

国際協力事業団
モロッコ国政府
公共事業省水利総局

モロッコ国

プレ・リフ地方飲料水供給計画調査

最終報告書

要約

平成8年8月

JICA LIBRARY



J1131795(5)

日本工営株式会社

社調正

JIR

96-092

国際協力事業団
モロッコ国政府
公共事業省水利総局

モロッコ国

プレ・リフ地方飲料水供給計画調査

最終報告書

要 約

平成8年8月

日本工営株式会社



1131795 (S)

序 文

日本国政府は、モロッコ王国政府の要請に基づき、同国のブレ・リフ地方飲料水供給計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成6年10月から平成8年5月までの間、4回にわたり、日本工営株式会社の井上清紘氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

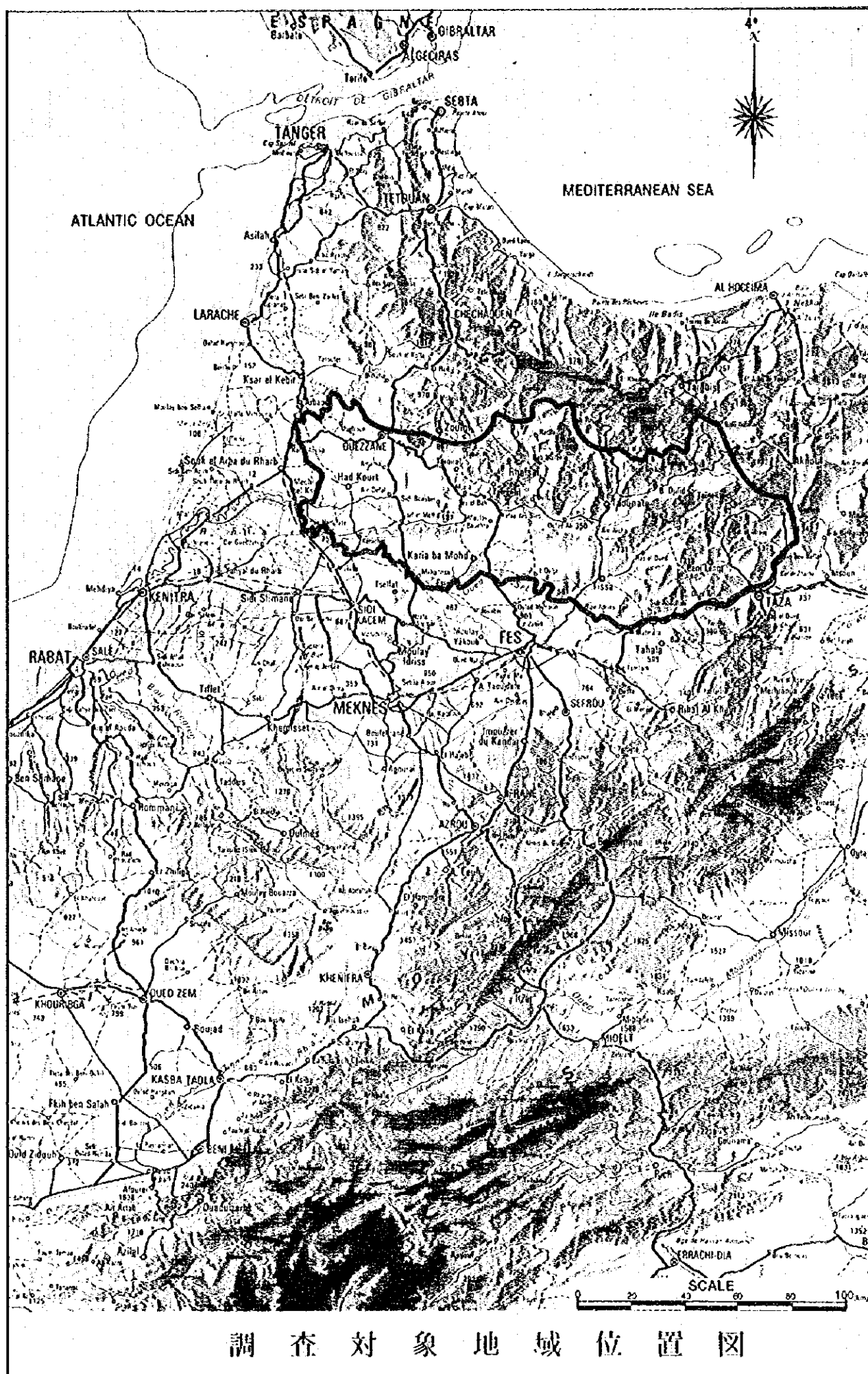
調査団は、モロッコ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成8年8月

国際協力事業団
総裁 藤田 公 郎



調查対象地域位置図

モロッコ国 ブレ・リフ地方飲料水供給計画調査

調査期間：平成6年9月～平成8年6月

受入機関：公共事業省水利総局

概 要

1. 調査の背景

モロッコ国政府は1993年2月、日本政府にブレ・リフ地方飲料水供給計画調査の実施を要請した。1990年から1993年にかけてUNDPの援助により実施された「全国地方給水マスタープラン調査」の中で、ブレ・リフ地方は最優先開発地域と指定された。同マスタープランではこの地方の生活水準向上のため、給水事業の早期実施を勧告している。同地方の飲料水は一部で河川水利用もあるものの、ほとんどが地下水（浅井戸および湧水）に依存しており、乾季にはしばしば深刻な水不足が生じている。現在、同地方の中で給水施設を有するのはごく一部の地区に限られており、地下水を中心とした水源開発および給水計画の策定が急務となっている。

2. 調査の目的

本調査の目的は以下の通りである。

- (1) ブレ・リフ地方を対象とした2010年までの飲料水供給のための開発基本方針およびマスタープランを策定する。
- (2) 調査を通じ、モロッコ側カウンターパートに技術移転を行う。

3. 調査対象地域

調査対象地域はモロッコ国タウナト州全部およびシディ・カセム州およびタザ州の一部を含む、東西約160km、南北約60km、面積約10,000km²の地域である。

4. 地方給水計画の開発基本方針

4.1 全国地方給水計画マスタープラン

モロッコ国の総人口12百万人のうち農村部の人口は52%を占めるが、そのうち給水施設を有するのは14%に過ぎない。残る86%は質・量ともに不十分である。水利総局（AII）はこのような地方の飲料水供給事情の改善のため、UNDPの援助により1994年までに全国地方給水計画マスタープランを策定した。全国地方給水計画マスタープランは以下の方針により策定されている。

- i) 水源へのアクセス改善
- ii) 水源への給水施設の設置
- iii) 給水普及率の拡大

同マスタープランでは2010年の給水普及率を現在の14%から80%とすることを目標としている。この80%のうち10%が各戸給水、40%が共同水栓、30%が既存施設の改善によるものである。残りの20%は施設を有しない水源および私有の水源である。また水源整備の順序は、1) 湧水、2) 地下水、3) 表流水、4) 導水としている。表2.7に地方給水における現状の給水普及率とマスタープランの目標値を示す。

表1 現在と将来の給水普及率

給水施設の種別	給水普及率			
	1990年 (%)		2010年 (%)	
各戸給水	2	14	10	80
共同水栓	6		40	
既存施設の改善	6		30	
伝統的水源/施設	16		-	
私有水源	23	86	-	20
雨水利用	10		-	
表流水利用	21		-	
他所よりの導水	16		-	
合計	100	100		100
人口(x 10 ⁵)	13.4		14.3	

4.2 開発基本方針

調査対象地域の現況調査の結果に基づき、地方飲料水供給計画は次のような開発基本方針のもとで策定する。

- i) 調査対象地域の給水計画は政策に従い2010年までに給水普及率を80%に引き上げるものとする。水源は地下水および表流水とする。
- ii) 原則的に地下水水源を最大限に活用する。よって本調査でその存在が判明した、13ヶ所の高ポテンシャル地区の開発を給水計画実施のための優先計画と位置づける。
- iii) 表流水による給水計画は、まず既存の飲料水供給公社 (ONEP) の計画をベースとして十分な地下水水源を有しない地区について実施する。新規施設については地下水開発の状況および将来の水資源開発による表流水の利用計画を確認したうえで計画を進めるものとする。

5. モデル地区の給水計画の策定

5.1 モデル地区の選定

第一段階調査における水文地質調査により以下の13ヶ所について地下水ポテンシャルが良好であることが判明し、これらをモデル地区の候補とした。

1) 山地

- | | |
|------------------------|-------|
| i) タイナステ (Tainaste) | タウナト州 |
| ii) カミセ (J. Khamise) | タザ州 |
| iii) ケイル (J. Keil) | タウナト州 |
| iv) ベルダ (J. Berda) | タウナト州 |
| v) タハール・スク (Thar Souk) | タウナト州 |

2) 丘陵地

- | | |
|-----------------------------|----------|
| i) テロウアル (Teroual) | シディ・カセム州 |
| ii) ワルザ (Ourtzagh) | タウナト州 |
| iii) アイン・サディン (Ain Saddine) | シディ・カセム州 |
| iv) タウナト (Taounate) | タウナト州 |
| v) テイサ (Tissa) | タウナト州 |

3) 平地

- | | |
|--------------------------------|----------|
| i) ジョルフ・エル・メルハ (Jorf El Melha) | シディ・カセム州 |
| ii) アイン・デファリ (Ain Defali) | シディ・カセム州 |
| iii) ハド・コート (Had Kourt) | シディ・カセム州 |

その後物理探査による地下水源の評価、各地区の水不足の現状および給水計画実施による社会経済的効果を総合的に検討し、以下の3地区をモデル地区として選定した。なおモデル地区は計画策定上、行政単位のコミューンと定義した。

- 1) 平地 : アイン・デファリ
- 2) 丘陵地 : テロウアル
- 3) 山地 : エル・ビバン

注) ベルダ地区はエル・ビバンコミューン内に位置している。

5.2 給水施設計画

(1) 試掘調査

現地試掘調査で9ヶ所の井戸ボーリングを行い、うち7ヶ所で質、量ともに良好な地下水が得られた。

(2) 水需要予測

モデル地区の水需要は表2のごとく予測された。

表2 水需要予測

モデル地区	1995年		2010年	
	給水人口	水需要	給水人口	水需要
アイン・デファリ	20,188	734 m ³ /日	22,415	990 m ³ /日
テロウアル	9,677	345 m ³ /日	10,745	468 m ³ /日
エル・ビバン	5,210	180 m ³ /日	5,784	248 m ³ /日

(3) 施設計画

モデル地区の給水計画は重力配水方式（自然流下）とポンプ配水方式の二つに分け、重力配水方式による給水計画を優先して実施する。

表3 給水施設計画の概要

重力配水方式

項 目	アイン・デファリ	テロウアル	エル・ビバン
揚水用水中ポンプ	Q 0.69 m ³ /min Head 48 m Nos. 3 units	Q 0.33 m ³ /min Head 46 m Nos. 2 units	Q 0.18 m ³ /min Head 65 m Nos. 2 units
送水パイプ	D = 75 - 200 mm 44,880 m	D = 89 - 125 mm 12,050 m	D = 25 - 75 mm 11,100 m
配水タンク (RC)	V = 600 m ³ x 1 V = 400 m ³ x 1 V = 100 m ³ x 6	V = 280 m ³ x 1 V = 140 m ³ x 2	V = 120 m ³ x 1 V = 30 m ³ x 1 V = 10 m ³ x 1
共同水栓	25 Units	9 units	4 units
関連施設	LS Electric Works Access Roads	LS Electric Works Access Roads	LS Electric Works Access Roads

ポンプ配水方式（拡張分）

項 目	アイン・デファリ	テロウアル	エル・ビバン
送水パイプ	D = 89 - 125 mm 14,900 m	D = 89 mm 8,700 m	(no facility installed)
送水用ポンプ	Q 0.11&0.23 m ³ /min Head 13&100 m Nos. 6 units	Q 0.16 m ³ /min Head 60 - 130 m Nos. 8 units	
配水タンク (RC)	V = 100 m ³ x 2	V = 140 m ³ x 2	
共同水栓	5 units	6 units	
関連施設	LS Electric Works Access Roads	LS Electric Works Access Roads	

既存給水施設（浅井戸、湧水）の改善は水利総局による5ヶ年計画に基づき新規給水計画と同時平行で実施する。

5.3 概算事業費

モデル地区の給水計画の概算事業費は、重力配水方式と重力配水+ポンプ配水の組み合わせによる場合との2方式に分けて算定した。なお表4の概算事業費には既存施設の改善費用も含まれている。

表4 概算事業費

重力配水 US\$1.0 = DH8.6 = ¥100.0 (1996年1月)				
No.	項 目	外貨分 (1,000 US\$)	内貨分 (1,000 DH)	合 計 (1,000 DH)
1	直接工事費	4,839	15,653	57,272
2	土地収用・補修費	0	0	0
3	実施機関の経費	0	5,727	5,727
4	技術費用 (予備費を除く事業費)	932 (5,771)	3,436 (24,816)	11,454 (74,449)
5	価格変動予備費	411	3,618	7,153
6	物理的予備費	927	4,265	12,240
	事業費	7,110	32,700	93,842

重力配水およびポンプ配水方式の組み合わせ US\$1.0 = DH8.6 = ¥100.0 (1996年1月)				
No.	項 目	外貨分 (1,000 US\$)	内貨分 (1,000 DH)	合 計 (1,000 DH)
1	直接工事費	6,401	19,868	74,917
2	土地収用・補修費	0	0	0
3	実施機関の経費	0	7,492	7,492
4	技術費用 (予備費を除く事業費)	1,220 (7,621)	4,495 (31,855)	14,983 (97,392)
5	価格変動予備費	543	4,638	9,307
6	物理的予備費	1,225	5,474	16,005
	事業費	9,388	41,966	122,703

年間の運転・維持管理費は下記のごとく算定された。

表5 運転・維持管理費

重力配水方式

	アイン・デ・ファリ	テロウアル	エル・ビバン	合 計
運転経費 (DH)	: 222,000	375,000	78,000	675,000
維持管理費 (DH)	: 272,500	129,000	144,200	545,700
合 計	494,500	504,000	222,200	1,220,700

重力配水およびポンプ配水組み合わせ方式

	アイン・デ・ファリ	テロウアル	エル・ビバン	合 計
運転経費 (DH)	: 435,000	790,000	78,000	1,303,000
維持管理費 (DH)	: 362,300	220,500	144,200	727,000
合 計	797,300	1,010,500	222,200	2,030,000

5.4 事業評価

財務評価の結果、モデル地区アイン・デファリで実施主体（コミュン）が直接工事費に限定して外部から資金を借受けるケースに限り、財務内部収益率（重力式およびポンプ式で5.1%、重力式で5.2%）は妥当性が成立し、公的融資機関および外国ソフトローンの資金返済に充分可能であることが判明した。テロウアルとエル・ビバンはどのケースも財務的妥当性は低く、ローン対象の事業として成立しないが、運転・維持管理費用は事業収入で賄える。従って、事業費の資金調達を無償資金または補助金で補えば、事業実施は可能である。

水不足に悩むモデル地区の住民は、社会経済調査で給水事業を最優先公共事業として位置付けている。従って、地元住民のニーズを反映する意味で給水事業は実施する価値がある。また、従来の水運びで重労働を強いられた女性や低就学率の子供の状況が改善される点に関してでも給水事業の実施は多大な効果をもたらすものと言える。

6. マスタープラン

6.1 地下水源による給水計画

地下水水源による給水計画の実施は以下のように進めることを提言する。

- i) 試掘調査によりモデル地区においては飲料水供給に必要な地下水水源が確認された。モデル地区では給水量の増加および施設の整備は急務であり、この地下水開発計画は緊急事業として実施する。
- ii) モデル地区の給水計画は重力配水方式（自然流下）とポンプ配水方式の2つに分け、重力配水方式による給水を優先的に実施する。

- iii) モデル地区においては重力配水方式、ポンプ配水方式による給水および既存施設の改善を5年以内に実施する。
- iv) 他の10ヶ所の地下水高ポテンシャル地区については、物理探査、試掘調査を含む地下水開発計画の策定、引き続き詳細設計および給水施設建設を10年以内に実施する。
- v) 地下水中低ポテンシャル地区の開発は、高ポテンシャル地区の開発および表流水開発の状況を見極めたうえで実施する。

6.2 表流水水源による給水計画

表流水水源による給水計画の実施は以下のように進めることを提言する。

- i) ONEPIによる既存給水施設の拡張計画は優先事業として実施する。セブ川からの取水は既存の計画給水量の2倍もしくはそれ以上に増加することが可能であり、セブ川沿いのコミュニティは既存給水施設の拡張によりカバーできる。
- ii) アル・ワハダダムの建設は1996年中にも完工予定であるが、これを水源とする調査対象地域内への具体的な給水計画は策定されていない。したがって同ダム貯水水源を水源とした新たな水利用計画の策定が必要である。この水利用計画に基づく給水施設計画は地下水開発の進捗状況を見極めたうえで2000年を目度に着手するものとする。

6.3 実施計画

調査対象地域における水源（地下水、表流水）別の地方給水システム開発方針は上記に述べた通りである。プロジェクトの実施スケジュール策定に先立ち、案件の緊急度（短期、中期、長期）、経済効果、実施面（組織・制度）の容易性、既存と計画案件の関連、対象地域に対する社会効果を考慮に入れた。上記を踏まえ、目標年次2010年までに実施する地方給水計画は下記の通りである。

- (1) モデル地区地方給水事業
 - 1) 重力配水方式開発
 - 2) ポンプ配水方式開発
- (2) 地下水開発調査
 - 1) 高ポテンシャル地区（10箇所）
 - 2) 中ポテンシャル地区
- (3) 地下水を給水源としている既存施設のリハビリ
 - 1) モデル地区
 - 2) その他の調査対象地域
- (4) 表流水を給水源とする地方給水計画
 - 1) ONEP管轄施設のリハビリおよび改善
 - 2) アル・ワハダダム貯水池を給水源とする地方給水システム

実施計画は表6のとおりである。

表6 事業実施計画

No.	実施計画	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
(1)	モデル地区の給水計画															
	1) 重力配水方式															
	2) ポンプ配水方式															
(2)	地下水開発調査															
	1) 高ポテンシャル地区															
	2) 中ポテンシャル地区															
(3)	既存給水施設（井戸、湧水）の改善															
	1) モデル地区															
	2) その他の地区															
(4)	表流水開発計画															
	1) ONEP施設の改善・拡張															
	2) アル・ワハダ貯水池による新規給水計画															

モロッコ国 プレ・リフ地方飲料水供給計画調査 最終報告書

目次

概要

	頁
1. 序章	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査の目的	1
1.3 調査対象地域	1
1.4 調査実施体制	1
2. 調査対象地域の現況調査	3
2.1 自然条件	3
2.1.1 地形	3
2.1.2 気象	3
2.1.3 水文	4
2.1.4 地質	5
2.1.5 水文地質	5
2.2 社会経済	10
2.2.1 行政と人口	10
2.2.2 地形と土地利用	10
2.2.3 経済活動	11
2.2.4 調査対象地域の人口予測	12
2.3 水資源	13
2.3.1 地下水	13
2.3.2 表流水	13
2.4 衛星画像・航空写真解析	15
2.4.1 衛星画像解析	15
2.4.2 航空写真解析	15
2.5 給水の現状	16
2.5.1 全国地方給水マスタープラン	16
2.5.2 既存の給水施設	17
2.5.3 水利用の現状	19
2.5.4 ONEPIによる事業計画	20

