背景 | 5 |
| 2.1. 一般概況 | 5 |
| 2.2. 国家経済の現状 | 7 |
| 2.3. 農業と水資源開発の国家投資 | 9 |
| 第 3 章 計画地域の現状 | 11 |
| 3.1. 立地条件 | 11 |
| 3.1.1. 位置および道路 | 11 |
| 3.1.2. 社会一般 | 11 |
| 3.2. 自然状況 | 13 |
| 3.2.1. 地 形 | 13 |
| 3.2.2. ワ デ | 13 |
| 3.2.3. 気象および水文 | 13 |
| 3.2.4. 地質および土壌 | 29 |
| 3.2.5. 水文地質 | 39 |
| 3.3. 現況の水利用 | 46 |
| 3.3.1. 地 表 水 | 46 |
| 3.3.2. 地 下 水 | 46 |
| 3.4. 現況の農業 | 47 |
| 3.4.1. 農業一般および土地利用 | 47 |
| 3.4.2. 作物およびかんがい | 48 |
| 3.4.3. 農園管理 | 49 |
| 3.5. 漁 業 | 50 |
| 3.5.1. オマーン湾岸 | 50 |
| 3.5.2. 漁 業 | 50 |
| 3.5.3. そ の 他 | 51 |

| | | |
|--------|-------------------|-----|
| 第 4 章 | 事業計画 | 53 |
| 4.1. | 事業目的と構成 | 53 |
| 4.1.1. | 事業目的 | 53 |
| 4.1.2. | 事業構成 | 53 |
| 4.2. | 水資源開発計画 | 54 |
| 4.2.1. | 基本構想 | 54 |
| 4.2.2. | 開発計画とその代案 | 55 |
| 4.2.3. | 水利用配分 | 72 |
| 4.2.4. | 水利用の将来展望 | 74 |
| 4.2.5. | 水利用シミュレーション | 74 |
| 4.3. | 農業開発計画 | 82 |
| 4.3.1. | 土地利用とその改良 | 82 |
| 4.3.2. | 作物と作付 | 84 |
| 4.3.3. | かんがい | 85 |
| 4.3.4. | 農業管理 | 86 |
| 4.3.5. | 農園経済 | 86 |
| 4.4. | 予備設計および工事費積算 | 90 |
| 4.4.1. | 地下水涵養施設 | 90 |
| 4.4.2. | 井戸と揚水機場 | 95 |
| 4.4.3. | 農園およびかんがい施設 | 96 |
| 4.4.4. | 管理施設 | 96 |
| 4.4.5. | 事業費 | 96 |
| 第 5 章 | 事業実施ならびに運用・維持管理計画 | 99 |
| 5.1. | 事業実施および施工計画 | 99 |
| 5.1.1. | 事業実施計画 | 99 |
| 5.1.2. | 施工計画 | 100 |
| 5.2. | 事業運用・維持管理 | 100 |
| 5.2.1. | 管理組織 | 100 |
| 5.2.2. | 維持管理費 | 101 |
| 第 6 章 | 事業の評価 | 103 |
| 6.1. | 概 要 | 103 |
| 6.2. | 経済評価 | 103 |
| 6.3. | 財政評価 | 104 |
| 6.4. | 事業の波及効果 | 105 |

添付資料（別冊）一覧

- 添付資料 I 序 論
- 添付資料 II 背 景
- 添付資料 III 計画地域の現況
- 添付資料 IV 事業計画
- 添付資料 V 事業実施計画及び維持管理

表 及 び 図 の 目 次

| | | 頁 |
|----------|------------------------------------|-----|
| 表 3 - 1 | 1980 / 81 年ワデ・アルバセイラ流域月別降雨記録 | 20 |
| 表 3 - 2 | 1981 年 4 月、5 月観測洪水流出概要 | 22 |
| 表 3 - 3 | 降 雨 係 数 | 23 |
| 表 3 - 4 | 確 率 洪 水 量 | 24 |
| 表 4 - 1 | 水資源開発計画代替案 (12 ケース) | 58 |
| 表 4 - 2 | 水資源開発計画代替案 (3 ケース) | 60 |
| 表 4 - 3 | ダイクの工事費 | 61 |
| 表 4 - 4 | ダイク km 当たり工事費 | 63 |
| 表 4 - 5 | ダム工事費 | 64 |
| 表 4 - 6 | ダム及びダイクの工事費 | 64 |
| 表 4 - 7 | ダム計画案工事費 | 67 |
| 表 4 - 8 | アルファイポンドの容量と原水価格 | 68 |
| 表 4 - 9 | 3 代替案におけるポンドの規模と工事費 | 69 |
| 表 4 - 10 | 各ケースにおける原水価格 | 71 |
| 表 4 - 11 | 現況の水利用 | 72 |
| 表 4 - 12 | 開発された地下水の配分 | 73 |
| 表 4 - 13 | 水利用計画 | 73 |
| 表 4 - 14 | 事業費の内訳 | 98 |
| 表 6 - 1 | 総事業費支出年度予定 | 103 |
| | | |
| 図 3 - 1 | 水文気象観測計器位置図 | 19 |
| 図 3 - 2 | 等雨量線図 | 21 |
| 図 3 - 3 | 流域分割図 | 25 |
| 図 3 - 4 | タンクモデル諸元 | 26 |
| 図 3 - 5 | タンクモデル概念模式図 | 27 |
| 図 3 - 6 | 流 出 係 数 | 28 |
| 図 3 - 7 | 地 質 図 | 31 |
| 図 3 - 8 | 試堀坑及びサンプル地区位置図 | 33 |
| 図 3 - 9 | 試堀坑柱状図 | 35 |
| 図 3 - 10 | 土地分級図 | 37 |
| 図 3 - 11 | 地下水面図 (1980 年 7 月) | 42 |
| 図 3 - 12 | 電導度分布図 (1980 年 7 月) | 43 |

| | 頁 |
|-------------------------------------|----|
| 図3-13 水温分布図(1980年7月) | 44 |
| 図3-14 地質縦断図 | 45 |
| 図4-1 流域内河川システム図 | 55 |
| 図4-2 地下水涵養施設代替案位置図 | 56 |
| 図4-3 ダイクkm当たり建設費 | 62 |
| 図4-4 アルバセイラダム標準断面図 | 65 |
| 図4-5 堤防標準断面図 | 66 |
| 図4-6 水理諸元 | 70 |
| 図4-7 水頭及び透水性関係図 | 77 |
| 図4-8 地下水流況図(現況) | 78 |
| 図4-9 地下水頭と塩水境界面の計算ハイドログラフ(現況) | 78 |
| 図4-10 地下水収支(CASE A) | 79 |
| 図4-11 地下水収支(CASE B) | 80 |
| 図4-12 地下水収支(CASE C) | 81 |
| 図4-13 洪水吐越流堰長とダム本体及び洪水吐工事費 | 94 |
| 図5-1 ワデアルバセイラ流域水資源開発事業実施工程 | 99 |

添 付 図

- (1) アルバセイラダム計画一般図
- (2) アルバセイラダム中心線縦断図
- (3) アルバセイラダム標準断面図
- (4) アルバセイラダム地質図

為替交換率、度量衡、略語、用語



為替交換率、度量衡、略語、用語

為替交換率

| | | | | |
|--------|---------------------------|---------------------|---|-------------------|
| ディルハム | : <i>dirham</i> | D H | = | US \$ 0.28 = ¥ 60 |
| U S \$ | : <i>dollar</i> | U S \$ | = | DH 3.6 |
| フィルス | : <i>fils</i> | 1 / 100 DH | = | US \$ 0.0028 |
| M D H | : <i>million dirham</i> , | 10 ⁶ D H | = | US \$ 280,000 |

度量衡

mm : *millimeter (s)*

cm : *centimeter (s)*

m : *meter (s)*

km : *kilometer (s)*

sq. cm, cm² : *Square centimeter (s)*

sq. m, m² : *Square meter (s)*

sq. km, km² : *Square kilometer (s)*

ha : *hectare (s)*

l, lit : *liter (s)*

cu. m, m³ : *cubic meter (s)*

MCM, 10⁶ m³ : *million cubic meter (s)*

バレル : *barrel* 31.5 ガロン (U. S) 36 ガロン (U. K)

ガロン : *gallon* 4.546 l (U. K) 3.785 l (U. S)

g : *gram (s)*

kg : *kilogram (s)*

ton, m. t : *metric ton*

KW : *kilowatt (s)*

MW : *megawatt (s)*

% : percent
°C : degree centigrade

略 語

| | |
|---|---------------|
| DAO (Dibba Agriculture Office) | ディバ地方農業事務所 |
| EDR (Eastern Regional Department) | 東部地方局 |
| FAO (Food and Agriculture and Fisheries) | 食糧農業機構 |
| MAF (Ministry of Agriculture and Fisheries) | 農業・漁業省 |
| MEW (Ministry of Electricity and Water) | 電力・水省 |
| UAE (United Arab Emirates) | アラブ首長国連邦 |
| UNESCO (United Nations Educational , Scientific and Cultural Organization) | 国連教育科学文化機構 |
| USBR (United States , Department of Interior , Bureau of Reclamation) | アメリカ合衆国内務省開拓局 |

用 語

| | |
|-------------------------------------|--------|
| ETO (Reference crop evaporation) | 作物蒸発散位 |
| ET crop (Crop evapotranspiration) | 作物蒸発散量 |

事業の概要、結論および勧告

事業の概要、結論および勧告

A. 地域の概要

- A. 1. ワデ・アルバセイラ流域は、アラブ首長国連邦、東部地域に位置し、下流部は、オマーン湾に面している。本流域はワデ・アルバセイラ本川沿いに長さ 30 km の細長い形状をなし、面積は、ほぼ 260 km² である。この地域の交通は、ドバイ（アラビア湾岸）とフジャイラ（オマーン湾岸）を結ぶ幹線道路に続いて、東部沿岸（パティナコース）沿いのフジャイラーコール・ファカンーディバ道路及びディバーマサフィー道路等よりなっている。
- A. 2. 本連邦東部沿岸地方の気候は、一般にそれほど厳しくないと言われている。農業・漁業省によって 1977 年 9 月に発行された、水資源調査年報によると、1978 年から 1979 年の例では、年平均気温 28.4℃、湿度 55.9% であった。一方降雨は、年毎に非常にばらつきがあり、上記の年では 35.3 mm であったが、1973 年～1976 年は年間 70 mm～200 mm と記録され、その大部分は、11 月から 2 月にかけての降雨である。
- A. 3. 北東に細長いワデ・アルバセイラ流域の標高は、山岳部ではほぼ 500 m、中央部砂利平地で 100 m、海岸部の住宅地区および農業地域は 10 m 以下である。地質は古生代二疊紀から後期白亜紀に渉る海底火山噴出物および堆積岩類である。土壌は砂漠土、砂礫土および岩屑土の組み合わせ並びにワデ沖積土からなり、これらはワデ扇状地の土壌と海岸平地の砂質土壌に区分される。
- A. 4. 本流域の水系は、延長 30 km のワデ・アルバセイラ本川と数多くの大小の支川（ワデ）からなっている。これらのワデの地表流は冬期に 1 回または 2 回程度のオマーン湾に達する洪水のみであるが、山地ワデには、年間を通して、少量の基底流がある。水利用は、これらの地表流と地下水に頼っている。最近になって、深井戸を各所に設けて、流域内の人口、オマーンを含めて、ほぼ 14,700 人に対し年間生活用水はほぼ 0.6 MCM、農業用水 2.3 MCM、計 2.9 MCM を揚水している。
- A. 5. ワデ・アルバセイラ流域を含む連邦東部海岸地方ではデーツを主体とし、その樹間で野菜を作る粗放農業が行われてきた。ワデ・アルバセイラ流域も同様、海岸部に農地の大部分があり、その面積はほぼ 490 ha である。農業人口はほぼ 1,100 人であるが、その 30% が外国人労働者となっている。果樹は、デーツ、柑橘類、マンゴー、バナナ、そして野菜は 15 品目が

らなり、1978年度ディバ地区を含む東部地方の生産高は、第1位トマト24%、次いでスイカ18%、ピーマン14%となっている。一方果樹は、デーツが77%を占めており、レモン12%、次いでマンゴーの4%の順である。

A. 6. 流域の海岸部は漁業が盛んで、シャルジャ、ディバとフジャイラ・ディバにそれぞれ一つの漁港がある。1977年度の農業・漁業省の資料によると、このディバ地区を含むフジャイラ国漁獲量は、第1位のラッセルハイマーに次いで5,140 ton/年となっている。また、ton当たりの価格はドバイの12,380DHに比べて安く、その38%、4,670 DHである。

A. 7. 流域の下流部はディバオアシスとして古くから栄え、現在行政区として、オマーン国及び連邦政府のうちのシャルジャ、フジャイラからなる。海岸地区は、漁業および農業従事者の住宅区としての町並を構成している。

一方村落は、上流の主要な山地ワデの中にはほぼ10ヶ所が点在する。1980年9月現在、この流域の人口は、オマーンを含めてほぼ14,700人（連邦13,200人、オマーン国1,500人）に達している。

近年フジャイラ国オマーン湾岸地域開発の一環として、ディバ地区の古い建物はすっかり新しいコンクリート文化住宅に建て換えられている。なお増加する人口に対処するため、新しい住宅地区をディバ東部および南部、更に上流部に設け、新設のセメント工場と合わせて目下建設中である。公共施設としては、政府関係機関のほか、小学校、および婦人を対象とした手芸、料理、出産などを指導するセンターがある。病院は1969年に設けられたベッド数45の公共病院が一つあり、外国人医師により運営が行われている。

A. 8. 流域内における農業普及事業は農業・漁業省東部地方局、ディバ地方農業事務所が担当している。流域内を直接担当するディバ地方農業事務所は農業普及と家畜医療に関する二つの業務を行っている。農園の土地造成に、必要な機械作業などは、農園所有者の依頼によって、その都度ディバ事務所のトラクターにより無料で行っている。

また、肥料は50%政府補助がある。一方住宅地区への生活用水および電力供給は電力・水省が担当している。

B. 事業計画の概要

B. 1. ワデ・アルバセイラ流域開発計画は、年間ほぼ130mmの降雨によって流出する地表水をワデの途中に設ける施設により、地下水の涵養強化を図る水資源の開発計画と、一方農産物増産のため近代的な設備、土壌改良、更に新しいかんがい方法の導入によって、果樹と野菜を生産する農業開発計画の二つから構成される。

