

3.3.4 水収支

対象地域には第四紀の河床堆積物や玄武岩質熔岩を帯水層とする不圧地下水とジュラ紀の石灰岩を帯水層とする被圧地下水という2つの性格の異なった地下水が存在する。両者は、単に賦存形態が異なるだけでなく、地下水の涵養様式および涵養域についても、非常に異なっているので、水収支を考える場合には、両者を別々に取り扱う必要がある。

本来、水収支の算定には系統的に確立された観測網（気象及び水文）の下で長期に亘って蓄積された観測データが不可欠であるが、一般にこのようなデータが整備されている地域は少ない。本地域に於いても同様であり、気象データが、水文地質データ、揚水量のいずれについても十分な観測データが得られていないのが実情である。従って、ここではいくつかの仮定ないし推定値を設けながら、本地域の水収支の大略を検討した。

(1) 降雨量

対象地域の降水量を各集水域別にまとめたものを次表に示す。（対象地域内の集水域図を図3.3.14に示す）

集水域別降水量

集水域	集水面積 (km ²)	平均年間降水量 (mm)	年間降水量 (m ³)
① Oujda集水域	2,890	342	988 × 10 ⁶
② El Aioun 集水域	2,340	268	628 × 10 ⁶
③ Hauts Plateaux 集水域	18,026	205	3,695 × 10 ⁶
④ Tafrata集水域	2,280	271	619 × 10 ⁶
Total	25,536	-----	5,930 × 10 ⁶

注) Oujda 集水域は、Chruga、Hassi Jdaini、Angad、Oulad Arja、Oulad Hamel、Sidi Yahya、Oulad Maamer、Mesteferhier、Louiza、Majen Masallah、Hassi Bessara の各地区を含む。

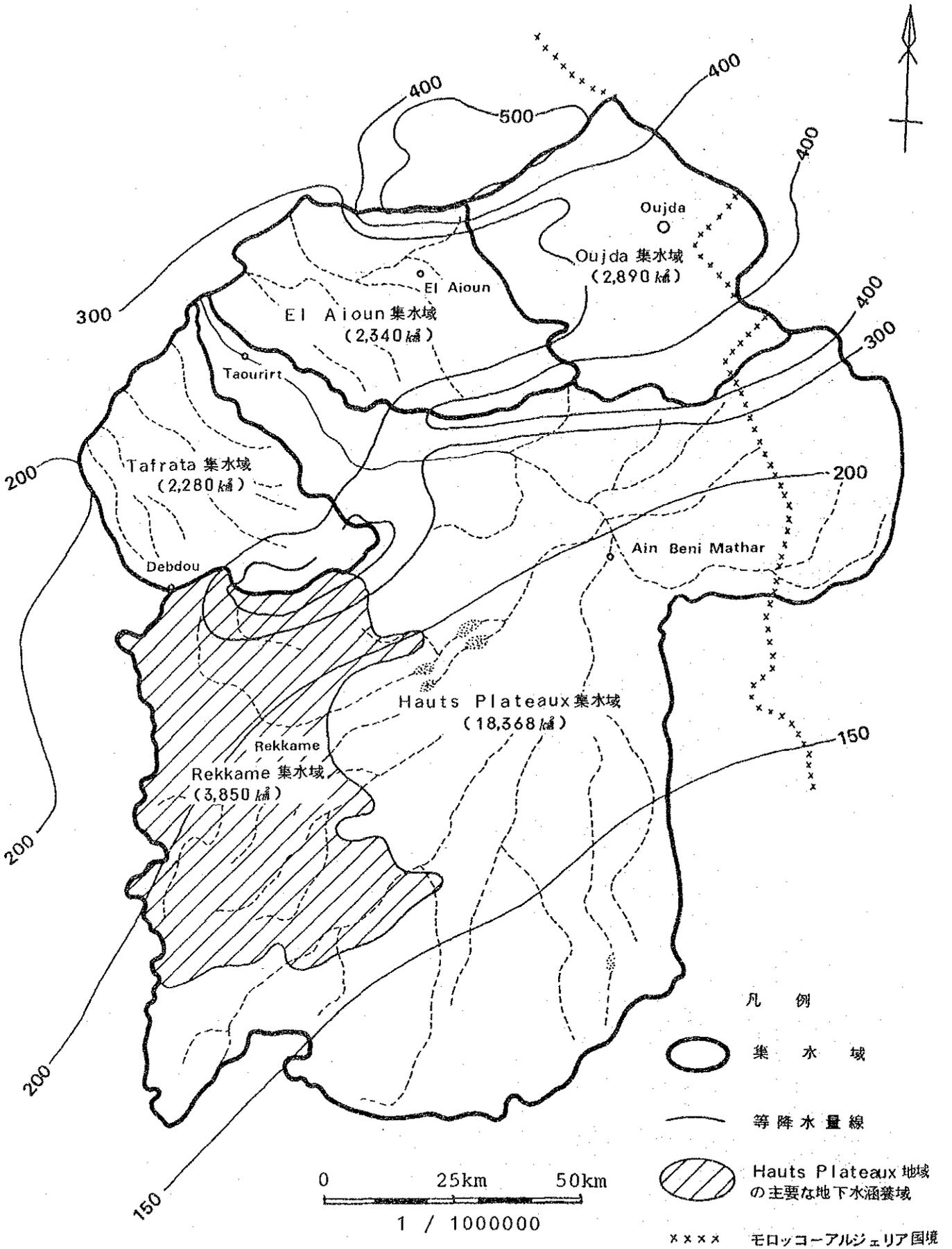


図 3・3・14 対象地域の集水域図

El Aioun集水域は、Oued Bou Rdim、chraya地区を含む。

Hauts Plateaux集水域は、Collectif Ain Beni Mathar、Ain Tbouda、Rkiz、Ain Beni Mathar、Hassin Diab、Ateufの各地区を含む。

Tafrata集水域は、Tafrata地区を中心とするTafrata平野全体を指す。

不圧地下水への涵養は、降水の直接的な浸透によるものに加えて、山脈を形成しているジュラ紀石灰岩層などからの側方浸透が存在し、涵養速度にも著しい差(1ヶ月未満～2年)があることは、すでに第3章で述べた通りである。従って厳密には、水系分布に基づいて区分された各集水域における降雨量をベースに涵養水量を算定するわけにはいかないが、主として地質構造から決められる水文的分水界と地形的分水界とが、本地域ではほぼ一致していると考えられることから、一応の目安とすることにした。

被圧地下水への涵養は、一般的に、揚水が行なわれてはじめて、生じうる性格のものであり、涵養速度は極めて遅いのが普通である。重要な被圧地下水帯を有するHauts Plateau地域では、西方のRekkame高原あるいは南方のHauts Atlas山脈におけるジュラ紀石灰岩の露出地域が有力な涵養域と考えられるが、その実態は明らかでない。

因に、Rekkame高原の集水面積は3,850 km²、平均年間降水量は216mm(832×10⁶m³)である。

(2) 河川流出量

対象地域内の河川はほとんど全てが、湍谷、ワジ(Wadi)となっており、年間を通じて常時流水の見られる河川はZa川の下流域とIsly川の上流域に限られる。その流量は次表とおりである。

河 川 流 出 量

河 川 名	観 測 地 点	年 間 流 量 (m ³ /年)
Za 川	Taourirt	108.1 × 10 ⁶
”	Ain Beni Mathar	54.7 × 10 ⁶
Isly 川	Guenfouda	9.8 × 10 ⁶

Za川の場合、通常、その下流域のみで流水があることから、Ain Beni Matharより上流域では、伏流浸透 (Influent Seepage)、下流域では地下水からの涵養浸透 (Effluent Seepage) を生じていることになり、Isly川の場合は、その逆の状態であると考えられる。

(3) 蒸 発 散 量

蒸発散量については、対象地域内に観測所が4ヶ所しかなく、十分なデータが得られていない。これら観測所における記録では、年間 1,654.8mmから 2,713.7mmとなっており、バラツキが大きいだけでなく、この地域の年間降水量 205～342mm と比べても格段に大きな値となっている。実際の値に換算するためには、補正係数を乗ずる必要がある。

そこでここでは、ソーンズウェイトの方法に緯度補正を加えることにより可能蒸発量を求めた。

可 能 蒸 発 散 量

	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	3月	4月	5月	計mm
Oujda (N35°)	107.8	67.0	37.3	22.1	20.0	23.6	38.6	50.3	80.4	114.2	152.5	147.9	867.1
Ain Beni Mathar (N34°)	99.9	54.0	24.2	12.4	9.7	15.8	34.4	46.2	75.4	119.9	161.5	146.3	799.7

図3.3.15及び図3.3.16(次頁)は、ソーンズウェイトの方法によって求めた可能蒸発散量と平均降雨量との関係を示したものである。この図に基づいて余剰水量 (Water Surplus)を計算すると、Oujda地域では降雨量の17.0%、Ain Beni Mathar地区では 7.5%となっている。

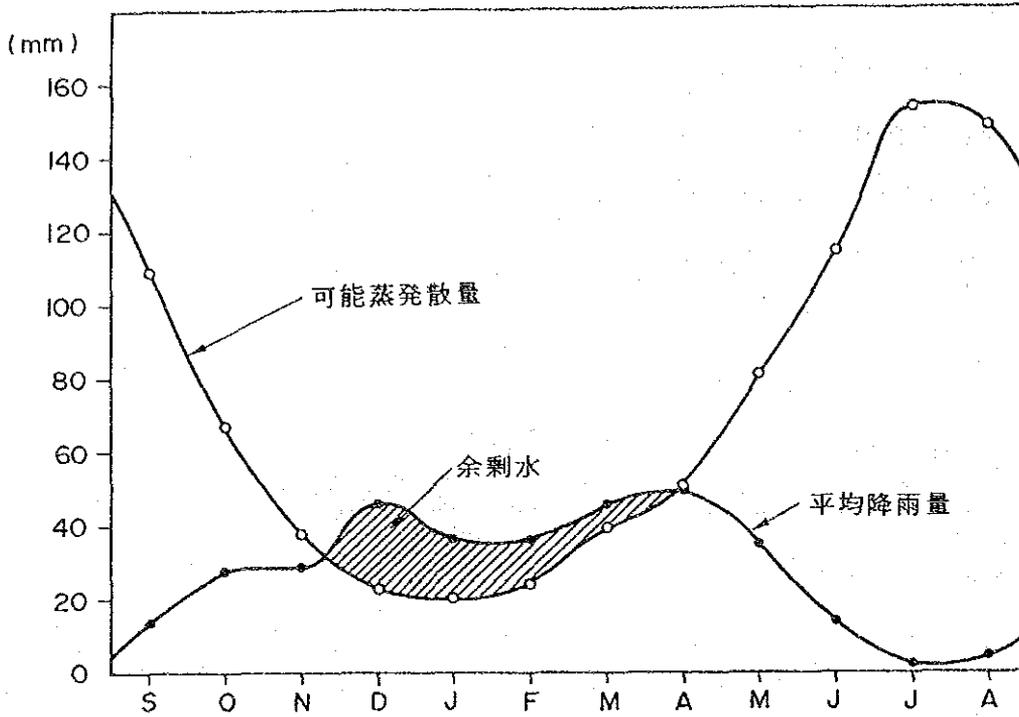


図 3・3・15 可能蒸発散量と平均降雨量 (OUJDA)

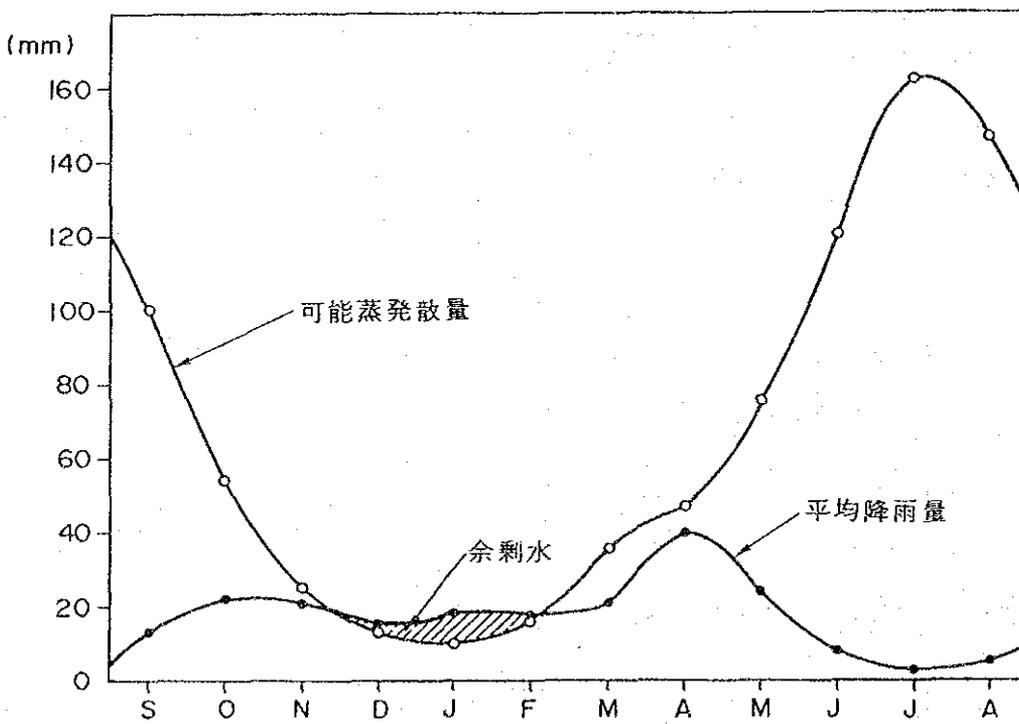


図 3・3・16 可能蒸発散量と平均降雨量 (AIN BENI MATHAR)

(4) 涵養水量

第3章 3.2.2 気象・水文で示した通り、Isly川及びTa川における直接流出量は降雨量に対してそれぞれ 3.5%及び 5.3%であるから、結局、降雨による直接的な地下水涵養量は Oujda盆地全体では降雨量の13.5% (46mm/年、 $133 \times 10^6 \text{ m}^3$ /年) Haut Plateaux 地域では 2.2% (4.5mm/年、 $81 \times 10^6 \text{ m}^3$ /年) と見積もることができる。但し、Isly川による直接流出量は、上流のGuenfouda において観測された流量から求められたものである。これに対し、モロッコ側で過去に実施した数値シミュレーションの結果では、およそ7%に相当する数値が得られている。この値は、アフリカ大陸におけるLvovich の推定値7%に等しいが、飽くまでも仮定条件に基づく推定値である。涵養率7%及び13.5%に対する涵養量はそれぞれ約2及び4 m^3 /秒である。

限られたデータに基づく解析ではあるが、オーダー的には両者は概ね近似する値を示している。しかし、開発に当っては、限られた貴重な水源の開発という観点に立ち、涵養量を過大評価しないよう留意すると共に、観測体制を更に強化して、慎重且つ段階的な開発を行なう必要がある。

他の地区においては、気象観測データが不十分なため、同様の見積りを行なうことができない。

下表は、Lvovich(1973) によって、見積もられた大陸別水収支である。対象地域の降水量は、全陸地平均の25~40%であり、典型的な乾燥~半乾燥地域であると言える。

注) Oujda 盆地の定義域は、図 3.3.14 に示される通り、以下の各地区を含む。

Chruga、Hassi Jdaini、Angad、Majen Msallah、Sidi Yahya、
Oulad Maamer、Hassi Bessara、Louiza、Mesteferkier、

大陸別水収支(Lvovich, 1973)

	ヨーロッパ	アジア	アフリカ	北アメリカ	南アメリカ	オーストラリア	全陸地	単位
降水量 P	734	726	686	670	1,648	736	834	mm/yr
流出量 R	319	293	139	287	583	226	294	
直接流出量 Rd	210	217	91	203	373	172	204	
地下水流出量 Rg	109	76	48	84	210	54	90	
蒸発散量 E	415	433	547	383	1,065	510	540	
$I = Rg + E$	524	509	595	467	1,275	564	630	
R/P	43	40	20	43	35	31	35	
E/P	57	60	80	57	65	69	65	
Rd/P	29	30	13	30	23	23	24	
Rg/P	15	10	7	13	13	7	11	
Rg/R	34	26	35	29	36	24	31	
Rg/I	21	15	8	18	16	10	14	
E/I	43	40	23	31	35	31	36	

3.3.5 電気探査による地質構造解析

水文地質データを補足するために、図3.3.17に示す各地点においてシュランベルジャー法 (Schlumberger's method)による垂直電気探査およびELF-MT法 (Extremely Low Frequency Magnetotelluric Method)による電磁探査を実施した。測定結果及び解析結果の詳細は ANNEXE 3.26~3.27に示した通りである。

(1) 垂直電気探査

比抵抗構造の解析は、標準曲線による図式解法と、コンピュータを用いたリアフィルタ法、非線型最小自乗法による数値解法とを適宜組合せて最適解を求

めた。

図3.3.18(1)~(6)は、上述の方法で得られた比抵抗モデルに基づいて推定された比抵抗構造断面図を表わしたものである。

地質データ等を総合して、推定された Haut Plateaux地域の地質断面を図3.3.19、その断面線の位置を図3.3.20に示す。

(2) E L F - M T 法電磁探査

E L F - M T 法は、地磁気地電流法 (Magnetotelluric Method) と呼ばれる探査法のうち、E L F 帯 (Extremely Low Frequency Band) の自然電磁波を利用する一手法であり、岩質と地下水含水率に関する見掛比抵抗 (Apparent Resistivity) の水平分布を測定するものである。本調査では EL Aioun 地区内の42地点について測定を行った。測定周波数として8 Hz、14Hz、20Hzを選んだ。

図3.3.21(1)~(3)は各周波数別の測定結果を示したものである。

EL Aioun の西方約8 km、16km、29kmの3ヶ所で高比抵抗帯が存在しているが、これらは、基盤岩の盛り上りを反映しているものと考えられる。特に16kmと29kmの位置にある2つの高比抵抗帯は、谷全体を閉塞するように横断しているのが特徴的であり、これらによって、EL Aioun地区がChrayaを含む地区とOued Bon Rdimを含む地区とからなる2つの盆状地形で分けられることになる。

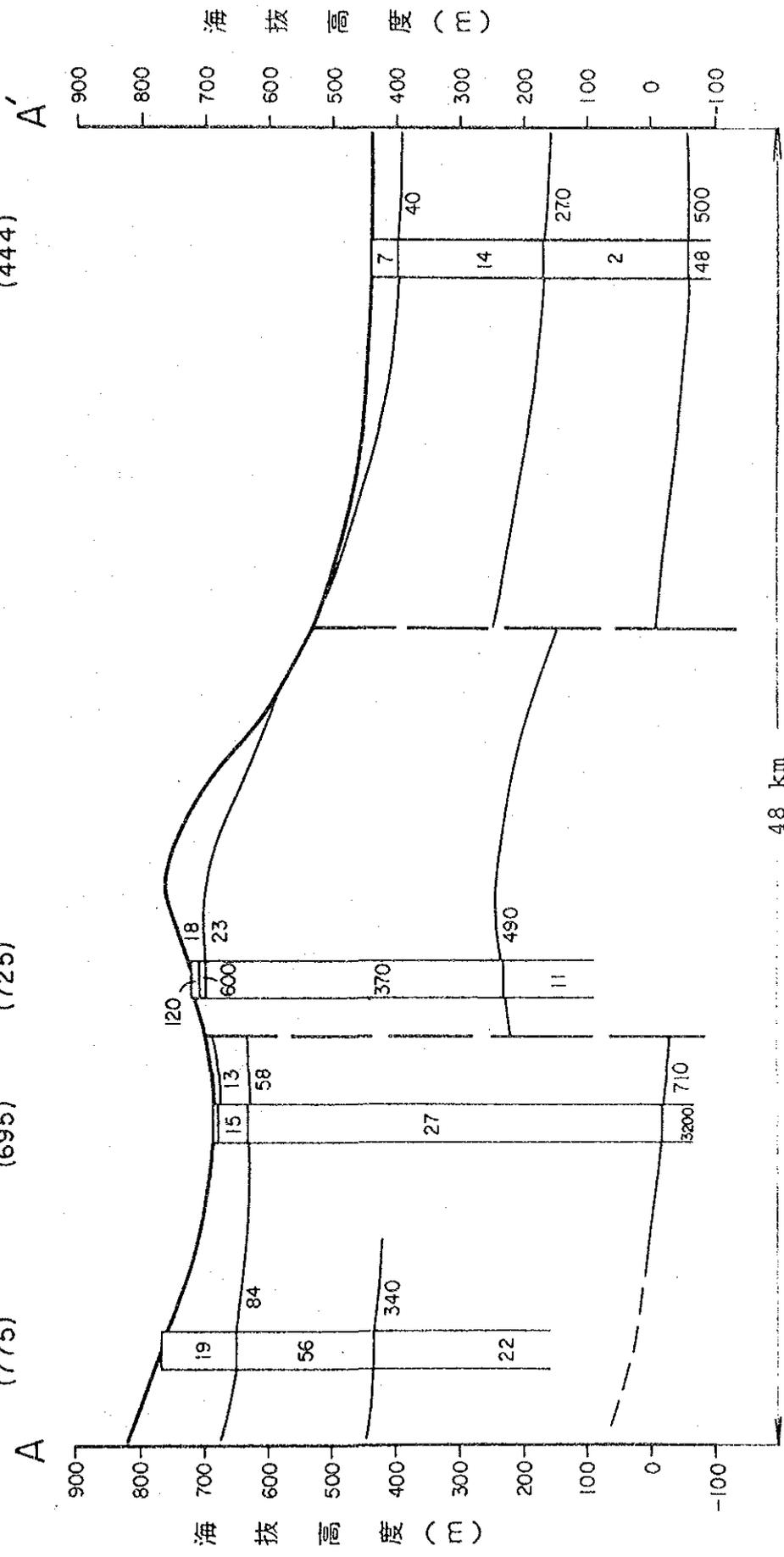
当地区の不圧地下水の賦存形態は、上述のように推定される狭い盆状地形の内部に堆積した新生代砂礫層の構造と密接に関係していると考えられるので、不圧地下水の貯留容積は Sidi Bou Houria盆地やAngad 盆地に比べはるかに小さいと思われる。

NO.1
(444)

NO.20
(725)

NO.19
(695)

NO.18
(775)



48 km

图 3 · 3 · 1 8 (1) 比抵抗断面 (A-A')