	頁
2.6 初期環境評価 (IEE)	22
2.6.1 現状分析	22
2.6.2 初期環境評価と環境配慮	25
2.7 物理探査	26
2.7.1 概要	26
2.7.2 調査結果	26
2.8 モデル地区の提言	28
2.8.1 モデル地区選定の条件	28
2.8.2 モデル地区の選定	28
2.9 開発基本方針の策定	29
2.9.1 基本的条件	29
2.9.2 地方給水によるインパクト	29
2.9.3 開発基本方針	30
 3. モデル地区給水計画の策定	 31
3.1 自然条件	31
3.1.1 地形	31
3.1.2 水文	31
3.1.3 地質	32
3.1.4 水文地質	32
3.2 社会経済	35
3.2.1 行政区分と人口	35
3.2.2 土地利用	35
3.2.3 家計収入／支出	36
3.2.4 社会基盤施設	36
3.2.5 女性の生活と仕事	36
3.2.6 水利用の現況	37
3.3 水文地質および地下水開発	40
3.3.1 試掘調査	40
3.3.2 既存地下水源のインベントリ調査	40
3.3.3 水文地質の分析	41
3.3.4 水収支解析	42
3.3.5 地下水シミュレーション	43
3.4 モデル地区の水需要予測	45
3.4.1 人口	45
3.4.2 モデル地区給水の現状	45
3.4.3 水需要予測のためのパラメータ	46
3.4.4 水需要予測	47

	頁
3.5 給水施設計画	48
3.5.1 基本方針	48
3.5.2 計画諸元	48
3.5.3 概略施設設計	49
3.5.4 既存施設の改善計画	50
3.5.5 維持管理計画	50
3.6 概算事業費	55
3.6.1 積算の前提条件	55
3.6.2 積算手法	56
3.6.3 概算事業費	57
3.6.4 運転・維持管理費	57
3.7 建設計画および資機材調達計画	59
3.8 プロジェクト評価	60
3.8.1 組織体制	60
3.8.2 水道料金	61
3.8.3 財務評価	62
3.8.4 経済評価	63
3.8.5 社会経済効果	64
3.8.6 総合評価	65
3.9 水質および環境影響評価 (EIA)	70
3.9.1 水質	70
3.9.2 環境影響評価	70
3.9.3 環境配慮計画	71
3.10 女性と開発 (WID)	72
3.10.1 WIDの評価方法	72
3.10.2 女性の活動 (現状)	72
3.10.3 女性に対する潜在便益	73
3.10.4 潜在便益を実現するためのプログラム	74
3.10.5 WID効果プログラムの実施	75
4. マスタープランの策定	76
4.1 調査対象地域の水需要予測	76
4.2 将来の水資源	77
4.2.1 表流水	77
4.2.2 地下水	78
4.3 将来給水計画の策定	86
4.3.1 地下水水源による給水計画	86
4.3.2 表流水水源による給水計画	86

	頁
4.3.3 給水区域	87
4.4 ガイドラインの設定	90
4.4.1 運転維持管理のガイドライン	90
4.4.2 環境配慮に対するガイドライン	90
4.4.3 女性と開発 (WID) に対するガイドライン	92
4.4.4 公衆衛生教育に対するガイドライン	93
4.5 事業実施計画	94
4.5.1 実施プロジェクトの選定	94
4.5.2 実施計画の概要	95
4.5.3 資金計画	100

添付表

	頁
表 1.1 調査行程	2
表 2.1 地域別の降雨量および流出量	4
表 2.2 基底流量の比較	5
表 2.3 地下水高ポテンシャル地区の水文地質概要 (1/2) - (2/2)	8
表 2.4 調査対象地域の土地利用	11
表 2.5 セクター別経済人口	11
表 2.6 既設および建設中のダム	14
表 2.7 現在と将来の給水普及率	16
表 2.8 給水原単位	19
表 2.9 ONEPによるタウナト州の給水事業計画	21
表 2.10 モロッコの飲料水水質基準	24
表 3.1 モデル地区の行政区分と人口	35
表 3.2 モデル地区の作物別土地利用	35
表 3.3 所得階層別一人あたりの月間支出	36
表 3.4 飲料水運搬に従事する男性、女性、子供の比率	37
表 3.5 衛生状況	38
表 3.6 現況の水源数	38
表 3.7 住居～水源の距離別人口分布の比較	38
表 3.8 水の運搬時間別人口分布	39
表 3.9 世帯の支払意思額	39
表 3.10 対象地区の水収支 (1)	43
表 3.11 対象地区の水収支 (2)	43
表 3.12 地下水シミュレーション結果	44
表 3.13 2010年における給水施設別原単位	46
表 3.14 給水人口と日給水量	48
表 3.15 概算事業費	58
表 3.16 運転・維持管理費	57
表 3.17 財務内部収益率	62
表 3.18 財務キャッシュフロー (アイン・デファリ、重力+ポンプ、全事業費)	66

	頁
表 3.19 財務キャッシュフロー (アイン・デファリ、重力+ポンプ、直接工事費)	67
表 3.20 ローンの融資条件	63
表 3.21 財務収入・支出のキャッシュフロー (アイン・デファリ、重力+ポンプ、直接工事費)	68
表 3.22 年便益	63
表 3.23 経済内部収益率	64
表 3.24 経済キャッシュフロー (アイン・デファリ、重力+ポンプ)	69
表 3.25 期待される潜在便益	73
表 3.26 潜在便益を実現するためのプログラム	74
表 4.1 給水原単位	76
表 4.2 地下水中ポテンシャル地区の水文地質概要	83
表 4.3 地下水低ポテンシャル地区の水文地質概要	84
表 4.4 地下水ポテンシャルの概略評価	85

添付図

	頁
図 2.1 地下水高ポテンシャル地区の位置図	7
図 2.2 既設ONEP給水施設の位置図	18
図 3.1 モデル地区位置図	34
図 3.2 アイン・デファリ給水計画図	52
図 3.3 テロウアル給水計画図	53
図 3.4 アイン・ベルダ給水計画図	54
図 3.5 給水の組織体制	60
図 3.6 事業の運営管理組織図	61
図 3.7 WIDの効果実現のプロセス	72
図 3.8 プログラムの段階的实施	75
図 4.1 セブ川水資源開発計画	81
図 4.2 地下水ポテンシャル地区の位置図	82
図 4.3 将来の給水区域	89
図 4.4 事業実施計画	102

略号・記号

(組織、機関)

JICA	国際協力事業団
AH	水利総局
ONEP	飲料水供給公社
DRPE	給水調査局
DRH	地域水利局
CERED	人口動態研究所
FEC	コミュニケーション設備基金
UNDP	国連開発計画
WHO	世界保健機構
WB	世界銀行
IBRD	世界復興開発銀行

(計画、用語、通貨)

S/W	スコープ・オブ・ワーク
IEE	初期環境評価
EIA	環境影響評価
SBO	セブ、ブ・レグレグおよびウム・エル・ルビア流域総合水資源開発計画
MSL	平均海面標高
VES	垂直電気探査
VLF	超低周波
MODFLOW	Modular Three Dimensional Finite Difference Groundwater Flow Model
FDM	有限差分法
O&M	運営・維持管理
FC	外貨
LC	内貨
VAT	付加価値税
FIRR	財務内部収益率
EIRR	経済内部収益率
WID	女性と開発
DH	デイルハム
US\$	米ドル
LS	ランプ・サム (一式)
ODA	政府開発援助

(単位)

mm	ミリメートル
cm	センチメートル
km	キロメートル
m ²	平方メートル
ha	ヘクタール
m ³	立方メートル
MCM	百万立方メートル
m/s	メートル／秒
m ² /s	平方メートル／秒
km ²	平方キロメートル
m ³ /sec	立方メートル／秒
m ³ /d	立方メートル／日
m ³ /year	立方メートル／年
l/s	リッター／秒
l/d/c	リッター／日／人
l/d/head	リッター／日／頭
°C	度
kW	キロワット
GWh	ギガワット時
KHz	キロヘルツ
ohm-m	比抵抗値

1. 序 章

1.1 調査の背景

モロッコ国政府は1993年2月、日本政府にブレ・リフ地方飲料水供給計画調査の実施を要請した。

1990年から1993年にかけてUNDPの援助により実施された「全国地方給水マスタープラン調査」の中で、ブレ・リフ地方は最優先開発地域と指定された。同マスタープランではこの地方の生活水準向上のため、給水事業の早期実施を勧告している。同地方の飲料水は一部で河川水利用もあるものの、ほとんどが地下水（浅井戸および湧水）に依存しており、乾季にはしばしば深刻な水不足が生じている。現在、同地方の中で給水施設を有するのはごく一部の地区に限られており、地下水を中心とした水源開発および給水計画の策定が急務となっている。

1.2 調査の目的

本調査の目的は以下の通りである。

- (1) ブレ・リフ地方を対象とした2010年までの飲料水供給のための開発基本方針およびマスタープランを策定する。
- (2) 調査を通じ、モロッコ側カウンターパートに技術移転を行う。

1.3 調査対象地域

調査対象地域はモロッコ国タウナト州全部およびシディ・カセム州およびタザ州の一部を含む、東西約160km、南北約60km、面積約10,000km²の地域である。

1.4 調査実施体制

本調査のスコープ・オブ・ワーク (S/W) は1994年1月にモロッコ国公共事業・職業訓練・幹部養成省水利総局と国際協力事業団の間で合意された。調査は1994年9月より1996年6月までの約21.5ヵ月間にわたり、水利総局 (AH) をカウンターパート機関として日本工営株式会社のスタッフからなる調査団により実施された。

調査行程の概要を以下に示す。

表1.1 調査工程

段 階	内 容	期 間
第一段階	： 開発基本方針の策定	1994年9月～1995年1月
第二段階	： モデル地区給水計画の策定	1995年2月～1995年12月
第三段階	： マスタープランの策定	1996年1月～1996年6月

2. 調査対象地域の現況調査

2.1 自然条件

2.1.1 地形

ブレ・リフ地方は、モロッコ国北部のリフ山脈の南側の地域一帯を指す。調査対象地域はブレ・リフ地方のほぼ中央に位置する。中央部、東部（ウェルガ川の北側）はリフ山脈の南側斜面で標高1,000～1,600 mの山間地であり、その南側の平地および丘陵地の標高は400～600m程度である。西部では標高は低くなり、山地のワザーン付近で600m、平地部で200m程度である。

2.1.2 気象

(1) 降雨

年平均降雨量は、セブ川沿いの地域（ハド・コート～カリア～ティサ）で500～700 mm、ウェルガ川北側の地域（ワザーン～ラフサイ～タウナト～タハール・スク）で700～1,200mmである。月別降雨量から気候は6月～9月の乾季と10月～5月の雨季とが比較的はっきり区別できる。乾季中の7、8月はほとんど降雨がない。

(2) 気温

地区別の年平均気温は18.4～20.3℃の範囲にある。月別の最高気温と最低気温の差は大きく各々30℃および10℃である。日平均の最高、最低気温は各々バブ・マルソウカで36.8℃、4.2℃、ムジャラで37.3℃、6.6℃、ワルザで36.8℃、6.1℃である。

(3) 蒸発量

ワルザにおける年間蒸発量は1,718 mmである。月別蒸発量は7月に最も大きく、12月に最も小さい。4～11月には蒸発量が降雨量を上回る。

(4) 相対湿度

地区別の年平均相対湿度は50～70%の範囲にある。月別では12月に最も大きく、7月に最も小さい。

(5) 日照時間

ワルド・ヤコブにおける年間日照時間は2,634時間である。月別では1月の159時間から7月の324時間の範囲となっている。

(6) 風速

地区別で年平均値が1.1～2.1 m/sec、日平均最大値が3.6～5.5 m/secの範囲となっている。風速は概ね乾季に大きく、雨季に小さくなっているが季節変化はさほど大きくない。

2.1.3 水文

調査対象地域は流域面積約39,000 km²のセブ川水系に属する。セブ川はアトラス山脈を源流とし、支流のイナウェン川およびレベン川とフェス市近くで合流し、調査対象地域の南端を西に向かって流れる。ウェルガ川は北東部のタハール・スク付近を源流とする流域面積約7,300 km²の河川で、リフ山脈を南北に流れる支川の水を集めて、シディ・カセム市付近でセブ川と合流する。

調査対象地域の水文特性は一般に雨季と乾季、あるいは平水年と渇水年の流出量の差が非常に大きい。表2.1は調査対象地域を降雨分布および水文特性から4つの地域に分類して、37年間の資料により平均と10年確率渇水相当年の降雨、流出を比較したものである。表より10年確率渇水相当年では降雨量が平均の65%程度に減少するのに対し、流出量は10～25%まで減少している。また主要河川の流況曲線からは表2.2に示すとおり、平均流量に対する基底流量（90%保障流量）の比が0～3%程度であることが分かる。一方、セブ川は他の河川とは流出特性が大きく異なり、平均流量に対する基底流量の比は30%程度である。

表2.1 地域別の降雨量および流出量

地域	37年平均		10年確率渇水相当年			
	降雨	流出量	降雨	流出量	比率	
	(mm)	(百万m ³)	(mm)	(百万m ³)	降雨	流出量
Ouergha, Upstream M'Jaara	930	2657	583	653	63%	25%
Lebene and Inaouen	651	738	432	154	66%	21%
Rdat and Lower Ouergha	611	218	4098	21	67%	10%
Middle Sebou	540	152	365	15	68%	10%

表2.2 基底流量の比較

河川	観測所	流域面積 (km ²)	平均流量 (m ³ /sec)	90%保障流量 (m ³ /sec)	基底流量の 比率
Sebou	Dar El Arsa	7620	24.43	7.53	30.8%
Ouergha	MJaara	6190	81.99	1.42	1.7%
Lebene	Tissa	792	6.01	0.06	1.0%
Inaouen	Bab Merzouka	1500	6.84	0.21	3.1%
Rdat	Had Kourt	673	2.74	0.00	0.0%

2.1.4 地質

ブレ・リフ地方の地質は古生代のヘルセニアン造山期から新生代第三紀のアルプス造山期までの激しい造山運動により、数々の地層群が入り交じった複雑な様相を呈している。

モロッコ北部のリフ山脈はアルプス造山帯の西端南側に位置する。リフ山脈は北側のヨーロッパのイベリア半島と地質的につながっており、東側のアルジェリアまで円弧状に連なっている。リフ山脈は標高2,000mを超える部分は少なく、最高点のメソ・リフと呼ばれるケタマ地区のジベル・ティジンで標高2,452mである。調査対象地域の地質構造は砂岩、石炭岩および泥質岩（片岩、泥灰岩、頁岩等）で構成されるリフ山脈と、泥灰岩堆積物による丘陵地が広がるブレ・リフ地方とに大別できる。地質構造は複雑であり、古い年代の地層が新しい年代の地質の上に存在する場所も見られる。

2.1.5 水文地質

(I) 概要

調査対象地域においては、その複雑な地質構造により広域に発達した帯水層は無く、透水性の良くない泥灰岩が卓越しているため、水文地質条件は良好とはいえない。このような中で地下水ポテンシャルのある地層は以下の様に分類できる。

1) 低ポテンシャル層

三疊紀系：岩塩を中間層にもつ赤茶の泥灰岩と蒸発残留岩

ジュラ紀系：上部ライアス統および上部ジュラ紀系の片岩および泥灰岩

白亜紀系：泥灰岩を含むシルト質片岩および泥灰岩質石灰石の厚い中間層

第三紀始新統：赤、茶色の泥灰岩

2) 中ポテンシャル層

第三紀漸新統：カルスト、亀裂、節理のある砂質／泥灰岩の石灰石

第三紀上部中新統：断層作用によりカルスト化した泥灰岩基質を含むレキ岩

第四紀系：完新世統の地層でゆるい泥灰岩の基質を含むレキ岩

3) 高ポテンシャル層

ジュラ紀系下部の中間ライアス統：石灰岩、苦灰質石灰岩および苦灰岩この地層は単斜およびしゅう曲部の頂上の露頭または現地性の深い地層に存在する。

(2) 地下水ポテンシャル地区

既存の地質資料の検討、現地踏査および衛星写真・航空写真の解析の結果から図2.1に示す13ヶ所について地下ポテンシャルが良好であることが判明した。13ヶ所を山地、丘陵地および平地に分類すると以下の通りとなる。これらの本文地質概要を表2.3に示す。

1) 山地

- i) タイナステ (Tainaste)
- ii) カミセ (J. Khamise)
- iii) ケイル (J. Keil)
- iv) ベルダ (J. Berda)
- v) タハール・スク (Thar Souk)

2) 丘陵地

- i) テロウアル (Teroual)
- ii) ワルザ (Ourtzagh)
- iii) アイン・サデイン (Ain Saddine)
- iv) タウナト (Taounate)
- v) テイサ (Tissa)

3) 平地

- i) ジョルフ・エル・メルハ (Jorf El Melha)
- ii) アイン・デファリ (Ain Defali)
- iii) ハド・コート (Had Kourt)

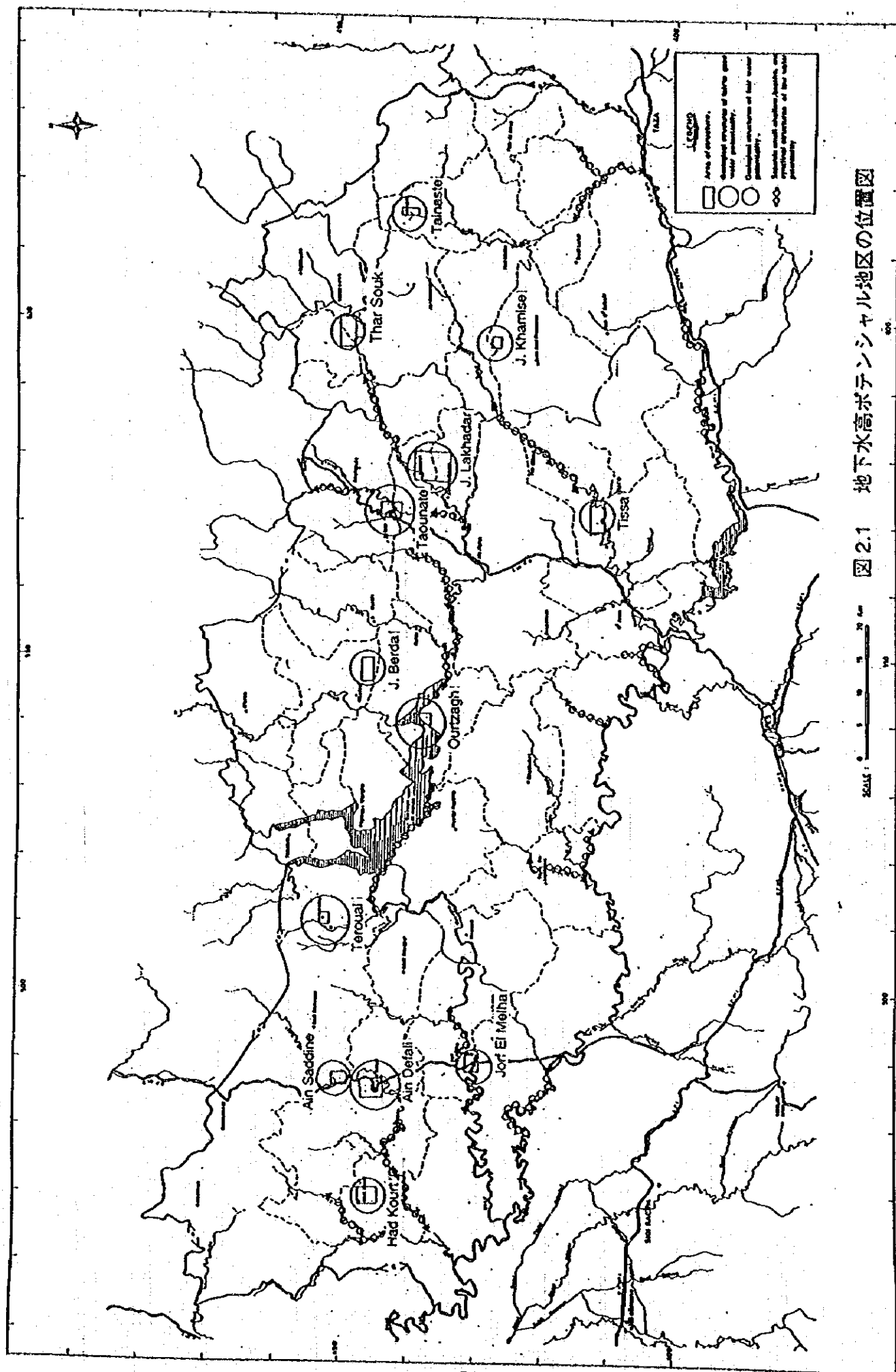


図 2.1 地下水高ボテンシャル地区の位置図

表 2.3 地下水高ポテンシャル地区の水文地質概要(1/2)

