

モロッコ王国
エネルギー・鉱物・水資源・環境省 (MEMEE)
テンシフト流域水利公社 (ABHT)

モロッコ王国
ハウズ平野総合水資源管理計画調査
最終報告書

平成 20 年 3 月
(2008年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

委託先

株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル

環境

JR

08-043

為替レート (2007年5月)

US\$ 1.00 = DH 8.060

DH 1.00 = US\$ 0.124

US\$ 1.00 = Yen 121.84

序 文

日本国政府は、モロッコ王国政府の要請に基づき、ハウズ平野総合水資源管理計画にかかる開発調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成18年9月から平成20年12月まで、株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルの松本計司氏を団長とし、同社から構成される調査団を現地に派遣いたしました。

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

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

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

平成20年3月

独立行政法人国際協力機構
理事 松本 有幸

独立行政法人国際協力機構
理事 松本有幸殿

伝達状

今般、モロッコ王国における「ハウズ平野総合水資源管理計画調査」が終了し、ここに最終報告書を提出することができることを喜びといたすところであります。

本報告書は、日本国政府関係省庁および貴機構からの計画策定に関する助言や提言、ならびにモロッコ王国政府関係機関とのドラフトファイナルレポートに関する討議やコメントなどを反映させ、調査対象地域のハウズ平野における総合水資源管理に関するマスタープランを取りまとめたものであります。

現在、ハウズ平野では農業の近代化、観光開発ならびに都市人口の急増に伴い水需要が増大しています。加えてテンシフト川流域では、地球規模の変動に伴い、流域全体での降水量の減少が見られています。このような状況の下、もともと降水量が少なく地下水資源に大きく依存している同地域での水資源収支は極めて厳しい状況となっています。このような中、持続的な水利用を確保し地域の安定的な発展を実現するためには、利用可能な水資源量を考慮した総合的な水資源管理が必要となり、そのためのマスタープランの策定が求められております。

本報告書で提案いたしましたハウズ平野の総合水資源管理マスタープランは、その実施により同地域の生活と経済活動の基盤となる水資源の効率的な利用とハウズ地下水盆の保全が実現し、地域のさらなる発展に貢献することとなります。また、カウンターパート機関であるテンシフト流域水利公社に対して計画策定手法の技術移転を実施いたしました。これらの手法を他の流域水利公社と共有することにより、モロッコ王国の同様の問題を持つ地域において総合水資源管理計画を策定することが可能となり、同国における持続的な水資源管理に貢献出来るものと確信しております。

本報告書で提案いたしましたマスタープランが一日でも早く実現することを心から望むものであります。

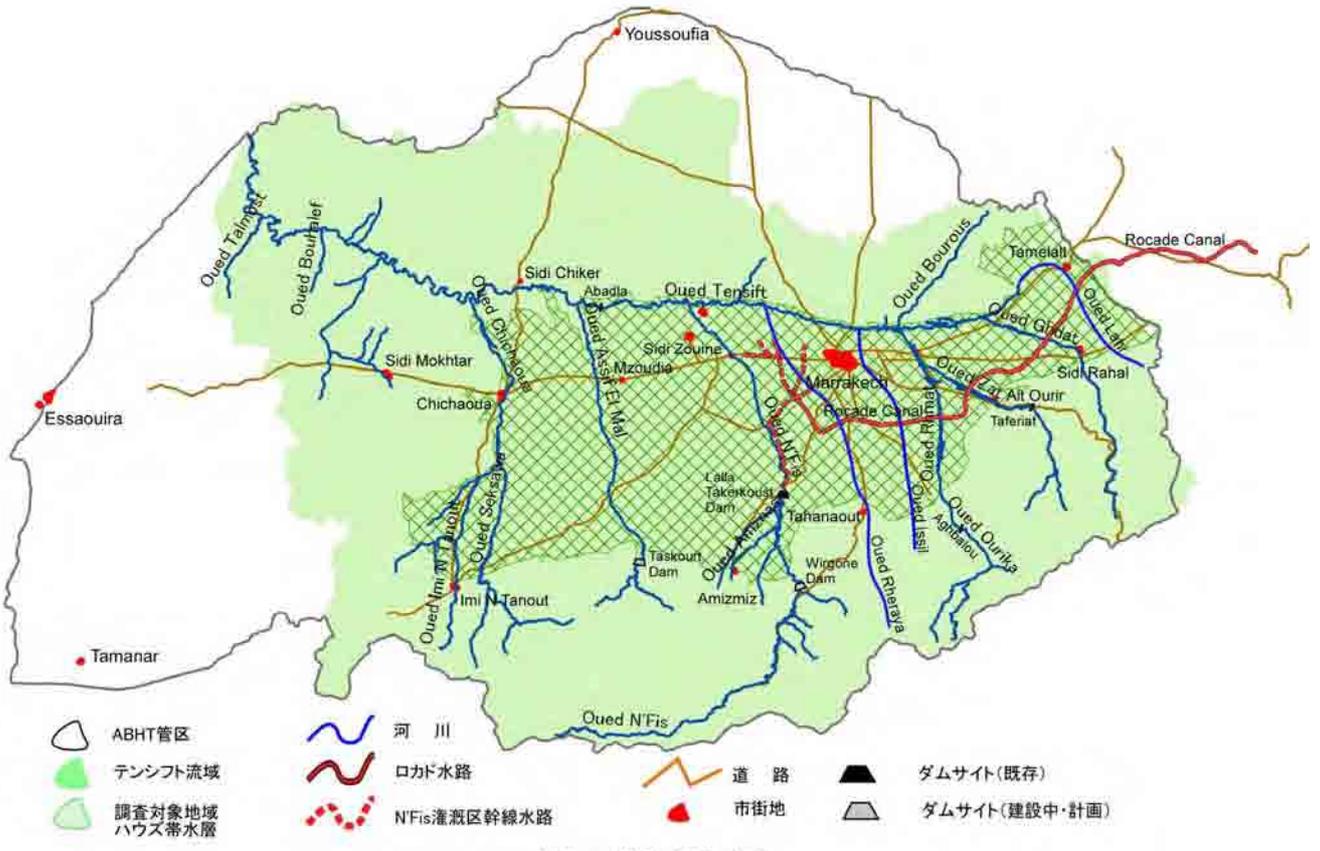
最後に、本調査の実施に対し、積極的なご支援とご協力を賜った貴機構、外務省、国土交通省、国際協力銀行、モロッコ王国政府、テンシフト流域水利公社および関係機関の担当諸官に対し、ここに深甚な謝意を表する次第であります。

平成20年3月

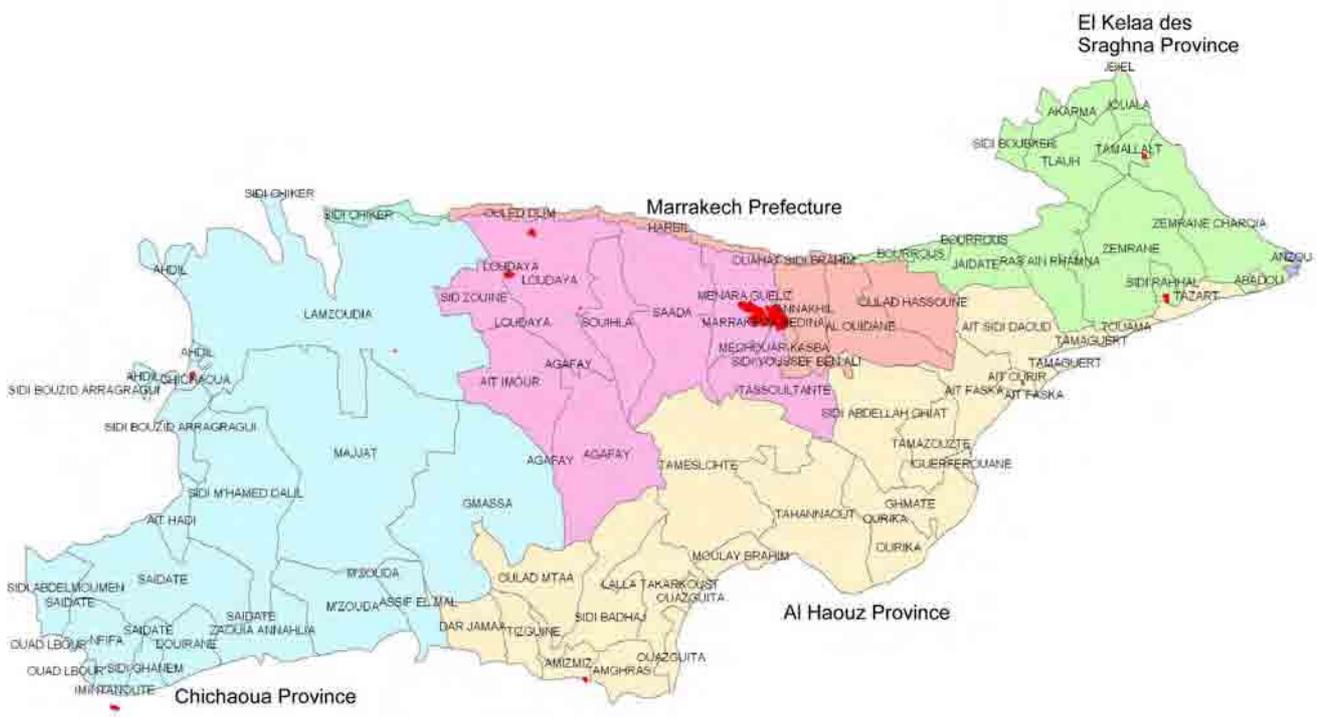
モロッコ国ハウズ平野総合水資源管理計画調査
調査団長 松本 計司



調査対象地域位置図



テンシフト流域及び調査対象地域



ハウズ平野の県及びコミューン境界図

	
<p>調査対象地域の状況（１）</p>	<p>調査対象地域の状況（２）</p>
	
<p>調査対象地域の状況（３）</p>	<p>調査対象地域の状況（４）</p>
	
<p>雨季のテンシフト川</p>	<p>ハッターラ跡</p>
	
<p>土水路</p>	<p>コンクリート水路</p>



アトラス山脈（水源地域）



ララ・タケルクストダム



ロカド水路



オリーブ農園



オリーブの実



オリーブ農家



水盤灌漑の状況



点滴灌漑の状況



点滴灌漑用のフィルタ



点滴灌漑による野菜栽培



マラケシュ近郊の浄水場



マラケシュ市内の緑地



調査対象地域内のゴルフリゾート



下水放流口



建設中の下水処理場



水位計設置作業



地下水位データの抽出



補足的水質調査



GTZ プロジェクトとの調整



ステークホルダー会議（1）



ステークホルダー会議（2）



ステークホルダー会議（3）



カウンターパートとの協議



ミニッツ署名

要 約

第 1 章 序 論

1.1 調査の背景

ハウズ平野は、モロッコ国中西部のテンシフト川流域に位置し、年平均降水量 160～350 mm に対して年平均蒸発量が 2,640 mm に達する乾燥地域である。テンシフト川流域では、地球規模の気候変動に伴い、流域全体で降水量の減少が見られる。また、ポンプを使った近代的な灌漑の普及や都市人口の急増による水需要の増大により、地域の水資源管理は極めて厳しい状況となっている。元来ハウズ平野は地下水に対する依存度が高い地域であるが、近年、大規模な灌漑農業や観光業による地下水需要の増加に対応する為、地下水の揚水が増加している。この結果、近年地下水位の低下が著しく、早急な対応が求められている。

このような状況の下、モロッコ国政府は 2003 年 9 月に日本国に対して、ハウズ平野における有効な水資源利用計画の策定を目的とした「ハウズ平野総合水資源管理計画調査」の実施を要請した。これを受け、JICA は 2005 年 9 月に事前調査団を派遣し、本開発調査の実施に係る S/W に合意し、本格調査の実施となった。

合意された S/W に基づき、PCI の松本計司を団長とする JICA 本格調査団が 2006 年 9 月から 2007 年 8 月まで本調査を実施した。本報告書は、この調査結果をまとめたものである。

1.2 調査の目的と調査対象地域

調査の目的は、以下のとおりである。

- (1) ハウズ平野の総合水管理戦略を提言した上で、総合地下水管理計画（マスタープラン）を策定し、当該平野の限られた地下水資源の有効利用および保全のための実効性の高いアクションプランを策定する。
- (2) 上記マスタープラン策定の過程で、関連諸機関・対象関係団体との協議・参加を図り、水資源・水利用に関する問題点を共有化し、テンシフト流域水利公社（ABHT）の行政執行能力向上の素地を醸成する。
- (3) マスタープラン策定と調査活動を通じた技術移転により、ABHT 担当職員の主に地下水モニタリング、解析に関する技術向上を図る。

調査対象地域は、テンシフト川の上流部に位置するハウズ平野である。総面積は約 6,000 km² であり、約 161 万人が居住している。

1.3 調査の内容

調査の内容は、1) 調査対象地域の現状を把握し、将来予測を行い、総合水資源管理の戦略を策定する。2) 総合地下水管理のマスタープランを策定する。さらに、3) マスタープランを基にアクションプランを作成する、の 3 段階に分けられる。

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

(1) 行政

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村に行政区分されている。

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) 社会経済概要

2004年のモロッコの総人口は2,989万人である。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。最近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。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。

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。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。

(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。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「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を強化するために策定された。

(4) 公共機関の民営化と機構改革

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。モロッコにおける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。

(5) 環境関連法および政策

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。

- 環境の保護と開発に関する法律 (Law No. 11-03)
- 環境影響評価法 (Law No. 12-03)
- 大気汚染規制法 (Law No. 13-03)

(6) モロッコの水資源開発

モロッコの年平均降水量、蒸発量は1,500億 m^3 、および1,210億 m^3 と推定されている(FAO)。つまり290億 m^3 の水が利用可能な水量となり、開発可能水量は200億 m^3 のうち160億 m^3 は地表水、40億 m^3 が地下水である。

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 m^3 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 m^3 (開発可能水資源の65%)が開発された事となる。

(7) 水資源管理政策と法制度

水 法 (Law No. 10-95)

1995年9月に制定した水法は、今後の水資源開発の大きな指針となるものである。同法は13章、123条で構成されている。

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しての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、流域水利公社、ONEP、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。

(8) 流域水資源開発計画

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（この計画には流域の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ものとされている。

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。

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 2005 年から 2009 年までの期間で、水セクターのガバナンスと運営の改善、水資源管理体制の改革、および灌漑事業運営体制の改善と灌漑効率の向上を目的とした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。

(9) 水関連機関

国土整備、水、環境省（MATEE）（2007 年 10 月からはエネルギー・鉱業・水・環境省(MEMEE)）

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。

1) 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。

2) 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。

3) 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。

主な任務は：全国の飲料水給水計画、飲料水生産設備の調査・建設・運営管理、飲料水の配水管理および要請市町村における下水処理業務管理、水質検査および給水に資する水資源の保護、水質監視に関する技術協力。

RADEEMA はマラケシュ市での給水、配水、下水処理管理を任とする。

4) 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。

農業・農村開発・漁業省 (MADRPM) (2007 年 10 月からは農業・漁業省(MAPM))

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

1) 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。

2) 地域農業開発公社 (ORMVA)

DPA に加えて、ORMVA が全国 9 ヶ所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

(1) 一般

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 250~800m の約 6,000km² のハウズ平野である。中心都市はマラケシュである。

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。

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。

(2) 自然条件

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 550m ほどの地点から 3/1,000 ほどの傾斜で標高 250m 程度となる西へ向かって流れている。

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。降雨は南部および南東部のアトラス山脈沿いに多く分布し、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。

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。

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。

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。

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。

Jblit 山地：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。

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、裂罅が発達している個所がある可能性はある。

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アトラス山麓から Rehamna 丘陵にかけては 541,000ha およぶ常緑の檜林（Aghana, Thuya, Red Juniper, etc.）が広がる。

マラケシュ・テンシフト・ハウズ州の土壌は Jibilet とアトラス山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 Kelaa de Sraghna の北部に見られる Rendzinas、Yermosols、Xerosols（FAO。現地名“Biad”）、および 3) 地域のおよそ 10% を占め、河川沿いの一部とアトラス山麓に見られる Hach と呼ばれる未生成土壌

(3) 社会経済状況

社会経済

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。

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。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。

農業

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 26,825ha のうち、5ha 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。調査対象地域の主要農産物は穀物（小麦・大麦）および果樹である。

1990 年 12 月 21 日に制定された農業用水利用者組合法（Loi No.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。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。

観光

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。

(4) 水利用状況

水関連機関

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。

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。

主な任務は：全国の飲料水給水計画、飲料水生産設備の調査・建設・運営管理、飲料水の配水管理および要請市町村における下水処理業務管理、水質検査および給水に資する水資源の保護、水質監視に関する技術協力。なお、マラケシュの ONEP 地域局は同地域の ONEP を代表する組織である。

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。

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。

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 年に上水の配水および電気の供給サービスのために設立された。

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。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。

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。

2) 新規ダム計画

Wirgane ダム：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。

Taskourt ダム：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 への安定的な灌漑用水供給および上水供給を目的としている。

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 m^3 （計画値）の流域外導水を行うための水利施設である。水路の総延長は 120 km で $20 m^3/s$ の流下能力を有する。

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。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。

上水道

マラケシュには地下水資源と表流水から上水のために $3,000 l/s$ （未処理）の供給が可能である。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。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。

ONEP のテンシフト地域事務所では管轄区域内で 55 ヶ所のコミュニティに水供給を見行っている。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。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ニティに給水している。

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。調査区域の農村集落の人口は 2005 年でおよ

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。

灌 漑

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。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。三つの灌漑区のうち、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。

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。

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。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) 他の社会施設

マラケシュ・テンシフト・ハウズ州の道路網の全長は 4,938km で、うち 63%が舗装されている。州の鉄道網の全長は 171km 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、Marrakech – M nara 空港と Essaouira 空港の 2 空港が位置している。

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

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。

3.2 地表水資源の現況

(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。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により運用されている。

(2) 流出量

テンシフト川流域の有効流出量は、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 と算定されている。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。

(3) ダム水源

ロカド水路の総送水量は年間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る必要がある。

(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 m^3 が伝統的セギアにより取水されている。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。

(5) 堆砂

テンシフト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。N'Fis川のLalla Takerkoustダム地点での年間土砂流出量は240 ton/km²と推定されており、これは同ダムの貯水容量を毎年0.8百万 m^3 減少させており、同ダムの貯水容量は1981年の72.5百万 m^3 から2002年には56.1百万 m^3 と、約20%の減少となっている。

(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流を流域に持ち、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 m^3/s 、Rheraya川のTahanaout水文観測所では680 m^3/s の流量を記録している。この洪水による被害は70MDH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整備を実施している。

(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2004/5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。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。

3.3 地下水の現況

(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。

(2) 地下水位と水質

2001年から、多くの観測井で、一年に1mから場所によっては10m以上の大きな水位低下が見られる。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と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）として200～1,600百万m³という大きな数字になる。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。

