

第2章 モロッコ国および調査対象地域の概況

2.1 モロッコ国概観

2.1.1 行政

(1) 一般

モロッコ国は16の州に分かれその下に62県、162郡および1,497村に行政区分がなされている。中央ならびに地方の行政レベル、首長および議会は以下のように取りまとめられる。

中央、地方行政区分

行政レベル	首長	議会
中央行政	Prime Minister, Ministers, Cabinet	National Assemblée
州 (Region)	Wali	Regional Council
県 (Province Prefecture)	Governor	Provincial (Prefectura) Council
郡 (Cercle)	Super Caid	—
市 (Municipality)	Caid	Municipality Council Rural Commune)
村 (Commune)		
字 (Douar, Ksar)	Mqdem	Traditional Autonomy

(2) 中央行政

国会は上院（270議席）と下院（325議席）の二院制である。上院議会は地方議会、専門機関ならびに労働組織での間接選挙で議員が決められ、9年間の任期で3年ごとに定員の1/3ずつ改選される。下院議院は定員のうち295議席は選挙区から、30議席は全国の女性候補者リストから選挙で選ばれ任期は5年間である。

2002年の下院総選挙後、省庁再編と中央政府の強化が行われ21省体制となった。さらに2007年9月の総選挙後の10月に省庁再編がなされ20省体制になっている。

(3) 地方行政

モロッコの州と県の行政は、内務省の管轄の下で地方行政を実施している。各レベルの首長は内務大臣から指名される。各県は郡 (cercles, sing. cercle) と市 (communes, sing. commune) もしくは町 (communes urbaines, sing. commune urbaine) に分かれる、大都市においては同レベルで区 (arrondissements) となる。郡は農村部の町 (communes rurales, sing. commune rural) 集合体である。

2.1.2 社会経済概要

(1) 社会状況

モロッコ国は立憲君主制の国家であり、チュニジアおよびアルジェリアを含めてマグレブ三国の一つとして知られ、北アフリカ諸国の中で最西端に位置している。モロッコはその西部が大西洋に、北部が地中海に面しており、ジブラルタル海峡を境に欧州からわずか14kmの戦略的な場所に位置している。大半の住民は、国土をサハラ砂漠から隔離する高アトラス山脈の西方に居住している。カサブランカは通商と工業の中心地であり、アフリカで2番目の規模を誇る国際貿易港でもある。ラバトは政治の中心地である。タンジェはヨーロッパへの出口であり、主要な港でもある。

2004年のモロッコの総人口は2,989万人である(Annuaire Statistique du Maroc 2005, HCP, 2006)。ほとんどのモロッコ人は、アラブ人、ベルベル人あるいはアラブ人とベルベル人の混血で、スンニー派のイスラム教徒である。7世紀にアラブ人がモロッコに侵入し、11世紀にモロッコ文化に確立した。10万人の外国人居住者の大半は、フランス人あるいはスペイン人である。人口増加率は近年低下傾向にあり、2004年の年増加率は1.4%である。近10年の平均年増加率は、農村地域の人口がほとんど横ばい(平均年増加率0.6%)であるのに対して、都市部では2.1%であり、農村地域から都市部への人口の集中が顕著である。これは、教育・保健などの社会インフラおよび輸送・通信などの経済インフラが都市部に集中し、農村地域との社会・経済的な格差の拡大が一因と考えられる。また、早魃の影響を受けた年には、農村地域から都市部への人口流入が顕著となるため、モロッコ政府は農村地域と都市部との地域間格差の是正を重点課題の一つに掲げて取り組んでいる。一方、20歳未満の人口は全体の42%を占めており、今後、教育や雇用の問題が危惧されている。

公用語はアラビア語であるが、一般にはこの地方特有のアラビア語の方言が広く話されている。フランス語はモロッコの3番目の非公用語として広く一般に使用されており、モロッコの交易や経済において大きな役割を果たすとともに、教育や政府でも広く使われている。国の北部では比較的多くのモロッコ人がスペイン語を話す。英語を話す人はフランス語やスペイン語に比べはるかに少数ではあるが、現在では全ての公立学校で4年生から英語が教えられており、インターネットの普及とあいまって高等教育で英語を学ぶ機会が増えている。

(2) 経済状況

モロッコは資源に富んでおり、世界最大のリン鉱石の埋蔵量を含め、大規模な観光業と成長する製造業とを有している。モハメッド6世国王は、政治および経済の改革、市民権の拡大、汚職の撤廃を奨励している。Driss Jettou 首相の2002年の任命は、自由市場の改革、民営化、民間部門の強化および社会法制度の自由化への期待を支持した。2004年に政府は、国営遠距離通信会社と最大の国有銀行の株の一部を売却した。

2012年を目標に、欧州自由貿易連合との統合を目的とする、欧州連合(EU)とのユーロ地中海自由貿易圏協定がある。このような主要な経済パートナーとモロッコとが批准した、自由貿易に関する次のような種々の協定がある。自由貿易アラブ地域の設置の枠組みの中で、エジプト、ヨルダンおよびチュニジアとの4ヶ国間で署名されたアガディール合意、2006年1月1日に発効した、米国との米国-モロッコ自由貿易協定(2004年6月調印)、トルコとの自由貿易協定(2004年4月調印)が挙げられる。

モロッコの主要産業は、農業、鉱業(燐鉱石の採掘と加工)、食品加工業、皮革・繊維業、建設業、観光業等である。2005年の国民総収入(GNI)および国民1人当たりのGNIは、それぞれ523億ドルおよび1,730ドルである(World Development Indicators Database, WB April 2006)。一方、2005年の国内総生産(GDP)は517億ドルであり、年成長率は1.6%である。GDPに占める各部門の割合は、農業部門13%、工業部門31%、サービス業部門56%である。主要農水産物としては、小麦、大麦、柑橘類、野菜、オリーブ、牧畜および水産がある。2005年の年実質インフレ率は1.8%となっている。

主要経済指標

	2000年	2004年	2005年
GNI, Atlas 法 (10億US\$)	34.0	46.9	52.3
国民一人当たり GNI, Atlas 法 (US\$)	1,220	1,570	1,730
GDP (10億US\$)	33.3	50.0	51.7
GDP 成長率 (年%)	1.0	4.2	1.6
インフレ, GDP デフレーション (年%)	1.5	1.5	1.8
農業, 付加価値 (% of GDP)	13.8	15.9	13.3
鉱業, 付加価値 (% of GDP)	31.9	30.4	31.2
サービスその他, 付加価値 (% of GDP)	54.2	53.8	55.5
財貨サービス輸出 (% of GDP)	31.4	33.1	34.4
財貨サービス輸入 (% of GDP)	37.6	39.3	43.1
総資本形成 (% of GDP)	23.6	25.0	25.6

出典：World Development Indicators Database, World Bank (April 2006)

2004年の輸出額は97.8億ドル、輸入額は175億ドルであり、77億ドルの輸入超過である。主要な輸出品目は、既製服、生地・織物、リン酸、リン酸塩、肥料などであり、主要な輸出相手国は、フランス33%、スペイン17%、イギリス7%、イタリア5%および米国4%である。一方、主要な輸入品目は、原油、生地、機械・機器、鉄・ステンレス、小麦などであり、主要な輸入相手国は、フランス18%、スペイン12%、イタリア7%、ドイツ6%およびロシア6%である(Morocco in Figures 2004, HCP, 2006)。また、海外の出稼ぎ労働者からの送金も主要な外貨獲得源となっている。

2004年の労働人口は980万人で、各部門に占める労働人口の割合は、農業部門46%、工業部門13%、サービス業部門41%である。失業率は約11%である(Morocco in Figures 2004, HCOP, 2006)。

2.1.3 国家開発計画

(1) 国家開発5ヵ年計画

2000年8月に国会で承認された経済社会開発計画である国家開発5ヵ年計画(2000-2004)では、経済成長率の拡大、投資・貯蓄率の向上、失業率の低減、非識字率の低下などの政策目標を掲げており、また、農村地域における貧困削減を重視している。

これらの目標を達成するための具体的な方策として、1) 人的資源の活用と社会の開発(教育、職業訓練、技術研究、文化、保健、雇用・社会保障、社会などの開発)、2) 生産分野の開発(農業・林業、工業、手工業、エネルギー・鉱業、観光業などの開発)、3) 経済・社会インフラの開発(国土整備、都市計画、住宅整備、環境保全、運輸、通信、郵政・情報技術などの開発)が示されている。

現在、次期国家開発5ヵ年計画(2007-2011年)は準備中といわれている。

(2) 人間開発に係る国家イニシアティブ(INDH)

2005年5月に、モハメッド6世国王の発案で「人間開発に係る国家イニシアティブ(INDH)」が発表され、貧困削減と地域間格差の是正に対し、政府・民間が一体となった取り組みが始まった。

INDH は、分野のプログラムや地域の社会経済開発計画のいずれの代替とはならないで、国家の活動と農村地域の共同体の活動とを強化するために策定された。INDH は 4 つの主要な前提に基づいている。

- 1) 生活状況が困難な農村地域および都市部の貧困地域を対象とする
- 2) 社会的な向上および持続可能な人間開発は、個別の援助や慈善活動のみによって実現し得るものではない
- 3) 新たな世界への扉は個人の努力への見返りとしてではなく、協働により開かれるものである。
- 4) 過去の経験から得られた教訓からは、総合地域開発と各開発の段階の関連性と共に参加型計画、地域によるオーナーシップ、セクター横断型の活動の重要性が立証されている。

第一フェーズに示される 4 つの優先プログラムは以下のとおりである。

- 1) 農村地域における貧困削減プログラム：農村地域におけるもっとも困窮しているコミュニティでの貧困発現率を改善する。
- 2) 都市部における社会的排除者救済プログラム：都市部住民の社会的つながりを強化し、生活の質の向上を図る。
- 3) 不安定生活の削減プログラム：社会的弱者を支援し、社会復帰を支援する。
- 4) 横断的プログラム：上記プログラムの実現を支援する。

なお、上記プログラムの活動原則としては以下の 3 点がある。

- 1) 貧困の排除と削減の観点：
 - 収入創出のための活動による経済的な統合
 - 近隣施設および基本的な社会サービスへの幅広いアクセス
 - 社会、文化およびスポーツ活動
- 2) 不安定生活の削減の観点：
 - 社会的な統合に向けた直接的な支援の支給
 - 社会受給センターにおける生活保護受給者の有料化
- 3) 制度的手段の観点：
 - 人的能力および地方政府の強化
 - 省庁間の調整強化

INDH の優先プログラムの期間である 2006～2010 年の予算枠は、5 年間強で 100 億 DH であり、その内訳は以下のとおりである。

- | | |
|-------------------------|---------|
| ● 農村地域における貧困削減プログラム： | 35 億 DH |
| ● 都市部における社会的排除者救済プログラム： | 35 億 DH |
| ● 不安定生活の削減プログラム： | 25 億 DH |
| ● 横断的プログラム： | 5 億 DH |

2.1.4 世界銀行の国別援助戦略

国別援助戦略（CAS）は、通常3年間を対象とした特定国での業務を指針する、世界銀行の活動計画である。それには、国の経済社会成果、主要な開発挑戦および政府の開発戦略の要約が記載されている。2005-09年のCASは、モロッコが重要な開発挑戦に立ち向かうことを積極的に支援している。

- 1) 雇用創出の加速と持続可能な経済成長
- 2) 貧困とマージナルの削減

これらの目標を実現し、その状態を維持するためには公共部門の透明性、説明責任および包括的な能力を向上させるための一連の制度改革が必要である。現在のCASは過去との環境の違いを考慮して策定されている。現在では、より大きな目標である貧困削減と、これを実現させるために必要なガバナンスの向上は、国家プログラムのもと一体であるとの認識が強まっている。また、制度改革を実施するための環境も以前より整いつつある。本CASを取り巻く環境と前の期間（2001～04）のそれとの最大の相違点は、制度改革に対する政治的、官僚的な認識が以前より好ましい状態になっていることが、前期のCASと現在のCASの置かれている環境の最大の違いである。制度改革を早急に行わなければならないという認識は市民社会のみならず、行政のトップレベルにおいても行き届いており、これを実現するための政治的な意志へと変化してきている。CASは4つの目的に焦点を当てている。

- 1) 競争力と投資環境の改善
- 2) 貧困およびマージナルグループの基本サービスへのアクセスの拡大
- 3) 教育体制の効率性の改善
- 4) 水管理および給水と公衆衛生へのアクセスの改善

2.1.5 公共機関の民営化と機構改革

モロッコ経済は、ある特定の経済部門は未だ政府の手中にあるが、需要と供給との法則に支配された自由経済であるといえる。再編成の詳細と範囲は限定されているが、1997年3月に地方分権化法が議会を通過し、16の新しい州（Region）と多くの新しい県（Province）が編成された。

政府は、近年一連の構造改革を導入している。電気通信分野の自由化は、最も代表的な改革であった。この過程は、1999年に2番目の携帯電話の免許の認可から始まった。2001年に、この過程は国営企業MAROC TELECOMの35%の民営化に続行した。政府は、2002年に2つの固定免許を売却する計画を発表した。同様に石油ガス探査の規則を緩和し、主要都市の多くの公共事業の利権を譲渡した。モロッコにおける民営化の傾向は益々明確になっている。しかしながら、経済改革の過程は、現在の10%以上の都市の失業率を低減させるためにも、加速されねばならない。

モロッコでの給水システムのうち水の供給（生産）は、1914年頃に私企業によって発展したが、独立時にフランス系企業に対する給水に係る利権の更新は許可されなかった。一方、カサブランカにおいては1949年に水の供給（生産）に関して50年間の利権を政府より譲渡された民間企業（現ELYO社）が1社あり、給水量のかなりの部分を供給している。また、SEORは大カサブランカの上水の30%を供給している。

2.1.6 環境関連法および政策

(1) 環境関連法

モロッコ国における環境の保護に関連する法律には 1993 年に発効した 3 つの法律がある。

1) 環境の保護と開発に関する法律 (Law No. 11-03)

国家の環境の保護と開発に関する基本的な方針を定める。同法の主要な目的を以下に示す。

- あらゆる発生源からの汚染および荒廃から環境を保護する。
- 人間の生活環境に係る仕組みを改善する。
- 環境の保護と管理に関する法的・技術的・財務的枠組みに関する基本的方針を制定する。
- 環境の破壊に対する補償に関する責務を定義する。

7 章 80 節から成る同法には生活環境、自然環境と資源の保護および環境汚染とリスクの回避について記載しており、この中の 5 章と 6 章で後述の環境影響評価法に関連する法的手続きについて述べている。

2) 環境影響評価法 (Law No. 12-03)

環境影響評価法は、環境の保護と開発に関する法律と並んでモロッコにおける環境影響評価の適用について定めている。同法は環境影響評価手続きの法的義務を定めるものではないが、実質的には同法の定める事業については認可を受けるために影響評価が必要である。なお、同法の付属文書には環境影響評価が必要とされる事業の一覧が示されている。4 章 20 節からなる同法の主要な内容は以下のとおりである。

- 環境および環境影響評価の定義
- 付属文書に示される事業の認可を受ける際の環境影響評価の必要性
- 環境影響評価の目的：1) 事業実施により起こりうる環境に対する影響を合理的な方法で予測、2) 環境に対する負の影響を回避、低減もしくは代替する、3) 環境に対する良い影響を促進、4) 関連住民に環境に対する負の影響に関して情報を提供
- 環境影響評価に含まれるべき事項
- 国家および地域レベルの環境影響評価評議会の機能：1) 環境影響評価の審査、2) 事業の環境面からの受容可能性に関する意見の発布、3) 環境影響評価手続きへの一般住民の関与
- 環境影響評価法のもとの手続きを示す規則の策定
- 環境影響評価の有効期限（5 年間）の設定

モロッコでは環境影響評価法の示す手続きの詳細を定める規則はまだ制定されていないため、実際の手続きは統一されておらず、個々の事業により若干異なる状況となっている。現在、実施されている基本的な手続きは以下のとおりである。

- 1) 当該事業に係る環境影響評価の必要性の確認
- 2) 事業者による環境影響評価報告書の作成
- 3) 国家／地域環境影響評価評議会への環境影響評価報告書の提出

- 4) 国家／地域環境影響評価評議会による環境影響評価報告書の審査、当該事業に対する環境面からの受容可能性の確認。
- 5) 国家（地域）環境影響評価評議会による審査報告書の作成。なお、審査報告書には以下の判断が含まれる。
 - 当該事業がそのままの形で受容可能かである
 - 当該事業は内容の変更、追加的な環境対策を講じた上で受容可能である
 - 当該事業は受容可能でない

6) 国家／地域環境影響評価評議会による当該事業の受容可能性を考慮した事業可否の判断
また、地域レベルの環境影響評価評議会についても設立準備段階にある。このためモロッコにおける環境影響評価の審査は、国家環境影響評価評議会のみによって行われている状況である。マラケシュおよびカサブランカ地域では地域環境影響評価評議会の試行として関連職員に対するトレーニングが開始されているとことである。近々に制定されるとされている「国家および地域環境影響評価評議会の構成と手続きに係る規則（仮題）」が発効することにより、地域環境影響評価評議会が実際に機能し始める予定である。

3) 大気汚染規制法（Law No. 13-03）

大気汚染規制は人間、動物、土壌、気候、文化遺産を含む環境全般に悪影響を与えうる大気汚染物質の排出を規制する目的で定められており、汚染物質を排出する個人および団体の法的な責務を定めている。

(2) 環境政策

法の定める枠組みの下、環境に関する政策の策定および実施はエネルギー・鉱山・水・環境省により行われており、現在、以下の2つの文書が準備されている。

1) 環境保護および持続的開発に関する国家戦略（SNPEDD）

SNPEDD は 2020 年を目標年次として各種の環境問題に対する対策と経済開発活動を関連づけることを目的に 1995 年に策定された。同戦略の基本的な目標は：1) 政策および行政能力の強化、2) 各種問題に対する直接的な対策の実施、3) 各種政策の統合である。戦略の策定にあたっては費用／便益の検討に重点が置かれ、環境への対策を実施することによる中長期的な便益についての議論が行われている。同戦略の示す主要な方向性は以下のとおりである。

- 環境の現況に関する調査
- 環境関連事業のインベントリーの作成
- 国家環境行動計画の策定
- 環境に関するデータベースおよび情報管理システムの構築
- 生物多様性、温室効果ガスの排出、砂漠化に関する研究
- 地域別の環境白書の作成

2) 国家環境行動計画（PANE）

1995 年に策定された SNPEDD を受けて 1998 年に国家環境行動計画（PANE）が策定されている。同計画は SNPEDD の示す戦略の実施を目的として 165 の活動からなる 7つのプログラム（水

資源の保全と持続的管理、土地資源の保全と持続的管理、再生可能エネルギーの保全と持続的管理、自然環境の保全と持続的管理、自然災害および主要な人為的公害リスクの防止、都市／地方部の環境改善、環境情報化およびその管理)により構成されている。同計画では自然環境・資源の保全と持続的管理、環境に係る被害の防止および都市／地方部における生活環境の改善を主要な柱としており、以下の目標を設定している。

- 包括的な解決策の実施による自然資源の合理的な管理の実現
- 開発に係る各セクターの政策・プログラム・事業と環境対策の統合化
- 資源の管理と生活環境のへ善に係る責任の明確化と事業実施者のみならず一般住民を含む参加の支援
- 環境問題と持続的开发に係る各アクター間で有効なパートナーシップ形成のための支援
- 環境とその管理に関する知識の向上させるための人的資源の開発および組織強化

2.1.7 モロッコの水資源開発

(1) モロッコの水資源

モロッコの年平均降水量、蒸発量は 1,500 億 m³、および 1,210 億 m³ と推定されている (FAO)。つまり 290 億 m³ の水が利用可能な水量となり、そのうち開発可能水量が 200 億 m³ で、160 億 m³ は地表水、40 億 m³ が地下水である。

(2) 過去の水資源開発

水資源開発はモロッコで最も重要な課題の一つである。都市部人口の急激な増加と工業ならびに灌漑セクターの開発のため、水の需要量が急激に増加した。この需要を満たすために政府は 1960 年代から 100 カ所以上の大規模ダムが建設され、その総貯水容量は 157 億 m³ になっている。また、13 の大規模導水路と地下水開発施設の建設が行われた。これらの水資源開発により約 130 億 m³ (開発可能水資源の 65%) が開発された事となる。

(3) 水資源開発から水資源管理への政策転換

上述のように政府の水資源政策は開発重視でダム建設と水の転送を優先的に実施して、水需要などの水資源管理は後回しにされてきた。1995 年の水法の制定以降、政府は関係者の参加による流域を基にした総合水資源管理重視へと政策転換をしている。

2.1.8 水資源管理政策と法制度

(1) 水 法 (Law No. 10-95)

1995 年 9 月に制定した水法 10-96 は、今後の水資源開発・管理の大きな指針となるものである。同法は以下のように 13 章、123 条で構成されている。

- 1) 水は公共財であり公共水域 (Domain Public Hydraulic : DPH) を規定
- 2) 従来の水利権者の水法発効から 5 年以内の再登記義務ならびに水利権の相続・移転規定
- 3) DPH の保全と保護
- 4) 水と気候の高等評議会 (CSEC) の設置と流域ごと流域水利公社 (ABH) による水資源開

発と総合水資源管理

- 5) DPH の利用にかかわる許認可制度とその権利と義務
- 6) 水質保全、汚染管理、水質基準
- 7) 上水道
- 8) 自然水とその販売
- 9) 農業用水の利用と管理、水質汚染防止、渇水時の灌漑制限
- 10) 渇水時の水利用制限
- 11) 水需要予測、水資源台帳、洪水対策等
- 12) 県・郡および村レベルでの水委員会の設置と水管理保全への住民参加
- 13) 水警察による違法水利用者の摘発と違反者に対する罰金および訴訟手続き

(2) 水と気候に係る最高評議会 (CSEC)

水法 10-96 によると、CSEC が水と気候に係る国家政策のガイドラインの作成に際して以下のような提言を行うものとされている。

- 1) 気候と水資源開発への影響に対する知識を増進する国家政策
- 2) 国家水資源開発計画
- 3) 流域毎の総合水資源開発計画、特に、水資源の開発、保護・保全を考慮した各セクターならびに地域の需要に対応した水配分計画

CSEC は政府、ABH、水道公社 (ONEP)、地域農業開発公社 (ORMVA)、選挙で選ばれた消費者、県議会議員および研究者からの委員で構成される。

(3) その他の水関連法規

1) 灌 漑

灌漑に関しては多くの法律と政令が発効されている。それらは灌漑水の配分に係る政令 (1969)、水利組合法 (Law No. 02-84)、政府と水利組合による灌漑の維持管理に係る合意書 (1979) および水費に係る政令 (1983 - 1997) などである。これらの法規は殆どが水法の制定以前のものであり、調整作業が進行中である。

2) 環境と水法

環境の保護と開発に関する法律 (Law No.11-3) 環境影響評価法 (Law No. 12-03) がモロッコ行政の環境保全と保護に関する基本法である。

地表水、灌漑および水道水の水質基準および評価法、下水処理水の利用については 1997 年から 2002 年にかけて省令・政令が出されている。

2.1.9 流域別水資源開発計画

(1) 水法の定める水資源開発マスタープラン

水法 10-95 には、流域ごとの水資源開発マスタープラン (Plan Directeur d'Aménagement Intégré des Ressources en Eau : PDAIRE) が作成される事が規定されている。このマスタープランには以

下の内容が含まれるとしている：

1. 管轄地の流域
2. 各流域の水資源開発の量的および質的評価
3. 流域内の各セクターの配分計画（この計画には他流域に配分可能な余剰水量を含む）
4. 流域内の水資源の保全に必要な事業の概要とそれらの適性と必要性

水資源開発計画は 20 年間の計画とし、5 年毎に見直しをするものとされている。これらの計画は CSEC の勧告に基づき政令として承認される。また、これらの流域ごとの計画を取りまとめて、国家水開発計画とするとされている。これらの流域毎マスタープランは、以下のとおりである：

1. 北部モロッコ流域（1993年にCSECにて承認）
2. Moulouya川流域（1990年にCSECにて承認）
3. Sebou、BouregregおよびOum Er Rbia川流域（1992年にCSECにて承認）
4. TensiftおよびSouss-Mass川流域（2001年にCSECにて承認）
5. Guir、Ziz、RhrerissならびにDraa川流域

これらのマスタープラン作成において、上水、工業用水、灌漑、水力発電セクターでの水需要の評価と適切な水資源開発計画の評価が行われるものとなっている。

2020 年までの水のセクター別の需要と配分計画が次表のようになされており、それぞれの需要は自己流域内もしくは他流域からの導水により満たされる計画となっている。

水資源配分計画（百万 m³ / 年）

流 域	飲料水		灌 漑		維持流量	
	1990	2020	1990	2020	1990	2020
Northern Morocco	110	305	385	925	-	-
Moulouya	75	160	1,170	1,525	-	-
Sebou	230	663	1,550	3,398	-	60
Bouregreg	386	1,270	164	440	-	30
Oum Er Rbia	300	425	1,750	2,230	-	60
Tensift	150	355	1,850	2,740	-	-
Souss-Mass	50	155	915	870	-	-
Guir, Ziz, Rheriss and Draa	23	55	1,326	1,445	-	-
Total	1,324	3,388	9,110	13,573	-	150

出典：Synthese des Plans Directeurs d'Aménagement Integre des Eaux des Differents Bassins du Royaume

(2) 水セクター政策改革計画

1) 水法（Law No. 10-95）の改定

水法の発効以降、政府は流域水利公社の設置ならびに流域水資源開発計画の制定を手始めに、水政策ならびに機構改革の転換を図っている。水セクター政策開発ならびに財務計画はスムーズに進行していない。世銀は EU や他の援助国と共に、水セクター改革に技術的ならびに財政的支援を行っている。

2) 水セクター政策改革計画（PPD-Eau）と政策改革ローン（DPL）

世銀はモロッコ国の支援戦略を 2005 年に作成した。その中で世銀は、1) 成長の加速と雇用の拡大、および 2) 貧困の削減と解消を 2 大目標として掲げている。この目標を達成する戦略とし

ては 1) 市場競争力と投資環境の改善、2) 貧困層ならびに極貧層の基本的支援へのアクセスの改善、3) 教育制度の改善、ならびに 4) 水管理の改善と上下水道へのアクセスの改善を挙げている。この 4 項目目の戦略として、世銀は 2005 年から 2009 年までの期間で以下のような水セクター政策改革計画を提示し、2007 年 3 月には、水セクター政策改革ローン(DPL)として実施を開始した。

目的 1: 水セクターのガバナンスと運営の改善

- 1.1 セクター政策の整合性の確保
- 1.2 優先分野への重点的予算配分

目的 2: 水資源管理体制の改革

- 2.1 水費徴収制度の普及と流域水利公社の強化
- 2.2 水質汚染管理
- 2.3 地下水の保全管理

目的 3: 灌漑事業運営体制の改善と灌漑効率の向上

- 3.1 末端での灌漑効率の向上
- 3.2 ORMVA の技術、財政面の改善
- 3.3 灌漑システム管理の外部委託と ORMVA の改革

目的 4: 上下水道政策の改善

- 4.1 農村部の上下水道の支援と適正な開発
- 4.2 汚水の収集と処理に関する国家下水整備計画 (PNA) の作成
- 4.3 部の貧者の水へのアクセスの改善
- 4.4 管理強化改革：実施機関、財務的の自立、消費者の普及などの考慮
- 4.5 飲料水計画 (PNEP) の実施

2.1.10 水関連機関

以下の記述は 2007 年 8 月現在のものであり、2007 年 10 月の省庁再編制以降、国土整備・水・環境省 (MATEE) の水利庁と環境庁は、エネルギー・鉱業・水・環境省 (MEMEE) の管轄下あり、農業・農村開発・漁業省 (MADRPM) の地方農業局と地域農業開発公社は、農業漁業省 (MAPM) の管轄化に入っている。

(1) 国土整備、水、環境省 (MATEE)

1) 国土整備、水、環境省 (MATEE) の機構

MATEE は 2002 年に省庁再編により設立された。大臣の下に国土整備と環境部門を統括する MATEE の政務次官と、水利庁を統括する特命政務次官が配置されている。また、流域水利公社 (ABH) と水道公社 (ONEP) が大臣直轄機関として配置されている。

2) 水利庁 (SEE)

水利庁は、1) 各部局の調整を担当する水利局 (DGH)、2) 水利整備局 (DAH)、3) 国家気象部 (DMN)、4) 水利調査計画局 (DRPE) および 5) 総務・技術局 (DAGT) が配置されている。この中で国家水管理政策担当局は DRPE である。DRPE は、1) 水資源計画・管理および調査

を担当する計画管理部、2) 水資源部、3) 水質、水質汚染監視および対策を担当する水質部、4) 水資源関連および公共水域（DPH）に係る法規整備を担当する法務部からなる。

