

3.2.5 水 文 地 質

(1) 概 要

1968年に英国ハルクロー社により、ワデ・アルバセイラ流域を含む全国にわたる水文地質調査が実施された。この調査は本流域についての過去に行なわれた唯一の系統的なものである。

本地区調査のうち水文地質調査は、1979年12月に開始され、下記の項目にわたる。

地下水利用調査

地表地質調査（航空写真判読を含む）

電 気 探 査

浸 透 能 調 査

地下水測水調査

試験井戸掘削（電気検層を含む）

帯水層揚水試験

地下水水位計設置

地下水試料採取並びに化学分析および環境同位元素による年令測定

現況の地下水利用については次節でのべる。また、地表地質調査結果については既述した。

(2) 電 気 探 査

電気探査は、垂直法および等深度法により行った。垂直法は砂利平地全域にわたり延べ55測点を行い、主として基盤岩深度の探査を試みた。上流域では基盤岩深度は40～70mにわたり検出できたが、下流域では基盤深度が100mをこえるため検出できなかった。

等深度法は、沿岸部の塩水クサビの探査を目的とし、2測線延べ2kmを、また、ダムサイトの砂礫層の分級と基盤形状の探査を目的とし、1測線1kmを実施した。これらの結果は後述の試験井の掘削により検証した。

(3) 浸 透 能

表層における浸透能調査を現河床・扇状地・沿岸地帯等の代表的な3つの涵養地区につき10ヶ所のテストピットにおいて行った。

現河床における浸透能は非常に大きく、平均0.5cm/min（7.2m/日）の値をえた。また、扇状地および砂浜地帯での値は0.2cm/min（2.9m/日）であった。

(4) 測 水 調 査

地下水位・水温・電気伝導度等の同時測水調査を1980年2月から12月の間に地区内の60井につき合計6回にわたり行った。

1980年7月時点の地下水面図、電導度分布図、水温分布図を図3-11、図3-12、図3-13にそれぞれ示す。

下流砂利平地における地下水面勾配は著しく小さく、平均1/2700であるのに対し、上流部では平均1/67と大きい。

沿岸部における電導度は2,000ないし6,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ と大きい、他の地区では1,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下である。このことは沿岸部における塩水侵入の事実を物語っている。

ディバ地区の給水塔およびFAO農場附近の電導度は、本地区で最小の値を示し、500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下である。このような低電導度帯は上流部にも見られるが、このようなきれいな地下水は最近の洪水によりもたらされた若い地下水であると見られる。

地下水温の分布は電導度分布と同様であり、若い地下水程高温を示す。比較的古いもの、あるいは海水と混合した地下水程低温を示している。

(5) 帯水層

帯水層の分級・基盤岩深度の確認および帯水層揚水試験の実施を目的とし、15眼の試験井戸を掘削した。

図3-14は電気検層・電気探査の結果も勘案して作成した本地区の地質縦断図である。この図に示すように、本地区の帯水層は大きく砂礫層・崖錐・風化岩盤と3区分できる。砂礫層は更に現河床堆積、低位および上位段丘堆積と3区分できる。

現河床堆積層は一般に未固結で粗粒の比較的淘汰のよい砂礫層である。確認された限りの最大の厚さは55 mであり、上流部での平均厚さは15 mである。低位段丘砂礫層は、上から第2層目である程度固結した多量の亜円礫を含有する層である。この地層は上流ワデ・アバディラで露出している。確認された限りの最大厚さは30 mである。第3層の固結石灰分は第2層より多量であり、礫の円磨度は高い。この層の固結度は高く、地区内でこの層の露頭は見られないが、マサフィ台地に見られる礫岩に似た礫層に対比できる。最大厚さは50 mである。

崖錐堆積層は角礫質粘土層からなり、岩盤の直上に位置する。上流程厚さを増し、35 mに達する。

上流砂利平地においては、岩盤中から少量ながら地下水を採取している。

上述の帯水層のうち実用上重要なものは3層の砂礫層である。

TW-4井で見られる低位段丘の最上位に見られる砂層は、ワデ・アルバセイラへのオマーン湾の湾入があったことを示唆し、この層準はウルム氷期の最盛期のものと思われる。

(6) 帯水層の水理的性質

帯水層揚水試験の結果を各主要帯水層についてまとめると下記の様になる。

帯水層の水理的性質

帯水層	透水量係数 ($\text{m}^2/\text{日}$)	貯留係数	備考
現河床堆積層	13,000	0.012	
低位段丘堆積層	1,800	0.005	
高位段丘堆積層	200	0.003	
沿岸砂層	1,600	0.100	参考値

(7) 地下水の挙動

地下水頭の時系列観測は、本地区で開始されたばかりであり、その季節変化や降雨に対する応答等は現在よく検証されていない。しかしながら1980年6月から9月にかけて、下流平地の地下水頭は月当たり3 cmから30 cm低下している。この低下の主因は下流域での地下水消費と夏季の無涵養現象と考えられる。

(8) 地下水の水質および年令

測水調査の際に地下水試料を採取し、化学分析と環境同位元素の検出を行った。

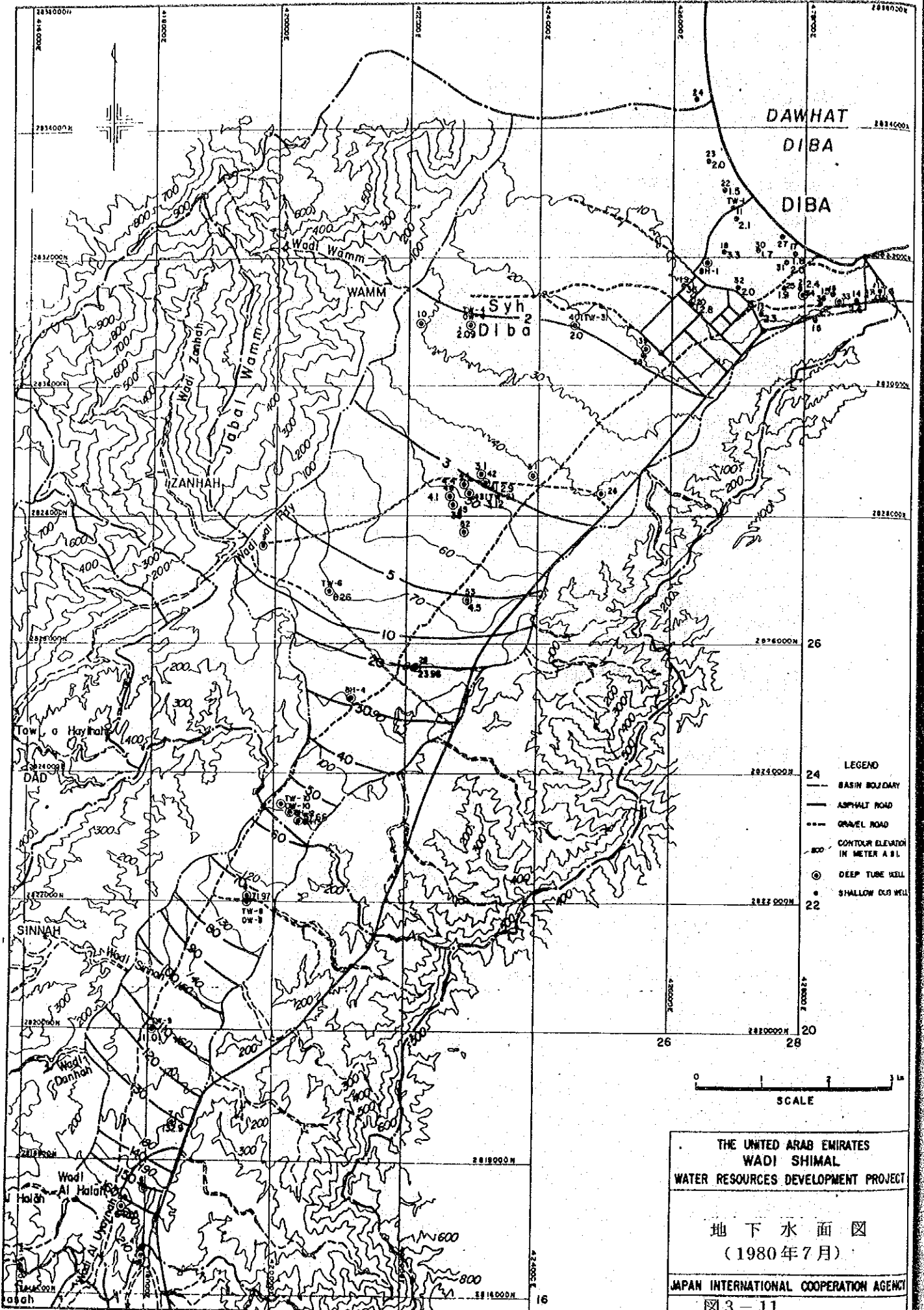
本地区の地下水の大部分は非炭酸塩型に属する。地下水の流動に伴う進化は認められない。また、段丘堆積層中の地下水および沿岸地下水等の停滞性地下水以外のものは、同様な水質を示している。

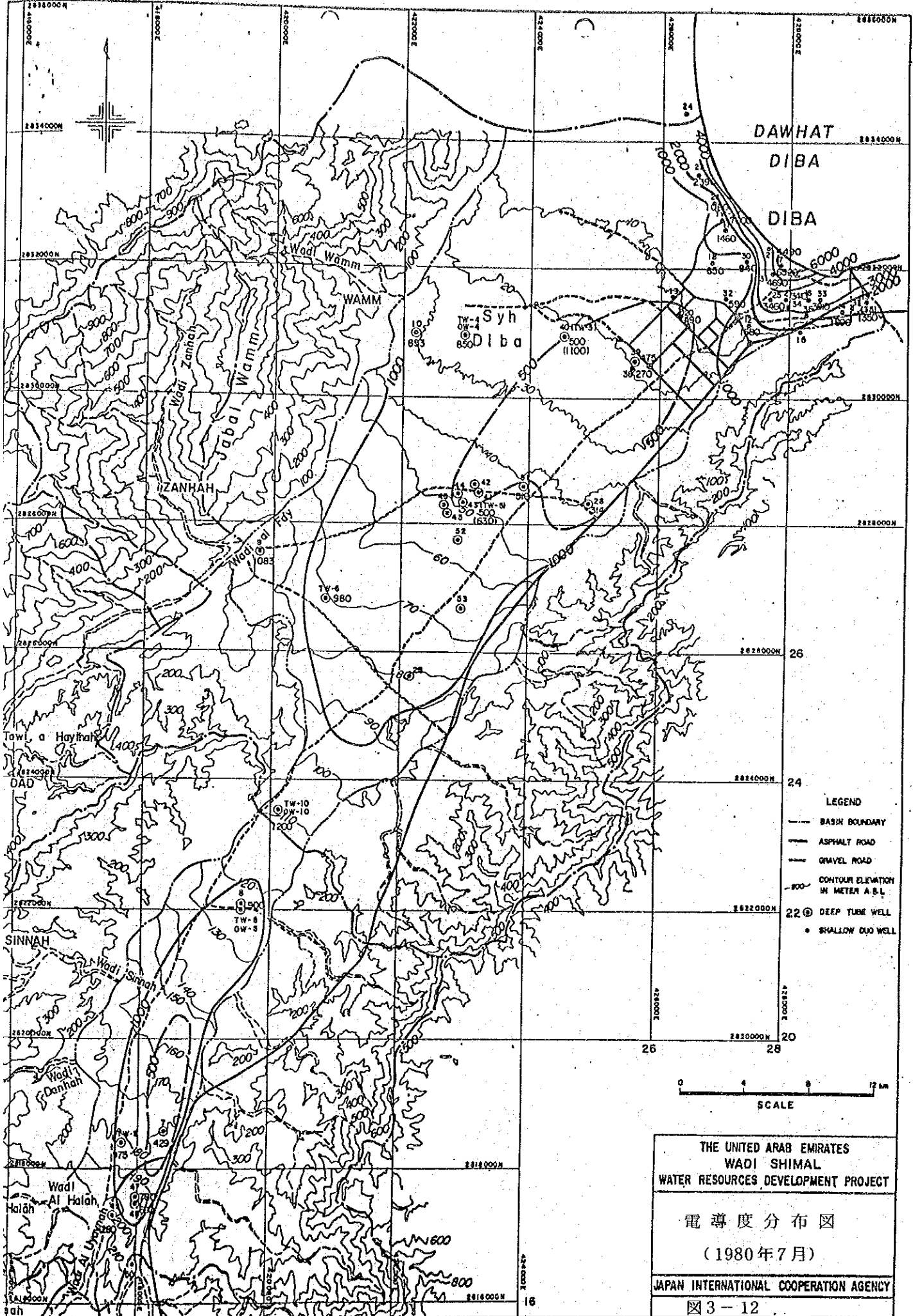
新設および既設の井戸のうち14地点を選び、1980年6月から1981年1月の間3ヶ月毎に採水した地下水により、トリチウム・ラドン・酸素の3同位元素の検出を試みた。

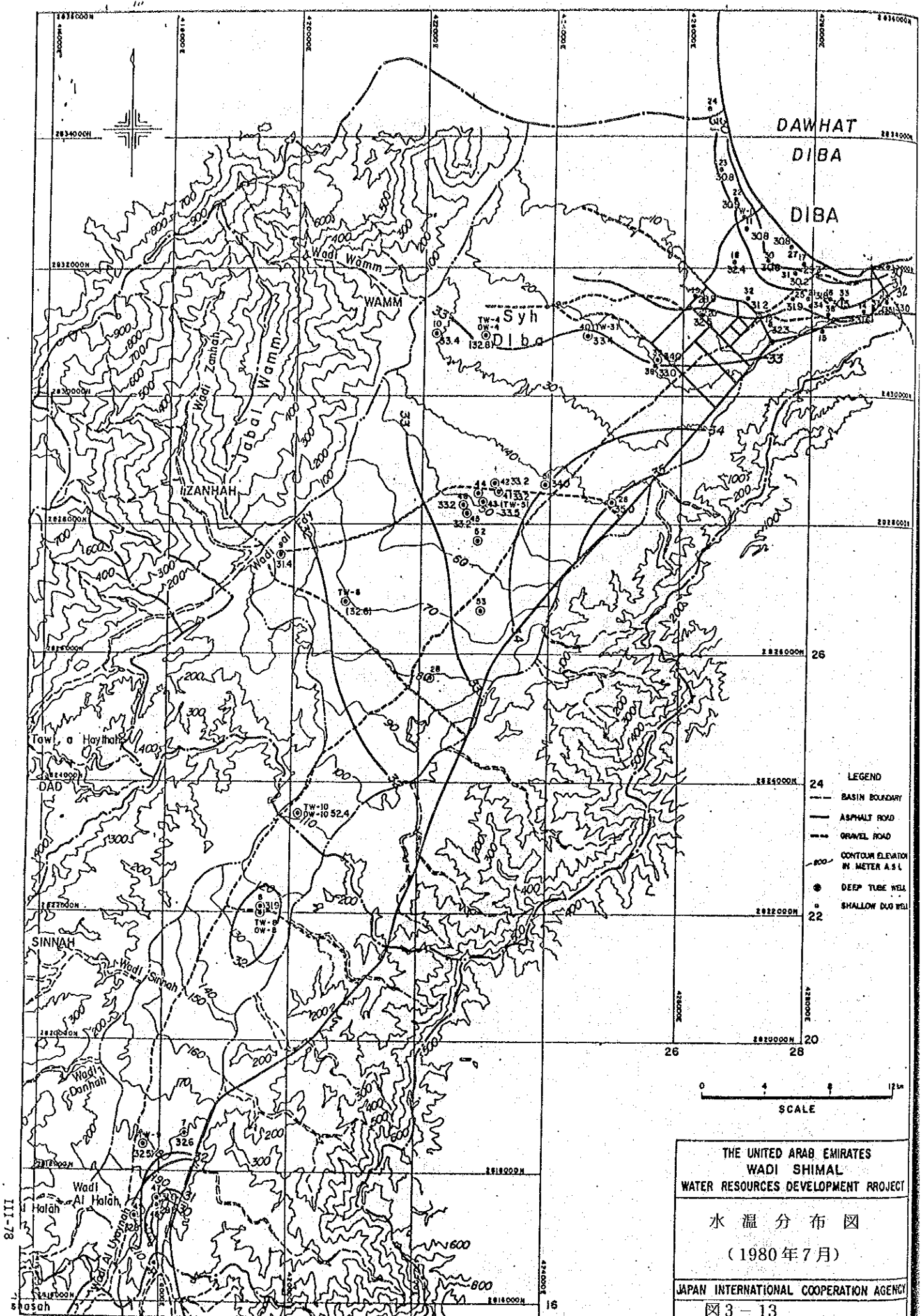
トリチウム濃度の地域分布は3群に区分される。1および2群は、15トリチウム単位(TR)以下の値を示すもので、現河床層中の地下水である。第3群は15 TR以上のもので低位段丘層中のものである。

ラドン濃度の地域分布もトリチウムのそれと同様であり、ラドンの高濃度の地点では高濃度のトリチウムがえられる。

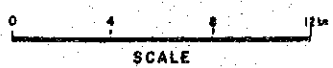
ワデの上流域に位置する第3群の地下水は、近年の雨水と数100倍の循環水の混合体と考えられる。







- LEGEND
- BASIN BOUNDARY
 - ASPHALT ROAD
 - - - GRAVEL ROAD
 - CONTOUR ELEVATION IN METER A.S.L.
 - DEEP TUBE WELL
 - SHALLOW DUG WELL



THE UNITED ARAB EMIRATES
 WADI SHIMAL
 WATER RESOURCES DEVELOPMENT PROJECT

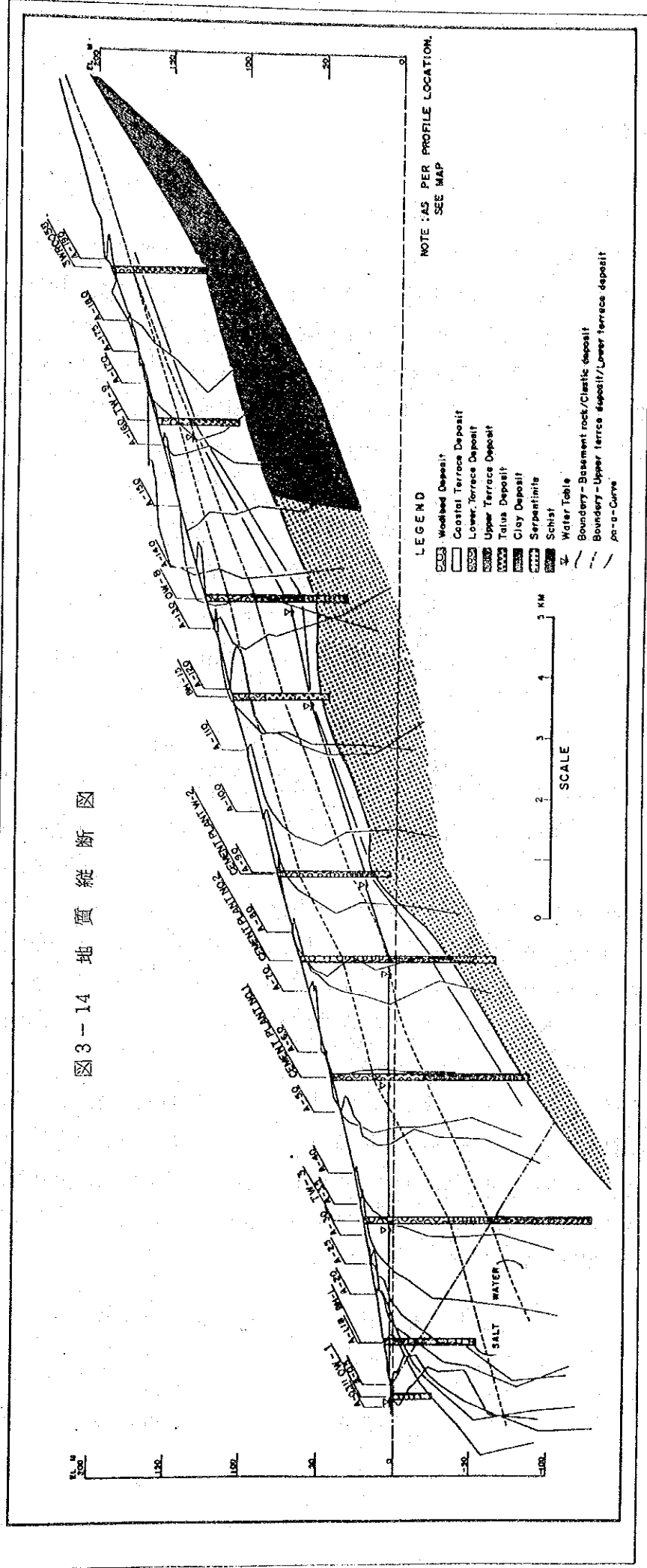
水温分布図
 (1980年7月)

