

JICA 独立行政法人 国際協力機構

モロッコ国
国土整備・水利・環境省
水利総局

モロッコ国 アトラス地域洪水予警報システム計画調査

最終報告書 要約



平成16年1月
(2004年)

CTI 株式会社建設技研インターナショナル
yec 八千代エンジニアリング株式会社

独立行政法人 国際協力機構

モロッコ国
国土整備・水利・環境省
水利総局

モロッコ国
アトラス地域洪水予警報システム計画調査

最終報告書

要約

平成16年1月
(2004年)

株式会社建設技研インターナショナル
八千代エンジニアリング株式会社

本件調査における費用積算は、モロッコディラムで表示している。また、使用した通貨換算率は以下の通りである：

$$1.00 \text{ 米ドル} = 9.8638 \text{ モロッコディラム} = 120.590 \text{ 日本円}$$

2003年8月1日現在

序 文

日本国政府はモロッコ国政府の要請に基づき、同国のアトラス地域洪水予警報システム計画調査にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成12年3月から平成16年1月までの間、5回にわたり、株式会社建設技研インターナショナルの松本良治氏を団長とし、同株式会社建設技研インターナショナル及び八千代エンジニアリング株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。

また同期間、当機構の国際協力専門員の渡辺正幸を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議を行いました。

調査団は、モロッコ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いただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成16年1月

国際協力機構
理事 松岡 和久

伝 達 状

独立行政法人 国際協力機構
理事 松岡 和久 殿

今般、モロッコ王国におけるアトラス地域洪水予警報システム計画調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき、株式会社 建設技研インターナショナルおよび八千代エンジニアリング株式会社の共同企業体が、平成 12 年 3 月から平成 16 年 1 月までの間に実施してまいりました。今回の調査においては、モロッコ国の現状を踏まえ、実現可能な洪水予警報システムのマスター・プランの策定に努めました。

なお、同期間中、日本政府特に貴機構、外務省、およびその他関係事務所の方々に多大な協力を賜りましたこと、この機会を借りて、厚く御礼申し上げます。また、調査期間中、モロッコ国政府の国土整備・水利・環境省水利総局、その他関係機関よりいただきました協力と支援について深く感謝いたします。

貴機構におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望する次第です。

平成 16 年 1 月

株式会社 建設技研インターナショナル
アトラス地域洪水予警報システム計画調査
団長 松本 良治

最終報告書の構成

英文

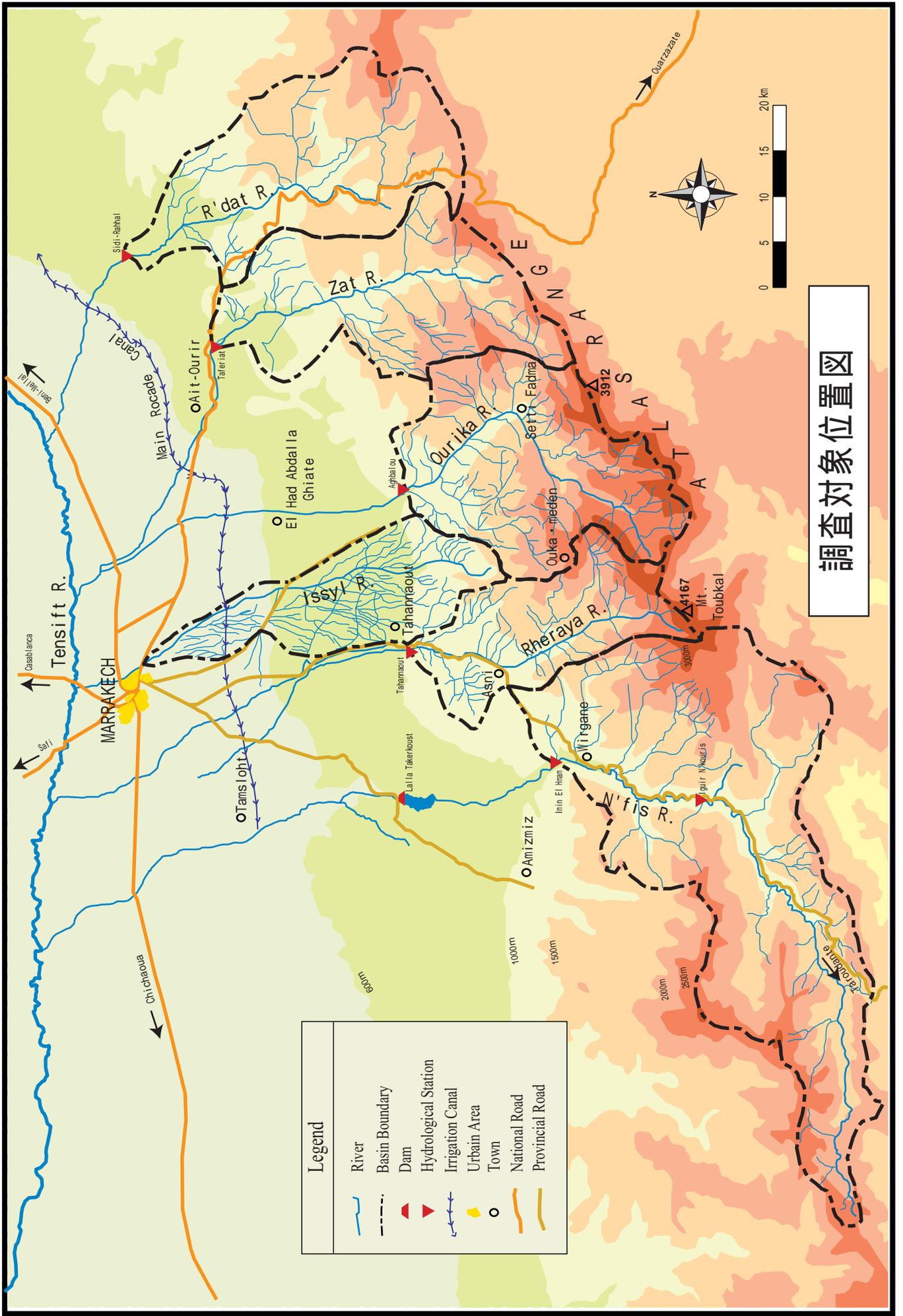
- 第1巻：Summary（要約）
- 第2巻：Main Report（主報告書）
- 第3巻：Supporting Report（副報告書）
- 第4巻：Data Book（データ集）

仏文

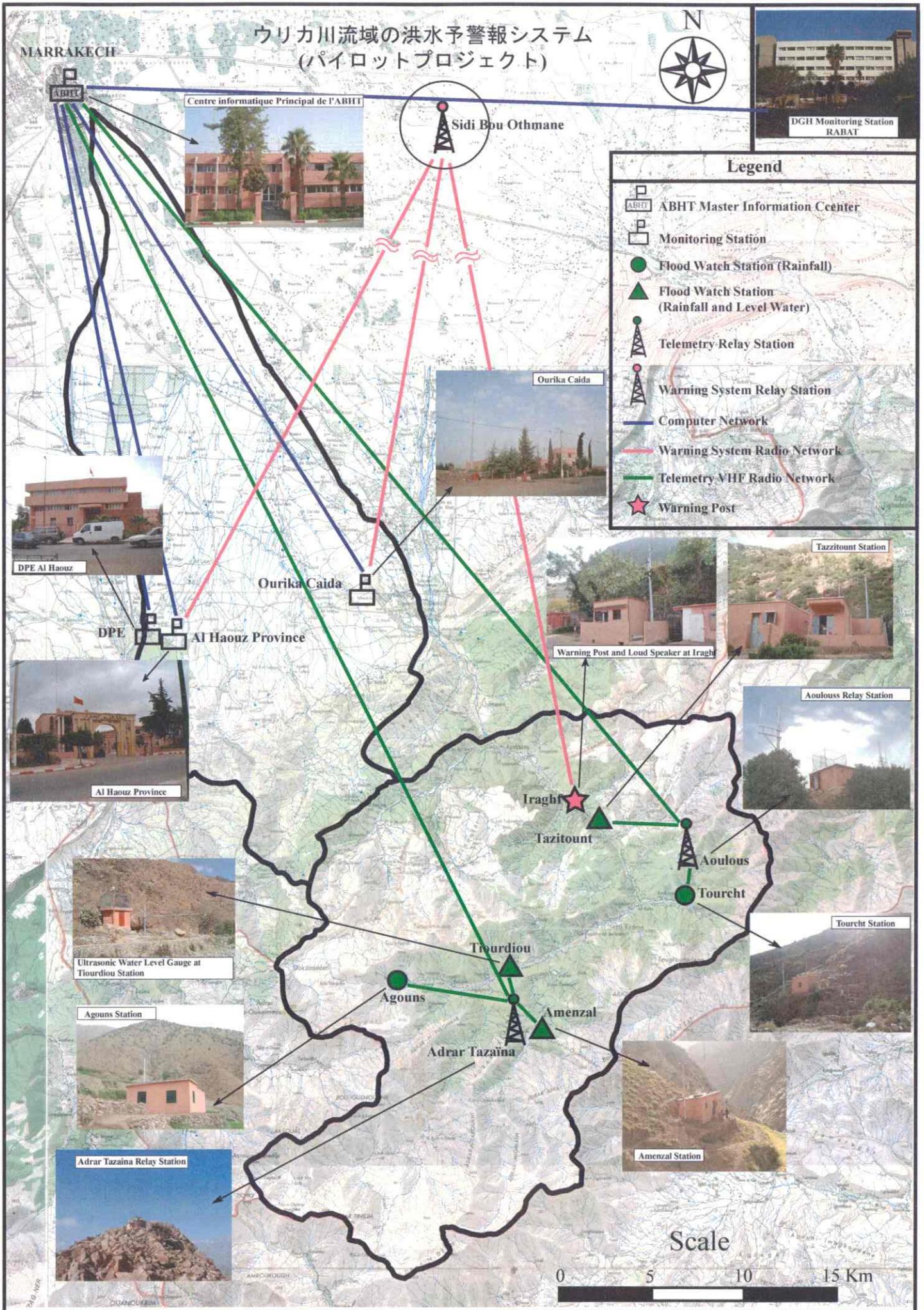
- 第1巻：Resume（要約）
- 第2巻：Rapport Principal（主報告書）
- 第3巻：Rapport Annexes（副報告書）
- 第4巻：Manual de Donnees（データ集）

和文

- 最終報告書 要約



調査対象位置図



概要

1. はじめに

1.1 背景

本件調査対象地域はオートアトラスと呼ばれる高い山脈の北斜面に位置し、標高は 500m から 4,000m となっている。その絵のように美しい風景、涼しい空気および清潔な水は多くの観光客を惹きつける一方で地形的・気象的条件によって洪水や土石流被害を受けやすい。1995 年 8 月には対象地域の山岳地帯での雷雨によって、突然の鉄砲水と土石流が発生し、数百人の死者を出した。

1995 年の災害以来、モロッコ政府は調査対象地域において、様々な構造物対策および非構造物対策を実施し、洪水被害を軽減するための取組みを行ってきた。非構造物対策としては、1995 年洪水で最も被害を受けたウリカ川流域に、無線電話を備えた 6 つの水文観測局を設置した。しかしながらこれらの取組みも調査対象地域の安全性を確実にするにはまだ程遠い。

このような状況の下、モロッコ政府は、アトラス地域の洪水予警報システム(FFWS)のマスタープランの作成を日本政府に要請した。この依頼に対応して、国際協力機構(JICA)は、2000 年 3 月に、松本良治を団長とする調査団を派遣した。

1.2 調査の目的

本調査の目的は下記のとおりである。

- (1) アトラス地域における洪水予警報システムのマスタープランを策定する。
- (2) 本件調査を通じ、モロッコ政府カウンター・パート機関に対する技術移転を図る。

1.3 調査対象地域

調査対象地域は、ルダット、ザット、ウリカ、イシル、レラヤ、ニフィスの 6 支川を含むテンシフト川左岸流域 3,500 km²である。

2. パイロットプロジェクトの実施と運用

2.1 序

約 1 年の基礎調査に続いて、2001 年 4 月にマスタープラン(案)が作成された。マスタープラン(案)において、既存の手動システムではほとんど対応できない鉄砲水に対処するために、20 の洪水監視局のテレメータシステムおよび 17 の警報局の自動遠隔操作システムが提案されている。実際にマスタープラン(案)で提案された機器とシステムの有効性を調査するために 2001 年 7 月から 2003 年 9 月の間に、マスタープラン(案)の一部がウリカ川流域でパイロットプロジェクトとして段階的に実施された。

フェーズ 1 の半自動システムは 2001 年 12 月に完成し、すぐに試験運用が開始され、2003 年 7 月にテレメータシステムが実現するフェーズ 2 が完成するまでの約 1 年半続けられた。テレメータシステムの試験運用もまた、2003 年 8 月上旬から 9 月中旬までの約 1 ヶ月半の間実施された。

2.2 パイロットプロジェクトの内容

トータルな洪水予警報システムとして、パイロットプロジェクトは次に示す 5 つのサブシステムで構成されている。

パイロットプロジェクトの構成

サブシステム	フェーズ I (2001 年 12 月完了)	フェーズ II (2003 年 7 月完了)
水文観測・データ収集	5 洪水観測局の水文観測の自動化 (自動雨量計と超音波水位計の設置)	データ送信の自動化 (2 中継局による VHF 無線データ送信システム)
データ処理、予測、洪水注意報発令と情報伝達	DRHT(ABHT)のマスター情報センターと DGH、DPE Al Haouz、Al Haouz 県、Ourika Caidat にモニター局の設置	テレメータシステムの導入に伴うデータ処理システムのアップグレード
洪水警報発令	ガイドライン作成と試験運用	
洪水警報伝達	Iraghf 警報局の設置	Iraghf 警報局、Al Haouz 県、Ourika Caidat 間の selective call system
避難	ガイドライン作成	

2.3 試験運用と技術移転

パイロットプロジェクト期間中、JICA 調査団はモロッコにおいて、また日本に帰っている間は日本から支援とモニターを行った。洪水予警報システム運用に関する関係者の能力向上のために、模擬訓練を含む様々な技術移転プログラムも実施した。

2.4 機器メンテナンス

2001 年 11 月、DRHT(ABHT)の長官と Al Haouz 県知事が、以下のようにプロジェクトの運用とメンテナンスについて合意した。

- それぞれの管轄で建設、設置した機器や施設の運用と日常のメンテナンスに対して、それぞれの組織が責任を負う。
- DGH は、すべての機器の予防および修理メンテナンスの責任を負う。

この合意に基づいて、すべての関係機関が設置作業完了後徐々にパイロットプロジェクト機器の運用を開始した。一方、ABHT は、DGH から補助金を受け、地元業者と 2003 年のフェーズ I 機器のメンテナンスを 120,000Dh で契約した。DGH によると、フェーズ I および II 両方の機器をカバーする 2004 年契約のために 200,000Dh (2003 年の契約から 80,000Dh アップ) を準備している。

2.5 パイロットプロジェクトの評価

機器は大体適切に機能した。特にテレメータシステムの効果は絶大であった。2003 年 8 月 4 日の豪雨時、自動テレメータシステムは ABHT に集中豪雨の発生を通知し、リアルタイム方式で降雨および水位データを 10 分ごとに送り返した。

主にいくつかの単純エラーのために、提案したガイドラインについては実際の洪水時での有効性を検証できなかった。模擬訓練の効果は言うまでもない。訓練の度に行動がより速くなったことから、関係機関の理解は大幅に改善したと言える。しかしながら、ガイドラインは関係機関に完全には浸透していない。更なる訓練プログラムと模擬訓練が必要である。

パイロットプロジェクトと同様に FFWS 対策の限界が最近の洪水で明らかになった。パイロット洪水予警報システムを持続的に運用するためには、洪水予警報システムを組織的、財政的、技術的にサポートする仕組みが不可欠である。そのような仕組み作りに向けたいくつかの行動がゆっくりとしかし着実に進んでいる。2003 年 11 月 7 日には、アルハウズ県、ABHT および DPE アルハウズの 3 機関によってパイロットシステムの運用・維持管理に関する協定書が締結された。

3. マスタープラン

パイロットプロジェクトの評価に基づいて、以下のようにマスタープラン(案)を修正・更新した。

3.1 洪水予警報システムのマスタープランの対象地域

川沿いの多くの村、道路および観光地が、その地形・地質・気象状況により、河川の洪水、土石流、地滑り、斜面崩壊のような災害にさらされている。したがって、マスタープランの効果を最大限にするためには、優先的に危険度が高い地域により多く投資することが必要である。洪水予警報システムマスタープランは、被害ポテンシャルや過去の災害等を包括的に考慮して選択された 16 のハイリスクエリアを対象とすることとする。危険性が低い地域に対しては、住民の自主的な活動による他の低コストあるいはコストなしの対策が考えられる。

3.2 マスタープランの概要

3.2.1 水文観測およびデータ収集

マスタープランでは洪水監視局を 20 箇所としている。水位雨量局が 12 箇所、残りの 8 箇所が雨量局である。全ての洪水監視局に、自動で雨量・水位が計測でき ABHT へリアルタイムにデータ送信ができる自動テレメータシステムが装備されている。

3.2.2 データ分析、予測、洪水注意報の通知と洪水情報 / 注意報の伝達

収集された水文データは、調査対象地域においては洪水予警報システムのマスター情報センターである ABHT で処理・分析される。河川の洪水および土石流予測もまた ABHT で行われる。分析と予測に基づいて、ABHT は洪水注意報を通知する。洪水注意報や洪水情報は、インターネット、公共電話回線、FAX および(または)VHF 無線電話によって関係機関に伝達される。

3.2.3 洪水警報の発令

県知事は、ABHT によって発表された洪水注意報および他の諸情報に基づいて、危険度が高い地区の住民・観光客へ警戒および避難を直接呼びかける洪水警報を発令する。

3.2.4 洪水警報の伝達

洪水警報は、県から警報局および関係機関に伝達される。洪水予警報システムマスタープランでは、危険度が高い地域一帯に警報を放送し通信する設備を持つ合計 17 の警報局が設置されている。県の指示を受け、肉声もしくは録音された警報メッセージが警報局から放送される。

3.2.5 避難

避難は、避難計画(危険度が高い地区ごとに策定されることになっている)に沿って正確かつ迅速に行われなければならない。避難計画には次の内容が含まれる。1)避難組織、2)警報局の運用、3)避難場所・経路、4)資材と機器の備蓄、5)警報メッセージの伝達、6)避難者の誘導、7)観光客の誘導、8)避難訓練、9)広報、10)避難活動の評価と避難計画の見直し。