地下水水質試験はABHTにより生産井および観測井戸について定期的に行われている。総数2,349の井戸の地下水水質検査結果から得られた結果はほぼ良好であるが、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) 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にまとめる。

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%
	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。

3.4 調査対象地域における地下水利用

(1) 井戸本数の推定

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に地下水の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、予測できるだけである。

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。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。

(2) 農業灌漑用の地下水揚水量

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/year 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。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。

GH 地区、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。GH 地区の平均耕作物水需要量は、6,300 m³/ha/year と見積られる。地下水利用量推定では、穀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。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、年降水量から有効雨量を計算した。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流域へ分流されている表流水量を見積った。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。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。

(3) 上水道のための地下水利用量：

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。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。

(4) 畜産のための地下水利用量

ORMVAH統計によれば116,000の畜牛と599,000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。

(5) 都市部での地下水利用

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

3.5 灌漑の現況と節水灌漑

(1) 灌漑の水需要

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175,704ha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6,300ha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182,023ha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

灌漑水需要は将来の、灌漑面積を現況の需要面積175,704haから2020年で203,377ha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182,023haから2020年で209,696ha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

(2) 節水灌漑

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。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。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。

3.6 水利組合・個人農家調査による調査対象地域の水問題

本調査で実施した水利組合・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)

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。

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。

3.7 マラケシュ市の処理下水の再利用

(1) マラケシュ市の下水および排水の現況

マラケシュの下水および排水システム

マラケシュ市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。

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。

マラケシュ市の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 年に授与された。建設工事は 2006 年の 8 月に開始されている。

(2) 処理下水の再利用の可能性

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。

3.8 水収支解析

(1) 過去の水収支計算

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 m³が流入し、同じだけの量が流出しているとされた。

最新の地下水モデルは、テンシフト流域の帯水層を対象として 2004 年に作られた。これは 2000/01 農業年について検討し、年間 425 百万 m³の地下水への総流入量に対し、地下水から 704

百万 m³ の流出があるとした。

(2) 地下水モデルの活用

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。

(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だろう。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）。

(4) 現況水需要

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、調査対象地域における全水利用は 735 百万 m³ と推定され、このうち 92% を灌漑が、また残り 8% を他のセクターが使用している。利用している水源としては、調査対象地域は 45% を地下水に依存し、流域内の地表水が 41%、Oum Er Rbia 流域からの流域外導水が 14% となっている。

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

項 目	現況水利用	現況潜在 水需要	(単位:百万m ³)	
			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コミュニン	3.5	3.5	4.7	4.7
3) 地方部: ONEP給水区域以外のコミュニン	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

(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。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。

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、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の推定 (93/94~03/04 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	

また、利用可能水量は以下のように整理される。

(単位:百万m³)

水 源	期 間	
	2008-2009	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。

3.9 ハウズ平野における地下水シミュレーションとゾーニング

(1) ハウズ平野における地下水シミュレーション

ハウズ平野において将来的に利用可能な水資源量を推定するために地下水シミュレーションを行った。シミュレーションの実施にあたっては以下の二通りのシナリオを設定した。

現状継続シナリオ: 現状での水利用が継続し、対応策が取られない状態を設定する。

最大需要シナリオ: 危機的な状況として、各セクターが必要な水を 100%使うケースを設定する。

検討したシナリオについて、そのシミュレーション結果の総括として各指標を以下に示す。

シミュレーション結果の総括 (2006/07~2020/21)

		現状維持 シナリオ	最大需要 シナリオ	
地下水に係る指標	"Change50"地域 (ha)	29,000	97,000	
	地下水収支 (百万m ³)	全期間	-1,310	-3,440
		2006/07	-39	-126
		2020/21	-121	-263
平均地下水深: 現状41.4m (経済インパクト 百万 dh)		41.4 (4,673)	48.4 (9,459)	
経済に係る指標	帯水層枯渇範囲 (ha) (経済インパクト 百万 dh)	9,100.0 (448)	44,000.0 (2,166)	
	枯渇する井戸の本数 (経済インパクト 百万 dh)	1,805	6,883	
		(253)	(964)	
	失業者数	4,306	20,821	

(2) 地域別地下水管理の特性と対応策

ハウズ平野の地下水を管理するに当たっては、帯水層全体を考慮したグローバルな水収支に関する視点と、各地域における帯水層の性質や置かれている状況（危険度）、地下水が持つ社会経済的位置づけ、地域ごとの需要や利用形態などの局所的な水利用に関する視点の二つが必要である。地下水管理の種々の活動を計画するにあたり、これらの地域特性を考慮しながら、地域の優先度を設定し、効果的な対策を選定するとともに適切な水管理を実施する必要がある。このための地域区分を、以下に示す考え方で整理し、ハウズ平野を大まかにゾーンとして区分する。

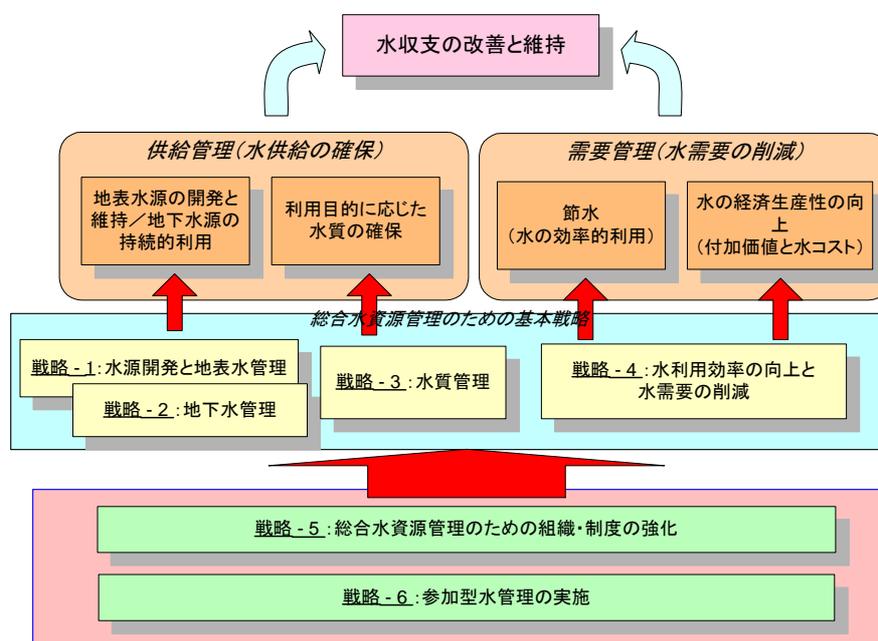
マラケシュ上水道水源井戸地区	マラケシュ上水道の水源井戸の集水エリアの範囲は、どのシナリオでも地下水位の変動による境界の大きな変化はない。N'Fis 井戸群の集水域は N'Fis 川沿いに南に広がり、Amizmiz にまで達する。Issil、Aguedal、Ourika、Menara および Drain 井戸群は一つの集水域と考えられ、これは Tahanaout の南部にまで広がる。これらの2つの集水域はマラケシュ上水にとって戦略的な地域として位置づけられ、水質の観点および水量の観点から保全されなければならない。
マラケシュ市および周辺部	マラケシュ市および周辺部での地下水開発は、過去10年間顕著であった。さらに、15ヶ所のゴルフ場開発による19百万m ³ /年を越える水需要が予想されることや、庭園やプールを備えるホテルが毎年相当数建設されていること、主要道路での灌漑緑地の増加、数多くの個人井戸の建設等により近い将来、需要量は顕著な増加が見込まれる。
N'Fis 左岸下流 PMH 灌漑区(特別危険地区)	今回検討したどのシナリオにおいても、N'Fis 左岸下流 PMH 灌漑区は特別危険地区に分類される。シナリオ条件によりその幅は異なるが、この地区のほとんどは劇的な地下水位の低下が認められ、地下水の枯渇に至ることが予想される。
危険地区の灌漑区	向こう15ヶ年の間に地下水位低下が予想される地区は多く、特に地下水が農業に利用されている地域では揚水能力に関して危険地区に分類される。実際、顕著な地下水位の低下が認められた場合、農業セクターは大きな経済的なマイナスインパクトを被ることになる。ハウズ平野の下流に位置する PMH 灌漑区も危険地区に分類される。現状水準での地下水利用が継続した場合（現状継続シナリオ）、この危険地区は、Assif El Mal 川からマラケシュ西部まで広がる。
その他の灌漑区	以上述べた地域以外でも、ハウズ平野では向こう15ヶ年の間で年間0.1mから0.5mの水位低下が発生することになる。今回検討したシナリオでは、どのケースにおいても地下水の低下が予測される。

第4章 総合水資源管理戦略の検討

4.1 総合水資源管理戦略

総合水資源管理は、ハウズ平野において持続的な水利用の実現を図ることを目的とする。水資源の供給量が限定されているハウズ平野において水利用の持続性を確保するためには、現在揚水過剰にある、もしくは極めて近い状態にある地下水収支を回復することが最優先課題となる。水需給バランスは、供給側（水源側）と需要側（利用者側）の双方からアプローチすることが必要である。すなわち、水資源の視点からは、地下水を保全しながら利用する、水資源の最大限の活用とともに水質の確保が求められる。その一方で、水利用者の視点からは、利用可能な水資源量に応じた水利用を達成することが求められる。

水需要を抑制し利用量を削減するためには、あらゆるセクターでの最大限の節水努力が不可欠である。水利用の無駄をなくし、蒸発による損失を削減することで、全体水収支の改善に貢献する。需要削減は利用者の痛みを伴うものであることから、水需要の削減を現実的なものとするためには、節水を水利用の効率性と水の付加価値生産性の二つの視点を組み合わせることが求められる。これらの基本的な考え方にに基づき、本管理戦略では、右図に示す6つの基本戦略を設定する。



総合水資源管理のための6つの基本戦略

4.2 地表水源開発および地表水管理戦略

(1) 水源開発に関わる戦略

既存施設の改修

新規水源の開発可能性が極めて限られているハウズ平野では、既存の水資源を適切に維持し、持続的に活用していくことが重要となる。

- Lalla Takerkoust ダムの機能維持
- 河川水の有効利用

新規水源の開発

新規ダム水源の開発計画は多くあるが、実施中および実施が決定されたのは 2 ダム（Wirgane ダムおよび Taskourt ダム）だけであり、流域総合水資源開発計画（2001）で計画された新規ダム計画の多くは、技術的・社会経済的理由から実施の目処が立っていない。このため、流域内での新規ダム開発によるハウズ平野の水収支の改善は、短・中期的には期待できない。

(2) 地表水源の積極的利用に関わる戦略

地下水の人工涵養

地下水はモロッコ国内の水供給ポテンシャルの重要な一部を担っており、地下水人工涵養は自然河川の表流水を貯留して、地下に浸透させて地下水量の回復を図るいわば、表流水と地下水の総合的な水資源管理と位置づけられる。なお、人工涵養施設の設置箇所は、河川状況等に大きく制約される。人工涵養による涵養量の増加は地域的な地下水位の回復に貢献することが期待される。

水源地域の保全

多量の水資源を必要とする都市部や農村地域の上流域の森林での水源涵養機能を高めるために、植林により森林を形成し、複層林や土壌浸食防止事業なども取り入れることである。環境保全や森林保護の関連部局の活動と共同して流域管理を検討する必要がある。

洪水時のテンシフト川下流への流下水の利用

既存ダム施設の機能維持、水源地域の保全による流出の平滑化、河道貯留を利用した地下水人工涵養の推進等の実現により地表水源を積極的に利用することで、テンシフト川を通じて下流域へ流下する水資源を低減することが、ハウズ平野の水収支を維持・改善する。

ウォーターハーベスティング

河川における地下水の人工涵養および水源地域保全に加えて、雨水を効果的に地下水涵養に貢献させるための方策として、集水渠（Dug shafts, tanks）を使ったウォーターハーベスティングを実施する。

(3) 下水再生水の開発

調査対象地域の下水量

調査対象地域において、水使用量の 80%を下水量として推計した結果、2020 年におけるマラケシュの下水量は、年間 45.2 百万 m^3 （日量 124,000 m^3 ）と推計され、全量が再生水として使用できれば新規水源としての期待が大いに高まる。

マラケシュ市の下水道

RADEEMA によるマラケシュの下水道施設整備計画は、90,720 m^3 /日の一次処理の稼動が 2008 年、二次処理の稼動が 2010 年に予定されている。同時に三次処理を行い、再生水をポンプ圧送に

よりテンシフト川河岸のヤシ園および近接するゴルフ場での灌漑用水に利用する計画を進めている。

マラケシュ市周辺の下水道

ONEP が開発計画を推進している地方部の下水処理場は規模が小さく、水質においても再生水として使用される場合には衛生面で問題がある。下水処理水を集約的に利用する計画を策定するには経済的ではない。従って、本調査では地方部の下水処理水の利用を調査対象項目から除外する。

淡水化による水源開発

内陸に位置するマラケシュにとって海水の淡水化により新規水源を求めるには技術的並びに経済的に非常に不利な条件となっている。本調査のマスタープランの目標年次となる 2020 年までの計画策定においては、淡水化による新規水源開発は検討対象から除外するのが適切であると考えられる。

(4) 地表水管理に関わる戦略

河川水利用に関するモニタリング体制の強化

河川水の主たる利用はセギアによる灌漑用水の取水である。水利組合の参加を得ながら取水量のデータを取得・集積していく体制を整備する。さらに、水資源管理者である ABHT がこれらの取水データを迅速に共有する体制を整備する。

水文観測網の強化

現在、ABHT により運用されている水文観測ネットワークは、各小流域からの流出の概況を把握するには十分なものであるが、今後、より精度を高めていく観点から、観測機器の更新（自動観測機器の順次導入）や観測点の補強が求められる。

4.3 地下水管理戦略

(1) 地下水取水施設の登録管理

水は国家的財産であり、公正な配分により万民に利用されるものであるという前提において、ABHT は全ての取水施設・水利用者の情報を入手・整理し管理責務を遂行する必要がある。現状の井戸登録数ならびに登録情報では有効な地下水管理を実行するには情報が不足している。

(2) 科学的手法による地下水利用量の設定

揚水規制が実施される場合、その規制水位・水量、規制期間、規制区域などは科学的手法に基づき設定されるものでなければならない。そのための水理解析に必要な情報は常に最新のもので準備しなければならない。水理地質情報、観測井の水位情報、衛星画像または航空写真等がより精度の高い地下水シミュレーションモデルを構築するための条件となる。水理地質解析の結果から得られる最適のケースによる地下水利用可能量・規制量の設定の後に、試験的揚水規制区域・期間を設け、その期間の水位変動解析・調整を経て本格的な揚水規制に移行することになる。

(3) 地下水の公正な配分のための制度的仕組み

地下水利用状況の把握に基づいてその利用量が設定されると、地下水の公正配分を具現化するための体制が構築され、具体的な取り組みが実施されなければならない。

法制度面からの主な取り組みとしては、実施の法的根拠として必要な法政令の策定と発布や井戸採掘業者に対する採掘許認可制度の導入、ウォーターポリスによる地下水利用監視活動の実施などについて行なわれる必要がある。一方、組織体制面での主な取り組みとしては、地域関係者を中心とする協議体制の構築や ABHT による地下水管理料金の徴収システム構築とその運営管理、地方自治体への地下水管理権限の段階的な委譲と必要な能力強化、ABHT 自体の地下水管理に関する業務量増加に伴う担当部課の新設や人員増強などの行政能力強化などである。

(4) 地下水管理の実施のためのシナリオと地下水管理マニュアル

地下水管理の実施のためのシナリオは、上述の戦略で提示した有効な帯水層管理を確立させるための方策を基本として、平年時および旱魃時の管理について定める。

地下水取水施設登録管理で施設台帳を充実させ、科学的な地下水シミュレーションの実施、水利用可能量の推計、公正な水配分、適正な揚水規制量、年間地下水管理方針等の内容を含め、平年時の地下水利用計画を策定する。年間地下水利用計画は関連機関、水利組合、農民代表の基本的同意により実施する。観測井の地下水位情報により、あらかじめ設定した渇水時地下水位への接近状況を監視することになる。その状況に応じて、揚水規制強化または揚水禁止およびその区域設定が行なわれ、渇水時対策が実施される。

4.4 水質管理戦略

(1) 生活系排水処理の施設建設

マラケシュ市の最初の下水処理場は RADEEMA により現在建設中であり、2008 年には 1 次処理施設が稼動し、2010 年に生物処理を行う 2 次処理施設が稼動する予定である。

地方の下水処理施設は ONEP が施設整備計画を推進している。ONEP により建設された Sidi Moktar の下水処理場は 2006 年 11 月から稼動しているが排水区域の下水管接続率が低く、設計流量の下水流入がないまま運転されている。今後の下水道施設建設においては、Sidi Moktar での実績を十分に加味して推進すべきである。

(2) 工場・事業所系排水処理の施設建設

工場の排水基準は、現段階で、砂糖工場、パルプ工場、製紙・カードボード工場に対して設定されているのみであり、その他の業種についての排水基準は設定されていない。予備処理をしない工場・事業所からの公共水域への放流は禁止する方向での法整備を急ぐべきである。実態調査を行い、工場・事業所に対する排水基準の策定・実施を推進することが今後において必要となる事項である。

(3) その他の排水の水質汚濁対策

土地開発プロジェクトでは流出係数が増加し、結果として雨水流出量が増加する。工事中であれば掘削土の流出により河川濁度を上昇させる原因となる。土地開発プロジェクトにおいては調整池の建設により洪水流量の調整並びに濁質成分の沈殿を行うことを考慮することも議論対象とすべき事項である。

(4) 施設建設以外の手法による水質汚濁物質の軽減

水質汚濁物質の発生量抑制により河川流域での汚濁負荷の減少を行うことを提案する。これは、例えていうならば、環境にやさしい生活形態、事業活動を汚染者に提案し、実践してもらうことである。

(5) 監督官庁・水質汚染者・住民の連携による水質監視システムの構築

水環境保全の関連行政機関および自治体と水利用者、すなわち水汚染者との連携強化により流域の水質監視を行い、かつ、水質汚濁に対処するシステムを構築する。

4.5 水利用効率の向上と水需要の削減戦略

(1) 農業セクターにおける水利用効率の向上と水需要の削減戦略

灌漑水路の改善による送水効率の向上

1) 伝統的セギアの改修

ハウズ平野において伝統的セギアは総延長 1,000 km を越えるが、その 94% は土水路で浸透ロスが大きく、現状で平均 50% 程度の送水効率となっていると推定される。セギアの改修に当たっては、セギアからの地下水涵養の実態を把握・解明し、併せて厳格な地下水利用管理を導入することで、地下水収支への悪影響がないよう配慮しながら進める必要がある。

2) GH セクターでの支線水路の改修

ORMVAH の管理する近代的な幹線水路の分水工以降の水路での損失は大きく、貴重なダム水源を有効利用するためには、分水工から各圃場への支線水路を改修整備する必要がある。圧力送水地区での支線水路のパイプライン化は、後述する点滴灌漑の導入・普及の前提条件となるものであり、灌漑需要の削減効果を最大にするために、点滴灌漑普及計画と組み合わせて実施される必要がある。

