

### 3-4-3 土壌分類

土壌分類は本来、大土壌群から逐次下位土壌類型までを対象とするものであるが、ワジ・ジジ農業開発計画のような小面積で特にかんがいによる農地開発を目的とする場合は、土地利用に直結する最終の土壌単位（土壌型）に重点を置く必要がある。

#### a) 大土壌群

FAOがまとめた世界土壌図（1977）によれば、この地域を含めバチナ海岸一帯は Haplic Yermosols (Yh) という土壌単位になっている。これは500万分の1の図示方法から、代表単位のみが示されているので、共存土壌として Cambic Arenosols (Qc), Eutric Regosols (Rc), Calcic Yermosols (Yk), Calcic Fluvisols (Jc) および Solonchaks (Z) が挙げられている。代表土壌は Yh22-1ab として図示されている。これは古く沙漠土壌といわれ、土性が粗いが中粒(L)で黄色の単純な層位を示す土壌で平坦ないし丘陵地に生成される。

#### b) 土壌の一般的性状

計画地区はバチナ海岸に沿った海浜地帯と標高25m以下の堆積原である。前者は砂丘「Sebkha」と呼ばれる内陸の塩性で土性の細かい土壌から成る。後者はワジの氾らんで運積された礫質土壌で5~6kmの巾がある。

土壌は全般に有機物に乏しく、ち密で構造の発達が弱い。反応はpH8~9とアルカリ性で、CaやMgに富むが、他の養分に乏しい。土色は10YR 7/2(によい黄橙色)が主であり変化しない。斑紋はみられないが、炭酸塩の反応が強く、風化した石灰石を含み、またCaで固結した層は高い硬度を示す。Mnの反応は微弱であり、Fe<sup>++</sup>(還元鉄)は海岩沼(Lagoon)周辺の下層粘土にみられるだけである。石膏の結晶は認められない。Sebkha地帯の下層80cm位の所で風化した硝子光沢を帯びた土ガメを掘出したが、これはかなり古代のものと思われる。

植生は乾燥沙漠地帯特有で、しかも耐塩性のものが散生または群落を形成している。アカシア類の木本、灌木が多く、砂礫地には Tamarix sp がみられる。GibbとILACOの調査報告書(1975)によると、その種類は80種以上リストアップされ、土壌地理との密接な関係を知ることができる。

### c) 土壌型の分類

北部オマーンの土壌分類についてはGibb and ILACO(1975)によるフランス方式(C, P, C, S System)の報告があり、土壌群-亜群-相-統の区分がなされ、35の土壌統を図示している。

今回の調査では約1ヶ月の期間的制約と、十分な分析資料が少ないため、高次を包括した分類が困難なので、土壌統一型の段階を採ることとした。

表3-10は表層、下層の土性、礫含量および塩分濃度から分類した結果で10類型となった。同表には大土壌群との関係も示した。これらの土性、堆積状態を模式化したのが図3-11である。

表3-11は各土壌型の特性を示したもので、後述の土壌分級にも用いられる。

### d) 土壌型の図示と分布面積

水積、海積や風積による反復された流失、堆積のためワジ沿いは複雑な様相を示し、精確な図示は難しい。試坑点を含む地形図(5万分の1)から作成し、印刷の便宜上7万分の1の土壌図としたのが図3-12である。土壌型ごとの面積を表3-10に示した。土壌型9と10(礫質)が半分近く、次いで1と2(土性が最も細かて塩分が多い)が30%を占めている。各土壌型の記載と分布の細部は資料編Eに述べられている。

## 3-4-4 土地適性分級

土壌の特性に応じて適地適作を行うことは、土地利用の基本である。このためかんがい条件での農地適性を調査することは極めて重要であり、かつ現存農地利用上の問題を探る上でも有用である。

### a) 分級方法

分級には土地評価に差が出るような土壌因子を採り上げることが望ましい。今回は評価を数量化して格付けするよう試みた。

#### 1) 適性基準

当地区の状況から、次の5項目を選んだ。

- |             |                |
|-------------|----------------|
| a. 土性 (s)   | b. 礫含有量 (v)    |
| c. 土壌硬度 (e) | d. 有効土層の深さ (g) |
| e. 塩分濃度 (n) |                |

表3-10 計画地区の土壤型

<u>Category</u>	<u>Unit</u>	<u>Series</u> (Texture of Lower 50-100cm)	<u>Type</u> (Texture of Upper 0-50 cm)	<u>Symbol</u> <u>No.</u>	<u>Location</u>	<u>Areas</u> (ha)	<u>Areas</u> (%)
Solonchaks	Orthic	SiL	SiL	1.	Behind sandbars along sea coast, "Sebkha"	1,720	12.4
Yermosols	Haplic	SiL	SL/SiL	2.	Higher deposits than (1)	2,560	18.5
Yermosols	Haplic	SiL	S(G1-3)	3.	Along or nearby small wadis	210	1.5
Fluvisols	Calcaric	SL	SiL	4.	Deposits between wadis	410	3.0
Fluvisols	Calcaric	SL	SL	5.	Alluvial and aeolian Sandy areas around Wadis	1,050	7.6
Regosols	Calcaric	SL	S(G1-3)	6.	Nearby and along Wadis	370	2.7
Regosols	Calcaric	LS(S,G)	SL(LS)	7.	Sandy dunes behind sea coast and nearby wadi beds	1,180	8.5
Solonchaks	Orthic	LS(S)	SL	8.	Sea coast sandy areas	640	4.6
Regosols	Dystric	S(G3)	LS	9.	Between wadis and behind (7)	1,080	7.8
Regosols	Dystric	S(G3)	S(G3)	10.	Wadi beds of warse deposits	4,630	33.4
<u>Total</u>						<u>13,850</u>	<u>100.0</u>

Remarks : G1-3 give average gravel contents(0.2 - 7.5 cm) of 2 - 15, 15 - 50 and more than 50% of the profile, respectively.

表 3 - 1 1 各土壤型の特性と土壤分類

Soil Type No.	Texture (S) (Lower-Upper)	Gravel Content (v) (%)	Hardness <sup>1/</sup> (e)	Available Soil Depth (g) (cm)	Salinity (EC <sub>s</sub> , n) (mmhos)	Topography (t)
1	SiL - SiL	0	10 - 30	> 100	1.5 - 4.0	Almost flat, "Sebkha"
2	SiL - SL/SiL	0	15 - 20	> 100	0.1 - 0.5	Almost flat (alluvial deposits)
3	SiL - S(G1-3)	10 - 50	5 - 18	30 - 50	0.3 - 2.0	Flood plain ridges, undulating
4	SL - SiL	0	10 - 30	> 100	0.2	Almost flat (alluvial deposits)
5	SL - SL	0	10 - 15	> 100	0.3	Almost flat (alluvial deposits)
6	SL - S(G1-3)	10 - 60	15 - 25	0 - 20	0.1	Flood plain ridges, undulating
7	LS(S,G) - SL(LS)	0 - 15	20 - 25	30 - 50	0.1	Sandy dunes, slightly sloping
8	LS(S) - SL	0	10 - 20	0 - 40	3.0 - 16.0	Sandy coast and dunes
9	S(G3) - LS	30 - 60	23 - 27	0	0.1	Almost flat (wadi edges)
10	S(G3) - S(G3)	50 - 100	25 - 30	0	0.1	Wadi beds, undulating

Remarks : For evaluation criteria of each item refer to Table E - 8.  
<sup>1/</sup>; Figures show index values as measured by Soil Hardness Tester.

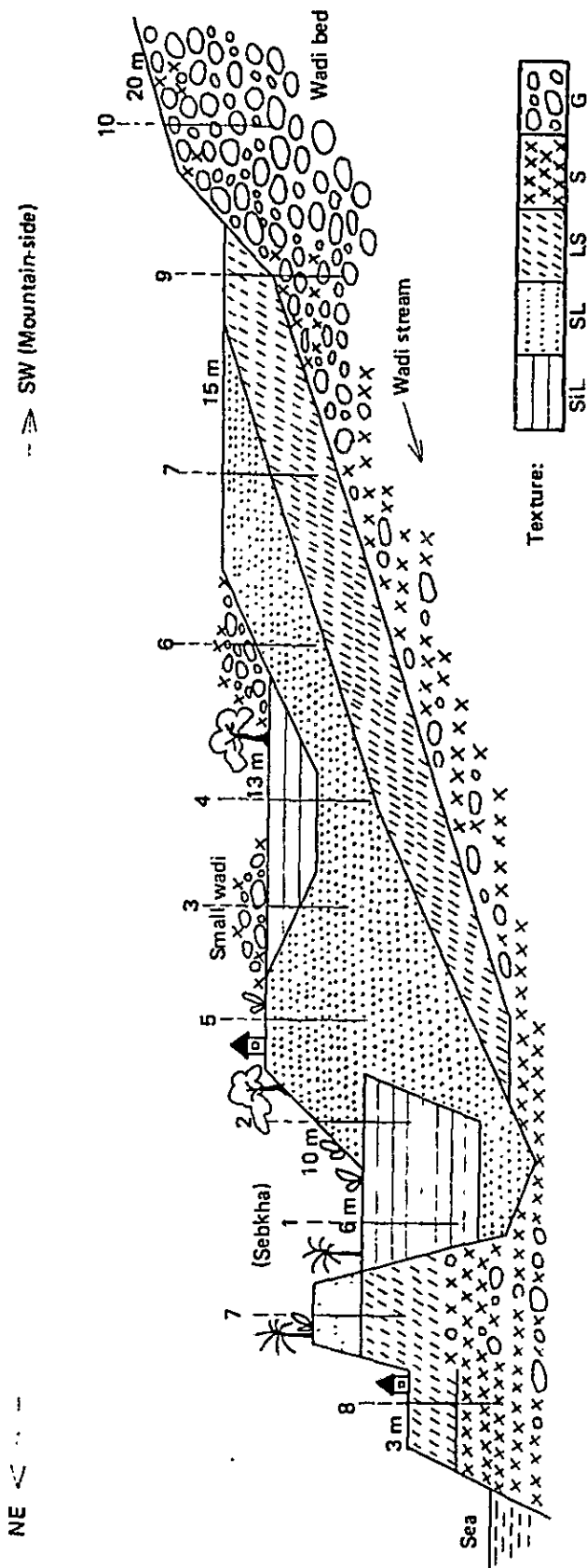
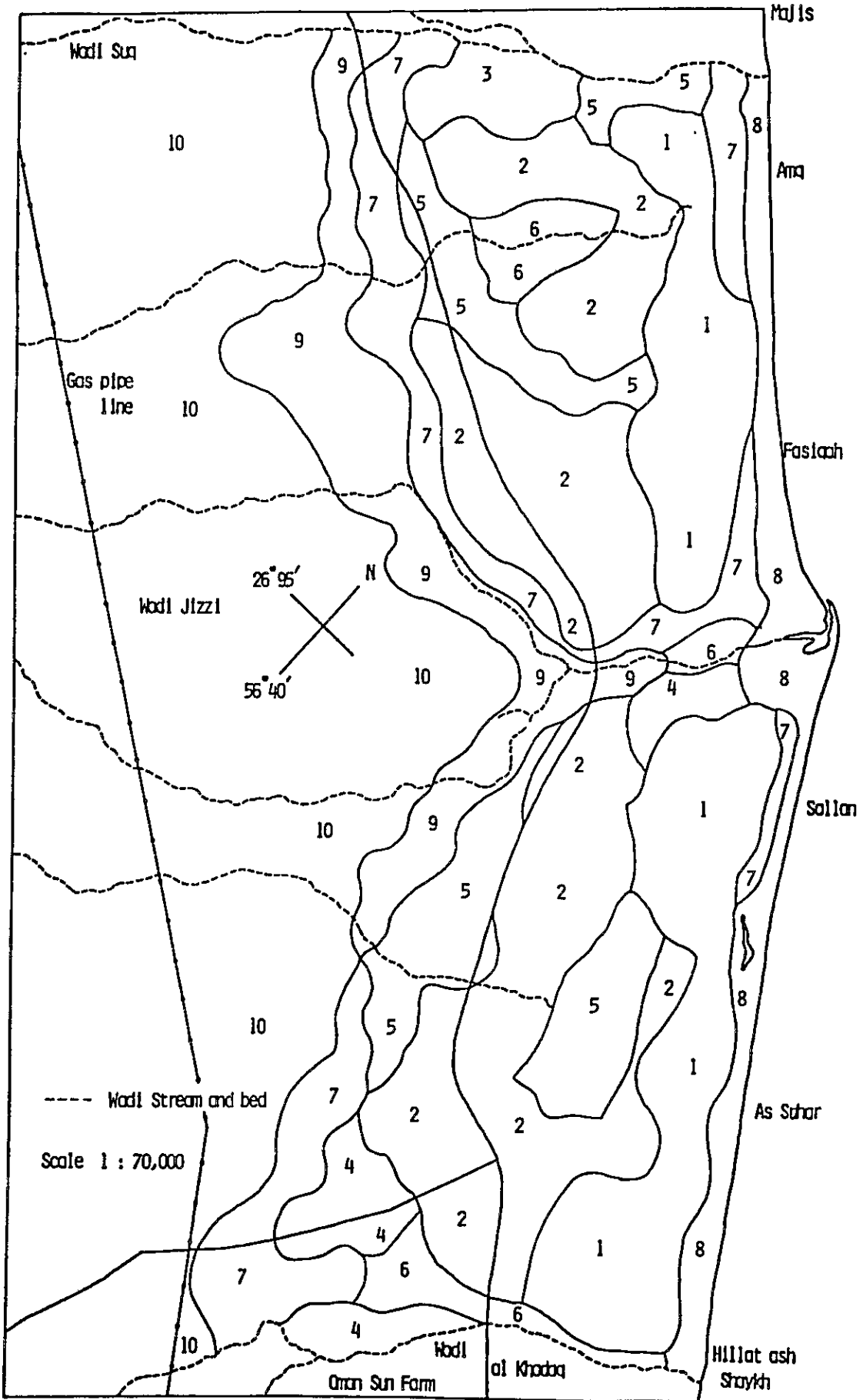


図3-11 Wジ・シジ下流部の土性および堆積状態模式図

图3-12 土壤型分布图



これら制限因子の評価基準は表 3-12 に示した。塩分のため衰微したナツメヤシ園が海岸寄りにしばしばみられることから、特に塩分問題に関心を払った。EC<sub>5</sub> (1:5 抽出) は E<sub>Ce</sub> (水飽和抽出) の  $1/7 \sim 1/10$  の値となるので、この割合から EC<sub>5</sub> の基準を決めた。本来は表層と下層の塩分濃度の組合せを考えるべきであるが、繁雑をさけて全層の平均値を評価の対象とした。

## 2) 分級手順

手順としては、まず各因子の評価を求め、これを合計する。合計の大きい程、土壌の適性が低いので、適性範囲に相当する数値を決め、これによって等級差をつけた。このようにして各土壌型を評価した結果は表 3-13 の通りである。6,9 および 10 型を最低 (5) としたのは地形が不利なためである。

## b) 土地分級図と等級別面積

図 3-13 は等級順の番号 (1~5) による分級結果を示したものであり、最上級の S1 は国道沿いの両側に分布している。等級別の面積と土地改良への評価、適性作物の関係概要を要約して表 3-14 に示した。

その細部記述は資料編 E を参照されたい。

## c) 新開発地区

### 1) 既往の報告

かんがい水源を保障された農地開発計画の中で、ソハール地区については、ILACO がバチナ海岸平野を 1973 年から 1974 年にわたり、6ヶ月間行った土壌調査の報告 (1975) があり、要約して図 3-14 に示した。引き続き、ソハールの町から国道を越えた地区については、50 ha に 1 点の試穿割合でやや詳細な調査を行い、約 1,600 ha を開発可能適地とした。これに対し、FAO (Mr. P. R. Hesse) により再検討が行われ、最上級 S1 770 ha 及び S2 200 ha が利用可能であるとされた (1976)。次いで FAO による広範囲の土壌調査が行われ (Dr. M. EL-Attar)、これらの提案を包括した作図が発表されている (1979)。上記の経緯を、ソハール周辺の開発提案図として図 3-15 に示した。土壌調査と土地開発計画は、ワジ・ジジから国道を挟んで南へオマーンサンファームまでの地域に集中している。

表3 - 12 土壤分級制限因子の評価基準

<u>Item</u>	<u>Value</u>	<u>Range</u>	<u>Remarks</u>
Texture (s)	0	SiL - L (SiCL,CL)	Dominant texture within upper 50 cm depth
	1	L - SL	
	2	SL - LS	
	3	LS - S	
	4	S - S (G1-3)	
Gravel Content (%) (v)	0	< 2	Average within upper 50 cm depth
	1	2 - 15	slightly gravelly
	2	15 - 50	gravelly
	3	50 - 75	very gravelly
	4	> 75	gravel
Hardness (mm, index of Tester) (e)	0	< 8	soft
	1	9 - 15	slightly hard
	2	16 - 22	hard
	3	23 - 28	very hard
	4	> 29	extremely hard (pan)
Available Depth (cm) (g)	0	> 120	Depth to gravel or coarse sand layer
	1	90 - 120	
	2	60 - 90	
	3	30 - 60	
	4	< 30	
Salinity (EC, mmho per cm at 25°C) (n)	0	< 0.2	Average within 1 m; determined with 1:5 soil water extracts
	1	0.2 - 0.5	
	2	0.5 - 1.0	
	3	1.0 - 2.0	
	4	> 2.0	



表 3 - 1 3 各土壤型の制限因子と土壤分級の評価

Soil Type No.	Texture (s)	Gravel Content (v)	Hardness (e)	Available Depth (g)	Salinity (n)	Total	Land Class (Symbol)	Order of Land Class (Map Symbol)
1	0	0	3	0	4	7	Marginally suitable (S3en)	2
2	0	0	2	0	1	3	Highly suitable (S1)	1
3	4	2	1	3	3	13	Permanently unsuitable (U2sgn)*	4
4	0	0	2-3	0	1	3-4	Highly suitable (S1)	1
5	1	0	1	0	1	3	Highly suitable (S1)	1
6	4	3	3	4	0	14	Permanently unsuitable (U2sveg)**	5
7	3	1	2	3	0	9	Conditionally moderately suitable (C2seg)*	3
8	4	0	2	3	4	13	Permanently unsuitable (U2sgn)*	4
9	4	3	3	4	0	14	" (U2sveg)**	5
10	4	4	3	4	0	15	" (U2sveg)**	5

Note : \* - \*\*: These express grade of topographical limitations.

図3-13 土壤分級図

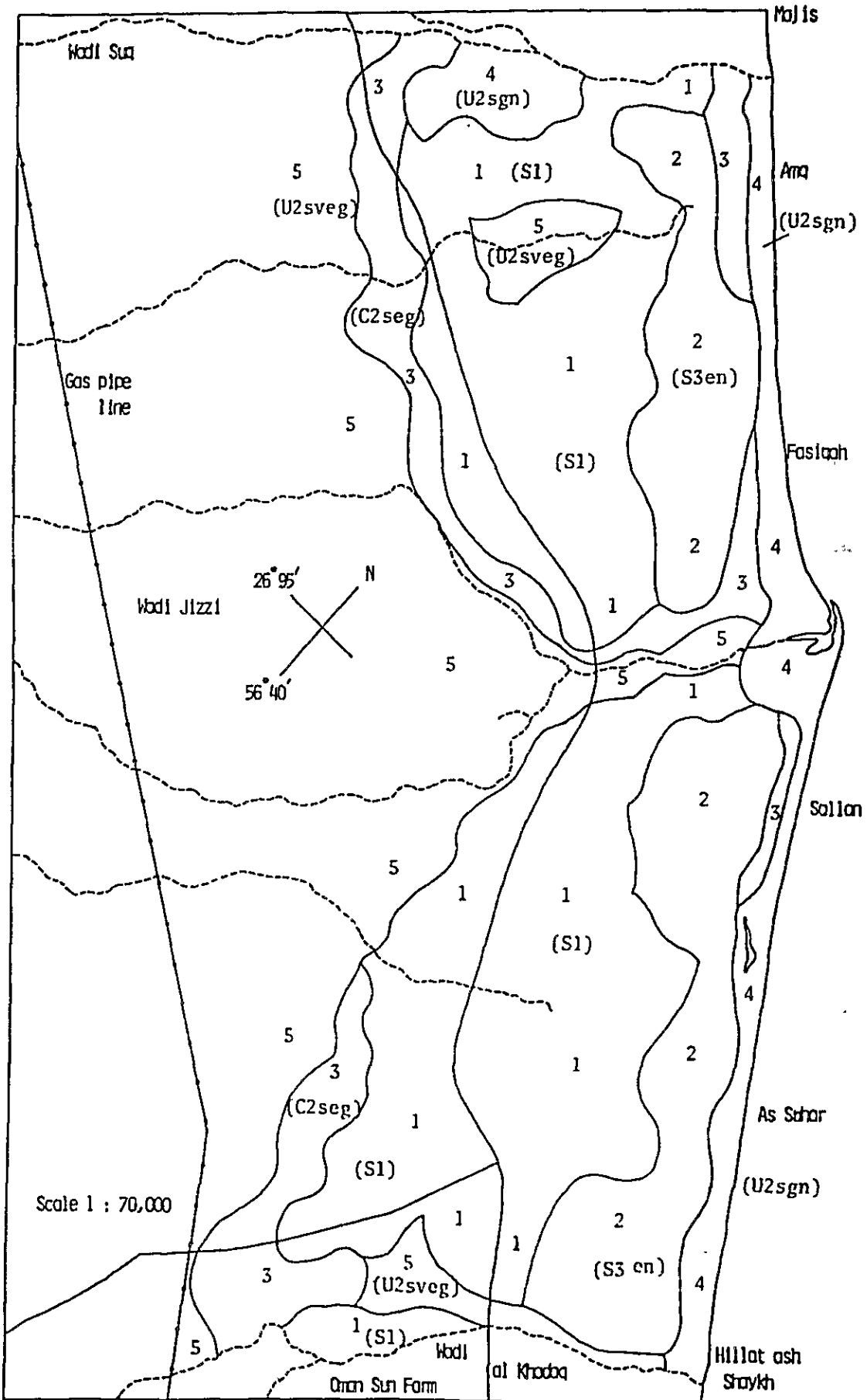


表3 - 1 4 土壤の等級別面積、土地改良および適性作物一覽表

Land Suitability	Class and Sub-class (Class order)	Soil Type No.	Area (ha) (%)	Major land improvements required			Potential suitability <sup>1/</sup>		
				Intensive Leaching levelling of salts	Tree crops	Field	Fruit or forage crops	Vegetable crops	
Highly suitable	S1	2,4,5 (1)	4,020 29.0		xxx	xxx	xxx	xxx	
Marginally suitable	S3en	1 (2)	1,720 12.4	x	xxx	xx	x		
	<u>Sub-total</u>		<u>5,740 41.4</u>						
Conditionally suitable	C2seg(t)	7 (3)	1,180 8.5	x		x	xx		
Permanently unsuitable	U2sgn(t)	3,8 (4)	850 6.2						
	U2sveg(t)	6,9,10 (5)	6,080 43.9						
	<u>Sub-total</u>		<u>6,930 50.0</u>						
	<u>Total</u>		<u>13,850 100.0</u>						

<sup>1/</sup> Remarks: x low; xx medium; xxx high

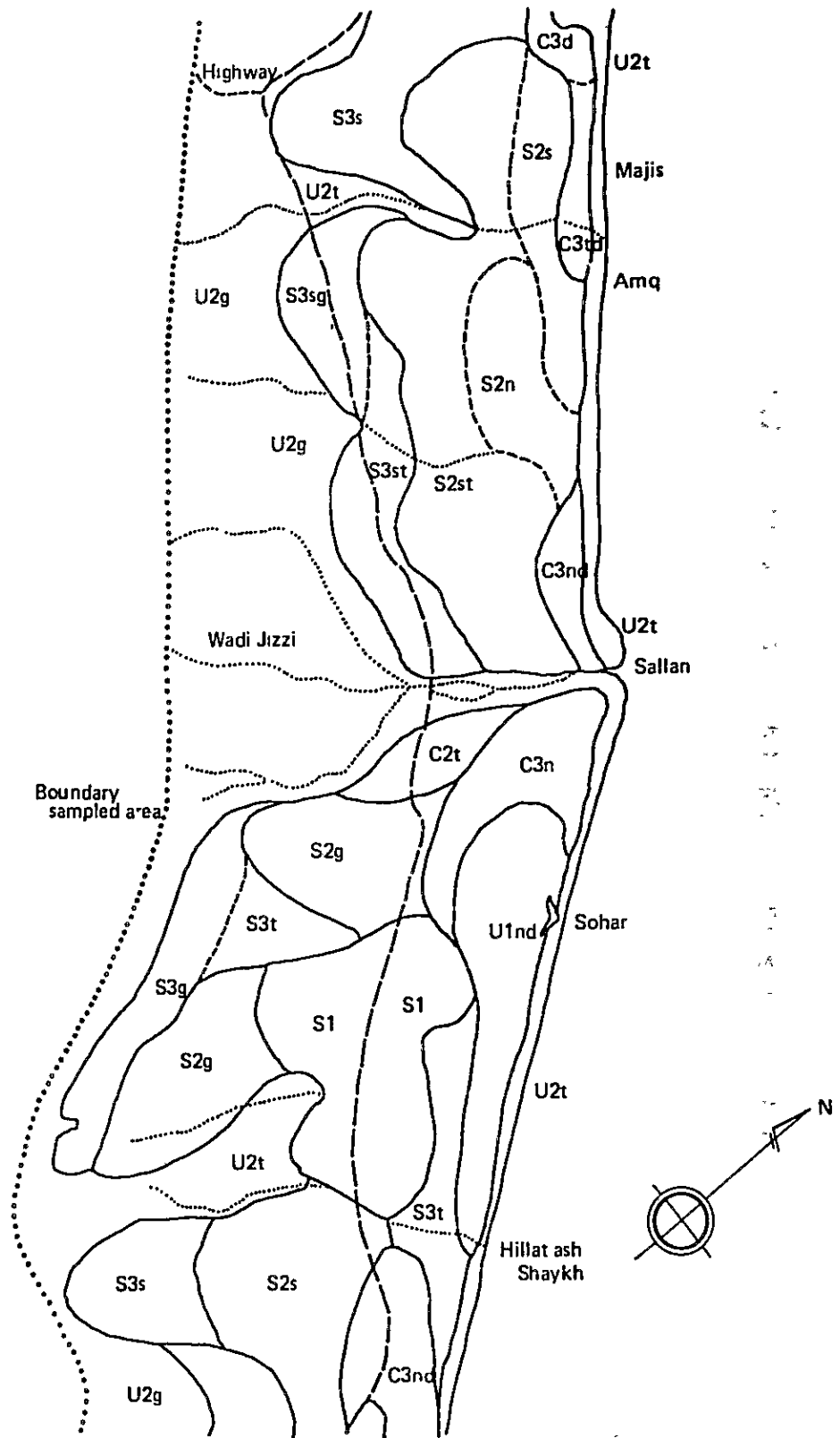


図3-14 かんがいに対する土地適性分級

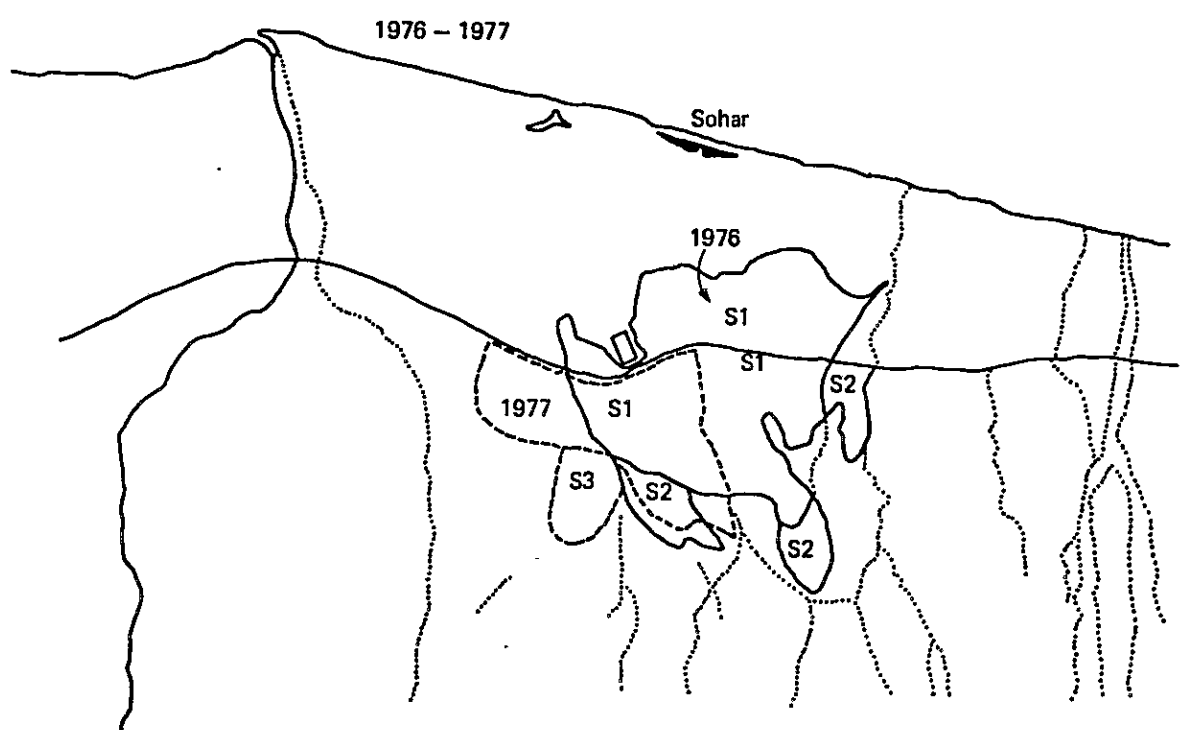
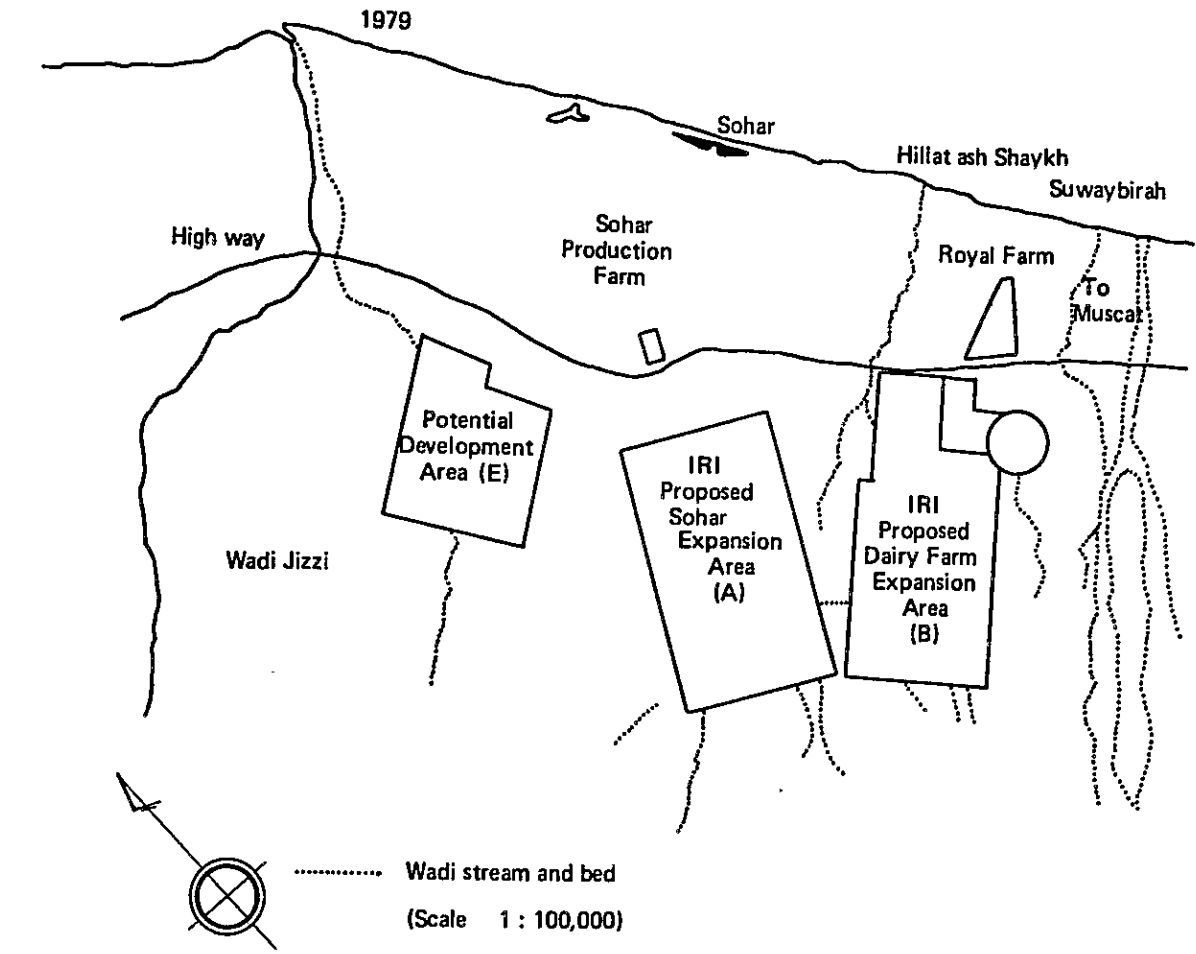