3.3 組織計画

いわゆるマン・マシンシステムである洪水予警報システムは、設備機器および人間による運用の両方が正常に働く場合に限り、有効に機能する。しかしながら、パイロットプロジェクトの試験運用では組織に関わる多くのエラーが発生した。それらのうちほとんどは非常に単純なものであったが、洪水予警報システムにとっては致命的であった。適切な運用を確保するために、次のことを強調する。

概要

- 調整委員会の創設
- 当直制度の強化
- 十分な理解のための説明と訓練
- DMN との連携分析
- 地方当局からの情報収集の重要性
- マネージメントサイクルに基づいた評価とアップグレード
- 住民と観光業者の参加

3.4 マスタープランの評価

マスタープランの総費用は、パイロットプロジェクトでの完成分を除けば、51 百万 Dh(約 6.3 億円)である。経済的内部収益率は、人命を便益評価に含めれば 16%を超える。結論として、マスタープランは、経済的有効性、社会的および技術的受容性および環境影響力の観点から概ね妥当である。国および地方レベルの支援が確保されれば、マスタープランは財政的にも妥当となる。

4 勧告

JICA 調査団は、上記マスタープランをモロッコ政府に提案し、アトラス地域の住民と観光客の安全促進に寄与するように、マスタープランが早急に実施されることを強く勧告する。マスタープランの実施を促進するために、次のような活動が切に望まれる。

(1) 調整委員会の創設

Al Haouz 県や ABHT および DPE Al Haouz によって署名された協定書が規定しているように、パイロット洪水予警報システムの持続的な運用を確保するための仕組みの必要性は、関係者間で認識されている。この委員会は早急に実現されるべきであり、その委員会がマスタープラン実施推進に向けて働きかけを行っていくものと期待される。

(2) パイロットプロジェクトの持続的な施行

マスタープランの実施に先駆けて、パイロットプロジェクトで設置された洪水予警報システムを適切に運用・維持し続けることが肝要である。もしパイロット洪水予警報システムが廃れるようであれば、マスタープランの実施など問題外である。

(3) アトラス地域の災害に対する包括的な取組み

アトラス地域において、洪水予警報システムだけでは、本川および支川の洪水、土石流、斜面崩壊のような災害を完全に防ぐもしくは軽減することは不可能である。構造物対策と非構造物対策の組み合わせによる包括的な取組みが不可欠である。

(4) DMN によるレーダーの設置

信頼性のある洪水予警報システムのためにはより正確な天気予報が不可欠である。アトラス地域に DMN が計画通りに降雨レーダーの設置を行うことを強く勧める。

モロッコ国
アトラス地域洪水予警報システム計画調査

最終報告書
(要約)

目次

序文	
伝達状	
最終報告書の構成	
調査対象位置図	i
パイロットプロジェクトマップ	ii
概要	iii
目次	vii
付表	xi
付図	xi
略語	xiii
1. はじめに	
1.1 調査の目的	S-1
1.2 調査対象地域	S-1
1.3 調査工程	S-1
1.4 本件調査期間中の組織改変	S-1
2. 調査対象地域の現状	
2.1 一般状況	S-2
2.2 過去の洪水	S-2
2.3 洪水対策	S-3
2.3.1 非構造物対策	S-3
2.3.2 構造物対策	S-3
2.4 関連プロジェクトと調査	S-3
2.4.1 テレメータシステムに関するプロジェクトと調査	S-3
2.4.2 洪水防御に関する調査	S-4
2.4.3 水利部門における行動計画	S-4
3. 調査と分析	
3.1 ハザードマップの作成	S-4
3.1.1 地形分類図の作成	S-4
3.1.2 災害ハザードマップの作成	S-4

3.2	洪水氾濫マップの作成	S-5
3.3	社会調査	S-5
3.4	観光調査	S-5
4.	パイロットプロジェクト以前の洪水予警報システム	
4.1	序	S-6
4.2	洪水予警報システム関係機関	S-6
4.3	1995年災害後の洪水予警報システム	S-7
4.4	既存洪水予警報システムの問題点	S-7
5.	マスタープラン(案)の作成	
5.1	序	S-9
5.1.1	マスタープラン基本条件の設定	S-9
5.1.2	洪水予警報システム対象地域の選定.....	S-9
5.2	主な改良点	S-10
5.2.1	水文観測およびデータ収集	S-10
5.2.2	データ分析、洪水予測と洪水情報・注意報の 伝達	S-10
5.2.3	洪水警報の発令	S-10
5.2.4	洪水警報の伝達	S-10
5.2.5	避難	S-11
5.3	システム構成代替案	S-11
5.3.1	3代替案	S-11
5.3.2	マスタープランに最適なシステムの選択.....	S-11
5.4	マスタープラン概要	S-11
5.4.1	水文観測とデータ収集	S-12
5.4.2	データ分析、予測、洪水注意報の通知と 洪水情報 / 注意報の伝達	S-12
5.4.3	洪水警報の発令	S-12
5.4.4	洪水警報の伝達	S-13
5.4.5	避難	S-13
5.5	実施計画と費用積算	S-13
5.5.1	実施計画	S-13
5.5.2	費用積算	S-13
5.6	事業評価	S-14
5.6.1	経済評価と財政能力の配慮	S-14
5.6.2	社会面の配慮	S-15
5.6.3	初期環境評価	S-15
5.6.4	技術的受容性	S-15

6.	パイロットプロジェクトの計画と設計	
6.1	パイロットプロジェクト計画	S-16
6.1.1	プロジェクト流域の選定	S-16
6.1.2	開発レベルの決定	S-16
6.2	パイロットプロジェクトの説明	S-16
6.2.1	パイロットプロジェクトの概要	S-16
6.2.2	サブシステム毎の概要	S-17
7.	パイロットプロジェクトの実施と運用	
7.1	パイロットプロジェクト フェーズ	S-18
7.1.1	実施工事	S-18
7.1.2	ガイドラインの作成	S-18
7.1.3	模擬訓練	S-19
7.1.4	2003年6月14日洪水時の実運用	S-20
7.2	パイロットプロジェクト フェーズ	S-20
7.2.1	実施工事	S-20
7.2.2	混信問題	S-21
7.2.3	技術移転	S-21
7.2.4	2003年8月4日洪水時の実運用	S-22
7.3	機器メンテナンス	S-22
8.	パイロットプロジェクトの評価	
8.1	評価基準	S-23
8.2	機器の妥当性	S-23
8.2.1	機器の有効性	S-23
8.2.2	機器の持続性	S-23
8.3	ガイドラインの妥当性	S-24
8.3.1	ガイドラインの有効性	S-24
8.3.2	ガイドラインの持続性	S-24
8.4	全体システムの妥当性	S-24
8.4.1	全体システムの有効性	S-24
8.4.2	全体システムの持続性	S-25
8.5	結論	S-25
9.	マスタープランの修正	
9.1	序	S-26
9.2	修正と更新	S-26
9.2.1	マスタープラン目標完成年	S-27
9.2.2	サブシステムの修正	S-27
9.2.3	維持管理計画の修正	S-28

	9.2.4 災害防止に関する包括的取組みの必要性.....	S-28
9.3	実施計画と費用積算	S-28
	9.3.1 実施計画	S-28
	9.3.2 費用積算	S-28
9.4	事業評価	S-29
	9.4.1 経済評価と財政能力配慮	S-29
	9.4.2 社会配慮	S-30
	9.4.3 初期環境評価	S-30
	9.4.4 技術的受容性	S-30
10.	アトラス地域における災害への包括的取組み	
10.1	構造物対策	S-30
	10.1.1 適用できる構造物対策	S-31
	10.1.2 構造物対策導入にあたっての配慮	S-31
10.2	非構造物対策	S-31
	10.2.1 ハザードマップの公表	S-32
	10.2.2 土石流危険渓流のモニタリング	S-32
	10.2.3 交通規制の導入	S-32
	10.2.4 土地利用規制・指導	S-32
	10.2.5 観光客のための施設の整備	S-33
11.	結論と勧告	
11.1	結論	S-33
11.2	勧告	S-34

表

表 5.1	調査対象地域における洪水監視局ネットワーク案	T-1
表 5.2	マスタープランの3代替案	T-2
表 5.3	洪水予警報システム運用に必要な時間	T-3
表 5.4	予想される環境影響	T-4
表 6.1	パイロットプロジェクトの実施計画	T-5
表 8.1(1/2)	洪水時のパイロットプロジェクト洪水予警報システムの パフォーマンス	T-6
表 8.1(2/2)	洪水時のパイロットプロジェクト洪水予警報システムの パフォーマンス	T-7
表 8.2	試験運用時の主な機器トラブルとその対策	T-8
表 9.1	マスタープランの実施計画	T-9
表 10.1	土石流危険渓流のモニタリングレポート	T-10

図

図 3.1	地形分類図 (ウリカ).....	F-1
図 3.2	ハザードマップ (ウリカ).....	F-2
図 3.3	ウリカ川の洪水マップ (IRAGHF村の上流).....	F-3
図 3.4	イシル川の洪水マップ (100年確率洪水).....	F-4
図 4.1	調査対象地域の洪水監視局の位置	F-5
図 5.1	洪水監視局の配置計画	F-6
図 5.2	データ収集サブシステムの概念的ブロック図	F-7
図 5.3	通信ネットワーク	F-8
図 5.4	データ処理およびモニタリングサブシステムの 機器ブロック図	F-9
図 5.5	提案する警報局の位置	F-10
図 5.6	警報サブシステムの概念的ブロック図	F-11
図 6.1	パイロットプロジェクトの概要	F-12
図 6.2	パイロットプロジェクトの テレメータシステムの無線ネットワーク	F-13
図 6.3	パイロットプロジェクトのシステム概念図	F-14
図 6.4(1/4)	洪水監視局のブロック図 (雨量局：AgounsとTourcht)	F-15
図 6.4(2/4)	洪水監視局のブロック図 (水位雨量局：AmenzalとTiourdiou, Station side).....	F-16

図 6.4(3/4)	洪水監視局のブロック図 (水位雨量局：AmenzalとTiourdiou, River side)	F-17
図 6.4(4/4)	洪水監視局のブロック図 (水位雨量局：Tazzitount).....	F-18
図 6.5(1/2)	中継局のブロック図(Aoulouss).....	F-19
図 6.5(2/2)	中継局のブロック図(Adrar Tazaina).....	F-20
図 6.6	テレメータおよび制御、データ処理機器のブロック図.....	F-21
図 6.7(1/3)	警報局のブロック図(Iraghf 警報局).....	F-22
図 6.7(2/3)	警報局のブロック図(Ourika Caidat)	F-23
図 6.7(3/3)	警報局のブロック図(Al Haouz Province)	F-24
図 7.1	総合模擬訓練におけるのDMNメッセージの伝達経路	F-25
図 7.2	総合模擬訓練におけるの洪水注意報および警報の伝達経路....	F-26
図 9.1	データ収集サブシステムの修正ブロック図.....	F-27
図 9.2	警報システムの修正ブロック図.....	F-28

略 語

ABHT	Agence du Bassin Hydraulique de Tensift, MATEE	Tensift Hydraulic Basin Agency
AEFCS	Administration des Eaux et Forest et de la Conservation des Sols	Administration of Water and Forest and Soil Conservation
AEPI	Alimentation en Eau Potable et Industrielle	Drinking and Industrial Water Supply
ANRT	Agence Nationale de Réglementation de Transmission	National Agency of Transmission Regulation
CDCL	Centre de Documentation des Collectivités Locales, MI	Documentation Center for Local Communities
CNP	Centre National des Prévisions, DMN	National Forecasting Center, DMN
DEA	Direction des Eaux et Assainissement, MAMVA	Directorate of Water and Drainage
DGCL	Direction Générale des Collectivités Locales, MI	Directorate General of Local Communes
DGH	Direction Générale de l'Hydraulique, MATEE	Directorate General of Hydraulics
DMN	Direction de la Météorologie Nationale, MATEE	Directorate of National Meteorology
DPA	Direction Provinciale de l'Agriculture, MAMVA	Provincial Directorate of Agriculture
DPE	Direction Provinciale de l'Equipement, MET	Provincial Directorate of Equipment
DRC	Direction Régionale Centre, DMN, MATEE	Central Regional Directorate, DMN
DRCR	Direction des Routes et de la Circulation Routière, MET	Directorate of Roads and on Road Traffic
DRE	Direction Régionale de l'Equipement, MET	Regional Directorate of Equipment
DREF	Direction Régionale des Eaux et Forêts, MCEF	Regional Directorate of Water and Forests
DRH	Direction de la Région Hydraulique, ME	Directorate of the Hydraulic Region
DRHT	Direction de la Région Hydraulique de Tensift, ME	Directorate of the Hydraulic Region of Tensift
DRT	Délégation Régionale du Tourisme, MT	Regional Delegation of Tourism
LPEE	Laboratoire Public d'Essais et d'Etude	Public Laboratory for Experiments and Studies

MAMVA	Ministère de L'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole	Ministry of Agriculture and Agricultural Development
MATEE	Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement	Ministry of Country Planning, Water and Environment
MCEF	Ministère Chargé des Eaux et Forêts	Ministry in charge of Water and Forests
ME	Ministère de l'Équipement	Ministry of Equipment
MET	Ministère de l'Équipement et du Transport	Ministry of Equipment and Transport
MI	Ministère de l'Intérieur	Ministry of Interior
MT	Ministère du Tourisme	Ministry of Tourism
ONCF	Office National des Chemins de Fer	Railway National Office
ONE	Office Nationale de l'Electricité	National Office of Electricity
ONEP	Office Nationale de l'Eau Potable	National Office of Drinking Water
ORMVAH	Office Régionale de la Mise en Valeur Agricole d'Al Haouz	Regional Office of Agricultural Development of Al Haouz
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement	United Nations Development Programme (UNDP)
PAGER	Programme d'Approvisionnement en Eau des Populations Rurales	Water Supply Program for Rural Population
PC	Post de Commande	Command Post
Plan ORSEC	Plan d'Organisation des Secours	Disaster Contingency Plan
RTM	Radio Télévision Marocaine	Moroccan Radio & Television

要 約

1. はじめに

1.1 調査の目的

本調査の目的は下記のとおりである。

- (1) アトラス地域における洪水予警報システムのマスタープランを策定する。
- (2) 本件調査を通じ、モロッコ政府カウンター・パート機関に対する技術移転を図る。

1.2 調査対象地域

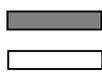
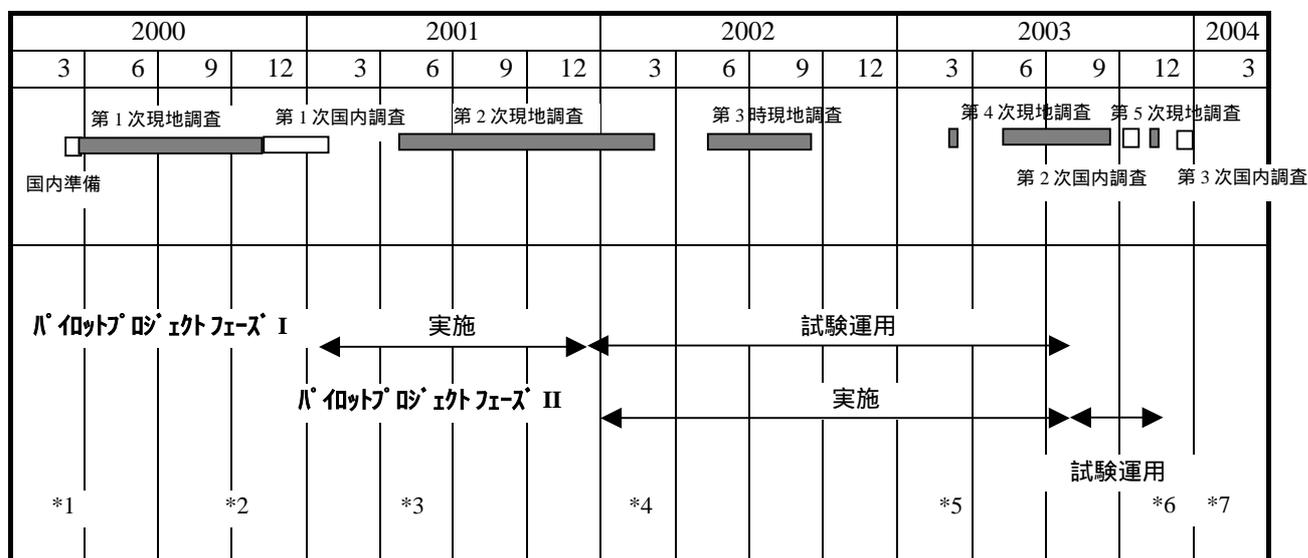
調査対象地域は、ルダット、ザット、ウリカ、イシル、レラヤ、ニフィスの6支川を含むテンシフト川左岸流域 3,500 km²である（位置図参照）。

1.3 調査工程

本件調査は、2000年5月にスタートし、インセプションレポートで提案した工程では、2002年の2月に終了するとされていた。しかし、パイロットプロジェクトとしてテレメータシステムの導入と模擬訓練のような追加調査項目のために、2004年頭まで調査期間が延長された。

延長された調査期間で、2001年から2003年の間にパイロットプロジェクトとしてウリカ川流域において、2001年4月のインテリムレポートで提案したマスタープラン(案)の一部が段階的に実施された。2001年に自動観測が可能な半自動洪水予警報システムが完成し、2003年7月にはこれに自動データ転送システムを追加して全自動システムにアップグレードした。

調査工程



Work in Morocco
Work in Japan

*1: インセプションレポート, *2: インテリムレポート1, *3: インテリムレポート2

*4: プログレスレポート, *5: プログレスレポート2, *6: ドラフト・ファイナルレポート, *7: ファイナルレポート

1.4 本件調査期間中の組織改変

2000 から 2003 年の調査期間中、本件調査に関する 2 つの大きな組織変更が行われた。

一つは、DRHT (テンシフト地方水利局) から ABHT (テンシフト流域水利エージェンシー) への変更である。水利流域エージェンシー (2000 年 11 月 14 日総理大臣によって正式に公表された法令 NO.2-00-79 によって創設) は DRHT を母体として 2002 年 4 月実際に設立され、Sous Massa、Bouregreg、Sebou、Lokkous、Moulouya の他の 5 流域とともに責任者が任命された。

もう一つの変化は、新政府設立による内閣改造の一部として 2002 年 11 月の設備省から国土整備水利環境省への DGH (水利総局) と ABHT の移転である。

2. 調査対象地域の現状

2.1 一般状況

調査対象地域は、アフリカ大陸の北西端を南西から北東方向に走るハイ・アトラスの北西斜面に広がる 6 河川流域であり、流域には標高 3,000m を超える山々がある。山岳地帯は、急峻な斜面と乏しい植生が特徴である。

気候は、地中海性気候を基本とした乾燥大陸性気候である。一般的に、雨期は 10 月から 4 月、乾期は 5 月から 9 月である。7 月から 10 月には、しばしば激しい雷雨がアトラス山脈で発生し、夏の旅行シーズンに谷が洪水となる。

調査対象地域のほとんどは、行政的には Al Haouz 県に属している。一方で、イシル川流域の最北端の市街地域は、Sidi Youssef Ban Ali 県に、南の山岳地域の一部は Ouarzazate 県に属している。対象地域の人口は、2000 年には約 37 万人である。土地利用状況は、森林が 47%、農地が 29% で残りは、果樹園、草地もしくは裸地、岩石等である。主要産業は農業、畜産業、林業で、Al Haouz 県の世帯収入のそれぞれ 46%、32%、0.1% である。観光産業もまた主要収入源の一つである。

2.2 過去の洪水

過去の主要洪水を以下の表に示す。

過去の主要洪水

流域	年/月	主な氾濫域	洪水被害
Issyl	1956/-	Sidi Youssef Ben Ali and along the river course (Most severe flood in the past)	Many lives were lost.
	1963/12	Marrakech city area	2 people died and 97 houses were washed away.
	1971/-	No data	Flood damage was less severe than the 1956 flood.
	1982/-	Sidi Youssef Ben Ali area	Many houses were washed away.
	1984/-	Mainly Bab Rob area	Not specified
	1986/-	Sidi Youssef Ben Ali	10 houses were washed away
	1990/1	No data	4 people died, 20 people were injured, 530 ha of agricultural area were inundated.
	1994/10	Sidi Youssef Ben Ali	8 houses were damaged
	1995/4	No data	36 houses were damaged
Other Basins (R'dat, Zat, Ourika, Rheraya and N'fiss)	1997/3	23 villages and Sidi Youssef Ben Ali	40 houses were damaged
	1949/-	No data	No data
	1967/-	- do -	- do -
	1980	- do -	- do -
	1995/8	Ourika and other areas (55 villages)	More than 200 people were killed or missing and total damage amount was DH 70 mil.
1999/10	N'fiss, Ourika and Rheraya	Infrastructure and agricultural areas were damaged.	