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 3-13

II-78

图3-14 地質縱断面图



3.3 現況の水利用

3.3.1 地 表 水

ワデ・アルバセイラ流域の河川は本川ワデ・アルバセイラほぼ 30 km に数多くの大小のワデと、代表的な支川ワデ・アバディラ、ワデ・アイアナ、そしてワデ・アルファイの 3 河川からなっている。これらのワデに発生する地表水には二つの形式があって、その一つは、冬期に 1 回または 2 回程度のおマーン湾に到達する出水と、そのほか、年間を通じた少量の基底流である。これら各支川ワデの少量の基底流はワデの中流部に浅い井戸を設けて、手樋または小型エンジン付ポンプによってデーツ園および民家の用水として利用されている。これらの基底流の計測資料はないが、1980年7月の調査では下記のとおりである。

ワデ名	流域面積 単位：km ²	調査地点流域面積 単位：km ²	基底流 単位：ℓ/分
アバディラ	48.0	20.0	60.0
アイアナ	18.0	10.0	60.0
アルファイ	26.0	12.0	130.0
ザァナァ	20.0	10.0	70.0

3.3.2 地 下 水

連邦東部地方山岳地帯に冬期に降雨がもたらす出水によって本地方の特色ある砂利平地において、地下水の涵養が長期間行われ、地下水源となった。しかし、この流域の最末端には漁業を中心として発展した町があり、この発展過程において飲料水および食糧生産の必要が高まり、農業を行うこととなった。飲料水および農業用水の確保は、年間を通じて安定供給できなければならない。しかし、地表水の供給は非常に片寄り、洪水と支川ワデ流域の基底流のみであり、海岸線に居住する人人への供給ができないので、この近くに多くの井戸を掘って飲料水および農業用水として供給することとなった。その井戸は浅く、深さ 10 m 前後であり、エンジン付ポンプがほぼ標準であり 10～30 分間の揚水で井戸は空となるものが多い。

近年、人口増加に伴い、従来の浅井戸を水源としていた小規模の上水道施設を近代化し、3 眼の深井戸を主水源とする高架水槽設備の水道施設を設け、ディバ地区全域の上水供給網が整備された。また、農業用水も深井戸を数ヶ所設けて、これらにより供給を計っている。その外にも、大理石工場、F.A.Q. 実験農場、そして上流部の村落住民の生活用水の深井戸がある。これらの揚水量の計測資料はないが、現地調査結果からしてはほぼ下記のとおり積算した。

記 事	農 業 用 水	都市および工場用水	計
U. A. E.	1.34	0.55	1.89
オーマン	0.96	0.05	1.01
計	2.30 MCM	0.60 MCM	2.90 MCM

3.4 現況の農業

3.4.1 農業一般および土地利用

(1) 農業一般

連邦東部地方は山岳地帯から海岸部にかけて砂利平地が発達し、この海岸部周辺において、デーツを主体とする粗放農業が行われている。東部地方の第一の都市、フジャイラ市ワデ・ハムの下流部砂利平地において、1974年より果樹および野菜を主体とする実験農場が連邦自身の手によって運営され、よい成果を得ている。その際、農地の全表面の砂利を取り除く方法として、特別の機具を準備したが、効率はあまり好ましくなく、一般的なタイプのブルドーザーで農地造成を行った。果樹の苗床はほぼ1.0mの床畑を行い、粘土質の土壌を置き換えている。

ワデ・アルバセイラの下流砂利平地において、1979年よりFAOの協力によって同様の農業試験場が活動を開始している。連邦東部地区およびこの他の地域数ヶ所で野菜、果樹栽培、苗木生産などそれぞれの目的に応じて活動をし、今後の農業開発計画への応用として注目されている。

このような背景をもとに、連邦では現在東部沿岸に限らず、農園作りが盛んである。農園は1区画あたり広い所で1.0haまたはそれ以下で、全周を金網フェンスまたはコンクリート壁で囲み、内部の表面は砂利を取り除き、置換盛土を行い、かんがい用水確保の井戸を掘り、農場の準備をする。農場管理用の建物、またはそれに加えて住宅も敷地内に建てる。その外に高級野菜生産のためのビニールハウスも設ける。このような同連邦として新しい農園作りが砂利平地の中に、特に東部海岸沿いに行われつつあって、今後新しい農業のあり方として注目される。

(2) 土地利用

本事業地域ワデ・アルバセイラ流域の中の主な農業地域はワデ・アルバセイラ下流、オマーン湾岸線から内陸に向かってほぼ幅1.0km、長さ3.0kmの細長い地域である。土地利用状況は、もともと漁村から発達してきた町並構成のため、海岸部は住宅区、その背後に農業地帯が広がっている。

しかし、近年新規住宅団地区画が農業地域の上流部、中流部および海岸沿い東部地域に計画されている。その他はすべて砂利平地である。土地の所有形態はほとんどが個人所有であり、地主はディバに住んでいるが、実作業はパキスタン人、インド人その他外人労働者によって行われている。個別の農園は有刺鉄線または金網によるフェンスで周辺を囲み、普通、出入口は1ヶ所しかなく、ほとんどの時間旋錠されている。流域内の1980年9月現在の土地利用状況は下記のとおりである。

耕地面積および井戸数

国名	農耕地 (ha)	農民数	井戸数
オマーン	210	230	—
アラブ首長国連邦	1/ 280	870	750
合計	490	1,100	750

注(1) 1/ 280 haはディバ町付近の登記面積 309 haの 90%とした。

(2) 井戸数、農園面積は添付資料、表A. 2.3-8に示す。

3.4.2 作物およびかんがい

(1) 作物

ワデ・アルバセイラ下流部のディバ町周辺の主要作物はデーツであり、このデーツ園の中には、柑橘類、マンゴー、バナナなど数種の果樹が植えられている。そしてこのデーツ林の下には、各種の野菜が作られ、その作目としてはトマト、キュウリ、スイートポテト、玉ネギ、シシトウ、ナス、キャベツなどのほか数種類があり、これらを合わせて15作目にもなる。東部地方における作付カレンダーは添付資料、図A. 4.3-1に示されるが、作物の大部分は9月から3月にかけての雨期に生産され、スイカ、インゲン、ひまわりなどごくわずかの作物が夏期に栽培される。主生産物のデーツの収穫は8月に殆んど終了する。

(2) かんがい

デーツを主体とする農業、作物生育にかかわるかんがい用水として、冬期降水期のわずかの降雨と、これによるワデの出水を直接農地内に引き込んで利用する。多くの出水はかんがいをすると同時に、農地内に一時貯留をして地下水への涵養も行っている。しかし、これらは1月または2月に1度から2度しかないので、かんがい用水の大部分はポンプ揚水に委ねている。また、水利権については、その地域的なものはなく、自己の農園には各々自己の井戸をもっている。これらは昔からの手堀によるものであり、昨今では深井戸（直径12"）が政府により掘られているが、これも同様、その個人の農園に属するもので共同的な井戸ではない。

かんがい方法は、果樹については全てベイズン方法を採用し、樹令に応じてそのベイズンの大きさを変えている。また、樹木下のベイズンは全て小水路で連絡され、ポンプ揚水によるかんがいが高い位置から輪番制となっている。これらの水路は小さなコンクリート水路または土水路からなっている。野菜類のかんがい方法は、うね間かんがいが主として行われ、ベイズン方法もある。作付は塩害防止策として、うね間の片方の中間部に行い、うね幅は小さく、低くしているのが特徴である。

かんがい用水量については連邦東部地方の資料があるが、代表野菜（スイカ、トマト、キュウリ、ピーマン）のシーズン中における用水量に対して、実際のかんがい水量はその3~4倍とな

っている。精度に若干の問題があるとしても、かんがい効率は土壌が砂利または砂地であるために水の損失が多く悪い。

連邦の作物用水量は、4つの地方、即ち北部、中央、東部そして南部地方に分けて、それぞれの地方の気象資料、5年から8年間のものを使用し、蒸発計蒸発量法をベースとして、作物蒸発散位 (ET_o) および作物蒸発散量 (ET crop) MM/DAY/10-DAY がほぼ20種類の作物についてFAOの協力によって算出されている。即ち、ET_oは北部2,070、中央2,053、東部2,552そして南部は2,414 mm/yearとなっている。ディバ地方は東部に入り、北部および中央より20%高い値を示している。また、各作物のET crop および中央地方におけるかんがい実績は、添付資料、表A. 2.3-7に示す。

3.4.3 農園管理

(1) 種子、苗木、機械化

各作物の品種は一定し、その種子および苗木は政府の補助によって各農業試験場から配給される。そして、各試験場では播種方法および植付方法を指導している。

農作業の機械化については、農園の規模も小さく、デーツ栽培が主体の農園では、農業機械のほはいる余地がない。しかし、新しい農園ではかんがい方式もうね間かんがいをしているので、これらの農園では農業機械を使用している。ディバ地域では農地造成の砂利取り除きと整地以外はほとんど農業機械は使われない。トラクターは農業・漁業省の出先ディバ事務所に1~2台配置され、農園所有者の依頼によって無料で農地の整備を行っている。従って、農作業に使われているデーツ園での農具は、ツルハシ、シャベル、鉄棒のみである。

(2) 肥料

肥料については50%の政府補助があり、小農園で野菜を植え付けていない所では普及せず、一般のローカルの肥料として、山羊のふん、乾燥いわし、みかんの皮などが施肥され、輸入および国内生産の有機質肥料は、新しい農園に施肥されている。その他、現在使用されている化学肥料の主なものとして、尿素46%、窒素 (イラク産)、硫酸 (イラク産)、粒状複合肥料 (N.P.K. 18-18-5-1.5、オランダ産)がある。

(3) 生産管理

生産高については、1978年度ディバ地区を含む東部地方の生産状況のうち、野菜においてはトマトが第1位24%、スイカ18%、次いでピーマン14%となっている。果樹は同連邦の代表作物であるデーツが77%を占めており、レモンは12%、次いで第3位はマンゴ4%からなっている。畑作については、タバコ、次いでアルファルファがあるが量的には少ない。

ディバ地区の農産物の流通体系はまだ特別な施設はなく、農園から直接、簡単な箱詰めにしてディバ、コール・ファカンの小売店に出荷している。また、購入希望者が直接農園所有者とその都度取引きされている。

3.5 漁業

3.5.1 オマーン湾岸

連邦フジャイラ国北東部オマーン湾に面するディバ地区から海岸線に沿って南下するおよそ 60 km の沿岸地域は、オマーン山脈に連なる山峰が海岸に迫り、これらの山峰がつくり出す谷間に多くのワデが発達し、ワデの集合した谷間から海岸部にかけて、扇状地状の砂利平地が大きく、あるいは小さく広がっている。また、海岸線は、出入りの激しい砂浜、岩壁および小島が点在する所もあって、変化に富んでいる。

平地が広がる海岸付近は、デーツ園を主体とする農業が営まれると同時に、漁業が盛んである。ワデの水による農業と漁業によって発達してきた沿岸第一の都市フジャイラは、この国の首都であり、次いでコールファカンおよびディバと、大小合わせて 20 市町村が、この沿岸に存在する。これらの沿岸市町村では、もはやかつてのデーツヤシの葉でふいた住宅はすっかりなくなり、新しいコンクリート製の文化住宅が建設され、町内はアスファルト道路によって区画整備され、水道、電気、電話、更にテレビジョン等、近代的文化生活機能を備えるようになり、現在すでに完成したか、または建設中である。

この沿岸の住民は、1978年の統計によると、連邦総人口 877,000 人に対して、フジャイラ国 35,000 人と概算されている。しかし、現在では、これらの数値をはかるに越えているものと思われる。市町村の近代化とともに、これらを結ぶ交通網は、オマーン湾に面するフジャイラ国沿岸市町村と連邦西沿岸諸国を結ぶ主要幹線道路を中心に、この海岸線に沿う現在の対面一車線アスファルト舗装道路を二車線に拡幅増設中である。電信、電話はこの地域から各先進国へダイヤル即時通話が可能となっている。

3.5.2 漁業

フジャイラ国オマーン湾岸市町村には大小数多くの漁港がある。フジャイラの近くでは、更に新しい港が建設中である。本来このせまい沿岸地帯は漁村であり、現在もこの地域の村民は昔ながらの地引網漁法を行っている。

集められた魚類は、ディバの棧橋で農業・漁業省の出先機関の指導のもとに数量が点検され、沿岸地域の魚類の集積所および農業・漁業省の支所があるコール・ファカンに報告される。しかし、このコールファカンまたはディバ港以外に集まる魚類は、網元へ直接ドバイまたはその他の都市から氷の箱を用意して集まって来る仲買人によって取り引きされている。

1977 年度農業・漁業省統計局の資料によると、アラブ首長国連邦全体の 1 年あたり漁獲高の中に占めるフジャイラ国の割合は、第 1 位ラッセル・ファイマアの 65 %、42,130 ton に次いで、8 %、5,140 ton となっている。しかし、ton 当たりの価格は、最高値のドバイの 12,380 DH に比べて、フジャイラは 4,670 DH、そしてラッセル・ファイマアは、1,460 DH である。

3.5.3. そ の 他

ワデ・アルバセイラ流域のディバ町は、アラブ首長国連邦オマーン湾に接する最北部の町であり、漁業を中心として発展する過程において、食糧自給の必要から果物と野菜を生産してきた。近年、石油収入増に伴う地域都市整備計画が盛んであり、ディバ町を始め、流域内では住宅、道路、水道、電気、電話など諸施設の施工が盛んである。このような国家投資に対する関連産業として、本地域ではコンクリートブロック製品を2～3ヶ所の町工場が生産している。一方、本地区の代表工業として大理石タイル工場があり、主に建物用の床タイルおよび壁用の大理石を生産している。

第 4 章 事 業 計 画

第 4 章 事 業 計 画

4.1. 事業目的と構成

4.1.1. 事業目的

近年、アラブ首長国連邦政府は、オマーン湾に面する東部地方の農業、漁業の近代化を図りつつあり、その基調となる水資源開発計画に取り組んでいる。これらの関連事業の中で、このワデ・アルバセイラ流域水資源開発計画は同地方のワデ・ハム、また他地方のワデ・ビイ開発計画と並んで、最初のものである。連邦東部地方はアラビア半島東部オマーン山脈の北部裾野にあって、世界の平均降雨量（850 mm 1年）の14%と少量ではあるが冬期に降雨がある。本事業の目的は、この貴重な降雨量をもとに、水資源開発と農業開発の二つの主要計画をもち、長期的視野のもとでこれらの事業計画を樹立するものである。

(1) 水資源開発とその管理

流域内住民 13,200 人は、上水道が完備した近代的文化住宅に居住するようになり、現在 1 人当たり水消費量は 100 l/日に達している。今後も人口増加と生活水準の向上と相まって、単位消費水量は、都市並みに近づくことは必至である。一方、農業用水は浅井戸から深井戸使用により、安定供給へと移行した反面、すでに海岸部では海水の浸入をきたしている。このような現状を踏まえ、流域内の水資源開発事業の計画を行う。

(2) 事業開発

厳しい水資源という制約のもとで、この流域内における農業のあり方について、本地方特有の作物、土壌、かんがい等を含めて検討を行い、これらの改良と新規計画を合わせて、農業の生産性向上を図る。特に注目する点は、は場の土壌改良、かんがい設備の近代化、点滴かんがい方法の導入並びに作物と果樹品種の選定、その他計画生産と経営の共同化を計るなどして、農業の近代化を図る。

4.1.2. 事業構成

前述の事業目的を受けて、水資源開発の可能性について水文資料および地下水、地形、地質資料等より分析を行い、その開発の比較検討を踏まえて、新しい施設を計画する。そして現況と開発によって期待しうる水資源を考慮に入れ、地域住民の生活用水と農業用水の配分計画について長期的予測を行い、これに見合うよう段階的に事業を行う。

(1) 水資源開発事業

ワデ・アルバセイラ本川ほぼ中央部に地下水涵養を目的としたダムを建設する。また、アルファイ下流部に同様の目的をもつポンドを設ける。一方、取水施設としての生産井戸の規模及び位置は帯水層調査の結果から指定し、この区域の中に深井戸を掘る計画をする。更に人口増加、およ

び農業の近代化に伴う水需要に対処するため、海水の淡水化プラントを将来導入することを検討する。また、海水浸入を防止するため海岸部に監視のための井戸を掘り、これらの井戸における水質検査をすることにより、流域内の揚水管理をする。

(2) 農業開発事業

本事業は水資源開発事業と相まって、野菜および果樹の生産を主体とするほ場の土壌改良と区画整理、パイプライン方式の水路と点滴かんがい施設の導入などを背景にした新農業開発事業を行う。開発面積は、有効な開発地下水量に制約され、最も大きく計画して、その1、75 haの野菜園、その2、果樹園60 ha、その3、野菜園30 haと果樹園40 haの組合せなど3つの代替案からなる。

4.2. 水資源開発計画

4.2.1. 基本構想

ワデ・アルバセイラ流域の水資源は、年間平均ほぼ130 mmの冬期間に流域内にもたらされる降雨に起因する地下水とワデ・アルバセイラの上流部および支川ワデにおける少量の基底流、並びに年1～2回の洪水によってオマーン湾にそそぐ地表水がある。このような水資源により、ディバ地域の住民の飲料水と、デーツを主体とする農業に水が供給されている。この流域の積極的な水資源開発構想として、年1～2回オマーン湾に無効に流去している地表水を流域内に貯留する一方、地下水としてオマーン湾に流去するものを軽減し、流域内に貯留する。また、海岸部において、海水の浸入を防止する。推奨される一つの開発計画は各種代替案を比較検討して策定する。

(1) 地表水開発の検討

年1～2回の降雨のうちオマーン湾に無効に流去する地表水を、流域内に貯留する方法として、ワデの流出特性解析によりワデ・アルバセイラ本川、または支川ワデに低いダムを設けて、単独またはダムおよび他の水の涵養施設の相互の運用を計って、地表水の開発計画を行う。地表流を制御する施設は、短時間に現われるワデの出水を一時貯留すると共に地下水の涵養もさせる。

このようにして、全体として地表水がオマーン湾に流去しないように検討する。これらの検討は、地表系貯留モデルにより行う。即ち、流域を地形、地質等の特性によって分割し、それぞれの流域を代表するタンクモデルを構築する。山地流域は、基本的には地下水の涵養を行わないが、基底流のある所はこれらを考慮する。また、平野部は降雨による直接地下水涵養と、ワデの出水による地下水涵養に分けて、モデルを構築した。

(2) 地下水開発の検討

ワデ・アルバセイラ流域の砂利平地は数10 km²あり、その砂礫層および基盤などが電気探査およびボーリング調査によって明白となった。オマーン湾への地下水の流出防止は、次項開発方式の中で述べる地上工作物によって地下水の涵養および保存をし、これらの流出防止を検討した。

海岸部における海水の浸入防止は、全体の水収支の研究によって計画される。その方法として、

海岸に近い既存の浅井戸の使用は、その運転時間と運転方法の仕様を検討する。現在予定している海岸部の地下水観測井戸の設置は、海水の浸入監視と地下水採取の管理をすることを目的としている。