3) 流域水利公社（ABH）

水法（10-95）は各河川流域に流域水利公社を設立すると規定している。流域水利公社は法制的独立を授与されかつ独立採算制の組織であるが、実態としては政府の支援によって活動している。法令 No. 2-00-479 によると、8 つの流域水利公社 1) Moulouya、2) Loukkos、3) Sebou、4) Bouregreg and Chaouia、5) Oum Er Rbia（1997）、6) Tensift、7) Souss Mass および 8) Guir、Ziz、Rhersis and Draa が設立されることになっている。現在までの政府からの権限委譲契約が殆どの流域水利公社と結ばれている。流域水利公社の主な任務は以下のとおりである。

- 担当地域の総合水資源開発の策定
- 総合水資源開発計画の実施の確証
- 総合水資源開発計画で計画された公共水域の使用許可ならびに認可
- 水質汚染対策および公共水域の整備・利用の申し入れがあった公・私的機関への財務的、技術的支援

4) 水道公社（ONEP）とマラケシュ上水配水会社（RADEEMA）

ONEP は、私企業適性格を持つ公共機関で、独立採算制の公社として政令 Dhair No. 1-72-103 により、工業開発管理公社「REI」の後継機関として設立された。ONEP は 2003 年より地方給水計画（PAGER）の実施機関となっており、地方部の給水普及率を 2007 年までに 90% 確保する計画となっている。地方部の給水については ONEP は 2004 年 1 月から取り組んでいる。

また、下水処理については 2000 年の法改正により ONEP が飲料水を供給している市町村の要請により、下水処理業務の管理が実施出来るようになった。

RADEEMA はマラケシュ市での水、電気、下水処理管理を担当する公社である。

5) MATEE 内の環境関連部局

モロッコにおける環境関連の行政担当部局は当初、住宅・環境省に設立された後、様々な省庁への編入を繰り返し、現在、国土・水・環境省の下に設置されている。

環境分野は国土整備・水利・環境省の 3 つの主要な分野の一つであるが、MATEE の 4 つの総局に分散する形で機能している。MATEE の環境に関連する主要な役割は以下のとおりである。

- 1) 関連する法律の枠組み内において環境に関連する政策を策定し、実施する
- 2) 自然環境を保全し、持続的開発を妨げる環境の荒廃を防止する
- 3) 環境の状況を観察し、管理するため方策を実施する
- 4) 人間の健康を害する汚染と災害を防止する

2000 年より導入された現在の組織構成を受けて、現在、環境に関する地域レベルでの組織の詳細が検討されている。地域レベルの国土整備・水利・環境監察局（IRATES）の下には（MATEE として正式な組織として決定されていないもの）環境チームが活動しており、地域レベルの業

務（環境に関する情報の収集、環境影響評価に関する事業者との調整、Wilaya や県との連絡等）と中央との連絡・調整を担っている。現在、IRATES の組織構成案が最終化されている段階であり、近々正式な組織構成が決定する予定である。また、予定されている「国家および地域環境影響評価評議会の構成と手続きに係る規則（仮題）」が発布されることにより、地域レベルでの環境に関する活動がより活発になることが予想される。

（2）農業・農村開発・漁業省（MADRPM）

1）農業・農村開発・漁業省の機構

MADRPM の主要部局は、1）経済計画局（DPAE）、2）教育開発研究局（DERD）、3）作物生産局（DPV）、4）作物防疫局（DPVCTRF）、5）畜産局（DE）、6）公社ならびに専門機関局（DEPAP）があり、灌漑関連事項に関しては農村工学総局の元での灌漑開発および管理局が担当している。また、業業に関連する部局としては 1）海洋漁業および養殖局（DPMA）、2）海洋漁業産業局（DIPM）、3）協力事業および法制局（DCAJ）、4）漁業教育・訓練局（DFMPS）、5）人事・総務局（DRHAG）がある。MADRPM は、農村部での貧困削減を目的とした「農村開発戦略 2020」を策定し実施中である。その基本的戦略としては、1）現場の人々の意見を取り上げる開発計画とするために地方分権化を図る、2）関連機関との連携、3）計画と実施における関係者の効果的な参画を掲げている。

2）地方農業局（DPA）

農業・農村開発・漁業省（MADRPM）の出先機関として県レベルに 40 の DPA が設立されている。DPA は主に小規模灌漑および天水農業地区の農業開発を担当している。大規模灌漑については ORMVA が分担している。

3）地域農業開発公社（ORMVA）

DPA に加えて、ORMVA が全国 9 ヶ所（Doukkala、Gharb、Haouz、Loukkos、Ouarazazate、Souss-Massa、Tadla、Mouloya および Tafilalet）の大規模灌漑地区において灌漑プロジェクトの管理、農民への農業支援を担当している。ORMVA は独立行政機関として設立され、技術的には MADRPM、財務的には財務省の管轄のもとで運営されている。

2.2 調査対象地域の概要

2.2.1 一般

（1）位置

調査対象地域は、テンシフト川最上流部の左岸に西経 7°09'～8°55'、北緯 31°09'～31°55'に広がる、標高 250～800 m の約 6,000 km²のハウズ平野である。中心都市はマラケシュである。

（2）行政

調査対象地域は、行政的にはマラケシュ・テンシフト・ハウズ州のマラケシュ、アルハウズエルケラスレグナおよびシシャワ県に属し、62 の郡から構成される（17 の都市部、51 の農村部内アルハウズ県の 6 郡は両者に属す）。

(3) ハウズ平野と調査対象地域

本調査はハウズ平野の地下水に焦点を当て地下水資源の総合管理マスタープランを調査の成果としている。そのため調査においては調査対象地域のハウズ平野の高アトラス山脈の麓を南限、テンシフト川を北ならびに東境、シシャウ川を西境となる地下水盆（面積 6,149 km²）を中心に調査を実施する。なお、ハウズ平野の東北部とシシャウ川西岸部は調査の対象範囲としない。

(4) テンシフト川流域と ABHT 管轄区域

1) テンシフト川流域

テンシフト川は高アトラス山脈に水源を發し東から西に向って流れ、Souira Kédima で大西洋に注ぐ全長 260km の季節河川である。調査対象地域でのテンシフト川の名な支川は、東から R'dat, Zat, Ourika, Issil, Moulay Brahim, N'Fis, Asif El-Mel, Chichaoua 川である。

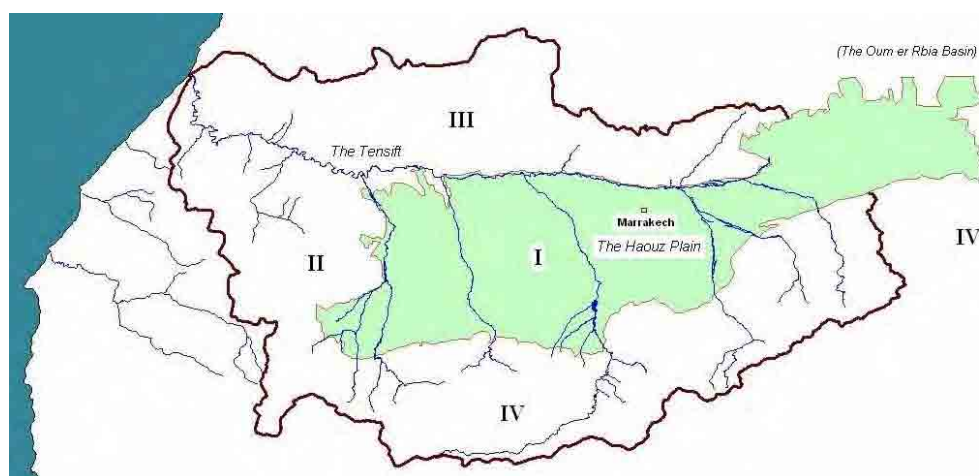
2) ABHT 管轄区域

ABHT の管轄地域は 24,800 km² であり、テンシフト川流域と北東部の Bahira 川流域および南西部の Essaouira 流域を含んでいる。管轄区は地理的に：1) 高アトラス山脈区、2) ハウズ平野区、3) Mejat 区、4) Jbilet 区および 5) Essaouira 区の 5 つに分類されている。本調査対象地域はハウズ平野区に位置する。

2.2.2 自然条件

(1) 地 形

ハウズ平野は、テンシフト川の中上流域左岸から南へ広がり、東部は Oum Er Rbia 流域にまたがっており、この地域は東部ハウズ平野と呼称されている。マラケシュを中心とした範囲は中部ハウズ平野と呼称され、西部は時に Mejat 平野とも呼ばれる。ハウズ平野におけるテンシフト川は標高 550 m ほどの地点から 3/1,000 ほどの傾斜で標高 250 m 程度となる西へ向かって流れている。テンシフト流域は、次図に示したように地形的に大きく 4 つの地域に区分することが出来る。すなわちハウズ平野 (I)、Essaouira – Chichaoua 域 (II)、Jbilet 山地 (III)、高アトラス山脈 (IV) である。



ハウズ平野とテンシフト川流域

1) ハウズ平野 : I

ハウズ平野は、北側の Jblit 山地およびテンシフト川、西の Chichaoua 川およびその上流の Amznas 川、南から東へかけての高アトラス山脈によって区切られている。平野は、北西から南東へかけて緩やかに上昇しており、その標高は、平野の北西端、テンシフト川と Chichaoua 川の合流点にあたる標高 250 m 付近から、南から東へかけての標高 800 m まで変化している。地表面の勾配は北部で 1/100~150 であり南へ向かうにつれ増加している。

2) Essaouira-Chichaoua : II

ハウズ平野の西側に位置する起伏のある台地であり、全体として標高 400~800 m である。北はテンシフト川が流れ、西は大西洋に面した海岸平野に連なり、南は西部高アトラス山脈へと続いている。

3) Jblit 山地 : III

標高 300 m から、最も高い地点で 1,000 m 程度の低山地であり、西の Mouissate 地域から 170 km にわたり東側の中央高アトラス山脈へと連なっている。テンシフト川の右岸から北へ向かい徐々に上昇し、その頂を越えて Bahira 平野へと傾斜している。

4) 高アトラス山脈 : IV

ハウズ平野の南側で、西から東まで山脈の連なりが広がっている。高アトラス山脈の最高峰である 4,167 m の Toubkal 山を含み 3,000 m 級の山並みとなっている。テンシフト川の支流は、この山並みの谷あいを通り源流としている。

(2) 気象・水文

ハウズ平野は内陸性乾燥気候であり、同平野の中心に位置するマラケシュの年平均気温は 19.9℃、月平均気温は 1 月の 11.9℃から 8 月の 28.7℃である。高アトラス山脈の麓に位置する Lalla Takerkoust では年平均 18.0℃、月平均気温は 1 月の 11.4℃から 7 月の 26.6℃、また、同平野東部に位置する Sidi Rahal では年平均気温 18.8℃、月平均気温は 1 月の 12.0℃から 7 月の 27.7℃となっている。降雨は南部および南東部の高アトラス山脈沿いに多く分布し、南部の Lalla Takerkoust で年平均降雨量 259 mm、南東部の Rhmat 川上流の Aghbalou で 535 mm、ハウズ平野西部の Abadla で 176 mm、中央部のマラケシュで 216 mm となっている。雨期は一般に 10 月から始まり、3 月ないし 4 月まで続く。マラケシュでは年間降雨量 216 mm のうち、10 月から 4 月に 86%相当が降り、これは他の地域でも同様である。蒸発量は Lalla Takerkoust で 1,830 mm、ハウズ平野中央部で 2,640 mm と報告されている（表 2.2.1、表 2.2.2）。

調査対象地域における降雨は、長期的に低下傾向にあり、ハウズ平野中央部に位置するマラケシュでは年平均 0.18%で減少しており、東部に位置する Sidi Rahal においても同様に 0.21%の減少を見ている。特に過去 10 カ年は早魃の状況が厳しく、マラケシュでは 1970 年以降の長期平均降雨が 220 mm であったのに対して過去 10 カ年平均では 204 mm、Sidi Rahal では同様に 349mm に対して 319 mm と、それぞれ長期平均の 92%相当となっている（図 2.2.1、図 2.2.2 および表 2.2.3）。

ハウズ平野の位置するテンシフト流域は、高アトラス山脈を南部流域界にもち、主要河川であるテンシフト川は東部から西部に流れ、大西洋に流下する。テンシフト川の総延長は 260 km、流域面積は 19,800 km² である。本調査対象地域は、テンシフト流域のうち、Chichaoua 川合流点から東のテンシフト川左岸平地として定義される。調査対象地域に関連するテンシフト川の主要支流は、西から Chichaoua 川、Assif El Mal 川、N'Fis 川、Rheraya 川、Rhmat 川、Ghdad 川であり、テンシフト川上流部は Lahr 川と称される（表 2.2.4、図 2.2.3 および 2.2.4）。

ハウズ平野のテンシフト川および主要支川の流出は、雨期の降雨に伴い 11 月に増加を始め、雪解け水の流出する 3 月～4 月にピークを迎え、大きな流出は 5 月まで続く。これら河川の流出は期別変動が大きいのが特徴で、11 月から 5 月にほとんどの河川で年間流出量の 80%以上を占める。また、テンシフト川を始め、各支川の平野部では、乾期の 7 月から 9 月には水が涸れる（表 2.2.5）。

(3) 地質と水理地質

テンシフト流域の各地形区の地質・水理地質概要は以下のようにまとめられる（表 2.2.6）。

1) ハウズ平野

平野部は新第三紀から第四紀の堆積物から構成されている。Chichaoua 周辺およびその上流域である高アトラス山脈の麓には石灰岩質の地層が分布している。これらの地層は全体として透水性があり、地下水が開発利用されている。平野の中央南部 Guemassa の南東域には片岩、珪岩、石灰岩などからなる中生代の岩層が分布する地域があり、そのほとんどは不透水性である。

2) Essaouira-Chichaoua

白亜紀から始新世の地層で形成された台地である。苦灰岩、泥灰質石灰岩から成っており、透水性があることから、地域住民の飲料水、農業用水として地下水が利用されている。

3) Jblit 山地

Jblit 山地は、古生代の片岩、粘板岩、珪岩、石灰岩などからなりほとんど透水性は無く、帯水層も存在していない。

4) 高アトラス山脈

テンシフト流域内の高アトラス山脈は、主に古生代、一部プレカンブリア紀の岩石から成っており、透水性のある岩盤内の割れ目、裂隙が発達している個所がある可能性はある。

(4) 植生と土壌

調査対象地域の自然植生は総じて乏しく、面積のおよそ 3/4 は裸地が占める。植生は標高と土質により異なり、比較的植生が豊かな高アトラス山脈麓から Rehamna 丘陵にかけては 541,000 ha およぶ常緑の檜林（Aghana, Thuya, Red Juniper, etc.）が広がる。

高アトラス山脈南陵は生物多様性の観点からモロッコ国の生物資源にとって重要な位置を占めており、マラケシュのオアシスに生育するヤシ林および Essaur の Alghana 林と共にその保護の重要性が指摘されている。また、人工的な植被としては多様な農作物（穀物、オリーブ、アプリ

コット、オレンジ、バラ、リンゴ、牧草)がある。ハウズ県を例に見るとおよそ耕作地の75.6%が果樹で覆われている。

マラケシュ・テンシフト・ハウズ州の土壌はJibiletと高アトラス山脈に挟まれた窪地に発達しており、主要な土壌としては以下の物が見られる。

- 1) 地域のおよそ75%を占めるFluvisols、Regosols、Lithisols (FAO分類による。現地名: Requane)
- 2) 地域のおよそ15%を占め、主にn’Fisの北西、中央南部、El Kelaâ de Sraghnaの北部に見られるRendzinas、Yermosols、Xerosols (FAO。現地名“Biad”)
- 3) 地域のおよそ10%を占め、河川沿いの一部と高アトラス山脈の麓に見られるHachと呼ばれる未生成土壌

2.2.3 社会経済状況

(1) 社会経済

1) 人口

調査対象地域の総人口は161万人であり、マラケシュ県が全体の63%を占めている。また、都市人口は全体の57%に相当する92万人で、マラケシュ県が全体の89%を占めている。

一方、各県毎の都市人口の割合は、マラケシュ県80%、ハウズ県12%、El Kelaâ des Sraghna県29%、シシャワ県18%である。調査対象地域の平均人口密度は195人/km²であり、各県毎の人口密度は次のとおりである。マラケシュ県620人/km²、ハウズ県124人/km²、El Kelaâ des Sraghna県124人/km²、シシャワ県54人/km²である。(表2.2.7)

2) 地域経済

マラケシュ・テンシフト・ハウズ州の経済は、主に農業および農産加工業、観光業、製造業、手工業およびわずかではあるが水産業から構成されている。州経済の中心地はマラケシュ市で、人口は約80万人である。

農業用地は全国の1/4に相当する140万haを占めている。主要生産物は、穀類、豆類および野菜である。果樹は、12.6万haを占めるオリーブが優勢で、州経済において重要な役割を果たしており、この州は国内第一のオリーブ生産地である。また、49.1万haを占める森林は農村地域において木材や林産品などを通して副次的な収入源となっている。

観光は州経済に重要な役割を果たしている。本分野は、手工業、建設業、輸送業などの他の分野に二次的な効果をもたらしている。当州は、ホテル(全国のベッド数の25%に相当)、輸送サービス、観光地を構成する多様な文化遺産や歴史記念碑など、観光業の発展のための主要な資産を保有している。

主要な工業施設は、農産加工業、化学業、繊維・皮革業で稼働している。この州には、全国の5%に相当する387の工業事業所があり、全国の有効常勤労働者の4%を雇用し、国の生産額の3%を産出している。生産額は2003年に57億DHに達し、前年比で4%増加した(表2.2.8)。食品加工業はこの州で最も重要であり、州の生産額の60%を占めている。この州の失業率は、国の平

均（10.8%）より低い6.5%である。

（2）農 業

1) 土地利用

調査対象地域は、灌漑および農業の管轄機関として DPA マラケシュ、DPA シシャワおよび ORMVAH の管轄区域に区分される。DPA マラケシュは管轄区に 32 のコミューンを擁しており、そのうち 10 コミューンが調査対象地域に区分される。ここでは、農地が 29%で、そのうち 32%が灌漑農地である。同様に DPA シシャワは管轄区に 35 コミューンを擁しており、そのうち 13 コミューンが調査対象地域に区分され、ここでは農地が 23%で、そのうち 42%が灌漑農地である。DPA シシャワ管轄区では農地の比率が低く、草地および未利用地の比率が 61%と高くなっている。ORMVAH の管轄区に関しては、全 69 コミューンのうち 32 コミューンが対象地域に属し、ここでは農地が 73%と高い比率を占めており、かつ灌漑農地の率も 66%と高くなっている（表 2.2.9）。

2) 土地所有制度・土地利用

モロッコの農地所有形態は、個人農地（Melk）、共有農地（Collectif）、Habous、軍人への分配農地（Guich）、公共農地に分類される。

個人農地（Melk）では土地の所有権が保証されており、所有農民自身による投資が行われている。また、この所有形態は土地を担保に融資を受けることが可能である。共有農地（Collectif）は農村部共同体によって管理されている共同農作地であり、土地所有者は土地の開発を行うことが認められていない。Habous はイスラム政務省管轄下にある農地である。Guich は国有地をその起源とし、前国王が兵役を終えた軍人への恩賞として分配された土地である。これらの土地は内務省管轄下にあり一般的に小面積であり、マラケシュ県において最も広く存在する農地所有形態である。また Guich の農民は土地を担保に農業信用金庫などからの融資を受けることが出来ない。公共農地は、政府によって管理されている国有地である。

また、対象地域の農家の大多数は小規模農家で占められている。ORMVAH 管轄地域では、灌漑農地面積 26,825 ha のうち、5 ha 以下の小規模農家が農家総数の 86%、面積比で 36%を占めている。一方、農家総数の僅か 2%に過ぎない 20 ha 以上の大規模農家が 24%の農地面積を占有している。この現象が農業施設の不足や不十分な農業投資を招く要因の一つとなっている（図 2.2.5）。

3) 農業生産

農業セクターはマラケシュ・テンシフト・ハウズ州の経済開発にとって重要な役割を担っている。調査対象地域における可耕地（SAU）は 469,279 ha に上る。SAU のうち 53.5%（251,034 ha）が灌漑農地であり、そのうち 56,970 ha が ORMVAH によって整備・管理されている大規模灌漑システム（GH）、194,073 ha が中小規模灌漑システム（PMH）による灌漑面積である。

調査対象地域における主要農産物は穀物（小麦・大麦）および果樹である。穀物および果樹の栽培面積はそれぞれ 244,608 ha および 92,517 ha で、全国の栽培面積の 4.3%・11.1%に相当する。果樹、特にオリーブは地域経済において重要な役割を果たしており、その面積は 67,000 ha に上る（表 2.2.10）。

4) 畜産

畜産は住民の重要な収入源であると同時に、調査対象地域の経済開発にとって重要な役割を担っている。調査対象地域における家畜の総頭数は1,161,513に上る。種別では、ヒツジが最も多く、次いで羊、ヤギと続いており、それぞれ73%、14%、12%を占める（表2.2.11）。

また地域の畜産形態は特にヒツジを中心に粗放な放牧により営まれており、降雨量の減少や過放牧などにより放牧地の劣化が進行している。

5) 農業普及・支援体制

ハウズ平野では、ハウズ農業開発公社（ORMVAH）、ならびにマラケシュ・シシャワ県農業局（DPA）が主要な農業普及・支援組織である。ORMVAHは灌漑整備区、特に大規模灌漑システム地区（GH）を主に管轄している。一方、DPAの管轄地域はORMVAH管轄地域以外の全県に及んでいる。

ORMVAHおよびDPAの主務は下記の通りである。

- 灌漑区の整備・管理と農業用水源の管理
- 農業技術普及と研修の実施
- 農民・牧畜民の組織化と指導
- 農業・畜産生産の拡大
- 農業セクター産業振興

また、ORMVAH中央ハウズ灌漑区内には1990年に設立された灌漑技術・実証・普及センター（CTIEV）が存在する。同センターでの活動は下記の通りである。

- 新しい灌漑技術を農民に普及せしめるための実証およびデモンストレーション
- 灌漑システム普及のための技術支援

6) 農村・農民組織

水利組合（農業用水利用者組合；AUEA）

1990年12月21日に制定された農業用水利用者組合法（Loi n°2-84）により、水利組合（AUEA）の設立目的およびその役割が規定されている。本法施行以前には、灌漑用水利用者自身のイニシアティブにより組織されていた灌漑組合が存在していた。1990年の施行以降、大規模灌漑区（GH）および中小規模灌漑区（PMH）内における既存組合の水利組合（AUEA）への転換、もしくは新規AUEAの設立がORMVAHおよびDPAにより進められてきた。水利組合（AUEA）の主務としては、農業水利施設の維持管理と保全が挙げられる。ORMVAHによって整備された大規模灌漑区では、一部水利施設（2次水路以降の施設および灌漑網）のAUEAへの維持管理の責任委譲が行われている。

農業組合

調査対象地域内には様々な農業組合が存在しており、地域の農業セクターの発展に重要な役割を果たしている。本調査地域内に存在する主要な農業組合としては、牛乳生産者組合、オリーブ

生産者組合、畜産業者組合、養蜂組合、農地改革により設立された生産者団体などがある。

7) 農産加工

農産加工業は、地域の生産額や雇用のような経済および社会的な観点から重要な役割を果たしている。食品加工業は地域経済で最も重要であるが、ほとんどの施設は中小規模である。総計 129 の農産加工業の施設が ORMVAH の管轄区域に位置している。

(3) 観 光

1) 宿泊施設

マラケシュ市は、歴史および文化的な遺産の豊富さによってモロッコ最大の観光地となっており、マラケシュ・メディナは、1985 年にユネスコの世界文化遺産に登録されている。観光施設は、マラケシュ市に集中している。

年間 100 万人ほどの観光客がマラケシュ・テンシフト・ハウズ州を訪れ、2004 年にはホテルにおいて、全国の 33% に相当する 430 万泊した。2004 年の宿泊施設の数、全国の 41% に相当する 397 軒であり、利用可能なベッド数は、全国の 25% に相当する 3 万台である。また、ホテルの利用率は、年間 50~60% である。

2) 公 園

マラケシュでは王室領地の公園が 580 ha を占めており、500 ha は Agdal 公園で、80 ha は Ménara 公園である。マラケシュ市内の公園は合計 935 ha で、510 ha はホテルの庭園であり、30 ha は INRA 公園である (Alimentation en Eau Potable et Industrielle de la Ville de Marrakech, ABHT, 2006)。

3) ゴルフ場

現在 3 ゴルフ場 (Royal、Amelkis、Palmeraie) がマラケシュ市の南東部に位置している。水の利用が許可された、以下のゴルフ場計画がある。

- ASSOUFID 計画 : 220 ha
- PALM Golf 計画 : 170 ha
- ATLAS GOLF AND RESORT “GROUP ALAIN CRENN” 計画 : 282 ha

また、水の利用許可が審査中のゴルフ場計画 (特別委員会から基本協定が与えられる) は、以下のとおりである。

- LATSIS GROUP 計画 : 140 ha
- JARDINS DE L’ATLAS 計画 : 148 ha 以上
- DOMAIN ROYAL PALM 計画 : 250 ha
- The TRITEL 計画 : 220 ha
- STRATEGIC PARTNERS 計画

(4) 工 業

マラケシュの Wilaya (州の行政府) は、産業活動を実質的に専有している。それは工業雇用の 80% および工業生産の 70% に介在している。マラケシュ・テンシフト・ハウズ州には、生産能力 45 万トンのマラケシュセメント工場 (CIMAR) として知られる重要な工業事業所がある (Le Maroc

des Régions 2005, HCA 2006) 他、以下の 9 工業地区がある。

- マラケシュ県 : Azli, Sidi Ghanem, Al Mssar, Harbil, Sidi Ghanem III
- ケラ・スグナ県 : Sidi Bouathman, Ennakhil
- シシャワ県 : Ennasr
- エッサウラ県 : Industrial district of Essaouira

当州には、埋蔵量 480 億 m³ と見積られるリン鉱石、バリウム、亜鉛、鉛、塩、銅などを含む、多様な好物の採鉱の可能性がある。

2.2.4 水利用状況

(1) 水関連機関

水関連機関の主要な役割と相互関係を図 2.2.6 に示す。また、各機関の概要は以下のとおりである。

1) テンシフト流域水利公社 (ABHT)

テンシフト流域水利公社 (ABHT) は、水法 10-95 の第 20 条および 2000 年 11 月の政令 No 2-00-479 に基づき設立された組織である。ABHT 水に係る全ての分野の関係者 (有識者、専門協会、水利利用者グループ、工場経営者、農民、公的機関ならびに各省庁の代表者) により構成された運営評議会の基で運営される。運営評議会は、管轄地域内の水資源開発に係る計画、プログラム、事業の決定を行う。また、運営評議会は水資源管理のための関係者の連合としての機能を持つ。ABHT の以下のような水資源に係る評価、計画、開発および管理を任務とする。

- i. 管轄地域内の総合水資源開発計画マスタープランの作成
- ii. 管轄地域での総合水資源開発計画マスタープランの実施の監視
- iii. 総合水資源開発計画で計画された公共水域の使用許可ならびに認可
- iv. 水質汚染対策および公共水域の整備・利用の申し入れがあった公・私的機関への財務的、技術的支援
- v. 水資源管理の計画策定・調査の実施に必要な、水文および水理地下水に係る表流水、地下水の量的かつ質的観測の実施
- vi. 水資源保護、水質修復など水資源関連の既存の法令の執行に基づく定性測定を政府の環境関連機関と協調して実施
- vii. 水法 10 章に謳われている渇水時の給水ならびに洪水時の危険回避のような異常事態に際しての適切な対応策を現況の法規に基づき提案し実行する
- viii. 集積された水資源の利用に際しての管理と規制
- ix. 地域住民と共に洪水被害防止と洪水対策を実施する基盤の実現
- x. 水利権および取水権の許認可およびその登記簿の保持

組織・人材

ABHT は、1995 年の水法に基づいて設立された、独立採算に基づく法人格を有する公共機関である流域公社 (ABH) の一つである。テンシフト流域における水資源の評価、計画立案、管理を任務として、2002 年 4 月に業務を開始した。ABHT は、水資源開発部、水利部、情報・通信部、人材・財務部の 4 部から構成されている。

職員数は ABHT の設立により、以前の 74 人から約 40 人に削減され、経費削減に貢献した。しかし、今後の執行能力の向上およびサービスの充実を図るためには、人材の確保と育成が重要である。現在、業務量に対して人材が不足気味で、一説には 10 名程度の補充が必要であるとされる。対象は、情報／通信、会計、コンピューターなどの専門分野である。また、地下水の揚水規制が 2004 年から開始され、井戸登録を行っていない不法地下水利用者の摘発を水監視官（ウォーターポリス）数名で担当している。しかし、通常業務との兼任であるため、効果的な活動ができていない。さらに、業務の一つに水質検査もあり、定期的実施している。

予 算

2007 年の ABHT の予算額は DH 63,964 千である。2003 年と 2004 年は前年比で約 100%の伸び率、2005 年と 2006 年は前年比で約 50%の伸び率を示した。また、2007 年は前年比 18%の伸び率を示している。歳入としては、独自の収入が 22%、政府補助金が 31%を占めており、前者は額と割合ともに増加傾向にあり、後者の割合は減少傾向にある。歳出としては、開発支出が約 90%を占めている。