これらの中で、最もひどい洪水は 1995 年 8 月 17 日洪水である。高い気温によって発達した強い上昇気流が激しい雷雨を引き起こし、高山地帯に集中豪雨をもたらした。豪雨は鉄砲水と土石流を引き起こし、ウリカ谷では何百という人命が失われた。被害者の多くは冷涼で清

廉な水を楽しみにきていた旅行者であった。家屋、農地、道路の被害も甚大であり、被害総額は総計 7 千万 Dh であった。

ウリカ谷の Aghbalau 観測地点では 1,000 m³/s、レラヤ川の Tahanaout 観測地点では 680 m³/s を記録した。これらは、30 年確率および 100 年確率流量に相当する。

2.3 洪水対策

モロッコ政府は、主に 1995 年洪水以降、洪水、土石流、地すべり、斜面崩壊等を含む降雨に起因する災害対策を実施してきた。しかしながら、財政的・技術的制約のために、十分に対策が実施できておらず、住民と観光客は未だに災害の危険にさらされている。

2.3.1 非構造物対策

1995 年洪水以降に実施されてきた主な非構造物対策は以下の通りである。

- DMN (国家気象総局) による気象観測と天気予報の改良
- DRHT (ABHT) による洪水監視システムの導入
- DPE (設備省地方局) によるウリカ谷の危険地域の広報と駐車スペースの建設
- 水法 (the “10-95 Law”) の制定に伴う土地利用制限
- DREF (地方水森林局) による森林再生と侵食対策

2.3.2 構造物対策

構造物対策は、ウリカ川流域に集中している。ルダット、レラヤ、ニフィス川においては、道路の舗装、護岸工事等を除いてはほとんど洪水に対する対策や計画はない。ウリカ川やイシル川で実施された構造物対策は以下の通りである。

ウリカ川とイシル川流域における構造物対策

流域	主な構造物対策
ウリカ川	<ul style="list-style-type: none"> • Excavation of river channel by DPE • Blasting of large boulders by DPE • Construction of embankment by DPE • Construction of revetment works by DPE • Construction of check dams by DPE and DREF
イシル川	<ul style="list-style-type: none"> • Construction of flood protection walls in Sidi Youssef Ben Ali by DPE

これらのうち、ウリカ川流域開発プロジェクトが特記される。経済と社会開発のために、ハッサン 2 世基金による 1 億 DH プロジェクトが、2001 年から 2003 年の間でウリカ川流域 665km² において実施されている。プロジェクトの目的は、住民、観光客および経済インフラストラクチャを保護し、農業水利施設を保護推進し、エコ・ツーリズムへの投資を促進し、基盤インフラストラクチャの改良および地元住民の自助に寄与することである。このプロジェクトは、800ha の植林と森林植生および草地の改良に加え、113,000m³ の砂防堰堤の建設を含んでいる。

2.4 関連プロジェクトと調査

2.4.1 テレメータシステムに関するプロジェクトと調査

DGH は、水部門におけるアクションプラン 1999-2003 に従って、テレメータシステムを導入することによって、水文観測の自動化に関する計画と研究を熱心に進めてきた。それらは、「Ouergha 川流域ネットワークの自動化計画」、「地中海水文観測システム計画 (MED-HYCOS)」、「水文テレメータシステム計画 for Oum Er Rbia and N'fis River Basins」、「Sous/Massa 統合水資源管理計画(SIWM)」である。

フランスの開発銀行によって融資された Ouergha プロジェクトは、2000 年に実施されたが、観察されたデータの一部は HF 無線データ送信システムの問題により欠損している。MED-HYCOS プロジェクトでは、地中海沿岸国間で水文情報を交換するために 2000 年に 2 つのテレメータ局が設置された。世界銀行の Oum Er Rbia and N'fis プロジェクトは、Oum Er Rbia 流域エージェンシーが負担することになる維持管理費が高いために、詳細設計の後について中止となった。2001 年 1 月に始められた US-AID SIWM プロジェクトは、2003 年 7 月から 12 月の間に設置が期待される VHF 無線テレメータプロジェクトを含んでいる。

2.4.2 洪水防御に関する調査

全国的な調査である「全国洪水対策計画」が 2000 年に DGH によって、洪水タイプの定義、洪水リスクポテンシャルに関する文書の作成、組織機構の現状分析と改良の提案を目的として開始された。世界銀行による調査は、県による洪水危機管理委員会の設置を提案して 2003 年に終了している。

DRCR はウリカ谷の道路 P2017 号線保護に必要な対策を検討する調査を行っている。その調査は Mission（現地予備調査）と Mission（現状の対策工の問題点の抽出と水理調査）および Mission（フィージビリティスタディーと調査結果のプレゼンテーション）から成っている。調査は 2000 年に始まり、2001 年 5 月には Mission の報告書が発表された。Mission は 2002 年 8 月には終了すると思われたが、追加河川調査のための資金不足により中断している。

2.4.3 水利部門における行動計画 1999-2003

設備省は、「経済と社会開発計画 1999-2003」を策定し、その中で DGH は「水利部門の行動計画 1999-2003」を発表している。この五箇年行動計画は、都市や農村の飲料水、灌漑用水、工業用水、水力発電や洪水調節のような様々な水資源開発計画を含む。水文観測網の近代化は、五箇年計画の主目的の 1 つとなっている。

3. 調査と分析

3.1 ハザードマップの作成

3.1.1 地形分類図の作成

地形分類図は洪水・土砂災害ハザードマップ作成の第一段階として、全 6 流域について作られた。地形は本件調査によって新たに得られた航空写真によって判読され、5 万分の 1 もしくは 10 万分の 1 地形図に記載される。図 3.1 はウリカ川流域でのサンプルである。他の 5 流域については Volume 3 サポートイングリポート Appendix B: River Morphology に示す。

3.1.2 災害ハザードマップの作成

地形分類図作成に引き続き、土石流、斜面崩壊、地すべり、洪水氾濫のような災害を受けやすい地域を識別するために、6 河川流域について災害ハザードマップが作成された。図 3.2 はウリカ川流域の例である。他流域については Volume 3 サポートイングリポート Appendix B: River Morphology に示す。

ダメージポテンシャルは、一般的にその自然現象の規模と生起確率、守られるべき資産の配置の関数によって表される。ハザードマップにおいては、家屋や建物、道路が守られるべき重要な資産として考慮されている。

判読された災害危険地域

流域	流域面積 (km ²)	土石流危険渓流 数	斜面崩壊危険地区数		地すべり危険地区数	
			エリア数	道路延長(km)	エリア数	道路延長(km)
R'dat	1,256	285	225	37	61	5
Zat	221	147	180	5	70	0
Ourika	495	330	240	36	23	9
Rheraya	528	145	128	14	35	2
N'fis	532	488	490	69	30	2
Issyl	421	36	17	2	7	0
Total	3,453	1,431	1,280	164	226	18

3.2 洪水氾濫マップの作成

本件調査において、ニフィス川、レラヤ川、ウリカ川、ルダット川、ザット川には 1 次元不等流モデルを、イシル川には 2 次元不定流モデルを適用し、確率年毎の洪水氾濫区域を計算した。図 3.3 にウリカ川の Iraghf 付近、図 3.4 にイシル川の洪水氾濫区域を示す。他流域については Volume 3, サポートングレポート Appendix D: Hydraulic Model Simulation に示す。

3.3 社会調査

2000 年の 5 月と 6 月に、洪水被害を受けたあるいは自然災害を受けやすい地域の人々に対してアンケートおよび直接インタビューによる社会調査を行った。

回答者の 36% が 1995 年に、22% が 1999 年に避難を行っていた。避難率は、災害を認知した人に限定すると、1995 年では 45%、1999 年では 26% とやや高くなった。警報に関しては、ほぼ半数が危険を察知し次第家族や近所に警戒を呼びかけていた。危険は人々の大声で伝達されたようである。観光地では、1995 年には 55 人の、1999 年には 21 人の地元住民によってそのような警報が観光客にそれぞれ伝えられた。予報システムへの地元の関心については、避難訓練に参加したいかどうかの質問への回答の 83% が積極的なものであった。

3.4 観光調査

調査対象地域には、ウリカ川の Irgahf (Oulmes)、Setti Fadma、レラヤ川の Imlil、R'ha Moulay Brahim と主に 4 つの観光地がある。ほとんどの観光客が夏期にこれらの地区に訪れる。2000 年 8 月上旬に、洪水災害、洪水予警報システムへの関心について情報を収集するため、先の 4 地区において観光調査を行った。

ウリカ川流域では、Setti Fadma から Aghbalau までの間で、日曜日には最大で 6,000 人、車 1,200 台となる一方で、木曜日には 2,000 人、車 500 台が数えられた。レラヤ川流域では、R'ha Moulay Brahim and Asni 以外では観光客は見られなかった。R'ha Moulay Brahim は観光客が川を楽しむ唯一の場所である。土曜日のピーク時には 1,360 人、車 63 台であった。

国籍と言語に関しては、観光客のほとんどが外国人である Imlil を除いては大部分がモロッコ人である。アラビア語が最も一般的な言語であり、観光客の 94% がアラビア語を話し、71% がフランス語を話す。しかしながら、地元の言語であるベルベル語を理解できる観光客はごく少数で 24% である。

インタビューされた人の 92% が 1995 洪水を知っており、61% が洪水に対して不安を抱いている。避難場所についての質問では、81% がより高いところへ避難する、12% が車で避難する（これは自分の車で来ている人の 24% に相当する）と回答した。ほとんどすべての人が警報装置や、洪水時の避難案内が必要と回答している。

4. パイロットプロジェクト以前の洪水予警報システム

4.1 序

アトラス地域の洪水予警報システムは、2001年から2003年のパイロットプロジェクトの実施により特にウリカ谷において劇的に変化した。しかしながら、この章では、次章で説明するマスタープラン(案)を理解しやすいように、2001年12月のパイロットプロジェクトフェーズ以前の旧システムについて説明する。また、当時は、ABHTはDRHTであったし、DGHとDRHT(ABHT)は設備省の管轄下にあった。

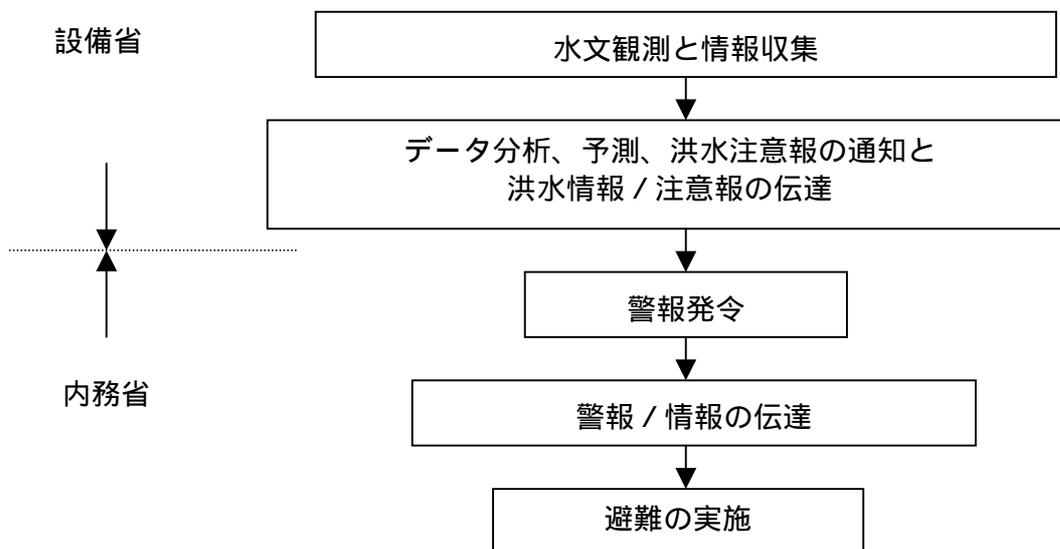
4.2 洪水予警報システム関係機関

調査対象地域の洪水予警報システムは管理上、設備省と内務省の2つの部分に分けられていた。設備省はDRHT、DMN、DPEで代表され、観測、データ収集、分析、予測、洪水注意報の発表、洪水情報の伝達等を含む技術的な事に携わっていた。DRHT、DPEおよびDMNの役割は、DRHTのABHTへの移行および2002年11月の中央政府の再編(ABHTのDGHへの移行、DMNの設備省から新しくできた国土整備水利環境省への移行)後も実質的には変わっていない。

県やその下の地方当局(CerclesやCaidatsなど)によって代表される内務省は、警報発令や避難活動を通して住民や観光客と直接関わっている。

1995年のウリカの災害後、設備省は1996年12月に洪水管理のためのガイドラインを作成した。そのガイドラインは、洪水前、中、後の関係機関(DPE/DRE、DRH、DRCR、DMN等)の役割、特にDPE/DREの役割を規定している。この設備省ガイドラインは、関係機関間の情報伝達方法、洪水状況に応じて講じられる処置、DMNからの注意報について記述してある。部署名や電話番号もガイドラインに記述してある。しかし、必要なツールや設備の不足、組織的な問題によって、実際にはまだガイドラインの規定からは程遠いものとなっている。

すべての県は、大災害時の救助活動のためのORSEC計画を持っているが、洪水予警報システムのガイドラインは持っていない。知事は、原則として住民の安全に責任を負う。知事は、地方当局、DRHT、DPEの洪水情報/注意報に基づいて警報を出し、行政のヒエラルキーに沿ってCerclesやCaidatsのような地方当局に伝達する。その後、地方当局は住民や観光客に



洪水予警報システムのサブシステム

直接もしくは cheikhas や mecadams を通して避難を呼びかける。しかしながら、いつもその手順とは限らない。緊急時にはそれぞれのレベルの機関が単独で避難勧告を出すことができる。電気通信手段不足によって、洪水警報の伝達は、未だに住民の口頭による伝達（叫ぶ）に大いに頼っている。

4.3 1995年災害後の洪水監視システムの導入

調査対象地域には 8 つの洪水観測所がある。1995 年洪水後、それらの中で、それぞれ Ourika 流域に 5 箇所、Rheraya 流域に 1 箇所監視局が新たに設置された。これらの監視局には、洪水情報を DRHT (ABHT) に報告できるように、VHF/FM および（または）HF/SSB 無線電話が装備されている。図 4.1 に洪水監視局の位置を示す。

調査対象地域の洪水監視局

観測地点	流域名	流域面積 (km ²)	観測項目	遠隔通信方法
Aghbalau	Ourika	503	WL, R	T, H, V
Tazzitount	Ourika	347	WL, R	V
Tuorcht	Ourika	19	WL, R	V
Amenzal	Ourika	49	WL, R	V
Tiourdiou	Ourika	134	WL, R	H, V
Agouns	Ourika	-	R	H, V
Aremd	Rheraya	35	WL, R	V
I. N'kouris	N'fiss	848	WL, R	H

観測項目 ; WL: 水位、 R: 雨量
 遠隔通信方法 ; H: HF/SSB 無線電話、 V: VHF/FM 無線電話
 T: 電話

4.4 既存洪水予警報システムの問題点

上記の努力にもかかわらず、洪水予警報システムは望ましいレベルにはほど遠かった。パイロットプロジェクト実施前の洪水予警報システムの問題点を以下の表にまとめた。

調査対象地域の既存洪水予警報システムの問題点

サブシステム		問 題	関係機関
水文観測と情報収集	観測	<ul style="list-style-type: none"> 雨量局・水位局の不足および不適切な配置 雨量および水位の手動観測の困難さ 水位測定に妥当でない機器 	DRHT
	データ送信	<ul style="list-style-type: none"> 不可避の口頭伝達エラー 中継局の改装と補強の必要性 	DRHT
	情報収集	<ul style="list-style-type: none"> 天気予報の正確さ向上の必要性 	DRHT,DMN
データ分析 予測 洪水注意報の通知と 洪水情報 / 注意報の 伝達	データ分析	<ul style="list-style-type: none"> データ分析不足 土石流の未考慮 	DRHT
	予測	<ul style="list-style-type: none"> 非科学的予測 洪水予測モデル作成のための雨量記録不足 土石流の未考慮 	DRHT
	洪水注意報の通知	<ul style="list-style-type: none"> 洪水注意報発表の基準がない 土石流の未考慮 	DRHT
	洪水情報 / 注意報の伝達	<ul style="list-style-type: none"> 非視覚化情報 不可避の口頭伝達エラー 	DRHT/DPE
警報発令		<ul style="list-style-type: none"> 警報発令の基準がない 不可避の口頭伝達エラー 	Province/ Prefecture
警報伝達		<ul style="list-style-type: none"> 不可避の口頭伝達エラー 遠隔操作手段不足 住民と観光客の言語の相違 サイレンやスピーカのような警報機器がない 	Province/ Prefecture and Lower Local Authorities
避難	施設	<ul style="list-style-type: none"> 避難と駐車スペースの不足 	DPE, Province/ Prefecture, and DRT
	運用	<ul style="list-style-type: none"> 住民と観光客の言語の相違 避難場所の未指定 観光客を補助する組織がない 	Province/ Prefecture and DRT