- B. 2. 本流域の積極的な水資源開発構想は、年1回～2回オマーン湾に流去する地表水を、流域内に地下水として貯留を行うものとし、一方オマーン湾に流去する地下水を防止すると同時に、海岸近くにおいて、海水の浸入と流域内地下水源の有効利用を監視する施設を設け、合理的な水の運用計画を策定するものである。
- B. 3. これら水資源開発構想をもとに、各種の比較案を提案し、その検討の結果、水資源開発計画として、ワデ・アルバセイラ木川中流部にアルバセイラダム及びワデ・アルファイ下流にポンドを建設し、これによって地下水の涵養強化を計る。これにより年間ほぼ0.9 MCMが新しい水資源として期待できる。また流域海岸部においては、すでに海水の浸入が発生し、電気伝導度4,000 μ mhos程度の塩水を使用している現況にかんがみ、FAO農業試験場付近の監視井戸の地下水位標高1.5 mを管理水位とし、これより下がらないように、流域全体のポンプによる揚水を制御する。
- B. 4. 農業開発計画は、流域内の有効な水資源の制約を受けて新規農園計画として3つの代替案即ち、(1) 75 haの野菜園、(2) 65 haの果樹園、(3) 30 haの野菜園と40 haの果樹園を提案する。従って、全体の農業面積は、連邦耕作中の面積280 haと新規農園を最も大きく計画した場合の75 haとFAOの5 haとを合わせて、ほぼ360 haとなる。一方、オマーンは現状の面積210 haであり、これを合計して流域内における総農業面積は、ほぼ570 haに達する。
- B. 5. 新規農園計画は、ほ場の土壌改良を行う。即ち現況原野の砂利および保水力のない砂土を良質土に置き換える。農園の大きさは、本地域の一區画平均面積に等しいほぼ0.5 haを計画一區画とし、水の供給は全てパイプラインにより行い、各樹木および作物一本毎に水の供給をする点滴かんがい方式を採用する。作物の選定は、すでに当地方で実績のある、トマト、キュウリ、ナスそしてキャベツとし、一方果樹は、柑橘類、マンゴー、デーツおよび落葉果樹などとし、その安定供給と増産を図る。

C. 評価

- C. 1. この事業は、流域住民の農業用水を強化安定して供給するという直接効果の他、多くの波及効果により評価できる。農業用水の安定供給による食糧の自給率の増大、ダムを建設することに伴う防災、沿岸部における塩水浸入防止、良質水をかんがいすることによる土壌の塩化防止さらに雇用機会の増大等、この流域の民生安定に大きく寄与できる効果をもつ。
- C. 2. 本事業における総事業費はアルバセラダム事業費に25.7 MDH、アルファイポンド事業費15.9 MDH、およびかんがい施設事業費に6.2 MDH、合計47.8 MDHである。た

だし、かんがい施設事業費 6.2 MDH は 3 つの代替案の平均値である。

- C. 3. 一方水資源開発投資額すなわち、アルバセイラダムおよびアルファイポンド計 41.6 MDH に対し、地下水の年間涵養量 0.9 MCM の 1 m³ 当り原水価格はほぼ 4.6 DH である。これは現在ア首連で進行中の海水の淡水化プラントによる生産原水価格 1 m³ 当り 1.3 ~ 6.4 DH の範囲内にある。
- C. 4. 現在ディバにおける生活用水 1 m³ 当りの供給価格は、1.5 フィルス/ガロン (3.3 DH/cu. m) である。従って年間 0.9 MCM の地下水涵養量は、年間ほぼ 3.0 MDH の便益となる。また、ha 当たり農業収益は野菜の場合、ほゞ 42, 300 DH、果樹の場合 21, 300 DH である。
- D. 1. アラブ首長国連邦総人口 877, 340 人の 1.5%、ほゞ 13, 200 人、農地面積 21, 550 ha の 1.3% ほゞ 280 ha、並びにオマーン国農業面積 210 ha および人口 1, 500 人などがワデ・アルバセイラ流域内の水を中心として関わりをもっているなかで、本流域の水資源および農業開発計画のフィージビリティスタディの結果を踏まえた結論は次のとおりである。
- D. 2. 水資源開発構想にもとづき、各種比較案を検討した結果、ワデ・アルバセイラ本川のほぼ中央部に本流域の 47%、122 km² を支配するアルバセイラダムを建設する。また、ワデ・アルファイ下流にもポンドを設けてダムと合わせて地下水の涵養強化を図り、水資源を開発する。これらの水資源開発に伴う新規分を合わせた生活用および農業用への水の配分並びに流域全体の水利用をまとめると、次のとおりである。

| 計 画 案 | 水 資 源 開 発 | | | |
|-------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| | 工 事 費 (MDH) | 強化涵養量 (MCM/年) | 自然涵養量 (MCM/年) | 涵養量合計 (MCM/年) |
| C-9 | 41.6 | 0.9 | 2.9 | 3.8 |

生活用水および農業用水の配分

(単位: MCM/年)

| 計 画 案 | 上 水 道 | 農 業 | 計 |
|-------|-------|-----------------|-----|
| A | 0.7 | 3.1 (570 ha) | 3.8 |
| B | 0.7 | 3.1 (560 ha) | 3.8 |
| C | 0.7 | 3.1 (565 ha) | 3.8 |

(注)

- (a) 合計涵養量 3.8 MCM はダムおよびポンドによる涵養量 0.9 MCM と、自然の涵養量 2.9 MCM を合計したものである。
- (b) 上水道用水 0.70 MCM は、同国連邦 13,200 人分 0.48 MCM およびオマーン 1,500 人分 0.05 MCM 並びに大理石工場 0.07 MCM およびセメント工場 0.10 MCM の合計である。
- (c) 農業用水 3.1 MCM の内訳は：

| | 面積 (ha) | A 案 | B 案 | C 案 |
|-----------------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|
| ○ 既存 U. A. E 野菜 | 50 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| ○ " " デーツ | 230 | 1.04 | 1.04 | 1.04 |
| ○ " オマーン " | 210 | 0.96 | 0.96 | 0.96 |
| ○ 新規 果樹園 | - | - | 0.73 (65 ha) | 0.43 (40 ha) |
| ○ " 野菜園 | - | 0.73 (75 ha) | - | 0.30 (30 ha) |
| ○ FAO 農場 | 5 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| 計 | 495 | 3.1 | 3.1 | 3.1 |

なお、上水道用水は 1980 年の人口をもとに計画したものである。しかし、今後も人口増加、生活水準の向上、並びに農産物の自給政策が強化されるにつれて、水の需要は益々増加する。このように水利用の将来を展望して、10年、20年後の予測を行った。

その結果、20年後の人口は、26,600 人となり、生活用水は、今の 100 ℓ/人/日から 200 ℓ/人/日と仮定すると、ほぼ 1.94 MCM が必要となり、現在の 3.6 倍増となる。

D. 3. この流域の農業開発計画は、水資源開発に伴う生活並びに農業用水の配分をめぐる厳しい条件にあるため、前述の農地面積に限定されるが、これによって得られる農産物とその粗収入は、既存の農地面積からの収入も含めて、年間、次のように期待できる。

| 品 目 | 収 量 (ton) | 粗収入 (A 案) (1000 DII) |
|-----|----------------|---------------------------|
| 野 菜 | 4,290 | 8,237 |
| 果 物 | 2,300 | 12,226 |
| 計 | 6,590 | 20,463 |

- D. 4. 農業開発計画は、既存農園 490 haと、新規として果樹園 40～65 ha、野菜園 30～75 ha、合計ほぼ 570 haからなるが、これらは有限の自然水利用による。1978 年同連邦における野菜の総生産量 71,860 トンは、国民 1 人、1 日当り 220 グラムとなって、ほぼ世界の 1 人当り消費量の平均値である。しかし、市場に多くの輸入野菜が見うけられることは、消費量がこれらの平均値を上まわっていることを示している。本計画では増反の果樹園のほか野菜園について特に検討をした。作物は実績のある市場性の高い上位 5 品目、トマト、キュウリナス、キャベツ、そしてメロンとした。また、一農園内には多種品目の混作を避け、畑一区画最大 2 品目を基準として、全体の作付計画を行う。

E. 勧告

- E. 1. 事業実施計画に伴う工程の中で、水資源開発としての第一歩は、アルバセイラダム建設である。このアルバセイラダムについて、地下水涵養の一層の強化を図る施設としてポンド建設がある。これらの実施設計は、本フィージビリティ・スタディが指示する事項を基本として、地形図、縦横断測量図を準備し、実施しなければならない。

- E. 2. 流域内の水資源開発量と、それに見合う上水道および農業用水への配分をこのフィージビリティ・スタディの中で試みた。これらは現況の人口 14,700 人と野菜畑 50 ha のかんがい必要水量およびデーツ園の消費水量、更に新規計画としての果樹園の必要水量からなっている。

しかし、今後の人口の増加にともない、上水道用水の需要の増大は必至となってくる。一方、生鮮野菜の需要も並行して増大することは当然である。このような将来の水の需要に対処するためには、海水の淡水化が必要である。

今後の農園に対する水利用計画は、既存のデーツ園 230 ha は、可能なかぎり、これを節減し、新規開発果樹園、野菜園に安定供給を計る。これは、年一作のデーツの消費量が 900 mm - 1300 mm であるのに対して、野菜は 250 mm - 500 mm とほぼ半分で済むためである。即ち、デーツの水量に対して、野菜は、年 2 作または、2 倍の面積に概定置換もできる。今後、ますます水不足が深刻化することに対し、送水、かんがい方式などは、水の運搬ロスを最小限度にくいとどめるパイプライン方式としなければならない。従って、流域末端部分に点在する 50 ha の野菜園は、水の厳しい使用制約条件のもとにあるため、既存のポンプ場からほ場への土水路を、パイプラインに換えて、水の運搬ロスを少なくすることが必要である。

沿岸地帯の生産井戸、特に既存の農園内にある生産井戸は、統合して、海岸から 3 km 以上離れた地点に移動するべきである。

- E. 3. このプロジェクト研究に適用した水文および、水文地質データは、統計学的にみて、信頼

性に乏しい。従って、本調査団により設置された水文観測網を用いて、今後、少なくとも10ケ年の継続観測を行うことを勧告する。

この観測データが数年にわたり収集されたら、本研究により評価された水資源量を再度確認し検証するために、同様な水文研究を行うべきである。

上記の観点からすると、現在、設置されている観測計器は週巻きであり、データ収集に最大の労力を要するので、3ヶ月巻き程度の長期自己計器に置換えることがのぞましい。

アルバセイラダム建設後は、この地点での流量観測が、涵養効果を判定する上に非常に重要であり、かつ、観測が容易となる。したがって、貯水位と放流工、ならびに洪水吐流下量測定のため、3ヶ月自記計器を設置することを強く勧告する。

貯水位測定は、16 m程度の高さの塔、あるいは、左右岸アバットメントのいづれかに掘った縦坑を必要とする。

E. 4. 地下水の涵養量を上回る集中的な過剰揚水の結果、現在沿岸地帯の一部で、海水浸入と農地の塩害が発生している。

このような海水浸入による水質汚染、および塩害の防止、更に、地下水資源の保全の観点から、地下水管理を実施する必要がある。

この管理の原理と方法は、地下水頭を、一定の高さに保つことに集約される。

この管理は、調査団が設置した観測井TW-3および、BH-1における地下水頭と塩境界面を観測し、TW-3の水頭を、標高1.5 m以上に保つ様に、全ての生産井戸からの揚水量を規制することにより行うべきである。

観測井TW-3は、FAO農場の生産井戸に隣接して設けられているので、生産井戸の干渉を受けない地点に移転すべきである。この新設の観測井は、上記の地下水管理観測井として用いるものとする。

E. 5. 本流域の水利用の総合管理は、ダム及びポンドなど、今後建設される施設の外、数多くの水文観測機器によるものとする。したがって、これらの機器の十分な点検と整備をし、信頼度の高い資料の収集が行われるようにしなければならない。毎年集計されるこれらの資料により、水の総合運用計画をたてることとなるが、水利用の監督官庁は、連邦政府内の、農業漁業省と電力・水省である。また、水を利用する住民は、行政区の、シャルジャ領、フジャイラ領、更に、オマーン領にわかれている。したがって、このような実情から、水利用の総合運用管理は、これらの行政区の利害調整機関としての水利委員会を設立して行うことを勧告する。

第 1 章 ま え が き

第 1 章 ま え が き

アラブ首長国連邦政府は、昭和54年1月、同連邦の水資源開発調査に関する技術協力を日本政府に要請した。これを受けた日本政府は、国際協力事業団を通じて予備調査を行うため、調査団を現地に派遣した。調査団は同連邦東北部に位置するワデ・アルバセイラ流域水資源開発計画の調査に関して同連邦農業・漁業省との間で協議を重ね、その調査業務と工程について、昭和54年12月同意書を取り交わした。

ワデ・アルバセイラ流域水資源開発計画は、同連邦の中で上位に格付けされるが、特に水資源開発計画を行うには、数多くの資料が不足しており、また基礎調査にも多くの日時を要するが、その反面同農業・漁業省は、その開発計画に早期着手の要望を強く打ち出した。このような事情を踏まえて調査工程は、第一段階の基礎調査と第二段階のフィージビリティスタディに分け、この流域の水資源開発計画および新旧合わせてほぼ570haの農地面積に対する開発計画の検討を行った。

一方、このフィージビリティスタディと併行して、水資源開発計画のうちアルバセイラダム建設計画に関わる調査業務がこの業務とは別に遂行された。同連邦農業・漁業省と日本政府の調査団との間で合意した業務の進め方は次のとおりである。

- 第一段階：昭和54年12月から昭和55年12月まで — 基礎資料の収集、水資源開発および農業開発に関わる基礎調査をし、これらを検討した上で水資源並びに農業開発計画の代案を含めたものを策定する。
- 第二段階：昭和55年12月から昭和56年12月まで — 前段階で行った開発計画に沿って必要な地形測量および資料収集並びに地表・地下水文調査をして、水資源および農業開発計画を策定し、そのフィージビリティスタディを行う。

以上の業務を行うため調査団を現地へ派遣して各種の調査業務を行う一方、国内作業によりこの報告書を取りまとめたものである。

以下に、この計画策定に携わった作業監理委員、調査団員並びに連邦農業・漁業省カウンターパートを列記する。

○ 作業監理委員

| 職 種 | 氏 名 | 所 属 |
|------------|---------|----------------------|
| 1. 委員長（総括） | 狩 野 昇 | 北海道開発庁水政課長 |
| 2. 土 壌 | 寺 沢 四 郎 | 農林水産省農業技術研究所土壌物理研究室長 |
| 3. 地 質 | 黒 田 和 男 | |

通商産業省地質調査所環境地質部水資源課長

4. 水 文 石 崎 勝 義
建設省土木研究所水文研究室長
5. ダ ム 松 本 徳 久
建設省土木研究所フィルダム研究室長
6. かん が い 久保田 昭 彦
農林水産省北陸農政局信濃川水系農業水利調査事務所所長
7. 業 務 調 整 大 島 勝 彦
国際協力事業団
8. " 中 村 俊 男
国際協力事業団

