

チュニジア共和国
農業省
ダム大規模水理施設総局

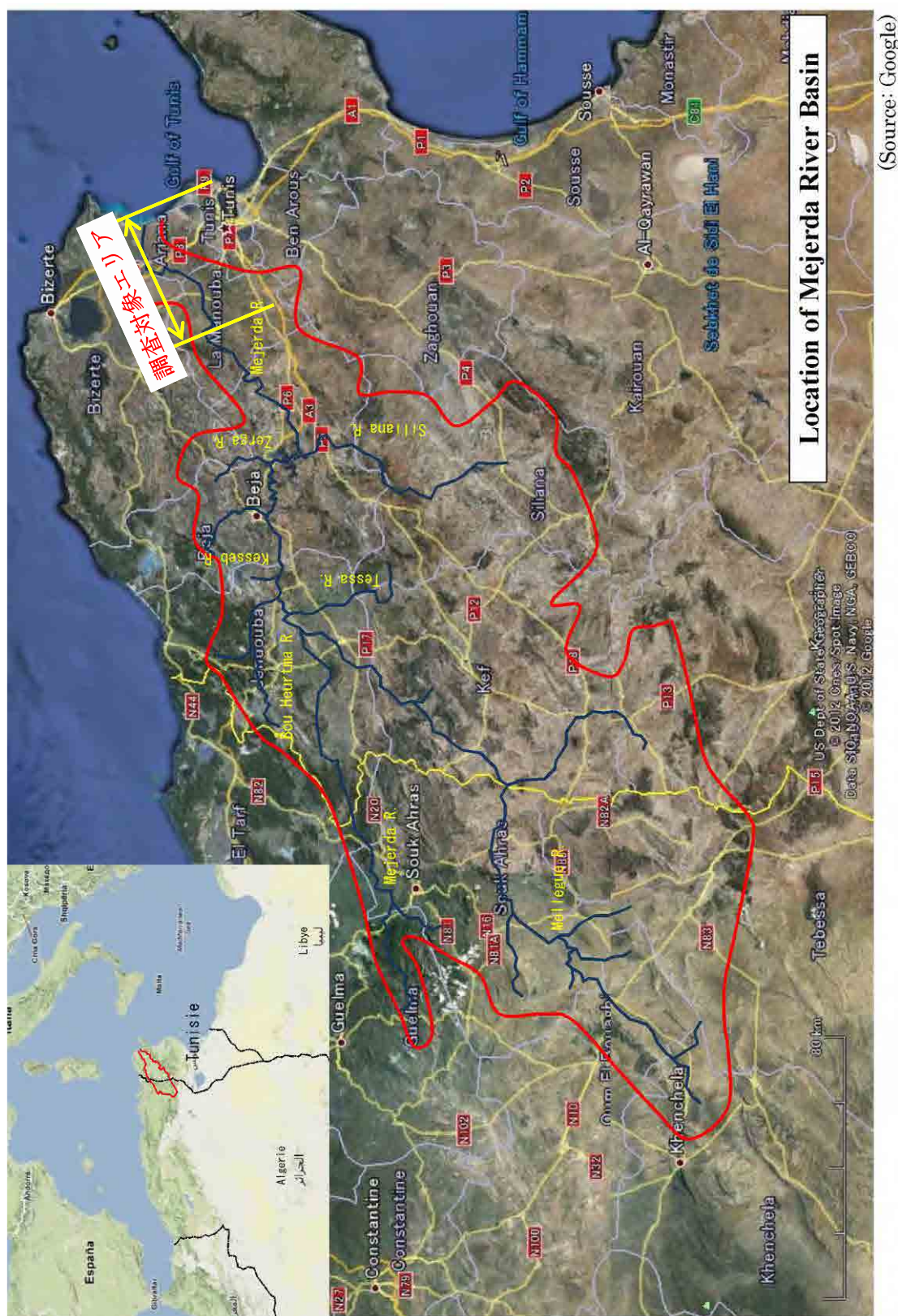
チュニジア共和国
メジェルダ川に係る
気候変動影響を考慮した
統合流域管理・洪水対策検討調査
最終報告書
要約

平成 25 年 3 月
(2013 年 3 月)

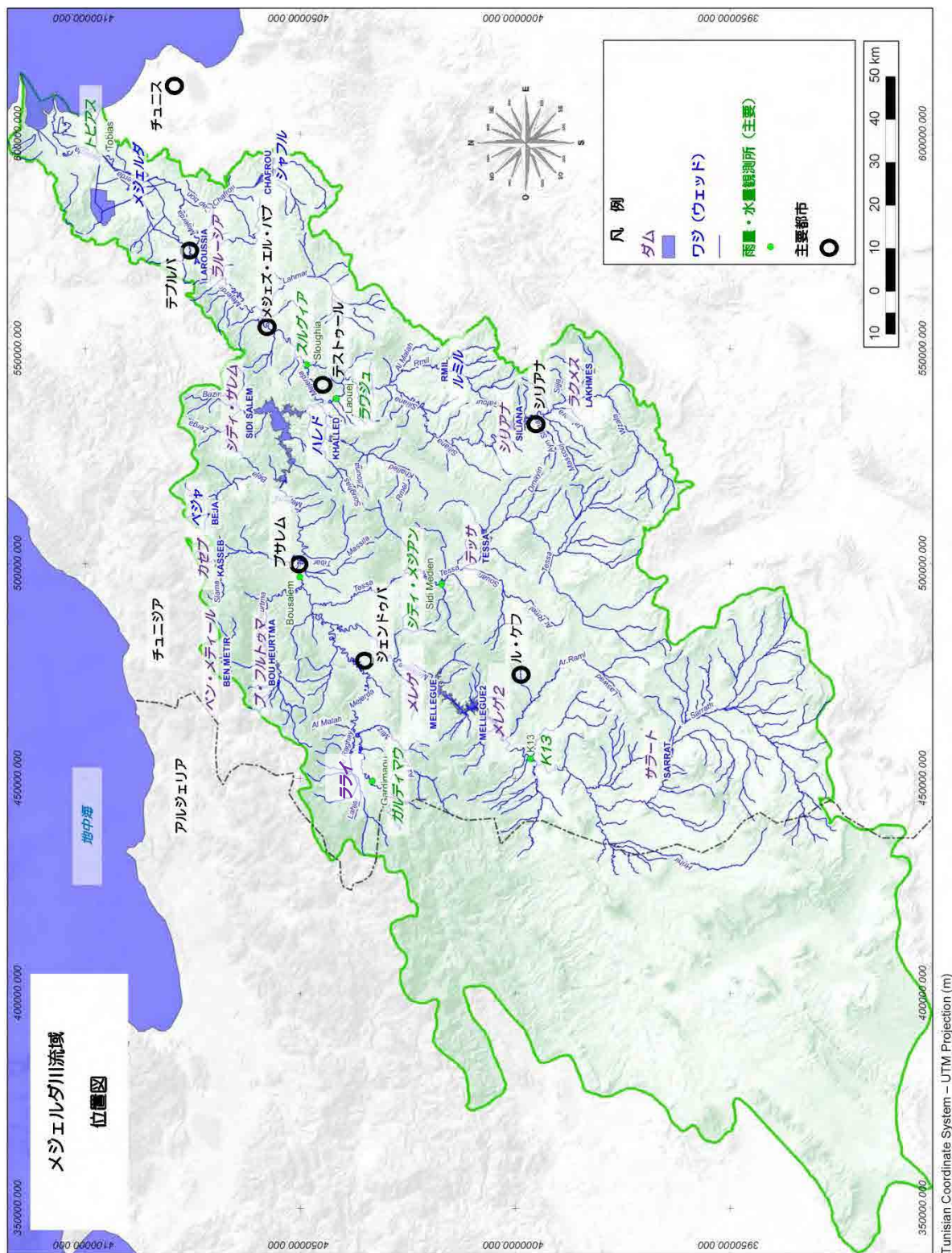
独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