5. マスタープラン(案)の作成

5.1 序

前章におけるパイロットプロジェクト実施以前の既存システムの綿密な調査に続いて、本章でマスタープラン(案)を一旦作成し、パイロットプロジェクト実施後に修正・改良する。

5.1.1 マスタープラン基本条件の設定

マスタープランの完成目標年を 2009 年とした（マスタープラン実施が 2005 年に始まって 5 年で完成すると仮定）。

アトラス地域において、最も深刻な洪水は、ある意味では本件調査のきっかけとなった 1995 年洪水である。洪水予警報システムのマスタープランは、目標洪水として、1995 年洪水の洪水条件に対処するために作られることになっている。システムは、その特別な洪水に対応するために計画される。

5.1.2 洪水予警報システム対象地域の選定

多くの村、河川沿いの道路および観光地は、その地形・地質・気象状況により、河川の洪水、土石流、地滑り、斜面崩壊のような雨によって引き起こされる災害にさらされる。それらすべてを守ることは不可能である。したがって、優先的に危険度が高い地域により投資することによって、マスタープランの効果を最大限にする必要がある。つまり、本件調査で提案する洪水予警報システムの対象をそのようなハイリスクの地域とする。危険性が低い地域に対しては、他の低コストな対策や住民の自主的な活動による無償の対策を考えるべきである。

危険度の高い低いの区分は、被害ポテンシャルや過去の災害等、包括的な考察のもとに行われなければならない。洪水予警報システムの目的は人命の保護であるから、過去の災害の死傷者や人命の損失を含む被害ポテンシャルをハイリスク地区選定の指標と考える。選定したハイリスク地区を図 5.1 に示す。

選定したハイリスク地区

県	流域	地域	災害の型	保護対象	過去の洪水での死傷者	
Al Haouz	R'dat	Tazlida Tributary	Debris flow	Village	3 dead in '95	
	Zat	Tiferent Douar	Debris flow	Village	11 dead in '95	
	Ourika	Tiguemmi-n-Oumzil et Tnite	River Flood	River Flood	Village	A bridge and a village is exposed.
		Aghbalau	River Flood & Debris flow	River Flood & Debris flow	Tourists, Village	13 dead in '95, Tourist Spot
		Iraghf	River Flood & Debris flow	River Flood & Debris flow	Tourists, Village	180 dead in '95, Tourist Spot
		Tazzitount	River Flood & Debris flow	River Flood & Debris flow	Tourists, Village	10 dead in '95, Tourist Spot
		El Kri	River Flood & Debris flow	River Flood & Debris flow	Tourists, Village	2 dead in '95, Tourist Spot
		Setti Fadma	River Flood & Debris flow	River Flood & Debris flow	Tourists, Village	8 dead in '95, Tourist Spot
		Rheraya	R'ha Mouley Brahim	River Flood	River Flood	Tourists, Village
	Asni Market		River Flood	River Flood	Market, Shopping Customers	Saturday Market
	Imlil		Debris Flow	Debris Flow	Village, Tourists	2 dead in '95, Tourist Spot
	N'fis	T. N. Yakoub	River Flood	River Flood	Urban Area	1 injured in '95
		Tizgui	Debris Flow	Debris Flow	Village	6 dead in '95
		Targua	Debris Flow	Debris Flow	Village	1 dead in '95
SYB. Ali	Issyl	Municipality of Sidi Youssef Ben Ali	River Flood	Urban Area	Many dead in '56	
		Guannoune Douar	River Flood	Village		

5.2 主な改良点

5.2.1 水文観測およびデータ収集

(1) 洪水観測局の追加

現洪水観測システムの改良には、一般的に 2 つの方向がある。一つは、洪水観測地点の追加によるカバーエリアの拡大である。もう一つはテレメータシステムの導入による自動化を含む設備の近代化である。試験的に既存の 8 観測所と新規の 12 観測所の配置計画が以下のように提案された（図 5.1 および表 5.1 参照）。

洪水監視局の配置計画

流域	雨量局の数			水位局の数		
	既存	新規	合計	既存	新規	合計
R'dat	0	1*	1*	0	0	0
Zat	0	1*	1*	0	0	0
Ourika	6 (5)	5** (1)	11** (6)	5 (5)	1 (1)	6 (6)
Rheraya	1 (1)	2** (1)	2** (2)	1 (1)	1 (1)	2 (2)
N'fis	1 (1)	3 (2)	4 (3)	1 (1)	2 (2)	3 (3)
Issyl	0	2 (1)	2 (1)	0	1 (1)	1 (1)
Total	8 (7)	12 (5)	20 (12)	7 (7)	5 (5)	12 (12)

Note: ()内の数字は雨量計と水位計の両方を装備した地点数。

*: Gdrar Guedronz 地点は R'dat 川と Zat 川流域の境界に位置しており、両方の流域でカウントした。

** : Oukaimeden 地点は Ourika 川と Rheraya 川流域の境界に位置しており両方の流域でカウントした。

(2) DMN による情報収集交換

DMN、DPE、Al Haouz 県と DREF は独自の観測網、遠距離通信手段と（もしくは）データ分析技術および機器を持っている。これらの機関は、DRHT が河川洪水や土石流をの予測を行うのに非常に有効な天気、降雨、河川状況、災害に関する情報を提供できた。このマスタープラン調査において、相互に情報を最大限利用するために、これらの組織間の協力が強く提案されている。

特に、DMN はモロッコ王国において天気予報の責を負う唯一の機関である。この組織は、多くの技術職員と高度な機器とソフトウェアを持ち、その情報は調査対象地域の洪水用警報システムにとっても非常に貴重である。このような背景により、レーダー画像や衛星画像を含めたより多くの情報を収集するために、DMN との協力を強化すべきである。代わりに、DRHT は、DMN にとって貴重であるリアルタイムの水文データもまた提供することができる。

DMN には、マラケシュの近くに雨量レーダーを設置する計画がある。このレーダーによって、既設レーダー網の死角エリアが特にハイアトラスにとって大幅に除去され、アトラス地域の天気予報の精度が非常に改善するであろう。このレーダー情報が DRHT に伝達されることが望ましい。

5.2.2 データ分析、洪水予測と洪水情報・注意報の伝達

設備省ガイドラインによると、DRHT は、降雨や水位データを分析し、関係機関に洪水情報 / 通知を伝達するために水文水理解析を行う。この洪水予警報システムの現サブシステムは、未だ原始的なままで、水位流量変換以外には科学的な分析は行われてきていない。そのため、このサブシステムのアップグレードが最優先であり、次の機能を有する。

- データ処理、データ保存および処理データの視覚化を含むデータ分析。
- アメリカの SCS 法と Muskingum 法を組み合わせたモデルによるリアルタイム予測を適用した洪水予測。土石流予測に関しては、土石流発生の可能性に対する降雨強度 - 累加雨量と限界曲線のような経験則。
- ガイドラインにもとづいた洪水危険度を示すための洪水注意報の作成と、
- 関係機関への洪水情報と洪水注意報の伝達。

5.2.3 洪水警報の発令

県知事は、DRHT からの洪水注意報を含め、収集した洪水情報に基づいて避難のための洪水警報を発令する権限があり、管轄区の住民や観光客の安全に対する責任がある。知事が警報発令を速やかに判断できるように、マスタープラン調査において、ガイドラインを提案する。

5.2.4 洪水警報の伝達

洪水警報は、原則的には Celcles, Caidats, Macherkhas, Douars を通して危険地区の住民や観光客に速やかに伝達されなければならないが、危険度合いに応じてショートカットしてもよい。

最も重要な問題の一つは、最も重要な受益者（災害の恐怖にさらされている住民や観光客）への伝達経路がないことである。住民や観光客へ警報を伝達するために、図 5.5 に示すようなハイリスク地区に、スピーカー（警報局）などの適切な伝達手段を導入しなければならない。

5.2.5 避難

安全かつ迅速な避難ができるように、避難場所や避難経路などを含む避難計画の策定が必要である。

5.3 システム構成代替案

水文観測・データ収集サブシステム、データ分析・予測・伝達サブシステム、警報伝達サブシステムそれぞれのシステム構成に関する代替案が作成された。

5.3.1 3代替案

それぞれのサブシステムについて、3つの異なる開発レベルを考える：オプション A は手動システム、B は半自動システム、C は全自動システムである。本件調査において、最適な案を選択できるように、表 5.2 および以下に示されるような3つの案を考えた。

- Alternative-A: Manual System (a combination of the three Option-As)
- Alternative-B: Semi-Automatic System (a combination of the three Option-Bs)
- Alternative-C: Fully Automatic System (a combination of the three Option-Cs)

3案は以下の通りである。

3案の比較

Alternative	設備費 (Million DH)	精度	全運用に必要な時間*
Alternative-A	5.7	Low	1.5 to 6 hours
Alternative-B	34.3	Medium	50 min.
Alternative-C	47.7	High	30 min.

* 観測から避難までの全運用に要する時間(表 5.3 参照)

5.3.2 マスタープランに最適なシステムの選択

1995年に経験したように調査地域では人命が失われるような災害が発生するため、洪水予警報システム改良の必要性は明らかである。本件調査においては、以下の理由によりマスタープランにはC案(全自動システム)を提案する。

- DGHのアクションプランの方針が自動システムの導入である。実際、自動システムはOuerghaやSous/Massaのような他の河川流域で適用されているもしくはされる予定である。このような状況から判断して、自動システムを導入することは、DGHが進めている水文観測の近代化と同じ方向性である。
- 人間による操作にもとづいたA案は、システム操作に時間を要するため好ましくない。
- B案とC案ではコスト面でそれほど大きな違いは見られないが、システム操作の正確さや所要時間には大きな差が見られる。特に、所要時間は20分(山岳地帯での洪水予測システムには重要な時間)短縮することができる。
- プロジェクト評価によれば、C案が経済的有効性、財政的能力、社会的技術的受容性、環境影響の観点から概ね妥当とされる。人命の損失を見込むと、EIRRは14.2%にもなる。

5.4 マスタープラン概要

本件調査において、アトラス地域洪水予警報システム(水文観測・データ収集から避難に至るまでの5つのサブシステムからなる)のマスタープランが作成された。マスタープラン骨子は以下の通りである。

5.4.1 水文観測とデータ収集

アトラス地域の洪水予警報システム計画では、洪水監視局を 20 箇所としている。水位雨量局が 12 箇所、残りの 8 箇所が雨量のみを観測する雨量局である。

全ての洪水監視局に、自動で雨量水位が計測でき DRHT(ABHT)へリアルタイムにデータを送信できる自動テレメータシステムが装備されている。通常、1 時間ごとに測定とデータ送信が行われる。どの監視局においても、一旦 1mm 以上の降雨が観測されると、降雨の急激な増加を見落とさないように測定および送信が 10 分間隔に変更される。洪水監視局を表 5.1 に、位置図を図 5.1 および 5.2 に示す。

5.4.2 データ分析、予測、洪水注意報の通知と洪水情報 / 注意報の伝達

集められた水文データは、調査対象地域においては洪水予警報システムのマスター情報センターである DRHT(ABHT)で処理・分析される。河川の洪水および土石流予測もまた DRHTで行われる。DRHT は分析と予測に基づいて洪水注意報を通知する。洪水注意報および洪水情報は、インターネット、公共電話回線、FAX および(または)VHF 無線電話によって関係機関に伝達される。図 5.3 に洪水予警報システムに含まれる関係機関間の通信網を示す。また、図 5.4 に DRHT(マスター情報センター)およびそのモニタリング・ステーション内のコンピューター・ネットワーク概要図を示す。

洪水注意報の定義

災害の種類	洪水注意報	定 義
洪水	プレ河川洪水注意報	この注意報は雨量や流量が警戒準備レベルを超え、状況がさらに悪化すると予想されるときに関係機関に通知される。
	河川洪水注意報	この注意報は、雨量や流量が警戒レベルを超え、状況がさらに悪化すると予想されるときに関係機関に通知される。
	洪水注意報解除	この注意報は、雨量や流量がPre-Alert Levelを下回り、シミュレーションが正常になれば関係機関に通知される。
土石流	プレ土石流注意報	この注意報は、雨量が警戒準備レベルを超え、状況が悪化すると予想されるときに関係機関に通知される。
	土石流注意報	この注意報は、雨量が警戒レベルを超え、状況が悪化すると予想されるときに関係機関に通知される。
	土石流注意報解除	この注意報は、雨量がPre-Alert Levelを下回り、シミュレーションが正常になれば関係機関に通知される。

洪水注意報の受信機関

分類	受信機関
地方当局	Relevant Province/Prefecture, Cercles and Caidats
他の関係機関	DGH, Relevant DPE, ONEP, ONE, ORMVAH, DMN

5.4.3 洪水警報の発令

県知事は、DRHT によって発表された洪水注意報および他の情報に基づいて、危険度が高い地区の住民・観光客へ警戒および避難を直接呼びかける洪水警報を出すことになっている。洪水警報の定義は以下の通りである。

洪水警報の定義

洪水警報	定義
洪水警報	この警報は関係機関全職員、住民、観光客に洪水が予想されることを警告する。
土石流警報	この警報は関係機関全職員、住民、観光客に土石流が予想されることを警告する。
避難勧告	この警報は住民や観光客に指定場所に直ちに避難するよう勧告する。
洪水警報解除	この警報は、関係機関全職員、住民、観光客に洪水警報が取り消しになったことを知らせる。

5.4.4 洪水警報の伝達

洪水警報は図 5.3 に示すように、県から警報局および関係機関まで伝達される。

洪水警報の受信機関

分類	通信手段	受信機関
警報局	警報放送システム	住民、観光客
地方当局	電話、FAX、VHF無線電話	関係Cercles, Caidats
他の関係政府組織	電話、FAX	Royal Mounted Police, Civil Protection, Ministry of Interior, and other organizations involved in ORSEC Plan
報道機関	電話、FAX	マス・メディア(テレビ・ラジオ)
観光産業 (ホテル、レストラン等)	電話、FAX	支配人と従業員そして観光客

アトラス地域の洪水予警報システム計画には、図 5.5 に示すように、17 箇所に警報局がある。これらの警報局には、警報放送装置と通信装置が設置してあり、県の遠隔操作により、肉声もしくは録音された警報メッセージが直接放送される。図 5.6 に警報伝達網概要図を示す。

5.4.5 避難

避難は、避難計画（危険度が高い地区ごとに策定されることになっている）に沿って正確かつ迅速に行われなければならない。避難計画には次の内容が含まれる。1)避難組織、2)警報局の操作、3)避難場所・経路、4)資材と機器の備蓄、5)警報メッセージの伝達、6)避難者の誘導、7)観光客の誘導、8)避難訓練、9)広報、10)避難活動の評価と避難計画の見直し。

5.5 実施計画と費用積算

5.5.1 実施計画

全マスタープランの緊急性を考慮すると、パイロットプロジェクト後も継続して残りの事業を実施すること提案する。マスタープランは 2009 年に終了する。

5.5.2 費用積算

パイロットプロジェクトを含む全マスタープランの概算事業費および維持管理費は以下の通りである。

アトラス地域洪水予警報システム事業費および維持管理費

費用項目	合計 (1,000 Dh)
A. 建設費	60,516
(1)機材費	47,747
(2)機材設置費	6,384
(3)土木費	4,386
(4)ソフトウェア開発費	1,000
(5)技術訓練費	1,000
B. エンジニアサービス費	15,000
C. 予備費 (10% of (A+B))	7,552
D. 事業費(A+B+C)	83,068
E. 年運用維持管理費	2,387

5.6 事業評価

提案した洪水予警報システムのマスタープランは包括的に評価される。結論として、洪水予警報システムは以下に示すような、経済的有効性、財政的余裕、社会的技術的受容性、環境影響の観点から概ね妥当である。

5.6.1 経済評価と財政能力の配慮

(1) 経済評価

このマスタープランの一部は、この調査においてパイロットプロジェクトとして実施されることになっている。パイロットプロジェクトの実施費用はほとんど全て JICA が負担した。したがって、費用便益分析では、全プロジェクト費用 8,300 万 Dh からパイロットプロジェクト費用 2,300 万 Dh を差し引いた残りの 6,000 万 Dh を用いる。

経済評価に関して、まず経済内部収益率 (EIRR)、費用便益比(B/C)、純現在価値化 (NPV)は、世帯資産、現金、家畜、乗り物などの移動可能な資産のみを考慮した便益に対して計算を行った。しかし EIRR は、建設費や維持管理費に比べて便益が小さすぎるため、計算不能であった。上記の結果から、移動可能な資産のみではマスタープランは実行可能とは言えないかもしれない。

次に、移動可能な資産に加えて人命を含む便益を検討した。人命の価値は、アメリカの費用便益分析で用いられる図を適用して算出した。その結果を以下の表に示す。

EIRR、B/C および NPV

項目	動産のみ考慮	人命含む
EIRR	Negative	12.4%
B/C	0.07	1.4
NPV	-Dh 60 million	Dh 25 million

人命を金銭的価値に見なすことが許されるならば、表から分かるように、プロジェクトは実行可能となり得る。人命の金銭評価には難しい問題があるが、経済面からのこのプロジェクトを正しく評価するには人命損失の減少による便益を含めることが必要であり、そのような条件下ではこのプロジェクトは経済面からは実行可能であると考えられる。

(2) 財政能力の配慮

維持管理予算の確保は、プロジェクトの維持に非常に重要であり、地方当局は、維持管理の責任があるため、地方当局の維持管理費の供給能力がここでの議論となる。技術的状況を考えると毎年の維持管理費は設備費の 5%と見積もられる。年追加負担額は DRHT(ABHT)で 1,502,000Dh、Al Haouz 県は 722,000Dh、SYBA 県は 163,000Dh となる。