○ 調 査 団 員

| 職 種 | 氏 名 | 現 地 調 査 期 間 |
|-----------------------|-----------|--|
| 1. 団 長 / 総 括 | 松 本 富 士 夫 | 1979年12月18日～1980年3月16日、1980年5月20日～7月21日、1980年8月17日～9月19日、同12月5日～1981年1月18日 |
| 2. 地 域 開 発 | 樋 口 昭 一 郎 | 1980年1月11日～1月20日 |
| 3. 地 質 お よ び 地 下 水 | 吉 川 満 | 1980年1月11日～1月29日 同6月20日～7月21日、同9月2日～10月3日、 1981年1月16日～2月16日 |
| 4. 電 気 探 査 | 小 島 昌 男 | 1980年1月24日～3月24日 |
| 5. " | 魚 谷 信 | 1980年1月24日～3月24日 |
| 6. ボーリング調査 | 加 藤 泉 | 1980年1月24日～3月24日、同5月20日～8月21日 |
| 7. 水 文 | 大久保 充 文 | 1979年12月18日～1980年3月16日 |
| 8. 水 分 解 析 | 松 井 隆 昌 | 1980年5月20日～6月20日 |
| 9. 土 壌 | 小 岩 規 男 | 1980年5月20日～6月20日 |
| 10. 土 壌 お よ び 農 業 一 般 | 中 林 一 夫 | 1979年12月18日～1980年2月17日 |
| 11. 農 業 | 高 力 寛 三 | 1980年5月20日～6月20日 |
| 12. 施 設 設 計 | 村 山 宗 久 | 1980年6月20日～8月21日 " 12月5日～1981年2月2日 |
| 13. 工 事 費 お よ び 施 工 | 高 木 正 | 1981年1月16日～2月16日 |
| 14. 経 済 | 土 器 屋 哲 夫 | 1980年9月2日～10月3日 |
| 15. 測 量 | 伊 藤 安 信 | 1980年1月11日～3月11日 " 12月5日～1981年2月2日 |
| 16. " | 渡 辺 夢 明 | " 1月11日～3月11日 " 12月5日～1981年2月2日 |

○ アラブ首長国連邦、農業・漁業省カウンターパート

| 氏 名 | 所 属 |
|---------------------------|--|
| 1. Mr. Obaid M. Karki | Assistant Deputy Minister for Water & Soil Resources Affairs |
| 2. Mr. Khalil Ataya | Assistant Director |
| 3. Mr. Taissir Adlbi | Main Counterpart |
| 4. Mr. K. Kurian | Counterpart |
| 5. Mr. Auday Al Khairalla | Soil Laboratory |
| 6. Mr. Ali Badawi | General Manager of Eastern Regional Department |
| 7. Mr. Noor M. Kamaludeen | Counterpart, ERD |
| 8. Mr. Seid H. Almuddin | Assistant Counterpart |
| 9. Mr. Khalfan | General Manager of Dibba |
| 10. Mr. Amin Ab Al Sarag | Counterpart |
| 11. Mr. Fawaz Baser | Soil Laboratory |

第 2 章 事業の背景

第 2 章 事 業 の 背 景

2.1 一般概況

(1) 地勢、気温、降水量

アラブ首長国連邦はアラビア半島北部ほぼ北緯 25°、東経 55° 付近に位置し、その国土は東西 520 km、南北 380 km に広がり、総面積は 77,700 km² である。国土面積の殆んどが砂漠であり、北部はアラビア湾に面し、西部および南部はカタール、サウジアラビア国に、東部はオマーン国に接している。同連邦は七つの首長国からなり、アラビア湾に面して、西側からアブダビ国 (67,340 km²、連邦総面積の 86.7%)、ドバイ、シャルジャ、アジマン、ウムアルカインそしてラッセルファイマーの 6 ケ国、更にオマーン湾に面するフジャイラ国から構成されている。各首長国の面積は、添付資料、表 A. 2.1-1 に示す。

同連邦東部地方は、標高は 1,000 m の峰を連らねる山岳地帯が広がり、山裾は大小数多くのワデが発達し、冬の雨期にはこれらのワデに出水が生じ、重要なこの国の水資源となっている。気候は一般に高温多湿である。1979 年のドバイの気候について見ると、年平均気温 27.4℃、湿度 60.1%、最高気温は 7 月の 41.3℃、最低気温は 1 月の 15.2℃であった。年間降水量は、非常にばらつきがある。月別気温、湿度は添付資料、表 A. 2.1-2 に示す。

(2) 人口と在留外国人

計画省中央統計局発行の統計年報 (1979) によれば 1978 年の総人口は 877,340 人であり、この内訳は男子 620,870 人 (71%)、女子 256,470 人 (29%) である。これらを年齢別に見ると 25 才～34 才が 241,960 人 (27.6%) がトップを占め、次いで 15 才～24 才が 178,960 人 (20.4%)、第 3 位は 35 才～44 才の 127,030 人 (14.5%) である。社会活動の中核をなす年代層はこれらの第 1 位から第 3 位を合計すれば 548,000 人、62% を占める。しかし、これらの人口の 70% 以上は在留外国人とされ、インド人およびパキスタン人 23%、バングラデシュ人 6%、イラン人 6%、そしてその他のアラビア人からなっている。1978 年の出生人口は 26,673 人であり、これは総人口 877,340 人の 3% である。1978 年の人口の詳細は添付資料、表 A. 2.1-3 に示す。

(3) 石 油

同連邦の主要産業について、計画省中央統計局発行の 1979 年度統計資料によれば、1978 年の年間原油生産量は 667,770,000 バレル、日産は 1.8 ミリオンバレルである。これらのうち 79% はアブダビ国、次いで 20% のドバイ国、そして残りの 1% はシャルジャ国から産出している。

原油の生産量並びに輸出量（1978年）

（単位：1,000バレル）

| 首長国 | 生産量 | 日輸出量 | 日本への輸出量 |
|-------|---------|---------|---------|
| アブダビ | 527,851 | 1,428.8 | 172,744 |
| ドバイ | 131,841 | 368.0 | 5,615 |
| シャルジャ | 8,078 | 22.0 | — |
| 合計 | 667,770 | 1,818.8 | 178,359 |

原油生産総量 667,770,000 バレルの 88%、589,717,000 バレルは 17ヶ国に輸出したものである。その第1位は日本の 178,359,000 バレルで 30%を占め、次いでフランス 92,178,000 バレル 16%、第3位アメリカ 78,694,000 バレル 13%となって、これらの合計は 59%にもなる。更に日本への 30%の内訳は上記 178,359,000 バレルの中で アブダビ 97%、残り 3%はドバイ国より輸出しているものである。原油生産と輸出についての詳細は、添付資料、表 A.2.2-1 から 2.2-4 に示す。

(4) 農 業

近年、同連邦における農業開発の進歩はめざましく、1973年から1978年の5ヶ年間に於ける伸び率は 1.7 倍の開畑増となって、合計 21,550 ha に達している。この面積の中で第1位を占める果樹園は、9,650 ha、伸び率 1.9、野菜畑は 3,100 ha、14.4%、伸び率 1.3、そして畑作物は 5%と非常に小さく伸び率はなく、むしろ若干減少している。同国の農業の特徴は、これらの諸数値が果樹と野菜からなっていることである。

耕地面積、野菜、果樹、畑作物生産量（1978）

| 地域 | 面積 | 野菜 | デーツおよび果樹 | 畑作物 | 合計 | ton/ha |
|----|--------|--------|----------|--------|---------|--------|
| | 単位：ha | | | | | |
| 南部 | 7,000 | 10,742 | 14,612 | 14,619 | 39,973 | 5.7 |
| 中央 | 3,720 | 17,039 | 5,726 | 4,493 | 27,258 | 7.3 |
| 東部 | 3,010 | 28,575 | 14,172 | 8,319 | 51,066 | 17.0 |
| 北部 | 7,820 | 15,499 | 12,217 | 221 | 27,937 | 3.6 |
| 合計 | 21,550 | 71,855 | 46,727 | 27,652 | 146,234 | |

地方別の耕地面積は上記の表より北部が 36%、南部 32%、そして中央は 17%をそれぞれ占めているが、ha 当たりの農業生産量は東部地方が他の地方に比べてはるかに差をつけている。この理由は、農業生産に対する気候、降雨、土壌などの条件が他の地域に比べて良好なためである。

同連邦農業生産のトップを占める果樹園 9,650 ha、44.8%の内訳は、その作付作物 1 品目の

内、生産高のトップはデーツの38,990 ton 83%である。しかしその生産額は総計86,0MDHのうち75%、64.3MDHである。次いでレモンの3,210 ton、17%、価格比率13%、そして第3位はオレンジ2%、価格比率4%となっている。農業統計の詳細は添付資料、表A.2.3-1から2.3-5に示す。

(5) 水 資 源

アラブ首長国連邦の水資源の特徴は、僅かな地表水と地下水そして海水の淡水化によることである。地表水は、同国東北部オマーン山脈の裾野に発達したワデに冬の雨期に年間130mm前後の降雨がもたらす出水である。これらの出水は、海岸部付近の平地ではデーツを主体とする果樹と野菜を栽培する畑地内に承水路を取りつけ、一時貯留のポンドを設け、自然かんがいしながら地下水への涵養を行っている。一方、流域中流砂利平地部ではこれらの出水による地下水の涵養が自然条件のもとで行われている。しかし、これらのより有効な利用を図るため、最近水資源開発調査を積極的に開始した。

地表水によって涵養された地下水は、同連邦にとっては最も主要な水資源であり、その多くは井戸を掘り、揚水することによって利用している。これらの井戸の平均深さは、ほぼ60mで1979年には合計272本に達し、国別ではシャルジャ、フジャイラ、そしてラッセルファイマー3ヶ国で213本、78%を占めている。この外、主たる湧水池として5ヶ所、そしてファラジ(FALAJ)として、山岳地域、砂利平地、東部海岸、アルアイン地域に分類して、合計30ヶ所が開発され、主として農業および村落の飲料水に利用されている。

同連邦は水資源の大部分を地下水に頼っていた。1971年と1978年の比較では石油輸出は1.7倍となり、この収入源による工業化や各首長国都市およびその周辺の住宅の近代化を行ったため水の需要はますます増大した。このことは1972年から1978年の6年間の水道パイプラインの布設延長が倍加して、合計337.8kmとなっていることから伺い知れる。しかし、同連邦はこれらの水需要増加に伴って海水の淡水化利用を促進している。1981年末までには、日産水量10,000 m³から20,000 m³の機能をもつプラント、37ユニットをアラビア湾岸に据え付け、同連邦全体では537,000 m³/日の生産量となる。これらは都市人口ほぼ100万人分に相当するものである。現在据え付け中の脱塩プラントは添付資料、表A.2.4-1に示す。

2.2 国家経済の現状

1958年の石油発見以前において、アラブ首長国連邦の経済は、生活のためのデーツの栽培を主とする農業、山羊、羊、ラクダ等の畜産、北部・東部沿岸の漁業、そしてドバイ港を主とした交易で栄えた程度で、降雨のほとんどない自然条件の中で、古代からの生活の知恵を基に営まれてきた伝統的な社会経済状態であった。近年になってアブダビにおける石油の発見が同連邦の進路を近代化方向へ決定的に変化させた。

(1) 国民所得

ここ数年の経済成長はめざましいもので、1972年度名目国内総生産（GDP）が6,400 MDHであったものが、1979年度には52,264 MDHと約8倍に達した。この結果1979年の国民1人当たりのGDPは58,618 DH（US\$15,843）となった。この背景には、輸出の中心となっている石油の生産増大による収入を基とした政府のインフラストラクチャー部門を中心とする活発な投資があった。

財政は豊富な石油収入を背景として経済開発に対し大きな役割を果たしており、そのほとんど90%以上はアブダビ政府が負担している。民間資金においても、1979年現在52の商業銀行、5つの制限的ライセンス銀行（他に11の駐在員事務所）、マーチャントバンク2、投資会社7、ファイナンス・カンパニー4、外国為替ブローカー2、割引商社4があり、同連邦開発銀行等の金融機関で、民間企業に対して活発な投資がなされた。その主な業種は商業38%、建設業33%となっている。

(2) 貿易収支

輸出はそのほとんどが原油であり、ドバイからの積みかえ交易がわずかにあるだけで、自国で生産ないし加工した商品の輸出は微々たるものである。1979年度において輸出総額は38,102 MDH（US\$10,298百万—添付資料、表A.2.5-1に示す）となっており、そのうち石油で占める輸出額が34,492 MDH（US\$9,332百万）で輸出額の90%以上を占めている。

もちろん、貿易収支は実質的にプラスとなっている。一方輸入額は20,056 MDH（US\$5,420百万）、そのうち交易に占める割合は3,610 MDH（US\$975百万）、総輸入額の約18%である。輸入のうち残り16,446 MDH（US\$4,444百万）、割合で82%は国内消費で、主に工業用機械、自動車、食料品等となっている。貿易収支をみると、2/3の割合で輸出超過を示している。各国に対する貿易収支は添付資料、表A.2.5-2、2.5-3に示す。

(3) 国家予算

政府機構は16の省と7つの行政局からなり、その全体の国家予算は1980年度12,300 MDHである。その中で、年間予算の多額な省は全予算額に対する割合で、以下のとおり上位5省で64%以上を占め、特に国防省の割合が36.6%と高い。

| | | |
|---------|--------|------------|
| 国防省 | 36.6% | 4,500 MDH |
| 教育省 | 8.8% | 1,081 " |
| 厚生省 | 8.7% | 1,071 " |
| 内務省 | 5.9% | 730 " |
| 公共事業住宅省 | 4.4% | 538 " |
| 5省計 | 64.4% | 7,920 MDH |
| 全体予算 | 100.0% | 12,300 MDH |

他の省は各々3%以下となっている。

国家予算の伸び率をみると、1978年度に消化した予算を100として1979年には13%増、1980年には79%増となっている（添付資料、表A. 2.5-4参照）。各首長国の中でアブダビ国が同連邦最大の人口と面積及び石油産出量をもち（添付資料、表A. 2.2-4参照）、国家経済のほとんどを担っている。また各首長国はこの連邦政府予算の外に独自の予算をもつが、アブダビ国以外は予算が公表されておらず、その詳しい運営はわかりにくい。

ワデ・アルバセイラ流域水資源開発計画を担当する農業・漁業省の予算は、国家予算のわずか0.65%、80 MDHである。1978年～1980年の同連邦予算は、添付資料、表A. 2.5-4に示す。

2.3 農業と水資源開発の国家投資

(1) 一般

1980年の農業・漁業省の年間予算は80 MDH、1978年が73 MDHであったので、過去2年間の伸びは9.5%である。農業・漁業省の水資源開発に対する投資の主なものはダム建設計画の基本調査で、ワデ・ビイ、ワデ・ハム、ワデ・アルバセイラその他のワデ流域に対して実施調査もしくは実施設計等がなされている。また、地下水開発のための深井戸掘削は東部地区および北部地区のオマーン山脈の裾野を重点的に行っている。