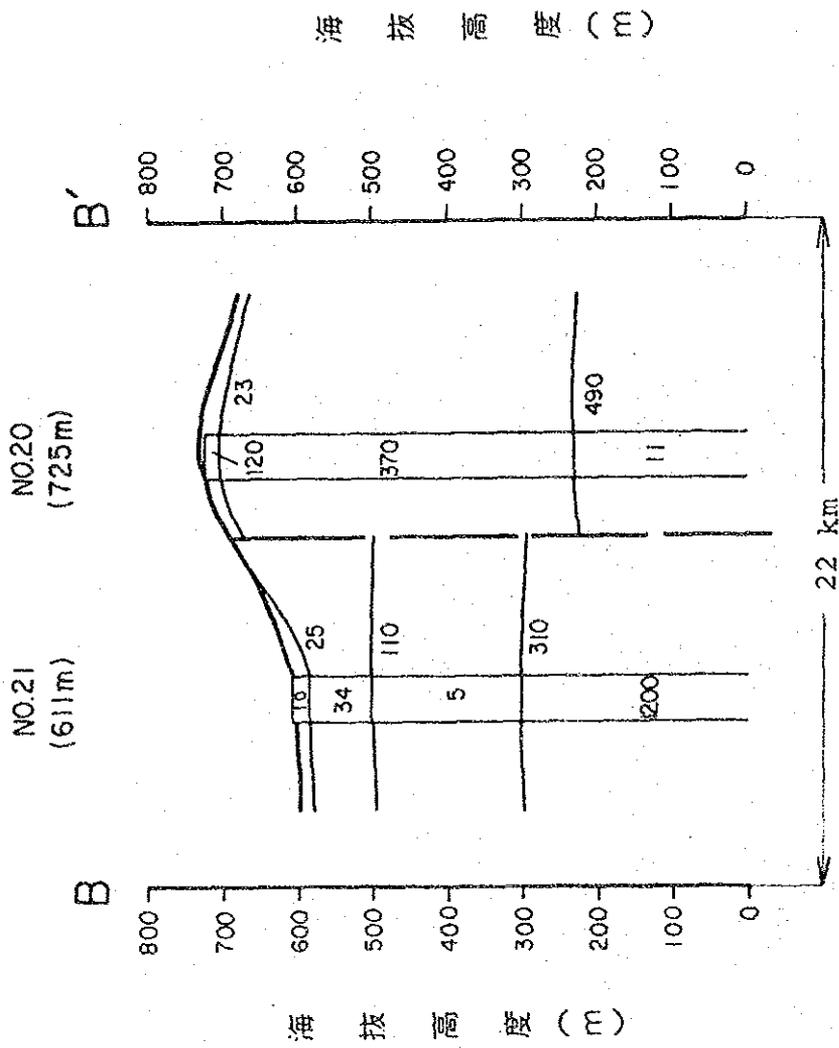


图 3·3·18(2) 比抵抗断面 (B-B')

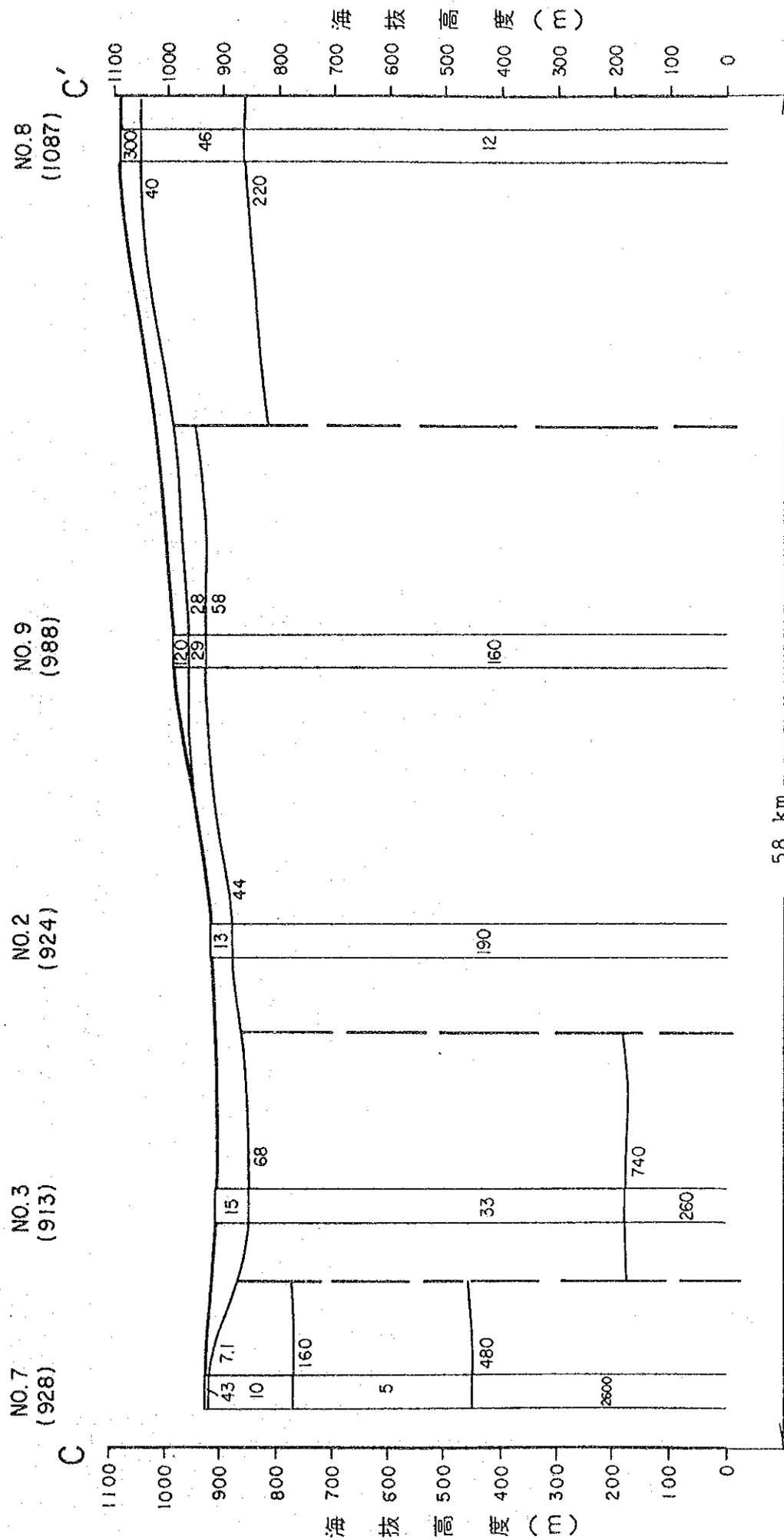


图 3 · 3 · 1 8 (3) 比抵抗断面 (C-C')

NO.4
(1190)

NO.6
(1062)

NO.2
(924)

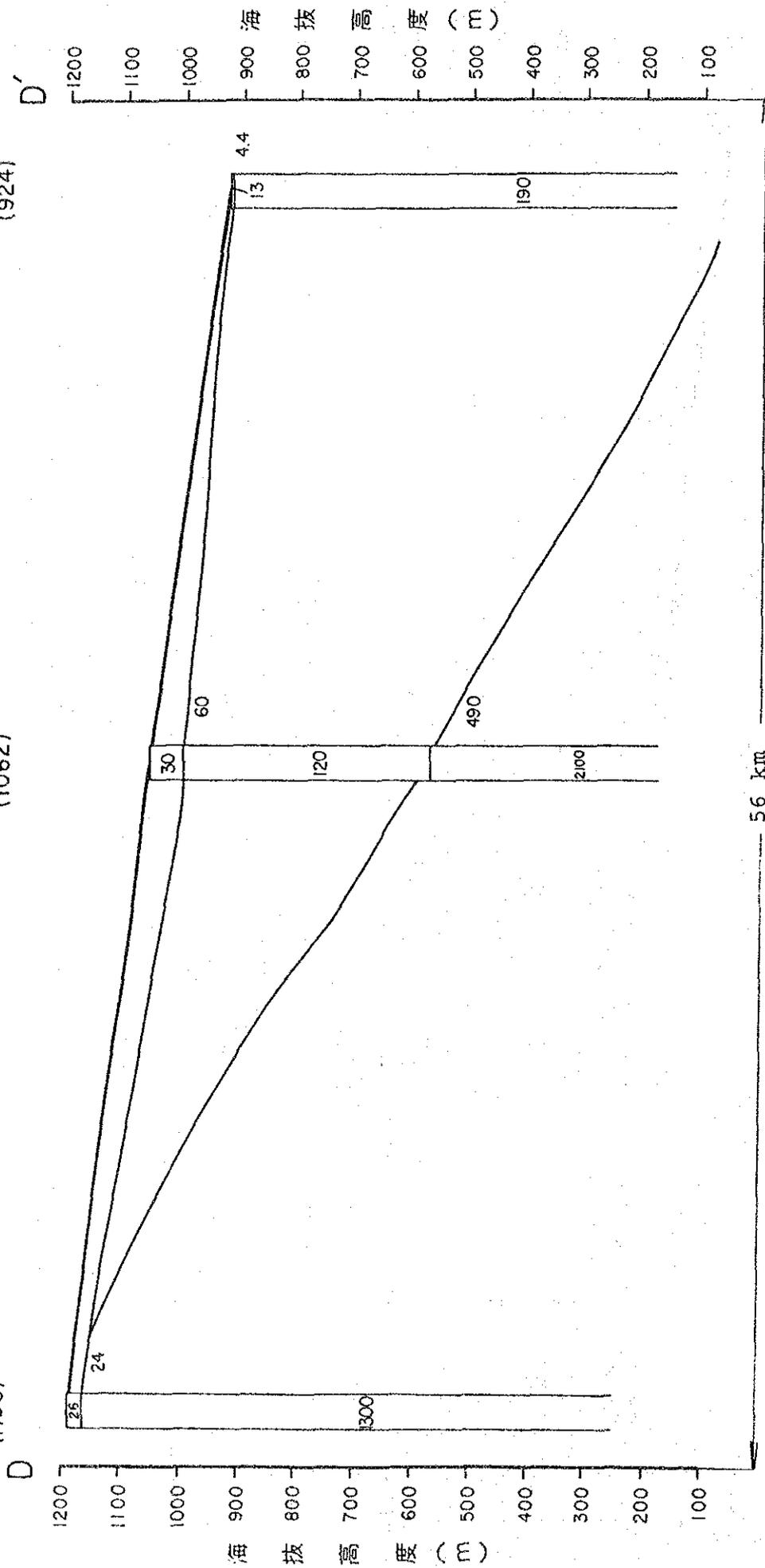


图 3 · 3 · 1 8 (4) 比抵抗断面 (D-D')

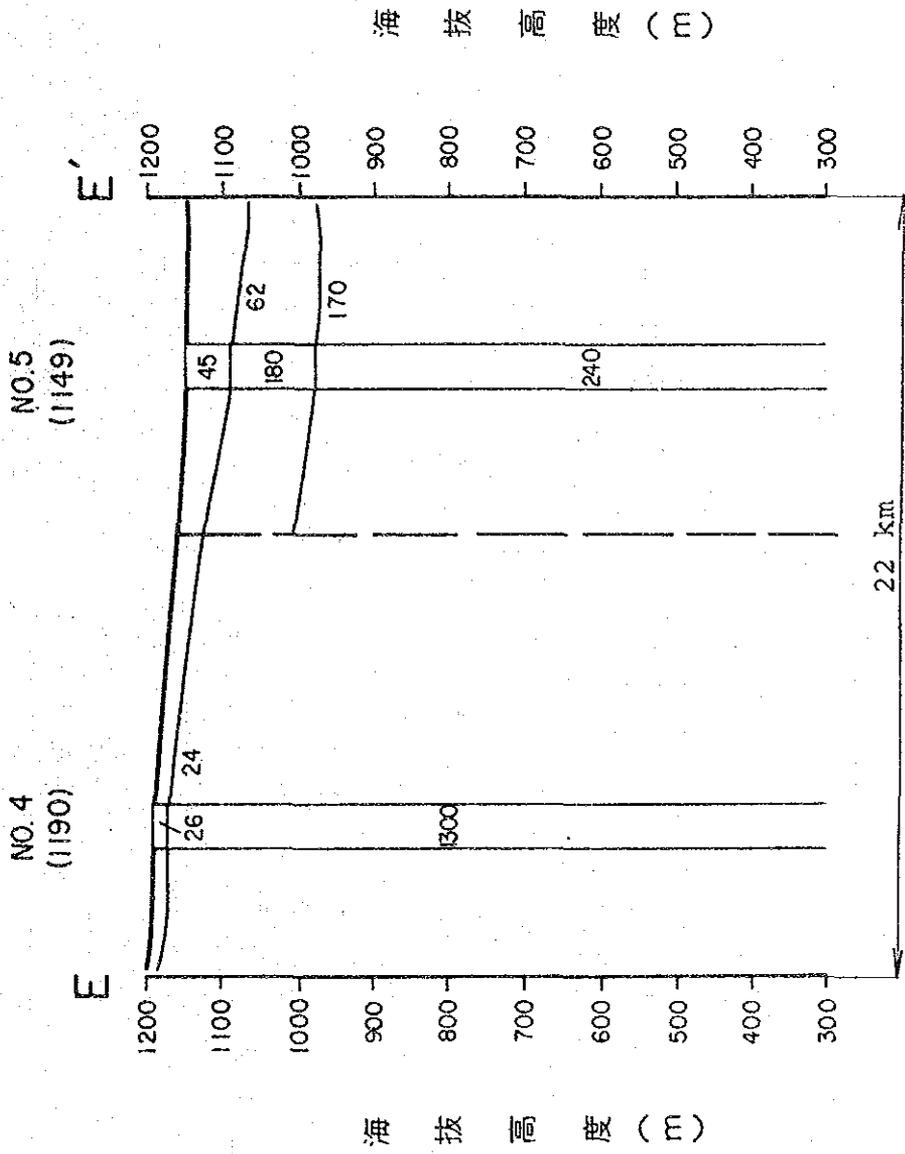


图 3 · 3 · 1 8 (5) 比抵抗断面 (E-E')

NO.12
(670m)

NO.13
(595m)

NO.14
(571m)

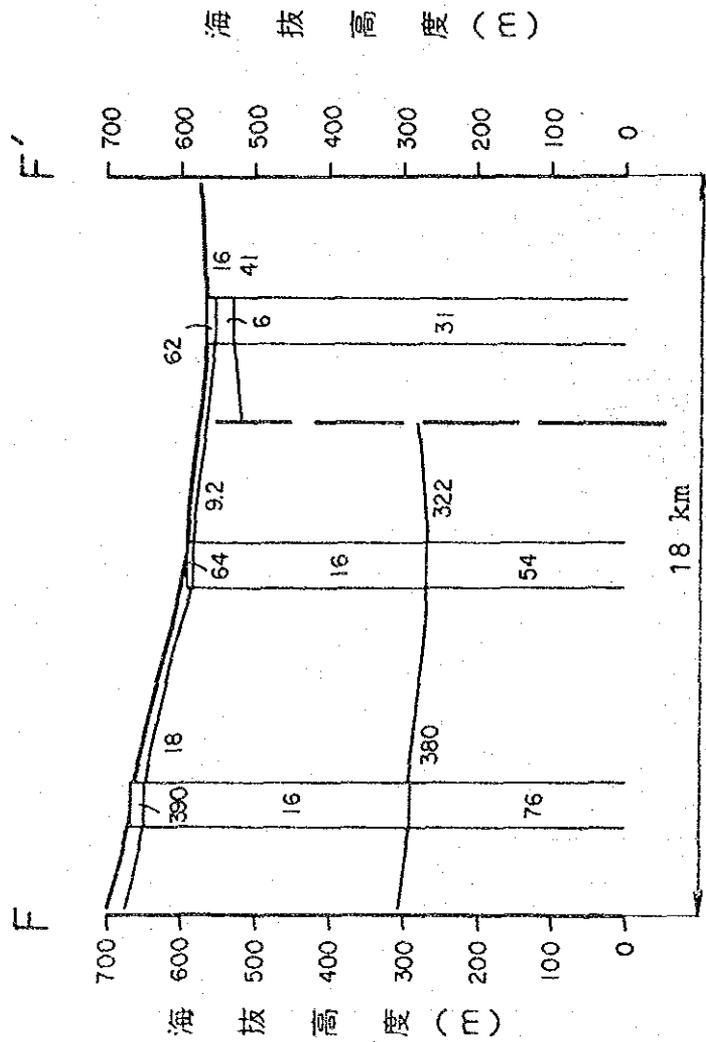


图 3·3·18(6) 比抵抗断面 (F-F')

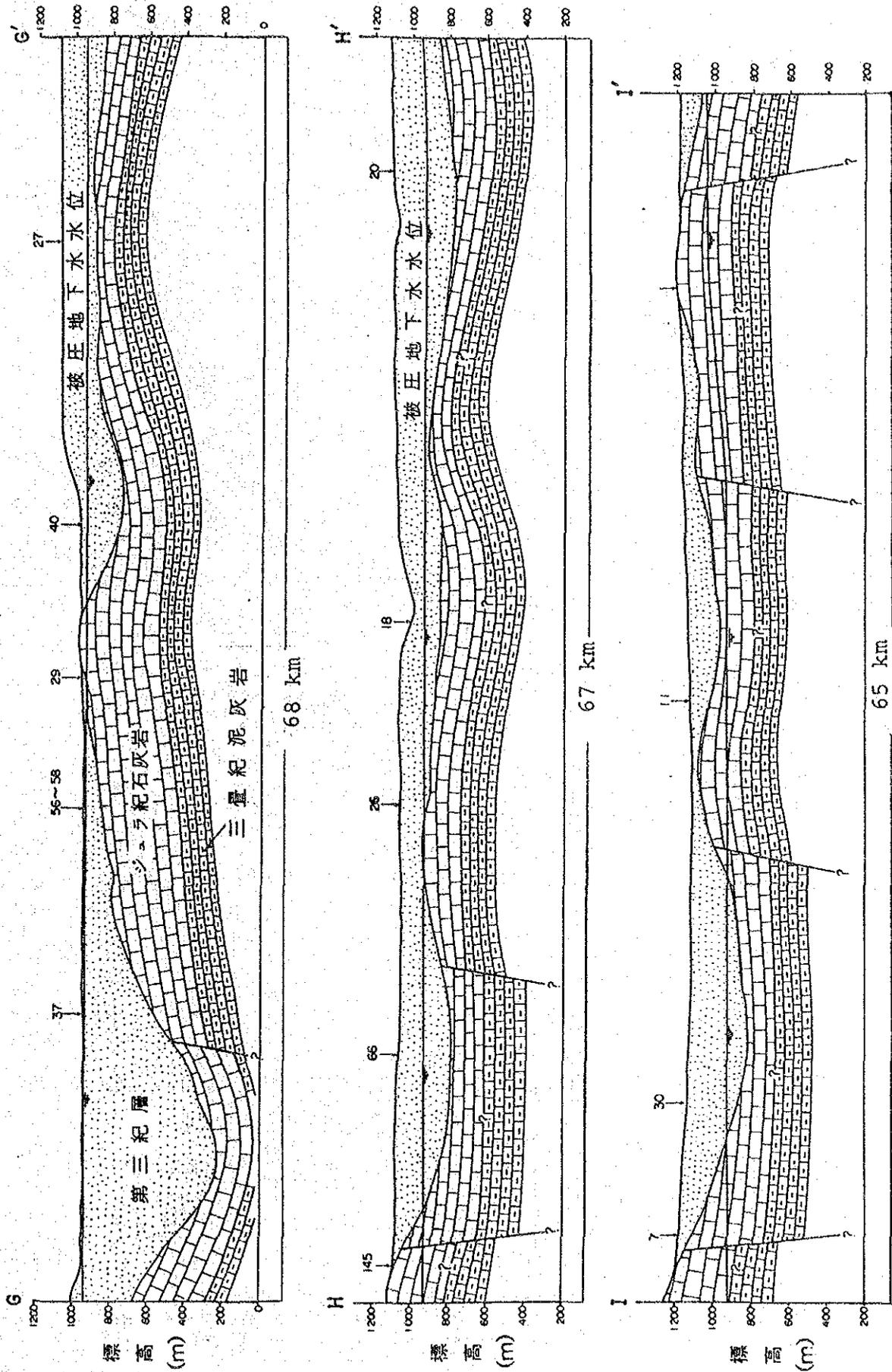


図 3・3・19 Hauts Plateaux 地域の地質構造と被圧地下水水位

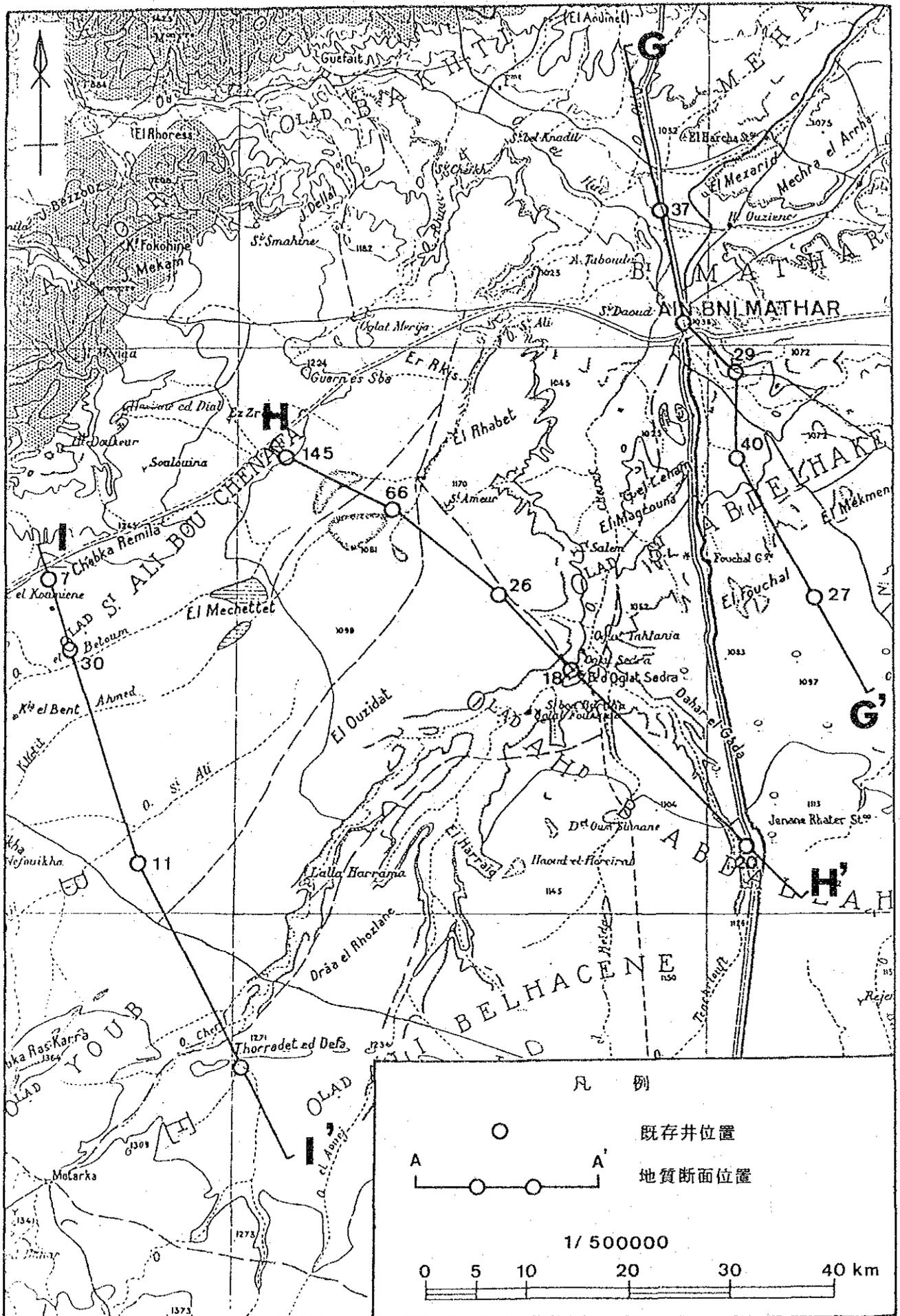
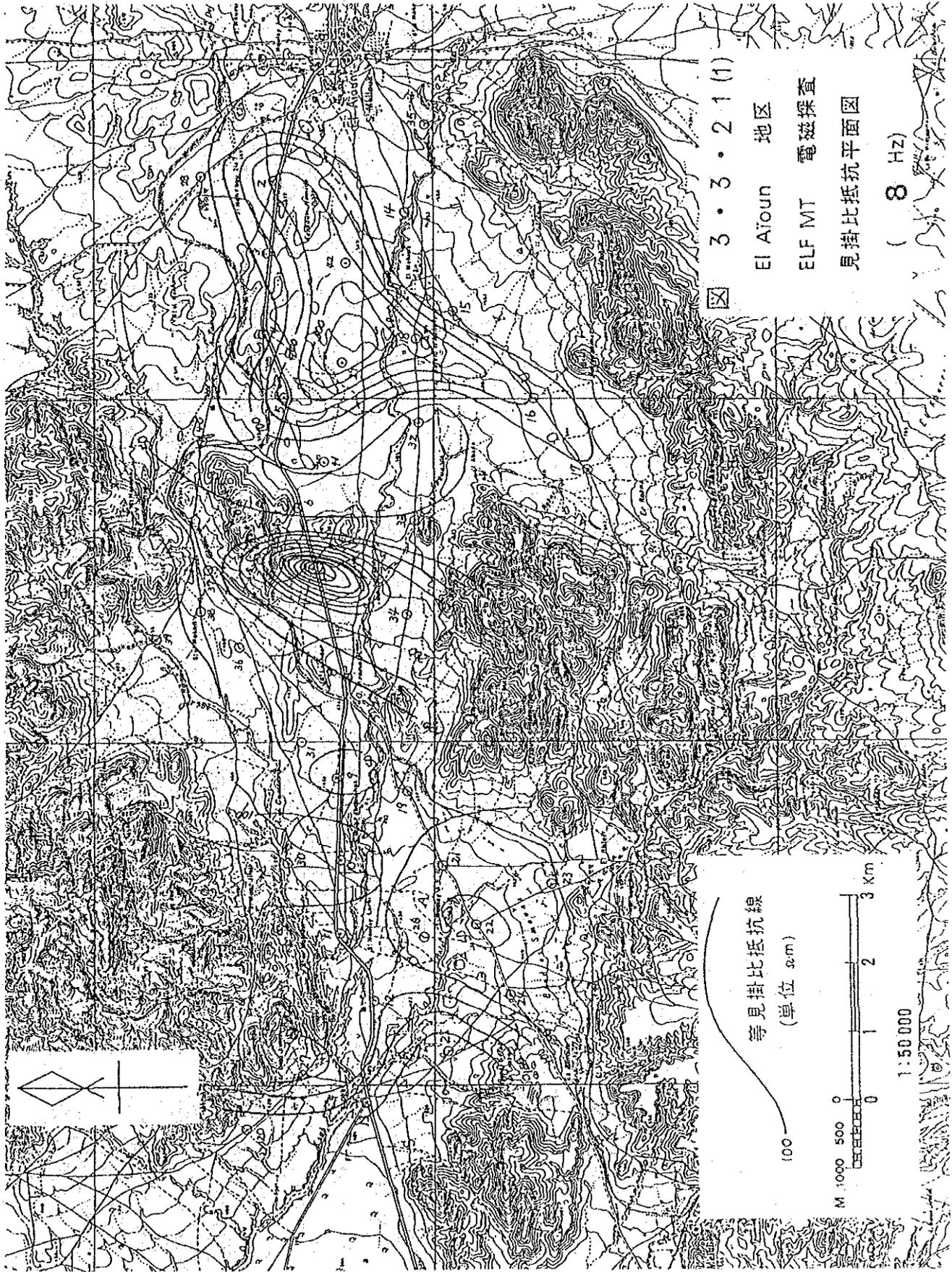


