

第3章 洪水対策の現状

3.1 洪水対策に関する政策・組織体制

3.1.1 政策

チュニジア政府は、「第11次5カ年社会経済開発計画（2007～2011年）」に続いて「第12次5カ年社会経済開発計画（2010～2014年）」を策定した。2011年1月のジャスミン革命の後、開発・国際協力省によると、「第12次5カ年社会経済開発計画（2010～2014年）」については、2012年12月時点で見直しを行なっているところである。しかしながら、ベンアリ政権崩壊後においても、チュニジアにおける本事業に対する方針変更はないと表明されている。2011年10月23日に投票が行われたチュニジア制憲議会選挙では、イスラム政党アンナハダが217議席中90議席を獲得し第一党になったが、10月27日にアンナハダ主要メンバーが発表した声明により、ほとんどの官僚については異動がないこと、今までの政策の方針は継承されることが確認されている。

第11次および第12次の5カ年社会経済開発計画について、以下に略述する。

(1) 第11次5カ年社会経済開発計画(2007～2011年)

この計画は、2006年の国内総生産成長率4.5%に基づき、明るい見通しに立って策定されたものであり、雇用等の社会資本に注力しつつ、輸出や新技術等において世界経済に参入することを目標としたものであった。GNP成長率は、平均で6.1%/年を見込んでいた。洪水被害軽減が重点項目の一つとされている。

(2) 第12次5カ年社会経済開発計画(2010～2014年)

第11次5カ年計画に替わって2010年に始まったこの計画は、新たな優先課題とEUのルールに基づいた新たな財務プロセスを盛り込んだものである。この計画は、2007～2009年の予測GNP成長率5.5%が実際には4.6%であったことなど、2008年の世界金融危機とその結果を踏まえて起草されている。開発計画における重点分野は環境、投資と起業、貿易政策、国内交易・競争政策、金融政策、部門別政策、人材開発、社会開発、持続可能な開発、行政組織と国有会社の整備、地域開発、統計調査、とされている。

このうち、部門別政策については、農業と漁業、製造業、非製造業、交通、観光、情報通信技術(TIC)、商業、工芸、のように区分されている。同計画には、洪水対策に関連すると考えられている事項として、以下の2点が記載されている。

- 1) 特に、重要なプロジェクトを擁する地域においては、地域の総合的な管理のために、各ステークホルダー間の調整を最適化すること。
- 2) GNPの1.25%が、環境保全および持続可能な開発のための天然資源維持安定に向けたプログラムに割り当てられること（水、砂漠化対策等）。

洪水対策に直接関連して、P.95に以下の記載がある：

流域管理、ダム保全、帯水層のかん養、洪水からの市街地防護等の施策により、侵食対策、肥沃な土地の保全および生産性の向上に一層努力しなければならない。

3.1.2 法的枠組み

フランス植民地時代（1881～1956年）に制定された水資源管理に関する法規はすべて、水資源部門のあらゆる業者と利用者の権限を特定し、水資源の保全と公正な分配を行なうために、1975

年に「水法」として更新された。1975 年以降、水法は引き続き更新され、一部条項が修正され、社会経済的開発、水需要の推移、天然資源保存に必要な環境問題などに関連する新条項が追加された。2010 年版が最新版となっている。水法は、全 9 章からなっており、各章の内容は以下のとおりである。

章 No.	内容	章 No.	内容	章 No.	内容
1	公共水域	4	義務	7	水質汚染と洪水
2	公共水域の保全と政策	5	公共水域使用認可	8	水利組合
3	水利権	6	使用者の義務	9	司法と罰則

このうち、洪水に関する規定は第 7 章第 2 項洪水対策における第 140 条から第 152 条に定められており、その内容は次のとおりである。

- 1) 洪水対策のための調査研究、工事の実施の権限は、国家にあることの規定
- 2) 河道内の洪水防御の妨げになる行為の規制
- 3) 洪水防御のための堤防を損傷した場合の罰金の規定
- 4) 農用地の排水事業の実施に関すること

土壌・水保全法（1995 年）と森林法（1993 年）も総合的水資源管理（IWRM）に関連する基本法であるといえる。

また、洪水などの災害管理に関する組織制度は、主として下記の法律と法令に基づいて設定されている。これらの法律及び法令は、洪水だけでなく、火事、地震、嵐、テロなどの被害を軽減する活動を行うための計画の策定、資機材の調達、人材の確保等の体制整備、および、実施のための手続きを定めたものである。

- a) 災害防止、災害対策、救援組織に関する法律第 39～1991 号（1991 年 6 月 8 日）

この法律では、国と地域レベルにおける災害管理の基本的事項が 16 カ条により規定されている。その概要は以下のとおりである。

条項の No.	内容
1	災害の定義
2	国と地域の災害管理計画
3	国と地域の災害委員会
4	内務省と各県知事間の調整
5	災害管理活動に使用できる設備と人材に関する包括的統計
6	国と地域の災害管理計画の実施指令
7～15	災害時における設備と人材の徴用
16	従前の規定の廃止

- b) 国と地域の災害管理計画と災害委員会に関する法令第 942～1993 号（1993 年 4 月 26 日）および法令第 942～1993 号の修正に関する法令第 2723～2004 号（2004 年 12 月 21 日）

これらの法令では、国と地域レベルにおける災害管理計画と災害委員会について、16 カ条が規定されている。その概要は以下のとおりである。

条項の No.	内容
1	国と地域の災害管理計画と災害委員会の実施手段
2	諸計画策定時に考慮すべき点
3	諸計画の策定と承認
4	地域計画と国家計画の方向付け
5	地域計画の承認と国家災害委員会への付託
6	災害の種類
7	特定の漸進的事業
8	実施開始
9	専門職員との事前会議開催
10	命令権の付与
11	措置終了命令
12	国家災害委員会の構成員
13	国家災害委員会の会議
14	地域災害委員会の構成員
15	地域災害委員会の会議
16	これら法令の実施

3.1.3 行政の取組み

農村区域と農地の洪水管理は農業省が主管している。他方、都市区域の洪水管理は、設備省が主管している。都市区域と農村区域の行政的境界は明確に確定されている。

両省により実施されてきた構造物・非構造物的対策は、以下の通りである。

- 1) 河川事業
- 2) ダム事業
- 3) 水文情報の収集と洪水予測
- 4) 洪水避難・救援活動
- 5) 河道維持管理
- 6) 公共水域の土地利用規制

D2 ゾーンにおける都市域と農村域の行政的境界を下図に示した。本事業対象地の大部分は農地であるため、主管官庁は農業省とされている。ただし、都市もその中に点在していることから、設備省はテクニカルコミティおよびステアリングコミティのメンバーとして参加している。

3.1.4 行政機関

(1) 農業省

2011年1月、農業・水資源・漁業省と環境省が統合し、農業・環境省が設置された。その後、2011年12月、組織改編により再び分離し、農業・水資源・漁業省と環境省としてそれぞれ独立した省となった。その後農業・水資源・漁業省は、2012年6月に農業省と名称が変更された。以下に農業省の組織図を示す。

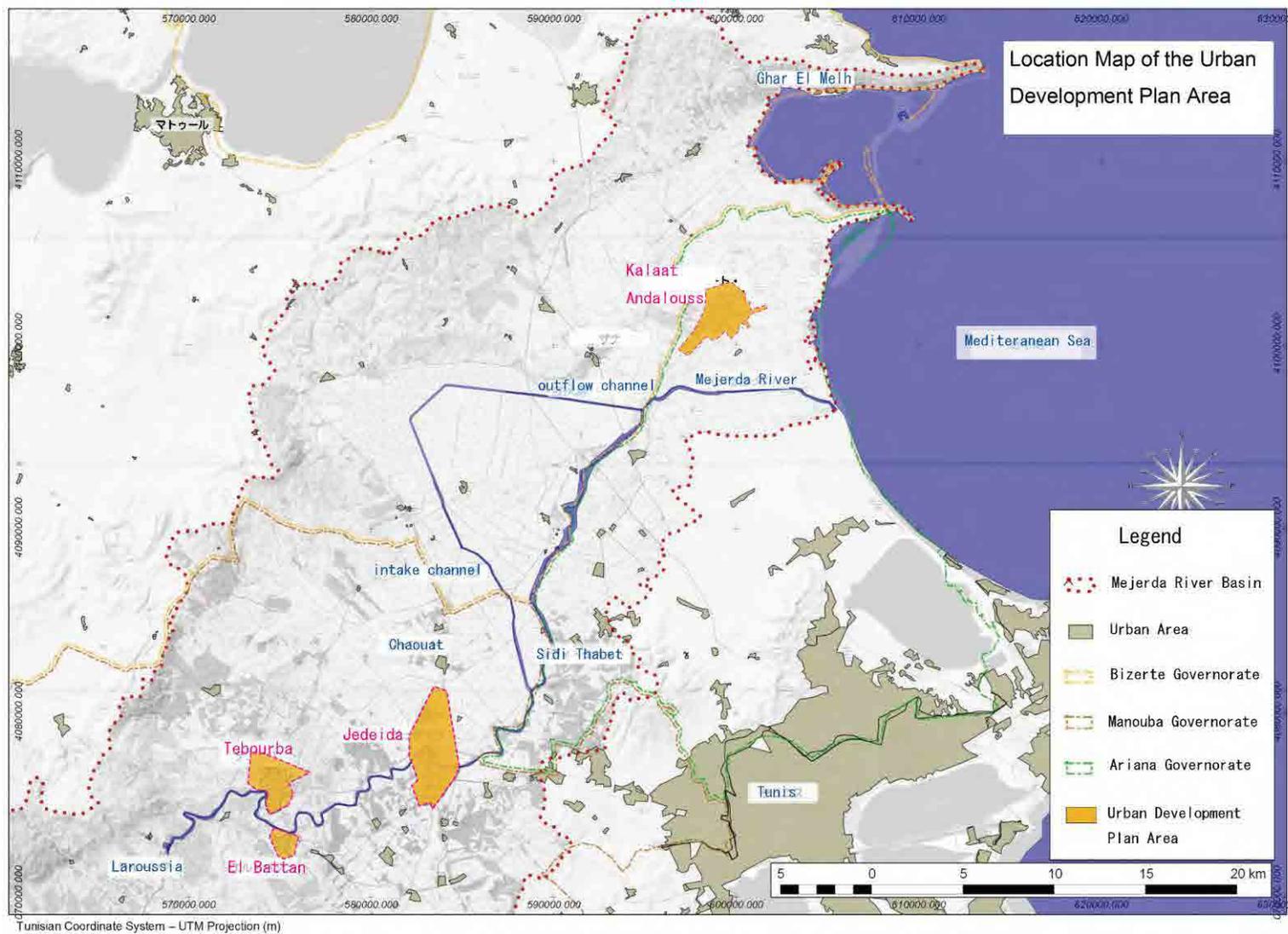


図 3- 都市開発計画位置図

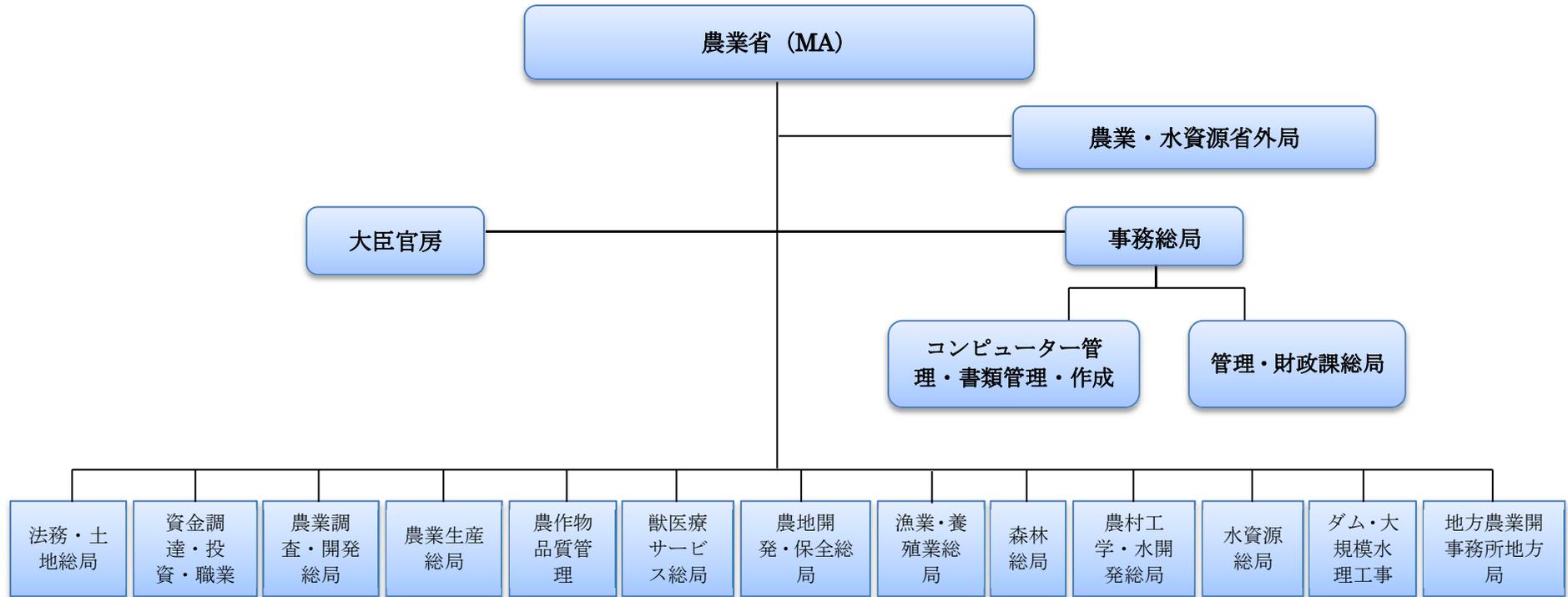


図 3- 農業省 組織図

農業省は2001年2月13日付で改正された政令№2001～419第2条 (チュニジア共和国官報) に基づいて水資源管理の責務を負う。洪水対策においては、農業省が、農村区域および農地を管轄する。同政令に定められた農業省の主な責務は以下のとおりである。