DRHT に関しては、毎年の維持管理費は、水文関連予算（約 700,000Dh）を超える。新洪水予警報システムの適切な管理のためには、DGH が DRHT への予算配分を増やす必要がある。2000 年 1 月の水文関連管理費が 11,200,000Dh であるから、DRHT はその 13%の予算増加が必要である。総額は小さい額ではないが、洪水予警報システムの改良は設備省によって国家政策のひとつとして進められていること、他の地域ですでに洪水予警報システムの近代化が進められていることを考慮して、DGH が DRHT への予算配分増加に処することが期待される。

Al Haouz 県においては、年の維持管理費がその総予算の 3.9%であり、1999 年 2000 年の管理費の 22%である。この場合においても、維持管理費は小さくない。しかしながら、地方当局は災害から住民保護に責任を負い、またそれが彼らの最も重要な機能の一つであるから、施設の維持管理費確保のために内務省が Al Haouz 県への補助金を拡張することも期待される。

5.6.2 社会面の配慮

マスタープランは、地方発展への取り組みを目指す包括的な作業の概略を意味しており、確かに公益のための現状改善の一助となるであろう。計画は、社会的に受容可能で、提案者と住民 / 関係者とが相互に理解可能である必要がある。それ故に、計画への世論や人々の反応が、社会調査で十分調査され、その結果としては、論争となる問題も否定的な意見も見られていない。

5.6.3 初期環境評価

スクリーニングやスコopingによって判定された環境影響ポテンシャルを表 5.5 にまとめた。

プロジェクト施設やプロジェクト実行前から続くであろうその地域での手続きの規模が小さく、環境アセスメント調査は必要ないと考える。

5.6.4 技術的受容性

マスタープラン事業の持続性を保証するには、原則的にはメンテナンス契約のもとに供給業者が施設やシステムの故障の修理を行うべきである。しかしながら、ある程度の技術レベル（最低、洪水時の緊急運用や施設の日常のメンテナンス）は洪水予警報システムマスタープラン関係機関全てに必要である。結論として、提案されたマスタープランは、トレーニング・プログラム、試験運用、操作訓練およびパイロットプロジェクトを通して、技術的に受け入れられる。

6. パイロットプロジェクトの計画と設計

6.1. パイロットプロジェクト計画

前章で提案したマスタープラン(案)の一部がパイロットプロジェクトとして 2001 年から 2003 年の 3 年間で実施される。このパイロットプロジェクトは、ある一定期間、取り付けた施設やシステムを試験運用し、マスタープラン(案)の妥当性を調べることを目的としている。

6.1.1 プロジェクト流域の選定

対象地域の典型的な流域であること、既設の施設が利用できること、データの有効性、洪水予警報システム導入の緊急性などを考慮して、パイロットプロジェクト対象河川流域として6流域の中からウリカ川流域が選定された。

6.1.2 開発レベルの決定

投資の重複を回避するために、パイロットプロジェクトはマスタープランのフレームワークの中で実施されるべきである。したがって、パイロットプロジェクトは、量および(または)質において既存の条件とマスタープランの中間的なものとなる。

選択肢としてパイロットプロジェクトの開発レベルの異なる4案が、既存の条件とマスタープランの間で考えられた。結論として、本件調査の予算と期間の制限範囲内で、自動テレメータシステムを含む3番目の案が選択された。図6.1に既存のシステムとパイロットプロジェクトを比較した。

6.2 パイロットプロジェクトの説明

6.2.1 パイロットプロジェクトの概要

(1) パイロットプロジェクトの構成

パイロットプロジェクトは、洪水予警報システムの5つの主要サブシステムをカバーしており、ウリカ川流域の既存システムをある程度改良することを目的としている。

パイロットプロジェクトの構成

サブシステム	フェーズI (2001年12月完了)	フェーズII (2003年7月完了)
水文観測・データ収集	5洪水監視局の水文観測の自動化(自動雨量計と超音波水位計の設置)	データ送信の自動化 (2中継局によるVHF無線データ送信システム)
データ処理、予測、洪水注意報発令と情報伝達	DRHT(ABHT)のマスター情報センターとDGH、DPE Al Haouz、Al Haouz 県、Ourika Caidat にモニター局の設置	テレメータシステムの導入に伴うデータ処理システムのアップグレード
洪水警報発令	ガイドライン作成と試験運用	
洪水警報伝達	Iraghf 警報局の設置	Iraghf 警報局、Al Haouz 県、Ourika Caidat 間の selective call system
避難	ガイドライン作成	

(2) 機器調達

パイロットプロジェクト機器は、「JICA 開発調査」のスキームのもと、JICA が日本で購入し、モロッコに輸送する。

(3) パイロットプロジェクトの実施計画

パイロットプロジェクトは、モロッコのカウンターパートが新しい日本の機器やシステムに慣れるための十分な時間を確保できるように段階的に実施される。第1段階は、2001年10,11月、第2段階は2003年の6,7月に表6.1に示すように取り付けられる。

6.2.2 サブシステム毎の概要

(1) 水文観測とデータ収集

テレメータシステムを完成させるべく、2001年に自動測定センサーが、2003年にVHF無線自動データ送信システムを導入することによって、5箇所の洪水監視局を改良した。電波伝搬試験に基づいて、VHF無線遠隔測定に、マスタープランで提案されたタンデムタイプのネットワークの代わりに、図6.2に示すような放射状ネットワークを適用した。

図6.3はパイロットプロジェクトの概念図であり、図6.4に5つの洪水監視局の機器配置図、図6.5には Adrar Tazaina と Apulouss の中継局の機器配置図を示す。

(2) データ分析、洪水注意報の通知と洪水情報の伝達

降雨および水位データは、パイロットプロジェクトのフェーズでは、既存のVHF無線電話ネットワークを通して洪水監視局からDRHT(ABHT)に集められ、フェーズで自動データ送信システム(テレメータシステム)が導入される。生の水文データを視覚情報にするデータ処理システムはDRHTに設置される。情報共有に関して、データ処理システムは4つの関係機関(DGH in Rabat、DPE Al Haouz、Al Haouz Province、the Ourika Caidat)から電話回線を通じてアクセスできるようになる。SCS法とMaskingum法から成る洪水予測プログラムもまたフェーズで開発される。マスター情報センターの配置図を図6.6に示す。

(3) 警報の発令

マスタープランで提案された警報発令手順はパイロットプロジェクト期間においてウリカ谷で試験的に行われる。洪水警報の手順では、Al Haouz 県知事が主にDRHT(ABHT)からの洪水注意報に基づいて発令する。

(4) 警報の伝達

ウリカ川および Iraghf (Oulmes)の観光地に警報局を新設する。この警報局はVHF無線電話、アンプとスピーカ2セットで構成されている。無線電話とアンプはDRHTが新築した建物に設置される。スピーカはそれぞれケーブルでアンプとつなぐれ、川沿いに600m間隔で建てられたポールの最上部に設置されている。

VHF無線電話はAl Haouz 県の既存ネットワークに接続される。パイロットプロジェクトのフェーズにおいて、セルコールシステムが警報局の無線電話に追加される。3者の密接な連絡を可能とするため、セルコールシステム付の新無線電話がフェーズでウリカ Caidat と県にもそれぞれに新しく設置された。

図6.7にIraghf 警報局、Al Haouz 県のモニタリングステーションおよびウリカ Caidat のモニタリングステーションの機器配置図を示す。

(5) 避難

避難行動ガイドラインが警報局を設置するイラフ地区のために作成された。そして、そこで何回か避難訓練が実施された。

7. パイロットプロジェクトの実施と運用

5章で仮に提案したマスタープラン(案)の一部であるパイロットプロジェクトをウリカ川流域で2段階に分けて実施した。自動水文観測機器を備えた半自動システムであるフェーズシステムが2001年1月に実施された。半自動システムの試験運用のために最初の設置から約1年半を要し、2003年7月にはVHFデータ転送システムを半自動システムに追加してパイロットプロジェクトが自動テレメータシステムとして完成した。

7.1 パイロットプロジェクト フェーズ

7.1.1 実施工事

(1) 建設

調査団の監視の下、Amenzal と Tiourdiou の洪水監視局において、地元の業者への委託によって水位測定機器小屋が建設された。DRHT(ABHT)もまた、パイロットプロジェクトのために、彼らの事業として Iraghf に警報局舎を、Agouns に洪水監視局舎をそれぞれ建設した。

(2) 機器の設置

機器納入業者である日本無線株式会社の日本人技師3人の監督の下、地元の業者によって据付作業が行われた。地元業者と日本人技師は3つのチームを作り、それぞれ、チーフとして日本人技師、地元の業者から2,3人、OJTとしてDRHTテクニシャンでチームを構成した。

(3) 洪水予測システムプログラムの開発

調査団監督のもと、ローカルコンサルタントによってアメリカのSCS法とMuskingum法にもとづいた洪水予測プログラムが開発され、クライアントコンピュータにインストールされた。

7.1.2 ガイドラインの作成

据付作業に続いて、関係機関は新しく提供された機器を用いて徐々に試験運用を開始した。システムをより体系的に運用する組織支援のために、わずかではあるが具体的にマスタープラン(案)から修正された新しいガイドラインが提案された。新ガイドラインは、警報局が設置されたIraghf地区の洪水を対象としている。

(1) 降雨および水位の警戒準備および警戒レベル

降雨と水位の警戒準備および警戒レベルは洪水状況の重要な指標と見なされる。洪水注意報の定義によると、警戒レベルは人命損失を含めた洪水被害が発生する最低レベルと考えられ、警戒準備レベルは洪水増加の兆候が認められる最低レベルと考えられる。

Iraghf地域周辺の流下能力は $160\text{m}^3/\text{s}$ で、3年確率に相当する。この3年確率は5監視局の降雨および水位の警戒レベルとして適用する。警戒準備レベルの値は、警戒レベルのそれぞれ約25%の値を試験的に提案する。

(2) DMNの通達と洪水注意報および警報の伝達経路

関係機関の協議を通して、DMN 通達、DRHT(ABHT)による洪水注意報、県による洪水警報の伝達経路が図 7.1,7.2 に示すように決定した。

7.1.3 模擬訓練

様々な技術移転プログラムが設置作業中および設置作用後に行われてきた。その結果、関係者は導入されたシステムを可能な限り早く実行することができるようになった。この過程で最も重要なプログラムは、2002年6月25日に行われた Ourika 谷の Iraghf 地区の約 140 人の住民および観光客、すべての関係機関の参加による総合的な洪水予警報模擬訓練である。結果は満足いくものであった。データ収集から避難の完了までのすべての手順で要した総時間は、2回の模擬訓練を経て、最終的にはマスタープラン(案)の目標時間 30 分間より短い約 20 分となった。模擬訓練結果を以下に示す。

警報局がメッセージを受けるまでの所要時間の概要

模擬訓練	年月日	DMN 警告	プレ洪水注意報/ 洪水警戒	洪水注意報/ 避難勧告	解除
1st Test Simulation Drill	19 June 2002	70	76	65*	45*
2 nd Test Simulation Drill	21 June 2002	7	15	18	13
Global Simulation Drill	25 June 2002	13	18	15	15

* :ウリカ Caidat がメッセージを受けるまでの所要時間（警報局の無線電話が故障したため、避難勧告と解除メッセージが警報局に伝達されなかった）

2002年6月25日の避難訓練の結果概要

行動	項目		Group 1	Group 2	Group 3	Total
洪水警戒放送後の集合 地点への集合	参加者数	住民	34	50	45	129
		観光客	1	5	7	13
		合計	35	55	52	142
	所要時間(分)		1	5	1	N/a
避難勧告発令後の集合 場所から避難場所への 避難	参加者数	住民	20	50	34	104
		観光客	3	5	4	12
		合計	23	55	38	116
	所要時間(分)		2	3	2	N/a
集合場所への復帰と解 除放送の決定	参加者数	住民	20	40	34	94
		観光客	3	5	4	12
		合計	23	45	38	106
	所要時間(分)		6	4	3	N/a

7.1.4 2003年6月14日洪水時の実運用

2003年6月14日(土)の午後、小さな洪水が Ourika 川流域で発生した。洪水流は Tarzaza 支流からの土石流と合流し、道路 P2017 の橋をせき止め、橋のそばのモスクの基礎を侵食したが、幸運にも死傷者はいなかった。しかし、交通は、橋で約 5 時間遮断された。洪水は 2001 年 12 月に、パイロットプロジェクトフェーズ の完成後で初の洪水だった。



Tarzaza Tributary: The mosque was undermined by the flood water. (taken on 19 July 2003)

県の従来のシステムがよく働いたことは周知の事実であるが、もう一方のシステムの要である ABHT がその組織的問題のために洪水情報プロバイダーとしての役割を果たせなかった。Agbhalau 監視局が ABHT に洪水発生を知らせた 15:30 頃に ABHT の無線室には誰もいなかった。洪水監視局から知らせを受けた ABHT が、ようやく県(すでに洪水を知っていた)に連絡したのは 17:00 過ぎであった。

7.2 パイロットプロジェクト フェーズ II

7.2.1 実施工事

(1) 建設

局舎は、Adrar Tazaina と Aoulouss 山の頂上にそれぞれ調査団の監督のもと地元の業者に委託され建設された。

(2) 機器の設置

フェーズ と同様に、機器の設置は、機器の納入業者である日本無線株式会社から派遣された日本人技師、モロッコの設置会社の従業員および ABHT テクニシャンの共同で実行された。

たびたび雷の危険にさらされる高い山の山頂に位置する 2 つの中継局舎のアース作業には特に注意が必要であった。厳しい岩盤の掘削作業の結果、アースの抵抗は 50 未満となった。VHF 無線遠隔測定ネットワークについては、ANRT によって DGH に公式に与えられた 70.325MHz および 72.325MHz の無線周波数が使用された。2 つの周波数は、幸運にも 2001 年 6 月に無線伝達試験で使用したのと同じものであったため、設置の際には、その検査結果を十分に利用することができた。

フェーズ の最も実用的な機器の一つは、ABHT の階段の踊り場の壁に設置された警報器である。この警報器は無線装置とマスター情報センターのデータ処理サーバに接続されており、洪水状況によって 3 つの異なる警告音を発する。警報伝達のための無線電話のアップグレードもこのフェーズで行った。5 トーンセルコールシステムを持つ新無線電話が県および Ourika Caidat に設置された。それと同じセルコールシステムがフェーズ で警報局の無線電話に追加された。

7.2.2 混信問題

据付作業の間、2001年の電波伝搬試験中には観察されなかった2つの電波障害が不意に発生した。この電波障害は非常に頻繁で強く、テレメータネットワークの正常な機能がほとんど殺された。2003年7月1日月曜日、Aoulouss中継局経由のデータのほぼ半分が障害によって失われた。

調査団による予備調査によると、この2つの障害は「異常伝搬」と呼ばれる現象によって引き起こされたと考えられる。この現象は、不安定な電離層および(または)一定の高温によって形成されたパイプ形の大気によって、夏期に偶発的に起こるものである。

調査団は、2003年7月の初めに、DGHを通してANRTによる調査を公式に要請した。一方、調査団はANRTの調査を待つことができなかつたため、ABHT、DGH、ANRTおよびJICAとの協議の下、すべての無線機の受信機と発信機の周波数を交換した。交換作業は2003年7月15日から18日の間で成功裡に行われた。

7.2.3 技術移転

様々な技術移転プログラムが設置作業中および設置作業後に行われてきた。特にABHTにとってテレメータシステムは全く新しいものであった。

総合模擬訓練もパイロットプロジェクトシステムを使って2003年8月26日(火)に行われた。完成したテレメータシステムが自動的にデータを集めるため、無線電話で洪水監視局からの水文データを集める必要がなくなったABHT以外は、パイロットプロジェクトフェーズの2002年6月25日の時の訓練手順とほぼ同様である。

県のFAXの混雑によりABHTから県へ洪水注意報の送信に約10分浪費されたが、模擬訓練は概ね成功した。Iraght警報局では、洪水の状況が警戒レベルに達した約17分後には避難勧告メッセージを放送することができた。約80人のボランティアでの参加者は、避難メッセージを聞き、あらかじめ定められた避難場所へ速やかに移動した。

模擬訓練の結果を下表に示す。比較のために2002年の訓練時の結果も併記する。

メッセージ伝達に要した時間

(分)

手順	年月日	プレ洪水注意報 /洪水警戒	洪水注意報 /避難勧告	解除
ABHTによる洪水注意報の通知 (データ収集、意思決定とメッセージの準備)	26 Aug. 2003	5	5	3
	25 June 2002	10	10	12
ABHTから県へのFAXもしくは電話による洪水注意報の伝達	26 Aug. 2003	2	9*	6*
	25 June 2002	1	3	1
県による洪水警報の発令 (意思決定)	26 Aug. 2003	0.5	0.5	0.5
	25 June 2002	6	1	1
県から警報局への伝達	26 Aug. 2003	0.5	0.5	0.5
	25 June 2002	1	1	1
合計	26 Aug. 2003	8	15	10
	25 June 2002	18	15	15

*: 代わりに電話によってメッセージを伝達した

避難訓練の結果概要

活動	項目		2003年8月26日			2002年 6月25日
			Group 1	Group 2	Total	
洪水警戒放送後の 集合地点への集合	参加者数	住民	58 (1)	25 (0)	83 (1)	129
		観光客	0	1 (0)	1 (0)	13
		合計	58 (1)	26 (0)	84 (1)	142
	所要時間(分)			7	N/a	5
避難勧告発令後の 集合場所から避難 場所への避難	参加者数	住民	50 (0)	8 (0)	58 (0)	104
		観光客	0	2 (0)	2 (0)	12
		合計	50 (0)	10 (0)	60 (0)	116
	所要時間(分)			5	N/a	3

注: () は女性数

2002年の所要時間は3グループの最大時間である

7.2.4 2003年8月4日洪水時の実運用

テレメータシステムは実際には2003年8月4日(月)にABHTに引き渡された。その日の夕方、異常な豪雨がウリカ谷で発生した。過去の洪水でも経験しているように、ほとんどすべての支川からの土石流により道路は寸断された。約100台の車が谷からの避難途中にIraghfからImintadartの間で閉じ込められた。次の日にDPEが道路をきれいにするまで、彼らは車の中でその夜を過ごさざるを得なかった。この土石流災害によって、駐車していた車が岩に押しつぶされ、また家が数軒泥にうもれたにもかかわらず死傷者が全くいなかったことは奇跡的であると言える。