これらに対する検討は地下水系水理モデルとしての有限要素法による2次元平面非定常浸透モデルによる。地下水の流動は、地下水の連続条件並びにダルシー法則によるものとし、地表からの地下水涵養は、前項の貯留モデルから浸透量計算値を各要素毎に与える。

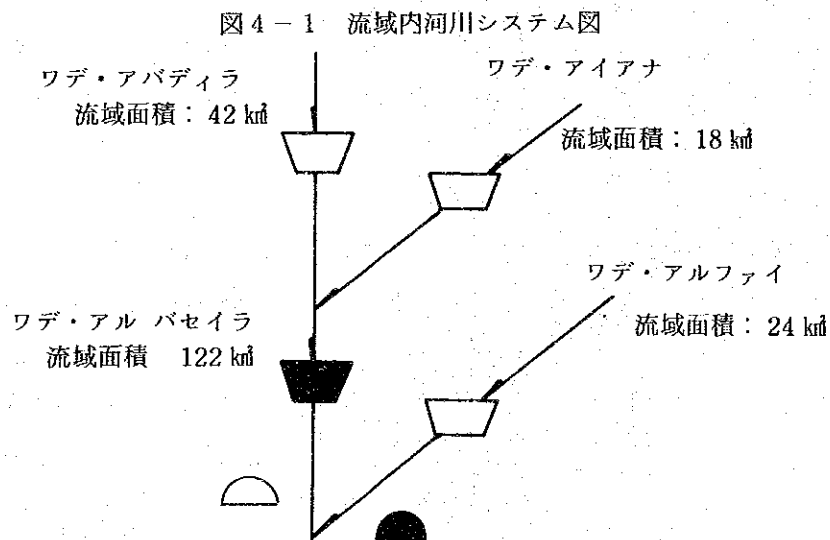
(3) 水資源開発方式

上記の開発構想に沿って、その開発方式は地表系と地下水系の二つに大別して検討を行うが、この両方の水資源を流域内に貯留して利用するためには、何らかの河川工作物を設けなくてはならない。このような施設の計画位置は上流部から下流に向かって、下記の通りとする。

施設名	河川名	流域面積 (km ²)	備考
アバディラ 施設	ワデ・アバディラ	42.0	低いダム
アイアナ //	ワデ・アイアナ	18.0	//
アルバセイラ //	ワデ・アルバセイラ	122.0	//
アルファイ //	ワデ・アルファイ	24.0	//
地下水涵養 //	ワデ・アルバセイラ下流部		低い堤

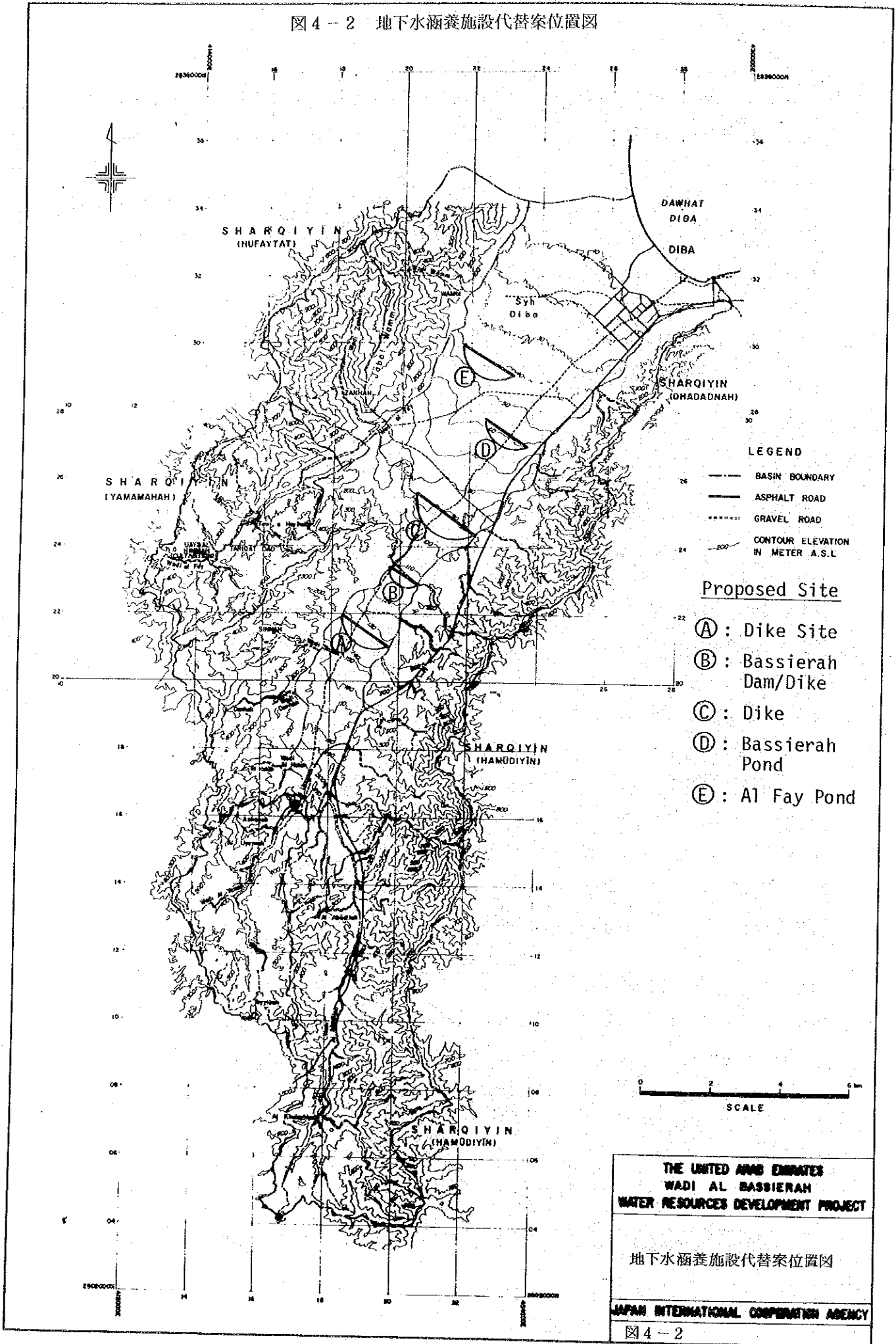
4.2.2. 開発計画とその代替案

水資源開発計画は、地表水および地下水開発計画を検討し、これらの中から3つの代替案にしぼり、各案を比較検討して、推奨案の一つを選定する。流域内の河川システムは、図4-1に示すようにワデ・アルバセイラ本川と主要な支川ワデにより構成されている。



開発計画案の代案は、次のA、B、C計画について比較検討をして最適案を決定する。

图 4-2 地下水涵養施設代替案位置图



(1) A計画：支川ワデにおける施設計画

A計画はワデ・アルバセイラ流域内の主要支川ワデ・アバディラ、ワデ・アイアナそして、ワデ・アルファイの下流部に低いダムを設ける計画である。一方、下流平野部における地下水涵養は、自然の砂利平地に委ねる。これらダム施設容量は、地形的要因によりほぼ1.0 MCMであり、これは、流域内地表流出生起確率約5年に相当する。これら3つの施設容量とダム型式は下記の通りである。

ワデ名	流域面積 (km ²)	施設容量 (MCM)	ダム型式
アバディラ	42	1.3	分散式
アイアナ	18	0.5	ロックフィル式
アルファイ	24	0.7	分散式

この計画の施設工事費はほぼ9.3 MDH必要であり、施設容量1.0 m³当たりの工事費は3.7 DHである。しかし、地下水の涵養目的のための施設が流域全体に及ぼす影響は、21年間の水文解析の結果、年平均0.2 MCMの減少となり、良策ではない。

(2) B及びC計画：本川ワデ・アルバセイラにおける施設計画

B計画は、本流域の本川ワデ・アルバセイラ中流部に施設を計画するものである。一方、C計画は、B計画の施設に追加して、下流砂利平地に地下水涵養を目的とする施設を設けて、より一層の水資源開発計画を図る計画である。

プランCについては強化涵養量の増加と施設工事費の経済性を図る観点から12ケースにわたる検討を行った。

貯留型の施設による地下水強化の評価は、貯留モデルによるシミュレーションによって行う。シミュレーションにおける貯留施設のモデル化は、施設が作られる単位流域の最上段タンクの現況の流出孔の高さに貯留施設の容量と同等の貯留深を加えることにより行う。貯留施設に放流孔を設備する場合には、現況の最上段タンクの最下段の流出孔係数を放流孔と同等の係数とする。

貯水域における堆砂の影響を配慮し、最上段タンクの浸透孔係数を現況のものから15%減ずることとする。

一時貯留により、施設からの直接の涵養を計る様な施設を砂利平地に提案することができる。

本流域における砂利平地は、上流・下流左岸および下流右岸に分割される。現況におけるこれら3つの砂利平地での地表流出量は、それぞれ平均1.3 MCM / 年あることが判っている。これら地表流出を地下に導入するためには、いろいろな型式・容量の施設を上記の砂利平地のそれぞれに提案することができる。

これらの代替案を想定して、貯留モデルによるシミュレーションを合計12ケース行った。この結果をまとめて表4-1に示す。

表4-1 水資源開発計画代替案(12ケース)

Case No.	No.5 Sub Basin			No.10 Sub Basin			No.9 Sub Basin			Whole Basin		
	Storage Capacity (MCM)	G.W. Recharge (MCM/a)	G.W. Augment (MCM/a)	Storage Capacity (MCM)	G.W. Recharge (MCM/a)	G.W. Augment (MCM/a)	Storage Capacity (MCM)	G.W. Recharge (MCM/a)	G.W. Augment (MCM/a)	Storage Capacity (MCM)	G.W. Recharge (MCM/a)	G.W. Augment (MCM/a)
Present	-	1.4	-	-	0.4	-	-	0.9	-	-	2.9	-
C'-1	4.0 ^{2/}	2.0	0.6	1.0	0.5	0.1	2.0	1.5	0.6	7.0	3.9	1.0
C'-2	3.0 ^{2/}	2.0	0.6	1.0	0.5	0.1	2.0	1.5	0.6	6.0	3.9	1.0
C'-3	2.0 ^{2/}	1.9	0.5	1.0	0.5	0.1	1.5	1.4	0.5	4.5	3.8	0.9
C'-4	2.0 ^{1/}	2.0	0.6	1.0	0.5	0.1	1.0	1.3	0.4	4.0	3.7	0.8
C'-5	2.5 ^{1/}	2.1	0.7	0.5	0.3	-0.1	0.5	1.1	0.2	3.5	3.5	0.6
C'-6	3.0 ^{1/}	2.2	0.7	0.0	0.2	-0.2	1.5	1.4	0.5	4.5	3.8	0.9
C'-7	2.0 ^{1/}	2.0	0.6	0.5	0.4	0.0	1.5	1.4	0.5	4.0	3.8	0.9
C'-8	1.5 ^{1/}	1.9	0.5	1.0	0.5	0.1	1.5	1.4	0.5	4.0	3.8	0.9
C'-9	2.5 ^{1/}	2.1	0.7	0.0	0.3	-0.1	1.5	1.4	0.5	4.0	3.8	0.9
C'-10	2.0 ^{1/}	2.0	0.6	0.0	0.3	-0.1	1.5	1.4	0.5	3.5	3.7	0.8
C'-11	2.5 ^{1/}	2.1	0.7	0.0	0.2	-0.2	0.0	0.9	0.0	2.5	3.4	0.5
C'-12	0.0	1.4	0.0	0.0	0.4	0.0	1.5	1.4	0.5	1.5	3.3	0.4

Notes: 1/ 1 x φ1,420 mm conduit, 2/ 2 x φ1,420 mm conduit

海岸から 12 km の地点、ワデ・アルバセイラ本流の中流部にダムサイトとして好適な地点があり、従来から注目されていた。このダムサイトは巾約 1 km であり、両岸に岩盤が露出しており、122 km² という大きな後背流域をもっている。

このサイトに設けられるダムは、最適容量・大きな設計洪水量・堆砂の軽減や放流量の調制等に関連して、洪水吐と放流孔を具備した高いフィルダムとなろう。

このダムの貯水容量は、最大の涵養効果と最小の施設規模を得るべくシミュレーションにより決定した。

表 4-1 に見られる様に、この地点における施設は容量が 2.0 ないし 2.5 MCM で、1,420 mm 1 本の放流孔をもつものが平均 0.7 MCM/年 の涵養効果を発揮し、最適であると考えられる。

ワデ・アルファイ並びにワデ・ザンハーの下流に広がる下流左岸の砂利平地は、上記のワデからの比較的大きな流出があり、効果的な貯留施設が可能であるとみられる。この流域でも種々の容量の施設が考えられるが、シミュレーションの結果、2.0 MCM か 1.5 MCM の容量が最適である。

下流左岸の砂利平地は、上流砂利平地の直下流に位置し、上流の施設の残水を受けることになる。従って、上流施設の容量に従って、この流域での施設容量が定まってくる。シミュレーションの結果では、この流域における施設効果は 0.2 ないし 0.3 MCM/年 でしかない。

上記のシミュレーションの結果ケース C'-8、C'-9 および C'-10 が、最終的な水資源開発代替案として勧告される。

ケース C'-8 はダムサイトに 1.5 MCM の、下流左岸に 1.5 MCM の、下流右岸に 1.0 MCM の合計 3 つの施設を設ける案で、全流域の強化涵養量は 0.9 MCM/年 となる。

ケース C'-9 はダムサイトに 2.5 MCM の、下流左岸に 1.5 MCM の 2 つの施設を設ける案であり、強化涵養量はやはり 0.9 MCM/年 となるものである。

ケース C'-10 はダムサイトに 2.0 MCM の、下流左岸に 1.5 MCM の 2 つの施設を設ける案であり、強化涵養量は 0.8 MCM/年 となる。

上記の 3 案のうち最適案は、後述の原水価格の検討の結果決定する。

表4-2 水資源開発計画代替案(3ケース)

ケース	施設	強化揚水量 (M ³ OM/年)
C' - 8	BD:1.5MCM BP:1.0MCM AP:1.5MCM	0.9
C' - 9	BD:2.5MCM AP:1.5MCM	0.9
C' - 10	BD:2.0MCM AP:1.5MCM	0.8

(注) 上記施設の位置は、図4-2に示し、BD；アルバセイラダム、BP；アルバセイラポンド、AP；アルファイポンドをそれぞれ表す。

上記の3ケースにおける最良案は、原水価格の最も小さいものとする。そのため、技術的、経済的観点から、施設の型式並びに建設費を以下に検討する。

(3) ワデ・アルバセイラにおける施設の選定

ワデ・アルバセイラ本川中流部においては、ダム型式とダイク型式が考えられる。また予定サイトとしても図4-2に示す④、⑤、⑥の3つが考えられる。しかしながら、水資源開発代替案において提案する施設容量から考えて、(1)案：ダム型式の場合は、⑤サイトに限定される。一方、ダイク型式は、(2)案：④サイトおよび⑤サイト2ヶ所のダイクと⑥サイト1ヶ所のダイクが比較案となる。このダイク比較案によって選ばれた(3)案：ダイクと⑤サイトにおけるダム型式を再検討して、最適案を決定する。

最初にダイク型式による(2)案の④⑤サイトにおけるダイクと、⑥サイトにおけるダイクのいずれが有利か検討した結果を表4-3に示す。

1) ダイクの場合の工事費

表4-3 ダイクの工事費

ケース	サイト	ダイク 延長 (Rm)	越流部 堤高 (m)	非越流部 堤高 (m)	容 量 (MCM)	合 計 容 量 (MCM)	工 事 費 (MDH)		
							越流部	非越流部	合 計
C'-8	A	1.6	3.8	6.8	1.0	1.5	6.8	5.1	19.2
	B	0.9	3.8	6.8	0.5		6.8	0.5	
	C	2.5	3.8	6.8	1.5	1.5	6.8	11.5	18.3
C'-9	A	1.6	5.0	8.0	1.6	2.5	8.9	6.4	26.6
	B	0.9	5.0	8.0	0.9		8.9	2.4	
	C	2.5	5.0	8.0	2.5	2.5	8.9	11.7	20.6
C'-10	A	1.6	4.5	7.5	1.3	2.0	8.1	5.9	24.3
	B	0.9	4.5	7.5	0.7		8.1	2.2	
	C	2.5	4.5	7.5	2.0	2.0	8.1	10.7	18.8

(注) 工事費は図4-3に示すモノグラフによる。

表4-3に見られるように、いずれの施設容量でも◎サイトにダイクを設けることが有利である。

図4-3 ダイクkm当たり建設費

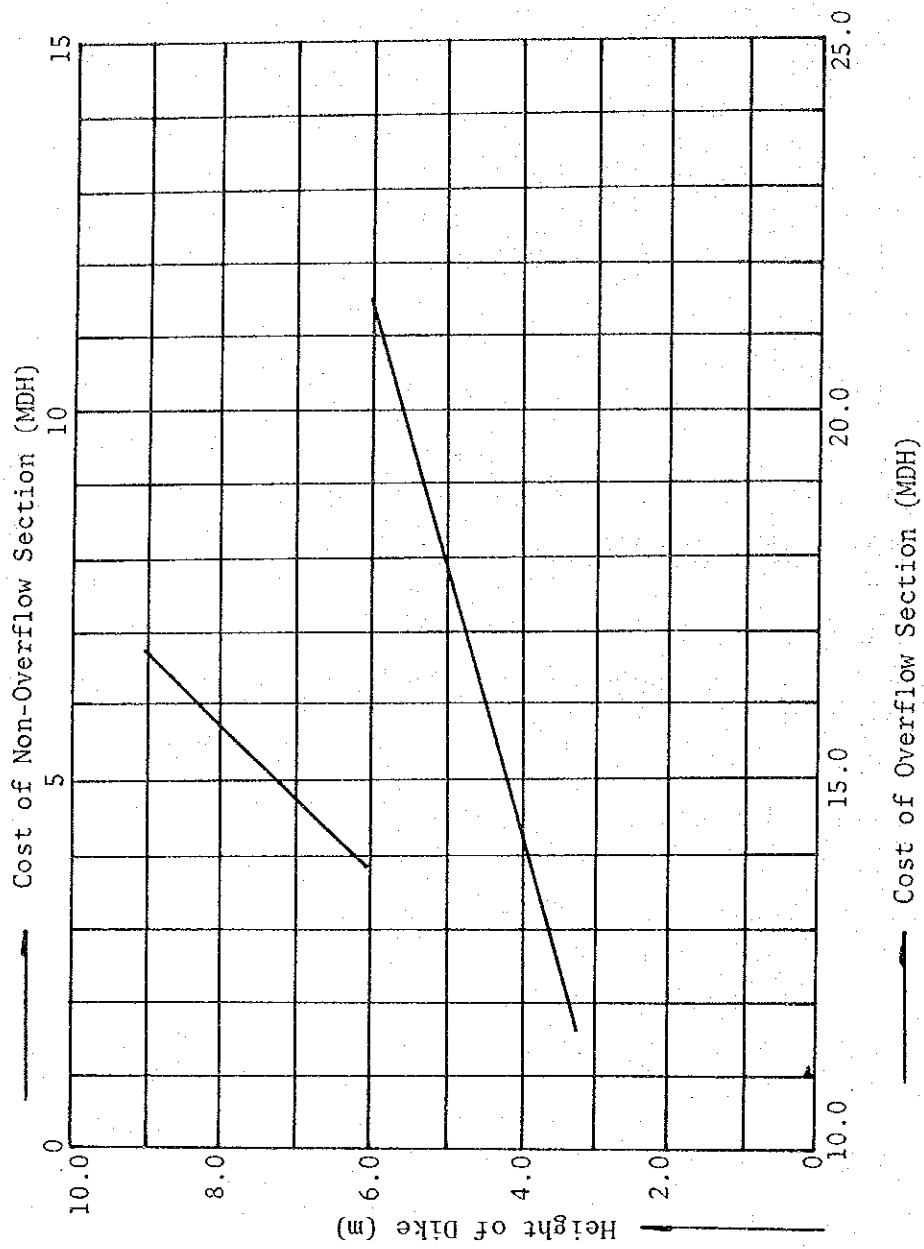


表4-4 ダイクkm当たり工事費

Description	Unit	h = 3.2 m		H = 6.2 m		h = 6.0 m		H = 9.0 m	
		Qua. (1,000)	Amo. (MDH)	Qua. (1,000)	Amo. (MDH)	Qua. (1,000)	Amo. (MDH)	Qua. (1,000)	Amo. (MDH)
Stripping	cu.m	48	254.4	30	159	60	318	39	206.7
Embankment	"	28	285.6	130	1,326	131	1,336	259	2,641.8
Rocks	"	10	200	7	140	21	420	7	140
Riprap (A)	"	14	420	28	840	23	690	45	1,350
Riprap (B)	"	13	2,990	-	-	23	5,290	-	-
Gabion	"	28	3,304	-	-	49	5,782	-	-
Filter	"	13	260	8	160	23	460	8	160
Gravel Paving	"	-	-	1	27.4	-	-	1	27.4
<u>Sub-total</u>			<u>7,714.0</u>		<u>2,652.4</u>		<u>14,296</u>		<u>4,525.9</u>
<u>Total Sub-total x 1.5</u>			<u>11,570</u>		<u>3,980</u>		<u>21,450</u>		<u>6,790</u>