- 1) 農業開発促進のための戦略プランを策定し、国家開発計画の一環としての開発計画を立案し、その実施をモニタリングする。
- 2) 食糧自給自足および食糧供給安定化を実現するための手段を定め、その実施をモニタリングする。
- 3) 学術研究、応用実験、研修、普及活動などを通じて農業部門の振興を図り、関係当事者の技術水準を向上させる。
- 4) 天然資源を保存し、その活用を促進する。
- 5) 灌漑農業を促進するための計画や事業を策定し、実施する。
- 6) 森林資源の保存と開発を促進し、水、土壌、農地を保護する。
- 7) 水資源活用計画の策定、国内需要に対応する水資源利用、および非従来型水資源の開発と節約管理を行う。
- 8) 農業水利およびその管理、水と土壌の保存、自然河川の整備、農地保存に関連するインフラ整備を行う。

1) 農業省本省の部局

本省で洪水に関連する重要な役割を担うのは、ダム・大規模水理事業総局(DGBGTH)と水資源総局(DGRE)である。

(a) ダム・大規模水理事業総局(DGBGTH)

ダム及び大規模な水理施設を管轄し、以下の権限を有する。

- 1) 水資源に関する水理的調査を実施する。
- 2) 表流水の水源開発に関するマスタープランを策定する。
- 3) 水資源の利用を目的とした調査を実施する。
- 4) ダムおよび貯水池建設に関する調査を実施する。
- 5) 水資源利用のための大規模計画(大規模ダム、導水路等)を策定するための調査を実施する。
- 6) ダム操作と維持管理を行う。
- 7) 農村地帯および農地を洪水被害から守るための大規模事業の計画を策定し、実施する。
- 8) 農村地帯での洪水予防対策および災害管理に関するすべての活動の調整機関となる。
- 9) 干ばつ管理システムを監視する。

本事業実施に際しては、このダム・大規模水理事業総局 (DGBGTH) が直接の実施機関となる。総局の年間予算は2008年度 TND8400万、2009年度 TND1億100万、2010年度 TND1億250万で、予算増加率は2年で22%である。

職員数は819名(2011年10月聴取時点)で、その組織・構成は下表・図のとおりである。本事業を実施・管理するに十分な予算と人員を有していると考えられる。

表 3- ダム・大規模水理事業総局人員一覧表

	水理調査局	大規模水理施設局	ダム運営管理局	大規模ダム局
総括技師	1	1		
技師長	2		3	2
主任技師	7	3	13	16
工事技師			5	1
主任技術者	2	3	9	19
技術者	5	2	9	8
技術補佐	4	1	6	7
事務補佐	1	3	2	1
管理責任者	2	2	16	7
管理職員	3	2	2	5
事務員	2	2	3	3
専門作業員	14	4	85	122
作業員	18	37	171	88
運転手	6	2	25	16
警備員	2	1	32	11
合計	69	63	381	306

出典：DGBGTH（2011年10月聴取）

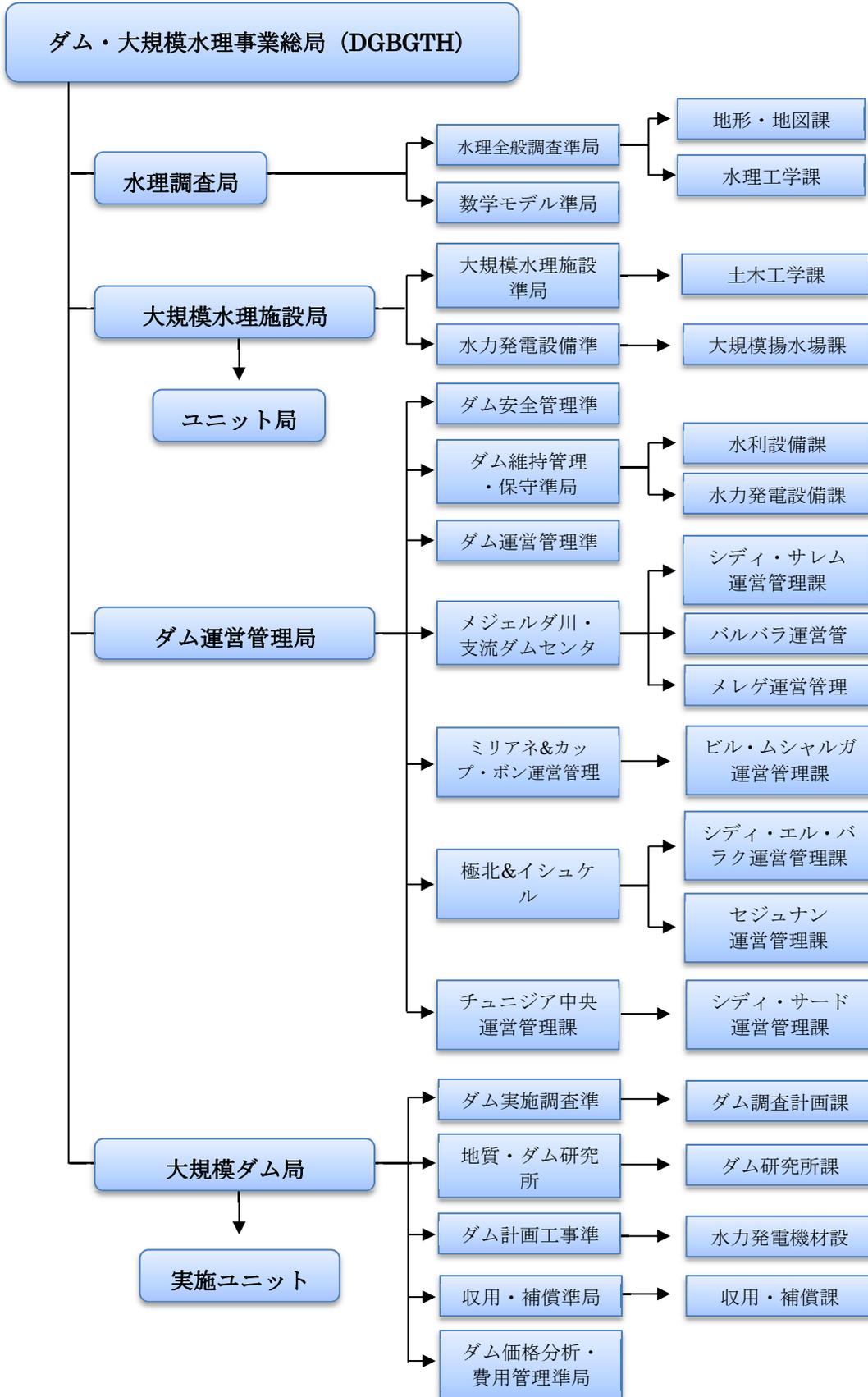


図 3- ダム・大規模水理事業総局 (DGBGTH) 組織図

(b) 水資源総局(DGRE)

水資源に関する監視網の設置、管理、データ収集等を行う。以下の権限を有する。洪水に関しては、早期警報システムを管轄している。

- 1) 水資源評価と全体的な水収支に関連する基礎調査および詳細調査を実施する。
- 2) 需要と供給に応じた水資源管理を行うための全般的な方法と個別的方法を定義する。
- 3) 水資源の従来利用とこれまでとは違う非従来型利用に関する研究と試験を行う。
- 4) 水資源の計画立案、利用、開発をあらゆる角度から検討し、最終案化する。

水資源総局の組織図を以下に示す。

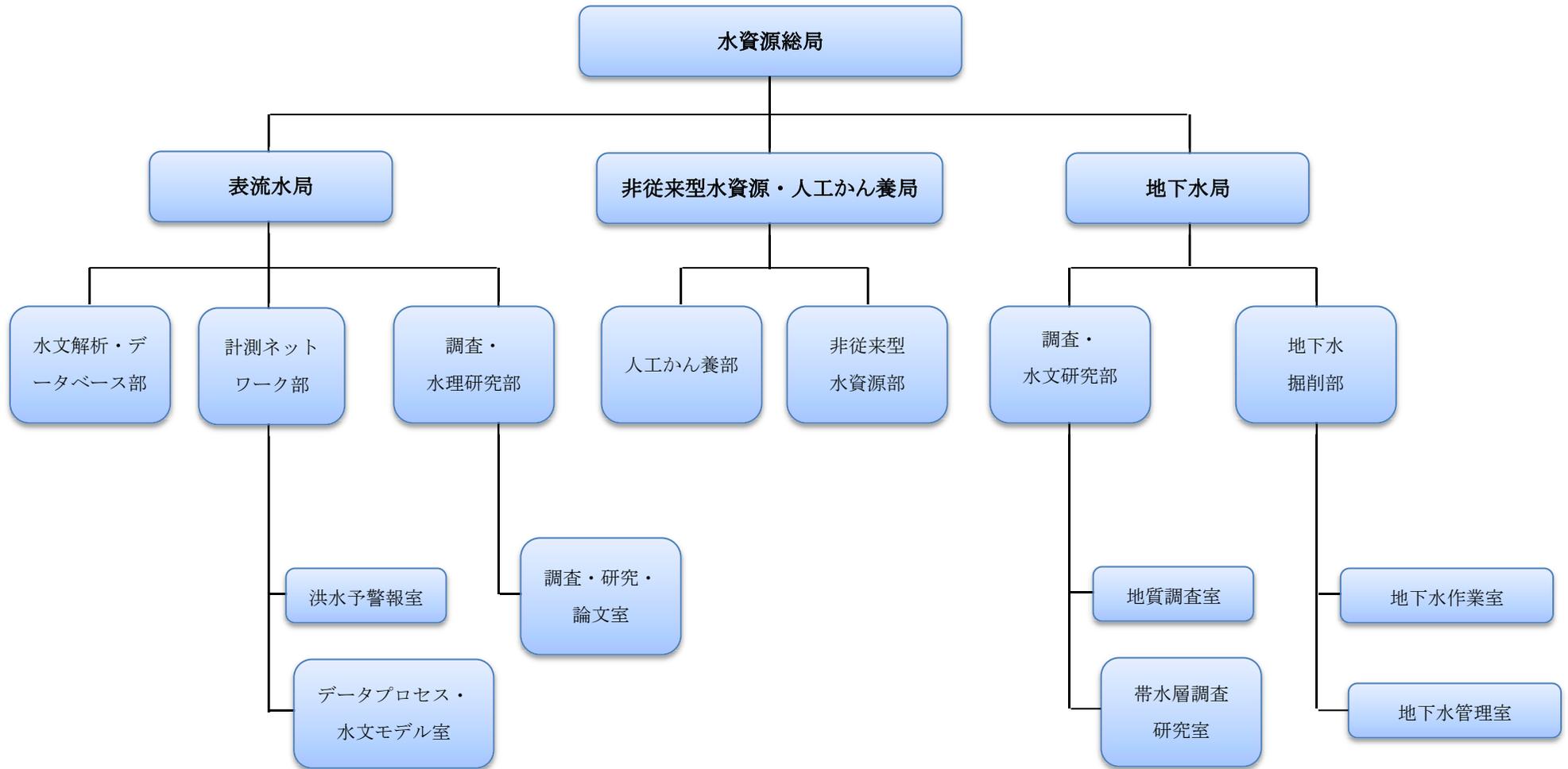


図 3- DGRE (水資源総局) 組織図

(c) その他の総局・支局

農業省には、他に、以下の総局・支局がある。

- 1) 農村工学・水開発総局(DGGREE)：農業地域における水利用
- 2) 農地開発保存総局(DGACTA)：天然資源の評価とその保全に関する水文及び水理地質的研究
- 3) 計画・水収支局(BPEH)：大臣官房直轄の局で、水資源管理に係る国家機関と緊密な関係を持ち、豊富なデータベースを構築・管理

2) 地方農業開発事務局

地方農業開発事務局(CRDA)は1989年3月に制定、1992年10月及び1994年10月に改訂された法律№89-44（チュニジア共和国官報）に基づいて設置されている。農業省は政府による地方分権政策に沿って、地方での農業に関するすべての活動を、各県(合計で24県)に設置された地方農業開発事務局に委嘱している。その業務内容は農業生産、天然資源、植生および森林地帯、経済的側面にわたっている。

地方農業開発事務局は各県における農業活動を監理し、技術、行政、法律、資金に関する農政を実施している。また河道の管理を行う。各地方農業開発事務局には中央から職員が派遣される。技術課と行政課があって、県レベルの活動を実施している。24か所のうち以下の3か所の事務所が直接的に本調査に関わっている。

- 1) アリアナ地方農業開発事務局
- 2) ビゼルテ地方農業開発事務局
- 3) マヌーバ地方農業開発事務局

(2) 設備省

設備省の役割は、1988年7月22日付け政令 No.1413-88 および修正文で規定されており、洪水対策が第一に挙げられている。洪水対策に関して設備省が行う業務は以下のとおりである。

- 1) 都市部洪水対策プロジェクトの調査、計画策定、工事实施のモニタリング
- 2) 都市部洪水対策構造物の保守点検
- 3) 雨期の水量を管理するためにワジ¹および河川のバイパス工事
- 4) 都市内にあるワジの断面の見直し、整備
- 5) 河川改修等堤防の建設

上述の TOR に基づき都市圏および都市部における雨水排水を目的としてワジ、又は海に雨水を排水するための管路と排水路で構成される雨水排水網を建設する。土木構造物の建設と管理は下水公社に委託される。設備省の担当業務は、大部分の洪水対策事業が当初、都市部（特にチュニス首都圏）において行われていた事実由来している。このため設備省は洪水対策に関する専門的知識を有している。この省に9つある総局または局のうち、都市水利局(DHU)が都市洪水防御に関する計画、管理、調査モニタリングおよび関連施設の維持管理を担当している。2011年9月時点で、全部で162件のプロジェクトが150の市町村において実施されており、その総額は2.2億 TND である。

同省は、河川横断構造物（橋梁等）の他、採土場、土捨場の管理も管轄しており、本事業実

¹ Wadi: 潤れ川

施に密接な関係を持つ機関となっている。

(3) 国家水委員会

水法は国家水委員会(CNE)に対して国の水資源に関わる一定の権限を与えている。国家水委員会は洪水時期におけるダム管理を含む水管理と水利計画立案に関連する全側面を検討し、評価する助言組織である。

国家水委員会委員長は農業大臣が務め、メンバーは水資源管理に関わる各省、つまり法務省、内務省、財務省、設備省、投資・国際協力省、公共保健省、産業省、エネルギー・中小企業省、通信技術省、運輸省の代表で構成される (1978年4月15日付け法律№78-419)。議題が地方に関連する事柄の場合、関係する地方当局も委員会に参加する。