八千代エンジニアリング株式会社

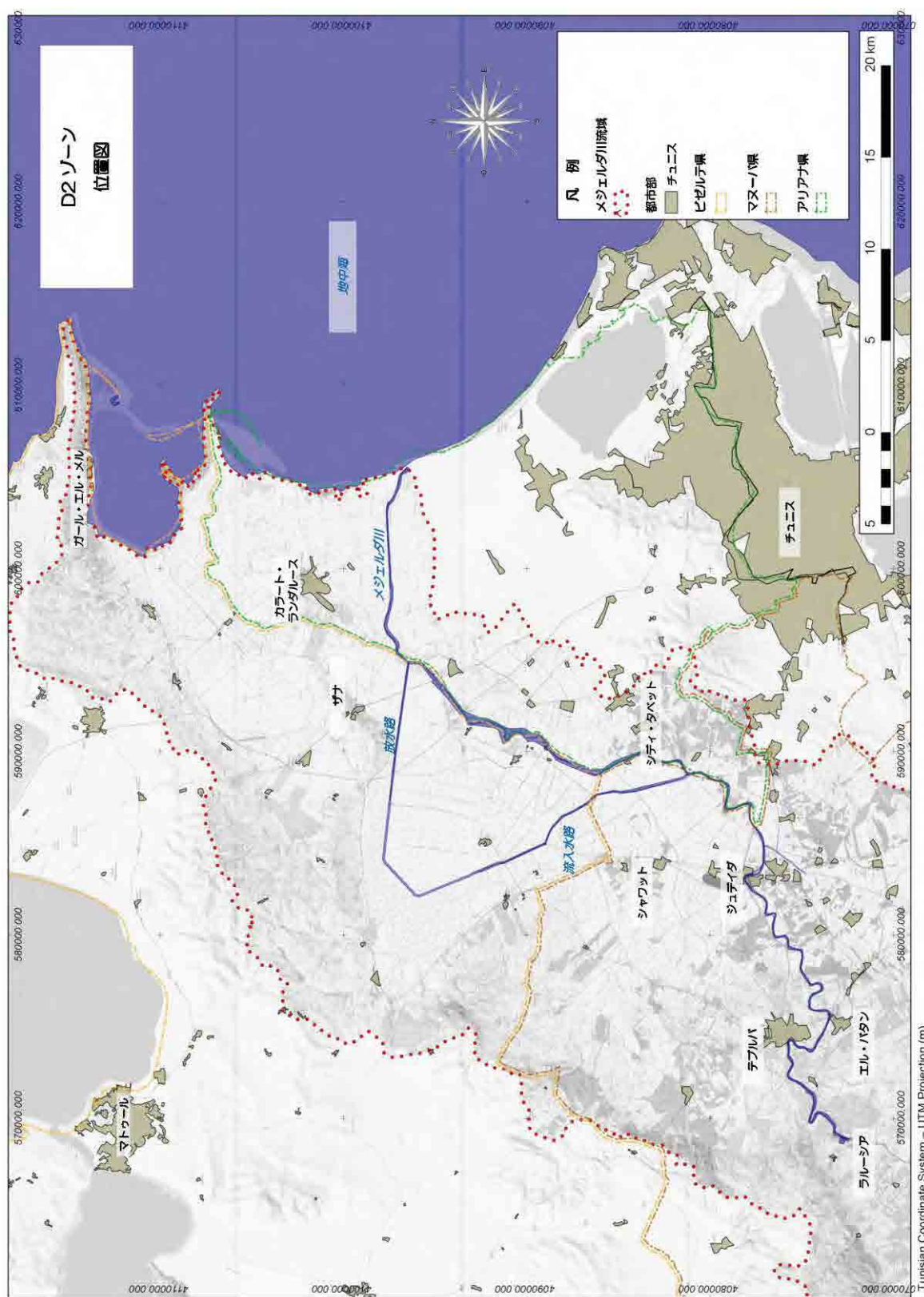
環境
CR(6)
13-116



流域および調査対象エリア位置図



流域概要図







D2ゾーン概要図



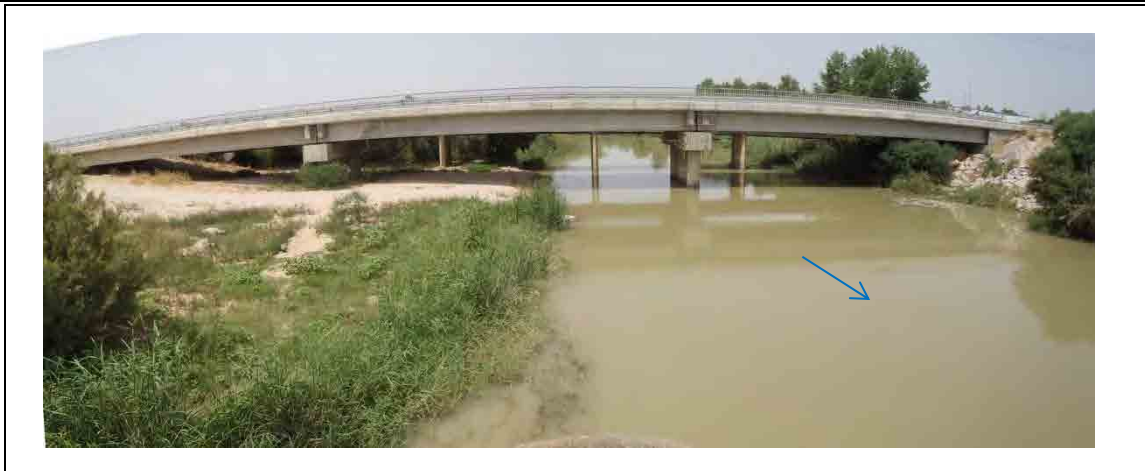
写真位置図

	
<p>01.農業水資源省とキックオフミーティング (2012.08)</p>	<p>02.シディサレムダム (2012.08)</p>
	
<p>03.エルヘリ農業用水取水場 (メジェルダ川から取水 (2012.08))</p>	<p>04.カウンターパートとの現地調査 (2012.08)</p>
	
<p>05.エルバタン橋 (2012.08)</p>	<p>06.エルバタン橋 (2012.08)</p>

	
<p>07.エルバタン橋 橋脚の状況 (2012.08)</p>	<p>08.ジュデイダ GP7 号橋上流右岸 の築堤状況 (2012.08)</p>
	
<p>09.ジュデイダ古橋 (2012.08)</p>	<p>10.ジュデイダ古橋 橋脚の状況 (2012.08)</p>
	
<p>11.ジュデイダ 新・古橋付近右岸堆砂状況 (2012.08)</p>	

<p>12.メジェルダ川とシャフル川の合流地点 (2012.08)</p>	<p>13.シャフル川合流点上流河道状況 (2012.08)</p>
<p>14.ジュデイダ鉄道旧橋 (2012.08)</p>	<p>15. ジュデイダ鉄道新橋 (2012.08)</p>
<p>16.メジェルダ川取水地点から遊水地 方向を見る (2012.08)</p>	<p>17.C50 道路橋から南側に排水路 を見る (2012.08)</p>