图 3·3·20 Hauts Plateaux 地域 地質断面位置图



3·3·21(1)

El Aïoun 地区

ELF MT 電磁探查

見掛比抵抗平面図

(8 Hz)

等見掛比抵抗線
(單位 a.m)

100

M 1:50 000
0 1 2 3 km

1:50 000

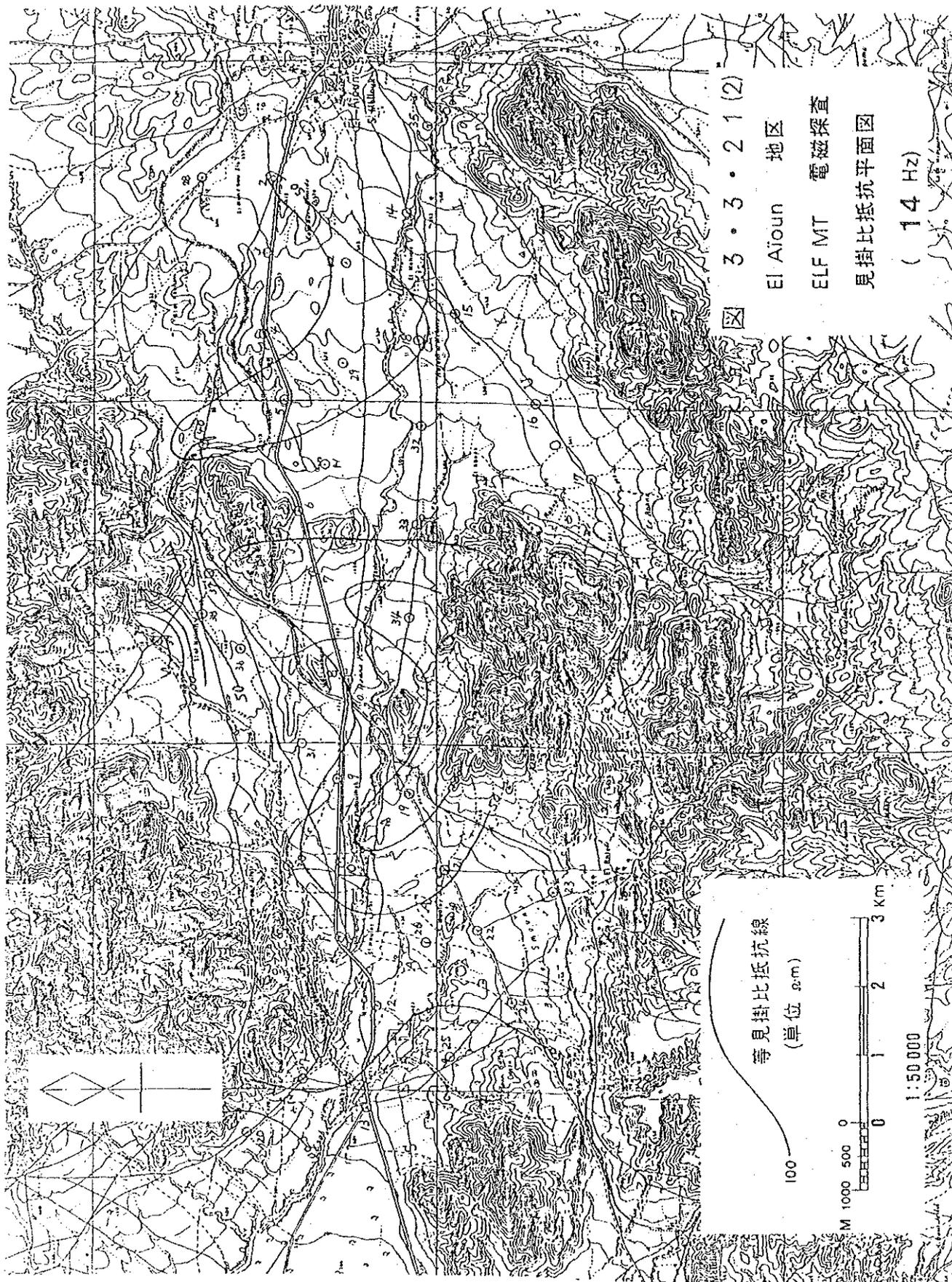


図 3.3.21(2)

El Aïoun 地区

ELF MT 電磁探查

見掛比抵抗平面図

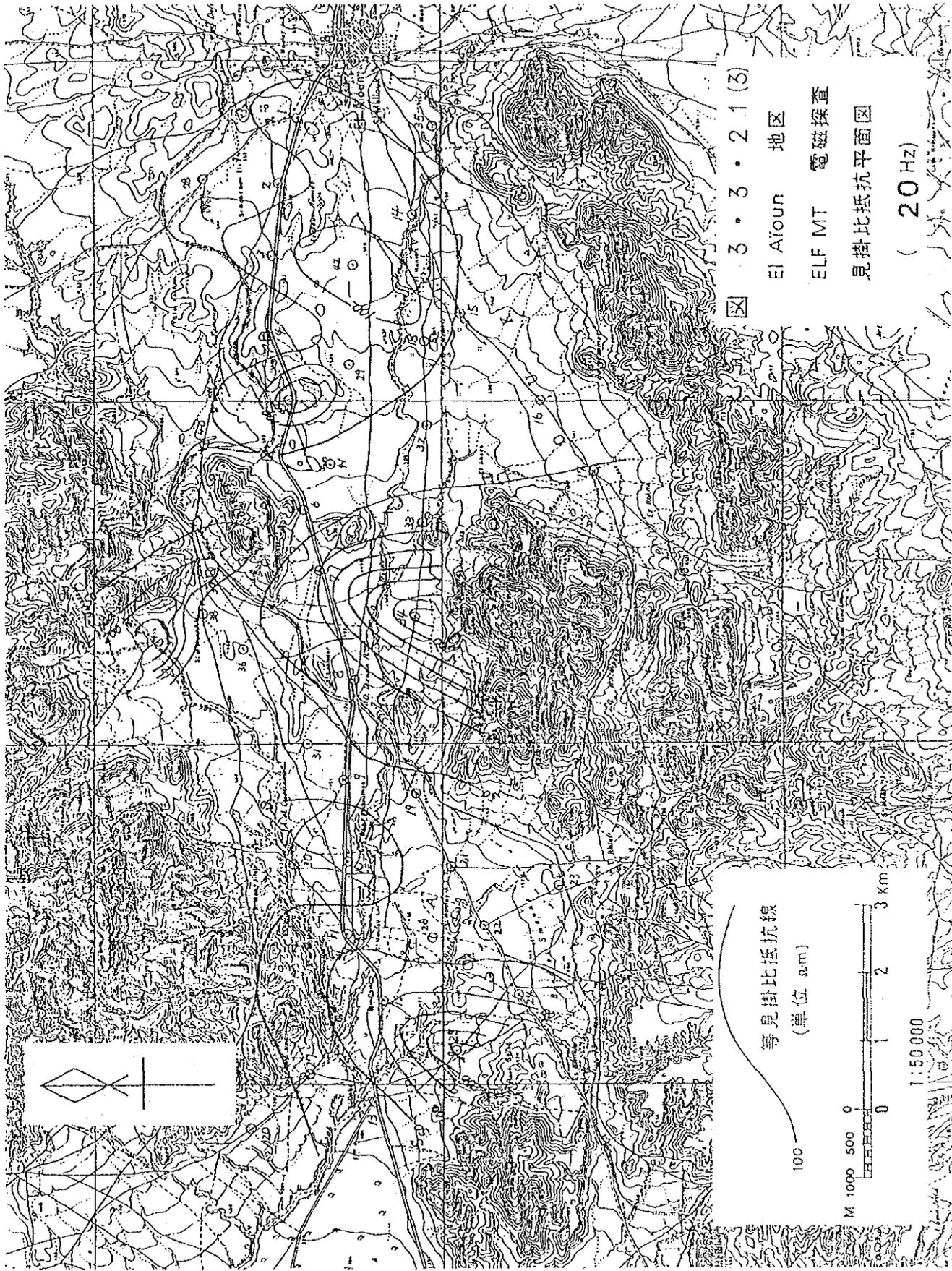
(14 Hz)

等見掛比抵抗線

(單位 $\Omega \cdot m$)



1:50 000



3.4 農業の現況

灌漑計画地区は当初次の5地区が予定されていたが、Sidi Yahya地区は、地下水開発可能量の調査結果より、新たな灌漑用水の開発は適当でないことが判明したので、除外することになった。(地区の除外については、「4.2.2 開発可能量」を参照)

地区名	地区面積
Angad	505 ha
Sidi Yahya	500
Ain Tbouda	270
Collectif A. B. Mathar	545
Chrayaa	58
計	1,878

計画地区の現況土地利用状況ならびに土地所有区分は次の通りである。

地区名	畑	未耕地	計	土地所有
Angad	455 ha	50 ha	505 ha	個人
Ain Tbouda	10	260	270	コレクティブ
Collectif A. B. Mathar	5	540	545	〃
Chrayaa	—	58 *	58	〃

* オリーブの廃園

計画地区の土壌は土壌調査を行っていないので、詳細は不明であるが、一般に石礫に富む、シルトクレイないしはシルトである。部分的には砂質土も含まれている。土層は40cm以上あり、作物栽培に大きな支障はない。

また、傾斜は一般に 1/500以内で部分的には 1/100以上の土地もある。全般に耕作の支障とはならない。

気候条件はAin Beni Mathar と他とは多少異なっている。

	Oujda (Angad)	A. B. Mathar
最高気温	24.6℃	26.2℃
最低 "	9.6	5.4
平均 "	16.3	14.9
降水量	333mm (167.1mm)	200mm (125.4mm)

()内は1981/82と1982/83の平均

上表のように年間降水量の少ないことから、灌漑施設のない畑では安定した作物栽培を行なうことはむづかしい。

4 計画地区の内、灌漑施設のある地区は Angad地区のみである。Angad 地区内でも井戸数は20本以内で、水の使用は飲料水、家畜用水、残りを灌漑用水としている。従って、灌漑面積も20ha未満と考えられる。

栽培されている作物は穀類が主であり、その他の作物は自家用程度である。

灌漑施設のない畑での穀類の栽培は粗放栽培で行なわれているため高収量は期待できない。計画地区別の生産量は次のように推定する。

地区名	作物	栽培面積	ha当収量	収量
Angad-A	穀類	435 ha	568 *	247.1 t
Angad-B	穀類	20	2,200**	44.0
Ain Tbouda	穀類	10	568	5.7
Collectif A. B. Mathar	穀類	5	568	2.8
Chrayaa	オリーブ	廃園		
計		470		299.6

* 1981/82~1983/84のウジュグ州の穀類の平均ha当収量
(ANNEXE 3.28 ~ 3.30)

** Rendements de la Campagne Agricole 1984/85

3.5 用水現況

3.5.1 定住者用水

1) 概要

水資源を研究、踏査し、用途を決定し、観測を続けてゆくのは、設備省の管轄である。

飲料水設備の建設に関しては、農業省の支局がそれぞれの村 (Commune Rurale) に対する技術者指導役として介入している。つまり、プロジェクトを決定し、調査する点で村を助け、更に施設の運営・管理に関する技術面での支援活動を行っている。

飲料水設備の拡充・維持は村の権限に属しており、村から地方公共団体、飲料水供給局に、または、州の技術課に委託するのが一般である。なお、これらの諸活動は、州農業事務所が依頼されて行なわれることも多い。

設備網の拡充・維持に必要な経費は、該当する村の負担である。この経費は村の財政をやりくりして支出されているが、国の補助金でまかなわれる場合もあるし、内務省の管理する「地方共同体開発基金」から運用されることもある。

さて、今回の対象となる農村部の飲料水供給の既存水源は、大部分が浅井戸 (puit) 及び自然湧水である。

特に、水運搬の距離の増加、日利用可能量の減少、さらに、これらの作業にたずさわる幼少年の労働は過酷であり、教育機会の減少とともに、緊急な対応策が強く望まれている。

なお、飲料水施設の大部分は牧畜の水飲場と併設されており、この地域の特徴となっている。

2) 要請地区の現況

a) Oulad Arja, Oulad Hamel 地区

Oujda市街地の5～6 kmに広がる地区で、東にアルジェリアの山々をのぞむ平坦地である。

両地区には、現在 3,550人の住民が居住しているが飲料水の供給状況は劣悪で、老朽化した既存の浅井戸はあるものの夏期には涸渇し、最大8 kmの徒歩による水汲みをおこなっている。

b) Oulad Maamer 地区

Oujda の市街地の南南西8～9 kmに位置する山麓部である。現在 690人が居住しており、付近には水源施設としての浅井戸が一ヵ所あるものの完全に涸渇しており、水汲みに費やす労力は大きい。

c) Louiza 地区

Oujda からNaima に至るハイウェイ沿いである。1971年の国勢調査では 561人、1982年では 360人となっている人口減少地区であるが給水事情の悪いことがこの一因とされている。

既存施設としては、南方5 kmの泉からパイプラインによって給水されているが、現在、この泉もほとんど涸渇している。なお、既設の配水タンクおよびアプロバー（家畜用飲料水施設）は今後も利用可能である。

d) Mesteferki地区

Naima の南7 kmのIsly川上流の西側斜面である。3,080人が居住しており、民家も多く集落らしいまとまりを呈す。

既存施設は2.8 km上流の泉よりパイプラインによって給水される二ヵ所の配水タンクがあり、その地点より重力送水によって3 km下流まで飲料水の供給をおこなっている。この地域の中心地として重要な公共機関も有しているが、近年の旱魃によ

り泉の水が濁れ、新たな水源の早急な手当てが望まれている。

e) Hassi Jdaini 地区

Beni Drar 市街の北東 3 km の国境の近くに位置し、周りは平坦な畑地が広がっている。

1,478人が居住しているが、夏期には給水状態も悪く、新規の深井戸を必要としている。

井戸要請地点にはポンプ場、配水タンク、アプロバーがあるが、このポンプによって 5.6 km 北東の山頂にパイプラインで一旦揚水し、その地点から 6 ヶ所に重力方式により給水している。これらの諸施設は、今後も十分利用できる。

f) Chraga 地区

Oujda の北方 28 km のアルジェリア国境に位置する山村である。人口は 2,768人であり、かなりまとまった集落を形成している。

既存施設としては、配水タンクとアプロバーがあり Hassi Jdaini よりパイプラインによって揚水されている 6 ヶ所のうちの 1 つである。

g) Majen Msallah 地区

Ain Sfa よりハイウェイを 5 km 程北上した道路沿いに位置する。人口は 1,818人であり、多くは農耕に従事している。

4 km 西部の泉より、山間部は開水路、丘陵地からはパイプライン方式により送水されており、同パイプラインはさらに 5.5 km 程東に延びている。

新規井戸計画地点には浅井戸、配水タンク、アプロバーがあるが浅井戸は冬期でも水位が低く（45 m 程度）、手汲みは困難である。

h) Majen Hassi Bessara 地区

Ain Sfa の南西 9 km の一面平坦な裸地の多い畑地帯である。

新規井戸計画地点にはポンプ場があるのみで、そこから南 4.9 km までパイプラインで揚水し、その地点から重力方式によって 4 地点に給水を行っている。ちなみに同地区の人口は 3,032 人となっている。

現在、同ポンプ場は、井戸自体の湧水量低下、ポンプ施設の老朽化等で新設のポンプを必要とするが、南方へ送水するパイプラインは今後も利用することができる。水源水量は乏しく冬期は 2 日間で 45 分程度の揚水が可能であるが、夏期はほとんど涸渇している。

i) Khalloufyne 地区

Oujda の南方、Guenfouda から南西 4.5 km に位置する丘陵地である。

人口は 1,230 人であるが、集落的なまとまりはみられない。5 km 程南方の泉から給水されており、配水タンク、アブローパーがあるが、水源が涸渇し現在まったく機能していない。

j) Sahb Ahmed 地区

Guenfouda から 16 km 程、西に入ったなだらかな南斜面に位置している。人口は 391 人であるが、これは先回の国勢調査時から半減しており、劣悪な給水事情がこの理由の一つと考えられる。

既存施設は、配水タンクおよびアブローパーであり、東部の泉より延長 9.8 km のパイプラインによって送水されていたものであるが、現在は機能していない。

k) Oued Bou Rdim 地区

El Aioun の北西 5 km の Za 川の支流 Oued Bou Rdim 川の沿岸地帯である。

人口は 2,396 人であり、多くは農業に従事している。

既存施設としては、浅井戸場があり、パイプラインによって北西約6 kmまで揚水していたが、旱魃により夏期の給水は極めて困難となっている。

l) Tafrata地区

Taourirtの南方に広がる広大な牧畜地であり、人口は1,727人と中規模の要請地区であるが、最も散居の程度の激しい地区である。

地区内には、数ヶ所アプロバーがあり、以前はDebdouの北の泉より送水していたが、泉の涸渇により給水の中止されているものが多い。

m) El Ateuf 地区

Debdouからさらに南方の、山道を登った標高の高い地点である。人口は6,320人と多く、比較的広範囲にわたって居住しているがこの地域の行政上の中心でもあり、対象地域の中では前述のMesteferkiと同様社会的に重要な地区である。

現在、数百m²のため池が主な水源となっているが、夏期には全く水が涸れ、水を求めて住民の歩く距離は20kmにもおよぶといわれる、最も給水状態の悪い地区である。

3.5.2 遊牧民用水

1) 概要

定住者用水のところで述べたと同じように、水資源を開発し、その用途を決定するのは設備省の管轄に属している。

遊牧民用水施設の計画、整備、予算措置及び施設の運営は農業省の支局によって行なわれている。なお、施設の拡充費用の一部については受益者がこれを負担している。

ウジュダ州南部における最も重要な生活基盤は遊牧民による牧畜業である。

この地域は、乾燥土漠地帯であり、砂漠化が急速に進行している。特に、ここ数

年の旱魃に伴い、牧畜用水および牧草の減少は危機的状況に至っている。

この旱魃のため、州内の綿羊、やぎの頭数は旱魃前の85万頭に対し、現在は約50万頭と、わずか数年の間に大幅に減少している。また、牧草と飲料水を求めて家畜の移動する距離は5 km以内が望ましいものにもかかわらず、夏期では片道20kmを移動する場合もあることから、家畜の品質が低下し、急速な農家所得の減少をひきおこしている。

このため、州農業事務所牧畜課では、牧草保全のため家畜頭数は、当面1 ha当り、1頭を目標とするとともに、牧畜試験地域を設定し、適正な牧畜管理と砂漠化防止を目指して、最大の努力を払っている。

牧畜用水の水源としては、井戸に頼らざるを得ないが、井戸深は300m前後と深く、建設コストも高いことから目標の達成は厳しい状況にある。

試験地域としては、Ain Beni Mathar 69,000haですでに一部着手されており、引き続き Rkiz、Hassian Diabを牧畜地域管理区と指定し、試験の実施を計画中であるが予算的な目途は立っていない。

牧畜用水供給施設の建設は、州農業事務所の農村施設課と牧畜課でおこなわれているが、これらの牧畜用水は家畜飲料水と同時に遊牧民のための飲料水供給施設でもあり、共同水栓場、ならびに貯水タンクも併設されて、遊牧民にとっては欠かせない貴重な飲雑用供給施設となっている。

2) 要請地区の概況

a) Rkiz地区

Ain Beni Mathar の西方20kmにハイウェイをはさんで南北に広がる、19,000 haの牧畜地区である。現在、既設の深井戸が一本あり、牧草管理のモデル地区として着手しやすいことから、州農業事務所より牧草管理区と選定されている。

b) Hassian Diab地区

Ain Beni Mathar から西に60km程入ったJerada郡の一部で、ハイウェイに南接する30,000haの平坦な放牧地帯である。

地区内は、中央部を東西にワジが走り、二分された形となっているものの植生状況、地形とも近隣地区を代表するもので、中規模のモデル地区として最適である。

c) Ain Beni Mathar 地区

Ain Beni Mathar 市街地の南方に広がる69,000haの広大な土漠地帯である。州農業事務所は1980年に、本地区をCollectif Ain Beni Mathar の牧畜管理地域と指定し、砂漠化防止と家畜数管理等を含む試験的な牧畜地域管理を試みている。

しかし、この試みを成功させるためには、最低5ヶ所の適切な給水場の配置が必要であるが、州農業事務所では現在までに3ヶ所設置したのみで、さらに2ヶ所以上の給水施設の設置が緊急に望まれている。