全自動システムは画期的であった。この新システムは、降雨開始直前に雷によってデータ送信を妨害されていたにも関わらず、ABHTは降雨が警報レベルを超えた後10分以内に集中豪雨の発生を県に通知できた。ABHTテクニシャンによると、ABHTは今までは地方当局に遅れをとっていたが、今回初めて地方当局よりも早く県に大雨の発生を通知できた。



中継局の故障によって無線電話が使用できなかったため、県から警報局までの指示と情報が遅れた。警報局の管理者は、状況説明を求めて群がった住民に対して、何をすべきか当惑した。その管理者がCaidatの代理であるKhalifaの指示で警報解除メッセージテープを放送したのは、県がABHTから通知を受けてから30分後であり、ほとんどの観光客と住民がすでに避難完了していた。

Iraghfには、ちょうど自分のカフェの横で偶然土石流を見たオーナーがおり、彼によると、土石流は降雨開始からほんの15分で発生したようである。この情報は、洪水予警報システム運用のための十分な時間がほとんどとれないという土石流の驚くべき速さを理解するのに非常に貴重である。

7.3 機器メンテナンス

2001年11月、パイロットプロジェクトの2つの主要機関の代表者、すなわち、DRHT(ABHT)の所長およびAl Haouz県知事が、調査団同席のもとプロジェクトの運用とメンテナンスに関する議論を行ない、口頭で原則として以下のように同意した。

- それぞれの管轄に建設、設置された機器や施設の運用と日常のメンテナンスに対して、それぞれの組織が責任を負う。

- DGH（本件調査の主なカウンターパート）は、パイロットプロジェクトのすべての機器の保守および修理メンテナンスの責任を負う。修理メンテナンスのためのコストは、プロジェクトのために特別に引き上げられる予算によって賄われる。

この同意に基づいてすべての関係機関が設置作業完了後、徐々にパイロットプロジェクト機器の運用を開始した。一方、ABHT は、DGH から補助金を得て、地元業者と 2003 年のフェーズ I 機器のメンテナンスを 120,000Dh で契約した。DGH によると、フェーズ I および II 機器の両方をカバーする 2004 年契約のために 200,000Dh（2003 年の契約から 80,000Dh アップ）を準備している。

8. パイロットプロジェクトの評価

前章で述べたように、パイロットプロジェクトは 2001 年から 2003 年の間に 2 フェーズで実施された。これらの期間中、JICA 調査団はモロッコで、日本へ戻っている期間は日本から試験運用を支援しモニターした。本章では、様々な訓練や模擬訓練を含めた支援モニター活動の結果に基づいて、パイロットプロジェクトの評価を行う。最後に、5 章で仮に提案したマスタープラン(案)を次の章で評価結果に従って修正・更新する。

8.1 評価基準

パイロットプロジェクトは機械（設備）および人間による運用（ガイドライン）から構成される、いわゆるマン・マシンシステムである。まずそれぞれの 2 つの部分で評価を行ない、次に全体システムとしてプロジェクト全体の評価を行う。評価基準（3 つに共通に適用される）は災害に対する有効性と持続可能性の観点からの妥当性である。

8.2 機器の妥当性

8.2.1 機器の有効性

パイロットプロジェクト機器の有効性は、過去の災害での実際のパフォーマンスを調査することによって評価できる。表 8.1 は 2 つの洪水（2003 年 7 月 14 日と 2003 年 8 月 4 日の暴風雨）での機器と人間による運用のパフォーマンスを示している。

表から分かるように、機器は総じて適切に機能した。特に、テレメータシステムの効果は絶大であった。多少の問題は残っているものの、2003 年 4 月の暴風雨の間、自動システムは集中豪雨の発生を ABHT に警告し、10 分ごとにリアルタイム方式で降雨と水位のデータを提供した。

試験運用の間にもいくつか問題点が発見された。2003 年 8 月 4 日の暴風雨では、おそらく雷の影響であるが、テレメータデータの欠測が生じた。また、Tazzitount 監視局において自動雨量計と手動雨量計による測定雨量に大きな誤差が生じた。雷による妨害の可能性を減じるために、異常なデータを受信した際に、中継局から洪水監視局を再度呼び出す（最高 7 回まで）ことができるように、テレメータシステムの設定を変更することを推奨する。測定雨量誤差に関しては、この問題を確かめる有効な手がかりがつかめていない。手動と自動間の雨量を注意して比較し続けることが非常に重要である。

8.2.2 機器の持続性

持続性言いかえると耐久性を確保するために、機器は慢性的もしくは致命的な問題がないことが必要である。ある機器が壊れたとき、できるだけ早く正確に修理・交換しなければならない。この視点から、機器の故障およびその修理のデータを収集し、表 8.2 に示す 7 つの主な問題として分類した。

これらの問題は、日本の納入業者の特別な措置が必要な RTU のものを除いて、技術的にそれほど困難ではなかった。故障はすべて 1 ヶ月以内に解決され、パイロットプロジェクトにお

いて慢性的な問題も致命的な問題も見つからなかった。ほとんどの問題が JICA 調査団によって解決されたため、そのような問題の処理に関する関係機関の能力は実際にはまだ試されていない。

8.3 ガイドラインの妥当性

8.3.1 ガイドラインの有効性

パイロットプロジェクト運用ガイドラインの有効性は、実際の洪水時のガイドラインに沿った場合の機器のパフォーマンスで測定できる。実際の洪水状況と比較するために DMN の注意報を集め、ABHT のマスター情報センターのデータ処理サーバに格納されているデータを使って警戒準備および警戒レベルの到達回数を調査した。

その結果、単純エラーによって正しく運用されなかったため、不運にも提案されたガイドラインの実際の洪水時の有効性については実証されなかった。その有効性は模擬訓練において試験的には確認されたが、実際の評価は次の洪水を待った方がよい。DMN の通達は、正確というよりはむしろそこにあることに価値がある。21 ヶ月の水文データに関する限りでは、雨量や水位の警戒準備および(または)警戒レベルを変更する必要はなかった。現在のガイドラインは特別な問題が確認されない限り継続できるであろう。

8.3.2 ガイドラインの持続性

ガイドラインの持続性は、そのガイドラインがいかに関係者に認められたかによる。調査団は、会議や模擬訓練を通して、ガイドラインの説明やガイドラインについての協議にあらゆる努力をしてきた。関係機関もまたあらゆる場面で調査団と協力してきた。しかしながら、最近経験した洪水での単純エラーに見られるように、ガイドラインは関係機関に完全には浸透していないようである。更なる訓練プログラムと模擬訓練が必要である。

模擬訓練の効果は言うまでもない。模擬訓練のたびに、関係機関がより速く実行できるようになったように、彼らの理解は大きく改善されたと言える。しかしながら、実際の洪水でのパフォーマンスから解釈する限り、実際の対応がまだ満足いくレベルに達していないことは事実である。これは、おそらく関係者個人の問題だけでなくツール(電話、FAX)および当直システムによるものを含む組織的な問題でもある。

8.4 全体システムの妥当性

8.4.1 全体システムの有効性

完成した全体システムが適切に運用されなかったため、実際の洪水では、全体システムの有効性はまだ証明されていない。もし、このシステムが模擬訓練同様の適切さで操作されていれば、データ収集から避難までの一連の手順が完了するのに必要な時間は約 20 分(マスタープランの目標時間より 10 分短い)である。実際の洪水において、模擬訓練ほどスムーズに実行できなくても、10 分の余裕はまだ十分大きいとも考えられる。模擬訓練結果がパイロット洪水予警報システムの高い可能性を示したと言っても過言ではない。

パイロットプロジェクトだけでなくこの非構造物対策(洪水予警報システム自体)のいくつかの限界が、最近の洪水によって明らかになった。局地的な降雨により発生する支川からの鉄砲水や土石流は洪水予警報システムには早すぎて洪水予警報システムの運用を行うための十分な時間がない。幸運にもパイロットプロジェクトで死傷者はいなかったが、車による訪問者の取り扱いがこの地域の災害防止の問題点である。洪水予警報のみでは解決できない問題がまだまだたくさんある。

8.4.2 全体システムの持続性

パイロット洪水予警報システムの持続可能な操作を保証するためには、洪水予警報システムを組織的、財政的、技術的に支援する仕組みが不可欠である。調査団がパイロットプロジェクトにおいて土台の相当部分を実行してきたこともあり、そのような仕組みは関係機関の間にまだ完成していない。しかしながら、そのような仕組み作りに向けたいくつかの動きがゆっくりしかし着実に進んでいる。

これらの動きの中で最も大きな成果として、2004年11月にパイロット洪水予警報システムの運用とメンテナンスに関する協定書への署名が行われた。調整委員会を作り、協定で規定されたような責務を果たすことが残された今後の課題である。

(1) 協定書の署名

JICA 調査団は、フェーズ以降、県や ABHT に対して関係機関間でのパイロット洪水予警報システムの運用とメンテナンスに関する協定を締結するよう助言してきた。2003年11月7日、Al Haouz 県や ABHT や DPE Al Haouz は JICA 調査団と JICA 作業監理委員会立ち会いの下、ついに署名を行った。

(2) 県と ABHT の責務

この協定は、以下のようにパイロット洪水予警報システムの運用とメンテナンスに関する Al Haouz 県と ABHT の責務を具体的に規定している。

2つの機関の責務

Al Haouz 県	ABHT
<ul style="list-style-type: none"> 洪水予警報システムの運用とフォローアップのための委員会の創設 洪水予警報システムのうち、洪水警報と避難における意思決定・発令・避難に関わる担当 ウリカ Caidat とイラフ警報局の管理および補助 管轄下の機器の日々のメンテナンスと保守および介入を必要とする故障についての ABHT への通知 	<ul style="list-style-type: none"> 洪水予警報システムのうち、データの観測、収集、処理及び分析、予測と洪水注意報の発令に関わる担当 ABHT と水文観測局に設置された機器の日々のメンテナンスと保守 パイロットプロジェクトの枠組みの中で設置されたすべての機器の予防点検・整備 上記機器が故障した場合の修理・交換

(3) 委員会の創設

協定書はまた、パイロット洪水予警報システムの運用とフォローアップのための県知事を長とする委員会の創設を規定している。委員会のメンバーは、Al Haouz 県と ABHT、DPE Al Haouz、DREF High Atlas、DMN Marrakech、Civil Protection of Tahanaout、Royal Mounted Police of Tahanaout であるが、議長としての知事は必要に応じて他の機関を招聘できる。

委員会は異なる機関の協調を図り避難訓練を計画する。機関の活動やシステムの運用を評価するために、最低年2回は委員会を開催することを想定している。また、委員会は、一旦承認されれば、マスタープランの実施をも担当することになるであろう。

8.5 結論

上記の議論に基づいて、評価結果は以下のように要約される。

評価の概要

基準	考慮点	評価	結果
機器の妥当性	有効性	B	<ul style="list-style-type: none"> 雷対策を考慮すべき。
	持続性	B	<ul style="list-style-type: none"> メンテナンス作業を確実にすべき。
ガイドラインの妥当性	有効性	模擬訓練ではBだが、実際は不明	<ul style="list-style-type: none"> 模擬ガイドライン（訓練でとりあえず有効性が確認された）は、実際の洪水で審査されるべき。
	持続性	C	<ul style="list-style-type: none"> 当直システムの強化と必要機材の供給が必要である。 訓練プログラムと模擬訓練は定期的に行われるべき。
トータルシステムの妥当性	有効性	B	<ul style="list-style-type: none"> 支川からの鉄砲水や土石流への有効性に欠ける。 洪水予警報システムだけでは解決できない多くの問題がある。
	持続性	B	<ul style="list-style-type: none"> パイロット洪水予警報システムを支援する仕組みのが欠けている。

A: excellent, B: good, C: fair, D: poor

9. マスタープランの修正

9.1 序

マスタープラン(案)の提案から2年半後、パイロットプロジェクトは段階的に実施され、その後すぐに運用に入った。マスタープランの実施機関であると思われる DRHT は、この間に事実上 ABHT（流域エージェンシー）に変わった。マスタープラン(案)の修正には、パイロットプロジェクトの評価結果だけでなく2年半の間の修正をも考慮した。修正の要点を次の表にまとめた。

修正点

項目		修正	修正理由
マスタープランの基本条件	対象完了年	代替案として長期の実施期間を考える。	<ul style="list-style-type: none"> DRHTからABHTへの移動に関連してマスタープラン実施にたいするより厳しい財政状況が予想されるため。
システムの修正	水文観測・データ収集システム	テレメータシステムのための無線ネットワークの再設計を行う。	<ul style="list-style-type: none"> パイロットプロジェクトで作成したラジアルネットワークは、マスタープランのテレメータネットワークとして利用すべきであるため。
	洪水警報のデントツ	半自動システムを導入する。	<ul style="list-style-type: none"> コスト縮小が望まれるため。 自動システムの可能性はパイロットプロジェクトで証明されたため。
維持管理計画の修正(組織計画の強化)		調整委員会の設立を提案する。	<ul style="list-style-type: none"> 洪水予警報システムの持続性を確保するために、委員会の必要性がパイロットプロジェクトを通して明らかになったため。 そのような委員会が、DGHによる洪水国家マスタープランにおいてすでに提案されているため。
		当直制度強化が強調される。	<ul style="list-style-type: none"> 現在のゆるい当直制度を原因とした失敗がパイロットプロジェクトで露見したため。
		洪水予警報システムの完全理解と改良のための説明と訓練(模擬訓練)の必要性が強調される	<ul style="list-style-type: none"> 洪水予警報システムの理解不足による失敗がパイロットプロジェクトによって明らかとなったため。
		DMNとの連携分析の必要性が強調される	<ul style="list-style-type: none"> 天気予報の重要性がパイロットプロジェクトを通して認識されたため。
		地方当局からの情報の重要性が強調される	<ul style="list-style-type: none"> パイロットプロジェクトを通して地方当局からの情報の重要性が再確認されたため。
		マネジメントサイクルによる評価とグレードアップの重要性が強調される	<ul style="list-style-type: none"> 洪水予警報システムの持続的な発展にはこのマネジメントサイクルが不可欠であるため。
		住民と観光産業の協力の重要性が強調される	<ul style="list-style-type: none"> パイロットプロジェクトを通して、地元住民との連携の重要性が再び現実化したため。
災害防止に対する包括的取組みの必要性		構造物・非構造物対策を含めた包括的な取組みが勧告される	<ul style="list-style-type: none"> 洪水予警報システムの限界と包括的な取組みの必要性がパイロットプロジェクトを通して再確認されたため。

9.2 修正と更新

9.2.1 マスタープラン完成目標年

マスタープランの実行機関になると予想される ABHT の財政状況は、特に DRHT からその上層機関である DGH からより独立した流域エージェンシーへの変更のため、マスタープラン(案)作成時よりも厳しくなっている。Oum Er Rbia 流域でのテレメータプロジェクトの断念は、流域エージェンシーの厳しい財政状態を理解するよい例かもしれない。このような状況下で、ABHT は、毎年の支出を抑えるべく、より長期でマスタープランを実行することを代わりに計画している。これらの財政状態および ABHT の意向を考慮すると、10 年間の実施期間が、より現実的なシナリオとして代替的に提案されている。10 年は技術革新が非常にダイナミックな通信分野の実行期間として最長限界かもしれない。

完成目標年

Alternative	実施期間	完了年
Alternative-1	5 年	2009
Alternative-2	10 年	2014

9.2.2 サブシステムの修正

水文観測およびデータ収集サブシステムのテレメータ無線ネットワークは、パイロットプロジェクトで設置された既存のネットワークを組込むことにより更新される。警報伝達システムの費用を縮小するために、パイロットプロジェクトを通して可能性が確かめられた半自動間接警報伝達システムが、マスタープラン(案)で提案された直接遠隔操作システムの代わりに導入された。

(1) テレメータネットワークの再設計

Adrar Tazaina 中継局や Aoulouss 中継局は図 5.2 に示すように、旧マスタープランでは Oukaimedan 局によってさらに中継される。このタンデムタイプのネットワークは、後のパイロットプロジェクトにおいて、より確実なラジアルネットワークに修正された。図 9.1 に示すように、パイロットプロジェクトのラジアルネットワークを基に、新しいネットワーク図が、新しいマスタープランのために作成された。

(2) 警報伝達サブシステムの再設計

パイロットプロジェクトにおいて効果が確認された間接的半自動システムが、ウリカ谷を除くマスタープランにおいて提案される。放送機器を備えた 11 の警報局が建設される。これらの警報局は通常は無人で、地元住民によって自発的に管理されるが、必要なときには無線電話によって県との交信が確保される。お互いに近接した 6 つの警報局を持つウリカ谷に関しては、遠隔操作システムがより統合的な方法で提案される。管理者が 1 日 24 時間駐在している Iraghf 警報局は、他の 5 つの警報局のサブコントロールセンタの役割を果たす。図 9.2 に修正した警報システムネットワーク図を示す。

上記のような修正により、警報伝達サブシステムの総機材費は 15,700,000Dh から 10,300,000Dh へ 5,400,000Dh 減った。

9.2.3 運営維持管理計画の修正

いわゆるマン・マシンシステムである洪水予警報システムは、設備機器および人間による運用の両方が正常に働く場合に限り、有効に機能する。しかしながら、パイロットプロジェクトの試験運用では組織に関わる多くのエラーが発生した。それらのうちほとんどは非常に単純なものであったが、洪水予警報システムにとっては致命的であった。

適切な運用を確保するために、次のことを強調する。

- 調整委員会の創設
- 当直制度の強化
- 十分な理解のための説明と訓練
- DMN との連携による分析
- 地方当局からの情報収集の重要性
- マネージメントサイクルに基づいた評価とアップグレード
- 住民と観光業者の参加

9.2.4 災害防止に対する包括的取組みの必要性

アトラス地域において、洪水予警報システムだけでは、本川および支川の洪水、土石流、斜面崩壊のような災害を完全に防ぐもしくは軽減することは不可能である。構造物対策と非構造物対策の組み合わせによる包括的な取組みが不可欠である。洪水予警報システムマスタープランは多くの対策の一つと位置付けられるべきである。

9.3 実施計画と費用積算

9.3.1 実施計画

9.2.1 で説明したように、5 カ年実施計画と 10 カ年実施計画の 2 つが提案された。実施スケジュールを表 9.1 に示す。代替案 1：実施期間 5 年、2005 年から 2009 年の 5 年間でマスタープランを実施する。代替案 2：実施期間 10 年、2005 年から 2011 年を 3 フェーズに分けて実施する。最初にウリカ川流域、次にイシルとレラヤ川流域、そして 3 番目に残りの流域を実施する。