	
<p>18.エルマブトゥ遊水地の排水路 (2012.08)</p>	<p>19.エルマブトゥ遊水地 (2012.08)</p>
	
<p>20.遊水地ゾーン2とゾーン1の境界にある調節ゲートでの排水路 (2012.08)</p>	<p>21. メジェルダ川との合流地点直上流の排水路(012.08))</p>
	
<p>22.排水路のメジェルダ川への流入地点の樋門 (2012.08)</p>	<p>23.排水路のメジェルダ川への流入地点 (2012.08)</p>



24. トビアス可動堰直上流の橋
 (2012.08)



25. トビアス可動堰
 (Mejerda 川下流) (2012.08)



26. トビアス堰からの導水路
 (2012.08)



27. デルタ橋下流
 (2012.09)



28. デルタ橋下流右岸の築堤状況
 (2012.09)

	
<p>29.メジェルダ川 河口付近の湿地帯 (2012.08)</p>	<p>30.メジェルダ川 河口部 (2012.08)</p>
	
<p>31. 農業省水資源総局聞き取り (2012.08)</p>	<p>32. アリアナ県庁 聞き取り (2012.09)</p>
	
<p>33. JICA との打合せ (2012.09)</p>	<p>34.農業省関係者と計画案協議 (2012.09)</p>

チュニジア共和国
メジェルダ川に係る気候変動影響を考慮した統合流域管理・洪水対策検討調査

目次

流域位置図

流域概要図

D2 ゾーン概要図

写真

目次

第1章 序論	1-1
1.1 調査の目的.....	1-1
1.2 調査の基本的枠組み.....	1-1
1.2.1 調査対象地域.....	1-1
1.2.2 活動・成果・目標の整理.....	1-1
1.2.3 コンサルタント団員構成と作業工程.....	1-2
第2章 流域の概要と洪水被害状況.....	2-1
2.1 流域の概要.....	2-1
2.1.1 地形、地質及び地盤.....	2-1
2.1.2 気象・水文.....	2-2
2.1.3 治水・利水施設.....	2-4
2.1.4 社会経済.....	2-6
2.2 D2 ゾーンの概要.....	2-7
2.2.1 河道.....	2-7
2.2.2 河道内施設.....	2-7
2.3 洪水被害状況.....	2-9
第3章 洪水対策の現状.....	3-1
3.1 洪水対策に関する政策・組織体制.....	3-1
3.1.1 政策	3-1
3.1.2 法的枠組み.....	3-1
3.1.3 行政の取組み.....	3-1
3.1.4 行政機関.....	3-1
3.2 既往の洪水対策事業の概要.....	3-6
3.2.1 河川事業.....	3-6

3.2.2	ダム事業.....	3-8
3.2.3	水文情報の収集システムと洪水予測.....	3-8
3.2.4	洪水緊急対応の現状.....	3-9
3.2.5	河道維持管理.....	3-12
3.2.6	エル・マブトゥ遊水地の機能と土地利用規制.....	3-12
3.3	水資源管理に関するドナーの活動.....	3-12
3.3.1	ドナーの活動.....	3-12
3.3.2	本事業と我が国対チュニジア援助政策との関連.....	3-15
3.4	メジェルダ川 D2 ゾーンでの開発計画.....	3-15
3.5	事業の必要性和位置づけ.....	3-15
3.5.1	事業の必要性.....	3-15
3.5.2	事業の位置づけ.....	3-16
第4章	河川改修計画.....	4-1
4.1	河道改修計画の基本条件.....	4-1
4.1.1	治水安全度.....	4-1
4.1.2	構造物対策.....	4-1
4.2	基本高水流量.....	4-2
4.3	計画高水流量.....	4-3
4.4	河道特性.....	4-3
4.4.1	河道横断及び縦断図.....	4-3
4.4.2	現況流下能力の把握.....	4-3
4.5	河道計画.....	4-7
4.5.1	メジェルダ川河川改修.....	4-7
4.5.2	蛇行部のショートカット.....	4-8
4.5.3	支川シャフル川.....	4-9
4.6	エル・マブトゥ遊水地計画.....	4-11
4.7	氾濫解析.....	4-12
4.7.1	氾濫解析モデル.....	4-12
4.7.2	氾濫解析モデルの作成.....	4-13
4.7.3	2003年洪水の再現.....	4-19
4.7.4	築堤案断面及び掘削案断面における内水氾濫状況の比較.....	4-21
4.7.5	確率規模別氾濫解析結果.....	4-22
第5章	施設設計と非構造物対策.....	5-1
5.1	河道改修と河川構造物.....	5-1
5.1.1	河道改修と河川構造物の概要.....	5-1
5.1.2	河道横断形状の諸元.....	5-2

5.1.3.	護岸・床固め工	5-2
5.1.4.	樋管	5-3
5.2	遊水地	5-3
5.2.1.	遊水地計画の概要	5-3
5.2.2.	遊水地への分流堰	5-3
5.2.3.	放水路・排水路	5-5
5.2.4.	水路付帯構造物	5-7
5.2.5.	遊水地管理施設	5-7
5.2.6.	その他付帯施設	5-11
5.3	非構造物対策	5-14
5.3.1	非構造物対策の必要性	5-14
第6章	橋梁	6-1
6.1	既存橋梁の現況および河川改修に伴い不足する性能の把握	6-1
6.1.1	既存橋梁の現況	6-1
6.1.2	現状の問題	6-6
6.2	改修方針選定フロー	6-7
6.2.1	改修方針の選定フロー	6-7
6.2.2	新設橋梁の計画	6-10
6.2.3	整備の必要な橋梁一覧（橋梁改修・新設整備）	6-12
第7章	施工計画と事業費積算	7-1
7.1	工事概要並びに補償概要	7-1
7.1.1	工事内容	7-1
7.1.2	施工工区	7-2
7.1.3	工事数量	7-4
7.1.4	補償数量	7-5
7.2	施工計画	7-5
7.2.1	主要工種	7-5
7.2.2	施工計画	7-6
7.3	事業費の積算	7-10
7.3.1	事業費の積算体系	7-10
7.3.2	事業費の積算単価	7-11
7.3.3	事業費積算	7-15
7.4	本邦技術の活用	7-19
7.4.1	橋梁	7-19
7.4.2	ダムの洪水管理操作	7-22