同連邦全体で1978年農地面積は、ほぼ21,600 ha、1980年23,000 haである。農業・漁業省は全国を4つの地域に区分し、各地区に事務所（添付資料、図A. 2.3-1参照）と、その下に細分された地区に支所を設置し、農業技術普及、農業、肥料の普及とその費用の補助等を行っており、この事務所の支所が農民に直結したサービス業務を実施している。以下に各地域の現況農園数、耕地面積を示す。

| 地 区 | 現 況 農 園 数 | 耕 地 面 積 (ha) |
|-----|-----------|-----------------|
| 南 部 | 2,058 | 8,045 |
| 中 央 | 2,759 | 4,326 |
| 北 部 | 2,752 | 7,805 |
| 東 部 | 2,828 | 3,180 |
| 計 | 10,397 | 23,356 |

資料：農業・漁業省（1979）

また、各所に農業試験場がある。そして、農業・漁業省はラッセルハイマーのディグダガにFAOの農業試験場を設置し、ダイドおよびディバの分場では各種の栽培試験等を行っている。

(2) 5ヶ年計画（1978～1982年）

1977年に作成された農業・漁業省における5ヶ年計画書（1978～1982年）の基本事業計画は、以下の主たる6項目からなっているが、これは継続事業と新規事業に分かれる。これらにか

かる総事業費は 577 MDH である。

1) 基本事業計画

- 農業生産物のマーケティング
- 農業技術の向上
- 〃 の普及、サービス
- 農民の農業生産への意欲向上
- 水資源の開発
- 農業生産に対する作物保護

2) 継続事業

農業・漁業省 5 ヶ年計画で取り上げる案件で 1978 年以前からの継続案件は 434 MDH である。その内訳は下記のとおりである。

- 助成事業である農業・漁業の経営および生産資材に対するローン事業費：386 MDH
- 水資源関係開発調査事業費：15 MDH
- 農業生産のためのサービスセンター、中央農業研究所施設、漁業調査、畜産、果樹園開発普及、気象測候所設立、その他農業省関係事務所建設計画事業費：33 MDH

3) 新規事業：142.6 MDH

- 水資源開発計画第一段階航空測量を含む基礎測量調査に 4.0 MDH、第二段階水収支を含むフィージビリティ調査に 10.0 MDH、第三段階実施設計に 2.0 MDH、計 16.0 MDH である。
- 農業試験研究：95.4 MDH
- 農業省幹部職員養成：5.6 MDH
- その他畜産、漁業、流通：25.6 MDH

これらの資料は、アラビア語で書かれた農業・漁業 5 ヶ年計画 1978 年から 1982 年のもので、1977 年 7 月作成された。また本資料は、1980 年 3 月英語に翻訳したものである。資料名はアラブ首長国連邦農業・漁業開発事業 5 ヶ年計画（1978～1982）である。

(3) 都市用水予算

生活用水と工業用水の開発については、電力・水省で実施されているが農業に対する水資源とは分離した開発がなされており、地下水を利用している所でも、地域的な地下水の収支については検討されておらず、一部地域の水不足もしくは海岸地帯の塩水浸入が問題となってきている。

1980 年度電力・水省の予算 291 MDH のうち、水資源に対する投資は約 50%、150.0 MDH である。水の供給における水価は、約 7 フィルス/ガロン（15.5 DH/m³ = 932.4 円）であり、一般需要者からは、そのうち 1.5 フィルス/ガロンを徴収し、残り 5.5 フィルスを政府予算でまかっている。

第 3 章 計画地域の現状

第 3 章 計画地域の現状

3.1. 立地条件

3.1.1. 位置および道路

ワデ・アルバセイラ流域は、アラビア半島最東部において、北西から東西に走るオマーン山脈の最高峰 3,018 m から、遠く北西に向かってほぼ 300 km、北緯 25°-30'、東経 56°-20' に位置し、アラブ首長国連邦の北東部オマーン湾にこの流域の下流部が接している。流域面積は同国第二番目の広さをもつ 260 km² であり、流域はワデ・アルバセイラ本川を中心とする縦断方向ほぼ 30 km、横断方向中央部および下流部オマーン海に接する部分で、ほぼ 6~10 km、それぞれの長さからなり、全体として上流部は南北に、下流部は北東に向かう細長い形状をしている。

この流域の特徴は、上記オマーン山脈が山脈沿いに東西方向へ数多くのワデを形成するなかで、ただ一つ北東に向かって形づくられ、オマーン湾に接していることである。この細長い流域の東西部、他流域との境界線付近の標高はほぼ 500 m であり、中央部ワデ原野はほぼ 100 m、海岸部に接する住宅地域および農業地域はほぼ 10 m 以下である。この地域への交通は、アラビア湾に面するドバイと、オマーン湾に接するフジャイラとを結ぶ対面二車線の高速道路に続いて、フジャイラ国オマーン湾岸線に沿って設けられた、フジャイラとこの流域内のディバを結ぶ海岸道路、更に流域内を縦走してマサフィに至り、ドバイ-フジャイラ幹線道路に連絡する道路網からなっている。

3.1.2. 社会一般

(1) 町・村落と人口

同連邦フジャイラ国、オマーン湾に面する最北部の町ディバはオマーン国の飛地マザンダラン半島の南端部に接し、海岸線の数 km は北南東部へとほぼ 25% の円形の入江を形成している。当地域は、ワデ・アルバセイラの下流部にあって、西部はオマーン領、次いで同連邦の中のシャルジャ領そしてフジャイラ領と 3 分割されている。同連邦領とオマーン領は、明確な境界線または、指標工作物が地上に設けられておらず、ただ一つ海岸部の道路側に、簡単な指標と 1 人のオマーン人監視人がいるのみである。同地域は海岸線沿いに住宅地が並び、その背後に農地が 3.0 km × 1.0 km 幅で展開し、更にその上流部は砂利原野からなっている。

ワデ・アルバセイラ流域内の町、村落は海岸線に接するディバ町と、中流および上流部に合計 10ヶ所前後が点在するのみである。1980年9月現在の人口は 13,200 人、そのうち 3,700 人、28% は在留外国人であり、合計世帯数は 1,340 である。労働人口は農業と漁業の盛んなことから、農業 870 人、7%、漁業 370 人、3% である。人口、農家戸数は添付資料、表 A.3.3-1 に示す。

(2) 住宅、学校および病院

フジャイラ国沿岸地域開発の一環として、ディバ地域も、旧建物はすっかり新しいコンクリー

ト文化住宅に建て換えられ、なお増加する人口に対処するため、公共事業・住宅省は新しい住宅団地をディバ東部沿岸部および中央農業地区上流部に接して計画している。これら海岸部住宅団地は現在、区画道路工事が進行中であり、他の地区はその外柵の道路工事が完了し、内部住宅建設も一部完了している。公共施設として、シャルジャおよびフジャイラ領に小学校があり、他に婦人を対象に手芸、料理、出産に関する指導を行うセンターがある。

また、ディバ地区には、1969年に創設された一つの公立病院があり、医師はすべて外国人である。ベッド数は45あり、1979年にフジャイラ市に病院が設けられるまでは、この地域の最も大きい病院であった。主な病気としてマラリアがある。

(3) 水の供給

ディバ地域への生活用水は、新しい住宅計画地域の上流部の電力・水省事務所敷地内にある3本の深井戸が供給源となっている。水は、直接塩素殺菌したあと、30mの高さの高架水槽(200,000ガロン=900m³)に圧送して貯留し、それより全長38kmの送水パイプによって、住宅地域に自然圧の状態で給水されている。給水パイプは直径16', 12', 8'そして4'からなり、管種は石綿セメント管を使用している。またこの他、予備の水源として、二つの手堀井戸にポンプを据えたものが用意されている。井戸の能力および最近の給水実績は次のとおりである。

| 井戸 | 深さと径 | 機能 | 最近の実績揚水量 m ³ /day |
|-------|-----------|-------|---------------------------------|
| No. 1 | 60 m, 12' | 電動ポンプ | 360 |
| No. 2 | " | " | 500 |
| No. 3 | " | " | 210 |

即ち、ディバ地域13,200人に対して、ほぼ1,300m³/dayを供給していることになり、1人当たりには、ほぼ100ℓ/dayの供給をしていることとなる。通常の運転は、1日8-10時間であり、7:00-11:00、12:00-6:00または、18:00-20:00である。この外、この流域の山間部落には、タンクローリーで給水を行っている。

(4) 電力供給

ディバ地域内には、11.0MWの能力をもつ発電所がある。更に南へ40km離れたギドファ発電所(能力24M/W)から2.0MWが送電可能となっている。しかし、ディバ地域のピーク需要量は夏期で5.7MW、冬期で1.8MWである。そのうちで大口需要は、大理石、タイル工場で、300KWである。

現在、ディバ発電所の設備は下記のとおりである。

| 名称 | 発電機出力 | 型式 |
|-------|--------|-----------|
| No. 1 | 350 KW | ディーゼルエンジン |
| No. 2 | 500 KW | " |
| No. 3 | 9.4 KW | ガスタービン |

3.2 自然状況

3.2.1. 地形

260 km²の面積をもつワデ・アルバセイラ流域は地形・地質特性から主として、(a)石灰岩から構成される北西山地ルス・アル・ジャバル地区、(b)蛇紋岩並びに片岩類から構成され、流域上流部並びに南東山地を形成する中央山地地区、そして(c)ワデを埋めた砂礫原およびこれに連なる海岸砂浜地区に3大別される。ワデ・アルバセイラ本川は厚い砂礫に埋められ、幅広い汜らん原より形成される。この砂利平地は、延長16 km、幅1～5 km、最高標高175 m地形面勾配は、上流部で平均1/85、下流部で1/105である。この平地においては明確な河道は形成されていない。

この平地に注ぐワデ・アバディラ、ワデ・アイアナ、ワデ・アルファイなど比較的大きなワデの河道は、洪積地の谷埋めの固結した砂礫層を10～20 m切刻した廊下状を呈する所が多い。ワデ・アバディラでは、この洪積桌面は、標高200～400 mの間を平均勾配1/50で傾斜した平坦面（下位段丘）として明瞭である。この段丘面は、砂利平地の下流側でも左右岸山脚部に連結している。山間部は一般に植生がないが、砂利平地に樹高ほぼ3.0 mのアカシアブッシュと呼ばれるかん木が点在する。

3.2.2. ワデ

ワデ・アルバセイラ本川は全長ほぼ30 kmあり、流域内のワデはこの本川のワデの外に、左岸流域にある二つの代表的な支川、ワデ・アイアナおよびワデ・アルファイをして更に左右岸の流域の多くの小ワデから構成されている。これらワデの多くは、山間部の谷間において、流跡を残した河道を形成している。

これらの多くの谷間においては、ワデの地表水または地下水利用によって、狭い農園が開かれ、デーツと共に野菜をつくっている。特にワデ・アイアナでは、全線にわたり顕著に行われている。本川中流部は、ワデの幅も広く、更に下流部にかけては、本川の左右岸流域から発達した数多くのワデと合わせて、扇状に広がる砂利平地の中を下流平野部の農業地域へ接続している。この農業地域から海岸部を通して海に接続するワデは、4つ数えることができるが、そのうちの2つは、海岸道路で締切られ、残りの2つのうちの1つが開さくされ、河口付近は、海水の干満の影響を受けている。更に、他の1つは、海岸道路暗きよの下を通ることになるが、通常時には海岸砂で埋まっている。

3.2.3. 気象および水文

(1) 気象

アラブ首長国連邦における気象水文観測の歴史は浅い。1965年に至り、全国を9ブロックの水文区に分割し、気象、降雨、洪水、フェラージ等の湧水、地下水位等に関する観測が本格的に開始された。その後、1967年に最初の気象水文年報（Water Resources Survey Yearbook）第1号が、更に1970年に至り、第2号が公共企業局水利部から刊行された。1971年の連邦独立に伴い、農業・漁業省がこれらの観測を引き継ぎ、1977年に至り、連邦の水文年報第1号が刊行さ

れ、今日に至っている。

本プロジェクト地区は、連邦における9水文区のうち第3水文区バチナ海岸平野に属する。この水文区は、連邦東部オマーン湾沿岸地帯一帯を包括する。本水文区の最大の流域は、フジャイラ酋長国の首都フジャイラを流下するワデ・ハムであり、次いで本プロジェクト地区ワデ・アルバセイラ、次いでコール・ファカンの後背流域のワデ・シーである。ワデ・アルバセイラにおける気象観測は、ディバにおいて1965年から行われている。1971年の連邦独立以降は、この観測は農業・漁業省ディバ事務所に引き継がれ、現在に至っている。本地区に隣接した観測所は、マサフィ、コール・ファカン、フジャイラ等である。ワデ・アルバセイラの水文観測はディバ観測点における降雨以外は全然行われたことはなく、本調査団により初めて観測所が設置された。

ディバ観測所における1973～1979年の7ヶ月の気象要素の平均値を示すと、次のようになる。

| | |
|-------|------------|
| 風速 | 173 km/day |
| 気温 | 27.6 °C |
| 相対湿度 | 68 % |
| 計器蒸発量 | 3,600 mm |
| 降雨量 | 99 mm |

詳細は添付資料、表A. 3.4-1、図A. 3.4-1に示す。また同連邦の主要な10観測所における1968～1976年の気象平均値を添付資料、図A. 3.4-2に示す。また、ディバにおける各要素の月平均値年表を添付資料、表A. 3.4-2から3.4-9に示す。

(2) 降雨

連邦における35降雨観測所の1966～1979年水文年における単純平均年降水量は100.9mmである。これらの観測値のうち山岳水文区 (Mountain Region) の14観測所の平均値は134.4mm/年、砂漠前縁地帯、並びに西海岸水文区 (Desert Foreland West Coast) における7観測所の平均値は68.9mm/年、礫平原区 (Gravel Plains) における13観測所の平均値は97.8mm/年、そして、東海岸区 (East Coast) のディバを含む4観測所のそれは102.6mm/年となっている。これらの平均値による等雨量線図を添付資料、MAP3.4に示す。

ディバ観測所における降雨記録は1965/66水文年以降得ることができる。これらの記録を月別年表で添付資料、表A.3.4-7に示したが、この14ヶ年の平均値は99.4mm/年であり、そのほとんどは、11月から4月に降り、年降雨の79%が1・2・3の3ヶ月に集中する。

(3) 潮汐

東海岸における潮位観測はコール・ファカンで行われている。潮汐の諸元を以下に記す。

| | | | |
|---------|--------|---------|--------|
| 大潮平均高潮位 | 2.13 m | 小潮平均低潮位 | 1.08 m |
| 小潮平均高潮位 | 1.82 | 大潮平均低潮位 | 0.30 |
| 平均水面 | 1.36 | 基本水準面 | 0.00 |