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
歳 入						
独自の収入		528 404.00	5 674 800.00	7 260 000.00	10 000 000.00	13 800 000.00
臨時収入		12 000.00				
以前の事業の見積もり収入		1 048 341.00	2 950 277.96	4 801 481.88	11 443 049.86	10 462 945.00
以前の事業に関する実行支払いに対する戻り金成果の余剰		5 659 170.82	8 041 859.31	14 213 994.63	12 424 564.54	20 200 866.71
前年度に対する政府補助金					10 500 000.00	8 500 000.00
政府補助金	6 000 000.00	6 000 000.00	8 500 000.00	10 500 000.00	10 000 000.00	11 000 000.00
合計	6 000 000.00	13 247 915.82	25 166 937.27	36 775 476.51	54 367 614.40	63 963 811.71
歳 出						
人件費		1 634 630.60	1 524 449.60	1 392 200.00	1 180 700.00	1 843 700.00
人件費以外の経常費		2 249 845.40	2 316 427.28	2 990 188.95	2 676 824.77	4 110 950.70
開発支出	6 000 000.00	9 363 440.00	21 326 060.39	32 393 087.56	50 510 089.63	58 009 161.01
引当金		0.00	0.00	0.00	0.00	
合計	6 000 000.00	13 247 916.00	25 166 937.27	36 775 476.51	54 367 614.40	63 963 811.71

出展：ABHT 財務部

予算に計上されている以外に、職員の給与補填として、政府（財務省）からの補助金（職員の人件費）が約 DH 7 百万支出されている。

ロイヤリティー収入

ABHT の独自の財源は、河川敷での建設骨材の採掘許可収入および飲料水および灌漑用水の水販売である。採掘許可収入が約半分を占めているが、割合は減少傾向にある。水販売は 2004 年から開始された。他に、DPH（公共水利領域）利用料、発電用水や工業用水の販売料、取水許可料などがある。2006 年のロイヤリティー収入の総額は約 DH 18 百万であり、前年比約 80%の伸び率を示している。

	2002		2003		2004		2005		2006	
	金額	割合	金額	割合	金額	割合	金額	割合	金額	割合
建設骨材採掘	1 121 478.00	79%	1 265 640.00	78%	5 317 521.00	66%	6 176 375.00	61%	8 795 842.50	49%
DPH 利用料	179 409.42	13%	170 000.00	10%	320 509.27	4%	109 877.54	1%	3 858 742.66	22%
発電用水	126 173.36	9%	188 980.00	12%	290 840.00	4%	145 020.00	1%	193 655.40	1%
灌漑水	0.00	0%		0%	804 879.73	10%	2 058 654.92	20%	2 016 572.08	11%
飲料水	0.00	0%		0%	1 046 895.07	13%	1 220 345.23	12%	2 611 694.46	15%
取水許可料	0.00	0%		0%	312 600.00	4%	377 600.00	4%	457 800.00	3%
合計	1 427 060.78	100%	1 624 620.00	100%	8 093 245.07	100%	10 087 872.69	100%	17 934 307.10	100%

出典：ABHT 財務部

主なロイヤリティーの単価は、建設骨材の採掘は DH 0.5 / m³ (砂利)、発電用水は DH 0.02 / kwh、灌漑用水および工業用水は DH 0.02 / m³、飲料用水は DH 0.02 / m³であったが、2005 からは DH 0.04 / m³になっている。

ロイヤリティー単価(2006年)

(単位:DH)

項目	総額 (DH)	割合(%)	単価 (DH)	量
建設骨材採掘	8,795,842.50	49	0.5 / m ³ 、(砂利)	17,591,685 m ³
DPH 利用料	3,858,742.66	22	一覧表	-
発電用水 (ONE)	193,655.40	1	0.02 (/kwh)	9,682,770 kw
灌漑用水 (ORMVA, 民間)	2,016,572.08	11	0.02 (/m ³)	100,828,604 m ³
飲料用水 (ONEP, OCP, etc.)	2,611,694.46	15	0.02/m ³ (~2004年)、0.04/m ³ 、(2005年~)	65,292,362 m ³
工業用水	上記に含まれる	-	0.02 (/m ³)	-
取水許可料	457,800.00	3	500~1,000 (/件)	-
合計	17,934,307.10	100		

出典：ABHT 財務部

2) 水道公社 (ONEP)

ONEP は、私企業適性格を持つ公共機関で、独立採算制の公社として政令 Dhair No. 1-72-103 により、工業開発管理公社「REI」の後継機関として設立された。マラケシュにある ONEP のテンシフト地域局は Safi、Essaouira、El Kalaâ des Saraghna、Chichaoua およびマラケシュを管轄する。現在における ONEP の主要な役割と機能は下記の通りである。

- i. 国内での飲料水の供給を達成するための研究並びに計画
- ii. 人々の飲料水の消費並びに入手のための水の生産並びに配水の運営管理
- iii. 飲料水の生産・配水の水質管理並びに水質監視および水質汚濁管理
- iv. 関連各省庁が行う研究およびプロジェクトへの参加並びに協力

上述の主要な役割と機能の他に、ONEP は様々な種類の下記に示す特別な活動を行っている。

- i. 既存の水供給区域に隣接する区域・遠隔地への水供給
- ii. 小規模な市街化区域へ水供給の拡張並びに開発するのに適切な水道料金の設定
- iii. 全てのステークホルダーに対し、国際機関との協力体制による技術並びに財務分野でのトレーニング並びに協力
- iv. 人々の水経済に対する意識の向上を学校、視聴覚機材、ホリデーキャンプ、スポーツ並びに文化活動を通じて行う
- v. 新しい技術の開発、特に南部の地方で行っているような塩分除去並びに軟水化
- vi. 住居並びに産業排水が水源に与える影響を避けるための廃水処理
- vii. 中央試験所が管理する分散化した試験所による水供給で要求される水質を保障するための定期的で継続的な水質試験の遂行による水質改善

ONEP は全国で 9 箇所の地方事務所を設けている。ハウズ平原はテンシフト事務所でマラケシュに事務所が設けられ、Safi, Essaouira, El Kalaa des Saraghna, Ouarzazate, Zagora、シシャワおよびマラケシュ県を管轄している。現在、テンシフト事務所のマラケシュの管轄区域において 55 コミューンの水供給をおよそ 750 名の職員により行っている。また、マラケシュの事務所では 70 名ほどの職員が活動している。

3) ハウズ地域農業開発公社 (ORMVAH)

ハウズ地域農業開発公社 (ORMVAH) は、農業・農村開発省のもとでハウズ地域の農業開発および振興を目的に 1966 年に独立行政法人機関として設立された。ORMVAH の活動内容は以下のように規定されている。

- i. 灌漑施設および農業開発プロジェクトの検討
- ii. 灌漑施設の維持管理および農業用水の管理
- iii. 農業技術普及および農民の組織化
- iv. 農業および牧畜生産の拡大
- v. 農産加工の振興

ORMVAH はハウズ地域の平野部 663,000 ha を管轄区域に持ち、Marrakech、Al Haouz、El Kelaa des Sraghna および Azizal（ごく一部）の各県 69 コミューンをカバーしている。

ORMVAH は、管理区内の水管理について、関連施設の管理・運営、営農技術指導、水利費の徴収、農業用井戸建設の許可、違法取水の取り締まり等を行っている。水源施設に関しては、各ダムの直接的な管理運営はそれぞれの流域の ABH が担当し、ダム以降の水路システムについては ORMVAH が管理運営を行っている。また、Rocade 水路に関しても同様に、水路の管理運営は ORMVAH が行っている。ORMVAH は灌漑区域内の水利用計画を作成して各ダムに対して放流要請を行う。

ORMVAH は、管轄地域内に 31 箇所の農業開発センター (CMV) を設置し、水管理および施設管理、営農技術指導、水利費の徴収等を行っている。灌漑地区内の水利用計画は各 CMV が水利組合と共同で作成し、これが取りまとめられて ORMVAH 本部で調整の上、配水される。

ORMVAH はまた灌漑施設・圃場における水の有効利用に関する技術開発も行っている。SAADA 地区に設置された CTE（技術普及センター）では、節水灌漑技術の開発と普及のための研究を行っており、技術普及の拠点ともなっている。

4) 農業・農村開発・漁業省農政局 (DPA)

調査地域内において、マラケシュおよびシシャワ農政局はそれぞれ 11、14 の農村共同体 (Commune Rurale) を管轄地域とし、その管轄面積はそれぞれ 62,114 ha および 240,526 ha に及ぶ。

マラケシュ、シシャワ両県農政局の主務は下記の通りである。

- i. PMH における水利施設および畜産用地の整備
- ii. 農業投資の推進
- iii. 農畜産業従事者に対する指導
- iv. 農業・畜産技術の普及
- v. 農村部住民に対する研修・識字教育
- vi. 女性活動振興

農業用水の管理に関しては、国土整備部 (Service des Aménagements) が中小規模灌漑区 (PMH) における灌漑施設の整備と管理を担当している。また、本調査対象地域内である DPA/Marrakech

管轄地域では、世界銀行出資の中小規模灌漑区（PMH）総合農村開発プロジェクト（Projet de Développement Rural Intégré centré sur la Petite et Moyenne Hydraulique; DRI-PMH）により、3,635 ha（22PMH）の灌漑区整備とリハビリが実施中である。

5) RADEEMA

RADEEMA は独立した公営企業で商業ベースでマラケシュでの水および電気の供給並びに廃水管理に対する責任を有している。組織は住宅省と経済省との管轄下のもとにマラケシュ市により 1971 年に水および電気の供給サービスのために設立された。

2005 年に RADEEMA は住民のおよそ 87%または 748,000 人に ONEP から浄水の供給を受けての配水を行った。一方、RADEEMA は 1998 年から環境保全への取組みを開始し、2006 年 8 月からは下水道施設開発を始め、既存下水道の改善、遮集管の設置並びに下水処理場の建設を市の北西郊外のテンシフト川河岸の隣接地で行っている。

現在 RADEEMA の総職員数は約 1,000 人で、そのうちおよそ 300 人の職員により水関連の公共サービスを行っている。

6) マラケシュ地域国土整備・水・環境監察局（IRATEE）

国土整備・水・環境省の下には 7 つの地域国土整備・水・環境監察局（IRATEE）があり、地域レベルの出先事務所としての役割を果たしている。IRATEE の活動は環境脆弱地区（sensitive areas）の管理、経済開発・観光、インフラ整備、社会サービスおよび環境と多岐にわたるが、現状ではマラケシュでも 14 名の職員（事務職 3 名、技術職 11 名）を擁するのみである。主要な業務としては中央との連絡・調整業務の他、監察局主体の調査・計画活動も行われている。IRATEE の活動は 2000 年より始まっているが、現在、その組織構成の見直しが中央レベルで行われている。IRATEE の現状の組織構成は国土整備、環境、都市開発計画の 3 つのチームと管理運営班（Administrative cell）よりなっており、各チームは流動的に互いの作業をフォローすることにより業務に対応している状況である。また、Laattaouia には職員一名が常駐する出張所があり、マラケシュ市との連絡・調整を担っている。

(2) 主要水利施設

1) Lalla Takerkoust ダム

Lalla Takerkoust ダムは 1935 年に建設され、その後の水需要の増大に対応するため 1980 年に嵩上げ改築された、灌漑、発電、上水および工業用水のための多目的ダムである。同ダムは N'Fis 灌漑セクター 24,200 ha および改良セギア地区 10,000 ha に Rocade 水路と共同で灌漑水を供給している。同ダムは Rocade 水路とともにマラケシュ上水の水源としても利用されている。同ダムの主要諸元は以下の通りである。

i. 河川流域：	テンシフト流域 - N'Fis 川小流域
ii. 集水面積：	1,707 km ²
iii. 有効貯水量：	72.5 百万 m ³ （堆砂による減少で 2002 年の調査では 56.1 百万 m ³ と推定されている）
iv. 年間利用可能水量：	85 百万 m ³

2) 新規ダム計画

Wirgane ダム

Wirgane は 2005 年初頭に建設が開始され、2008 年 3 月に供用開始が予定されている新規ダムである。同ダムは N'Fis 川の Lalla Takerkoust ダムの上流約 20 km に位置する。両ダムは連携して運用され、マラケシュへの上水および工業用水供給の強化と Lalla Takerkoust ダムの堆砂対策を目的としている。同ダムの主要諸元は以下の通りである。

- | | |
|-----------------|-----------------------|
| i. 河川流域: | テンシフト流域 - N'Fis 川小流域 |
| ii. 集水面積: | 1,200 km ² |
| iii. 有効貯水量: | 70 百万 m ³ |
| iv. 新規年間利用可能水量: | 17 百万 m ³ |

Taskourt ダム

Taskourt ダムは Chichaoua 県に位置し、2007 年初頭に建設を開始する予定である（2006 年 10 月に決定）。同ダムは現在伝統的手法で灌漑を行っている灌漑農地約 6,000 ha を対象に安定的な灌漑用水を供給することを目的としている。

- | | |
|---------------|-----------------------------|
| i. 河川流域: | テンシフト流域 - Assif El Mal 川小流域 |
| ii. 集水面積: | 520 km ² |
| iii. 有効貯水量: | 25 百万 m ³ |
| iv. 年間利用可能水量: | 24 百万 m ³ |

3) Rocade 水路

Rocade 水路は Oum Er Rbia 流域からテンシフト流域へ年間 300 百万 m³（計画値）の流域外導水を行うための水利施設である。同水路は Oum Er Rbia 流域の Lakdar 川を水源とする Moulay Hassan I ダムおよび Sidi Driss ダム（総貯水容量 246.3 百万 m³: Hassan ダム 245 百万 m³ + Sidi Driss ダム 1.3 百万 m³）を水源としている。水路の総延長は 120 km で 20 m³/s の流下能力を有する。計画では、同水路は上述のダム群から 350 百万 m³ を取水し、そのうち 33 百万 m³ を Oum Er Rbia 流域の中小規模灌漑地区 4,000 ha に、21 百万 m³ を B1、B2 水路を經由して Lower Tessaout 灌漑セクターに供給した後、296 百万 m³ をテンシフト流域に導水して Haouz Central 地区の灌漑用水とマラケシュの上水に供給することとなっている。

4) 伝統的灌漑システム（セギアシステム）

セギアは一般に自然河川を水源とする伝統的な水路システムの呼称であったが、現在では、ダム水源に連結して安定的な水源を確保しかつ幹線水路をコンクリート整備した改良セギアも含めてこう呼ばれる。セギアは、水源や水路、圃場の改良の度合いに応じて以下のように分類される。このうち、ハウズ平野では伝統的セギアシステム（SIT）および改良セギアシステム（STA）が見られる。

ハウズ平野におけるセギアインベントリー調査（テンシフト流域取水状況調査 2003）によれば、同地域内のセギアシステムの数は 163 に上り、そのうち 31% が部分的にコンクリート水路

による改良が行われているが、総延長に対する比率は約 6%と低いものとなっている(表 2.2.12)。

(3) 上水道

1) マラケシュの水道

マラケシュの飲料水は ONEP により運営されている浄水場並びに RADEEMA の運営する配水地および配水管網ネットワークにより供給されている。

浄水場は市の南 17 km に位置している。浄水場は 1983 年から運転を開始している。現在の定格能力は 1,600 l/s となっている。浄水場の隣接地で 1,400 l/s の浄水施設を拡張する工事が行われており、半分の系列の浄水施設は 2007 年 7 月に運転が開始されることが期待されている。残り半分の系列は 2010 年の完了が予定されている。拡張工事が完了すると総量での定格浄水能力は 3,000 l/s となる。

3 箇所の取水場が原水を浄水場に導水している。原水量の大部分は 2 km 離れた Rocate 水路から管路により導水されている。浄水場の南方 25 km の Bouzougharo を流れる Moulay Brahim Stream からは集水暗渠で取水された伏流水が 200 l/s 導水されている。伏流水の取水は取水可能な限り、特に湿潤期において行われている。浄水場の南西 25 km の Station-9 に予備の取水場がある。Station-9 の取水場では、特に夏場において要請に応じて ORMVA の灌漑用水を 200~250 l/s 導水している。この取水場は本年 10 月に 10 日間ほど沈殿物の除去のため取水を停止した。現在マラケシュでは、浅井戸 16 本と深井戸 19 本から 300 l/s 以下(当初計画では 1800 l/s)の地下水が揚水されている。

RADEEMA により 2 箇所の配水池が運転されている。ひとつの配水池は浄水場の近傍にあり、37,500 m³ の貯水容量を有する。もう一ヶ所配水池は 55,000 m³ の貯水容量があり、マラケシュの南の郊外にある。この 2 ヶ所の配水池から自然流下により市内に配水している。2005 年における水使用量、生産量(浄水量)並びに取水量は各々 34.6 百万 m³/年、56.1 百万 m³/年および 58.9 百万 m³/年であった。この上水道記録によると、およそ総消費水量の 86%以上が家庭用水であり、大規模ホテルの使用量を含む産業用水の使用量は 9%である(表 2.2.13)。

2) 村落水道

ONEP のテンシフト地域局では管轄区域内で 55 ヶ所のコミューンに水供給を行っている。その 55 ヶ所の内、11 施設の水道が調査区域の地下水シミュレーションの境界内にある。

(1) Sid Zouine, (2) Loudaya, (3) Tahannaout, (4) Ait Ourir, (5) Tameslohte, (6) Ghmate, (7) Abdallah Ghat, (8) Lalla Takarkoust, (9) Chichaoua, (10) Tamallalt, (11) Sidi Rahhal

11 施設のすべての施設は地下水だけを水源として、滅菌消毒後にコミューンに給水している。ONEP の推計による 11 ヶ所のコミューンの水使用量では 2005 年において、合計で、水使用量は 4.0 百万 m³/年で用途別使用量の最大は家庭用水で 2.9 百万 m³/年、全体の 73%を占めている(表 2.2.14)。

3) 他のコミュニティの上水道

管路による水道施設が分散する農村集落においては給水施設は設備省並びに農業省の支援、又はコミュニティの自助努力により設置されている。これらの水道施設区域外では自分で掘った井戸、又は近傍の井戸から汲み上げた水を貯蔵した半地下水槽から近隣住民は水を得ている。調査区域の農村集落の人口は2005年でおおよそ533,000人と推計される。一人当たり30 l/人/日の水を消費すると仮定すると、農村集落の年間水需要量は5.8百万 m³/日として推計される。

DGHはONEPと共同でPAGERプロジェクトを1995年から推進しており、離れた農村集落区域で2007年までに92%の水供給を普及させる計画としているが、開発は予算化の問題もあり遅れている。

4) 水道水質

RADEEMAは配水管網の流入地点および市内の給水栓から採水した水の水質試験を定期的に行っている。主要水質項目の配水水質試験結果をONEPで規定している浄水水質基準と共に表2.2.15に示した。水質試験資料はONEP推奨する最大許容値を十分に達成している結果となっている。

(4) 灌 漑

1) ORMVAH 管轄区の灌漑システム

モロッコでは、灌漑システムは一般に大規模灌漑システム (Grande Hydraulique: GH) と中小規模灌漑システム (Petite et Moyenne Hydraulique: PMH) に区分される (表 2.2.16)。GH システムではダムその他の調整水源を水源とし、コンクリート改良水路が使用されている。ORMVAH はマラケシュ、ハウズ、El Kekaa des Sraghna の各県に跨る複合 GH 灌漑システムを開発し管理している (西から Haouz Central 灌漑区、Upper Tessaout 灌漑区および Lower Tessaout 灌漑区)。Haouz Central 灌漑区は oulay Hssan I ダムおよび Sidi Driss ダム (ともに Lakhdar 川) を水源とする Rocade 水路と N'Fis 川の Lalla Takerkoust ダムを水源としている。Upper Tessaout 灌漑区は Tessaout 川の Moulay Yossef ダムを主水源に、また Lower Tessaout 灌漑区は El Oudane ダムを水源とする T2 水路を主水源としている。これらの灌漑区のうち、Haouz Central 灌漑区および Upper Tessaout 灌漑区の一部が調査対象地域に含まれる。なお、GH 灌漑システムの中では、配水システムに応じてセクターと呼ばれる小灌漑区が設定されている。ORMVAH 管轄区内の灌漑システム概要図および配水計画 (当初計画) と Haouz Central 灌漑区内のセクター構成を図 2.2.7、図 2.2.8 に示す。

2) DPA 管轄区の灌漑

現在、両 DPA の管轄区域内にダム等の調整水源を持つ GH 灌漑システムは存在せず、全てセギアシステムおよび地下水を利用する PMH 灌漑区となっている。DPA 地区では、伝統的セギアと改良セギアの灌漑区を常時灌漑地区 (Pérenne)、季節灌漑地区 (Saison)、高水時灌漑地区 (de crue) の3つのカテゴリーに分類している。常時灌漑地区は通年で灌漑利用可能な地区で、季節灌漑地区は1年のうち計画された時期だけ灌漑利用可能な地区であり、どちらのシステムも河川内に取水構造物を有している。高水時灌漑地区は河川の水位が高い時期のみ限定的に取水が可能な灌漑地区で、灌漑利用可能な時期は季節灌漑地区よりも限定される (表 2.2.17)。

3) 伝統的灌漑システム

調査対象地域におけるセギア取水の取水量および灌漑農地面積を表 2.2.18 に示す。この表では、調査対象地域のうち Chichaoua 小流域および Al Mal 小流域について情報が不足している。また、N'Fis 小流域での改良セギアによる取水量は、Lalla Takerkoust ダムの給水量に含まれる。

4) 圃場における灌漑方法

調査対象地域では、種々の灌漑方式が見られるが、ほとんどは樹木栽培では水盤灌漑、一年生作物では畝間灌漑が適用されている。圃場レベルでの水管理作業は、農民が手作業で畝や水路を造ることで行われている。大規模農場や一部の中規模農家では主として樹木栽培および野菜栽培において点滴灌漑も使われているが、その比率は未だ低いものである。点滴灌漑の場合、ほとんどの場合水源は地下水となっている。これは同システムでは加圧システムが必要となることと、点滴チューブの目詰まりを防ぐために良質な灌漑水が必要とされるためである。

(5) 上水における用途別水消費量

2005 年の水消費量から求められた上水における用途別給水率では、家庭用水が用途別消費量の大部分で、マラケシュにおいては 85% を占め、ONEP の運営する 11 のコミューンの水道においては 81% となっている。官庁、公共施設、学校、事務所ビルなどへの給水が 2 番目の水消費量グループで 12% を占める。2005 年において産業用水はマラケシュにおいては 2.7% で 11 のコミューンでは 2.6% を占めている (表 2.2.19)。

2.2.5 他の社会基盤

(1) 輸 送

マラケシュ・テンシフト・ハウズ州の道路網の全長は 4,938 km で、うち 63% が舗装されている。2007 年 3 月にはラバトから Settat までであった有料道路が、マラケシュ北部まで延長され、現在マラケシュアガディール間の延長工事が進んでいる。当州の鉄道網の全長は 171 km で、2 路線で構成されており、一つはマラケシュと Casablanca を、他は Ben Guerir と Youssoufla を結んでいる。空の輸送に関しては、本リージョンには Marrakech – Ménara 空港 (国第一の観光空港) と Essaouira 空港の 2 空港が位置している (Le Maroc des Régions 2005, HCP 2006)。

(2) 電 力

2004 年の当州の水力による電力生産量は、全国の 3.6% に相当する 5,790 万 KWh である。

表 2.2.1 ハウズ平野における年平均降水量

観測所	Sidi Rahal	Aghbalou	Tahanaout	Lalla Takerkoust	マラケシュ	Abadla	Chichaoua	Sidi Bouathamane	Iloudjane
標高 (m)	690	1,070	925	630	460	250	340	820	757
年降雨量(mm)	349	535	368	259	216	176	185	345	339
観測期間(年度)	1970/71-2005/06							1989/90-2005/06	

出典: ABHT

表 2.2.2 調査対象地域における平均気温および降水量

観測所	標高 (m)	項目	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	平均、年
Sidi Rahal	690	平均気温(°C) (1935-2001)	24.2	19.9	15.9	12.6	12.0	13.3	14.8	15.9	18.7	22.7	27.7	27.3	18.8
		降 雨 (mm) (1970-2005)	10.1	33.4	43.4	36.3	46.6	41.9	47.7	47.5	24.9	8.2	2.8	5.7	349
Lalla Takerkoust	630	平均気温(°C) (1935-2001)	22.9	18.8	14.8	12.7	11.4	13.1	14.6	15.7	18.8	21.1	26.6	25.7	18.0
		降 雨 (mm) (1970-2005)	9.1	25.1	33.4	24.3	29.9	31.4	34.6	38.5	19.1	7.4	3.6	2.4	259
マラケシュ	470	平均気温(°C) (1935-2001)	25.3	21.1	16.3	12.8	11.9	13.8	16.1	18.0	21.2	24.5	28.6	28.7	19.9
		降 雨 (mm) (1970-2005)	5.2	16.3	25.5	22.4	26.4	26.1	39.6	29.8	10.5	5.1	1.0	2.1	216

出典: 気温 - Etude d'Actualization des Ressources en Eau de Surface de la Zone d'Action l'Agence du Bassin Hydraulique du Tensift
降雨 - ABHT

表 2.2.3 長期平均年間降雨量の比較

観測所	1970年以降の平均 70/71-05/06 ⁽¹⁾	過去10カ年の平均 (95/96-05/06) ⁽²⁾	(2) / (1)
マラケシュ	220 mm	204 mm	92%
Sidi Rahal	349 mm	319 mm	92%

出典: ABHT

表 2.2.4 テンシフト川流域の河川システムと小流域

テンシフト川流域		Chichaoua川より上流左岸		ハウズ帯水層への流入点
小流域	面積 (km ²)	主要支川	面積 (km ²)	
Tiroula川より下流	1 494			
Tiroula川からChichaoua川間	2 129			
Chichaoua川流域	2 453	Chichaoua川, Imintanout川, Seksawa川	2 453	Iloudjane
Chichaoua川-N'fis川間	5 166	Assif Al Mal川	3 122	Sidi Bouathmane
N'fis川流域	2 212	N'fis川	2 212	Lalla Takerkoust
N'fis川-Rhmat川間	2 417	Rheraya川	1 588	Tahanaout
Rhmat川より上流	3 930	Rhmat川, Ourika川, Zat川, Ghdat川, Lagh川	3 490	Aghbalou, Taferiat and Sidi Rahal
合 計	19 800		12 866	

出典: ABHT GISデータベースを一部調整

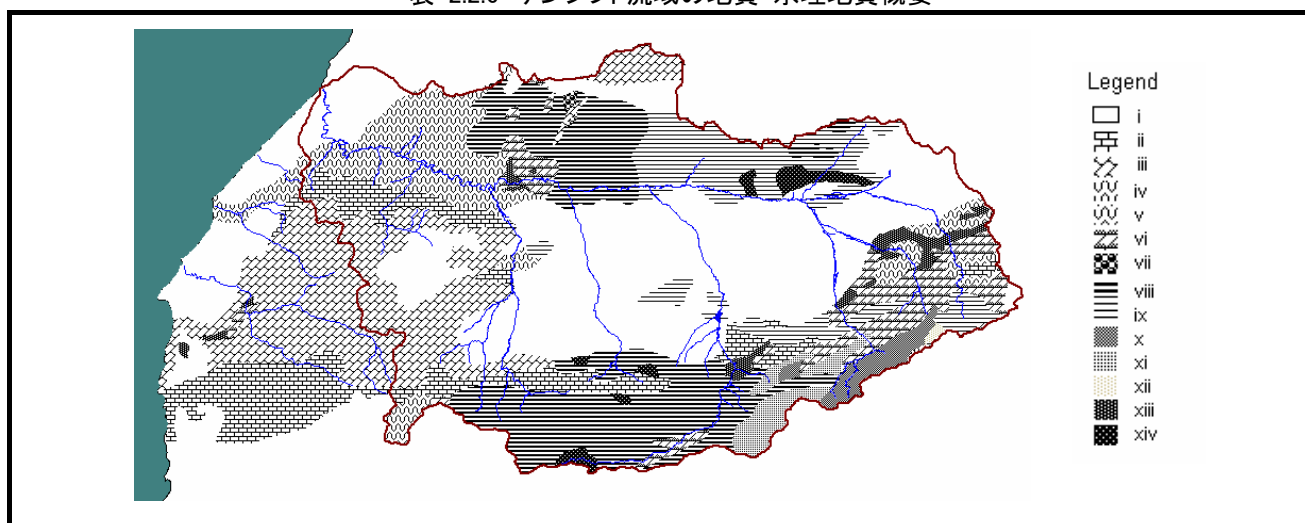
表 2.2.5 テンシフト川および主要支川の月平均流出量

単位：日カ^m

観測所	河川	データ	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	11-5月
Talmest	Tensift	*1	1.13	12.99	15.65	18.68	21.08	19.93	31.74	36.61	24.75	5.18	0.17	0.16	188.1	90%
Abadla	Tensift	*2	1.10	7.03	10.56	12.24	16.82	16.52	27.91	32.77	23.08	5.08	0.47	0.48	154.1	91%
Sidi Rahal	R'Dat	*2	1.06	4.14	5.76	5.48	8.68	9.16	15.58	12.31	7.98	2.12	0.66	0.74	73.7	88%
Aghbalou	Ourika	*2	3.87	6.12	6.43	8.63	9.53	12.09	30.42	36.73	31.15	11.70	3.13	2.89	162.7	83%
Tahanaout	Rherhaya	*2	0.89	2.06	2.35	2.25	2.71	3.49	5.78	7.89	8.69	4.94	1.67	1.08	43.8	76%
Lalla Takerkoust	N'Fis	*1	1.90	8.97	12.52	20.32	18.36	20.12	29.29	26.30	15.74	7.12	2.19	1.78	164.6	87%
Sidi Bouothmane	Assif El Mal	*3	0.54	3.50	1.57	3.17	2.31	3.09	5.12	5.23	2.83	1.49	0.36	0.65	29.9	78%
Chichaoua	Chichaoua	*4	0.40	2.01	1.19	2.18	3.27	2.46	3.08	2.22	1.61	0.93	0.23	0.09	19.7	81%