第 8 章	社会環境配慮	8-1
8.1	チュニジアの環境社会配慮に関する法制度・国際条約と実施状況	8-1
8.1.1	チュニジアの環境に関する法令	8-1
8.2	対象地域の社会自然環境の現況	8-2
8.2.1	社会環境の現況	8-2
8.2.2	社会環境調査結果	8-2
8.2.3	自然環境の現況	8-5
8.3	プロジェクトによる環境への影響の検討	8-8
8.3.1	代替案の検討	8-8
8.3.2	影響の評価の結果	8-9
8.3.3	緩和策の検討	8-10
8.4	環境管理およびモニタリング計画	8-11
8.4.1	環境管理計画	8-11
8.5	総合評価	8-15
8.5.1	JICA ガイドラインによる環境カテゴリーおよび提言	8-15
8.5.2	環境チェックリスト	8-15
8.6	環境アセスメント (EIA) 報告書案の作成支援	8-21
8.6.1	環境アセスメント (EIA) 報告書案の作成	8-21
8.6.2	チュニジア側環境アセスメント実施の想定スケジュール	8-21
8.7	ステークホルダー協議実施支援	8-21
8.7.1	これまでの実施状況と協議概要	8-21
8.7.2	新規ステークホルダー協議の必要性について	8-22
8.7.3	新規ステークホルダー協議の概要と開催スケジュール	8-22
第 9 章	用地取得と住民移転	9-1
9.1	チュニジアにおける用地取得・住民移転に関する法制度と実施状況	9-1
9.1.1	チュニジアにおける水域の境界画定に関する法制度と実施状況	9-1
9.1.2	チュニジアにおける用地取得・住民移転に関する法制度	9-1
9.1.3	チュニジアにおける用地取得・住民移転の実施体制	9-2
9.1.4	チュニジアでの住民移転関連法規と JICA ガイドラインとの比較・対照	9-4
9.2	プロジェクトによる用地取得と住民移転の必要性と規模	9-6
9.2.1	本計画地域内の住民	9-7
9.2.2	人口センサス調査	9-7
9.2.3	財産・用地調査	9-8
9.3	簡易住民移転計画書 (案) 作成支援	9-9
9.3.1	補償・支援の具体策	9-9
9.3.2	苦情処理メカニズム	9-12
9.3.3	社会的弱者への配慮	9-13

9.3.4	実施スケジュール	9-13
9.3.5	費用と財源	9-14
9.3.6	用地取得と住民移転のモニタリング	9-14
9.3.7	住民協議	9-14
第 10 章	事業実施計画	10-1
10.1	事業概要	10-1
10.2	コンサルティングサービスの内容	10-1
10.3	事業費と資金計画	10-2
10.3.1	事業費の算出	10-2
10.3.2	資金計画	10-3
10.4	事業実施スケジュール	10-3
10.5	調達方法	10-4
10.5.1	コンサルタントの調達	10-4
10.5.2	建設業者の調達	10-5
10.6	事業実施体制	10-5
10.6.1	借入人	10-5
10.6.2	事業実施機関	10-5
10.6.3	事業管理組織(PMU)	10-5
10.7	維持管理体制	10-6
第 11 章	経済評価	11-1
11.1	評価期間と被害額算定方法	11-1
11.2	年平均被害軽減期待額	11-1
11.3	経済評価	11-2
11.4	感度分析	11-2
11.5	運用・効果指標の選定	11-2
第 12 章	対象地域における気候変動に係る考察	12-1
12.1	気候変動影響を考慮した河川流出解析結果	12-1
12.2	気候変動が流域の社会環境に及ぼす影響	12-1
12.3	今後の対象地域における河川計画において留意すべき事項	12-2

略語・用語表

略語

1- チュニジア側機関名(主要なプロジェクト関連機関については、日本語名で示す)		
略 語	フランス語	英 語
ANGED(廃棄物管理庁) (MEn)	Agence Nationale de Gestion des Déchets	National Agency for Waste Management
ANPE(環境保護庁) (MEn)	Agence Nationale de Protection de l'Environnement	National Agency for the Protection of the Environment
BIRH (MA)	Bureau Inventaires et Recherches Hydrauliques	Office of Hydraulic Inventories and Research
BPEH	Bureau de Planification et des Equilibres Hydrauliques	Bureau of Water Planning and Hydraulic Equilibriums
CNE(国家水委員会)	Comité National de l'Eau	National Water Commission
CRDA(地方農業開発事務所) (MA)	Commissariats Régionaux au Développement Agricole	Regional Offices of Agriculture Development
CTV (MA)	Cellule Territoriale de Vulgarisation	Territorial Extension Unit
DGACTA(計画管理・農地保全総局) (MA)	Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles	Directorate General of Planning, Management and Conservation of Agricultural Lands
DGBGTH ダム 大規模水理施設総局(MA)	Direction Générale des Barrages et des Grands Travaux Hydrauliques	Directorate General for Dams and Major Hydraulic Works
DGCES(農地開発保全総局) (MA)	Direction Générale de la Conservation des eaux et du sol	Directorate General of Water Conservation and Soil
DGEQV (MEn)	Direction Générale de l'Environnement et de la Qualité de la Vie	Directorate General of Environment and Quality of Life
DGF(森林総局) (MA)	Direction Générale des Forêts	Directorate General of Forests
DGGREE(農村工学・水開発総局) (MA)	Direction Générale du Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux	Directorate General of Rural Engineering and Water Exploitation
DGPA(漁業・水産養殖総局) (MA)	Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture	Directorate General of Fishing and Aquaculture
DGRE(水資源総局) (MA)	Direction Générale des Ressources en Eau	Directorate General of Water Resources
DMER (MA)	Direction de l'Hydraulique et de l'Equipement Rural	Directorate of Hydraulics and Rural Equipment
DSE (MA)	Direction du Développement Socio-Economique	Socio-Economic Development Department
DSP	Direction du Sylvopastoralisme	Sylvopastoralism Department
DVPPA	Division pour la Vulgarisation et la Promotion de la Production Agricole	Division for Extension and the Promotion of Agricultural Production
ERI	Eco-Ressources International	Eco-Ressources International
ESIER	Ecole Supérieure des Ingénieurs de l'Equipement Rural	Rural Equipment Engineering School
INAT (MA)	Institut National Agronomique de Tunisie	National Institute of Agronomy of Tunisia
INM(気象研究所) (MT)	Institut National de la Météorologie	National Institute of Meteorology

1- チュニジア側機関名(主要なプロジェクト関連機関については、日本語名で示す)		
略 語	フランス語	英 語
INS (統計研究所) (MDCI)	Institut National de la Statistique	National Institute of Statistics
IRESA (作物研究所) (MA)	Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie	National Institute of Agronomical Research of Tunisia
MA(農業省)	Ministère de l'Agriculture	Ministry of Agriculture
MDEAF(国有地・土地事業省)	Ministère des Domaines de l'Etat et des Affaires Foncières	Ministry of State Domains and Land Affairs
MEEn(環境省)	Ministère de l'Environnement	Ministry of Environment
MEq(設備省)	Ministère de l'Équipement	Ministry of Equipment
MF(財務省)	Ministère des Finances	Ministry of Finance
MDCI(開発・国際協力省)	Ministère du Développement et de la Coopération Internationale	Ministry of Development and International Cooperation
MICI(投資・国際協力省)	Ministère de l'Investissement et de la Coopération Internationale	Ministry of Investment and International Cooperation
MT(運輸省)	Ministère des Transport	Ministry of Transport
ONAS (下水道委員会) (ME)	Office National de l'Assainissement	National Sewerage Board
ONPC (国家住民保護局)	Office National de la Protection Civile	National Protection Civil Office
OTC (測量地籍庁) (ME)	Office de la Topographie et du Cadastre	Topography and Cadastral Office
SECADENORD (北部かんがい導水公社)	Société d'Exploitation du Canal et des Adductions des Eaux du Nord	North Water Canal, Adductions and System Management Company
SNCFT (チュニジア鉄道)	Société Nationale des Chemins de Fer Tunisiens	Tunisian Railways
SONEDE (水道公社) (MA)	Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux	National Water Distribution Utility
ULAP	Union Locale des Agriculteurs et des Pêcheurs	Local Union of Farmers and Fishers