3.5.3 農業用水

1) 概要

a) 中・小規模灌漑について

灌漑新規地区の水源を開発するのは設備省の管轄である。

施設の計画、整備、予算措置は州農業事務所によって行なわれている。灌漑設備網の拡充はその受益者によって行なわれ、受益者はその維持・管理費用を負担するのが普通である。州農業事務所の各支局は必要に応じて介入し、灌漑設備網の拡充維持管理活動を通じて農民を援助している。

b) 灌漑面積

モロッコ王国の農業はそのほとんどが天水依存の農業である。

しかし、対象地域3郡では、耕地面積326,000ha に対して約 5.7%にあたる 18,524haが灌漑されている。

この灌漑面積のうち、州農業事務所の所管施設の灌漑面積は12,536haである。

その水源別灌漑面積は次表に示すとおりである。

水源別灌漑面積 (ha)

水源	地区数	通年可能面積	季節的可能面積	洪水時可能面積	計
河川水	23	5,781 ha	572 ha	3,000 ha	9,353 ha
泉	3	961	257	—	1,218
浅井戸 (Puit)	1	630	—	—	630
深井戸 (Forage)	16	1,335	—	—	1,335
計	43	8,707	829	3,000	12,536

*1 農業省ウジュダ州農業事務所の管轄する灌漑面積

*2 Berkane を除く値である

上表より、河川水による灌漑面積は全体灌漑面積の75%と比率が高い。しかし、主水源のZa川 (Taourirt地点) 及びIsly川 (Guenfouda地点) の日平均流量は3.43 m³/s、0.31m³/s であることから、河川水の開発可能量残量は少ないといえる。

(前述 3.2.2気象・水文)

c) 主な灌漑地区

① Ain Beni Mathar

Ain Beni Mathar 市街地の北西部に位置する本地区は、5ヶ所の井戸を利用して約1,100ha の灌漑がなされている。

② Oued Isly の灌漑地区

Isly 川上流の Guenfouda付近には3ヶ所の既存取水堰 (Prise Zekkara、Prise Sidi Moussa、Prise Knadsa) がある。各施設によって、それぞれ251

ha、390ha、332ha(合計 973ha)の面積を灌漑する計画になっている。しかし、最下流のPrise Knadsaは常時取水ができなく、その機能を果していない。

また、洪水時にはこれらの施設を利用して、2,500haの灌漑を行う計画になっている。作付け作物は、野菜、馬ごやし、穀類、アルファルファ、ベルシーム及び果樹等である。

③ Taourirtの灌漑地区

ムールヤ河 (Oued Moulouya)支線ザ川 (Oued Za)を利用して灌漑されている地区がTaourirt周辺にある。

取水施設は、Prise Aidir、Prise Taourirt及びPrise Lesshanaの3ヶ所あり、それぞれ 690ha、875ha、1,320ha(合計2,855ha)の面積を灌漑している。

作付け作物は、野菜、穀類及び果樹等である。

d) 灌漑方法

調査地区の灌漑は、地表灌漑(主にボーダー法、畦間法および水盤法)で行われている。

各々の灌漑方式別の作付け作物は次表のとおりである。但し、調査地区外である Berkane地方では、施設灌漑(スプリンクラー法、ドリップ法)で行われている地区もある。

灌 漑 方 法 別 作 付 作 物

灌 漑 方 法		作 付 作 物
地表灌漑	ボーダー法	穀類、牧草類、野菜類
	畦間法	野菜類
	水盤法	果樹類
施設灌漑	スプリンクラー法	穀類、野菜類
	ドリップ法	野菜類

c) 灌漑施設の管理

灌漑施設の調査、計画及び建設は、州農業事務所により行われている。ただし、井戸に関する調査、開発は、設備省ムールヤ水系水利局 (D. R. H. M.) で実施している。州農業事務所所管施設はANNEXE 3.28 によって知られる。

2) 要請地区の現況

モロッコ側からの要請書による灌漑開発要請地区及び概要は、下表に示す4地区である。

灌 漑 開 発 要 請 地 区

部	村	地 区	面 積	灌漑水量	井戸タイプ・数
Oujda	Sidi Yahya	Angad	500 ha	300 ℓ / s	10 puits
		Sidi Yahya	500	100	1 forage
Jerada	Collectif	Ain Tbouda	250	200	10 puits
		Ain Beni Mathar	500	400	5 firages
Taourirt	El Aioun	Charayaa	50	30	4 puits
計			1,800 ha	1,030 ℓ / s	24 puits 6 forages

a) Angad 地区 (図 3.5.1)

Angad 地区は Oujda 空港の北東に位置し、地区最東部は Isly 川に接している。地区内に点在する民家のほとんどは私有の浅井戸を備えている。しかし、近年の干ばつのため、廃屋となった家もいくつかみられた。

灌漑は、浅井戸を利用して井戸周辺の一部の面積に対して行われている。また、灌漑方法はボーダー法により行われている。その他の耕地は全て天水により灌漑されている。

本地区の東に隣接する約 766ha の地区は、1985年よりセンターピボットによる灌漑計画がなされている。

b) Sidi Yahya地区 (図 3.5.2)

灌漑対象地区として要請のあった Oujda市街地の東端に接した地区 (地区 A) と、飲料水開発要請地区と同一地区 (地区 B) との2地区の現況調査を行った。

しかし、4.2 地下水開発計画で述べたとおり、本地区 (A地区及びB地区) 周辺での多量の新規地下水開発は、地下水保全上規制する事が望ましい。

よって、本地区で多量の灌漑用水を必要とする農業開発を地下水の新規開発により行うことは好ましくないことから、本地区を灌漑対象地区から除外した。

地区 A

本地区の灌漑は、既存の深井戸 (最大用水量 = 80 ℓ / s) を利用して地区内の一部分をコンクリート水路で灌漑している。

しかし、この地区は、Oujda の市街化が進み宅地化している。そのため、灌漑用水路の周辺には民家が密集しているところもあり、灌漑用水は生活用水としても利用されている。

また、地区の一部はすでに宅地整備がなされている。さらに、この地区全体は Oujdaの市街化開発地域の中に含まれている。

地区 B

本地区は飲料水要請地点 (Oulad ArjaとOulad Hamel) を含んだ地区である。地区内には小河川が流れているが、水量がほとんどないため、河川を利用しての灌漑は行われていない。しかし、河川敷にはオリーブや麦が植えられ、生育状態も比較的よい。

灌漑は、浅井戸を利用して小規模な面積で行っているが、その他は全て天水灌漑である。

c) Ain Tbounda地区 (図 3.5.3)

Ain Beni Mathar の北西部約10kmに位置するAin Tbounda地区には、民家が3戸、4ヶ所の浅井戸が存在する。これら浅井戸は、飲料水、生活用水及び牧畜用水に利用されている。このため、灌漑は全て天水により行われている。地区南にはOued Tbounda が流れているが、降水時以外はほとんど水量がないことから、この河川の水を利用する灌漑は不可能である。

対象地区と道路とを挟んだ北側に広がる地域には多量の石礫が分布するため、農地としては不適である。

また、この地区の北東約 1.5kmにはShib Al Gharの灌漑用水として利用されている自噴水 (Shib Abdalwahad Forage) がある。

d) Collectif Ain Beni Mathar 地区 (図 3.5.3)

Collectif Ain Beni Mathar 地区は、Ain Beni Mathar 市街の北約 6 kmに位置する。本地区の既耕地は約 5 haで、天水により灌漑されている。

また、地区の北側にはOued Ouziyyaneが流れているが、灌漑用水として利用できる水量が少ない。

本地区周辺は、浸食により生じたガリが多く存在し、地区西側の道路を挟んだ西側が特に浸食されている。

e) Chrayaa 地区 (図 3.5.4)

Chrayaa 地区はEl Aiounの西方 6 kmの地点にある。対象地区内はオリーブ園であるが旱魃により現在は廃園となっている。全て天水により灌漑されている。しかし、隣接した東側の私有地は、標高が低いことから浅井戸により地下水を得ることができ、ボーダー灌漑や時間灌漑によって、野菜類が作付けされている。

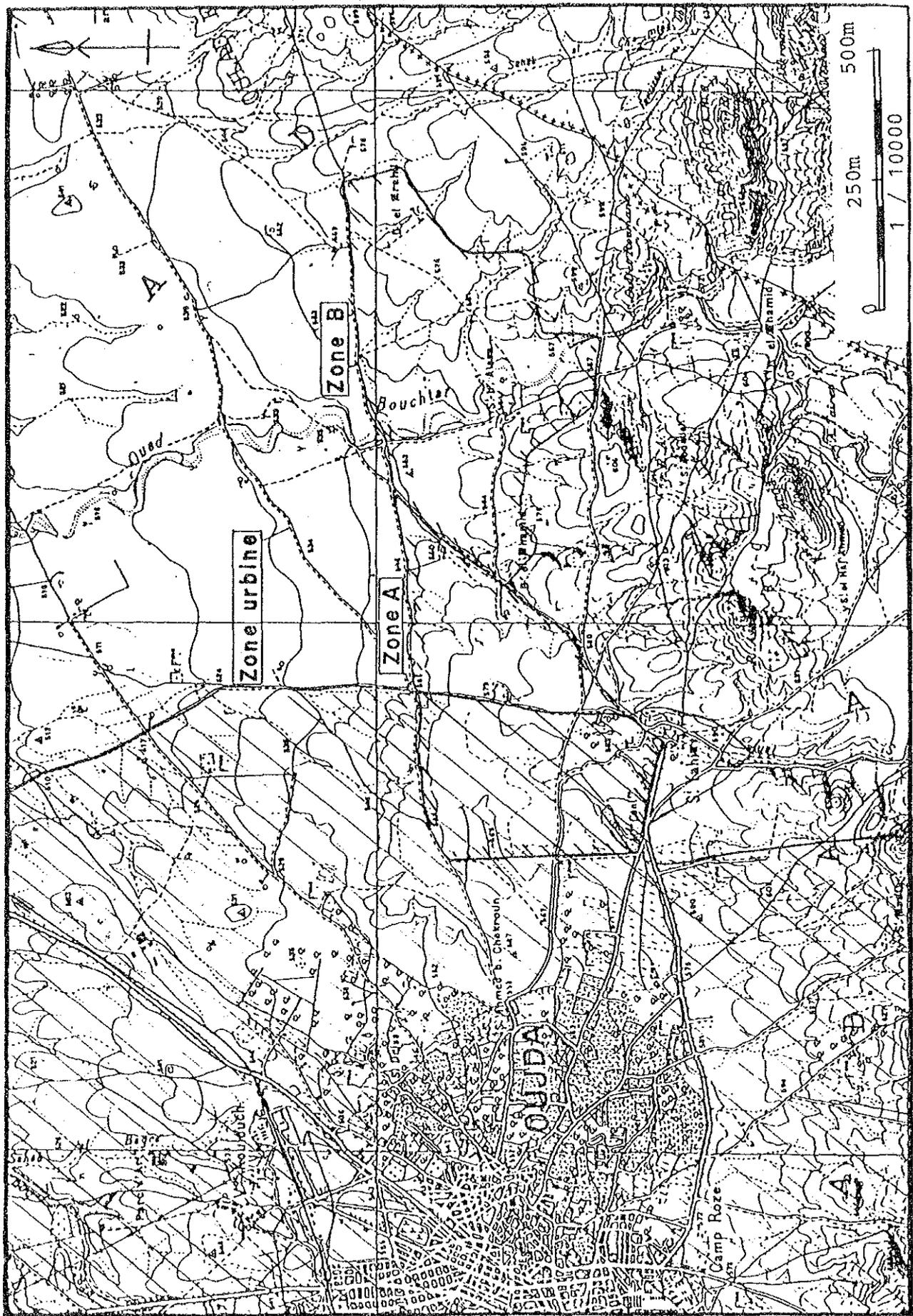


图 3 · 5 · 2 Sidi Yahya 位置图

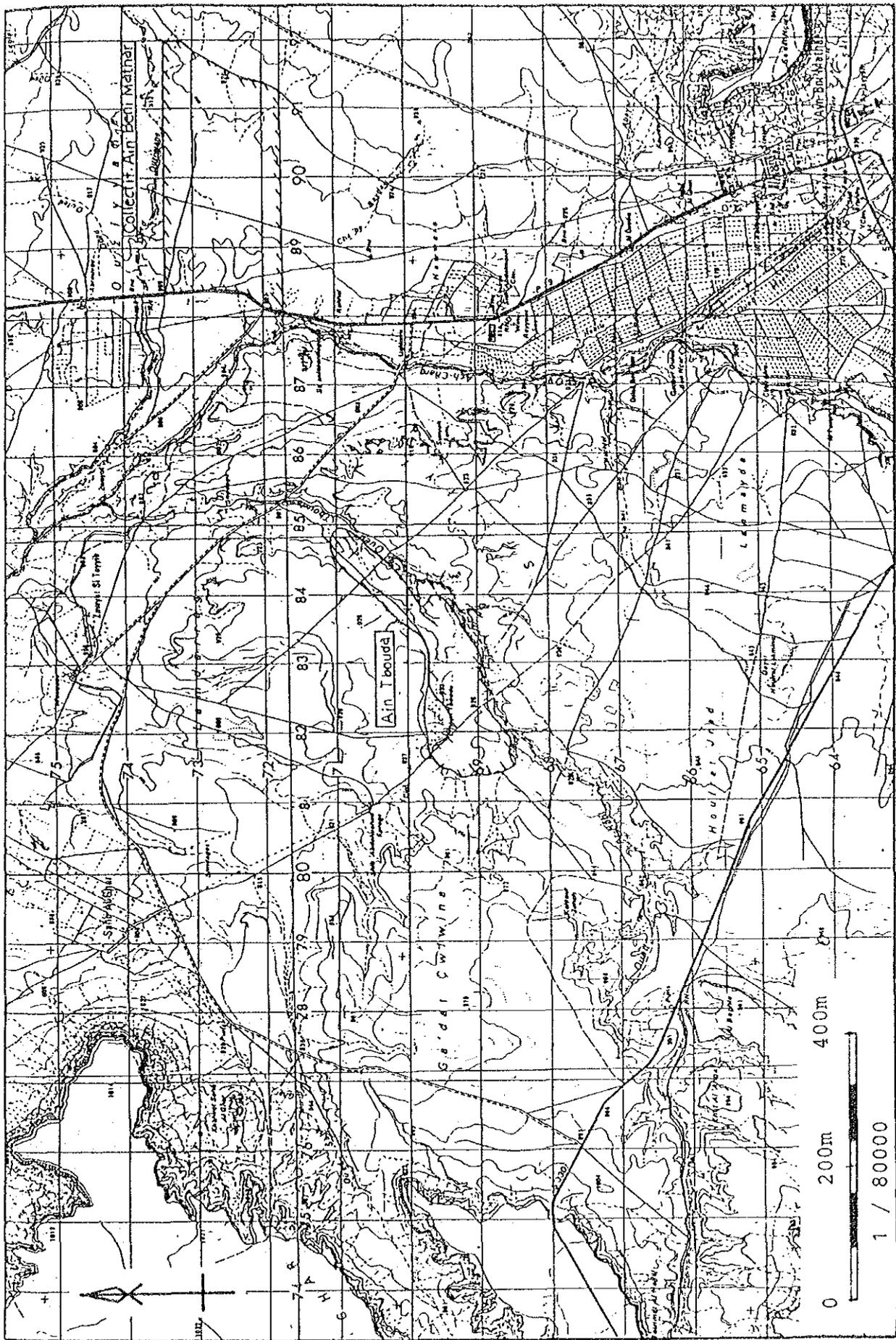


图 3 · 5 · 3 Ain Tbouda, Ain Beni Mathar 位置图

第 4 章 開発計画

第4章 開発計画

4.1 地下水／農村開発計画

4.1.1 計画の必要性

計画地区の現況で述べたとおり、過去5年間続いた長期早魃に伴う、ウジュダ州3郡の農村部の疲弊は、現地調査の結果、当初の予想を越える極めて深刻な状況にあることが明らかとなった。特に、この地域の主たる生活基盤は天水及び表流水と浅層地下水に頼って従来営まれていた牧畜と農業であり、早魃による水源の涸渇に伴い、農村住民はその生活基盤を急速に縮小或いは失わざるを得ない実情に至っている。

今回対象とされる22地区は、全国で最も早魃による影響が多大であった州のひとつであるウジュダ州において選定された地区である。従って、これらの地域において、安定した水源を確保し、疲弊した農村の機能回復を図る事はウジュダ州の農村部の活性化を目指す上で緊急且つ不可欠と判断される。

このためモロッコ王国政府は設備省が中心となり、地下水調査を行い、安定した地下水の発掘に努めてきた。しかし、国の直面する困難な経済情勢に加え、対象地域の地下水源は深く、開発には多大な費用が必要であり、これらが開発に対する大きな阻害要因となっている。

このような情勢のもとで、ウジュダ州における限られた地下水資源を活用して、緊急性の最も高い定住者用水、遊牧民用水、農業用水を主構成要素とする農村開発計画を策定することは、第4次5ヶ年計画におけるセクター別最優先開発目標に合致すると共に、対象地域に類似する気象・土地条件下の周辺地域に対してもモデル事業として大きな波及効果を期待することができる。

なお、対象地域における将来の農村開発についても、上記3用途を主構成要素とする地下水開発が主体となることが予定されている。従って本件計画により、

井戸が開発されるならば、これら井戸によって得られるデータは、この地域の将来の地下水解析と開発に対し、貴重な情報を与えることになる。

4.1.2 開発計画のコンポーネント

開発計画は、選定された22地区において以下の計画を策定する。

- | | |
|----------|--------------------|
| a. 定住者用水 | 14 地区 |
| b. 遊牧民用水 | 3 地区 |
| c. 農業用水 | 5 地区 |
| d. モデル農村 | 上記農業用水地区から
1 地区 |

上記 a、b、c の計画策定に際しては、特に水源の確保並びに必要水量の評価を重視すると共に、地下水開発可能量についてはその賦存状態等についてもできるだけ明らかにするよう検討を行う。

なお、今回選定された地区は、いずれも地下水を主要な水源としており、近くに利用可能な表流水源は存在していない。

一方、本件計画をモデルとして、今後この種の地下水農村開発計画をモロッコ王国独自で推進して行くためには開発に係る費用負担をできる限り軽減することが必要不可欠である。開発費用の大部分は地下水の開発費であることから、地下水開発に必要な各種資機材を設備省が保有し、国の直営事業として地下水開発を推進する体制を整備することは同省の念願であり、この緊急な対応策が必要と判断される。

4.1.3 モデル地区の選定

ウジュダ州の主要産業基盤は現在、将来ともに牧畜、農業であることが予想される。このため本件計画を通し、旱魃により疲弊した周辺地域の農村開発計画を更に強力に推進するためには、農業用水地区内に下記に示す施設を整備したモデ

ル地区を設置することが本件計画の効果をより高める上で是非とも必要であると
考えられる。

a. 生活用水、家畜用水施設

b. 灌漑施設

農村における生活水準向上のための施設は上記施設の他にも、道路、電気、通
信、教育、保健等、多様な公共施設が考えられる。しかし、調査対象地区の殆ど
の農村は散居形式である事から、現時点でこれらの諸施設を整備しても高い投資
効率を期待する事は困難であろう。

従って、先ず必要性の高い給水施設、灌漑施設を整備し、水施設を中心とする
集落の形成を促進しつつ、順次必要な農村施設の整備を推進する事が適切である
と判断される。

なお、モデル地区の選定に当たっては、モロッコ側と現地調査を行ない、協議
の結果 Ain Tbounda のコレクティブ（入会地）と決定した。この地区は、現況で
も述べたとおり、天水に頼る農地であるが、旱魃の被害が著しく、生産性の向上
を第1として、モロッコ側より強い要望がなされた地区である。この土地はコレ
クティブであることから、内務省の管轄下であり、耕作権はコレクティブが共同
で有する。従って、モデル農場の建設用地取得上の問題もなく、農業省、州知事、
農民の三者の了解も得られている。

モデル圃場規模は当初30～50haを考えていたが、最終的には新設井戸1ヶ所
により灌漑可能な面積として65haと決定した。灌漑方法は他の全ての灌漑地区を
含む1,378haに見合った方法として地表灌漑により60haを計画、残る5haについて
のみは、節水型農業としてスプリンクラー灌漑を導入することとした。

(4.4.3 農業用水計画 2) 灌漑面積及び灌漑方法参照)

4.2 地下水開発計画

4.2.1 水源計画

ウジュダ州では、不圧地下水を利用している水源の多くが、最近の連続的な旱魃の影響をまともに受けて現在使用不能もしくは、水量減の状態に陥っている。特に、Louiza、Tafрата、Mesteferki地区で見られるように、山麓部に自然湧出していた泉や、深度 20m未満の浅井戸は涸渇したものが多。

従って、豊水期には、従来の浅井戸を最大限に活用すると共に上記のような事態を再び生ずることのない様に、本件の水源計画策定にあたっては、伝統的な手掘り井戸のみに頼る地区の解消と安定的な地下水の供給を第一と考えた。

対象地区内の既設水源の取水能力を回復するためには、手掘り井戸の場合、現在よりも10m以上深く増掘を行い、より深部の帯水層からの取水を行う必要があるが、工法上の理由でその深度には限界があり、全ての既設井で実現できるとは限らない。また、旱魃という気象変動の影響を直接的に受けることの少ないより安定的な水源を確保するという観点から、被圧地下水を利用する深井戸の新設が必要であると考えられる。

従って、本件プロジェクトでは、原則として深井戸を新設することを前提として、全体計画を立てることとした。しかし、現在でも十分な水量が得られていない地区での不圧地下水の開発とその最大限の利用をはかることはもちろんである。

4.2.2 開発可能量

表4.2.1（次頁）は、各計画地点の周辺に現存する深井戸の揚水量、深度、及び水文地質状況等を参考として推定された井戸1ヶ所当りの揚水可能量を示したものである。表中で（*）印を付した2地区については、その周辺に参考とすべき深井戸が存在しないことと、水文地質上、裂隙水が対象となること等から、開発水量の予想が立て難いことを示している。

表 4.2.1 開 発 可 能 量

(1) 定住者用水

郡名	村名	地区名	可能 揚水量 (ℓ/s)	井戸深度 (m)	地下水位 (m)
Oujda	Sidi Yahya	Oulad Arja	10~20	200~250	100~120
		Oulad Hamel	10~20	200~250	100~120
	Naïma	Oulad Haamel	5	200~250	30~60
		Louiza	5	200~250	30~60
	Mesteferki	Misteferki	5	200~250	100~120
	Beni Drar	Hassi Jdaini	5	200~250	30~50
		Chruga	5	200~250	30~50
	Ain Sfa	Hajen Msallah	5	150~200	130
		Mojen Hassi Bessara	5	150~200	130
Jerada	El Aouinat	Khalloufyine	2~5*	150~200	80
		Sahb Ahmed	2~5*	150~200	80
Taourirt	MéchraâHommedi Gouttitir El Ateuf	Oued Bou Rdim	5	250~300	50
		Tafrata	5	150~200	50
		Atenf	3~5	200~350	100~150
Total		14 Cercles et Douars	2~20	150~350	30~150

(2) 遊牧民用水

郡名	村名	地区名	可能 揚水量 (ℓ/s)	井戸深度 (m)	地下水位 (m)
Jerada	Mérija	Rkiz	5~10	350~400	100~150
		Hassian Diab	5	350~400	100~150
	Aïn Beni Mathar	Aïn Beni Mathar	5~10	300~350	50~100
Total		3 périmètres pastoraux	5~10	300~400	50~150

(3) 農業用水

郡名	村名	地区名	可能 揚水量 (ℓ/s)	井戸深度 (m)	地下水位 (m)
Oujda	Sidi Yahya	Angad	10~20	200~250	80~120
Jerada	Aïn Beni Mathar	Aïn Tbouda	50~80	300~350	50~100
		Collectif Aïn Beni Mathar	50~80	300~350	30~90
Taourirt	Elioun	Chrayaâ	5	250~300	50~100
Total		5 périmètres	5~80	200~350	30~120