*1: 1970/71-2003/04の平均、*2: 1970/71-2005/06の平均、*3: 1985/86-2005/06の平均、*4: 1970/71-2004/05の平均
出典: ABHT

表 2.2.6 テンシフト流域の地質・水理地質概要



Legend No.	Geological features	Hydrogeological features	Main Distributed Area in the Tensift Basin
i	Neogene and Quaternary deposit of the coastal plain, and Neogene and continental Quaternary sediment filling internal basins and plateaus	Moderate-High permeability, Main aquifer in Haouz Plain	Haouz Plain (Essaouira-Chichaoua) *
ii	Jurassic to Cretaceous of internal synclinal basin (Cretaceous and Eocene)	Permeable	(Essaouira-Chichaoua) *
iii	Secondary and tertiary deposit, plain or small fold in hard zones in central plateaus	Permeable, Aquifer in Essaouira-Chichaoua Plateau	Essaouira-Chichaoua
iv	Jurassic deposit, plain or small fold in hard zones in central plateaus (Dolomite and calcic marl)	Very low permeability	Jblit
v	Secondary fold of the High Atlas, especially Lias and Jurassic (dolomite, marl and occasionally sandstone)	Moderate-Low permeability, Deep aquifer	High Atlas
vi	Permian-Triassic (sandstone, conglomerate and red clay)	Very low permeability	High Atlas (Jblit) *
vii	Autunien (lower Permian) (conglomerate, sandstone and red clay)		(Jblit) *
viii	Paleozoic: Cambrian-Ordovician-Silurian (schist, micaschist, quartzite, limestone)		Jblit, High Atlas
ix	Paleozoic: Carboniferous (schist, micaschist, quartzite, limestone)		Jblit (Haouz Plain, High Atlas) *
x	Precambrian II-III geo-synclinal (flysch) and granite (Marocanides)	Moderate-Low permeability with fissures/fractures	(High Atlas) *
xi	Precambrian III (or lower Low-Cambrian)		
xii	Precambrian III (or lower Low-Cambrian) : volcanic rock (rhyolite, ignimbrite, andesite)	Very low permeability	(Jblit, High Atlas) *
xiii	Basaltic dolerite: upper Triassic		
xiv	Granite: Hercynian (Late Paleozoic)		

出典: ABHT

*) : Area in parentheses = distributed partly

表 2.2.7 調査対象地域の人口

県名	コミュン 数	人 口 (人)	調査対象地域 の人口に占め る割合 (%)	都市部 人口 (人)	全都市人口に占 める県の都市人 口割合 (%)	県に占める 都市部人口 の割合 (%)	人口密度 (人/km ²)
マラケシュ	16	1,023,514	63	816,293	89	80	620
アル・ハウズ	20	277,377	17	32,086	3	12	124
E.K.Sraghna	10	132,993	8	38,765	4	29	124
シシャワ	16	179,032	11	32,694	4	18	54
合 計	62	1,612,916	100	919,838	100	57	195

出典：Recensement Général de Population de l'Habitat 2004, Haut Commissariat au Plan, 2005

表 2.2.8 州の分野別工業生産

単位：百万 DH

分 野	2002 年	2003 年	分野別割合 (%)
農業－食料	3,410	3,436	59.9
織物および皮革産業	500	604	10.5
化学および薬品	1,452	1,571	27.4
機械および金属	122	110	1.9
電気および電子	20	17	0.3
合計	5,504	5,738	100

出典：Le Maroc des Régions 2005, HCP, 2006

表 2.2.9 ORMVAHおよびDPA管轄区域の土地利用

Items	DPA Marrakech		DPA Chichaoua		ORMVAH			
					全体		関連コミュン	
コミュン数	32		35		69		32	
面積 (ha)	600,000		687,200		648,394		372,565	
土地利用								
-可耕地 (ha)	173,016	29%	160,000	23%	489,564	76%	272,948	73%
-林地 (ha)	216,092	36%	110,000	16%	22,656	3%	20,946	6%
-草地、荒地 (ha)	210,892	35%	417,200	61%	136,174	21%	78,671	21%
合計 (ha)	600,000	100%	687,200	100%	648,394	100%	372,565	100%
灌漑								
-天水 (ha)	117,916	68%	92,012	58%	211,819	43%	92,779	34%
-灌漑 (ha)	55,100	32%	67,988	42%	277,745	57%	180,169	66%

注：Data includes outside of the Study Area.

出典:

Monographie de la Zone DPA de Marrakech, 2005

Monographie Agricole de la Province de Chichaoua, 2006

Monographie Commune Rural, 2003-2004, ORMVAH

表 2.2.10 調査地域における耕作面積および生産量

県	マラケシュ ^{*1}		ハウズ ^{*1,2}		El Kélâa des Sraghna ^{*1}		シシャワ ^{*1}	
	面積 (ha)	生産量 (100kg)	面積 (ha)	生産量 (100kg)	面積 (ha)	生産量 (100kg)	面積 (ha)	生産量 (100kg)
穀物	44,410	347,652	65,926	567,928	59,627	1,153,007	74,645	473,299
マメ	1,280	44,770	132	2,201	84	7,694	571	93,213
飼料	6,185	2,954,560	3,219	717,840	2,313	2,065,360	749	495,540
野菜	3,570	609,255	2,116	437,460	2,589	660,430	1,140	205,125
果樹	43,296	2,344,109	20,046	553,020	15,239	243,397	13,936	409,425

出典：*1: ORMVAH データ (Monographie de la commune rurale, 2003/2004)

*2: DPA マラケシュデータ *3: DPA シシャワデータ

表 2.2.11 調査地域における家畜頭数

県	家畜頭数				耕作・運搬用家畜頭数		
	ウシ	ヒツジ	ヤギ	ラクダ	ウマ	ラバ	ロバ
ハウズ	47,429	210,033	42,096	103	951	3,202	22,138
シシャワ	22,892	263,946	65,975	244	552	2,756	15,916
E.K.Sraghna	60,268	253,441	29,697	60	1,879	4,360	22,881
マラケシュ	35,084	125,458	4,765	22	380	668	9,415
計	165,673	852,878	142,533	429	3,762	10,986	70,350

出典：Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Pêches Maritimes (2000) : Recensement Général d'Agriculture, Résultats par commune

表 2.2.12 セギアシステムの数と整備状況

小流域	水路数			水路延長(km)		
	部分的に コンク リート	土水路	計	コンク リートラ イニング	土水路	計
Assif El Mal	3	13	16	1.5	140.5	142.0
Chichaoua	2	11	13	6.3	35.7	42.0
N'Fis	6	25	31	20.5	223.9	244.4
Ourika	19	11	30	6.3	163.2	169.5
R'Dat	1	26	27	0.3	124.0	124.3
Rheraya	3	12	15	0.5	119.5	120.0
Zat	17	19	36	30.2	193.3	223.5
合計	52 31.0%	116 69.0%	168	65.5 6.2%	1,000.2 93.8%	1,065.7

出典:テンシフト流域取水状況調査、2003、ABHT

表 2.2.13 上水道サービスの現況(マラケシュ-2005)

人口 (x 1,000)	859.5
給水人口 (x 1,000)	747.8
年間水使用量 (百万 m ³ /year)	34.59
家庭用水: 給水管接続	29.16
家庭用水: 公共水栓	0.45
官庁、公共施設、学校、事務所等	4.09
産業用: ホテルを含む	0.89
年間平均水生産量 (百万 m ³ /year)	56.12
年間平均取水量 (百万 m ³ /year)	58.93
推計不明水量率 (漏水率) (%)	38

出典：RADEEMA (調査団により追加修正)

表 2.2.14 上水道サービスの現況(ONEPの11コミュン-2005)

人口 (x 1,000)	97.6
年間水使用量 (百万 m ³ /year)	
家庭用水: 給水管接続	1.64
家庭用水: 公共水栓	0.06
官庁、公共施設、学校、事務所等	0.26
産業用: ホテルを含む	0.10
その他	0.04
合計	2.10
年間平均水生産量 (百万 m ³ /year)	3.30
年間平均取水量 (百万 m ³ /year)	3.46
推計不明水量率 (漏水率) (%)	36

出典：ONEP (調査団により追加修正)

表 2.2.15 配水水質(マラケシュ2006)

水質項目	単位	RADEEMA の主要水質項目の試験結果		ONEP 基準 推奨する最大値 (VMA)
		最 小	最 大	
濁度	NTU	0.35	1.20	5
pH	-	7.35	7.90	9.2
硝酸性窒素	mg/L	5.52	9.10	50
KMnO4 消費量	mg/L	0.25	0.80	-
鉄	mg/L	0.28	0.3	0.3
ヒ素	mg/L	< 0.003		0.05
カドミウム	mg/L	< 0.001		0.005
鉛	mg/L	< 0.005		0.05
導電率	μS/cm	600	900	2,700
塩化物	mg/L	44	150	750
カルシウム	mg/L	74	115	-

出典：RADEEMA

表 2.2.16 Haouz Central灌漑区の灌漑セクター

位 置	セクター	面積 (ha)	計画用水量 (百万m ³ /年)	水 源
N'Fis右岸地区	N1-1	21,100	46.5	Lalla Takerkoustダム
	N1-2, N2, N3		112.6	ロカド水路
			12.2	地下水
N'Fis左岸地区	N4	3,160	22.5	Lalla Takerkoustダム
	改良セギア	10,000	12.9	Lalla Takerkoustダム
Haouz Central	H2	4,621	46.0	ロカド水路
	R1	3,795	38.8	ロカド水路
	CV	1,600	14.3	ロカド水路
	R3	2,868	29.1	ロカド水路
	Z1	1,460	15.2	ロカド水路
ポンプセクター	N5	800	7.0	ポンプ
	R1 下流部	720	6.8	ポンプ
	Z7	1,005	9.0	ポンプ
合 計		41,129	372.9	

出典: Etude des schemas d'interconnexion des grande barrages

表 2.2.17 DPA地区のタイプ別灌漑農地面積

DPA	コミューン数	総面積 (ha)	可耕地 (ha)	天水畑 (ha)	灌漑畑 (ha)	灌漑タイプ		
						常時 (ha)	季節 (ha)	洪水 (ha)
マラケシュ	10	110,152	49,892	34,842	15,050	4,820	3,916	6,314
シシャワ	13	317,536	139,444	94,959	44,485	9,810	13,565	21,110
合 計	23	427,689	189,336	129,801	59,535	14,630	17,481	27,424

The data covers Commune Rurals concerned to the Study Area.

出典：ORMVAH, DPA

表 2.2.18 調査対象地域におけるセギアシステムの取水量と灌漑農地面積

小流域	面積 (ha)	水量 (1,000m ³)	単位水量 (m ³ /ha)	Data
N'Fis	38.800 ^{*1}	95,550 (16,804) (6,7801) (10,945)		Average of 1985-2003 (Continuous) (Seasonal) (Flood)
Ourika	25,299	93,142	3,682	Average of 1985-2001
R'Dat	31,085	44,806	1,441	Average of 1985-2001
Rheraya	10,465	26,046	2,489	Average of 1985-2001
Zat	19,872	49,474	2,490	Average of 1985-2001
合計 ^{*2}	125,521	309,018		

*1: Estimated by unit water use of 2.462m³/ha

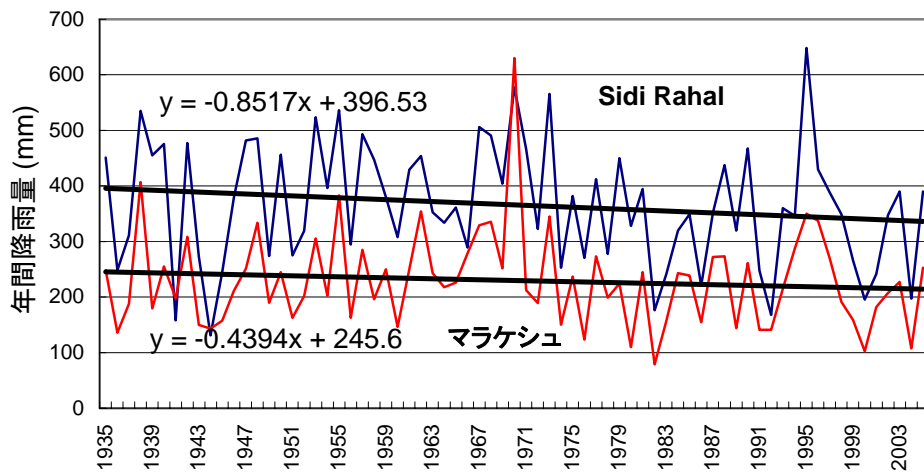
*2: Subbasin of Assif El Mal and Chichaoua are not included due to lack of data.

出典：テンシフト流域取水状況調査、2003、ABHT

表 2.2.19 用途別水消費量(2005)

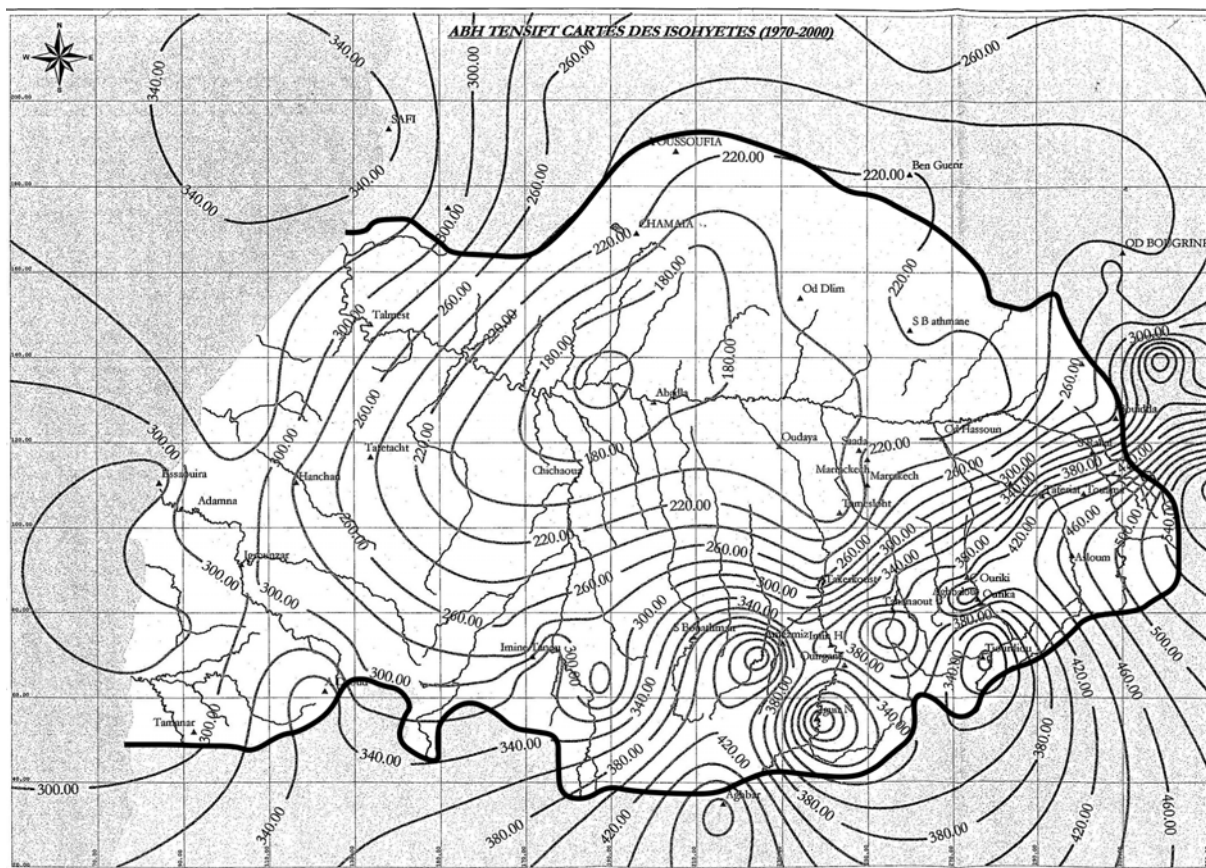
	水消費量 2005	用途グループ別の割合 (%)	
1. マラケシュ (RADEEMA) and 11 コミューン (ONEP)			
年間水使用量 (百万 m ³ /year)			
家庭用水: 給水管接続	30.80	84.0	-
家庭用水: 公共水栓	0.51	1.4	-
官庁、公共施設、学校、事務所等	4.34	11.8	-
産業用: ホテルを含む	1.00	2.7	-
その他	0.04	0.1	-
合計	36.69	100	-
2. マラケシュ (RADEEMA)			
年間水使用量 (百万 m ³ /year)			
家庭用水: 給水管接続	29.16	84.3	79.5
家庭用水: 公共水栓	0.45	1.3	1.2
官庁、公共施設、学校、事務所等	4.09	11.8	11.1
産業用: ホテルを含む	0.89	2.6	2.4
その他	0.00	0.00	0.0
合計	34.59	100	94.3
3. 11 コミューン (ONEP)			
年間水使用量 (百万 m ³ /year)			
家庭用水: 給水管接続	1.64	78.2	4.5
家庭用水: 公共水栓	0.06	2.7	0.2
官庁、公共施設、学校、事務所等	0.26	12.4	0.7
産業用: ホテルを含む	0.10	5.0	0.3
その他	0.04	1.7	0.1
合計	2.10	100	5.7

出典： ONEP およびRADEEMA (調査団により追加・修正)



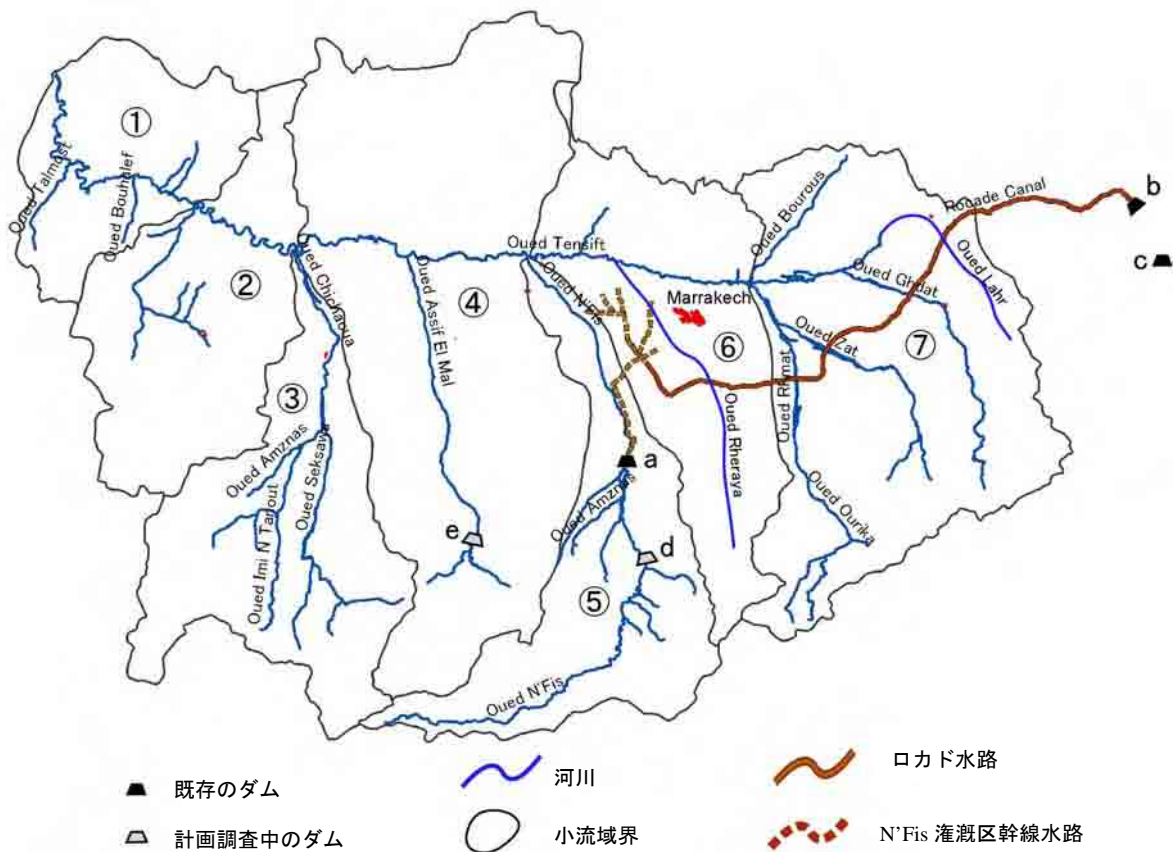
出典：ABHT

図 2.2.1 調査対象地域における年間降雨の長期変動



出典：Etude d'Actualization des Ressources en Eau de Surface de la Zone d'Action l'Agence du Bassin, ABHT

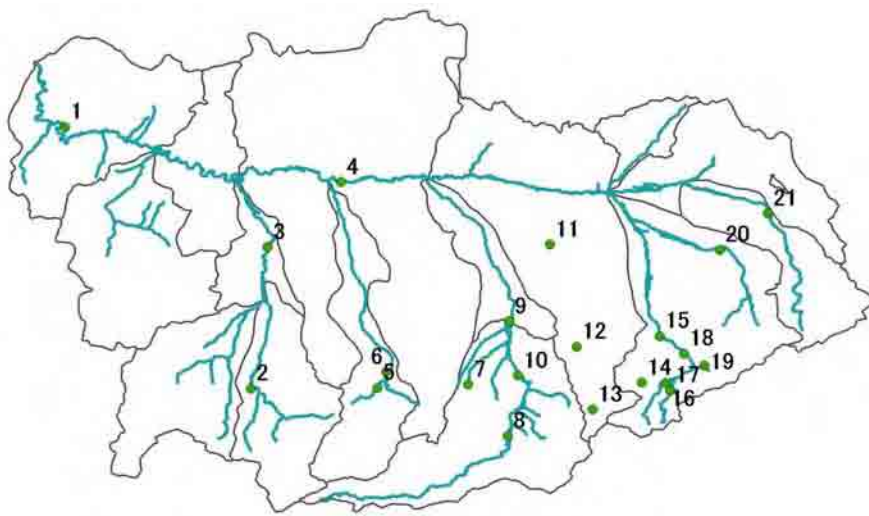
図 2.2.2 テンシフト流域の等雨量線図(1970-2000年平均)



小流域		ダムサイト	
①	Tiroula 川より下流	a	Lalla Takerkoust ダム
②	Tiroula 川から Chichaoua 川間	b	Sidi Driss ダム
③	Chichaoua 川流域	c	Moulay Hassan I ダム
④	Chichaoua 川－N'fis 川間	d	Wirgane ダム
⑤	N'fis 川流域	e	Taskourt ダム
⑥	N'fis 川－Rhmat 川間		
⑦	Rhmat 川より上流		

出典：ABHT

図2.2.3 テンシフト川流域の河川システム

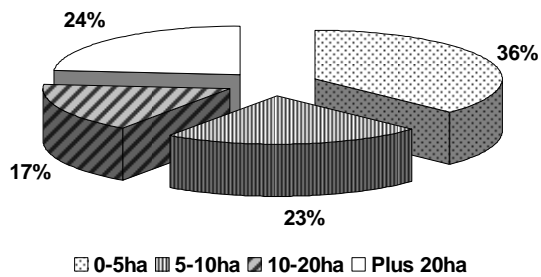


No.	観測所名	降雨	流量
1	TALMEST	○	○
2	ILOUDJANE	○	○
3	CHICHAOUA	○	○
4	ABADLA	○	○
5	TASKOURT	○	○
6	SIDI BOUATHMANE	○	○
7	SIDI HSAIN	○	○
8	IGUIR NKOURIS	○	○
9	L.TAKERKOUST	○	—
10	IMIN EL HAMAM	○	○
11	MARRAKECH	○	—
12	TAHANAOUD	○	○
13	AREMD	○	○
14	AGOUNS	○	—
15	AGHBALOU	○	○
16	TIOURDIOU	○	○
17	AMENZAL	○	○
18	TAZITOUNT	○	○
19	TOURCHT	○	○
20	TAFERLAT	○	○
21	SIDI RAHAL	○	○