2- その他機関名		
略語	フランス語	英 語
AAO	Association Amis des Oiseaux	Friends of the Birds Association
AfDB	Banque africaine de développement (BAfD)	African Development Bank
AFD	Agence Française de Développement	French Development Agency
ANRH (Algeria)	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques	National Agency of Water Resources
BEI	Banque Européenne d'Investissement	European Investment Bank
EU	Union Européenne	European Union
GETU	Géotechnique Tunisie	Tunisia Geo-technology

2- その他機関名		
略語	フランス語	英語
GIZ	Agence Allemande de Coopération Internationale	German Agency for International Cooperation
IBRD	Banque internationale pour la reconstruction et le développement	International Bank for Reconstruction and Development
JBIC	Banque Japonaise de Coopération Internationale	Japan Bank for International Cooperation
JICA	Agence Japonaise de Coopération Internationale	Japan International Cooperation Agency
NEPAD	Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique	The New Partnership for Africa's Development
UNDP	Programme des Nations Unies pour le Développement	United Nations Development Program
FAO	Organisation pour l'alimentation et l'agriculture	Food and Agriculture Organization
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
WB	La Banque Mondiale	The World Bank

3- その他		
略語	フランス語	英語
APS	Avant Projet Sommaire	Basic Design
BM	Bassin de la Mejerda	Mejerda River Basin
EIA	Etude d'Impact sur l'Environnement	Environmental Impact Assessment
EIRR	Taux Interne de Rentabilité Economique	Economic Internal Rate of Return
F/S	Etude de Faisabilité	Feasibility Study
FFWS	Système de prévision des inondations et d'alerte	Flood Forecasting and Warning System
FFWRS	Système de prévision des inondations, d'alerte et de réponse	Flood Forecasting, Warning And Response System
GEOSS	Système mondial des systèmes d'observation de la Terre	Global Earth Observation System of Systems
GIC	Groupement d'Intérêt Collectif	Collective Interest Group
GIS	Système d'Information Géographique	Geographic Information System
GDP	Produit intérieur brut (PIB)	Gross Domestic Product
GFAS	Système d'alerte des inondations mondial	Global Flood Alert System
GPRS	General Packet Radio Service	General Packet Radio Service
GSM	Groupe Spécial Mobile	Global System for Mobile Communications
HWL	Niveau des Plus Hautes Eaux	High Water Level
IEE	Examen Initial sur l'Environnement	Initial Environmental Examination
IFAS	Système intégré d'analyse des inondations	Integrated Flood Analysis System
ITS	Services des Technologies de l'Information	Information Technologies Services
IWRM	Gestion Intégrée des Ressources en Eau	Integrated Water Resources Management

3- その他		
略語	フランス語	英語
JORT	Journal Officiel de la République Tunisienne	Official Journal of the Republic of Tunisia
MDGs	Objectifs du Millénaire pour le Développement	Millennium Development Goals
M/P	Plan Directeur	Master Plan
NGO	Organisation Non Gouvernementale	Non-governmental Organization
NWL	Retenue Normale	Normal Water Level
O&M	Exploitation et Maintenance	Operation and Maintenance
OMB	Bassin de la Mejerda	Mejerda River Basin
ORSEC	Organisation de la Réponse de Sécurité Civile	Civil Security Response Organization
PHD	Domaine Public Hydraulique	Public Hydraulic Domain
SMAG	Salaire Minimum Agricole Garanti	Guaranteed Minimum Agriculture Wage
SMIG	Salaire Minimum Interprofessionnel Garanti	Guaranteed Minimum Wage
SMS	Short Message Service	Short Message Service
STEG	Société tunisienne de l'électricité et du gaz	Tunisian Society of Electricity and Gas
SYCOHTRAC	SYstème de COLlecte des mesures Hydrologiques en Temps Réel et Annonce des Crues des oueds tunisiens	Real-time Hydrological Information Collecting Measurement and Flood Announcement System in Wadis
TICAD	Conférence Internationale de Tokyo pour le Développement de l'Afrique	Tokyo International Conference on African Development
TND	Dinars tunisiens	Tunisian Dinar
TOR	Termes de Référence	Terms of Reference
ZICO	Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux	Important Bird Area

用語

名称	説明
Garaet	低湿地
Gouvernorat (仏) 、 Governorate (英)	チュニジア国政府の下にある地方自治体単位
Sebkha or sebkhat	乾期以外は湿地となる地帯

チュニジア国地名のアルファベット表記

アルファベット表記	アラビア語表記	アルファベット表記	アラビア語表記
Ain Ghelal	عين غلال	Kairouan	قايروان
Ariana	الاريا	Kalaat El Andalous	قلاعة الاندلس
Bach Hamba	باش حامبة	Kasseb	كاساب
Barbara	باربارة	Lakhmes	لكخميس
Bejaoua	بيجاوة	Laroussia	لاروسيا
Ben Metir	بن مطير	Manouba	منوبة
Besbassia	بسباسية	Mejerda	مجردة
Bizerte	بنزرت	Mejez El Bab	مجازال باب
Borj Ettoumi	بورجال تومي	Mellegue	ملاق
Bou Heurtma	بو وطمة	Mellila	مليلة
Bou Salem	بوسلام	Mongi Slim	لمنجي سليم
Cap Bon	الوطنال قبلي	Ouenza	ويزة
Chafrou	شرفل رو	Rmil	رميل
Chaouat	شعواط	Sahel	ساحل
Chorfech	شرف ش	Sejnane	سجنين
Djebel Chakir	جبل شكير	Sfax	صفاقس
El Battan	البطان	Sidi Bahroun	سيديبحرون
El Henna	الحننا	Sidi El Barrack	سيديال براق
El Herri	الحرري	Sidi Othman	سيديعثمان
El Mabtough	المبطوح	Sidi Salem	خزان سيدي سلام
Ellil	الليل	Sidi Smail	سيدي اسماعيل
Garaet El Mabtough	قراةالمبطوح	Sidi Thabet	سيديثابت
Ghar el Melh Lake	بحيرة غورال ملح	Siliana	سيليانة
Ghardimaou	غار دماء	Slouguia	سلقية
Ghezala Dam	غزالة	Souani	السواني
Henchir Tobias	قشيري طوبياس	Sousse	سوسة
Hir Tobias	قيري طوبياس	Tebourba	طبربة
Ichkeul	اشكل	Utique	وتيكة
Jedeida(Jedaïda)	الجيدة	Zerga	زرقة
Joumine	جوميين	Zouitina	زويتنة

換算レート(2012年度円借款事業 審査共通事項(案)2012年11月6日):

1.0 TND (チュニジアディナール) = 49.0 ¥ (日本円 JPY)

1.0 US\$ = 79.0¥

第1章 序論

1.1 調査の目的

準備調査の結果を踏まえ、別途行われる「気候変動影響評価」の結果に基づき、メジェルダ川総合流域水管理・洪水対策事業に関するフィジビリティスタディを実施することにより、本事業の実現に資することを目的とする。