Geological Structures			Structure Coordinates			Water Bearing Formations		Water Potential (estimated)				
No.	Location	Type	X	Y	Z (m)	Epoch or Stage	Lithology	Spring	No. of Wells Proposed	Depth (m)	Estimated Productivity (l/s)	Water Quality
Mountainous Water potential Structures												
1	J. Tainaste	Flexure	616000 to 617000	440000 to 442500	1100 to 1300	Quaternary Jurassic Bajocian-upper Lias Middle Lias	Recent Alluvium Limestone & Marly Limestone Limestone & Dolomite	5- Springs Flow Rate Ranges between 15-85 m3/d	1 1 1	125 100 75	Ranges between 2-5 5-7 2-5	Chemically Acceptable
2	J. Kharnise	Monocline	599000 to 600500	427500 to 428700	700-800	Jurassic Bajocian-upper Lias	Limestone & Marly Limestone Limestone and Dolomite	5- Springs Flow Rate Ranges between 15 - 50 m3/d	1 1	150 125	Ranges between 5-10 3-7	Ditto
3	J. Lakhdar (Kail Mountain)	Monocline	577200 to 581500	435500 to 440750	600-700	Jurassic Bajocian-upper Lias Middle Lias	Limestone & Marly Limestone Limestone & Dolomite	8- Springs Flow Rate Ranges between 15-60m3/d One Spring w/ Large Flowrate-Bou Adel 220 l/s	1 1 1	150 150 100	Ranges between 3-10 10-20 2-3	Ditto
4	J. Berda	Monocline	547000 to 550500	447000 to 448500	750-850	Jurassic Bajocian-upper Lias Middle Lias	Limestone & Marly Limestone Limestone & Dolomite	3- Springs Flow Rate Ranges between 20-700 m3/d	1 1 1	100 125 125	Ranges between 1-3 2-5 3-5	Ditto
5	Thar Souk	Syncline	597500 to 602500	419500 to 452000	480-550	Quaternary Miocene (Sahelian)	Recent alluvium Conglomerates	—	2 3	150(each) 30 (each)	Ranges between 3-7 1-3	Ditto
Hilly Water Potential Structures												
6	Terroual	Syncline	511000 to 512500	451500 to 453000	400-430	Upper Miocene Oligocene	Conglomerates + Marl Marly Sandy Limestone	2- Springs Flow Rate Ranges between 20-70 m3/d	3 1 1	30 (each) 125 150	Ranges between 1-2 5-10 8-15	Ditto
7	Ourzath	Syncline	540000 to 542000	436200 to 438500	150-190	Quaternary Miocene (Tortonian)	Recent Alluvium Karstis & Fissured Conglomerates	5- Springs Flow Rate Ranges Between 1 - 7 m3/d	2	300 (each)	Ranges between 5-12	Ditto

表 2.3 地下水高ポテンシヤル地区の水文地質概要(2/2)

Geological Structures			Structure Coordinates			Water Bearing Formations		Water Potentiality (Estimated)			
No.	Location	Type	X	Y	Z	Epoch or Stage	Lithology	Structure's		Ground Water Exploration	
								No. of Wells Proposed	Depth (m)	Estimated Productivity (l/s)	Water Quality
8	Ain Saddine (Rdar Valley)	Syncline	486500 to 489000	449000 to 453000	110-200	Quaternary Pliocene Miocene	Recent Alluvium Conglomerates + Marl Conglomerates + Marl	1- Spring Flow Rate 90m ³ /d	3 30(each) 100 150	Ranges between 1-2 2-5 3-7	Chemically Acceptable
9	Taounate Sm Valley	Syncline	571000 to 573000	440000 to 443000	300-330	Quaternary Miocene-Tortonian	Recent Alluvium Karsts & fissured conglomerates	—	3 30(each) 250	Ranges between 5-15 15-20	Ditto
10	Tissa Lebene Valley	Syncline	569000 to 547000	410000 to 412000	190-200	Quaternary Oligocene	Conglomerates Marly Sandy Limestone	—	3 30(each) 75 100	Ranges between 3-5 4-7 5-10	Ditto
Flat Plain water Potential Structure											
11	Jorf El Malha	Syncline	488500 to 491000	429500 to 431500	40-70	Quaternary Miocene-Tortonian	Recent Alluvium Conglomerates	—	3 30(each) 125	Ranges between 5-10 7-12	Ditto
12	Ain Defali	Syncline	484500 to 487500	443200 to 446500	90-130	Quaternary Miocene	Recent Alluvium Conglomerates	—	3 30(each) 125	Ranges between 3-5 5-10	Ditto
13	Had Kourt	Depression	468700 to 471500	444000 to 447500	130-150	Quaternary Miocene	Recent Alluvium Conglomerates	—	3 30(each) 125	Ranges between 1-3 3-5	Ditto

Notes : - The numbers and depths of the wells suggested for each structure are based on the hydrogeological field reconnaissance, and are subject to modification in accordance with the geophysical prospection and logging.

- The estimated productivity of each well is estimated based on the lithological composition of the formations to be penetrated.

2.2 社会経済

2.2.1 行政と人口

モロッコ国は7つの経済地域に分類され、行政組織は各地域の下に州、サークル、コミューンの行政単位で構成されている。行政単位でみるとコミューンは最も小さく、そのコミューンには“Douar”と呼ばれる数多くの村落があり、種々の人種および部族で構成されている。モロッコ国全土は、65州、159サークルそして1,545コミューンで構成されている。調査対象地域に属する州は、シディ・カセム、タウナトそしてタザの3州である。シディ・カセム州は北西経済地域に、タウナトとタザの両州は北部中央経済地域にそれぞれ属する。調査対象地域は9つのサークルと85のコミューンで構成されている。

1994年9月に国勢調査が行われた。それによると調査対象地域の人口は約110万人であり、これは国土全人口（2610万人）の4.2パーセントに相当する。調査対象地域の都市人口はわずか10万人で、一方残りの100万人は農村人口である。従って都市人口比率は約11パーセントで、全国のそれ（50パーセント）をかなり下回る。人口密度は、調査対象地域では11千キロメートル当たり110人で、全国平均（4 km²当たり40人）に比べ高い。

2.2.2 地形と土地利用

調査対象地域の標高は、東部と北部で高く、南部および西部に向けて低くなる。標高は平野部で約400m、東部の山岳地帯で1,000mから1,600m、西部のワザーン付近で約600mである。

土地利用の状況は地形条件の差異に起因し、州別により異なる。平野部と丘陵部が続くシディ・カセム州は農地が広域に分布している。一方、山岳部のタザ州は森林や未利用地が顕著である。灌漑地は調査対象地域全体の僅か1パーセントに過ぎない。乾燥地で栽培されている代表的な作物は、小麦や大麦などの穀類と豆類である。作物の単位収量は降雨量が少ないため極端に低い。放牧地の家畜飼育は、農民の副収入源である。土地利用の概要は表2.4に示す通りである。

表2.4 調査対象地域の土地利用

州	農地		森林	放牧地	未利用地	合計
	乾燥地	灌漑地				
ディラ	181,359 (86.7)	695 (0.4)	6,737 (3.2)	9,465 (4.5)	10,945 (5.2)	209,201 (100.0)
タウナト	389,000 (69.3)	4,000 (0.7)	51,700 (9.2)	65,600 (11.7)	51,300 (9.1)	561,600 (100.0)
タザ	310,700 (18.7)	18,300 (1.1)	467,970 (28.1)	329,000 (19.8)	537,130 (32.3)	1,663,100 (100.0)
合計	881,059 (36.2)	22,995 (1.0)	526,407 (21.6)	404,065 (16.6)	599,375 (24.6)	2,443,901 (100.0)

出典：各州の農業局

2.2.3 経済活動

モロッコでは経済人口の統計は7つの経済地域別に集計されているだけで、しかも1986/87年次のデータに限られている。データはやや古く大づかみであるが、セクター別経済人口の特徴がこれによってわかる。表2.5はセクター別経済人口を示している。農業人口の占める割合が多く北部一西部で約83%、北部中央で約87%である。

表2.5 セクター別経済人口

単位：パーセント

職業	北部一西部	北部中央
1) プロフェッショナル、政府、技術者	1.5	1.2
2) 商業サービス	2.0	2.5
3) 公共サービス	1.0	0.5
4) 農民	18.9	22.4
5) 農業労働者	64.2	64.3
6) 林業／漁業	1.3	0.6
7) 一般労働者	11.0	8.4
8) その他	0.1	0.1
計	100.0	100.0

出典：Rural Active Population 1986/87 統計局

州農業局の報告では、シディ・カセム州の場合、一農家当たりまたはヘクタール当たりの1990-91年の総収入平均は、それぞれDH19,940、DH3,680であった。また純収入は一農家当たりでDH18,390、1ヘクタール当たりでDH3,340であった。この純収入は家計支出にほぼ等しいものと仮定される。統計局で公にされた1984-85年時点の年平均家計支出は、北部-西部経済地域でDH16,000、北部-中央経済地域でDH18,670であった。従って、前述した一農家当たりの純収入（DH18,390）と84/85年次の北部-西部地域の家計支出（DH18,670）を比べるとあまり差はない。従って、84/85年次頃からほとんど所得が実質的に増加していないことを示している。

2.2.4 調査対象地域の人口予測

調査対象地域の人口予測は1994年9月に実施された国勢調査にもとづいて行った。最小行政単位（コミューン）の再編が行われ、対象地域内のコミューン数は1986年の49から現在の85に増加した。この85コミューンの内訳は、農村部に属する77のコミューンと都市部の8コミューンから構成される。

人口動態研究所（CERED）は1995年6月に国勢調査にもとづき年人口増加率として都市部で3.6%、農村部では0.7%という数字を提案した。CEREDの報告では近年の都市部人口の増加傾向は農村部と比べてきわめて高いことを指摘している。

本調査ではこの人口増加率を考慮して5年間隔で目標年次2010年までの人口予測を調査対象地域内のコミューン別に行った。

2.3 水資源

2.3.1 地下水

調査対象地域の湧水の湧出量は一般に少ない。平地、丘陵地の中新統砂レキ層のもので0.5~2 l/s、山地のジュラ紀系異地性層のもので0.5~5 l/s程度であり、乾季には水量が減少し水不足となることが多い。豊富な湧出量のあるものはボウ・アデル、タズハドラおよびアイン・カミセの3か所で湧出量は各々220 l/s、10 l/s、6 l/sである。

浅井戸は主に第四紀層に設けられ深さ5~25m程度である。調査対象地域内で水利総局に登録されている浅井戸は公共井戸が410か所、私有井戸が85か所である。一方、深井戸（チューブウェル）は深さが10~100m程度、最も深いもので250mである。水利総局に登録されているものは118本であるが、その77%に相当する90本は空井戸である。これは井戸の掘削地点の選定方法が適切でなかったことに起因していると思われる。浅井戸、深井戸からの総揚水量は30,000 m³/日と推定される。

2.3.2 表流水

(1) 概要

セブ川水系はモロッコ国の中で最も表流水ポテンシャルの高い流域である。中でもセブ川本川は乾季においても比較的安定した基底流量をもつため、主に下流域のガルブ平野灌漑に河川水が利用されている。また1980年代からは河川沿い地域への飲料水給水計画が進められている。

一方、ウェルガ川をはじめとする調査対象地域内の他の河川は、流域の降雨量は比較的大きいものの、流出量の季節変動が大きく、現状では乾季に安定した水量は得られない。

(2) 水資源開発

モロッコ国政府はセブ川水系の水資源開発を次の2つの方針のもとで進めている。

i) 大規模ダム建設による国家レベルの水資源開発

ii) 中小規模ダム、ため池群建設による、地方の社会・経済の活性化および流域保全

前者は「セブ、ブ・レグレグおよびウム・エル・ルビア流域総合水資源開発計画」、後者は「ウェルガ川農業開発計画」によりマスタープランが策定されている。以下にその概要を記述する。

1) 「セブ、ブ・レグレグおよびウム・エル・ルビア流域水資源開発計画」（以下SBOマスタープラン）

SBOマスタープランは1992年までに水資源最高評議会により策定された2020年を目標年次とする。

中心とした大西洋沿岸地域の水需要に対応することである。

SBOマスタープランによるとセブ川水系の表流水ポテンシャルは5600百万 m^3 /年、地下水ポテンシャルは707百万 m^3 /年と推定されている。ダム建設等により2020年までに開発される水資源は4,890百万 m^3 /年で、うち768百万 m^3 /年をカサブランカ周辺地域へ導水する計画となっている。

2) 「ウェルガ川農業開発計画」

この計画はウェルガ川のアル・ワハダダム地点の上流域6,153 km^2 を対象とした、中小および極小ダム建設計画のマスタープランである。計画の主な目的はダムの水を利用した農業開発を中心とする地方の開発促進および流域保全である。計画は、既存のダムインベントリーのレビュー、スクリーニングを経て、215カ所についてダム建設を提案している。この計画に基づき、これまでに中規模ダム1カ所、小規模ダム2カ所および極小ダム14カ所が建設されている。

3) 既設／建設中のダム

調査対象地域内外に既設および建設中の主なダムを表2.6に示す。

表2.6 既設および建設中のダム

ダム名	河川	貯水容量 (百万 m^3)	備考
イドリスNo.1	イナウエン	1,186	既設
アラル・ファッシ	セブ	34	既設
エル・カンセラ	ベート	266	既設
サハラ	サハラ	62	既設
アル・ワハダ	ウェルガ	3,800	建設中
シデイ・エシャヘド	ミツケス	170	建設中
ボウホウダ	スラ	50	建設中

出典：水利総局

2.4 衛星画像・航空写真解析

2.4.1 衛星画像解析

縮尺1/250,000のランドサット画像からは、断層谷、断層崖および尾根線の地形が識別でき、これらよりリニアメントおよび破碎帯を見いだすことができる。

調査対象地域の東半分では、北東～南西方向に比較的長いリニアメントが見られた。東西方向のリニアメントもやや長い。短いものは北東～南西方向および南西～北東方向に見られた。北東～南西のリニアメントは調査対象地域の地層構造を決定している街上断層の方向と一致する。主な地質的境界は同じ方向に走っており、この特徴は地形的にもリニアメント上に表わされていると考えられる。

調査対象地域の西半分では、リニアメントは少なくほとんどが短いこれも同様に街上断層の方向と同じ北西～南東方向が多くなっている。

2.4.2 航空写真解析

縮尺1/40,000の航空写真により地形の判読を行った。低平地には第四紀の堆積物が分布している。盆地および谷底平野には向斜構造が見られる。丘陵地のふもとおよび斜面には白亜系の石灰岩質層が見られる。隆起線のゆるやかな低い丘陵地は中新統の泥灰岩および片岩の堆積物であることを示す。

北部および東部は硬岩層である。タウナト、タザ、タハール・スク付近の山地はジュラ系石灰岩および苦灰質石灰岩から成る。

2.5 給水の現状

2.5.1 全国地方給水計画マスタープラン

モロッコ国の総人口12百万人のうち農村部の人口は52%を占めるが、そのうち給水施設を有するのは14%に過ぎない。残る86%は質、量ともに不十分である。水利総局はこのような地方の飲料水供給事情の改善のため、UNDPの援助により1994年までに全国地方給水計画マスタープランを策定した。地方給水計画マスタープランは以下の方針により策定されている。

- i) 水源へのアクセス改善
- ii) 水源への給水施設の設置
- iii) 給水普及率の拡大

同マスタープランでは2010年の給水普及率を現在の14%から80%とすることを目標としている。この80%のうち10%が各戸給水、40%が共同水栓、30%が既存施設の改善によるものである。残りの20%は施設を有しない水源および私有の水源である。また水源整備の順序は、1) 湧水、2) 地下水、3) 表流水、4) 導水としている。表2.7に地方給水における現状の給水普及率とマスタープランの目標値を示す。

表2.7 現在と将来の給水普及率

給水施設の種類	給水普及率			
	1990年 (%)		2010年 (%)	
各戸給水	2	14	10	80
共同水栓	6		40	
既存施設の改善	6		30	
伝統的水源/施設	16	86	-	20
私有水源	23		-	
雨水利用	10		-	
表流水利用	21		-	
他所よりの導水	16		-	
合計	100	100		100
人口(x 10 ⁵)	13.4		14.3	

出典：全国地方給水計画マスタープラン

2.5.2 既存の給水施設

モロッコ国では給水施設は、飲料水供給公社 (ONEP) の管轄下であり、一般に運営・維持管理はONEPに委ねられている。既存のONEPによる給水施設の位置を図2.2に示す。以下に調査対象地域における既存の水道施設について記述する。

(1) 表流水を水源とした給水施設

1) アイン・ガダ

1988年に農業省が建設し、その後1991年にONEPに移管された。フェズの東約43 kmのイナウェン川より取水している。浄水場の計画処理能力は5,500 m³/日であるが、現在の日給水量は冬季で500 m³/日、夏季で1,600 m³/日である。ONEPは現在の給水システムの拡張を計画している。

2) メカンサ

1987年に農業省が建設し、その後1991年にONEPに移管された。セブ本川より取水し、メカンサコミューン内の90か所のDouarに給水している。浄水場の計画処理能力は4,800 m³/日であるが、給水地区の水使用量が少ないため、現在の日給水量は400 m³/日に過ぎない。またセブ川が上流の家庭・工場排水によって汚染が進んでいるという問題もある。

3) カリア・バ・モハメド

1985年にONEPにより建設された。カリア・バ・モハメド地区および周辺の9つのDouarに給水している。当初はカリア・バ・モハメド地区の2つの湧水より取水していたが、そのうちの一つが塩水化したため、現在ではセブ川より導水し湧水と混ぜて給水している。浄水場の計画処理能力は2,600 m³/日、日給水量は1,300 m³/日である。

(2) 地下水を水源とした給水施設

主な給水施設としてタウナト州ではタウナト、ティサ、カリア・バ・モハメド、アイン・アイシャ、ワルザおよびムライ・ブシタの7か所があげられる。またシディ・カセム州の主な施設はワザーン、ハド・コートおよびジョルフ・エル・メルハにあるこれらの施設もすべてONEPにより運営されている。

この他に湧水、浅井戸を利用した小規模な施設としてコミューンが独自に開発、運営しているもの、またはコミューンの要請により水利総局が開発し、その後コミューンに引き渡しているものがある。