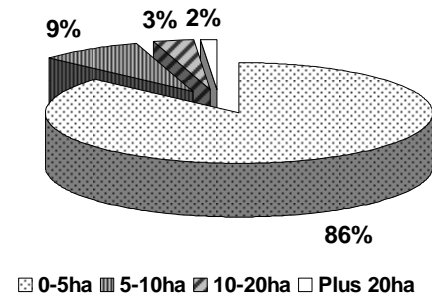
出典：ABHT

図 2.2.4 ABHTの気象・水文観測ネットワーク

面積割合（灌漑農地面積）



農家数割合



出典 ORMVAH, SGRID

図 2.2.5 調査対象地域 (ORMVAH活動地域)における農家数および面積割合

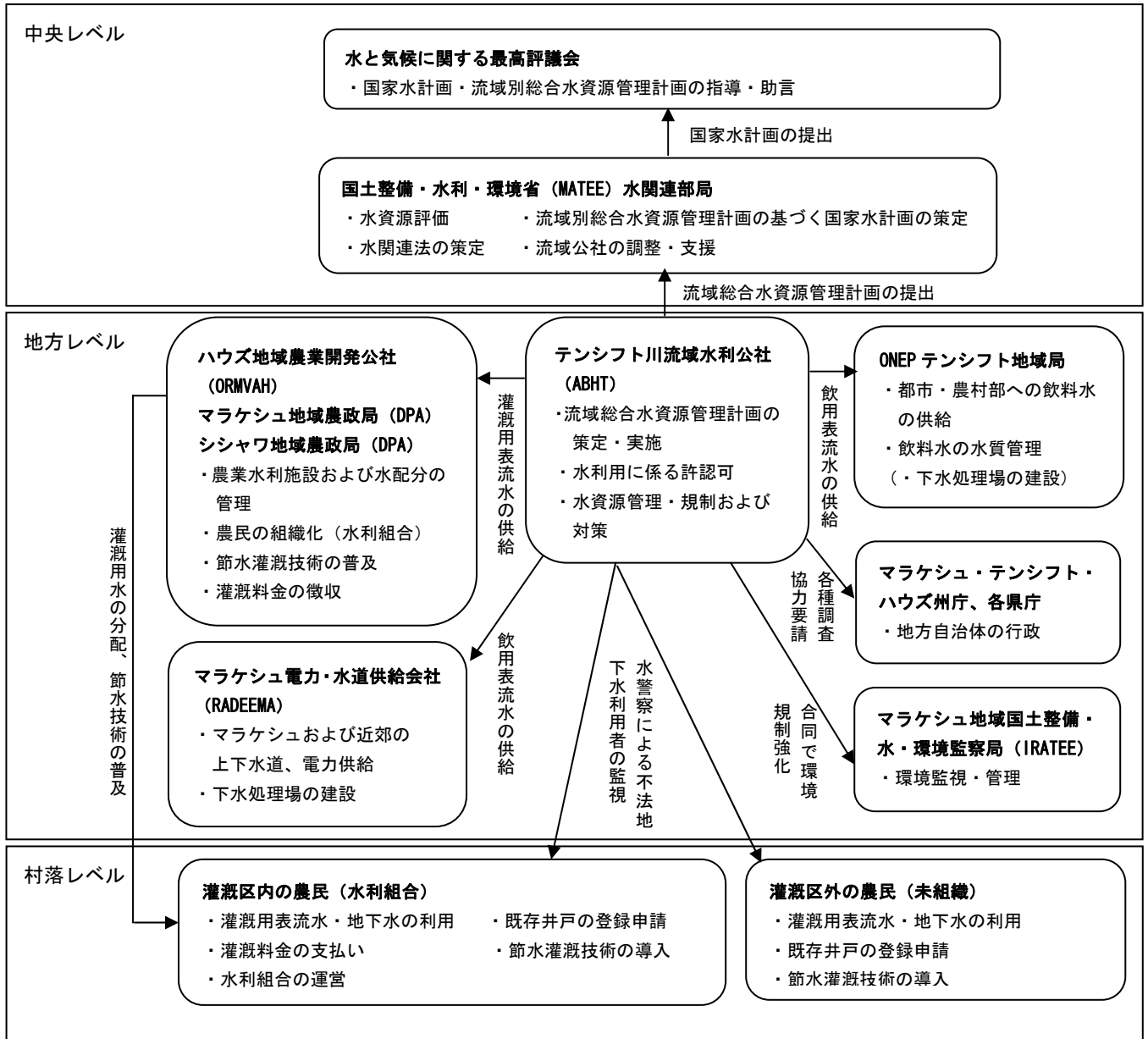
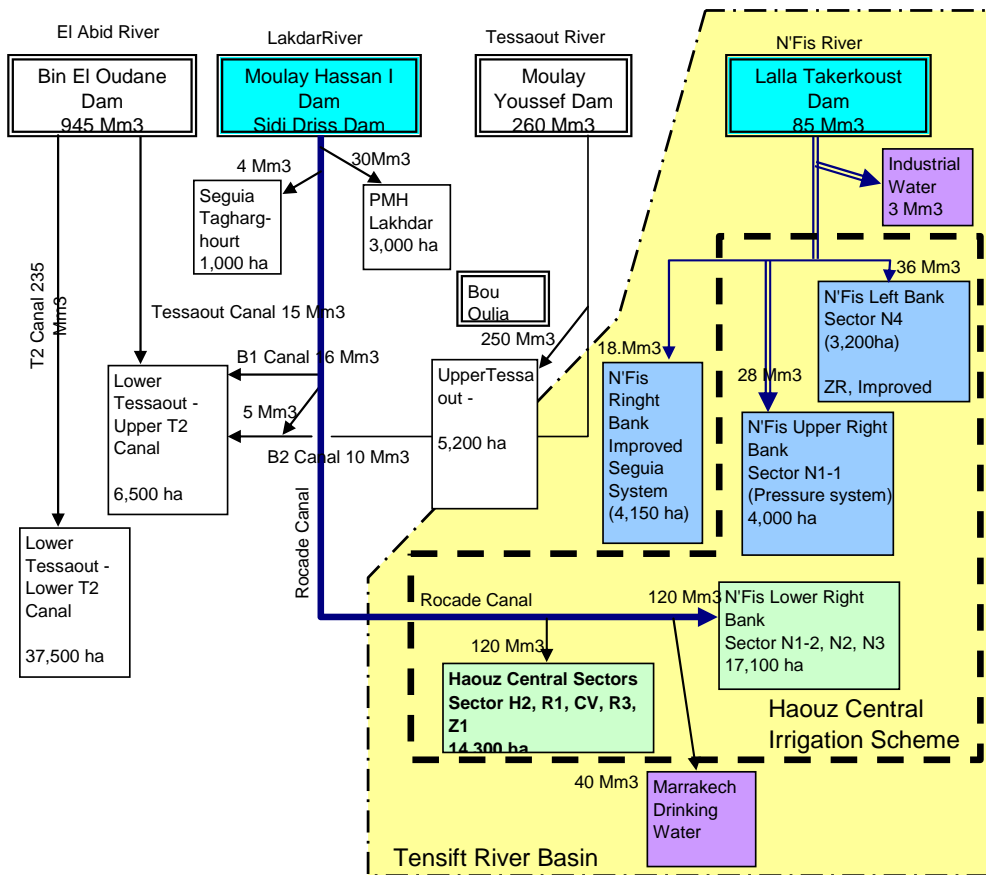
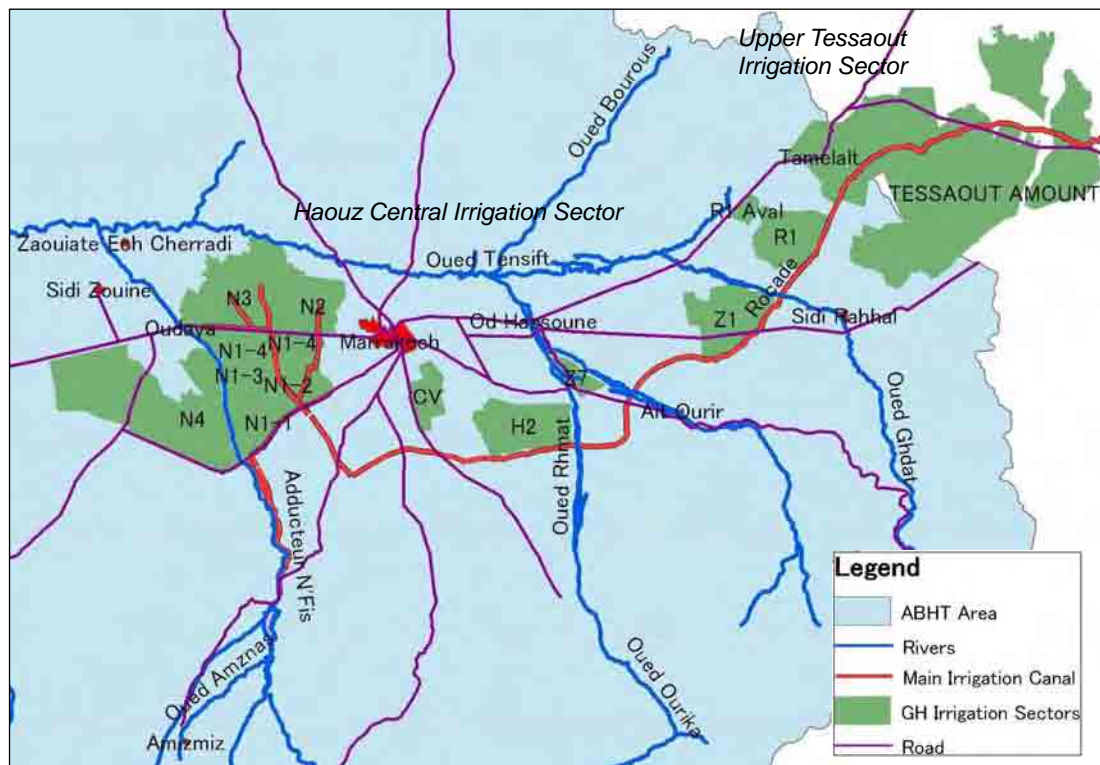


図 2.2.6 水関連組織と主要な役割



出典：ORMVAH

図 2.2.7 ORMVAH管轄区域の灌漑システム(計画)



出典：ABHT, ORMVAH

図 2.2.8 ORMVAHのGH灌漑セクター

第3章 調査対象地域の水資源の現況とポテンシャル

3.1 過去の水資源開発事業および計画調査

3.1.1 水資源開発事業

ハウズ平野における近代的な水資源開発は、Rocade 水路の建設や Lalla Takerkoust ダムの嵩上げに代表されるように、1980 年代に本格化した。Rocade 水路システムは 1980 年代初頭に着工され、Sidi Driss ダムが 1984 年に、Rocade 水路が 1985 年に完成した。1987 年の Moulay Hassan I ダムの完成により、Rocade 水路システムとして完成した。Rocade 水路システムの建設に並行して Haouz Central 灌漑区の開発が進められ、2000 年の Z1 セクターの完成により第 1 期開発が完了した。Lalla Takerkoust ダムはハウズ平野中央部に農業用水を供給するとともに、マラケシュ都市用水の水源として重要な役割を有している。同ダムは 1935 年に建設され、その後の農業および都市用水・発電の水需要の増加に対処するため、1980 年に嵩上げ改修が実施された。

3.1.2 水資源開発計画調査

(1) テンシフト流域水資源開発計画

テンシフト流域水資源開発計画は、第 9 回水と気象に関する最高評議会により策定された。本計画では、テンシフトおよびソブ流域全体および大西洋沿岸流域の一部を対象に水資源の最適な利用計画を立案するとともに、ハウズ平野を含む対象地域について水資源の詳細な評価を行っている。各種の開発シナリオを設定した上で、経済的・社会的評価を行い、開発計画として提案している。本計画に関連して、ABHT により「テンシフト流域における水資源状況の確認調査」が 2004 年に実施され、現在マスタープランの見直し作業中である。

(2) テンシフト川流域地下水資源評価のための水理地質総合調査

テンシフト川流域地下水資源評価のための水理地質総合調査は、DRH のもとで ANTEA 社および ANZAR 社が 2002 年から 2003 年にかけて実施したものである。本調査報告書には、ハウズ平野に関して現在利用可能なほとんど全ての地質および水理地質情報が網羅的に取りまとめられている。また、地下水揚水量、地下水位等に関する補足的な現地調査を行うとともに、GIS データベースを構築し、また帯水層に関する数理モデルの構築（1972 年および 1986 年に開発されたモデルのアップデート）を行っている。

本報告書は帯水層の挙動と水収支に関して豊富な情報を有しており、水収支に関して詳細な検討および議論を行う上で必要な情報（灌漑水の再涵養、雨水の直接浸透、作物用水量への降雨の貢献、帯水層諸元、等）が網羅されている。

水管理計画に関連して、本調査はハウズ平野に入る水は現在全て利用されており、限られた水資源の中で新たな利用可能水を開発するのは非常に困難であることを示している。

(3) N' Fis 川における地下水涵養パイロット事業

ハウズ平野における地下水人工涵養に関するパイロット事業は 1984 年から 1985 年にかけて実

施された。パイロット事業は洪水制御をしていない Zat 川流域と、Lalla Takerkoust ダムによる洪水制御をしている N'Fis 川流域の 2 つのサイトで実施された。

Zat 川サイトでは 1984 年には洪水水位が低くほとんど涵養が出来ず、翌 1985 年には大規模な洪水により実験施設が破壊され、ほとんど実質的な試験は出来なかった。

一方 N'Fis 川サイトでは、連続した浸透池を設置し、1984 年には 43 日間で 1.26 百万 m³ の地表水が帯水層に涵養され、1985 年には 16 日間で 0.35 百万 m³ が涵養された。実験を通じて技術的な問題点（主として地形的および水理的問題）が検証されるとともに、技術的および経済的検討の結果、ダムと人工涵養施設の組合せの利点が示された。

(4) モロッコにおける人工涵養に関する調査

モロッコにおける人工涵養に関する調査は 2003 年に水資源局（DRPE）により実施された。本報告書は人工涵養の理論的側面について取りまとめたものである。本報告書では、モロッコにおける 3 つのプロジェクト：Chorf Al Akab 帯水層人工涵養事業（Tanger 上水事業で 1958 年以来稼働している）、Souss 帯水層人工涵養事業（1991 年）、ハウズ帯水層人工涵養（1984 年および 1985 年）について概要が記載されている。

本報告書では、モロッコ全国の 20 を超える地区で人工涵養のプログラムを提案しており、実施スケジュールや必要な年間予算についても示している。ハウズ帯水層に関しては、年間 50 百万 m³ の人工涵養プロジェクトが提案されている。

(5) ABHT 管区における地表水資源調査

ABHT 管区における地表水資源調査は CID 社により実施され、サブミッション I.1 降雨データの整理と評価が 2005 年 2 月に完了している。本調査により、降雨に関する様々なデータが収集され、各種の検討に使用できるよう 1935 年から 2002 年のデータが整理された。整理された降雨データは種々の分析がなされ、その結果に基づき、1935～2003 年および 1970～2000 年の 2 種類の等雨量曲線図を作成された。本報告書は ABHT 管区の水文解析を行う上で最も基本的でかつ豊富な情報を提供する資料となっている。

(6) テンシフト・ラクダール・テッサウト流域大ダム連携構想調査

テンシフト・ラクダール・テッサウト流域大ダム連携構想調査は、水利施設管理局（DAH）が INGEMA 社を通じて実施したもので、最終報告書が 2005 年 3 月に提出されている。本調査の目的は、既存の大ダムの連結と新規ダムサイトの可能性について技術的・経済的に検討を行い、これにより増大する水需要への対応策を求めることにある。本調査の結論として、以下が提案されている。

- Ait Segmine ダム計画については社会経済的なネガティブインパクトが大きいため、計画の断念を提言
- ロカド水路を利用した N'Fis 流域および Lakdar 流域の連結計画の実施を提言
- 同じくロカド水路を利用した Tessaout 流域および Lakdar 流域の連結計画の実施を提言
- Ait Ziat ダム計画、特に Tinzilliyt ダムとセットでの開発の利点を指摘

- Tiyoughza ダム計画および Wirgane ダム計画の利点を指摘

(7) その他の調査

ABHT は 2006 年 4 月にマラケシュ市における上水および工業用水供給に関する内部報告書を作成している。この報告書はマラケシュ市における現在の水需要について詳細に評価を行うとともに、2020 年に向けた需要予測を行っている。また地下水資源、人工涵養、地表水資源、灌漑の最適化、流域保全を含む水資源全般に関する開発可能性について概観している。ABHT はこの中で、マラケシュおよび近郊での水需要を、2020 年で上水および工業用水が 79~129 百万 m^3 、ゴルフ場、大規模リゾート開発、ガーデニング等が 30 百万 m^3 と予測している。

3.2 地表水資源の現況

3.2.1 気象・水文観測網とデータ

ABHT は雨量観測網としてハウズ平野内に 20 箇所の観測所を有している。これらの観測所および利用可能データは表 3.2.1 に示すとおりである。ハウズ平野および周辺には ABHT の観測網に加えて ORMVAH およびモロッコ気象局の観測網も整備されている。

ハウズ平野では 19 ヶ所の河川流量観測網も 1962 年から設置され始めており、ABHT により運用されており、そのリストおよび利用可能データは表 3.2.2 のとおりである。

3.2.2 流出量

テンシフト流域水資源開発計画（2001）では、テンシフト川流域の有効流出量を、1935 年から 1997 年の水文データに基づき、Oum El Rbia 川流域からの流域外導水を含めて 1,124.5 百万 m^3 と推定している。この流出量はテンシフト流域水資源再評価（2004）において、1970 年から 2002 年の水文データの解析に基づいて 1,067.8 百万 m^3 と修正された。このうちハウズ平野に関わる流出量は流域外導水を含めて平均で 967.7 百万 m^3 と推定される（表 3.2.3）。

3.2.3 ダム水源

ロカド水路による過去 10 年の送水実績は表 3.2.4 に整理したとおりである。総送水量は年間 77.6 百万 m^3 から 191.8 百万 m^3 で平均 150.1 百万 m^3 であり、これは計画値である 350 百万 m^3 の 43%に相当する。この送水量の不足は部分的には堆砂によるダム貯水容量の減少に起因するが、大部分はダム流域の降雨の減少によるものと考えられている。ダム流域の降雨の不足は近年連続しており、恒常的なものと考えられる必要がある。ハウズ平野における水収支を検討するに当たっては、気象変動によるダム水源の減少を考慮し、ロカド水路についても現実的な送水量を計画値として設定する必要がある。

Lalla Takerkoust ダムの供給実績は表 3.2.5 のとおりであり、平均で計画値の 86%を供給できている。2000/01 年および 2004/05 年の旱魃を考慮するとこの値は満足のいくものと考えられる。しかしながら、Lalla Takerkoust ダムは堆砂により過去 20 年で有効貯水量の 20%を喪失しており、貯水量の減少による有効な水供給への影響について、近い将来無視できなくなることが予想される。

3.2.4 伝統的セギアによる取水

自然河川からのセギアによる取水は調査対象地域の灌漑農業にとって重要な水資源である。伝統的セギアシステムは調整施設なしで河川から取水しており、その取水量は毎年大きく変動する。テンシフト流域取水実態調査のインベントリー調査によれば、調査対象地域では N'Fis 川流域を除いて 1985 年～2001 年の平均で毎年 257.7 百万 m³ が伝統的セギアにより取水されている（表 3.2.6）。これは、河川流出量の 50% から 63% に相当し、全平均で 54.3% となっている。後述の水収支の検討資料として、この平均値に基づいて各年のセギアによる取水量を推定した結果を表 3.2.7 に示す。

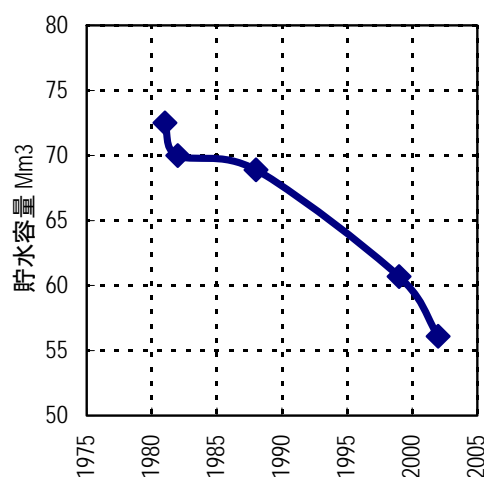
3.2.5 堆砂

テンシフト川流域の水管理においては、堆砂は大きな問題となっている。テンシフト流域水資源再評価（2004）では、N'Fis 川の Lalla Takerkoust ダム地点での年間土砂流出量を 240 ton/km² と推定しており、これは同ダムの貯水容量を毎年 0.8 百万 m³ 減少させている。これにより、同ダムの貯水容量は 1981 年の 72.5 百万 m³ から 2002 年には 56.1 百万 m³ と、約 20% の減少となっている。

テンシフト川流域における土砂流出量

観測箇所	河川名	集水面積 (km ²)	土砂流出量 (t/km ² /year)
Lalla Takerkoust	N'Fis	1,692	240
Tahanaout	Rheraya	225	185
Taferiat	Zat	516	440
Sidi Rahal	R'dat	569	3,015

出典: Actualisation de l'Etat de Connaissance des Ressources en Eau dans les Bassins Hydrauliques du Tensift, ABHT, 2004



出典: ABHT

Lalla Takerkoust ダムの貯水容量の推移

3.2.6 洪水および洪水予警報システム

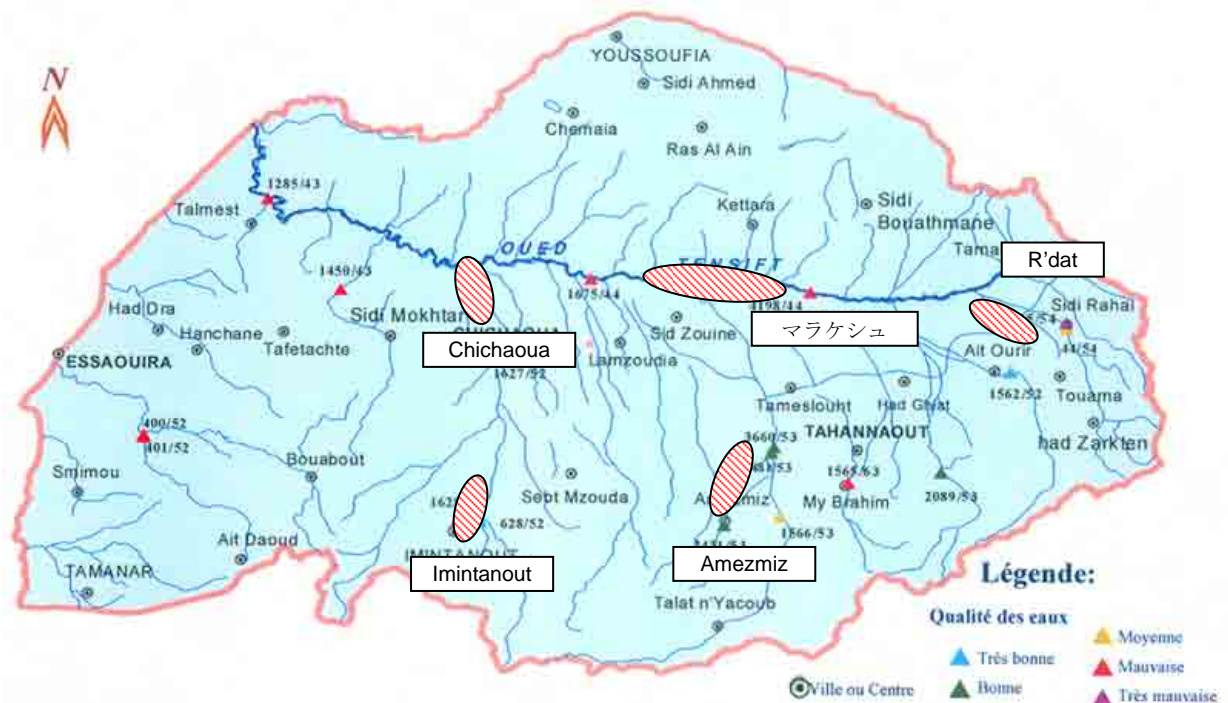
テンシフト川は高アトラス山脈に支川流域を持ち、峡谷部では頻繁に洪水被害が発生している。近年で最も甚大な被害を出したのは 1995 年 8 月の洪水で、Ourika 川および周辺の 55 ヶ村が被害を受けた。Ourika 川の Aghbalau 水文観測所では 1,000 m³/s、Rheraya 川の Tahanaout 水文観測所では 680 m³/s の流量を記録している。この洪水による被害は 70 MDH と試算された。MATEE および JICA は 2000 年 3 月から 2003 年 12 月にかけて高アトラス地域洪水予警報システムマスタープラン調査を実施し、その調査の中で予警報システムに関するマスタープランを策定するとともに、パイロット事業として 5 箇所の洪水監視所への自動水文観測機器の設置を含む洪水予警報システムの整備を実施している。

3.2.7 表流水の水質

表流水に係る水質基準は 2002 年 12 月に発効した Decree No. 1275-01 において定められ、複数の水質項目により総合的に Excellent、Good、Average、Bad and Very bad の 5 段階に判定される。

ABHT の管理する 2004/05 年の水質測定結果では測定地点の大部分で“average”または“good”と判定されている（表 3.2.8）。一方、主要都市周辺の影響を受ける河川においては水質の悪化が見られる。

- テンシフト川： マラケシュ市周辺において市街地からのからの廃水による影響を受ける。
- Imintanout 川： Imintanout 市中心部の下流川において市街地からのからの排水による影響を受ける。
- R' dat 川： Sidi Rahal 市中心部の下流川において市街地からのからの排水による影響を受ける。
- Amezmiz 川： Amezmiz 市中心部の下流川において市街地からのからの排水による影響を受ける。
- Chichaoua 川： Chichaoua 市中心部の下流川において市街地からのからの排水による影響を受ける。



出典：ABHT

ハウズ平野における表流水の水質 (2004/05)

表 3.2.8 には河川観測点における水質の測定結果の一部を示す。河川水質の評価は 6 つの水質項目に基づいて行われる。“bad”もしくは“very bad”と評価されている測定点の大半では化学的酸素要求量 (DCO) および全リン (TP) が評価を下げる結果となっており、その他の項目については比較的良好な数値を示している。

一方、化学的なパラメーターの他に、ロカド水路や、調査地域内を流れる主要河川の水には大量の土砂が含まれており、浄水施設での処理を困難にしたり、ダムへ堆砂したりするなどの影響を与えている。

3.3 地下水の現況

3.3.1 ハウズ平野の地下水

ハウズ平野の水理地質は、20世紀の初めからの地質調査、地下水位調査などにより明らかにされている。ハウズ平野の帯水層は、古生代およびさらに古いアトラス・Jblit 山地を形成している岩層の上を覆う新第三紀～第四紀堆積物から形成されている。この粗い礫、固結した礫岩やシルト、粘土層などからなる層は透水性を持ち、地下水は10世紀以来カッターラなどにより開発利用されている。

この帯水層は、降雨や平野に流入する河川により涵養されているとともに、周辺の帯水層からの涵養も受けている。そしてシシャウの北に分布するジュラ紀石灰岩層および河川から下流域部に流出している。

3.3.2 地下水位と水質

(1) 既存の地下水位観測網

個人の井戸に加え、数百の水位観測井が地方水利局 (DRH : 現在は ABHT) によって掘削されている。ハウズ平野の地下水位観測事業は、現在4つの組織で実施されている。

Wilaya provincial services of water は、メジド平野 (ハウズ平野西部) でいくつかの観測を担当している。最近の観測は2005年6月に、11井戸で実施された。

ハウズ県水サービス部は、ハウズ平野中央部でいくつかの観測を担当している。観測は原則として定期的に行われており、最新の観測は2006年の8月に、9観測井で実施された。

民間の the HYDRAUMET 社が、ABHT と契約し、2ヶ月ごとにハウズ平野の21の観測井の水位測定を実施している。この中には、上記州政府観測井のうち5井、ハウズ県の5井戸が含まれている。

ABHT は5本の井戸に自記水位計を設置して観測している。

これら通常の観測以外に、例えば2002年のように特定の調査のための地下水位一斉観測 (Campaign) が行われている (一般に民間コンサルタントへの委託による)¹。通常の観測では観測井の数が少ないため、このような大規模な一斉観測によって初めて地下水位等高線図を書くことが出来る。Razoki et al. (2000)²によれば、ハウズ平野の帯水層に効果的な地下水位観測網は (テンシフト川流域外にある東部ハウズ平野を含め) およそ110の観測井が必要とされている。現状の地下水位観測網に対しさらに観測井の追加が必要であり、少なくとも以下の地点への設置が望まれる。

帯水層の北西部 (Ain Beïda/Sidi Chirek 地域) にあたる下流域 : 地下水の流出をコントロールする動水勾配が正確にわかっているとはいえない。帯水層の境界に最も近い観測井でも20km 離れ

¹ Etude de synthèse hydrogéologique pour l'évaluation des ressources en eau souterraine du bassin hydraulique du Tensift. (2004) ANTEA-ANZAR for ABHT

² Razoki B., Er-Rouane S., El Hebil A. (2000) Piézométrie et optimisation du réseau de contrôle de la nappe plio-quadernaire du Haouz (Marco) Bull. Hydro. 18, Neuchâtel

ている。動水勾配の精度を上げるために、Ain Beida の北、Oulad Mbarek 周辺に追加の観測井が必要である。

帯水層の南部、Zgaggma/Zawia 地域 (Gamassa の南) にあたる上流域。地下水の流入域であり、アトラス山脈との境界上で生じている流動を捕らえるために必要である。

中央ハウズ平野の東端に当たる地域：観測井の数が少なく、とりわけ東部ハウズ平野とハウズ平野帯水層の間の地下水分水嶺の位置に関する水位情報が不十分である。この境界に沿って2つの観測井が必要である。

今日まで、観測井の標高および座標については縮尺 1:50,000 の地形図によって求められ、それに基づき地下水位等高線図が描かれている。地形図の等高線間隔は 10 m であるため、観測井の標高には 5 m 程度の誤差があり得る。正確な地下水位等高線図を作成するためには、個人所有の井戸を含めすべての観測井の標高を測量する必要がある。

現在、全地下水位観測網のデータベースアップデートが ABHT によって行われつつある。

(2) 本調査における自記地下水位計の設置

本調査において調査対象地域の地下水位モニタリングのために重要な観測井に自記地下水位計を設置した。ハウズ帯水層の自記記録計の設置目的は2つある。

観測を外注する場合の契約形態や、洪水等地域の状態、観測担当者に関わらず、最小限の観測網における観測の永続性を確保する。

観測網の観測を職員自身の手で継続することにより ABHT の実施能力を継続的に確保すると共にモニタリング能力の向上を計る。

自記記録ネットワークの選定は、観測が最も適切な地域的分布となるようにすべきであり、とりわけ、上流域、下流域、急激な変化が見られる地域、流動の限界域を選定した。

自記地下水位計設置観測井は、既存の ABHT 観測井網から選定した。すなわち、ABHT に属し、現に水位測定が実施されている観測井の中から選定した。

このように、既存の5つの自記地下水位計設置井戸に加え、10台の自記記録計（既存の5台同様、SEBA 製品）を設置した。その10台を設置した井戸は以下のとおりである（図 3.3.1）。

帯水層の西側境界域、南部の N°1580/52 および北部の N° 1753/53 に設置

南側境界域、1580/52 および既存の 3834/53 と 3849/53 に加え、東に向かって N° 2826/53、2715/53、および 2700/53 の3井に設置。

帯水層の東端域、N° 3139/53。

N°Fis 流域の N° 3664/53 と 4151/44。既存の 3849/53 と共に、これらの3井で最も揚水量の多い地域の断面を得ることが出来る。

帯水層の北側境界に沿って、N° 4151/44、4403/44 および 4402/44 の2井に設置。

自記記録計設置井戸

IRE	Coordinates		Depth (m)	Water thickness (m)	Probe length	Proposed probe
	X	Y				
1753/53	188,350	114,503	69.6	29.8	62	3 bars
1580/52	183,800	85,000	73.0	14.6	65	2 bars
2826/53	204,000	88,000	107.0	32.0	100	5 bars
2700/53	254,450	99,050	70.8	16.9	64	3 bars
3139/53	292,500	118,300	120.0	55.0	81	3 bars
3664/53	223,550	117,650	68.6	23.1	61	3 bars
4151/44	210,000	125,040	80.0	56.0	58	5 bars
4402/44	273,200	119,100	98.0	67.0	56	5 bars
4403/44	232,500	124,500	90.0	50.0	82	5 bars
2715/53	245,000	103,050	85.0	60.4	64	5 bars

(3) 地下水位の低下

図 3.3.2 に示したように、ハウズ平野上のいくつかの井戸の地下水位変化を示している。最も古くからの観測によれば、地下水位の低下が最初に確認されたのは 70 年代の初期であり、主に帯水層の中央地域では低下量が 1 m/year に達している。調査対象地域の西縁部のメジャット平野においても水位低下は観測されているが、その量は 0.1 m/year に満たない。

この水位低下は 90 年代初頭まで続いた。この水位低下は一部の灌漑区で先行的に止まり、局所的な水位回復を見ているところもある³。その後 1998 年までは、帯水層の安定を反映してほとんどの観測井でほぼ平均的な経年変化を示している（図 3.3.3）。

この安定傾向は 1986 年と 1998 年の地下水位等高線図（図 3.3.4 および図 3.3.5）の比較によっても確認できる。これらの図から計算される帯水層厚の変化はほとんどゼロである（むしろ、やや増加しているようにも見える）。

2001 年から、多くの観測井で、一年に 1 m から場所によっては 10 m 以上（IRE 0385/53）の大きな水位低下が見られる。次節 3.3.3 に述べるように 2001 年には大規模な渇水が起こっており、この渇水の影響は、帯水層への降水からの直接涵養、余剰灌漑水による涵養の減少と、地下水揚水量の増加として現れた。2001 年が、地下水収支が大きくマイナスとなり、結果として地下水貯留量の減少が生じた最初の年であると考えられる。1998 年と 2002 年の地下水位等高線図（図 3.3.5 および図 3.3.6）から帯水層厚変化を計算すると、空隙率を 1~8%（試験井掘削報告書 Bernert and Prost）⁴として 200~1,600 百万 m³ という大きな数字になる。3.8.3 節で記述する暫定地下水収支計算によれば 2000/01 農業年からマイナスが確認されるが、1993~2000 年の間は、場所によって地域的な地下水位低下はあるものの、地下水収支の赤字は認められない⁵。

³ Abourida A., Errouane S., Leduc c., Chehbouni G. (2004) Impact de la modernisation agricole sur l'évolution piézométrique de la nappe phréatique du Haouz (Maroc central). Proceeding of Modernisation de l'Agriculture Irriguée Symposium held in Rabat, April 2004

⁴ Bernert G., Prost J-P (1975), Le Haouz de Marrakech et le bassin du Mejjate in Ressource en Eau du Maroc Tome 2, Plaines et bassins du Maroc Atlantique. DRE, Rabat

⁵ It is important to precise here that a piezometric drawdown is not necessary the illustration of a groundwater balance deficit.