節水灌漑の導入による灌漑適用効率の向上

1) 点滴灌漑の導入・普及

灌漑用水量の削減は、灌漑利用水量を減らすことで地域の水収支の改善に貢献するとともに、農業者の灌漑水利費の節減にも貢献する。ハウズ平野における灌漑セクターでの水需要を削減する手段として、点滴灌漑の導入・普及を積極的に推進する。

2) 節水灌漑のための技術情報の集積・発信

節水灌漑を用いた灌漑・栽培技術について、中小規模の農家を含めて広く情報を発信す

ることで、節水灌漑のユーザーにとってのメリットや導入方法・栽培技術を広く認知させ、ユーザーの節水灌漑導入への動機付けを行う。また、灌漑機材や灌漑方法に関する技術情報の蓄積と技術開発、ユーザーへの啓蒙・普及活動を行う。

水の利用価値の向上

1) 水要求量の少ない作物・品種の選定

試験研究機関における作物・品種の選定、現地適応化、栽培技術の開発を進める。

2) 灌漑作物／非灌漑作物の区別

灌漑対象作物を経済的価値の高い物に集中し、穀類、飼料作物等は天水利用を促進する。

3) 利用可能水量に基づいた灌漑計画の実施／圃場レベルでの適正な水配分

水収支の観点から必要であれば水分ストレス(water stress)を前提とした灌漑を考える。

(2) 上水道の水需要削減戦略

上水道施設の漏水対策

浄水量の1/3以上が不明水量となっており、2003年から2005年にかけて、RADEEMAとONEPの水道施設で合計17.8～22.7百万m³の水量が失われている。40%近い不明水量の大部分は配水管網、給水管、水道メータ、給水栓からの漏水と推察できることから、漏水対策を実施し、漏水率を半減させることにより浄水量、取水量を削減する方策は有効な対策となる。

上水道の節水対策

現在のマラケシュの観光ブームを考慮すると、今後において、観光客による水使用量の増加は否めない。ホテルでの観光客に対する節水キャンペーンも重要となる。中・大規模ホテルが積極的に三次処理を行い、再生水をホテル内および近接する街路の造園用灌漑用水として使用することにより上水道使用量を削減できる。水行政側としては、ホテルまたは他の水利用者が再生水処理施設を建設する際には、財政的な特別措置を考慮する必要がある。

その他セクターの節水

マラケシュ市内には、都市公園、緑地帯、街路樹帯などが約400ha (ABHT, 2006)あり、市民の憩いの場となっている。管理は市(Commune Urbaine Marrakech)が担当している。植物の灌水には、主に井戸(地下水)が使用されているといわれる。基本的に公園緑地／庭園植物に対する過剰灌水の配慮は農業生産と同様である。畝間、水盤灌漑やホースによる散水に比べ、点滴やスプリンクラーによる散水の方が節水的といえる。

4.6 組織・制度の強化戦略

(1) 水関連機関の責任分担の明確化と統合化・協調体制強化

ハウズ平野の水資源を持続的に管理し利用するためには、水資源の現状と利用に関するモニタリング・監視体制の構築や節水意識の啓発、利用者の組織化とその強化、節水技術の導入普及などの様々な局面でのステークホルダーの参加が不可欠である。

このため、多様なステークホルダーが関与する水資源の持続的な管理と利用が具現化されるためには、まずは各ステークホルダー自身が水資源の管理と利用に係る各々の役割と責任を明確化し、認識する必要がある。次に、各ステークホルダーの果たすべき役割と責任の下に、水資源の管理・利用に関して協議・意思決定を行ない、具体的な水資源管理活動を実施するメカニズムを構築することが求められる。

(2) 地方政府レベルの水委員会の活性化

水法およびその構成に関する細則 (Décret No.2-97-488、1998 年) において、県水委員会 (CPPE) の設置が明記されている。地域 (県) レベルの関係者による水資源管理体制の構築は、地方自治体を中心とする地域関係者が水資源管理の計画立案とその実施に対して参加する上で極めて重要であることから、CPPE の開催とその活性化を支援し、県レベルでの水資源管理の実施体制を構築する必要がある。

(3) ウォーターポリスの実施強化と県レベルへの権限委譲 (アウトソーシング)

ウォーターポリスによる違法水利用の監視と規制を具現化するためには、まずは ABHT 自身により必要な専従職員の雇用と移動手段が確保され、ウォーターポリス活動を先行して実現することが必要である。ウォーターポリス活動による違法水利用の防止と水資源保護が成果を挙げるためには、地方自治体 (州、県、コミューン) の協力を得ると同時に、地方自治体への段階的なウォーターポリス権限と活動の委譲が不可欠である。

(4) 適切な水費の設定と効率的徴収

水費の設定は、使用量や導入節水技術、その利用による経済的価値などに応じて公正に設定されるような配慮が求められる。例えば、収入の低い小規模零細農家に対して経済的に大きな負担とならないよう、当面は大規模農家と観光セクターを対象に地下水管理への課金を適用し、小規模農家に対しては段階的に地下水管理料金を導入するなどの配慮が必要である。

(5) テンシフト流域水利公社 (ABHT) の財務強化

水法では、流域水利公社の財務資源は、水利用者や DPH 利用者から徴収するロイヤルティ一および公債、政府補助金、贈与、支援などで構成されるとしている。ABHT は独立行政法人として、将来的には独立採算の経営が可能な組織運営が求められており、財務基盤を強化するためには、収入源の確保が一層重要になる。

(6) ABHT の効率的管理能力強化

ハウズ平野の水資源を持続的に利用・管理していくためには、ABHT を中心として関連行政機関やステークホルダーと連携した水資源管理体制を構築することが不可欠である。上述したように、ABHT に対する技術面および行政・組織面からのキャパシティ開発により、水資源管理行政システムが早急に改善、強化されなければならない。

(7) 水法履行の徹底と実効性を高めるために必要な法制度の整備

水利用に関する法律文書は、利用者に対して十分に認識・適用されているとは言えない。

水法の履行を徹底するために、水利用者に対して広く水法と関連する法政令の情報を発信し、水関連の法制度に対する水利用者の認知の促進を図る。同時に水法の履行に必要な法政令の策定と承認を進め、法制度面における整備を進めて行くことが重要である。

4.7 参加型総合水管理戦略

(1) 節水と水資源保全の啓発活動強化

以前より農業や観光セクターを中心とした関係機関による節水キャンペーンが実施されてきたが、それぞれが個別に予算に応じて散発的に実施してきたのが実情である。節水と水資源保全に関する啓発活動は、ABHT と関連機関により検討・策定される情報発信・コミュニケーション計画に基づき、水利用に関する様々なステークホルダーを対象に戦略的に進めていく必要がある。

(2) 水利組合の活性化と能力強化、水管理への権限委譲

農業用水利用者組合（AUEA）は、灌漑用水の配分と農業水利施設の維持管理・保全を主務としており、農業灌漑がハウズ平野の水需要の 93%を占める現況においては、灌漑農業用水の利用と管理の中心的農民組織として、水資源管理に対する AUEA の果たす役割は大きい。節水灌漑農業を推進していくためには、水利用に関する中心農民組織である AUEA が主要アクターとして、水資源管理と節水農業の実践に積極的に参加していかなければならない。そのための AUEA の組織体制、技術面における能力強化が必要である。

(3) 関係者間の地下水管理・利用協定の締結と実施

ハウズ平野の水資源が持続的に管理、利用されるためには、全てのステークホルダーの参加が不可欠である。現在 ABHT が実現を目指している地下水管理・利用協定 (Contrat de nappe) は、地下水資源の利用条件と管理に係る活動を定め、利用者を含めたステークホルダー間の合意に基づいて署名される文書である。地下水利用協定には、実施する活動、実施者、コスト、財政計画とその分担、モニタリング・評価計画が明示される。地下水管理・利用協定を承認し調印することにより、ステークホルダーに対する実施責任と拘束力が発生するため、計画の実現性が高まることが期待できる。

4.8 総合水資源開発・管理のシナリオ

(1) 水資源配分計画

限られた水資源を適切に配分する上で、各セクターの優先度を考慮しながら水配分計画の枠組みを設定し、これを目標値として各セクターの需要削減策を展開する。

上水道は地域住民の生活の基本ニーズを満たすものであるため、その水源は最優先で確保することにする。上水道の水需要は 2020 年で 100.3 百万 m^3 と推定されており、このうち、マラケシュ上水の需要量 77.3 百万 m^3 は概ね 8 百万 m^3 を地下水に、残りの約 69 百万 m^3 をロカド水路および Lalla Takerkoust - Wirgane ダムシステムの地表水を水源とする。コミュニケーションレベルでの地方給水の需要量 23 百万 m^3 はほぼ全量が地下水を水源とするものである。

ゴルフ場の灌漑用水の水需要は現在の2.5百万m³から2020年の19.4百万m³に増加するものと予測される。ゴルフ場の灌漑水需要については、RADEEMAの下水再生水を主たる水源とすることを旨とする。

灌漑用水の水需要は、現状水準で883百万m³であり、2020年には1,046百万m³に増加する。灌漑用水に配分される地表水は2020年で河川・セギアが233百万m³、ダム・流域外導水が210百万m³の合計443百万m³であり、残りは地下水に依存することになる。地下水管理の観点からの持続可能な利用可能量は、地下水シミュレーションの結果より、拡大対策ケースでの地下水揚水量564百万m³を想定した。この地下水管理上の妥当な水準での水利用を実現するために、需要削減を最大限に努力する。

(2) 総合水資源管理のシナリオ

現状維持シナリオ、最大需要シナリオに加え、水収支の改善・維持のためのシナリオ、水資源開発のシナリオおよび水需要削減のシナリオを考慮した総合水資源管理シナリオの検討を行った。検討にあたっては実施される対策のレベルの異なる以下のような2つのシナリオを設定し、それぞれについて地下水位の変動のシミュレーションを行った。

各シナリオにおける設定条件の詳細

	シナリオ			
	現状継続シナリオ	最大需要シナリオ	基本対策シナリオ	拡大対策シナリオ
灌漑面積	40,514 ha	46,883 ha	40,514 ha	40,514 ha
GH	135,190 ha (2006/07年)	135,190 ha (2006/07年)	135,190 ha (2006/07年)	135,190 ha
PMH	162,863 ha (2020/21年)	162,863 ha (2020/21年)	162,863 ha (2020/21年)	(2020/21年まで)
点滴灌漑導入面積				
GH				
N'Fis 右岸地区	-	-	17,500 ha (2011)	17,500 ha (2011)
その他灌漑区	-	-	11,500 ha (2017)	11,500 ha (2017)
PMH	0 ha	0 ha	62,000 ha (2020)	47,000 ha (2020)
作物の水欠乏条件	18%	0%	18%	18%
PMH灌漑区における地下水灌漑の拡大率	2%	2%	2%	0%
地表水の利用可能量 (百万m ³ /年)	501 (2007/08年まで) 518 (2009/10年まで) 522 (2020/21年まで)	501 (2007/08年まで) 518 (2009/10年まで) 522 (2020/21年まで)	501 2007/08年まで) 518 2009/10年まで) 522 (2020/21年まで)	501 2007/08年まで) 518(2009/10年まで) 522 2020/21年まで)
ゴルフ場における水需要	2015年より最大15箇所まで (19.7百万m ³ /年)	2015年より最大15箇所まで (19.7百万m ³ /年)	2014年より下水の処理水 (19.4百万m ³) により対応	2014年より下水の処理水 (19.4百万m ³) により対応
流域平均降雨	282 mm/年	282 mm/年	282 mm/年	282 mm/年
洪水時の河床浸透率	約25%、降水状況により変動	約25%、降水状況により変動	約25%、降水状況により変動	約25%、降水状況により変動
地表水の配分変更	-	-	マラケシュ上水:ララタケルクトダムからロカド水路に6百万m ³ 移動	マラケシュ上水:ララタケルクトダムからロカド水路に6百万m ³ 移動
地下水人工涵養	-	-	4河川で14.3百万m ³	4河川で14.3百万m ³

(3) シミュレーション結果の概要

検討した各シナリオのシミュレーション結果について以下に示す。

シミュレーション結果の総括 (2006/07~2020/21)

		現状維持 シナリオ	最大需要 シナリオ	基本対策 シナリオ	拡大対策 シナリオ	
地下水に係る指標	"Change50"地域 (ha)	29,000	97,000	3,690	-6,214	
	地下水収支 (百万m ³)	全期間	-1,310	-3,440	-696	-289
		2006/07	-39	-126	-35	-35
		2020/21	-121	-263	-70	-21
平均地下水深: 現状41.4m (経済インパクト 百万dh)		41.4 (4,673)	48.4 (9,459)	38.7 (2,385)	37.3 (1,998)	
経済に係る指標	帯水層枯渇範囲 (ha) (経済インパクト 百万dh)		9,100 (448)	44,000 (2,166)	3,714 (183)	3,589 (177)
	枯渇する井戸の本数 (経済インパクト 百万dh)		1,805 (253)	6,883 (964)	414 (58)	283 (40)
	失業者数(人)		4,306	20,821	1,758	1,699

第5章 総合地下水管理マスタープラン

5.1 マスタープランの目的

総合地下水管理計画（マスタープラン）は、ハウズ平野の地下水需給を考慮し、持続的・安定的に住民の生活および農業生産での水資源の利用を保障するために必要な地下水の適切な管理を実現することを主目的としている。

5.2 マスタープランの目標

マスタープランの目標年は、総合水資源管理戦略およびモロッコ国政府が計画している国家水資源計画の目標年を考慮して、2020年と設定する。実施期間は2008年からの13年間であり、一般的な長期計画とはいえない。比較的長期間にわたる事業・活動については、準備作業のための短期目標年として2012年、実事業・活動については中間見直し年として2015年を設定する。ハウズ平野の水収支の改善と維持を実現するために、前章で検討したシナリオ（拡大対策）を具現化する。つまり、目標年の2020までに地下水収支の均衡を達成する。

5.3 マスタープランの目的達成の戦略

本マスタープランは、前章で検討した総合水資源管理戦略に基づき、ハウズ平野の水収支の改善と維持を目標とする地下水管理を中心に構成され、以下を基本方針とする。

- 1) 新規水源開発ならびに地表水管理計画
- 2) ハウズ平野の地下水需給バランスを考慮した地下水利用の規制を含む地下水管理計画
- 3) 水質管理計画
- 4) 適切でステークホルダーの同意を得られる地下水配分および地下水利用計画、水需要削減計画

- 5) 水資源管理運営のための組織制度強化計画
- 6) ステークホルダーの参加による参加型水資源管理計画

マスタープランを構成する要素は、以下のとおりである。

マスタープランを構成する要素

計画分野	プログラム/プロジェクト
新規水源開発および地表水管理計画	地下水人工涵養プロジェクト
	下水再生水開発プロジェクト
	水文観測網補強プロジェクト
地下水管理計画	地下水取水施設の登録管理プログラム
	科学的手法による地下水利用量の設定プログラム
水質管理計画	水質監視プログラム
水需要削減計画	点滴灌漑導入・普及プログラム
	セギア整備と水管理改善プログラム
	節水農業・節水灌漑のための技術情報の集積と発信プログラム
	漏水防止プロジェクト
	節水対策プログラム
組織制度強化計画	ABHT 水資源管理機能強化プログラム
	水法関連法制度整備・強化プログラム
	ウォーターポリス実施強化プログラム
	水費設定とその効率的徴収プログラム
参加型水資源管理計画	水資源管理におけるステークホルダーによる協議・意思決定枠組みの構築プログラム
	水利組合の活性化と実施能力強化プログラム
	節水・水資源保全に係る啓発・コミュニケーションプログラム

5.4 マスタープランの内容

マスタープランを構成するプログラム/プロジェクトは、以下のとおりである。

(1) 地表水源開発および地表水管理計画

地下水人工涵養プロジェクト

実施機関：	ABHT
実施目的：	河道に地表水を貯留して河床の滞水層を通じて、地下水の涵養を行う。
実施プロジェクトの概要：	地下水の人工涵養は、長期的な貯留、地下水位の保持や水位上昇、揚水コストの低減など総合的な水管理を行うことが目的である。地下水の人工涵養には、一般的に実施されている地表浸透があり、これは河道内施設と河道外施設に区分できる。2003年に作成された「Programme de recharge artificielles des nappes (PRN)」では、地表水の有効利用の観点や対象地域の自然条件から河道内施設として、河川に設ける堰を想定している。初めに2010年までに R'dat 川のパイロット事業を実施し、その推移を確認しながら2020年までに Rerhaya、Ourika、Zat 川での本格事業を完成させる
実施費用積算：	合計 106.0 MDH

下水再生水開発プロジェクト

実施機関：	RADEEMA
実施目的：	マラケシュの下水処理再生水を地下水・表流水の代替水源としてゴルフ場・リゾートの灌漑用水として供給する。
実施プロジェクトの概要：	<p>現在、RADEEMA により、マラケシュ市街地から流出する下水の処理施設が計画されている。処理された下水は水質の観点から必ずしも全ての目的に使用することはできないが、水質に見合った適切な用途を設定することにより、重要な新規水源として活用することができる。本プロジェクトの主要な活動は以下のとおりである。</p> <p>a) 第一期再生水利用施設建設工事：8 箇所のゴルフ場に対して灌漑用水推計量 52,600 m³/日を当初の再生水利用計画として実施する。</p> <p>b) 再生水利用将来計画：現在計画として挙げられている以下の 6 事業に対して下水処理水の供給を計画する。</p>
実施費用積算：	合計 636.5 百万 DH

水文観測網補強プロジェクト

実施機関：	ABHT
実施目的：	高アトラスからハウズ平野への流入量の評価精度を高める
実施プロジェクトの概要：	<p>既存の ABHT 水文観測ネットワークは、テンシフト川の主要支川の有効流出量を把握するのに必要な機能を有しており、かつ、観測データが蓄積されてきた。しかし、ハウズ平野の地下水シミュレーションを行う中で、一部、観測されていない小流域からの流出量の把握が、モデルの精度を向上させるために大きく貢献することが判明した。このため、現在観測の行われていない 2 小流域に観測施設を設置し、水文観測網を補強する。本プロジェクトの主要な活動は以下のとおりである。</p> <p>a) 観測地点の選定、b) 水位標の設置、c) 縦横断測量および HQ カーブの作成、および d) 台帳整備、観測員の雇用</p>
実施費用積算：	合計 3.0 百万 DH