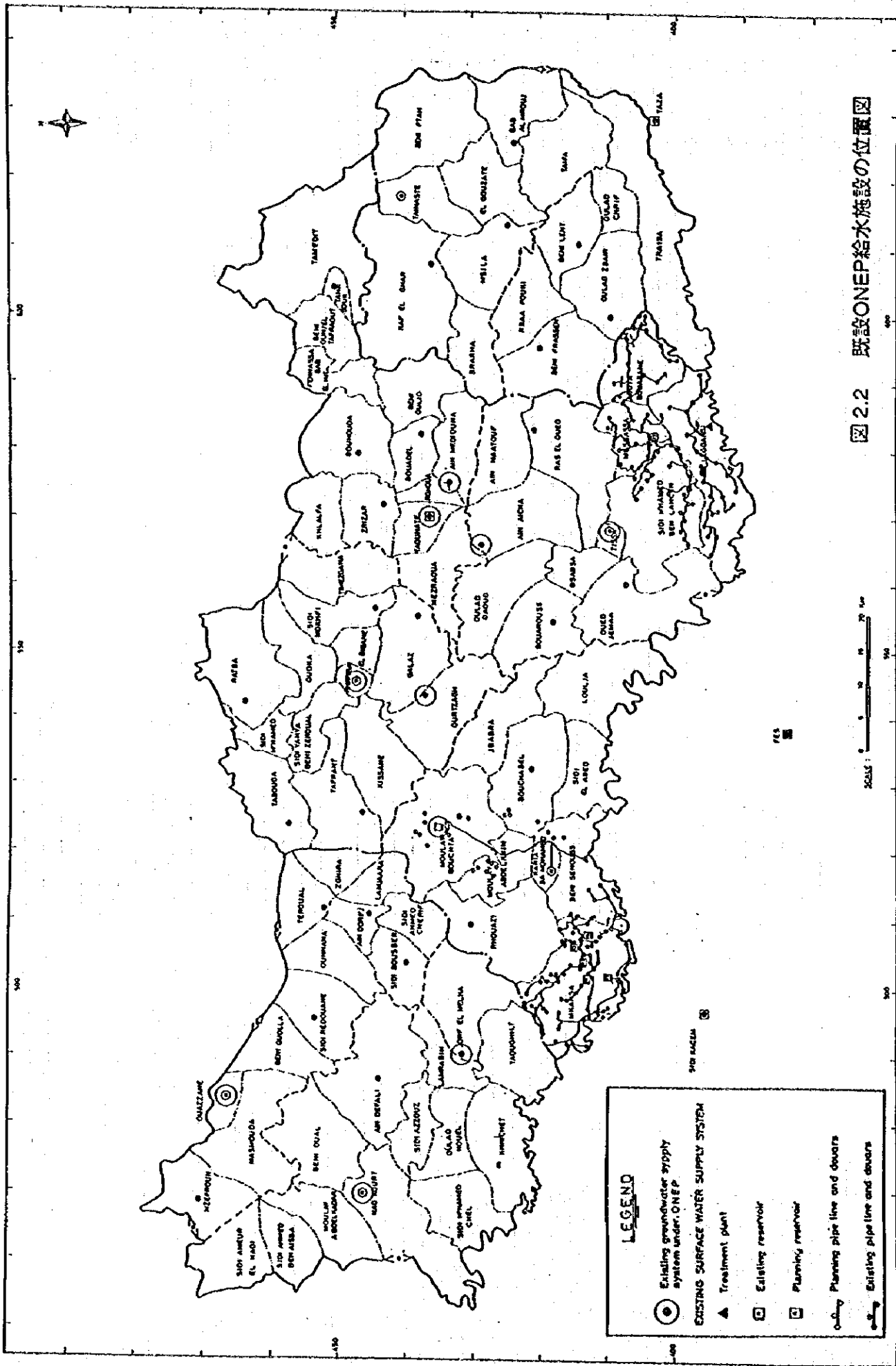


図 2.2 既設ONEP給水施設の位置図

2.5.3 水利用の現状

(1) 計画給水量

全国地方給水マスタープランでは2010年における地方給水の原単位を以下のように設定している。

表2.8 給水原単位

単位：ℓ／人／日

施設の種類	1990年	2010年
設備を有する湧水および井戸	15	15
共同水栓	20	30
各戸給水	40	50

出典：全国地方給水マスタープラン

これによる水需要は188百万m³／年または36ℓ／人／日と推定されている。一方、家畜用水の原単位は20ℓ／頭／日と推定されている。また、給水調査局（DRPE）が推定した1990年におけるシディ・カセム、タウナト、タザ州の1人当たりの水消費量は各々28ℓ／人／日、27ℓ／人／日、27ℓ／人／日である。

(2) 調査対象地域の水利用の現状

1) タウナト州

タウナト州では9カ所の給水施設のうち、アイン・ガダ、タウナト、メカンサおよびカリア・バ・モハメドの4カ所の水道施設により州全体の87%に相当する215ℓ/sの水が供給されている。このうち、アイン・ガダおよびメカンサについては、施設の規模は比較的大きいものの、共同水栓による給水が主体で、各戸給水の率は各々9.3%、9.8%と低い。

一方、カリア・バ・モハメド、タウナトおよびティサでは各戸給水が普及しており、1人当たりの水消費量は各々63.4ℓ／人／日、59.8ℓ／人／日および43.7ℓ／人／日と比較的大きい。

2) シディ・カセム州

シディ・カセム州の主な給水施設はワザーン、ハド・コート、ジョルフ・エルメルハの3カ所である。人口52,200人のワザーンの水源は西に約34 km離れたブ・アグバの地下水であり、標高差275 mを動力揚水している。生産井4本の揚水量は合計で120ℓ/sである。一方、現在のワザーンへの給水量は平均で60ℓ/s、ピーク時で80ℓ/sである。ジョルフ・エル・メルハ、ハドコートは地下水を水源としているが、その供給能力は小さく、各々地区の水需要を満たすには至っていない。

3) タザ州

調査対象地域内のコミューンでは、小規模の水道施設がタイネステ、ウラド・ズバイルおよびベニ・レントにある。これらのコミューンではONEPに施設の改善の要請を出している。

(3) 水需給にかかわる問題点

1) 水資源と給水量

タウナト州では表流水を水源とする施設の割合が大きく全体の50%を占めている。このうちセブ川を水源とするカリア・バ・モハメドとメカンサについては、給水量に対して河川の基底流量は非常に大きく量的な制約はないと考えられる。しかしアイン・ガダについてはイナウェン川の基底流量は渇水時には必ずしも十分ではなく、1995年の乾季には河川の流量減少のため浄水場の運転を6日間停止した。

地下水を水源としている施設では、タウナト、アイン・アイシャ、ラフサイおよびワルザは、水文地質条件が比較的良好で河川からの涵養により、給水用として十分な量の地下水を得ることができる。

一方、シディ・カセム州は水文地質条件に恵まれておらず、しばしば水不足が生じている。

2) 水質

給水にかかわる水質の問題点としては、セブ川の水質汚濁と三疊紀層の地下水塩水化があげられる。セブ川の水質汚濁の原因は、フェス市周辺からの生活・工場排水の流入による。このうちオリブ油工場については排水処理計画が策定されており、その実施によって工場排水による汚濁負荷は大幅に低減する見通しである。一方、生活排水については具体的な対策はたてられていない。地下水塩水化は地質条件がその要因であるため、有効な対策を講ずるのは困難である。

3) 維持監理

ONEPの水道施設については、特に維持管理上の問題はない。しかし、送水管からの漏水がしばしば見られ、漏水箇所が山間地にある場合は修繕の際のアクセスが困難であることが指摘される。

2.5.4 ONEPによる給水事業計画

表2.9にONEPタウナト州による給水事業計画を示す。これらのうち9ヵ所については実施が決定しており、他にも外国からの資金援助による実施が見込まれている。

表 2.9 ONEPによるタウナト州の給水事業計画

Rural Center	Project Description	Cost(DH) (x1,000)	Design Work	Constru. Period	Remarks
*M'kansa	Rehabilitation of water supply facilities and reinforcement of treatment capacity	10,000	completed	12 months	Invitation for tender expected on July 17, 95
*Karia Ba Mohamed	Double the capacity of water supply facilities up to 30 l/s	30,000	completed	12 months	Invitation for tender expected on July 17, 95
*My Bouchta	Construction of transmission line . extension of network to accommodate a flow rate of 10 l/s with reservoir	18,500	to be completed by August 95	12 months	Invitation for tender expected on August 17, 95
*My Bouchta	Provision of facilities to the douars	10,000	to be completed by August 95	12 months	Invitation for tender expected on August 17, 95
*Ain Aicha	Equipping a well for a flow rate of 10 l/s and extension of network including a reservoir	14,000	to be completed by July 95	8 months	Invitation for tender expected on July 17, 95
*Ain Mediouna	Exploitation of a well for a flow rate of 10 l/s and extension of the network, including the construction of a reservoir	14,000	to be completed by July 95	8 months	Invitation for tender expected on July 17, 95
*Rhafeai	Transmission line. extension of network. construction of a reservoir for a flow rate of 5 l/s	10,500	to be completed by July 95	8 months	Invitation for tender expected on July 17, 95
*Taounate	Provision of water production and distribution facilities	77,000	completed	12 months	Work on production facilities started on July 7, 95
Laghoulazi	Equipping a well for a flow rate of 2 l/s. distribution network and reservoir	10,000	completed	12 months	Work on production facilities started on July 24, 95
*Ourzagh	Rehabilitation of the force main and the distribution network	6,000	to be completed by August 95	8 months	Selection of water source is under way
Tafraut	Provision of water production and distribution facilities	2,700	to be completed by August 95	8 months	Invitation for tender for the rehabilitation of the distribution facilities July 17, 95
Bouchabel	Supply of Bouchabel rural center and 18 douars from the proposed transmission line of Mly Bouchta	12,000	to be completed by August 95	8 months	Selection of the water source is under way and invitation for tender for the distribution facilities on July 17, 95
Tahar-souk	Equipping a spring. extension of network and rehabilitation of the reservoir	6,000	to be completed by July 95	12 months	Design work under preparation by the Regional Direction of ONEP
Sidi M'hamed Bel Lahcen	Supply of the rural center and 15 douars from the Ain Gdah system	3,000	to be completed by July 95	12 months	design work under preparation by ONEP
Bni Souss	Supply of the rural center and 15 douars from the M'kansa system	5,700	to be completed by July 95	12 months	Construction started in June 95
		2,000	to be completed by July 95	12 months	Construction started in June 95

Source: ONEP Taounate Provincial Office

* : Existing ONEP system

2.6 初期環境評価 (IEE)

2.6.1 現状分析

(1) 全国地方給水計画マスタープラン

飲料水供給にかかわる主な環境配慮事項、すなわち水質、排水・下水処理、衛生、水性病、組織・運営、社会的要素等は先のマスタープランで全国的に調査されている。同マスタープランでは飲料水供給にかかわる数々の要素を素に、全国を51の地域 (Homogenous Zone) に分類している。このなかから調査対象地域についての情報 (Zone5、Zone6およびZone7) を抽出分析したうえで、本調査のための初期環境評価 (IEE) を実施した。

(2) 水質

1) 水質基準

表2.10にモロッコ国へ水質基準とWHOの基準の対比を示す。

2) 地下水

湧水、浅井戸についての資料から、調査対象地域において飲料水に適しているものは全体の約80%、やや塩水化がみられるもの約15%、塩水化しているもの約5%である (深井戸についての水質資料は入手されていない)。

3) 表流水

セブ川水系では定期的に水質検査が実施されている。調査対象地域内では河川水利用はそれほど進んでいないが、概ね飲料水へは利用可能と思われる。しかしフェズ近傍のセブ川では水質汚濁が進んでおり、その下流での取水 (飲料水および農業用水) への影響が懸念されている。

(3) 下水・排水

以下の様な問題点が指摘されている。

- i) 農村部では個別のトイレを有しているのは全体の20%に過ぎず、しかもその多くが山地または丘陵地にあり、土や木などの材料からつくられた簡易なものである。
- ii) 下水処理についての計画がない。よって下水の浸透による水源 (湧水、浅井戸) への悪影響が十分予想される。
- iii) 多くの学校には給水、トイレがない。また市場がおもな汚水発生源となっている。
- iv) 都市部からの汚水流入によるセブ川の水質汚濁。

(4) 衛生、水性病

州ごとのコレラ、腸チフス、赤痢の発生件数から、タザ州およびシディ・カセム州は国全体の中でもっとも発生件数の多いグループに属する。またタウナト州は2番目のグループに属する。シディ・カセム州では1993年に38件のコレラが報告されている。

(5) 組織・運営

給水事業に関連する政府機関は以下のとおりである。

- i) 内務省
- ii) 公共事業省
- iii) 農業省
- iv) 公衆衛生省
- v) 飲料水供給公社 (ONEP)

このうち、環境・保健衛生を担当しているのが公衆衛生省である。公衆衛生省の下部機関である疫学衛生局では全国に220の支局を持ち、ここから巡回看護人を派遣して井戸の消毒と衛生教育を行なっている。しかし、この活動は主に公共井戸を対象としたもので、私有井戸については水性病の発生時にのみ実施されるにすぎない。またコミューンや村落はこのような衛生活動に全く関与していない。

(6) 社会的要素

飲料水供給が困難であることに関連する主な問題としては以下の項目があげられる。

- i) 水性病の多い地区では女性の90%が教育を受けていない。
- ii) 女性が水汲・運搬を担っている場合、特に子供の赤痢が多く、死亡率も高い。
- iii) 他所への移転者が多い。
- iv) 低所得、不十分な衛生活動も水性病発生の一因である。
- v) 井戸消毒の効果が住民に十分理解されていない。
- vi) 水利権の問題で、水源開発や他地区との水源共有が困難となっている。

表 2.10 モロッコの飲料水水質基準

AGENCY/COUNTRY	WHO* Recomm. Standards Maximum	MOROCCO		MOROCCO		
		Allowable value		SUITABLE QUALITY FOR LIVESTOCK		
		Recomm.	Acceptable	Good	Passable	Average
PARAMETERS						
1. Total hardness(meg/l) 1 meg/l = 50 mg/l as CaCO3	<10					
2. Turbidity (NTU)	5	1	5			
3. Color (platinum-cobalt scale)	15	5	20			
4. Iron, as Fe (mg/l)	0.3	0.3				
5. Manganese, as Mn (mg/l)	0.1					
6. pH	6.5 ~ 8.5	6.5 ~ 8.5	9.2 (min.6.0)			
7. Nitrate, as NO3 (mg/l)	45		50			
8. Sulfate, as SO4 (mg/l)	400	200		0 ~ 150	150 ~ 290	290 ~ 580
9. Fluoride, as F (mg/l)	1.5	0.7	1.5			
10. Arsenic, as As (mg/l)		0.05				
11. Magnesium, as Mg (mg/l)	150	100		0 ~ 30	30 ~ 60	60 ~ 120
12. Salinity						> 120
a. Dry residual (mg/l) at 180 C		1000	2000	0 ~ 500	500 ~ 1000	1000 ~ 2000
b. Electrical Conductivity (µS/cm at 20°C)		1300	2700	0 ~ 800	800 ~ 1600	1600 ~ 3200
c. Chloride (mg/l)	250	300	750	0 ~ 180	180 ~ 360	360 ~ 710
13. Total Coliforms (no./100 ml)						710 ~ 1420
a. Piped water supply	0	0	0			
b. Disinfected water at entrance of distribution system	0	0	3 (no two consecutive samples at same point)			

Source: National Master Plan
Note: * World Health Organization

2.6.2 初期環境評価（IEE）と環境配慮

水性病が多く発生している地域では、飲料水／保健衛生に関連する問題点は以下のとおり要約される。

- i) 井戸の消毒は一本あたり0.6回である。
- ii) 適切な設備のある水源は8%である。
- iii) 80%以上の取水地点が劣悪な状態である（衛生、清潔さ、維持管理）。
- iv) 表流水の使用が多い。
- v) 女性、子供が水汲・運搬を担っており、その平均所要時間は1.5～2時間であり、これは低い教育水準や子供の養育が不十分となることの原因となっている。
- vi) トイレを使用している村落は5%以下、住民の20%以下である。

水性病の要因となる環境項目は 1) 水質、2) 供給量、3) 排泄物処理、4) 排水処理、5) 家屋、6) 教育で、これに基づいて評価を行うとともに、給水計画の際に必要な環境配慮事項を以下のようにとりまとめた。

- i) 水源の消毒
- ii) 地方レベルでの水源の維持管理
- iii) 給水事業を担う組織・制度の改善、確立
- iv) トイレ、排水処理施設の設置
- v) 衛生教育の実施

2.7 物理探査

2.7.1 概要

物理探査は水文地質的に良好と判断された13ヶ所のうち以下の7ヶ所について実施した。

- i) ジョルフ・エル・メルハ (平地)
- ii) アイン・デファリ (平地)
- iii) テロウアル (丘陵地)
- iv) ワルザ (丘陵地)
- v) アイン・ベルダ (山地)
- vi) タウナト (山地)
- vii) ジベル・ケイル (山地)

上記7ヶ所すべてについてシュランベルジャー法による垂直電気探査を実施した。またアイン・ベルダについては電磁波探査 (VLF) を合わせて実施した。

2.7.2 調査結果

(1) ジョルフ・エル・メルハ

砂レキを含む沖積層が表層から10~30mに分布しており、比抵抗値は160~430 ohm-mである。その下の層は比抵抗値は0.8~7 ohm-mで難透水性の泥灰岩堆積物とみられる。

(2) アイン・デファリ

南北および東西の測線で各々比抵抗値は10~100 ohm-m、60~100 ohm-mであり、泥灰質を含むレキ層の存在が確認された。深度が150m以下になると比抵抗値は10 ohm-m以下に下がり、難透水性の泥灰岩堆積物の存在が示された。

(3) テロウアル

向斜構造の西端部にシルト質岩層の存在が確認された。この層は深度30~150mに存在し比抵抗値は10 ohm-mである。さらに向斜の東側に露頭している層の比抵抗値が40~100 ohm-mで、この層は西に向かって傾斜していることから西端部において層中に地下水の存在が期待できる。西端部での帯水層の深度は250m以上と推定される。2つの層の間は層厚約125mの難透水層 (比抵抗値10~20 ohm-m) である。

(4) リルザ

向斜構造の中央部において深度約300mで比抵抗値50 ohm-mが検知された。この層に地下水が存在するものと判断される。その上の層は比抵抗値2~4 ohm-mの難透水層である。表層の深度25mまではレキ層からなり比抵抗値20~187 ohm-mであり、地下水の存在が示されている。

(5) アイン・ベルダ

電気探査は地層構造の断層沿いに行った。比抵抗値は30~360 ohm-mで深度は70~150mである。これはタズハドラ湧水付近では湧水の標高よりも約35m低い。下層は比抵抗値10~20 ohm-mで難透水性を示している。電磁波探査は単斜構造の最高部について行い50 ohm-mのほぼ一定の比抵抗値が表われた。

(6) タウナト

スラ川沿いに2つの向斜構造が存在することが分かった。一つは測線B沿いに南北に広がっている。表層は層厚20~70m、比抵抗値は30~60 ohm-mである。深い層は深度約250mにあり層厚約125m、比抵抗値20~50 ohm-mである。もう一つは測線C沿いに東西に広がっている。比抵抗値は10~89 ohm-mで帯水層は深度175~250mに分布している。

(7) ジベル・ケイル

探査により石灰岩玉石とレキからなる単斜層が、ボウアデル湧水の約25m下に存在することが分かった。湧水標高より上で比抵抗値は50~1,500 ohm-m、湧水付近で850~1,200 ohm-mであった。基盤の比抵抗値は61 ohm-mで片岩および固結した泥灰岩があることを示す。

2.8 モデル地区の提言

2.8.1 モデル地区選定の条件

モデル地区選定の条件を次のように設定する。

- i) モデル地区は水文地質的に地下水ポテンシャルが高いこと。
- ii) モデル地区は最近しばしば深刻な水不足に見舞われており、かつ住民は長時間、長距離の水汲み、運搬を余儀なくされていること。
- iii) モデル地区はコミューンの中心で人口が集中しており、給水計画実施の社会経済的インパクトが大きいこと。
- iv) モデル地区は調査対象地域の中で地形、社会経済および給水源の条件において他を代表する地区であること。よって各地区は調査対象地域の地形の構成要素である山地、丘陵地および平地を各々代表する地区であること。

2.8.2 モデル地区の選定

以上の条件のもと、水文地質条件が良好な地下水ポテンシャル地区13ヶ所がモデル地区の候補として選ばれた。このうち7ヶ所を物理探査実施の優先地区とした。

これら7ヶ所の優先順位については水不足の現状と給水計画実施による社会経済インパクトを考慮した。なお計画策定上、モデル地区は行政の最小単位であるコミューンとして定義した。