图3 - 15 農業開發適地位置图

## 2) 調査結果

### (1) 調査地区

地区全体に対する分級結果をそのまま用いれば、Class S1は4,020ha(29.0%)もあるが(表3-14参照)、実際はS3まですでに農地、住宅地として利用されており、未利用地は予想より少ない。図3-16は利用可能地について等級別の分布を示し、表3-15にはワジ・ジジの右岸、左岸と国道の東西に分けた4区分における面積を示した。最も有望なS1の地域がアंक(Amq)寄りと、上述のオマーン・サンファーム寄りに団地を成し、計1,586haとなった。このように未利用地は毎年新農園の建設や山手住民の不法入居により減少している。

### (2) 新開発地区

新開発地区は、涵養水資源量、技術的問題及び社会環境などの観点から、ワジ・ジジの右岸で国道の西側ヒイビ(Hibi)砂利道路沿いのアルーワガベエ(Al-Wagabeh)に位置する100haが選ばれた。この場所について諸データから更に細部の土壌型区分を行ったのが図3-17である。これらの土地等級は全部S1に入るが、下層の土性が粗く(SL)やや塩分を含み、肥沃度は低く透水過良の点で、必ずしも最良状態とはいえない。実施に際しては精密な土壌調査が必要である。

## 3-4-5 問題点と勧告

パチナ沿岸平地の土壌は一般に肥沃でなく、多少とも塩分を含むか、アルカリ性かである。これは高温乾燥気候の下で年代の新しい粗粒性の沖積物から成る土壌であるため、構造が発達せず、有機物も集積しないためであり、計画地区の土壌も例外ではない。

### a) 土壌塩分

土壌型の1と3は塩分濃度がかなり高く、生育の悪いナツメヤシ園が散見される。確証はないが、塩害の増大は地下水の乱開発と過剰汲上げによる海水の侵入のせいではないかといわれている。上記のILACO報告はこのような推定から、今後の農地開発は現農地を逐次内陸へ2,3km移動した方がよいと提案している。これは土性の最も良い農地(SiL)を棄てて砂質な地帯へ移動することになり、次の理由からしても納得できない。

- i) 問題の地域でナツメヤシの生育が悪いのはかんがい管理が悪いためである。
- ii) 管理の良い農園では1.5mmhos以上もある井戸水を使っても塩類の集積がみられない。

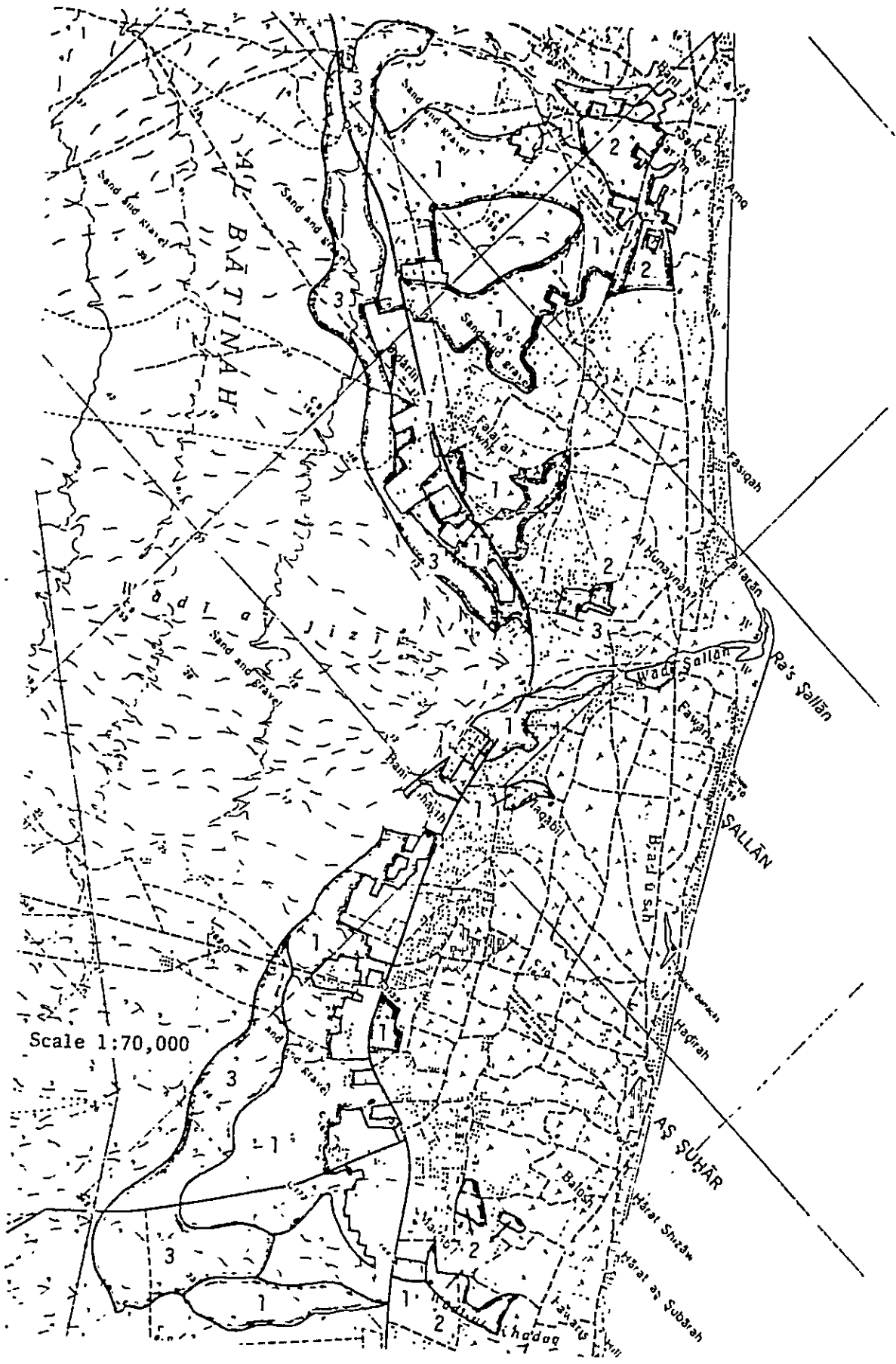


図3-16 利用可能地の等級分布図

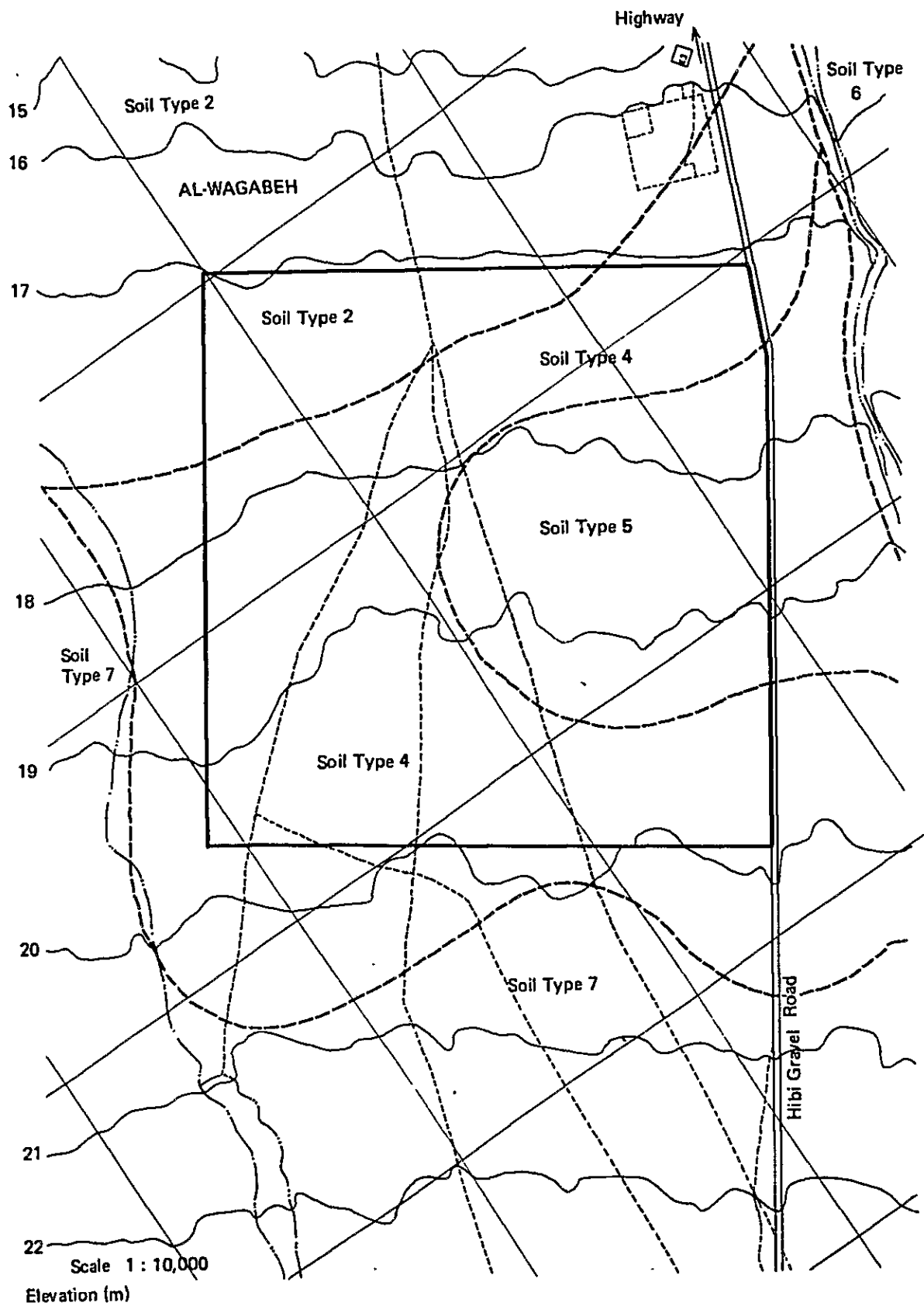


図3-17 新規農場造成位置およびその周辺の土壌型分布図



表 3 - 1 5 新規開発可能面積

(Unit : ha)

Areal Section	Land Class			Total	
	1 (S1)	2 (S3en)	3 (C2seg)		
Left Side of Wadi Jizzi Stream	Westward of the Highway	132	0	327	459
	% of Class Area	47.1	0	93.4	
	Eastward of the Highway	643	169	7	819
	% of Class Area	48.3	25.2	1.9	
	Area Total (ha)	775	169	334	1,278
Right Side of Wadi Jizzi Stream	Westward of the Highway	702	0	410	1,112
	% of Class Area	65.6	0	100.0	
	Eastward of the Highway	109	63	0	172
	% of Class Area	8.1	6.0	0	
	Area Total	811	63	410	1,284
Area All Total	1,586	232	744	2,562	
% of Total Class Area	39.5	13.5	63.1	37.0	

Note : Net area is vacant land excluding those already used as farms and residences.

Ⅲ) 限界値の 4 mmhos を越す土壌でも、リーチングによって塩分を低下することができる。

従って、水源を開発して現存農地の保全を計ることがまずもって大切なことである。いずれにせよ、ルマイス (Rumais) 地方で行っているような塩分濃度の定期的検査が必要である。特に検査を重視すべき場所は図 3-18 に示す通りである。

#### b) かんがい水質

バチナ沿岸地方ではかんがい用水として、井戸水やファラージ (Falaj) の水を使うしかなく、その量、質ともに問題となる。今回の分析によればほとんどの井戸水は塩類を含み、特にセブカ (Sebka) 地帯ではしばしば 2 mmhos を越えた。これは適性限界の 0.75 mmhos より遥かに濃く、海岸寄りの不良園では 4.6 mmhos に達するものもあった。

国道の西方ワジ礫平原では、大型揚水ポンプが設置されているオマーンサンファーム側を除いて塩分濃度は非常に低い。こうしたことから、地下水に対する絶えざる監視が必要である。第 2 回調査で、開発予定地近くにおいて採取した地下水の分析によれば、EC 値は 0.4 ~ 1.0 mmhos とあまり高くはないが、SAR 値が 1 ~ 3 と低いので、USDA の基準で C2 ~ S1 に入り、かんがい水質としての問題はない。これは Na が少なく Mg の割合が大きいので、ワジ河床の下を流れる地下水をかんがいに利用する限り、水質として心配はないものと思われる。

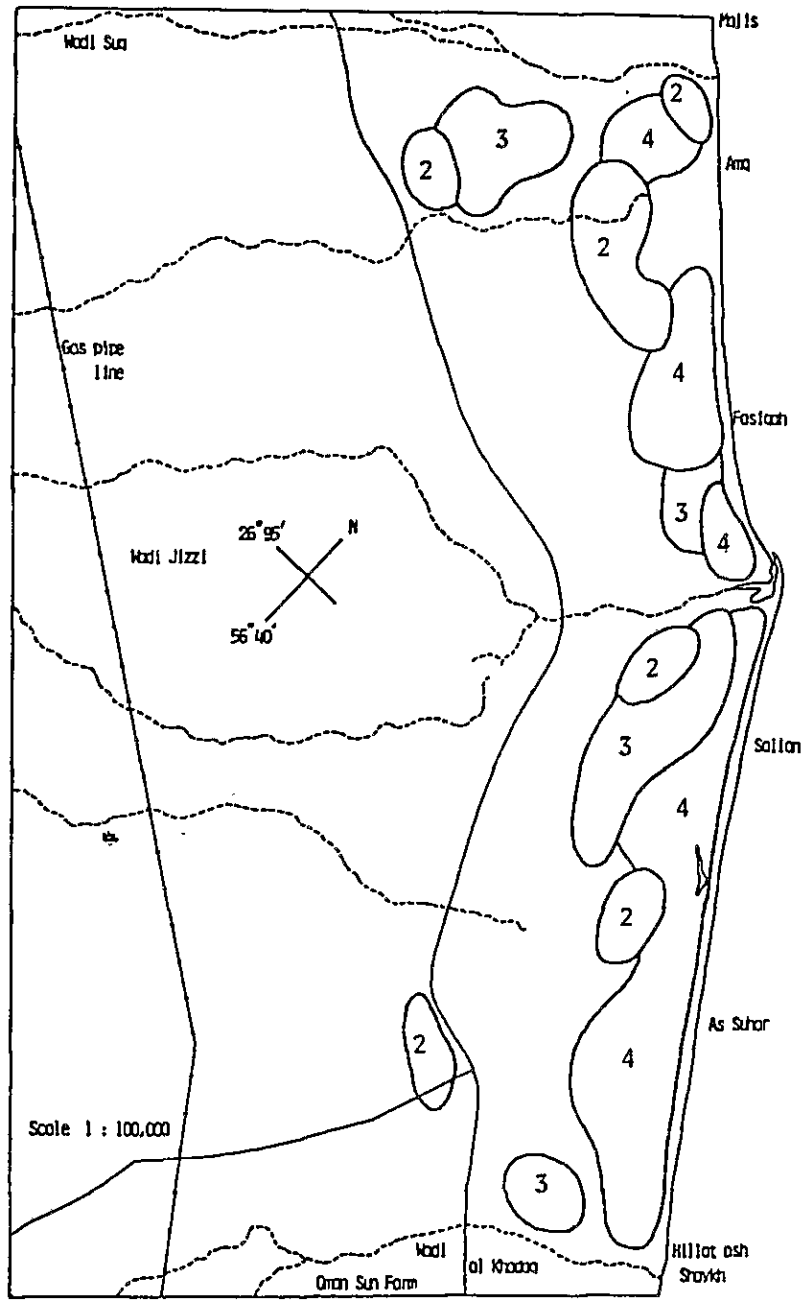
#### c) 土壌アルカリ度

土壌調査の結果、pH 8.5 以上の土壌が開発地区全域にわたって分布している。ことに Sebka ローム質シルト地区で顕著であり、下層土においてはしばしば pH 10 以上を示す。SAR 値の高いかんがい用水は、細粒組成土壌中の粘土粒子に作用し、その結果土壌は高い ESP を呈する。アルカリ土壌の障害は粘土粒子の分散による透水不良と低生産性である。従って、各水源ごとの水質試験 (化学分析) 及び土壌アルカリ化のモニタリング調査を行う必要がある。

#### d) 土壌肥沃度

オマーンの土壌は一般に肥沃度が低く、当地区も例外ではない。Ca と Mg を除けば、ほとんどの要素に欠乏しており、化学肥料のみならず、有機質肥料、例えば堆肥や緑肥の施用が望ましい。土壌の保肥力、保水性ともに小さいので化学肥料は、分施とかドリ

图3-18 土壤盐分分布图



Legend: Grade EC, mmhos/cm at 25°C

1	< 4
2	4 - 8
3	8 - 16
4	> 16

ップまたはスプリンクラーかんがいと組合わせて使用すべきである。pHが高いので生理的酸性肥料、例えば硫酸、過りん酸石灰などの使用が好ましい。

もう1つの問題は微量元素である。それは強いアルカリ性のためZn, Cu, Mnのような金属要素の吸収が阻まれることで、今回の現地調査でもMnの欠乏が見受けられた。井戸水のB (boron) 濃度が1 ppm以上もあり、その過剰障害のおそれが懸念されるとの報告(1977, EL-Attar)もある。開発計画の実施にあたり、微量元素の調査を行う必要がある。

#### e) 土壌管理

塩分が16 mmhos以上となれば、当然リーチングで脱塩しなければならない。土壌のコンシステンシー (Consistency) が非常に強いので、土壌管理として適当な水分を与えて耕起すること、度々耕起すると土層構造を破壊するおそれがあること、またシルト質で固結性の下層土がある場合は、これを深耕すれば透水性改良となることなどが指摘される。

### 3-5 人的資源

人的資源は、産業発展のキーファクターの1つである。ソハールにおいて、人的資源の大部分が従事している産業は、農業部門である。毎年の安定した生産性は、農業人口の扶養を可能にする。

僅かな降雨量は年によって変動が大きいので、オマーン国の農業は直接降雨に依存しないで地下水に依存している。僅かな降雨量のため減少する地下水は、5年に1ないし2回の雨の多い年によって回復されるといわれている。

ソハールの伝統的家族農業は、生活水準を維持するため家族労働力に依存しながら経営されており、余剰家族労働力は他産業に供給されている。

全体として1970年以来、経済的活動の急速な拡張の結果オマーン国の労働力需要は、地方の労働力供給力を上廻ってきた。従って、オマーン国の産業は、輸入労働力に大いに依存しなければならなくなった。労働事務局から発行された労働カードの数によると、私的部門の非オマーン労働者の数は1976年の約87,000人から1980年の約130,000人まで増加してきた。このうち、農畜産業労働者の数は1,100人から6,300人まで増加した。

ソハールの農村地域における人的資源の事情も上述と同様であった。

他方オマーン人は、何世紀にもわたり共通の傾向として海外出稼をつとめてきた。現在、オマーン人は、アラビア湾岸の諸国において軍隊に入るか、産業労働者として働きに出ている。

### 3-6 現況農業

#### 3-6-1 土地利用

当計画地域はソハールを中心として、海岸線沿いに北はマジスより南はワジ・アルーカダグに至る巾5～8 km、延長17 kmの耕地およびこれに附随する非農地ならびに新規造成地とする。その面積は約3,830 haである。

当地域の土地利用対象地区は、海岸線とこれにほぼ平行して南北に通ずる国道にはさまれた帯状の地区で、おおむねデーツ園である。これらのデーツ園は古く、30年以上のデーツも多く生育している。又デーツの間に野菜が作られている農園もある。

国道の西側は近年造られた農園が多く、野菜および果樹が作付されている。

現況土地利用状況は、6千分の1地形図および1万分の1航空写真(1978)にもとづき、下記の通り区分した。

現況土地利用	
項 目	面 積
樹 園 地	2,340 (ha)
畑	300
小 計	2,640
非 農 地	1,190 (新規造成地を含む)
計	<u>3,830</u>

図3-19に計画地区内の現況土地利用を示す。

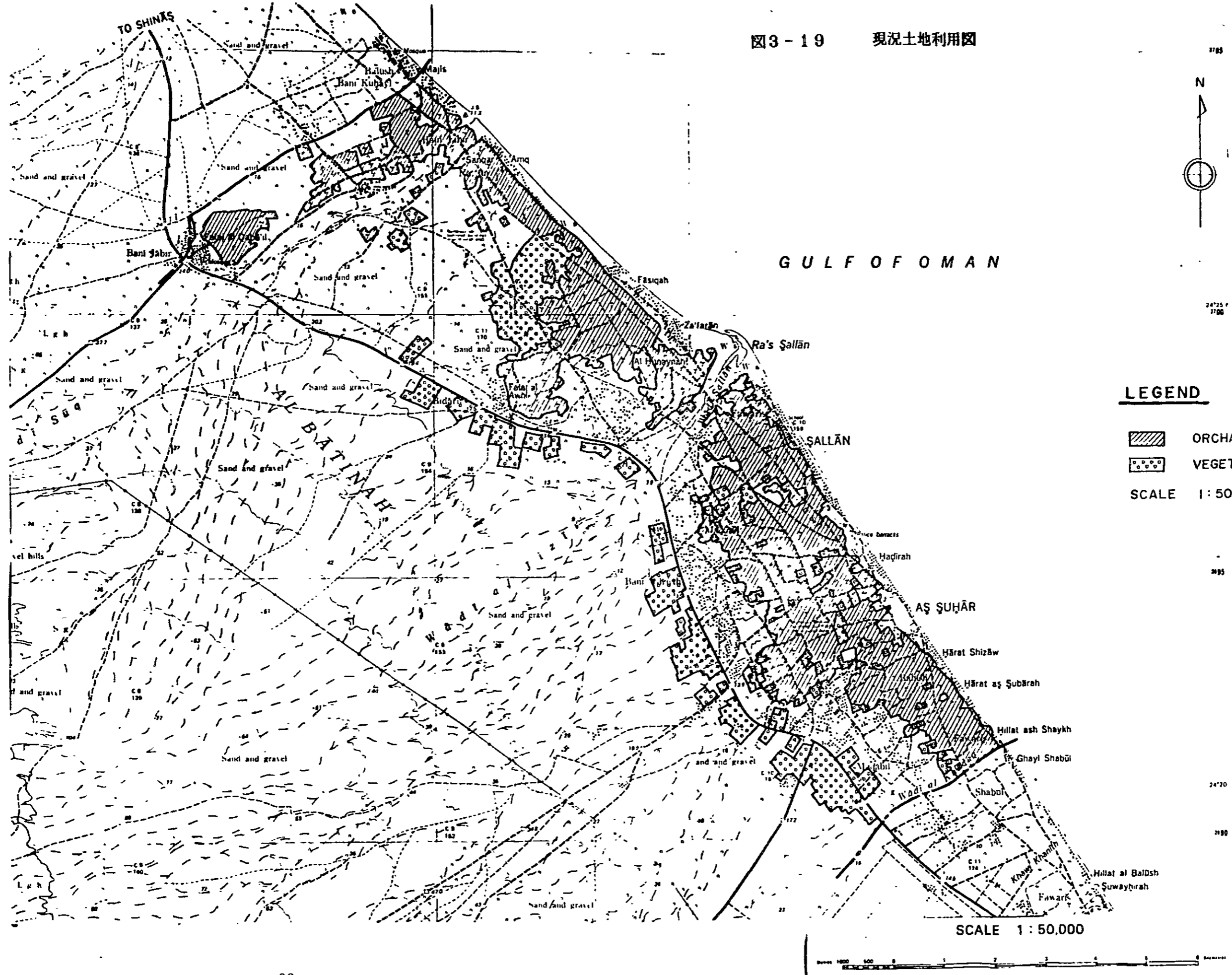
#### 3-6-2 水 利 用

##### a) かんがい状況

Wilaya ソハール内の農地4,420 haのうち、計画地区内の既存農地は2,640 haである。<sup>1/</sup> 主なかんがい方法は、i) 湛水かんがい、ii) 溝畔かんがいおよびiii) うね

<sup>1/</sup> 1/10,000 航空写真(1978年B,K,Sにより作成)と1/6,000 地形図(土地省により作成)により算出

図3-19 現況土地利用図





間かんがいである。湛水かんがいは、デーツ、ライム、マンゴ等の果樹に用いられ、溝畔かんがいは、アルファルファ、ミシルバ等の牧草に、またうね間かんがいは野菜のかんがいに採用されている。以上述べたかんがい方法とは別に、国道沿いの一部の面積ではパイプラインシステムによるドリップ、スプリンクラーかんがいが行われている。

このようなかんがい状況のもとでは、かんがい効率は低く30~40%と考えられ、限られた水資源の有効利用の観点から重大な問題となっている。ロスの大部分は送水路の不備および不足による浸透と蒸発、さらに余剰かんがいによるものである。

既存農地2,640 haに対する年間消費水量は約21.1 MCMである。この値は、現況の作付体系、作付面積および作物別の消費水量(Blaney-Cridle, Penman方法により算定)により算出したものである(資料編G-1参照)。

## b) 水 質

かんがい用水の水質分析は、第二次調査で実施した5本の観測用井戸(位置は図3-6参照)から採取した地下水について、ルメイス(Rumais)農業試験場で分析を依頼した。次表は分析結果を示す。

<u>水 質 分 析 結 果</u>	
<u>項 目</u>	<u>分 析 値</u>
pH	; 7.4
EC	; 588.7 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$ (25°C)
T. S. S	; 357.6
Cation	
Na	; 1.93 me/l
K	; 0.08 me/l
Ca	; 0.83 me/l
Mg	; 3.15 me/l
Total	; 5.54 me/l
S. A. R	1.40 me/l
Anion	
CO <sub>3</sub>	; 0.55 me/l



項 目	分 析 値
Hco <sub>3</sub>	; 2.14 me/l
CL	; 1.94 me/l
So <sub>4</sub>	; 0.66 me/l
Total	; 5.18 me/l

注) 上記分析結果は5資料の分析結果の平均値を示す。詳細は、資料編G-2、表G-9に示した。

かんがい用水の水質区分を表示した水質区分図(資料G-2、図G-2)に示されるように、採取された地下水はC2-S1およびC3-S1の区分に分類され、その平均はC2-S1の区分に属する。塩分の含有量からの分類によると、普通(C2)にランクされ、適切な除塩を行えば、かんがい用水として使用可能である。また、作物としては普通の耐塩作物であれば、特別の除塩対策がなくても生育可能である。一方、ナトリウムの含有量からの分類によると、低(S1)の分類にランクされ、置換性ナトリウム等の害もなく、あらゆる土壌のかんがいに利用可能である。

従って、ワジ・ジジ礫平原の地下水は、ある程度の除塩対策(leaching)は必要であるが、計画地区の土壌に対し、ほとんどの作物のかんがい用水として利用することに問題ないと考えられる。

#### c) オマーン国におけるドリップかんがいの現状

オマーン国におけるドリップかんがいの歴史は浅く、ルメイス(Rumais)の農業試験場、ニズワ(Nizwa)の農業大学、ジェベルアカダー(Jebel Akhdar)とサララー(Salalah)試験場、カイラオンヘリシイ(Qairaon Herithi)農場及び計画地区内ではアルーフハイビ(Al-Wahaibi)農園等で行われ、一般農園では行われていない。

ニズワの農業大学では1981年より果樹のドリップかんがいが行われ、液肥混合装置も併設して施肥の合理化を計っている。

1982年には野菜畑にも設置することになっている。

アルーフハイビ農園は野菜の農園で34haの畑にパイプラインを設けメロン、トマト、キャベツ、カリフラワー等を作付けている。しかしながら、これらのかんがいの調査資料は未だ整っていない。

今後はニズワの農業大学の卒業生により、ドリッパかんがいの適切な技術が一般農家にも伝達されると思われる。

### 3-6-3 農家と人口

Wilaya ソハールの農地保有者の数は、約 3,500 である。この数字は農家戸数と考えられる。1 戸当り平均人口は 7.1 人である。他方首都圏、シーブ (Seeb)、8 Wilaya を含むバチナ地域の平均人口は 1 戸当り 7.4 人である。Wilaya ソハールの農地保有面積は約 6,500 ha である。ソハールの 1 戸当り平均農場規模は 1.8 ha である。他方バチナ地域では 2.3 ha となっている。しかし、この農場面積はすべて耕作されているわけではない。Wilaya ソハールの約 6,500 ha の農場面積のうち 68 % が、季節作物や永年作物の作付面積である。他方バチナ地域のそれは 45 % である。

Wilaya ソハールにおける農家人口密度は、全農地面積に対し 3.9 人/ha、耕作面積に対し 5.7 人/ha である。一方バチナ地方では、前者が 3.2 人/ha、後者が 7.1 人/ha であり、ソハールにおける就労農家人口がバチナ地方より大きいことを意味している。

### 3-6-4 農業生産

#### a) 作付体系

本地区の季節は冬期 (11 月～3 月) と夏期 (4 月～10 月) に分けられ、冬期は気温も低く、雨はこの期間に集中する。したがって、作物は冬期を中心として作付される。