また、Sidi Bou Houria の地区 (Ain Sfa, Naimaを含む) の不圧地下水及びSidi Yahya地区の被圧地下水は、既に述べたとおり、既存の深井戸によって過剰揚水されている傾向がうかがえるので、これ以上の新規開発はさし控えるべきである。

Angad 地区においては 400haの灌漑計画対象面積 (必要水量 300ℓ/秒) に対し、現在20ヶ所に浅井戸が設置され、不圧地下水を揚水している。毎年約 0.7mの水位低下がみられるが、早魃の影響が加わっていることを考慮すれば、井戸一ヶ所当たり10ℓ/秒 (20ヶ所で 200ℓ/秒) 程度の現在の水準は、10~20m 程度の井戸の掘下げとポンプ能力の増強によって維持できるものとする。従って、計画対象面積 400haの灌漑 (必要水量 300ℓ/秒*) を行なうためには、浅井戸でカバーできない 100ℓ/秒水量を深井戸10本によってまかなう必要がある。但し、現実の水源状況から判断すると、約 500ha程度の灌漑が限度であり、これ以上の地下水開発は無理であるとする。

注 *) 単位面積当りのピーク用水量 (0.750ℓ/秒/ha) により算出
(P. 147の灌漑用水量の表を参照)

Chrayaa 地区は小規模な不圧地下水盆に位置しており、集水域の中でも最上流に当たる。従って浅井戸によっては、十分な水が得られないと考えられる。従って、被圧地下水を対象とする深井戸によって対応せざるを得ないが、井戸相互の干渉を考慮するとこの地区では、井戸3ヶ所 (5ℓ/ヶ所) 程度が限界であろうと思われる。

Ain Beni Mathar 地区においては、既に地下水開発が大規模に行なわれており、現実の水源状況からみて、約 500ha程度の新規開発が限度であろうと考えられる。

4.2.3 地下水資源の保全

対象地域は、年間降水量が約 150~ 350mmという半乾燥地域に属し、地下水の自然涵養に恵まれない地域である。河川についても、Za川とIsly川の下流域を除いては、ほとんどが降雨時に一時的に流れるだけで通常はワジ(Wadi)となっており、安定した水源とは言い難い。

このような状況にありながらも、近年、地下水の開発、利用が急速に進み、ウジューダ州3郡だけでこれまでに揚水ポンプの設備されている井戸が約1,200ヶ所に作られ、ポンプが使われていない井戸まで数えると、2,000ヶ所を越えるであろうと推定されている。

その結果、Sidi Yahya地区のように揚水量の増加に伴う地下水位低下が問題となり始めている地区も出ている。

対象地域での地下水は、あくまでも有限の資源であり、その監視と今後の保全対策を考えておくことが絶対に必要である。

農業省、設備省共に、地下水位の監視には従来から力を入れており、Oujda盆地内には多くの観測井が設置されている。しかし、Taourirt及びAin Beni Matharには乏しく、今後の地下水開発にとってこれら地域への観測井の整備が望まれる。しかしながら、新規の井戸の掘削に関しては、実質的に野放しの状態であり、掘削場所、揚水量、掘削深度等に関する規制あるいは既設井戸所有者の井戸使用状況についての報告義務等は定められていないのが現状である。

これらの規則については、現在、不完全な井戸台帳の整備と合わせて十分な検討を行なうことが必要と考えられる。

4.2.4 地下水位低下量

(1) 漏水補給がないと仮定した場合

Ain Beni Mathar 地区では、現在14本の深井戸により約870 ℓ/sの揚水が行なわれている。この地区において近い将来、新規に深井戸が掘られ、大規模な揚水が始められた場合、近隣の井戸への干渉や水位低下に伴う自噴井の自噴停止などの悪影響が懸念される。そこで、今仮に100 ℓ/s (=8,640 m³/day) の揚水をした場合、どの位の水位が下がるかを計算してみた。この場合、定数として、Ras El Ainに設けられている深井戸 IRE 56/18と IRE 1/18 における揚水試験の結果、及び当該地域において、設備省が過去に行なった多くの揚水試験によって経験的に知られている定数 (表 4.2.2) を用いた。

表 4.2.2 計算に用いた水理定数

項目	井戸 No.	I. R. E 1/18	I. R. E 56/18	経験値
井戸深度	(m)	90	254	——
水位	(m)	+ 2.80(自噴)	+ 3.55(自噴)	——
揚水量	(ℓ/s)	78	72	100
透水量係数	(m ² /s)	2.6×10^{-1}	1.2×10^{-2}	1.0×10^{-1}
帯水層厚	(m)	58	224	100
透水係数	(m/s)	4.3×10^{-3}	4×10^{-5}	1.0×10^{-3}
貯留係数	(-)	6.1×10^{-3}	1.3×10^{-3}	5×10^{-4}

計算にはタイス・野満の非平衡式 (non equilibrium formula)を採用した。

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{Q}{4\pi T} \int_u^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} du \\
 &= \frac{Q}{4\pi T} W(u) \dots\dots\dots(1)
 \end{aligned}$$

$$u = \frac{r^2 s}{4Tt} \dots\dots\dots(2)$$

ここに、

u : 水位降下

r : 揚水井の中心から観測井の中心までの距離

t : 揚水継続時間

T : 透水量係数

S : 貯留係数

である。 $W(u)$ は井戸関数 (well function) と呼ばれ、次のように級数に展開できる。

$$W(u) = -0.5772 - \log u + u - \frac{u^2}{2 \times 2!} + \frac{u^3}{3 \times 3!} - \frac{u^4}{4 \times 4!} \dots(3)$$

計算の結果は、表 4.2.3、表 4.2.4及び表 4.2.5の通りである。

表 4.2.3 水位低下量計算結果(1)

$r(m) \backslash t$	1 日	1 年	10 年	50 年	100 年
0.12	12.4	16.3	17.8	18.86	19.20
500	1.35	5.22	6.74	7.81	8.27
1,000	0.58	4.30	5.82	6.89	7.35
2,000	0.10	3.38	4.91	5.97	6.43
3,000	0.01	2.85	4.37	5.44	5.90
4,000	negligible	2.47	3.99	5.05	5.52
5,000	"	2.18	3.69	4.76	5.22

$\left. \begin{array}{l} Q = 100 \text{ } \ell / \text{s} \\ T = 1.2 \times 10^{-2} \text{ m}^2 / \text{s} \\ S = 1.3 \times 10^{-3} \end{array} \right\} \text{ の場合}$

表 4.2.4 水位低下量計算結果(2)

r (m) \ t	1 日	1 年	10 年	50 年	100 年
0.12	0.62	0.80	0.87	0.92	0.94
500	0.11	0.29	0.36	0.41	0.43
1.000	0.07	0.25	0.32	0.36	0.39
2.000	0.03	0.20	0.27	0.32	0.34
3.000	0.01	0.18	0.25	0.30	0.32
4.000	negligible	0.16	0.23	0.28	0.30
5.000	"	0.15	0.22	0.27	0.29

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = 100 \text{ } \ell / \text{s} \\ T = 2.6 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s} \\ S = 6.1 \times 10^{-3} \end{array} \right\} \text{ の場合}$$

表 4.2.5 水位低下量計算結果(3)

r (m) \ t	1 日	1 年	10 年	50 年	100 年
0.12	1.73	2.20	2.38	2.51	2.57
500	0.40	0.87	1.13	1.19	1.24
1.000	0.29	0.76	0.94	1.07	1.13
2.000	0.19	0.65	0.83	0.96	1.02
3.000	0.13	0.59	0.77	0.90	0.95
4.000	0.09	0.54	0.72	0.85	0.91
5.000	0.06	0.50	0.69	0.82	0.87

漏水補給がない場合

$$\left\{ \begin{array}{l} Q(\text{揚水量}) = 100 \text{ } \ell / \text{s} \\ T = 1.0 \times 10^{-1} \text{ (m}^2/\text{s)} \\ S = 5.0 \times 10^{-4} \end{array} \right\} \text{ の場合}$$

透水量係数と貯留係数が共に小さい IRE 56/18のデータを用いて計算した結果

(水位低下が最も大きくなる場合)によれば、揚水開始後50年目の井戸内水位は約19m、井戸から1,000m離れた地点での水位低下は約7mと大きな値を示すが、IRE 1/18のデータを用いて計算する(水位低下が最も小さくなる場合)と同じく50年後には井戸内水位が約1m、1,000m離れた地点で約40cmの水位低下となる。どちらが現場の状況をより正しく反映しているかは、わからないが、いずれにせよ地下水の新規開発によって自噴井の自噴が完全に止まることは明らかであり、あらかじめ対策を講じておく必要があることが、この計算結果から予想される。

(2) 漏水補給がある場合

式(1)で示した非平衡式は、上下を完全に不透水層で被覆された条件のもとで成り立つものであるが、自然界ではこのような例はむしろまれで、不透水層とされるものの多くは実際には、難透水層であって、揚水の結果、揚水井付近の被圧水頭が低下すると、上下の難透水層を通して漏水補給(浸透補給)が生じるようになる。このような現象が生じると、漏水補給が継続される限り水位低下は拡大されない。そこで、ここでは図4.2.1に示すように上層の難透水層からの漏水補給がある場合についてハンクッシュ(Hantush)の方法を用いて、水位低下量を計算してみた。

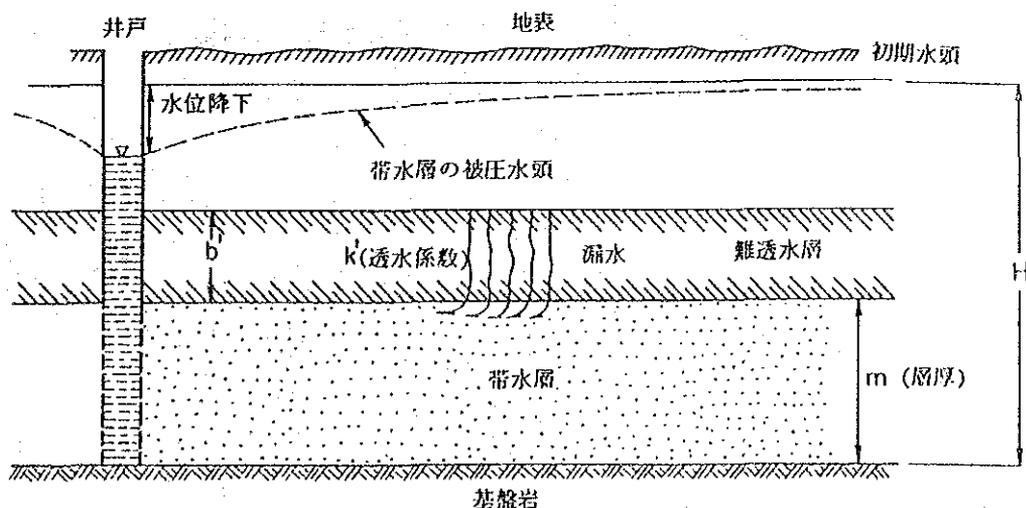


図 4.2.1 帯水層への漏水補給

ハンタッシュによると地下水位低下量 s は次式で表わされる。

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{Q}{4 \pi T} \int_u^\infty (1/y) \exp(-y - r^2/4B^2y) dy \\
 &= \frac{Q}{4 \pi T} \left[2J_0(r/B) - \int_u^\infty (1/y) \exp(-y - r^2/4B^2y) dy \right] \\
 &= \frac{Q}{4 \pi T} W\left(u, \frac{r}{B}\right) \dots\dots\dots(4)
 \end{aligned}$$

ここで、

$$\begin{aligned}
 u &= \frac{r^2 S}{4 T t} \\
 q &= \frac{(r^2 / 4 B^2)}{u} = \frac{T t}{S B^2}
 \end{aligned}$$

J_0 : 第 2 種 0 階の Bessel 関数

B : 漏水係数 (= $\sqrt{T(b'/k')}$) (leakage factor)

b' : 難透水層の厚さ

k' : 難透水層の水理的伝導性 (透水係数)

今、揚水量 Q を 100 ℓ/s 、難透水層の厚さ b' を 200m、その水理的伝導性 k' を 1×10^{-5} m/s とし、先の例で用いた表 4.2.2 の水理定数を使用して計算すると、水位低下量は、表 4.2.6 及び表 4.2.7 及び表 4.2.8 のようになる。

表 4.2.6 水位低下量計算結果(4)

r(m) \ t	1 日	1 年	10 年	50 年	100 年
0.12	—	—	—	—	—
500	0.54	0.55	0.55	0.55	0.55
1,000	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15
2,000	0.011	0.014	0.014	0.014	0.014
3,000	negligible small				
4,000					
5,000					

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = 100 \text{ } \ell / \text{s} \\ T = 1.2 \times 10^{-2} \text{ m}^2 / \text{s} \\ S = 1.3 \times 10^{-3} \end{array} \right\} \text{ の場合}$$

表 4.2.7 水位低下量計算結果(5)

r(m) \ t	1 日	1 年	10 年	50 年	100 年
0.12	—	—	—	—	—
500	0.091	0.10	0.10	0.10	0.10
1,000	0.053	0.063	0.063	0.063	0.063
2,000	0.004	0.010	0.010	0.010	0.010
3,000	negligible small				
4,000					
5,000					

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = 100 \text{ } \ell / \text{s} \\ T = 2.6 \times 10^{-1} \text{ m}^2 / \text{s} \\ S = 6.1 \times 10^{-3} \end{array} \right\} \text{ の場合}$$

表 4.2.8 水位低下量計算結果(6)

r (m) \ t	1 日	1 年	10 年	50 年	100 年
0.12	—	—	—	—	—
500	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
1,000	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
2,000	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
3,000	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
4,000	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
5,000	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003

漏水補給がある場合

$$\left. \begin{array}{l} Q = 100 \text{ } \ell / \text{s} \\ T = 1.0 \times 10^1 \text{ (m}^2/\text{s)} \\ S = 5.0 \times 10^{-4} \end{array} \right\} \text{ の場合}$$

4.3. 農業開発計画

農業はウジュグ州の基幹産業であり、特に穀類の生産は重要である。近年の厳しい天候の異変により穀類の生産は減少している。又畜産も同様異常気象により、飼料が不足し、飼養頭数が減少した。

これらにかんがみ、計画地区は穀類ならびに家畜、特に羊の増産を目標とし、合わせて野菜の供給を円滑、かつ潤沢にするよう計画することとする。

又、Ain Tboudaにモデル圃場65haを設けて、経済性の向上を図ることとする。

4.3.1 作付計画

灌漑計画地区近傍の農業は穀物の生産と羊の飼育が基幹となっている。計画地区においても、これらを重視すると共に、より経済性の高い野菜類を導入して、農家

経済の安定を図ることを目標とする。(図4.3.1 参照)

4 地区の計画地区の作付面積は次の通りとする。

計画地区	地区面積 (ha)	作付面積 (ha)
Angad	505	400
Ain Tbouda (内、モデル)	270 (80)	215 (65)
Collectif A. B. Mathar	545	435
Chrayaa	58	46
計	1,378	1,096

但し、作付面積は後述するモデル圃場の計画を参考に地区面積の80%として決定した。なお、作付体系は次に示す案(ケースⅠ)の他に代替案(ケースⅡ)を検討した(Appendix 4.31参照)。「ケースⅠ」案は節水効果、経済性の面で「ケースⅡ」案より優れていることから(4.4.3 農業用水計画 8)灌漑用水量及び7.1.2農業用水整備による便益を参照)、本計画において最終的に採用されたものであり、詳細は以下に示す通りである。

1) Angad (400ha)

i 農地を2ha未満所有している農家(200ha)

A.(1年目) 硬質小麦 50ha

B.(2年目) ベルシーム 50ha、トウモロコシ実取 25ha 青刈 25ha

C.(3年目) そら豆 50ha 野菜 50ha

D.(4年目) ジャがいも 50ha スーダングラス 50ha

ii 農地を2ha~5ha所有している農家(200ha)

A.(1年目) 硬質小麦 66.7ha

B.(2年目) ベルシーム 66.6ha、野菜 33.3ha、トウモロコシ青刈 33.3ha

C.(3年目) そら豆 66.7ha、スーダングラス 66.7ha

2) Collectif Ain Beni Mathar (435ha)

i 4年輪作地区

- A. (1年目) 硬質小麦 87ha、ベルシーム 87ha
- B. (2年目) そら豆 87ha、野菜 87ha
- C. (3年目) ベルシーム 87ha、トウモロコシ青刈 87ha
- D. (4年目) 硬質小麦 87ha、豆類 87ha

ii アルファルファの4年作 87ha

4年連続作とする。4年度に4年輪作の一部と入れ替る。

3) Chrayaa (46ha)

- A. (1年目) ベルシーム 11.5ha、トウモロコシ 11.5ha
- B. (2年目) 硬質小麦 11.5ha
- C. (3年目) そら豆 11.5ha、野菜 11.5ha
- D. (4年目) ジャがいも11.5ha、スーダングラス 11.5ha

4) Ain Tbouda (215ha)

作付面積 215haの内65haをモデル圃場とする。一般圃場は 150haである。

モデル圃場については、本章 4.3.9モデル計画を参照されたい。

- A. (1年目) 硬質小麦 50ha、ベルシーム 50ha
- B. (2年目) そら豆 50ha、野菜 25ha、スーダングラス 25ha
- C. (3年目) ベルシーム 50ha、トウモロコシ実取 50ha

地区名	月	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Angad (400Ha)	50Has	硬質小麦											
	50Has	ベルシーム						トウモロコシ 実刈 トウモロコシ 青刈					
	50Has	豆 類						野 菜					
	50Has	馬 鈴 薯						スーダングラス					
	66.7Has	硬質小麦											
	66.6Has	ベルシーム						野 菜 トウモロコシ 青刈					
	66.7Has	豆 類						スーダングラス					
Aïn Béni Mather (435Ha)	87Has	豆 類				硬質小麦				ベルシーム			
	87Has	ベルシーム				豆 類				野 菜			
	87Has	ベルシーム								トウモロコシ 青刈			
	87Has	硬質小麦								豆 類			
	87Has	アルファルファ											
Chrayfa (46Ha)	11.5Has	ベルシーム						トウモロコシ					
	11.5Has	硬質小麦											
	11.5Has	豆 類						野 菜					
	11.5Has	馬 鈴 薯						スーダングラス					
Aïn T'bouda (150Ha)	50Has	硬質小麦											ベルシーム
	50Has	ベルシーム	豆 類						野 菜				スーダングラス
	50Has	ベルシーム						トウモロコシ					
Ferme modèle (地表かんがい) (60Ha)	20Has	硬質小麦											ベルシーム
	20Has	ベルシーム	豆 類						野 菜				スーダングラス
	20Has	ベルシーム						トウモロコシ					
Ferme modèle (メカニカルかんがい) (5Ha)	1.6Has	人 参						馬 鈴 薯					
	1.7Has	カ ブ						キュウリ					
	1.7Has	そら豆						トマト					

図 4-3-1 作付体系 (ケース I)

4.3.2 栽培計画

1) 耕起・砕土

耕起は25cm～30cmの耕深とする。耕起深の深いことは、土壌水分の確保に有効である。かつ根の伸長を促し、増収にもつながる。耕起・砕土の時期は播種期の2～3週前に行い、播種に支障のないように計画、実施する。

野菜類のように種子の小さい作物は、特に砕土を入念に行い、発芽を均一にするか、野菜の種類によっては、苗床で育苗後本畑へ移植する。

2) 播種ならびに施肥

作物別の播種期、播種量ならびに施肥量は、ANNEXE 4.1～4.3の通りである。播種期ならびに収穫期によって、灌漑期間が決定されるので、播種は、定められた期間に一斉に行う。

追肥は作物の生育状況によって、時期の決定はむずかしいが、一般に灌漑直後に行う方が効果が高い。

3) 管 理

除草、中耕、培土は灌漑1～2日後に行うことが望ましい。

4) 灌 漑

灌漑方法は地表灌漑を行う、小麦ならびにアルファルファ等はボーダー灌漑を行い、トウモロコシ、野菜等は畦間灌漑を行う。

ボーダー灌漑では、畑面が均平でないと、灌漑用水にむらが出来やすい、植付前に均平作業を行うことが肝要である。畦間灌漑も同様に均平作業を行い、畦の途中で水がたまって、末端まで、水が届かないことのないようにする。特に最初の灌漑は入念に行うことが必要である。

5) 収 穫

収穫期の遅延は減収につながるので、適期に収穫する。硬質小麦、トウモロコシ実取、豆類及び馬鈴薯は、収穫時期を決め、それより7～10日前に灌漑を止めて、収穫作業の円滑化を図る。

野菜は、収穫後、共同で選別して、品質を均一にして出荷することが望ましい。

6) 出 荷

収穫された農産物は自家消費分を除き、市場に直接出荷される。但し、野菜は集荷卸業者、家畜については仲介業者を経て市場に出荷される。

計画地区はいずれも道路が比較的発達していることから、輸送上の問題は特にないと判断される。

4.3.3 農業資材計画

地区別、作物別の農業資材は下記の通りである。

種子の総量は135.4トン、肥料 511.5トン、堆肥11,289.3トン、農薬70.4トンである。

ha当りの必要資材量の詳細はANNEXE 4.4を参照されたい。

<Angad.>

作物	作付面積 ha	種子		肥料		農薬	
		ha当り kg	所要量 t	ha当り kg	所要量 t	ha当り kg	所要量 t
硬質小麦	116.7	160	18.7	292	34.1	200	23.3
ベルシーム	116.6	30	3.5	258	30.1	-	-
				FU. 10,000	11,660.0		
トウモロコシ (実)	25.0	30	0.8	268	6.7	-	-
” (青刈)	58.3	80	4.7	298	17.4	-	-
				FU. 5,000	291.5		
豆 類	116.7	100	11.7	224	26.1	-	-
				FU. 5,000	583.5		
馬 鈴 薯	50.0	200	10.0	343	17.1	-	-
				FU. 11,700	585.0		
野 菜	83.3	3	0.3	352	29.3	-	-
				FU. 10,800	900.0		
スーダングラス (青刈)	116.7	10	1.2	298	34.8	-	-
				FU. 5,000	583.5		
計	683.3		50.9		195.7		
					FU. 4,109.5		

FU. : 推肥

肥料は成分量で示した。総量は Annexe 4.4 参照

< Collectif A. B. Mathar >

作物	作付面積 ha	種子		肥料		農薬	
		ha当 kg	所要量 t	ha当 kg	所要量 t	ha当 kg	所要量 t
硬質小麦	174.0	160	27.8	292	50.8	200	34.8
ベルシーム	174.0	30	5.2	258	44.9	-	-
				FU. 10,000	1,740.0		
トウモロコシ(青刈)	87.0	80	7.0	298	25.9	-	-
				FU. 5,000	435.0		
アルファルファ	87.0	30	2.6	229	19.9	-	-
				FU. 13,000	1,131.0		
豆類	174.0	100	17.4	224	39.0	-	-
				FU. 5,000	870.0		
野菜	87.0	3	0.3	352	30.6	-	-
				FU. 10,800	870.0		
計	783.0		60.3		211.1	-	34.8
					FU 5,046.0		

< Chrayaa >

作物	作付面積 ha	種子		肥料		農薬	
		ha当 kg	所要量 t	ha当 kg	所要量 t	ha当 kg	所要量 t
硬質小麦	11.5	160	1.8	292	3.4	200	2.3
トウモロコシ実取	11.5	30	0.4	268	3.1	-	-
ベルシーム	11.5	30	0.4	258	3.0	-	-
				FU. 10,000	115.0		
豆類	11.5	100	1.2	224	2.6	-	-
				FU. 5,000	57.5		
スーダングラス	11.5	10	0.1	298	3.4	-	-
				FU. 5,000	57.5		
野菜	11.5	3	0.1	352	4.0	-	-
				FU. 10,800	124.2		
馬鈴薯	11.5	200	2.3	343	3.9	-	-
				FU. 11,700	134.6		
計	83.0		6.3		23.4	-	2.3
					FU. 488.8		