最終的にモデル地区としてアイン・デファリコミューン、テロウアルコミューンおよびエル・ビバンコミューンの3地区がモデル地区として選ばれた。

2.9 開発基本方針の策定

2.9.1 基本的条件

調査対象地域の現状についての調査結果に基づき、地方飲料水計画の開発基本方針は以下の条件のもとで策定する。

- i) 調査対象地域では地下水資源のポテンシャルが限られているため、地下水および表流水の両方を水源としなければならない。地下水資源は13ヶ所の高ポテンシャル地区、およびその他の中低ポテンシャル地区の存在が確認された。これらの地区での地下水開発は量的には表流水に比べて大きいとはいえないものの、井戸開発後短期間に給水に結びつけることができる可能性が高い。
- ii) 全国地方給水マスタープランは国の政策として認められており、ブレ・リフ地方の給水計画は其中最優先の計画に位置付けられている。また地方給水の水源は湧水、井戸の開発を先んじて進め、表流水はそのあとに続くという方針が提案されている。
- iii) 全国地方給水マスタープランによれば現状の給水普及率は14%であり、これを2010年までに80%に引き上げる計画である。しかしこの数字は既存のONEP給水施設を含む表流水水源による給水計画の実施がなければ達成し得ない。
- iv) 表流水開発については水利総局が水源開発の面から様々な調査・計画を行っているが、これに続く具体的な給水施設計画は策定されていないか、あるいは2010年までに実施できる水準の計画には至っていない。
- v) ONEPは既存の表流水水源の給水施設3ヶ所を拡張する計画である。この計画は2010年までの給水計画に盛り込むことができる。
- vi) 調査対象地域において既存のONEPによる計画で2010年までにカバーされる地域は全体の3分の1、人口で50%である。

2.9.2 地方給水によるインパクト

ブレ・リフ地方の地方給水施設のは3つのタイプに分類できる。まず第一に比較的規模の大きいもの、すなわち給水人口約50,000人のワザーン、および同20,000人のタウンアトがあげられる。

このタイプの給水施設は量的に十分な給水量が確保されている。

第二は表流水を水源とする施設、すなわち、アイン・ガダ、カリヤ・バ・モハメドおよびメカンサである。このタイプもセブ川、イナウェン川の河川水により概ね十分な給水量が確保されている。

第三は浅井戸、湧水を水源とするもので、これらはほとんどの場合、設備を有しない。このタイプは水量が小さく、また住民は長距離、長時間の水運搬をしなければならない。調査対象地域内の水源の大半はこのタイプに属する。

給水施設の建設による効果は現状のタイプ別によりその度合が異なるだろう。しかし共通する効果として地方経済および生活水準の向上、雇用機会および女性、子供の生活改善等が期待できる。

2.9.3 開発基本方針

前述の通り既存のONEPによる計画で2010年までに給水が実施されるのは調査対象地域の人口の50%に対してである。残る50%への給水は新規計画によらなければならない。

一般に地下水を水源とする給水は受益地に近いこと、上水処理を必要としないことから建設コスト面および実施の容易性で表流水水源の場合よりも有利である。またブレ・リフ地方のような半乾燥地帯においては、地下水水源による施設は表流水水源の場合に比べて施設の型式が複雑でなく、維持管理も比較的容易である。

以上を考慮のうえ、次のような開発基本方針を策定した。

- i) 調査対象地域の給水計画は政策に従い2010年までに給水普及率を80%に引き上げるものとする。水源は地下水および表流水とする。
- ii) 原則的に地下水水源を最大限に活用する。よって本調査でその存在が判明した、13ヶ所の高ポテンシャル地区の開発を給水計画実施のための優先計画と位置づける。
- iii) 表流水による給水計画は、まず既存のONEP計画をベースとして十分な地下水水源を有しない地区について実施する。新規施設については地下水開発の状況および将来の水資源開発による表流水の利用計画を確認したうえで計画を進めるものとする。

3. モデル地区給水計画の策定

3.1 自然条件

3.1.1 地形

詳細調査の対象となるモデル地区はアイン・デファリ、テロウアルおよびエル・ビバンの3コミュニティである。各コミュニティの位置を図3.1に示す。

(1) アイン・デファリ

アイン・デファリコミュニティは調査対象地域の西部シディ・カセム州に属する。コミュニティの面積は約250km²である。地形は一般に平坦でゆるやかな傾斜の低い丘陵地が広がっている。アイン・デファリ地区付近の標高はルダット川沿いで80m、北東部の丘陵地で250m程度である。

(2) テロウアル

テロウアルコミュニティはシディ・カセム州に属し、アル・ワハダダム建設地点から約10km北西に位置する。コミュニティの面積は約90km²である。この付近は地形が南西部平地から北東山地へと変化する場所である。テロウアル地区付近の標高は250mで盆地の出口のような地形となっている。北東部の山地では標高500～600mである。

(3) エル・ビバン

エル・ビバンコミュニティはクワナト州に属し、ウエルガ州沿いのワルザより北約10kmのラフサイ地区に隣接している。コミュニティの面積は約50km²である。ジベル・ベルダと呼ばれる急峻な山地があり、最高点の標高は約1,000mである。南西部にはやや平坦な地形も見られ、その標高は500～600mである。

3.1.2 水文

(1) アイン・デファリ

年平均降水量は約600mmである。コミュニティ内を流れるルダット川は比較的大きな集水面積を持つが、主な集水域である山地部の面積が狭いため、調査対象地域の他河川に比べて流出率も低く、乾季には涸川となる。丘陵地の間に見られる小支川は降雨直後に流水があるのみである。

(2) テロウアル

年平均降水量はテロウアル地区付近で約800mm、北部の分水界付近で1,000～1,200mmである。

近傍にはウエルガ川の小支川を認めるのみである。

(3) エル・ピバン

年平均降水量は約1,000mmである。コミューンの位置がウエルガ川支川のアオライ川とアムザス川の分水界上であるため、流出の大部分は谷沿いに短時間で両河川に流れ込むものとみられる。

3.1.3 地質

(1) アイン・デファリ

向斜地層で第四紀更新統および第三紀中新統の堆積物から成る。前者は表層より約15mに分布する泥灰岩質のシルトおよびレキから成る沖積層である。後者はヴィラフラン階のレキおよび泥灰岩質の堆積物であり層厚は約125mである。向斜の最下層は第三紀チューロン階のシルト質泥灰岩で、層厚は数百メートルとみられる。

(2) テロウアル

第三紀の地層群で構成される。表層はチューロン階の層厚約30mのシルト質泥灰岩から成る。次の層は漸新統でシルト岩、左岩および泥灰岩質のレキから成り層厚約150mである。さらに下の層は始新統で層厚約200mの泥灰質石灰岩である。

(3) エル・ピバン

ジベル・ベルダ山頂部の単斜構造はジュラ系の石灰岩、苦灰岩および片岩から構成され、東から西に向かって傾斜し南西部ではやや平坦となっている。単斜層は上部白亜系の泥灰岩、片岩の上に位置している。

3.1.4 水文地質

(1) アイン・デファリ

アイン・デファリの向斜構造は約12km²の広さで、表層から深さ約150mまでに分布する第四系の泥灰質を含むレキ層に地下水が存在する。既存の2カ所の湧水および浅井戸は、表層から約15mまでに分布するごく薄いレキ層の地下水によるものである。

(2) テロウアル

テロウアルの向斜構造は約6km²の広さである。上部の帯水層は漸新系の泥灰岩層である。その下にもう一つの帯水層が存在し、砂質および泥灰質石灰岩で厚さ約100mである。向斜構造を通る2つの断層による破砕面から湧水がみられる。

(3) エル・ピバン

ジベル・ベルダの単斜構造は南西～北東方向に約6km²の広がりをもつ。これと並行する2つの断層により漸新系チュートン階のレキ層からなる向斜構造が形成されており、ここに地下水が存在する。既存の4ヵ所の湧水はジェラ系片岩とその下の白亜系泥灰岩の接触面から湧出している。

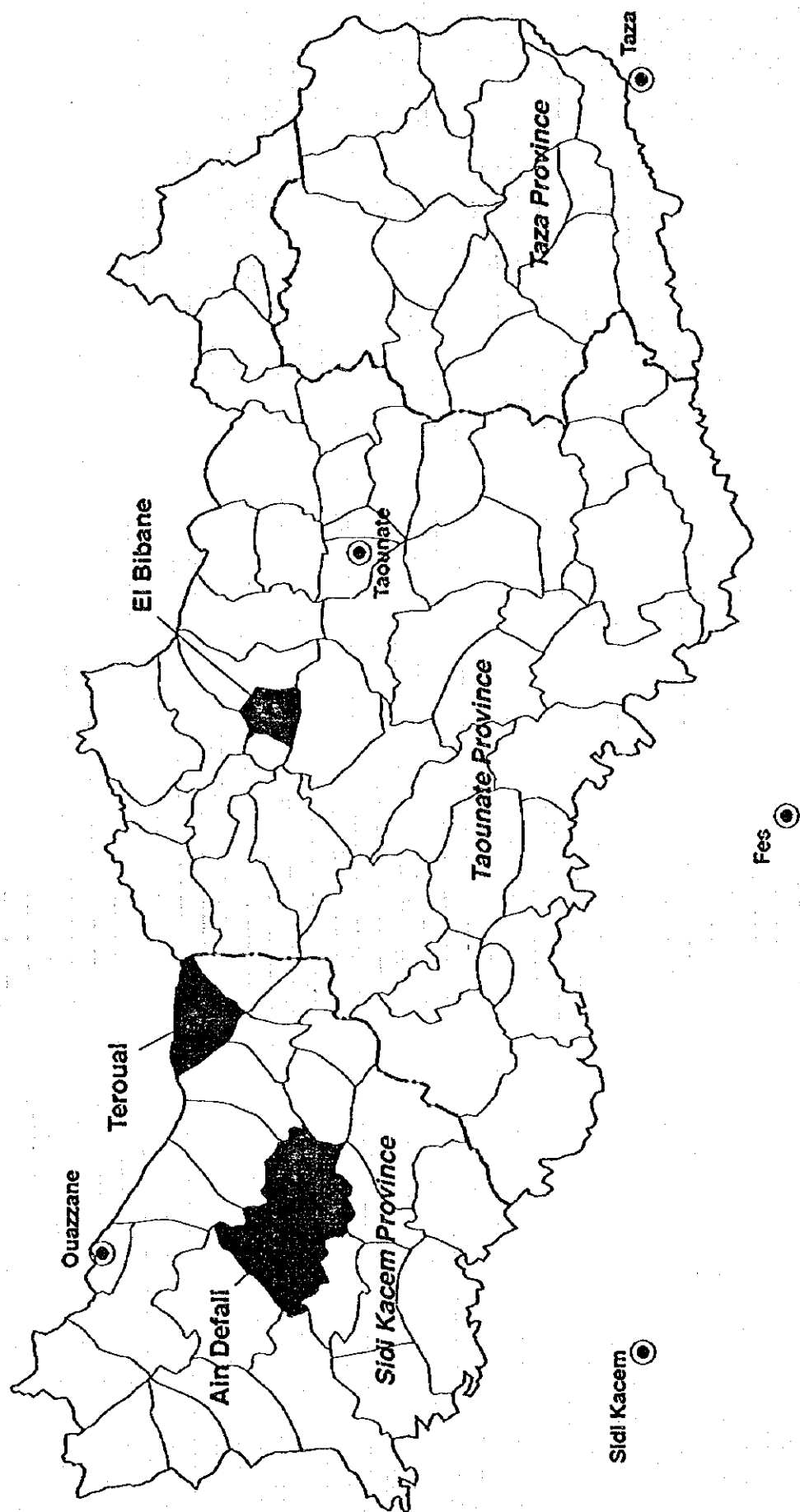


図3.1 モデル地区位置図

3.2 社会経済

3.2.1 行政区分と人口

モデル地区の行政区分と人口を表3.1に示す。

表3.1 モデル地区の行政区分と人口

州	サークル	コミューン	Douar(村落)数	人口	村落当りの人口
シディ・カセム	ハド・コート	アイン・デファリ	60	25,116	420
シディ・カセム	ワザーン	テロウアル	29	12,096	420
タウナト	ラフサイ	エル・ビバン	19	6,511	650
計/平均			99	43,723	440

出典：人口動態研究所

3.2.2 土地利用

農業は調査対象地域の住民が生計を営む上で基本的な職業である。このような状況はモデル地区にも当てはまる。表3.2はモデル地区の代表的な作物と耕作面積を示している。

表3.2 モデル地区の作物別土地利用

作物	アイン・デファリ	テロウアル	エル・ビバン
作物			
大麦	2,000	550	200
野菜	10	60	50
豆類	1,850	1,000	26
ビート	20	-	-
ひまわり	300	50	-
タバコ	350	150	-
飼料	-	240	10
果樹			
植林	462	-	-
いちじく	-	-	450
オリーブ	1,030	660	520
かんきつ類	99	30	-
ざくろ	9	-	-
グレープ	-	90	-
牧草地	120	900	-
未利用地	-	-	600
合計	17,750	6,480	2,296

出典：各州の農業局

3.2.3 家計収入／支出

一般世帯の収入は、州農業局が集計した農業所得純収入のデータである程度わかる。それによれば、野菜栽培、家畜飼育、植林を含む農業所得純収入は、タウナト州で1993-94年時点で一人当たりDH3,000、シディ・カセム州では1990-91年で一農家当たりDH19,944、または1ha当たりDH3,680であった。一方、家計支出は農村地帯の購買力を計る別の手段である。表3.3は、所得階層別一人当たりの月間支出を示したものである。

表3.3 所得階層別一人当たりの月間支出

単位：DH

コミュニティ	富裕層	中間層	貧困層	平均
アイン・デファリ	316	295	171	260
テロウアル	288	256	147	230
エル・ビバン	490	276	156	308

上表は本調査における社会経済調査の結果である。年平均支出は単純に月間平均支出の12ヶ月分として推定した。よって、モデル地区別の年平均支出は、アイン・デファリでDH3,120、テロウアルでDH2,760、エル・ビバンでDH3,700である。

3.2.4 社会基盤施設

公共施設およびサービスの充実度はアイン・デファリが最も高く、テロウアルそしてエル・ビバンの順で続く。施設および社会サービスは各モデル地区ともコミュニティの中心部に集中している。道路網は、一級、二級国道、州道そしてコミュニティ（地方）道に分れている。モデル地区の中で、一級および二級国道が通っているアイン・デファリは他地域からのアクセスが最も容易である。

3.2.5 女性の生活と仕事

(1) 飲料水の運搬

水源から住居までの飲料水の運搬は、通常、女性と子供の仕事である。飲料水の運搬は距離が長いと多大な労力と労働時間が強いられる。

(2) 燃料用薪の採集

モデル地区で使用されている燃料は目的に応じブタンガスあるいは薪である。ブタンガスの消費は家計支出によるが、大半の家庭はパン焼きなどに薪を使っている。この薪の利用は収穫時あ

るいはオリーブ収穫時に特に顕著である。

(3) 農作業

一般に、男性の農作業は開墾、収穫そして脱穀に集中している。一方、女性は家畜飼育を含む農作業全般に及んでいる。季節的にも女性は冬の開墾に始まり、年間を通じて農作業に従事している。

(4) 手工芸品

調査対象の村落の中で、14村落の女性が種々の手工芸品創作に係わっている。

3.2.6 水利用の現況

(1) 飲料水の運搬に係わる女性と子供

表3.4はモデル地区別の飲料水運搬に従事する男性、女性と子供の比率を示している。

表3.4 飲料水運搬に従事する男性、女性、子供の比率

単位：パーセント

コミュニティ	男性	女性	子供	合計
アイン・デファリ	35	17	48	100
テロウアル	28	36	36	100
エル・ビバン	17	22	61	100

(2) 水の消費

一人当りの日平均水の消費量は、夏期で15から17リットル、冬期で13から14リットルである。この消費量は社会経済調査に基づいているが、政府の公式統計データ（一人当りの日平均水消費量は35から40リットル）に比べかなり低い。

(3) 水の運搬貯蔵

水の運搬は、家畜（ミュールとろば）の利用が顕著である。平野部のアイン・デファリでは、トラクターなどが水の大量運搬によく利用されているが、山岳地帯は人力で運ばれているケースもある。容器の大半はプラスチック製またはゴム製で、家畜用の飲料水は住居外の小池に貯めている。

(4) 衛生状況

モデル地区の村落には汚水を集める公共下水道はない。調査対象の住居（4,364家屋）のうち、32%（1,414家屋）にはトイレが備っている。表3.5は住居の建設資材とトイレが備っている

る住居数を示している。

表3.5 衛生状況

項 目	アイン・デファリ	テロウアル	エル・ビバン	計
(1) 住居数	1,980	1,134	1,250	4,364
(2) コンクリート構造から成る住居数	313	46	104	463
(3) トイレがある住居数	303	372	659	1,414
(4) 比率 (2)/(1)	16%	4%	8%	11%
(5) 比率 (3)/(1)	19%	33%	53%	32%

出典：全国地方給水マスタープラン

(5) 現在の給水状況

モデル地区には水源として数多くの湧水と井戸が散在する。表3.6はモデル地区別水源の実態を示したものである。少雨のため、多くの水源が枯渇している。水不足となる期間は1年のうち、渇水年で5～6ヶ月、平年で2～3ヶ月である。

表3.6 現況の水源数

コミュニティ	村落数	湧 水		井 戸	
		使用可	使用不可	使用可	使用不可
アイン・デファリ	60	25	23	73	195
テロウアル	28	52	58	17	97
エル・ビバン	10	11	18	28	17
計	97	88	99	118	309

出典：水利総局

表3.7は住居から水源までの距離別の人口分布を示したものである。アイン・デファリでは水源が広範囲に散在している。一方、テロウアルとエル・ビバンでは住居から水源までの距離は半数以上が1km未満である。

表3.7 住居～水源の距離別人口の分布の比率

単位：パーセント

コミュニティ	0 km	0.1 - 1.0 km	1.1 - 4 km	< 4 km	計
アイン・デファリ	3.1	38.9	33.5	24.5	100.0
テロウアル	16.9	52.0	31.5	0	100.0
エル・ビバン	0	52.5	47.5	0	100.0

出典：水利総局

表3.8は水の運搬時間別人口分布を示す。夏季には運搬時間が長くなっている。

表3.8 水の運搬時間別人口分布

単位：パーセント

コミュニティ	既設	0 - 0.5時間	0.5 - 1.0時間	1.0 - 2.0時間	< 2.0時間	計
アイン・デファリ	夏	10.3	15.2	8.5	66.0	100.0
	冬	35.0	48.5	9.3	7.2	100.0
テロウアル	夏	27.1	34.8	38.1	-	100.0
	冬	63.2	36.8	-	-	100.0
エル・ビバン	夏	23.8	13.1	63.1	-	100.0
	冬	68.5	31.5	-	-	100.0

出典：水利総局

(6) 水の運搬費用と支払意志額

社会経済調査の結果より水の運搬費用に係わるデータは下記の通りである。

- i) 家畜（ミュールまたはろば借用費用は月間DH240からDH720の範囲である
- ii) トラクターのレンタル利用料金は月間DH400である。
- iii) 村落内にある水源の警備費は1家屋当月間でDH10からDH20である。

給水に対する世帯の支払い意志額は、各世帯のおかれている経済状況によって異なる。表3.9は一世帯の給水に対する支払い意志額（3ヶ月分）を示したものである

表3.9 世帯の支払い意志額

単位：DH

	貧困	中間	富裕
アイン・デファリ	60	183	340
テロウアル	45	81	150
エル・ビバン	65	85	143

3.3 水文地質および地下水開発

3.3.1 試掘調査

(1) 調査井の掘削

試掘調査は当初アイン・デファリ3カ所、テロウアル2カ所およびアイン・ベルダ3カ所の計8カ所を予定していたが以下の経緯により最終的には9井、ボーリング総延長1,298mとなった。

- i) テロウアル1号井 (TRA1) はボーリング中に局所的に存在する岩塩層に達し、地下水の存在の見込がないためボーリングを中止した。この代替として3号井のボーリングを実施した。
- ii) アイン・ベルダ1号井 (JBD1) は深度63m付近より地下水の存在が認められたが、同67mにてガス（炭化水素）が発生したためボーリングを中止した。

その他以下7井についてはいずれも地下水を得ることが出来た。

アイン・デファリ1号井 (ADF1)

アイン・デファリ2号井 (ADF2)

アイン・デファリ3号井 (ADF3)