この地区の主幹作物はデーツで全農地の 69 % を占めている。果樹ではこの他にライム、バナナおよびマンゴ等がある。

デーツは地下水の割合高い海岸線に沿った地区に古くから栽培され、50 年以上の古木もある。その他の果樹は割合に新しい。

畑作物は、デーツの間作として揚水施設を利用して栽培されている。バチナ地方でのポンプの導入は 25 年以前から行われ、地下水利用により、畑を造成して野菜および飼料作物を栽培している。これと同時に新しい果樹園も造成され、ライムおよびマンゴ等が栽培されている。

バナナは一般に農園の一部に栽培され、集団化は少い。

野菜はオニオン、ガーリック、トマト等が 6、7、8 月の高温を避けて作付けられている。一般に 1 年 1 作である。これはかんがい用水量と労働力の不足によると推察され

る。

飼料作物はアルファルファおよびソルガム等で、これらは青刈飼料として利用されている。ソルガムは年1作で2～3回収穫される。

#### b) 作物の栽培及び面積

当地区の気候は、夏期高温でほとんど降水はなく、反面冬期は低温で降雨が期待される。年降水量は90 mm内外である。

農地の土壌は主としてシルテロームとサンディーロームからできている。

当地の農業は北部パチナ地方農業事務所が統括している。農業技術の普及は当事務所の普及課が担当している。当事務所は約13,300 haの農地を管轄しているが、十分な指導は行われていない。

作物別の栽培法については、栽培規準(表3-16参照)がありこれによって栽培指導されている。各農園は各種農業資材を主として農業事務所より入手している。

ノースパチナ事務所の統計資料によると、この地区の1978年における肥料の使用状況は、硫酸256 t、化成肥料365 tおよび磷酸肥料112.1 tである。これは55.2 kg/haで、栽培規準に比べて著しく少ない施肥量である。

一般に、防除は各農園が農業事務所に依頼して行われている。しかし、散布機および人員不足で充分に行われず、約30パーセントの農園では農家が散布機を購入し自分で散布している。農薬は農業事務所および商店より購入している。デーツだけは年に1度農業省がヘリコプターによる防除を無償で行っている。

かんがいはポンプによる地下水の利用が主で一部ファラージを利用している。かんがい方法は、果樹およびアルファルファはベーズンかんがいで、他はうね間かんがいである。一部ドリップかんがいも行われている。

一般に用水量は大きく、かんがい法の改良が望まれる。

#### c) 農業機械および労働力

ソハール地区における農業機械は揚水ポンプを含め、約6,000台である(表3-17参照)。主要農業機械は、揚水ポンプ、プラウ、トラクターおよびスプレイヤーである。

機械利用は農業事務所が主として、耕起および防除等の作業を農園主の依頼により行っている。近年新しく農園が増加しており、機動力が不足し、各農園がスプレイヤー等

表3-16 オマーンにおける作物栽培基準

Crops	Seed (kg/ha)	Density	Fertilizer (kg/ha)		Plant Protection (per hectare)	
			Basal	Topdressing		
Alfalfa	36	broadcast	manure 10-20 <sup>t</sup>	com. <sup>1/</sup> 476 (4 times)	Dimethoate 40EC 2.4 <sup>l</sup>	12 times after cutting 10 days
Tomato	Seeding 0.6 (pot)	0.6 x 0.9 <sup>m</sup>	10-20 <sup>t</sup>	com. 1. 240 after 3w. after 2. 240 flowerings 3. 240 small fruit	Diathane-M 45 3kg Dimethoate 40EC 600cc Kafil 1 <sup>l</sup>	mix 2 single 1 2 Dec. - Jan.
Watermelon	2.4-4.8	0.7 x 2.5 <sup>m</sup>	10-20 <sup>t</sup>	com. 1. 240 3-4 weeks after 2. 240 flowering 3. 240 small fruit	Only Summer Pirimor 700cc Omit 2 <sup>t</sup>	2 1 first time mix
Eggplant	Seeding 0.83 (pot)	0.7 x 0.8 <sup>m</sup>	10-20 <sup>t</sup>	com. 1. 240 3 weeks 2. 240 flowering 3. 240 small fruit	Dimethoate 40EC Kafil 1 <sup>l</sup>	2 <sup>l</sup> 2 1 <sup>l</sup>
Cabbage	Seeding 3.6	0.5 x 0.75 <sup>m</sup>	10-20 <sup>t</sup>	com. 1. 240 3 weeks after 2. 240 4 weeks after	Kafil 1 <sup>l</sup> Pirimor 700cc	3 1
Redpepper	Seeding 830g	0.45 x 0.7 <sup>m</sup>	manure 10-20 <sup>t</sup>	com. 1. 240 3 weeks 2. 240 flowering 3. 240 small fruit	Dimethoate 40EC Nov. Dec.	2 <sup>l</sup> 2 times
Dates		9 x 9 <sup>m</sup>	10-20 <sup>t</sup>	com. 1. 240 Jan. 2. 240 Feb. 3. 240 Mar.	Nogos 3.7 <sup>l</sup> Oct.	1
Lime		7 x 7 <sup>m</sup>	10-20 <sup>t</sup>	com. 1. 240 Jan. 2. 240 Mar. 3. 240 May	Dimethoate 40EC 3.6 <sup>l</sup> Apr. Sep. - Oct.	2
Banana		2.5 x 3 <sup>m</sup>		com. 1. 300 Aug. 2. 400 Oct. 3. 300 Nov. 4. 300 Mar.	Furadam 20kg Nemacur 34kg	2 2
Sorghum	10kg	0.7-1.0 <sup>m</sup>		com. 600 basin Urea 150 after cutting (2-4 times)		

<sup>1/</sup> com. : compound fertilizer

表 3 - 1 7 現況農業機械利用狀況

Machinery	Type of Ownership						Owned	Total
	Ministry	Coop	Rented from Others	Supplied by Owner	Owned by Holder & Other			
Water pump	22	-	22	44	154	2,772	3,014	
Power plow	704	-	22	-	-	-	726	
Animal plow	-	-	616	22	-	396	1,034	
Power sprayer	44	-	-	-	-	-	44	
Hand sprayer	990	-	88	-	-	220	1,298	
<u>Total</u>	<u>1,760</u>	-	<u>748</u>	<u>66</u>	<u>154</u>	<u>3,388</u>	<u>6,116</u>	

Source ; The Census of Agriculture 1978/79

を購入している。

労働力は自家労働力で経営している農園は約60パーセントで、他は主として外国人をフルタイム、パートタイム及び臨時で雇用している。雇用労働者の週間労働時間は年平均31時間である。

一般的に労働力は不足しており管理の不十分な農園もある。

#### d) 農業生産量および生産額

オマーン国の農林統計は1978/79年に作物別作付面積を調査したのみであり、生産量については1982年より小麦、タバコおよびデーツの3作物を調査する予定になっている。このため現在の作物別の単位当たり収量の記録はなく、農漁業省の関係部局、農業試験場等と協議して推定した。

一般に農業技術の普及は低調で、各種農業資材、労働力および農業機械類の不足等で単位当たり生産量は低い。

2,640haの農地からの全生産量は概略9,600tonと推定した。

#### 3-6-5 畜産

ソハールにおける畜産は、全国的には上位にランクされている。特にソハールとサララに牧場をもつオマーンサンファームは全国一の牧場で、両牧場合せて1,000haの草地と飼料畑を持ち300頭の乳牛を飼育し、将来の目標は500頭においでいる。

しかしながら一般農園では1戸当たり平均で、ラクダは0.05頭、馬0.6頭、牛0.7頭、羊3.4頭、山羊4.3頭および鶏類4.8羽と少ない。(表3-18参照)。

これは飼料畑はあるが、生産物(乾草として)をU.A.E.等へ輸出することが多いと思われる。又、濃厚飼料の生産がされてないことも大きな要因の一つである。飼養目的は食用および一部役畜用である。

#### 3-6-6 生産物及び投入資材の市場

##### 食糧の貿易

オマーン国の耕地面積は約4,100haで、うち首都圏を含むバチナと内陸部はそれぞれ51%、13%をしめている。

1978~1979年の農業センサスによると、オマーン国の作物別耕作面積は次の通りである。即ち、デーツ20,000ha、ライム2,000ha、アルファルファ3,700ha、オニオン540

表3-18 現況の畜産

Livestock	Whole Country				Sohar				
	(1) Holdings (farm)	(2) No. of Feeding (head)	(3) (2)/(1) (head)	(4) 1/ (2)/All farm (head)	(5) Holdings (farm)	(6) No. of Feeding (head)	(7) (6)/(5) (head)	(8) 2/ (6)/Farm (head)	(9) (6)/(2) (%)
Camels	814	1,452	1.8	0.07	154	176	1.1	0.05	12.1
Horses	9,284	11,946	1.3	0.59	1,672	2,244	1.3	0.63	18.8
Cattle	9,702	18,062	1.9	0.90	1,364	2,486	1.8	0.70	13.3
Sheep	8,250	43,978	5.3	2.18	1,276	12,254	9.6	5.44	27.9
Goat	13,310	105,996	8.0	5.27	2,200	15,334	7.0	4.50	14.5
Poultry	11,308	81,488	7.2	4.05	2,112	16,962	8.0	4.76	20.8

1/ All farm ; No. of whole country farms, 20,130 farms

2/ Farm ; No. of farms at Sohar, 3,564 farms

Source ; The Census of Agriculture 1978/79

ha、バナナ 1,990ha、マンゴ 2,960ha、その他となっている。オマーン国統計年鑑、1980年によると、食料品と畜産は、1978年42百万リアル、1979年53百万リアル、1980年73百万リアル輸入され、逆に輸出は、1978年3.3百万リアル、1979年4.7百万リアル、1980年4.5百万リアルであった。

### 流通経路

オマーン国の農業市場は、流通チャンネルとして生産者、国営農場、輸入業者の3タイプをもっている。生産者は83,000戸である。国営農場は8生産農場と2普及農場からなる。輸入業者はスーパーマーケットと卸売業者を兼ねる。このほか、オマーン・サン・ファームや王室農場、ほか商業的大農場がある。

1980年、FAOコンサルタントは果実及び野菜の流通量を推定した。それによると、流通量全体のうち、生産者52%、国営農場1%、輸入業者47%を占めている。全体として卸売市場の不備、市場情報の不足、市場調査が行われていないこと、輸入業者による生産物取扱、不十分な貯蔵施設、特に不十分な包装・表示等のために、市場機構は不完全である。計画地区の農業生産物は以下のようにいろいろな場所に出荷されている。

### 地場市場

ソハール町は、海岸の近くに農産物の小売市場をもっている。計画地区内の農家は、野菜や果物を自分の車でその市場に運び小売人に販売している。この市場は、国内の他の地域や外国から輸入した品物も取扱っている。市場は開催時刻になると買物客で賑わう。ソハール町は都市計画を実施中であり、将来の人口増加に伴い市場を拡大する必要がある。

### 野菜と飼料作物

計画地域からアラブ首長国連邦のドバイまでの距離は、マスカットの首都圏までよりも短く、加うるに農産物の輸出は自由である。ドバイ、アブダビにおける生鮮野菜や果実の輸入、ドバイにおける飼料作物の輸入も自由である。従って、計画地域における農産物の一部は容易にアラブ首長国連邦に輸出される。計画地域内のある商業的農家は、飼料作物を大規模に作付け、毎月一定量をドバイに輸出している。牛乳を首都圏へ出荷しているオマーン・サン・ファームもまた、かなりの量の乾草をUAFに輸出している。野菜や飼料作物を大規模に作付けている農家は、首都圏やアラブ首長国連邦に出荷し、小面積の農家は地場市場へ出荷している。大量出荷は小量出荷よりも運賃の点で有利であり、一定量で、かつ大量の生産物の入



荷は、首都圏やアラブ首長国連邦の大きな市場の商人にとって有利である。農業経営調査の結果によればトラックの運賃は、ソハールからドバイまでトン当たり7リアルに対し、ルイ市迄は11リアルであった。

開発委員会・技術官房局は、ドライデーツ、アルファルファ、ライムの市場に関する農業スタディーの結果を次の通り報告している。

#### ドライデーツ

ドライデーツの流通は、インドとの長い歴史をもっている。ドライデーツと貯蔵デーツは1978年に348千リアル輸出され、そのうち290千リアルはインドへ輸出された。かつては、貿易商はデーツを生産者から直接か、又は代理人から購入した。

政府は、1974年以来ドライデーツの貿易を管轄下においた。1977年の新王室令は多くの省に貿易の責任を持たせ、そのうちの一つに商工業省がある。デーツヤシの増産を促進し、ドライデーツをふやすために補助制度が設けられている。

ソハールのデーツ収量は、水の不足、土壌塩化、労働力不足のため低く、品質も夏の高い湿気のため良くない。従ってソハールのデーツは主として国内市場向けである。

#### アルファルファ

農業経営調査の結果によると、計画地区内のアルファルファの流通は次のようなパターンのものである。即ち、数頭の家畜を飼育している伝統的な農家は、なにがしかのアルファルファを栽培している。まず、アルファルファは家畜へ給与される。次に余裕があれば売られる。家畜を持たない新しい入植者は、商品生産目的で大規模に栽培し、主としてアラブ首長国連邦へ出荷する。

#### ドライライム

ドライライムの流通は3段階に分れる。第一は農家である。第二は地場市場の中間商人であり、第三は輸出業者である。ライムの収穫期は7月から9月の間である。農家は、ライムを摘果し、夏場に1ヶ月間乾燥させる。乾燥したライムは中間商人に売られる。バチナ地方にはドライライムの貿易中心地としてシャーム(Saham)がある。ドライライムはすべてアラブ首長国連邦へ輸出されてきた。輸出額は1977年の百万リアルから1979年には1.5百万リアルに伸びた。

## 生産資材

オマーンの肥料は輸入に依存している。輸入品は、統計年鑑1980年版(132~132頁)に製品と原肥料とに分れ、後者は再輸出される。農業省の改良普及局長の管轄下にある商社が肥料供給を取扱っている。輸入肥料は商社のサブエージェントの販売網の倉庫に配送される。農家は地方改良普及センターから需要申請書の認可を得た後、上記倉庫から直接肥料を入手する。

## 価 格

オマーン政府は、首都圏の食糧、飲料、タバコの消費者価格を統計年鑑に公表している。これらは、1978年7月~12月の平均価格を基準として評価されている。このレポートでは1978年3月から1981年6月迄の価格指数の変動がスタディーされた。それによると生鮮及び乾燥野菜の価格は、典型的な季節変動を示している。即ち2月から4月に値下りし10月から12月に値上りしている。これら野菜の消費者価格は最近上昇しており、対前年比較で3月の最低価格は、1980年で1.4%、1981年で5.2%上昇している。生鮮及び乾燥果実は1979年後半上昇し、1980年3月以来鎮静化した。冷凍野菜は、1979年12月から1980年12月迄に約20%上昇したが、その後鎮静化した。

1980年の統計年鑑は、果実及び野菜の価格・量の貿易統計を1978年~1980年の3ヶ年について公表している。

1978年と1980年の果実及び野菜のトン当り輸出価格と輸入価格を比較すると、前者が後者より高い。

### 果実・野菜の貿易単価の比較

年次	事項	貿易額 (1,000R.O.)	貿易量 (1,000トン)	単価 (トン当りリアル)
1978	輸入	9,637	42.5	227
	輸出	2,074.2	7.44	279
1979	輸入	9,835	34.0	289
	輸出	2,693.2	10.83	249
1980	輸入	14,397	45.9	314
	輸出	1,635.3	4.11	398

(注) 輸出額は、オマーンからの輸出及再輸出の合計である。

(資料) 統計年鑑1980

1982年1月、JICA調査団チームは、農業経営調査を実施し計画地区における農家の販売価格を調査した。野菜と飼料作物の価格は出荷先によって相異なる。デーツ、ライム、マンゴー、バナナの価格は、ソハールの国営生産農場の生産物について調査された。他方、ルイ(Ruwi)市、ムトラ(Muttrah)市のマーケットにおいて野菜、果実の小売価格が調査された。

次表は、これらの生産・販売価格を比較しているが、調査時点のズレをみても価格差に注意すべきものがある。

種 類	生産者価格と小売価格の比較	
	ソハール市場への 農家販売価格 (1981年生産物)	ルイ市、ムトラ市の市場に おける小売価格 (1982年1月21日)
キャベツ	250パイザー/kg	350~500パイザー/kg
トマト	100~200	250~300
キュウリ	250	600~800
玉ネギ	100	270~300
オクラ	250	500

### 3-6-7 農家経済

Wilaya ソハールの農家経済は、政府の開発政策により将来伸びるであろう。しかし、いくつかの基本的問題点を抱えている。

第一の問題点は、兼業農家の増大と農家の若年労働力の流出、第二の問題点は、市場化の停滞、第三の問題点は、相対的に低い作付率である。

1.8 haの平均農家規模は、7.1人の世帯員を維持しなければならない。農家の生活水準は、迅速にかつ絶え間なく改善されてきたが、農家所得の停滞はこの水準向上を抑制することとなる。

農家所得は、農業経営調査の結果によって把握される。しかし所得の標準的水準は、標本数や公的データの不足のため決定するのが困難であるが、概要は次のように評価される。

計画地域の農家の大部分は、はるか以前に入植した伝統的農家である。彼等は耕地面積の80%に永年作物を栽培している。農業経営はオマーン人の家族経営である。1.24 haの作

付圃場面積を保有する平均的農家は、家族労働力1人と雇傭労働力0.6人によって経営されている。雇傭労働力のうち0.4人は常雇で0.2人は短期雇である。家畜がまた飼育されている。所得源は果実、野菜、飼料作物及び家畜である。

平均農家の粗収入は年間1,860リアルとみられる。生産費は、種子、肥料、運賃、雇傭労賃、トラクター耕賃、ポンプ代の項目からなる。種子、肥料、トラクター耕賃は補助されている。生産費は790リアルであり、結果として平均規模の農業所得は1,070リアルである。

7.1人の世帯員の生計費は、この農業所得によって先ず支払われる。生計費は、食糧、飲料、衣服、教育、医療、光熱、レクリエーション、建物、その他費用である。この農業所得が全て食糧だけに支払われたと仮定した場合、1人当たり1日の食費は約0.4リアルとなる。

計画地区内の外国人常雇労働者は、毎月60リアルのサラリーを得ている。これら外国人労働者は、そのサラリーの半分を母国に送金しているといわれている。0.4リアルと1.0リアルとの生活費格差は、若い家族労働力が流出している経済的理由を示すものと考えられる。

### 3-6-8 農業支援事業

#### a) 農業協同組合

1976年以来、20の農業協同組合が登録された。1980年の終りまでに、組合員数と出資額はそれぞれ2,561名、70,715リアルに増加した。これら20の組合は、地域別に平等に分布していない。ニズワ(Nizwa)周辺に集中しており、バチナコーストのシナス(Shinas)、ソハール、シャーム(Saham)の3地域の分布は少数である。

これら組合の活動は3つの問題を抱えている。第一は、農業協同組合法が1976年に提案されたのに未だに制定されていない、第二は、現在の農協は関係法規がないために銀行から必要な資金のローンやクレジットが出来ない、第三は、スタッフの不足である。ソハールにある古くからの農協は、1976年に設立されたが、上述のような3つの問題のために今なお非活動的である。組合員にとってのメリットは、生産資材を非組合員より安い値段で購入できることである。しかし、政府の価格補助がこのメリットを吸収してしまうので、組合員は組合から直接メリットを享受できない。

#### b) 農業信用

農水産業信用銀行を設立することは、農畜産業部門における第2次5ヶ年計画の目標並びに政策の1つである。

農水産業銀行が、農業及び漁業活動への融資を行う為に1981年5月王室令によって設立された。

銀行の融資条件は次のようである。

返済期間：

- i) 種子、肥料及び農薬は最高12ヶ月。
- ii) 小農機具は、耐用年数によって1年以内から4年まで。
- iii) トラクターのような大農機具は5ケ年。
- iv) 建物及び開拓は据置5年の20年、植樹は12年。

農家のローンに適用される利子は、手数料0.5%を含み2.5%から3.5%である。市中銀行の利子は11.5%である。農水産業銀行の低い利子率は農民補助の結果である。

農協の信用規則はまだ制定されていない。上記の農水産業銀行は、農協に直接融資していないが、個別農家や協同の責任をもった農家グループには融資している。本店はルイ市にある。ソハールを含む6ヶ所の支店は、今年中に建設される予定である。

#### c) 農業流通制度

農産物の流通制度は、農産物流通庁の管轄下におかれてきた。農業マーケティング・コーポレーションが、昨年王室令により設立された。このコーポレーションは、オマーン農民の生産した果実、野菜の最低保証価格を設定し、全国の消費者に合理的な価格の農産物を提供するためにつくられた。農産物の集荷センター、倉庫、販売施設に関するあるネットワークの建設が計画されている。

#### d) 農業改良普及事業

政府は、農業改良普及事業を国、地域 (regional)、地方 (local) の3つのレベルを通じて実施している。国レベルの組織は、農漁業省の改良普及局長によって代表され普及職員をかかえている。この機関は、国ベースで作成された農業生産資材の見通しを調整する。地域レベルでは、農業ディレクターによって管理された普及事務所が、ローカルレベルの普及センターを調整している。ローカルレベルでは、集落グループに対する普及センターがある。全国には35の普及センターが分布し、北部バチナには8センターが在る。北部バチナの普及センターの本部はソハールにある。この事務所は、国営生産農場を経営しており、種子、農薬の供給、農業機械のレンタルサービス、補助サ

ービス、近代技術の普及等を管理している。

### 3-7 新規開発農場地区の状況

#### 3-7-1 開発可能適地

ワジ・ジジ流域内のソハール周辺における土壌調査、地形調査および土地省管轄下のソハール都市開発計画に対する政府方針等をもとに、ワジ・ジジ農業開発計画における農場適地として、次に述べる二地区が候補地として選定された（図4-5参照）。即ち、一地区はオマーン・サン・ファームに隣接し、マスカットーソハール国道の上流に位置する面積約680haの地区と、他の一方の地区はワジ・スーク（Suq）の右岸で国道の下流に位置する約700haの地区である。このうち、前者の地区は地形勾配が約 $1/500$ と非常に平坦で（標高20m～16mの範囲）、現在作物、樹目は全く見られず裸地の状態である。一方後者は比較的起伏に富んだ地区で、前者と比べ標高は少し低く、標高15m～10mの範囲となっている。地区内には樹木が点在している。

#### 3-7-2 社会・経済状況

開発される新農場は、開発可能水量の制限のために100haにすぎない。新農場の提案場所を決定するために、いくつかの社会経済的指標が用いられた。農産物及び生産資材の市場の便利さ、日常必需品の買物、子弟の教育、医療施設利用の便否が比較検討された。

オマーン・サン・ファームに隣接した国道より内陸部にある選定地点は、ワジ・スークの左側、国道より海岸部に位置する地点よりも、上記の便利さにおいてまさっている。そこで社会経済的環境の見地から、前者の地点が計画農場として提案された。

#### 新開発予定地からの距離

（単位：km）

農場位置	改良普及 事務所	ソハール マーケット	教育施設	医療施設
国道上流側	3.5	5	2	2
国道下流側	13	15.5	12	12

### 3-8 プロジェクトとの関連事業

#### 3-8-1 オマーン・サン・ファーム

オマーン・サン・ファームは国内で最も有名な商業的酪農場の1つで、1978年に創立され、約150頭の乳牛を飼養し、398haの牧草を栽培している。このうち350haはセンターピットかんがいシステム6基、48haはサイドロールシステム7基によりかんがいされている。かんがい用水は、深さ200フィートの井戸16ヶ所より、1ヶ所当り25馬力のポンプにより揚水される。農場で生産された牛乳はマスカット首都圏に出荷され、マーケットでは1ℓ550バイザーで売られるが、農場直売は450バイザーである。乳牛に給飼された牧草の残りは、乾草としてドバイ、アブダビに輸出される。農場に買取りに来る業者への売渡し価格は、一束(15kg)当り1.5リアルである。1981年冬期間に栽培されたグリーンビーン、ジャガイモはドバイ及びアブダビに輸出され、更に他国に再輸出されたが、高い機械コストのためあまり利益が上らず1982年の冬期は栽培されていない。

本プロジェクトの新開発地区は、このサンファームに隣接しており、従来サンファームが面積の拡張を意図していた地域である。本プロジェクトによる新規入植農家は、その畑の地力培養のためにサンファーム酪農場から厩肥を容易に入手することが可能となろう。

#### 3-8-2 ソハール銅鉱業開発計画

##### a) 農業開発プロジェクトと銅プロジェクト

ソハール農業開発プロジェクトは、ソハール銅プロジェクトの東方約30kmに位置している。

農業開発プロジェクトの立案にあたり、銅プロジェクトからの坑内や選鉱の廃水による水質汚濁および汚染、あるいは精錬排煙中の廃ガスやダストの大気汚染等による鉱害発生がないことを確認しなければならない。

河川の水や大気の性質、性状が鉱山操業の影響によって変化することは理論的にまぬがれない。

従って、銅プロジェクト側は法によって定められた許容範囲内で操業し、農業開発に対する潜在的な環境問題を顕在化させないよう必要な対策を構じなければならない。

##### b) オーマンマイニング会社の銅プロジェクト

オーマンマイニング会社は、ソハールの西方約30km付近にラサイル(Lasail)、

ベイダ (Bayda)、アルジャ (Aarja) の三鉱山を開発しつつあり、Cu プリスターを製品とする精錬所の建設を含めたソハール銅プロジェクトを建設中である。

このプロジェクト内容のうち、ソハール農業開発プロジェクトに直接関係する部分の概要はつぎのとおりである。

ラサイル、ベイダ、アルジャの三鉱山は、いずれもオヒオライトを母岩とする含銅硫化鉄鉱床である。

三鉱山の合計期待鉱量は 12,000,000 t 以上と見積られているが、このうちのベイダとアルジャ鉱山は、農業開発に関係するワジ・ジジ以外の流域に立地している。

三鉱山のうちでは、ラサイル鉱山の鉱体が最も大きく、ワジ・ジジの右岸に位置している。坑内は、サプレベル・ケーピング法による採鉱と、トラックレス・マイニング (ランプ・アクセス・システム) 法による運搬を計画し開発されつつある。

開坑は、既に鉱体に達しているので、ポンプアップしている坑内水は重金属を含む酸性水であり、処理池で Cu を除去し、中和処理を行っている。

又、三鉱山から給鉱される原鉱を選鉱し、精錬するためのプロセスプラントを建設中である。三鉱山から 3,500 t × 6 日/週 (ラサイル鉱山 2,500 t × 6 日/週) の原鉱が選鉱プラントへ給鉱される。このときの Cu 品位は、平均 2.13% と計画されている。

選鉱は、海水を用いる浮遊選鉱方式を採用し、3,000 t × 7 日/週を処理し、270 t × 7 日/週の銅精鉱を生産する。そのときの Cu 品位は 25~28% であり、90% 以上の実収率が期待されている。

生産された銅精鉱は乾式精錬へ給鉱される。そこで、精鉱はペレットにされ、電気炉から転炉を経て Cu 品位 99% 以上のプリスター 70 t/日程度が生産される (年間 20,000 t) 計画である。

さらに、オーマンマイニング会社によって、銅電解を行うことが検討されている。銅プロジェクトは、1982年の中頃から操業に入ると計画されているが、建設状況からみて遅れるものと推定される。

選鉱、精錬プラントおよびプロジェクトオフィスの水需要量について述べた、オーマン鉱業会社 (Oman Mining Company) 作成の計画書 "Sohar Copper Project Water Requirement" によると、精錬所へ 50 m<sup>3</sup>/hr、タウンサイトへ 20 m<sup>3</sup>/hr、合計 70 m<sup>3</sup>/hr の水がワジ・ジジよりポンプで揚水される計画である。



### 3-8-3 ソハール都市開発計画

ソハール都市開発計画は、1975年よりワジ・ジジからワジ・カダク (Wadi-Khadaq) の範囲で、土地省の管轄下で進められている。この開発計画によると、計画地区内の既存農地の取りあつかいについては以下の方針を挙げている。

- i) 国道より東側の既存農地は積極的に保護し、老成したデーツについても現状の維持を図る。
- ii) 国道より東側の農地の新規開発は許可しないと同時に、離農等による自然減を待つ。
- iii) 国道とソハール市街地にある空地は非農用地として開発する。
- iv) 一方、国道の西、山側の空地は農漁業省の管轄下において、今後の農業開発ゾーンとする。

### 3-8-4 ソハール都市用水供給計画

先に述べたソハール都市開発計画地区に対する上水計画が、1978年より電力水省の管轄下で進められ、現在市街地のパイプラインと2本の井戸(深さ70m)の工事が完了している。パイプラインの総延長は4.5km(φ500~φ300mm)で、送水の開始は1982年の早期と計画されている。

この都市用水事業の年間水需要量は、将来人口増加率を4.0%と想定し、以下のように出している。

項 目	1978	1985	1995
人 口 (人)	11,500	14,500	20,500
水需要量 (MCM/年)	0.42	1.07	2.03

出典： Power and Water Supply, Phase 2 Water Supply to Sohar, 1978

### 3-8-5 ソハール・ガス供給計画

ソハールを含めたバチナ地方の工業化の推進を目的としたムラヤラ (Murayrat) -ソハールガス供給事業計画は、石油鉱業省の管轄下で進められている。この事業はムラヤラからソハールまでガスパイプラインを延長し(延長205km、口径16インチ)、国有の経済的な自然ガスを供給する計画である。ワジ・ジジ近傍のガスパイプラインは国道から3~6kmの距離で埋設され、1981年9月すでに工事が完了している。

ガスパイプライン末端はブライミイ (Buraimi) へのハイウエー分岐点から約 1 km 離れたソハール付近に位置し、将来ソハール周辺各地へのオフテイク地点となる。オフテイクの 1 つは銅精錬所発電機へのガス供給に使用される。ムラヤラ (Murayrat) - ソハールガスパイプラインには多数のオフテイクが設けられ、海岸沿いの各部落への発電用ガスを供給する。

### 3-9 ワジ・ジジ流域の年間水需要量

ワジ・ジジ流域の地下水に依存している水利用部門は、Ⅰ) 既存農地へのかんがい、Ⅱ) ソハール都市用水事業およびⅢ) ソハール銅鉱業開発計画である。これらの部門への年間水需要量は、以下に述べるように 22.4 MCM と算定される。

#### 既存農地へのかんがい

既存農地へのかんがい需要量は、資料編 G-1 で詳細に述べたが、その概要は以下のとおりである。

<u>現況かんがい水需要量</u>		
<u>地 目</u>	<u>作付面積</u>	<u>かんがい水量</u>
	( ha )	( MCM )
デ - ツ	1,820	11.24
樹 園 地	520	2.98
畑 地	264	6.92
計	<u>2,604</u>	<u>21.14 (A)</u>

注； 詳細は資料編 G-1、表 G-8 参照

#### ソハール都市用水事業

ワジ・カダク (Wadi-Khadaq) からマジス (Majis) 地区の住民に対する 1987 年時点の都市用水の需要量は、下記に示すように 0.95 MCM/年と推定される。