(4) 地下水水質

表 3.3.1 は ABHT が提案している地下水水質基準であり、国土整備水利環境省からの最終承認を待っている。地下水水質試験は ABHT により生産井および観測井について定期的に行われている。1991 年から 2004 年までの地下水水質検査結果を暫定水質基準と比較したものを表 3.3.2 にまとめた。総数 2,349 の井戸の地下水水質検査結果から得られた知見を概説すると次のとおりである。

- 導電率は“極めて不適”での無視できないサンプル数があるが、概して“良好～普通”の範囲となっている。
- 過マンガン酸カリウム消費量は、そのほとんどのサンプルが低い値となっている。
- 塩素イオン（塩化物）は“極めて良好～普通”がほとんどであるが、“極めて不適”にも無視できないサンプル数がある。
- アンモニア性窒素および硝酸性窒素は“極めて良好～普通”のレベルにある。ほとんどの井戸で窒素の分解が進んでいる。
- 糞便性大腸菌は“極めて良好～普通”の範囲にある。
- テストサンプルの 90%以上が“極めて良好～普通”の範囲となっており、ハウズ平原の地下水水質は許容できる範囲にある。しかしながら、約 8%のサンプル数が“不適～極めて不適”で汚染されており、適切な緩和策が必要である。

3.3.3 地下水涵養と流出

ハウズ平野における帯水層への涵養と流出の過程を以下のようにまとめた。

ハウズ平野の帯水層における地下水涵養と流出

涵養／流出の過程		涵養／流出量
帯水層への自然涵養	降水からの直接浸透	年降水量の 4% (38～110 百万 m ³ /年)
	過剰灌漑用水	算定は困難なため、灌漑の実利用量を見積もっている
	河川およびセギア	河川およびセギアの流量の 25%
	高アトラス等周辺帯水層からの流入	220 百万 m ³ /年 (ハウズ平野の地下水位に応じて変動する)
帯水層からの自然流出	ハウズ平野の帯水層から下流帯水層への地下水流出	4～5.5 百万 m ³ /年
	河川からの流出	81～142 百万 m ³ /年 ・地下水位が河床標高に達している時に生じる ・帯水層の貯留量が減少しているときは流出はない。

(1) 帯水層への自然涵養

帯水層への自然涵養量を明らかにするのは難しい問題だが、ハウズ平野には、少なくとも 5 つの涵養過程がある。

- 1) 降水の直接浸透
- 2) 灌漑地域における過剰灌漑用水の浸透
- 3) 洪水時の低水位敷および伝統的 *segua* 灌漑水路からの浸透。
- 4) アトラス山脈の岩盤層からハウズ平野帯水層へ流入する地下水
- 5) 第四紀堆積物からなるハウズ平野帯水層への、下部白亜紀帯水層からの漏出

降水の直接浸透

いくつかの報告書では、降水からの直接浸透量を限定されたものと見て無視してよいものとしている。同位体測定により Abourida et al.⁶は、自然の地下水涵養の大部分は標高 1,200~1,900 m の降水の浸透によるとしている。これはハウズ平野の標高 250~800 m とは大きく異なっている。いくつかの既存報告書では、降水の直接浸透量を求めてはいないが、帯水層の流入量の 10~20% 程度を占めると考えられる。

最も新しい地下水モデルでは、メジャット平野での降水直接浸透量を、総降水量の 6% と見積っている⁶。中央ハウズ平野では、この割合は使われずに、代わりに余剰灌漑用水量の浸透を主とした全体的な涵養量として見積っている。ハウズ平野全体に対しての数字として 6%（これでは流入量の 25% 以上となる）を適用することが難しいとしても、全体として 4% 程度として、平野面積 6,149 km²に適用することは可能であろう。その場合、下表に示すように年間の浸透量は 40~110 百万 m³となる。

降雨からの直接浸透量 1993 - 2004

	Agricultural campaign										
	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04
Average rainfall over the plain (mm)	289	304	446	380	298	251	223	153	214	262	299
Volume of direct rainfall infiltration (MCM)	71.0	74.9	109.7	93.5	73.2	61.8	54.9	37.6	52.7	64.4	73.5

およそ 465 百万 m³/年（表 3.8.1）の全流入量に対し、降水直接浸透量 40~110 百万 m³/年という数字は、前述した総流入量に対する割合とおおよそ一致する（総流入量の 15% が 70 百万 m³ となる）。

余剰灌漑用水の浸透

最も新しい地下水モデルの報告書 1 によれば、ハウズ平野の地下水浸透量の主要な部分は余剰灌漑用水からもたらされている。この灌漑用水は表流水、地下水の両者を利用している。この仮定は、Abourida et al. (2003)⁷でも使われている。これらの報告書では、N'Fis 灌漑地帯での地表の灌漑用水が最大量に達したときの、この地域での地下水位回復をもとに、余剰灌漑用水を地域での重要な涵養源と結論している。地下水位回復の別の原因については何も説明されていないが、灌漑のために表流水が多く使われれば、地下水揚水の減少も同時に生じているはずであり、実際はおそらくこの点も影響していると考えられる。

余剰灌漑用水の浸透量を見積ることは非常に難しい。灌漑地帯では、おそらく純地下水利用量（これらの地帯での、地表からの浸透量を差し引いた実地下水利用量）を見積ることの方が有効であろう（3.4.2 節）。

⁶ Abourida A, Leduc C., Errouane S., Blavoux B – Apport de la géochimie à l'étude de la recharge de la nappe du Haouz (Maroc central), under review

⁷ Abourida A., Razoki B., Errouane S., Leduc c., Prost J-P. (2003) Impact de l'irrigation sur la piézométrie du secteur N'Fis au Haouz Central de Marrakech (Maroc). Hydrology of the Mediterranean and Semiarid regions. Proceedings of an international symposium held at Montpellier, April 2003

洪水時の低水位敷からの浸透

河道低水位敷は主に粗い礫などから成っており浸透性がある。Bernert and Prost (1971) 4 は、中央ハウズ平野での河道低水位敷および伝統的灌漑施設であるセギア (seguia) からの浸透量を年平均 183.3 百万 m^3 と見積っている。これは、河川流量の 20~30% である。

2004 水収支報告書⁸は、灌漑用に利用される分を差し引いたハウズ平野へ流入する河川流量の 30% 程度が帯水層に流入していると概算し、2004 年は全体で 65.2 百万 m^3 としている。この数字の違いは、この報告書では灌漑用水からの再流入部分とみなされているセギアからの量を計算に入れていないことからきている。

上記の検討を基に、河川およびセギアの流量の 25% が浸透しているとみなす。表 3.3.3 に 1993~2004 年の各農業年における浸透量をまとめたものである。

アトラス山脈からの帯水層への横方向の流入と下部帯水層からの漏出

ハウズ平野の周辺帯水層からの流入は、いくつか算定されているが、それぞれに異なった結果となっている。

Bernert and Prost (1971) ⁴ は、中央ハウズへの横方向からの帯水層への流入を年平均 45.2 百万 m^3 としている。これは、2003 年に修整され、メジャット平野まで拡張し、メジャット平野の南側および南東側からの 67 百万 m^3 を含めて 152 百万 m^3 とされた。

最新のモデルでは、2000/01 年で、メジャット平野の南側および南東側での 86 百万 m^3 を含み 221 百万 m^3 としている¹。地下水位等高線図、とりわけ灌漑地帯の開発以前であり自然状態に近いと思われる 1972 年に描かれた図によれば、帯水層の中央ハウズ平野部の南側境界（主に崩積層が堆積している）から多くの量の地下水が流入している。メジャット平野の南側、南東側からの横方向の流入のほうが中央ハウズ平野部での流入よりも多い事を示すものはない。後者 2 つの概算では、中央ハウズ平野への流入量がメジャット平野の流入量の 1.3 から 1.6 倍になっており、これは中央ハウズ平野部の境界がメジャット平野の境界のおよそ 1.7 倍になっていることと対応しているものと考えられる。以上を考慮して、横方向からの総地下水流入量を約 180~230 百万 m^3 /年とする。

ABHT の 2004 年の概算によれば、この流入の主要な部分は、川の平野部への流入口付近であるとしている。この報告書は、中央ハウズ平野で 4.0 百万 m^3 、メジャット平野で 13.5 百万 m^3 、合計 17.5 百万 m^3 /年を横方向からの流入量と見積っている。この数字は少なすぎると思われ（特に中央ハウズ平野において）、これは、この報告書で余剰灌漑用水からの浸透が 250 百万 m^3 /年と明らかに過剰に見積られていることと対応しているものと思われる。

これらの 3 つの調査研究で、下部帯水層からハウズ帯水層への漏出は地下水収支に含まれていない。1972 年の報告書⁴では、東部ハウズ平野を含む Lias 統貯留層からの涵養は 50.5 百万 m^3 /年と見積られている。1987 年の報告書⁹の見積では Cenomanian-turonian 帯水層からの流入を 9.5 百万 m^3 /年としている。

⁸ 2004, ABHT internal document

⁹ Etude du Plan Directeur Intégré d'Aménagement des Eaux du Bassin du Tensift (1987), ABHT internal document.

周辺帯水層からの流入はおそらく 190~290 百万 m³に達している。最初の段階として、現時点では 220 百万 m³/年と想定する。この数字は、地下水位の低下で動水勾配が大きくなると伴にやや増加することになる。

(2) 帯水層からの自然流出

1986、1998、2002 年の地下水位等高線図（図 3.3.4~3.3.6）は、地下水の流動が帯水層の北西端（石灰岩質の下層が現れている Sidi Chiker 地域）に向かって収束していることを示している。このジュラ紀の石灰岩はハウズ平野の沖積堆積層と明らかに水理的に連続している。同地域においては河川の一部区間は通年水を湛えており（恒久河川部分）、河床から大きな蒸発が起こっている。この地域の総流出量は、2つの方法により推定される。

- 1) この恒久河川部分の長さ 15,000 m、平均幅 30 m。この地域の蒸発量は年間 2,700 mm と見積られている⁴。この面積の総蒸発量は 1.2 百万 m³/年となる。この数字に、この地域の灌漑用の揚水量を加えなければならないが、これは Sidi Chiker 地域（川沿いの 2 km 幅の地帯）で算出された蒸発散量¹⁰を使って見積ると 2002/03 年でおおよそ 4.3 百万 m³である。この蒸発散量は野菜耕作地で算出され、河床からの蒸発量は計算に入れていない。この地域での帯水層からの総流出量は約 5.5 百万 m³/年となる。
- 2) もう一つの概算は、地下水位等高線図から、ダルシーの法則を使って得られるものである。Sidi Chiker 地域の流出量 (Q) は、250 m の等高線から $Q = dh.K.D.L$ となる。ここで dh は動水勾配 5%（各地下水位等高線図で一定）、K は透水係数： $3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ 程度と想定、D は帯水層厚約 40 m、L は地下水位等高線の長さ約 22,000 m。これらの変数によれば、流出量はおよそ 4 百万 m³/年となる。しかしながら、この概算は、帯水層の透水量係数 (KD) 次第で変化し、現在、正確な値は得られていない。

Sidi Chiker 地域からの地下水流出は、おそらく 4 百万 m³/年程度であり、8 百万 m³/年を越えることはないと思われ、この傾向は過去 20 年間変わっていない。

もう一つの重要な自然流出は、河川からの流出である。これは、地下水位面が河床標高に達したときに生じ、川の下流域に沿って流れ出る。中央ハウズ平野でのテンシフト川流域からの流出量は、数学的モデルを使って 1971 年の報告書 4 で見積られ、年平均で 106.6 百万 m³/年とされている。河川ごとの詳細は次表のようにまとめられる。

数学的モデルによる河川からの流出量の算定
(BERNERT and PROST, 1975)

河川	流出量
R'Dat 川	5.0 百万 m ³ /年
El-Hajar 川	13.4 百万 m ³ /年
N'Fis 川	14.4 百万 m ³ /年
テンシフト川	73.9 百万 m ³ /年
合計	106.6 百万 m ³ /年

¹⁰ An estimate of the Evapo-transpiration was conducted within the SudMed Project in partnership with the ABHT: ETR data, 500 m resolution

このシミュレーションの拡張 1 として、メジャット平野を含むテンシフト川流域全域からの流出量は 142 百万 m³/年と与えられている。この平均値は、帯水層の涵養量に応じて年毎に大きく変化する。2002 年のシミュレーションモデル 1 では、2001/02 年で 81 百万 m³/年に低下している。地下水位面が河床標高以下に下がった場合はゼロになることもあり得る。

3.4 調査対象地域における地下水利用

3.4.1 既存井戸台帳

ハウズ平野内の、いくつかの大小の町で飲料水供給のための地下水揚水量は明らかにされている。しかし、農業灌漑、家畜、地方の個人利用地下水量などについては、予測するしかない。

ABHT は地方コミュニティの膨大な井戸台帳を現在作成中である。しかし、今までの部分的成果を見ると、まだ多くの個人所有井戸が明らかになっていない。2003 年から調査が実施されている 22 のコミュニティでは、総計 7,598 本の井戸が調査されたが、この数字は ABHT のデータベースで見られる認可された井戸より 13%ほど少ない（表 3.4.1）。

地方の井戸本数については 2001 年調査¹¹で推定されている。認可を受けていない井戸の割合は、直接には調査できないので、ABHT 掘削申請データベースの最新記録から 2001 年以前に建設され、GPS で位置を確定した 1,151 本の井戸をもとに地形図上の作業で推定した。すなわち、認可された井戸の位置は 500 m 以内の精度を持っていないので、調査された井戸の中で、認可された井戸の位置から 500 m 以内の範囲に位置している井戸は合法的に認可を受けたものとみなした。これにより、約 16%の井戸が認可を受けていないものであるとされた。同じ作業を ABHT の井戸台帳（2001 年までに掘削され、ハウズ平野に位置していることが確かな 5,232 本）をもとに行った結果、46%が認可を受けていないものと推定される。この二つの割合の違いは、認可を受けていない井戸の分布状況の違いと関係する対象データの位置（地域）に由来している。2001 年調査では、ハウズ平野ほぼ全域にわたって行われたが、ABHT の網羅的台帳調査では対象地域は 22 のコミュニティだけであり、その中には数本の認可記録しかないコミュニティも含まれていた。認可を受けていない井戸の割合は、16~46%の間にあることは明らかであり、ここでは後述する灌漑揚水量の推定のための仮定値として、31%とすることとした。

この割合は、広い地域の井戸の数を推定するのに適用できる。PMH 地区（すなわち ORMVAH 管轄地区の外側および都市域）では、ABHT ファイルによれば 2001 年 9 月時点で、10,701 本の井戸が認可を受けており、そのうち 9,900 本が灌漑用に使われている可能性がある（リモートセンシングデータ¹²によれば 10,701 本のうち 801 本は灌漑地帯から 500 m 以上離れており、おそらくは灌漑には利用されていない）。31%の認可を受けていない井戸割合を加えると 14,348 本の井戸数となる。

ABHT 井戸台帳に記録された掘削日時、または ABHT 掘削申請データベースに表示された認可

¹¹ Etude de synthèse hydrogéologique pour l'évaluation des ressources en eau souterraine du bassin hydraulique du Tensift. (2004) ANTEA-ANZAR for ABHT

¹² An estimate of the Evapo-transpiration was conducted within the SudMed Project in partnership with the ABHT: ETR data, 500 m resolution

された日時をもとに、井戸本数の増加割合は、1990 年以来およそ年 4%であることがわかる（図 3.4.1）。PMH 地区の 2001 年時点の井戸数（14,348）をもとに、1993/94 農業年の 10,900 本から、2003/03 農業年の 16,140 本に増加したと推定できる。

GH 地区は、PMH 地区よりもはるかに小さく井戸の数も少ないため、認可されていない井戸割合をそのまま適用することは出来ず、井戸の総数を推定することは難しい。水需要の観点から地下水揚水量を推定するのが適していると判断する。

3.4.2 農業灌漑用の地下水揚水量

(1) PMH 地区の地下水揚水量

PMH 地区では、地下水揚水量は井戸の本数から推定することが出来る。

2001 年の調査によれば、地下水揚水の稼働時間は平均年間 2,291 時間であり、平均揚水量は 8.81 m³/hour と測定されている。井戸 1 本当たりの年間揚水量は 20,184 m³/year¹³となる。2002/03 農業年に PMH 地区で稼働している 15,520 井戸についてこの数字を当てはめれば、地下水揚水量の合計は 313.2 百万 m³と見積られる。

総地下水揚水量は、実蒸発散量（ETR）の値からも推定出来る。この値は、2002/03 農業年について、FAO 方式¹²でリモートセンシングデータを使った Sud Med Project により明らかにされている。ETR 値が 3,000 m³/ha/year の場合は、それに対応する範囲は年間を通して灌漑されているものとみなされ、地下水が利用されていると考えられる。同時に、地下水により灌漑されている地域では、井戸の掘削申請が ABHT データベースに登録されているものと考えられる。ここでは、GH 地区および都市域の範囲外で蒸発散量が 3,000 m³/ha/year 以上となる耕作地で、掘削申請地から 500 m 以上離れていない 84,750 ha が、地下水により灌漑されているとみなした。この面積からの 2002/03 農業年における総蒸発散量は 483.8 百万 m³/年（すなわち平均 5,708 m³/ha/year）となる。

この総蒸発散量の一部は降水によりまかなわれる。半乾燥地では、植被面により消費される有効降水量の計算のために開発された多くの方法が、この数字を総雨量の 75~92%の間の数字¹⁷としている。現段階では、この割合を、ハウズ平野全域に対して総降水量の 82%とみなすこととする。表 3.4.2 は、年降水量データを元に各灌漑地区の年間降水量を求めたものである。

PMH 地区への 2002/03 農業年の平均降水量は 263 mm である。84,750 ha の総灌漑地域に対し、降水の 82%が利用されるとすればその総量は 182.1 百万 m³となる。実蒸発散量の表流水の部分は無視できる量とすると、2002/03 農業年に利用された地下水量は 301.7 百万 m³となる。井戸の数から推定された数字 313.2 百万 m³と、ほぼ一致している（4%以下の僅差）。

数字の一致について述べれば、2001 調査データによれば、井戸一本は、およそ 5.2 ha¹⁴を灌漑

¹³ Consistent with the 21 543 m³/year calculated beneath the Bahira aquifer using two different methods: estimated annual yield from the instant measured yield and the declared functioning durations, and estimated annual yield from the energetic consumption (from “Inventaire des préleveurs d’eau et établissement des assiettes de redevances” conducted in 2006 by ANZAR for the ABHT).

¹⁴ Consistent with the 5,24 ha/well ratio (1 671 wells and boreholes for an irrigated surface of 8 750 ha) observed beneath the Bahira aquifer (from “Inventaire des préleveurs d’eau et établissement des assiettes de redevances” conducted in 2006 by ANZAR for the ABHT).

するために使われている（調査対象の農場では一農場あたり 13.92 ha の平均 SAU（耕作可能地）があり、そのうち 42%が井戸による灌漑地（ハウズ平野で観察された平均値¹⁵）を持ち、一農場あたり 1.12 本の井戸を持っている¹⁶）。この数字に基づけば 2002/03 農業年では、地下水で灌漑されている総面積は、80,700 ha（15,520 本の井戸がそれぞれ平均 5.2 ha をカバー）と見積られる。この数字は、リモートセンシングデータから得られた 84,750 ha とほぼ一致している。

PMH 地区のために揚水されている地下水量の見積は、82,700 ha の灌漑地域に対して、2002/03 農業年では 310 百万 m³ とみなすこととし、これは年当たり 4%の井戸増加率に応じて増加するものとする。

(2) GH 地区の地下水揚水量

GH 地区で帯水層に再び戻る余剰灌漑用水量を差し引いた正味の総地下水利用量は、耕作物の水消費量から推定できる

- 1) リモートセンシングデータ¹⁷から求められた灌漑面積、すなわち N5, R1aval および Z7 地区を除いた中央ハウズ平野の 43,530 ha は、ORMVAH の数字（同地域で 48,600 ha）と大きく変わらない（各 GH セクターの位置は図 2.2.8 参照）。
- 2) この GH 地区の平均作物水需要量は、6,300 m³/ha/year（3.5.1 節参照）と見積られる。この数字は、実蒸発散量から求められた 5,621 m³/ha/year とは大きく異なっており、耕作物が水欠乏にさらされているという the Sud Med¹⁸により確認されたことを示しているようだ。現段階での地下水利用量推定では、作物水需要量は必要量よりは実蒸発散から採ることとする。表 3.4.3 で示された数字は、1993～2004 年で大きな変化は無いものと仮定する。
- 3) この蒸発散量の一部は雨によってまかなわれる。PMH 地区の場合と同じ 82%という割合が適用できるものと考え、表 3.4.2 に示した年降水量から有効雨量を計算した。
- 4) GH 地区での水需要量で重要な点は、表流水によりまかなわれている点である。表流水量の数字は ORMVAH データベースから抜粋された。Tessaout Amont 地区では、Fadil 調査 17 に基づきテンシフト川流域へ分流されている表流水量を見積った。この調査では 2002/03 農業年の Tessaout Amont の 35%がテンシフト川流域の Bouidda および Tamale 地区に分けられているとしている。
- 5) 有効雨量および表流水の寄与を除いた、実蒸発散量の残りの部分は、地下水によってまかなわれている。表 3.4.4 は 2002/03 農業年で求められた一定の水需要量を基として、1993～2004 年までの地下水利用量を見積ったものである。1993～2004 年では、GH 地区で灌漑のために利用された地下水は 1995/96 農業年の 26.0 百万 m³ から 2001/02 農業年の 129.8 百万 m³ まで変化している。

¹⁵ RGA (general agricultural census)1995

¹⁶ 1 342 wells or boreholes for 1 192 surveyed farms in 2001, consistent with the 1,11 well/farm ratio (1 671 wells and boreholes for 1 509 farms) observed beneath the Bahira aquifer (from "Inventaire des préleveurs d'eau et établissement des assiettes de redevances" conducted in 2006 by ANZAR for the ABHT).

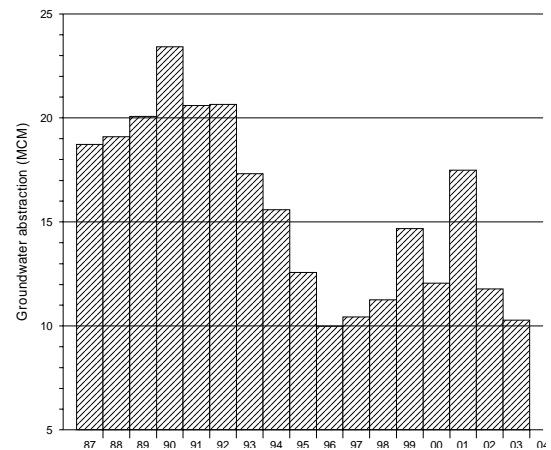
¹⁷ Abdelhamid Fadil (2006) Spatialisation de variables hydrologiques pour le bilan hydrique annuel et l'estimation des pompages dans la plaine du Haouz de Marrakech. Mém. de Master, Uni. Marne la Vallée

¹⁸ Vincent Simmoneaux, personal communication

3.4.3 上水道のための地下水利用量

(1) マラケシュの上水道

マラケシュの上水道の一部は、9ヶ所の揚水地点で汲み上げられる地下水でまかなわれている。一つは Aguedal の集水路でありあとは 8 箇所の井戸群である (Issil, Menara, Ourika, Isiki, Drain Bouzougouar, N'Fis, Bahja および Saada 川)。2003 年には、総地下水揚水量は 10.3 百万 m³であった。(右図)



(2) マラケシュ以外の町村の上水道

マラケシュ以外のいくつかの町や村でも、上水道として地下水が利用されている。主要な 7 つの町 (Sid Zouine, Tahnaout, Ait Ourir, Chichoua, Sid Rahal, Oudaya (別名 : Loudaya) および Tamellatet) では、2003 年に ONEP の総揚水量は 2.7 百万 m³に達している¹⁹。ONEP は、それ以外の 5 つの町でも上水供給を行っており、その推量揚水量は 2003 年で 0.16 百万 m³である。

さらに地下水は地方での飲料水供給のためにも揚水されている (表流水はこのためにはほとんど利用されていない)。ハウズ平野での 2003 年の地方住民人口は、526,210 人とされている (3.8 節)。一人当たり水使用量を 30 リッター/人/日として、総利用量は 5.8 百万 m³/年となる。

2003 年の、マラケシュおよびハウズ平野の 6 つの主要な町、および地方住民の飲料水としての地下水利用量は 14.9 百万 m³と見積られる。

3.4.4 その他の地下水利用量

(1) 畜産のための地下水利用量

ORMVAH 統計²⁰によれば 116,000 頭の畜牛と 599,000 頭の羊がハウズ平野で飼われている。この家畜への水需要量は 1.5 百万 m³/年²¹と見込まれ、おそらく大雑把に見てその半分程度は表流水によってまかなわれていると見てよいだろう。家畜への地下水利用量はおよそ 0.8 百万 m³/年とみなす。最初の段階および現状の規模として、この数字はほぼ一定とみなす。

(2) 都市部での地下水利用

マラケシュ市での、緑地への灌漑用年間地下水利用量は、以下に示すように 2003 年で 7.3 百万 m³と見積ることが出来る。

マラケシュコミュンでは 393.5 ha²²の緑地を持っている。その 100%が地下水で灌漑されている。全般的な数字として 5,600 m³/ha/年を考えると、総利用量は 2.20 百万 m³/年となる。Agadal および Ménara 王室領 (それぞれ 500 および 80 ha) は表流水だけで灌漑されている。

¹⁹ These figures are different from those collected from the ONEP distribution services. The consolidation is still to be done.