テロウアル2号井 (TRA2)

テロウアル3号井 (TRA3)

アイン・ベルダ2号井 (JBD2)

アイン・ベルダ3号井 (JBD3)

(2) 揚水試験

地下水の得られた7井について揚水試験を実施した。段階揚水試験は4段階の揚水量を設定し、各段階について2時間の揚水を行い、これによる井戸水位低下を観測した。また連続揚水試験および回復試験では、一定量の揚水を72時間継続し、揚水中の井戸水位低下および揚水終了後の井戸水位回復を観測した。観測データの分析結果の概要は3.3.3節に延べる。

3.3.2 既存地下水源のイベントリー調査

対象範囲を各地下水ポテンシャル地区（アイン・デファリ12km²、テロウアル6.1km²およびアイン・ベルダ6.3km²）として既存地下水源の調査を実施した。アイン・デファリには私有の浅井戸18カ所（深さ3～30m）および湧水2カ所（調査時の湧水量0.25ℓ/s, 0.33ℓ/s）がある。

テロウアルには私有の浅井戸3カ所（深さ6～14m）および湧水1カ所（調査時の湧水量0.73ℓ/s）がある。また水利総局により深井戸（深さ82m）が1995年掘削され、揚水試験で20ℓ/sの揚水量が得られている。

アイン・ベルダには私有の浅井戸10カ所（深さ10～18m）および4カ所の湧水（調査時の湧水量0ℓ/s, 0.08ℓ/s, 0.36ℓ/s, 5.6ℓ/s）がある。

3.3.3 水文地質の分析

(1) アイン・デファリ

試掘調査により以下の結果が得られた。

調査井	井戸深さ (m)	揚水量 ℓ (ℓ/s)	水位降下 ℓ (m)	透水量係数 (m^2/s)
ADF1	76	15	14.35	1.80×10^{-3}
ADF2	55	5	31.82	1.17×10^{-4}
ADF3	150	12	23.41	9.14×10^{-4}

ℓ : 連続揚水試験による。

帯水層全体の地下水貯留量は約1.2百万 m^3 と推定される。

(2) テロウアル

試掘調査により以下の結果が得られた。

調査井	井戸深さ (m)	揚水量 ℓ (ℓ/s)	水位降下 ℓ (m)	透水量係数 (m^2/s)
TRA2	300 ℓ 2	10	21.60	9.80×10^{-4}
TRA3	150	- ℓ 3	0.68	8.73×10^{-4}

ℓ 1: 連続揚水試験による。

ℓ 2: 深層地下水が塩水化していたため深度170mまで埋め戻した。

ℓ 3: TRA2から揚水し、観測井とした。

試掘調査により、深度40～170mに中新系の帯水層および深度215～300mに始新系の帯水層の存在が判明した。しかし始新系帯水層の地下水は塩水化していた。

中新系帯水層の地下水貯留量は約0.7百万 m^3 と推定される。

(3) アイン・ベルダ

試掘調査により以下の結果が得られた。

調査井	井戸深さ (m)	揚水量 ℓ (ℓ/s)	水位降下 ℓ (m)	透水量係数 (m^2/s)
JBD2	140	2.5	48.19	9.80×10^{-5}
JBD3	250	11	31.42	4.88×10^{-4}

ℓ : 連続揚水試験による。

2号井では深度60~80m付近および120~140m付近の2カ所に上部白亜系の亀裂層の存在が判明した。

帯水層全体の地下水貯留量は0.75百万 m^3 と推定される。

3.3.4 水収支解析

地下水涵養量の概略推定のためタンクモデル法を適用した。三段タンクを使用した場合、流出機構は次の様に表わされる。

- 一段目タンク — 表面流出
- 二段目タンク — 中間流出
- 三段目タンク — 地下水流出

水収支解析の対象地区は、各モデル地区内の地下水ポテンシャル層のある区域とする。(アイン・デファリ12 km^2 、テロウアル6.1 km^2 、アイン・ベルダ6.3 km^2)

タンクモデルは対象地区の近傍河川流域の水文資料を用いて作成した。対応する河川流域はアイン・デファリがルダット川、アイン・ベルダがアムザズ川である。テロウアルについては近傍の河川に水文資料がないため、ルダット川のモデルを用いて地下水涵養量を推定した。タンクモデルによる解析で得られる降雨一流出の関係および次の水収支式より地下水涵養量が推定される。

$$Gr = P - Ro - E$$

- ここに
- Gr : 地下水涵養量
 - P : 降雨量
 - Ro : 流出量
 - E : 蒸発散量

各対象地区の水収支は表3.10のとおり推定された。

表3.10 対象地区の水収支（1）

（単位：mm／年）

対象地区	降雨	表面流出	蒸発散	地下水涵養量
アイン・デファリ	587	65	468	54
テロウアル	775	154	544	77
アイン・ベルダ	953	336	533	84

3.3.5 地下水シュミレーション

地下水シュミレーションには世界的にも広く使用されている米国地質調査所が開発したソフトウェアMODFLOWを使用した。MODFLOWでは数値解析に有限差分法（FDM）を採用している。数値モデル作成のため、各対象地区（地下水ポテンシャル層区域）を200～500個のメッシュに分割し、帯水層厚、水理定数、地下水位等のデータは各メッシュに与えた。対象地区の水収支は地下水涵養量が湧水量と地区外への地下水流出の和に等しいという条件とした。

モデルによる対象地区の地下水位および流動機能の再現は定常計算で行った。その過程でタンクモデルにより推定した地下水涵養量のチェックを行なった。その結果、アイン・デファリおよびテロウアルではタンクモデルの推定値がほぼ妥当と判断された。アイン・ベルダについては豊富な湧出量のあるタズハドラ湧水の存在により涵養量はタンクモデルの推定値よりもかなり大きいと判断された。最終的に地下水流動機構をシミュレーションで再現した時点での水収支は表3.11のとおりである。

表3.11 対象地区の水収支（2）

対象地区	面積 (km ²)	降雨量 (10 ⁶ m ³ /年)	蒸発散量 (10 ⁶ m ³ /年)	表面流出 (10 ⁶ m ³ /年)	地下水涵養量 (10 ⁶ m ³ /年)
アイン・デファリ	12.0	7.044	5.616	0.780	0.648
テロウアル	6.1	4.728	3.424	0.943	0.381
アイン・ベルダ	6.3	6.016	3.198	2.121	0.697

新規揚水を行なった場合の将来の地下水位変動のシュミレーションを行なった。概要は以下のとおりである。

- 初期条件はモデルで再現された定常状態とする。
- 新規揚水井の位置は本調査による調査井の位置とする。
- 非定常計算で揚水井の20年後の水位を予測する。水位低下の許容値は10m, 15m, 20mの

3ケースとする。

- iv) 地下水涵養量は平均的な涵養量を与えた場合と渇水年がしばしばあった過去20年の降雨資料から求めた涵養量を与えた場合の2ケースとする。

シュミレーションの結果を表3.12に示す。

表3.12 地下水シミュレーション結果

アイン・デファリ

涵養量	水位低下 許容値	揚水量 (m ³ /日)			
		ADF1	ADF2	ADF3	Total
平均	10m	241	60	155	456
	15m	354	86	233	673
	20m	475	120	311	906
過去20年	10m	224	43	120	387
	15m	336	77	120	533
	20m	457	120	285	862

テロウアル

涵養量	水位低下 許容値	揚水量 (m ³ /日)		
		TRA2	TRA3	Total
平均	10m	111	106	217
	15m	166	157	323
	20m	224	207	431
過去20年	10m	108	103	211
	15m	164	155	319
	20m	220	207	427

アイン・ベルダ

涵養量	水位低下 許容値	揚水量 (m ³ /日)		
		JBD2	JBD3	Total
平均	10m	43	64	107
	15m	64	99	163
	20m	90	133	223
過去20年	10m	34	47	81
	15m	56	82	138
	20m	82	116	198

3.4 モデル地区の水需要予測

3.4.1 人口

各モデル地区の1995年現在の人口はアイン・デファリコミュニティが25,234人、テロウアルコミュニティが12,096人、エル・ビバンコミュニティが6,511人である。また本調査ではモロッコ国で行われている人口予測を参考にして調査対象地域（Rural）における人口増加率を0.7%/年と推定した。以上により、2010年の各コミュニティの人口はアイン・デファリで28,000人、テロウアルで13,000人およびエル・ビバンで7,200人と推定された。

3.4.2 モデル地区給水の現状

(1) アイン・デファリ

住民は浅井戸および湧水から水を得ている。運搬にはろばを使用しており居住地から給水点までの距離は平均で4.8km、給水の所要時間は2～3時間である。

生活用水の使用量原単位は夏季で17.3ℓ/人/日、冬季で14.5ℓ/人/日である。夏季には民家内で家畜に水を与える場合があり、その割合は家畜用水量の15%程度と推定される。通常は家畜を近くの河川まで連れて行き水を与えている。

コミュニティの中心であるアイン・デファリ地区の既存給水施設はコミュニティにより運営されている。水源はベニ・セナナ地区の湧水とラアミラット地区およびアイン・デファリ地区の各1ヵ所の浅井戸である。

シディ・カセムのONEP事務所によればアイン・デファリ地区の給水量は需要量の40%にすぎないと報告されている。

(2) テロウアル

水の運搬についての事情はアインデファリと概ね同様である。生活用水の使用量原単位は夏季で15.2ℓ/人/日、冬季で13.7ℓ/人/日と推定される。

コミュニティの中心であるテロウアル地区では、湧水を水源とした各戸給水を含む施設が設けられている。1995年7月時点において360戸に各戸給水が行きわたっており、これは各戸給水を要望している戸数の約半数に相当する。残りの半数へ給水するための水源は確保されていない。

(3) エル・ビバン

山間部のため、居住地区は給水点の近傍に集中しており、他2ヵ所のモデル地区に比べて水の運搬距離はやや短く、0～3kmである。生活用水の使用量原単位は夏季で16.9ℓ/人/日、冬季で13.3ℓ/人/日である。

アイン・ベルグ地区においては、1983年に水利総局によって2本の浅井戸が掘られたが、現在は枯渇したため使用されていない。近傍2ヶ所の湧水は湧出量が各々0.02ℓ/s、0.09ℓ/s（または1.7m³/日、7.8m³/日）と小さく、この数字からも水不足がかなり深刻であることが分かる。

一方、アイン・ベルグ地区から約3km、標高で約200m低いタズハドラ地区には湧出量約10ℓ/s（864m³/日）の湧水がある。湧水はこの地区の住民の給水源であるほか、3.6km離れたラフサイ地区に夏季に1ℓ/s、冬季に5.5ℓ/sを送水している。

3.4.3 水需要予測のためのパラメータ

(1) 給水普及率

全国地方給水計画マスタープランでは2010年の給水普及率として各戸給水が10%、既存施設の改善により30%、共同水栓が40%の計80%を目標としている。ブレ・リフ地方とモロッコの他の典型的な村落地域の給水事情の現状を比較すると、ブレ・リフ地方においてはこの給水普及率は2010年までに達成可能な数字であると判断される。

(2) 給水原単位

第二章に述べた通り、給水調査局（DRPE）では将来の給水原単位を30ℓ/人/日と提案している。また全国地方給水計画マスタープランでは2010年における給水施設別の原単位を表3.13のとおり示している。

表3.13 2010年における給水施設別原単位

項 目	既存施設の改善	共同水栓	各戸給水
一施設当たりの給水人口	250	200	8
生活用水需要（ℓ/人/日）	15	30	50
家畜用水需要（ℓ/頭/日）	20	20	20

出典：全国地方給水マスタープラン

これまでの調査に基づき、現在の純水需要量は20ℓ/人/日と設定する。水需要の増加率を年3%とすれば2010年の給水原単位は31ℓ/人/日となる。家畜用水原単位は2010年まで20ℓ/頭/日で一定とする。このうち社会経済調査の結果より給水で与えるものを15%とし、その他は河川水等を与えるものとする。

(3) 無収水率

無収水率は本来パイプ給水網によるONEPの施設に対して適用されているものであるが、モデル地区についてはONEP施設と同レベルの施設を設けるのが適当と判断し、パラメータに無収水

率を含めることにした。

モデル地区については無収水率についての実用的データはない。よってアイン・ガダ給水システムの給水量および料金徴収データによる推定値を採用することにした。現在の無収水率は40%、これが年率3%で改善されていくものとすれば2010年の無収水率は26%となる。

3.4.4 水需要予測

以上に述べた給水普及率、原単位および無収水率に基づき、モデル地区の2010年における水需要は次のとおり推定された。

アイン・デファリコミュニティ	990m ³ /日
テロウアルコミュニティ	468m ³ /日
エル・ピバンコミュニティ	298m ³ /日

3.5 給水施設計画

3.5.1 基本方針

モデル地区給水計画の技術的基本方針は以下のとおりである。

- i) 本調査で掘削された調査井を生産井として利用した給水施設とする。モデル地区の給水はこの施設を中心に実施するものとし、既存の施設は補助的水源として利用する。
- ii) 新規給水施設は共同水栓方式で提案するが、生産井の水により既存の各戸給水地区を含めてコミューンの中心地区の各戸給水をできるかぎり進める。
- iii) 重力配水が可能な地区について優先的に計画を実施する。
- iv) ポンプ配水方式による施設の拡張は人口増および遠隔地の村落住民の要望を考慮したうえで実施する。
- v) モデル地区の給水施設が整備されかつ水源に余裕があることが確認されれば隣接するコミューンへの送水を実施することができる。
- vi) 給水施設計画には基本的施設のみ含める。将来の拡張はコミューン住民の要望により設置する。
- vii) 各Douarへの給水は住民の意向および施設の運営を考慮し、初期投資が少なく将来の拡張が容易な共同水栓とする。
- viii) 新規給水施設の建設と同時に水利総局の5ヶ年計画に基づく既存施設の改善を実施する。

3.5.2. 計画諸元

(1) 給水人口

2010年における給水人口および日給水量は給水普及率を80%として以下の通りである。

表3.14 給水人口と日給水量

モデル地区	給水人口	日給水量
アイン・デファリ	22,415	990
テロウアル	10,745	468
エル・ビバン	5,784	248

(2) 日最大給水量

施設の給水能力は最大日給水量により決定される。最大日給水量は一般に平均日水需要量にピーク係数を乗じて得られるが、水需要の季節変動について信頼できるデータは無い。よって施設計

画は平均日水需要量に基づくこととする。

(3) 時間係数

配水管の計画には、最大時間給水量を考慮した時間係数を用いるが、モデル地区においては特定の時間帯に給水活動（水汲み）が集中しているという明確な傾向はみられない。よって平均時間給水量に基づいて計画する。

(4) 貯水施設

施設へのアクセスには数時間を要するものと考えられ、維持管理を考慮すればタンクの容量は12時間分の給水量で適当と考えられる。

(5) 地形図

モデル地区をカバーする地形図は現在のところ1/50,000のもののみであり、計画もこの縮尺の地形図を使用した。詳細設計実施の際は最初に測量を行ない、詳細地形図を作成する必要がある。

3.5.3 概略施設計画

(1) 計画概要

アイン・デファリ、テロウアルおよびエル・ビバンの給水施設計画概要を図3.2、3.3、3.4に示す。給水施設は重力配水によるものを最優先とする。地形条件によりポンプ配水となる部分は将来の拡張計画として点線で示してある。

(2) 生産井付帯施設

水中ポンプにより井戸より揚水し、近傍の丘陵の頂上に設けられる主タンクへ送水する。

(3) 貯水施設

主タンクは生産井近傍に設けられる、配水地域全体に対応する貯水施設である。配水管の終点部にサブタンクを設ける。ここが各Douarへの給水および将来のポンプ配水のための配水管の延長の起点となる。

(4) 配水管

小径管にはPVC管を用い、送配水管には亜鉛銅管またはアスベストコンクリート管を用いる。これらはモロッコ国内で生産されている。

(5) 共同水栓

共同水栓の構造は鉄筋コンクリート製で蛇口および家畜用の給水槽および洗濯場を設ける。動物の侵入を防ぐために共同水栓の周囲には金網フェンスを設ける。各Douarに一カ所の共同水栓を設けることを基本とする。

(6) 関連施設

生産井回りへの配電設備および配水管、サブタンク建設のための取付道路が必要となる。

3.5.4 既存施設の改善計画

既存施設の改善は水利総局により示されている5ヶ年計画のリストに基づいて実施する。既存施設の改善は以下の項目とする。

1) 浅井戸

- i) 井戸外壁の修繕
- ii) 屋根の設置
- iii) フタがけ
- iv) 手押しポンプの設置
- v) 周囲にコンクリート台座を設置
- vi) 排水溝の設置

2) 湧水

- i) コンクリート製貯水タンクの設置
- ii) 湧水から貯水タンクへの送水パイプ設置
- iii) 屋根の設置
- iv) 周囲にコンクリート台座を設置
- v) 排水溝の設置

3.5.5 維持管理計画

水需要に対応した適切な給水を行うためには、給水施設がつねに十分に機能する様、常に維持管理をしておく必要がある。維持管理の項目は以下の通りである。

(1) 給水量

給水区域全体へ需要量に応じ適切に給水するためには、給水量、水圧、配水タンクの水量等を

監視し、これに基づいた運転および維持管理を行う。また同時に漏水の有無も確認する。

(2) 水質

水源および末端の給水栓において水質をチェックする。

(3) 生産井

揚水量と井戸の地下水位を常に監視する。また、生産井とポンプ施設の周囲には防護さくと排水施設を設ける。

(4) ポンプ

ポンプの稼働状況（電圧、水圧、制御盤、配線およびモーター等）は常にチェックする。また、定期点検の実施およびスペアパーツを確保しておく。

(5) 配水タンクおよび配管

水位計を設置してタンクの貯水量をチェックするとともに、漏水の有無を確認する。配管ルートとバルブの位置には、距離程を配置する。また、維持管理が迅速に行われるように、施設へのアクセスを整備しておく。