計画地区対象人口 ; 20,800 人  
 日消費水量 ; 1.00 ℓ/人-日  
 水需要量 ; 0.95 MCM(B) <sup>1/</sup>

<sup>1/</sup> ロス 25% を含む。

上記算出において、以下の事項を想定した。即ち、Ⅰ) 1978/1979農業センサスによると計画地区対象人口は16,000人であるが、人口増加率を年率3.0%として1987年時点の人口を20,800人と推定した。Ⅱ) 1987年までに都市用水事業独自の水源施設の建設をすべきである。

#### ソハール銅鋳業開発計画

前述のとおり、ソハール銅鋳業用にワジ・ジジ流域内2ヶ所に給水能力70 m<sup>3</sup>/hr のポンプがすでに設置されている。この銅鋳業開発計画の年間需要量は以下に示すとおり0.31 MCM/年と算定される。

精 錬 所	;	0.22 MCM	(50 m <sup>3</sup> /hr × 12 hr × 365 日)
タウンサイト	;	0.09	(20 m <sup>3</sup> /hr × 12 hr × 365 日)
計		<u>0.31</u>	(C)

従って、ワジ・ジジ流域からの年間水需要量は22.4 MCM [(A)+(B)+(C)] と算出される。

## 第4章 事業計画



## 第 4 章 事 業 計 画

### 4-1 事業の目的とコンポーネント

#### 4-1-1 事業の目的

前章で述べたオマーン国の農業の現状を調査、検討した結果、以下の事が明らかとなった。

オマーン国人口の大多数の主要収入源は農業であるが、この部門の国内粗生産額（GDP）に占める割合は非常に小さい。農業生産水準は停滞しており、その原因として過去において水資源開発への投下資本不足さらに農業普及指導制度の不十分さが挙げられる。さらに、オマーン国の耕作面積を見ると、この数ヶ年ほとんど変化が見られない。この理由の大きな要因は水資源の不足によるものである。このような現況農業に対応して、バチナ地方では無規制に地下水を水源としてポンプによる揚水が個々の農家により行われ、その結果部分的に土壌および地下水の塩分増加を引き起し、既存農地の肥沃度を低下させている。

従って、適切な水資源開発計画の立案とその実施による水資源の開発及び利用は最も重要な課題である。このような背景から、農地の新規造成計画を含むワジ・ジジ農業開発計画は、オマーン国における最初の水資源開発計画となる。

プロジェクトにおける水資源と農業開発の収益を達成するため農業普及指導制度の確立も重要である。

ワジ・ジジ農業開発計画の目的は、i)ワジ・ジジ抑留ダムの建設による水資源開発により、かんがい用水を確保し、農業生産を高めること。ii)さらに間接的であるが、安定的な農業生産を得るために、現況耕地の改善と農村地域の生活環境を整備すること、およびiii)計画地域周辺の上工水への供給源であるワジ・ジジ地下水賦存量を安定させることである。

上記の目的を達成するために以下の事項が本事業で計画された。

- i) ワジ・ジジ抑留ダム及び拡散施設等の関連施設の建設
- ii) パイプラインによるかんがい組織を備えた新規農場の建設
- iii) 現況農業普及指導制度の強化のための組織の確立

#### 4-1-2 事業のコンポーネント

本事業のコンポーネントは以下に述べる水資源開発と農業開発である。

- i) 水資源開発 ; 抑留および拡散施設（ダイク）の建設により、ワジ・ジジ流域の水資源開発を行う。

- ii) 農業開発 ; 水源施設、かんがい施設、道路、および農業普及指導組織の完備した農業開発を行う。

## 4-2 水資源開発計画

### 4-2-1 水資源開発方式の比較検討

#### a) 比較検討の目的と比較案

本事業計画における最適水資源開発方式を検討するため、事業計画の立案に先立ち、以下に述べる2案の水資源開発方式について事業費ならびに事業評価を含めた比較検討を行った。

#### i) 洪水貯水方式(ケース-1)

洪水貯水方式による水資源の開発計画は複合案であり、二期に分け段階開発によって行う。即ち、第一段階として、冬期に発生する洪水の一部を新設される抑留および涵養ダムに直結された送水施設(パイプ)により、下流の新規造成農場の周囲に設けられた貯水池に送水し、農場のかんがいに必要な1年分の用水を貯留する。第一段階の時期においてもダムは抑留および涵養の機能を有し、ワジ・ジジ礫平原への地下水の涵養を促進させる。

この洪水貯水方式のもとで新規農場のかんがいをを行い、これと並行してさらに詳細な地下水調査および解析をなし、地下水の取水が確実であると判明した段階で第二段階である地下水涵養段階(後述)に移行する。

#### ii) 地下水涵養方式(ケース-2)

地下水涵養方式は、段階開発を行わず、最初からかんがいの水資源を地下水の開発に依存する方式である。この方式の場合も、洪水貯留方式と同様、抑留および涵養機能をもつダムが建設され、冬期の洪水はダムより下流のワジ・ジジ礫平原の浸透能に見合うようダムに設置された放流管により調整放流される。この調整放流量により地下水の涵養を行う。涵養された地下水の取水はポンプあるいは地下暗渠(Falaj)により行う計画である。

## b) 計画の立案

### 1) 水資源

#### i) 洪水貯水方式

この方式は、地下水涵養と地表水利用の複合方式である。地下水涵養方式の場合と同じ規模(5.4MCM)の抑留ダムを築造し、その水の一部は地下水涵養のため下流に放流するが、新規造成農場で必要な水は抑留ダムより直接貯水池に送水施設(パイプライン)によって導水される。

1974年から1981年までの貯水池への推定流入量は表3-3に示されている。地下水涵養のための下流への放流管は、ワジの浸透能力より $\phi=1,400\text{mm}$ と決定された。下流に放流しながらパイプラインで取水する場合、パイプラインの送水能力に応じた取水可能量のケーススタディを行った。解析結果を図4-1、4-2に示す。パイプラインの送水能力を1, 2, 3, 4  $\text{m}^3/\text{sec}$ とした場合の月別取水可能量は資料編F-1、表F-1~表F-4に示す通りである。年間取水可能量とかんがい可能面積を表4-1に示す。圃場および施設の有効利用という観点から平均かんがい可能面積を50%以上とすると、パイプライン送水能力として3  $\text{m}^3/\text{sec}$ 必要となる。

洪水貯水方式の場合、平均かんがい可能面積(8ヶ年平均)は新規農場の耕地面積85haの54%に相当する46haであり、年間消費水量は0.73MCMとなる。

#### ii) 地下水涵養方式

ワジ・ジジ流域において、開発可能な水資源は、現在海へ無効放流されている洪水のみである。この洪水は短時間の豪雨により偶発的に発生する。海へ無効放流される洪水量は、1974年から81年の8ヶ年間の平均で年間2.5~3.6MCMと見積られる。

この無効放流される洪水流出を有効利用する唯一の方法は抑留ダムにより一時貯留することである。このダムは洪水を一時貯留又は抑留する機能と拡散させる機能を有する。抑留ダムで一時貯水された洪水は、水路又はパイプラインにより下流へ導水し利用されると同時に、滲透して地下水となり地下滞水層へ供給される。拡散された洪水は、抑留ダムで一時貯水された洪水と同様、地下へ滲透し地下水を涵養する。後者の方法が地下水涵養方式である。

この地下水涵養方式は、本開発計画に相当と考えられる。なぜならば、海岸地域に



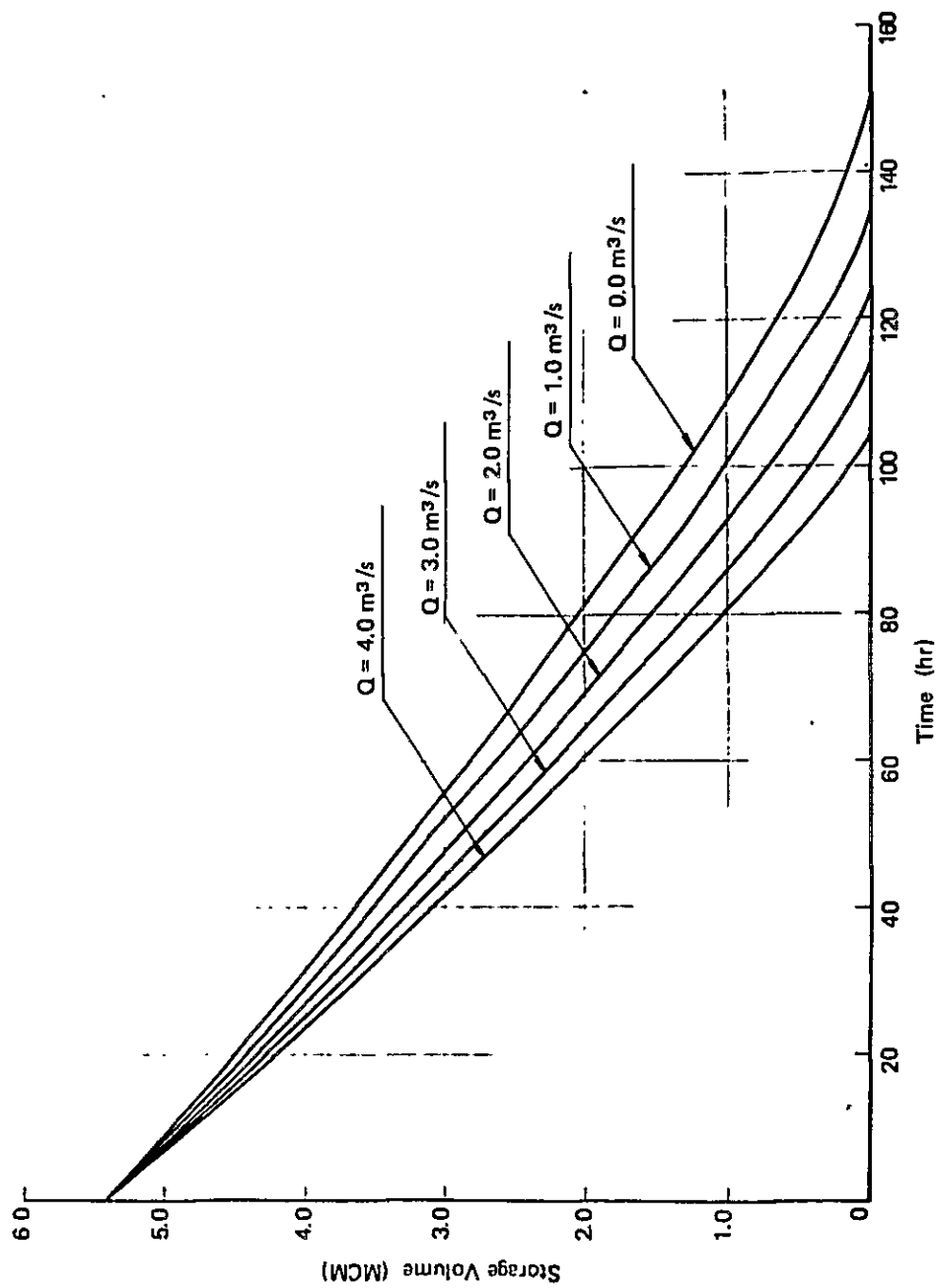


図4-1 抑留ダム放流計算結果 (容量)

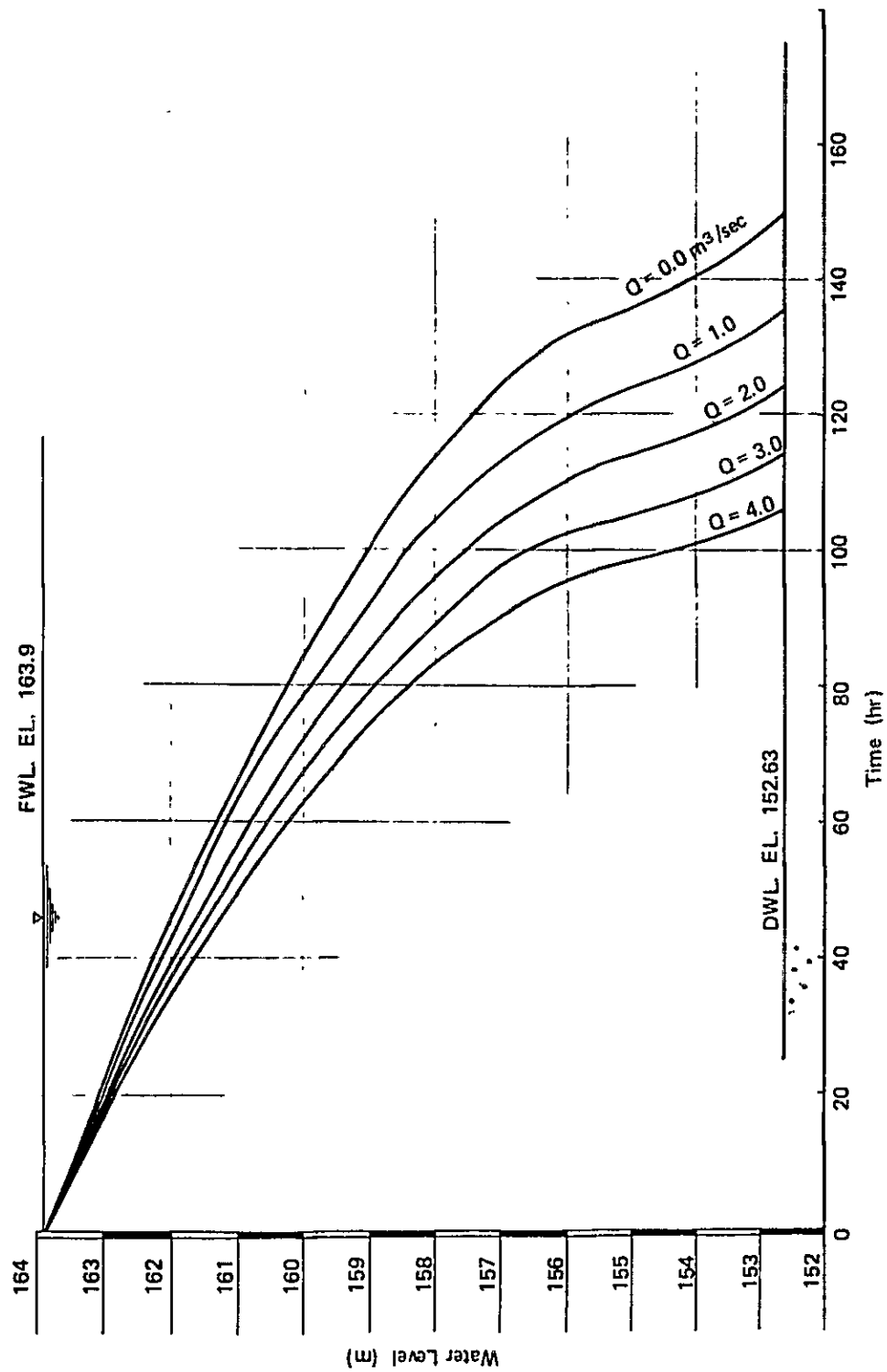


図4-2 抑留ダム放流計算結果(水位)

表 4 - 1 年間洪水取水水量とかんがい可能面積

Year	Intake Discharge Q = 1.0 cu.m/sec		Intake Discharge Q = 2.0 cu.m/sec		Intake Discharge Q = 3.0 cu.m/sec		Intake Discharge Q = 4.0 cu.m/sec	
	Intake Volume V(MCM)	Irrigable Area, A(%)	Intake Volume V(MCM)	Irrigable Area, A(%)	Intake Volume V(MCM)	Irrigable Area, A(%)	Intake Volume V(MCM)	Irrigable Area, A(%)
1974	0.21	15.7	0.37	27.6	0.52	38.8	0.62	46.3
1975	0.47	35.1	0.84	62.7	1.16	86.6	1.40	100.0
1976	2.38	100.0	4.39	100.0	6.05	100.0	7.32	100.0
1977	0.73	56.0	1.34	100.0	1.83	100.0	2.19	100.0
1978	0.30	22.4	0.53	39.5	0.76	56.7	0.87	64.9
1979	0.07	5.2	0.11	8.2	0.16	11.9	0.17	12.7
1980	0.13	9.7	0.22	16.4	0.30	22.4	0.34	25.4
1981	0.10	7.5	0.17	12.7	0.23	17.2	0.26	19.4
<u>Average</u>	<u>0.55</u>	<u>51.5</u>	<u>1.00</u>	<u>45.9</u>	<u>1.38</u>	<u>54.2</u>	<u>1.64</u>	<u>58.6</u>

Note:  $\frac{1}{/}$ ; Annual percentage of irrigable area = Intake volume/Annual total demand  
Annual total demand : Irrigation requirement for 85 ha: 1.54 MCM

貯留された地下水は、たとえ洪水が起きなくても数シーズン需要量に耐える容量を有している。加うるに、涵養地域と開発地域の位置は、滞水層が大きな貯留能力を有し、非圧地下水であるので開発地域の地下水位に影響しない。

云うまでもなく開発地域での地下水位は、滞水層への海水浸入を防止するため平均潮位以上に保つ必要がある。洪水は礫平原において地下水へ涵養される。地下水を平均潮位以上に保つため、抑留ダムに一時貯留された洪水は、礫平原の透過能力  $1.5 \text{ m}^3/\text{sec}$  にあわせて放流する必要がある。抑留ダム下流  $3.3 \text{ km}$  地点に地下水への涵養を増加するため拡散施設が建設される。拡散施設で分散された洪水は、現ワジ河床よりやや高い過去の洪水によって埋没された旧ワジ河道へ流下される。拡散施設による地下水への涵養は  $7 \text{ m}^3/\text{sec}$  と見積られた。

水収支計算によると、地下水涵養方式でのかんがい面積は  $85 \text{ ha}$  となる。

2) 洪水貯水方式および地下水涵養方式における必要施設は以下のとおりである。

施 設	洪水貯水方式	地下水涵養方式
抑留構造物	○	○
取水施設		
送水施設 (パイプライン)	○	×
貯水池	○	×
井 戸	×	○
揚水ポンプ	×	○
かんがい及び農場施設	○	○
農場関連施設	○	○

○ : 必要な構造物

× : 不要な構造物

以下にこれらの施設について記述する。

(a) 洪水貯水方式

(1) 抑留構造物

洪水貯水方式における抑留構造物として、 $5.4 \text{ MCM}$  の一時貯水能力を有する抑留

ダムがワジ・ジジ流域の水資源有効利用のため計画された。

ダムサイトは5ヶ所の候補地点に対する比較検討に基づき、ワジ・ジジ河口から上流約23 km地点が選ばれた。

抑留構造物の役割は洪水のピークカット、洪水の一時抑留及びこの貯留水の地下水への涵養である。この様な方法で、現在無効利用のまま海へ流下する洪水は地下水へ滲透供給され下流地区へ利用される。

ダムによる一時抑留水はダムサイト左岸に位置する取水塔と放水管を通じて取水され、パイプラインにより貯水池へ導水される。

抑留構造物の主要施設であるダム、洪水吐、放流設備の構造詳細を図面D-1001からD-1008に、又この構造物の主要諸元を要約して次に示した。

流域面積	812.0 km <sup>2</sup>
抑留容量	5.4 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
単位滞砂量	100 m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /年
満水面標高	EL. 163.90 m
満水面積	1.25 × 10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>
ダム天端標高	EL. 168.0 m
堤頂長	1,005 m
堤高(トレンチベースから)	17.0 m
設計洪水量	1,890 m <sup>3</sup> /sec
洪水吐堰長	169.2 m
洪水吐越流水深	3.30 m
最大放流能力	12.15 m <sup>3</sup> /sec
取水塔最大取水量	9.45 m <sup>3</sup> /sec

## (2) 取水施設

洪水貯水方式における取水施設は送水施設(パイプライン)と貯水池である。

### 送水施設(パイプライン)

抑留ダムから取水した洪水を送水するため延長21.1 kmの送水施設を設ける。管の計画流量は3.0 m<sup>3</sup>/secとし、管種としては鉄筋コンクリートパイプ(RCパイプ)を用い、3ヶ所の減勢工を設置する。

## 貯水池

抑留ダムから取水されたかんがい用水は新規農場の周囲に設置された貯水池に貯えられる。

貯水池は底幅 20 m、1 : 1.5 の斜面を有する台形で最大水深 8 m における貯水容量は約 1.1 MCM である。貯水池容量は、3 月から 11 月の 9 ヶ月間のかんがい必要量に相当する。

貯水池の周辺は薄いコンクリートライニングにより舗装され、水面は貯水池からの蒸発防止のためカバーされる。貯水池の構造詳細は、資料編 F-2、図 F-1 に示す。

### (3) かんがい及び農場施設

かんがい及び農場施設は末端かんがい施設、地区内かんがい管水路、送水ポンプ、ファームポンドおよび農場施設からなっている。以下にこれら諸施設の主要諸元を示す。

#### 末端かんがい施設

ドリップかんがい；（野菜および果樹のかんがい用）

分岐管容量 ;  $q = 6.58 \text{ l/sec} \sim 8.16 \text{ l/sec}$

$h = 24.84 \text{ m} \sim 39.85 \text{ m}$

$L = 235 \text{ m}$ （硬質塩化ビニールパイプ）

ドリップホース ;  $L = 45 \text{ m}$ （ポリエチレンパイプ）

スプリンクラーかんがい；（牧草のかんがい用）

#### 地区内かんがい管水路

計画かんがい組織 ; 管網組織（ $L = 3,470 \text{ m}$ ）

パイプ ;  $\phi 75 \sim \phi 300$ （硬質塩化ビニールパイプ）

#### 送水ポンプ

ポンプヶ所数 ; 2ヶ所

ピーク揚水量 ;  $Q_1 = 190.6 \text{ l/sec}$ 、 $Q_2 = 95.3 \text{ l/sec}$

全揚程 ;  $H_1 = 50.5 \text{ m}$ 、 $H_2 = 49.0 \text{ m}$

モーター出力 ;  $P = 45 \text{ kW} \times 6 \text{ 台}$

ポンプタイプ ; 横軸渦巻ポンプ<sup>1/</sup>

---

<sup>1/</sup> セントリフュガルポンプの一種で案内羽根のないものをポリュートポンプと呼ぶ。

### ファームポンド

ファームポンドヶ所数； 2ヶ所

ファームポンド容量；  $V_1 = 3,100 \text{ m}^3$ 、 $V_2 = 1,600 \text{ m}^3$

### 農場施設

#### 道 路

幹線道路；  $L = 7,000 \text{ m}$  ( $B = 5.0 \text{ m}$ )

農 道；  $L = 8,500 \text{ m}$  ( $B = 4.0 \text{ m}$ )

防風林； ユーカリ、タマリスク

洪水防御施設；  $L = 4,800 \text{ m}$

#### (4) 農場関連施設

農場の建設に伴って、以下の農場関連施設が設置される。

### 建 物

入居者住居； 20戸 ( $150 \text{ m}^2/\text{戸} \times 20\text{戸}$ )

集出荷場；  $200 \text{ m}^2$

ポンプ建屋； 2ヶ所

上水および電力施設； 1式

以上述べたかんがい施設、農場関連施設の詳細を図面 F-1010～F-1013 に示す。

#### (b) 地下水涵養方式

##### (1) 抑留構造物

地下水涵養方式に対する抑留構造物として、5.4 MCMの一時貯水能力を有する抑留ダム及び拡散施設がワジ・ジジ流域の水資源有効開発のため計画された。

抑留ダムの役割、位置、主要施設の諸元は前述の洪水貯水方式と同様であり、その構造詳細を図面 D-1001 から D-1008 に示した。

洪水貯水方式の取水塔と放流管による取水設備は、地下水涵養方式の非常時における貯水池水位を低下させる非常用放流施設に転用される。

拡散施設は抑留ダム下流約 3.3 km地点のワジ敷内に、洪水吐を流下する余剰洪水流量を有効利用するため計画される。拡散施設の位置、構造詳細は図面 D-1009 に示

した。

## (2) 取水施設

地下水涵養方式における取水施設は井戸、揚水ポンプ、送水パイプからなっている。  
以下にこれらの施設の主要諸元を示す。

### 生産井戸

井戸数	:	3本( SE-1, SE-2, SE-3 )
井戸位置	:	計画地区上流端付近で、井戸間隔は600m以上
井戸深度	:	50～60m
井戸口径	:	250mm
掘削口径	:	275mm以上
ケーシング材質	:	鋼管JIS又はAPI仕様による。
スクリーン	:	ジョンソン型
スクリーン開口	:	2～3m、スロットNo.100～120
スクリーン長	:	10m

### ポンプ

前述の生産井戸に3台の揚水ポンプを設置する。

<u>井戸名</u>	<u>揚水量</u>	<u>揚程</u>
SE-1 (No.1)	$Q = 132.5 \text{ m}^3/\text{hr}$	$H = 30.0 \text{ m}$
SE-2 (No.2)	$Q = 46.5 \text{ m}^3/\text{hr}$	$H = 23.0 \text{ m}$
SE-3 (No.3)	$Q = 90.0 \text{ m}^3/\text{hr}$	$H = 22.0 \text{ m}$

ポンプは電動型、パーティカルタービンとする。

## (3) かんがい及び農場施設

かんがい施設、農場施設および農場関連施設は先に述べた洪水貯水方式における諸元と同じである。

## c) 事業費の積算及び事業実施計画

両案の事業費の積算は物価上昇費を含み、外貨、内貨に分けて算出した。次表に積算結果を示す。



(単位：'000 R.O.)

項目	洪水貯水方式 <sup>1/</sup>	地下水涵養方式 <sup>2/</sup>
外貨	24,819	8,468
内貨	2,891	1,522
計	<u>27,710</u>	<u>9,990</u>

<sup>1/</sup> : 詳細は資料編 F-2、表 F-6 に示す。

<sup>2/</sup> : 詳細は資料編 J-1、表 J-1 に示す。

両案の事業実施工程表(図4-3参照)から、洪水貯水方式は送水施設、貯水池の工事量の増加に基づき、工期は1984年から1986年までの3ケ年となる。一方、地下水涵養方式の工期は、1984年から1985年までの2ケ年とした。

#### d) 事業評価

事業完了後、4種類の便益が見込まれる。即ち、増加生産物、洪水被害防止効果、塩害防止効果及び都市用水供給効果である。上述の代替案による便益は、これら4種類の便益によって計測されるが、新規開発の農地面積は代替案-1(洪水貯水方式)が46ha、代替案-2(地下水涵養方式)が85haである。

経済的内部収益率は次のように計測される。その結果代替案-2が代替案-1よりも経済的に妥当である。

	代替案-1	代替案-2
経済的内部収益率	2.9%	11.5%

#### e) 最適水資源開発方式の検討

以上に述べた水資源開発方式の比較検討結果は表4-2に要約される。洪水貯水方式および地下水涵養方式の技術的、経済的な比較検討結果から、後者の地下水涵養方式の案が本事業計画における適切な水資源開発方式である事が明らかとなった。従って、本事業計画の水資源開発計画は地下水涵養方式を採用する。

#### 4-2-2 開発計画

水資源開発の基本構想は、前節に述べた通りD-2サイトに抑留ダムを設け、洪水を一時貯留して、これより下流の沖積滞水層への地下水の涵養強化を図り、新規に地下水開発を可

図4-3 事業実施工程表

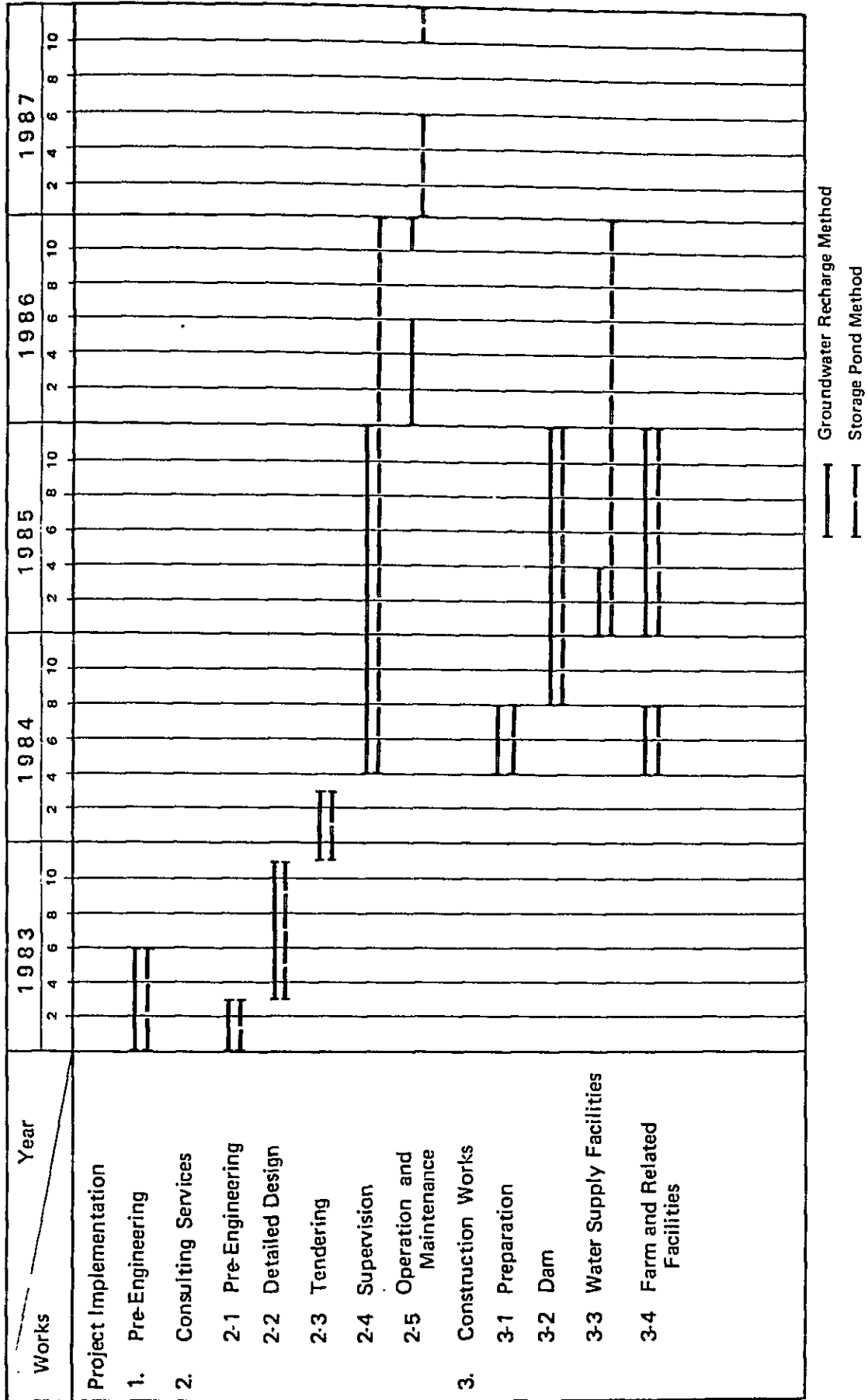
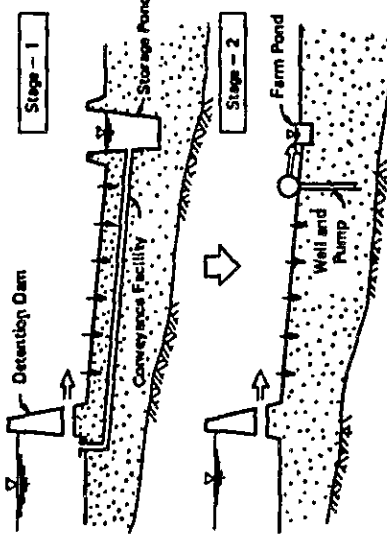
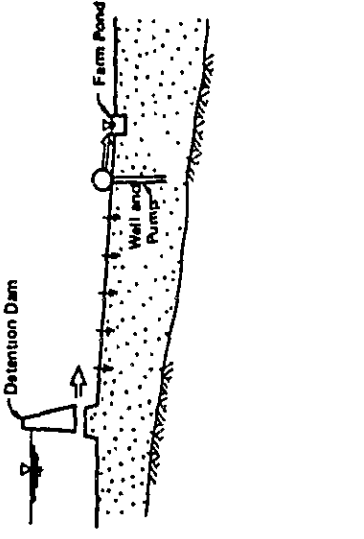