(2) 地下水管理計画

地下水取水施設の登録管理プログラム

実施機関：	ABHT
実施目的：	登録により地下水利用実態を把握する。同時に地下水解析の基礎資料とする。
実施プロジェクトの概要：	<p>持続的な地下水資源の利用のためには現況の地下水収支を正確に把握し、その賦存量に基づいた適切な管理を実施する必要がある。現在、井戸の登録制度は存在しているものの、ハウズ平野にある井戸の多くは登録されておらず、揚水量の実態も把握されていない状況である。新規井戸の掘削に際しての登録について水利用者に周知徹底するとともに、既存井戸の登録状況について確認し、未登録のものについては登録を推進する。また、登録に係る ABHT の手続きの効率化および簡素化を図る。本プログラムの主要な活動は以下のとおりである。</p> <p>a) 井戸築造・改造に対する申請・許可・登録の実行、b) 既存井戸登録者・未登録者の井戸台帳整備、c) 井戸利用状況の監視、および d) 井戸以外の地下水取水施設の台帳整備</p>
実施費用積算：	合計 5.7 百万 DH

科学的手法による地下水利用量の設定プログラム

実施機関：	ABHT
実施目的：	地下水解析結果を基にした地下水利用可能量、揚水規制水位、規制量の設定。
実施プロジェクトの概要：	<p>地下水の持続的利用を実現するためには、現況の地下水収支を正確に把握し、持続可能な範囲の中で利用可能な地下水量を設定し、それ以上の揚水を規制する必要がある。本調査においてもシミュレーションモデルをもとに地下水収支の状況を推測しているが、より精度の高い推測を行うためには種々の調査を通じたさらなるデータ収集と解析が必要である。これらの情報をもとに科学的な見地から利用可能な地下水量を設定する。本プログラムの主要な活動は以下のとおりである。</p> <p>a) 上流側帯水層の新しい水理地質データの蓄積、b) 農耕地情報の蓄積、c) 新しい水理地質資料の蓄積、d) 水位資料の蓄積、e) 地下水利用資料の蓄積、f) 職員の増強および地下水解析のための能力強化、g) 科学的地下水解析の実施、h) 地下水揚水可能量、揚水規制水位、揚水規制量の設定、および i) 地下水管理マニュアルの作成</p>
実施費用積算：	合計 18.2 百万 DH

(3) 水質管理計画

水質監視プログラム

実施機関：	ABHT
実施目的：	様々な水利用目的を満足させる水質維持のための監視
実施プロジェクトの概要：	<p>地下水の時速的利用を実現するためには水資源の量のみならず質についても適切に管理していく必要がある。ハウズ平野全体の水資源の水質の状況を把握するために、適切な測定箇所的位置および数を再考する。また、これらの測定地点をもとにした新たな水質監視計画を策定し、その体制の整備を進める。本プログラムの主要な活動は以下のとおりである。</p> <p>a) 水質監視地点の再検討・地点選定、b) 水質監視改善計画の策定、c) 現在の体制での水質検査の実施、および d) 新体制での水質監視の実施</p>
実施費用積算：	合計 44.5 百万 DH

(4) 水需要削減計画

(農業セクター水需要削減計画)

点滴灌漑導入・普及プログラム

実施機関：	ORMVAH、DPA マラケシュ、DPA シジャワ、ABHT
実施目的：	点滴灌漑の導入・普及により、圃場レベルでの灌漑用水量を削減するとともに、灌漑水需要を削減することで全体水収支の改善に貢献する。
実施プロジェクトの概要：	<p>現在、ハウズ平野では水盤灌漑が多く用いられており、その一部は作物の生育に関与しない無効水量として地下に浸透あるいは大気中へと蒸発している。点滴灌漑の導入を促進することにより、無効水量を削減し灌漑用水の効率的利用を図るとともに、大気中に失われる水分を削減する。本プログラムの主要な活動は以下のとおりである。</p> <p>a) パイプライン・分水工整備、b) 農業者による点滴灌漑施設導入への補助金交付、c) 補助金の手続き支援、相談窓口の設置 d) 井戸建設許可を通じた行政指導、および e) 節水灌漑の技術指導、普及活動</p>
実施費用積算：	合計 2,715 百万 DH

セギア整備と水管理改善プログラム

実施機関：	水利組合、ORMVAH、DPA マラケシュ、DPA シシャワ
実施目的：	水利用効率の向上と水管理の改善により、地下水涵養を維持しながら地表水を有効利用する。
実施プロジェクトの概要：	セギアは、ハウズ平野における灌漑農業を支えると同時に、重要な地下水涵養源となっている。地下水収支への悪影響を排除しながら地表水の有効利用を図るとともに、利用者参加型の維持管理・モニタリング活動を実現することで伝統的セギアの灌漑・地下水涵養の両機能の維持・改善を図る。項目としては、a.セギアの地下水涵養機能の実態把握のための調査の実施、b.水利組合による水路清掃・維持管理活動の強化、c.水利組合によるセギア取水量および圃場分水量のモニタリング体制の整備である
実施費用積算：	合計 2.0 百万 DH

節水農業・節水灌漑のための技術情報の集積と発信プログラム

実施機関：	ORMVAH、DPA マラケシュ、DPA シシャワ、INRI、その他試験研究機関
実施目的：	節水型の灌漑・栽培技術の開発、技術情報の集積、農業者への啓蒙・普及を通じて、水の利用価値の向上（valorization）を図る。
実施プロジェクトの概要：	点滴灌漑を圃場レベルでの節水対策を導入するためには、ユーザーである農業者がその対策を踏まえた農業生産技術を実戦する必要がある。一方、農業生産（農家の収入）を制限するような節水対策の導入は農業者側の理解を得ることが難しく、実現性は低い。このため、節水技術の導入とともに、適切な栽培品種の選定や栽培技術等、収益性の高い農業生産技術に関する情報を修正し普及する。本プロジェクトの主要な活動は以下のとおりである。 a) 節水灌漑技術の開発と技術情報の集積、b) 節水栽培技術の開発と品種・品目の選定、および c) 節水農業・節水灌漑に関する普及・啓蒙活動
実施費用積算：	合計 19.5 百万 DH

（上水道セクター水需要削減計画）

漏水防止プロジェクト

実施機関：	RADEEMA および ONEP
実施目的：	上水道システムにおける漏水率の低減により取水量を削減する。
実施プロジェクトの概要：	都市部においては上水道システムが整備されているが、不明水量率（漏水率）が 38%（2005 年）と高く、漏水が発生していることが推察される。緊急性の高い漏水箇所か順に改善していくとともに、最終的には配水網全体の整備を行い、上水の送水効率を改善する。本プロジェクトの主要な活動は以下のとおりである。 a) 漏水防止緊急対策、b) 配水圧の減圧による漏水対策、c) 漏水防止計画の策定 d) 配水管網効率化計画の策定、e) 定期漏水調査・修理工事、および f) 配水管網改善整備工事
実施費用積算：	合計 403.0 百万 DH

節水対策プログラム

実施機関：	RADEEMA、ONEP および Willaya
実施目的：	節水による水使用原単位(一人一日当りの水消費量)の低減により総使用水量を削減する。
実施プロジェクトの概要：	<p>現在、ハウズ平野内の事業所や一般家庭の水消費量は全体の中で見れば1割以下であるが、今後予想される都市部の拡大や経済発展のポテンシャルを考慮すると、無視できない。個々のユーザーに対して節水を呼びかけることにより、限られた水資源に対する意識を向上させるとともに、個々のユーザーの水使用原単位(一人一日当りの水消費量)を低減させる必要がある。本プログラムの主要な活動は以下のとおりである。</p> <p>a) マスメディアを利用しての節水キャンペーンの展開、b) 都市部水利用者に対しての節水セミナーの開催、および c) 地方部水利用者に対しての節水セミナーの開催</p>
実施費用積算：	合計 31.0 百万 DH

(5) 組織・制度強化計画

ABHT 水資源管理機能強化プログラム

実施機関：	ABHT
実施目的：	ハウズ平野における水資源管理の中心機関としての機能を ABHT が有する
実施プロジェクトの概要：	<p>ハウズ平野の水資源を持続的に利用・管理していくためには、ABHT を中心として関連行政機関やステークホルダーと連携した水資源管理体制を構築することが不可欠である。このため、ABHT に対する技術面および行政・組織面からのキャパシティ開発を通じて、水資源管理行政システムの改善と強化を図る必要がある。</p> <p>本プログラムの主要な活動は以下のとおりである。</p> <p>a) 水資源情報の蓄積と発信、b) 関連機関との水資源管理の協議・調整体制の強化、c) 公共水域利用許認可手続きの機能化、d) 違法水利用の監視・コントロールの強化、地下水管理費徴収、e) 水資源のモニタリング・評価能力強化、および f) 水質監視体制の強化</p>
実施費用積算：	合計 5.0 百万 DH

水法関連法制度整備・強化プログラム

実施機関：	ABHT が本プログラム実施の中心機関であり、地方自治体や水資源管理関係機関との共同により実施するものとする。
実施目的：	法政令および手続きの整備により水法の実効性を高める
実施プロジェクトの概要：	<p>水利用に関する法律文書は、利用者に対して十分に認識・適用されているとは言えない。また、未認可の井戸採掘や取水による不法水利用や水質汚染の監視や取り締まりについても、殆ど実施されていないのが現状である。</p> <p>このため、本プログラムにおいては、水法の履行を徹底するために、水利用者に対して広く水法と関連する法政令の情報を発信し、水関連の法制度に対する水利用者の認知の促進を図る。同時に水法の履行に必要な法政令の策定と承認を進め、法制度面における整備を進めて行く。</p> <p>本プログラムの主要な活動は以下のとおりである。</p> <p>a) 水法の実効性を高めるために必要な法令、実施細則の整備、b) 井戸採掘・取水許認可申請に係る手続きの改善と許認可事項遵守の徹底、および c) 水法とその関連法案に関する広報活動</p>
実施費用積算：	合計 6.5 百万 DH

ウォーターポリス実施強化プログラム

実施機関：	ABHT が本プログラム実施の中心機関である。本プログラムの実施を通じて地方自治体、特に県やコミューンへのアウトソーシングを図り、最終的には地方自治体レベルでのウォーターポリス実施体制と水利用者自身による違法水使用監視体制の確立を目指す。
実施目的：	公正な水利用を目指した利用者間調整体制の構築
実施プロジェクトの概要：	<p>ウォーターポリスは水法によってその役割や職権が定められているが、殆ど機能していないのが現状である。</p> <p>ウォーターポリスによる違法水利用の監視と規制を具現化するためには、まずは ABHT のイニシアティブによりウォーターポリス活動を先行して実施する。他方、ABHT 単独で広範囲に及ぶ管轄区域の水利用の監視と規制を行なうことは不可能である。ウォーターポリス活動による違法水利用の防止と水資源保護が成果を挙げるためには、地方自治体(州、県、コミューン)の協力を得ると同時に、地方自治体への段階的なウォーターポリス権限と活動の委譲が不可欠である。将来的には県およびコミューンレベルにおけるウォーターポリス活動と水利用者自身による違法水利用の監視ネットワークが構築されることにより、不適切な水利用が大きく抑制されることが期待できる。</p> <p>本プログラムの主要な活動は以下のとおりである。</p> <p>a) ウォーターポリス活動の広報、ローカルオーソリティへの周知と理解促進、b) ABHT によるウォーターポリス活動の実施、および c) 地方自治体によるウォーターポリス活動の拡大と水利用監視ネットワークの構築</p>
実施費用積算：	合計 29.6 百万 DH

水費設定とその効率的徴収プログラム

実施機関：	ABHT。地方自治体(州、県、コミューン)、ローカルオーソリティ、MATEE/SEE、ORMVAH、DPA 等との協力により本プログラムは実施される。
実施目的：	地下水利用への課金により、地下水資源の効率的利用と節水を図る
実施プロジェクトの概要：	<p>水法に明記されているように、水は公共財産と位置付けられており、水資源(表流水・地下水)の利用者はその利用対価に応じた費用をロイヤルティの形で支払う義務を有する。しかしながら、地下水(井戸)利用への課金については利用者からの反発が大きく実現には至っていない。</p> <p>地下水管理費の設定には、揚水量や節水技術の導入、水利用の経済的価値などに応じて公正に設定されるような配慮が求められる。また、地下水管理費の導入については慎重な議論と広報活動を通じた利用者の理解を得る努力が必要であると共に、地方自治体とローカルオーソリティからの賛同・支援が不可欠である。</p> <p>本プログラムでは、地下水資源の持続的な管理と節水を目的として、適切かつ公正な地下水管理費を設定すると共に、その徴収体制の確立と、地下水利用者の義務としての地下水管理費支払への理解の促進を図るものである。</p> <p>本プログラムの主要な活動は以下のとおりである。</p> <p>a) 地下水管理費の設定及び支払い方法に関する検討、協議、b) 地下水管理費とその支払い方法に関する法政令の策定と公布、c) 新設定地下水管理費に関する利用者への説明会の開催、広報活動、d) 地下水管理費徴収体制の構築、および e) 徴収地下水管理費を基にした水資源管理基金の設立</p>
実施費用積算：	合計 10.3 百万 DH

(6) 参加型水資源管理計画

水資源管理におけるステークホルダーによる協議・意思決定枠組みの構築プログラム

実施機関：	ABHT が本プログラムの実施機関となる。また、地方自治体（州、県）や政府機関、民間セクター等のハウズ平野の水資源管理・利用に関わるステークホルダーとの協働により本プログラムは実施される。
実施目的：	ハウズ平野における参加型水資源管理体制の構築
実施プロジェクトの概要：	ハウズ平野の水資源を持続的に管理し利用するためには、水資源の現状と利用に関するモニタリング・監視体制の構築や節水意識の啓発、利用者の組織化とその強化、節水技術の導入普及などの様々な局面でのステークホルダーの参加が不可欠である。多様なステークホルダーが関与する水資源の持続的な管理と利用が具現化されるためには、まずは各ステークホルダー自身が水資源の管理と利用に係る各々の役割と責任を明確化し、認識する必要がある。 a) テンシフト流域管理委員会の設置と開催、b) 課題別小委員会（連絡協議会）の設置と実施、c) 県水委員会（CPPE）の活性化による県レベルでの水管理体制の構築、および e) コミュニオン水管理委員会の設立、コミュニティへの水資源管理権限の一部委譲
実施費用積算：	合計 7.0 百万 DH

水利組合の活性化と実施能力強化プログラム

実施機関：	ORMVAH、DPA（マラケシュ・シシャワ）
実施目的：	水利用者組織による水資源の管理と公正な配分の実現
実施プロジェクトの概要：	灌漑農業の主要アクターである AUEA を活性化させることにより、農業セクターに対する諸々の節水対策や啓発活動を実施するための受け皿となる基盤を整えるとともに、灌漑用水の公平な配分等、ユーザーレベルでの水資源管理を強化する。 本プログラムの主要な活動は以下のとおりである。 a) 組合事務局メンバー対象の組織運営、財務管理能力強化研修、b) 組合費支払促進による AUEA の財政基盤強化、c) 組合総会の定期的開催支援による情報伝達体制の改善、d) 関連組織（ORMVAH、DPA）との連携体制強化、e) 節水灌漑技術（点滴灌漑、耐乾性品目など）の普及研修の実施、f) 先進・優良活動 AUEA の視察と意見交換の実施、および g) AUEA による節水農業実施のために必要な財政支援
実施費用積算：	合計 2.0 百万 DH

節水・水資源保全に係る啓発・コミュニケーションプログラム

実施機関：	ABHT が本プログラムの実行機関となる。また、地方自治体（州、県）や政府機関、民間セクター等のハウズ平野の水資源管理・利用に関わるステークホルダーとの協働により本プログラムは実施される。
実施目的：	水資源の持続的な管理と利用に対する利用者の意識向上を図る。
実施プロジェクトの概要：	従前より農業や観光セクターを中心として関係機関による節水や水資源の持続的利用を進める啓発活動やキャンペーンが実施されてきたが、散発的な実施に留まっており、十分な効果を挙げてきたとは言いがたい。ステークホルダーの実情と水利用・管理への関わりに配慮し、様々な情報伝達媒体、協議の場を活用した啓発活動実施により、ステークホルダーに対して節水と水資源保全の重要性を伝えることが、水資源管理を実施する上で重要である。 本プログラムの主要な活動は以下のとおりである。 a) 啓発・コミュニケーション計画の策定、および b) 啓発・コミュニケーション活動の実施
実施費用積算：	合計 41.5 百万 DH

5.5 総合地下水管理マスタープランの実施

(1) 総合地下水管理マスタープランの実施体制

総合地下水管理マスタープランは、ハウズ平野の全水資源を対象にその利用と管理の方向性を取りまとめ、同地域の限られた水資源を効率的かつ適切に配分するための需給バランスを保持して、持続的に利用するための実施体制を示すものである。総合水資源管理戦略の基本概念は前述のとおりで、これら戦略を確実に具現化するためには図 S.1 に示されるように、ABHT における担当部局を明確にした実施体制を確立する必要がある。ABHT が実施体制の中心となるが、他の関連機関との連携を図りながら理解と協力を得ることが必須である。

(2) 総合地下水管理マスタープランの実施工程および総合地下水管理マスタープランの事業費実施経費

マスタープランで提案されたプログラム/プロジェクトの工種と活動ごとの工程および実施経費の内訳を表 S-1 及びに示す。

5.6 事業評価

(1) 事業便益

マスタープランの主目的である、持続的・安定的に住民の生活および農業生産を保障するために必要な地下水の適切な管理の実現による受益者は、都市住民、観光分野を含む地域産業、農業生産者などである。計量可能な事業便益は、大半の水資源を消費している農業分野と観光分野に関して、経済評価および財務評価で可能な範囲で定量的に分析する。また、計量不可能な便益は、社会経済効果で定性的に分析する。

農業分野における、マスタープランの実施による計量可能な事業便益は、マスタープランを実施した場合（With Project：拡大対策シナリオ）と実施しなかった場合（Without Project：現状維持シナリオ）の、全期間を通じて期待される経済損失の差と位置づけられる。すなわち、マスタープランを実施したことによる経済損失の減少と理解する。それらを、シナリオの検討の際に評価した、平均地下水深、帯水層枯渇範囲、枯渇する井戸の本数および失業者数（農業分野の最低賃金を適用し経済化）で算定する。

経済損失および事業便益（MDH）

項目	係数	Without Project	With Project	事業便益
地下水位低下 (/1,000 m ³)	0.0025	4,673	1,998	2,675
帯水層枯渇 (/ha)	0.049	448	177	271
枯渇井戸 (/本)	0.140	253	40	213
失業者 (/ha)	0.473	116	46	70
(/人)	0.027			
合計		5,490	2,261	3,229

マスタープランを実施した場合と実施しなかった場合の差（事業便益）は、実施全期間の累計で3,229百万DHと算定される。

世界旅行産業会議 (WTTC) によると、モロッコ国の観光産業は、2007 年に総需要で 13,767.6 百万 USD の経済効果を産出することが期待されている。モロッコ国の観光経済 (直接および間接) は、2007 年に GDP の 17.9% および総雇用の 15.5% に相当することが予測されている。そして、この分野は、2007 年に 4.0%、2008~2017 年に年平均 4.0% の成長が期待されている。一方、マラケシュ地域の観光分野は、ホテルの宿泊人数で全国の 35% (2006 年) を占めており、同じ割合を適用すると、2007 年のマラケシュ地域の観光分野の経済効果は約 4,800 百万 USD (38,700 百万 DH) と推計される。