(4) 国立気象研究所

国立気象研究所(INM)は通信技術省および運輸省の権限で1974年に設立された (法律№101-74、チュニジア共和国官報)。国立気象研究所は天気予報及び気象観測を行う責務を負い、総合気象測候所、農業気象測候所、雨量観測所、海上気象測候所、航空気象測候所を含む気象観測網を管理する。

3.2 既往の洪水対策事業の概要

3.2.1 河川事業

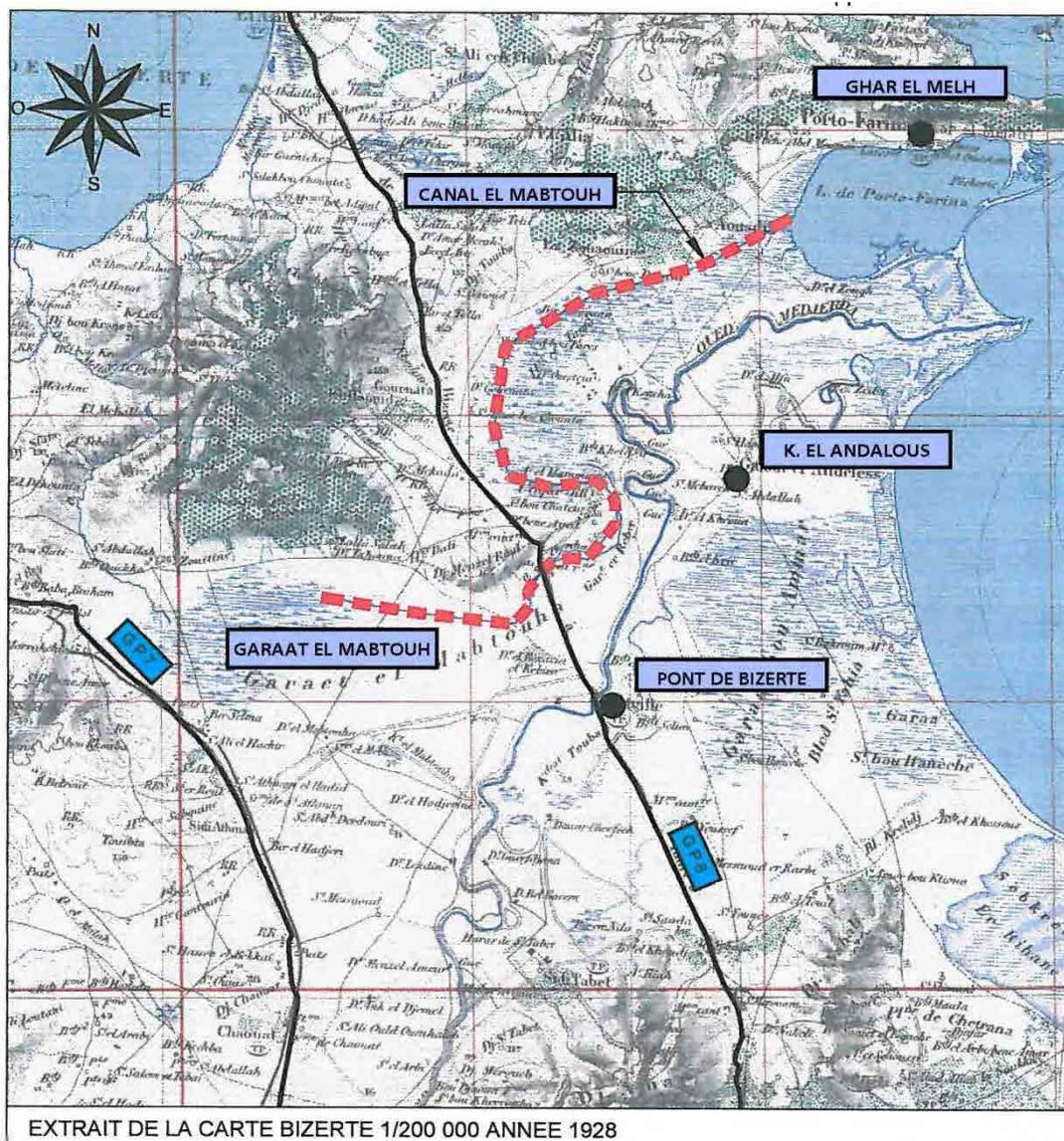
メジェルダ川における洪水対策の一環としての河川事業の概要を既往の資料をもとに、以下にまとめて示す。

表 3- 既往の河川事業の概要

Name of the Project	Year Commenced	Purpose & Description of the Project
1.Drainage Channel Construction Project	1909	Drainage for lowland areas in El Mabtough Plain 1) Construction of Trapezoidal Channel (L=30km) 2) Channel Construction along the MejerdaRiver (L=0.95km)
2.Lowland Areas Development Plan in Mejerda River	1952	Lower to water level and improvement of the flow capacity 1)Short-cut of curved reach and removal of bridge at Protville 2)Short-cut of curved reach at Menzel Reached 3)Improvement of older structures at Jedaid and El Battan 4)Construction of dykes 5)Construction of diversion channel
3. Irrigation and Drainage Project in Galaat Andalous – Ras Djebel	1994	1) Improvement of Tobias Barrage (Movable Barrage) 2) Pipe irrigation by pumps (irrigated area: 11,675 ha)

出典) Project D'irrigation et de Drainage Galaat Andlous-Ras Djebel Rapport Final (MA,1992.6)

上表に示した1.の改修工事はエル・マブトゥウ湿地の排水を目的としたもので、1909年、公共事業局により、水路底部幅(Width of Channel Bottom) 4m、法勾配(Slope Gradient) 1/1及び縦断勾配(Longitudinal Gradient) 0.15m /km (1/6666) による長さ30kmの台形水路が建設された。さらに、メジェルダ川左岸沿いに全長950mの水路が建設された。エル・マブトゥウ湿地からガール・エル・メル・ラグーン (ポルト・ファリナ) 方向への排水ルートを下図に赤破線で示す。



出典：Collection B Bouvet

図 3- 排水路の建設ルート

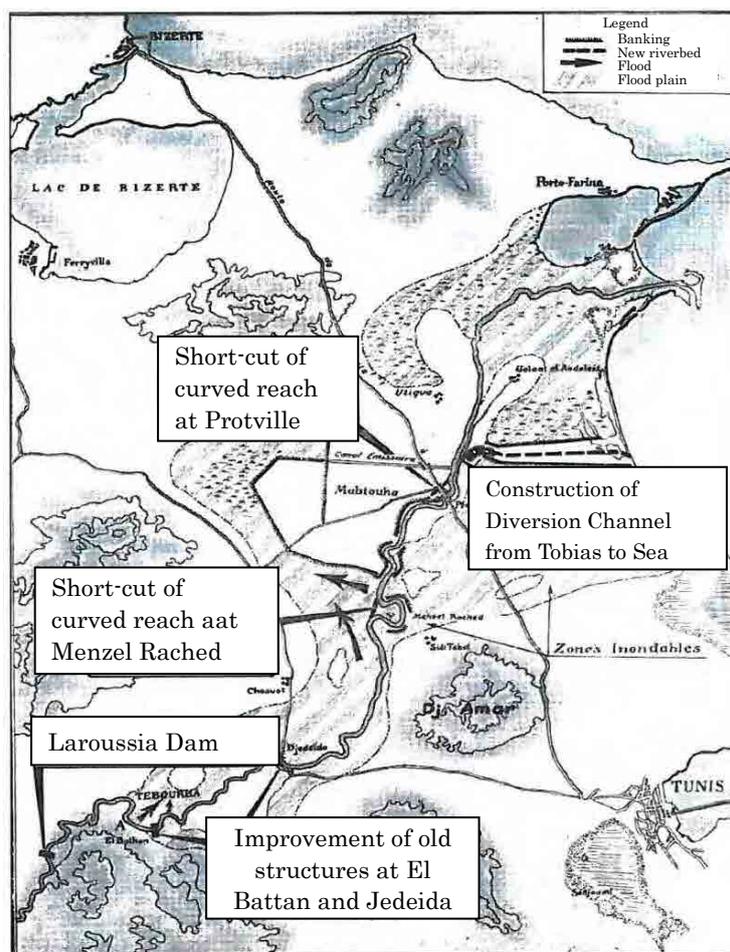
1931年12月の洪水後には、計画高水位を下げ、流下能力を改善し、洪水発生頻度を減らすために上表2よりメジェルダ川流域低地整備計画を実施した。この計画では以下の事業が実施された。

- 1) プロトヴィル (Protville) の湾曲部と橋梁の撤去
- 2) メンゼル・ラシェド (Menzel Rached) の湾曲部のショートカット
- 3) ジュデイダ (Jedeida) とエル・バタン (El Battan) の旧構造物の整備
- 4) 流下能力向上のための堤防建設
- 5) 放水路の建設 (トビアス堰～河口の間の現河道)

これらは、大規模な工事であることから、毎年の予算規模にあわせ、またその年の事業効果を観察してその結果を次年度工事にフィードバックできるように、数回に分けて実施された。プロトヴィル湾曲部に関する最初の工事は、1952年に開始された。

トビアス (Tobias) 堰は、灌漑区域への取水位の確保を目的として建設され、上表3.に示すように1990年代には、可動堰に改良された。トビアスの可動堰は、メジェルダ川下流における流量調節上きわめて重要な役割を果たしている。放水路 (現河道) は1950年代に、可動堰は1990年代に完成した。この可動堰整備により、メジェルダ川は川筋を変え、現在見る姿となった。元の川筋は灌漑用水路に転用されている。

上表2.と3.の工事概要を以下に示す。



出典：Collection B Bouvet

図 3- 1952 年以降の下流部の工事概要

3.2.2 ダム事業

(1) 流域におけるダム事業の概要

メジェルダ川流域における放水路設置や堤防建設等以外の構造物による洪水対策は、ダムによって行われている。メジェルダ川におけるダム事業は、農業用水、飲料水、発電用水等の利水開発を中心として展開されてきたが、メレゲダム、シディ・サレムダム等は、洪水調節の機能を果たしている。メジェルダ川流域における洪水調節が可能なダムは、以下の 8 ダムである。

表 3- ダム事業の概要 (洪水調節)

Dam	River	Year	C. Area (km ²)	Normal Water Level(m)		Surcharge WL & Flood Control Volume			
				El (m)	Volume (Mm ³)	El (m)	Volume (Mm ³)	Flood Volume (Mm ³)	ERD (mm)
Sidi Salem	Mejerda	1981	18,191	115.0	674.0	119.5	959.5	285.5	15.7
Mellegue	Mellegue	1954	10,309	260.0	44.4	269.0	147.5	103.1	10.0
Bou Heurtma	Bou Heurtma	1976	390	221.0	117.5	226.0	164.0	46.5	119.2
Silliana	Silliana	1987	1,040	388.5	70.0	395.5	125.1	55.1	53.0
Kasseb	Kasseb	1968	101	292.0	81.9	294.4	92.6	10.7	105.9
Ben Metir	Bou Heurtma	1954	103	435.1	57.2	440.0	73.4	16.2	157.3
Lakhmes	Silliana	1966	127	517.0	7.2	521.1	8.4	1.2	9.4
Rmil	Rmil	2002	232	285.0	4.0	288.0	6.0	2.0	8.6
Total (8 Dams)								520.3	

Note: ERD(Equivalent Rainfall Depth,mm) = Flood Control Volume/Catchment Area

洪水調節容量は、8 ダムの合計で 5.20 億 m³ である。このうちシディ・サレムダムとメレゲダムで 3.88 億 m³ となり、全体容量の 75% を占めている。

(2) シディ・サレムダムの概要

シディ・サレムダムは 1981 年に完成した発電・利水・治水(Power Generation, Water Supply, Flood Control)を目的とした多目的(Multi-Purpose)ダムであり、1981 年に運用を開始した。堤頂長(Length of Dam)345m、高さ 73m、ダム体積 4,500,000m³ のフィルダムである。発電出力(Generating Power)は 3 万 kw である。本ダムは、河口から約 150km 上流に位置し、その洪水時の放流量(Discharge)が同ゾーンにおける洪水被害の低減(Mitigation)に寄与している。

平面図(Plan)、堤体縦断図(Longitudinal Section for Dam Body)、及び放流設備縦断図(Longitudinal Section for Outlets)等シディ・サレムダムの概要を以下に示した。

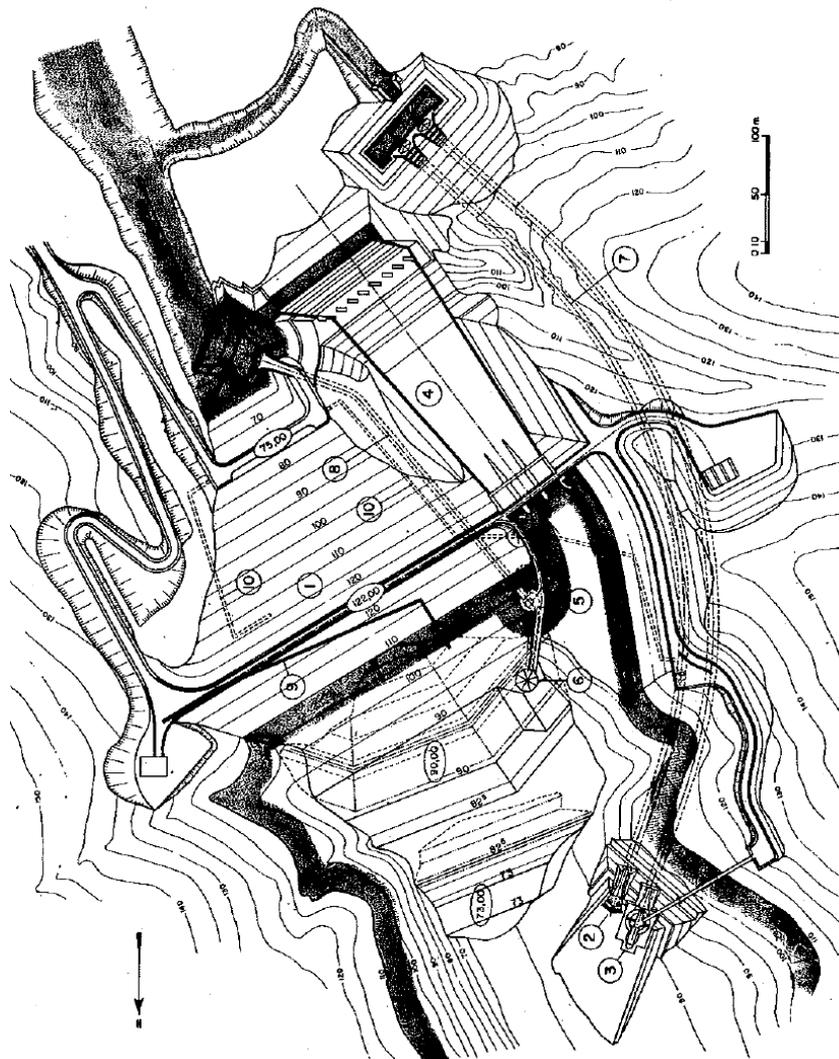
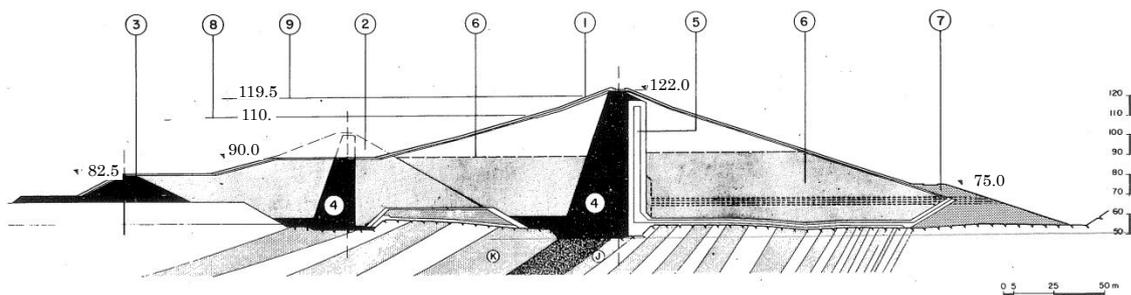