表 4 - 2 水質源開発方法の比較検討結果

Description	Storage Pond Method	Groundwater Recharge Method
<p>1. Diagram of the plan</p>		
<p>2. Proposed Structures</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dam;</li> <li>- Water Supply Facility</li> </ul> <p>Stage - 1;</p> <p>Stage - 2;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Farm and Related Facility</li> </ul>	<p>Function: Detention dam (Rock fill dam)</p> <p>Capacity: 5.40 MCM</p> <p>Conveyance facility: L = 21.1 km (RC pipe) Q = 3.0 cu.m/sec V = 1.1 MCM</p> <p>Storage pond: 3 wells and pumps</p> <p>New extension farm: 100 ha (net area 85 ha)</p>	<p>Function: Detention dam (Rock fill dam)</p> <p>Capacity: 5.4 MCM</p> <p>Wells and pumps: 3 wells and pumps</p> <p>Farm pond: 4,700 cu.m (2 places)</p> <p>New extension farm: 100 ha (net area 85 ha)</p>
<p>3. Project Evaluation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Technical Aspects</li> <li>- Cost and Economic Aspects</li> </ul> <p>Project Cost</p> <p>Internal Rate of Return</p>	<p>Average irrigable area: 46 ha (10 ha ~ 85 ha)</p> <p>No accuracy to obtain the water could be observed in dry year.</p> <p>27.7 million R.O. (277) 2.8%</p>	<p>Irrigable area: 85 ha</p> <p>Safety groundwater could be obtained</p> <p>10.0 million R.O. (100) 11.5%</p>

能にするものである。

#### a) 地表水

##### 1) 貯水池設計洪水流入量

本地区では洪水の連続した観測記録がなく洪水頻度は、1974年から1981年までの日降雨記録にもとづき、重回帰モデルによって推定された(3-3-1 地表水参照)。設計流入洪水量は $1/5$  確率を用いるものとし、5.4 MCMとする。

##### 2) 貯水池の容量

貯水池の容量は設計流入洪水量を十分に制御する容量に決定しなければならない。一般には、貯水池への流入と放流量の水収支計算を行って決定されるが、本地区では完全なハイドログラフがないため、設計流入洪水量をもって貯水池容量とする。従って抑留ダム貯水池容量は5.4 MCMとする。

##### 3) 設計ピーク洪水量

ダム洪水吐の設計洪水量は合理式により $1,890\text{ m}^3/\text{sec}$ とした。計算の詳細は資料編B-2に示す。この値はアラビア半島でよく用いられるCreager式の $C=20$ とおいた値 $1,283\text{ m}^3/\text{sec}$ より大きく安全と考えられる。

##### 4) 年間貯水池流入量

洪水流出量と降雨の関係は、3-3-1 地表水の項ですでに述べたとおりである。この関係式を用いて1974年から1981年までの流出量を求めた。ダム流入量は表3-3に示す。

##### 5) 放流量

ダムの底樋からの放流量は、下流部において十分浸透が行われる様な流量に設定されなければならない。水文地質的考察より(資料編C参照)下流放流量は最大で $15\text{ m}^3/\text{sec}$ が適当と考えられ、 $\phi=1,400\text{ mm}$ の樋管をダム底部に設置する。樋管は機械的な制御なしに自然に流下させる方式とする。

浸透および蒸発の影響は考えずに放流時間の算定を行った。洪水吐堰頂の満水位から始めて、それ以上の洪水流入がないとした場合の貯水池放流による水位降下を図4-1～図4-2に示す。満水より7日で放流が完了する。

## b) 地下水

前述の通り、提案された開発計画は現状における礫平原への地下水涵養である。抑留ダムに貯留された水は、礫平原の貯留能力に合わせてワジ河道へ放流され、その能力は  $1.5 \text{ m}^3/\text{sec}$  と見積られた。拡散施設が貯留能力の増加を目的として抑留ダムから下流  $3.3 \text{ km}$  地点に計画された。拡散された洪水は以前の洪水で埋没され、現ワジ河床よりやや高い旧ワジ河道へ放流される。拡散施設による捕捉涵養量は  $7.0 \text{ m}^3/\text{sec}$  と見積られた。開発計画における水資源量の評価は以下の手法に基づき行われた。

### 1) 新規水資源開発可能量

新規地下水資源開発評価は、その地下水が既存の住民にとっても唯一の水資源であることから、現況の量的把握を出発点とする必要がある。現況把握には、井戸水位ハイドログラフ、水収支計算、地下水位図、EC分布図等から総合的に判断することが可能である。過去8年間の井戸AE-104, AE-142, OA-2のハイドログラフから得られた水位の変動は、平均 $\ominus 1.2 \text{ mm}$ でこの水位低下は海岸地域の面積 $3.17 \text{ km}^2$ 当りの地下水量にして年間 $0.19 \text{ MCM}$ の損失に相当する。このことは、平均的降雨量がない場合には地下水は減少傾向にあるものと思われる。

一方、海水侵入の指標とされる地下水位  $0 \text{ m}$  の等高線が渇水期に、ソハール市街地周辺で幅  $1 \text{ km}$ 、長さ約  $5 \text{ km}$  で内陸側へ広がっている。

等EC線図でも、地下水位図の  $0 \text{ m}$  等高線の内陸側への広がりとはほぼ同じ位置で、塩化物の含有  $1.000 \text{ mg} / \ell$  に相当するEC  $3,000 \text{ ミクロ mho/cm}$  の等価線が分布しており、この地域の地下水が海水による汚染を受けていることを示している。

以上の結果をまとめて表4-3に示した。

以上のことから、現在海へ無効流出している洪水流のみが、新規開発可能水資源の対象となる。この無効放流量は水文解析や水収支計算から  $2.5 \text{ MCM}$  から  $3.6 \text{ MCM}$  とされる。しかし、海岸平野での不足分  $0.1 \text{ MCM}$  を補う必要から、実質開発可能量は  $3.5 \text{ MCM}$  である。

一方、工業やソハール市水道計画の水需要が1987年までにそれぞれ  $0.31$ 、 $0.95 \text{ MCM}$  と見込まれていることから、これらを差引くと本計画に利用可能な水資源量は  $2.24 \text{ MCM}$  となる。

表 4 - 3 ワジ・シジ礫平原における水収支計算結果

<u>Method</u>	<u>Applied Parameter</u>	<u>Assessed Parameter</u>	<u>Results, Assessed</u>
Well-Hydrograph	Water table	Storage	- 0.6 mm in basin - 0.19 MCM for 3.7 km <sup>2</sup> in storage
Water Level Map	Water table	Area of sea water intrusion	Area enclosed by Zero mamsl water table line is extending near Sohar with 1 km width and 5 km length.
Iso - EC Map	EC	Contamination of groundwater	Area enclosed by more than 3,000 umho/cm/25°C (equivalent more than 1,000 mg/l chloride content) is extending same area of Zero mamsl water table line.

## 2) 地下水涵養可能量

開発計画に対する最適涵養量を評価するため抑留ダム下流ワジにおける涵養能力が検討された。礫平原における涵養能力を見積るため1982年2月14日の洪水流出のさい、ワジ・サラン(ワジ・ジジ下流での別名称)河口で無効流出がなくなる時点の流量観測をカレントメーターによりムライナ地点で行った。観測流量及び計算した涵養能力は次のとおりである。

ムライナ(654 km<sup>2</sup>)の実測流量

$$11.01 \text{ m}^3/\text{sec}$$

ダムサイト(812 km<sup>2</sup>)での換算流量

$$\frac{11.01 \text{ m}^3/\text{sec}}{654 \text{ km}^2} \times 812 \text{ km}^2 = 13.6 \text{ m}^3/\text{sec}$$

山地出口での換算流量

$$\frac{11.01 \text{ m}^3/\text{sec}}{654 \text{ km}^2} \times 893 \text{ km}^2 = 15.0 \text{ m}^3/\text{sec}$$

すなわち、上記数値はそれぞれの位置での涵養能力と考える事ができる。実際の抑留ダムからの設計放流量は安全を考慮して12.15 m<sup>3</sup>/secとした。山地出口から下流での涵養量は日当り1.3 MCMが得られる。さらに後述するように拡散施設による涵養量増加分7 m<sup>3</sup>/sec、1日当り0.6 MCMがあり、合計1.9 MCM/日の涵養が可能である。

## 3) 涵養方法

1982年2月14日に発生した洪水は、ソハールでの降雨量103 mmで単独降雨量の確率頻度は20年程度と推定できる。この時の海への無効流出量はワジ・サランの観測資料から3.83 MCMと推定される。洪水の規模からみると4.16 MCMの無効流出を発生させた1976年3月の洪水に匹敵している。資料編Cで述べたように1976年3月の洪水は抑留ダム及び拡散施設により制御が可能である。

礫平原内で樹枝状に拡がったワジ流路の総延長は約200 kmと見積られる。このことから、ダム下流域の単位流路長当りの涵養量は次の通りとなる。

$$\frac{13.6 \text{ m}^3/\text{sec}}{200 \text{ km}} = 0.07 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}$$

$$\doteq 0.1 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}$$

現在洪水が流下しているワジ河床流路は、未固結の砂礫が厚さ5～40m以上にあたって堆積している。これに対して拡散施設により洪水を分散流下させるワジ流路は後氷期の海進時に段丘堆積面上に形成された流路であり、常時洪水が流下しないので透水性は現在洪水が流下するワジ流路に比してやや劣ると考えてよい。

両者の透水性は、浸透能試験結果から現ワジ河床で平均浸透能3mm/min、旧河床浸透能2mm/minと推定した。

このことから拡散施設流路での涵養量を次のとおりとした。

$$\begin{aligned} & \text{増加流路延長} \times \text{現ワジ単位流路当り涵養量} \times \frac{2}{3} \\ & 100 \text{ km} \times 0.1 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km} \times \frac{2}{3} = 6.7 \text{ m}^3/\text{sec} \\ & \cong 7 \text{ m}^3/\text{sec} \end{aligned}$$

拡散ダムによる増加流路の分布は図4-4に示した。

#### 4-2-3 水源配分計画

現況における水収支検討結果、計画による水源開発計画およびかんがい、上・工水に対する計画水需要量から、本事業計画の水源量の配分は以下のように要約される。

##### 計画水収支バランス

水源開発量	:	(+) 3.60 MCM
現況収支計画	:	(-) 0.10
上・工水水需要量 <sup>1/</sup>	:	(-) 1.26 (1987年時点)
新規農場水需要量	:	(-) 1.34
収支バランス	:	(+) 0.90

注) <sup>1/</sup> ソハール上水道 0.95 MCM  
ソハール銅プロジェクト 0.31 MCM

#### 4-3 地下水取水計画

##### 4-3-1 取水施設の位置

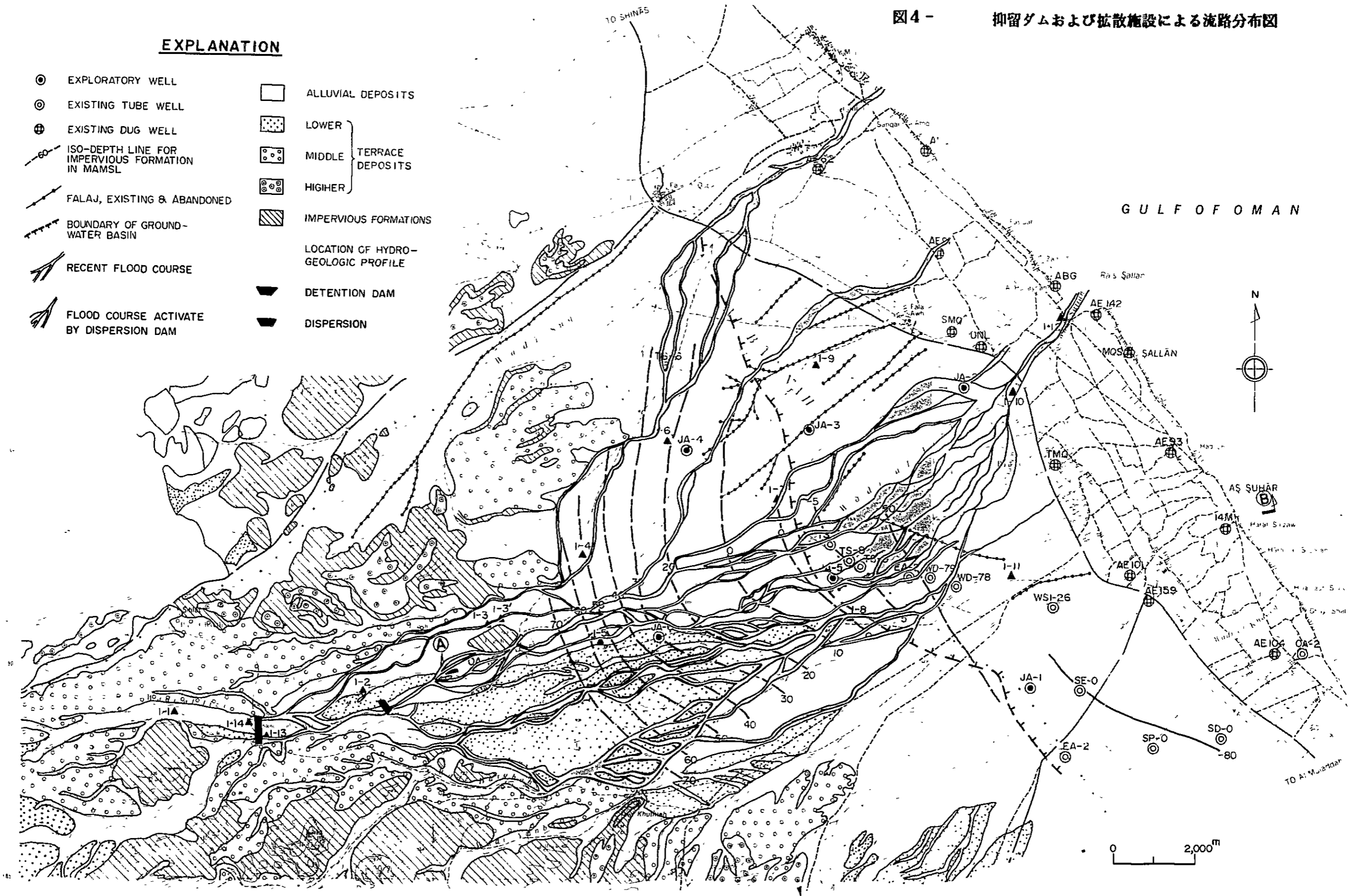
経済的観点からみた場合、取水施設の位置は、計画地に近いほど有利である。しかし、涵養計画との関連、地下水への海水浸入に対する許容地下水面の保持についての検討が必要で



図4 - 抑留ダムおよび拡散施設による流路分布図

EXPLANATION

- ⊙ EXPLORATORY WELL
- ⊕ EXISTING TUBE WELL
- ⊕ EXISTING DUG WELL
- ISO-DEPTH LINE FOR IMPERVIOUS FORMATION IN MAMSL
- FALAJ, EXISTING & ABANDONED
- BOUNDARY OF GROUND-WATER BASIN
- RECENT FLOOD COURSE
- FLOOD COURSE ACTIVATE BY DISPERSION DAM
- ALLUVIAL DEPOSITS
- ▨ LOWER
- ▨ MIDDLE
- ▨ HIGHER
- ▨ TERRACE DEPOSITS
- ▨ IMPERVIOUS FORMATIONS
- LOCATION OF HYDRO-GEOLOGIC PROFILE
- ▴ DETENTION DAM
- ▴ DISPERSION





ある。涵養計画によれば、拡散施設により分散流路を流下する洪水流は開発地区上流部で地下に浸透して地下水に涵養される。拡散施設の機能によると、抑留ダムからの放流が  $15 \text{ m}^3/\text{sec}$  を越える場合、その約  $50\%$  が分流され分散流路を流下する。この量は、 $1974$  年から  $1981$  年間の洪水において年平均  $1.25 \text{ MCM}$  となり、新規開発地区の年間水需要量 ( $1.34 \text{ MCM}$ ) の  $93\%$  に相当する。

前章までに述べたように残りの  $7\%$  の不足量は、ワジ・ジジ本流流路で水文地質上の問題なく涵養されねばならない。従って、礫平原の東端に位置する生産井は涵養計画と一致している。

地下水位における許容低下範囲の関係から、生産井戸の揚水量は地下水盆保全の安全容量を考慮しなければならない。ソハール・エキスパンションファームにおける生産井戸の安全揚水量に対し、IRIの報告書は次の一般的指針を示している。

i) その地域の地下水流動量の  $50\%$  を超えない。

ii) 滞水層の水位を海水準より  $1 \text{ m}$  以上に保つ。

生産井戸における計画揚水量は礫平原における許容地下水位低下を考慮して、井戸 SE-1 で  $4,750 \text{ m}^3/\text{day}$ 、SE-2 で  $2,500 \text{ m}^3/\text{day}$ 、SE-3 で  $5,000 \text{ m}^3/\text{day}$  とした。各井戸での揚水量はピーク時において、SE-1, SE-2, SE-3 で、それぞれ  $2,523, 858, 1,665 \text{ m}^3/\text{day}$  であり IRI の定めた安全揚水量の  $33\sim 52\%$  の範囲内にある。各井戸での水位低下量は非平衡式を使って、次の様な仮定に基づき計算された。

透水量係数	$33,000 \text{ m}^3/\text{day}$
貯留係数	$0.05$
揚水量合計	$14,600,000 \text{ m}^3/\text{year}$
各井戸での揚水量の比率	
SE-1	$50\%$
SE-2	$17\%$
SE-3	$33\%$
揚水日数	$300 \text{ 日}$
井戸効率	$75\%$

これによると、各井戸の水位低下量は、相互の井戸干渉量を加えて次の通りとする。

$$SE-1 = 0.3 \text{ m}$$

$$SE-2 = 0.1 \text{ m}$$

$$SE-3 = 0.2 \text{ m}$$

それぞれの井戸での1981年12月末の濁水水位は海水準上SE-1=2.4, SE-2=2.2, SE-3=2.2mであり、従って揚水後の水位は海水準上それぞれ2.1, 2.1, 2.0 mとなる。生産井戸における揚水の結果、ガイベン-ヘルツベルグの式に基づく淡水-塩水境界面は海水準下約80mとなり、それぞれの井戸底よりも約40m以上下位に位置する。

#### 4-3-2 地下水取水方法

次に示す多くの地下水取水の方法があり、決定に当たっては地下水位、地質条件、水質及び経済性が考慮された。

フェラージ

大口径集水井戸

深井戸

##### a) フェラージ

フェラージはオマーンにおける伝統的な集水施設であり、ワジ・ジジ流域内のフェラージの分布を水文地質図(図3-7)に示した。カバイルとアウヒのフェラージは現在でも活用されている。この図から判る通り、不透水性基盤が地表に近い地点にフェラージの源が位置している。フェラージは、地下水の水位と量の安定した不透水性基盤上で地下水を取水しており、フェラージの流量と取水期間は基底流流出と相似性をもっている。

カバイルとアウヒのフェラージの単位当りの集水能力は、これらのフェラージの総延長が12kmであるので、約2.5 l/sec/kmと考えることができる。本計画にフェラージを採用する場合、基盤岩の浅い新規開発農場から4km離れた地点にフェラージ源を設定する必要がある。もし、フェラージにおいて必要取水量が得られたとしても、農地開発予定地での地下水位は、地盤高から20m以上と深いため、揚水施設に深井戸と同じだけの経費が必要となる。フェラージの利点は、揚水施設をもうけずに地下水を取水できることにあるため、本計画に採用するのは不適當である。

##### b) 大口径集水井戸

大口径集水井戸は、現河床の伏流水があり、透水性が大きくかつ地下水位が比較的高い場所で採用され、大量の揚水が可能である。この方式は深井戸にくらべて建設コストが非常に高くなるので本計画への採用は不適當である。

### c) 深井戸

さきに述べたフェラージ、大口径集水井戸の2つの集水施設にくらべて、深井戸は次の点で本計画に適している。

- i) 地下水位の変動に耐えることができる。
- ii) 最適な滞水層を井戸作工前に選択することができる。
- iii) 建設費が他の方法に比して安価である。

### 4-3-3 生産井戸の設計揚水量

本計画での水需要量は、年間 1.34MCMである。井戸の設計に使用する水需要量は、ピーク需要量を採用するのが適当である。85haの開発計画に相当するピーク需要量は、7月で  $70.1 \ell / \text{sec}$  である。

一方、IRIの報告書によるとソハール・エクспанション・ファームに掘削された4本の生産井戸の比湧出量は、平均  $45 \text{ m}^3 / \text{hr} / \text{m}$  である。最大許容水位低下量を  $2 \text{ m}$  とした場合、井戸の揚水可能量は  $90 \text{ m}^3 / \text{hr}$  又は、 $2,150 \text{ m}^3 / \text{day}$  となり、本計画に必要な井戸数は次式により求められる。

$$70.1 \ell / \text{sec} \times 86,400 \text{ sec} \div 2,150 \text{ m}^3 / \text{day} = 2.8 \text{ 本} \approx 3 \text{ 本}$$

ソハール・エクспанション・ファームに掘削された生産井戸を利用する場合は、その位置からみてNo.1, No.2, No.3を利用するのが適当で、それぞれに割当てられる井戸揚水量は、井戸の能力に振り分けることにより水位降下量を一定にすることができる。その量は、さきに述べたようにNo.1 = 50%、No.2 = 17%、No.3 = 33%で、それぞれ  $35.1, 11.9, 23.1 \ell / \text{sec}$  がピーク必要水量である。

この井戸は1977年に掘削され、その後利用されていないため、利用にさいしては揚水試験を行い再度揚水量を確認する必要がある。この既設井戸を利用しない場合の井戸一本当りの設計揚水量は、約  $25 \ell / \text{sec}$  であり、ピーク時の水位降下量はソハール・エクспанション・ファームの生産井No.1の資料から約  $1.4 \text{ m}$  と見積られる。

## 4-4 農場開発計画

### 4-4-1 農場開発可能面積

前節で述べたように、本事業計画により新規に開発される地下水賦存量は  $3.6 \text{ MCM} / \text{年}$  で

あり、このうち新規の水利権であるソハール都市用水事業への供給量0.95MCMおよびソハール銅鉱業開発計画への供給量0.31MCM、計1.26MCM、さらに現況耕地への補水1.0MCMを差引いた残り1.34MCMが新規農業開発の利用可能水源量である。

一方、計画作付体系にもとづく単位面積当りの年間かんがい必要水量は約15,700 m<sup>3</sup>/ha(4-5-3参照)である。従って農場開発可能面積は85haとなる。農場内の公共施設(道路、防風林、集落および建物等)の敷地面積は次表のとおり15haとなり、農場全面積は100haと算定される。

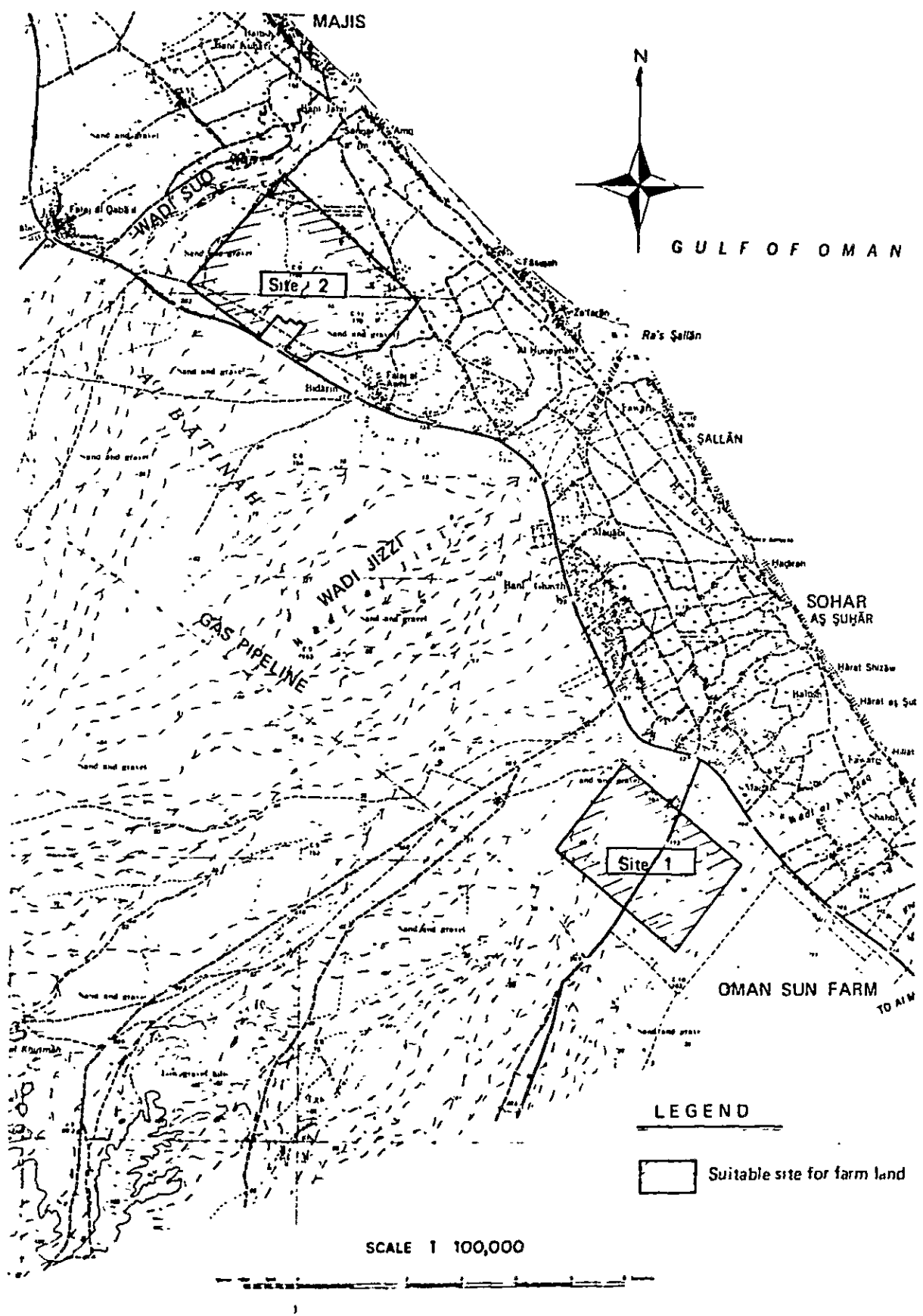
耕地面積		<u>85.0 ha</u>
非耕地面積		
道路、幹線道路	;	3.0
支線道路(農道)	;	4.7
防風林	;	4.6
建物:集落	;	2.2
集出荷センター	;	0.5
小計		<u>15.0</u>
計		<u><u>100.0</u></u>

#### 4-4-2 農場位置の選定

ワジ・ジジ流域内の農場造成適地については、前章(3-7-1参照)で述べたように、オマーン・サン・ファームの近傍(サイト-1)とワジ・スーク(Wadi Squ)の右岸(サイト-2)の二地区が検討された。この二地区のうち、以下の理由からオマーン・サン・ファームに隣接した地区を選定した(図4-5参照)。

- i) サイト-1はサイト-2に比べ地形が平坦で農場の造成が容易である。
- ii) サイト-2では不透水性基盤が地表近くにまで分布するため、滞水層の能力はサイト-1に比べて小さいと考えられる。
- iii) サイト-2はオマーン銅鉱山の銅積出港(現在マジスに建設中)に近く、将来工業化の影響を受ける可能性が考えられる。
- iv) 農場造成予定地区の土壌は有機物に乏しい。作物生産に当っては、有機物の補給は不可欠である。サイト-1はオマーン・サン・ファームに隣接しており、有機物の入手がきわめて容易である。

圖4-5 農場開發適地位置圖



## 4-5 農業開発計画

### 4-5-1 農業組織の比較検討

このプロジェクトにおける農業開発の主要戦略は次の通りである。

- 開発土地の耕作によって農業生産物を増大させること。
- 限定された水資源を最大限の農地面積に利用できるような水利組織をもった近代的農場の建設。
- 消費者の需要に見合うような適期生産・適期出荷ができるよう農家を育成する。
- 新規開発地で適正規模を分配することによって優れた個別経営の数を増加させること。

農業組織に関する比較検討を次の5項目に対して行った。

第一は、営農タイプである。100 haの計画農場を経営する場合、次の3つの営農タイプが考えられる。即ち、家族経営農場、大規模な商業的農場及び国营農場である。

Wilayaソハールには、普及センターの管轄下に国营生産農場が既に設置され、更に王室農場が経営されている。従って、同一Wilayaに更に国营農場を建設するのは好ましくない。

この計画で提案された農場に隣接しているオマーン・サン・ファームは、商業的酪農場としては国内で最も有名で最大の規模を有し、草地400 ha、乳牛150頭を飼育している。酪農場は、その運営又は経営のために大規模な土地と水資源を必要とするのが通常である。この農場は、かつて計画地区内に拡張計画をもっていた。もし、この拡張計画が実施されたならば、酪農場のための水資源は、本レポートで説明されているように十分に確保できないであろう。本プロジェクトは、農地約85 haにかんがい用水を供給できるにすぎないので、牛を飼育するための広い農地をもった大規模な酪農場の水需要をまかなうことは出来ない。

このプロジェクトは、Wilayaソハールの住民の所得向上と福祉向上のため投資されるべきである。結論として家族経営農場の創設が提案される。

第二の検討項目は、農場の配分面積である。農場を成功裡に運営するため適正な農場規模が決定されねばならない。平均規模1.24 haの通常農家の農業所得は、3-6-7農家経済で述べたように1,070 R.O.であり、この農業所得水準が経営規模別農家経済の比較検討に使用された。検討はいくつかの仮定に基づいて行われた。即ち、7人の家族世帯員数、生計費、作付率、ha当り生産性、ha当り生産費が同一数字で各比較案に適用された。入手可能なオマーン人家族労働力、将来の家計費水準、農水産業銀行からの借金の支払能力等を考慮して、適正な配分土地面積を5 haとした。



第三の検討項目は、新規入植者の選考方針である。新規入植者は、政府の政策に沿って募集されるべきである。しかし、ソハールの地域農民が先ず優先的に選考されるべきである。