本マスタープランでは、観光関連産業の用水等の水配分に関し、政府が優先する観光分野の経済成長を阻害しないように配慮している。そのため、今後ともマラケシュ地域の観光分野の成長傾向が、水配分により大きく阻害されることはないものと判断される。観光分野の今後の成長が年率 4% で継続するものとして試算すると、2020 年の生産額は 2007 年の約 1.7 に拡大することになる。仮に、成長部分のうちの 3% を水供給の保証/確保による貢献と仮定して単純計算すると、2007 年から 2020 年の 13 年間の累積で、約 627 百万 USD (5,054 百万 DH) の事業効果が算定される。

(2) 事業費

表 S.3 に示したように、マスタープランの総事業費は約 4,086 百万 DH であり、実施期間 13 年間の年平均額は約 314 百万 DH である。このうち、本マスタープランの目的である地下水収支の改善に直接的に貢献する、下水再生水開発プロジェクト、点滴灌漑導入・普及プログラム、漏水防止プロジェクトなどは、既存の計画であり各実施機関で予算化され、既に一部は事業が開始されている。

一方、点滴灌漑導入・普及プログラムは受益者である農民が事業費の一部 (費用の 60% を負担、40% は政府からの補助) を負担する事業である。また、下水再生水開発プロジェクトは、再生水の販売による収入が期待される事業である。そのため、事業費の一部は受益者により負担されることになり、事業費の全てが事業実施機関の負担とはならないため、実施機関にとっては投資額が低減し、事業を実施しやすくなる。

(3) 経済評価の視点

マスタープランの事業費と事業便益を比較すると、農業分野 (3,229 百万 DH) および観光分野の計量可能な事業便益 (5,054 百万 DH) の合計は 8,283 百万 DH となり、総事業費 4,086 百万 DH の 2 倍を超過する額に相当する。マスタープランの目的を考慮すると、マスタープランの実施により十分な事業便益が期待できる。そのため、本マスタープランの実施は、経済評価の視点から目的達成に十分に貢献するものと判断される。

(4) 財務評価の視点

ABHT が事業主体となる 11 案件の総事業費は約 277 百万 DH であり、事業期間 13 年間の年平均額は約 21 百万 DH と算定される。この額は、2007 年の ABHT の年間予算額である約 64 百万 DH および 2004~2007 年のアクションプランの予算額 (年平均 42.7 百万 DH) と比較しても低額である。そのため、水資源管理事業に対する投資額として妥当であり、ABHT の財政負担能力は十分にある

と評価される。

水資源の90%以上を消費する農家の負担額から、農家の計画への参加可能性を財務評価の視点から評価する。節水対策をしなかった場合の生産費の増加と節水型の灌漑システムを導入した場合の生産費の変動(点滴灌漑施設費の60%など)を比較する。事業を実施した場合の生産費(34,556 DH/ha)は、事業を実施しなかった場合の生産費(37,590 DH/ha)よりも約8%減少する。そのため、節水型灌漑システムの導入による農家の負担増は予測されず、むしろ生産費の低減により収益が増加するため、農家の事業受け入れは十分に可能であると評価される。さらに、灌漑施設費に対する政府からの補助金の割合(現40%)を増大することにより、農家の事業便益はより増大する。

(5) 社会経済効果

本マスタープランの実施効果は、前項で述べた計量可能な直接的な便益の他に、計量不可能な二次的または間接的な便益をも発生する。二次的および間接的便益は、事業実施の妥当性を検討する上で重要である。主な計量不可能な便益としては、以下のものがある。

- ・ 観光産業の収入への寄与
- ・ 観光産業の発展による雇用創出
- ・ 手工業、建設業、輸送業、食品加工業、ホテルやレストランなどのサービス業等、観光産業に派生する二次的な裨益効果

(6) 環境社会配慮

本マスタープランの実施により、供給管理に含まれる地下水の揚水規制と地下水人工涵養および需要管理に含まれる節水型農業の導入が環境および社会にある程度の負の影響を与えることが予想される。しかし、これらの影響は対策を実施することにより、ある一定レベルまで回避・低減することが可能であると考えられる。

(7) 総合評価

本マスタープランの実施により、持続的・安定的に住民の生活および農業生産での水資源の利用を保障するために必要な地下水の適切な管理が実現する。その結果、目標年の2020年までにハウズ平野の地下水収支の均衡が達成される。また、マスタープランの実施は、対象地域の住民の生活安定に寄与するとともに、経済活動の保証と雇用機会の確保、ひいては地域経済に大きく貢献するものと期待される。さらに、波及効果として、さらなる地下水の低下は減少することが予見される。

以上より、本マスタープランの実施は、地下水位の低下の改善による農業分野の被害軽減および水配分で優先される観光分野の経済成長である、計量可能な便益から評価した経済的な分析および財務的な分析の結果で十分に妥当であるといえる。また、計量不可能な便益を評価した社会経済効果も十分に期待できるものと判断される。さらに、環境社会配慮でも大きな影響は予測されなかった。実施リスクも対応可能な範囲であると推測される。一方、本マスタープランは技術的にも実現可能であり、組織運営面でも妥当な計画である。従って、本マスタープランの実施は

妥当であると評価される。

(参考) 主要プロジェクトの地下水収支改善への直接貢献と経済的貢献

主要プロジェクトとして位置づけられる地下水人工涵養プロジェクト、下水再生水開発プロジェクトおよび点滴灌漑導入・普及プログラムについて、それぞれの地下水収支改善への直接貢献を、新規水源開発量および水需要削減量で整理すると以下の通りである。

主要プロジェクトの地下水収支改善への直接貢献

プロジェクト	目標年における単年度水収支への貢献 (百万 m ³ /年)	目標年までの累加の水収支への貢献 (百万 m ³)	事業費 (百万 DH)	水収支改善のコスト (DH/m ³)
地下水人工涵養	14.3 (13.4%)	95 (10.8%)	106	1.12
下水再生水開発	19.2 (18.0%)	211 (24.1%)	637	3.01
点滴灌漑導入・普及	73.0 (68.5%)	572 (65.2%)	2,715	4.74
合計	107 (100%)	878 (100%)		

主要プロジェクトの実施により産出される新規の水資源は、以下のような経済価値を有していると考えられる。

地下水人工涵養プロジェクト

本プロジェクトは、上水の確保を保障するために実施される。産出される新規の水資源は、新規のダム開発により生み出される原水と同等の価値を有していると考えられる。原水単価として 2.58 DH/m³ (大ダム連結構想プロジェクトレポート) を適用すると総額 244 百万 DH (2.58 DH/m³ x 94.5 百万 m³) が経済便益であると判断される。この経済便益と事業費 (106 百万 DH) によるマスタープラン 13 年間の内部収益率は 41.4% となる。

下水再生水開発プロジェクト

本プロジェクトは、マラケシュ地域で発展する観光分野での水需要、特にゴルフ場やホテルの庭園の維持管理に必要な水需要に対応するために実施される。産出される新規の水資源は、観光分野 (ホテル等) が購入する上水道料金 (8.58 DH/m³, RADEEMA) の半分程度の価値を有していると考えられる。原水単価として 4.29 DH/m³ を適用し、下水処理施設の供用年数を 20 年間と仮定して、これに施工間の 2 年を加えたプロジェクトライフを 22 年間に設定すると 1,647 百万 DH (4.29 DH/m³ x 384 百万 m³ (19.2 百万 m³ x 20 年間)) が経済便益であると判断される。この経済便益と 20 年間の維持管理費を含む総事業費 (990 百万 DH) によるプロジェクトライフ 22 年間の内部収益率は 14.1% となる。

点滴灌漑導入・普及プログラム

本プログラムは、ハウズ平野農業分野において、節水農業を導入することにより、水資源の有効活用を図るために実施される。削減される水需要は、新規に産出される水資源と同価値であり、灌漑農業で最大の経済生産性を有する農業生産 (夏野菜+冬野菜生産: 4.13 DH/m³) の付加価値生産性と同等の価値を有していると考えられる。合計 2,362 百万 DH (4.13 DH/m³ x 572 百万 m³) が経済便益である。さらに、節水型の灌漑システムの導入により揚水費も削減される。そのため、

合計 1,447 百万 DH (揚水単価 x 揚水量 : 2.53 DH/m³ x 572 百万 m³) が揚水費の削減による経済便益である。これらの総額 3,809 百万 DH が経済便益であると判断される。この経済便益と事業費 (2,715 百万 DH) によるマスタープラン 13 年間の内部収益率は 13.7%となる。

第 6 章 アクションプラン

6.1 マスタープランの全体認識とアクションプランの選定

マスタープランはその活動項目、実施機関、関係者が広範に及び、それぞれの活動はマスタープランの最終目標である持続的な地下水利用の実現のために、有機的に関わり合っている。アクションプランは、地下水収支の改善に直接的に貢献する中核プロジェクトおよびこれを実施するために必要な活動について、マスタープラン開始後 5 ヶ年間に実施する必要がある活動により構成する。

1) 早急に開始しなければマスタープランの目標達成が困難となる活動(中核プロジェクト)

- 地下水人工涵養およびこれに関わる事業
- 下水再生水開発およびこれに関わる事業
- 節水農業およびこれに関わる事業 (点滴灌漑導入・普及、セギア整備と水管理改善、節水農業・節水灌漑のための技術情報の集積と発信)

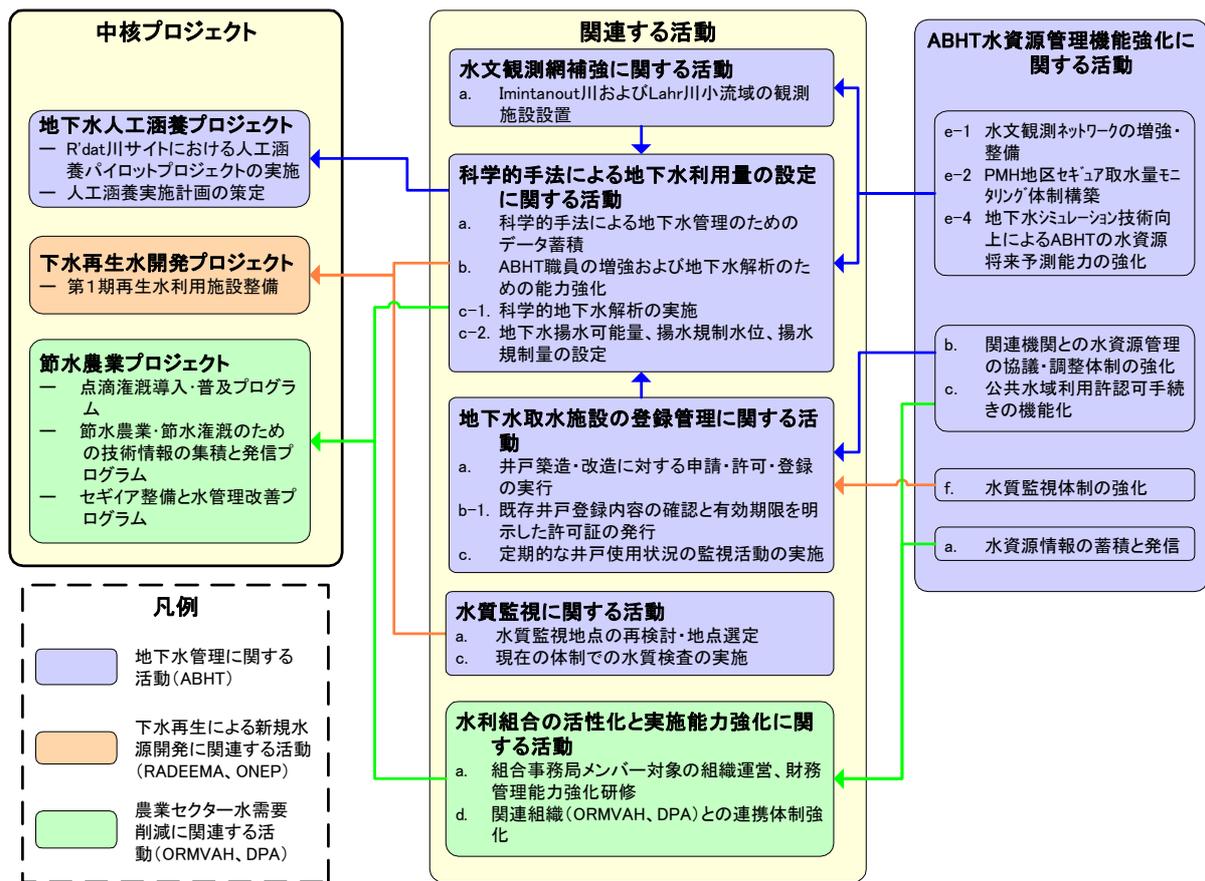
2) マスタープランを効果的・効率的に実施していくために、初期段階で確実に実施していくことが求められる活動

- ABHT 水資源管理機能強化プログラムのうち中核プログラムに関連する活動
- 水文観測網補強プロジェクトのうち中核プログラムに関連する活動
- 科学的手法による地下水利用量の設定プログラムのうち中核プログラムに関連する活動
- 地下水取水施設の登録管理プログラムのうち中核プログラムに関連する活動
- 水質監視プログラムのうち中核プログラムに関連する活動
- 水利組合の活性化と実施能力強化プログラムのうち中核プログラムに関連する活動

3) アクションプランの実施体制の整備に不可欠な活動

- 水資源管理におけるステークホルダーによる協議・意志決定枠組みの構築プログラム

各中核プロジェクトを関連する活動の関係は下図に示すとおりである。



6.2 アクションプランの概要

マスタープランの短期目標年である 2012 年までに実施されるべき中核プロジェクトおよび関連コンポーネントについて事業実施機関ごとにまとめたアクションプランを以下に示す。

(1) 地下水人工涵養プロジェクトに関する活動

- 1) 地下水人工涵養プロジェクト
 - a. R'dat 川サイトにおける人工涵養パイロットプロジェクトの実施
 - b. 人工涵養実施計画の策定 (3 河川 (Rerhaya 川、Ourika 川、Zat 川) における人工涵養計画の策定)
- 2) 水文観測網補強に関する活動
 - a. Imintanout 川および Lahr 川小流域の観測施設設置
- 3) 地下水取水施設の登録管理に関する活動
 - a. 井戸築造・改造に対する申請・許可・登録の実行
 - b. 既存井戸登録者・未登録者の井戸台帳整備
 - c. 井戸利用状況の監視
 - d. 井戸以外の地下水取水施設の台帳整備

- 4) 科学的手法による地下水利用量の設定に関する活動
 - a. 科学的手法による地下水管理のためのデータ蓄積
 - b. ABHT 職員の増強および地下水解析のための能力強化
 - c. 科学的手法による地下水管理の実施
- 5) 水質監視に関する活動
 - a. 水質監視地点の再検討・地点選定
 - b. 水質監視改善計画の策定
 - c. 現在の体制での水質検査の実施
 - d. 水質監視改善計画に基づく水質監視の実施
- 6) ABHT 水資源管理機能強化に関する活動
 - a. 水資源情報の蓄積と発信
 - b. 関連機関との水資源管理の協議・調整体制の強化
 - c. 公共水域利用許認可手続きの機能化
 - d. 水資源のモニタリング・評価能力強化
 - e. 水質監視体制の強化
- 7) 実施費用積算： 合計 55.5 百万 DH
- 8) 想定される財源

地下水管理に関するアクションプランの実施に要する費用は 55.53 百万 DH であり、各年の事業費は 10 百万 DH 前後である。これは、ABHT の事業規模からも極端に大きなものではなく、予算規模のみを考えると自国予算による実施も可能であると考えられる。一方、事業の多くは水資源の状況の解析やそれに基づく技術的な判断を要するものである。また、水資源管理の中核を担う ABHT 自身の能力強化の側面も強いため、効果的な事業の実施のためには事業予算だけではなく技術的な支援が必要である。このため、ABHT の能力強化については他国ドナーからの技術協力を通じた予算調達も有効であると考えられる。

(2) 下水再生水開発プロジェクトに関する活動

- 1) 下水再生水開発プロジェクト（実施機関：RADEEMA）

初期再生水利用計画・設計・建設工事
- 2) 実施費用積算： 合計 354.1 百万 DH
- 3) 想定される財源

現在、マラケシュにおける下水処理は RADEEMA により計画・実施されている。当該事業は再生水のゴルフ場への販売も視野に入れたものであり、売水価格によっては 3 次処理および配水施設の建設は十分に経済性のある事業となりうる。下水再生による新規水源開発に関するアクションプランに要する費用は 354.1 百万 DH であり、比較的大きな規模のものであるが、RADEEMA の事業規模から大きく乖離したのではなく、自国予算による事業の実施は十分に想定できる。一方、事業の経済性から他国からの借款による予算調達も考えられる。

(3) 農業セクター水需要削減に関するアクションプラン

- 1) 点滴灌漑導入・普及プログラムに関する活動
 - a. 点滴灌漑導入優先地区の設定および導入計画（ニフス左岸 PMH 地区）
 - b. 点滴灌漑導入優先地区の設定および導入計画（PMH 地下水利用農地）
 - c. 農業者による点滴灌漑施設導入への補助金交付
 - d. 補助金の手続き支援、相談窓口の設置
 - e. 節水灌漑の技術指導、普及活動
- 2) 節水農業・節水灌漑のための技術情報の集積と発信プログラムに関する活動（ORMVAH）
 - a. 節水灌漑技術の開発と技術情報の集積
 - b. 節水栽培技術の開発と品種・品目の選定
 - c. 節水農業・節水灌漑に関する普及・啓蒙活動
- 3) セギア整備と水管理改善プログラムに関する活動（ORMVAH、DPA、AUEA、ABHT）
 - a. セギアの地下水涵養機能の実態把握のための調査の実施
 - b. 水利組合による水路清掃・維持管理活動の強化
 - c. 水利組合によるセギア取水量および圃場分水量のモニタリング体制の整備
- 4) 水利組合の活性化と実施能力強化に関する活動（ORMVAH、DPA、AUEA、ABHT）
 - a. 組合事務局メンバー対象の組織運営、財務管理能力強化研修
 - b. 関連組織（ORMVAH、DPA）との連携体制強化
- 5) 実施費用積算： 合計 1,321.7 百万 DH
- 6) 想定される財源

農業セクター水需要削減に関するアクションプランに要する費用は 1,321.7 百万 DH と、大規模なものとなる。費用の大部分は優先地区への点滴灌漑導入・普及プログラムに要するものであり、予算規模と事業実施による農家への便益（5.6.7 参照）から自国予算ないしは他国ドナーからの借款による予算調達と考えられる。一方、その他のプログラムについては比較的事業費用が小さく、また、技術支援の側面も含まれるため、自国予算あるいは他国ドナーからの技術協力を通じた予算調達が考えられる。

6.3 アクションプランの実施体制

アクションプランに示される活動は基本的にマスタープランに示される実施体制のもとで行われる。すなわち、ABHT との協調のもと、それぞれの活動を事業実施主体となる各機関が実施していくことになる。一方で、各事業の円滑な実施および調整を行うために、実施機関、関連機関、地域住民を含むステークホルダーの協議・意思決定の場を作り、持続的な水資源利用を実現するためのステークホルダーの協調体制を構築する。