但し、Halcrow Marine Datumを基準とする。

(4) 水 文

1) 概 要

本流域における水文研究は、最終的に将来の水利用に対する地下水涵養の確保量の程度および涵養ダムの設計のための確率洪水量の評価を目的としている。

この目的のために適用できる水文データは乏しく、統計的に信頼できるものは過去10ヶ年間の日降雨量のみであり、過去の洪水記録は皆無である。

幸い、調査期間中に3回の洪水流出が調査団により観測され、連邦政府農業・漁業省の多大の協力により、一連の本格的な水文地質調査が実施された。

従って、本水文研究は上記のデータを駆使して実施された。

このような背景における水資源評価のための水文研究は、できるだけ単純なモデルにより水文現象をシミュレートすることが実用的に便利である。従って、構造的な数学モデルにより洪水流出・蒸発散・土壌保留・地下水涵養をシミュレートする。

2) 水文観測網

本調査団は、本水文研究と将来の継続観測のために本流域内に水文観測網を設置した。

8個の自記雨量計と6個の洪水水位計が、代表的な単位流域の要点に設置されたほか、地下水頭の継続観測を目的として、9個所の新設の試験井戸に地下水水位計が設置された。

これらの観測計器の位置を図3-1に示す。

これらの計器による実際の観測は1980年9月から開始した。

3) 1979年の12月まで洪水流出は観測されたことはなく、本調査の開始直後12月30日に発生した洪水から調査団による調査が実施された。

1981年4月30日並びに5月2日に2回の洪水が発生したが、これらの洪水は洪水水位計により初めて捕捉された。その記録概要を表3-2に示す。

これらの洪水および関連した降雨について以下に述べる。

降 雨

ディバ観測所における降雨記録は、雨量計が設置されてからの全期間は得られず、途中欠測がある。これらの欠測値は、本連邦で最古の記録のあるシャルジャの降雨記録との相関により補足するものとする。

本流域内の最長の降雨記録はディバのもののみであるが、この記録は全流域を代表するものとは考えにくい。流域内の降雨分布は、調査団による観測網設置以降1980/81水文年のみが見られる。1980年10月から1981年6月までの各地点の月別降雨量表を表3-1に、合計降雨量による等雨量線図を図3-2にそれぞれ示す。

ディバ観測所の降雨記録のうち欠測のないものは10ヶ年分のみである。これらの記録による最大年間降雨量は、1976/77年の246.5 mmであり、再現期間は35年のものである。平均年降雨量は32 mmである。

また、年最大日降雨量の確率値を列記すると下表のようになる。

| 再現期間 (年) | 年最大日降雨量 (mm/日) |
|----------|----------------|
| 2 | 33 |
| 5 | 52 |
| 10 | 65 |
| 20 | 79 |
| 50 | 98 |
| 100 | 113 |
| 200 | 128 |
| 500 | 151 |
| 1,000 | 168 |
| 10,000 | 230 |

ディバ観測所の自記雨量計は1978年に設置されたため、降雨強度および降雨継続時間のデータは最近3ヶ年のものしかない。本調査団の設置した雨量計の記録も含めて分析すると、大部分の降雨の継続時間は4時間前後であり、降雨強度は比較的大きいことが判る。

洪水を発生させた3回の降雨分布を見ると、最初の2時間で、70%の降雨が集中している。従って、設計降雨継続時間は4時間とし、降雨分布は下記のとおりとする。

| | |
|------|-----|
| 1時間目 | 10% |
| 2時間目 | 60% |
| 3時間目 | 20% |
| 4時間目 | 10% |

ディバ地点の降雨は直接流域降雨量とは考えられない。従って流域内の単位小流域に適用する降雨は、ディバ降雨量に単位流域毎に定めた降雨係数を乗じた値とする。

降雨係数は、単位流域の平均標高に係るものと、流域の大きさに係るものの2つに分けて考えるものとする。

流域標高に関する降雨係数はディバ観測所における平均年降雨量(99mm)と観測地点標高(E 1.20m)に対する本流域最上流部に近いマサフィ観測所の平均年降雨量(160mm)と地点標高(E 1.450m)の関係を適用する。

流域面積に関する係数は、先にUSBRが本地方で適用したてい減係数をそのまま適用することとする。

本流域をその地形・地質・水系の特性に従って11に分割した単位流域について上記の降雨係数を示すと表3-3の様になる。この表には9個の雨量計で実測された降雨係数も併記する。

洪水流出

1979年12月30日に雷雨が本流域を直撃し、ディバで19.6mm、マサフィで41.0mmの降雨があり、洪水が発生した。本洪水はその痕跡や地元住民からの聞き取りにより、本流域の主要なワデでのピーク洪水量が下記のように算定できる。

| | ワデ・アイアナ | ワデ・アルファイ | ワデ・ザンハー | ディバ |
|----------------------------|---------|----------|---------|-----|
| 流域面積 (km ²) | 18 | 26 | 12 | 260 |
| ピーク洪水量 (m ³ /秒) | 21 | 35 | 14 | 14 |

1981年4月30日並びに5月2日の2回にわたり流域内に設置した6個の洪水計は、洪水流出を記録した。これらの洪水と関連する降雨をまとめると添付資料、表A.4.1-34のようになる。右岸系のワデ・アバディラ、ワデ・アイアナおよびダムサイトにおける流出率は1%未満であるのに対し、左岸系のワデ・アルファイおよびザンハーでのそれは19%にも達していることが注目される。全流域を代表するディバ地点でのそれはおよそ2%である。

上記の洪水流出から算出される時間当りの降雨損失は最大20mm最小6mmにも達する。

設計洪水量を算出するに当っては、実測のハイドログラフが乏しいため、USBRの提案による遅れ時間無次元図法 (Lag-time dimensionless graph method) により単位図を算定した。この単位図は、1981年4月・5月の流出洪水のパターンによく合致している。

上記の確率日降雨量・降雨の時間分布・降雨損失並びに単位図を適用して本流域の主要地点における確率洪水量を算出すると表3-4の様になる。ダム地点の洪水吐設計洪水量は10,000年の値を適用するものとし、2,320m³/秒の値となる。

4) 水文収支

ワデ・アルバセイラ流域における水資源はほとんどが地下水であり、この地下水は降雨のみから由来すると考えられる。

この降雨は冬期の寒冷前線に伴う雷雨によりもたらされ、年1~2回鉄砲水型の洪水を発生している。これらの洪水は山地ワデを急速に流下し、砂礫原で地下水を涵養しながら、ディバオアシスを経てオマーン湾に注いでいる。

このような水文挙動にもとづく現況並びに本プロジェクトの実施により強化される地下水涵養の実態を評価するためには、水文循環を総合的、構造的に取扱う必要がある。この取扱いは、貯留モデル (いわゆるタンクモデル) を適用して行うことが実用上最も便利であるので本解析はこれを適用することとした。

この貯留モデルを詳細に組立てるためには降雨・地表流出・地下水頭等の時系列値が不可欠であるが、本流域では降雨以外のデータに乏しい。従って、本流域での厳密なモデルの構築は不可能であるが、特に地下水涵養機構を解明し、地下水資源の開発効果の評価を可能にする必要性から、大胆にこのモデルの適用を試みた。従ってこのモデルの適用により以下に述べる水文収支解析は概略であり、いくらかの誤差を含むことを念頭に置く必要がある。

本流域の貯留モデルは、全流域を11個の単位流域に分割し、個々の単位流域毎に直列のモデルを、そしてこれらのモデル列を水系に従って連結したものとする。流域分割並びにその系列を図3-3に示す。

モデル構築に用いる検証データは前述の洪水流出の実績、山地ワデにおける基底流、ディバにおける地下水利用量、地下水流速およびディバ観測所における計器蒸発量等である。入力パラメータは1979/80年まではディバ地点日降雨量に各単位流域毎の降雨係数を乗じた値であり、1980/81年については流域平均降雨量であるとする。

各単位流域を代表する直列タンクのうち最下段タンクは地下水、あるいは基底流を支配するものとし、他のタンクは地表流出・蒸発散並びに土壌保留を支配するものとする。地表系タンクからの流出は下流タンク列の最上段タンクに流入するものとし、地下水タンクからの流出は下流タンク列の最下段タンクに流入するものとする。

蒸発散はタンク内の貯留から差引く。第1段が空であれば第2段・第3段から一定の割合で差引くが、最下段タンクからは差引かないものとする。

地下水流域における最下段タンクは貯留率の概念を適用する。これは地下水頭の挙動を実測値と合わせるため、0.015とする。他のタンクの貯留率は1.00ということになる。

数10回の試行により最終的に採用したモデル・パラメータを図3-4に、全体モデルの概念模式図を図3-5にそれぞれ示す。

このモデルにより算出される過去21ヶ年平均の水文収支は下表の様になる。

ワデ・アルバセイラ流域現況の水文収支（21ヶ年平均）

| | 水 深 (mm/年) | 水 量 (MCM/年) | 降雨に対する100分率 |
|---------|---------------|----------------|-------------|
| 降 雨 | 128 | 33.3 | 100.0 |
| 蒸 発 散 | 109 | 28.3 | 85.0 |
| 地 表 流 出 | 8 | 2.1 | 6.2 |
| 地下水涵養 | 11 | 2.9 | 8.8 |
| 地下水流出 | 11 | 2.9 | 8.8 |

平均年降雨量128mmに対し蒸発散は85%、109mmに達する。残りの19mmのうち地表流出としてオマーン湾に注ぐ量は降雨の6.2% 8mm、2.1MCMであり、8.8%の11mm、2.9MCMが地下水を涵養している。この地下水は、現在ほとんど全量が利用されていると見られ、今後開発しうる水量は地表流出としてオマーン湾に失われている2.1MCMである。

上記の貯留モデルによる過去21ヶ年の水文収支のうち最近の5ヶ年の地表流出率を本流域に隣接する5つのワデ流域の実測の流出率と比較してみると図3-6の様になる。この図は、北部オマーン並びに熱帯アフリカ、乾燥地帯における同様なワデ流域での値を併記してある。

流域面積および、年降雨量により流出率は種々の値を示すが、全体の傾向から見て、本流域で算出された流出率は妥当である。

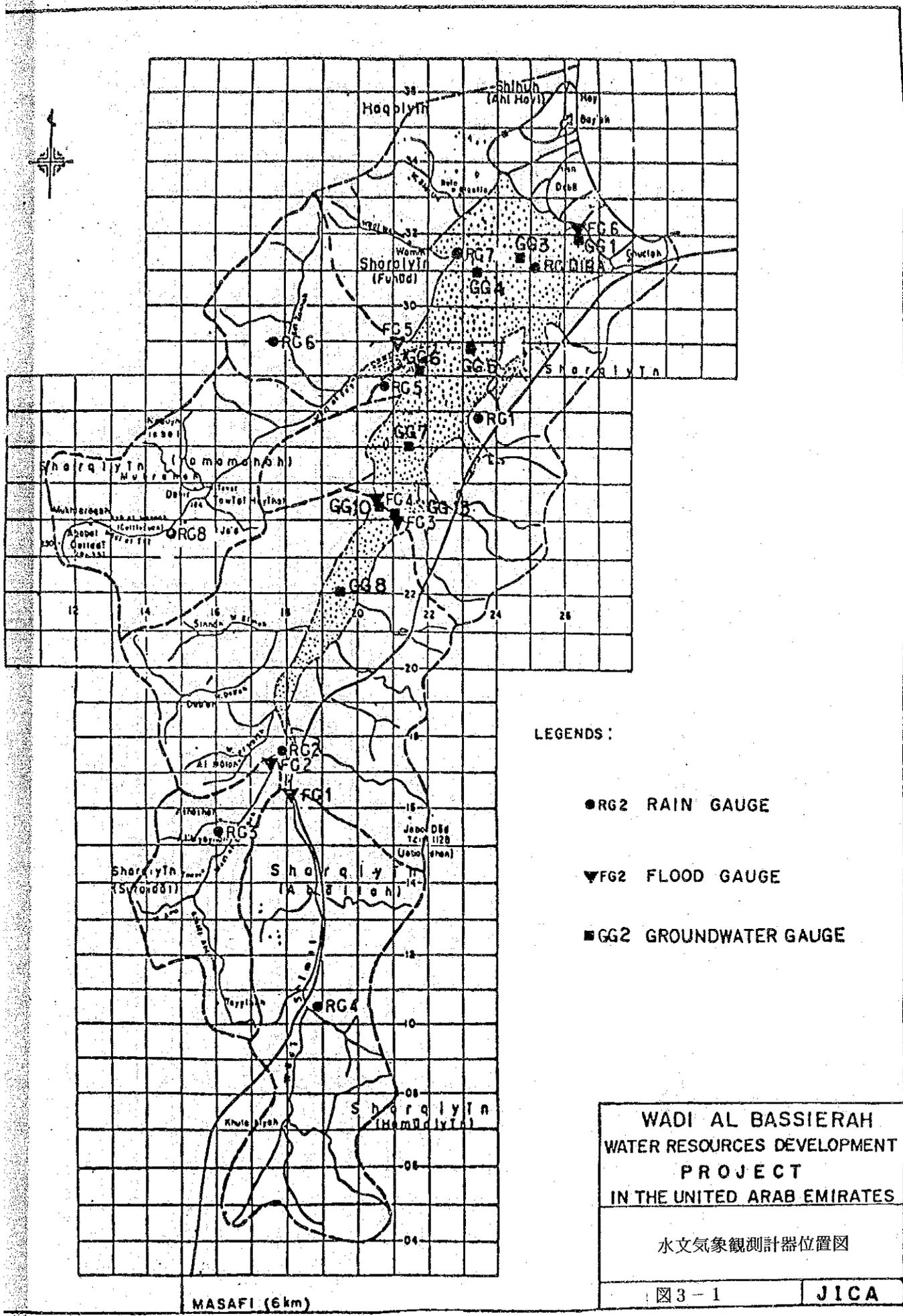


表3-1 1980/81年ワデアルパセイラ流域月別降雨記録

(unit: mm)

| Gauge Month | (unit: mm) | | | | | | | | Basin Mean | | |
|----------------|------------|-------|-------|----|------|------|------|-------|---------------|-------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | Dibba | Masafi |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | NR | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 24.0 | 0.5 |
| 11 | 3.5 | 2.0 | 9.0 | NR | 1.5 | 10.5 | 10.5 | 2.5 | 1.0 | 10.2 | 5.1 |
| 12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | NR | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| 1 | 0.0 | 12.5 | 1.0 | NR | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.2 | 3.4 | 2.4 |
| 2 | 13.5 | 21.5 | 13.5 | NR | 37.0 | 20.5 | 0.0 | 55.0 | 0.2 | 2.2 | 21.8 |
| 3 | 3.0 | 15.0 | 11.5 | NR | 5.5 | 9.5 | 1.0 | 2.5 | 24.2 | 22.6 | 9.2 |
| 4 | 18.0 | 42.5 | 38.5 | NR | 17.5 | 21.5 | 21.5 | 25.0 | 38.8 | 12.8 | 29.3 |
| 5 | 4.5 | 35.5 | 46.0 | NR | 26.0 | 7.5 | 42.5 | 25.5 | 32.8 | 41.8 | 30.0 |
| 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | NR | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| Total | 42.5 | 129.0 | 119.5 | NR | 88.0 | 69.5 | 76.5 | 110.5 | 97.2 | 118.0 | 98.3 |