図 3- シディ・サレムダム平面

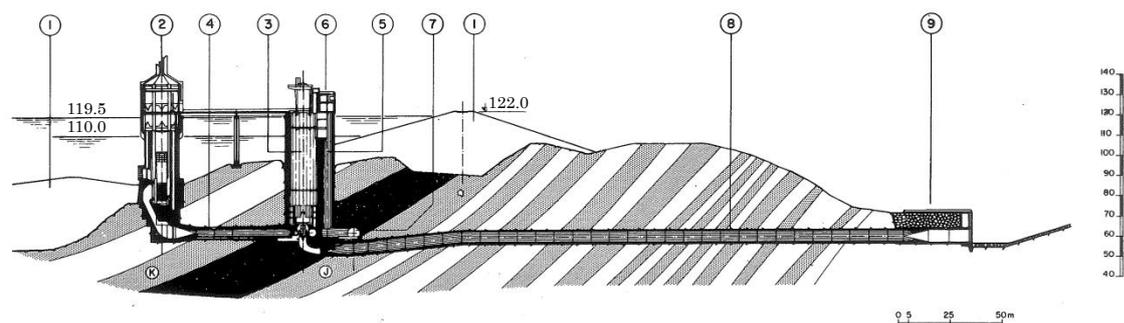


- 1. Digue
- 2. Batardeau
- 3. Préatardeau
- 4. Noyau étanche
- 5. Filtre et drain
- 6. Recharges
- 7. Gros enrochements
- 8. Niveau de retenue normale RN
- 9. Niveau des plus hautes eaux exceptiponnelles PHEE

- 6 - إعادة مركومات
- 7 - حجارة ذات الحجم الكبير
- 8 - المستوى العادي للمياه بالحوض
- 9 - المستوى الأقصى للمياه الاستثنائية

- 1 - الحاجز
- 2 - الحاجز الأمامي
- 3 - ما قبل الحاجز الأمامي
- 4 - نواة مانعة للرشح
- 5 - مصفاة ومصرف

図 3- シディ・サレムダム縦断



- 1. Digue
- 2. Tour de prise d'eau
- 3. Puits de l'usine
- 4. Galerie d'amenée
- 5. Cheminée d'équilibre
- 6. Bâtiment de commande
- 7. Chambre d'expansion
- 8. Galerie de restitution
- 9. Batardeage aval

- 1 - الحاجز
- 2 - برج مأخذ الماء
- 3 - آبار للمعمل
- 4 - نفق الجلب
- 5 - مأخذ التوازن
- 6 - مبنى التسيير
- 7 - غرفة التمدد
- 8 - نفق الاسترداد
- 9 - البوابات الخلفية

図 3- シディ・サレムダム放流設備縦断

3.2.3 水文情報の収集システムと洪水予測

(1) 水文情報の収集システム

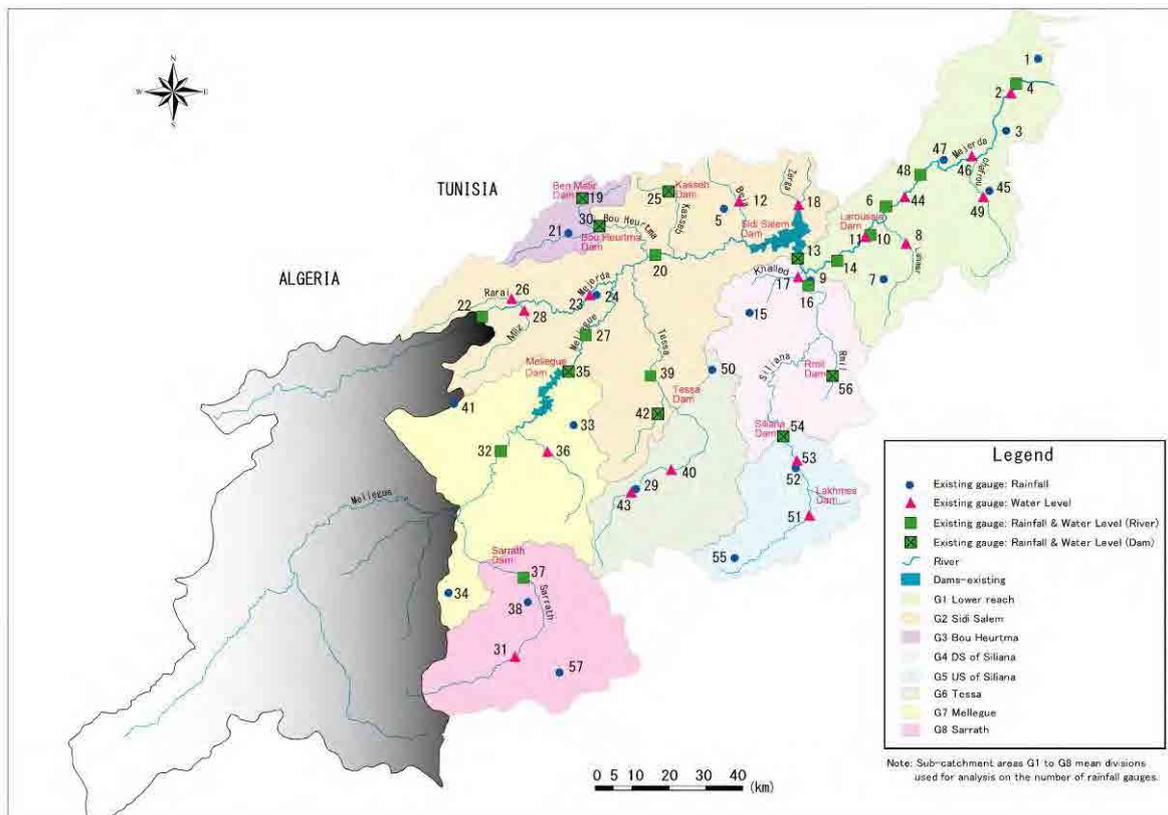
メジェルダ川における雨量、流量等の水文情報収集システムは、AFD（フランス開発庁）の技術・資金援助によって2007年に水資源総局(DGRE)に整備された。一方、ダム関連情報（雨量、流入量、放流量、ダム貯水位等）は、ダム大規模水理事業総局(DGBGTH)によって別途、収集、管理されている。

水資源総局による水文情報収集システムは、SYCOHTRAC(SYstème de Collecte des mesures Hydrologiques en Temps Réel et Annonce des Crues des oueds tunisiens)と呼ばれ、国内の河川75ヶ所の観測所により構成されている。このうちメジェルダ川流域は57の観測所により構成されている。観測データは、毎日、午前7時に更新され、洪水時には15分毎の観測、収集が可能である。雨量観測所39ヶ所、水位観測所は37ヶ所であるが、2012年9月現在で稼働している観測所は、雨量観測所が30か所、水位観測所が22か所である。

地方農業開発事務所(CRDA)別に区分した水文観測所と観測要素（雨量観測、水位観測、雨量と水位観測）の概要を下表に、また、これらの観測所の位置を下図に示す。

表 3- SYCOHTRAC 観測所とその観測要素(DGRE)

CRDA	No.	Station Name	Monitoring Elements	Remarks(Dam,River)
Ariana(AR)	1	AR-KLT ANDALUS	Rainfall	
	2	AR-PT BIZERTE-MEJ	Waterlevel	Mejerda
	3	AR-S/THABET	Rainfall	
	4	AR-TOBIAS MEJ	Rainfall and Waterlevel	Mejerda
Beja(BJ)	5	BJ-BEJA	Rainfall	
	6	BJ-EL HERRI-MEJ	Rainfall and Waterlevel	Mejerda
	7	BJ-GOUBELAT	Rainfall	
	8	BJ-GP5 LHR	Waterlevel	Lajmar
	9	BJ-JBL LAOUEJ-SI	Rainfall and Waterlevel	Siliana
	10	BJ-MJZ GP5-MEJ	Rainfall and Waterlevel	Mejerda
	11	BJ-MJZ MORADI-MJ	Waterlevel	Mejerda
	12	BJ-PT BEJA-BEJ	Waterlevel	Beja
	13	BJ-S/SALEM-BGE	Rainfall and Waterlevel	Sidi Salem Dam
	14	BJ-SLOUGHIA-MEJ	Rainfall and Waterlevel	Mejerda
	15	BJ-TEBOURSOUK	Rainfall	
	16	BJ-TESTOUR	Rainfall	
	17	BJ-KALED AVL-KH	Waterlevel	Khalled
	18	BJ-MKHACHBIA-AVAL	Waterlevel	Mekhachbia
Jendouba(JD)	19	JD-BNIMTIR-BGE	Rainfall and Waterlevel	Ben Meter Dam
	20	JD-BOUSALEM-MEJ	Rainfall and Waterlevel	Mejerda
	21	JD-DAR FATMA	Rainfall	
	22	JD-GARDIMAOU-MEJ	Rainfall and Waterlevel	Mejerda
	23	JD-JENDOUBA	Rainfall	
	24	JD-JENDOUBA-MEJ	Waterlevel	Mejerda
	25	JD-KASSEB-BGE	Rainfall and Waterlevel	Kasseb Dam
	26	JD-PLAINE RAGHAI	Waterlevel	Raghai
	27	JD-PT GP17 MLG	Rainfall and Waterlevel	Mellegue
	28	JD-PT GP6 MLZ	Waterlevel	Mliz
	29	JD-S/ABID TSA	Waterlevel	Tessa
	30	JD-BOUHERTMA-BGE	Rainfall and Waterlevel	Bou Hertuma Dam
El Kef(KF)	31	KF-HAIDRA SRT	Waterlevel	Sarrat
	32	KF-K13 MLG	Rainfall and Waterlevel	Mellegue
	33	KF-KEF	Rainfall	
	34	KF-KLT SENAN	Rainfall	
	35	KF-MELLEQUE-BGE	Rainfall and Waterlevel	Mellegue Dam
	36	KF-PT ROUTE RMEL	Waterlevel	Rmel
	37	KF-PT RTE SARRAT	Rainfall and Waterlevel	Sarrat
	38	KF-S/AHMED SLH	Rainfall	
	39	KF-S/MEDIEN TSA	Rainfall and Waterlevel	Tessa
	40	KF-SERS VILLE-TSA	Waterlevel	Tessa
	41	KF-SKT S/YOUSF	Rainfall	
	42	KF-SOUANI-BGE	Rainfall and Waterlevel	No Data
	43	KF-ZOUARINE GARE	Rainfall	
Manouba(MN)	44	MN-BJ TOUMI-MEJ	Waterlevel	Mejerda
	45	MN-CHAFROU	Waterlevel	Chafrou
	46	MN-JEJEIDA-MEJ	Waterlevel	Mejerda
	47	MN-TEBOURBA	Rainfall	
	48	MN-LAROUSIA AVAL	Rainfall and Waterlevel	Mejerda
	49	MN-MORNAGUIA	Rainfall	
Siliana(SL)	50	SL-KRIB	Rainfall	
	51	SL-M12 OSAFA-SIL	Waterlevel	Siliana
	52	SL-PT ROUTE-SIL	Waterlevel	Siliana
	53	SL-SILIANA	Rainfall	
	54	SL-SILIANA-BGE	Rainfall and Waterlevel	Siliana Dam
	55	SL-MAKTHAR	Rainfall	
	56	SL-RMIL-BGE	Rainfall and Waterlevel	Rmil Dam
Kasserine(KS)	57	KS-TALLA	Rainfall	
Total	(57)		(Rainfall : 20) (Waterlevel :18) (Rainfall & Waterlevel :19)	



Source: DGRE

図 3- メジェルダ川における SYCOHTRAC 観測システム (現況配置)

雨量観測所についてはマスタープラン調査ではチュニジア領内のメジェルダ川流域における観測所数と位置が統計的手法によって分析された結果、新たに 14 ヶ所必要であるとされた。

その位置は図 3-10 に示すとおりである。既存 1 雨量観測所あたりの流域面積は、流域全体では平均 410km²であり、日本で標準的とされる 50 km²を大きく上回る。特に、雨域が偏る場合には充分には正確な観測はできないと予測される。マスタープラン調査で提案されたように流域南部に観測所が新たに必要であると考えられる。

表 3- 追加観測所を含めたメジェルダ川の降雨観測所数と観測所当たりのカバー面積

Name of Sub-basin	Catchment Area(km ²) ①	Existing Stations by SYCOHTRAC ②	Additional Raingauge proposed by MP Study ③	Cover Area per Station(Km ²) ① / ②
G1 :Lower Reach	2,890	11	0	260
G2 :Sidi Salem Dam	4,310	9	0	480
G3 :Bou Hertuma Dam	390	3	0	130
G4 :Down St. of Siliana Dam	1,600	4	2	400
G5 :Up St. of Silian Dam	1,020	3	4	340
G6 :Tessa Dam	1,500	2	2	750
G7 :Mellegue Dam	2,320	4	2	580
G8 :Sarrath Dam	1,800	3	4	600
Total	15,830	39	14	410