第四の検討項目は、出荷タイプである。出荷タイプは次の3つが考えられる。即ち、個別出荷、農業マーケティングコーポレーションによって供給されるネットワークを通じての出荷、農業協同組合による出荷である。個別出荷とは、各農家が農場生産物を自分のトラックでマーケットへ運搬している現在の方法である。第2のタイプは、3-6-8において記述した通り、農産物流通庁の管轄下にあるコーポレーションがネットワークを建設すべく計画中であり、将来このプロジェクトの新規入植者がこのネットワークを利用する方法である。第3の農協による出荷タイプは、小規模農家が仲買人の代りに利潤を入手できる共同出荷方法である。3-6-8において述べたように、農協の為の信用規則は、未だ実施されていないが、この報告書では第2のタイプが考慮された。20戸の入植農家の生産物の出荷は、農産物流通庁によって監督される。

第五の検討項目は、農家住宅と倉庫の立地に対する比較検討であり、2つのアイデアが考えられる。即ち、各住宅をそれぞれの農園内に立地させるか、又は一ヶ所に集中させるかである。生活基盤施設とコミュニケーション施設を考慮すれば、集中案がより適している。しかしながら、この案においても、2つの問題をかかえている。即ち、住宅から圃場までの距離を考慮して、新しい農地を公平に各農家へ配分することである。最も遠い圃区は住宅地区から約1.2kmはなれている。公平な分配方法の一つとして、政府による土地販売価格に距離の相異を加味することが考えられる。

他の問題は、分配された土地の所有権の問題である。1農場の分配規模は5haで、そのうち耕地4.25ha、住宅地0.1ha、道水路敷0.65haである。耕地と住宅地は私的利用であるが、道水路敷は公共的利用と考えられる。オマーン国における公共用地の所有権の法律とか慣習は、このスタディーの目的ではないが、道水路敷は共同所有とみなされよう。

#### 4-5-2 農業生産

##### a) 土地利用計画

新設される農園の総面積は100haで、その内農地は85ha、宅地・防風林・ファームポンドおよびその他15haである。

農地85haは果樹園50ha、野菜畑15haおよび飼料畑20haである。

宅地は1戸当り規模0.1haとし、20戸が集団化する。幹線道路は巾5.0m、農園内

道路は幅4.0 mで、各ほ場に接している。防風林は200 m間隔および農園の外周に5.0 m幅で設ける。

水路はファームポンドよりパイプラインによって各ほ場に配置される。

1戸当り農地面積は4.25 haでその内訳は、樹園地2.5 ha、畑0.75 ha (0.25 ha 3プロット)、飼料畑1.0 haである。

b) 導入作物と作付計画

当計画に導入する作物は、果樹ではドイツ、ライムおよびバナナの3種類と、野菜はトマト、キャベツ、西瓜、ナスおよびトウガラシの5種類ならびに飼料作物のアルファルファの合計9種類である。これらはいずれも経済性が高く、従来から栽培されており、収量も安定している。

1戸当り農園では4.25 haの農地が配分され、ドイツ1 ha、ライム1 ha、バナナ0.5 ha、アルファルファ1 ha、野菜1.35 haが作付される。

野菜は野菜畑0.75 haと、ドイツおよびライム園に0.3 haづつ間作される。野菜は年1作、冬作とするが、西瓜は夏期にも作付ける。野菜は別表のように5年輪作とする。又、アルファルファは5～8年で更新する。

作物別作付面積は別表の通りで土地利用率は120%である。

ドイツの収穫が始まる5ケ年間は、ドイツとライム園の間作面積を投資の早期回収のため、それぞれ0.6 haとする (資料編Hの表H-15~19 参照)。

野菜の作期は早期、中期および晩期の3回に分けて作付け、労働力のピークを緩和し、生産物の市場性を高めることとした。図4-6に計画作付体系を示す。

畑作物の輪作体系

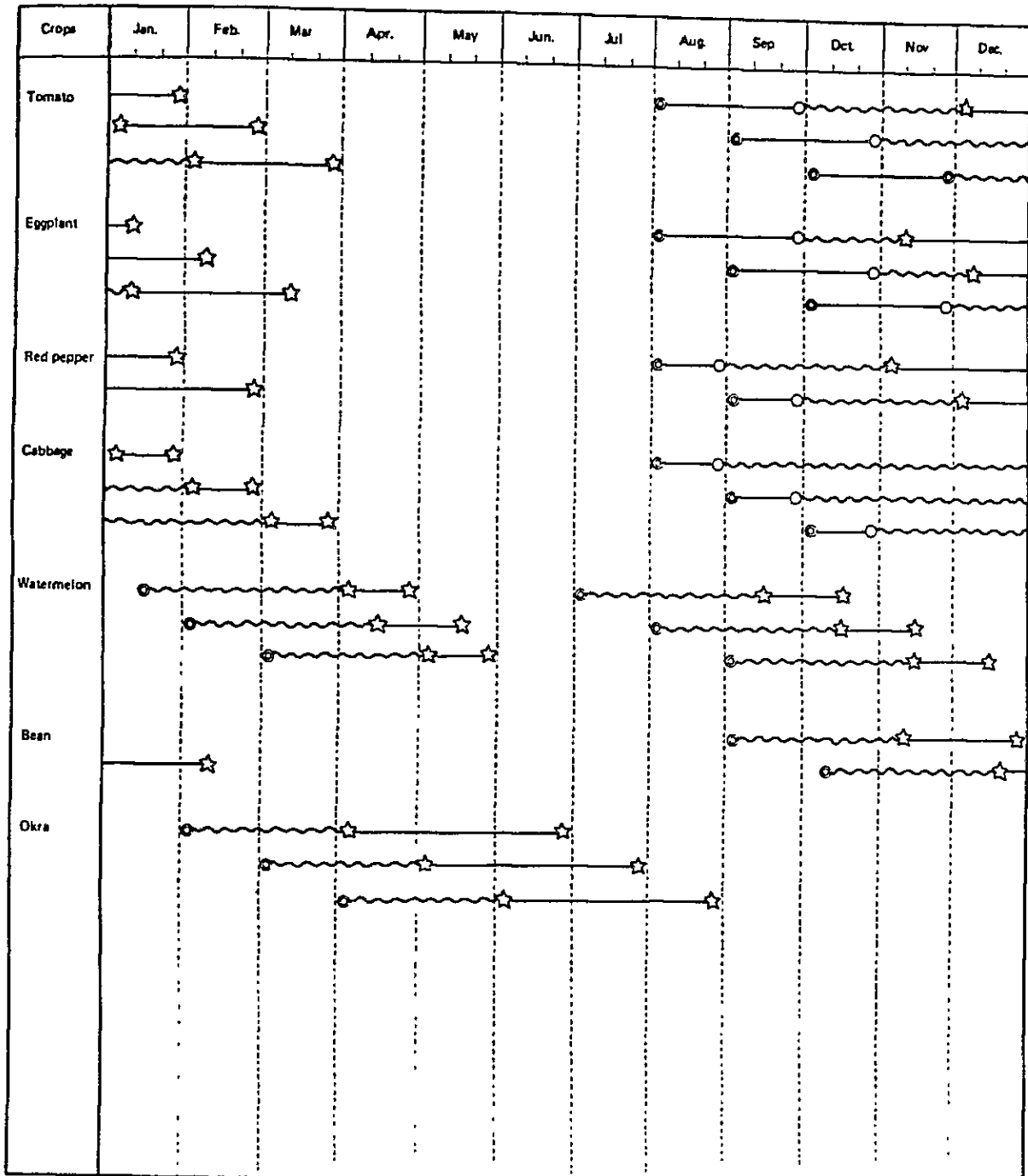
(5年輪作)

<u>I t e m</u>	<u>A r e a</u> ha	<u>1 s t y e a r</u>	<u>2 n d</u>	<u>3 n d</u>	<u>4 n d</u>	<u>5 n d</u>
Vegetable	0.25	To(W.M.)	Ca.	W. M.	Eg.	Re.
field	0.25	Ca.	W. M.	Eg.	Re.	To(W.M.)
	0.25	W. M.	Eg.	Re.	To(W.M.)	Ca.
Dates	0.30	Eg.	Re.	To(W.M.)	Ca.	W. M.
Lime	0.30	Re.	To(W.M.)	Ca.	W. M.	Eg.