Note: NR = No Record

表 3 - 2 1981 年 4 月、5 月観測洪水流出概要

| Basin | | Gauge | Date | Daily Basin Rainfall (mm) | Flood Volume (1,000m ³) | Flood Depth (mm) | Runoff Coefficient (%) |
|-----------------|-------------------------|-------|----------|---------------------------|-------------------------------------|------------------|------------------------|
| Name | Area (km ²) | | | | | | |
| Abadelah | 43 | FG-1 | 30-4 | 37.0 | 16.3 | 0.38 | 1.02 |
| | | | 2-3-5 | 31.9 | 9.6 | 0.22 | 0.69 |
| Uyaynah | 17 | FG-2 | 30-4 | 36.8 | 3.4 | 0.20 | 0.54 |
| | | | 2-3-5 | 45.1 | 4.4 | 0.26 | 0.58 |
| Dam Site | 122 | FG-3 | | - | 19.8 | - | - |
| | | FG-4 | 30-4 | - | 6.0 | - | - |
| | | Total | | 36.5 | 25.8 | 0.21 | 0.58 |
| | | FG-3 | | - | 31.0 | - | - |
| | | FG-4 | 2-3-5 | - | 5.8 | - | - |
| | | Total | | 38.4 | 36.8 | 0.30 | 0.78 |
| Al Fay & Zanhah | 49 | FG-5 | 30-4-1-5 | 22.6 | 209.2 | 4.27 | 18.89 |
| | | | 2-3-5 | 17.6 | - | - | - |
| Dibba | 240 | FG-6 | (30-4) | 28.7 | 147.4 | 0.61 | 2.13 |
| | | | (2-3-5) | 24.6 | - | - | - |

表3-3 降雨係數

| No. | Basin | | | Observed | | Adopted Factor |
|-------------------|------------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|----------------|
| | Name | Area (km ²) | Mean Elevation (m) | Basin Rainfall (mm) | Factor to Dibba Rainfall | |
| 1 | Abadelah | 48 | 540 | 120.2 | 1.24 | 1.39 |
| 2 | Uyaynah | 18 | 400 | 119.5 | 1.27 | 1.33 |
| 3 | Jabal Dee | 20 | 550 | 129.0 | 1.33 | 1.51 |
| 4 | Sinnah | 25 | 380 | 115.2 | 1.19 | 1.25 |
| 5 | UP.GR.PL. | 11 | 170 | 127.0 | 1.31 | 1.09 |
| 6 | R-B Hill | 23 | 310 | 49.9 | 0.51 | 1.17 |
| 7 | Al Fay | 26 | 440 | 101.8 | 1.05 | 1.35 |
| 8 | Jabal Wamm | 39 | 520 | 74.5 | 0.77 | 1.37 |
| 9 | L.GR.PL. | 14 | 70 | 82.6 | 0.85 | 0.94 |
| 10 | R.GR.PL. | 26 | 40 | 70.8 | 0.73 | 0.89 |
| 11 | Coast St. | 10 | 20 | 95.6 | 0.98 | 0.91 |
| <u>Total/Mean</u> | | <u>260</u> | <u>293</u> | <u>97.8</u> | <u>1.02</u> | <u>1.25</u> |

表3-4 確率洪水量

| Return Period (Year) | Area (km ²) | Dam Site | A1 Fay | Dibba | Uyaynah |
|-------------------------|----------------------------|----------|--------|--------|---------|
| | | 122 | 26 | 260 | 18 |
| 10,000 | P | 2,320 | 780 | 3,210 | 490 |
| | V | 27,070 | 6,370 | 45,380 | 4,050 |
| 500 | P | 1,430 | 490 | 1,980 | 290 |
| | V | 16,050 | 3,810 | 27,180 | 2,160 |
| 200 | P | 1,170 | 410 | 1,630 | 240 |
| | V | 12,840 | 3,060 | 21,880 | 1,720 |
| 100 | P | 1,000 | 350 | 1,390 | 200 |
| | V | 10,740 | 2,580 | 18,430 | 1,430 |
| 50 | P | 830 | 290 | 1,160 | 160 |
| | V | 8,650 | 2,090 | 14,980 | 1,150 |
| 30 | P | 710 | 250 | 990 | 140 |
| | V | 7,200 | 1,730 | 12,450 | 940 |
| 20 | P | 630 | 220 | 870 | 120 |
| | V | 6,310 | 1,500 | 10,760 | 780 |
| 10 | P | 480 | 170 | 670 | 90 |
| | V | 4,740 | 1,140 | 8,180 | 570 |
| 5 | P | 340 | 130 | 480 | 60 |
| | V | 3,290 | 810 | 5,790 | 380 |
| 3 | P | 250 | 90 | 340 | 40 |
| | V | 2,260 | 550 | 3,940 | 240 |
| 2 | P | 170 | 60 | 230 | 20 |
| | V | 1,510 | 370 | 2,660 | 110 |

Notes: P; Peak Discharge (m³/sec)
V; Volume (1,000m³)

图3-3 流域分割图

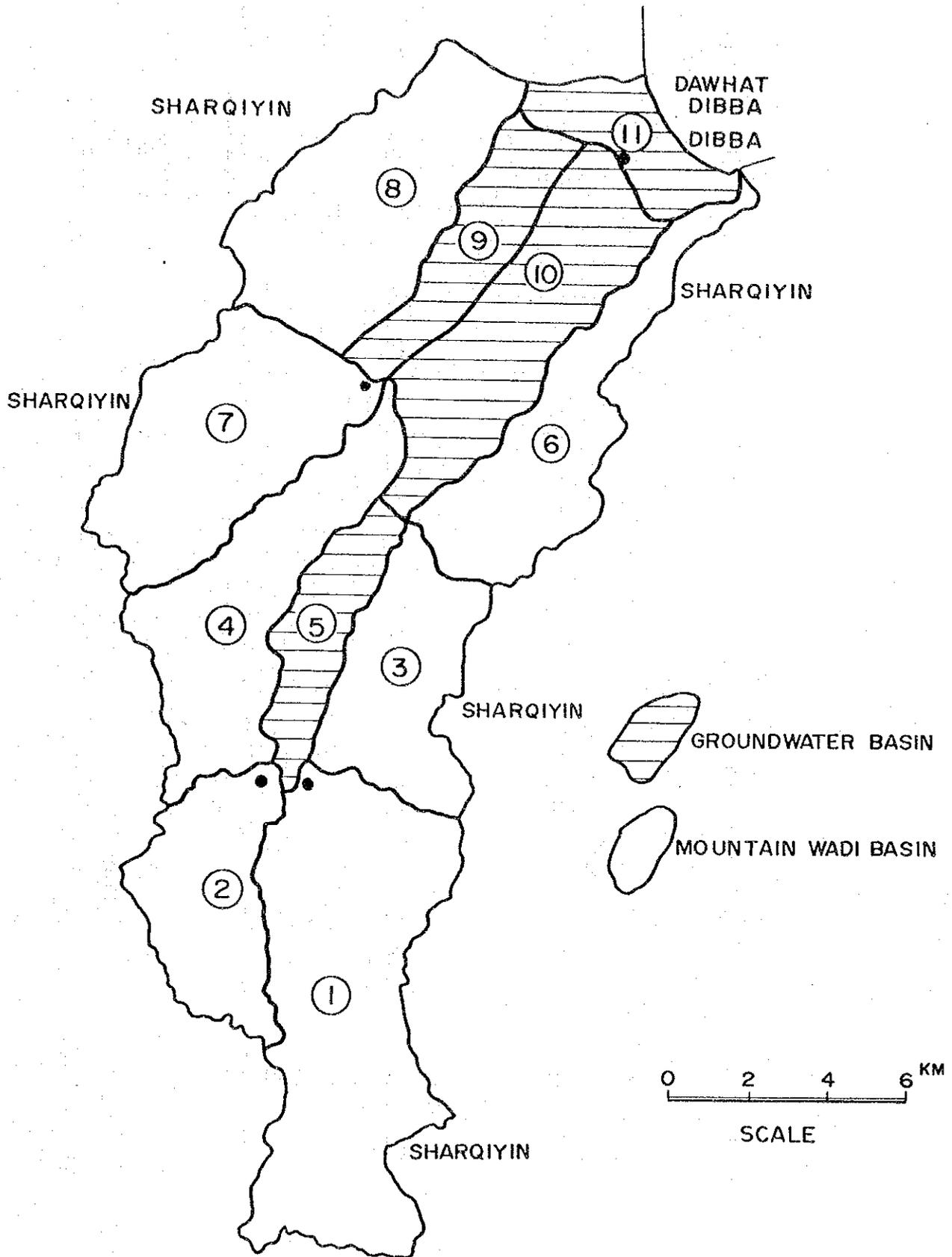
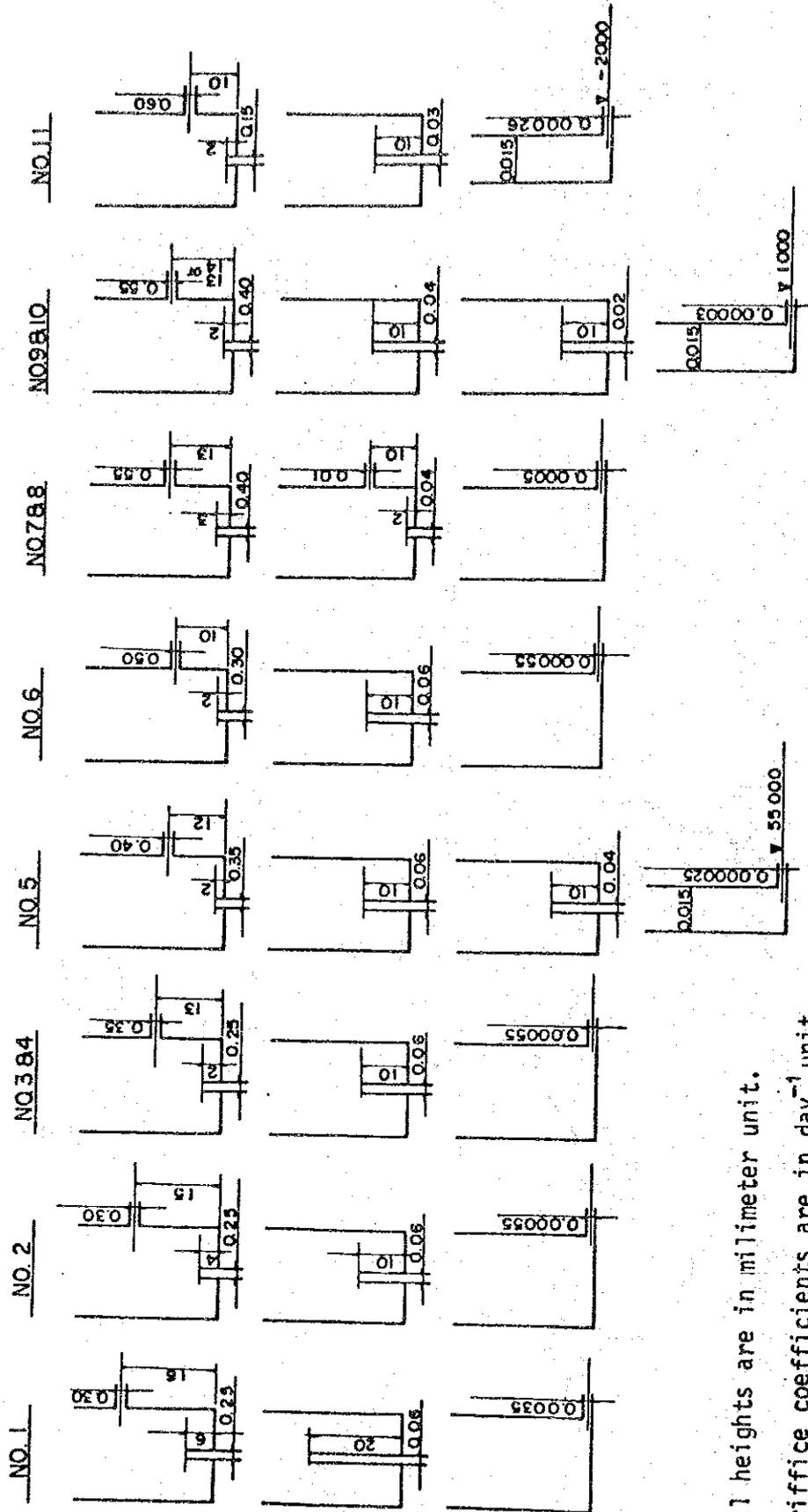


図3-4 タンクモデル諸元



Notes: All heights are in millimeter unit.
Orifice coefficients are in day^{-1} unit.