9.3.2 費用積算

パイロットプロジェクトを含むアトラス地域全体での洪水予警報システム計画の事業費と維持管理費は、次のように概算される。

洪水予警報システムマスタープラン事業費と維持管理費

(1,000Dh)

費用項目	パイロットプロジェクト	パイロットプロジェクト後				合計
		Ourika	Issyl + Rheraya	Others	Subtotal	
A. 建設費	16,612	17,229	9,656	10,213	37,097	53,710
(1)機材費	12,826	13,497	7,498	7,929	28,924	41,750
(2)機材設置費	2,072	1,552	947	1,003	3,503	5,574
(3)土木費	1,178	1,497	832	879	3,208	4,386
(4)ソフトウェア開発費	269	341	190	200	731	1,000
(5)技術訓練費	269	341	190	200	731	1,000
B. エンジニアサービス費	4,029	4,186	2,326	2,459	8,971	13,000
C. 予備費 (10% of (A+B))	2,064	2,141	1,198	1,267	4,607	6,671
D. 事業費(A+B+C)	22,706	23,556	13,179	13,939	50,675	73,381
E. 年運用維持管理費	641	675	375	396	1446	2,087

9.4 事業評価

修正マスタープランは包括的に評価される。結論として、マスタープランは、経済的有効性、社会的技術的受容性および環境影響の観点から、概ね妥当である。国および地方レベルの支援が確保されれば、マスタープランは財政的にも妥当となる。

9.4.1 経済評価と財政能力配慮

(1) 経済評価

経済評価に関して、経済的内部収益率(EIRR)、費用便益比(B/C)と純現在価値化(NPV)はマスタープランの修正に伴って再計算された。結果を以下の表に示す。

EIRR, B/C および NPV

項目	Alternative-1 (実施期間5年)		Alternative-2 (実施期間10年)	
	動産のみ考慮	人命含む	動産のみ考慮	人命含む
EIRR	Negative	16.7%	Negative	19.7%
B/C	0.08	1.6	0.08	1.7
NPV	-Dh 50 million	Dh 31 million	-Dh 45 million	Dh 31 million

表から分かるように、もし、人命の価値が経済価値として認められるならば、プロジェクトはほぼ実施可能である。人命を適切に評価することは非常に難しいが、経済的な側面からのプロジェクト評価に人命を含めることを考える必要がある。さらに、そのような条件下では、経済的にこのプロジェクトは妥当であると思われる。

2案を比較すると、実施期間の長い方がEIRRが若干大きくなっている。しかしながら、分析における様々な前提条件を考慮すると、この程度の差異は無意味であり、実施期間はむしろ財政的な状況を考慮して決定されるべきであろう。

(2) 財政能力配慮

機器のメンテナンスにかかる毎年の追加負荷額は総メンテナンス費用 2,087,000Dh で、それぞれの管轄に設置される機器の費用にしたがって分割すると、ABHT で 1,502,000Dh、Al Haouz 県で 540,000Dh、SYBA 県で 45,000Dh となる。

Al Haouz 県と SYBA 県に対する負担額はマスタープラン(案)からかなり減っているが、これらの負担額は3組織にとって小さな金額ではない。パイロットプロジェクトの DGH が負担するメンテナンスコストと同様に、地域レベル、国家レベルでの参加と援

助が不可欠である。提案した調整委員会がマスタープランを進める推進役になることが期待される。

9.4.2 社会配慮

受益者であると思われる調査対象地域の地元住民や観光客にマスタープランがどの程度受け入れられているかが社会配慮についての主な関心事である。

住民に関しては、彼らは強い関心があることがパイロットプロジェクトの中で証明された。2002年6月25日にウリカ谷の Iraghf で行われた避難訓練には、住民の約30%が自主的に参加した。この高い割合は住民の関心の高さの証明であり、それは1995年の大惨事の記憶から来ている。自然災害によって起こったこのような衝撃的な経験は他の危険度が高い地域でも共有されており、その住民が防止策の必要性をも理解していることは自然なことである。そう言う意味で、地元住民はマスタープランを受け入れる適性があるが、避難組織を設立するように彼ら自身がより改善していくには、地方当局の援助やイニシアチブが必要である。

2000年に行われたウリカ谷の観光客へのインタビューによると、92%の人が1995年の災害を知っていると答えた。この高い割合は好ましいことであり、この割合を維持しより高める必要がある。しかしながら、2002年と2003年の避難訓練では、観光客の参加はごく少数であった。恐らく彼らは関わりたくなかったのであろう。過去の災害と洪水予警報システムを伝える努力は継続的にされるべきであり、訓練での失敗に落胆すべきではない。

9.4.3 初期環境評価

マスタープラン(案)の初期環境評価(IEE)では、マスタープランプロジェクトの規模が小さく深刻な影響は予想されないため、環境影響アセスメント調査は必要ないと結論を下している。パイロットプロジェクトの悪影響が報告されていないという事実もまたこのIEEを支持するものである。旧マスタープランからの修正はわずかであるので、新マスタープランについても同様の結論である。

9.4.4 技術的受容

パイロットプロジェクトは技術移転のよい機会であった。2001年から2003年の約2年間のこのプロジェクト期間において、あらゆる訓練プログラムや模擬訓練が関係職員のために行われた。試験運用は、彼らが独力で離陸するための滑走路に比喻される。

特に、据付作業に加わった ABHT のテクニシャンは、日本人技師からハイテク機器について多くことを学んだ。機器を修理することは難しいが、彼らは最低限パイロットシステムの運用能力を身につけた。ABHT についてはマスタープランの受け入れ準備ができていると言える。

一方、県やウリカ Caidat および Iraghf 警報局の職員の理解不足が、パイロットプロジェクトにおいて明らかとなった。地方当局の関係職員のほとんどはもともと技術員ではないため、もっと教育と訓練が必要である。このように、マスタープランにおいて ABHT はこれらの職員の訓練を行うことになっている。このような組織間協力を進めることは、県レベルの調整委員会の役割の一つであろう。

10. アトラス地域における災害への包括的な取組み

アトラス地域は降雨に起因するあらゆる災害の可能性がある。それらは河川の洪水、土石流、地すべり、斜面崩壊、岩石崩落で、過去において幾度もくりかえしてきた。この報告書は、この地域の災害に対する洪水予警報システムのマスタープランについて記述することになっている。しかしながら、洪水予警報システムは有効性という点では限界がある。洪水予警報システムは、本来、すべての被害を完全に排除する対策ではなく、災害の危険を人々に警告するための補助的な対策に過ぎない。人々の安全性は、彼ら自らが適切な行動をとらなければ

ば確保できない。例えば、安全な所へ直ちに避難する、洪水予警報システムによって得られた警報をもとに危険を回避する等である。しかしながら、災害の規模と特性によっては、最善を尽くしていても失敗することもある。さらに、洪水予警報システムだけでは、社会基盤や建物、農作物などの不動産は被害を避けられない。

この地域の災害リスクを実質的に軽減するには、包括的な取組みが不可欠である。洪水予警報システムに加えて、構造物対策と非構造物対策を組み合わせることが必要である。考えられる構造物対策および非構造物対策を以下に簡単に紹介する。

10.1 構造物対策

災害を防ぐための基礎的社会基盤としての構造物対策は少なくともある程度のレベルで提供されなければならない。非構造物対策は、一般的には構造物対策で対処できないことを補うために利用される。

前述したように、ウリカ川とイシル川流域においては、常襲洪水に対処するため、関係機関は砂防ダムや河道拡幅、河道掘削、築堤等、いろいろな構造物対策が行われてきた。しかしながら、これらの対策は質・量ともに不十分である。他の流域では、ほとんど構造物対策はなされていない。

10.1.1 適用できる構造物対策

調査対象地域において適用できる構造物対策は、主に土石流、侵食および河川の洪水流に関する対策であり、以下にまとめられる。

適用できる構造物対策

分類	対策	地域
土石流制御	<ul style="list-style-type: none"> 大規模砂防ダム 小規模砂防ダム 流路工 沈砂工 	上流、山岳地帯、土石流危険溪流
浸食制御	<ul style="list-style-type: none"> 床固工 山腹工 植林 	全流域特に上流
河川洪水制御	<ul style="list-style-type: none"> 拡幅や河床掘削を含む河川改修と築堤 ダムや貯留施設 	上中下流

10.1.2 構造物対策導入にあたっての配慮

構造物対策の導入には莫大な費用と時間が必要となる。したがって、次のことを熟慮した上で、経済的にも技術的にも効果的な構造物対策の導入が行われなければならない。

- 詳細な災害状況の調査
- 構造物対策を導入するための枠組みの準備
- マスタープランの作成
- 構造物対策の多目的利用

10.2 非構造物対策

アトラス地域において、望ましい安全性を確保するために、上記の構造物対策および提案した洪水予警報システムマスタープランに加えて次の非構造物対策を提案する。

- 洪水危険マップの公表
- 土石流危険溪流のモニタリング
- 交通規制の導入
- 土地利用規制・指導の導入

- 観光客に対する施設の供給

10.2.1 ハザードマップの公表

一般的に、ハザードマップの公表は、有用な非構造的洪水被害軽減対策として幅広く採用されている。そのようなハザードマップの公表を通じて、住民は災害の可能性のある地域および災害時に利用可能な避難経路を認識することができる。本件調査で作成したハザードマップや浸水マップはこの目的において有用である。

10.2.2 土石流危険渓流のモニタリング

土石流に備えるために、すべての土石流危険渓流における土石流の可能性について評価することが必要である。降雨後のみの行動開始では遅すぎる。平常時からの備えが重要である。この意味で、ある強度の雨量の後に川の地理的变化をモニターすることを推奨する。このことが、土石流の可能性増加の発見につながる。モニタリングの促進に関して、表 10.1 に示すような、医療カルテのようなカード「河川モニタリングレポート」を提案する。

河川モニタリングレポートによって土石流の発生が予測されたときには、渓流に沿った地域における活動の制限、大きな石のように災害を引き起こす可能性のあるものの除去等を含めた対策は、被害の可能性を緩和するためにあらかじめ講じられるべきである。

10.2.3 交通規制の導入

平日には 700 台以上、休日には約 1,300 台の乗り物がウリカ谷に乗り入れられ、そのほとんどがウリカ川に沿った主に Iraghf と Setti Fadama に駐車される。1 台あたり駐車するのに 7m 必要と仮定すると、すべての乗り物が 1 列に駐車するのに必要な道路延長は 10km となる。Iraghf と Setti Fadama の距離は、この 10km に相当し、すべての観光地が車で一杯になる。この混雑した状況では、緊急時に観光客と同様に住民もスムーズに車を移動させることは難しい。

観光地だけでなく川に沿った道路も危険である。道路延長のほとんどが支川や斜面崩壊からの鉄砲水や土石流の危険にさらされている。いったん雨が降り始めると、観光客は急いで危険な谷からより安全な平地へと車で出て行こうとする。しかしながら、平常時でも安全な Al Haouz 平野まで Iraghf からは車で 30 分、Setti Fadama からは 45 分かかかる。彼らが洪水時にあらゆる危険のもとで谷から避難できるかどうかは、雨がその 3,40 分の間にどのように降るかによる。

最近、ウリカ谷において、交通規制対策として、道路の片側駐車が導入されている。しかしながら、その手段だけでは交通問題を解決することは難しい。日本やスイス、オーストリア等のほかの国で行われているパークアンドライドシステムのような思い切った交通規制の導入を試してみる価値はある。

10.2.4 土地利用規制・指導

危険地域の被害ポテンシャル増加や流域の荒廃につながるような無秩序な土地開発を防ぐためには、土地利用規制と指導が非常に重要である。水法 (“10-95 Law”) は公共の水の所有権の占有を規定し、土地利用規制の実行に関する法的背景になると期待される。

そのほか、ウリカ谷に関する限りでは、都市計画エージェンシーはウリカ谷に沿って Tnine Ourika から Setti Fadama までの都市利用計画を作成している。この計画は、洪水もしくは土石流の危険がある地区の施設や建物の地域区分と禁止も含むことになっている。現在は、その機関はゾーニングのために水文情報を ABHT から収集している。本件調査で作成されたハザードマップ、および浸水マップを参照して、他の河川流域について同様の土地利用計画を作成することが期待される。

10.2.5 観光客のための施設の整備

調査対象地域は、北アフリカの主要観光地の 1 つとして有名であるため、夏期には特に、ウリカ谷には冷たくて清涼な水を楽しみに多くの観光客が訪れる。このように、調査対象地域は、観光産業にとって貴重な資源の 1 つである。しかしながら、観光業のための基本施設は質・量ともに不足しており、特に、洪水や土石流によって引き起こされる災害に対する安全性を確保するには不適切である。避難場所や避難経路に街灯、倉庫等は最低限必要である。

11. 結論と勧告

11.1 結論

本件調査は 2000 年 3 月に (1) テンシフト川の左岸 3,500km² の 6 つの支川流域における洪水予警報システムのマスタープランの作成、(2) モロッコ側カウンターパートに技術移転を行うという 2 つの目的で開始された。

約 1 年の基礎調査に続いて、2001 年 4 月にマスタープラン(案)がインテリムレポート 2 において作成された。マスタープラン(案)において、既存の手動システムではほとんど対応できない鉄砲水に対処するために、20 の洪水監視局のテレメータシステムおよび 17 の警報局の自動遠隔操作システムが提案されている。

実際にマスタープラン(案)で提案された機器とシステムの有効性を調査するために、2001 年 7 月から 2003 年 9 月の間にマスタープラン(案)の一部がウリカ川流域でパイロットプロジェクトとして段階的に実施された。フェーズ 1 の半自動システムは 2001 年 12 月に完成し、すぐに試験運用が開始され、2003 年 7 月に全自動テレメータシステムを実現するフェーズ 2 が完成するまでの約 1 年半続けられた。2003 年 8 月上旬から 9 月中旬までの約 1 ヶ月半の間、テレメータシステムの試験運用もまた実施された。

パイロットプロジェクト期間中、JICA 調査団はモロッコにおいて、および日本に帰っている間は日本から、支援とモニターを行った。洪水予警報システム運用に関する関係者の能力向上のために、模擬訓練を含む様々な技術移転プログラムも実施した。

テレメータシステムの効果は明らかであった。2003 年 8 月 4 日の豪雨時、そのシステムは最初の 1mm の降雨を検出し、すぐに ABHT に通知した。このシステムのおかげで、ABHT は初めて地方当局よりも早く Al Haouz 県に集中豪雨の発生を通知することができた。一方、トータル洪水予警報システムを構成する機器システムの相方である人間による運用に関するいくつかの問題がパイロットプロジェクトの間に発生した。当直制度の脆弱さである運用に関する関係職員の誤解や理解不足が明らかとなった。

パイロットプロジェクトの評価に基づいて、2 年半前に作成されたマスタープラン(案)がわずかに修正・更新された。主に DRHT から ABHT への移行に付随して起こる厳しい経済状況を考慮して、マスタープラン(案)で提案した実施期間 5 年の案に加えて 10 年の代替案をマスタープランで提案した。半自動システムは警報伝達システムに部分的に導入された。マスタープランの持続的かつ適切な運用を確実にするために、県の調整委員会の必要性をマスタープランの運用とメンテナンス計画で強調した。

マスタープランの総費用は 75,000,000 万 Dh である。経済内部収益率はマイナスであるが、人命を便益算定に追加で含めると 12.7 % (実施期間 5 年)と 12.3 % (実施期間 10 年)となった。結論として、マスタープランは、経済的有効性、財政能力、社会的技術的受容性および環境影響の観点から、概ね妥当である。

マスタープランの総費用はパイロットプロジェクトの費用を除いて 51,000,000Dh と見積もられた。人命を便益計算に含めれば、経済内部収益率は 16%より大きくなる。結論として、マスタープランは経済的有効性、社会的技術的受容性、環境影響の観点からは概ね妥当である。もし、国および地方レベルの支援が確保されれば、マスタープランは財政的にも妥当となる。

11.2 勧告

JICA 調査団は、アトラス地域における洪水予警報マスタープランをモロッコ政府に提案し、アトラス地域の住民と観光客の安全促進に寄与するように、マスタープランが早急に実施されることを強く勧告する。マスタープランの実施を促進するために、次のような活動が切に望まれる。

(1) 調整委員会の創設

Al Haouz 県や ABHT および DPE Al Haouz によって署名された協定書が規定しているように、パイロット洪水予警報システムの持続的な運用を確保するための仕組みの必要性は、関係者間で認識されている。この委員会は早急に実現されるべきであり、その委員会がマスタープラン実施推進に向けて働きかけを行っていくものと期待される。

(2) パイロットプロジェクトの持続的な運用

マスタープランの実施に先駆けて、パイロットプロジェクトで設置された洪水予警報システムを適切に運用・維持し続けることが肝要である。もしパイロット洪水予警報システムが廃れるようであれば、マスタープランの実施など問題外である。

(3) アトラス地域の災害に対する包括的な取組み

災害に対して、構造物対策と非構造物対策の組み合わせによる包括的な取組みが不可欠である。

(4) DMN によるレーダーの設置

信頼性のある洪水予警報システムのためにはより正確な天気予報が不可欠である。アトラス地域に DMN が計画通りに降雨レーダーの設置を行うことを強く勧める。

付 表

表 5.1 調査対象地域における洪水監視局ネットワーク案

Serial	Station	Observation Item	New or Existing	River Basin	Altitude (m)	Catchment Area (km ²)	Residence House
1	Adrar Guedrouz	Rainfall	New	R'dat/ Zat	2,160	-	New
2	Aghbalau	Rainfall & Water Level	Existing	Ourika	1,070	495	Existing
3	Tazitount	Rainfall & Water Level	Existing	Ourika	1,270	347	Existing
4	Tourcht	Rainfall & Water Level	Existing	Ourika	1,650	19	New
5	Amenzal	Rainfall & Water Level	Existing	Ourika	2,230	49	New
6	Tiourdiou	Rainfall & Water Level	Existing	Ourika	1,850	134	New
7	Agouns	Rainfall	Existing	Ourika	2,200	-	New
8	El Azib-n-Tinzar	Rainfall	New	Ourika	1,950	-	No Need
9	Amddouz	Rainfall	New	Ourika	2,200	-	New
10	Ihdjamene	Rainfall	New	Ourika	1,750	-	New
11	El Jam' ane	Rainfall & Water Level	New	Ourika	1,400	54	New
12	Oukaimeden	Rainfall (Relay Station)	New	Ourika/Rheraya	3,270	-	No Need
13	Aremd	Rainfall & Water Level	Existing	Rheraya	1,950	35	Existing
14	Arg	Rainfall & Water Level	New	Rheraya	1,600	48	New
15	Iguir N'kouris	Rainfall & Water Level	Existing	N'fis	1,100	848	Existing
16	Taous	Rainfall & Water Level	New	N'fis	1,340	290	New
17	Iguer	Rainfall & Water Level	New	N'fis	1,580	100	New
18	Tizgui	Rainfall	New	N'fis	1,800	210	New
19	Ait bou Zguia	Rainfall & Water Level	New	Issyl	640	-	New
20	Ouaguejdit	Rainfall	New	Issyl	1,000	-	New