(1) 水資源管理におけるステークホルダーによる協議・意思決定枠組みの構築（ABHT）

アクションプラン実施のための協議・意思決定の枠組みは基本的にマスタープランに示される

水資源管理におけるステークホルダーによる協議・意思決定枠組みの構築プログラム（5.4.6（1）参照）と同様である。本節においては、このうちアクションプランに示される中核プロジェクトおよび関連する活動の円滑な実施を実現するために実施すべき部分について以下に述べる。下記以外の活動についても、マスタープランの枠組みのもと随時実施していく必要がある。

- a. テンシフト流域管理委員会の設置と開催
- b. 課題別小委員会（連絡協議会）の設置

（2）アクションプランの実施工程

上記アクションプランおよび実施体制の構築を含む全体の実施工程を表 S.2 にまとめた。

（3）アクションプランの実施経費

上記アクションプランおよび実施体制の構築を含む全体の実施費用を表 S.3 にまとめた。

第7章 結論と提言

7.1 結論

本マスタープランは、2020年を目標年として、5計画分野：新規水源開発および地表水管理計画、地下水管理計画、水質管理計画、水需要削減計画、組織制度強化計画、参加型水資源管理計画の18の要素から構成されている。構成要素のプログラム／プロジェクトは、相互に関連しており、これらのプログラム／プロジェクトは系統的に実施される必要がある。本マスタープランの中心となるのは、最優先課題である地下水収支の改善に直接的に貢献する、新規水源開発および地表水管理計画と水需要削減計画であり、中核プロジェクトとして位置付けられている。

一方、ハウズ平野において、水資源管理に関する行政の中心機関はABHTであり、マスタープランを構成するプログラム／プロジェクトの実施機関／実施主体となる他の関係機関と協調して、マスタープランを管理運営する立場にある。そのため、中核プロジェクトを効果的に実施し、マスタープランの目的を達成するためには、マスタープランの実施機関であるABHTの実施体制の整備に関する支援活動を優先的に実施することが不可欠である。

本マスタープランの実施により、ハウズ平野において、持続的・安定的に住民の生活および農業生産での水資源の利用を保障するために必要な、地下水の適切な管理が実現する。その結果、地下水収支の均衡が達成され、水収支の改善と維持が可能となる。さらに、本マスタープランで提案しているアクションプランを実施することにより、さらなる地下水の低下は減少することが予見される。また、ステークホルダーの参加による参加型水資源管理計画のモデルとして、ハウズ平野の総合水資源管理に大きく貢献することになる。そのため、総合地下水管理計画（マスタープラン）を早期に実施することが重要である。

最後に、持続可能な水資源管理を実現するために、今後、より積極的に取り組むべき重要なアプローチは以下のとおりである。

- 1) 実施機関の組織力および経営改善などを目的としたキャパシティー・ディベロプメント
- 2) ステークホルダーの参加による適切な事業内容
- 3) 農業、観光、保健衛生、地域開発などの多セクター間の協調と連携
- 4) 地方自治体、農民、都市住民、NGO などの自発的な活動
- 5) 官民の連携

7.2 提 言

総合水資源管理計画のスムーズな実施において、調査団は以下のような提言を行う。

(1) 関連機関との協調の下でのマスタープランの実施

関連機関を含むステークホルダーとの協調と調整の下でアクションプランを実施し、関連機関は各担当分野の計画を実施して行くものとする。

現在ハウズ平野の水管理・水配分に関連する地方行政機関との協調体制は、本調査期間中にもテクニカルコミティを調査の節目で開催され調査結果の協議が行われたように、地方関連機関との調整が良好な形で保持されている。この状況を今後も保持することが望まれる。さらに、アクションプランでも提案されているように、総合水資源管理において州政府を含む地方行政機関ならびにその他のステークホルダーを含む関連機関の責任と権限を明確にして、恒久的な連携体制を確立する必要がある。

(2) 将来の増大する水需要に対処するための新規水源に係わる対策の早期開始

本総合水資源管理マスタープランは、利用可能な水資源の最大限の開発と効率的利用により農業セクターと観光セクターの共存を図り、計画目標年次である 2020 年までに水収支の均衡が保たれることを目標として策定されている。調査対象地域の 2020 年以降の継続する地域開発による水需要増加に対する対策は考慮されていない。

2020 年以降には地域内の水資源の更なる開発余地は限定されるため、増加する水需要に対する検討を早期に開始する必要がある、現在モロッコ政府は、流域外からの導水をも考慮した計画を進めようとしている。この調査結果を早期に具体化する必要がある。

(3) 総合水資源管理マスタープランの実施に際しての弱者への配慮

本マスタープランにおいても PMH 地区ならびに上水水源取水のための集水地域での地下水揚水規制を計画している。このような規制により、負の影響を被る地区の弱者への十分な説明と配慮をしながら規制の実施を行う必要がある。

マスタープランに示された水費の徴収にあたっては、弱者への負担能力を十分加味した料金体制とする必要がある。

また、節水型灌漑システムの導入については、投資に際して政府の補助金制度があるものの、自己負担分への支払い能力が無く導入が困難な小規模農家が多い。自己負担分の融資制度も確立し補助金制度へのアクセスの改善を図る必要がある。

(4) 乾燥地における節水型農業の早期体系的な研究

農業技術の研究および普及は、農業省を中心に実施されているが、その効果は十分に発揮されているとは言いがたい。乾燥地での節水型灌漑手法のみならず、節水ならびに経済効果の高い耐干性の作物導入等、現在に増して節水型農業の研究と普及に努める必要がある

(5) 他国機関からの技術支援

現在、ABHTにおいてキャパシティデベロップメントを中心にGTZが支援活動を実施している。本 JICA 調査においても調査期間中に ABHT 技術者に技術移転を実施した。今後とも我が国の JICA/JBIC などの他国支援機関の技術協力ならびに財源支援制度を利用して、効率的に総合水資源管理マスタープランを実施して行く事を提言する。

表 S.1 マスタープラン構成事業／活動の工程表 (2/2)

事業及び事業項目	実施機関	年																			
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020							
組織制度強化計画	ABHT水資源管理機能強化プログラム	ABHT																			
	資料・データ共有・一元管理、資料室設置																				
	関連機関情報共有・伝達システム整備																				
	Webサイト構築とステークホルダーへの情報発信																				
	関連機関との水資源管理協議体制強化																				
	許認可申請手続きの簡素化・迅速化																				
	許認可審査担当部局の業務能力強化																				
	水料金徴収システムの整備																				
	水資源管理計画立案、実施、モニタリング、評価能力の向上																				
	水法関連法制度整備・強化プログラム	ABHT																			
	水法の実効性を高めるために必要な法令、実施細則の整備																				
	井戸探掘・取水許可申請に係わる手続きの改善と許認可事項遵守の徹底																				
	水法とその関連法案に関する広報活動																				
	ウォーターボリス実施強化プログラム	ABHT																			
	ウォーターボリス活動の広報、周知と理解促進																				
	ウォーターボリスのTOR及び活動実施方法に関する細則の策定																				
	ウォーターボリス専従職員の採用、研修																				
	実施機材・財政的手当ての確保																				
	水利用監視活動の実施																				
	地方行政機関担当者に対するウォーターボリス業務研修																				
地方行政機関によるウォーターボリス業務の段階的実施																					
AUEAによる違法水利用監視活動の実施																					
水費設定とその効率的徴収プログラム	ABHT																				
水費の設定及び支払い方法に関する検討																					
水費とその支払い方法に関する法政令の策定と公布																					
水費とその支払い方法に関する利用者、地方関係者への説明会の開催、広報活動																					
水費徴収体制の構築																					
水資源管理基金の設立																					
参加型水資源管理計画	水資源管理におけるステークホルダーによる協議・意思決定枠組みの構築プログラム	ABHT																			
	テンシフト流域管理委員会の設置・協議																				
	課題別小委員会の設置・協議																				
	県水委員会(CPPE)の設立と活性化																				
	コミュニケーション水管理委員会の設立・協議																				
	コミュニケーションへの水資源管理権限の一部譲渡																				
	水利組合の活性化と実施能力強化プログラム	ORMVAH/DPA																			
	組合事務局対象の組織運営、財務管理能力強化研修																				
	組合費支払促進によるAUEAの財政基盤強化																				
	組合総会の定期的開催支援による情報伝達体制の改善																				
	関連組織(ORMVAH、DPA)との連携体制強化																				
	節水灌漑技術の普及研修																				
	先進・優良活動AUEAの視察と意見交換																				
	節水・水資源保全に係る啓発・コミュニケーションプログラム	ABHT																			
	啓発・コミュニケーション計画の策定																				
	ローカルオーソリティ、地方自治体、伝統集落自治組織への水資源管理理解豊穡																				
	節水農業の普及啓発																				
	井戸の不法探掘、取水の防止																				
	水法及び関連法制度の周知																				
	地下水利用課金に対する理解と周知																				
ホテル・リゾート施設における水消費抑制																					
ゴルフ場における下水再生水活用																					
学校教育(水資源管理と保全に関するカリキュラム)																					
水資源の問題・節水をテーマとしたポスター作成・掲示																					
水管理・節水コンテスト																					
モスクでの礼拝を利用した節水啓発																					
メディア媒体を活用した水資源管理・節水利用の啓発																					

表 S.2 総合地下水管理計画マスタープラン事業費集計表

計画分野	プログラム/プロジェクト	実施機関	事業費	
			(MDH)	(億円)
新規水源開発および 地表水管理計画	地下水人工涵養プロジェクト	ABHT	106.0	16.33
	下水再生水開発プロジェクト	RADEEMA	636.5	98.08
	水文観測網補強プロジェクト	ABHT	3.0	0.46
地下水管理計画	地下水取水施設の登録管理プログラム	ABHT	5.7	0.88
	科学的手法による地下水利用量の設定プログラム	ABHT	18.2	2.80
水質管理計画	水質監視プログラム	ABHT,	44.5	6.86
水需要削減計画	点滴灌漑導入・普及プログラム	ORMVAH, DPA, ABHT	2,715.0	418.38
	セギア整備と水管理改善プログラム	水利組合, ORMVAH, DPA	2.0	0.31
	節水農業・節水灌漑のための技術情報の集積 と発信プログラム	ORMVAH, DPA, INRI	19.5	3.00
	漏水防止プロジェクト	RADEEMA, ONEP	403.0	63.10
	節水対策プログラム	RADEEMA, ONEP, Willaya	31.0	4.78
組織制度強化計画	ABHT 水資源管理機能強化プログラム	ABHT	5.0	0.77
	水法関連法制度整備・強化プログラム	ABHT	6.5	1.00
	ウォーターポリス実施強化プログラム	ABHT	29.6	4.56
	水費設定とその効率的徴収プログラム	ABHT	10.3	1.59
参加型水資源 管理計画	水資源管理におけるステークホルダーによる 協議・意思決定枠組みの構築プログラム	ABHT	7.0	1.08
	水利組合の活性化と実施能力強化プログラム	ORMVAH, DPA	2.0	0.31
	節水・水資源保全に係る啓発・コミュニケーション プログラム	ABHT	41.5	6.40
合 計	全マスタープラン	全関係機関	4,086.3	629.70
小 計	ABHT の実施事業	ABHT	277.3	42.73

表 S-3 アクションプランの実施工程表

	2008	2009	2010	2011	2012
地下水人工涵養プロジェクトに関する活動					
a. R'dat 川サイトにおける人工涵養パイロットプロジェクトの実施					
b. 人工涵養実施計画の策定					
水文観測網補強に関する活動					
a. Imintanout 川および Lahr 川小流域の観測施設設置					
地下水取水施設の登録管理に関する活動					
a. 井戸築造・改造に対する申請・許可・登録の実行					
b. 既存井戸登録者・未登録者の井戸台帳整備					
c. 井戸利用状況の監視					
d. 井戸以外の地下水取水施設の台帳整備					
科学的手法による地下水利用量の設定に関する活動					
a. 科学的手法による地下水管理のためのデータ蓄積					
b. ABHT 職員の増強および地下水解析のための能力強化					
c. 科学的手法による地下水管理の実施					
水質監視に関する活動					
a. 水質監視地点の再検討・地点選定					
b. 水質監視改善計画の策定					
c. 現在の体制での水質検査の実施					
d. 水質監視改善計画に基づく水質監視の実施					
ABHT 水資源管理機能強化に関する活動					
a. 水資源情報の蓄積と発信					
b. 関連機関との水資源管理の協議・調整体制の強化					
c. 公共水域利用許可手続きの機能化					
d. 水資源のモニタリング・評価能力強化					
e. 水質監視体制の強化					
下水再生水開発プロジェクトに関する活動					
a. 第1期再生水利用施設整備					
点滴灌漑導入・普及プログラムに関する活動					
a. 点滴灌漑導入優先地区の設定および導入計画 (N'Fis 右岸圧力送水地区)					
b. 点滴灌漑導入優先地区の設定および導入計画 (PMH 地下水利用農地)					
c. 農業者による点滴灌漑施設導入への補助金交付					
d. 補助金の手続き支援、相談窓口の設置					
e. 節水灌漑の技術指導、普及活動					
節水農業・節水灌漑のための技術情報の集積と発信プログラムに関する活動					
a. 節水灌漑技術の開発と技術情報の集積					
b. 節水栽培技術の開発と品種・品目の選定					
c. 節水農業・節水灌漑に関する普及・啓蒙活動					
セギア整備と水管理改善プログラムに関する活動					
a. セギアの地下水涵養機能の実態把握のための調査の実施					
b. 水利組合による水路清掃・維持管理活動の強化					
c. 水利組合によるセギア取水量および圃場分量のモニタリング体制の整備					
水利組合の活性化と実施能力強化に関する活動					
a. 組合事務局メンバー対象の組織運営、財務管理能力強化研修					
b. 関連組織 (ORMVAH、DPA) との連携体制強化					
水資源管理におけるステークホルダーによる協議・意思決定枠組みの構築					
a. テンシフト流域管理委員会の設置と開催					
b. 課題別小委員会 (連絡協議会) の設置					

表 S-4 アクションプラン事業費集計表

単位：百万 DH

	2008	2009	2010	2011	2012
地下水人工涵養プロジェクトに関する活動					
a. R'dat 川サイトにおける人工涵養パイロットプロジェクトの実施	2.50	4.00	4.00	5.50	2.00
b. 人工涵養実施計画の策定				4.50	
費用小計	22.50	2.50	4.00	4.00	10.00
水文観測網補強に関する活動					
a. Imintanout 川および Lahr 川小流域の観測施設設置		0.5			
費用小計	0.5	0.5			
地下水取水施設の登録管理に関する活動					
a. 井戸築造・改造に対する申請・許可・登録の実行	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
b. 既存井戸登録者・未登録者の井戸台帳整備	1.10	1.00	1.00		
c. 井戸利用状況の監視	-	-	-	-	-
d. 井戸以外の地下水取水施設の台帳整備					1.00
費用小計	4.70	1.22	1.12	1.12	1.12
科学的手法による地下水利用量の設定に関する活動					
a. 科学的手法による地下水管理のためのデータ蓄積	2.90	1.50	1.50	0.50	0.50
b. ABHT 職員の増強および地下水解析のための能力強化	4.10				
c. 科学的手法による地下水管理の実施		0.60	0.10	0.60	0.10
費用小計	12.40	7.00	2.10	1.60	0.60
水質監視に関する活動					
a. 水質監視地点の再検討・地点選定	-				
b. 水質監視改善計画の策定		-			
c. 現在の体制での水質検査の実施	0.58	0.58			
d. 水質監視改善計画に基づく水質監視の実施			3.94	3.94	3.94
費用小計	12.98	0.58	0.58	3.94	3.94
ABHT 水資源管理機能強化に関する活動					
a. 水資源情報の蓄積と発信	0.077	0.072	0.077	0.077	0.072
b. 関連機関との水資源管理の協議・調整体制の強化	-	-	-	-	-
c. 公共水域利用許認可手続きの機能化			0.24	0.24	0.24
d. 水資源のモニタリング・評価能力強化		1.34			0.01
e. 水質監視体制の強化			-	-	-
費用小計	2.45	0.077	1.412	0.317	0.322
下水再生水開発プロジェクトに関する活動					
a. 第1期再生水利用施設整備	3.50	185.33	94.67	35.30	35.30
費用小計	354.10	3.50	185.33	94.67	35.30
点滴灌漑導入・普及プログラムに関する活動					
a. 点滴灌漑導入優先地区の設定および導入計画（N'Fis 右岸圧力送水地区）	96.70	193.40	193.40	193.40	193.40
b. 点滴灌漑導入優先地区の設定および導入計画（PMH 地下水利用農地）	88.40	88.30	88.30	88.30	88.30
c. 農業者による点滴灌漑施設導入への補助金交付	-	-	-	-	-
d. 補助金の手続き支援、相談窓口の設置	-	-	-	-	-
e. 節水灌漑の技術指導、普及活動	-	-	-	-	-
費用小計	1311.90	185.10	281.7	281.7	281.7
節水農業・節水灌漑のための技術情報の集積と発信プログラムに関する活動					
a. 節水灌漑技術の開発と技術情報の集積	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
b. 節水栽培技術の開発と品種・品目の選定	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
c. 節水農業・節水灌漑に関する普及・啓蒙活動	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
費用小計	7.50	1.50	1.50	1.50	1.50
セギア整備と水管理改善プログラムに関する活動					
a. セギアの地下水涵養機能の実態把握のための調査の実施	1.00	1.00			
b. 水利組合による水路清掃・維持管理活動の強化	-	-	-	-	-
c. 水利組合によるセギア取水量および圃場分水量のモニタリング体制の整備	-	-	-	-	-
費用小計	2.00	1.00	1.00		
水利組合の活性化と実施能力強化に関する活動					
a. 組合事務局レベル対象の組織運営、財務管理能力強化研修		0.13		0.13	
b. 関連組織（ORMVAH、DPA）との連携体制強化	-	-	-	-	-
費用小計	0.26	0.13		0.13	
水資源管理におけるステークホルダーによる協議・意思決定枠組みの構築					
a. テンシフト流域管理委員会の設置と開催		0.05		0.05	
b. 課題別小委員会（連絡協議会）の設置	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
費用小計	0.30	0.04	0.09	0.09	0.04
費用総計	1,731.59	202.52	479.46	388.89	326.52