To - Tomato, W.M. - Watermelon, Ca - Cabbage,

Eg - Eggplant, Re - Redpepper, ( ) - Summer crop

図4-6 計画作付体系



- Nursery period
- Seeding time
- ★—★ Harvesting time
- ~~~~~ Planting—Ripening

Note: Details are given in Table H-1, Appendix H-1

作物別作付面積

<u>果 樹</u>		<u>野 菜</u>		<u>飼料作物</u>	
	ha		ha		ha
デーツ	20	トマト	5	アルファルファ	20
ライム	20	冬西瓜	5	小 計	<u>20</u>
バナナ	10	夏西瓜	5		
小 計	<u>50</u>	キャベツ	5		
		ナス	6		
		トウガラシ	6		
		小 計	<u>32</u>	合 計	<u>102</u> <sup>ha</sup>

なお野菜の種類は5品目を代表としてあげたが、参考として作付体系には菜豆およびオクラを加えた。

c) 農業生産資材

目標収量を達成するために次のように各種農業資材を適期に作物栽培規準(表3-16)に従って施用する。

これらの総所要量は次の通りである。

<u>品 目</u>	<u>数 量</u>	<u>備 考</u>
有機質肥料	1,380 t	
化成肥料	73.2 t	
種 子	787 kg	
苗 木	23,860 units	初年度のみ
農 薬	2,031 kg	
支 柱	41,000 units	初年度のみ
ポ ッ ト	240,000 "	"
ガソリン	11,580 ℓ	
軽 油	206 ℓ	

注) 詳細の算定は表4-4および表4-5に示す。

表 4 - 4 農業生產資材

Crops	Area (ha)	Manure (t)	Fertilizer (t)	Seed (kg)	Dimethoate (ℓ)	Diathane (kg)	Kafil (ℓ)	Pirimor (ℓ)	Omit (ℓ)
Tomato	5	75	3.6	3	6	45	10	-	-
Watermelon (Winter S.)	5	75	3.6	18	-	-	-	-	-
Watermelon (Summer S.)	5	75	3.6	18	-	-	-	7	10
Cabbage	5	75	2.4	18	-	-	15	4	-
Eggplant	6	90	4.32	5	24	-	12	-	-
Redpepper	6	90	4.32	5	24	-	-	-	-
Dates	20	300	14.4	(2,960) <sup>unit 1/</sup>	-	-	-	-	-
Lime	20	300	14.4	(4,900) <sup>unit</sup>	144	-	-	-	-
Banana	10	-	13.0	(16,000) <sup>unit</sup>	-	-	-	-	-
Alfalfa <sup>2/</sup>	20	300	9.52	720 <sup>kg</sup>	576	-	-	-	-
Sub-total <sup>3/</sup>	102	1,380	73.16	-	774	45	37	11	10
Cauliflower	6	90	2.9	11	-	-	18	5	-
Onion	6	90	3.0	60	-	-	-	-	-
Sub-total	12	180	5.9	-	-	-	18	5	-
Total <sup>4/</sup>	114	1,560	79.06	-	774	45	55	16	10

Note: 1/ Only fast year 2/ Lift time 6 years 3/ At full development stage

4/ Pre-full development stage (for 5 years)

表 4 - 5 農業生產資材

Crops	Arca	Furadan (kg)	Nogos (ℓ)	Nemacur (kg)	Pot (unit)	Support (unit)	Gasoline (ℓ)	Light Oil (ℓ)
Tomato	5	-	-	-	111,000	21,000	35,542	380
Watermelon (Winter S.)	5	-	-	-	-	-	11,180	130
Watermelon (Summer S.)	5	-	-	-	-	-	14,053	123
Cabbage	5	-	-	-	-	-	21,600	221
Eggplant	6	-	-	-	129,000	23,000	30,566	405
Redpcpper	6	-	-	-	-	-	16,552	257
Dates	20	-	74	-	-	-	53,040	129
Lime	20	-	-	-	-	-	72,852	-
Banana	10	400	-	680	-	-	88,946	-
Alfalfa	20	-	-	-	-	-	125,415	-
Sub-total <sup>1/</sup>	<u>102</u>	<u>400</u>	<u>74</u>	<u>680</u>	<u>240,000</u>	<u>41,000</u>	<u>469,746</u>	<u>1,645</u>
Cauliflower	6	-	-	-	-	-	25,920	265
Onion	6	-	-	-	-	-	30,566	405
Sub-total	<u>12</u>	-	-	-	-	-	<u>56,486</u>	<u>670</u>
Total <sup>2/</sup>	<u>114</u>	<u>400</u>	<u>74</u>	<u>680</u>	<u>240,000</u>	<u>41,000</u>	<u>526,232</u>	<u>2,315</u>

Note: 1/ At full development stage 2/ Pre-full development stage (for 5 years)

d) 農業生産量および生産額

オマーン国には作物別生産量についての統計がないため、作物別の目標収量は農漁業省の関係部局および農業試験場と協議して推定した。

この目標収量に達成する経過年数はデーツ、ライム11年、バナナおよび野菜は3年と想定する(表4-6参照)。

計画ダムの完成により海水の浸入が防止され、デーツの生産量は現状維持か増大するので、この増収を考慮した(資料編H-4参照)。

作物別生産量及び生産額

作物	目標収量 (ton/ha)	生産量 (ton)	生産額 ('000R.O)
デーツ	6	120	60
ライム	20	400	240
バナナ	25	250	37.5
トマト	40	200	40
キャベツ	25	125	31.3
冬作西瓜	15	75	15
夏作西瓜	10	50	10
ナス	25	150	15
トウガラシ	15	90	22.5
アルファルファ	60	1,200	84
計			<u>555.3</u>

4-5-3 かんがい計画

a) かんがい用水量

1) 作物蒸発散位

作物の消費水量の算定において、一般に用いられている作物蒸発散位(ETP<sub>c</sub>)の算定は、蒸発計蒸発量より算定する方法、また気象資料を用いた経験式によって算定する方法等種々の方法が有るが、本計画における導入作物の蒸発散位の算定は、ソハール(Sohar)およびルスタック(Rustaq)両観測所で観測された気象資料を用いて、修正ペンマン(Penman)および修正ブラネイークリドル(Blaney-Cridle)

表 4 - 6 農業生產量

Crops	Area (ha)	Yield	Year					11 ~ 20		21 ~
			1st	2nd	3rd	3 ~ 5	6 ~ 10	11 ~ 20	21 ~	
			Year	Year	Year	Year	Year	Year	Year	
Dates	20	t/ha p.t	0 0	0 0	0 0	0 0	4 80	6 120	6 120	
Lime	20	t/ha p.t	0 0	0 0	0 0	4 80	10 200	20 400	20 400	
Banana	10	t/ha p.t	0 0	10 100	13 130	13 130	13 130	- -	- -	
Tomato	5	t/ha p.t	20 100	30 150	40 200	40 200	40 200	40 200	40 200	
Cabbage	5	t/ha p.t	13 65	19 95	25 125	25 125	25 125	25 125	25 125	
W.Watermelon	5	t/ha p.t	8 40	12 60	15 75	15 75	15 75	15 75	15 75	
S.Watermelon	5	t/ha p.t	5 25	8 40	10 50	10 50	10 50	10 50	10 50	
Eggplant	6	t/ha p.t	13 78	19 114	25 150	25 150	25 150	25 150	25 150	
Redpepper	6	t/ha p.t	8 48	12 72	15 90	15 90	15 90	15 90	15 90	
Alfalfa	20	t/ha p.t	30 600	45 900	60 1,200	60 1,200	60 1,200	- -	- -	
Cauliflower	6	t/ha p.t	10 60	15 90	18 108	18 108	- -	- -	- -	
Onion	6	t/ha p.t	8 48	12 72	15 90	15 90	- -	- -	- -	

Note: 1/ p.t; Production (ton)



法により、月別蒸発散位を算定し、その平均値を計算値として採用した。次表は計算結果を示す。

<u>月別蒸発散位 (ETP<sub>c</sub>)</u>			
(単位: mm/月)			
<u>月</u>	<u>Penman 法</u>	<u>Blaney-Cridle 法</u>	<u>計 画 値</u>
J a n.	74.4	97.0	85.7
F e b.	89.6	98.7	94.2
M a r.	120.9	138.6	130.0
A p r.	147.0	179.7	163.4
M a y.	176.7	242.1	209.4
J u n.	189.0	260.0	224.5
J u l.	186.0	267.4	226.7
A a g.	170.5	243.8	207.2
S e p.	153.0	197.4	175.2
O c t.	127.1	171.9	149.5
N o v.	81.0	124.0	102.5
D e c.	74.4	110.3	92.4
計	<u>1,589.6</u>	<u>2,130.9</u>	<u>1,860.7</u>

注) 計算の詳細を資料編G-3に示す。

## 2) かんがい用水量

### (a) 作物の消費水量

作物<sup>1/</sup>の消費水量(ET<sub>a</sub>)は、先に求めた蒸発散位(ETP<sub>c</sub>)に作物係数を乗じて求める。作物係数は、作物の生育期に応じて作物蒸発散位と消費水量の比率で表わされる。上記の方法によって算出した各作物別の消費水量を資料編G-4、表G-24~G-31に示す。

### (b) 用水量の算定

作物別用水量(V)は月別に次式により算出した。

<sup>1/</sup> 標準かんがいユニット(4.25ha)における作付体系は資料編G-4、図G-3に示す。

$$V = \frac{10}{EP} \left[ \frac{A(ETc - RE)}{1 - LR} \right]$$

ここに； A : 面積 (ha)  
 ETc : 作物別消費水量 (mm)  
 RE : 有効雨量 (mm)  
 EP : かんがい効率  
 LR : 除塩用水率 (%)

上述の算出式において、有効雨量、かんがい効率および除塩用水率については、以下の基準に準じた。

#### 有効雨量

有効雨量はFAOの有効雨量算定基準<sup>1/</sup>に準じて算出した。

#### かんがい効率

本計画で用いるかんがい方法は、ドリップ(点滴)かんがいおよびスプリンクラー(散水)かんがいである。この方式によるかんがい効率は以下に示す通りである。

	<u>ドリップかんがい</u>	<u>スプリンクラーかんがい</u>
送水効率	0.95	0.95
ほ場効率	0.85	0.70
かんがい効率	0.81	0.67

#### 除塩用水

前述の水質の項で述べたように、ワジ・ジジ流域の地下水をかんがい用水として使用する場合、除塩対策を考慮する必要があることが明らかとなった。除塩用水は作目に応じて土壌中の塩類を排除するための最少限のかんがい用水である。除塩用水量の算定は、排水の良い砂壌土で、降雨量の少ない地区では次式により算出される。

ドリップおよびかんがい頻度の高いスプリンクラーかんがいにおける除塩用水量

---

<sup>1/</sup> : FAO, Irrigation and Drainage Paper, No.24, 表34 「月平均蒸発散位 (ETPc) と月平均降雨による月平均有効雨量の算表」 (資料編G-4, 表G-22~G-23 および図G-4参照)

(LR) ;

$$LR = \frac{EL(W)}{2MAX.EL(E)} \cdot \frac{1}{LE}$$

ここに、 EL(W) : かんがい用水の電気伝導度, 0.56 mmhos/cm  
(5資料の平均値、資料編G-2、表G-9参照)。

MAX. EL(E): 作物の塩分許容度 (FAO, Irrigation and  
Drainage Paper, No.24, 表36より引用、資料編  
G-4、表G-21~G-31参照)。

LE : 除塩効率, 0.8 (砂壌土の場合)

計算結果から、除塩用水の割合は1.1% (デーツ) から4.4% (ライム、バナナ)  
の範囲となった (表4-7参照)。

以上に述べた方法により、作物別の用水量を算定した。算定結果を表4-7~4-  
8に示す (詳細は資料編G-4、表G-24~G-31に示す)。

#### (c) 年間かんがい必要水量

計画作付体系および作付率に基づく、ヘクタール当りの年間かんがい必要水量は  
15,724 m<sup>3</sup>/ha (表4-9参照)と算出された。このことから、100ha (かんがい  
面積85ha)の農地の開発が可能となり、その年間かんがい必要水量は約1.34MCM  
と算出される。

#### b) 計画用水組織

新規農場100ha内の計画用水組織により4つの用水ブロック (1ブロック25ha)に  
分割される (図面F-1010参照)。計画用水組織の詳細検討については後述するが、  
用水の水源である井戸の位置を考慮した管網と樹枝状管路の2案について技術的、経済  
的比較検討を行い、管網案を最適案と決定した。1ブロックはさらに5つのかんがいユ  
ニット (5ha)に分割され、各農家の営農単位とする。

以下にこれらかんがいユニットおよび全体農場の計画用水組織について述べる。

##### 1) かんがいユニット内の用水組織

開発された限られた水源を有効に利用するために、用水組織はパイプライン方式で  
計画した。即ち、野菜、果樹等に対してはドリップかんがいを、また、牧草に対して

表 4 - 7 単位面積当りの作物別必要水量

(unit: cu.m/ha)

Month	Tomato			Cabbage			Water Melon (Summer)			Water Melon (Winter)			
	Early Variety	Medium Variety	Late Variety	Early Variety	Medium Variety	Late Variety	Early Variety	Medium Variety	Late Variety	Early Variety	Medium Variety	Late Variety	Average
Jan.	784.5	989.8	673.7	526.5	749.0	765.8	-	-	-	151.8	-	-	75.9
Feb.	-	646.9	851.1	-	362.9	601.7	-	-	-	433.5	-	-	216.8
Mar.	-	-	1,289.0	-	-	878.7	-	-	-	1,283.2	-	-	1,132.9
Apr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,354.2	-	-	1,449.1
May	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	964.4
Jun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jul.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,508.1	-	-	502.7
Aug.	262.9	-	-	263.5	-	-	87.8	2,067.6	1,378.4	-	-	-	1,148.7
Sep.	222.3	222.3	-	891.2	222.8	-	371.3	1,748.3	1,788.3	1,165.5	-	-	1,554.0
Oct.	872.5	189.7	189.7	1,330.8	760.5	190.1	760.5	1,491.8	1,491.8	-	-	-	1,217.8
Nov.	936.3	598.2	130.0	1,055.8	912.4	521.4	829.9	-	456.7	1,022.8	-	-	493.2
Dec.	1,108.2	755.2	461.9	839.2	862.7	733.5	871.8	-	-	337.0	-	-	112.3
Total	4,186.7	3,402.1	3,595.4	4,907.0	3,870.7	3,691.2	4,156.1	5,993.6	5,075.2	4,017.1	5,028.7	3,222.7	4,455.3

Month	Eggplant			Red pepper			Banana	Lime	Alfalfa
	Early Variety	Medium Variety	Late Variety	Early Variety	Medium Variety	Late Variety			
Jan.	423.1	724.9	765.1	531.9	756.6	644.3	874.4	447.3	969.6
Feb.	-	252.0	572.8	-	366.6	183.3	729.2	278.9	797.6
Mar.	-	-	733.5	-	-	-	1,429.2	769.5	1,590.0
Apr.	-	-	-	-	-	-	1,739.8	911.5	1,933.2
May	-	-	-	-	-	-	2,433.1	1,351.7	2,716.0
Jun.	-	-	-	-	-	-	2,608.6	1,449.2	2,911.8
Jul.	-	-	-	-	-	-	2,634.1	1,463.4	2,940.4
Aug.	266.2	-	-	266.2	-	133.1	2,407.6	1,337.5	2,687.4
Sep.	225.0	225.0	-	900.2	225.0	562.6	2,035.7	1,131.0	2,272.4
Oct.	921.8	192.0	192.0	1,344.3	768.1	1,056.2	1,737.1	965.1	1,939.1
Nov.	1,053.3	632.0	131.7	1,066.5	921.6	994.1	1,191.0	661.7	1,329.5
Dec.	812.1	859.6	481.1	847.7	871.4	859.6	984.6	517.7	1,093.2
Total	3,701.5	2,885.5	2,876.2	4,956.8	3,909.3	4,433.2	20,804.4	11,284.5	23,160.2

表 4 - 8 単位面積当りの年間必要水量

Item	Tomato		Cabbage		Water Melon		Egg-plant	Red-pepper	Date	Lime	Banana	Alfalfa
	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter						
Evapo-transpiration, ET crop (mm)	618.2	522.0	395.1	347.5	584.2	545.8	1,302.6	930.6	1,674.9	1,581.5		
Effective Rainfall, RE (mm)	36.6	35.6	0.0	69.2	34.9	28.6	58.1	56.3	63.2	62.5		
Project Irrigation Efficiency, Ep (%)	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	67.0	67.0
Leaching Requirement, LR (%)	2.7	2.9	3.5	3.5	3.9	3.9	1.1	4.4	4.4	2.2		
Leaching efficiency, LE (%)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
Water Supply Requirement, V (cu.m)	3,728.0	4,156.1	5,028.7	3,839.1	3,154.4	4,433.2	15,507.7	11,284.5	20,804.4	23,180.2		

Note: Water Supply Requirement, V

$$V = \frac{10}{EP} \left[ \frac{A (ET_{crop} - RE)}{1 - LR} \right]$$

A: area (ha)

ET<sub>crop</sub>: evapo-transpiration (mm)

RE: effective rainfall (mm)

EP: project irrigation efficiency, drip irrigation: 0.81, sprinkler irrigation: 0.67

LR: leaching requirement

$$LR = \frac{EC(W)}{2 \text{ Max } EC(E)} \cdot \frac{1}{LE}$$

EC (W): electric conductivity of irrigation water (mmhos/cm), EC(W) = 0.56

Max EC(E): maximum tolerable electrical conductivity of soil saturation extract (mmhos/cm)

LE: Leaching efficiency, LE = 0.80 (sandy loam)

表 4 - 9 単位面積当りの月別必要水量

(Unit : cu.m/ha)

Month	Vegetable										Feed Crop Alfalfa (23.53%)	Average <sup>1/</sup> (120.0%)
	Tomato (5.88%)	Cabbage (5.88%)	Water melon		Eggplant (7.06%)	Red pepper (7.06%)	Fruit Crop			Banana (11.75%)		
			Summer (5.88%)	Winter (5.88%)			Dates (23.53%)	Lime (23.53%)				
Jan.	816.0	680.4	-	75.9	637.7	644.3	-	641.5	447.3	874.4	969.6	770.0
Feb.	499.3	321.5	-	216.8	274.9	183.3	-	489.8	278.9	729.2	797.6	547.6
Mar.	429.7	292.9	-	1,132.9	244.5	-	-	1,057.2	769.5	1,429.2	1,590.0	1,098.2
Apr.	-	-	-	1,449.1	-	-	-	1,280.4	911.5	1,739.8	1,933.2	1,260.3
May	-	-	-	964.4	-	-	-	1,829.6	1,351.7	2,433.1	2,716.0	1,730.2
Jun.	-	-	-	-	-	-	-	1,961.6	1,449.2	2,608.6	2,911.8	1,794.2
Jul.	-	-	502.7	-	-	-	-	1,980.8	1,463.4	2,634.1	2,940.4	1,841.4
Aug.	87.6	87.8	1,148.7	-	88.7	133.1	-	1,810.4	1,337.5	2,407.6	2,687.4	1,749.5
Sep.	148.2	371.3	1,554.0	-	150.0	562.6	-	1,530.8	1,131.0	2,035.7	2,272.4	1,572.4
Oct.	417.3	760.5	1,217.8	-	435.3	1,056.2	-	1,306.3	965.1	1,737.1	1,939.1	1,441.0
Nov.	554.8	829.9	493.2	-	605.7	994.1	-	895.6	661.7	1,191.0	1,329.5	1,042.6
Dec.	775.1	811.8	112.3	-	717.6	859.6	-	723.7	517.7	984.6	1,093.2	876.3
<u>Total</u>	<u>3,728.0</u>	<u>4,156.1</u>	<u>5,028.7</u>	<u>3,839.1</u>	<u>3,154.4</u>	<u>4,433.2</u>	-	<u>15,507.7</u>	<u>11,284.5</u>	<u>20,804.4</u>	<u>23,180.2</u>	<u>15,723.7</u>

Note : <sup>1/</sup> Average monthly water requirements are estimated basing on the monthly water requirements and cropping intensity.

はスプリンクラーかんがいを計画した。図4-7はかんがいユニット内の標準計画用水組織を示す。

## 2) 末端施設計画のための計画用水量

かんがいユニット内の末端用水施設(分岐管およびドリップホース)計画のため、各作物別の日最大用水量を算定した。次表は算定結果を示す。

<u>作物別日最大用水量</u>		
(単位: mm/日)		
<u>野 菜</u>	<u>果 樹</u>	<u>牧 草</u>
ト マ ト	: 4.42	デーツ : 6.54
キ ャ ベ ツ	: 4.22	ライム : 4.83
ウオーターメロン(夏)	: 6.67	バナナ : 8.70
〃 (冬)	: 6.22	
ナ ス	: 3.51	
とうがらし	: 3.34	

注) 上記数値にはかんがいロスを含む。計算の詳細は資料編G-5、表G-32に示す。

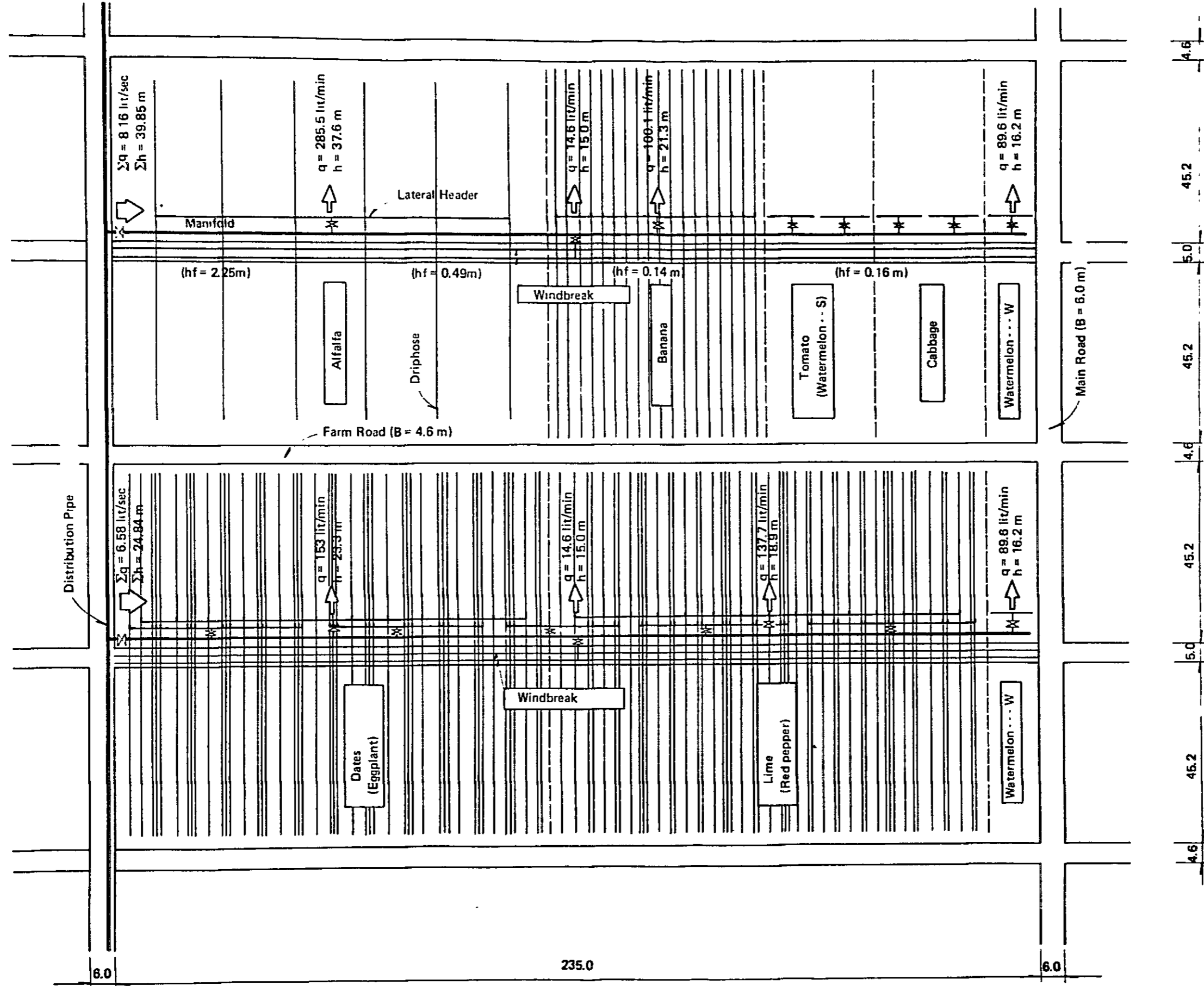
各作物の日最大用水量にもとづき、ドリップおよびスプリンクラーの水理計算を行った(資料編G-5参照)。その結果各分岐管(manifold)の計画分水量(q)、計画分水圧(P)は図4-7に示す通りそれぞれ、 $q_1 = 8.1 \ell / \text{sec}$  ( $P_1 = 39.85 \text{ m}$ ) 及び  $q_2 = 6.6 \ell / \text{sec}$  ( $P_2 = 24.84 \text{ m}$ ) である。

## c) 作物へのかんがい方法

本計画の各作物へのかんがい方法を検討するため、新規農場計画予定地点内およびその周辺で4ヶ所のインタークレート測定を行った。また、このインタークレート測定と同時に土壌の物理的性質(比重、空ゲキ率、24時間含水量、シオレ点)を測定するため、土壌の採土を行い、ルメイス(Rumais)にある農業試験場に分析を依頼した。インタークレート試験および土壌分析結果は資料編G-6に示す。

インタークレート試験の結果、ベジック・インターク・レートは  $43.3 \text{ mm/hr}$  から

図4-7 かんがいユニットおよび末端かんがい施設のレイアウト



LEGEND

q = Distribution capacity  
h = Required distribution head  
Irrigation Unit = 4.25 ha





128.5mm/hr の範囲（平均84.3mm/hr）にあり、本計画のかんがい方法としてはドリップあるいはスプリンクラーかんがいが適した方法であると考えられる。従って、計画導入作物に対するかんがい方式は次のように決定した。

野菜および果樹 : ドリップかんがい

アルファルファ : スプリンクラーかんがい

## 野菜

野菜の植付けは平植とし、各作物の根もとにドリップ・ホースをおく。従って各畦ごとにドリップ・ホースが配置される。ノズルの位置は、株間と一致することが望ましいが、作物別に専用のドリップ・ホースを設ける事は繁雑になるため、間隔を30cmに統一する。ただし、西瓜だけは70cmとする。

## 果樹

デーツ、ライムおよびバナナに対するかんがいは、かんがいホースに一定間隔にとりつけられたエミッターを各株におき、幼苗期はシングル・トリクル・アームを1本としこれによってかんがいをする。果樹が成長するにつれて、ロング・トリクル・アームを漸次増やし、最終的には5～6本とする。

## アルファルファ

播種法が散播となるため、スプリンクラーを一定間隔に設置する。但し、移動式とする。

### d) 農場用水施設の管理

#### 1) 水利用計画

当農場の水利用計画の基本は次の諸点にある。

- i) 貴重な水は、無駄なく有効に利用する。
- ii) かん水方法は、i) の考え方および現状の水利用慣行を参考にして、輪番かんがいを採用する。
- iii) 少ない労力で適切なかん水を行う為に、自動給水システムを導入する。

当プロジェクトの用水施設計画は、この考え方に立ってファームポンドを持った塞管路組織とし、灌水方法はドリップかんがい（野菜と果樹）およびスプリンクラーかんがい（アルファルファ）を採用する。

## 2) 水源施設とその操作

当農場の水源施設は、3つの深井戸とボアホールポンプであり、地下水を揚水してかんがいに利用する。

調整池は、水源と送水パイプラインの接点に設置し、水源からの水の供給量と農場内のかんがい需要量の水量差を調整する。水源ポンプ運転装置は、この調整池を介して水需要の情報を水理構造的に水位変化でキャッチし、その変化に応じて水源ポンプの運転指令を自動的に行う。

A号調整池は、1, 2号井戸からの揚水を受け、またB号調整池は、3号井戸からの送水を受ける。それぞれの水源ポンプは、調整池(吐水槽)の水位により起動・停止する。図4-8に操作システムを示した。

## 3) 灌水施設とその運用

ファームポンドに隣接して設置される加圧揚水ポンプがパイプラインを通じて、灌水に必要な水圧をもった用水を供給する。加圧ポンプの運転は、加圧タンクとその水圧コントロール装置による自動運転とする。

末端農場における灌水は、5haのかんがいユニットを単位に、かんがいユニット内の2ヶのバルブの操作により行う。

### 4-5-4 農場管理計画

#### a) 農業機械及び労働力

当計画地区の耕起は北部バチナ農業事務所のトラクター(65ps)、ディスクプラウ(26"×4)で行う。対象作物は野菜で延面積は32haである。防除は果樹、野菜および飼料作物で、延面積は354haである。

これらに要するトラクターおよびディスクプラウは各々1台で、スプレイヤーは1回5日間で完了するとして、5台が必要である。その他の農作業は各農園が所有するティラーおよび農機具で行うこととする。

各農園が購入する農機具は次の通りである。

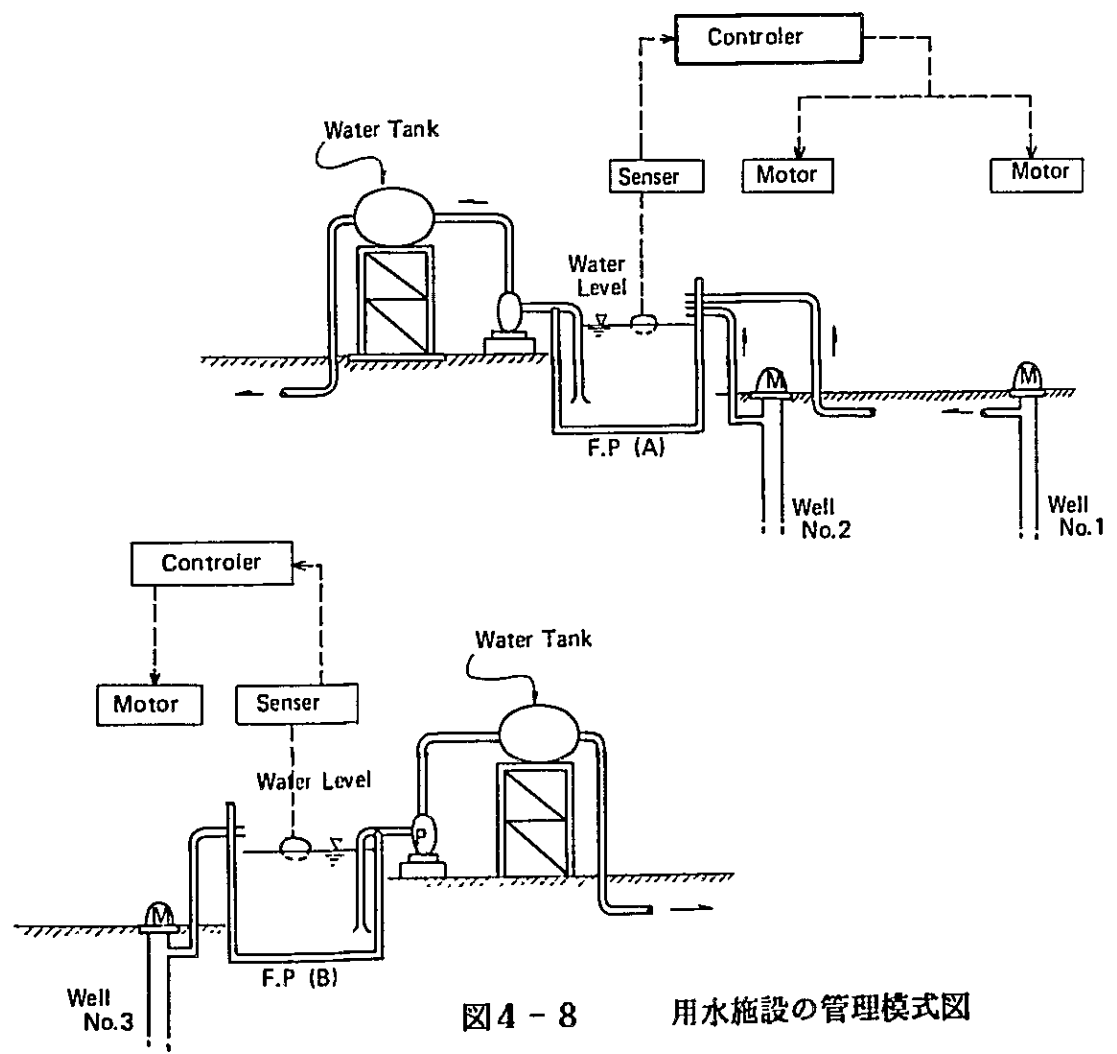
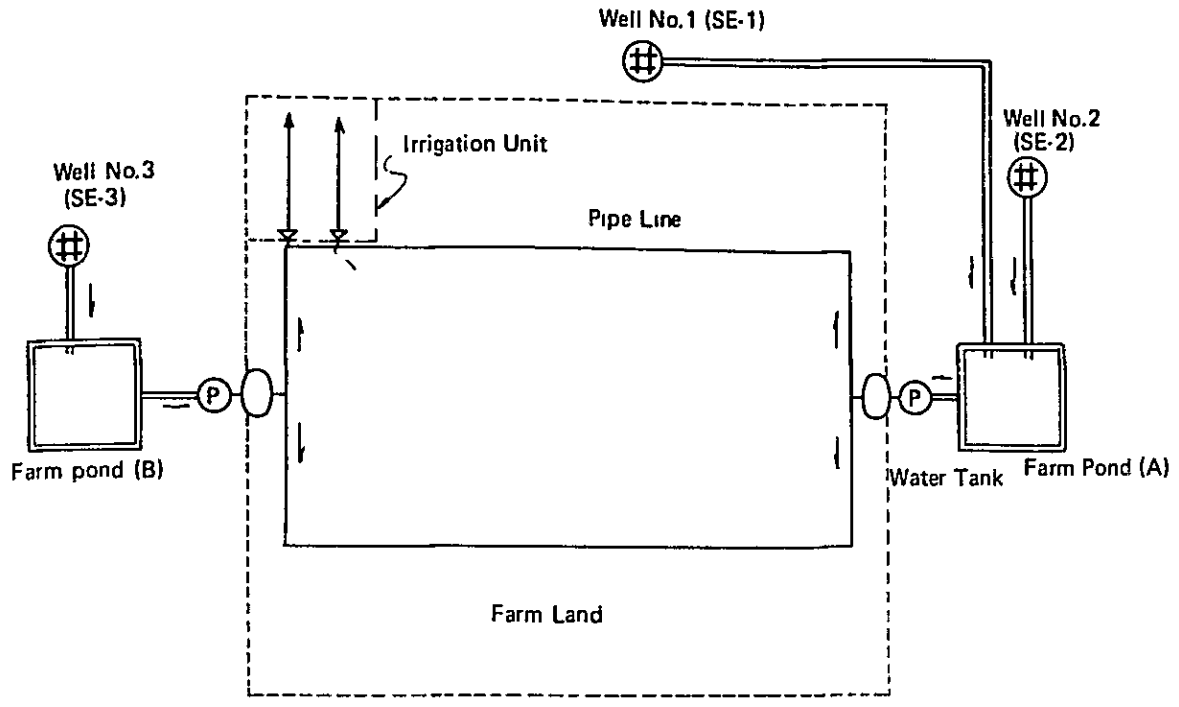


図4-8 用水施設の管理模式図

購入農機具（農家別）

<u>農機具</u>	<u>容 量</u>	<u>台 数</u>
Tiller	7 ps	1
Redger	3 row	1
Cultivator	5 teeth	1
Hand mower	1.7 ps	1
Spreyer	1.5 ps	1
Trailer	0.9 m × 1.8 m	1
Pick-up	1.5 t	1
計		<u>7</u>

各農園の年間労働時間は 6,503 時間で 929 人日に相当する。月別のピークは 7 月および 12 月の 660 時間で 94 人日である。各農園には家族による 4 人の労働力又は外部雇用が予定される。

この外、防風林および道路等の管理は各農園の余剰労力で行う計画とした。

作物別月別 ha 当り所要労働時間は、資料編 H-2、表 H-2 ~ H-13 に示した。1 戸当り農園の月別所要労働時間を表 4-10 に、全農園の総所要労働時間を表 4-11 に示す。プラウ及びスプレヤーの使用計画を資料編 H-3、図 H-1 に示した。

b) 農業経営

20 戸の入植農家の農業経営に対する基本的理念は私企業の発展である。これら私企業の農業経営は、ノースバチナの農業局ソファール事務所の農業改良普及職員によって作物栽培やかんがい方法の指導をうける。ファームポンドに附属した揚水機やパイプラインの維持管理と水利費の徴収は、各農家の共同化を必要としよう。これは、水資源局ソファール事務所と緊密な連絡をとって実施される。20 戸の入植農家の生産物の出荷は、農産物流通庁によって監督されよう。

4-5-5 農家経済

新規開発農場において、各農家へ 4.25 ha の耕地が分配され、1986 年から農業経営が開始される。作付率は、提案された作付パターンに基づき 120% となる。農産物の生産量は

表4-10 各農家別必要労働力の算定

Crops & Area (ha)	(Unit: hr)												
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
Tomato 0.25	54	36	15	3	-	-	13	21	32	100	114	126	514
Watermelon													
Winter 0.25	10	30	42	67	33	16	-	-	-	-	-	-	198
Summer 0.25	-	-	-	-	-	2	12	28	50	57	40	16	205
Cabbage 0.25	43	35	29	2	-	-	1	14	50	60	56	27	317
Eggplant 0.30	59	28	7	-	-	-	13	21	30	85	106	120	469
Redpepper 0.50	26	14	3	-	-	-	38	64	76	66	31	29	347
Dates 1.00	112	136	92	60	92	160	162	192	60	62	90	92	1,310
Lime 1.00	137	86	152	140	72	290	262	62	105	77	60	97	1,540
Banana 0.50	65	28	53	57	43	42	73	44	42	59	43	65	614
Alfalfa 1.00	85	80	88	83	85	86	85	85	86	85	83	88	1,019
Sub-total <sup>1/</sup> 5.10	591	473	481	412	325	596	659	531	531	651	623	660	6,533
Onion 0.50	64	77	49	8	-	-	-	1	77	122	68	26	492
Cauliflower 0.50	50	43	19	-	-	-	1	11	72	102	56	34	388
Sub-total <sup>2/</sup> 0.60	114	120	68	8	-	-	1	12	149	224	124	60	880
Total <sup>2/</sup> 5.70	705	593	549	420	325	596	660	543	680	875	747	720	7,413

Note: 1/ At full development stage 2/ Pre-full development stage (for 5 years)

表4-11 農場全体の必要労働力の算定

(Unit: hr)

Crops	Area (ha)	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
Tomato	5	1,080	720	300	60	-	-	260	420	640	2,000	2,280	2,520	10,280
Watermelon														
Winter	5	200	600	840	1,340	660	320	-	-	-	-	-	-	3,960
Summer	5	-	-	-	-	-	40	240	560	1,000	1,140	800	320	4,100
Cabbage	5	860	700	580	40	-	-	20	280	1,000	1,200	1,120	540	6,340
Eggplant	6	1,180	560	140	-	-	-	260	420	600	1,700	2,120	2,400	9,380
Redpepper	6	520	280	60	-	-	-	760	1,280	1,520	1,320	620	580	6,940
Dates	20	2,240	2,720	1,840	1,200	1,840	3,200	3,240	3,840	1,200	2,240	1,800	1,840	26,200
Lime	20	2,740	1,720	3,040	2,800	1,440	5,800	5,240	1,240	2,100	1,540	1,200	1,940	30,800
Banana	10	1,300	560	1,060	1,140	860	840	1,460	880	840	1,180	860	1,300	12,280
Sub-total <sup>1/</sup>	102	11,820	9,460	9,620	8,240	6,500	11,920	13,180	10,620	10,620	13,020	12,460	13,200	130,660
Onion	6	1,280	1,540	980	160	-	-	-	20	1,540	2,440	1,360	520	9,840
Cauliflower	6	1,000	860	380	-	-	-	20	220	1,440	2,040	1,120	680	7,760
Sub-total <sup>2/</sup>	12	2,280	2,400	1,360	160	-	-	20	240	2,980	4,480	2,480	1,200	17,600
Total <sup>2/</sup>	114	14,100	11,860	10,980	8,400	6,500	11,920	13,200	10,860	13,600	17,500	14,940	14,400	148,260

Note: 1/ At full development stage 2/ Pre-full development stage (for 5 years)

一戸当り 1986 年の 47.8 トンから 1995 年には 115 トンまで増加し、うちアルファルファの占める割合は、1986 年の約 60% から 1995 年には 50% となる。新規開発農場の農家経済評価の結果を表 4-12 に示す。生産物と生産資材の価格は財政価格が用いられた。生産費項目は、種子、肥料、農薬、機械、労力であり、利用される農業機械は 4-5-4 に述べた通りである。種子、肥料、農薬の費目は、政府の補助をうけるものとして見積った。

1986 年 2,140 リアルの純農業所得は、1995 年 14,420 リアルに増加するだろう。入植当初、各農家は約 90,000 リアルの固定資本を投下しなければならない。それらは農地、住宅、かんがい施設、農場施設、農業機械等の取得費用からなっている。これらの初期投資は、農水産業銀行によって融資を期待される。ここでは、現在の融資条件がテストケースとして使用された。水利費は、施設の維持管理費である。この水利費は、純農業所得から控除され、その結果余剰所得が見込まれる。初年度の農家経済バランスはマイナスである。そのため入植農家は約 2,200 リアル以上の携行資金を用意しなければならない。

#### 4-5-6 農業支援計画

##### a) 現況農業の改良

計画地域における農業現況の改善のため、次のような事業の実施が必要である。

- i) 優良種子の導入
- ii) 施肥量および施肥法の適正化
- iii) ナス、トマト等の支柱による栽培
- iv) かんがい法の改良

かんがい用水量の適正化、畦幅を適正にして栽植密度を高める。

- v) 農業機械及びオペレーターの数の増大
- vi) 防除体制の確立
- vii) 改良普及員及び関係車輛の増加による改良普及事業の強化

##### b) 農業金融

農水産業銀行は、プロジェクト実施のため農家が必要とするローンを満足させるよう期待される。

必要額は次の通り見積られた。



表4 - 12

## 入植農家一戸当り農家経済

	1986 (1st Yr.)	1990 (5th Yr.)	1995 (10th Yr.)
Arable Land (ha)	<u>4.25</u>	<u>4.25</u>	<u>4.25</u>
Cropping Area (ha)	<u>5.1</u>	<u>5.1</u>	<u>5.1</u>
Fruit	2.5 (0)	2.5 (1.5)	2.5 (2.5)
Vegetable	1.6	1.6	1.6
Alfalfa	1.0	1.0	1.0
Cropping Intensity (%)	<u>120</u>	<u>120</u>	<u>120</u>
Total Production (ton)	<u>47.8</u>	<u>105</u>	<u>119</u>
Fruit	-	10.5	24.5
Vegetable	17.8	34.5	34.5
Alfalfa	30	60	60
Gross Income (R.O.)	<u>5,550</u>	<u>14,260</u>	<u>19,860</u>
Fruit	-	3,380	8,980
Vegetable	3,450	6,680	6,680
Alfalfa	2,100	4,200	4,200
Production Cost (R.O.)	<u>3,410</u>	<u>5,080</u>	<u>5,440</u>