1.2 調査の基本的枠組み

1.2.1 調査対象地域

本調査における調査対象地域は、メジェルダ川の最下流域にあたる D2 ゾーンである。

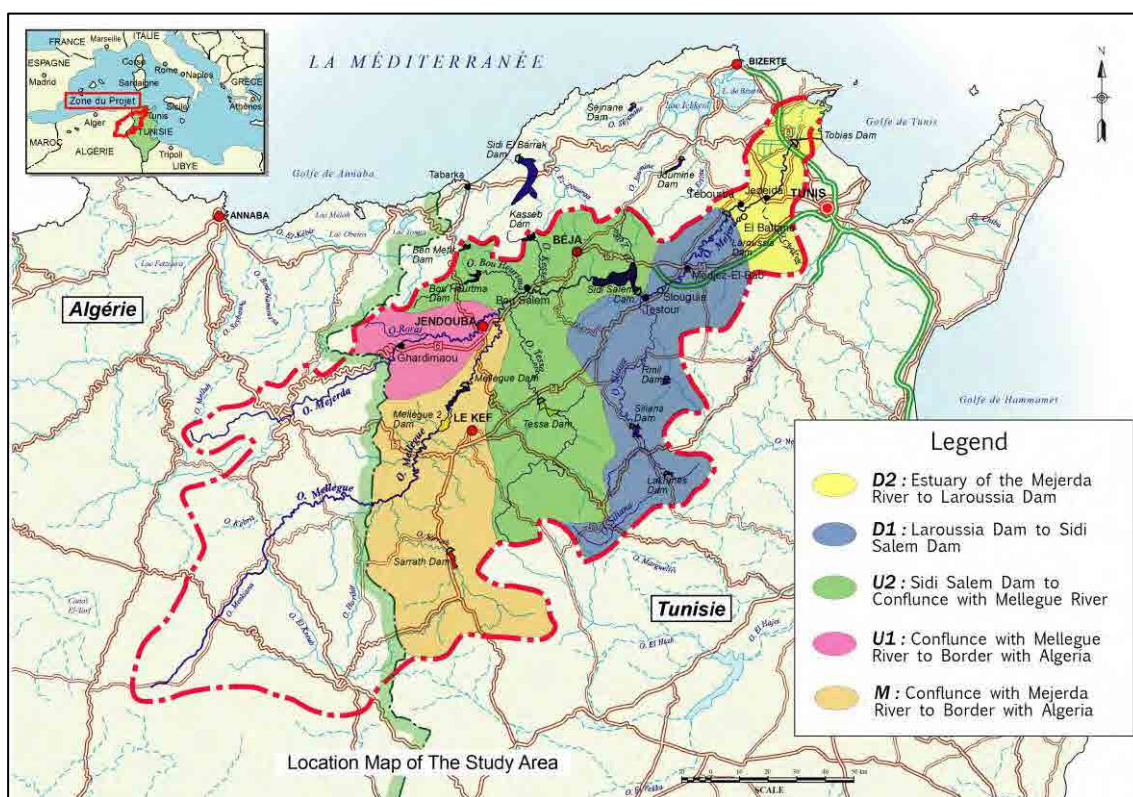


図 1- 流域分割図

1.2.2 活動・成果・目標の整理

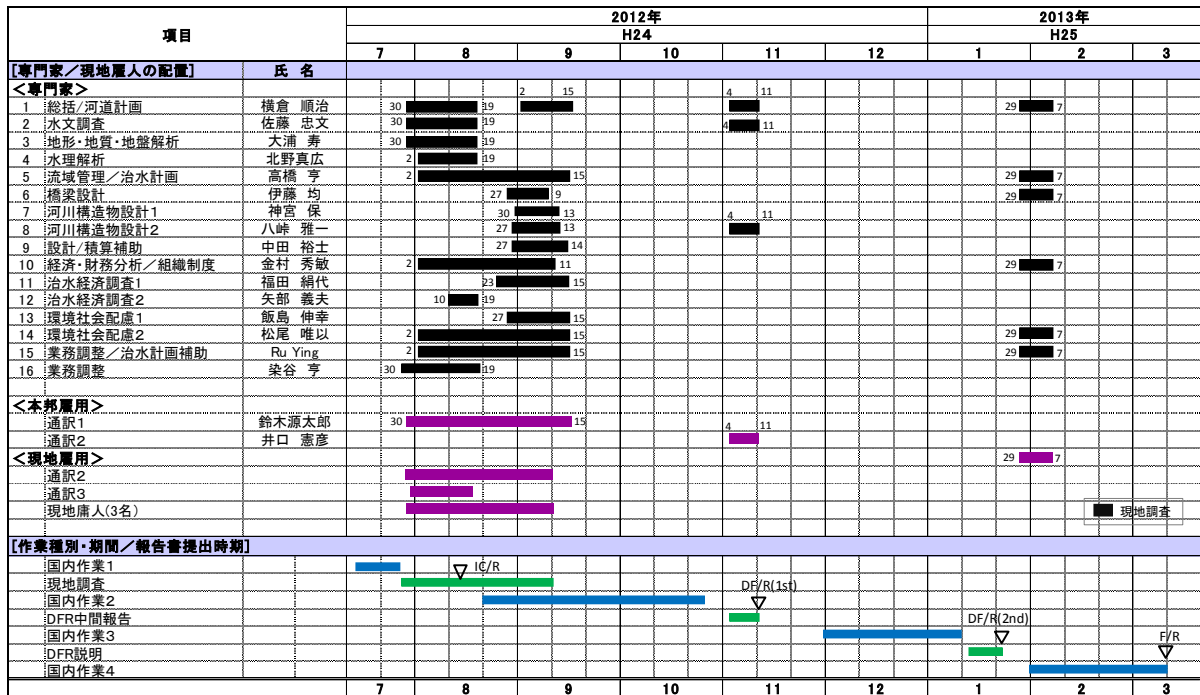
表 1- 活動・成果・目標

上位目標	事業が実施され、メジェルダ川下流域での洪水被害が軽減する。当該地域の社会的安定性が改善し、経済発展の阻害要因が減少してチュニジアの社会経済状況の向上と貧困削減に寄与する。
プロジェクト目標	事業計画が策定され、実施に向けて技術的準備が整う。
成果	1) 本事業の最適規模・内容・実施方法が提案される。 2) 本事業の必要性和効果が確認される。

活動	<p>フィジビリティ調査を実施するために以下の活動を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 本事業の妥当性と背景を確認する。 2) 追加データ収集と現地調査により現状と事業内容を把握する。 3) 環境アセスメント報告書（環境社会影響項目に関する緩和策、モニタリング計画など）を作成する。 4) 住民移転計画の作成支援を行う。 5) 気候変動対策を考慮した洪水対策を立案する。 6) 本事業のコンサルティングサービスの内容を立案する。 7) 本事業の実施スケジュールを策定する。 8) 本事業の実施体制と維持管理体制を確認する。 9) 本事業の EIRR の検討を行い、運用効果指標を提案する。 10) 追加情報・データの収集を行う。 11) ステークホルダー協議実施に必要な支援を行う。
----	--