Source : Number of raingauges proposed the master plan study is based on the Supporting Report G in Master Plan Study

Note : () : Number of existing raingauges arranged by the Master Plan Study

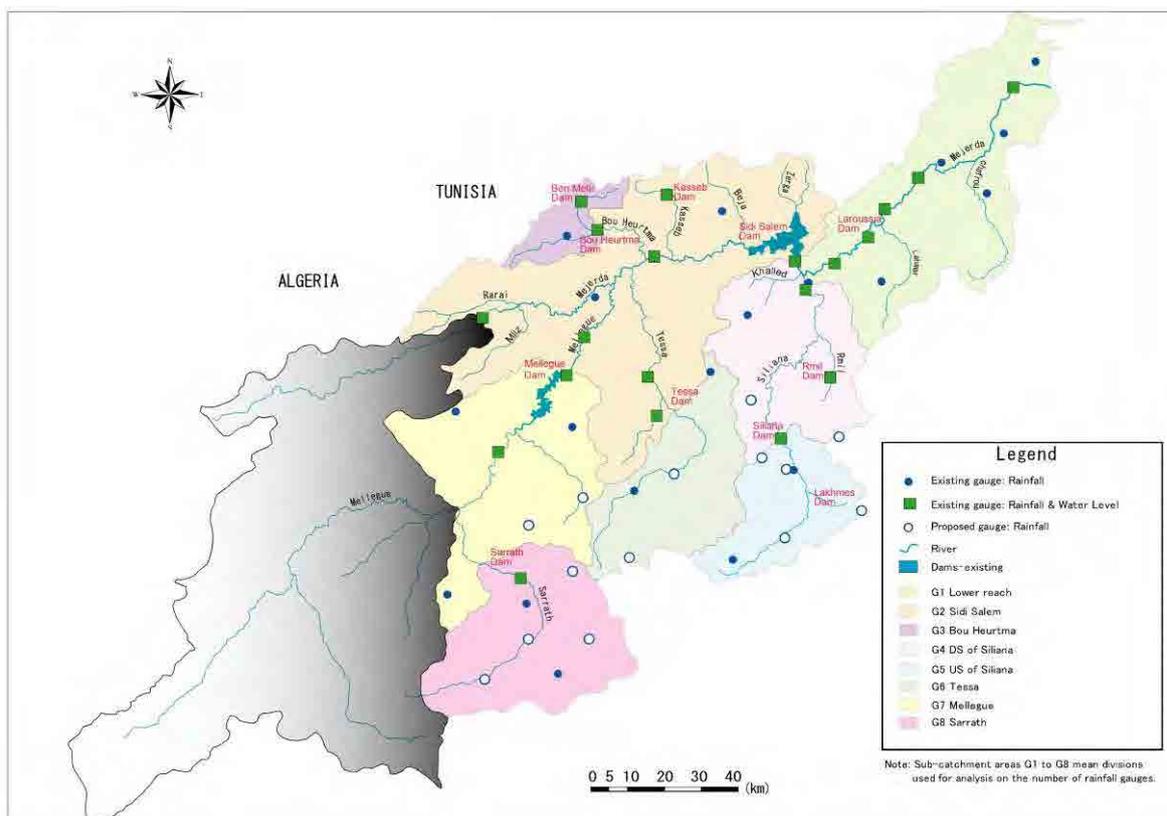


図 3- マスタープランで提案された雨量観測システム（現況配置+増設提案）

水位計については、本支川別に配置状況を下表に整理した。本支川との合流点とダム地点をほとんど網羅しており、合計 37 地点である。マスタープラン調査では、水位観測所の増設検討がなされ、4 か所の水位観測所の提案がなされている。また、2007 年 4 月に水資源総局(DGRE)が検討した結果、設置が望ましい追加水位観測所として、さらに 11 観測所をあげている。

表 3- メジェルダ川の水位観測所の配置状況と増設観測所

Name of River	Section (from)	Section (to)	Number of Waterlevel Gauges	
			Mejerda	Tributaries
1)Mejerda River	River Mouth	Chafrou River	2+New1=3	
Tri. Chafrou River	Mejerda	Chafrou		1+New1=2
2)Mejerda River	Chafrou	Lahmar	4	
Tri. Lahmar River	Mejerda	Lahmar		1
3)Mejerda River	Lahmar	Siliana	3	
Tri. Siliana River	Mejerda	Siliana & Khmes		5 +New1= 6
Tri. Khaled River	Mejerda	Khaled		1 +New2= 3
4)Mejerda River	Siliana	Sidi Salem Dam	1	
Tri. Zerga River	Mejerda	Zerga		1+New1=2
Tri. Beja River	Mejerda	Beja		1+New1=2
5)Mejerda River	Sidi Salem Dam	Bou Heurtuma	1+New1=2	
Tri. Kasseb River	Mejerda	Kasseb		1
Tri. Bou Heurtma River	Mejerda	Bou Heurtma		2
6)Mejerda River	Bou Herutma	Mellegue		
Tri. Tessa River	Mejerda	Tessa		4+New1=5
7)Mejerda River	Mellegue	Algeria Border	2	
Tri. Rarai River	Mejerda	Rarai		1+New1=2
Tri. Mliz River	Mejerda	Mliz		1+New1=2
Tri. Mellegue	Mejerda	Mellegue & Sarrath		5+New4=9

Total (Ex.3737+New15=52)			Ex.13+New2=15	Ex.24+New13=37
--------------------------	--	--	---------------	----------------

Source : Table 7.2.2 & Figure 7.2.2 (Tables & Figures, Master Plan Report, 2009)

Note : 'New' means additional gauging stations

上表で示した増設観測所の概要を示すと以下の通りとなる。

表 3- メジェルダ川の水位観測所の増設観測所

No.	Proposed Location	Explanation for Additional Installation	Proposed Study
1	Confluence Merjerda & Sarrath River	For monitoring waterlevel at confluence of two rivers	JICA M/P Study (2009)
2	Sidi Smail	For judging of flood risk at Sidi Smail Town	Ditto
3	Sarrath Dam Site	For reservoir operation	Ditto
4	Tessa Dam Site	For reservoir operation	Ditto
5	Meeting point of P5 road and Mellegue River	For reservoir operation	DGRE Study (2007) & JICA Preparatory Survey (2012)
6	Confluence of Zerga River & Bou Nab River	For monitoring waterlevel to the SS Dam	Ditto
7	P5 Bridge over Khaled River	For monitoring floods	Ditto
8	Lakhmes Dam	Planned Dam	Ditto
9	Chafraou Dam	Planned Dam	Ditto
10	Mliz Dam	Planned Dam	Ditto
11	Khaled Dam	Planned Dam	Ditto
12	Beja Dam	Planned Dam	Ditto
13	Eddir Dam	Planned Dam	Ditto
14	Retarding Basin	For monitoring waterleve to the retarding basin	Ditto
15	Mellegue 2 Dam	Planned Dam	Ditto

Source : 1) Supporting Report G (Master Plan Final Report. January, 2009)

2) Draft Final Report for Preparatory Survey (January, 2012)

増設観測所を含む水位観測所の位置を以下の図に示す。

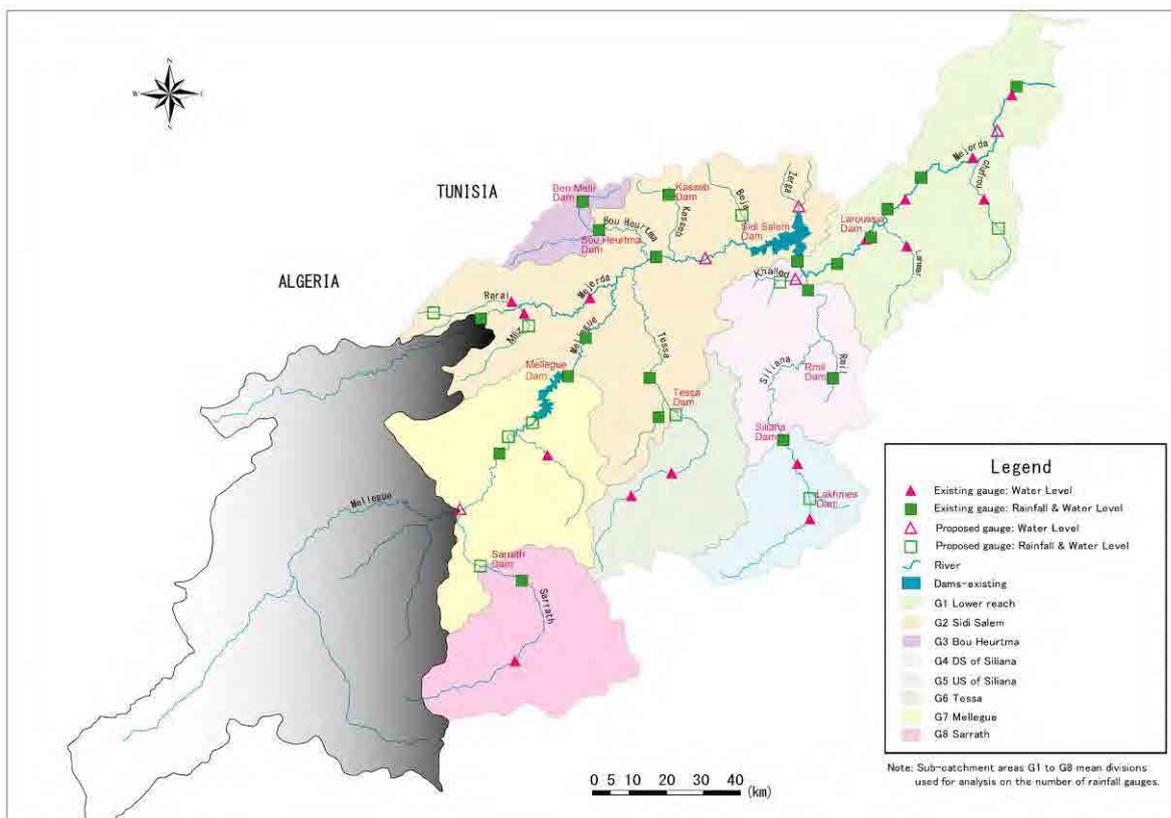


図 3- マスタープラン及び水資源総局によって提案された水位観測システム
 (現況配置+増設提案)

(2) 洪水予測

洪水予測システムの機能には、降雨予測は含まれていない。主要観測所における既往の水位・流量の解析結果を基に下流への伝搬(到達)時間(Propagation Time)を考慮し、水位を予測するシステムである。シディ・サレムダムからの伝搬時間は、以下のとおりである。

表 3- 洪水の伝搬時間 (シディ・サレムダム基準)

Reference Points	Slouguia	Mejes El Bab	El Battan	Jedeida	GP 8 Road	Tobias Barrage
Disatance from SS Dam(Km)	22	38	97	106	132	135
Min. Propagation Time (hrs)	4	8	23	23	31	32
Max. Propagation Time (hrs)	6	11	29	33	44	42

Source : DGRE

水資源総局表流水局によると、テレメータシステム(SYCOHTRAC)の年間維持予算は、7万 TND であり、これらのほかに、水文観測機材については、別途、フランス OTT 社と15年来の購入契約を結んでおり、現在は3年間(2010~2012)で30万 TND の契約を結んでいる。同社から納入され現在使用されている水文観測機材は、大部分がドイツ OTT 社製である。なお、AFD からの資金支援は、2007年だけであった。

(3) システムの課題とその解決策

テレメータシステムと洪水予警報に関する課題と対応に関して、担当部局である水資源総局の表流水局から現状を聴取した。その内容を以下に示す。

表 3- SYCOHTRAC におけるシステム上、保守管理上の課題とその対応

システム並びに保守、管理上の課題	水資源総局による対応(2012.9 時点)
1.水文機材の調達・据付を行った CZMS 社と DGR との間に機材の保守管理契約が結ばれたが、期待される機能が発揮されるには至らなかった。同社との契約は 2011 年 11 月に解約された。	2011 年 11 月に契約を解除、その後、保守管理、機材設置は、DGRE 直営で実施している。
2.システムの盗難、破壊行為に対する対応が必要である。	観測施設の構造を改良してカギをつけ、この中にソーラーパネルを収納した。機材は、ドイツ OTT 社から購入し、20 か所を更新した。この対策で盗難はなくなったわけではないが、減少している。
3.ダム管理システムと SYCOHTRAC との互換性がない。	a.ダム関連のシステムに関しては、水資源総局が各ダムに観測機材を入れたが、互換性がなく、うまく作動しなかった。今後は、シディ・サレムダムに機材を集中させ、水資源総局システムに組み込むことが可能か、検討する計画がある。 b.データの互換がうまくいかない原因として、データの伝送システムに問題があると判断され、GSM システムから GPRS システムに変更する予定である。 c. GPRS システムは、インターネット上でのデータ交換が可能なシステムであり、CRDA だけでなく、関連機関との情報交換、提供が可能となる。 d.このシステムを持っているのは、チュニジアナ社だけであり、契約更新もこの社と行う。
4.洪水情報が農業省以外の他の機関に伝達されない。	洪水情報伝達は、インターネット上で CRDA にのみ、データ受信が可能な洪水情報を提供している。特別なモニタリングソフトを使用しており、他の機関には提供していない。他には、電話の専用回線を持っており、これにより連絡を行っている。以上はチュニジアナ社との契約によっている。
5.アルジェリア側からの水文情報入手できない。	2011 年に両国で協議を実施した。情報交換をすることで合意が得られたが、その後には政変があり、交渉は進んでいない。

出典:水資源総局表流水局における聞き取り結果による。

3.2.4 洪水緊急対応の現状

(1) 災害緊急対応の現状

国家住民保護局(NCPO, National Civil Protection Office)によると、チュニジアにおける災害の90%を洪水災害が占めており、他の災害(火災、大雪、渇水等)は10%未満である。

災害管理および災害管理組織に関する法律第39-1991号(Law No.39-1991 on Disaster Management and Organization)によると、災害の発生が予測される場合、国(National)と県(Governorate)は、それぞれ内務大臣(Minister of Interior)と県知事(Governor)を委員長(Chairman)とする災害管理委員会(Disaster Management Commission)を立ち上げる。