< Ain Tbouda >

作物	作付面積 ha	種子		肥料		農薬	
		ha当 kg	所要量 t	ha当 kg	所要量 t	ha当 kg	所要量 t
硬質小麦	50	160	8	292	14.6	200	10.0
ベルシーム	100	30	3	258 FU. 1,000	25.8 1,000.0	-	-
そら豆	50	100	5	224 FU. 5,000	11.2 250.0	-	-
野菜	25	3	0.1	352 FU. 10,800	8.8 270.0	-	-
スーダングラス	25	10	0.3	298 FU. 5,000	7.5 125.0	-	-
ベルシーム							
トウモロコシ実取	50	30	1.5	268	13.4	-	-
計	300	-	17.9	-	81.3 FU. 1,645.0	-	10.0

4.3.4 労働需給計画

地区別の受益戸数ならびに1戸当稼働労力を3.5人と仮定すると次のような稼働労力を保有することになる。なお、1戸当り稼働労力については、この地域の年令別人口統計がないことから、州農業事務所の情報等を参考に3.5人と仮定した。

	Angad	Ain Tbouda	Collectif	
			A. B. Mathar	Chrayaa
地区面積 ha	505	188	545	58
作付面積 ha	400	150	435	46
受益戸数	133	50	145	15
稼働労力	466	175	508	53
1ヶ月の稼働力	11,650	4,375	12,700	1,325

地区別の総所要労働力および労働力のピーク月は下記の通りである。これによると、いずれの地区も保有労働力が所要労働力を上回っており、他からの雇用の必要はない。

地区名	総所要労働力	ピーク月	保有労働力
Angad	41,371	7,519	11,650
Ain Tbouda	15,826	3,225	4,375
Collectif A. B. Mathar	45,936	9,744	12,700
Chrayaa	5,484	955	1,325

(ANNEXE 4.5 参照)

4.3.5 農業機械化計画

農業機械は農業センターで管理運営されている。農業センターは農家からの申請により、農業機械の運行計画を樹て、各種農作業を円滑に実施している。

計画地区においても農業センターの農業機械によって農作業を実施することとする。農業センターの機械は均一ではないが、トラクターの馬力の平均を50psとして計画する。

各地区における主な農業機械であるトラクターの必要台数は次の通りである。

(ANNEXE 4.7, 4.8 参照)

	トラクター 必要台数
アンガッド	26
コレクティブ・アイン ・ベニ・マタール	24
シュラヤ	4
アインツボーダ (内、モデル地区として)	18 (7)
計	72

なお、トラクター以外の主な農業機械についても、作付体系に基づき計画を樹て (ANNEXE 4.8)、必要台数を決定した。この結果、トラクターを含む農業機械の総必要台数は 211台となった (ANNEXE 4.7参照) これらの機械は、計画地区周辺の 3ヶ所の農業センターで十分な台数を有しており (ANNEXE 4.6参照)、オペレーター付きの有料で (ANNEXE 4.4参照) 各農家に貸し出される。

4.3.6 農業生産計画

農業生産量は各農業センターならびに州農業事務所の適切な指導のもとに、次のように生産される。

地区名	作物	面積 (ha)	収量 (kg/ha)	総収量 (t)	備考
Angad	硬質小麦	116.7	3,500	408.5	
	ベルシーム	116.6	60,000	6,996.0	青刈
	トウモロコシ 実取	25.0	4,000	100.0	
	青刈	58.3	50,000	2,915.0	
	豆 類	116.7	20,000	2,334.0	生、さや付
	馬 鈴 薯	50.0	20,000	1,000.0	
	スーダングラス	116.7	70,000	8,169.0	青刈
	野 菜	83.3	20,000	1,666.0	トマト、キュウリ等
	計	683.3			

Collectif					
A. B. Mathar	硬質小麦	174.0	3,500	609.0	
	豆 類	174.0	20,000	3,480.0	生、さや付
	野 菜	87.0	20,000	1,740.0	
	ベルシーム	174.0	60,000	10,440.0	青刈
	トウモロコシ 青刈	87.0	50,000	4,350.0	
	アルファルファ	87.0	70,000	6,090.0	青刈
	計	783.0			

地区名	作物	面積 (ha)	収量 (kg/ha)	総収量 (t)	備考
Chrayaa	硬質小麦	11.5	3,500	40.3	
	トウモロコシ 実取	11.5	4,000	46.0	
	ベルシーム	11.5	60,000	690.0	青刈
	馬鈴薯	11.5	20,000	230.0	
	豆 類	11.5	20,000	230.0	生、さや付
	野 菜	11.5	20,000	230.0	トマト、キュウリ等
	スーダングラス	11.5	70,000	805.0	青刈
	計	80.5			
Ain Tbouda	硬質小麦	50	3,500	175	
	ベルシーム	100	60,000	6,000	青刈
	そら豆	50	20,000	1,000	生、さや付
	野 菜	25	20,000	500	トマト、キュウリ等
	スーダングラス	25	70,000	1,750	青刈
	トウモロコシ 実取	50	4,000	200	
	計	300			

なお、目標生産量は以下のとおり3年で達成されるものとした。

工事完了後初年度	60%
工事完了後2年度	80%
工事完了後3年度	100%

4.3.7 家畜生産計画

各地区共にウヅェダ州の基幹的家畜である羊を対象として、増産計画を樹立する。

各地区の飼料作物の生産量は次の通りである。

(単位 い)

地区名	ベルシーム (青刈)	アルファルファ (青刈)	トウモロコシ (青刈)	スーダングラス (青刈)	その他 *
Angad	6,996	—	2,915	8,169	2,738
Collectif A. B. Mathar	10,440	6,090	4,350	—	3,935
Chrayaa	690	—	—	805	307
Ain Tbouda	600	—	—	1,750	1,338
Zone modele	2,400	—	—	700	535

* 小麦、トウモロコシ、豆類の実をとった残りの茎葉を飼料として利用する。

羊牝 100頭および種牡 5 頭を飼養 1 単位 (後述 羊の畜産学的ユニットによる) とすると、1 年間の飼養頭数ならびに年間所要 UF* は次の通り 81,025 UF となる。

	頭数	月数	UF/月	UF	計 (UF)
牡種用	5	12	41.7	500	2,500
牝成	100	12	41.7	500	50,000
	11	6	41.7	250	2,750
牝小羊	11	4	20.8	83	913
	10	5	20.8	104	1,040
更新用牝	25	12	41.7	500	12,500
牡小羊	18	5	20.8	104	1,872
	25	6	41.7	250	6,250
	25	4	20.8	83	2,075
	3	6	41.7	250	750
更新用牡	3	6	20.8	125	375
計					81,025

* はだか麦 1 kg 当りのカロリー数

一方、各灌漑地区別の飼料作物生産によるUFは以下のとおりである。

飼 料 単 位 表

Périmètre			UF/kg	UF	
	ha	t		1,000 UF	
Angad	116,7	299(1)	0.013	3.89	
	116.6	6,996	0.13	909.48	
	58.3	2,915	0.125	364.38	
	25.0	105(2)	0.033	3.47	
	116.7	2,334(3)	0.065	151.71	
	116.7	8,169	0.13	1,062.00	
Total				2,494.93	
Callectif	174.0	445	0.013	5.79	
	Ain Beni	174.0	3,480	0.065	226.20
	Mathar	174.0	10,440	0.13	1,357.20
		87.0	4,350	0.126	543.75
		87.0	6,090	0.13	791.70
Total				2,924.64	
Ain Tbouda	50.0	128	0.013	1.66	
	100.0	6,000	0.13	780.00	
	50.0	1,000	0.065	65.00	
	25.0	1,750	0.13	227.50	
	50.0	210	0.033	69.30	
Total				1,143.46	
Chrayaa	11.5	29	0.013	0.38	
	11.5	48	0.033	1.58	
	11.5	690	0.13	89.70	
	11.5	230	0.065	14.95	
	11.5	805	0.13	104.65	
Total				211.26	
Zone modèle	20.0	51	0.013	0.66	
	40.0	2,400	0.13	312.00	
	20.0	400	0.065	26.00	
	10.0	700	0.13	91.00	
	20.0	84	0.033	2.77	
Total				432.43	

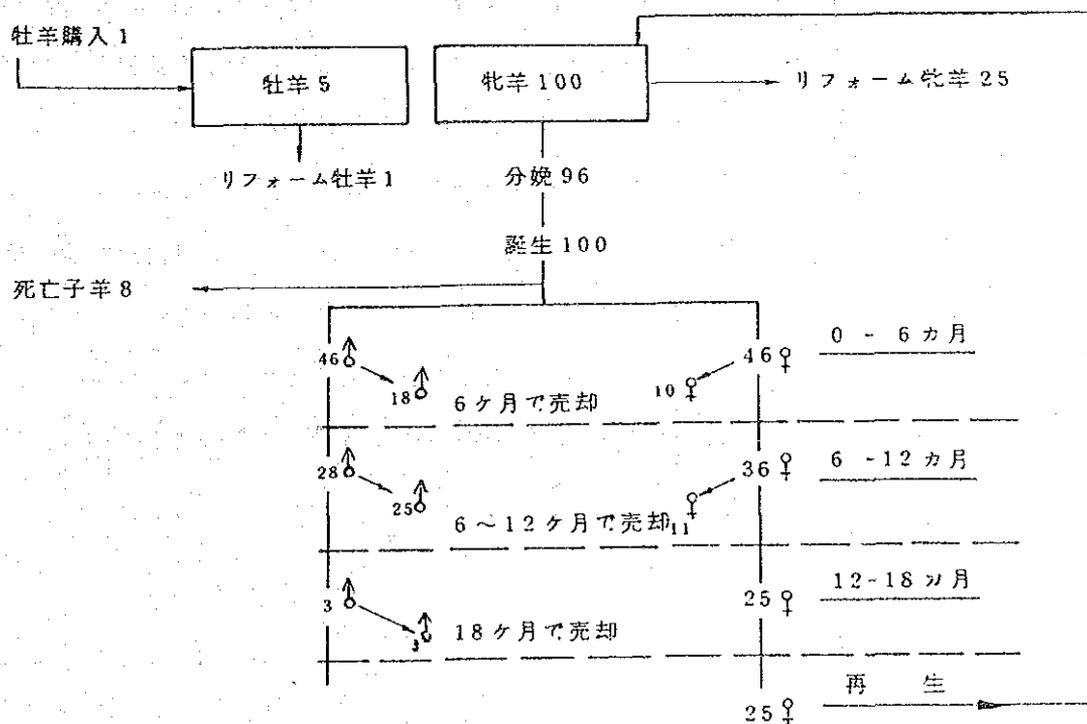
この地区別UFを1飼養単位の年間所要UF(81,025)で除して、各地区別の飼養単位及び飼養頭数を求めると下表のとおりである。

	Angad	Collectif A. B. Mathar	Chrayaa	Ain Tbouda	Zone modele
飼養単位	30.8	36.1	0.5	14.1	5.3
牡種羊	154	180	2	70	26
牝羊	3,080	3,610	50	1,410	530
牝小羊					
10ヶ月	339	397	5	155	58
5ヶ月	308	361	5	141	53
牝更新用	770	902	12	352	132
牡小羊					
10ヶ月	770	902	12	352	132
5ヶ月	554	650	9	254	95
牡更新用	92	108	1	42	16

(モデル地区合計は 1,042頭)

羊の畜産学的ユニット

(頭数)



4.3.8 農業支援計画

ウジュダ州には、農業試験場があり、郡の農業センターは4ヶ所にあり、ウジュダ州全体の農政を行っている。しかしながら、普及員の数は少なく、普及員1人で565～961戸の農家を担当しており、農地面積としてみれば3,520～7,437haを担当していることになる。このため、十分な技術指導はむずかしいと思われる。本計画では4地区に圃場が新しく整備され、灌漑施設が設けられることになる。これらの農家の殆んどは、灌漑農業の未経験者である。このため、灌漑農業に熟達した普及員の配置が望ましい。(ANNEXE 4.9 参照)

4.3.9 モデル計画

モデル農場は Ain Tbounda に設定する。Ain Tbounda地区全体の土地利用計画の概要は次の通りである。

一般圃場	150ha
モデル圃場	65
道水路等	55
計	270

一般圃場の開発計画は本章の4.3.1 作付計画～4.3.7 家畜生産計画に記載した通りである。一方、モデル農場65haでは、労働の生産性が高く、節水を重視したスプリンクラー灌漑圃場を5ha設定する。残りの60haは3年輪作として地表灌漑を行うよう計画する。地表灌漑地区は、特に節水に重点をおいて、20～30ヶ所、テンシオメーターを設置して、土壌水分を測定する。その結果に基づいて、灌漑用水量の適正化をはかる。測定の当初は普及員により実施するが、漸次農民を教育して農民自身が実施できるようにする。但し、灌漑用水量の適正化は農業センターにおいて決定する。なお、モデル圃場における、灌漑面積(作付面積)は全面積の約80%となる。

1) スプリンクラー灌漑圃場 5 ha

作付作物 経済性の高い野菜栽培とする。

3年輪作

- A (1年目) 人 参 —— 春馬鈴薯 1.6ha
 B (2年目) カ ブ —— キュウリ 1.7ha
 C (3年目) そら豆 —— トマト 1.7ha

2) 地表灌漑圃場

3年輪作

- A (1年目) 硬質小麦 20ha ベルシーム 20ha
 B (2年目) そら豆 20ha 野菜 10ha スーダングラス 10ha
 C (3年目) ベルシーム 20ha トウモロコシ実取 20ha

3) 農業資材計画

作物	面積 (ha)	種 子		肥 料		農 薬	
		ha当 (kg)	所要量 (kg)	ha当 (kg)	所要量 (t)	ha当 (kg)	所要量 (kg)
硬質小麦	20.0	160	3,200	292	5.8	200	4,000
ベルシーム	40.0	30	46.0 *	258	10.8		
				Fu. 10,000	400		
そら豆	20.0	100	2,000	224	4.5		
				Fu. 5,000	100		
野 菜	10.0	3	30	352	3.5		
				Fu. 10,800	108		
スーダングラス	10.0	10	100	298	3.0		
				Fu. 5,000	50		
トウモロコシ	20.0	30	600	268	5.4		
人 参	1.6	4	6	308	0.5		
				Fu. 12,000	19.2		
馬 鈴 薯	1.6	2,000	3,200	343	0.5		
				Fu. 11,700	18.7		
カ ブ	1.7	3	5	229	0.4		
キュウリ	1.7	3	5	396	0.7		
				Fu. 11,700	19.9		

そら豆	1.7	100	170	600	1.0
				Fu. 5,000	8.5
トマト	1.7	100	170	900	1.5
				Fu. 10,000	17.0
計					94.4
					Fu. 741.3

* Fu : 堆肥
(ANNEXE 4.10 参照)

4) 労働需要計画

1戸当りの配分面積（作付面積）を3haとする。受益戸数は21戸である。1戸当稼働労力を3人とし、1ヶ月25日間働くこととする。1ヶ月の需給労働力は1戸当り75人・日/月となり、これを基礎として、モデル計画地区の労働需要計画を作成する。

本地区の労働需要計画は年間6,471人・日である。労働ピークは1月の1,091人・日であるから、地区外からの労働力の導入の必要はない。(ANNEXE 4.11 参照)

なお、1戸当稼働労力の推定については、4.3.4でも述べたとおり、この地域の年令別人口統計がないことから、本モデル地区は他地区に比べ出稼ぎ等の人口流出の傾向が強いという州農業事務所の情報等を参考に、他地区3.5人に対し、3.0人と仮定した。

5) 農業機械化計画

本地区も他地区同様に農業センターの農業機械を使用する。なお、トラクター等諸農機具の所要台数は27台（予備1台を含む）となる。(ANNEXE 4.7 参照)

6) 生産量

作物	面積 (ha)	収量 (kg/ha)	総収量 (t)	備考
人参	1.6	15,000	24	スプリングライ 灌漑 生、さや付
馬鈴薯	1.6	20,000	32	
カブ	1.7	15,000	26	
キュウリ	1.7	30,000	51	
そら豆	1.7	20,000	34	
トマト	1.7	30,000	51	
硬質小麦	20.0	3,500	70	地 表 灌 漑 青刈り 生、さや付 トマト、キュウリ等 青刈り
ベルシーム	40.0	60,000	2,400	
そら豆	20.0	20,000	400	
野菜	10.0	20,000	200	
スーダングラス	10.0	70,000	700	
トウモロコシ	20.0	4,000	80	

4.4 用水計画

4.4.1 定住者用水計画

1) 計画年次

計画年次を決定するには、一般的に次のような項目を考慮する必要がある。

- a. 採用する施設の構造物や機械の耐用年数
- b. 施設規模の経済性
- c. 人口増加の予測の精度

これらを総合的に判断して、州農業事務所では計画年次を1982年のセンサスを基準に20年(2002年)として生活用水計画を樹立しており、今回の計画もこの基準に従って計画する。

2) 計画給水人口および家畜頭数

給水施設としては、地域住民の生活用水の供給を主体として、それら住民の生活基盤である家畜に対する供給もおこなう。

人口については、最新の人口統計(1982年)を現在の人口として、計画年次20年後の計画給水人口を推定する。

最近の人口増加率は2.6%であるが、州農業事務所の基準に従い3%を採用し、計画給水人口は現在人口の1.8倍とする。

家畜頭数については、州農業事務所牧畜課の基準に従い、増加率を1%とし、現時点家畜頭数の1.25倍を計画給水家畜頭数とする。

なお、給水施設現状及びその人口と家畜数の調査結果をANNEXE 4.12～4.14に示す。

3) 給水対象

前述のとおり、地域住民の生活用水供給を主体として、家畜用水も供給する。

この他に公共施設等への用水供給もあるが、いずれの要請地点とも大水量を消費する施設はないこと、また、1人1日平均給水量としては州農業事務所の方針に沿い、最大の80ℓ/日/人(60~80ℓ/日/人、後述)を採用することから、本プロジェクトでは公共施設用水を特に考慮しない。

4) 計画給水量

計画給水量は次の3種類の給水量にもとづいて算出される。

- a. 1人当たり1日平均給水量
- b. 1日最大給水量
- c. 時間最大給水量

1人当たり1日平均給水量とは、年間を通じて1日平均で必要とされる給水量で、給水計画の基本となる数値である。これは、自然環境、産業、生活様式に応じて変化するものと考えられるが、州農業事務所の基準は、表4.4.1の通りである。

1日最大給水量とは、一年間のうちで最大の需要のあった日の給水量である。通常、1日最大給水量は夏期の一番暑い時期に発生すると考えられ、施設計画上の基本的な数値であり、ポンプの必要容量等もこの時期の値をもとに決定される。1日平均給水量値と1日最大給水量値の比は同事務所の基準として表4.4.1のように定められている。

したがって、1日最大給水量は、計画人口(および家畜数)にこの比率(例えば、1.4)を乗じて算出する。さらに、その結果に配水中の損失、管理上の損失等をもみ(それらを20%とみて、0.8で除す)最終的な1日最大給水量を得る。

表4.4.2は、各飲料水供給地区における計算表である。

さらに、時間最大給水量とは、住民の生活サイクルに応じて時々刻々と変化する需要量で、時間あたりの最大値を想定したものである。パイプライン等の配水施設の規模としては、この基準値にそったものとして設計される。

時間最大値は、日最大の発生した日の最大の水需要が発生した時間の値となる。

したがって、1日最大給水量に時間最大値の比率を乗じて算出される。それらの比率は表 4.4.1に示す。

4.4.2 遊牧民用水計画

1) 計画年次

計画年次としては、定住者用水の計画年次と同様20年とする。

2) 計画牧畜頭数および計画遊牧民人口

遊牧民用水供給施設としては、家畜用水を主体とするが、牧畜を行う遊牧民の飲料水も供給できるものとする。

計画牧畜頭数は牧草保全の観点から、計画地区面積あたりの最大飼育可能頭数とする。面積あたりの最大飼育頭数としては、当面は1頭/haであるが、最終的に2頭/haと見られている。(同事務所牧畜課の調査による)したがって、2頭/haを計画値とする。

遊牧民の人口については、最新の人口統計を現時点の人口数として、飲料水供給計画と同じように計画年次20年後の増加係数として、1.8を乗じたものを計画遊牧民人口とする。

3) 給水対象

給水対象は遊牧民の生活用と家畜用とし、定住者用水計画と同様に、他の用途は考慮しない。

表 4.4.1 計画給水量基準値

生活用水

	消費単位	給水単位	必要給水量	日最大給水値	時間最大給水値
定住者	人	人/日	60~80リットル	1.4倍	2.2倍
遊牧民	人	人/日	50リットル	1.5倍	2.2倍

家畜用水

	消費単位	給水単位	必要給水量	日最大給水値	時間最大給水値
羊	頭	頭/日	10リットル	1.2倍	2.0倍
山羊	頭	頭/日	10リットル	1.2倍	2.0倍
馬	頭	頭/日	40リットル	1.2倍	2.0倍
牛	頭	頭/日	50リットル	1.2倍	2.0倍

表 4.4.2 飲料水計画給水量

	Oulad Arja	Oulad hamel	Oulad Maamer	Louiza	Meste- ferki	Hassi Jdiani	Chraga	Majen Msallah	Hassi Bessara	Khaliou- fyne	Sahb Ahmed	Od Bou Rdim	Tafra	El Ateuf
① 現況定住農民数 (1982年)	2900	650	690	360	3080	1478	2768	1818	3032	1230	391	2396	1727	6320
② 計画定住農民数 (2002年)	5220	1170	1242	648	5544	2660	4982	3272	5457	2214	703	4312	3108	11378
③ 定住者給水量 (リットル/秒)	6.77	1.52	1.61	0.84	7.19	3.45	6.46	6.24	7.07	2.87	0.91	5.59	4.03	14.75
④ 現状家畜頭数	1500	500	50	250	1000	8000	7000	-	4000	3000	6000	-	10000	-
山羊	100	20	40	20	40	2000	1875	-	800	0	0	-	-	-
馬	100	50	120	30	90	100	75	-	60	300	1000	-	-	-
牛	200	50	100	40	100	1500	375	-	250	20	0	-	-	-
⑤ 計画家畜頭数	1875	625	62	312	1250	10000	8750	-	5000	3750	7500	-	12500	-
山羊	125	25	50	25	62	2500	1875	-	1000	0	0	-	-	-
馬	125	62	150	37	112	125	75	-	75	375	1250	-	-	-
牛	250	62	125	50	125	1875	375	-	312	25	0	-	-	-
⑥ 計画家畜給水量 (リットル/秒)	0.52	0.16	0.18	0.10	0.33	3.10	1.77	-	1.09	0.74	1.73	-	1.74	-
⑦ 計画給水量 (リットル/秒)	7.29	1.68	1.79	0.94	7.52	6.55	8.23	4.24	8.15	3.61	2.64	5.59	5.77	14.75
⑧ 設計給水量 (リットル/秒)	9.10	2.10	2.24	1.17	9.39	8.19	10.29	5.30	10.20	4.52	3.31	6.98	7.21	18.43

注記: ② = ① x 1.8 ③ = ② x 80 (リットル/日) x 1.4 + 86400 (秒) ④ = ③ x 1.25
 ⑤ = ④ x 1.2 86400 (秒) ⑥ = ④ + ⑤ ⑦ = ⑥ + 0.8
 係数 0.8 = 配水中の損失、管理上の損失等を20%とみて、0.8で除す