Note:

h = Overflow Section

H = Non-Overflow Section

2) ダムの工事費

次いで(1)案㊸サイトにおける各施設容量のダム工事費の算定結果は、表4-5に示す通りである。

表4-5 ダム工事費

ケース	施設容量 (MCM)	堤高 (m)	盛土量 (MCM)	洪水吐	工事費 (MDH)	
					本体	合計
C'-8	1.5	17.0	0.51	3.9	11.7	15.6
C'-9	2.5	19.5	0.67	3.4	16.4	19.8
C'-10	2.0	18.4	0.56	3.4	14.8	18.2

なお、これらの内訳は表4-7に、アルバセイラダムの標準断面を図4-4に示す。

3) 最適な施設型式とサイトの決定

そして(3)案㊸サイトと有利なダイク工事費及び㊸サイトにおけるダム工事費の結果は表4-6の通りである。

表4-6 ダム及びダイクの工事費

ケース	施設容量 (MCM)	ダイク工事費 (MDH)	ダム工事費 (MDH)
C'-8	1.5	18.3	15.6
C'-9	2.5	20.6	19.8
C'-10	2.0	18.8	18.2

図 4-4 アルバセイヤダム標準断面図

TYPICAL SECTION OF AL BASSIERAH DAM

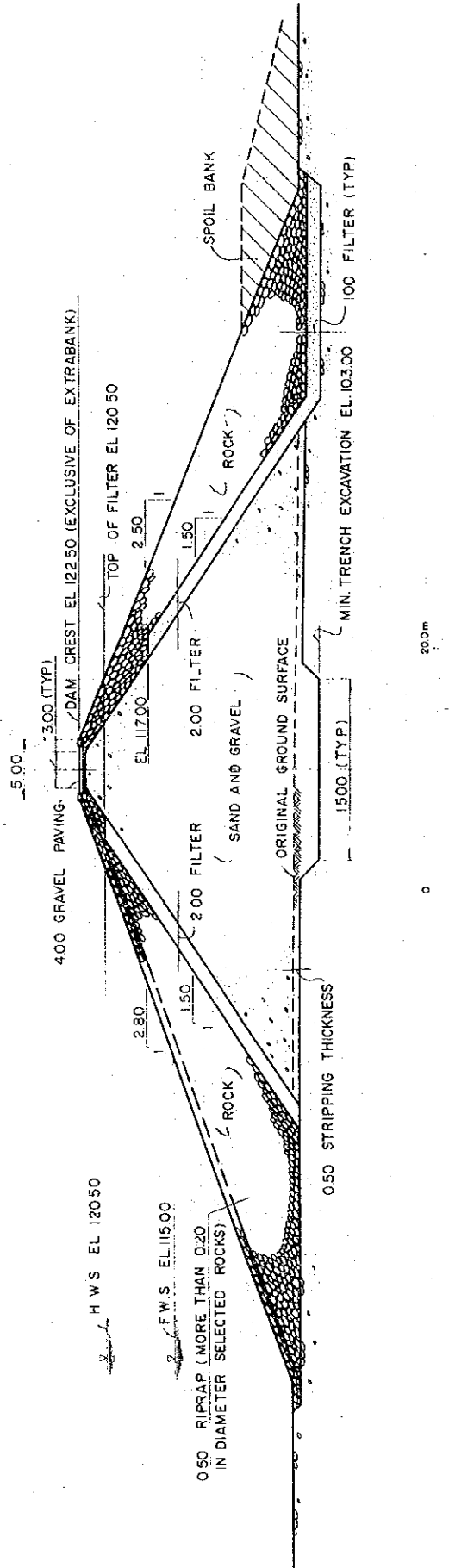
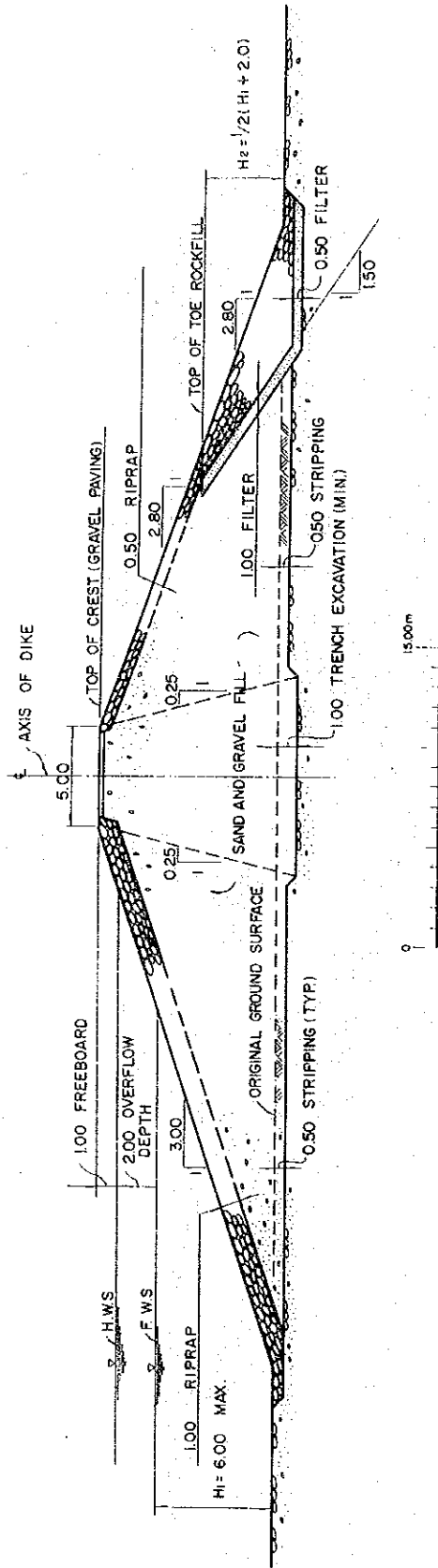


图 4-5 堤防標準断面图

TYPICAL SECTION (NON-OVERFLOW) OF DIKE



TYPICAL SECTION (OVERFLOW) OF DIKE

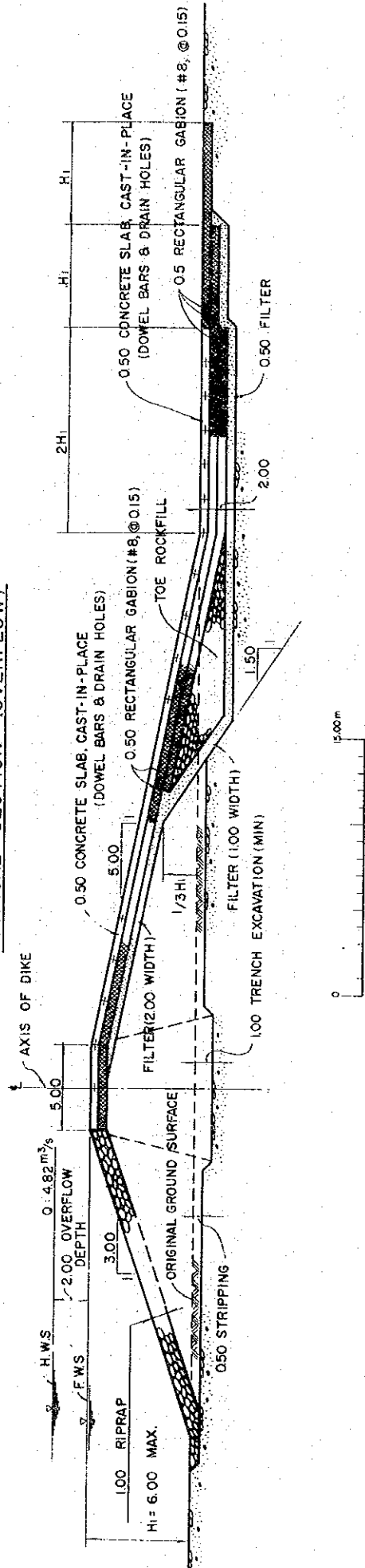


表 4-7 ダム計画案工事費

Description	Items	Unit	C' - 9	C' - 10	C' - 8
<u>MAIN DAM</u>	Capacity	MCM	2.5	2.0	1.5
	Dam Crest EL.	EL.	122.5	121.4	120.0
	High Water EL.	EL.	120.5	119.4	118.0
	Full Water EL.	EL.	115.0	113.9	112.5
	Free Board	m	2.0	2.0	2.0
	Low EL. of Dam	EL.	103.0	103.0	103.0
	Dam Height	m	19.5	18.4	17.0
	Width of Dam Crest	m	5.0	5.0	5.0
	Slope of Embankment		1:2.8/1:2.3	1:2.8/1:2.5	1:2.8/1:2.5
Embankment Volume	Sand/Gravel	TCM	305	286	267
	Rocks	"	275	203	176
	Filter	"	64	50	48
	Riprap	"	21	19	18
	<u>Total</u>	"	<u>665</u>	<u>558</u>	<u>509</u>
Design Criteria	Design Flood	m ³ /s	2,320(1/10,000)	2,320(1/10,000)	2,320(10,000)
	Depth of Overflow	m	5.5	5.5	5.5
	Length of Spillway	m	75.5	75.5	75.5
Rock Excavation Volume		TCM	75	75	90
Conduit		No.	1	1	1
<u>CONSTRUCTION COST</u>	Main Dam	MDH	10.1	9.1	7.1
	Spillway	"	2.3	2.3	2.6
	Conduit	"	0.8	0.7	0.7
	(A) Sub-total	"	<u>13.2</u>	<u>12.1</u>	<u>10.4</u>
	<u>Total (A) x 1.5</u>	"	<u>19.8</u>	<u>18.2</u>	<u>15.6</u>

いずれの容量でもダム型式が有利である。ダム型式は、貯水池が小さく蒸発損失が少ないこと、水頭が高く水の地下への浸透効果が大いこと、などから更に有利である。従って、アルバセイラ本川中流部における施設は、㊸サイトにおけるダム型式とする。

4) 砂利平地におけるポンド計画

水資源開発代替案の3ケースは、いずれもワデ・アルファイ下流の砂利平地(№9流域)に、C'-8ケースでは、それに加えてワデ・アルバセイラ本川下流の砂利平地(№10流域)に貯留施設を計画するものである。

これらの貯留施設は、ダイクによるポンドとすることを提案する。ワデ・アルファイ下流のポンド(以下アルファイポンドと称する)および、ワデ・アルバセイラ本川下流のポンド(以下アルバセイラポンドと称する)は、図4-2に示す㊸サイトおよび㊸サイトに1個ずつ設けることにした。また、洪水処理は、比較的大容量の貯留施設になるので、それ自体で対処する越流区間で行うこととした。

各ケースで要求される容量を確保するためのダイク規模の算定は、ポンドサイト付近では $1/25,000$ 地形図によるしかないので、平均地形勾配を $1/100$ として行った。なお、地形的要因を配慮した最も望ましいタイプの施設は、将来、詳細な地形測量を実施した後に、再検討の上決定することを勧告する。

アルファイポンドについては、添付資料4.1.水文の項において、2.0 MCM(C'-2ケース)、1.5 MCM(C'-3ケース)、1.0 MCM(C'-4ケース)などが望ましいとしている。上記の3種の容量の施設に対する工事量、工事費およびこれらの施設による強化涵養量に基づいて算出された原水価格を検討した結果を表4-8に示す。この表において明らかなように、アルファイポンドは、1.5 MCMの容量が最も効果的であるので、この容量を採用する。

表4-8 アルファイポンドの容量と原水価格

ケース	容量 (MCM)	ダイク 延長 (km)	堤高 (m)		工事費 (MDH)			強化 涵養量 (MCM/年)	原水価格 (DH/m ³)
			越流部	非越流部	越流部	非越流部	計		
C'-2	2.0	2.0	5.2	8.2	4.5	12.8	17.3	0.5	3.6
C'-3	1.5	2.0	4.5	7.5	2.6	9.8	12.4	0.4	3.2
C'-4	1.0	1.5	3.7	6.7	1.8	6.7	12.8	0.3	4.2

(注) 原水価格の算出は後述の(4-1)式による。

アルバセイラポンドについては添付資料4.1.水文の項において容量1.0 MCM、0.5 MCMを検討している。これらの容量ごとのポンドの効果は、上流側にあるアルバセイラダムが残水を貯留することになるため、一概に結論できない。アルバセイラダムの容量が大きい場合、アルバセイラポンドはその容量を大きくしても効果はあまりない。従って、C'-8ケースはC'-9ケースの場合のアルバセイラダムの容量2.5 MCMのうち1.0 MCMをアルバセイラポンドに配分したケース研究であり、涵養強化の効果が同様の場合、施設を分散したらよいか、統合したらよいかを制定するためのものである。

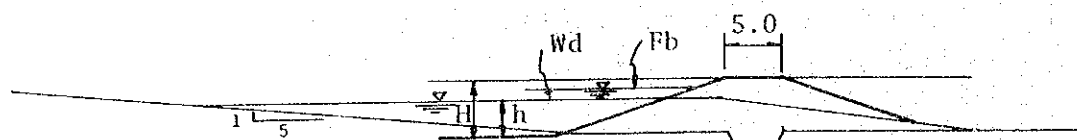
水資源開発代替案3ケースにおけるポンドの工事費をまとめると表4-9の通りである。

表4-9 3代替案におけるポンドの規模と工事費

ケース	ポンド名	容量 (MCM)	ダイク 延長 (km)	堤高 (m)		工事費 (MDH)		計
				越流部	非越流部	越流部	非越流部	
C'-8	アルバセイラ	1.0	1.5	3.7	6.7	6.6	6.7	13.3
	アルファイ	1.5	2.0	4.5	7.5	2.6	9.8	12.4
	計	2.5	3.5	-	-	9.2	16.5	25.7
C'-9	アルファイ	1.5	2.0	4.5	7.5	2.6	9.8	12.4
C'-10	アルファイ	1.5	2.0	4.5	7.5	2.6	9.8	12.4

これらの工事費は図4-3に示すモノグラムにより、ダイクの構造水理諸元は、図4-5および図4-6にそれぞれ示す。

図4-6 水理諸元



H	: 非越流部のダム高さ	= 最高	9.0 m (H)
h	: 越流部のダム高さ	= "	6.0 m (h)
Fb	: 余裕高	= "	1.0 m (Fb)
Wa	: 越流水深	= "	2.0 m (Wd)
g	: 単位長当りの越流量	= "	4.8 m ³ /S/m

洪水吐設計洪水量 (Q) :

● バセイラ本川ダムサイト流域	122 km ²	: 2,320 m ³ /sec
● ワデ・アルファイ流域	24 km ²	: 780 m ³ /sec

砂利平地の地形勾配 (S) :

● バセイラダム予定地点上下流	: 1/80
● アルファイ下流砂利平地	: 1/100

(4) 水資源開発計画最適案の決定

水資源開発代替案3ケースのうち、いずれが最適であるか、以下に検討する。この検討は前項で選定したアルバセイラダム、アルファイおよびアルバセイラポンドを組合わせた全体工事費と、これらのケースごとの強化涵養量とから算出される原水価格により行う。

原水価格の算出は下式による。

$$W_e = \frac{D_c (1 + 0.41 \times T) (A + I) + M_o}{R_a} \dots\dots\dots (4-1)$$

- ここで W_e : 施設地点における水/m³当たりの価格
 D_c : 施設工事費
 I : 利率7%を適用
 T : 工事期間、2ケ年を適用
 A : 施設の償却率 1/50 = 0.02を適用
 M_o : 施設の年間維持管理費、施設工事費の0.5%を適用
 R_a : 年間産水量 (m³/年)

上記の検討結果を表4-10に示す。この表に見られるようにC'-9案が原水価格が3.6DH/m³と最も安く、強化涵養量も0.9MCM/年と多いので最適案となり、水資源開発案としてここに提案する。

表4-10 各ケースにおける原水価格

ケース	施設	工事費 (MDH)	強化涵養量 (MCM/年)	原水価格 (DH/m ³)
C'-8	BD:1.5MCM BP:1.0MCM AP:1.5MCM	ダム:15.6 ポンド:12.8 ポンド:12.2 計 40.6	0.9	4.5
C'-9	BD:2.5MCM AP:1.5MCM	ダム:19.8 ポンド:12.2 計 32.0	0.9	3.6
C'-10	BD:2.0MCM AP:1.5MCM	ダム:18.2 ポンド:12.2 計 30.4	0.8	3.8

(注) BD:アルバセイラダム BP:アルバセイラポンド AP:アルファイポンド

4.2.3. 水利用配分

流域の地下水資源量は、降雨による自然涵養量 2.9 MCM/年と C-9 開発計画による強化涵養量 0.9 MCM/年を合計して、3.8 MCM/年である。この地下水の利用配分計画は、1980年時点の生活用水および農業用水の利用実績をそのままとし、強化涵養量 0.9 MCM/年については、工業用水 0.10 MCM/年（現在建設中のセメント工場）と農業用水に配分する。農業用水への配分は 3つの代替案を提案する。

(1) 現況の水利用

流域内 1980年時点の下記水利用合計 3.1 MCM/年は、1980年 12月 11日 ア首連政府との打合わせ議事録で確認された。しかし、この水量は今年（1981年）の水文資料追加により、21年間の平均値として下表に示す合計 2.9 MCM/年と修正する。

表 4-11 現況の水利用

記事	地域	水利用
生活用水	UAE (15,000人と大理石工場)	0.55
	オマーン (15,000人)	0.05
農業用水	UAE (野菜 50 ha)	0.30
	〃 (デーツ 230 ha)	1.04
	オマーン (デーツ 210 ha)	0.96
	計	2.9 (MCM/年)

(2) 開発された地下水の配分

地下水の強化涵養量 0.9 MCM/年の配分計画は、工業用水 0.1 MCM/年と農業用水 0.8 MCM/年とする。農業用水への配分は下記 3つの代替案を提案する。

A案：計画畑（野菜園 75 ha）と FAO農場 5 haに配分する。

B案：計画畑（果樹園 65 ha）と FAO農場 5 haに配分する。

C案：計画畑（野菜園 30 ha と果樹園 40 ha）と FAO農場 5 haに配分する。

これらの内訳は表 4-12の通りである。

表4-12 開発された地下水の配分

記 事	用 途	配 分 計 画 (MCM/年)		
		A 案	B 案	C 案
工業用水	U A Eセメント工場	0.10	0.10	0.10
農業用水	野 菜：75 ha	0.73	—	—
	: 30 ha	—	—	0.30
	果 樹：65 ha	—	0.73	—
	: 40 ha	—	—	0.43
	F A O農場： 5 ha	0.07	0.07	0.07
小 計		0.80	0.80	0.80
合 計		0.90	0.90	0.90