図3-5 タンクモデル概念模式図

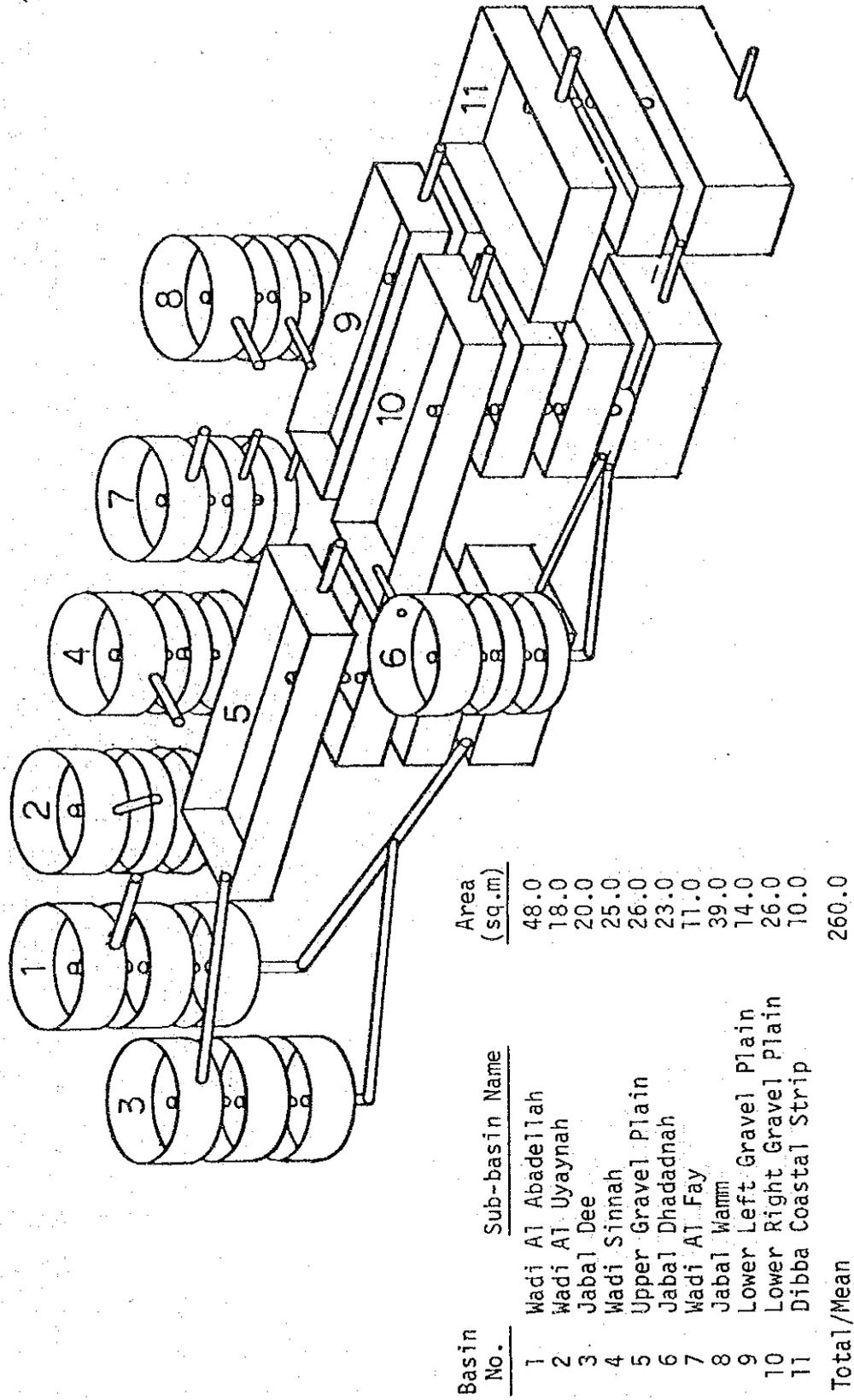
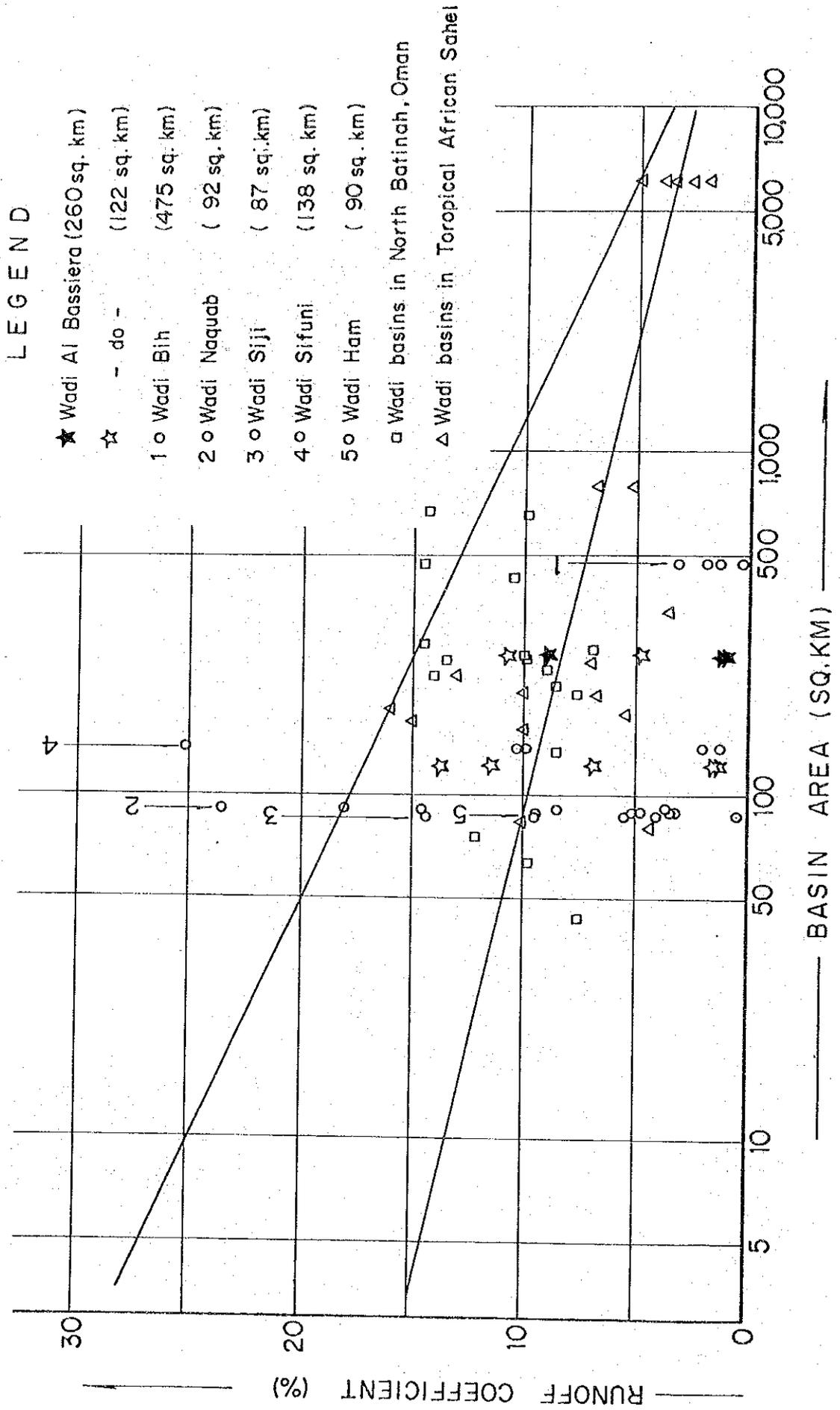


图 3-6 流出系数



3.2.4. 地質及び土壌

(1) 地 質

ワデ・アルバセイラ流域およびその周辺の地質は、(a)古生代二疊紀から後期白亜紀に亘る海底火山噴出物と関連する火成岩類で、この地域でセマイル岩類、(b)中生代三疊紀から白亜紀の一連の海成堆積岩類で、この地域でハワシナ層群、(c)上記二つの古期岩類を覆う新第三紀末から第四紀洪積世に堆積した段丘砂礫層、(d)沖積世の現河床等により構成されている。

特にハワシナ層群は珪質岩、石灰岩および海底噴出物に由来する変成岩類である。流域内ではワデ・アルファイを境とした北西側（左岸側）に主として大理石、結晶質石灰石とチャートの互層が、ワデ・アルファイとワデ・アバディラにクサビ状の山塊に石灰質片岩、緑色片岩、石英片岩、及び関連する各種の結晶片岩が露出する。

また、段丘砂礫層としてワデを埋める新期砕屑、堆積層は、電気探査およびボーリング調査の結果から、下流部では 150 m 以上、中流部アルバセイラダム予定地点では 60 m 前後の層厚をもって基盤岩類を覆う。これらの堆積層は、ほとんどが砂礫からなるが、海岸部以外では崖錐、高位段丘、低位段丘および現世ワデの各堆積層の順で重なり合っている。一般に高位段丘堆積層は、二次炭酸塩により固結し、むしろ礫岩の層相を呈し、低位段丘も固結し、半固結相をしている。

流域の地質図を図 3-7 に示す。

(2) 土 壤

1) ワデ扇状地の土壌

FAO, UNESCO 世界土壌図 (1:5,000,000) によるとワデ・アルバセイラ流域は、砂漠土、砂礫土および岩屑土の組み合わせ、並びに沖積土からなっている。ワデ扇状地の土壌は、ワデの堆積物により形成されたゆるやかな扇状地の上に発達した土壌であり、地表は種々の大きさの石礫 (1~20 cm) よりなる砂漠舗石で覆われ、これら舗石の直下には下流になるにしたがい厚くなる (5~15 cm) 礫含量の少ない砂、シルト層があり、さらに下層には石礫および砂礫層が存在している。一般に土壌生成は未熟であり、断面の発達はない。また、根の伸長を妨げる非常に硬い層が出現する。

局部的ではあるがアカシアの樹下、あるいはくぼ地にシルトの沈積がみられるが、このシルトの堆積物は表層部での透水性に影響を与えるものと推定される。ワデ・アルバセイラ扇状地の両岸は、地質的に異なる山系で囲まれており、このため扇状地の土壌は、各々異なる母岩の影響を強く受けている。

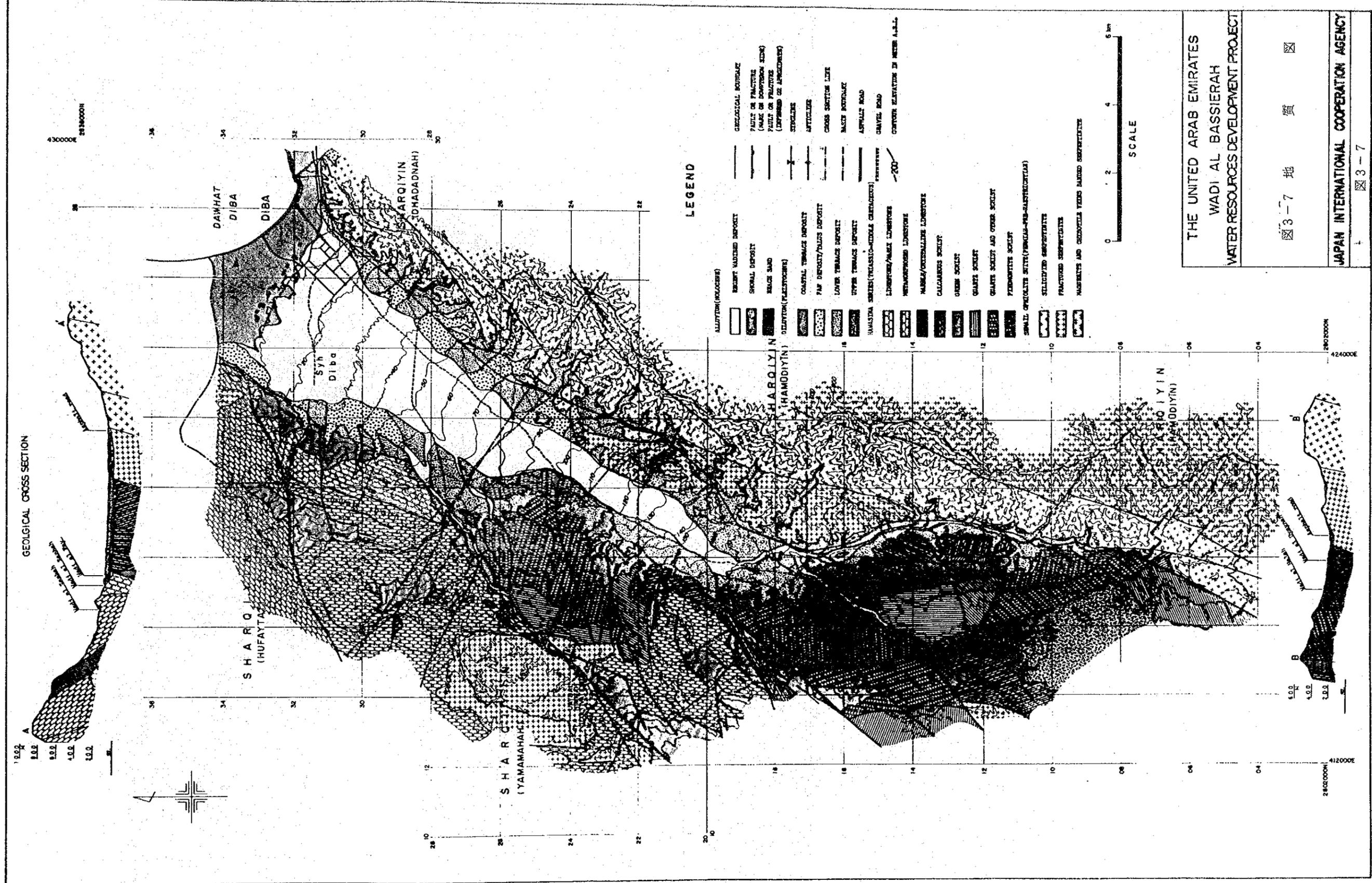
ワデ右岸地区の土壌 (試坑 No. 7.8.13) には、かんらん岩、蛇紋岩を母材とする円礫および平角礫 (0.5~20 cm) が多く存在し、舗石を構成する石礫の上部表面は鉄、マンガンの酸化物が沈着して出来た砂漠ワニスと呼ばれる暗い光沢のあるフィルムで覆われている。また地表より 50 cm 以下にある石礫の下部表面は炭酸石灰の薄い皮殻でコーティングされており、これらの石礫は互いに接着している。

左岸地区の土壌（試坑№12）はチャート、石灰岩を母材とする、より小さい白色、栗色、緑色の角礫を多く含む砂壤土で大礫はほとんど存在しない。また舗石の砂漠ワニスや下層の石灰の薄い皮殻の存在もほとんど認められない。ワデ中央部の土壌（試坑№1.9）には、左右両山系に由来する石礫が混在している。

2) 海岸平地の土壌

砂利平地の海岸平坦部の土壌は、比較的厚く堆積して発達した土壌で、表層は大部分が砂壤土ないし、壤質砂土であり、下層は砂土であることが多い。ワデ扇状地の土壌同様、左右の山系のそれぞれ異なる構成岩石に由来する石礫が存在し、さらに海岸線沿いには海成沖積土の発達が見られる。右岸地区の土壌（試坑№2.10）は地表下20cm前後までは、にぶい黄褐色の砂壤土であるが、かんらん岩、蛇紋岩系の礫を多く含んでいる（40～44%）。下層には一般に粗砂ないし細砂を伴う礫層が出現する。一般に土壌の塩類濃度は下層程高い傾向を示している。

一方、左岸地区の土壌（試坑№3.4.6.11）は礫含量5%以下で、表土は暗褐色の砂壤土ないし壤質砂土であるが、下層土は砂土となる場合が多く、右岸地区に比べ粘土含量はやや高い傾向にある。海岸沿いの海浜低地には、海浜砂を主成分とする海成沖積地が発達しており、試坑№5地点では下層には貝殻珊瑚の破片が多数出現している。表土は暗褐色で湿っており、ややくぼ地の地表には塩類皮殻が認められている。土壌中の塩類濃度は高く（4.0～13.9 $\mu\text{mhos/cm}$ ）また可溶性イオンの組成からしても、明らかに海水の影響が考えられる土壌である。これら土壌調査に関する事項は添付資料3.5.2項及び、図3-8、図3-9に示す。