表 4.4.3 牧畜用水計画給水量

	Rkiz	Hassian Diab	A.B. Mathar
① 遊牧地区面積(ヘクタール)	19000	30000	69000
② 現況遊牧民数(1982年度)	2720	4295	6751
③ 計画遊牧民数(2002年度)	4896	7731	12152
④ 遊牧民平均給水量(リットル/秒)	2.83	4.47	7.03
⑤ 遊牧民最大給水量(リットル/秒)	4.25	6.71	10.55
⑥ 計画家畜頭数(頭)	38000	60000	138000
⑦ 家畜平均給水量(リットル/秒)	4.40	6.94	15.97
⑧ 家畜最大給水量(リットル/秒)	5.28	8.23	19.17
⑨ 計画給水量(リットル/秒)	9.53	14.94	29.72
⑩ 設計給水量(リットル/秒)	11.91	18.68	37.15

注記: ③ = ② × 1.8 ④ = ③ × 50 (リットル/日) ÷ 86400 (秒) ⑤ = ④ × 1.5

⑥ = ① × 2 (頭/ヘクタール) ⑦ = ⑥ × 10 (リットル/日) ÷ 86400 (秒)

⑧ = ⑦ × 1.2 ⑨ = ⑤ + ⑧ ⑩ = ⑨ ÷ 0.8

係数 0.8 = 給水中の損失、管理上の損失等を20%とみて、0.8余す

4) 計画給水量

計画の基準となる各数値は表 4.4.1に示された通りである。

各計画給水量は、定住者用水計画とまったく同様に算出されるものである。

表 4.4.3は各遊牧民用水要請地区における1日最大給水量の結果である。

4.4.3 農業用水計画

1) 灌漑開発計画地区

灌漑開発計画地区のうち、Sidi Yahyaを除く4地区について、灌漑計画を策定する。またモデル農場はCollectif Ain Beni Mathar 地区とAin Tbouda地区について現地調査を行った結果、現地の疲弊ぶりを考慮しつつ農地の機能回復と農民の復帰を重視し、モロッコ側との協議の上、Ain Tbouda地区に決定した。

上記2地区のモデル農場地区としての利点、難点を下表に示す。

モデル農場地区の比較

地区名	利点・難点
Collectif Ain Beni Mathar	<p>〔利点〕</p> <ul style="list-style-type: none">・ Oujda — Ain Beni Matharの幹線道路沿いにあるため、アクセスが容易である。・ 傾斜が少なく地形的によい。・ 農業センターの近くにあるため、維持管理が容易である。 <p>〔難点〕</p> <ul style="list-style-type: none">・ 土地所有に問題がある。(モロッコ側の意見)
Ain Tbouda	<p>〔利点〕</p> <ul style="list-style-type: none">・ 農地が疲弊しているため、農地の機能回復と農民の復帰が期待できる。・ 土地所有上に問題がない。 <p>〔難点〕</p> <ul style="list-style-type: none">・ 地区へのアクセス道路が不完備である。・ 地形は起伏が多く (Ain Beni Mathar より)、地形的に不利である。

2) 灌漑面積及び灌漑方法

計画地区の灌漑面積は、導水路敷、道路等を除いて、地区面積の80%とした。
 ただし、モデル農场面積は後述する用水量計算結果から、井戸1本(65ℓ/s)で開発可能な面積とした。

灌漑開発計画地区の灌漑面積

地区名	地区面積	灌漑面積	灌漑方法
Angad	505ha	400ha	ボーダー法、畦間法
Ain Thouda	270	150	〃
(うち、モデル地区)	(80)	{ (60)	〃
		{ (5)	スプリンクラー
Collectif Ain Beni Mathar	545	435	ボーダー法、畦間法
Chrayaa	58	46	〃

また、各地区の作付体系は 4.3農業開発計画の図 4.3.1に示されているとおりである。

調査地区の灌漑方法は主に地表灌漑(ボーダー法、畦間法、水盤法)で行われている。

灌漑対象地区の灌漑方法は、下記の4項目及び灌漑方法別適用性、特徴、留意点(ANNEXE 4.15)の検討を行い、以下のように計画した。

- ① 地形と土壌による制約
- ② 作付作物による制約
- ③ 施設コストによる制約
- ④ プロジェクトの環境及び節水目標と圃場に関する社会的制約

一般灌漑地区の灌漑方法

地表灌漑は下記の利点があることから、本地区の灌漑方法はボーダー法及び

畦間法で行うこととした。

- ① インテクレートが66mm/hr（後述）と推定され、地表灌漑は可能である。
- ② 施設費が安く生産性が上がる。（収益性のある作物栽培が期待できない）
- ③ 現地農民の維持管理が容易である。
- ④ 輪作が容易にできる。

モデル農村地区の灌漑方法

モデル農村の灌漑方法は、一般灌漑地区と同様に地表灌漑を主に行うが、下記の理由により5haのスプリンクラー灌漑を導入した。

- ① モデル農村地区は、モデル効果の面より節水型農業が必要である。
- ② 現地農民に節水型農業を認識させることができる。
- ③ 次節の維持管理組織に従うことにより、維持管理が可能である。
- ④ 低圧式スプリンクラーを採用することにより、風によるロスを防ぐことができる。

なお、現況で述べた水盤法は果樹灌漑に適用されているが、計画作付体系には果樹を含まない事から水盤法は計画に含まれない。一方、節水灌漑ではドリップ法の効果の高い事が認められているが、農業省では経済性の面から採用を控えており、今回の計画には採用していない。

3) 灌漑効率

灌漑効率はANNEXE 4.16 に示す値が採用されている。本計画において、灌漑計画地区の諸条件は同じものとし、地表灌漑では60%、スプリンクラー灌漑では75%として計画する。

灌 溉 効 率

灌漑方法		土 壤	傾 斜	灌漑効率	
地表灌漑	ボーダー法	シルト (5%以下)	ゆるやか	58.1%	
	畦間灌漑	〃	〃	66.0%	
平 均				62.0% 与 60%	
灌漑方法		温度℃	湿度%	風速m/s	灌漑効率
施設灌漑	スプリンクラー法	32	60	3	87.4%
	〃	40	40	5	67.2
平 均				77.0% 与 75%	

4) 灌漑用水量算定方法と諸条件

a. 用水量算定方法

モロッコ側における用水量算定方法は主にBLANEY-CRIDDLE法が用いられている。また、この方法の諸係数は農業省により標準化されている。よって、本計画における用水量算定方法は、下記に示すBLANEY-CRIDDLE法により行う。

$$E T = (0.457t + 8.128) \cdot P \cdot K t \cdot K c$$

E T : 消費水量 mm
 t : 月平均気温 °C
 p : 年日長時間の月百分率 %
 K t : 気温に対する気象係数 °C
 K c : 作物成長段階によって異なる係数

b. 諸条件

降雨量

降雨量は灌漑地区近傍の観測所の下記の平均雨量とする。

月別降雨量(mm)

地区名		観測所		月別平均降雨量(mm)												
9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	年平均				
Angad		Oujda Angad		13.5	27.2	27.9	45.8	35.5	35.7	44.5	48.7	34.0	12.4	1.9	3.7	332.9
Ain Tbouda		Ain Beni Mathar		13.0	21.8	20.3	14.7	17.7	17.6	20.3	38.8	23.3	7.8	2.4	4.3	199.9
Ain Beni Mathar		Ain Beni Mathar		13.0	21.8	20.3	14.7	17.7	17.6	20.3	38.8	23.3	7.8	2.4	4.3	199.9
Chrayaa		EL Aioun		15.3	20.4	23.2	33.6	35.2	28.8	32.9	43.3	21.0	10.3	1.2	2.4	267.2

気温 t

月平均気温は地区近傍の観測所の値とするが、気温資料のない Chrayaa地区はAngad 観測所資料を採用した。

月別平均気温(℃)

地区名		観測所		月別平均気温(℃)												
9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	年平均				
Angad		Oujda Angad		21.2	16.8	12.6	13.3	9.6	11.1	11.9	12.9	16.5	20.3	24.6	24.6	16.3
Ain Tbouda		Ain Beni Mathar		20.3	15.1	9.7	6.4	5.4	7.5	10.9	12.7	16.4	21.6	26.2	25.7	14.9
Ain Beni Mathar		Ain Beni Mathar		20.3	15.1	9.7	6.4	5.4	7.5	10.9	12.7	16.4	21.6	26.2	25.7	14.9
Chrayaa		—		Angad に同じ												

各係数

BLANEY-CRIDDLEの係数、P、K_t、K_cはANNEXE 4.17 ~ 4.21 に示す。

但し、各灌漑地区の緯度は下表のとおりとする。

地区の緯度	
地区名	緯度
Angad	34° 43'
Ain Tbouda	34° 06'
Ain Beni Mathar	34° 03'
Chrayaa	34° 35'

有効雨量

有効雨量は月別降雨量の80%とする。

5) 総迅速有効水分量

有効水分量は一般に次式において計算されている。

$$RU = da \cdot \frac{(He - Hpf)}{100} \times p$$

- da : 単位体積重量
- He : 相対湿度
- Hpf : 成長阻害水分点
- p : 土壌の限界点

さらに、総迅速有効水分量 (RFU) は次式により求められている。

$$RFU = 2 / 3 RU$$

本調査においては、総迅速有効水量に関する調査が行えなかったため、Angadのセンターピボット計画報告書と Ain Beni Matharの灌漑計画書に基づき、表に示す値を採用した。

既存計画地区のRFU

地区名	作物名	RFU (mm)
Angad		44.4
Ain Beni Mathar	Luzerne	100
	Maraichage	} 50
	Cereal	
	Fourrage	

計画地区のRFU

地区名	作物名	RFU (mm)
Angad	全作物	50
Ain Tbouda	全作物	50
Ain Beni Mathar	Luzerne	100
	その他作物	50
Chrayaa	全作物	50

6) 灌漑時間 (通水時間)

一般に灌漑時間 (揚水機運転時間及び通水時間) は幹線24時間、支線は16~20時間を原則とする。

しかし、モロッコでは地表灌漑の灌漑時間 (通水時間) は、ピーク用水量時に24時間で行われている。本計画においても、灌漑時間 (揚水機運転時間及び幹線通水時間) は24時間とする。ただし、末端灌漑時間は維持管理を考慮し、地表灌漑は20時間、スプリンクラーかんがいは16時間とする。

7) インテークレートの推定

インテークレートは、特定の条件下で灌漑水または降雨水が土壤中に浸入する割合で、一般にmm/hrで表示される。畑地灌漑においては、灌漑方式や適正灌漑強度を決定する際の重要な因子となるものである。

計画対象地区内では、現在までに、土壤調査の一項目として、土壤浸入量の計測をいくつかの地点で行っており、それらのデータはインテークレートを推定するうえで、非常に参考になる。

いくつかの調査データの中で、位置的にも、土壤タイプの的にも活用できるものとして、次の調査が挙げられる。

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE/ETUDE DE CLASSEMENT DES SOLS SUR LES
TERRES RECUPERÉES DANS LA PROVINCE D'OUIDJA ETUDE AGRO - PEDOLOGIQUE
ANNEX-3 MAI 1969

この調査では、ウジュダ州 Angad地区周辺の土壤の積算浸入量を MUNTZの方法によって観測している。それらのデータの中で平均的な10個の土壤表層の観測値を利用した(ANNEXE 4.22, 4.23 参照)。

観測データ一覧表

No.	名称	レキ度 (%)	Sand (%)				シルト	粘土
			砂	細	極細	計		
1	P5	11.2	8.4	27.6	14.0	50	24.2	25.8
2	G2	3.4	14.2	21.0	10.0	45.2	29.9	24.9
3~4	P59	10.0	7.4	30.1	13.4	50.9	21.1	28.0
5~7	G102	1.0	2.6	27.6	14.4	44.6	26.8	28.6
8~10	G105	16.7	5.4	33.9	15.6	54.9	22.0	23.1

これらの観測データの土壤分類は図 4.4.1の通りであり、おおむねクレイシルトであるといえる。

ちなみに、計画地区の各地点の土壤もクレイシルトと概観されており、この土壤調査データを地区全体の平均的なものと考えてさしつかえないであろう。

$$D = C \cdot T^n$$

D : 積算浸入量 (mm)
 T : 給水をはじめてからの経過時間 (min)
 C : T = 1 の時の D
 n : 定数 (直線の勾配)

上式を微分すれば、インタークレート (I) が得られる。

$$I = 60 \cdot C \cdot n T^{n-1}$$

I : インタークレート (mm/hr)

T : 経過時間

なお、このインタークレートの減少率が10%に低下した時のインタークレートをベーシックインタークレートといい、灌漑方式決定等の重要な指標になる。

ベーシックインタークレートは次式によって得られる。

$$I' = 60 \cdot C \cdot n \{ 600(1-n) \}^{n-1} \text{ (mm/hr)}$$

前述の10観測データにおけるベーシックインタークレートは次のように計算される。

各観測データのベーシックインタークレート

No.	ベーシックインタークレート
1	78.36 (mm/hr)
2	52.94
3	11.83
4	22.55
5	144.42
6	129.80
7	81.35
8	45.70
9	74.60
10	17.35
平均	65.89 \approx 66 (mm/hr)

さて、日本における、ベーシックインテークレートと適正な灌漑方式の関係は下表の通りである。

ベーシックインテークレートと灌漑方式の選定基準 注1)

ベーシックインテークレート	適正な灌漑方式
50mm/hr 以下	畦間灌漑、その他の地表灌漑
50～75mm/hr	畦間灌漑、散水灌漑
75mm/hr 以上	散水灌漑

注1) 例えば、大規模な機械導入を想定した場合はこれと異なる。合衆国などは畦間灌漑を考える場合、非常に長大な畦長を想定しているの、これらよりかなり小さいベーシックインテークレートを畦間灌漑の適正範囲としている場合がある。

上記灌漑方式の選定基準は、ベーシックインテークレートによって灌漑方式を想定するものではない。適正なベーシックインテークレートの範囲を超えているからといって、その灌漑方式を取ることが不可能ということではない。一般的な圃場区画、地形条件の下では、上表の灌漑方式を選定することが経済的であるという意味である。

ここで、前述の観測データの平均ベーシックインテークレートをみれば、65.89 mm/hr であり、上表によれば、一般的にはあらゆる灌漑方式を選定し得ると考えられる。

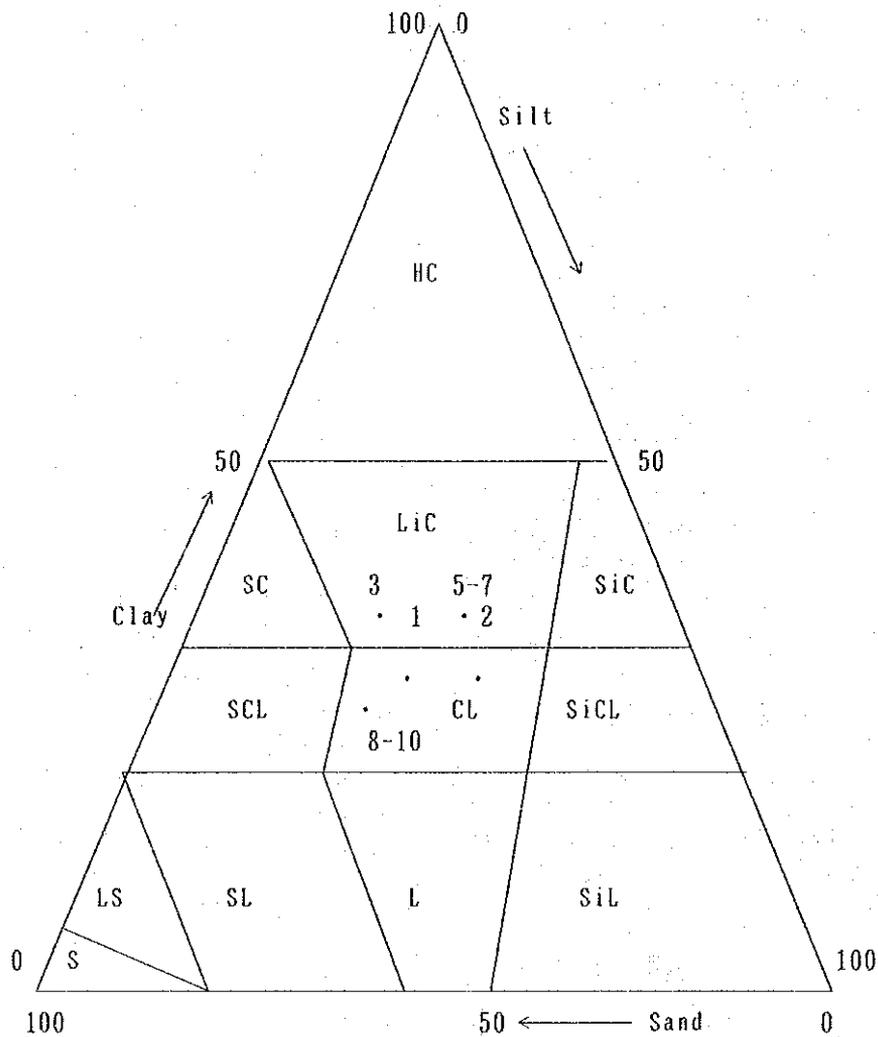


図 4.4.1 土壤浸入量観測地点の土壤分類

8) 灌漑用水量

灌漑用水量は先に述べた諸元に従って計算を行った。

その結果はANNEXE 4.24 ~ 4.30 に示したが、それらを各地区別にまとめると次表（次頁）のとおりである。

また、月別必要水量及びピーク用水量は表 4.4.4~4.4.5 に示した。

地区名	区分	雨 年 必要水量	な し ピーク 用水量	雨 年 必要水量	有 り ピーク 用水量
		$\times 10^3 \text{ m}^3$	$\ell / \text{s} / \text{ha}$	$\times 10^3 \text{ m}^3$	$\ell / \text{s} / \text{ha}$
Angad	地区 A (200ha)	2,563.6	0.812 (7月)	1,851.2	0.798 (7月)
	地区 B (200ha)	2,434.2	0.758 (6月)	1,727.4	0.702 (7月)
小	計 (400ha)	4,997.8	0.782 (6月)	3,578.6	0.750 (7月)
Ain Tbouda	一般灌漑地区 (150ha)	1,995.4	0.938 (7月)	782.1	0.926 (7月)
Zone modele	地表灌漑 (60ha)	782.1	0.938 (7月)	650.7	0.926 (7月)
"	スプリンクラー 灌漑(5ha)	39.6	0.652 (7月)	33.9	0.640 (7月)
Zone modele	計 (65ha)	821.7	0.916 (7月)	684.6	0.904 (7月)
計	(215ha)		0.931 (7月)		0.919 (7月)
Ain Beni Mathar	(435ha)	2,563.6	0.812 (7月)	1,851.2	0.798 (7月)
Chrayaa	(46ha)	594.3	0.834 (7月)	462.3	0.824 (7月)

なお、前述 4.3.1 作付計画で述べた「ケース II」案の作付体系に対する灌漑用水量についても、これを計算し、その結果を ANNEX B 4.32 に示した。「ケース II」案に対する用水量は「ケース I」案の用水量よりも平均して 30% 程増加し、さらに、経済性の面でも劣ることから (7.1.2 農業用水整備による便益参照)、「ケース II」案は代替案として検討したが、今回の計画では採用しないことにした。

表4.4.4 月別必要水量(1)

地区名	項目	単位	MOIS												
			SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEV.	MARS	AUREL	MAI	JUIH	JUIL	AOUT	ANUELS
Angad Zone-1	必要水量	L/S	1894.8	1911.5	2375.6	1910.9	1291.6	1274.4	1916.1	1890.0	3532.1	4833.3	5033.8	1807.3	29671.4
	200ha	1000m3	163.7	165.2	205.3	165.1	111.6	110.1	165.6	163.3	305.2	417.6	434.9	156.2	2563.6
	ピーク用水量	L/s/ha/Ho	9.472	9.558	11.877	9.555	6.459	6.371	9.580	9.450	17.661	24.165	25.168	9.036	148.352
		L/s/ha	0.316	0.308	0.396	0.308	0.208	0.228	0.309	0.315	0.570	0.806	0.812	0.291	0.406
	かんがい時間	hr	9.3	9.1	11.7	9.1	6.1	6.7	9.1	9.3	16.8	23.8	24.0	8.6	12.0
	ピーク用水量	L/s/ha										20hr	0.974		
	必要水量	L/S	1728.0	1442.7	1662.6	708.3	455.5	351.3	1673.6	313.8	2166.4	4213.4	4946.5	1765.7	21425.8
	200ha	1000m3	149.3	124.6	143.6	61.2	39.4	30.4	144.6	27.1	187.0	364.0	427.4	152.6	1851.2
	ピーク用水量	L/s/ha/Ho	8.640	7.213	8.313	3.541	2.276	1.756	8.367	1.568	10.822	21.068	24.735	8.827	107.126
		L/s/ha	0.288	0.233	0.277	0.114	0.073	0.063	0.270	0.052	0.349	0.702	0.798	0.285	0.293
かんがい時間	hr	8.5	6.9	8.2	3.4	2.2	1.9	8.0	1.5	10.3	20.7	23.6	8.4	8.7	
必要水量	L/S	1263.8	1909.2	2535.3	1910.7	1097.0	1307.0	1912.2	1902.1	3786.3	4549.5	4427.6	1573.3	28174.0	
200ha	1000m3	109.2	165.0	219.0	165.1	94.8	112.9	165.2	164.3	327.1	393.1	382.5	135.9	2434.2	
ピーク用水量	L/s/ha/Ho	6.315	9.539	12.668	9.547	5.481	6.531	9.559	9.509	18.931	22.748	22.139	7.861	140.828	
	L/s/ha	0.211	0.308	0.422	0.308	0.177	0.233	0.308	0.317	0.611	0.758	0.714	0.254	0.386	
かんがい時間	hr	6.7	9.8	13.4	9.8	5.6	7.4	9.8	10.0	19.3	24.0	22.6	8.0	12.2	
ピーク用水量	L/s/ha										20hr	0.910			
必要水量	L/S	1152.6	1483.0	1817.3	590.6	342.7	455.5	1588.7	387.5	2322.0	3959.9	4353.8	1539.4	19993.0	
200ha	1000m3	99.6	128.1	157.0	51.0	29.6	39.4	137.3	33.5	200.6	342.1	376.2	133.0	1727.4	
ピーク用水量	L/s/ha/Ho	5.759	7.411	9.080	2.952	1.712	2.276	7.943	1.937	11.609	19.800	21.771	7.692	99.942	
	L/s/ha	0.192	0.239	0.303	0.095	0.055	0.081	0.256	0.065	0.374	0.660	0.702	0.248	0.274	
かんがい時間	hr	6.1	7.6	9.6	3.0	1.7	2.6	8.1	2.1	11.8	20.9	22.2	7.9	8.7	
必要水量	L/S	8173.5	5297.6	3417.6	1668.5	1655.4	2763.1	4979.3	4937.1	7475.5	10939.4	12527.4	9493.5	73327.8	
435ha	1000m3	706.2	457.7	295.3	144.2	143.0	238.7	430.2	426.6	645.9	945.2	1082.4	820.2	6335.5	
ピーク用水量	L/s/ha/Ho	18.789	12.179	7.856	3.836	3.806	6.352	11.445	11.350	17.185	25.146	28.799	21.823	168.566	
	L/s/ha	0.626	0.393	0.262	0.124	0.123	0.227	0.369	0.378	0.554	0.838	0.929	0.704	0.462	
かんがい時間	hr	16.2	10.2	6.8	3.2	3.2	5.9	9.5	9.8	14.3	21.6	24.0	18.2	11.9	
ピーク用水量	L/s/ha										20hr	1.115			
必要水量	L/S	2643.7	4280.5	3104.5	937.5	638.4	1281.9	3858.6	2601.0	5465.8	9983.7	12366.2	9284.0	61445.7	
435ha	1000m3	660.4	369.8	268.2	81.0	55.2	110.8	333.4	224.7	472.2	862.6	1068.4	802.1	5308.9	
ピーク用水量	L/s/ha/Ho	17.572	9.841	7.136	2.155	1.468	2.947	8.870	5.979	12.563	22.953	28.427	21.341	141.252	
	L/s/ha	0.586	0.317	0.238	0.070	0.047	0.105	0.286	0.199	0.405	0.765	0.917	0.688	0.387	
かんがい時間	hr	15.1	8.2	6.1	1.8	1.2	2.7	7.4	5.1	10.5	19.8	23.7	17.8	10.0	
必要水量	L/S	435.8	439.7	546.8	439.9	297.5	293.5	440.8	434.7	862.6	1110.5	1188.8	388.3	6878.9	
46ha	1000m3	37.7	38.0	47.2	38.0	25.7	25.4	38.1	37.6	74.5	95.9	102.7	33.5	594.3	
ピーク用水量	L/s/ha/Ho	9.472	9.558	11.886	9.564	6.467	6.380	9.580	9.450	18.749	24.136	25.841	8.443	149.526	
	L/s/ha	0.316	0.308	0.396	0.309	0.209	0.228	0.309	0.315	0.605	0.805	0.834	0.272	0.410	
かんがい時間	hr	9.1	8.9	11.4	8.9	6.0	6.6	8.9	9.1	17.4	23.2	24.0	7.0	11.0	
ピーク用水量	L/s/ha										20hr	1.001			
必要水量	L/S	392.4	355.4	414.3	230.5	131.4	99.0	399.5	137.0	621.6	1013.3	1174.6	382.1	5351.1	
46ha	1000m3	33.9	30.7	35.8	19.9	11.4	8.6	34.5	11.8	53.7	87.5	101.5	33.0	462.3	
ピーク用水量	L/s/ha/Ho	8.530	7.726	9.005	5.008	2.857	2.153	8.683	2.978	13.513	22.027	25.539	8.307	116.326	
	L/s/ha	0.284	0.249	0.300	0.162	0.092	0.077	0.280	0.099	0.436	0.734	0.824	0.268	0.319	
かんがい時間	hr	8.2	7.2	8.6	4.7	2.6	2.2	8.1	2.8	12.5	21.1	23.7	7.7	9.2	