なお、全体の水配分計画は、表4-13に示す。

表4-13 水利用計画

地 域	分 類	用 途	面積(ha)	現況利用	計 画 用 水 配 分		
					A	B	C
U A E	生活用水			0.48	0.48	0.48	0.48
	工業用水	大 理 石 工 場		0.07	0.07	0.07	0.07
		小 計 (1)		(0.55)	(0.55)	(0.55)	(0.55)
		セメント工場		—	0.10*	0.10*	0.10*
		小 計 (2)		—	(0.10)	(0.10)	(0.10)
	計 - (1)	(1) + (2)		《(0.55)》	《(0.65)》	《(0.65)》	《(0.65)》
	農業用水	既存野菜園	50	0.30	0.30	0.30	0.30
		既存デーツ園	230	1.04	1.04	1.04	1.04
		小 計 (3)		(1.34)	(1.34)	(1.34)	(1.34)
		既存デーツ園の補給		—	—	—	—
		F A O 農 場	5	—	0.07*	0.07*	0.07*
		新規野菜園	30	—	—	—	0.30*
		" "	75	—	0.73*	—	—
		新規果樹園	40	—	—	—	0.43*
	" "	65	—	—	0.73*	—	
小 計 (4)		—	(0.80)	(0.80)	(0.80)		
計 - (2)	(3) + (4)		《(1.34)》	《(2.14)》	《(2.14)》	《(2.14)》	
合計 - (I)			〔1.89〕	〔2.79〕	〔2.79〕	〔2.79〕	
生活用水			0.05	0.05	0.05	0.05	
農業用水	既存デーツ園	210	0.96	0.96	0.96	0.96	
	小 計 (5)		(1.01)	(1.01)	(1.01)	(1.01)	
合計 - (II)			〔1.01〕	〔1.01〕	〔1.01〕	〔1.01〕	
総 計	(I) + (II)		2.90 (2.9)	3.80 (3.8)	3.80 (3.8)	3.80 (3.8)	

(注) *印は開発する地下水の配分、単位はMCM/年

4.2.4. 水利用の将来展望

ワデ・アルバセイラ流域の水資源開発を行い、その利用配分優先順位は、生活用水、現況の農業用水をして計画用水の順とし、生活用水は1980年の人口合計14,700人、(同連邦13,200人、オマーン1,500人)を基準とした。しかし今後、人口増加に伴う水需要並びに野菜の自給に対する要求度は高まる一方であろう。このような事態に対処するため、20年後の予測人口に対し、現況のデーツから野菜園への転換、新農園計画または海水の淡水化導入等により対策を行うこととし、10年後及び20年後の予測を下記のように試みた。

水需要予測 (1980年～2000年)

年	生活用水	工業用水	農 業			計 (MCM)
			UAE	OMAN	計 画	
1980	14,700 人					
	(100 ℓ/人/日)		280 ha	210 ha	75 ha	
	0.53	0.17	1.34	0.96	0.80	3.80
1990	19,800 人					
	(150 ℓ/人/日)		160 ha	210 ha	200 ha	
	1.10	0.27	1.03	0.96	1.91	5.30
2000	26,600 人					
	200 ℓ/人/日)		70 ha	210 ha	300 ha	
	1.94	0.35	0.61	0.96	2.86	6.70

- (注) (1) 人口の伸び率は年3%と設定し、1人当たりの水の消費量は10年ごとに50ℓ増加することと仮定。
 (2) 工業用水は現在建設中のセメント工場で20年後のピーク水量を年間250,000トンとした。
 (3) 農業の面積は現況のデーツ園を10年後に70%、20年後に30%に仮定した場合である。

4.2.5. 水利用シミュレーション

現況の水収支並びに地下水の強化涵養量は、貯留モデルによるシミュレーションによってある程度明らかにされた。しかしながらこれらの地下水資源を有効に利用するためには、この水収支と別に地下水の挙動を把握する必要がある。

地下水の流れは、一般に地表流に比べ著しく遅い。従って、水利用計画に当っては涵養と揚水と間の応答を理解することが不可欠である。

更に本流域における地下水需要は、沿岸地帯に集中しているために、沿岸帯水層への海水浸入に配慮することも必要である。

上記の観点は、地下水盆管理の必要性を示しており、管理方式を確立する必要も示すものである。

上記の事項を明らかにする場合には、地下水系に対する数学モデル、即ち地下水の水理モデルを構築し、このモデルを用いて種々の水利用代替案のシミュレーションを行うことが実用的であり、便利である。

このような数学モデルは、非定常の浸透の2次元有限要素法にもとずいて構築する。

本流域のうち地下水流域について有限要素の分割は113の節点と176の3角形要素によるものとする。

本流域における地下水は不圧条件にあるため、浸透マトリックスは各要素の透水係数に水深を乗じて求めることとした。また、本流域内の帯水層は透水性の異なる3層からなり、これらの層は海へ向ってゆるやかに傾斜している。代表地点における各帯水層の高さと透水係数の関係を図4-7に示す。この関係はある要素における平均透水係数は地下水頭の位置により変化することを意味する。

揚水試験の結果、本流域における貯留係数は0.01以下と算定されている。しかしながらシミュレーションの結果、流域の貯留率は0.03、ないし0.06とすることが妥当である。

帯水層への海水浸入のシミュレーションは、厳密解でなく、ガイベン・ヘルツベルグの原理によった。試験井TW-3における塩淡境界面の実測値から見て、淡水と塩水の比重差は25であることが判っているので、この関係を用いて海水浸入現象をシミュレートする。

シミュレーションは暦月刻みで過去20年間について行う。海岸を除き全ての境界は不透水性の壁とした。

試行により同定されたモデルによる1980年8月1日時点の地下水の流況図と20ヶ年間の代表地点における地下水頭と塩淡境界面のハイドログラフを図4-8並びに図4-9にそれぞれ示す。

このモデルシミュレーションの結果による現況の地下水収支を添付資料、表A.4.2-51に示す。本流域における地下水貯留は概算で120MCM前後あり、豊水年で150MCM、渇水年で70MCMの間を変動する。

流域内の地下水貯留で見る限り、近年における最渇水年と最豊水年はそれぞれ1967 / 68年および1976 / 77年である。

地下水の涵養を強化した後に計画された水利用配分によるシミュレーションを3ケース実施する。

3ケースの水利用の内訳は表4-13に示すとおりである。

このシミュレーションの実施に当り、地下水管理の原則として、海水浸入を防止することと、地下水資源の保全を優先させることとした。

自然現象として、流域内の沿岸部の1部では、過剰揚水のために塩淡境界面が浮上し、農地のアルカリ化が発生している。

この様な現象を防止するためには、塩淡境界面を生産井戸の底以下に保持すればよい。

ガイベン・ヘルツベルグの原理に明らかな様に、この境界面の位置は、淡水の水頭の水準により規制することができる。

本流域についても塩淡水境界面の深さを管理するために、適当な位置での淡水頭の管理高を確立する必要がある。この方式により、地下水資源も同時に一定の水準に保全できることになる。

本シミュレーションにおいては、管理位置と管理水位をそれぞれ節点66（試験井TW-3付近）と標高1.5 mとする。この地点の水頭が標高1.5 m以下に達したら、連邦とオマーンにおける上水道用以外の全ての揚水は、この水頭がこの水準に回復するまで停止するものとする。

既存のものと計画のものとを問わず生産井戸の位置は、海からできるだけ遠くにした方がよい。

シミュレーションにおいては、本プロジェクト用の生産井戸は、海から3 km以上離れた地点にあるものとした。

各ケースのシミュレーション結果を添付資料、表A.4.2-52～4.2-54に示す。各ケースにおける水需要の総量は3.8 MCM/年と同様であるため、同様な結果が示される。

地下水頭が管理水位に達するため、需要を満たす以前に揚水が停止され、1966/67、1967/68、1968/69、1972/73、1975/76 および1976/77の7年には用水不足を生ずる。

最大の不足は、1967/68年の2.7 MCM/年で、これは前年の不足量2.1 MCM/年に続くものである。他の年の不足は、1.2 MCM/年以下であり、それ程深刻なものではない。

図 4-7

水頭及び透水性関係図

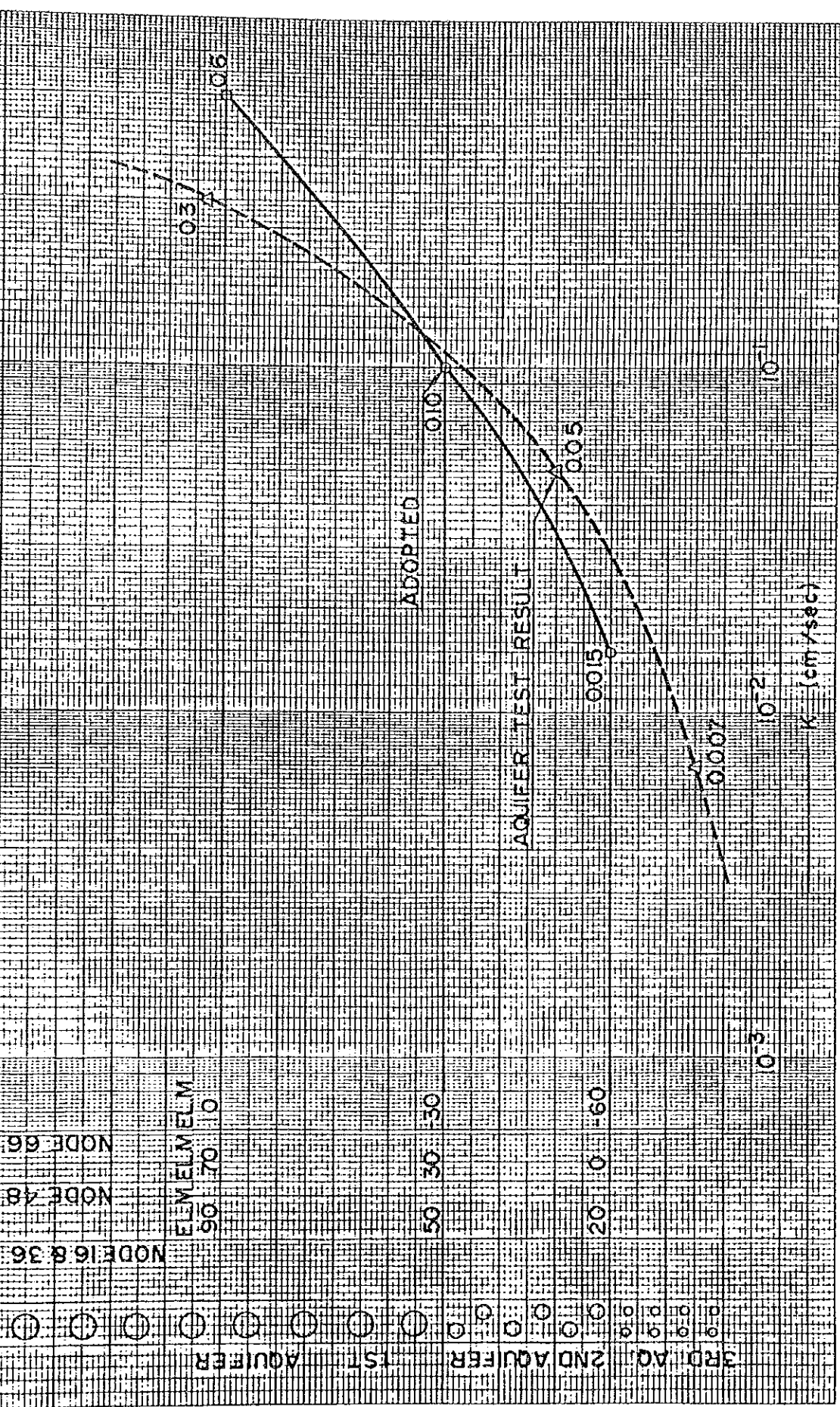


図 4-8 地下水流況図 (現況)

DATE: 1-8-1980
 NOTES (1) SCALE FOR FLOW VECTOR
 (2) CONTOUR LINES SHOW GROUNDWATER TABLE IN METER S.E.L.
 (3) REFER MAP 6-2 OF APPENDIX 2 ON THIS SHEET.

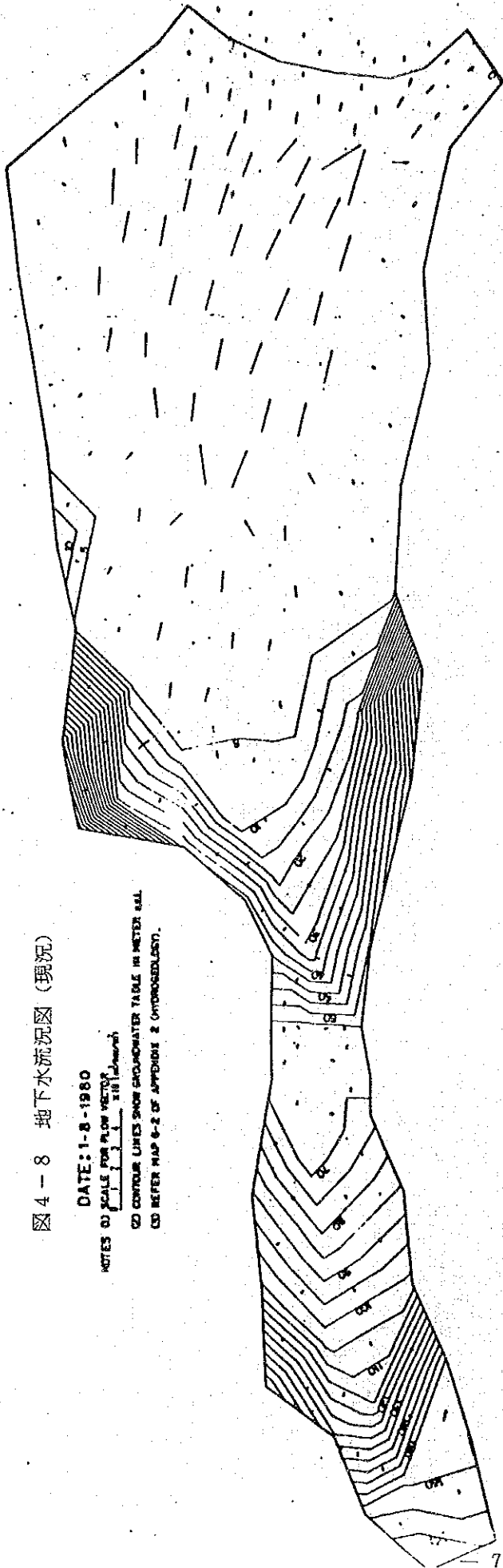


図 4-9 地下水頭と塩水境界面の計算ハイδροグラフ (現況)

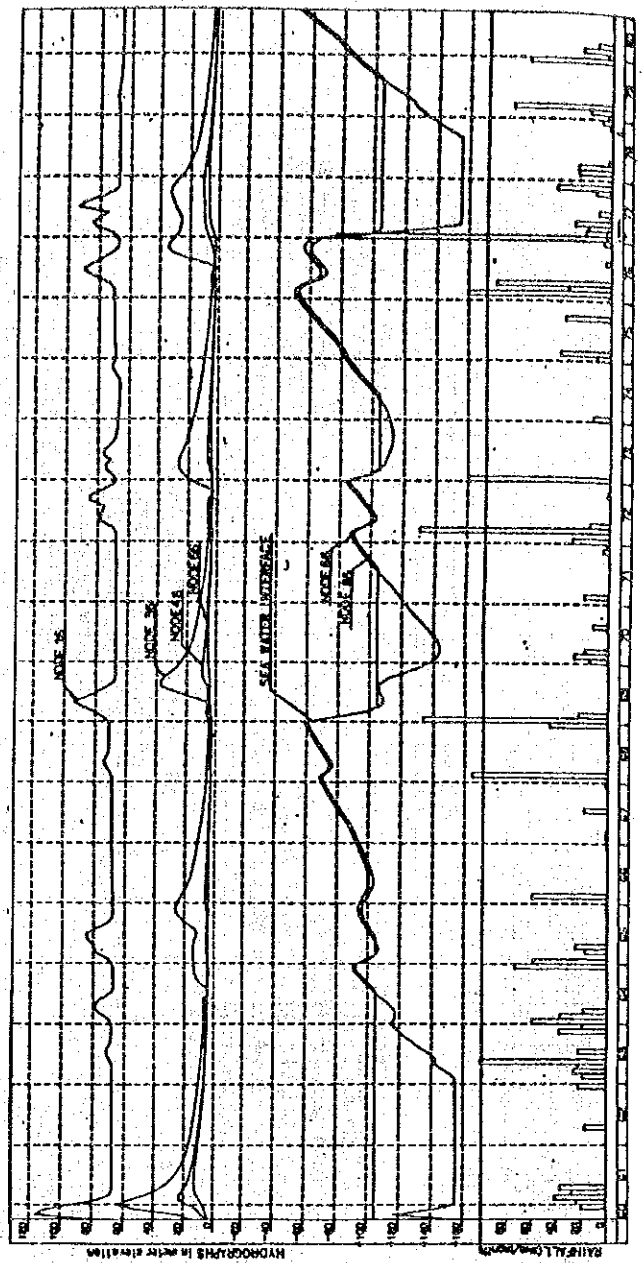


图 4-10 地下水収支 (CASE A)

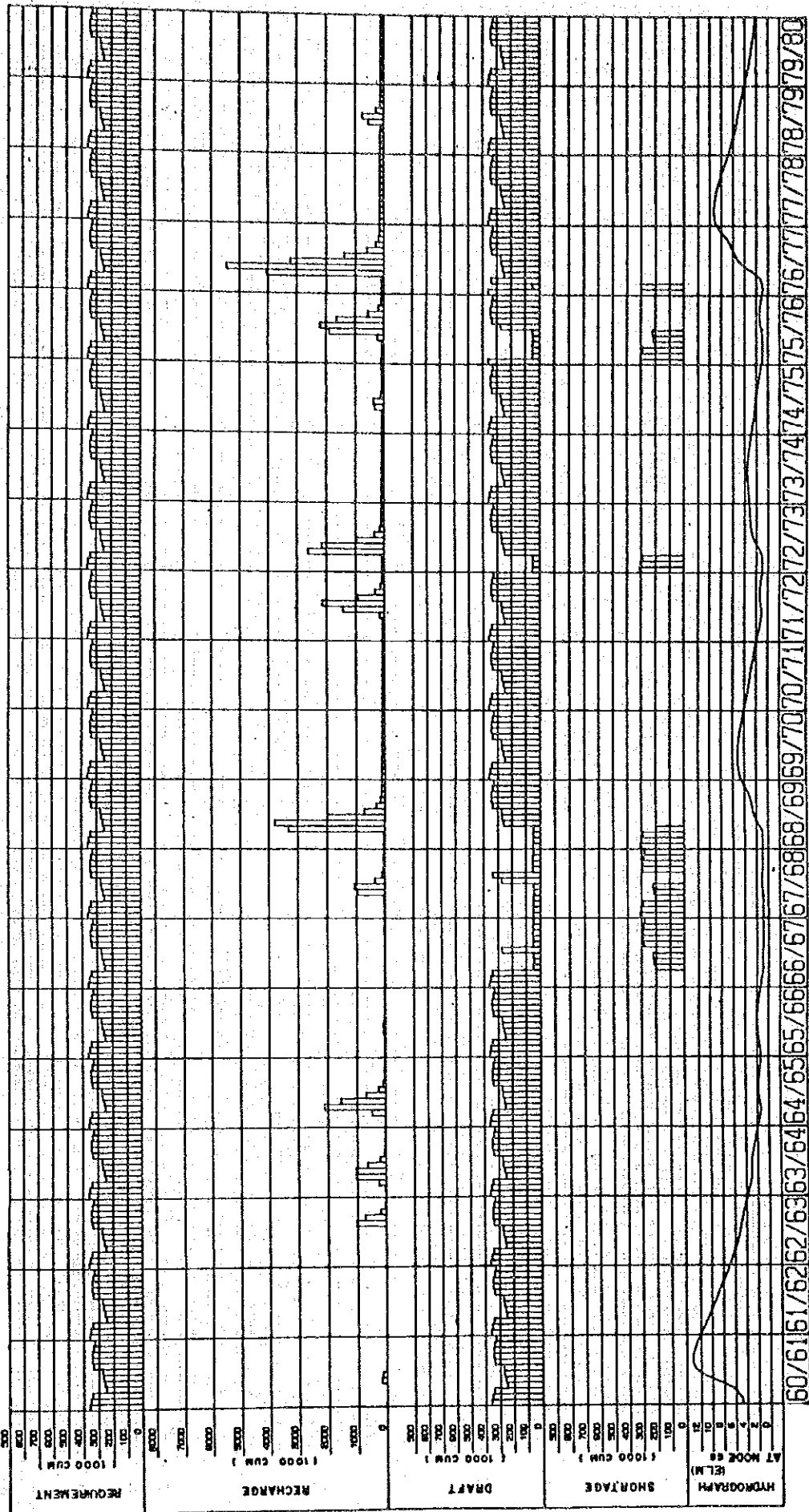


图 4-11 地下水收支 (CASE B)