表 5.2 マスタープランの3代替案

System		Option A			Option B			Option C		
		Sub-system	Component	Item	Observation	Radio Communication by voice	Telephone Line	Automatic Observation	Radio Communication by voice	Telephone Line
Meteo-hydrological Observation and Data Collection	Neteo-hydrological Observation	Data Collection	Observation Equipment	Manual Observation	Automatic Observation	Automatic Observation	Automatic Observation			
			Data Transmission Equipment	Radio Communication by voice	Radio Communication by voice	Radio Telemetry System				
	Data Processing	Data Management Equipment	Manual data processing	Computer Data Processing	Computer Data Processing and Home Page service					
	Data Distribution	Data Monitoring Equipment	Data distribution by telephone and Facsimile	Equip with PC for data monitoring at agencies concerned	Equip with PC for data monitoring at agencies concerned with Internet Service					
Data Analysis and Forecasting of Flood and Debris Flow	Data Transmission	Transmission Method	Telephone Line	Telephone Line	Telephone Line	Own Radio network and Telephone Line as Back-up				
	Warning Command	Warning Control Equipment	Warning Control Equipment is not installed at Caidat.	Simple Warning Control Equipment is installed at each Caidat	Issuance Warning message at Provincial Office directly through Warning Control Equipment					
	Warning Dissemination	Warning Post	Off-line Voice amplifier at each Warning Post	Off-line Voice amplifier at each Warning Post	On-line Voice amplifier at each Warning Post					
Dissemination of Warning	Message Transmission	VHF Radiotelephone or Telephone Line	No transmission line is provided. Caidat goes to the Warning Post and broadcasts warning message	Between Caidat and Warning Post connects by Public Subscriber Telephone and VHF radiotelephone	Own VHF Radio Network					

表 5.3 洪水予警報システム運用に必要な時間

Subsystem		Alternative-1	Alternative-2	Alternative-3
Hydrological Observation and Data Collection	Hydrological Observation	5 to 30 min.	0	0
	Data Collection	10 min.	5 min.	0
Data Analysis, Forecasting and Data Distribution	Data Analysis	25 min.	15 min.	5 min.
	Forecasting	10 min.		
	Distribution of Flood Notice	10 min.	5 min.	5 min.
Issuance of Warning		5 min.	5 min.	5 min.
Warning Dissemination		15 min. to 5 hrs.	10 min.	5 min.
Evacuation		10 min.	10 min.	10 min.
Total Necessary Time		90 min. to 6 hrs.	50 min.	30 min.

表 5.4 予想される環境影響

No.	Environmental item	Potential impact
Social Environment		
1.	Resettlement	New stations need to be constructed in close proximity to the river, and in some places agriculture activity may be affected and people working/living there may need to resettle. However based on the water law no. 10/1995 these people have only provisional right to occupy such lands, which are located within the land reserved for hydraulic public domain. This law should serve as a very useful tool to regulate land use in the flood plain.
2.	Economic activities	Main activities in Study area include agriculture and tourism. Agriculture may be affected as described above. Emphasizing flood-warning systems through installation of sirens, warning signboards and evacuation drills may scare away tourists in areas as Setti Fatma, Iraghf, and Imlil and have a negative impact on the local economy.
3.	Waste	Some stations may be constructed in areas with difficult access, such as Iguer, Tizgui abd El Azib-n-Tinzar. It is necessary to provide for removal of construction wastes after construction as well as waste generated from the stations use. The M/P requires that stations be constructed near to villages and therefore the waste may be transported to the villages.
4.	Hazards (risk)	In many places in the Study area mountains surrounding the river path have steep slopes and potential for land collapse and landslide from the mountainside is observed. Station sites should be selected in safe areas in order to decrease the risk to the operators and equipment in these stations. Site selection and engineering designs should also consider this problem carefully.
Natural Environment		
5.	Groundwater	Stations should be installed with septic tanks and waste management system should be in place to minimize effect on groundwater. However this should be studied in the design phase taking into consideration situation in the surrounding villages.
6.	Fauna and Flora	So far no endangered species have been identified in the Study area. However cutting of trees for installation of siren posts or antennas should be avoided because of the scarcity of trees in the Study area. The competent authorities must issue permits for building and they are in the best position to protect against endangering living environment and also protected areas.
7.	Landscape	Many of the existing stations do not blend well with the surrounding landscape. In tourism areas more care may be taken in the selection of construction materials and finishing works to improve that condition.
Pollution		
8.	Water pollution	Stations should be installed with septic tanks and waste management system should be in place to minimize effect on both surface and groundwater. These measures shall be considered during the design stage.

表 8.1 (1/2) 洪水時のパイロットプロジェクト洪水予警報システムのパフォーマンス

Subsystem	Equipment/ Manual Operation	Input by Pilot Project			14 June 2003 (under Phase I System)			4 August 2003 (under Phase II System)		
		Item	Phase	Consumed Time (min)	Performance	Identified Problems	Consumed Time (min)	Performance	Identified Problems	
Hydrological Observation and Data Collection (ABHT)	Equipment (Including Software)	Tipping Bucket Rainfall Gauge	I	90	A	None	15	unknown	A big gap of observed rainfall of 41.5 mm was identified between the automatic tipping bucket gauge and the manual gauge at the Taztittout Station.	
		Ultrasonic Water Level Gauge	I		A	None		A	None	
		Remote Terminal Unit (RTU)	I		B	• RTU of Agouns Station was not operational due to breakdown by lightning.		A	None	
		VHF Data Transmission System	II		N/a	N/a		B	• A few data before and at the beginning of the rainfall were lost due to the interference by lightning.	
Data Processing, Forecasting, Dissemination of Flood Information and Notices (ABHT)	Manual Reading of Data on RTU and Verbal Communication between Stations and ABHT	Trainings and Guidelines	I&II	10	D	• The radio operator of ABHT was absent when the Aghbalau Station tried to inform him of the occurrence of the flood. ABHT knew the flood only 2 hour later.	5	D	• ABHT did not know the DMN Pre-alert Message. • ABHT could not contact the flood watch stations until about 1 hour after the beginning of the rainfall because the key of the radio room was not found.	
		Data Processing System	I & II		A	None		A	None	
		Flood Forecasting Software	I		C	• Accuracy is low. Modification of parameters is necessary after accumulation of hydrological data.		C	The same as the 14 July Flood.	
		Flood Information Monitoring System (Dial-up Connection)	I		C	• Only 2 monitoring stations of the 4 stations could access to ABHT simultaneously because only 2 telephone lines are available at ABHT.		C	The same as the 14 July Flood.	
Dissemination of Flood Notices by Telephone/Fax	Telemetry Supervisory System	Telemetry Supervisory System	II	10	N/a	N/a	5	A	None	
		Training and Guidelines	I & II		D	• ABHT informed only after the flood by telephone. Fax machine was inaccessible by the FFWS operation team.		C	• ABHT informed only by telephone. Fax machine was inaccessible by the FFWS operation team.	

A: Excellent, B: good, C: Fair, D: Poor

表 8.1 (2/2) 洪水時のパイロットプロジェクト洪水予警報システムのパフォーマンス

Subsystem	Equipment/ Manual Operation	Input by Pilot Project			14 June 2003 (under Phase I System)			4 August 2003 (under Phase II System)		
		Item	Phase	Consumed Time (min)	Performance	Identified Problems	Consumed Time (min)	Performance	Identified Problems	
Issuance of Warning (Province)	Issuance of Flood Warnings by Province	Training and Guidelines	I	5	C	<ul style="list-style-type: none"> The Flood Information Display of the monitoring PC was not referred because the operators were not yet familiar with the operation of the display. 	5	C	The same as the 14 July Flood.	
		VHF Radiotelephone at Iraghf Warning Post	I		N/a	Not the radiotelephone but a mobile telephone was used for communication.		N/a	Due to a breakdown of the Sidi Bou Outhamane Repeater Station, the radio network was not operational.	
	Equipment	Warning Broadcasting Equipment at Warning Post	I		A	None		B	<ul style="list-style-type: none"> A metal mast for suspending the cable from the warning post to the second loud speakers was crashed by debris, but broadcasting was still operational. 	
		Selective Call System among Warning Post, Caidat and Provine	I & II	10	N/a	N/a	30	N/a	Due to a breakdown of the Sidi Bou Outhamane Repeater Station, the radio network was not operational.	
Diffusion of Flood Warning (Province, Warning Post)	Dissemination of Flood Warnings	Trainings and Guidelines	I&II		C	<ul style="list-style-type: none"> The dissemination route (Province – Caidat - Warning Post) was different from that of the Global Simulation Drill in 2002 (directly Province – Warning Post). Communication between the warning post and the Province was not made. 		C	<ul style="list-style-type: none"> The dissemination route (Province – Caidat - Warning Post) was different from that of the Global Simulation Drill (directly Province – Warning Post). The obscure direction confused the guardian of the warning post. The tape message of cancellation was broadcast at the warning post without any precaution or any evacuation advice. 	
		Trainings and Guidelines	I	5	C	An evacuation organization has not been formed yet.	10	C	<ul style="list-style-type: none"> An evacuation organization was not formed yet. Inhabitants and tourists evacuated by themselves before the broadcast. 	
Execution of Evacuation	Evacuation Activities								<ul style="list-style-type: none"> ABHT could have announced the flood notice 5 to 10 minutes earlier if they had contacted the Taztount Station. 30 minutes was wasted for convey the flood warning from the province to the warning post via the khalifa of Ourika Caidat. 	
Total System	Total Consumed Time from Detection of Occurrence of Flood/Rainfall to Evacuation			30	C		30	C		

A: Excellent, B: good, C: Fair, D: Poor

表 8.2 試験運用時の主な機器トラブルとその対策

Subsystem	Station	Troubled Equipment	Trouble of Equipment			Measure	
			Date of Occurrence	Trouble	Assumed Cause	Date	Measure
Data Processing	Master Information Center (ABHT)	Connection between the client PC and the Server	15 Aug. 2002	No connection	Mis-operation of the client PC	4 Sep. 2002	Restoration by Sohime under direction of JRC
Data Processing	Master Information Center (ABHT)	Switching Hub	15 Aug. 2002	Failure	High temperature in the room	unknown	Naturally restored
Hydraulic Observation and Data Collection	Agouns	Remote Terminal Unit (RTU)	May 2003	Breakdown of DC/CD Converter	Over-voltage caused by lightning	May 2003	Replacement of the broken RTU with the spare one by ABHT technician.
						5 July 2003	Replacement of three circuits with newly modified ones by Study Team (JRC)
Hydraulic Observation and Data Collection	Amenzal	Remote Terminal Unit (RTU)	June 2003	Breakdown of DC/CD Converter	Over-voltage caused by lightning	18 June 2003	Replacement of three circuit boards with newly modified ones by Study Team (JRC)
Diffusion of Flood Warning	Iraghf Warning Post	DC UPS	June 2003	Not charged.	Low and unstable voltage of power supply	July 2003	Provision of an automatic voltage regulator by Study Team
Diffusion of Flood Warning	Iraghf Warning Post	One metal mast for supporting the cable between the post and the second laud speakers.	4 Aug. 2003	Crushed by debris	Debris flow during the rainstorm	21 Aug. 2003	Replacement of the metal mast with two concrete masts by the Study Team
Diffusion of Flood Warning	Iraghf Warning Post	Radiotelephone	Aug. 2003	Unstable communication with Caïdat and Province	Low signal strength	18 Aug. 2003	Replacement of the non-directional antenna with a directional antenna by Study Team.

Sohime : The Moroccan company that signed the maintenance contract of the Pilot Project equipment with DGH.

JRC: Japan Radio Co., Ltd, the Japanese supplier of the Pilot Project equipment

表 9.1 マスタープランの実施計画

Major Work Item		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Alternative-1: 5-year Implementation	Administrative Arrangement for Tendering of F/S and D/D	■									
	Feasibility Study		■								
	Administrative Arrangement for Acquisition of Radio Frequencies		■								
	Detailed Design			■							
	Financial Arrangement			■							
	Administrative Arrangement for Tendering for Procurement of Equipment				■						
	Manufacturing and Shipment of Equipment				■	■					
	Civil Construction Work					■					
	Installation of Equipment						■				
	Training and Experimental Operation						■	■			
Alternative-2: 10-year Implementation	Administrative Arrangement for Tendering of F/S and D/D	■				■			■		
	Feasibility Study	■	■			■			■		
	Administrative Arrangement for Acquisition of Radio Frequencies								■		
	Detailed Design		■			■			■		
	Financial Arrangement			■			■			■	
	Administrative Arrangement for Tendering for Procurement of Equipment			■			■			■	
	Manufacturing and Shipment of Equipment				■	■	■	■		■	■
	Civil Construction Work				■			■			■
	Installation of Equipment					■			■		■
	Training and Experimental Operation					■			■		■

■ Phase-1: Ourika River

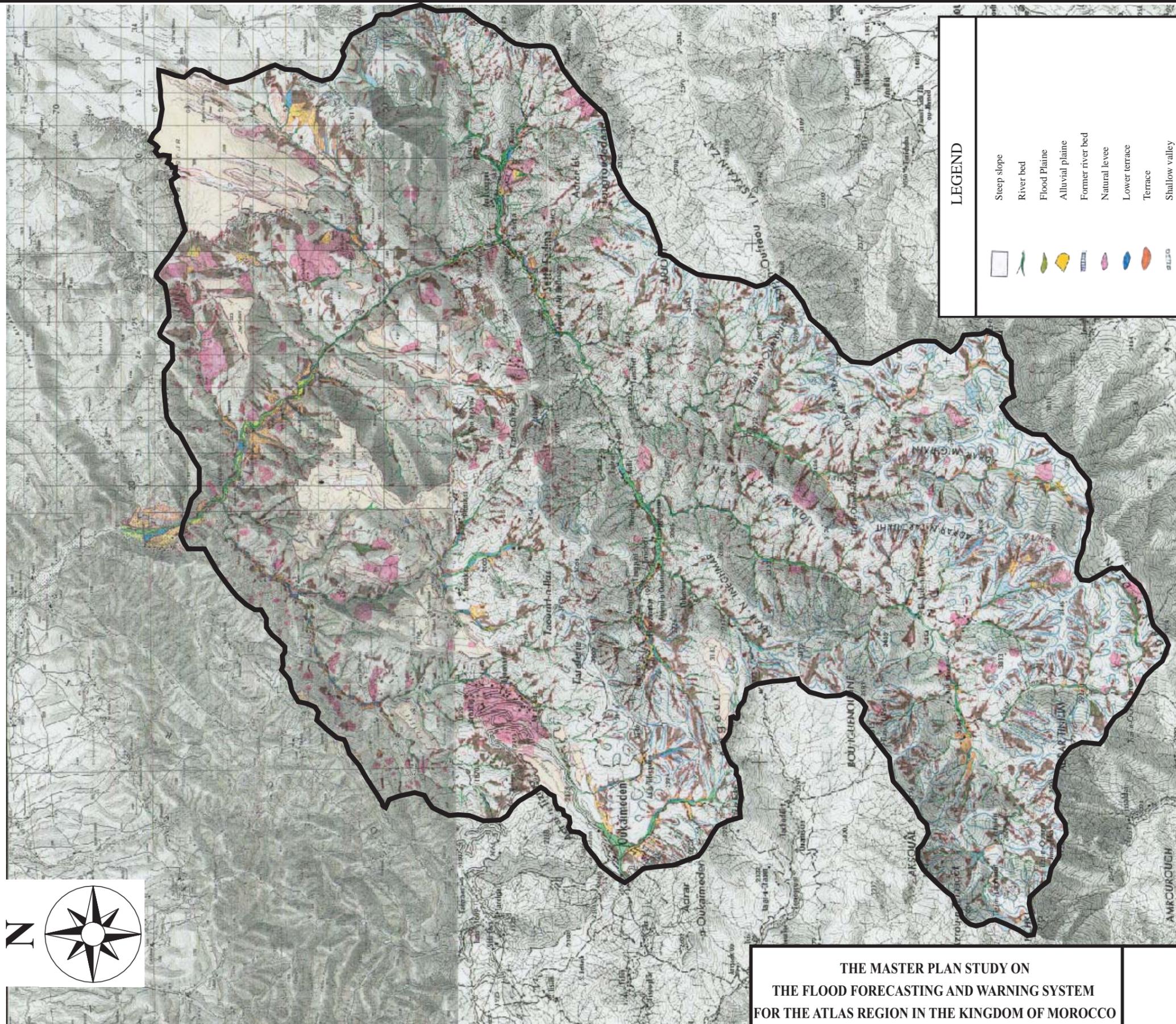
■ Phase-2: Issyl and Rheraya River

■ Phase-3: R'dat, Zat and N'fis River Basin

表 10.1 土石流危険渓流のモニタリングレポート

Item	Contents	Remarks
Date	Day Month Year (Name of Inspector :)	Rainfall mm (Date of event)
Name of Torrent	No. and Name Location	
Assets to be Protected	Road(m) Houses(Nos.)Land(ha) Features as tourist spot (Ex. Bathing spots)	
Torrent	Ruins of Debris Flow Estimated Volume of Sediment (Width ,Depth) Change of Height of Bed (Up Down) Discharge (Water Level cm, Width m)	Height of Staff Gauge
Slope	Ruins of Slope Failure Vegetation	
Others	Observation : Potentiality of Disaster	
Photograph	Upstream (Fixed Point): Riverbed, Slope	
Photograph	Middle-stream (Fixed Point): Riverbed, Slope	
Photograph	Downstream (Fixed Point): Riverbed, Slope	
Photograph	LocationS detected drastic change from previous observation	

付 図



THE MASTER PLAN STUDY ON
THE FLOOD FORECASTING AND WARNING SYSTEM
FOR THE ATLAS REGION IN THE KINGDOM OF MOROCCO

図 3.1 地形分類図(ウリカ)