表4.4.5 月別必要水量(2)

地区名	項目	単位	MOIS												ANUELS
			SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEV.	MARS	AVREL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	
Ain Tbouda Non- Modele	必要水量	L/S	1861.2	1168.4	1445.1	956.6	475.7	624.4	1916.1	1417.3	2617.8	3571.4	4361.1	2216.9	22632.0
	150ha	1000m3	160.8	100.9	124.9	82.7	41.1	53.9	165.6	122.5	226.2	308.6	376.8	191.5	1955.4
	ピーク用水量	L/s/ha/Mo	12.406	7.788	9.632	6.377	3.171	4.162	12.772	9.448	17.451	23.810	29.077	14.779	150.873
		L/s/ha	0.414	0.251	0.321	0.206	0.102	0.149	0.412	0.315	0.563	0.794	0.938	0.477	0.413
	かんがい時間	hr	10.6	6.4	8.2	5.3	2.6	3.8	10.5	8.1	14.4	20.3	24.0	12.2	10.6
	ピーク通水量	L/s/ha										20hr	1.126		
	必要水量	L/S	1703.2	903.4	1301.6	536.4	183.4	263.3	1590.9	603.3	1959.7	3308.2	4305.9	2168.6	18827.9
	150ha	1000m3	147.2	78.1	112.5	46.3	15.8	22.7	137.5	52.1	169.3	285.8	372.0	187.4	1626.7
	ピーク用水量	L/s/ha/Mo	11.352	6.022	8.675	3.576	1.223	1.755	10.605	4.023	13.066	22.053	28.704	14.457	125.511
		L/s/ha	0.378	0.194	0.289	0.115	0.039	0.063	0.342	0.134	0.421	0.735	0.926	0.466	0.344
かんがい時間	hr	9.7	5.0	7.4	2.9	1.0	1.6	8.8	3.4	10.8	18.8	23.7	11.9	8.8	
必要水量	L/S	744.4	467.4	578.0	382.6	190.3	249.8	766.3	566.9	1047.1	1428.4	1744.5	886.8	9052.5	
60ha	1000m3	64.3	40.4	49.9	33.1	16.4	21.6	66.2	49.0	90.5	123.4	150.7	76.6	782.1	
ピーク用水量	L/s/ha/Mo	12.406	7.788	9.632	6.377	3.171	4.162	12.772	9.448	17.451	23.810	29.077	14.779	150.873	
	L/s/ha	0.414	0.251	0.321	0.206	0.102	0.149	0.412	0.315	0.563	0.794	0.938	0.477	0.413	
かんがい時間	hr	10.6	6.4	8.2	5.3	2.6	3.8	10.5	8.1	14.4	20.3	24.0	12.2	10.6	
ピーク通水量	L/s/ha										20hr	1.126			
必要水量	L/S	681.3	361.3	520.6	214.6	73.4	105.3	636.3	241.3	783.9	1323.3	1722.4	867.4	7531.1	
60ha	1000m3	58.9	31.2	45.0	18.5	6.3	9.1	55.0	20.8	67.7	114.3	148.8	74.9	650.7	
ピーク用水量	L/s/ha/Mo	11.352	6.022	8.675	3.576	1.223	1.755	10.605	4.023	13.066	22.053	28.704	14.457	125.511	
	L/s/ha	0.378	0.194	0.289	0.115	0.039	0.063	0.342	0.134	0.421	0.735	0.926	0.466	0.344	
かんがい時間	hr	9.7	5.0	7.4	2.9	1.0	1.6	8.8	3.4	10.8	18.8	23.7	11.9	8.8	
必要水量	L/S	66.8	38.5	38.2	3.3	13.1	12.9	25.1	12.7	48.2	48.4	100.5	50.9	458.6	
5ha	1000m3	5.8	3.3	3.3	0.3	1.1	1.1	2.2	1.1	4.2	4.2	8.7	4.4	39.6	
ピーク用水量	L/s/ha/Mo	13.398	7.711	7.634	0.672	2.569	2.531	5.061	2.634	9.890	9.921	20.203	9.955	92.179	
	L/s/ha	0.447	0.249	0.254	0.022	0.083	0.090	0.163	0.088	0.319	0.331	0.652	0.321	0.253	
かんがい時間	hr	16.5	9.2	9.3	0.8	3.1	3.3	6.0	3.2	11.7	12.2	24.0	11.8	9.3	
ピーク通水量	L/s/ha										8hr	1.956			
必要水量	L/S	60.3	32.5	24.7	0.0	6.9	7.6	21.5	5.4	39.1	45.7	98.8	49.9	392.4	
5ha	1000m3	5.2	2.8	2.1	0.0	0.6	0.7	1.9	0.5	3.4	3.9	8.5	4.3	33.9	
ピーク用水量	L/s/ha/Mo	12.120	6.477	4.941	0.000	1.358	1.481	4.367	1.119	7.985	9.389	19.825	9.794	78.856	
	L/s/ha	0.404	0.209	0.165	0.000	0.044	0.053	0.141	0.037	0.258	0.313	0.640	0.316	0.216	
かんがい時間	hr	14.9	7.7	6.1	0.0	1.6	2.0	5.2	1.4	9.5	11.5	23.6	11.6	8.0	
必要水量	L/S	811.2	505.9	616.2	385.9	203.4	262.7	791.4	579.6	1095.3	1476.8	1845.0	937.7	9511.1	
Tbouda	1000m3	70.1	43.7	53.2	33.4	17.5	22.7	68.4	50.1	94.7	127.6	159.4	81.0	821.7	
Modele	L/S	741.6	393.8	545.3	214.6	80.3	112.9	657.8	246.7	823.0	1369.0	1821.2	917.3	7923.5	
	1000m3	64.1	34.0	47.1	18.5	6.9	9.8	56.9	21.3	71.1	118.2	157.3	79.2	684.6	

9) 灌漑地区の必要井戸数

前表のピーク用水量（雨なし）より灌漑地区の必要井戸本数を求めると、下表のとおりである。

地区名	区分	開発可能量 (ℓ/s)	ピーク 必要水量 (ℓ/s)	必要 井戸数 (ヶ所)
Angad	(400ha)	10~20	312.8	10
Ain Thouda	一般灌漑地区 (150ha)	50~80	140.7	3
〃	モデル農場 (65ha)	50~80	59.5	1
Ain Beni Mathar	(435ha)	50~80	353.2	6
Chrayaa	(46ha)	5	34.4	3
計	1.096	—	—	23

* Chrayaaについては、4.2.2 開発可能量で既述したとおり、開発総水量を15ℓ/s程度に制約する事が好ましい事から、井戸は3ヶ所とし、灌漑面積は20haとする。

4.5 必要井戸数と開発優先順位

4.5.1 必要井戸数の検討

前述 4.2.3 開発可能量では井戸1ヶ所当りの揚水可能量を、一方、4.4.1 定住者用水~4.4.3 農業用水では生活用、牧畜用、灌漑用の必要水量についてそれぞれ地区毎に検討したが、これらを整理したものが表 4.5.1である。

対象地区の必要井戸数は各地区別の必要水量を井戸1ヶ所当りの揚水可能量で除して得られるが、これも同表に示した。

表 4.5.1 地区別必要水量

定住者用水	地区名	人口、家族数	水源状況(送水)	必要水量 (ℓ/s)	必要井戸数 ()内集数	開発優先順位 □: 優先順位高い ○: 優先順位低い (現況充足率%)	必要施設				井戸1本当り 計画用水量 ℓ/s
							ポンプ場	貯水塔	共同水送付 アプロバール	フェースト-ポンプ	
Ouida Sidi Yahya Naima Mestiferki Beni Djar Ain Sfa	Ouid Krida	3,550 人	浅井戸掘削 (なし)	11.2	1 (1)	7 (100)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	11.2
	Ouid Ibreci	690	なし	2.2	1 (1)	()	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	2.2
	Ouid Kameer	360	泉 (管線)	1.2	1 (1)	()	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1.2
	Louiza	3,080	1,240	9.4	2 (1)	53.2	2 (1)	2 (1)	2 (1)	2 (1)	5.0
	Mestiferki	1,478	11,600	8.2	2 (1)	61.0	2 (1)	2 (1)	2 (1)	2 (1)	5.0
	Beni Djar	2,768	9,325	10.3	2 (1)	41.48	2 (1)	2 (1)	2 (1)	2 (1)	5.0
	Chraga	1,818	—	5.3	1 (1)	84.3	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	5.0
	Kujen Ksalih	3,032	5,110	10.2	2 (1)	49	2 (1)	2 (1)	2 (1)	2 (1)	5.0
	M. Hassi Bessara	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Jerada	1,230	3,320	—	—	—	—	—	—	—	—
El Aouinat	391	7,000	—	—	—	—	—	—	—	—	
Sabb Ahmed	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Tourirt	2,396	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
M. Homedi	1,727	10,000	7.0	2 (1)	6.51 (71.4)	2 (1)	2 (1)	2 (1)	2 (1)	5.0	
Boutitir	6,320	—	7.2	2 (2)	11.74 (100)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	3.6	
El Ateuf	—	—	18.4	4 (2)	1 15 46 52	4 (2)	4 (2)	4 (2)	4 (2)	4.0	
小計	28,840	50,765	—	98.4	22 (15)	—	18 (11)	3 (3)	22 (15)	—	

遊牧代用水	地区名	人口、家族数	既存水源 (ℓ/s)	必要水量 (ℓ/s)	必要井戸数 ()内集数	開発優先順位 □: 優先順位高い ○: 優先順位低い (現況充足率%)	ポンプ場	貯水塔	共同水送付 アプロバール	フェースト-ポンプ	フェ-電 発電機	井戸1本当り 計画用水量 ℓ/s
Jerada Merja A.R. Mithar	Merja	2,720 人	深井戸 1ヶ所 (0.3)	11.9	2 (2)	16 18 (100)	2 (2)	2 (2)	4 (4)	—	—	4.5
	A.R. Mithar	4,285	なし	18.6	3 (3)	17 19 21 (100)	3 (3)	3 (3)	3 (3)	—	—	6.3
	小計	6,751	69,000	37.2	2 (2)	20 22 (100)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	—	—	8.5
小計	13,776	118,000	—	67.9	7 (7)	—	7 (7)	9 (9)	—	—	—	—

農業用水	地区名	面積 (ha)	既存灌漑施設 (ℓ/s)	必要水量 (ℓ/s)	必要井戸数 ()内集数	開発優先順位 □: 優先順位高い ○: 優先順位低い	ポンプ場	貯水塔	共同水送付 アプロバール	フェースト-ポンプ	フェ-電 送電機	井戸1本当り 計画用水量 ℓ/s
Jerada A.R. Mithar	Ain Thouda	(Gross) 80	なし	59.5	1 (1)	23	1 (1)	1 (1)	1 (1)	—	—	—
	modelle	65	なし	140.7	3	24 25 36	—	—	—	—	—	—
	Ain Thouda	150	浅井戸 4ヶ所掘削	353.2	6	33 34 35 43 44 45	—	—	—	—	—	—
	Collectif	545	なし	38.4	3	26 27 37	—	—	—	—	—	—
	A.R. Mithar	54	なし	312.8	10	23 23 30 31 32 38 39 40 41 42	—	—	—	—	—	—
Chrayea	46(20)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Thourirt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
El Aouin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oujda	505	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sidi Yahya	300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
小計	—	—	—	904.6	23 (1)	—	—	—	—	—	—	—
小計	—	—	—	1,070.9	52 (23)	—	—	—	—	—	—	—

モデル地区のha当りにより算出する。

なお、牧畜地区と灌漑地区の一部には既存水源があるため、これらの地区では今後ともこの水は利用可能であるとして、井戸数を決定してある。

表 4.5.1には井戸数と共に必要となる水利施設についても、それぞれ整理してある。

4.5.2 開発優先順位の決定基準

開発優先順位決定については、調査団及びカウンターパートの間で種々検討し、以下のとおりその決定基準を作成した。

1) 用途別緊急度を最優先とし、以下のとおりとする。

第1位 定住者用水（農民の生活用水と家畜用水）

第2位 遊牧民用水（遊牧民の生活用水と家畜用水）

第3位 農業用水

これらの順位は国の農村開発計画の戦略にも一致しており、妥当と判断される（第2章 2.2.7農村開発計画参照）。

但し、地下水の開発可能量の評価結果は上記優先順位よりも重視する。

定住者用水は、この大部分の地区が既存の施設を有しているが、近年の旱魃による機能低下が著しく、この機能回復を最優先とした。しかし、用途面からは定住者用水も遊牧民用水も、共に住民の生活用水と家畜用水の供給を目的としており、水供給の逼迫度は同様と考えられる。

更に、遊牧民用水は、水場を中心とした牧草地管理による沙漠化防止の対応策としての重要な側面を有している事も配慮されるべきであろう。

2) 定住者用水各地区の優先順位決定は以下による。

パラメーターとしては充足率、水運搬距離、人口等に加えさらに、ウジュダ州における社会的重要度等が考えられるが、特に州農業事務所においてこれらを総

合的に判断し、緊急性等を加味して決定した優先順位を重視する。

但し、1地区における必要水量が推定揚水量を超え、井戸数が複数となる場合は、必要水量の約50%を目標に最優先開発井戸数を決定する。これにより、現況人口の必要水量を9割がた確保できる。

なお、以下のとおり一部例外があり、これも併せて考慮する。

- a. Tafrata は生活用水の他に牧畜地域として重要な側面を有している事から、揚水量に拘わらず最低2ヶ所の井戸を計画する。
- b. El Ateufについては、生活用水が最優先であり、家畜用水は今回検討に含まない。これについては、Oued Bou Rdim、Majen Msallah についても同様とする。

3) 遊牧民用水

対象となる3地区はいずれも適切な牧草管理により、沙漠化防止を目指す牧畜管理区と指定されている事から、優先順位はカウンターパートとの協議を重視して、以下の基準による事とした。

則ち、先ず地区別優先順位を決定するが、更に各地区公平に充足率を高める事にも配慮した計画とする。

この結果、地区の優先順位は以下のとおりとなる。

優先理由

第1位	RKiz (19,000ha)	Ain Beni Mathar の集落に近く、開発効果は大きい。(既存施設は1ヶ所のみである)
第2位	Hassian Diab (30,000ha)	Ain Beni Mathar の集落からは遠いが、既存施設は皆無である。
第3位	Ain Beni Mathar (69,000ha)	対象地区で最初の牧畜管理区の指定を受け、既に3ヶ所の施設が整備されているが、能力としては不十分である。

4) 農業用水

一般に灌漑用水の開発は、経済性を重視して決定されるが、本件の場合には緊急性、モデル効果等を重視し、基本的な優先順位は以下の基準によることとする。

則ち、灌漑機能の回復を最優先とし、地域間バランス及び農民の耕作意欲等を反映したカウンターパートの意見にも配慮する。従って、新規開発地区の優先順位は機能回復地区の次とする。

尚、モデル地区は、最優先地区の中から選定し、第1位の優先順位とする。

この結果、原則的な開発優先順位は以下のとおりとする。

		<u>灌漑面積</u>	<u>優先理由</u>
第1位	Zone modele	65ha	Ain Tbouadaより選定
第2位	Ain Tbouada	150ha	灌漑機能回復
第3位	Chrayaa	46ha	天水地区(被害著しい)
第4位	Angad	400ha	既設灌漑施設に増設
第5位	Ain Beni Mathar	435ha	新規開発

4.5.3 開発優先順位の決定

前述 4.5.1 必要井戸数の検討及び 4.5.2 開発優先順位の決定にもとづき決定した開発優先順位は表 4.5.1 に示されている。全体計画としては52ヶ所の井戸が必要となる。このうち、定住者用水及び遊牧民用水については緊急性が極めて高いため、井戸の揚水可能量を勘案し、最低限、現況の農村人口の生活用水と家畜用水を概略満足させるための計画を策定した。

一方、農業用水地区については、対象地域の将来の農村開発のモデルとして、前述した Ain Tbouada を選んだ。モデル地区が建設されれば、乾燥地における節水農業、水管理、機械化農業、営農栽培技術等の観点から大きな波及効果が期待できるので、このモデル地区の開発が緊急計画に含まれる事を強く提案する。これら緊急計画に必要な井戸数は、23ヶ所となる。

第 5 章 施設計画

第5章 施設計画

5.1 井戸施設計画

5.1.1 深井戸

1本の井戸で揚水可能な水量は、地質構造、施設の経済性、地下水の賦存量等から限定されたものとなる。したがってそれぞれの要請地区における井戸の本数は、その地区の1日最大給水量を供給しうる本数となる。

各井戸の計画諸元は表5.1.1の通りである。

本地域の帯水層の深度が一般に100～250mと深いので、鑿井にあたっては、口径10～12インチで500m以上の掘さく能力を有するボーリングマシンを使用する必要がある。ボーリングマシンのタイプとしては、ロータリー式あるいはロータリー式とパーカッション式の兼用型が適している。

掘さく後、ケーシングパイプを挿入して孔壁をサポートすると共に、地表からの汚染を防止する。ケーシング材料としては、極く浅い井戸の場合には防蝕性と取扱い易さの点からプラスチック製品で十分であるが、強度的に弱いのが難点である。従って、本件の場合には、耐久性と堅牢性を重視してスチール製品を採用するのがよいと考えられる。

スクリーンは井戸のポンプの寿命に大きく影響する重要な部分であるから、工事前の標準設計、標準加工を十分に行なっておくことと、鑿井中に得られる検層データ等を考慮して、現場におけるアジャスティングや加工が適宜できるようにしておくことが重要である。

井戸水の水質は、飲料水として適したものであることは言うまでもないが、水中モーターポンプの性能や寿命にも大きく影響するので、特に次の項目については、確実に基準を保つこととする。

—砂含有量：50ppm 以下（大きさは細砂 0.25mm 以下）

—塩素濃度：500ppm以下

— pH : 6.5 ~8.0

図面集（巻末：No.1）に標準的な井戸のケーシングプログラムを示す。計画揚水量及びモロッコ国内で一般に使われている揚水ポンプ、揚水管継手等の寸法を考慮して、井戸の最終口径は6"～10"、ポンプチャンバー口径は12"以上の寸法で計画する。

表 5.1.1 各要請地点の必要井戸本数

定住者用水

	必要水量 (ℓ/s)	井戸1ヶ所当 り揚水可能量 (ℓ/s)	必要井戸数
Oulad Arja	11.2	10~20	1
Oulad Hamel			
Oulad Maamer	2.2	5	1
Louiza	1.2	5	1
Mesteferki	9.4	5	2
Hassi Jdaini	8.2	5	2
Chraga	10.3	5	2
Majen Msallah	5.3	5	1
Hassi Bessara	10.2	5	2
Khalloufyine	4.5	2~5	1
Sahb Ahmed	3.3	2~5	1
Oued Bou Rdim	7.0	5	2
Tafrata	7.2	5	2
Ateuf	18.4	3~5	4

遊牧民用水

	必要水量 (ℓ/s)	井戸1ヶ所当 り揚水可能量 (ℓ/s)	必要井戸数	
Rkis	11.9	5~10	2	既設Forage有り 3ℓ/s 供給可能
Hassian Diab	18.8	5	3	既設Forage有り 20ℓ/s
Ain Beni Mathar	37.2	5~10	2	供給可能

農業用水

	必要水量 (ℓ/s)	井戸1ヶ所当 り揚水可能量 (ℓ/s)	必要井戸数
Angad	173	10~10	10
Sidi Yahya	(100)	(50~80)	-
Ain Tbouda	164	50~80	4
A. B. Mathar	311	50~80	6
Chrayaa	10	5	2

5.1.2 揚水ポンプ

a) ポンプの型式

計画するポンプは、いずれも深井戸に設置することになる。水位は自然吸水高よりも低いため、選定しうるタイプも限られたものとなる。

可能なものとして、ボアールポンプ、水中モーターポンプが考えられる。

ボアールポンプは、深井戸に吊り下げた垂直軸に羽根車を取り付け、これを地上に据えつけた原動機により吸い揚げるものである。このポンプは長い中間軸を必要とし、今回のように電力の得難い場合にはディーゼルエンジン駆動も可能であるが多段の羽根車となるため構造上複雑であり、かなり高価なものとなる。

水中モーターポンプは、絶縁加工したモーターをポンプの胴体中に入れ、ケーシングの適当な個所に入れて吸い揚げるもので、故障時の修理が困難ではあるが、構造上簡単であり効率もよい。

両者を比較すれば、電源が得難いためにディーゼル発電によってモーターを駆動するにしても、水中モーターポンプの方が明らかに経済的であり、維持管理も比較的容易であることから、水中モーターポンプとする。

起動方式は、加速トルクの大きさや経済性の点から、原則として直入れ起動方式 (direct on line start) とし、大容量のポンプに対してのみオート・トランスフォーマー起動方式を採用することとする。

b) 電源及び原動機の決定

ポンプとしては水中モーターポンプとするため、電源を必要とするが、要請地点では既設の送電ラインまで、かなり距離のある個所が多く、それらの地点ではディーゼル発電の施設を必要とする。また、送電ラインに近い場合でも、送電圧が 22,000V と高圧であり、変電施設を必要とする。従ってディーゼルエンジンによる発電機方式が多く用いられることになるが、その発電能力としては、約 15kVA から