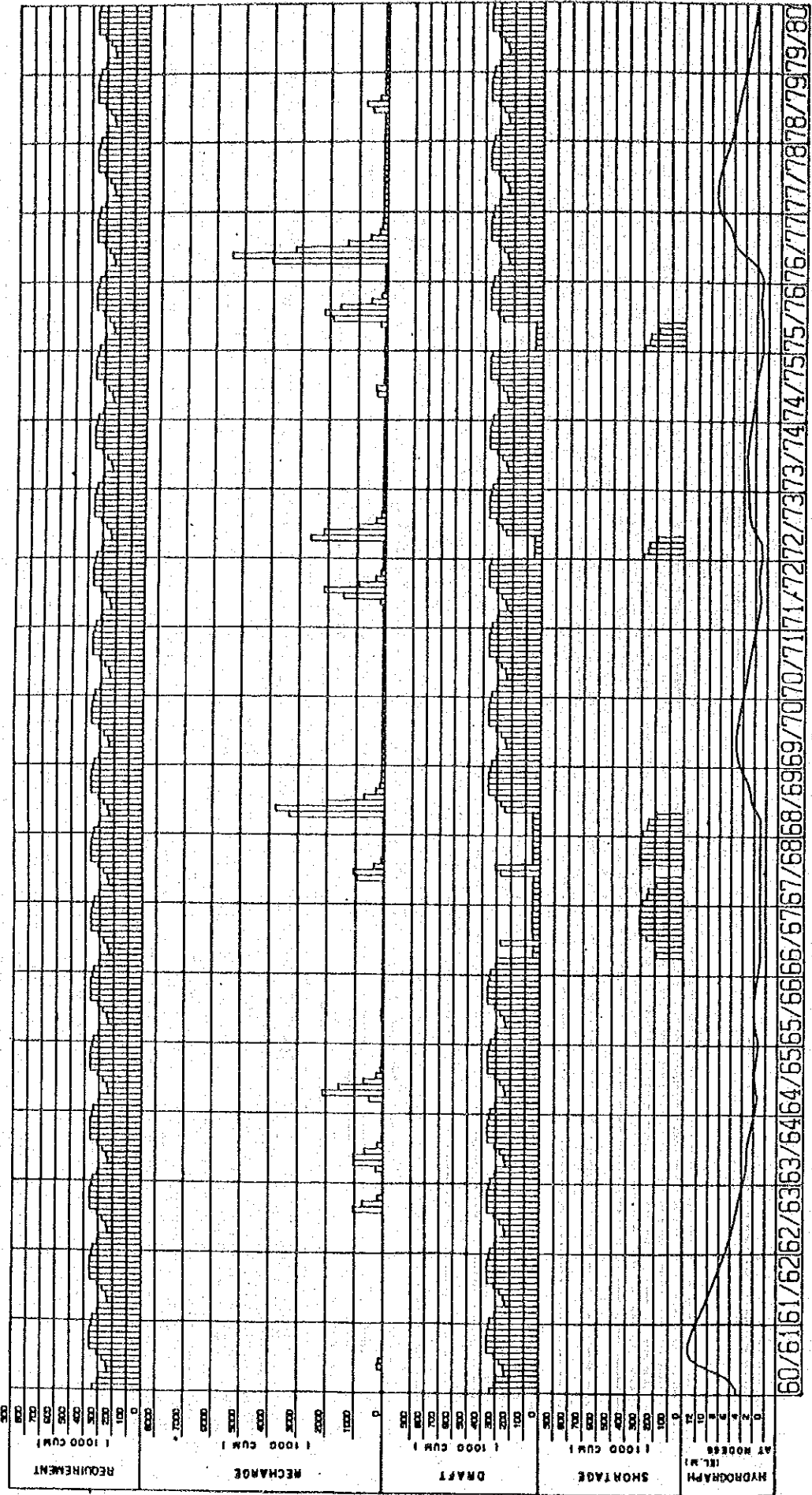
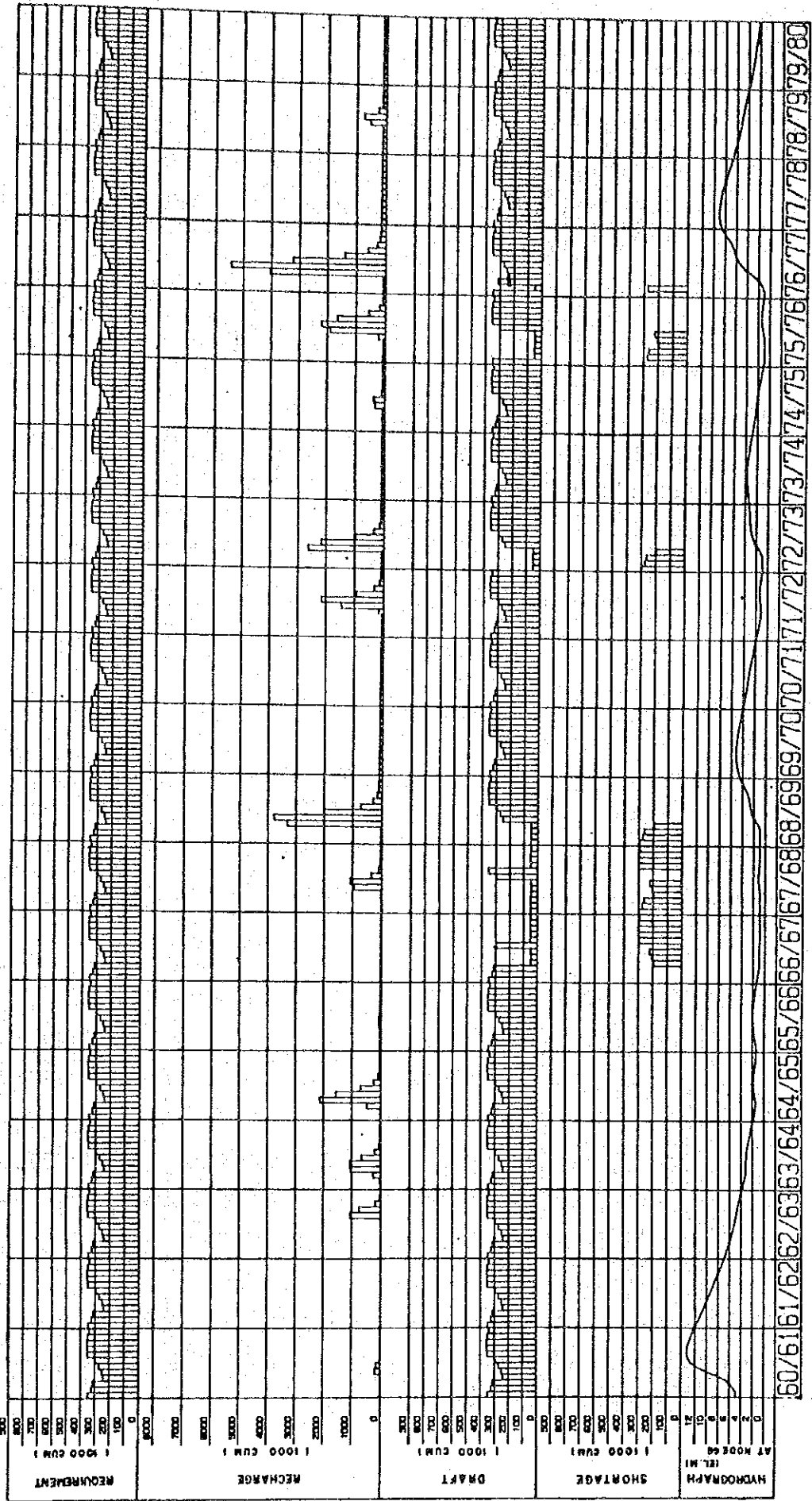


图 4-12 地下水収支 (CASE C)



4.3 農業開発計画

現況農業の項で述べたように、ワデ・アルバセイラ流域のディバ付近の農業用地は、アラブ首長国連邦としてほぼ280haである。農業開発計画は、この流域の水資源開発計画の中で3つの代替案を計画する。それは、A案：野菜園のみ計画した場合は75ha、B案：果樹園とした場合は65ha、そしてC案：野菜園30haと果樹園40haの組合せとする。

農業開発計画は、連邦政府事業として果樹園120ha、およびフジャイラ国事業として100haの野菜園の開発が計画されているが、開発水資源量の上からこれらを上記の3案に縮小する。農業開発計画の基本事項は次の通りである。

(1) 野菜園（75haまたは30ha）

フジャイラ国より指定された予定地は、FAO実験農場の近くで2地区であった。農園の最小区画は、ディバ周辺の現況1農家あたり平均農地面積と同様0.5haとした。

- * 区画最小区画 : 0.5 ha
- * 作付割合 : 野菜、冬作と夏作
- * 水路とかんがい方式 : パイプラインとドリップ方式
- * 作業形態 : 小型機械化
- * 経営形態 : 共同方式

(2) 果樹園（65haまたは40ha）

上記同様果樹園は既存FAO実験農場の近くに指定されたが、水収支の上からこれを縮小する。本計画については、フィジビリティ・スタディ詳細設計、次いで施設の施工、およびその他については1980年9月からJouzy and Partners, U. A. E. コンサルタンツによって開始されているので、本項では、選定した下記の作物および果樹を仮定し、特に水と、経済的な点について、その検討を行った。

4.3.1 土地利用とその改良

(1) ワデ扇状地土壌改良

ワデ・アルバセイラ流域における将来の水資源開発に伴う新規農地造成のための用地として面積的に余裕のある地区はワデ扇状地地区である。この地区はUSBRの土地分級基準によると6級地、即ち耕作不適地として格付けされる土地で、地表面は砂漠舗石で覆われており、全面的なほ場造成は極めて困難であり、かつ農作業の効率は著しく減じられる条件にある。また、地表下1mに出現する礫層は根の伸長を妨げ、さらに石礫の間隙を埋めているものは粗砂、細砂であり、透水性は極めて良く、水分および養分の保持力に乏しい。

このような自然状態で農地として利用することは不相当であるが、ワデ扇状地の中心部に新設されているF. A. O.の試験農場、および他の試験場の実績から判断すると、下記の点を考慮すれば果樹園あるいは施設園芸の導入が可能である。

地表面の径5 cm以上の石礫を除去し、必要最小限の耕土の置換を行い、耕土深の確保とともに保水力、保肥力を強化する。

果樹園の場合は植溝(3×3×0.6 m)を掘り、植溝内の径5 cm以上の石礫を除去し、石礫量に相当する量の粘土分の多い自然土の客土により、ち密度20 mm以下、仮比重1.3~1.5 固相率40~55%を目安として土壌を改良する必要がある。なお、その際に有機質資材(コンポスト、ピートモス等)を投入し、土壌と攪拌する。

野菜畑の場合は、表層40~50 cmの除礫(径2~3 cm以上)を行い、除礫量に相当する量の粘土分の多い自然土を客土し、有機物含量1%以上になるよう、有機物資材を投入、攪拌する。

(2) 海岸平地土壌

海岸平地部は、長年デーツを主とする樹園地として利用されてきており、従って、これら既成園土壌に対する抜本的改良は困難である。

樹園地の場合、一般には下層土の理化学性の改良に重点が置かれ、このため農地造成時に土層攪拌、深耕(植溝)等により下層の物理的改良を図ると共に、有機質資材の投入による土壌中有機物含量の増加を図り、根圏土層の通水、通気性を適正にし、健全な樹根の生長と養水分の安全供給を図る。既成園の土壌改良に当たっては、下記の点を考慮する。

(3) 物理性の改良

既述の如く、この地区の土壌は十分な有効土深を有するものの、固相率は高く、従って孔隙率は小さい。また土壌のち密度は一般に高く、根圏の健全なる発達のためには良好な物理性をもった土壌とは言い難い。

このため固相率50%前後、ち密度20 mm前後を目標として、野菜畑の土壌の物理性の改良を図るべきである。また、果樹新植に対しては、前述した事項に留意する。

(4) 化学性の改良

土壌PHは8.0~9.0とアルカリ性でこのため柑橘類に亜鉛、マンガ、鉄等の要素欠乏が認められる。これらの対策として、一部にはキレート散布による対症、対策がとられているが、生産力向上のための抜本的対策としては、硫黄、石膏等による土壌反応矯正がまず必要である。また、肥沃度増大のため微量元素、有機物を含めた肥培管理をする。

(5) 土壌改良の為の試験研究

既述の如く、非かんがい土壌と、かんがい土壌中の塩類を比較した場合、土壌中の塩分集積に対して長年にわたるかんがい水の影響が大きいことがわかる。これは用水中の塩分濃度、かんがい方法等の影響によるものと思われる。このため、これら相互の関係、除塩対策あるいは土壌改良対策等について導入作物、果樹およびかんがい方法との関係において、試験研究を行い、具体的対策を樹立することが緊急であろう。

これらに必要な基礎資料を得るため、既設のF. A. O.試験農場の活用を考慮すべきである。

4.3.2 作物と作付

新しい農業生産のための作物は、現況のディバおよびアラブ首長国連邦の実績のある作物を選定し、野菜と果樹に大別するが、その野菜品目の中では、市場価格上位および需要度の高いものから、また果樹も同様、生産実績のある下記作目とする。1980年6月のディバにおける各作物の価格を併記する。

野 菜		果 樹	
作 名	価 格	作 物 名	価 格
*ト マ ト	1,379 DH/t	*柑 橘 類	3,455 DH/t
*キ ュ ウ リ	3,255	*マ ン ゴ ー	2,571
*ナ ス	1,493		
*ピ ー マ ン	3,283		
*キ ャ ベ ツ	1,929		
*メ ロ ン	2,080		
*ウォーターメロン	1,148		

*印は検討の対象とし、すでにこれらの品目については、フジャイラおよびラッセルファイマーの実験農場において研究し、成果を得ている。また、現状ディバ地区の野菜の生産は非常に少ないことからして、本計画の野菜園計画においては、生野菜および新鮮な果物の安定供給を目的として、土地およびかんがい施設の高度利用並びに雇用労働力の固定化を計る。作付カレンダーは、報告書 CROP WATER REQUIREMENTS IN U. A. E. By. Dr. C. R. K. Prashar の中に述べられている東部地方のカレンダーを応用した。新農園計画の作付カレンダーは添付資料、図A.4.3-1に示す。

(1) 作付面積と輪作

野菜園および果樹園の作付面積は下記のように実面積とし、野菜園では冬作及び夏作を原則とするが、水の少ない年は夏作メロンを作付しない。また野菜の輪作は、トマト、キュウリ、ナス、キャベツの順に4年輪作とする。一方、果樹園の果樹作目は、農業・漁業省指定のものとする。野菜園および果樹園の作付面積と作物は次の通りである。

1) 計画A：野菜園（75 ha）

作 物 名	実 面 積	備 考
ト マ ト	16.0 (ha)	冬 作
キ ュ ウ リ	16.0	〃
ナ ス	16.0	〃
キ ャ ベ ツ	16.0	〃
西 瓜	(25.0)	夏 作
そ の 他	11.0	そ の 他
計	75	

2) 計画B：果樹園（65 ha）

作物名	実面積	備考
デーツ	10.0 (ha)	15 (%)
柑 橘	19.5	30
マンゴー	10.0	15
落葉果樹	17.0	26
その他	8.5	14
計	65	100

3) 計画C：野菜園（30 ha）と果樹園（40 ha）

野菜園		果樹園	
作物名	実面積	作物名	実面積
トマト	6.3 (ha)	デーツ	6.0 (ha)
キュウリ	6.3	柑 橘	12.0
ナス	6.3	マンゴー	6.0
キャベツ	6.3	落葉果樹	10.0
西瓜	(9.6)		
その他	4.8	その他	6.0
計	30	計	40

4.3.3 かんがい

ワデ・アルバセイラ流域内の水資源は非常に厳しい条件にあり、現在の農園50 haの今後のかんがいについては、水を積極的に節約しなければならない。現在、農園における送水方式は、個々の農園がもつ井戸から小区画、または果樹の根元へ開水路によって行っている。これらの水路は砂利または土水路がほとんどで水の送水損失が多いので、新農園計画では、これらをパイプライン方式にする。一方、現況のデーツ生産のために、多くの水を供給するより、野菜および果樹生産に切り換えて行くことにより、今後の水の絶対量不足の到来に対応しなければならない。

新農園計画ではかんがい水の損失を最小限度にとどめるために、砂利平地における新農園の除稔、客土、土壌改良など農園基盤整備を実施しなければならない。各井戸から農園への送水は全てパイプライン方法とし、また末端における野菜および果樹のかんがい方法はドリップ方式を原則として採用する。

かんがい計画における作物消費水量は、報告書CROP WATER REQUIREMENT IN UNITED ARAB EMIRATES by Dr. C. R. K. Prashar, May, 1978においてPan-Evaporation法を用いていることから、本計画においてもこの方法を採用し、ディバの気象資料

をもとに計算した。

新規開発3案に対するかんがい必要水量は名案とも0.73 MCM/年である。これらの計算基礎は添付資料、表A. 4.3-15に示す。

4.3.4 農業管理

新農園計画は3案あるが、その面積は65 ha～75 haである。これらの農園管理は、組合組織により行うこととし、これが年間の農業作業計画として、作物植付、労働および機械作業計画を作成し、合理的な近代農業運営を行う。人員構成は、前項の作付計画に対し、A案75 haの場合で、常用農夫、月間49人、それと臨時に月間14人から51人を6ヶ月間雇用する必要がある。臨時農夫の必要期間は、冬作期の9月から翌年の3月までである。また、農業用建物は下記のものをして管理を行う。

施設名	建 坪	備 考
事 務 所	70 (sq : m)	労務者控室を含む肥料・農
資 材 庫	30	薬・種子等
農 機 具 庫	70	
選 果 場	70	果樹および野菜
計	240	

4.3.5 農園経済

本計画に関わる農業経済面での検討地域は、既存農園280haと新設農園3案の面積65～75 haで計、約370haである。これらの粗収入は、平均18.1 MDH/年であり、その内訳は下記のとおりである。

(1) 収 入

計 画	面 積 (ha)	生 産 量 (ton)			粗 収 入 (1,000 DH)		
		A	B	C	A	B	C
現 況 デ ー ツ	230		2,300			12,226	
現 況 野 菜	50		1,000			2,080	
計 画 A (野 菜)	75	3,290			6,157		
計 画 B (果 樹)	65		660			2,755	
計 画 C (野 菜 と 果 樹)	70			1,870			3,964
現 況 + 計 画	345 ~ 355	6,590	3,960	5,200	20,463	17,016	18,270