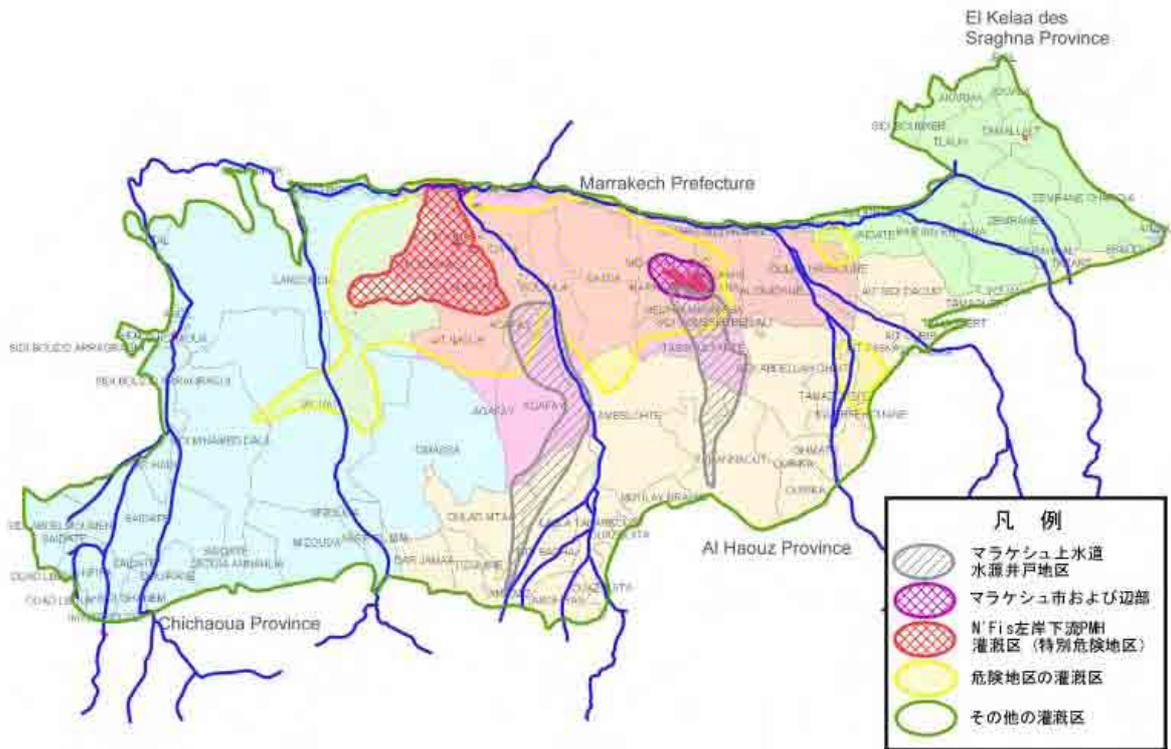


図 S.1 シミュレーション結果に基づくハウズ平野のゾーニング

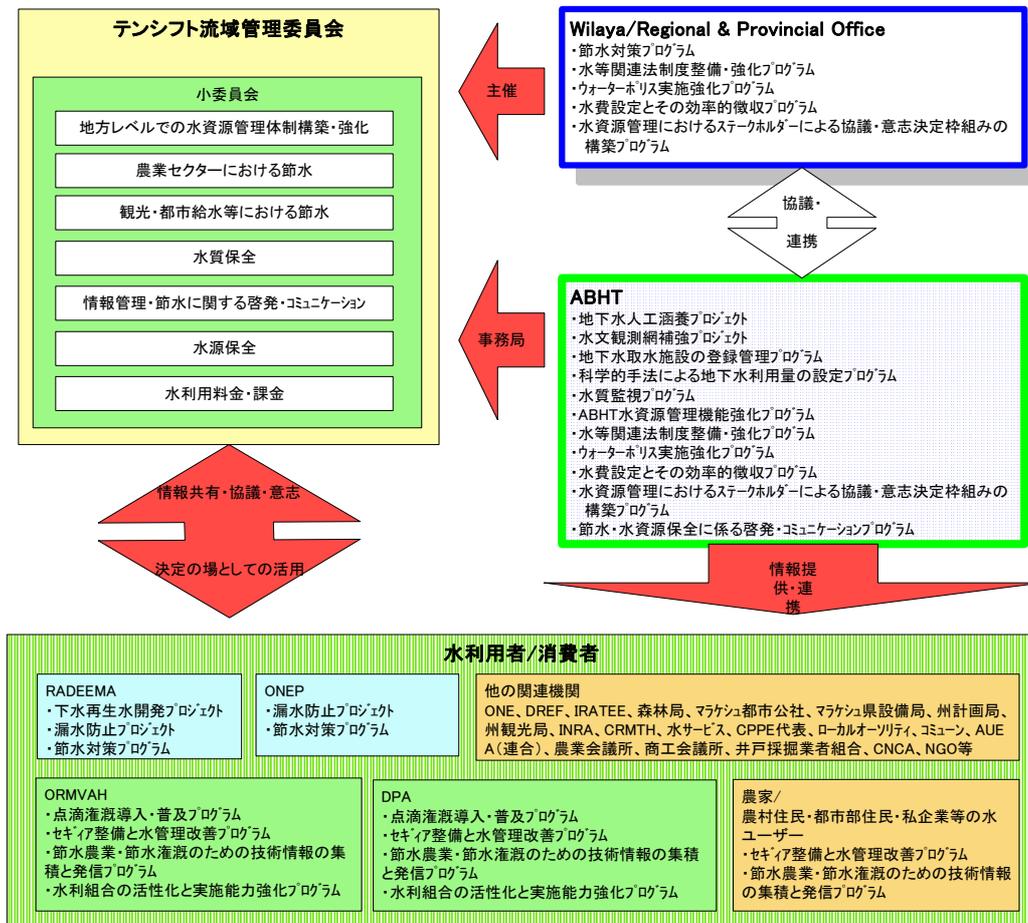


図 S.2 総合地下水管理マスタープランの実施体制

モロッコ国 ハウズ平野総合水資源管理計画調査

主報告書

目 次

序文	
伝達文	
調査対象地域位置図	
テンシフト川流域及び調査対象地域	
ハウズ平野の県及びコミューン境界図	
調査対象地域状況写真	
要 約	
第1章 序 論	
1.1 調査の背景	1 - 1
1.2 調査の目的と調査対象地域	1 - 1
1.2.1 調査の目的	1 - 1
1.2.2 調査対象地域	1 - 1
1.2.3 調査実施のフレームワーク	1 - 2
1.3 調査の内容	1 - 2
1.3.1 調査の内容	1 - 2
1.3.2 調査の工程	1 - 2
1.3.3 ステークホルダーの参加	1 - 2
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
2.1.1 行 政	2 - 1
2.1.2 社会経済概要	2 - 1
2.1.3 国家開発計画	2 - 3
2.1.4 世界銀行の国別援助戦略	2 - 5
2.1.5 公共機関の民営化と機構改革	2 - 5
2.1.6 環境関連法および政策	2 - 6
2.1.7 モロッコの水資源開発	2 - 8
2.1.8 水資源管理政策と法制度	2 - 8
2.1.9 流域別水資源開発計画	2 - 9
2.1.10 水関連機関	2 - 11
2.2 調査対象地域の概要	2 - 13
2.2.1 一 般	2 - 13
2.2.2 自然条件	2 - 14
2.2.3 社会経済状況	2 - 17
2.2.4 水利用状況	2 - 21
2.2.5 他の社会基盤	2 - 29
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
3.1.1 水資源開発事業	3 - 1
3.1.2 水資源開発計画調査	3 - 1

3.2	地表水資源の現況	3 - 3
3.2.1	気象・水文観測網とデータ	3 - 3
3.2.2	流出量	3 - 3
3.2.3	ダム水源	3 - 3
3.2.4	伝統的セギアによる取水	3 - 4
3.2.5	堆砂	3 - 4
3.2.6	洪水および洪水予警報システム	3 - 4
3.2.7	表流水の水質	3 - 4
3.3	地下水の現況	3 - 6
3.3.1	ハウズ平野の地下水	3 - 6
3.3.2	地下水位と水質	3 - 6
3.3.3	地下水涵養と流出	3 - 9
3.4	調査対象地域における地下水利用	3 - 13
3.4.1	既存井戸台帳	3 - 13
3.4.2	農業灌漑用の地下水揚水量	3 - 14
3.4.3	上水道のための地下水利用量	3 - 16
3.4.4	その他の地下水利用量	3 - 16
3.4.5	地下水利用量の合計	3 - 17
3.5	灌漑の現況と節水灌漑	3 - 17
3.5.1	灌漑の水需要	3 - 17
3.5.2	節水灌漑	3 - 19
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 - 21
3.6.1	国レベルの水セクターの問題点	3 - 21
3.6.2	調査対象地域における水資源の問題点	3 - 21
3.6.3	水利組合・個人農家調査	3 - 22
3.7	マラケシュの処理下水の再利用	3 - 28
3.7.1	マラケシュの下水および排水の現況	3 - 28
3.7.2	処理下水の再利用の可能性	3 - 29
3.8	水収支解析	3 - 30
3.8.1	過去の水収支計算	3 - 30
3.8.2	地下水モデルの構築	3 - 31
3.8.3	地下水収支の現況	3 - 32
3.8.4	水需要	3 - 33
3.8.5	利用可能水量	3 - 34
3.9	ハウズ平野における地下水シミュレーションとゾーニング	3 - 38
3.9.1	ハウズ平野における地下水シミュレーション	3 - 38
3.9.2	地域別地下水管理の特性と対応策	3 - 40

第4章 総合水資源管理戦略の検討

4.1	総合水資源管理戦略	4 - 1
4.1.1	総合水資源管理戦略と総合地下水管理マスタープラン	4 - 1
4.1.2	総合水資源管理戦略の基本的な考え方	4 - 1
4.2	地表水源開発および地表水管理戦略	4 - 2
4.2.1	水源開発に関わる戦略	4 - 2
4.2.2	地表水源の積極的利用に関わる戦略	4 - 4
4.2.3	下水再生水の開発	4 - 5
4.2.4	淡水化による水源開発	4 - 6
4.2.5	地表水管理に関わる戦略	4 - 7

4.3	地下水管理戦略	4 - 7
4.3.1	地下水取水施設の登録管理	4 - 8
4.3.2	科学的手法による地下水利用量の設定	4 - 8
4.3.3	地下水の公正な配分のための制度的仕組み	4 - 8
4.3.4	地下水管理の実施のためのシナリオ	4 - 9
4.4	水質管理戦略	4 - 9
4.4.1	水質管理戦略の基本方針	4 - 9
4.4.2	下水処理施設建設の促進	4 - 10
4.4.3	生活系排水処理の施設建設	4 - 10
4.4.4	工場・事業所系排水処理の施設建設	4 - 10
4.4.5	その他の排水の水質汚濁対策	4 - 11
4.4.6	施設建設以外の手法による水質汚濁物質の軽減	4 - 12
4.4.7	監督官庁・水質汚染者・住民の連携による水質監視システムの構築	4 - 12
4.5	水利用効率の向上と水需要の削減戦略	4 - 13
4.5.1	農業セクターにおける水利用効率の向上と水需要の削減戦略	4 - 13
4.5.2	上水道の水需要削減戦略	4 - 15
4.5.3	その他セクターの節水	4 - 17
4.6	組織・制度の強化戦略	4 - 18
4.6.1	水関連機関の責任分担の明確化と統合化・協調体制強化	4 - 18
4.6.2	地方政府レベルの水委員会の活性化	4 - 20
4.6.3	ウォーターポリスの実施強化と県レベルへの権限委譲 (アウトソーシング)	4 - 20
4.6.4	適切な水費の設定と効率的徴収	4 - 22
4.6.5	テンシフト流域水利公社 (ABHT) の財務強化	4 - 23
4.6.6	ABHT の効率的管理能力強化	4 - 24
4.6.7	水法履行の徹底と実効性を高めるために必要な法制度の整備	4 - 24
4.7	参加型総合水管理戦略	4 - 25
4.7.1	節水と水資源保全の啓発活動強化	4 - 25
4.7.2	水利組合の活性化と能力強化、水管理への権限委譲	4 - 25
4.7.3	関係者間の地下水管理・利用協定の締結と実施	4 - 26
4.8	総合水資源開発・管理のシナリオ	4 - 26
4.8.1	水収支の改善と維持のためのシナリオ	4 - 26
4.8.2	水資源開発のシナリオ	4 - 27
4.8.3	水需要削減のシナリオ	4 - 28
4.8.4	総合水資源管理のシナリオ	4 - 30
4.8.5	総合水資源管理のシナリオに基づく地下水シミュレーション	4 - 31

第5章 総合地下水管理マスタープラン

5.1	マスタープランの目的	5 - 1
5.2	マスタープランの目標	5 - 1
5.2.1	目標年	5 - 1
5.2.2	達成目標	5 - 1
5.2.3	対象地域	5 - 1
5.2.4	対象者	5 - 1
5.3	マスタープランの目的達成の戦略	5 - 1
5.3.1	マスタープランの基本方針	5 - 1
5.3.2	マスタープランの構成要素	5 - 2
5.4	マスタープランの内容	5 - 2
5.4.1	地表水源開発および地表水管理計画	5 - 2

5.4.2	地下水管理計画	5 - 11
5.4.3	水質管理計画	5 - 18
5.4.4	水需要削減計画	5 - 21
5.4.5	組織・制度強化計画	5 - 33
5.4.6	参加型水資源管理計画	5 - 48
5.5	総合地下水管理マスタープランの実施	5 - 60
5.5.1	総合地下水管理マスタープランの実施体制	5 - 60
5.5.2	総合地下水管理マスタープランの実施工程	5 - 60
5.5.3	総合地下水管理マスタープランの事業費実施経費	5 - 61
5.6	事業評価	5 - 62
5.6.1	評価の基本方針	5 - 62
5.6.2	評価の手法と条件	5 - 63
5.6.3	事業便益	5 - 63
5.6.4	事業費	5 - 65
5.6.5	経済評価の視点	5 - 65
5.6.6	財務評価の視点	5 - 65
5.6.7	社会経済効果	5 - 66
5.6.8	環境社会配慮	5 - 67
5.6.9	総合評価	5 - 71
5.6.10	主要プロジェクトの地下水収支改善への直接貢献と経済的貢献	5 - 72
第6章 アクションプラン		
6.1	マスタープランの全体認識とアクションプランの選定	6 - 1
6.1.1	マスタープランの全体認識	6 - 1
6.1.2	アクションプランの構成	6 - 1
6.2	アクションプランの概要	6 - 3
6.2.1	地下水管理に関するアクションプラン	6 - 3
6.2.2	下水再生による新規水源開発に関するアクションプラン	6 - 8
6.2.3	農業セクター水需要削減に関するアクションプラン	6 - 9
6.2.4	アクションプランの実施体制	6 - 12
6.3	アクションプランの実施工程	6 - 13
6.4	アクションプランの実施経費	6 - 14
第7章 結論と提言		
7.1	結論	7 - 1
7.2	提言	7 - 2

添付資料

APPENDIX 1	実施細則 (S/W) および討議議事録 (M/M)
APPENDIX 2	プログレスレポート 2 に係わる討議議事録
APPENDIX 3	ドラフトファイナルレポートに係わる討議議事録

目 次

図 1.3.1	本調査の内容	1 - 3
図 1.3.2	総合地下水管理計画策定におけるステークホルダーの参加プロセス.....	1 - 4
図 2.2.1	調査対象地域における年間降雨の長期変動.....	2 - 36
図 2.2.2	テンシフト流域の等雨量線図 (1970-2000 年平均)	2 - 36
図 2.2.3	テンシフト河流域の河川システム	2 - 37
図 2.2.4	ABHT の気象・水文観測ネットワーク	2 - 38
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	2 - 38
図 2.2.6	水関連組織と主要な役割	2 - 39
図 2.2.7	ORMVAH 管轄区域の灌漑システム (計画)	2 - 40
図 2.2.8	ORMVAH の GH 灌漑セクター.....	2 - 40
図 3.2.1	河川流出量 (1970-2002 年平均)	3 - 59
図 3.3.1	自記式地下水位計設置井位置図	3 - 60
図 3.3.2	ハウズ帯水層における地下水位変動	3 - 61
図 3.3.3	中央ハウズの水位変化	3 - 62
図 3.3.4	ハウズ帯水層における地下水位図-1986 年.....	3 - 63
図 3.3.5	ハウズ帯水層における地下水位図-1998 年.....	3 - 63
図 3.3.6	ハウズ帯水層における地下水位図-2002 年.....	3 - 64
図 3.4.1	年間井戸増加率と井戸本数	3 - 64
図 3.6.1	ハウズ平野における水資源に係る問題系図.....	3 - 65
図 3.8.1	2001 年モデルにおける地下水収支の内訳	3 - 66
図 3.8.2	モデル境界内のピエゾ水頭図 (2002 年)	3 - 66
図 3.8.3	現時点でのモデルメッシュ図	3 - 67
図 3.8.4	基盤図	3 - 67
図 3.8.5	観測水頭と計算結果の比較 (1997/98)	3 - 68
図 3.8.6	ピエゾ水頭の計算結果及び検定対象点での観測値-計算結果の差(m)...	3 - 68
図 3.9.1	ハウズ帯水層における 2020 年における等地下水位図 —現況維持シナリオ	3 - 69
図 3.9.2	ハウズ帯水層における 2020 年における等地下水位図 —最大需要シナリオ	3 - 69
図 4.1.1	水収支に寄与する各種要因と総合水資源管理戦略.....	4 - 36

表 目 次

表 2.2.1	ハウズ平野における年平均降水量	2 - 30
表 2.2.2	調査対象地域における平均気温および降水量	2 - 30
表 2.2.3	長期平均年間降雨量の比較	2 - 30
表 2.2.4	テンシフト川流域の河川システムと小流域	2 - 30
表 2.2.5	テンシフト川および主要支川の月平均流出量	2 - 31
表 2.2.6	テンシフト流域の地質・水理地質概要	2 - 31
表 2.2.7	調査対象地域の人口	2 - 32
表 2.2.8	州の分野別工業生産	2 - 32
表 2.2.9	ORMVAH および DPA 管轄区域の土地利用	2 - 32
表 2.2.10	調査地域における耕作面積および生産量	2 - 32
表 2.2.11	調査地域における家畜頭数	2 - 33
表 2.2.12	セギアシステムの数と整備状況	2 - 33
表 2.2.13	上水道サービスの現況 (マラケシュ-2005)	2 - 33
表 2.2.14	上水道サービスの現況 (ONEP の 11 コミューン-2005)	2 - 33
表 2.2.15	配水水質 (マラケシュ 2006)	2 - 34
表 2.2.16	Haouz Central 灌漑区の灌漑セクター	2 - 34
表 2.2.17	DPA 地区のタイプ別灌漑農地面積	2 - 34
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	2 - 35
表 2.2.19	用途別水消費量 (2005)	2 - 35
表 3.2.1	ABHT 雨量観測網と利用可能データ	3 - 44
表 3.2.2	ABHT 水文観測網および利用可能データ	3 - 44
表 3.2.3	テンシフト川流域における過去 10 年の地表水資源の状況	3 - 44
表 3.2.4	ロカド水路の計画送水量と実績値	3 - 45
表 3.2.5	Lalla Takerkoust ダムの計画取水量と実績	3 - 45
表 3.2.6	セギアによる河川水の取水	3 - 45
表 3.2.7	セギアによる取水量の推定 (1993/94-2003/04)	3 - 46
表 3.2.8	河川測定点における水質測定結果 (抜粋)	3 - 46
表 3.3.1	ABHT が提案している暫定地下水水質基準	3 - 46
表 3.3.2	ハウズ平原の 72 井戸の地下水水質試験結果 (1991-2004)	3 - 47
表 3.3.3	河床からの浸透量 1993 - 2004	3 - 47
表 3.4.1	井戸台帳の井戸および認可された井戸の数	3 - 48
表 3.4.2	農業灌漑地区への降水量	3 - 48
表 3.4.3	GH 地区の実蒸発散量 (2002/03 農業年)	3 - 49
表 3.4.4	GH 地区での地下水利用量の見積	3 - 49
表 3.4.5	表流水のセクターごとの配分量	3 - 49
表 3.4.6	ハウズ平野帯水層の地下水利用量	3 - 50
表 3.5.1	調査対象地域における可耕地 (SAU) および灌漑可能面積	3 - 50
表 3.5.2	調査対象地域における ORMVAH 管轄区の可耕地および作付面積	3 - 50
表 3.5.3	調査対象地域における作物栽培面積	3 - 51
表 3.5.4	ハウズ平野において ORMVAH の使用している作物用水量 (RAZOKI, 2001)	3 - 51
表 3.5.5	調査対象地域における現況での圃場用水量	3 - 51
表 3.5.6	灌漑農地における実蒸発散量 (ETR) の推定値	3 - 52
表 3.5.7	調査対象地域における灌漑水供給量の評価	3 - 52