²⁰ Etude de gestion des principales nappes de la région du Tensift. Mission 1 : connaissance et diagnostic de l'état et de la gestion actuelle des ressources en eaux souterraines. Rapport définitif. REISING for ABHT

²¹ Considering 10 l/day/UGB (cattle) and 5 l/day/UPB (sheep)

²² Alimentation en Eau Potable et Industrielle de la Ville de Marrakech, April 2006, ABHT Internal document

郡は、5.5 ha の緑地を持っており²²、100%地下水で灌漑されている。総地下水利用量は、同様に 5,600 m³/ha/year を考慮して、0.03 百万 m³/年となる。

マラケシュには3箇所のゴルフ場 (Royal, Amelkis および Palmeraie) があり、その水需要量は 2.5 百万 m³/年である²²。この水需要の一部は表流水でまかなわれていると考えられる (1990 年代には約 1.8 百万 m³、2000 年からは 1.0 百万 m³—表 3.4.5)。60%は地下水でまかなわれているとされ年平均利用量は 1.5 百万 m³/年となる。

INRS は 30 ha の庭園である。5,600 m³/ha/年、100%地下水利用として 0.17 百万 m³/年。

主要なホテルの庭が、全体で 511 ha となる。5,600 m³/ha/年、100%地下水利用として 2.86 百万 m³/年となる。

多くの個人が家庭用の菜園やプールなどに個人用の井戸を利用していると考えられる。これら個人用の利用量を 0.5 百万 m³/年程度とみなす。

この 7.3 百万 m³は、SudMed Project¹²で 2002/03 年に求められたマラケシュ都市部の総蒸発散量 11.5 百万 m³から、ゴルフ場の 40%の表流水利用分、表流水で灌漑されている王室領からの蒸発散量 3.25 百万 m³を差し引きすると、ほぼ一致している。

3.4.5 地下水利用量の合計

地下水利用量の合計は年によって変化している (表 3.4.6)。すなわち、年毎の降雨の状況により左右される表流水の割合によって、灌漑に必要な地下水の利用量が変わってくる。

表 3.4.6 に詳述された地下水利用量は、従来の計算に比べるとかなり少なくなっている。それは、1) シミュレーションモデル 11 に使われた 2001/02 年の実利用量の数字 509 百万 m³に替わって 464 百万 m³、2) 灌漑面積から求められた 1999/00 の灌漑水利用量 409~495 百万 m³に替わり 334 百万 m³となっている²³。これらの数字の違いは、主に有効雨量の農業灌漑への寄与度を無視できるものとしていた従来の調査に採用されていた仮説によるところが大きい。

3.5 灌漑の現況と節水灌漑

3.5.1 灌漑の水需要

(1) 灌漑面積と栽培作物

コミュニオン単位の営農情報を基に、調査対象地域の灌漑農地の状況を表 3.5.1 および表 3.5.2 に整理した。調査対象地域には、約 368 千 ha の可耕地 (SAU) と約 203 千 ha の灌漑農地が存在する。ORMVAH の管轄区域では大規模灌漑セクター (GH セクター) が 54,308 ha あり、これには N'Fis および Haouz Central 灌漑セクター 48,560 ha の他に Upper Tessaout 灌漑セクターの一部が含まれる。また、この中には PNI (国家灌漑計画対象地区) と呼ばれる N'Fis 川のセギア地区約 10,000 ha も含まれている。

²³ Abourida A., Simmonneaux V., Errouane S. – Apport de la télédétection pour l'estimation des volumes pompés au niveau de la plaine du Haouz (zone semi-aride du Maroc central). Under review

農地の栽培作目別の面積についても、可耕地・灌漑農地と同様にコミュニティ単位の情報を集積して表 3.5.3 に整理した。整理された作物情報は管轄組織ごとに情報の年次が異なるが、地域における水需要把握のための作物別の構成比を検討する用途には十分使用可能なものである。

(2) 作物用水量と灌漑充足度

灌漑水需要の推定では、表 3.5.4 に示した ORMVAH の使用している作物用水量を採用した。これらの数値は圃場レベルでのネット値（有効降雨および灌漑適用効率は考慮されていない）となっている。これに基づき、灌漑農地における圃場用水量を算定すると、年間 1,158 百万 m³（ネット）、1,544 百万 m³（グロス）と推定される（表 3.5.5）。

これに対して、リモートセンシングデータを使った Sud Med Project で示された実蒸発散量（ETR）の値（2002/03 農業年）から、実際の圃場での作物の水消費量は、959 百万 m³ と推定される（表 3.5.6）、灌漑農地では作物は約 17%の水分欠乏の状態で灌漑されていると評価される。

一方、3.2.3 節および 3.4.4 節で地表水、3.8.3 節で地下水について整理された調査対象地域における灌漑水の利用実績量をもとに灌漑水準を評価すると、灌漑水として圃場レベルで 879 百万 m³ が使用され（1993/94~2003/04 年平均。このうち圃場への供給量は 757 百万 m³）、これに有効降雨として約 501 百万 m³（流域平均雨量 317 mm のうち 90%を有効降雨として計上）を加えて、年間約 1,258 百万 m³ が圃場に供給されたこととなる。これは面積当たりの作物水消費は 7,160 m³/ha に相当し、作物の灌漑水需要 8,790 m³/ha に比べて平均で約 18%の不足があったことになる（表 3.5.7）。

圃場における灌漑水の充足度は、実蒸発散量からの推定と灌漑水の実績供給量からの推定ではほぼ同等の結果を得ており、これがハウズ平野における現状での灌漑水準であると考えられる。

なお、Haouz Central 地区の GH セクターでの調査によれば、GH セクターの灌漑システムにおける搬送効率の全体平均は 0.88 である（表 3.5.8）。また、伝統的セギアにおける水路損失に関しては、様々な調査で種々の想定がされているが、ここでは、”Spatialisation de variables hydrologiques pour le bilan hydrique annuel et l'estimation des pompages dans la plaine du Haouz de Marrakech, Abdelhamid Fadil, 2006”で示された「1 km 当たり 10%の水路損失」を見込むものとした。テンシフト流域取水状況調査（ABHT, 2003）によれば、調査対象地域の伝統的セギアの平均延長は 6.3 km であり、その平均搬送効率は $0.9^{6.3}=0.51$ と推定される。

(3) 現況灌漑水需要

現況の圃場における作物用水量の充足度を現状の灌漑水準として、現況灌漑水需要を算定すると、灌漑面積 175,704 ha に対して 1,061 百万 m³ の灌漑水需要があると推定される。これに対して、調査対象地域の需要としては、以下の仮定に基づく推定値が潜在水需要として位置づけられる。

GH 灌漑区では、新たな灌漑開発は想定しない。ただし、現在、灌漑水不足のため作付けされていない休耕地約 6,300 ha については、灌漑対象農地として水需要に計上する。PMH 地区の灌漑面積は、現在灌漑されている農地面積を計上する。

現状では灌漑農地でも作物に十分な灌漑水供給が行われていないため、灌漑水準の改善に伴う

灌漑水需要の増加を考慮する。これらの条件のもとに潜在水需要として、灌漑面積 182,023 ha において 1,459 百万 m³ と設定した。

現況灌漑水需要の推定

地区	現況水需要		現況潜在水需要	
	灌漑面積 (ha)	幹線水路／井戸での水需要(百万m ³ /年)	灌漑面積 (ha)	幹線水路／井戸での水需要(百万m ³ /年)
ORMVA	137,689	836	144,008	1,158
-GH	40,514	242	46,833	371
-PMH	97,175	593	97,175	787
DPA Marrakech	8,896	52	8,896	69
DPA Chichaoua	29,118	174	29,118	232
合計	175,704	1,061	182,023	1,459

(4) 灌漑水需要の将来予測

灌漑水需要の予測に当たっては、以下の点を考慮する。

GH 灌漑区では、新たな灌漑開発は想定しない。ただし、現在、灌漑水の不足のため作付けされていない休耕地約 6,300 ha については、灌漑対象農地として水需要に計上するケースと、計上しないケースでの水需要を推定する。

PMH 地区における灌漑井戸の増加について、過去の傾向から井戸の増加を毎年 4%、そのうち半数は既存井戸の改修、残りの半数が新規井戸の建設とみなす。すなわち、PMH 地区の地下水灌漑農地面積が毎年 2%程度増加すると仮定する。

利用可能な水資源を考慮し、現状水準での灌漑充足度のケースと、灌漑充足度を改善したケースでの水需要を推定する。

これらの条件のもと、灌漑面積は現況の需要面積 175,704 ha から 2020 年で 203,377 ha に増加するものとし、灌漑水需要を 1,260 百万 m³ と設定する。また、最大需要ケースとして GH 灌漑区が全て灌漑され、また圃場での灌漑充足度を改善した場合の灌漑需要として、灌漑面積は現況の潜在需要面積 182,023 ha から 2020 年で 209,696 ha に増加するものとし、灌漑水需要を 1,720 百万 m³ と設定する。

灌漑面積と水需要量の将来予測

地区	2020年の水需要		2020年の水需要(最大需要)	
	灌漑面積 (ha)	幹線水路／井戸での水需要(百万m ³ /年)	灌漑面積 (ha)	幹線水路／井戸での水需要(百万m ³ /年)
ORMVA	156,568	961	162,887	1,324
-GH	40,514	242	46,833	371
-PMH	116,054	719	116,054	953
DPA Marrakech	10,954	69	10,954	92
DPA Chichaoua	35,855	229	35,855	304
合計	203,377	1,260	209,696	1,720

3.5.2 節水灌漑

(1) 節水灌漑

ハウズ地域のように降雨が少ない一方で蒸発量が多く、かつ水資源の不足に面している地域では、圃場における節水の視点から点滴灌漑は重要な位置付けを持つ。点滴灌漑の効果は地域の農民に広く知られているが、その普及は進んでいない。ORMVAH 管轄区での点滴灌漑の普及状況は

表 3.5.9 に示したとおりであり、2006 年 6 月の ORMVAH の調査によれば、管区内のうち調査対象地域に含まれる地区での点滴灌漑の普及面積は 9,644 ha で灌漑面積の 5.4%に相当する。また、管轄区全体での普及率は 3.8%となっている。農業開発センター（CMV）ごとの普及状況は 1.4%から 9.3%と様々である。点滴灌漑の 53%は GH セクターで設置されている。また、ほとんどの点滴灌漑システムは地下水を水源としている。

このうちサンプル的に一つの CMV を見るとその利用状況は表 3.5.10 のとおりであり、点滴灌漑は主として果樹栽培と野菜栽培に使用されている。点滴灌漑による栽培面積は、オリーブおよびオレンジで 62%を占め、野菜が 22%を占めている。

農業省および ORMVAH は早くから節水灌漑技術の普及の重要性を認識しており、ORMVAH は 2001 年からハウズ地域点滴灌漑普及プログラムを実施している。これは、2003 年から 2008 年の間に同地域内での点滴灌漑の適用面積を 24,000 ha にしようとするものである。（上位計画である全国プログラムでは国レベルで 115,000 ha を目標に設定している。）これに対して ORMVAH によれば同プログラムによる 2006 年時点で点滴灌漑の新規導入は約 6,000 ha で、プログラム開始前に設置されたものとあわせて約 11,000 ha の普及となっている。

点滴灌漑の普及を促進するために、政府は点滴灌漑システム導入に対する補助金を設定している。補助はフィルターを含む点滴灌漑の圃場機器に対して適用されると同時に、点滴灌漑を目的とする井戸建設（ポンプも含む）も補助対象となっている。現在、補助率は圃場機器に対して 40%、井戸建設に対して 30%となっているが、この補助率は両者ともに 60%に引き上げられる予定である。

補助金制度を使いながら ORMVAH は点滴灌漑の普及を推進しようとしているが、補助金があっても中小規模の農家には資金的な負担が大きく、点滴灌漑の普及は進んでいない。

(2) 総合水資源管理における節水灌漑技術

総合水資源管理では、局地的な地下水揚水量の削減、純消費水量の削減による水収支の改善、水コストの削減の 3 つの視点から節水灌漑技術の積極的推進を図る必要がある。

1) 搬送効率および配水効率の改善による総合水資源管理への貢献

地表水灌漑での水路浸透ロスを削減することで、灌漑用水量の削減を図ることができる。Haouz Central 地区の大規模灌漑（GH）システムにおける灌漑搬送効率は 0.88 程度であり、中小規模（PMH）システムでは水路の整備水準が低く、水路ロスは更に大きなものとなっている。地表水源の効率的な利用は、灌漑用水の地下水への依存度を減らし、局地的な揚水量の削減に貢献する。ただし、水路（セギア）からの浸透ロスは地下水の涵養水源ともなっていることから、広域的な水収支の改善に大きな貢献はない。

2) 適用効率の改善による総合水資源管理への貢献

点滴灌漑等の圃場レベルでの節水灌漑技術を導入することで、灌漑用水量の削減を図ることが出来る。この場合の灌漑用水量の節減は、地下水揚水コストの削減と、圃場での蒸発ロスの削減の 2 つの効果が期待される。

a. 点滴灌漑による灌漑用水量の削減

点滴灌漑を導入することで圃場における灌漑の適用効率は大幅に改善され、灌漑用水量の節約が図れる。現在一般的な水盤灌漑法や畝間灌漑法の適用効率は 0.6~0.7 であり、これに対して点滴灌漑では 0.90~0.95 程度が期待できる。これにより、単純計算で灌漑水量を 25%~35%削減する効果が期待される。この削減量は、局地的な地下水揚水量の削減に貢献するとともに、ポンプ運転コストの削減により水コストの削減に貢献する。ただし、従来の灌漑法での浸透ロスが地下水の涵養水源ともなっていることから、広域的な水収支の改善への貢献は、次に述べる蒸発量の削減効果に限られる。

b. 点滴灌漑による圃場蒸発量の削減

点滴灌漑は、地下への余剰灌漑水の浸透を抑制すると同時に、地表面からの蒸発を抑制する効果を持つ。蒸発ロスは地下水の再涵養には貢献しない、純粋なロス部分であることから、これを抑制することで灌漑による純消費水量を節減することとなり、局所的な地下水揚水量の削減に貢献するとともに、広域的な水収支の改善に貢献する。点滴灌漑の主要なターゲット作物の一つであるオリーブについて作物係数を試算すると、水盤灌漑で $K_c = 0.94$ (生育時期により 0.66~1.21)、点滴灌漑で $K_c = 0.84$ (生育時期により 0.66~1.01) であった。すなわち、点滴灌漑による蒸発ロスの削減は、従来の水盤灌漑法に比べて消費水量を約 10%下げる効果が期待される。

3.6 水資源管理に係わる問題点と水利組合・個人農家調査

3.6.1 国レベルの水セクターの問題点

世銀は 2005 年にモロッコ国に対する国別援助戦略を策定した。その中で、水セクターの援助戦略を策定するために、同国の水セクターに関する長期開発プログラムの問題点について、1) 水セクターにおける「良い統治」、2) 上水および経済セクターの水需要への持続的な給水および 3) 持続的な施設の維持およびサービス提供のための施設管理者のパフォーマンスの観点から、表 3.6.1 に示すように分析している。これらに基づき、現在世銀の支援の下で水セクター政策融資事業が実施されている。

3.6.2 調査対象地域における水資源の問題点

(1) 水需給の現状

調査対象地域では、テンシフト川流域に降った降雨を河川水、ダム貯留水および涵養された地下水として利用しており、さらに、不足分を隣接する Oum Er Rbia 流域からの流域外導水で賄ってきた。これらの水資源の利用形態は、ダム水および河川水の地表水として 336 百万 m^3 (36%)、地下水として 505 百万 m^3 (54%)、流域外導水として 101 百万 m^3 (11%) である (1993/94~2003/04 の平均)。調査対象地域の水資源は、地表水、地下水、流域外導水の各形態とも、その供給量は限定されており、水需要を十分に満足することは出来ておらず、農業をはじめ地域の経済活動の制約要因となっている。さらに、限られた水供給と高まる水需要圧力の結果として、地下水への水源依存度が高まっており、過剰揚水に極めて近い状態にある。

(2) 調査対象地域の水資源に係る問題

上述したように、調査対象地域の水収支は非常に逼迫した状況にある。この状態になる原因とそれによって派生する問題を、1) 新規水源、2) 未利用の地表水、3) 地下水過剰揚水、4) 水利用、5) 水資源管理の組織・制度、6) ステークホルダーの関与の観点から、問題系図として図 3.6.1 として取りまとめた。

3.6.3 水利組合・個人農家調査

(1) 調査の目的

水利組合・個人農家調査は、ハウズ平野における主要な水利用者である水利組合および農家の活動状況を調査するとともに、生産者の営農や水利用に関する意向を把握し、本調査で提案する地下水管理（地下水、表流水、灌漑など）に関する各施策の検討の基礎資料とすることを目的に実施した。

(2) 調査手法

水利組合・個人農家調査は、ABHT および ORMVAH、マラケシュ・シシャワ県 DPA の協力の下、マラケシュ、ハウズ、El Kelaâ des Sraghna、シシャワ県全域に渡り、実施された。

調査実施の手順は下記のとおりである。

第 1 段階： 調査実施方針の確定

C/P との調査実施方針・調査項目に関する協議、アンケート調査票の作成、調査 TOR およびガイドラインの作成

第 2 段階： 調査実施に関する関係機関との協議・調整（ORMVAH、DPA、ローカルオーソリティ）

関係機関との調査実施に係る協議（目的・調査内容・調査手法の説明）、調査対象水利組合（AUEA）および農家の選定、調査プログラムの作成、調査実施方法に関する協議、調査実施許可の取得

第 3 段階： 調査員および関係機関スタッフに対するトレーニング

調査実施方法の研修（2 日間）、実施準備（調査票印刷、選定水利組合・個人農家とのアポイントメント）

第 4 段階： 調査実施

調査は 3 チーム編成（各チーム調査員 2 名）で実施した。

調査は 12 日間に渡り実施された。

- 1) ORMVAH 管轄地域 8 日間（AUEA 19 団体、個人農家 39 軒）
- 2) マラケシュ DPA 管轄地域 2 日間（AUEA 6 団体、個人農家 12 軒）
- 3) シシャワ DPA 管轄地域 2 日間（AUEA 3 団体、個人農家 10 軒）

第 5 段階： 調査結果の集計と分析

(3) 調査の実施

調査対象の水利組合（AUEA）および個人農家は、地理的分布、組合規模、面積、活動タイプ、農業用水の利用形態に応じて選定された。アンケート調査は2006年10月26日から11月10日（12日間の実施）にわたり、調査票を用いたインタビュー形式により実施された。実施したアンケート調査数は、水利組合（AUEA）が28組合、個人農家が58軒、計86である。各県ごとのアンケート調査の実施数を表3.6.2に示す。

調査内容が水に焦点を当てていることから、大多数の調査対象水利組合・農家からは当初警戒感が高く、必要な情報の入手が困難なことが予想された。このため、アンケート開始前に農家に対して調査の目的（水資源管理に関する対策の検討に必要な情報の収集と水管理に対する意見徴集）を十分に説明し、警戒心の払拭に努めた。

水利組合(AUEA)調査項目

I. 概要	設立年月日、組合の目的、組合員および加盟資格、組合理事会メンバー、組合所管面積、組合内規、総会開催状況（開催頻度、協議内容、議事録の有無）、組合員の土地所有形態、組織運営上の問題点
II. 生産活動の状況	生産品目・面積・生産量、栽培方法と灌漑技術、農業用施設、農業実施上の問題点
III. 組合財政状況	財政状況（組合員による会費、歳出、借入金等）、総会における会計報告
IV. 水関連法制度の知識	水利用と管理に関する法律、特に水法（loi 10-95）に関する知識、水関連法制度に対する意見
V. 行政との関わり	内容、頻度、行政サービスに対する期待
VI. 資金融資資源へのアクセス	外部支援：金額および内容 農業信用金庫：金額および融資の内容
VII. 水資源管理	水利施設（水路、セギア、井戸、ポンプ、灌漑システム）、取水・利用水量、農業用水管理システム、水料金の内容と支払い状況、水管理に関する問題
VIII. 水資源の管理と利用に関する意見	過去と現在の水資源状況（水資源に関する認識）、水資源管理への参画に関する意識・意欲、実践されている節水手法

個人農家調査項目

I. 概要	家族構成（性別、年齢、職業、学歴）、土地所有タイプ、土地の入手形態、日常生活上の問題点、家庭内での意思決定
II. 収入および支出	年間収入および支出、取水・揚水にかかる支出
III. 生産活動の状況	生産品目・面積・生産量、栽培方法と灌漑技術、農業用施設、農業実施上の問題点
IV. 水関連法制度の知識	水利用と管理に関する法律、特に水法（loi 10-95）に関する知識、水関連法制度に対する意見
V. 行政との関わり	内容、頻度、行政サービスに対する期待
VI. 資金融資資源へのアクセス	外部支援：金額および内容 農業信用金庫：金額および融資の内容
VII. 水資源管理	水利施設（水路、セギア、井戸、ポンプ、灌漑システム）、取水・利用水量、農業用水管理システム、水料金の内容と支払い状況、水管理に関する問題
VIII. 水資源の管理と利用に関する意見	過去と現在の水資源状況（水資源に関する認識）、水資源管理への参画に関する意識・意欲、実践されている節水手法

(4) 調査結果

1) 農業活動における問題点

水利組合・個人農家から寄せられた農業活動に関する問題点を下表に示す。低い農業生産性や農業インフラ・資機材の不足、農産物販売価格の低下と生産コストの高騰など、本調査対象地域における農業を取り巻く環境は厳しく、かつ多様な問題を抱えている。

農業活動を行う上での主要な問題点

水利組合			個人農家		
順位	問題点	%	順位	問題点	%
1	生産物販売価格の低下	89.3	1	低い収入	91.4
2	灌漑用水量の不足	85.7	2	種子・苗木価格の高騰	82.8
3	低い収入	82.1	3	農機具の不足	82.8
4	降雨不足	82.1	4	生産物販売価格の低下	81.0
5	種子・苗木価格の高騰	78.6	5	灌漑用水量の不足	79.3
6	貯蔵手段の不足	78.6	6	収量低下	77.6
7	生産物運搬手段の不足	78.6	7	貯蔵手段の不足	75.9
8	農機具の不足	75.0	8	生産物販売機会の不足	74.1
9	収量低下	75.0	9	生産物運搬手段の不足	70.7
10	技術研修の不足	75.0	10	灌漑コスト高	69.0
11	生産物販売機会の不足	71.4	11	灌漑インフラの不足	65.5
12	灌漑インフラの不足	67.9	12	財政源（融資・補助金）の不足	65.5
13	財政源（融資・補助金）の不足	64.3	13	降雨不足	63.8
14	栽培技術・知識の不足	57.1	14	技術研修の不足	63.8
15	行政機関による技術指導不足	50.0	15	栽培技術・知識の不足	56.9
16	灌漑コスト高	46.4	16	行政機関による技術指導不足	51.7

（水利組合 28、個人農家 58、合計 86 サンプルにおける割合%、複数回答）

水利組合、個人農家別にみると、水利組合では灌漑用水量の不足や降雨不順などの灌漑に関する問題や生産物販売価格などの共同で行う作業に関する問題点を指摘している。一方、個人農家では、種子・苗木購入価格の高騰や農機具の不足など、農業経営に直結する問題を重視している傾向にあった。

灌漑コストについては、水利組合では46%とそれほど負担には感じられていないのに対し、個人農家にとっては70%近くが負担に感じている結果となった。これは、水路やセギアの維持管理を担う水利組合と利用料金を支払う義務を有する農家の認識の違いによるものと考えられる。

2) 水利組合の活動状況

調査対象の水利組合（AUEA）の活動状況については、ほぼ全てのAUEAにおいて組合内規が制定されており、組合総会も開催されているとの回答であった。しかしながら、2005年以降に組合総会が開催されたケースは15組合であり、半分の組合が定期的に総会を開催していないのが現状である。

組合費の徴収・積み立てを行っていない水利組合は全体の43%にあたる12組合にのぼっている。また、組合費徴収を行っているという回答している16水利組合のうち、5組合で組合費の未払い者が多いことを問題点に挙げている。

組合員への情報伝達が行われていない（2例）、組合総会や水利施設維持管理作業の組合員の参加が少ない（5例）、組合員間の対立（2例）などの指摘も多く、形骸化もしくは活動の停滞しているAUEAが多い。

3) 水資源の現状に対する利用者の意識・意見

水法（Loi10-95 sur l'eau）に関する知識の有無について、水法に関する知識があるとの回答は、僅か16%という結果となっている。

水利組合・個人農家共通して最も多くの利用者から問題として挙げられたのが、灌漑用水量の不足（84.9%）であり、次いで水利施設の維持管理が困難（77.9%）、水路・セギア灌漑網の不備（末端まで灌漑網が整備されていない）（66.3%）、揚水に必要な燃料費調達が困難（65.1%）、井戸水位の低下（57.0%）、水料金の支払いが困難（53.5%）の順となっている。

水利組合および個人農家別にみると、個人農家では、利用者の個人所有である井戸の水位低下や点滴灌漑設備の不足が水利組合と比較して大きな問題として認識されている。他方、水利組合では、維持管理の一端を担っている水路およびセギアの整備不備が水量不足、水利施設の維持管理が困難に続いて主要な問題として挙げられている。

所有農地面積別に水資源の利用・管理に関する問題点としては、所有面積が大きくなるに従い水量不足や井戸水位の低下、揚水に必要な燃料費の調達が困難となるなどの問題が増加となる傾向にあった。これは、農地面積拡大に伴い灌漑必要量を充足するだけの水量の確保が困難となり、その不足分を地下水に求めているが、過剰揚水による地下水低下を引き起こしていることを示している。

一方、農家規模の縮小に伴い、灌漑設備の不備や点滴灌漑を中心とする適切な灌漑手段の不足の問題が増加しており、財政能力の乏しい小規模農家にとって灌漑インフラへの投資が困難であることが分かる。

上述のハウズ平野の水資源管理・利用に関する問題を踏まえて、何らかの対策が必要であるかという質問に対して、回答した個人農家では81%、水利組合代表者では96%が、何らかの水資源の管理対策を講じなければいけないと回答している。水利組合と個人農家では、水資源問題への危機意識に温度差が見られる。これは、水利組合は行政機関との接触機会が多いことから水資源に関する情報に触れる機会が比較的多いのに対し、個人農家レベルにまで水資源の現状に関する情報が十分に伝達されていないことが、危機意識の差となっているものと考えられる。

対策を講じなければならない理由としては、節水や灌漑用水の効率的な利用、灌漑コストの削減による農業生産性の向上、といった農業生産増大および利用者負担減少の観点からの理由が多い。一方、水資源保全の観点から対策を講じる必要があると回答した利用者は約15%に留まっている。

利用者の考える水資源の利用・管理の問題に対する対策として挙げられているのは、灌漑インフラの整備拡張や地下水源の更なる開発、利用者の便益（揚水用燃料費の支援や水料金値下げ）が多く、利用者側からの節水努力や過剰な水利用の自主規制などの水資源保全に主眼を置いた提案は少ない。これは、灌漑用水量の不足や地下水位の低下を水資源に関する問題として挙げている反面、水資源の減少・枯渇に対する利用者の危機意識が希薄であることを示している。

4) 水料金に関する利用者の意識

i) 水路・セギア利用料金に関する支払い意思

水利組合では水料金が高いという回答が47%、全体の4分の1近くにあたる21%で高くはないという回答を得た。一方、個人農家では54%の回答者で水路利用料金が高いと回答している。水利の利用料金は、各農家が個別にORMVAHに支払う制度となっており、実際に支払い義務を課せられている個人農家ほど水路利用料金を負担に感じていることが分かる。

水路の水料金の支払意思についての質問に対しては、ORMVAH管轄区では60%から90%の利用者が支払う必要があると回答しているのに対し、セギア・井戸を灌漑用水源とし水料金を支払っていないDPA管轄地域の利用者の間では25%から55%であり、ORMVAH管轄地区の水路利用者に対して著しく低い。

水路利用料金を支払うべきとする理由は、料金を支払いにより灌漑用水の利用が保障されるとする理由が最も多く40%、次いで節水が可能となる、法律によって規定されている義務であるとする理由がそれぞれ27%となっている。

一方、水路料金を支払う必要のないとする理由としては、灌漑用水は農業振興のため政府が保障すべきであるとする理由が37%、灌漑を行うための水利用の権利を有しているが30%、農家自身で灌漑インフラへ投資しており別途水料金として支払う必要はないとの理由が19%、等となっている。

ii) 地下水（井戸）利用料金に関する支払い意思

水料金の課されていない地下水（井戸）利用に対する水料金支払意思に関しては、全調査対象者の約75%が地下水利用への課金に対して否定している結果となっている。

地下水（井戸利用）課金への反対意見は所有農地面積の増大に伴い大きくなり、10 ha以上の農家全てが地下水利用への課金に反対している。一方、5 ha未満の小規模農家では、約45%が賛成意見であった。

地下水利用料金を支払うべきとする理由としては、料金を支払うことによって十分な灌漑用水を確保するが最も多く31%、次いで節水が可能となる（水料金が使用量の抑制因子となることを期待）が28%、法律（水法）で定められているため（19%）、地下水源の保護（13%）となっている。

一方、地下水利用料金を支払う必要のないとする理由としては、水（地下水）は無料であるべきであるとする意見が最も多く38%、次いで地下水料金を支払う金銭的キャパシティがないが26%、農家自身で既に井戸採掘や揚水のためのポンプや燃料費などに投資しており別途水料金として支払う必要はないが21%、水路利用料金や燃料費等の揚水コスト支払いに加えて地下水料金を支払うと利益を得ることが出来ないとする意見が14%を占める結果となっている。

iii) 利用者の水資源管理に対する参画意識

アンケートにおいて、調査団側において現段階で想定したハウズ平野の水資源管理施策に対する個人農家および水利組合の参画意思を聞き取った。

節水に関する啓蒙普及活動に対しては、ほぼ全ての回答者から肯定的な回答（94.2%）が得られている。点滴灌漑導入補助金の強化、新たな耐乾性・高付加価値品目や品種導入による灌漑用水量の抑制に関しても、それぞれ88%の利用者が肯定的な意思を示している。但し、新たな品目・品種の導入に関しては、より高い生産性、収益性が得られることを条件としている利用者が多い。また、水法でも定められている取水・水利用の監視（Police d'Eau）の強化についても、過剰揚水や違法揚水の規制強化によって水の無駄使いを減らし、水資源が保全、持続的に管理されると同時に、公正な水利用が可能となるとして、80.2%の利用者からの賛同を得ている。

一方、水路利用費の値上げについては反対意見が67.4%、地下水（井戸）利用に対する水料金徴収では66.3%、井戸への流量計取り付け義務については57.0%の利用者が施策実施に反対である結果となった。このように、利用者に対して受益者負担を求める施策に対しては、利用者からの反対・反発が非常に大きいのが現状である。