また、政府としての災害管理機関である、内務省(Ministry of Interior) 国家住民保護局(National Office of Civil Protection Office)が、委員会の常設事務局の役割を果たし、中央レベルと地方レベルの災害関係組織間の調整を行なう。メジェルダ川の洪水避難に関連する県は、下流部がアリアナ(Ariana)県、上流部がマヌーバ(Manouba)県、遊水地区域の一部がビゼルテ(Bizerte)県となっている。

災害関係の国と地方レベルの組織の概要は以下の通りである。

1) 国家災害委員会(National Disaster Management Commission)

法令第942-1993号と第2723-2004号によれば、災害管理は、国家災害委員会が最高災害管理機関であり、内務大臣がその委員長を勤める。この委員会は、下表に示すように、委員長ならびに関係各省から選任された代表26名により構成される。なお、これらの代表は、災害の種類に応じて選任される。

表 3- 国家災害委員会の構成メンバー

組 織	国家レベル	地方レベル
首相府(PM Office)	1	
内務省(Interior)	4	3
財務省(Finance)	1	1
国家経済省(National Economy)	1	1
計画・地方整備省(Regional Planning Development)	1	1
農業省 (Agriculture)	1	1
設備省(Equipment)	1	1
国土整備省(Land Development)	1	1
運輸省(Transportation)	1	1
通信省(Communication)	1	1
保健省(Public Health)	1	1
合 計	14	12

Source : Decree No. 93-942 (April, 1993)

2) 地域災害委員会 (Regional Disaster Management Commission)

災害時に各県に設置される委員会(地域災害委員会)であり、県知事がその委員長を勤める。この委員会は、委員長ならびに関係各省の地方組織から選任された代表17名により構成される。これらの代表は、災害の種類に応じて選任される。

3) 住民保護局 (Civil Protection Office)

住民保護局は、国レベル(National office of Civil Protection)と県レベルの地域住民保護局(Regional Civil Protection Office in Governarate)、さらに地区レベル(Civil Protection Center in Delegation)でも設置され、警備隊、警察、軍隊と協力して避難・洪水防御活動を担当する。

国家住民保護局によると、住民保護局の中央レベルでは、災害時に召集する臨時要員を含め、約6,600人、地方レベルで約2,300人の動員能力を有する。対象地区にあるマヌーバ地方住民保護局(Manouba Governorate Civil Protection Office)では、約200人の動員能力を有し、さらに救援隊として、1チームが組織されている。

4) 民間ボランティア、国際赤十字

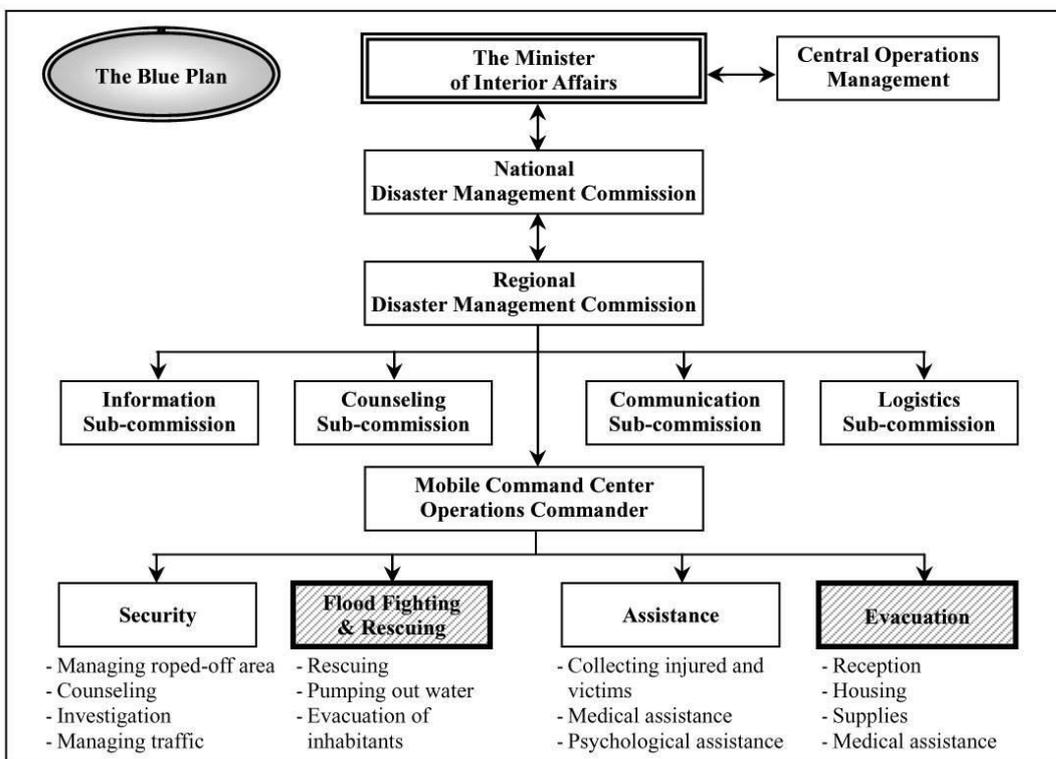
災害時には、民間ボランティアが洪水防御活動を支援する。民間ボランティアの災害管理活動参加規制に関する法令第2428-1999号(1999年11月1日)によると、民間ボランティア審査に合格した20歳以上の市民は民間ボランティアの一員として登録でき、災害時には、地域住民保護局が召集する。国家住民保護局からの聞き取りによると、ボランティアとしての登録はあるものの、

ほとんどの県では活動実績がない、とのことであった。洪水時の支援としては、国際赤十字赤新月社連盟やアラブ諸国（サウジアラビア、カタール）からの支援がある。

(2) 災害管理計画

災害管理計画(Disaster Management Plan)は、法律第39-1991号と法令第942-1993号に基づき、地域住民保護局と協力して地域災害委員会が策定する。国家災害委員会は各地域計画を審査し、県知事(Governor)がそれを承認する。各県独自の避難・洪水防御計画は、ORSEC という地域災害管理計画に盛り込まれる。

各県(Governorate)の計画は、災害発生時に採用される実施体制と手続きを標準化できるように指針に基づいて策定されるが、各県の特定ニーズを満たすように設定されている。



Source : NCPO & Mater Plan

図 3- 災害管理組織と災害情報伝達システム(Blue Plan)

災害管理計画のうち、洪水に関しては青色計画（Blue Plan）と呼ばれる。青色計画の組織構成は上図に示したとおりである。この計画書は、地形条件、水文条件、人為的变化に応じて雨季前に見直しが行われる。以下の内容が記載されている。この計画の中には日本で消防として実施される水防活動は含まれない。

- 組織の構成
- 各組織の役割と責務
- 調整・連絡・報告系統図
- 個人または組織が出すべき救助命令
- 救援並びに避難訓練計画

- 救援活動に関する予算計画
- 各種マップ（洪水時の道路危険箇所、浸水区域図、避難センター位置）

上述の各種マップのうち、マヌーバ県のエル・バタン、ジュティダ、及びデブルバ地区に関する洪水防御計画(Manouba Blue Plan, 2011.8)における浸水箇所図を以下に示す。

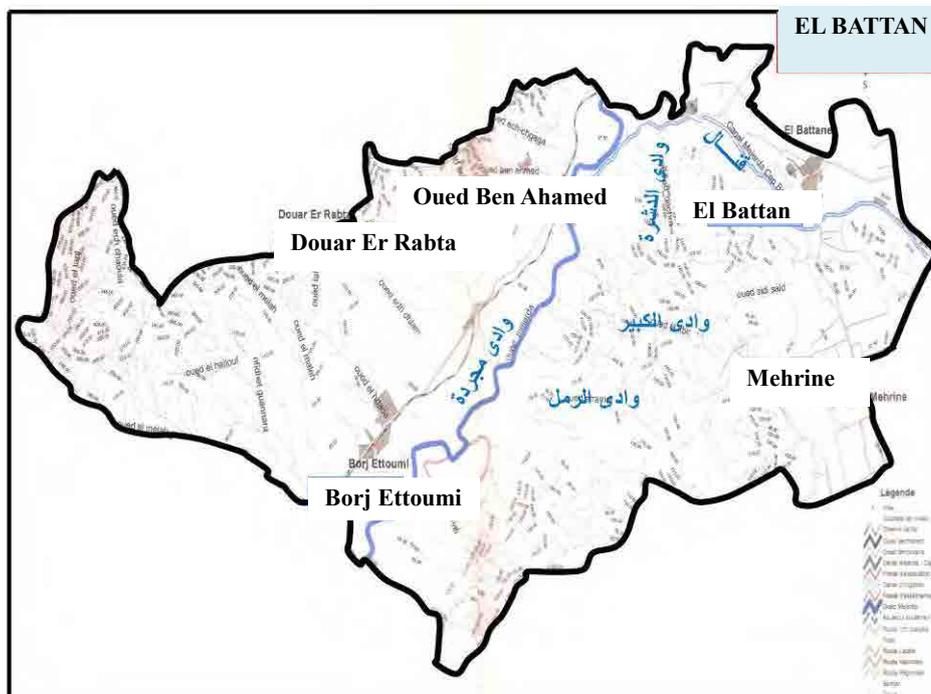


図 3- 洪水時の浸水箇所(El Battan Delegation, Manouba Blue Plan2011)

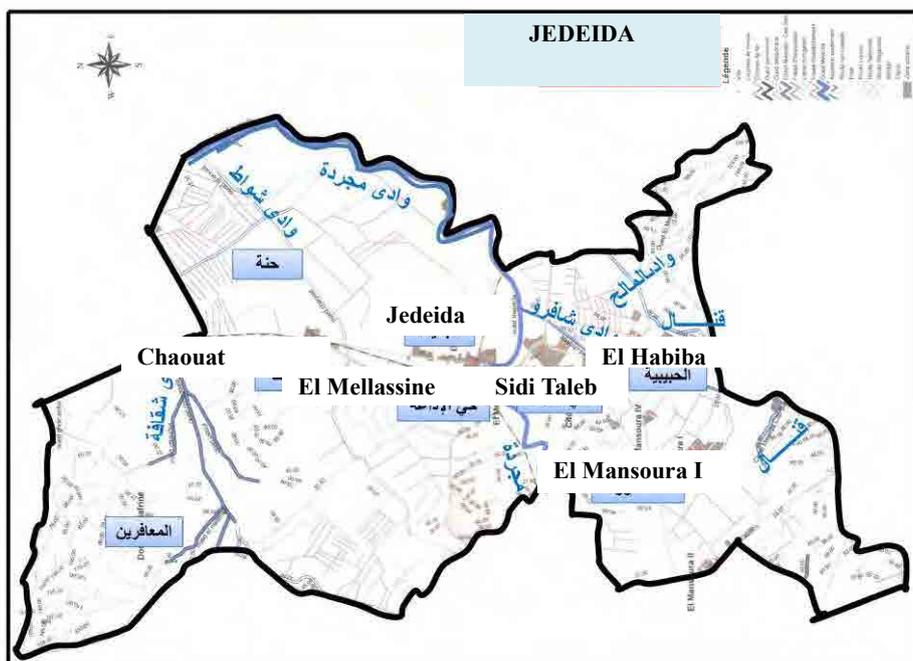


図 3- 洪水時の浸水箇所(Jedeida Delegation, Manouba Blue Plan2011)



図 3- 洪水時の浸水箇所(Tebourba Delegation, Manuba Blue Plan2011)

(3) 洪水警報の発令

洪水警報は、農業省（MA）水資源局(DGRE)提供の警報水位情報に基づき、内務大臣が発令する。警報は、下表に示すように、Alert レベルと Overflow レベルに2段階に設定されている。農業省におけるメジェルダ川の主要水位観測所の警報基準をまとめると以下の通りとなる。

表 3- 水位観測所の警報レベル

No.	Station Name	Relative CRDA	Alert Level(cm)	Overflow Level(cm)
1	Pt Bizerte	Ariana	600	750
2	Tobias	Ariana	590	694
3	Bj Toume	Monouba	400	500
4	Jedeida	Monouba	750	820
5	Larousia	Monouba	190	-

Note : Alert and overflow levels do not correspond to the ground elevation network system.

Source : DGRE

この警報は、最終的に住民保護局から地域住民に伝達される。警報は、地域災害管理計画により設定された組織構成の連絡系統に従って、電話、ファクシミリ、携帯電話、無線などにより実施される。

内務大臣から発令された警報は、第1段階では、地域災害委員長である県知事に伝達され、第2段階として県レベルでは、県知事が地域レベルの関係機関である住民保護局、警備隊、地方農業開発事務局（CRDA）に警報が発令される。第3段階においては、地域住民保護局は、河川流域の巡回により住民に警報を伝える。

アリアナ県、マヌーバ県においてメジェルダ川に関連する地区の避難場所を整理すると以下の通りとなる。アリアナ県では、二つの地区で、12箇所の避難センターが存在して、その収容人員は1,275名である。マヌーバ県では、4地区で、19箇所のセンターがあり、6,400人の収容人員である。避難センターの平均的な収容人員は、アリアナ県では、100名程度、マヌーバ県では、340名程度である。

表 3- メジェルダ川洪水避難に関連する洪水避難所数と収容人員

Governorate	Related Delegations for Evacuation	Number of Evacuation Center	Total Capacity of Evacuation Center	Mean Capacity per Center(Person/Center)
Ariana	2 (Kalaat Andalous, Sidi Thabet)	12	1,275	106
Manouba	4 (Oued Ellil, Tebourba, Jedaida, El Battan)	19	6,427	338

Source) Disaster Management Plan (Blue Plan) (Ariana & Manouba Governorate, August, 2011)

避難センターとしては、モスク、学校、文化センター、スポーツセンター等が充てられる。これらのセンターは、宿泊機能も有し、電気設備、トイレ等も完備している。避難住民には水、パン、ミルク、毛布等の生活物資、および家畜の飼料等が配給される。である。メジェルダ川流域では、国レベルの備蓄基地が2か所あり、さらに、各県レベルでも備蓄センターが設置されている。

メジェルダ川の場合、洪水時における避難の期間は、概ね1～2週間であるが、2003年のような大きい洪水の場合は、1ヶ月にも及んだ。長期の避難生活は、老人・子供等の災害弱者にとっては体力低下、精神的ダメージによる影響が大きい。洪水後の補償としては、農業分野での見舞金が支給された場合がある。