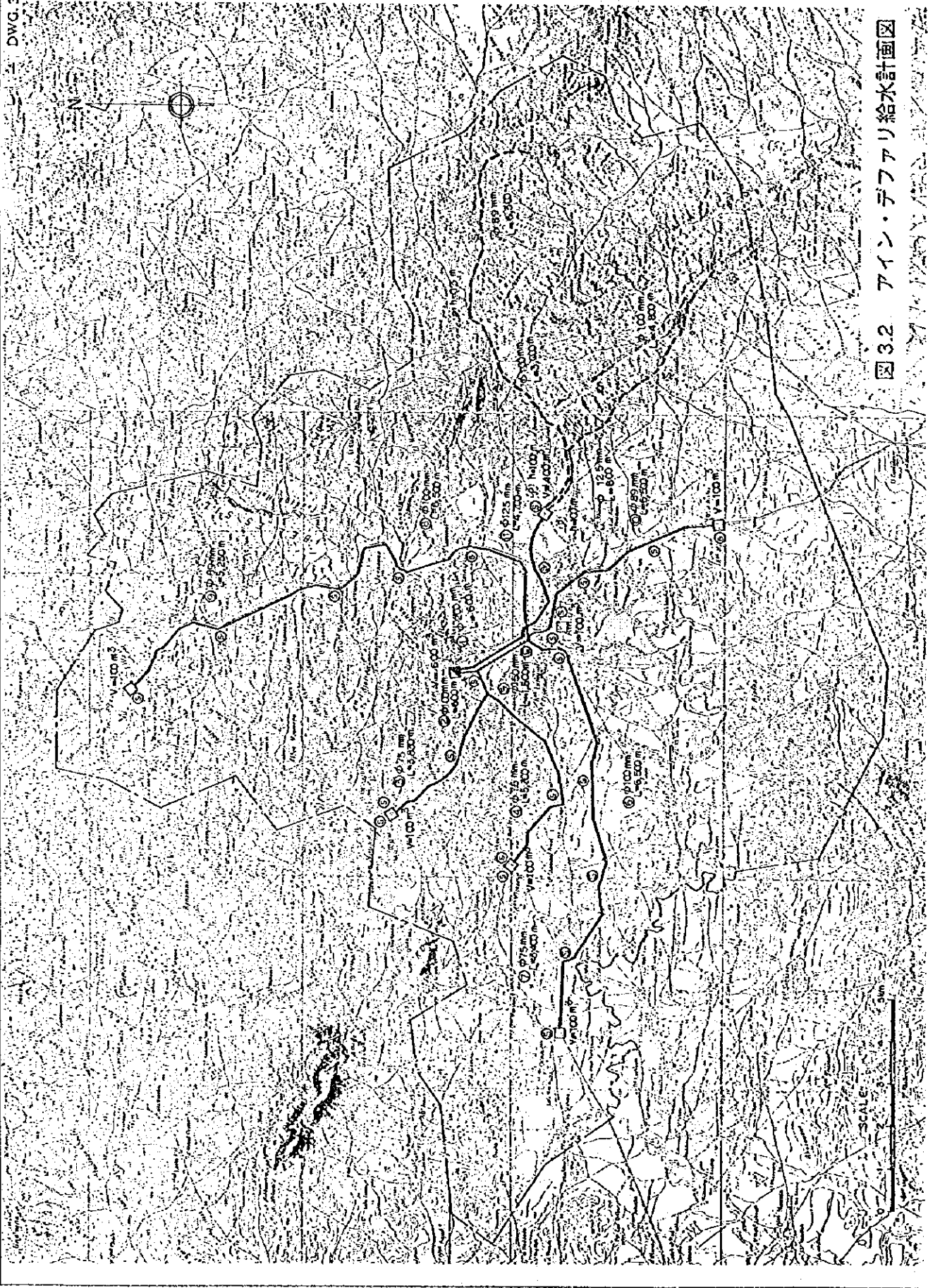


図 3.2 アイン・デアリ給水計画図

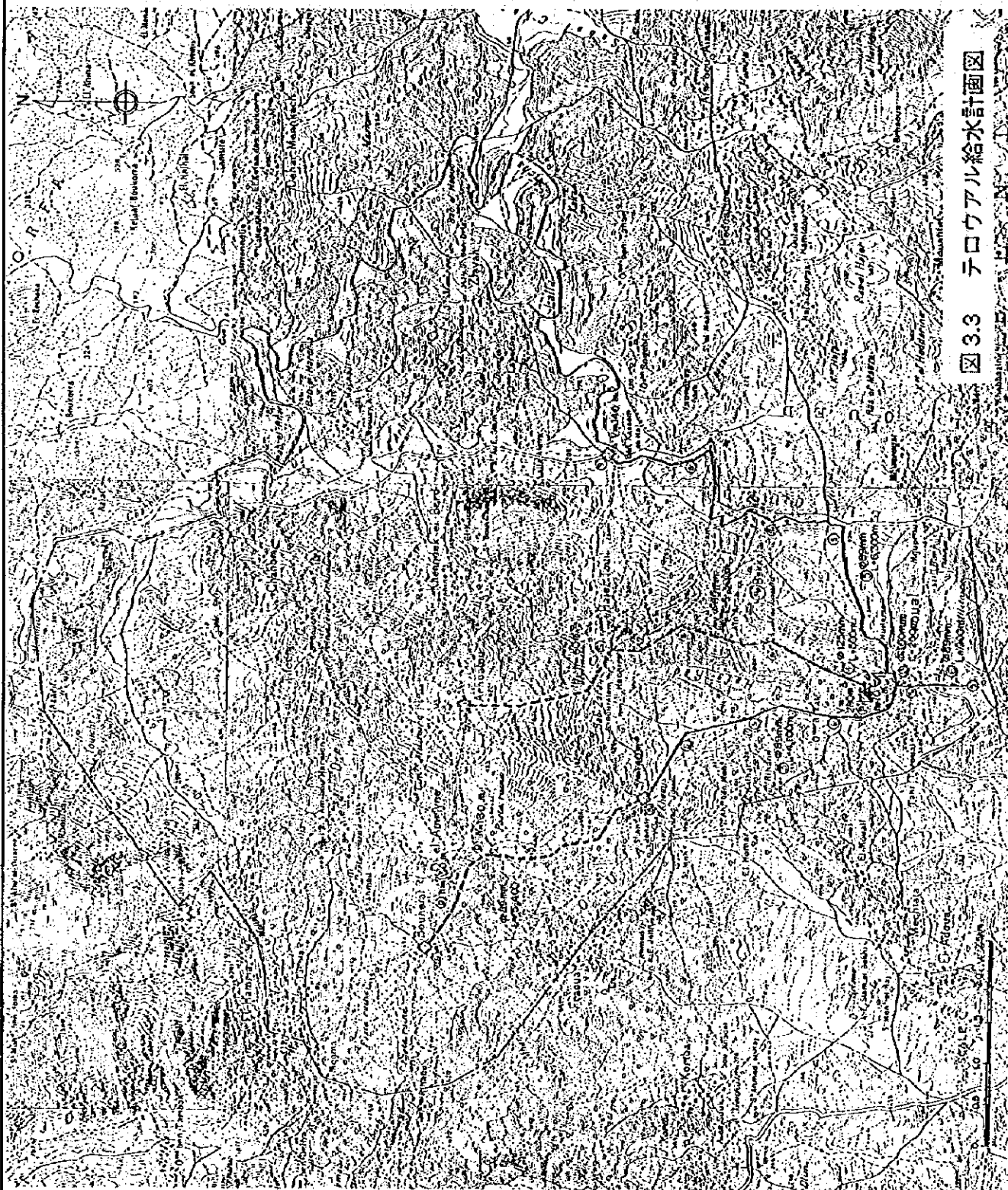


図 3.3 テロウアル給水計画図



図 3.4 アイン・ベルダ給水計画図

3.6 概算事業費

3.6.1 積算の前提条件

(1) 事業費の構成

プロジェクトの概算事業費は以下の費用で構成される。

- i) 直接工事費
- ii) 用地買収・補償費
- iii) 実施機関の管理・総務費用
- iv) 技術経費
- v) 価格変動予備費
- vi) 物理的予備費

(2) 積算価格レベル

概算事業費の積算価格時期は1996年1月である。

(3) 貨幣の交換レート

“国際財務統計” (International Financial Statistics) の1996年1月号を参考に貨幣の交換レートは以下のように設定した。

US\$1.0 = DH8.6 = Yen100.0

DH1.0 = Yen11.6

(4) 現地貨幣の平価切り下げ率

米国USドルに対するモロッコ通貨ディルハムの平価切り下げ率と交換レートの比率は過去5年間の平均で1.35%と比較的に安定している。よて価格変動に対する予備費には平価切り下げ率を考慮しないものとする。

(5) 外貨と現地貨の配分

概算事業費は下記要因を考慮して外貨 (US\$) と内貨 (DH) に分けて算定された。

- i) モロッコ国内における技能工調達の可能性
- ii) モロッコ国内における建設資材の生産状況と調達可能性
- iii) モロッコ国内におけるプラント・建設機械の調達可能性

(6) 付加価値税

モロッコ国は下記2種類の付加価値税を課している。

- i) 販売活動に対する付加価値税：19.0%
- ii) 建設業に対する付加価値税：14.0%

(7) 建設期間中の金利

概算事業費は建設期間中の金利を計上していない。

3.6.2 積算手法

(1) 地方給水事業に係るマクロ単価

ブレ・リフ地域における地方給水事業の総合的な事業費検討に資するためにマクロ単価を採用した。

(2) 直接工事費

直接工事費は、1) 準備工事 2) 土木工事 3) 機電関係の調達と工事、および 4) 建屋工事に分けられる。これらの工事費は下記の手法にて算定を行った。

- i) 工事単価に数量を乗じる方法
- ii) 同種事業の実績工事費を統計的に用いる手法
- iii) 資機材供給会社よりの見積徴収による方法

(3) 用地買収・補償費

モデル地区の土地はその殆どを各々のコミューンが有していることより本概算事業費に計上していない。

(4) 実施機関の管理・総務費用

事業実施に伴う実施時間の管理・総務等に係わる費用は直接工事費の10%を計上、内貨分に含まれている。

(5) 技術経費

基本設計、入札設計、工事監理等のエンジニアリング費用は直接工事費の20%を計上、内・外貨に分けて見積っている。

(6) 価格変動予備費

工事資材等の価格変動に対する予備費は先進7ヵ国およびモロッコの消費者物価指数をベースに外貨分2.9%、内貨分6.0%を年率上昇分として計上している。ディルハムの平価切り下げ率は参入していない。

(7) 物理的予備費

予測不可能な状況変化等に伴って必要となる物理的予備費として事業費の15%を内・外貨に分けて計上している。

3.6.3 概算事業費

3モデル地区の給水計画の概算事業費は重力配水方式と重力配水+ポンプ配水の組み合わせによる場合との2方式に分けて算定した。なお表3.15の概算事業費には既存施設の改善費用も含まれている。

3.6.4 運転・維持管理費

年間の運転・維持管理費は下記のごとく算定された。

表3.16 運転・維持管理費

重力配水方式

	アイン・ティ・ファリ	ティラワル	エル・ビ・バン	合 計
運転経費 (DH) :	222,000	375,000	78,000	675,000
維持管理費 (DH) :	272,500	129,000	144,200	545,700
合 計	494,500	504,000	222,200	1,220,700

重力配水およびポンプ配水組み合わせ方式

	アイン・ティ・ファリ	ティラワル	エル・ビ・バン	合 計
運転経費 (DH) :	435,000	790,000	78,00	1,303,000
維持管理費 (DH) :	362,300	220,500	144,200	727,000
合 計	797,300	1,010,500	222,200	2,030,000

注) エル・ビバンは重力配水方式のみ

表3.15 概算事業費

重力配水

US\$1.0 = DH8.6 = ¥100.0 (1996年1月)

No.	項 目	外貨分 (1,000 US\$)	内貨分 (1,000 DH)	合 計 (1,000 DH)
1	直接工事費<1	4,839	15,653	57,272
2	土地収用・補修費<2	0	0	0
3	実施機関の経費<3	0	5,727	5,727
4	技術費用<4 (予備費を除く事業費)	932 (5,771)	3,436 (24,816)	11,454 (74,449)
5	価格変動予備費<5	411	3,618	7,153
6	物理的予備費<6	927	4,265	12,240
	事業費	7,110	32,700	93,842

重力配水およびポンプ配水方式の組み合わせ US\$1.0 = DH8.6 = ¥100.0 (1996年1月)

No.	項 目	外貨分 (1,000 US\$)	内貨分 (1,000 DH)	合 計 (1,000 DH)
1	直接工事費<1	6,401	19,868	74,917
2	土地収用・補修費<2	0	0	0
3	実施機関の経費<3	0	7,492	7,492
4	技術費用<4 (予備費を除く事業費)	1,220 (7,621)	4,495 (31,855)	14,983 (97,392)
5	価格変動予備費<5	543	4,638	9,307
6	物理的予備費<6	1,225	5,474	16,005
	事業費	9,388	41,966	122,703

- 注) <1 : 付加価値税14%を含む(内貨に計上)
 <2 : 計上していない
 <3 : 直接工事費の10%
 <4 : 直接工事費の20%、内訳は外貨分に70%および内貨分に30%
 <5 : 直接工事費に対し、外貨分2.9%および内貨分6.0%
 <6 : (予備費を除く事業費+価格変動予備費)の15%

3.7 建設計画および資機材調達計画

建設工事期間は、その内容と数量、海外からの資機材調達および自然条件他の工事に影響する条件を勘案のうえ、各モデル地区とも12ヵ月とする。また、既存施設の改善は給水施設の建設と並行して実施する。建設工事にかかわる資機材の多くはモロッコ国内にて調達可能であるが、水中モーターポンプ、制御盤、ケーブル、バルブ、計測機器等の機電設備は外国から輸入する必要がある。

給水施設の計画諸元は、4.5節に記述した。

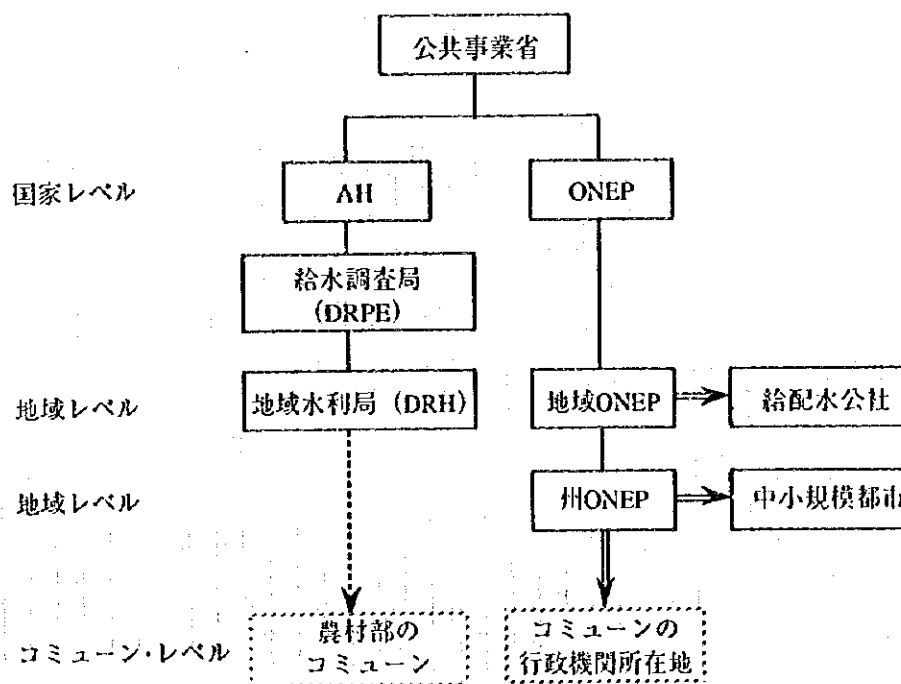
3.8 プロジェクト評価

3.8.1 組織体制

(1) 現況

水資源開発を担当する政府機関は公共事業省で、水利総局（AH）と飲料水供給公社（ONEP）がその役割を担っている。一般に、水利総局は水資源開発、ONEPは給水事業計画・実施を担当している。図3.5は都市および地方給水に関する組織体制を示す。

図3.5 給水の組織体制

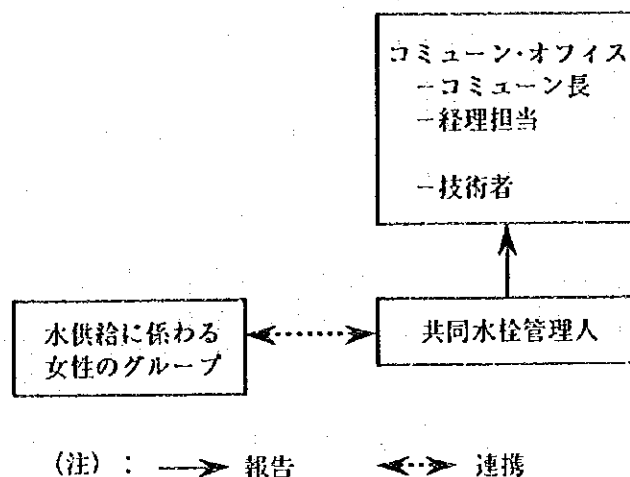


(注) : ⇒ 給配水 -.-> 技術供与

(2) 事業の運営管理（モデル地区）

モデル地区における給水事業の運営管理は、各コミュン組織によって実施する。図3.6は、運営管理形態を示す組織図である。

図3.6 事業の運営管理組織図



3.8.2 水道料金

地元住民の支払能力に基づく水道代に対する月間支出は、アイン・デファリでDH60、テロウアルでDH26、エル・ビバンでDH30と算出された。月間家計支出に対する上記支払能力の比率は、アイン・デファリで4.0パーセント、テロウアルで2.1パーセント、エル・ビバンで2.5パーセントになる。

一世帯当たりの月間水需要は、生活用水と家畜用水から成る。これらの月間水需要は 3.3m^3 から 6.4m^3 の範囲にある。水需要は将来年率2パーセントの伸び率で増加すると仮定した。

計画期間（1995から2010年）の平均水道料金（支払能力にもとづく 1m^3 当たりの料金）を算定するため、下記の仮定条件を用いた。

- 水道代に対する家計支出（支払い能力）は年率3%の伸び率で増加する。
- 割引率12パーセントを適用し、支払い能力と水需要のキャッシュフローを現在価値に割り戻す。
- 支払い能力（現在価値）を水需要（現在価値）で除して、 1m^3 当たりの平均料金を算定する。

算定の結果、アイン・デファリでDH14.3/ m^3 、テロウアルでDH6.5/ m^3 、エル・ビバンでDH9.2/ m^3 となった。

3.8.3 財務評価

(1) 財務キャッシュフロー

財務キャッシュフローの作成に際し、2つのケースを考慮した。1つは実施主体（コミュン）が運転・維持管理費用を含むプロジェクト費用を自己資金または借入金で借受けるケースで、他は実施主体が直接工事費と運転・維持管理費用に任を持つケースである。後者のケースでは、水利総局はその他経費の資金調達に任を持つことになる。下表は2つの設定ケースにもとづく財務内部収益率を示している。

表3.17 財務内部収益率（FIRR）

水供給形態／ 2ケース	アイン・デファリ		テロウアル		エル・ビバン	
	FIRR (%)	正味収益 の累積額 (百万DH)	FIRR (%)	正味収益 の累積額 (百万DH)	FIRR (%)	正味収益 の累積額 (百万DH)
重力式+ポンプ式 全プロジェクト費用 直接工事費	0.7	5	—	-37		
	5.1	26	—	-27		
重力式 全プロジェクト費用 直接工事費	0.9	5	—	-22	—	-4
	5.2	21	—	-16	0.0	0

注）（—）はFIRRが負値であることを示す。

上表から、融資対象の費用が全プロジェクト費用または直接工事費に限定するケースに係わらず、最小費用形式（動力式配水）のFIRRは重力式およびポンプ式のそれよりも若干高いことがわかる。これは、アイン・デファリで証明済みである。しかし、FIRRの差異は僅かで、どちらの水供給形態が財務的に優れているかを示す結果には至っていない。

上表の結果、水供給形式を問わずアイン・デファリ（直接工事費のケース）のみが財務的に妥当性があると言えよう。これは、アイン・デファリに適用した水道料金が他モデル地区に比べ若干高いことに起因する。他のモデル地区はFIRRが負で事業の採算性が成立せず、補助金で補填する必要があることを示唆している。しかし、運転・維持管理費用は事業収入で賄うことが可能である。アイン・デファリの重力式+ポンプ式についての財務キャッシュフローを表3.18と3.19に示す。

(2) 資金の返済能力

資金の返済能力の検討は、アイン・デファリの給水事業（重力式およびポンプ式で直接工事費

のケース) に対して行なった。ローンの融資条件は下表の通りである。

表3.20 ローンの融資条件

資金源	金利(%)	支払猶予(年)	返済期間(年)	融資額
公的融資機関	10	3	20	費用の15%
外国ソフトローン	3	5	20	費用の85%

モロッコの公的融資機関はコミュン設備基金 (FEC) を想定している。FECの融資条件は現在のそれにもとづいている。外国ソフトローンは、2国間政府開発資金の中で返済条件が最も緩い資金源を想定している。

表3.21に示す通り、2002年から2007まで正味収益は負になるが、その累積額は赤字にならず2016年にDH5.7百万になる。従って、アイン・デファリの給水事業（重力式およびポンプ式で直接工事費のケース）は資金の返済が可能である。

3.8.4 経済評価

(i) プロジェクトの効果／経済便益

期待されるプロジェクト効果／便益をまとめると下記の通りである。

- i) 共同栓設置によって期待される水の運搬にかかる費用の節約
- ii) 飲料水供給によってもたらされる公衆衛生の向上
- iii) 女性の開発に対する貢献

公衆衛生の向上と女性の開発は効果としては定性的なため、本調査では費用の節約（定量分析）について検討した。費用の節約を算定した結果、1995年の年便益は表3.22に示す通りである。

表3.22 年便益 (1995)