表 3.5.8	Haouz Central 地区の GH 灌漑システムにおける灌漑搬送効率	3 - 52
表 3.5.9	ORMVAH 管轄区における点滴灌漑の普及状況	3 - 53
表 3.5.10	サンプル CMV における点滴灌漑の利用状況	3 - 53
表 3.6.1	長期開発プログラムにおける問題点	3 - 54
表 3.6.2	水利組合・個別農家アンケート調査実施数	3 - 54
表 3.8.1	地下水収支の予備評価	3 - 55
表 3.8.2	テンシフト川流域の地表水資源ポテンシャル	3 - 55
表 3.8.3	地表水資源の利用状況	3 - 55
表 3.8.4	取水需要量の推計：上水道	3 - 56
表 3.8.5	認可済みゴルフ場プロジェクトの取水許可状況	3 - 57
表 3.8.6	審査中ゴルフ場プロジェクトで申請されている取水量	3 - 57
表 3.8.7	調査対象地域における水源別水利用	3 - 57
表 3.8.8	ハウズ平野および周辺のダム計画の現在の状況	3 - 58
表 4.6.1	ハウズ平野水資源管理に関する主要ステークホルダーとその役割	4 - 34
表 4.6.2	ハウズ平野水資源管理における ABHT 任務と業務実施上の 問題点と必要な対策	4 - 35
表 5.5.1	マスタープランの実施工程表 (1/2)	5 - 74
表 5.5.1	マスタープランの実施工程表 (2/2)	5 - 75
表 5.5.2	マスタープランの事業費用 (1/2)	5 - 76
表 5.5.2	マスタープランの事業費用 (2/2)	5 - 77
表 6.1.1	マスタープランに提案される活動と中核プログラムの関連	6 - 17

略 語 表

略 語	日本語名	英 語 名	仏 語 名
ABH	流域水利公社	Agency of Hydraulic Basin	Agence du Basin Hydraulique
ABHT	テンシフト流域水利公社	Agency of the Tensift Hydraulic Basin	Agence du Basin Hydraulique du Tensift
AUEA	農業水利組合	Agricultural Water Users Association	Associations des Usagers des Eaux Agricoles
CMV	農業開発センター	Agricultural Development Center	Centres de Mise en Valeur Agricole
CSEC	水と気候に係る最高評議会	Superior Council for Water and Climate	Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat
CTIEV	(農業) 技術普及センター	Center of Irrigation Technique, Experimentation and Extension	Centre de Technique d'Irrigation, d'Expérimentation et de Vulgarisation
DAH	水利施設管理局	Directorate of Hydraulic Management (Installation)	Direction d'Aménagement Hydraulique
DGH	水利局	Directorate of General Hydraulic	Direction Générale de l'Hydraulique
DPA (2007年9月まで)	農業・農村開発・漁業省地域農政局	Provincial Department of Agriculture of the Ministry of Agriculture, Rural Development and Fisheries	Direction Provinciale de l'Agriculture
DPA (2007年9月から)	農業・漁業省地域農政局	Provincial Department of Agriculture of the Ministry of Agriculture and Fisheries	Direction Provinciale de l'Agriculture
DPH	公共水域	Public Hydraulic Domain	Domaine Public Hydraulique
DRPE	水利庁	Direction of Water Research and Planning of MATEE	Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau
EIA / EIE	環境影響評価	Environmental Impact Studies	Etude d'Impact sur l'Environnement
ESC / CES	環境社会配慮	Environmental and Social Considerations	Considération environnementale et sociale
GH	大規模灌漑システム	Large Scale Irrigation Systems	Grande Hydraulique
GIRE / IWRM	総合水資源管理	Integrated Water Resources Management	Gestion Intégrée des Ressources en Eaux
GTZ	ドイツ技術協力公社	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit	Agence Allemande de Coopération Technique
IEE	初期環境影響調査	Initial Environmental Examination	investigation environnementale initiale
INDH	人間開発に係る国家イニシアチブ	National Initiative for Human Development	Initiative Nationale pour le Développement Humain
IRATEE	マラケシュ地域国土整備・水・環境監察局	Regional Inspection of Land Management, Water and Environment of Marrakech	Inspection Régionale de l'Aménagement du Territoire de l'Eau et de l'Environnement
JBIC	国際協力銀行	Japan Bank for International Cooperation	Banque Japonaise de Coopération Internationale
JICA	独立行政法人国際協力機構	Japan International Cooperation Agency	Agence Japonaise de Coopération Internationale

略 語	日本語名	英 語 名	仏 語 名
MADRPM (2007年9月まで)	農業・農村開発・漁業省	Ministry of Agriculture, Rural Development and Maritime Fisheries	Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et Pêches Maritimes
MAPM (2007年9月から)	農業・漁業省	Ministry of Agriculture and Fisheries	Ministère de l'Agriculture et la Pêches Maritimes
MATEE (2007年9月まで)	国土整備・水・環境省	Ministry of Land Management, Water and Environment	Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement
MEMEE (2007年9月から)	エネルギー・鉱業・水・環境省	Ministry of Energy, Mining, , Water and Environment	Ministère de l'Energie, des Mines, , de l'Eau et de l'Environnement
ONE	電力公社	National Office of Electricity	Office National d'Electricité
ONEP	水道公社	National Office of Drinking Water	Office National de l'Eau Potable
ORMVAH	ハウズ農業開発公社	Regional Office of Agricultural Development of Haouz	Offices Régionaux de Mise en Valeur Agricole
PANE	国家環境行動計画	National Action Plan for Environment	Plan d'Action National pour l'Environnement
PMH	中小規模灌漑システム	Small ad Medium Irrigation Systems	Petite et Moyenne Hydraulique
PNA	国家下水整備計画	National Sewage Development Plan	Plan National d'Assainissement
PNEP	国家上水道整備計画	National Potable Water Development Plan	Plan National d'Economie de l'Eau Potable
PPD-Eau	水セクター政策改革計画	Water Sector Policy Development Program	Programme de Développement de la Politique du Secteur d'Eau
RADEEMA	マラケシュ電力・水道供給会社	Marrakech Regional Water and Electricity Distribution Company	Régie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité de MARRAKECH
SAU	可耕地	Useful Agricultural Surface	Superficie Agricole Utile
SEE (2007年9月まで)	水利庁	State Secretary in charge of Water	Secrétariat d'Etat Chargé de l'Eau

第 1 章 序 論

1.1 調査の背景

ハウズ平野は、モロッコ国中西部のテンシフト川流域に位置し、年平均降水量 160～350 mm に対して年平均蒸発量が 2,640 mm に達する乾燥地域である。テンシフト川流域では、地球規模の気候変動に伴い、流域全体で降水量の減少が見られる。また、ポンプを使った近代的な灌漑の普及や都市人口の急増による水需要の増大により、地域の水資源管理は極めて厳しい状況となっている。元来ハウズ平野は地下水に対する依存度が高い地域であるが、近年、大規模な灌漑農業や観光業による地下水需要の増加に対応する為、地下水の揚水が増加している。この結果、近年地下水位の低下が著しく、早急な対応が求められている。

このような状況の下、モロッコ国政府は 2003 年 9 月に日本国に対して、ハウズ平野における有効な水資源利用計画の策定を目的とした「ハウズ平野総合水資源管理計画調査」の実施を要請した。これを受け、JICA は 2005 年 9 月に事前調査団を派遣し、本開発調査の実施に係る S/W に合意し、本格調査の実施となった。

合意された S/W に基づき、PCI の松本計司を団長とする JICA 本格調査団が 2006 年 9 月から 2007 年 8 月まで本調査を実施した。本報告書は、この調査結果をとりまとめたものである。

1.2 調査の目的と調査対象地域

1.2.1 調査の目的

調査の目的は、以下のとおりである。

- (1) ハウズ平野の総合水管理戦略を提言した上で、総合地下水管理計画（マスタープラン）を策定し、当該平野の限られた地下水資源の有効利用および保全のための実効性の高いアクションプランを策定する。
- (2) 上記マスタープラン策定の過程で、関連諸機関・対象関係団体との協議・参加を図り、水資源・水利用に関する問題点を共有化し、テンシフト流域水利公社（ABHT）の行政執行能力向上の素地を醸成する。
- (3) マスタープラン策定と調査活動を通じた技術移転により、ABHT 担当職員の主に地下水モニタリング、解析に関する技術向上を図る。

1.2.2 調査対象地域

調査対象地域は、テンシフト川の上流部に位置するハウズ平野である。総面積は約 6,000 km² であり、約 161 万人が居住している。なお、地下水管理対象地域としては、巻頭図に示したようにハウズ地下水盆（Groundwater Basin）は、6,149 km² となる。

1.2.3 調査実施のフレームワーク

本調査の S/W と M/M によると、ABHT / MATEE^{*1} が中央政府レベルでのステアリング・コミティー、地方レベルでのテクニカル・コミティーを主管し、カウンターパートを配置し、調査の円滑な実施において関連機関との調整を行うことになっている。

1.3 調査の内容

1.3.1 調査の内容

調査の内容は、1) 調査対象地域の現状を把握し、将来予測を行い、総合水資源管理の戦略を策定する。2) 総合地下水管理のマスタープランを策定する。さらに、3) マスタープランを基にアクションプランを作成する、の3段階に分けられる。

(1) 第1段階：総合水資源管理戦略の策定

多くの分野別ならびに課題別の現地調査、既存の資料／情報ならびに過去の調査結果などを収集し、内容を検討した後に、ハウズ平野の総合水資源管理の方向性を戦略として取りまとめる。戦略は地域の限られた水資源を効果的かつ適切に分配して管理するかを明確にする必要がある。また、地域別の総合水管理を地域の状況・特性を考慮しながら検討する。

(2) 第2段階：総合地下水管理マスタープラン策定

第2段階では、調査対象地域の地下水資源の総合管理計画を検討し、マスタープランを策定する。調査対象地域の地下水を持続的に利用するために、多様な水利用者がどのように地下水の使用量を節減するかの計画を策定する。また、地下水管理者の管理能力の向上やモニタリングのための計画を策定する。

(3) 第3段階：アクションプランの策定

マスタープランの構成内容のうちで優先度の高い項目ならびに緊急性の高い項目について、より詳細な実施計画をアクションプランとして取りまとめる。

1.3.2 調査の工程

本調査は、2005年9月27日にモロッコ国政府と合意、署名、交換された実施細則（S/W）および協議議事録（M/M）に基づいて実施された。調査は、基礎調査のためのフェーズ1（7ヵ月）、マスタープラン策定調査のフェーズ2（11ヵ月）より構成された。

1.3.3 ステークホルダーの参加

ハウズ平野における水資源の利用は多岐に渡っている。水利用および管理に関わる関係者（政府機関、水利組合、個人農家、農産物加工、民間企業、観光セクター、研究機関、NGO等）とその社会経済構造は多用に富んでいる。このため、水資源を有効に利用し保全するために、水利用者は節水意識の啓蒙や利用者の組織化とその強化、節水技術の導入普及などの様々な局面で水管理に参加する必要がある。

^{*1} 2007年10月の省庁再編により現在はエネルギー・鉱業・水・環境省（MEMEE）となっている。

本調査では、総合水資源管理計画策定に不可欠な関係者の水資源の現状に対する認識と管理に関する共通理解の醸成の場として、ステークホルダーミーティング（SHM）を開催し、その見解を反映した。

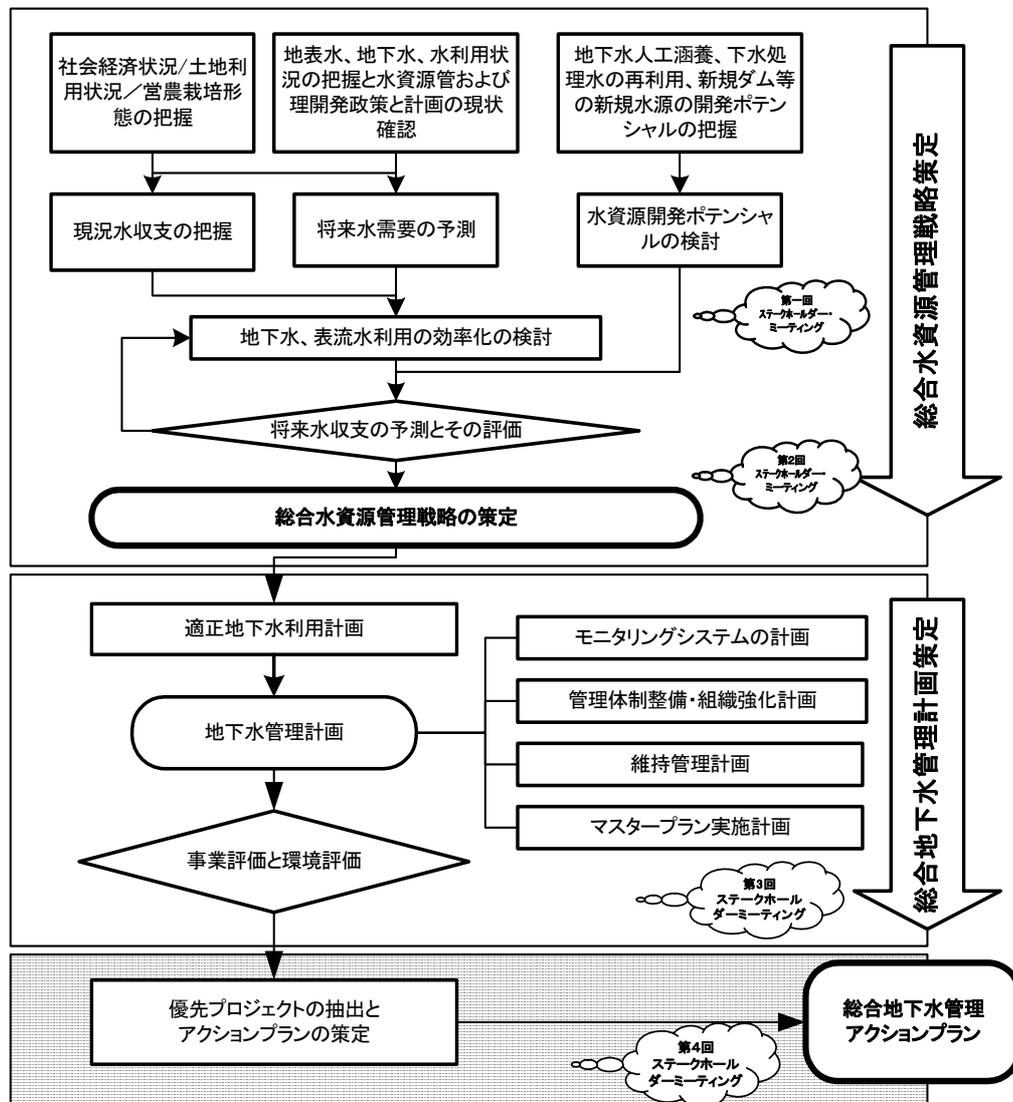


図 1.3.1 本調査の内容

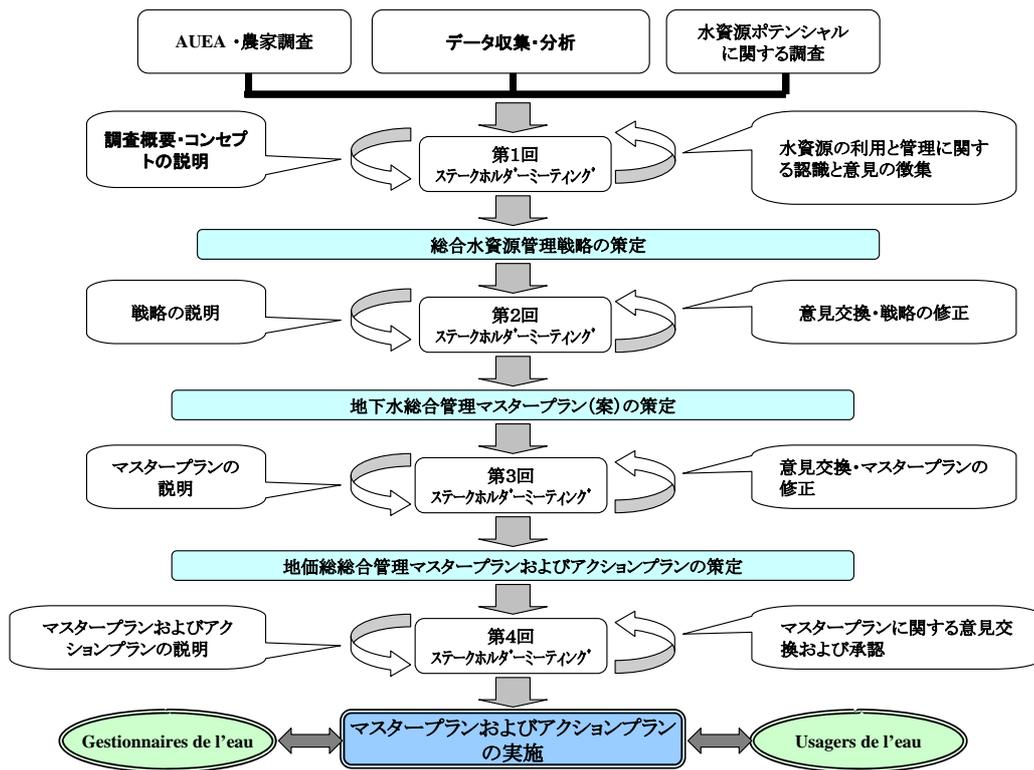


図 1.3.2 総合地下水管理計画策定におけるステークホルダーの参加プロセス