1.2.3 コンサルタント団員構成と作業工程

表 1- 調査団員構成と作業工程計画



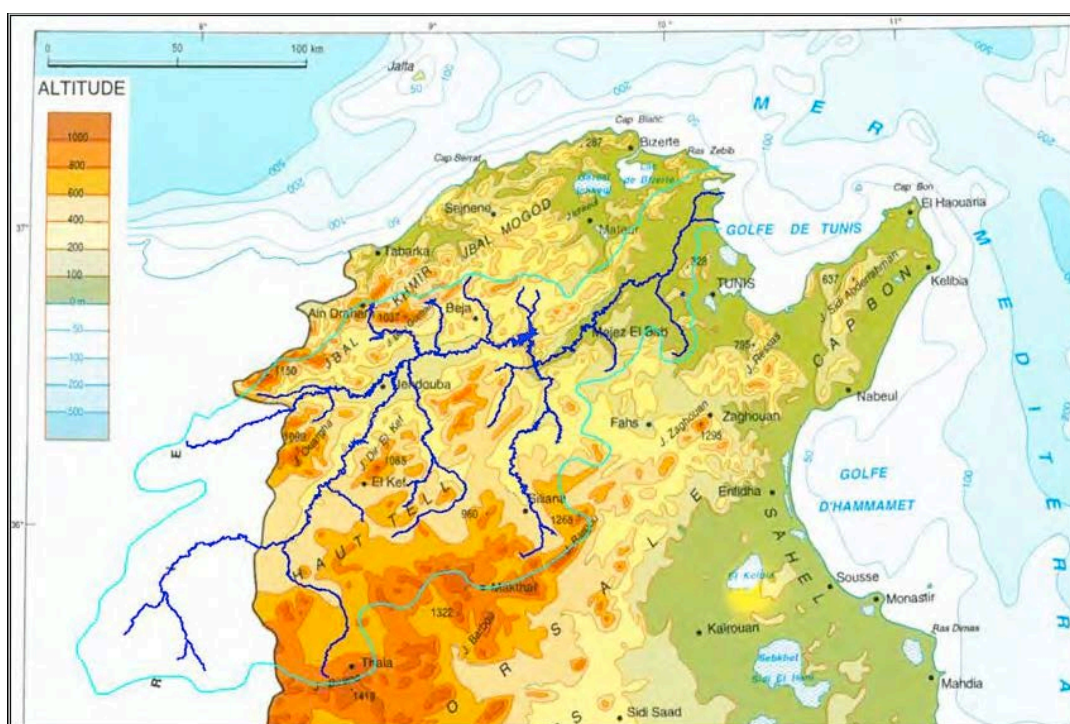
第2章 流域の概要と洪水被害状況

2.1 流域の概要

2.1.1 地形、地質及び地盤

(1) 地形

メジェルダ川は、アトラス山脈北東部に源を発し、アルジェリア北東部からチュニジア北部を流れ、チュニス湾に注ぐ国際河川である。流路長は460km、流域面積は23,700km²、このうちチュニジア内における流路長は312km、流域面積は15,830km²であり、チュニジアでは最長河川である。その流域には農耕地が広がり、農業用水の主要供給河川であり、また流域及びチュニスを含む周辺都市用水の主要供給河川となっている。メジェルダ川流域（チュニジア側）の広域地形を下図に示した。



出典：国立気象研究所資料

図 2-1 メジェルダ川流域の地形（チュニジア内）

(2)地質および地盤

- 1)メジェルダ川流域の地質は、山地及び丘陵部においては、中生代三畳紀、白亜紀、新生代暁新世、始新世、漸新世、中新世、鮮新世の堆積岩（石灰岩、ドロマイト、層灰岩、砂岩、頁岩、蒸発岩）からなり、低地部では第四紀更新世、完新世の砂、粘土等の堆積層が分布している。
- 2)メジェルダ川 D2 ゾーンの地盤は、準備調査で実施された土質調査結果から、主に、シルト質粘土、砂質粘土、泥質粘土、砂から構成される。ジュデイダ鉄道橋より下流では、ほとんどが前三者の粘土からなり、稀に砂の薄層が挟在される。ジュデイダ橋より上流では、砂層が厚くなると推定される。

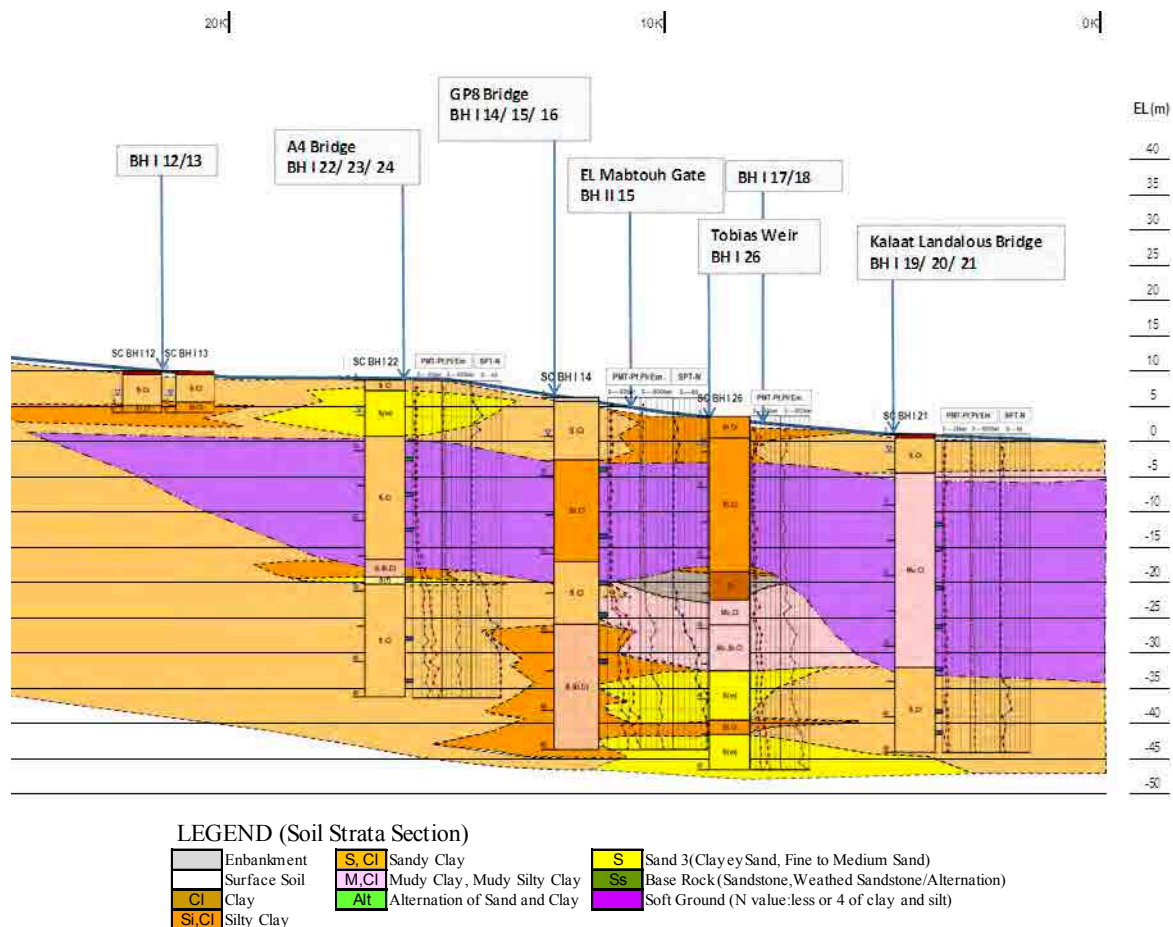


図 2-2 メジェルダ川本川沿い下流部土層縦断面図 (軟弱層表示)

2.1.2 気象・水文

(1) 気象

チュニジアは北アフリカの地中海沿岸に位置し、サハラ砂漠に属する南部を中心に国土の大部分が砂漠気候やステップ気候といった乾燥地帯が占めるが、北部地中海沿岸は地中海性気候となっている。