コミュン	動力式+ポンプ式	重力式
アイン・デファリ	2,526,270	2,102,400
テロウアル	562,040	281,020
エル・ビバン		466,020

(2) 経済キャッシュフロー

表3.23は経済内部収益率（EIRR）の結果を示している。

表3.23 経済内部収益率

コミュニティ	重力式+ポンプ式		重力式	
	FIRR (%)	正味収益 の累積額	FIRR (%)	正味収益 の累積額
アイン・デファリ	0.6	4	1.9	9
テロウアル	-	-28	-	-18
エル・ピバン	-	-	-	-1

注）（－）はEIRRが負値であることを示す。

アイン・デファリの重力式配水ケースのEIRRが最も高い（1.9%）が、経済的妥当性を示す収益率に至っていない。また、重力式およびポンプ式の場合と重力式の場合を比較しても、EIRRにあまり差がないことがわかる。経済キャッシュフローとして、アイン・デファリ（重力式+ポンプ式）のケースを表3.24に示す。

3.8.5 社会経済効果

(1) 経済効果

地方飲料水事業によってもたらされる経済効果の一つとして、農業生産の増産が挙げられる。小規模水路を建設することにより、水不足で放棄された作物を再び栽培することが可能になるかもしれない。他の効果として、水の運搬に費やされていた労働時間を手工芸品生産などの収入活動に有効活用できる可能性もある。

(2) 一般世帯に対する効果

水源が住居から離れている平野部のアイン・デファリ、急峻地の水運びを強いられる山岳地帯のエル・ピバンでは、水運びの担い手である女性が多大な労働を強いられ、疲労度が極端に高く、収穫時に農作業に従事できないことが顕著な現象である。また、水の運搬に子供が起用される率が高く、特に女子の学校の出席率が低いと報告されている。従って、給水事業の実施は、女性を重労働から開放することと、子供の学校出席率向上に多大な貢献をすることが期待できる。

(3) 地方社会に対する効果

給水事業実施による地方社会に対する最も重要な社会的効果は、住民参加を促進する機会とな

ることである。共同水栓方式による給水の場合、給水の時間割りや料金徴収を考慮すれば、住民の相互協力による運営が必要となるからである。

3.8.6 総合評価

財務評価の結果、モデル地区アイン・デファリで実施主体（コミュニティ）が直接工事費に限定して外部から資金を借受けるケースに限り、財務内部収益率（重力式およびポンプ式で5.1%、重力式で5.2%）は妥当性が成立し、公的融資機関及び外国ソフトローンの資金返済に充分可能であることが判明した。テロウアルとエル・ビバンはどのケースも財務的妥当性は低く、ローン対象の事業として成立しないが、運転・維持管理費用は事業収入で賄える。従って、事業費の資金調達を補助金等で補えば、事業実施は可能である。

水不足に悩むモデル地区の住民は、社会経済調査で給水事業を最優先公共事業として位置付けている。従って、地元住民のニーズを反映する意味で給水事業は実施する価値がある。また、従来の水運びで重労働を強いられた女性や低就学率の子供の状況が改善される点に関してでも給水事業の実施は多大な効果をもたらすものと言える。

表 3.18 財務キャッシュフロー
(アイン・デファリ、重力ポンプ、全事業費)

unt : DH					
	Revenue	Capital Cost	O&M Cost	Total Cost	Net Revenue
1995					
96		2,839,828		2,839,828	-2,839,828
97	1,149,577	24,207,700	277,810	24,485,510	-23,335,933
98	2,507,711	22,020,384	558,957	22,579,341	-20,071,630
99	3,037,344	7,333,057	815,434	8,148,491	-5,111,147
2000	3,611,237	7,603,309	1,066,967	8,670,276	-5,059,039
01	3,755,268		1,066,967	1,066,967	2,688,301
02	3,899,299		1,066,967	1,066,967	2,832,332
03	4,043,331		1,066,967	1,066,967	2,976,364
04	4,187,362		1,066,967	1,066,967	3,120,395
05	4,331,393		1,066,967	1,066,967	3,264,426
06	4,486,160		1,066,967	1,066,967	3,419,193
07	4,640,928		1,066,967	1,066,967	3,573,961
08	4,795,695		1,066,967	1,066,967	3,728,728
09	4,950,462		1,066,967	1,066,967	3,883,495
10	5,105,229		1,066,967	1,066,967	4,038,262
11	5,259,997		1,066,967	1,066,967	4,193,030
12	5,414,764		1,066,967	1,066,967	4,347,797
13	5,569,531		1,066,967	1,066,967	4,502,564
14	5,274,299		1,066,967	1,066,967	4,207,332
15	5,879,066		1,066,967	1,066,967	4,812,099
16	6,033,833		1,066,967	1,066,967	4,966,866

FIRR=0.7%

表 3.19 財務キャッシュフロー
(アイン・デファリ、重力ポンプ、直接工事費)

unit : DH

	Revenue	Capital Cost	O&M Cost	Total Cost	Net Revenue
1995					
96					
97	1,149,577	16,199,745	277,810	16,477,555	-15,327,978
98	2,507,711	16,766,522	558,957	17,325,479	-14,817,768
99	3,037,344	4,871,303	815,434	5,686,737	-2,649,393
2000	3,611,237	5,036,393	1,066,967	6,103,360	-2,492,123
01	3,755,268		1,066,967	1,066,967	2,688,301
02	3,899,299		1,066,967	1,066,967	2,832,332
03	4,043,331		1,066,967	1,066,967	2,976,364
04	4,187,362		1,066,967	1,066,967	3,120,395
05	4,331,393		1,066,967	1,066,967	3,264,426
06	4,486,160		1,066,967	1,066,967	3,419,193
07	4,640,928		1,066,967	1,066,967	3,573,961
08	4,795,695		1,066,967	1,066,967	3,728,728
09	4,950,462		1,066,967	1,066,967	3,883,495
10	5,105,229		1,066,967	1,066,967	4,038,262
11	5,259,997		1,066,967	1,066,967	4,193,030
12	5,414,764		1,066,967	1,066,967	4,347,797
13	5,569,531		1,066,967	1,066,967	4,502,564
14	5,724,299		1,066,967	1,066,967	4,207,332
15	5,879,066		1,066,967	1,066,967	4,812,099
16	6,033,833		1,066,967	1,066,967	4,966,866

FIRR=5.1%

表 3.21 財務収入・支出のキャッシュフロー（アイン・デファリ、重力ポンプ、直接工事費）

unit : DH										
	Revenue	O&M Cost	External Soft Loan			Domestic (FEC) Loan			Net Revenue	Acculation of
			85% of capital cost	Interest	Repayment	15% of capital cost	Interest	Repayment		
1995										
96										
97	1,149,577	277,810	13,769,783	413,093		2,429,962	242,996		215,678	215,678
98	2,507,711	558,957	14,251,544	840,640		2,514,978	494,494		613,620	829,298
99	3,037,344	815,434	4,140,608	964,858		730,695	567,564		689,488	1,518,786
2000	3,611,237	1,066,967	4,280,934	1,093,286		755,459		801,700	649,284	2,168,070
01	3,755,268	1,066,967		1,093,286				801,700	793,315	2,961,385
02	3,899,299	1,066,967			2,901,217			801,700	-870,585	2,090,800
03	4,043,331	1,066,967			2,901,217			801,700	-726,553	1,364,247
04	4,187,362	1,066,967			2,901,217			801,700	-582,522	781,725
05	4,331,393	1,066,967			2,901,217			801,700	-438,491	343,234
06	4,486,160	1,066,967			2,901,217			801,700	-283,724	59,510
07	4,640,928	1,066,967			2,901,217			801,700	-128,956	-69,446
08	4,795,695	1,066,967			2,901,217			801,700	25,811	-43,635
09	4,950,462	1,066,967			2,901,217			801,700	180,578	136,943
10	5,105,229	1,066,967			2,901,217			801,700	335,345	472,288
11	5,259,997	1,066,967			2,901,217			801,700	490,113	962,401
12	5,414,764	1,066,967			2,901,217			801,700	644,880	1,607,281
13	5,569,531	1,066,967			2,901,217			801,700	799,647	2,406,928
14	5,724,299	1,066,967			2,901,217			801,700	904,415	2,911,343
15	5,879,066	1,066,967			2,901,217			801,700	1,109,182	4,020,525
16	6,033,833	1,066,967			2,901,217			801,700	1,263,949	5,284,474

表 3.24 経済キャッシュフロー
(アイン・デファリ、重力ポンプ)

unit : DH					
	Benefit	Capital Cost	O&M Cost	Total Cost	Net Revenue
1995					
96		2,720,858		2,720,858	-2,720,858
97	1,125,403	21,826,095	222,525	22,048,620	-20,923,217
98	2,825,009	19,105,236	445,050	19,550,286	-16,725,277
99	2,399,211	6,207,812	717,570	6,925,382	-4,526,171
2000	2,972,086	6,207,812	717,570	6,925,382	-3,953,296
01	3,090,625		717,570	717,570	2,373,055
02	3,209,164		717,570	717,570	2,491,594
03	3,327,703		717,570	717,570	2,610,133
04	3,446,243		717,570	717,570	2,728,673
05	3,564,782		717,570	717,570	2,847,212
06	3,692,157		717,570	717,570	2,974,587
07	3,819,532		717,570	717,570	3,101,962
08	3,946,907		717,570	717,570	3,229,337
09	4,074,282		717,570	717,570	3,356,712
10	4,201,657		717,570	717,570	3,484,087
11	4,329,032		717,570	717,570	3,611,462
12	4,456,408		717,570	717,570	3,738,838
13	4,583,783		717,570	717,570	3,866,213
14	4,711,158		717,570	717,570	3,993,588
15	4,838,533		717,570	717,570	4,120,963
16	4,965,908		717,570	717,570	4,248,338

EIRR=0.6%

3.9 水質および環境影響評価 (EIA)

3.9.1 水質

(1) 浅井戸および湧水

30ヵ所の水源についてサンプリングおよび水質分析を1995年7月～8月にかけて実施した。サンプリングの時期が猛暑と重なったため、各所で井戸の枯渇が見られた。

水質分析の結果より、大部分の項目において分析値が飲料水としての最大限許容できる値を下回っていることが分かる。しかしアンモニア濃度は全サンプルの60%が許容値を越えている。アンモニア濃度が高いのは3モデル地区に共通した傾向である。次に許容値を越えるケースが多い項目はカルシウムと硫化物である。

(2) 調査井

調査井については質、量ともに概ね飲用に適している。しかしながらアイン・ベルダ3号井ではアンモニアおよび硝酸塩の濃度が許容値よりも高く、定期的な水質モニタリングが必要である。

重水素、重酸素およびトリチウムの分析はサンプルを日本に持ち帰り実施した。分析の結果、アイン・デファリ1号井、2号井およびアイン・ベルダ2号井のサンプルには約50～70年前に涵養した水が含まれている可能性があると推定された。

3.9.2 環境影響評価

(1) 社会環境

1) 水利権

モロッコ国の法律では土地の所有権に関係なく、水はすべて国家に帰属するものとされている。すなわち井戸を掘り水を得るためには、いかなる場合も政府の許可が必要である。したがって地方給水計画を実施する場合には、水利権に関する事項の調整するために、水利総局の役割は非常に重要となる。

2) 排水処理および汚濁対策

水使用量が増加した場合、現状のまま未処理の排水が地中に浸透すると地下水汚染が引き起こされるであろう。排水処理に関する適切な衛生教育、および簡便かつ適切な排水処理法が将来必要である。衛生施設として共同の水洗トイレおよび浸透式の浄化槽が考えられる。

3) 保健衛生および水性病

水性病に関しモデル地区に正確なデータはない。しかし社会経済調査により、特に最近の渇水年において水性病の問題が生じていたことが示された。これは渇水年には衛生目的に使用される水が不足した結果発生したものと考えられる。

よって給水施設の整備により継続的に水が得られるようになり、かつ住民が適切な衛生活動を行えば、保健衛生面での効果は非常に大きいといえる。

(2) 自然環境

給水施設の建設中におけるセメント廃水、燃料、潤滑油、あるいはパイプ付設後の消毒用塩素などによる水路の汚染は灌漑用水、家畜用水および地下水へ悪影響を及ぼす。このような問題を避けるため、適切な排水処理を行わなければならない。また建設中は常に排水の監視をする必要がある。

3.9.3 環境配慮計画

(1) 水質監視

水質を管理し、水質汚染を早期に知るために、水源および共同水栓の水質試験は定期的に実施する必要がある。

(2) 揚水管理

揚水量および井戸水位は常時観測しなければならない。過剰揚水は揚水と涵養のバランスに悪影響を与えるだけでなく井戸スクリーンの目詰まりを引き起こす。

(3) 揚水井周辺的环境対策

揚水設備周囲には防護サクを設けるべきである。また貯水施設には排水設備を備えるべきである。

(4) 保健衛生および教育計画

給水施設の建設に加え、地方住民に対し適切なレベルの保健衛生教育を実施する必要がある。

(5) 組織・運営

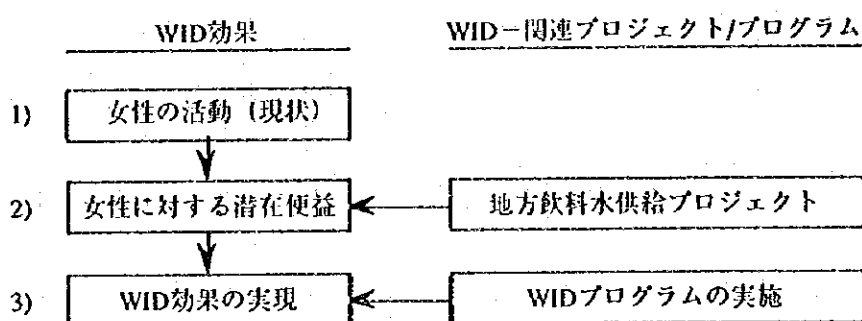
給水施設の運営および保健衛生にかかわる活動をコミュニケーションレベルの組織によって実施する体制づくりが望まれる。

3.10 女性と開発 (WID)

3.10.1 WIDの評価方法

WIDは、一般に、女性の社会経済活動に対する積極的な参加と定義されている。WID効果の実現は、対象地域の生活水準に依拠する。社会基盤施設が既に完備されてある程度の生活水準に達している地域は、WID効果が実現し易い環境にあるが、一方、そうでない地域は、先ず人間としての基本的ニーズ (BHS) を満たす社会基盤施設の充実が必要である。従って、後者の場合WID効果の期待は、社会基盤施設の供与が前提条件になる。図3.7は、モデル地区におけるWID効果の実現に至るまでのプロセスを示している。

図3.7 WID効果の実現のプロセス



3.10.2 女性の活動 (現状)

(1) アイン・デファリ

アイン・デファリの土地利用は広域に分布する穀倉地帯に代表される。収穫時、女性の大半は重労働を強いられるため、彼らは集団で小麦・大麦を収穫する。社会経済調査の結果によると、女性が家長の世帯数は310で、サンプル母集団 (1,880世帯) の17%に相当する。同比率は、テロウアルの22パーセント、エル・ビバンの28パーセントに比べ低い。

(2) テロウアル

テロウアルは丘陵地帯に位置するため耕作面積が制約され、一農家当りの耕作地は極めて小さい。そのため、種々の作物育成が生計を維持する大きな手段になる。女性の活動は、穀類の収穫、果樹の育成、オリーブオイルの採油と多岐に亘る。水の運搬に係わる女性の比率は約36パーセントで、アイン・デファリの16パーセント、エル・ビバンの22パーセントに比べかなり高い。

(3) エル・ビバン

テロウアルと同様、女性は穀類の収穫、果樹の育成、オリーブオイルの採油と種々の生計活動に従事している。女性が家長の世帯はおよそ貧困家庭である。夫が外に職を求め、残された妻が生計を維持する世帯比率が高い。そのような世帯は自分の農地を所有していない土地無し農家で、女性は近隣の農家に農業労働者として雇われる。

3.10.3 女性に対する潜在便益

女性と子供による水運びは日常生活の中においてかなりの労力と時間を要する作業である。給水事業が実施されれば、直接的効果として肉体的負荷の軽減と水運びに要する時間の節約がもたらされる。このような直接的便益からはさらに潜在的便益が引き出されると考えられる。

表3.25は地方給水事業によって期待される、女性と子供に対する潜在便益である。

表3.25 期待される潜在便益

便益の種類	受益者	潜在便益	対象地区
経 済	女性	(a) 地下水の生産的利用（作物育成）	全モデル地区
		* (b) 節約時間（水の運搬）の生産的利用	同上
		* (c) 農業労働者（女性）の雇用機会損失	同上
		(d) 貧困女性の外部職探しの加速化	エル・ビバン
	子供	(e) 子供の技術修得及び就職機会の向上	全モデル地区
社 会	女性	(d) 給水事業の運営に対する女性の集団行動の適用	アイン・デファリ
		(f) 非貧困家庭に属する女性の社会的地位の向上	全モデル地区
		(g) 女性が家長である世帯数の減少	アイン・デファリ、 テロウアル
		(i) 女性の公衆衛生に対する見識の向上	全モデル地区
	子供	(j) 小学校、中学校における出席率の向上	同上
		(k) 親が家庭にいない貧困家庭の可能性	エル・ビバン

(注) * (b)は収穫時以外の季節に期待される便益

(c)は収穫時に予想される負の便益（社会費用）

3.10.4 潜在便益を実現するためのプログラム

表3.26は、表3.25で表記した潜在便益（WID効果）を実現するためのプログラムリストである。
プログラム実施に際し、下記の点に留意する必要がある。

- 1) 現状の資源（人、土地、資本）と組織の最大有効利用（費用効果の観点）
- 2) 地域住民の参加
- 3) 地域住民の組織化

上記の3項目は、プログラムを策定する上でWID効果実現の成否に係わる大切な基準項目である。表3.26は、プログラム別に基準と制約要因も記している。

表3.26 潜在便益を実現するためのプログラム

便益	基準			プログラム 番号	プログラム	制約要因
	1)	2)	3)			
(a)	×			(i)	・ 女性に対する営農技術移転のための既存職業訓練開発センター(農業省の管轄)の利用 ・ 働き手の女性に貸し出す農業振興クレジットの設立	・ 男性(夫)によって管理されている土地所有形態
(b)	×	×	×	(ii)	・ 手工芸品のトレーニングプログラム ・ 養鶏、農産加工を目的とする協同組合の設立	・ 女性識字率の低さ ・ 夫に従属している女性の社会的地位
(c)(d)	×			(iii)	・ マット効果(c),(d)を回避するための貧困家庭への補助金	・ 地方政府財政逼迫 ・ 補助金対象の貧困家庭選定の難しさ
(e)				(iv)	・ 中学校教習過程に導入する職能プログラム	・ 女子識字率の低さ
(f)		×		(v)	・ 給水事業の運営管理に参加する女性のトレーニングプログラム	・ 女性識字率の低さ
(g)		×	×	(vi)	・ 女性倶楽部の設立	・ 女性の社会的地位
(h)	×				・ (iii)のプログラムと同じ	・ (iii)の制約要因と同じ
(i)				(vii)	・ 公衆衛生の公的ガイダンス	・ 女性識字率の低さ
(j)				(viii)	・ 父母対象の教育の必要性のガイダンス	・ 子供を労働力としている現状
(k)	×				・ (iii)のプログラムと同じ	・ (i)と(ii)の制約要因

3.10.5 WID効果実現プログラムの実施

経済的な生活向上はWIDには必要不可欠である。この視点は経済的な生活向上により、女性が社会経済活動に進出する機会を得ることができる、という考え方に基づくものである。しかし、WID効果を実現するプログラムは裕福な女性とそうでない女性とでは異なると考えられる。モデル地区では生計を維持する収入の量的な定義はなされていないが、ここではモデル地区の世帯を生計を維持する以上の収入のある世帯とそれ以下の世帯の2つに分類した。

図3.8は、WID効果実現に至るまでのプログラム実施を図示している。

図3.8 プログラムの段階的实施