Fertilizer	270	530	530
Machine	1,240	2,950	2,950
Labor	1,380	1,590	1,587
Net Farm Income (R.O.)	<u>2,140</u>	<u>9,180</u>	<u>14,420</u>
Interest and Instalment of Fixed Capital (R.O.)	3,160	7,430	7,430
Irrigation Fee (R.O.)	1,182	1,182	1,182
Surplus Income (R.O.)	<u>-2,202</u>	<u>568</u>	<u>5,808</u>

- Note: 1. Figures in the parenthesis show the acreage of fruit-tree cropping.
2. Production cost is presently subsidized by regulation.
3. Irrigation fee per ha is 278 R.O.
4. Surplus income during 2nd Year to 4th Year is positive.
5. Fixed Capital is 90,000 R.O., which 35,000 R.O. for farm land, 24,000 R.O., for housings 21,000 R.O. for irrigation facilities, 6,900 R.O. for farm facilities and 3,100 R.O. for farming machinery, respectively. Interest ranges three to five percent. Terms of repayment are 20 years including grace period of four years.

20戸の農家のためのローン

農地	700	(単位; '000 R.O.)
建物	480	
かんがい施設	420	
農場施設	138	
農業機械	62	
小計	<u>1,800</u>	

#### 4-6 施設の予備設計

##### 4-6-1 涵養施設

一般に、湾岸諸国における水資源開発計画の涵養施設は、主として抑留ダムと拡散施設により構成される。これら施設の役割は年間1又は2回生起する洪水を一時貯留すること及びワジ内の流路に沿った浸透に基づく地下水の涵養である。

##### a) 抑留ダム

##### 1) ダムサイト及びダム軸

この開発計画における抑留ダムサイトとして、5ヶ所のダム候補地点に対する比較検討に基づき、ワジ・ジジ河口から約23km上流のD-2地点が選定された。抑留ダムは段丘面を開さくされた比較的幅広い谷に建設される。抑留ダムサイトにおける谷底の標高は約152mであり、貯水池はワジに沿って樹枝状に、主として東西方向へ拡がっている。

ダム軸の決定にあたっては、比較検討結果に基づき直線と曲線を組合せた複合ダム軸が採用された(添付資料I-1-1参照)。

##### 2) ダムサイトの地形

ワジ・ジジ流域は大きく3つの地形区に区分される。即ち、下流域の扇状地と礫平原に代表される低地、中流域の河岸段丘、崖錐、山麓地からなる丘陵地及び上流域の主にオフィオライトから構成される山地である。

予定ダムサイトはワジ・ジジの中流域、丘陵地に位置する。ダムサイトは650mの幅をもった河床と、この河床から急勾配で立ち上る段丘とで構成されている。左岸、

右岸及び現河床の順にダムサイト周辺の地形的な特徴について述べる。

左岸、右岸は砂礫からなる段丘であり、ダム軸上で河床から約20度の斜面勾配をもって立ち上る。しかしながら、その頂部は平坦な地形を呈し、165m~170mの標高をもつ平坦面が広がる。この平坦面には小谷が多く存在し、現在さかんに下刻を繰り返している。

はんらん原堆積物からなるワジ・ジジの現河床はワジ・アウインの合流部付近、即ちダムサイト附近から下流で急速に広くなり、その巾は海岸附近では10km以上となる。これより上流域は周辺の山塊の突出のため、河床の幅は出入りが多く変化に富んでいる。ダムサイト附近では、ワジ・アウインを含めて4つの明瞭な流路が認められる。河床勾配はワジ堆積地域ではほぼ一様であり、ダムサイトを含ま中流域で $1/120$ 、下流域で $1/160$ 程度である。

### 3) ダムサイトの地質

ワジ・ジジ地域の地質は主に堆積岩からなるハワシナ層群、変成岩、火成岩からなるセマイル・オフィオライトおよび第四紀の堆積物で構成されている。これらの内、ダムサイト地域の構成層の層序・層相を下表に示した。

ダムサイト周辺の地質層序表

地質時代	地 層 名	岩相・岩質・その他	
第 四 紀	沖 積 世	崖 錐 堆 積 物	(シルト混り礫及び礫混りシルト) 礫は角~亜角礫、未固結、深い浸蝕谷、段丘崖に分布
		現 河 床 堆 積 物	(砂及び礫) 未固結層、礫は亜円~角、現ワジ河床に広く分布する。
	洪 積 世	中位段丘堆積物	(砂礫) 岩相変化が大きい。礫は円~亜円礫、最大径は50cm程度
		高位段丘堆積物	(砂礫) 上部1~2mを除き固結している。礫は円~亜円礫、最大径50cm程度、透水係数 $10^{-1}$ ~ $10^{-2}$ cm/sec オーダー
白 亜 紀	ハ ワ シ ナ 層 群	(石灰岩チャート) ダムサイト周辺地域の基盤岩、現ワジ河床面より約20mに分布する。	

予定ダムサイトの河床及び両岸は第四紀の段丘堆積物で構成されている。両岸に見られる岩相は河床部にみられる現河床堆積物下で連続している。ダム軸における地質縦断によるとこれらの層準の下に10m～30mの深度で基盤岩が分布する。

ダムサイト附近の地質図と地質縦断図を図面D-1002に地質調査に基づく詳細な記述を資料編D-1に示した。

両岸は円礫を主体とする砂礫層よりなり、部分的には粒度のよい砂層、また泥質の卓越する層などが認められ、変化のある層相を示す。砂礫層は固結が進み、特にその傾向が下位で著しく石灰質の基質をもつ礫岩層となる。礫は塩基性岩が主体である。この内、輝緑岩、斑れい岩の一部は風化して脆弱である。

河床部を構成する第四紀の堆積物は上位の現河床堆積物、下位の高位段丘堆積物に区分される。現河床堆積物は円礫から亜角礫を多量に含む未固結層で石灰質に富む下部砂礫層と明瞭に区分される。全体に砂・礫が多く陶汰の悪い層相を示す。ダム軸の地質縦断図では層厚は右岸に向って厚くなる傾向を持つ。最大厚さは5mを示す。現河床堆積物より下位の高位段丘堆積物は、両岸の同層と同じく円礫～亜角礫を主体として構成され、部分的には粒度のよい砂層、また泥質の卓越する層などが認められる変化に富んだ層相を示す。同層準内で行われた透水試験の結果では透水係数 $n \times 10^{-1}$ から $n \times 10^{-2} \frac{cm}{sec}$ である。層準は両岸の下部層と同一であり、同様に全体に固結が進んでいる。

基盤は前述したように10～30mの層厚をもつ第四紀の新期堆積層下にあり、河床の中央附近で最も深く、両岸部に向って浅くなる形状を示す。岩相はハワシナ層群の石灰岩又はチャートからなると推定される。これらの岩体は堅硬、緻密であり、キレツが多いが、ダムサイト周辺では破砕帯及び断層は想定されない(資料編I-1-2参照)。

#### 4) 築堤材料及びダム型式

段丘堆積物がダムサイト周辺に広範囲に分布し、どこからでも容易に採取可能である。土質調査及び試験結果によると、洪水吐地点の段丘堆積物は主として砂礫材料により構成され、統一分類法によるGW-GMに属し、堤体の半透水性材料へ使用される。

ダムサイトから2.0km地点の原石山から採取される珪化石灰岩の崖錐が堤体のロックゾーン及びリップラップの盛土に使用される。

フィルター及びコンクリート骨材は、河床堆積砂礫をダムサイト付近の篩分プラントで分級し、粒度調整した材料を搬入する。

抑留ダムサイトにおける最適ダム型式は、ダム建設の目的、地形と地質条件、ダムサイト周辺の築堤材料の分布を考慮してゾーン型式のフィルダムが採用された（資料編 I-1-3 及び I-1-4 参照）。

#### 5) ダム設計及び基礎処理

ダム天端標高は、貯水池の最高水位に詳細検討で確定した風波高を加えて平均潮位上 168.0 m とされた。従って、抑留ダムのトレンチ基礎面からの堤高は 17.0 m となる。

ダムサイト周辺における築堤材料の分布はフィルダム設計の重要要素である。半透水性ゾーン及びロックゾーン材料に対する土取場としてそれぞれ、洪水吐地点の段丘堆積物及び原石山の珪化石灰岩の崖錐が対象とされる。しかしながら、崖錐堆積物（ロックゾーン及びリップラップ材料）の使用は経済的観点から限定することが好ましい。

土質試験及び資料にもとづき決定された築堤材料に対する設計数値を要約して次に示した。

ゾ ー ン	密 度		せん断強度		透水係数
	$\gamma_t$ <sup>1/</sup>	$\gamma_{sat}$ <sup>2/</sup>	$\phi$	C	
	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(°-')	(t/m <sup>2</sup> )	(cm/sec)
半透水性ゾーン	2.11	2.32	35°-00'	0	1×10 <sup>-4</sup>
ロックゾーン	1.96	2.22	37°-00'	0	-
フィルター	2.11	2.32	35°-00'	0	-

ここに、<sup>1/</sup>  $\gamma_t$  ; 湿潤重量、<sup>2/</sup>  $\gamma_{sat}$  ; 飽和重量、<sup>3/</sup>  $\phi$  ; 内部摩擦角  
<sup>4/</sup> C ; 粘着力

堤体の安定性は構造的、水理的観点に基づき検討された。すべり破壊に対する構造解析は間隙圧と地震の加速度を加味した円弧すべり面法により行った。同様に、水理解析は堤体からの漏水と堤体内のパイピングに対して行った。

堤体に対する前述の解析結果に基づき、図面 D-1003 に示す、上流斜面 1 : 3.0、下流斜面 1 : 2.5 の堤体断面が決定された。構造解析において、考慮された検討ケース及び得られた安全率を下表に示す。

貯水池条件	K <sup>1/</sup>	斜面	S. F <sup>2/</sup>	間隙圧
溝水位 (F. W. S. EL 163.90 m)	0.10	上流	1.331	定常流
		下流	1.329	
完成直後 (空虚)	0.05	上流	1.883	なし
		下流	1.531	
中間水位 (M. W. S. EL 159.00 m)	0.10	上流	1.343	定常流
水位急降下 (F. W. SからL. W. S <sup>3/</sup> )	0.10	上流	1.448	非定常流
高水位 (EL. 167.20 m)	なし	上流	2.115	定常流
		下流	1.759	

ここに、<sup>1/</sup> K ; 水平震度、常時0.10 特殊な場合0.05 適用

<sup>2/</sup> S. F ; 安全率

<sup>3/</sup> L.W.S; 低水位、EL. 154.00 m 適用

上・下流斜面には手積りアップラップが夫々波による移動と吸出し防止及び雨水による浸蝕防止のため施工される。

下流側砂礫ゾーン内には、水平ドレーンを伴うインターセプターが、浸透水圧の軽減と浸透水の安全流下のため設けられる。

抑留ダムの基礎処理は、すべての腐植土の除去を含む平均厚0.5 mの堤敷全域を対象とする表土剥取とトレンチ基礎に要求される平均厚2.0 mの床掘である(資料編I-1-5~I-1-7参照)。

## 6) 洪水吐

自然越流型洪水吐が地形への適合性、ダム型式、水理特性及びゲート操作の危険排除の観点からダムサイト右岸の段丘面に設けられる。10,000年確率洪水量1,890 m<sup>3</sup>/secが水文資料の不足、湾岸諸国の事例を考慮し洪水吐の設計に採用された。

堰長169.2 mの完全越流型広頂堰が洪水吐接近水路末端に設けられる。これより下流に既存のワジ・ジジ支流に接続する台形のシュートと放水路が建設される。シュートと放水路には過度の浸蝕と洗掘防止のため蛇籠による保護工が実施される。

洪水吐の極限排水能力を、貯水池水位がダム天端標高に達した時の洪水吐からの流量と仮定すると、極限排水能力は $2,850\text{ m}^3/\text{sec}$ となる。この事実から判断して、抑留ダムにより形成される貯水池は洪水調節に対して大きな役割を果す（資料編 I-1-8 参照）。

#### 7) 放流施設

抑留ダムによる一時貯留水は、放流施設を通じて下流ワジへ流下させる。内径 $1.4\text{ m}$ で円形の鉄筋コンクリート構造の放流管が堤体直下に埋設される。放流管末端には過度の浸蝕と洗掘防止のため練石積が施工される。

予期しない出来事による放流管の閉塞に対し、内径 $1.4\text{ m}$ の放水管に接続する取水構造物が非常用放流施設としてダムサイト左岸に設けられる（資料編 I-1-9 参照）。

#### b) 拡散施設

洪水吐から流下する余剰洪水量を有効利用するため、抑留ダムサイト下流約 $3.3\text{ km}$ のワジ内に拡散施設が設けられる。この施設は主流路に設けられる堰上げ用の蛇籠による伏越し堤と放流管及び余剰洪水をワジ内の小さな砂州によって分断された網状の支流路へ導水するための連絡水路により構成されている。伏越し堤と連絡水路の位置、構造諸元を図面 D-1009 に示した。

#### 4-6-2 取水施設

取水施設はかんがい用水の水源である3ヶ所の井戸、揚水ポンプおよびポンプ場から農場内のファームポンドに送水する送水パイプから構成されている。この取水施設を含めた水路形態（管網あるいは樹枝状）の比較検討結果によると（後節4-6-3 かんがいおよび農場施設参照）、管網による水路組織の方が樹枝状組織より経済的に、又技術的にも本計画において適した案である事が明らかとなった。

この管網形態による用水系統の場合、井戸 SE-1 および SE-2 より揚水された水はそれぞれの送水パイプにより、ファームポンド(A)に送水し、井戸 SE-3 より揚水された水は、ファームポンド(B)に送水する計画とした。

#### a) 井戸

3ヶ所の井戸<sup>1/</sup>の主要諸元は以下のとおりである。

---

<sup>1/</sup> 井戸に関する詳細は前節4-2-2 水源開発計画で述べた。

井戸	産出量 ( $m^3/hr$ )	井戸の径 ( $mm$ )	井戸の深さ ( $m$ )
SE-1	134.0	260	5.6
SE-2	47.0	260	5.0
SE-3	106.0	260	5.5
Total	<u>287.0</u>		

b) 揚水ポンプ

計画揚水量と各揚水機への流量配分

計画かんがい面積  $854a$  に対する最大用水量は、各農区に分岐管の最大分水量に基づき、 $285.9 \ell/sec$ <sup>1/</sup> と算定した。各井戸に設置される揚水ポンプの計画容量は、各井戸の産水量に比例させ、先の最大用水量  $285.9 \ell/sec$  を配分して決定した。即ち、井戸 SE-1 に設置されるポンプ No.1 の計画容量は  $141.1 \ell/sec$ <sup>2/</sup>、ポンプ No.2 (井戸 SE-2 に設置) は  $45.9 \ell/sec$ 、ポンプ No.3 (井戸 SE-3 に設置) は  $95.3 \ell/sec$  と、それぞれ決定した。

用水の最大時のかんがいは6時間で給水し、ポンプによる揚水は23時間運転と計画した。このとき、井戸の産出量は、以下に示すように、各揚水ポンプの最大揚水量に十分対応出来る。

井戸		揚水ポンプ		
井戸番号	産出量(A) ( $\ell/sec$ )	ポンプ番号	ポンプ容量(B) ( $\ell/sec$ )	比較
SE-1	37.2	No.1	36.8	(A)>(B)
SE-2	13.1	No.2	12.9	(A)>(B)
SE-3	29.4	No.3	24.9	(A)>(B)

$$\begin{aligned} 1/ &: 6.6 \ell/sec \times 20 \text{農区} = 132.0 \ell/sec \\ &8.1 \ell/sec \times 19 \text{農区} = 153.9 \ell/sec \\ &\text{計 } 285.9 \ell/sec \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2/ &: 285.9 \ell/sec \times \frac{2}{3} \times \frac{134}{181} = 141.1 \ell/sec \\ &285.9 \ell/sec \times \frac{2}{3} \times \frac{47}{181} = 49.5 \ell/sec \\ &285.9 \ell/sec \times \frac{1}{3} = 95.3 \ell/sec \end{aligned}$$



### 揚水ポンプの設計

計画揚水量および全揚程から各揚水ポンプの諸元を決定した。表4-13に各揚水ポンプの諸元を示す。

#### c) 送水パイプ

揚水ポンプからファーム・ポンドまで送水する送水パイプは、硬質塩化ビニールパイプ(VP)を使用する計画とし、管の口径および延長は以下のとおりである。

井戸	ポンプ	送水ポンプ		
		口径 (mm)	延長 (m)	管種
SE-1	No. 1	φ200	730	VP
SE-2	No. 2	φ150	240	VP
SE-3	No. 3	φ200	120	VP

以上述べた取水施設の配置計画を図面F-1010に示す。

### 4-6-3 かんがいおよび農場施設

#### a) かんがい施設

##### 1) 農場全体の用水系統

##### 計画用水系統の比較検討

新規開発農場の最適用水管路形態を検討するため、以下に示す2案について、地形および3ヶ所の計画井戸の位置ならびにその産出能力に基づいて比較検討を行った。

ケース-1(管網形態) ; 地区全体を一つの水路掛りとし、水路は全体が連結した管網形態とする。ポンプ場2ヶ所で揚水する。

ケース-2(樹枝状形態) ; 地区はそれぞれ独立した用水系統とし、各々揚水ポンプをもつ。

上記2案について事業費、年間経費および施設の操作等の点から比較検討した。表4-14に検討結果を示す。

##### 最適用水路形態の選定

表4-14に見られるように、ケース-1(管網形態)の年間経費が36,600R.O.

表4-13 ポンプ揚程の計算

Item	SE-1	SE-2	SE-3
1. Site Altitude, E (mamsl)	EL 20.0	EL 18.6	EL 18.4
2. Lowest Water Level, W (mamsl)	2.4	2.2	2.2
3. Peak Discharge, Q (cu.m/hr)	<u>132.48</u>	<u>46.44</u>	<u>89.64</u>
4. Specific Capacity, S.C (cu.m/hr/m)	67	25	56
5. Drawdown, S <sub>1</sub> = (Q) / (S.C) (m)	1.98	1.86	1.60
6. Interferenced Drawdown, I <sub>1</sub> / (m)	0.03	0.04	0.04
7. Interference with Well Losses <sub>2</sub> / S <sub>2</sub> (m)	0.04	0.06	0.06
	S <sub>2</sub> = (I) / 0.75		
8. Total Drawdown, S <sub>3</sub> = (S <sub>1</sub> ) + (S <sub>2</sub> ) (m)	2.02	1.92	1.66
9. Operating Water Level, W <sub>2</sub> = (W <sub>1</sub> ) - (S <sub>3</sub> ) (mamsl)	EL 0.38	EL 0.28	EL 0.54
10. Actual Head, H <sub>1</sub> = (E) - (W <sub>2</sub> ) (m)	19.62	18.32	17.86
11. Friction Loss in Conveyance Pipe, L <sub>f</sub> (m)	8.3 <sup>1/</sup>	2.6	2.2
12. Pump Loss, L <sub>p</sub> (m)	2.0	2.0	2.0
13. Total Head, ΣH = (H <sub>1</sub> ) + (L <sub>f</sub> ) + (L <sub>p</sub> ) (m)	<u>29.92</u>	<u>22.92</u>	<u>22.06</u>
14. Design of Pump			
Peak Discharge, Q (cu.m/min)	2.208	0.774	1.494
Pump Diameter, D (mm)	125	100	125
Pump Type	Vertical turbine pump		
Motor Capacity, P (kw)	18.5	7.5	7.5
Water Raising Pipe, L (m)	35 (φ 125) SGP	35 (φ 100) SGP	35 (φ 125) SGP

<sup>1/</sup>: estimated by the following formula;

$$L_f = 10.666 \times C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L \text{ (m)}$$

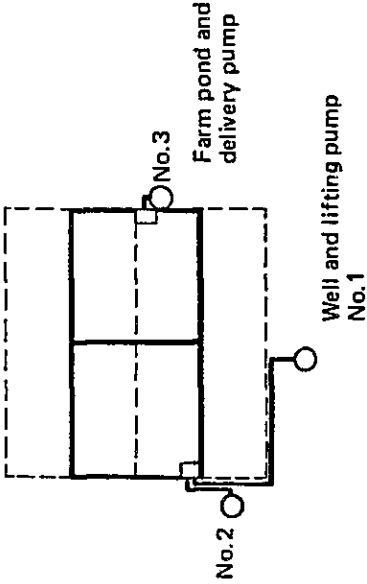
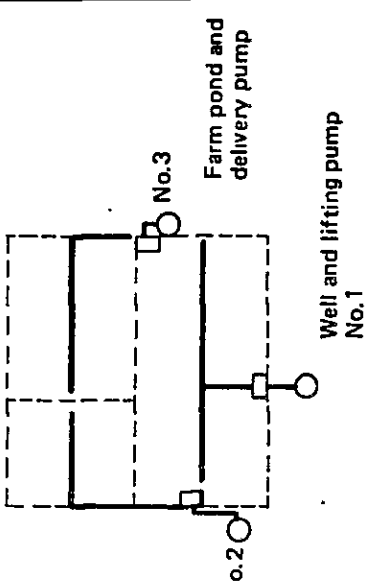
C : Velocity coefficient, 100 (SGP), 140 (VP)

D : Diameter of pipe (m)

Q : Discharge (cu.m/sec)

L : length of pipe (m)

表 4 - 1 4 計画用水系統の比較検討

Item	Case-1 (Link System)	Case-2 (Open System)
1. Diagram of Irrigation Networks		
2. Dimension of Facilities Pipeline Pump	$\ell = 3,470 \text{ m}$ , $D = 75 - 300 \text{ mm (VP)}$ $P = 45 \text{ KW} \times 4 \text{ units} + 45 \text{ KW} \times 2 \text{ units}$ Horizontal volute pump	$\ell = 2,780 \text{ m}$ , $D = 75 - 350 \text{ mm (VP, Dip)}$ $P = 45 \text{ KW} \times 3 \text{ units} + 45 \text{ KW} \times 1 \text{ unit} + 45 \text{ KW} \times 2 \text{ units}$ Horizontal volute pump
3. Cost; Construction cost $\frac{1}{/}$ Annual cost	$169.5 \text{ } 10^3 \text{ R.O}$ $36,690 \text{ R.O (100)}$	$174.6 \text{ } 10^3 \text{ R.O}$ $37,510 \text{ R.O (102)}$
4. Merit and Demerit	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Easy for correspondence to accident</li> <li>° Easy to obtain constant water pressure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Difficult for correspondence to accident</li> <li>° Easy to control water distribution</li> </ul>

1/ Consisting of the costs for distribution pipeline systems and delivery and lifting pumps

Detailed descriptions on alternative study are shown in Appendix 1-2.

であるのに対し、ケース 2 (樹枝状形態) の年間経費は 37,510 R.O. となる。さらに、施設の管理の面から見ても、ケース 1 の場合、事故に対する対応が容易であることから、前者の方が後者に比べ施設の運転経費ならびに管理の点から優れている事が明らかである。従って、本計画における管路の形態はケース 1 (管網形態) を選定した。

## 2) 末端かんがい施設

末端かんがい施設はドリップかんがい施設 (分岐管およびドリップホース) とスプリンクラーかんがい施設である。前者は野菜、果樹のかんがいを、一方後者は牧草 (アルファルファ) のかんがいを計画である。以下にこれらの末端かんがい施設の諸元を示す。

### ドリップかんがい

#### 分岐管

容 量 ;  $q_1 = 8.16 \ell / \text{sec}$  (水頭  $h_1 = 39.85 \text{ m}$ )

$q_2 = 6.58 \ell / \text{sec}$  (水頭  $h_2 = 24.84 \text{ m}$ )

管 路 ;  $\ell = 235 \text{ m}$  (硬質塩化ビニールパイプ)

#### ドリップホース

##### エミッター容量

野 菜 ; EMJ 10 ( $q = 3.98 \ell / \text{hr}$ ,  $h = 15.1 \text{ m}$ )

デーツ ; EMTB 6 ( $q = 76.5 \ell / \text{hr}$ ,  $h = 14.5 \text{ m}$ )

ライム ; EMTB 6 ( $q = 38.7 \ell / \text{hr}$ ,  $h = 14.5 \text{ m}$ )

バナナ ; EMJ 20 ( $q = 9.27 \ell / \text{hr}$ ,  $h = 18.9 \text{ m}$ )

防風林 ; EMJ 15 ( $q = 5.61 \ell / \text{hr}$ ,  $h = 13.6 \text{ m}$ )

パイプ ;  $\ell = 45 \text{ m}$  (ポリエチレンパイプ)

### スプリンクラーかんがい

スプリンクラー容量 ; Rain Bird 30H ( $q = 35.7 \ell / \text{min}$ ,  $h = 28 \text{ m}$ )

末端かんがい施設の詳細は資料編 G-5 に示す。

## 3) 地区内かんがい管水路

先に選定された計画地区内のかんがい管水路 (内径 75~300 mm、総延長  $\ell = 3,470 \text{ m}$ ) は、管網水理計算から求められた管内水圧 ( $h = 40 \text{ m} \sim 45 \text{ m}$ ) に基づき、経済的な管種選定を行い塩化ビニールパイプを採用した。管網の水理計算結果は資料編 I-2、

表 I - 2 参照。図 4 - 9 はかんがい管水路の計画用水系統を示す。かんがい管水路は道路に沿って地下に埋設する。

#### 4) 送水ポンプ

管水路へ通水する送水ポンプは、既存井戸の位置を考慮して、管網のほぼ対角線上で 2ヶ所に設置する。ポンプ機種は横軸渦巻ポンプであり、ポンプ諸元を次表に示す。

計 画 ポ ン プ 諸 元		
項 目	ポンプ No. 1	ポンプ No. 2
吸 水 位 ( m )	EL. 15.5	EL. 15.5
吐 水 位 ( m ) <sup>1/</sup>	EL. 64.0	EL. 62.5
実 揚 程 ( m )	48.5	47.0
全 揚 程 ( m )	50.5	49.0
ピーク揚水量 ( ℓ / sec )	190.6	95.3
1 台 当 り ピーク揚水量 ( m <sup>3</sup> / min )	2.859	2.859
ポンプ口径 ( mm )	150.0	150.0
モーター出力 ( kW )	45	45
ポンプ台数	4	2
ポンプタイプ	横軸渦巻ポンプ <sup>1/</sup>	

#### 5) ファーム・ポンド

送水ポンプと併設して 2ヶ所にファーム・ポンドを設ける。ファーム・ポンドの容量は、ピーク時における送水ポンプの運転時間を 6 時間、揚水ポンプの運転時間を 2.3 時間としてそれぞれ計画し、その運転時間の差 1.7 時間分をファーム・ポンドで調節させることとする。井戸 SE-1, SE-2 と連結されるファーム・ポンド ( A )、井戸 SE-3 と連結されるファーム・ポンド ( B ) の各容量はそれぞれ、 $V_1 = 3,100 \text{ m}^3$  <sup>2/</sup>、 $V_2 = 1,600 \text{ m}^3$  <sup>3/</sup> と決定した。

以上述べたかんがい施設の標準設計は図面 F-1010 ~ F-1011 に示す。

<sup>1/</sup> セントリフューガルポンプの一種で、案内羽根のないものをポリュートポンプと呼ぶ。

<sup>2/</sup>  $(36.8 \ell / \text{sec} + 12.9 \ell / \text{sec}) \times 3.6 \times 17 \text{ hr} = 3,100 \text{ m}^3$

<sup>3/</sup>  $24.9 \ell / \text{sec} \times 3.6 \times 17 \text{ hr} = 1,600 \text{ m}^3$

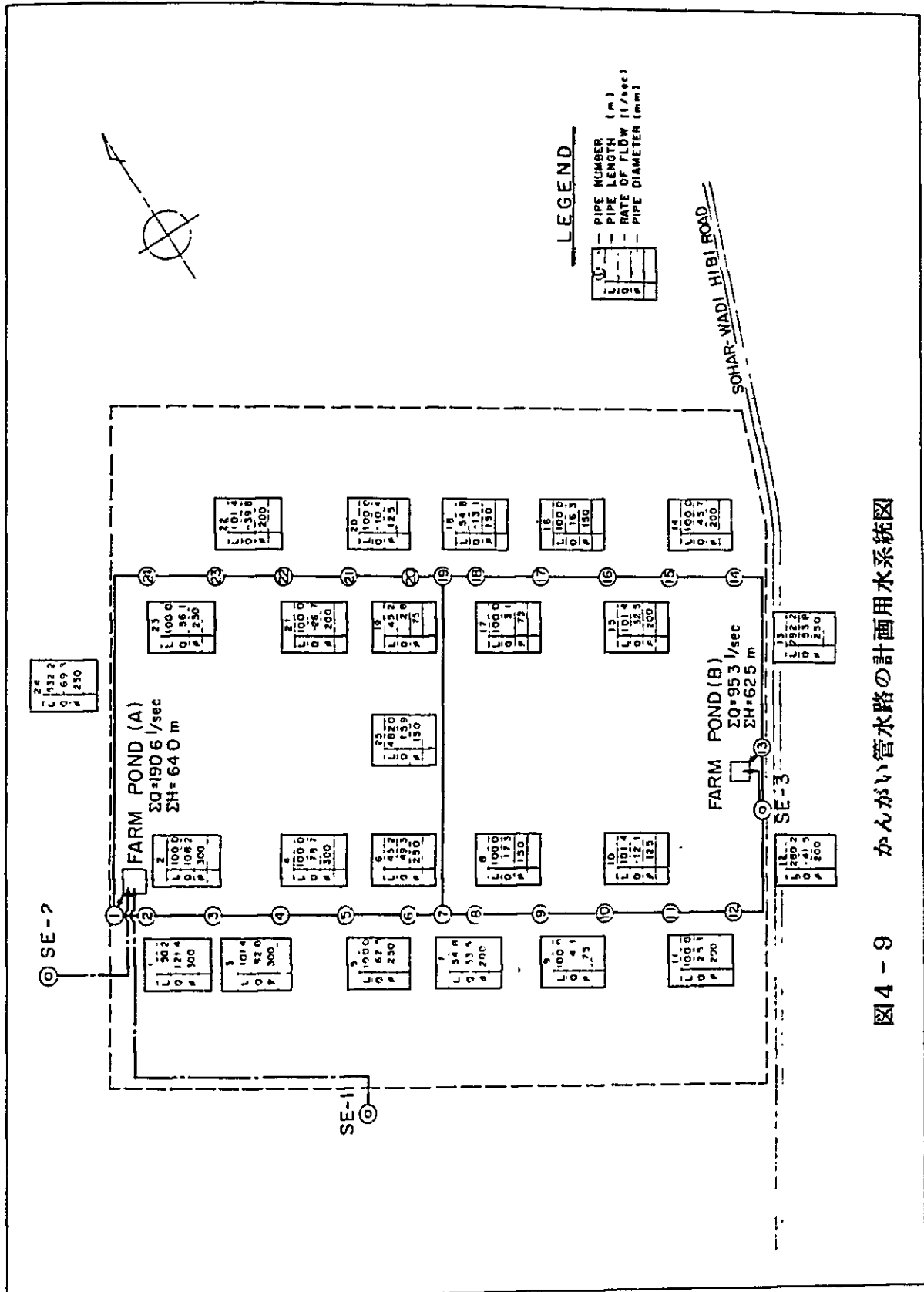


図4-9 かんがい管水路の計画用水系統図

## b) 農場施設

### 1) 農場施設の配置計画

農場施設（道路、防風林および洪水防御施設）の配置計画は、縮尺 1 : 2,000 地形図を用い以下に示す条件で行った。

農場開発面積	: 100ha
耕地面積	: 85ha
入植者数	: 20戸
一耕区の大きさ	: 1,062ha(45.2m×235.0m)
かんがいユニット(営農単位)	: 4耕区(4.25ha)
かんがいブロック	: 5かんがいユニット(21.25ha)

図面 F-1010 に農場施設の配置計画を示す。

### 2) 農場施設

道路、防風林および洪水防御施設等の農場施設について以下に記す。

#### 農道

地区内からの農産物の搬出、施設の維持管理用に 2 種類の農道を計画した。即ち、幅員 5.0 m の幹線道路と幅員 4.0 m の農道である。幹線道路は厚さ 10 cm の砂利舗装を行う。

#### 防風林

夏期の厳しい気象状況から作物の保護と農場生活環境の改善のため、農場内には北東-南西の方向に 200 m の間隔で、また農場の周囲にそれぞれ二列の防風林を植える。樹木はユーカリ、タマリスクである。

#### 洪水防御施設

農場を洪水から防御するために、農場周辺に排水路と堤防からなる洪水防御施設を設ける。

図面 F-1010 に以上述べた農場施設の標準設計を示す。

### 4-6-4 農場関連施設

計画農場内には、20戸の入植農家と1ヶ所の集出荷場が建設され、各農家には農機具と生産資材倉庫が設けられる。農家及び集出荷場敷地面積はそれぞれ150㎡及び200㎡とし、各農家には水源井戸から給水される。

a) 位 置

農場関連施設は、計画農場の東の中央部ソハールワジ・ビイビイ道路沿いに設け、その敷地面積は、入植者用として2.20ha、集出荷場として0.5haとし、メイン道路を挟んで位置する。集出荷場の用地0.5haには、ファームポンド及び揚水機場が含まれる。敷地の標高は、18.50mでありファーム道路の高さと同じ標高18.80mまで盛土を行う。

b) 建物設計

本地区に計画される建物は次のとおりである。

建 物	床面積 (m <sup>2</sup> )	戸 数 (戸)	総床面積 (m <sup>2</sup> )	備 考
農 家	150	20	3,000	
集出荷場	200	1	200	事務所を含む
ポンプ室 A	96	1	96	
〃 B	63	1	63	
計			<u>3,359</u>	

i) 農 家 (7人家族対象)

面 積	床面積	: 150 m <sup>2</sup>
階 数	平屋建	
構 造	コンクリートブロック造り	
設 備	給水、電気設備	
外部仕上	屋根 : セメントタイル	
	外壁 : 無仕上げ	
内部仕上	プラスター	

ii) 集出荷場

面 積	床面積	: 200 m <sup>2</sup>
階 数	平屋建	
構 造	鉄骨造り、鉄筋コンクリート基礎	
設 備	給水、電気設備、冷房設備	
外部仕上	波型石綿スレート	



内部仕上 プラスターとプラスチック塗装(事務所のみ)

iii) ポンプ室

面積 床面積 : 96 m<sup>2</sup> 1棟(A機場)  
 63 " 1棟(B機場)

階数 平屋建

構造 鉄骨造り、鉄筋コンクリート基礎

設備 電気設備

外部仕上 波型石綿スレート

c) 給水と電気

i) 上水(井戸より供給)

施設	給水人口 (人)	単位用水量 (ℓ/day)	戸数 (戸)	総用水量 (ℓ/day)
農家	7	250	20	35,000
集出荷場	7	250	1	1,750
計				36,750
				≒ 37,000

時間平均使用量は、1日の使用時間12hrとして3,085ℓ/hrとし、時間最大使用水量は6,200ℓ/hrとする。

高架水槽	容量	F.R.P製	7,000ℓ
	高さ	鋼製	20m
揚水ポンプ	揚水量	(20minで満水)	350ℓ/min
	全揚程		50m
	口径		φ65mm
	出力		11kW
	台数		2台(内1台予備)
井戸ポンプ	揚水量		350ℓ/min
	口径		φ65mm
	揚程		20m
	出力		3.7kW

	台 数	1台
沈砂槽		7,000ℓ
配管工事	ビニールライニング鋼管、平均口径φ50mm使用	

ii) 電 力 ( 既設配電設備を利用 )

電 圧	220V		
容 量	農 家	6KVA×20戸	120KVA
	集出荷場		7KVA
	ポンプ		15KVA
	計		<u>142KVA</u>

以上の農場関連施設のレイアウトを図面 F-1012 及び F-1013 に示す。

#### 4-7 事業費の積算

本事業の全体事業費 ( 建設期間中の物価上昇費も含む ) は、10.0 百万 R.O. ( US\$ 29.2 百万 ) で、このうち外貨は 8.5 百万 R.O. ( US\$ 24.8 百万 ) 、内貨は 1.5 百万 R.O. ( US\$ 4.4 百万 ) である。表 4-15 は各工種ごとの事業費の内訳を示す ( 詳細は資料編 J 参照 ) 。参考として、水資源開発計画のみの事業費を表 4-16 に示した。事業費の年次別支出計画を表に示す。

年	外 貨 分	内 貨 物	計
	( '000R.O.)	( '000R.O.)	( '000R.O.)
1983	580	140	720
1984	2,710	560	3,270
1985	5,180	820	6,000
Total	<u>8,470</u>	<u>1,520</u>	<u>9,990</u>

注 ) 詳細は資料編 J-3、表 J-4 参照。

事業費の積算は次の方式に基づき行った。

##### 1) 土木工事

- 準備工事 : 工事事務所、進入道路、測量等工事に必要な準備作業  
 ダ ム : 堤体、洪水吐、放水路工等

表 4 - 15 事業費の積算

Description	Total		Foreign Currency		Local Currency	
	R.O.'000	(US\$ '000)	R.O.'000	(US\$ '000)	R.O.'000	(US\$ '000)
1. Construction Works						
1-1. Preparation	505	1,477	420	1,228	85	249
1-2. Dam	3,159	9,237	2,744	8,024	415	1,213
1-3. Water Supply Facilities	67	196	62	181	5	15
1-4. Farm & Related Facilities	1,383	4,044	1,183	3,459	200	585
1-5. Overhead	1,023	2,991	882	2,579	141	412
Sub-total	<u>6,137</u>	<u>17,945</u>	<u>5,291</u>	<u>15,471</u>	<u>846</u>	<u>2,474</u>
2. Pre-engineering Works	146	427	125	365	21	62
3. Administration Cost	26	76	0	0	26	76
4. Consulting Services	910	2,661	725	2,120	185	541
Sub-total (1-4)	<u>7,219</u>	<u>21,109</u>	<u>6,141</u>	<u>17,956</u>	<u>1,078</u>	<u>3,153</u>
5. Contingency	1,083	3,166	921	2,693	162	473
Sub-total (1-5)	<u>8,302</u>	<u>24,275</u>	<u>7,062</u>	<u>20,649</u>	<u>1,240</u>	<u>3,626</u>
6. Price Escalation	1,688	4,936	1,406	4,111	282	825
Total (1-6)	<u>9,900</u>	<u>29,211</u>	<u>8,468</u>	<u>24,760</u>	<u>1,522</u>	<u>4,451</u>

表 4 - 1 6 水資源開発計画の事業費

Description	Total		Foreign Currency		Local Currency	
	R.O.'000	(US\$ '000)	R.O.'000	US\$ '000)	R.O.'000	(US\$ '000)
1. Construction Works						
1-1. Preparation	745	2,178	604	1,766	141	412
1-2. Dam	3,159	9,237	2,744	8,024	415	1,213
1-3. Overhead	781	2,283	670	1,958	111	325
Sub-total	<u>4,685</u>	<u>13,698</u>	<u>4,018</u>	<u>11,748</u>	<u>667</u>	<u>1,950</u>
2. Pre-engineering Works	126	368	108	316	18	53
3. Administration Cost	21	61	0	0	21	61
4. Consulting Services	670	1,959	534	1,561	136	398
Sub-total (1-4)	<u>5,502</u>	<u>16,086</u>	<u>4,660</u>	<u>13,625</u>	<u>842</u>	<u>2,462</u>
5. Contingency	825	2,414	699	2,044	126	368
Sub-total (1-5)	<u>6,327</u>	<u>18,500</u>	<u>5,359</u>	<u>15,669</u>	<u>968</u>	<u>2,850</u>
6. Price Escalation	1,278	3,737	1,058	3,094	220	644
Total (1-6)	<u>7,605</u>	<u>22,237</u>	<u>6,417</u>	<u>18,763</u>	<u>1,188</u>	<u>3,474</u>

取水施設 : 井戸、ポンプおよび送水パイプライン

農場および関連施設:

かんがい施設、農道、防風林等の農場施設および入居者の住居(給水、電力施設を含む)、集出荷センター等の関連施設

諸経費 : 直接土木工事費の20%計上

2) 追加調査および測量

抑留ダム、拡散施設および農場等の詳細設計に必要な測量、地質調査。

3) 工事管理および事務費

新たに設置されるプロジェクト・オフィスの経費として、1)～2)の内貨合計の3%を計上。

4) コンサルタントの技術供与費

追加調査および測量の手配、詳細設計、入札、施工管理等に対するコンサルタントの技術費。

5) 余備費

余備費には、想定した工事量の相違、設計時点で想定することの出来なかったものおよび現場の状況や基礎の地質が異ったための工事量の増加分が含まれる。余備費は建設工事費の15%とする。

6) 物価上昇費

物価上昇率は、次表に示すアジア開発銀行による国際物価指数とオマーン政府の公表指数を使用して評価した。

物 価 上 昇 指 数

(単位: %)

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>
外貨材 <sup>1/</sup>	8.0	8.0	7.5	7.0
内貨材 <sup>2/</sup>	9.0	9.0	9.0	9.0

<sup>1/</sup> : アジア開発銀行による国際物価指数を使用

<sup>2/</sup> : オマーン国、第2次5ヶ年計画案(1981～1985)による。

### 7) 単 価

本事業計画の積算に用いられた材料および労務費の単価は、オマーン政府が提供した1982年1月時点のものを使用した。

### 8) 外貨、内貨の率

労務費および工事の使用材料のうち、以下の材料はその単価が次の割合で外貨、内貨に分けられた。

<u>項 目</u>	<u>外 貨</u>	<u>内 貨</u>
	(%)	(%)
熟練労働者	90	10
未熟練労働者	80	20
セメント	50	50
鉄 筋	100	0
油 脂 類	20	80
砂、砂利および水	0	100
建設機械	100	0