(5) 洪水避難、警報発令、伝達等における課題

洪水避難、警報発令、伝達等における課題は、以下のように整理される。

表 3- 洪水避難、警報発令、伝達における課題

区分	課題、懸案等
避難、水防、救難活動	1) 避難した場合の盗難、窃盗行為防止のために避難しない住民がいる。 2) 家畜のいる家屋では、家長が残り世話をしている例が多く、避難勧告を無視しがちである。 3) 救難活動のための資機材が不足している。特に排水用のポンプ、救難ボートが不足している。 4) 避難が長期化することによる体力低下、精神的苦痛がある。 5) 事前の準備、避難勧告による住民説得に時間がかかる。
警報発令、伝達	1) 洪水氾濫に関する農業省からの情報が遅い。氾濫の直前にならないと情報が来ない場合が多い。 2) 各戸への避難連絡は、訪問連絡か、巡回連絡であり、連絡に時間を要する。 3) 避難勧告が行き届かず、アリアナ地区では、災害弱者を中心として90人が取り残されたことがある。 4) 停電が発生することが多く、夜間の避難が困難である。

出典: 国家住民保護局(NPCO)ならびにマヌーバ県 CRDA における聞き取り結果による。

3.2.5 河道維持管理

メジェルダ川の河道の管理に関しては、各地方農業開発事務局 (CRDA) がその管轄区域(行政区域内)に責任を負っている。

2003年の洪水発生以降マヌーバ県では、河道掘削と河道内に繁茂した樹木伐採を実施した。2004年5～11月、マヌーバ県の地方農業開発事務局（CRDA）では、ジュデイダの新設道路橋からシディ・タベト（Sidi Thabet、アリアナ県の境界）までの5kmにわたって河道掘削を実施した上、この水路に繁茂する落葉性灌木タマリクス（Tamarix）の伐採を実施した。しかしながら、タマリクスは多種多様な土壌で生育可能であり、旺盛な繁茂力を有するため、伐採後2年以内には、再び残留根から2～4mの高さまでに成長した。他方、ジュデイダでは、道路橋上流側の500m区間に繁茂したタマリクスの根が軍隊所有のリッパ付きブルドーザーで除去された。この場合は、若いタマリクスの根を掘り出しており、その後は以前ほど急速に成長・繁茂することはなかった。シャフル川でも、2004年にメジェルダ川との合流点から2.5kmの区間の河道掘削が実施された。



図 3- タマリクス繁茂状況（2012年9月）

メジェルダ川～シャフル川合流点下流

ジュデイダ鉄道橋上流

2012年9月に JICA 調査団がマヌーバ県 CRDA から聴取したタマリクス対策は以下の通りである

- 1) 伐根をしっかりとやると5年間はその効果がある。
- 2) マヌーバ県 CRDA では、予算の関係もあるが、2009年から1年間に1.5Km づつ対策を実施している。CRDA での抜根予算は、年間12万 TND である。（邦貨約600万円に相当し、m 当たりでは4,000円となる。）
- 3) 建設機械を所有していないので、抜根工事は業者に発注している。経験的には、3年に1回程度はこの工事を実施したほうが良いと判断している。

3.2.6 エル・マブトゥ遊水地の機能と土地利用規制

エル・マブトゥ遊水地は低平地となっており、古来、塩田として利用されてきた。現在は、遊水地の西部、北部に位置する山地からの流出水の流入先であり、メジェルダ川の左岸側の氾濫水の一時的な貯留地すなわち、遊水地となっている。遊水地の放水路は、トビアス堰上流部でメジェルダ川に合流する。この合流点には、放水路側に放流並びに逆流防止のためのゲートが設置されているが、現在は壊れており、機能していない。



図 3- エル・マプトゥ遊水地放水路のメジェルダ川合流地点とゲート設備

遊水地は3ゾーンに分かれ、それぞれに遊水池としての湛水順序と排水順序が定められている。DGBGTHによる説明を整理すると、遊水池管理の現状と既存施設機能は以下の通りとなる。

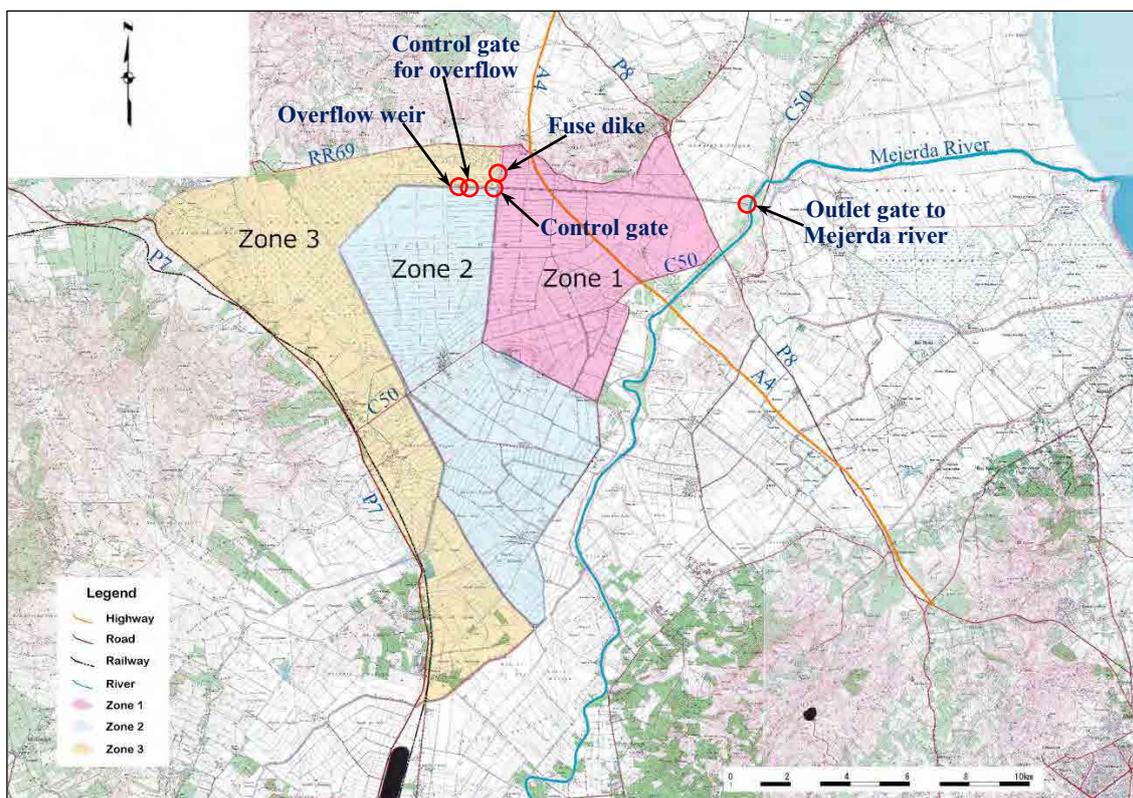


図 3- エル・マプトゥ遊水地放水路のゾーン区分

- 1) 分割された3ゾーンについては、流入水路堤防の外側（西側）がゾーン3、内側（その東側）がゾーン2、さらに東側がゾーン1である。
- 2) 洪水流入時には、最初にゾーン3が遊水ゾーンとなる。流入水路の左岸側に位置するゾーン3に優先的に越流、湛水させるために流入水路の堤防は左岸側にはなく、右岸のみに築造されている。さらに大きい流入量の場合は、流入水路の右岸堤防に設置してある越流堰により、ゾー

- ン2に越流させ、湛水させる。
- 3) さらに規模の大きな洪水の場合には、道路下に設置されたゾーン2と1の連結管によってゾーン1に流入し、湛水する。ゾーン2からゾーン1への流入制御は連結管端部にあるゲート操作による。
 - 4) 洪水ピークが数波にわたり遊水地内に流入するケースを想定し、ゾーン3の貯留水の水位が計画貯水位 (NGT +9.5m) 以下である場合でも、次波の来襲に備えてゾーン3からゾーン2への予備放流を可能とするために、上述越流堰下流側に隣接してゲート付越流堰が設置されている。
 - 5) ゾーン3の急激水位上昇を抑制できない場合には、ゾーン3とゾーン1の間の盛土道路に設置された土堰堤 (ヒューズ堤) を人為的に取り壊して通水させる。
 - 6) ゾーン3は、遊水機能専用とし、耕作できないように規制されているが、ゾーン2とゾーン1では、2年に1度交互に穀物が耕作される。
 - 7) 洪水後に排水する場合は、ゾーン1からの排水を優先し、この排水の終了後にゾーン2を排水する。ゾーン3は当初から遊水地として計画設計されているために最後に排水される。このための調整ゲート (control gate) がゾーン2とゾーン3にそれぞれ設置されている。

放水路と放水路流量調節ゲートから下流に続く排水路には、ゾーン2と1からの排水樋管が堤防下を通過して設置されている。水路側にはフラップゲートが取り付けられているが、樋管の規模が大きい場合には、ボックスカルバートとされている。

流入水路 (右岸側の堤防のみ設置 (左岸側(ゾーン3側)の堤防はなし))、遊水地の流入水路の右岸側に設置された越流堰、ゲート付き越流堰、ヒューズ堰、及び放水路 (ゾーン3) 流量調整ゲート、内側水路 (ゾーン2) および排水樋管のそれぞれの写真を以下に示す。

遊水地は国有地と私有地に分かれている。土地利用 (耕作地) については、前述したように、ゾーン2と1だけに穀物が隔年に耕作され、ゾーン3は、遊水専用地となっている。ゾーン2とゾーン1は、国有地部分は洪水時での流入、湛水を許容する条件で耕作を許可しているため、耕作地への浸水に対する補償は要しない。



図 3- 越流堰(ゾーン3 から 2)と流入水路右岸堤防



図 3-23 ゾーン 3 から 2 へのゲート付き越流堰



図 3-24 ゾーン 3 から 1 へのヒューズ堤

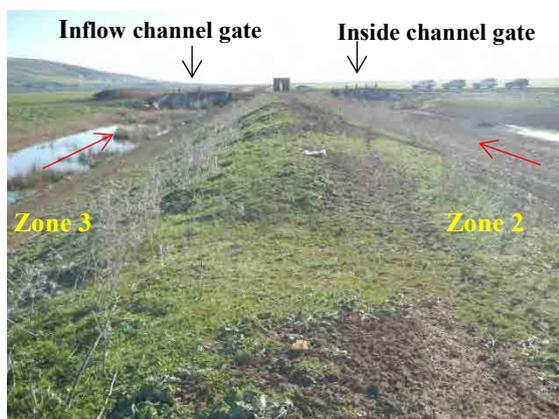


図 3-25 流量調節ゲート



図 3-26 ゾーン 2 での耕作地の様子



図 3-27 排水樋管出口のフラップゲート



図 3-28 ボックスカルバート構造の排水樋管

3.3 水資源管理に関するドナーの活動

3.3.1 ドナーの活動

(1)洪水対策分野

実際にはこれまで洪水対策分野に関しては、ほとんどの取り組みが自国予算により実施されている。国際的ドナーにより実施されている洪水対策分野におけるプロジェクトは、これまでアフ

リカ開発銀行、世界銀行及び国際協力機構によって実施されており、その概要は以下のとおりである。

1) アフリカ開発銀行

アフリカ開発銀行により「チュニス市北西部洪水対策調査」(FS 調査)が現在実施されている。工期は2012年5月16日～2013年6月15日までの13か月である。チュニジア政府内の主管は設備省都市水利局である。当該報告書の結果に基づき事業実施の妥当性と資金調達先が決定される。当該調査の対象地域は下図に示すようにチュニス市とメジェルダ川流域の国道8号線より下流部とされており、北側の一部が本調査範囲と重なっている。本調査ではカラートランダールス橋より上流部分について河道改修を行うことが計画されているが、この部分を農業省が実施することで

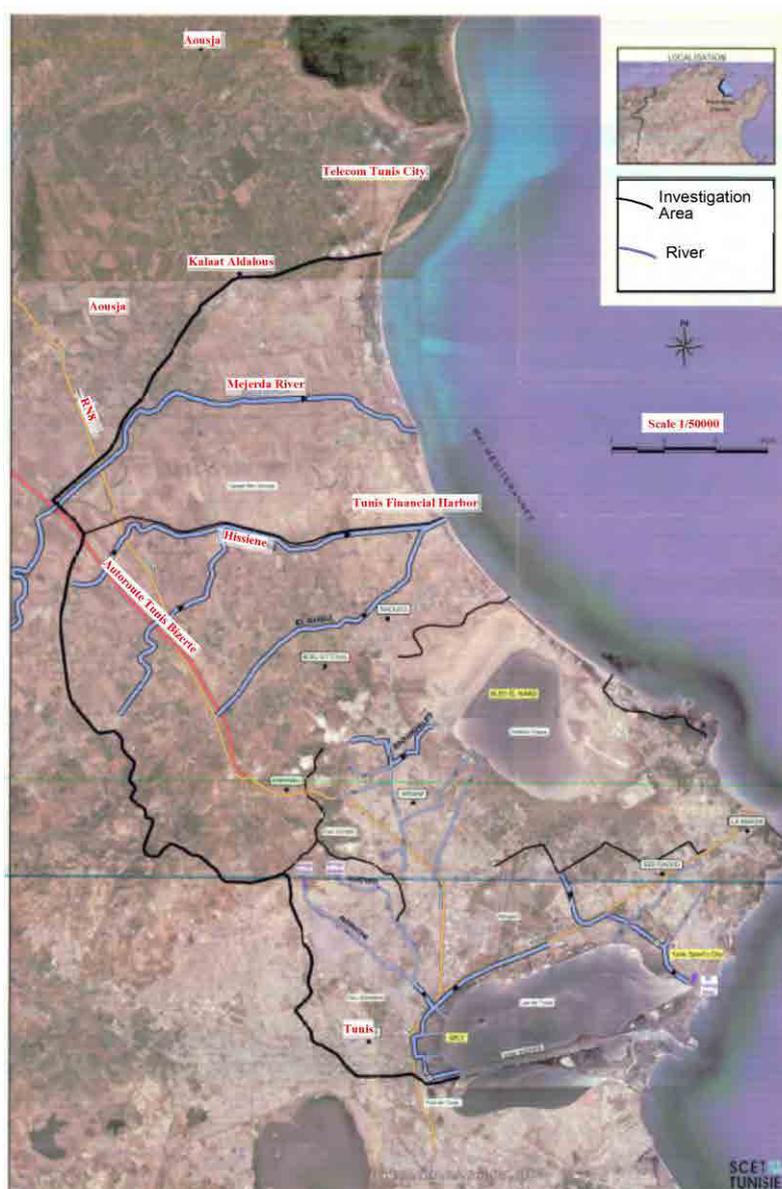


図 3-29 チュニス市北西部洪水対策調査の対象地域

設備省と調整されており、事業実施段階での重複は生じない。

なお、当該調査の関連調査として、「大チュニス洪水対策調査第1フェーズ (Etude de Protection Conte Les Inondation s du Grand Tunis)」が設備省を実施機関として2005年に実施されている。この調査ではチュニス市内での洪水対策について検討されているが、メジェルダ川下流域は調査対象に含まれていない。