想定される水資源管理施策に対する利用者からの賛同・反対の主な理由

想定水資源管理施策	賛同理由	反対理由
水路からの取水制限	節水・灌漑用水管理が必要である。	現在の水量は十分でない。 取水制限を行うと十分な灌漑水量が確保できなくなる
耐乾性・高付加価値品種の導入	節水のためには必要、但し導入による生産量増が条件。 収量・生産性増大を期待。	知識・普及指導の欠如。
水利費値上げ	生産量が増大し、十分な取水が得られる場合。	既に水利費負担は大きい。
井戸建設・取水制限	地下水の過剰揚水を抑制するため	農民は地下水利用の権利を有する
井戸への流量計取付	取水量を明らかにし地下水の過剰揚水を抑制するため。	井戸は個人財産であり、既に稼働するための投資を行っている。
井戸水利費徴収	水法 10-95 で規定されている。	井戸は個人財産である。井戸稼働の投資を行っている、井戸水利費を支払うと利益が得られない。
取水・水利用の監視強化	公正な水利用のため、過剰揚水の抑制、正しい水管理。	
点滴灌漑補助金助成強化	節水・農業生産改善を可能とする。	-
節水啓蒙	節水技術や水管理の知識の習得。 水資源の現状に関する情報は皆無。 啓発活動は水資源管理に有効である。	-

3.7 マラケシュの処理下水の再利用

3.7.1 マラケシュの下水および排水の現況

(1) マラケシュの下水および排水システム

マラケシュの下水道システムは、いわゆる合流管であり、雨水および住宅並びに建物からの汚水の両方を鉄筋コンクリート管で集水している。集水された下水は Azib Ayadi、El Azzouzia および Issil の 3 ヶ所でテンシフト川に放流され水質汚濁の原因となっている。下水管の総延長はおよそ 1,400 km あり、106,000 ヶ所で接続され市の 82% をカバーしている。

現在マラケシュには下水の処理施設はないが、市の西方およそ 25 km の所で ERAC²⁴ の民間住宅開発区域においてコミュニティーにより下水処理施設が運転されている。

マラケシュ下水道施設整備プロジェクトは 1998 年に開始された。プロジェクトは下水処理場の建設並びに既存下水道の改善および遮集管路の敷設により下水を集水し下水処理場まで送水するシステムを含む。プロジェクトは EU 復興・開発銀行の融資を受けており、建設工事が 2006 年 8 月より開始された。その下水道施設の概要は後述する。

(2) 総下水・排水量

流量観測資料は入手できなかった。消費水量の 80% が下水道に流入し、下水道に接続されている割合が 82% と仮定すると、テンシフト川に流入している下水量は 62,000 m³/日と推計される。

日平均水消費量－2005 年	: 94,800 m ³ /日
下水発生量	: 76,000 m ³ /日
テンシフト川への流入下水量	: 62,000 m ³ /日

(3) マラケシュ下水システム建設計画

下水システムの開発プロジェクトは RADEEMA により実施されている。工事は Azib Ayadi のテンシフト河岸での下水処理場の建設並びに既存下水道の改善および遮集施設および下水送水管路の建設を含むものである。プロジェクトはフランスの DEGEAMONTE とモロッコの SOGEA グループに 2004 年に実施された。建設工事は 2006 年の 8 月に開始されている。建設工事の内容は下表のとおりである。

²⁴ Etaolissement Regionale o Arrangement et de Construction

マラケシュの下水道施設建設工事の概要

下水道施設計画能力	
日平均処理水量（乾期流量）	90,720 m ³ /日
夏期処理水量（日最大処理水量）	117,936 m ³ /日
最大処理水量	184,896 m ³ /日
降雨時流量（湿潤期流量）	9,828 m ³ /時（2.73 m ³ /秒）
下水処理工程	
第一期（2007）	沈砂除去－最初沈殿池－滅菌・消毒－放流
第二期（2012）	沈砂除去－最初沈殿池－生物処理（曝気）－最終沈殿池－消毒－放流
建設費（第一期）	
建設工事（18ヶ月）	190 百万 Dhs
運転・維持管理（5年間）	20 百万 Dhs
資金提供機関:	EU 復興・開発銀行 RADEEMA（50%）並びに BEI（50%）

この下水処理場に加えて、RADEEMA は、マラケシュ市南部でもう 1 箇所の下水処理場（処理能力 37,000 m³/日）を計画中であるが、具体的な実施計画は未定である。

(4) 調査対象地域のコミュニティの下水システム建設計画

ONEP はコミュニティの下水道施設整備を実施している。ONEP が実施している下水道整備計画は調査対象地域内で 10 ヶ所ある。現段階で ONEP は民間コンサルタント企業に計画、設計を発注しており、実施計画はコミュニティが 30%の工事金額の負担の同意により開始される予定である。下水道施設整備を予定されているコミュニティは下記のとおりである。

- | | | |
|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| (1) Ait Ouir (Al Haouz) | (2) Amiz Miz (Al Haouz) | (3) Ghmate (Al Haouz) |
| (4) Tahanaoute (Al Haouz) | (5) Tamesloht (Al Haouz) | (6) Chichaoua-center (Chichaoua) |
| (7) Imintanout (Chichaoua) | (8) Tammelalt (El Kelaa Des) | (9) Sidi Zouine (Marrakech) |
| (10) Tnine Laudaya (Marrakech) | | |

3.7.2 処理下水の再利用の可能性

(1) 処理下水の水質並びに再利用の可能性

マラケシュ下水処理場は 2 期に分けて建設される。第一次処理では最初沈殿池で主に懸濁物質（SS）の除去を図り、66%の除去率で SS を 200 mg/l 以下に落とす。生物処理プロセスおよび最終沈殿池が第二期工事で建設され下水中の有機物の分解により BOD5 を 25 mg/l 以下にする計画となっている。

第一次処理のプロセスの処理水の SS および BOD5 の濃度レベルはまだ高い値で、下水の再生水の利用を考慮するには腐食性がありすぎる。第二期の処理水は許容できるレベルとなり、造園地用の灌漑または同様なレベルの水利用に期待できる。

公共下水道への産業用水の混入は有害物質による汚染の原因となる可能性があり水の再利用に対して好ましくない条件となる。予備処理の規制を監督官庁が排出者に義務付け、公共下水道に接続する前に許容できるレベルまで有害物質を除去する処置をすべきである。

(2) 下水処理水再利用の経済的可能性

下水再生水の利用先への送水方法が経費と経済性を考慮することが再生水の計画を実施するための重要な要因となる。

3.8 水収支解析

3.8.1 過去の水収支計算

(1) 過去に実施された水収支計算

最初に地下水収支の計算が行われたのは70年代初期であり、中央ハウズ平野と東部ハウズ平野を対象としてであった。この地域を対象として、年間280百万 m^3 が流入し、同じだけの量が流出しているとされた²⁵。この時は、地下水利用量は160百万 m^3 /年と見積られ、残り(120百万 m^3)は帯水層から河川への流出と考えられた。このモデルは、最近メジャット平野へと拡張されるとともにテンシフト川流域に限られ、70年代初期には、テンシフト川流域には年間410百万 m^3 の地下水流入があり、地下水利用は160百万 m^3 で変わらず、差し引き250百万 m^3 が帯水層から河川への流出とされた²⁶。

最新の地下水モデルは、テンシフト川流域の帯水層を対象として2004年に作られた24。同モデル(以下「2001年モデル」)の概要を図3.8.1にまとめる。これは2000/01農業年について検討し、年間425百万 m^3 の地下水への総流入量に対し、地下水から704百万 m^3 の流出があるとした。この流出の主要な部分は地下水揚水量(509百万 m^3 とされているが、正味の実利用量は346百万 m^3 となる)であり、河川への流出量は186百万 m^3 とされた。この地下水収支では、この期間(2000/01)で279百万 m^3 の赤字(流出超過)となっており、この超過分は地下水貯留量の減少でまかなわれていることになる。

ABHTは2004年に、年平均の地下水収支を計算した。2001年モデルとの違いは、川沿いの浸透量を65百万 m^3 とした点で、これは2006年には94百万 m^3 と修正されている²⁷(2001年モデルでは2百万 m^3 しか見ていない)。また、帯水層への横方向の流入量を17百万 m^3 と限定した点である。

(2) 過去の水収支計算の問題点

これらの計算は、それぞれ異なった仮定を含んではいるが、ほぼ同じオーダーの結果が得られている。すなわち、地下水実利用量が1972年の160百万 m^3 から、2002年にはおよそ2~3倍の値(300~450百万 m^3)となり、概略の流入量は約360~425百万 m^3 /年となっている。しかし、まだ明確になっていない点も残っている。

実利用量、とりわけ農業灌漑の利用量はまだ正確であるとはいえない(± 80 百万 m^3)。

灌漑水需要の降雨によってまかなわれる割合を、もっと正確にする必要がある。一般的な評価方法では、降水量の72~92%(年平均に換算して270~340百万 m^3 となる)と推定されるが、これは従来のモデルでは無視できると考えられていた。

降水の直接流入量が不明確である。2001年モデルでメジャット平野だけに直接流入が考慮され

²⁵ Bernert G., Prost J-P (1975), Le Haouz de Marrakech et le bassin du Mejjate in Ressource en Eau du Maroc Tome 2, Plaines et bassins du Maroc Atlantique. DRE, Rabat

²⁶ Etude de synthèse hydrogéologique pour l'évaluation des ressources en eau souterraine du bassin hydraulique du Tensift. (2004) ANTEA-ANZAR for ABHT

²⁷ Alimentation en Eau Potable et Industrielle de la Ville de Marrakech, April 2006, ABHT Internal document

た理由がはっきりしていない。河川流出量および横方向の流入量も最適化してゆく必要がある。

許容地下水位低下量の設定。地下水位の低下は帯水層からテンシフト川への流出に大きな影響を与え、河川の流量に変化を及ぼし、河川環境およびその生態系に悪影響を与える可能性がある。同時に、既存の揚水システムへの経済的影響（低下に伴う揚水コストの上昇、井戸の掘削深度増大の必要など）、および水質変化の可能性も検討すべきである。

地下水位変化の将来予測は、現状の経済・生産活動を保ち続けるという前提で予測される水消費量の変化を基に行い、水資源量や周辺環境への影響を検討する。また、地下水揚水の規制、地下水涵養、処理水の涵養、灌漑技術の向上などの水資源保全活動などの効果についても検討されるべきである。

3.8.2 地下水モデルの構築

数学的モデルを使った地下水流動シミュレーションにより、地下水位の将来予測と開発計画の影響予測を行い、これをステークホルダーミーティングやマスタープラン、アクションプランの作成に活用した。

最新の既存地下水シミュレーションモデル（2003年）は、GMS-MODFLOWソフトウェアにより構築された。同モデルではいくつかの問題点が指摘されているが、主要な問題点は、200~250百万 m^3 と想定されるアトラス山地からの側方流入（前節参照）が17百万 m^3 と低く見積もられていること、計算上の都合から帯水層の底面高さが人為的に50m下げて設定されていることの2点である。このため、本調査では、新たに地下水シミュレーションモデルを構築することとした。

本調査のモデルは、今後地下水シミュレーションの主流になると考えられている、有限要素法を使ったFEFLOWソフトウェア（WASY Program）により構築された。現時点では本モデルでは2,335節点と4,486エレメントで構成されるが、これはモデルの検定仮定において必要に応じて適宜追加・修正されるものである。図3.8.3に本モデルのメッシュ図を示す。

以下に同モデルの概要を整理する。

(1) モデル境界と帯水層形状

本調査で構築するモデルの境界は、東部ハウズ地区（テンシフト川流域外）を除くハウズ帯水層として設定した。両者の間にはピエゾ水頭の起伏（no flow limit）が見られ、東部ハウズ地区は残りの帯水層とは別扱いされるべきものである。（図3.8.2）

本調査で構築したモデルでは、先のモデル（2003年）では含まれていなかった、1972年の水理地質図（Bernet, Boudon and Prost）で示されたJ. Timrar山地（Guemassa地区）の南部に位置する部分をモデルに組み込んでいる。これにより、モデル範囲は帯水層の北西境界が路頭したジュラ紀石灰岩を含むテンシフト河岸まで拡大され、不明確であったピエゾ水頭を河床高さを使って明確に設定することが可能となる。

本モデルでは、帯水層上面はSRTM90デジタル標高モデルの地表高によりセットした。また、帯水層の底高さは基盤図データベース（ABHT）により作図した（図3.8.4）。本モデルでは、モ

デル範囲をセクターに分割し、基盤図から読み取ったセクター内の最低深度でセクターごとの帯水層底高さを設定した。また、各セクターについては、それぞれ一定の透水係数を与えている（(3) 透水係数の検定を参照）。本調査ではピエゾ水頭の観測点数が少なくエレメントごとの透水係数検定が行えないため、節点ごとの底面設定は行っていない。

(2) 境界条件

現時点のモデルは、3.3.3 節で示した流入・流出量に基づいている。設定した境界条件は概略以下の通りである。

- 帯水層の地表面に降った降雨の 4% が直接浸透し地下水涵養に貢献する。（マラケシュ市域を除く）
- 地下水の灌漑用途での揚水量は 3.4.2 節で示したとおり。
- 主要な個別井戸はマラケシュ上水用の井戸である。
- 帯水層から河道への流出は地表高により推定する。（標高は 1:50,000 地形図による）
- 河道及び主要セギアからの浸透は流量の 25% 相当と仮定する。（セギアからの浸透も河道からの浸透に含めて計算する）
- 固定水頭条件：
 - Lalla Takerkoust ダム（貯水池の平均水位）
 - シシャワ地区の主要湧水
 - Jbeliat 及びアトラス山地からの帯水層への流入地点

(3) 透水係数 (K) 検定

透水係数 (K) 検定は定常流状態で実施した。3.3.2 節に示したピエゾ水頭の観測結果より、1997-1998 年は定常状態であると判断され、また 1998 年 9 月～10 月の地下水位観測が検定対象として利用可能である。この地下水観測では ABHT の間の観測網に加えて帯水層の境界近辺の 2 地点でも観測が行われており、利用可能である。検定対象地点は全体で 96 地点である。各検定対象地点の標高は 1:50,000 地形図から読み取った。このため、検定対象地点の標高及び観測されたピエゾ水頭の精度は最大で 15 m 程度の誤差を含む。

これら 96 カ所の検定対象点を使い、モデルの透水係数 (K) 検定はセクターごとに実施した。本モデルでは 81 セクターを設定し、各セクターは一つ以上の検定対象点を含んでいる。検定結果の精度は図 3.8.5 に示したとおりである。

この時点でのピエゾ水頭のシミュレーション結果を図 3.8.6 に示す。なお、この時点では本モデルの検定は、非定常状態の貯留係数 (S) 検定を行う前段階である。

3.8.3 地下水収支の現況

第一段階として計算された流入量、流出量（3.2 節および 3.4 節）を基本として、過去 10 年間の地下水収支の検討を行った。この評価では、すべての余剰水は、一年以内に河川へ流出すると仮定しているが、これは帯水層の空隙率を考えると実際とは異なっていると思われる。また、帯水層貯留が減少している場合は、河川への流出はないと仮定しているが、これは流入の超過や流

出の超過が地域的に（限られた範囲では）起きている可能性があることを考慮していない。（2001モデルでは、279 百万 m³の流出超過となっているにもかかわらず、河川への流出が生じていることを示している）。

表 3.8.1 に示された数字は、2001 年から測定されている地下水位の低下傾向と一致していると考えられる（3.4.2）。これはまた、空隙率を 1.5%（これは Bernert and Prost 24 により示された 1～8%の間にある）とした場合の 1998 年と 2002 年の間に観測された帯水層厚の減少とも一致している。

3.8.4 水需要

テンシフト川流域の地表水資源ポテンシャルは表 3.8.2 に示したとおりである。シシャワ川合流点より上流部が調査対象地域に関わる地表水資源ポテンシャルであり、1970～2002 年の平均で 668 百万 m³（流域外導水を除く）と 968 百万 m³（流域外導水を含む）と推定される。この値は、1935～1997 年のデータに基づいて算定された総合水資源開発計画（2001）の推定値の 93～95%に相当する。

実際の地表水資源の利用状況は表 3.8.3 に示すとおりであり、流域外導水を含めて 400 百万 m³と推定され、これが現時点での利用可能水量と考えられる。流域外導水に関しては、計画値の 300 百万 m³に対して現実には平均で 100 百万 m³程度となっている。

地下水資源に関しては現時点で「利用可能量」を議論するのは困難である。3.4.2 節で述べたとおり、調査対象地域での現在の地下水揚水量は 334 百万 m³（1993/94～20003/04 年平均）と推定される。

これらをあわせて、現時点での水資源の利用総量は、735 百万 m³程度と想定される。

(1) 灌漑における水需要

灌漑における水需要は 3.5.1 (3) 節で議論されたとおり、以下のように整理される。なおこの水需要予測は、現状での水利用が継続した場合を想定しているもので、節水灌漑等の導入については評価していない。

灌漑における水需要の評価（百万 m³）

	現 況	将来（2020 年）
灌漑水需要	1,061	1,459
灌漑水需要（最大需要ケース）	1,260	1,720

(2) 上水道の水需要量

表 3.8.4 はマラケシュおよび ONEP の水道施設のある 11 コミューンならびに地下水シミュレーション区域内に位置するそれ以外の 41 コミューンにおける現在および将来の上水道の水需要の推計結果である。総水需要量は表流水ならびに地下水水源の合計取水量として推計されている。

現段階での上水道で要求される取水需要量は 2005 年の 69.2 百万 m³/年間から 2020 年の 89.4 百万 m³/年間と増加する。

(3) ゴルフ場の水需要量

調査対象地域には、現在3カ所のゴルフ場（Marrakech Royal Golf Club、Amelkis Golf Club、Palmeraie Golf Club）が存在し、合計2.5百万m³/年間の水を利用している。認可済みの新規ゴルフ場プロジェクトとして、3ヶ所のゴルフ場がロカド水路および地下水の取水をORMVAとABHTから許可を受けている。3ヶ所のゴルフ場で取水許可を受けた水量は合計で3.92百万m³/年間である。さらに、5グループによる新規計画が申請されている。要請されているロカド水路および地下水からの取水量は合計で7.85百万m³/年である。将来におけるゴルフ場の取水量は新規プロジェクトの申請が許可されると14.27百万m³/年間となるものと見込まれる。この他にも多くのゴルフ場建設計画が存在するが、ここでは、4ゴルフ場について合計5.2百万m³/年間の将来水需要に計上した。ゴルフ場に関する水需要予測を以下のとおり設定する。

ゴルフ場の水需要の予測

	現状	2008年までに完成	2010年までに完成	2015年までに完成
ヶ所数	3ヶ所	3ヶ所	5ヶ所	4ヶ所
需要量	2.5百万m ³ /年間	3.92百万m ³ /年間	7.85百万m ³ /年間	4.2百万m ³ /年間
合計	2.5百万m ³ /年間	5.5百万m ³ /年間	14.3百万m ³ /年間	19.5百万m ³ /年間

(4) 総水需要

これまでに整理された現況および将来の水需要を整理すると以下のとおりである。

水需要予測の取りまとめ

(単位:百万m³)

項目	現況水需要	現況潜在水需要	2020/21年における水需要	2020/21年における水需要(最大需要)
水需要	1,147	1,544	1,389	1,588
1.灌漑	1,061	1,459	1,260	1,459
(1) ORMVAH	835.6	1,158.0	960.8	1,158.0
1) GH	242.2	370.9	242.2	370.9
2) PMH	593.4	787.1	718.6	787.1
(2) DPA Marrakech	51.8	69.2	69.4	69.2
(3) DPChichaoua	173.7	231.5	229.3	231.5
2.上水	76.5	76.5	100.3	100.3
1) Marrakech : RADEEMA	58.9	58.9	77.3	77.3
2) ONEP給水区域の11コミュン	3.5	3.5	4.7	4.7
3) 地方部: ONEP給水区域以外のコ	14.1	14.1	18.4	18.4
3.その他(都市部)	9.2	9.2	28.8	28.8
1) ゴルフ場	2.5	2.5	19.4	19.4
2) その他(緑地、ホテル)	6.7	6.7	6.7	6.7

3.8.5 利用可能水量

テンシフト流域水資源総合開発計画(2001)では12の新規ダムサイトが検討され、そのうち7ダム(総開発水量約200百万m³)について2011年までに建設することが提案された。2.2.4節で述べたとおり、Wirganeダムは既に着工されており、また、最新情報としてTaskourtダムの来年早々の着工が決定された。しかしながら、残りのダムサイトについては現時点で目処が立っていない。総合水資源開発計画で提案されたダム計画について、その後の状況を表3.8.8に整理した。

モロッコでは、北部地域からラバト、カサブランカ、マラケシュへの大規模流域外導水のアイデアが議論されているが、現時点ではアイデアの段階である。水利施設管理局(DAH)ではこの

アイデアのコンセプトを取りまとめるための予備的調査として、「Lokous、Law および Sabou 流域から南部流域への流域外導水計画調査」と題された調査が開始される予定である。

海水の淡水化とハウズ平野への導水のアイデアも考えられるが、短・中期的には現実的ではない。

(1) 現況水利用の評価

全セクターの水需要および地下水揚水量の推定を含めた利用可能水資源の検討の結果、1993/1994～2003/2004 年の水収支は表 3.8.7 のとおりになる。水収支の全体像を理解するためにこの期間の平均値で整理すると、下表のとおりである。調査対象地域における全水利用は 942 百万 m³ と推定され、このうち 93%を灌漑が、また残り 7%を他のセクターが使用している。利用水源に関しては、調査対象地域では 54%を地下水に依存し、流域内の地表水が 36%、Oum Er Rbia 流域からの流域外導水が 11%である。

調査対象地域における水収支(1993/94～2003/04 年平均)

(単位：百万m³)

供給量			使用量		
ダム水：Lalla Takerkoust ダム (Mouay Yossefダムの一部含む)	135	14.3%	灌漑	880	93.3%
河川水	201	21.4%	上水	55	5.8%
流域外導水（ロカド水路によるOum Er Rbia流域からの導水）	101	10.7%	その他（都市）	8	0.9%
地下水揚水	505	53.6%			
合計	942		合計	942	

(2) 降水量

ハウズ平野およびテンシフト川流域の平均降水量は以下のとおりである。灌漑水需要の評価等を行うための計画降水量として、1970/71 年～2005/06 年平均を採用し、ハウズ平野の平均降水量を 281 mm と設定する。

流域平均降水量と確率降水量

期間	ハウズ平野		テンシフト流域	
	1970/71-2005/06	1991/95-2005/06	1970/71-2005/06	1991/95-2005/06
面積 (km ²)	6,124		19,800	
平均降雨 (mm)	281	272	288	281
確率降雨 (mm)				
1%	83	75	98	85
2%	106	98	120	108
5%	141	133	154	142
10%	172	164	183	173
20%	209	201	219	210
50%	281	272	288	281

(3) ダム水

1) Lalla Takerkoust ダムおよび Wirgane ダム

Lalla Takerkoust ダムの計画供給量として、計画値の 82 百万 m³ を採用する。各セギアへの配分計画は 2001/02～2005/06 平均を採用する。また、2008 年の Wirgane ダム完成後は、新規追加分

として 17 百万 m³を見込むが、この新規開発水量は全て上水用とする。

2) Taskourt ダム

Taskourt ダムは 2007 年から建設が開始されており、2010 年に完成予定である。計画供給量は 24 百万 m³/年間であり、用途は灌漑用水として計画されている。同ダムの水源は 2010/11 年より利用可能となると想定する。

なお、同ダムを水源とする灌漑農地は、JICA 地方水資源開発計画フィージビリティ調査では 4,500 ha と計画されているが、灌漑整備計画は確定しておらず、現在 DPA シンチャワにより調査が実施されている。この灌漑整備計画は既存セギアシステムの水源転換が基本であり、新規農地開発は考慮しない。

3) Moulay Youssef ダム

Moulay Youssef ダムは Oum Er Rbia 流域に位置するダムであるが、Upper Tessaout 灌漑区の水源として、ハウズ平野に位置する GH セクター (Skhirat および Bouidda セクター) に灌漑水を供給している。Moulay Youssef ダムから Upper Tessaout 灌漑区への供給量の平均値 154 百万 m³/年間 (1990/91~2004/05 年) のうち、面積案分して 30%に相当する 46.2 百万 m³/年間がハウズ平野に於いて使われると想定する。

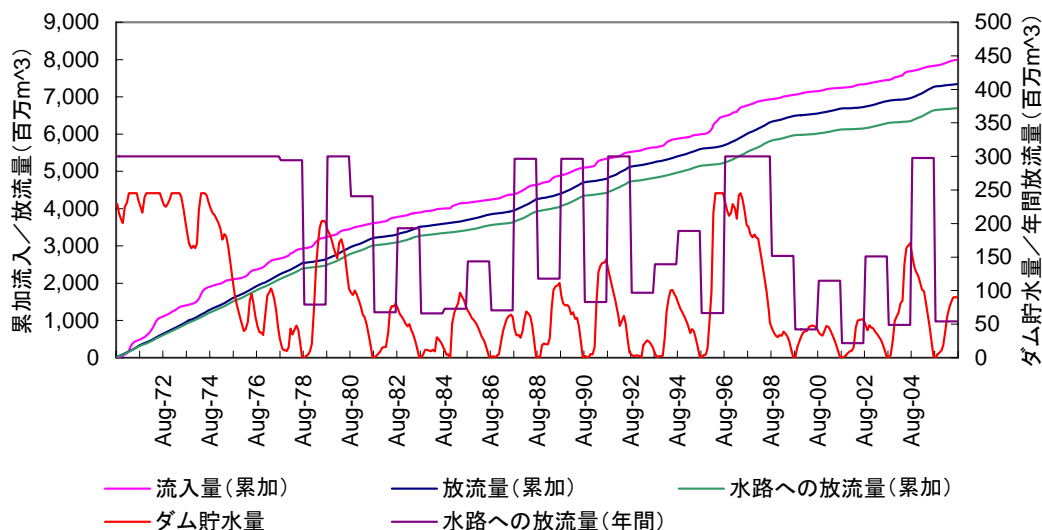
(4) 河川水

セギア取水からの灌漑用水量は、セギア取水地点での観測データが整理されているが、全てのセギアについて定期的に観測されているわけではないことから、現実の取水量との間には差があると予想される。ここでは、ABHT が整理したインベントリー調査の結果に基づき、各河川の 1985 年~2001 年平均の取水量をセギアからの利用可能水量として採用する。なお、実測データのないシンチャワ川および Assif El Mal 川流域のセギアに関しては、他のセギアでの取水率から推定する。また、Taskourt ダムの完成後は、Assif El Mal 川から取水するセギアは、全て同ダムから供給を受けるものとする。

(5) 流域外導水

流域外導水の水源として、ロカド水路からハウズ平野への供給量を設定する。

Hassan 1 ダムおよびロカド水路のシステムが運用開始されたのは 1988/89 年で、実績の供給量はそれ以降しかデータがないことから、過去のダム地点の流出量を元に簡略化したダム収支の経年変化を試算し、可能供給量を試算した。結果、ロカド水路の期待取水量として 1970/71~2005/06 平均で 186 百万 m³、1981/82~2005/06 平均で 146 百万 m³、1991/92~2005/06 平均で 152 百万 m³を得た。1970 年代の豊水期を境に、特に 70 年代後半 (1997/78 年頃) から流出量が減少している。このため、70 年代前半以前の流出量で Hassan 1 ダムの可能放水量を推定するのはリスクがある。このため、1991/92~2005/06 年の実績取水量の平均を基本に 146 百万 m³を計画流量とする。ロカド水路の計画流量はテッサウト下流+El Kelaa 上水を除いたハウズ平野への導水量として 120 百万 m³/年と設定する。



Hassan 1ダムの簡略化したダム収支の経年変化の試算

(6) 地下水

ハウズ平野における過去の地下水の揚水実績は、1993/94年から2003/04年の間で274百万m³/年から750百万m³/年で、平均で505百万m³/年である。地下水の利用可能水量は、第4章で検討したシナリオに基づくシミュレーション解析の結果を反映して、持続的な地下水利用を達成できる揚水量水準として564百万m³と設定した。(後述する拡大対策シナリオにおける2020年での地下水揚水量)

(7) 利用可能水量の整理

以上の利用可能水量の検討結果は下表のように取りまとめられる。

利用可能水源

(単位：百万m³)

水 源	期 間	
	2008/09	2010-2020
1. 表流水	518	522
(1) ダム	145	169
1) Lalla Takerkoustダム	82	82
2) Wirganeダム	17	17
3) Taskourtダム	0	24
4) Moulay Youssefダム ^{*1}	46	46
(2) 河川 (セギィア)	252	233
(3) ロカド水路によるOum Er Rbia流域からの導水 ^{*2}	120	120
2. 地下水	564	

注：*1：SkhratとBouida地区の一部のみを考慮した。

*2：送水ロス(年間6百万m³)を見込んで年間流量を114百万m³と推定した。

*3：利用可能な地下水量はシミュレーションの結果に基づき決定した。