同連邦個々の農園をみると、野菜園の内訳では、キュウリの経済効果が最も高く、デーツ、スイートメロン、キャベツ、落葉果樹、ナスの順となり、柑橘、マンゴが最も低い。粗収入は、野菜で 6.1 MDH、経営費は 2.4 MDH である。果樹ではデーツその他果樹、マンゴ、柑橘の順である。粗収入は 2.7 MDH、経営費は 1.5 MDH である。既存農園はデーツで殆んど占められているため、デーツで代表させて算出した。粗収入は 12.2 MDH で、経営費は 1.1 MDH である。これらは次の生産量の検討結果によるものである。

(2) 収量 (果樹)

同連邦の各作物の単位収量は、添付資料、表 A. 4.3-2 に示すように、年毎に非常にばらつきがあるが、これを参考として下記のように目標収量を設定する。

果 樹	樹木間隔	本 数	計画単位収量	収 量
		(本/ha)	(kg/本)	(ton/ha)
デ ー ツ	6 m × 6 m	278	60	16.6
柑 橘	7 × 7	204	50	10.2
マ ン ゴ ー	7 × 7	204	55	11.2

上記目標単位収量は、同連邦果樹指導要領によりデーツおよび柑橘は樹令 16 年以上、マンゴは 11 年～15 年経過後の収量である。ただし、既存農園のデーツ収量は、肥培管理が充分でないため、上記の 60% とする。

(3) 収量 (野菜)

1977～1979 の 3 年間の統計資料の平均値とアル・アインの農業試験場の結果を参考にするが、本計画はドリップかんがい方式としているため、むしろ、アル・アインの値に近い収量になると考えられるのでこれの 70% を採用し、メロンは統計資料の値とアル・アインの値の中間値を採用した。

ha 当たり収量

野 菜	統計資料	アル・アイン	計 画
	(ton/ha)	(ton/ha)	(ton/ha)
メ ロ ン	21	20 - 30	25
ト マ ト	31	90	63
ナ ス	39	55	39
キ ャ ベ ツ	24	55	39
キ ュ ウ リ	21	20 - 30	25

(4) 生産量

○ 野菜園 (75 haと30 ha)

作物	面積 (ha)	単位生産量 (ton/ha)	総生産量 (ton)
メロン	25.0 (9.6)	25	625(240)
トマト	16.0 (6.3)	63	1,008(397)
キュウリ	16.0 (6.3)	25	400(158)
ナス	16.0 (6.3)	39	624(246)
キャベツ	16.0 (6.3)	39	624(246)
計	64.0 (25.2)		2,656(1,047)

(注)：() 内記入は30 haの場合である。

○ 果樹園 (65 haと40 ha)

果樹	面積 (ha)	計画単位収量 (ton/ha)	総生量 (ton)
デーツ	10.0 (6.0)	16.6	166(100)
柑橘	19.5 (12.0)	10.2	199(122)
マンゴー	10.0 (16.0)	11.2	112(67)
落葉果樹	17.0 (10.0)	10.7	182(101)
計	56.5 (34.0)		659(390)

(注)：() 内記入は40 haの場合である。

○ 既存農園 (野菜50 ha) は計画野菜園の70%の生産量とする。

○ 既存農園 (230ha-デーツ)

果樹	計画単位収量 (ton/ha)	総生産量 (ton)
デーツ	10.0	2,300

詳細は添付資料、表A. 4.3-14 参照。

(5) 水 管 理

本地域の農業用水管理は、既存野菜農園 50 haと新設 65 ～ 75ha、計 115～125haについて行うこととする。既存農園のかんがいは各農園の農夫が適宜かん水しており、これの適正化を図る必要がある。現在、ディバ農業事務所で作成している農家台帳をもとにして、各農地の適正用水量を算定し、ポンプの容量によりポンプの運転時間を各農園に通告して用水を適正化する。また、各農園の土水路は将来パイプライン方式にして、送水損失を少なくする。また、野菜園および果樹はかんがい係を設け、計画された用水量が適正か否かを監視する。

各農園はポンプ場および水槽等を設け、各ブロックに配分する。ほ場では各畦地毎に配置されたドリップホースからかん水されているか否かも監視する。なお、かんがいブロックにテンションメーターを設置して用水の適正化を調査する等、水管理を合理化する。このほか、野菜園および果樹園の水質および井戸の水位を調査分析し、年々の用水全体計画の参考資料とする。

4.4 予備設計および工事費積算

4.4.1 地下水涵養施設

(1) ダム一般

年1～2回、オマーン湾に無効に流去している洪水を流域内に一時貯留することによって、地表流を制御するとともに、地下への涵養を行う。すなわち、施設の機能として、洪水調節および地下水涵養の2つの目的をもつ。

本流域内の4つの代表的なワデに、これらの目的に沿うためのダムサイトを選定するに当たって、下記の点を考慮した。

- 地形が狭窄されていること。堤体体積が小さくなること。
- 両取り付け部の地質がしっかりしていること。
- できるだけワデの下流が良い。地下への涵養と洪水調節に有利である。
- なるべく段丘堆積層のところには作らない。

そして、各支川のダム予定地点の特徴は次にのべる通りである。

(2) アバディラ・ダムサイト

このダムサイトはワデ・アルバセイラ本川の上流部に位置する支川アバディラの下流部にあって、河床は一度河川流出物である砂礫が堆積し、段丘が形成された。その上に再び流跡が形成され、現河床が存在する。左右取り付け部は垂直である。

本流域の地質は次の4つの地形区に区分される。

- 石灰岩 — ワデ中流域の左岸から下流域
- 蛇紋岩類 — ワデ流域内の右岸を構成
- 片岩類 — ワデ中流域の左岸から上流域
- 段丘堆積層 — ワデ堆積物（砂礫）

各ダムサイトの地質は上記のいずれかに含まれ、本ダムサイトの地質は、右岸取り付け部が破碎性蛇紋岩、左岸取り付け部は緑色片岩となっている。この河床は一度河川流出物である砂礫が堆積し段丘を形成した後、再びその上に流跡が形成され、現河床となっている。それゆえ、実際には、両取り付け部は段丘堆積層で構成されている。

(3) アイアナ・ダムサイト

ダムサイト予定地点は、本川下流端より上流へほぼ1.5 kmにある。河床幅は約180 m、左右岸取り付け部の勾配は1 : 2.5である。ダムサイトの地質は、右岸取り付け部は緑色片岩、左岸取り付け部は石英片岩からなっている。

(4) アルバセイラ・ダムサイト

ダムサイト予定地点は、ディバ海岸から本川ワデ・アルバセイラ内陸へ約12 kmの地点で、地形が狭窄され、河床幅約900 m、右岸取り付け部の勾配1 : 1.00、左岸取り付け部の勾配1 :

280である。ダムサイトの地質は、右岸取り付け部は珪質蛇紋岩で山麓斜面に分布する。左岸取り付け部は石灰質片岩で山麓斜面に沿って見られる。河床部は約60m下で岩盤に達する。その間は砂礫で満たされており、セメント化している。

(5) アルファイ・ダムサイト

ダムサイトの予定地はワデ・アルファイの末端から上流に向かってほぼ1.5kmの地点にある。河床幅はほぼ150mであり、左右取り付け部の勾配はそれぞれ1:1.6および1:1.5である。左岸取り付け部は、変成岩及び石灰岩、右岸取り付け部は緑色片岩となっている。河床部は、砂礫で満たされている。

(6) ダム型式の検討

前項に述べたダムの主たる目的に対し、その型式はコンクリートダムとロックフィルダムの2つに大別され、それぞれ下記のように特徴づけられる。

1) コンクリート型式

各ワデにおけるダムサイトは、前項で述べた選定基準に従って、最良地点を選んだ。しかし、これらのサイトはいずれも河幅が広く、河床堆積層は厚く、また両岸の取り付け部も風化されており、コンクリートダムを計画する条件をそなえていない。

2) ロックフィル型式

連邦東部地方の山岳地帯は大小多くのワデが発達しており、その下流部は一般に砂利平地となっている。一方、選定された各ダムサイトはいずれもワデ・アルバセイラ本川の砂利平地に近い。従って、先ず経済的な観点から、ダムの施工はこれらの砂礫材料によることが得策である。また、この砂利で計画するダムによって、洪水のてい減と水の地下への涵養を図るために、これを機能面および経済的な面から、最良案を選定する。これらの特徴を要約すると下記のとおりである。

型 式	特 記
A: 貯 水 型	貯水池からの蒸発量が多く、水の損失大。水草の繁茂、細菌の発生条件が良好で、水質が低下する。
B: 堤頂越流型	堤長全面にわたって一時的にせよ洪水を流下させることは、砂利で構築するタイプでは不安定。
C: 堤頂非越流型	ワデにおける一時出水、または洪水に対しては余水吐およびダム底部に放水管を設ける。
D: 分 散 型	ワデ上流部から一時的に集中してくる流水を比較的大きな礫または玉石で構築した堰により下流へ分散する。
E: 分 水 型	涵養地およびワデの水を分水することが主たる機能である。

本流域内の各ワデのダムサイトの施設形式は、上記の特記事項からCおよびD型になるが、すでに項目4.2.2開発計画とその代案の中で記述した通り、各支川ワデに施設を設けても全体としての涵養効果はなく、ワデ・アルバセイラ中流部にダムC型を建設すること、およびアルファイ下流にダイク型式によるポンドを設けるC-9計画が最適案となった。従って、ダム型式はC型を採用する。

(7) ダム設計基準と諸元

1) 地下水の涵養強化を図る施設は、洪水を一時貯留するダムまたは、ダイクである。これらのダムおよびダイクの設計基準は、原則として、日本河川管理施設等構造令および河川管理施設等構造令規則を適用する。

洪水吐の設計洪水量については、長期水文資料が不足していることと洪水特性から考えて、予測できない洪水流出が発生する可能性があること、およびワデ・ビイ、ワデ・ハムの設計洪水量の例を考慮して、10,000年確率のものを採用する。従って、ワデ・アルバセイラ本川ダムサイト予定地点（流域面積122㎓²）の洪水量は2,320 m³/sec、アルファイ流域面積24㎓²の洪水量は780 m³/secとなる。

2) ワデ・バセイラ本川に建設を予定するダム本体は、経済性の観点から河床材料を中央ゾーンに使用し、本体の上下流部は安定性の観点からロック材料を用いるゾーン型ロックフィルタイプダムとする。

3) 中央砂礫ゾーンは、河床材料を用い、最大粒径200mmとし、透水性は 1×10^{-4} cm/s以下を確保するものとする。中央砂礫ゾーンと上下流ロックゾーンの間には、砂礫材料のパイピング防止と間げき水圧の軽減を目的として選別された砂礫材料フィルタードレーンを巾2.0m設ける。また、下流ロックゾーン下位には、同様の目的で垂直厚さ1.0mの水平フィルタードレーンを設けるものとする。

4) ダム上下流斜面は、ロック材料が変質した蛇紋岩系材料を多用しているため、波浪浸食および風化作用に対応するため、直径200mm以上の選別されたロック材料と0.5mの厚さでリップアップするものとする。

(8) 堤体規模と洪水吐

1) 堤体規模

アルバセイラダムは、流域面積122㎓²より発生する洪水を、一時貯留すると同時に、池敷地内及び、放流工を通して、地下水の涵養を行う目的を持つものである。この目的を満足させるように、ダムの規模を決定しなければならない。このことはすでに、水資源開発計画代案3ケースの比較検討の項で述べた通り、ダムの規模は一時貯留容量2.5MCM、及び放流管直径1,420mmを1ヶ所必要とする。従って、ダム諸元を、ダムサイトの地形的条件より下記のように計画する。

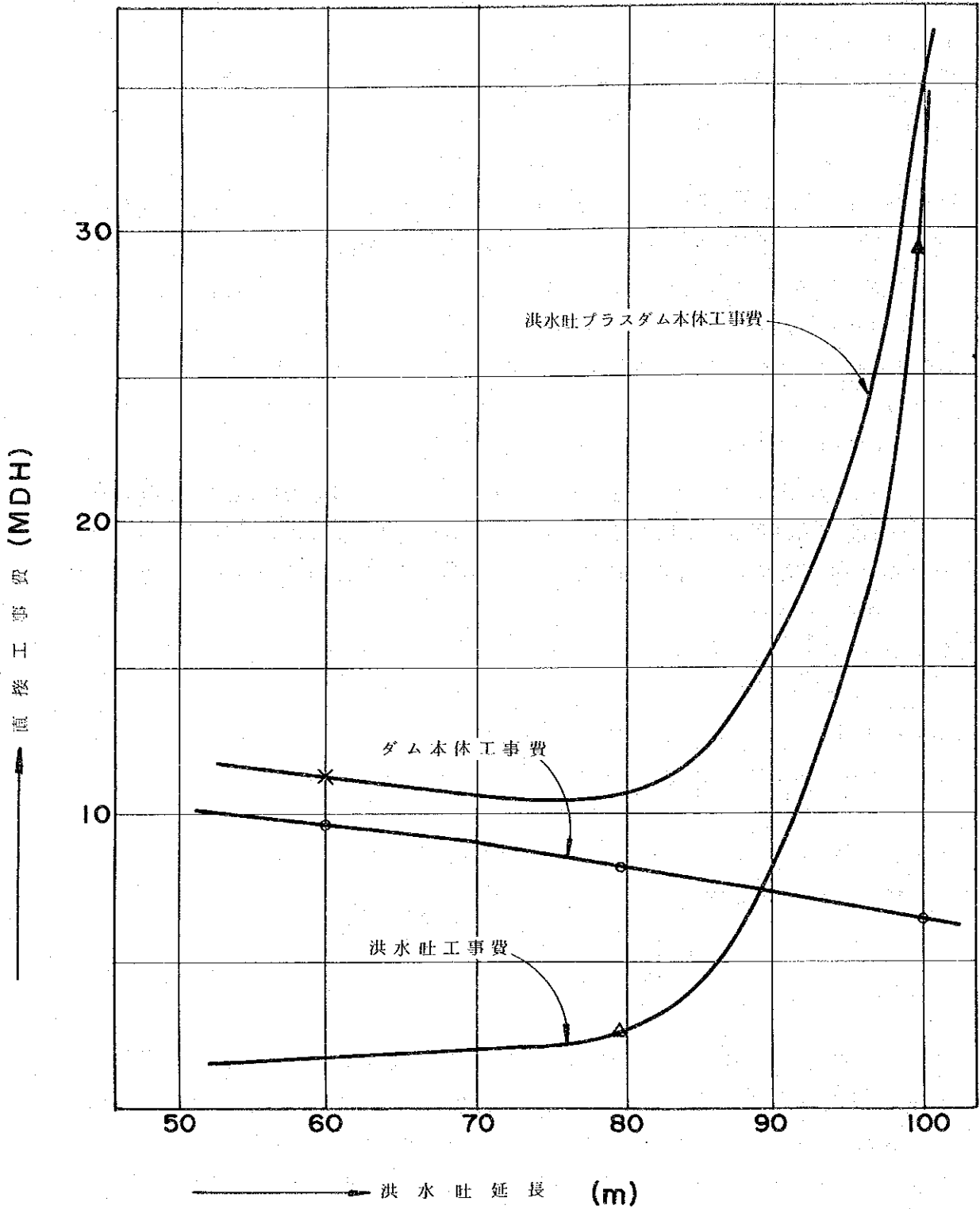
満水面標高	:	115.00 m
洪水吐越流水深	:	5.50 m
計画洪水位	:	120.50 m
余裕高	:	2.00 m
天端標高	:	122.50 m
堤高	:	19.50 m

これらの水理諸元とダムの標準断面を図4-6及び図4-4に示す。池敷内の堆砂は毎年取除くこととし、最初の19年間は、その必要がない。これはダム築堤材料を池敷から採取する量370,000 m³を年間基準堆砂量で除したものである。なお、基準堆砂量の算定にあたっては、主として、流域の地形、地質及び降雨などを考慮して、20,000 m³/年と積算した。これらの積算については、添付資料、図A.4.4-1に示す。

2) 洪水吐

アルバセイラダムの洪水吐は、ダム本体が、河床砂礫材料とロック材料のフィルタイプダムであるため、ダム本体とは別のサイトに建設し、型式は越流方式とする。この型式のサイトは、右岸鞍部が選ばれた。この鞍部において、必要な洪水量に対する越流堰長を変え、工事費の比較検討をして、最も経済的な堰長75.5mを採用した。これらの工事費の比較は図4-13に示す。

図4-13 洪水吐越流堰長とダム本体及び洪水吐工事費



(9) ポンド

水源開発計画におけるアルファイポンドは、ワデ・アルファイ下流の砂利平地にダイクを設けて建設する溜池である。ダイクの設計に当たっては、主として河床材料を用いて築堤し、ダイクの中央部に越流部を設けることを原則とする。この越流部は洪水を安全に流下させ、構造物の安定を確保するため、堤高 6.0 m、越流水深 2.0 m、単位長越流量 4.8 m³/sec を越えないものとする。非越流部は越流部の堤高に越流水深 2.0 m と余裕高 1.0 m を加えたもので、9.0 m 以下とする。この基準に基づく越流部並びに非越流部の標準断面図および水理諸元を図 4-5 および図 4-6 にそれぞれ示す。

越流部は、その堤高が 6.0 m を越える場合は、水理上さらに安定を要求されるので、コンクリート構造とする必要がある。このようなコンクリート製越流型ダムは非常に高価であるため、ここでは検討の対象から除外することにした。従って、アルファイ溜池の諸元は、ダイク延長 2.0 km、堤高（越流部 4.5 m、非越流部は 7.5 m）および溜池容量は 1.5 MCM からなるものである。

4.4.2 井戸と揚水機場

新規農園計画におけるかんがい水源としては、水文地質調査結果からワデ・アルバセイラ下流の砂利平地標高 40 ~ 100 m の範囲の地下に最有能な帯水層があることが判明しているため、この範囲内の添付資料、図 A. 4.4-9 に示す位置に生産井戸を設けることにする。井戸の深さ、水位、計画揚水量は次のように決定される。

- 井戸の深さ 40 m
- 井戸の水位 GL から 25 m
- 揚水量 3,000 m³/日（連続揚水可能量）

ポンプの諸元は次のとおりとする。

- 吐出量 2.10 m³/min
- 揚程 40 m
- ポンプ型式 水中モーターポンプ
- 口径 125 mm
- 出力 22 KW
- 井戸口径 300 mm

このポンプの標準図は添付資料、図 A. 4.4-7、4.4-8 に示す通りである。また、吐出水槽は農園の末端までの送水損失水頭とかんがい方式を考え、農園近くに 10 m 程度の高架水槽を設ける。なお、各農園には、揚水機の維持管理を考え、1 本の予備井戸を計画した。

計画代替案	対象面積 (ha)	必要水量 (m ³ /日)	井戸揚水量 (m ³ /日)	井戸数
A 案	75	2,250	3,000	3
B 案	65	2,250	3,000	3
C 案	70	2,250	3,000	3

これらの直接工事費は 0.57 MDH で、その内訳は 1ヶ所当たり、井戸施設費 0.037 MDH およびポンプ施設費 0.153 MDH、計 0.19 MDH である。

4.4.3 農園およびかんがい施設

新規農園の野菜園および果樹園の予定地は、FAO農場の近くであるが、用地は砂礫地盤であり、作物生育上、土壌改良をせねばならない。このため、除礫を行い、流域内または山裾の良質土壌と置き換える。一方、農園の大きさは、現況農家1戸当りの平均所有面積とほぼ同じ 0.5 ha を一区画とした。この面積は小規模の農業機械化を可能とする。また、この農園に対するかんがい施設は、乏しい水をできるだけ有効に利用するため、水源（井戸）から農園末端水路までパイプライン方式とする。

これらの施設図は添付資料、図A.4.4-5から4.4-7に示す。また、上記の各種設備費は 0.5 ha 当たり 30,000 DH であり、その内訳は、

- かんがい施設費 10,000 DH
- 除礫、道路、置換盛土 15,000 DH
- フェンス、その他 5,000 DH である。

従って、農園およびかんがい施設直接工事費は3案の中で 3.9～4.5 MDH である。なお、既存野菜園 50 ha の改良は本事業計画の中に含まれないが、工事費は約 5.3 MDH 必要である。その内訳は ha 当たりポンプ費 46,000 DH とかんがい施設費 60,000 DH である。