2)国際協力機構

我が国は、これまでチュニジアに対して、継続的に開発協力（円借款、無償資金協力、技術協力）を実施してきた。その中で、洪水対策に関する実績としては、次のものがある。

1. 都市洪水対策計画	設備省	1997年 LA	31.30億円	有償資金協力
1) チュニス市北部のアリアナ市を流れるエンクヒレット川流域に、洪水対策のための排水路・調整池を整備し、既存水路の改修を行う。				
2) チュニジア中部のケルアン市を取り囲むケルアン平野において、メルゲリル川及びゼルゲッド川の洪水対策として、流路工事、堤防建設、横断構造物の移設、橋梁建設等を実施する。				
2. チュニス大都市圏洪水制御事業	設備省	2007年 LA	68.08億円	有償資金協力
1) チュニス大都市圏では、近年立て続けに大洪水が発生した。特に2003年9月に発生した集中豪雨（100年確率降雨と言われている）では、チュニスの首都機能が2日以上麻痺し、甚大な被害に見舞われた（死者4名、被害総額450億円）。既存の排水設備では気候変動の影響とみられる近年の大洪水に充分は対応できないチュニス大都市圏西部を対象に、排水路の整備を実施する。				
2) 施設整備、資機材供与を実施する。				
3. メジェルダ川総合流域水管理計画調査	農業省	2006-2008年		技術協力（開発調査）
本調査のベースとなったメジェルダ川流域全体における洪水対策に関する開発調査を実施して、マスタープランを策定した。				

3)世界銀行

1982年のスファックス市における洪水の復旧・復興支援を行った。スファックス市はチュニスの南東270kmに位置する港町であり、人口34万人（2005年）を有する。スファックス県の県都であり、チュニジア第2の都市である。同市では1982年の洪水により、死者70名、損壊家屋700戸、被害家屋8,000戸の被害が発生した。世界銀行による洪水対策は同洪水の後に実施され、4,800万USドルの事業資金のうち、2,500USドルを支援した。事業の内容は堤防の補修、排水路整備、近隣市町村の復旧支援等などである。

(2) 水利用分野

チュニジアの水利用分野においては、1950年代以前から外国ドナーの援助によって多数のプロジェクトが実施されてきた。それらは、ダム建設、灌漑整備、飲料水供給、上下水道設備などである。援助機関としては国際機関、コミュニティ開発融資機関、地方協力団体、その他多くの機関がある。また二国間供与も含まれる。主要なドナーは以下のとおりである。

- 1) 世界銀行
- 2) ドイツ国際協力公社(GIZ)
- 3) フランス開発機構(AFD)
- 4) アフリカ開発銀行(AfDB)

- 5) ヨーロッパ基金(ヨーロッパ銀行(SEI)、近隣諸国投資制度(NIF))
- 6) アラブ社会経済開発基金(FADES)
- 7) 国際協力機構(JICA)
- 8) その他：アブダビ基金、アラブ経済開発クウェート基金

チュニジアでは毎年、20,000ヘクタールが砂漠化しており(OECD データによる)、その対策がチュニジアでの重要な政策課題とされており、様々なプロジェクトが実施されている。貯水池計画としては、メジェルダ川流域を含む、国の北部および中央部に多くのダムが建設されており、さらに建設中または計画中である。これらについては国際機関の他、日本、ドイツ、クウェート、リビア、ロシア、サウジアラビア、フランスからの二国間援助が実施されている。具体的な支援内容については資料編に詳述した。

3.3.2 本事業と我が国対チュニジア援助政策との関連

我が国の外務省が発表した対チュニジア援助政策によると、特に優先的に取り組むべき重点分野、課題として、以下の3点が指摘されている。

- 1) 産業のレベルアップ支援
- 2) 水資源開発・管理への支援
- 3) 環境への取り組みに対する支援

上述2)の「水資源開発・管理への支援」に関しては、水資源開発に加えて、日本企業の技術力と現場における経験とを十全に活用した水需要管理事業と、水資源管理総合事業が期待されている。

さらに我が国政府はTICAD(アフリカ開発会議)を繰り返し共同開催している。TICAD Iは1993年、TICAD IIが1998年、TICAD IIIが2003年、TICAD IVが2008年に、それぞれ開催された。TICADの共同開催機関は国連のOSSA(アフリカ担当事務総長特別顧問室)とUNDP(国連開発計画)である。TICADはアフリカ諸国の国家元首と開発パートナー諸国との間での高官会談を促進することを目的に開催されており、最初の開催以来、アフリカ諸国の発展のための政策や総合的ガイドラインが策定されている。

TICAD IVは2008年に横浜で開催された。キーとなる多くの側面、たとえばMDG(ミレニアム開発目標)を含む経済成長の促進、治安の保障、さらに平和の強化、環境と気候変動への配慮などに関して国際社会が対処すべき方策について検討され、その結果、横浜宣言が採択された。

この宣言は、特に環境と気候変動の問題に関するものであるが、その中で参加国は、国の発展のニーズに対応するために不可欠な要素として、保健、農業生産、災害リスク削減、平和、治安、そして水の重要性を強調し、水資源の持続的利用の促進が必要とされていることが認識された。この宣言に関連するアクションプランには、干ばつや洪水を含む自然災害を受けやすい地方のリスク評価に基づく自然災害予防計画、および緊急活動計画を策定するための援助が含まれる。

本調査の目的はメジェルダ川流域における洪水被害を最小限に抑えるための円借款事業に関するフィジビリティ調査を実施することであり、本調査は我が国政府の援助政策に適合するといえる。

3.4 メジェルダ川 D2 ゾーンでの開発計画

メジェルダ川河口周辺の沿岸部では民間資本により、「チュニスベイ ファイナンシャルハーバー」と「テレコムチュニスシティ」の2開発プロジェクトが計画されている。これらのプロジェクトの位置は前出図に示した。後述第4章で行った氾濫解析の結果、現況河道 1/100 年確率の洪水が発生した場合でも、同2プロジェクトはその影響の範囲外であることが確認された。

1) チュニスベイ ファイナンシャルハーバー

メジェルダ川河口とチュニス市の間の沿岸部に民間開発会社によって計画されている。その概要は以下のとおりである。483ha の敷地に金融センター、ビジネスセンター、大学等が建設される計画内容とされている。

表 3- チュニスベイ ファイナンシャルハーバー計画の概要

施主	Tunis Bay Project Company
資金源	Gulf Finance House
計画調査実施コンサルタント	HOK Planning
敷地面積	483ha
内容	国際ファイナンシャルセンター、多機能的ビジネスセンター ヨットハーバー、ビーチ、ゴルフ場 商業施設、病院、技術センター、大学、居住地区・個人集合住宅 以上に必要な給水、エネルギー、通信、交通インフラ整備
実施スケジュール	第1フェーズ：ゴルフ場、金融センター
	第2フェーズ：ヨットハーバー、マーケット、ホテル、ワールドセンタータワー
	第3フェーズ：ホテル、住宅
	第4フェーズ：大学、技術センター、居住地区

出典：Tunis Bay Financial Harbor, Design Phase 1&2, Preliminary Design, Version C, STUDY, Janvier, 2011（具体的工期と予算については記述なし）

2) チュニスシティテレコム

メジェルダ川河口の約 4 km 北側の沿岸部に計画されている開発事業である。「チュニスベイ ファイナンシャルハーバー」と同様に都市インフラが整備されることが計画されている。

3.5 事業の必要性と位置づけ

3.5.1 事業の必要性

チュニジア共和国は、国土全体の年間平均降雨量が 500mm と少なく、国土の半分が半乾燥気候条件下にある。メジェルダ川を含む同国北部では、9～3月の雨季には、数年に1度、大規模な集中豪雨に見舞われており、河川が急激に増水して周辺に洪水の被害をもたらしている。特に近年では、集中豪雨が頻発し、2000年、2003年、2004年、2005年、2009年及び2012年に同国北部に位置するメジェルダ川下流域で、大雨の影響による大規模な洪水・氾濫被害が発生した。

なかでも2003年1月に発生した大洪水では10名の死亡者、27,000人の避難者が発生したほか、湛水期間が1ヶ月以上続いたため、農作物、家屋等への被害のほか、交通遮断等も含めた社会的・

経済的に甚大な損害を蒙った。直近では、2012年2月には北西部における豪雨により、メジェルダ川沿いの複数の地域で洪水が発生し、6名の死亡者が出るなど多数の被害を出した。

IPCC 第4次報告書によると、チュニジア共和国を含む北アフリカ地域は降水量の総量こそ将来的に減少することが予測されているものの、一方で平均気温の上昇に伴う大気中の水蒸気量の増加により、強度の高い降雨イベントが増加する可能性が指摘されている。2000年以降チュニジアにおいて洪水が頻繁に発生している事実に鑑みると、同国の洪水対策を検討するに際し、これら気候変動による影響への配慮は欠かせない。

メジェルダ川は同国において通年で流水を維持する唯一の河川であり、その流路延長は312kmである。流域内の人口は同国総人口の13.4%を占め、当該地域の人口密度(84.0人/km²)も全国平均人口密度(61.1人/km²)を上回る。また、国内の中では比較的豊富な降雨量と肥沃な農地を背景に、同流域における農業は同国経済の中軸を担っている。しかしながら、既存の洪水防御対策は依然としてダムによる貯留に依存した対策に留まっており、包括的な洪水対策への取り組みとして、河川の流下能力の向上、すなわち、河川改修事業の実施が急務となっている。

本事業は、深刻な洪水被害に見舞われているメジェルダ川下流域(D2ゾーン)を対象に、河川改修、分流による遊水地の設置、河川横過橋梁の改修等の河川インフラの整備を行うとともに、ダムにおける放流管理システムの操作性向上、コミュニティ防災の強化、農業省における洪水対応能力の強化の非構造物対策を行うことにより、同流域における洪水被害の軽減を図り、もってチュニジア共和国の経済・産業の発展に寄与するものであり、実施する意義は大きい。

3.5.2 事業の位置づけ

(1)過去の経緯

メジェルダ川が流れる同国北部では9~3月が雨季となり、この期間に洪水が発生するため、氾濫原となる下流域では従来、土地利用が進まなかった。

このような下流域での洪水対策として1981年にシディ・サレムダムが建設され、その効果により洪水の発生が抑制され、同域ではシディ・サレムダム建設以来、22年間、ダム下流における洪水の発生がみられなかった。この間、国内では比較的豊富な降雨量と肥沃な農地を背景に、同下流域では農業開発が進展して地域経済の軸としての発達を見た。

しかしながら、前述したように、2003年に大きな洪水が発生し、農作物・家屋の被害と交通遮断、など大きな被害が発生した。以降にも同様の洪水が続発し、社会・経済的損害が生じ、同国が持続的な発展を達成するうえで阻害要因となっている。

かかる状況を改善するため、チュニジア政府の要請に基づきJICAは「メジェルダ川総合流域水管理計画調査」(以下、開発調査)を2006~2008年にわたり実施し、総合流域水管理のためのマスタープランが策定された。これに引き続いて、同マスタープランでもっとも経済効果が高いとされた最下流域(D2ゾーン)を対象として、2010年9月~2013年3月まで「メジェルダ川総合流域管理・洪水対策事業準備調査」及び本調査により、メジェルダ川総合流域水管理・洪水対策事業の実現に関するフィジビリティスタディ(FS調査)が実施された。

(2)チュニジアとメジェルダ川流域における防災・治水分野の政策

第11次五カ年計画(2007~2011年)においては、洪水被害軽減が重点項目の一つされている。

第12次五カ年計画（2010～2014年）においても、流域管理、ダム保全、洪水からの市街地防御、浸食対策、肥沃な土地の保全および生産性の向上に一層努力しなければならないとされており、洪水対策が重点項目のひとつとされていることに変わりはない。

2011年1月のジャスミン革命の後においては、2011年10月23日に投票が行われた制憲議会選挙で第一党になったアンナハダは、その後、いままでの政策方針は継承されている旨を表明している。本事業に対する方針変更がないことは、今回のJICA調査（2012年7～9月）時に、国際投資・協力省において確認されている。

(3) 本事業と我が国対チュニジア援助政策との関連

我が国の外務省による対チュニジア国別援助政策によれば、特に優先的に取り組むべき重点分野、課題の一つとして、水資源管理への支援が挙げられている。

また我が国政府はTICAD(アフリカ開発会議)を繰り返し共同開催しており、2008年横浜開催されたTICAD IVにおいて、環境と気候変動への配慮などに関する国際社会の知識と方策について検討され、横浜宣言が採択された。この宣言は、特に環境と気候変動の問題に関するものであるが、その中で参加国は、国の発展のニーズに対応するために不可欠な要素として、災害リスク削減を強調している。この宣言に関連するアクションプランには、洪水を含む自然災害を受けやすい地方のリスク評価に基づく自然災害予防計画、および緊急活動計画を策定するための援助が含まれる。

本調査の目的はメジェルダ川流域における洪水被害を最小限に抑えるための円借款事業を促進するためのFS調査を実施することであり、本調査は、我が国政府の援助政策及び横浜宣言の内容に合致している。

(4) 関連するプロジェクトの概要

設備省都市水利局は、アフリカ開発銀行の無償資金協力により「チュニス市北西部洪水対策調査」(FS調査)を2012年5月16日～2013年6月15日の工期で実施している。当該調査と本調査とは、メジェルダ川のトビアス堰下流域において調査範囲が重なるが、農業省と設備省の調整により、事業実施段階における重複は発生しない。

メジェルダ川河口周辺の沿岸部では民間資本により、「チュニスベイ ファイナンシャルハーバー」と「テレコムチュニスシテイ」の2開発プロジェクトが計画されている。当該調査では、これらの事業をはじめ、将来のこの地域の開発が進展することを前提に、チュニス市とメジェルダ川のチュニス～ビゼルテ高速道路より下流部を調査対象としたものである。

チュニジア経済の中軸を担っている同流域を洪水災害から守る意味において、本事業が果たすべき役割は重要であると言える。