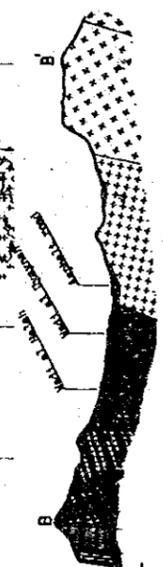


GEOLOGICAL CROSS SECTION

1:500
1:100
1:200
1:400
1:800



1:500
1:100
1:200



LEGEND

- | | | | | | |
|--|------------------------------|--|--|--|--|
| | ALLUVIUM (WADI/SAND) | | RECENT WADI/ED DEPOSIT | | GEOLOGICAL BOUNDARY |
| | SMALL DEPOSIT | | FAULT OF FRACTURE (MARK OF DISPOSITION SIDE) | | FAULT OF FRACTURE (IMPRESSED OR APPROXIMATE) |
| | SAND | | STIPPLED | | ARTIFICIALIZE |
| | DUNE (EOLIAN) | | COASTAL TERRACE DEPOSIT | | CROSS SECTION LINE |
| | COASTAL TERRACE DEPOSIT | | FAN DEPOSIT/WADI DEPOSIT | | WADI BEDROCK |
| | LOWER TERRACE DEPOSIT | | UPPER TERRACE DEPOSIT | | ASPHALT ROAD |
| | UPPER TERRACE DEPOSIT | | SHALSHALA SERIES (TERTIARY-MIDDLE CRETACEOUS) | | GRAVEL ROAD |
| | LIMESTONE/WADI LIMESTONE | | LIMESTONE/WADI LIMESTONE | | CONTOUR ELEVATION IN METER A.S.L. |
| | METAMORPHOSED LIMESTONE | | MARBLE/CRYSTALLINE LIMESTONE | | |
| | MARBLE/CRYSTALLINE LIMESTONE | | CALCARENITE SOIL | | |
| | GREEN SOIL | | QUARTZ SOIL | | |
| | QUARTZ SOIL | | QUARTZ SOIL AND OTHER SOIL | | |
| | QUARTZ SOIL AND OTHER SOIL | | FERRUGINOUS SOIL | | |
| | FERRUGINOUS SOIL | | SMALL OPICULATE STRATA (FIBROUS-SUB-SUBSTRATOID) | | |
| | SILICIFIED OPICULATE | | FRACTURED OPICULATE | | |
| | FRACTURED OPICULATE | | MAMMALS AND CHONDROLA YERES BANDED OPICULATE | | |

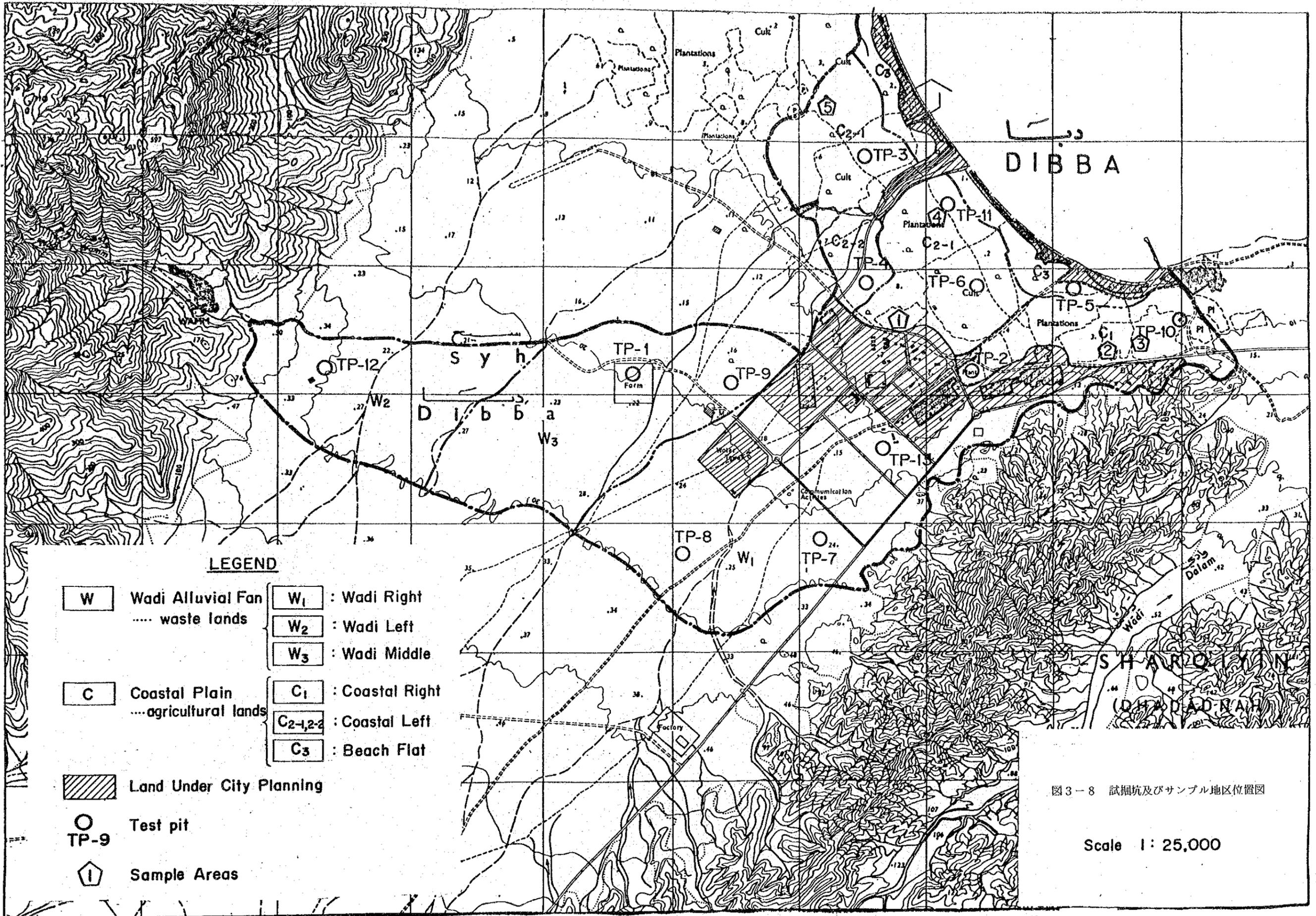


THE UNITED ARAB EMIRATES
WADI AL BASSIERAH
WATER RESOURCES DEVELOPMENT PROJECT

図3-7 地質図

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

1 図3-7



LEGEND

- | | | | |
|----------|---|----------------------------|-----------------|
| W | Wadi Alluvial Fan waste lands | W₁ | : Wadi Right |
| | | W₂ | : Wadi Left |
| | | W₃ | : Wadi Middle |
| C | Coastal Plain agricultural lands | C₁ | : Coastal Right |
| | | C_{2-1,2-2} | : Coastal Left |
| | | C₃ | : Beach Flat |
| | Land Under City Planning | | |
| | Test pit | | |
| | Sample Areas | | |

图3-8 試掘坑及びサンプル地区位置図

Scale 1 : 25,000

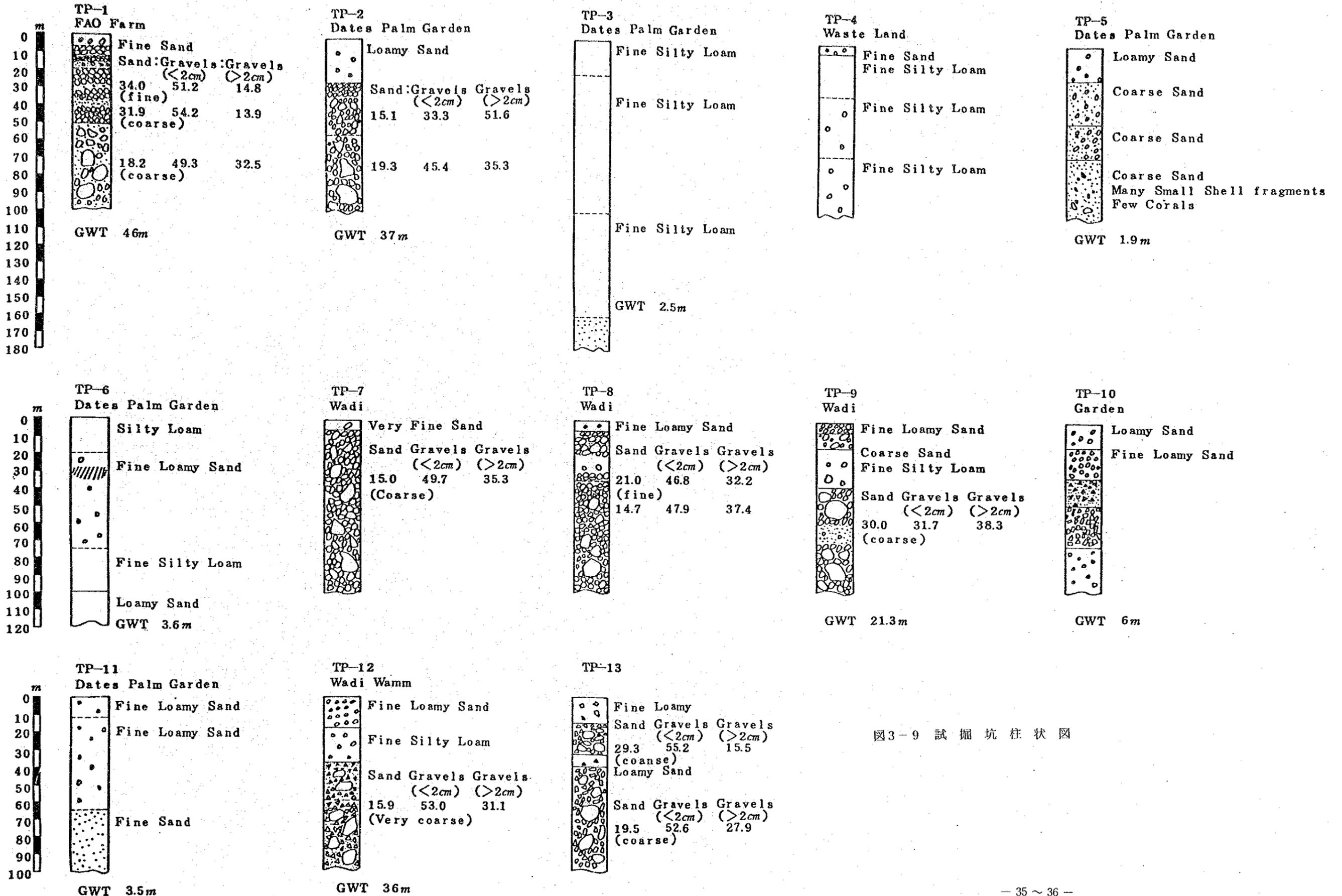


图3-9 试掘坑柱状图

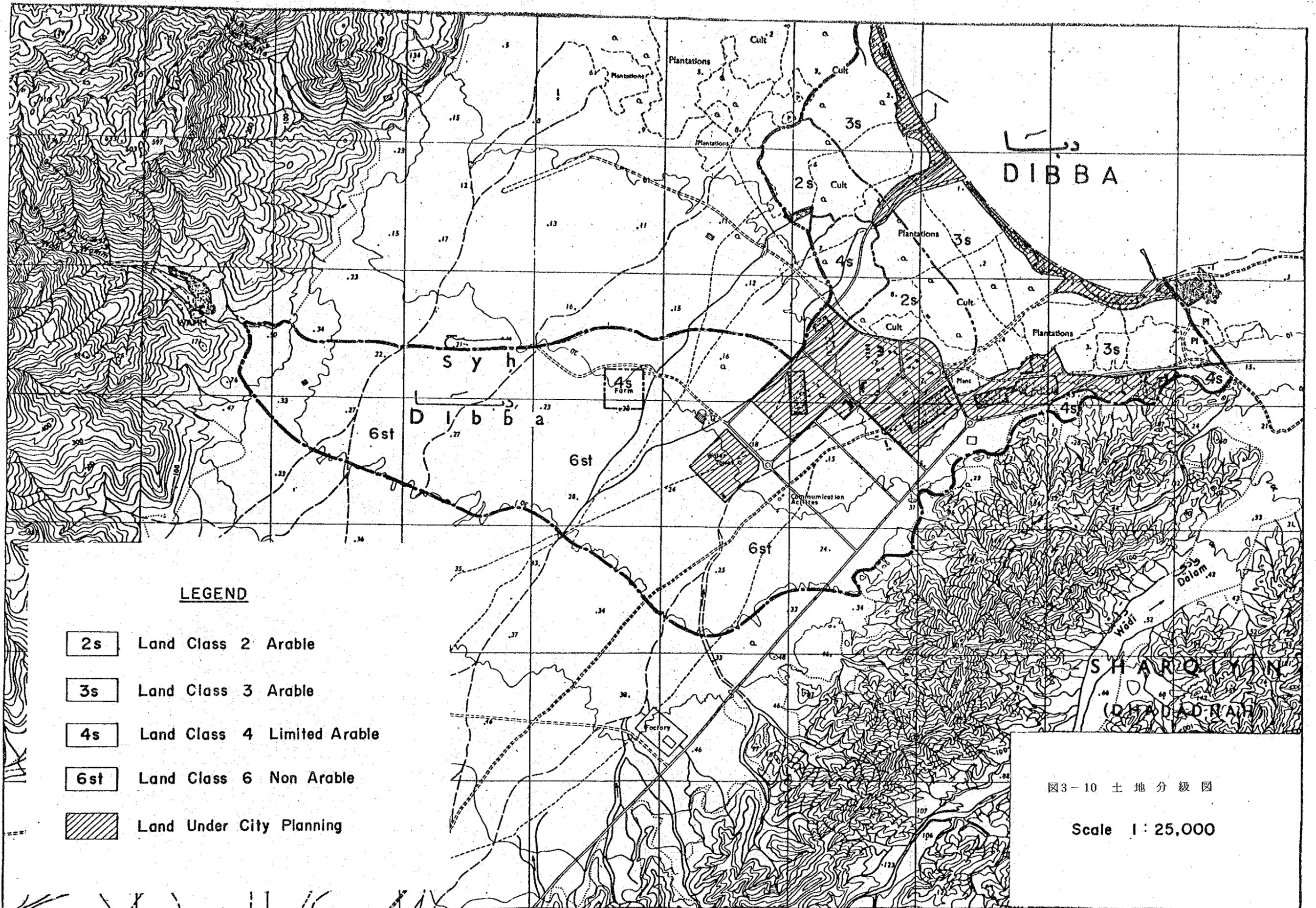


图3-10 土地分級图

Scale 1 : 25,000