4.4.4 管理施設

管理施設としては、既に据え付けられている雨量計、河川、井戸の水位計を流用する。一方、アルバセイレダム予定地点の洪水水位計、及び地下水位計は適当な箇所に移転するほか、貯水位計を新設するものとする。この他塩水浸入観測井として、既設井 BH-1 と TW-3 を使用する。この井戸の深さは 150 m とし、内側に挿入するパイプは水位観測用に直径 100 mm × 60 m、塩水測定用に直径 45 mm × 120 m の塩化ビニールパイプである。なお、塩水浸入測定は電気伝導度計測とする。これら施設のヶ所数は次の通りである。

雨量計	8ヶ所
河川水位計	7 "
井戸水位計	8 "
観測井	2 "

4.4.5 事業費

本流域の水資源開発計画および水配分計画の事業実施計画を事業量、事業費および実施工程に分けて以下に述べる。

(1) 事業量

本事業に提案する主な施設並びにその諸元は以下の通りである。

- | | | | | | |
|---------------|---|--------|-----------|----------|----------|
| ○ アルバセイラダム | : | 堤高 | 19.5 m | 堤長 | 900 m |
| | | 貯水容量 | 2.5 MCM | 堤体積 | 0.64 MCM |
| ○ ポンド | : | 堤高 | 7.5 m | 堤長 | 2.0 km |
| | | 貯水容量 | 1.5 MCM | 堤体積 | 0.55 MCM |
| ○ かんがい施設および農園 | | | | | |
| A案 | : | (a)野菜園 | 75 haの開拓 | | |
| B案 | : | (a)果樹園 | 65 haの開拓 | | |
| C案 | : | (a)野菜園 | 30 haと果樹園 | 40 haの開拓 | |

(2) 事業費

事業費は、直接工事費と一般管理費（管理費+技術経費）および予備費から構成した。その直接工事費は、本工事費+一般経費+現場仮設工事費である。ここに積算した直接工事費は、1980年、ア首連公共事業住宅省が同年に使用した単価を使用して、まず本工事費を積算した。次いで一般経費+現場仮設工事費は、本工事の50%を計上した。これらの事項を基にして、積算した事業費は次のとおりである。

○ 地下水涵養施設事業費 (単位: MDH)

アルバセイラダム事業費:	25.7
アルファイポンド事業費:	15.9
小計	<u>41.6</u>

○ かんがい施設および農園事業費

A案事業費	: 6.6
B案事業費	: 5.8
C案事業費	: 6.2

従って、3案毎の総事業費は次の通りである。

A案事業費	: 48.2
B案事業費	: 47.4
C案事業費	: 47.8

これらの内訳は表4-14に示す。

表4-14 事業費の内訳

(単位：1,000 DH)

項目	地下水涵養施設			かんがい施設と農園			合計		
	アルセイラ ダム	アルファイ ポンド	小計	A	B	C	A	B	C
(1) 直接工事費	19,755	12,238	31,993	5,070	4,470	4,770	37,063	36,463	36,763
(2) 一般管理費									
管理費 〔(1)の5%〕	988	612	1,600	254	223	239	1,854	1,823	1,839
技術経費 〔(1)の10%〕	1,976	1,224	3,200	507	447	477	3,707	3,647	3,677
小計	2,964	1,836	4,800	761	670	716	5,561	5,470	5,516
(3) 予備費 〔(1)の15%〕	2,964	1,836	4,800	761	670	716	5,561	5,470	5,516
合計	25,683	15,910	41,593	6,592	5,810	6,202	48,185	47,403	47,795

各施設ごとの直接工事費の内訳を添付資料、表A.4.4-7から4.4-9に示す。

第 5 章 事業実施ならびに運用・維持管理計画

第 5 章 事業実施ならびに運用・維持管理計画

5.1 事業実施および施工計画

5.1.1 事業実施計画

ワデ・アルバセイラ流域水資源開発計画の実施は、1979年12月フィージビリティスタディを開始してからほぼ3.5ヶ月を必要とする。これらの主な事業費は1980年7月、アラブ首長国連邦の単価を基にして積算され、水資源及び農業開発事業実施として総額ほぼ47.8MDHである。特に水資源開発計画の中で、アルバセイラダム建設実施は連邦政府の強い早期着工の要望に応じて、1982年春より工事開始の予定にある。

(1) アルバセイラダム

アラブ首長国連邦東部地方における水資源開発計画はそのいくつかが既に検討を完了し、事業を実施する段階に入ろうとしている。本流域でも他流域のワデ・ビィ及びワデ・ハムと並んで水資源開発の一環としてアルバセイラダムの建設実施に関し、1981年3月連邦農業・漁業省においては日本政府派遣の調査団と同省の間で技術協力の議事録が作成された。

実施工程は1981年10月に水資源開発計画の各種代替案から選択されたアルバセイラダムについて実施設計並びに入札書類を作成し、その後必要な手続期間を経て、1982年前期に着工し、1983年中期に完成することになっている。

(2) アルファイポンド、かんがい及び農園

アルバセイラダムの建設に次いで実施すべき事業はアルファイポンド及び野菜園の改良、かんがい施設並びに農園造成などである。この事業の実施は調査測量に次いで実施設計を行い、建設段階に入ることになる。

上記の本事業の実施工程を図5-1に示す。

図5-1 ワデ・アルバセイラ流域水資源開発事業実施工程

	1979	1980	1981	1982	1983
第1段階		[Bar spanning 1980, 1981, and early 1982]			
第2段階					
○アルバセイラダム事業			[Bar in late 1981]		
○アルファイポンド事業				[Bar in early 1982]	
○かんがい施設事業				[Bar in early 1982]	
第3段階					
○アルバセイラダム事業				[Bar in early 1982]	[Bar in mid-1983]
○アルファイポンド事業					[Bar in mid-1983]
○かんがい施設事業					[Bar in mid-1983]

5.1.2 施工計画

(1) アルバセイラダム建設

アルバセイラダム（堤長 890 m、堤高 19.5 m、築堤量 0.64 MCM）の建設工事は、この本体のほか、取り付け道路、電柱移転工事などがある。ダム本体工事は、築堤量 0.64 MCM からして工期一年以内での完成は困難であり、冬期の出水を迎えるので、この時期の出水を考慮して半川締切工法を採用する。即ち、最初の工事開始は、測量、工事施工図面の作成、承認、事務所、倉庫、材料置場設営、仮設工事機械の搬入などの準備作業と仮設道路、電柱移転工事を行う。これに必要とする期間 4 ヶ月、その後本土工及び洪水吐工事に約 12 ヶ月を予定する。

本体工事は半川締切方式で左岸側から施工し、最初の洪水期前までに完成させる。そして、残りの右岸側は洪水期後に完成させる。ダム本体築堤量の 58% は本体中央ゾーンの砂礫材料からなり、これらはダム予定地直上流部の河床材料を掘削、運搬し、盛土転圧する。一方これと並行して 32% の岩材料は右岸側に計画する洪水吐工事によって発生する掘削岩があり、これらを築堤材料に流用し、経済的施工を図る一方、不足分は左岸の原石山から採取する。さらに、残り 10% はフィルター材料であり、これらは河床材料を選別して生産する。

(2) 地下水涵養施設およびかんがい施設

本水資源開発事業には、アルバセイラダム建設のほか、アルファイポンド工事がある。これは砂利平地の低位部の地形を利用した溜池式の地下水涵養施設の施工である。工事は砂礫の掘削、運搬及び堤防の盛土施工並びにコンクリート、護床工である。かんがい施設工事は新設の井戸、ポンプ場、パイプライン布設、ほ場置換盛土からなっており、これらの工程はほぼ 1 年以内で完成する。

5.2 事業運用・維持管理

5.2.1 管理組織

(1) 水利委員会

本流域の水資源開発事業実施に伴い、水の運用管理とともに涵養施設、揚水機場、雨量計、ワデの水位計、地下水位観測計などの施設の維持管理が必要である。本計画では、連邦農業・漁業省のもとで水資源開発および農業開発事業が遂行されるものであるが、水利用の直接監督行政については、この農業・漁業省のほか、都市または町村への生活用水の供給を監督する電力・水省が関与する。

従って、本流域の水利用の運用管理の原則は、両省の合意のもとで樹立されなければならない。そのため、農業・漁業省と電力・水省から構成されるワデ・アルバセイラ流域水利委員会を設け、この委員会が提案する水運用管理計画に従って、流域全体の水利用を運用管理する。合理的な水運用のためには、水供給量（生活用水および農業用水）を計測し、年間計画必要量と照合する必要がある。

(2) 管理組織

管理組織は水利委員会の下部機関とし、既存のディバ農業事務所に置く。施設の運用維持管理と農業サービスの二つの係を新設する。組織図は添付資料、図A.5.1-2に示す。この組織は、本流域の水の総合運用管理の重要な役割を果たすものである。特にバセイラダム及びその他の施設の維持管理は、農業・漁業省の直接の指揮下にあるものとする。

しかし、水利用の優先配分あるいは総合運用については上記の水利委員会の指示によるものとする。

5.2.2 維持管理費

ワデ・アルバセイラ流域水資源開発事業に伴い、アルバセイラダムおよびアルファイポンド、その他水位計、雨量計などの施設を管理しなければならない。維持管理の方法は前項で述べた方式に従い、これらの年間必用経費を積算する。ただし、建物、事務所、管理用機械については、すでに1980年に農業・漁業省ディバ農業事務所が完成し、自動車、トラックその他の機械を保有しているので、これら施設を共用する。

また、人件費については、同様既存農業・漁業省、ディバ事務所の保有職員を考慮して、上記の施設を管理する職員のほか、新設分の農圃の指導は農業・漁業省ディバ事務所が担当するものとして、その費用を積算した。積算は四つの職種に区分してそれぞれの必要人員を割当てた。

職 員	既設園 280 ha	新設農圃	アルバセイラダム およびその他施設	気象水文 観測施設	合 計
	(人)	(人)	(人)	(人)	(人)
エンジニア	—	1	—	—	1
テクニシャン	1	2	—	1	4
ドライバー	—	1	—	1	2
人 夫	—	—	2	1	3
計	1	4	2	3	10

これらにかかる人件費は、年間ほぼ0.27 MDH、その他事務所並びに機器類経費はほぼ0.06 MDH、総計0.33 MDHとした。従って、各施設に振り分けられる管理費は、4施設のうち1施設はほぼ0.08 MDHである。なお、この外、アルバセイラダムの堆砂取除き費として、年間100千DH、アルファイポンド60千DHが必要である。しかし、アルバセイラダムについては、河床材料ほぼ370,000立方メートルをダムサイト池敷からダムの築堤用に使用するので、年間堆砂量20,000立方メートルと計算して、19年間はダム池敷の堆砂取除き費用は必要ない。

第 6 章 事業の評価

第 6 章 事業の評価

6.1 概 要

アルバセイラ流域水資源開発実施は、ワデ・ビイ、ワデ・ハムと並んで、連邦最初の事業である。そのため、アラビア湾沿岸諸国並びにオマーン湾に面する国々から、その成果に期待と注目が寄せられている。それは中近東特有の乾燥気候、農産物生産に対する作付作物の選定、さらに土壌特性等厳しい条件にある流域の開発であることに由来する。しかしながら、この種の開発にさきがけて、各所に農事試験場が設けられ、その成果を発表し、農業開発の進展に寄与している。本流域の開発計画は、水資源開発とともに農業開発という2つの目標を掲げている。この計画は、中近東特有の地表および地下水文の特性を考慮した地下水涵養強化による水資源の保護と管理をするということに特性がある。このような背景のもとに、この事業は地域住民の生命に関わる水を積極的に開発することに伴う波及効果が、より多大であると評価されるべきである。今後、ますますこの種の開発事業は盛んになると考えられるが、一方では流域における水資源は有限であることを忘れてはならない。本事業の評価について下記に述べる。

6.2 経済評価

(1) 事業費

費用便益の評価に使用される直接費用は、建設工事費および一般管理費並びに技術経費からなり、その主な事業は、アルバセイラダム、アルファイ下流域のポンド、そして新規農園 65～75 ha とかんがい施設である。その総事業費は 47.8 MDH で、その支出年度内訳は表 6-1 のとおりである。

表 6-1 総事業費支出年度予定

記 事	単位：千 DH		
	1982	1983	計
アルバセイラダム	13,900	5,900	19,800
アルファイポンド	3,700	8,500	12,200
かんがい施設	1,400	3,400	4,800
一般管理費および技術経費	4,800	700	5,500
予 備 費	3,000	2,500	5,500
計	26,800	21,000	47,800

(2) 水の便益

原水価格は、水資源開発における年間涵養量に対する建設費、利子率、工期、減価償却費、管理費その他の要素を加味したもので算出した。それは4.2.2項開発計画とその代案の中で述べたように工事費32.0 MDHに対し、1立方メートルあたり3.6 DHである。この水価は、連邦で実施建設中の海水淡水化プラントによる生産コスト1 m³あたり1.3～6.4 DHの範囲である。

水資源開発計画における年間地下水の強化涵養量0.9 MCMを、現在ディバにおける水の供給価格1.5 フィルス/ガロン(3.3 DH/m³)で評価するならば、年間便益はほぼ3.0 MDHとなる。アルバセイラ流域の地表および地下水文の特性を考慮した地下水の涵養強化を、ダムおよび他の施設を通じて行うことは、水資源の保護と、水質管理の役割を果たすものであり、より一層の便益があると考えられるが、この評価は行わないことにする。

6.3 財政評価

本事業計画の農業便益評価は、地下水涵養強化による下流部農園に対して安定的に水資源を供給することにより発生する便益が対象となる。受益対象となる新規農園は3つの代替案からなっており、その1.75 haの野菜園、その2.65 haの果樹園、その3.野菜園30 haと果樹園40 haの計70 ha、である。

(1) 農業生産物価格および労働

○農業生産と農産物価格

本事業計画における新規農園目標収量は、果樹園の場合新植後11年目に到達するので、受益は場全体便益が発生するのは工事完了後12年目である。野菜園については、工事完了後1年目(付初年目)から便益が発生する。年次別農業生産は添付資料、表A.4.3-4に示す。

農産物価格は、1980年度ディバの庭先価格を使用した。外貨交換率は公定レートとしてUS\$1.00 = 3.6 DH(公共事業・住宅省Day Work, 1980年7月)が使用され、潜在価格はここでは考慮されない。

○労働

同連邦における農家の家族労働と賃金労働との間には、明らかな区別がある。そして家族労働については農家の主人がほとんどで、それも肉体労働はほとんどせず、農業経営程度であり、実労働は外国人の賃金労働者による。農家の女性は農園での労働にはほとんど携わらない。賃金労働は一種の投下資本としてみなされる。よって、農家労働については、賃金労働より差し引きは行われない。しかし、賃金労働は生産総額から差し引かれるべきである。

本事業計画の完成後の労働力は、新規開発農園に対する労働者増をもたらすであろう。これらの労働者は、事業の建設工事労働者の一部を雇用できるであろう。農業労働の評価価格は、ほとんど一年間契約による雇入れ労働であるので、ここでは機会費用の評価は行われない。計算の結果、代替3案のうち、野菜園75 haの場合における必要労働力は590人/年間、果樹園65 haについては410人/年間、さらに野菜園30 haと果樹園40 ha、計70 haの場合は470人必要である。

(2) 農業生産

ワデ・アルバセイラ本流に建設する施設により得られる地下水涵養量は年間0.9MCMとなり、年間総涵養の原水単価から計算されたかんがい用水価格は、ha当たりほぼ37,600DH(A案)、12,200DH(B案)、53,900DH(C案)である。新規開発農園の収益は、野菜園(A案)の場合4,800DH/ha、果樹園(B案)の場合△38,100DH/haである。野菜、果樹(C案)では△21,900DH/haとなる。詳細については添付資料、表A.4.3-15、4.3-16参照。果樹園経営のケースについては水使用料を政府補助でまかない、農園経営農業技術普及のパイロットフェームとしても利用し、社会的波及効果を期待する。

総合的な評価としては、現況データについては水価を考慮した経営で効果がある。事業を実施後の野菜栽培においては4,800DH/haの便益が期待できる。しかし、新規果樹園(B、C案)については、新植からフル生産までの年月に要する投資に対しての収益率が低いいため、便益は期待できない。

6.4 事業の波及効果

アルバセイラ水資源開発事業は、アラビア湾に面するワデ・ビイ及びオーマン湾に面するワデ・ハムに次いで行われるものであり、その成果は、このような水資源の乏しい中近東地域では特に注目と期待が寄せられている。また、この事業は、さきの2つのプロジェクトと並んで、連邦最初のものであり、この種の地域開発の指導的立場となるものと考えられる。

このような背景のもとに、本事業の評価は、まず流域住民への生活用水並びに農業用水の安定供給を可能にするとともに、数多くの波及効果がある。その効果は、流域開発による住民の民生安定のほかに次のようなものがあげられる。

(1) 食糧自給率の向上

流域内の農地は、自然の原野に少し手を加えた程度のものであり、一方農業用水は、自然の洪水時の出水を取入れ、洪水かんがいと地下水涵養も兼ねている。しかし、かんがい用水の大部分は浅井戸により細々と確保され、農業形態も粗放であり、従って、生産性も低い。しかし、アルバセイラダム、およびその他の地下水涵養施設を建設することにより、地下水を安定確保し、採水層の指定により、水の計画給水と制御を可能にする。連邦農産物輸入総量〔農産物総輸入量688千トン、金額で1,690百万DH、そのうち果樹、野菜の輸入量は、292千トン、金額で496百万DH(1978年)〕の約16%、金額で12%、約6.1百万DH(A案)の農業生産増が期待できる。本事業による農産物増産は、食糧の自給率を向上させ、ひいては貿易収支の改善にも寄与する。

また、計画給水に伴い、食糧、特に野菜の生産が安定してくる。即ち今日までは、海岸部における浅井戸利用の採水は、海水期においては水不足をきたし、そのため野菜の生産が不安定となっていたが、安定した給水が可能になることにより、生産性も安定し、自給率の向上を図ることができる。

(2) 災害防止

ワデ・アルバセイラダムおよびアルファイ下流砂利平地の地下水涵養施設は、本来の目的の外に、海岸部の農地、住宅地に対し災害防止の役割を果たす。即ち、施設を建設する以前は、ワデは流路が定まらず、出水の都度流路変更が行われ、これが土地利用の発展を妨げ、また畑地の周りに堤防等の防災投資を必要としてきた。

しかし、この本川であるワデ・アルバセイラの中流部のダム、またアルファイ下流の施設などは本流域面積260 km²のうち、半分近くを支配するので、洪水時の下流地区に対する防災効果は非常に大きい。

(3) 水質管理

本事業による地下水強化並びに総合的、合理的な地下水管理は、塩水の浸入による水質劣化を防止し、良質水を確保する。

このことは後述の土壌管理と土地保全という効果の他に住民の保健ならびに居住環境の保全という多大な波及効果を生ずる。

(4) 土壌の塩類化の防止

本流域下流沿岸部は過剰揚水の結果、既に塩水の浸入をきたしている所がある。従って、上記地下水管理を行わなければ今後ますます土地の塩化が進んで土地条件が劣悪化する。しかし地下水管理による塩水浸入防止によって、良質のかんがい用水を確保することにより、土壌の塩化の防止と土地保全の効果が発揮される。

(5) 雇用機会の増大

本事業による水資源の開発および安定供給は、直接的には農地面積の増大をもたらす、間接的には生活用水・工業用水の確保による民生安定および工業発展の素地をもたらす。そして生産・流通・消費関連産業の発展と共に雇用機会が増大するという効果を生ずることは疑いない。

以上、諸事項を踏まえて、本水資源開発事業は妥当である。