調査対象地域の位置するチュニジア北部地域は、夏季には高温乾燥、冬季には温暖湿潤な気候が特徴である。気温、蒸発散量、日照時間は7～8月に最大となり、湿度及び降水量は最小となる。

調査対象地域における年平均気温は概ね 17～20℃であり、7～8月の月平均気温は 27～29℃、平均最高気温は 33～34℃となる。

(2) 降雨

チュニジアにおける降雨は地域的・季節的な変動が極めて大きい。同国北西端のクミル山地での年平均降水量は1,500 mm に達するが、南部へゆくほど減少し同国南端での年平均雨量は100 mm 以下である。下図（地図）に示すとおり、メジェルダ川流域においても降水量の地域的偏りは大きい。下図（グラフ）の通り、調査対象地域北部(メジェルダ川左岸側流域)では、10～4月には月平均降水量が大幅に増加し、特に12～1月に顕著なピークが発生する。一方、南部(メジェルダ川右岸側流域)では年間の月平均降水量の差が北部ほどは顕著ではない。調査対象地域の年平均降水量は概ね400～500mm程度である。

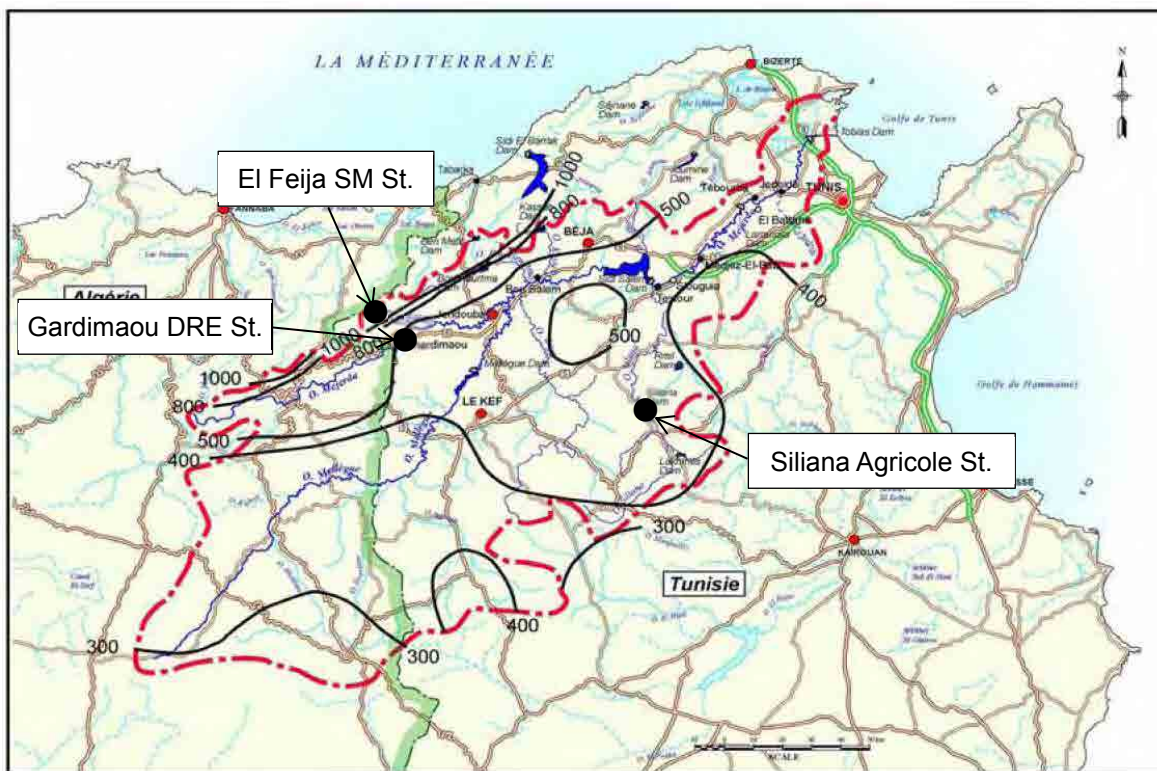


図 2-3 メジェルダ川流域の等雨量線図(年平均降水量)

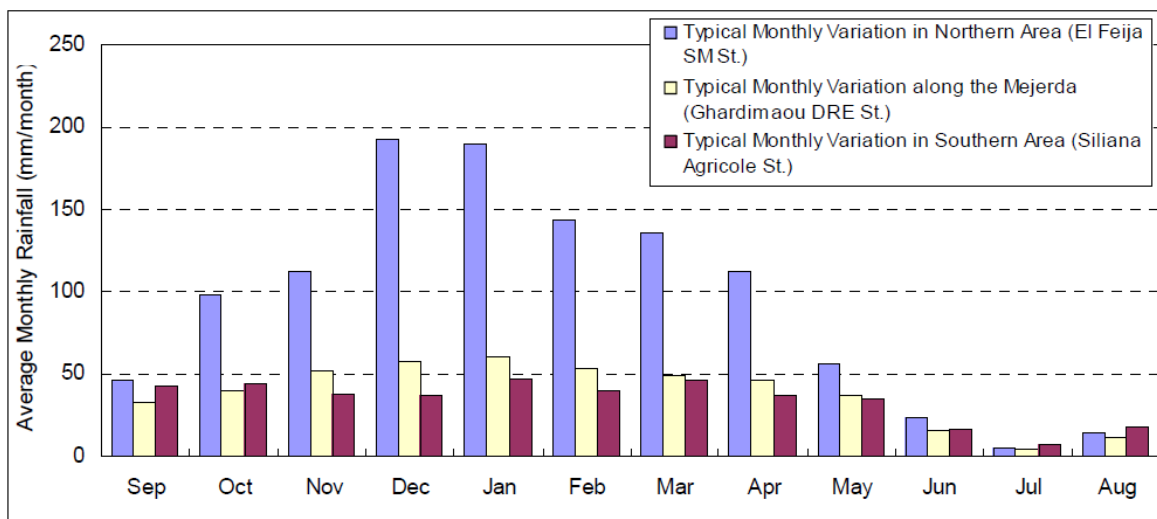


図 2-4 月平均降水量地域差

2.1.3 治水・利水施設

メジェルダ川流域において現在稼働中のダムは9基であり、建設中または、設計・計画段階にあるものは6基である。それらの概要と位置を以下に示した。この他、ラルシア堰はキャブ・ボン運河に導水するための取水施設であり、またトビアス堰も同様に取水施設として機能している。

表 2-1 メジェルダ川流域ダム特性

ダム	集水面積 (km ²)	最高水位総貯水容量 (100万 m ³)
シディ・サレム (Sidi Salem)	18,191	959.5
メレゲ 2 * (Mellegue 2)	10,100	334.0
ブ・ヘルトマ (Bou Heurtma)	390	164.0
メレゲ (Mellegue)	10,309	147.5
シリアナ(Siliana)	1,040	125.1
テッサ(Tessa)*	1,420	125.0
カセブ (Kasseb)	101	92.6
ベン・メティール(Ben Metir)	103	73.4
サラート* (Sarrath)	1,850	48.5
ベジャ*(Beja)	72	46.0
カレド(Khalled)*	303	37.0
シャフル* (Chafrou)	217	14.0
ラクメス(Lakhmes)	127	8.4
ルミル(Rmil)	232	6.0

注 *：建設中または、設計・計画段階

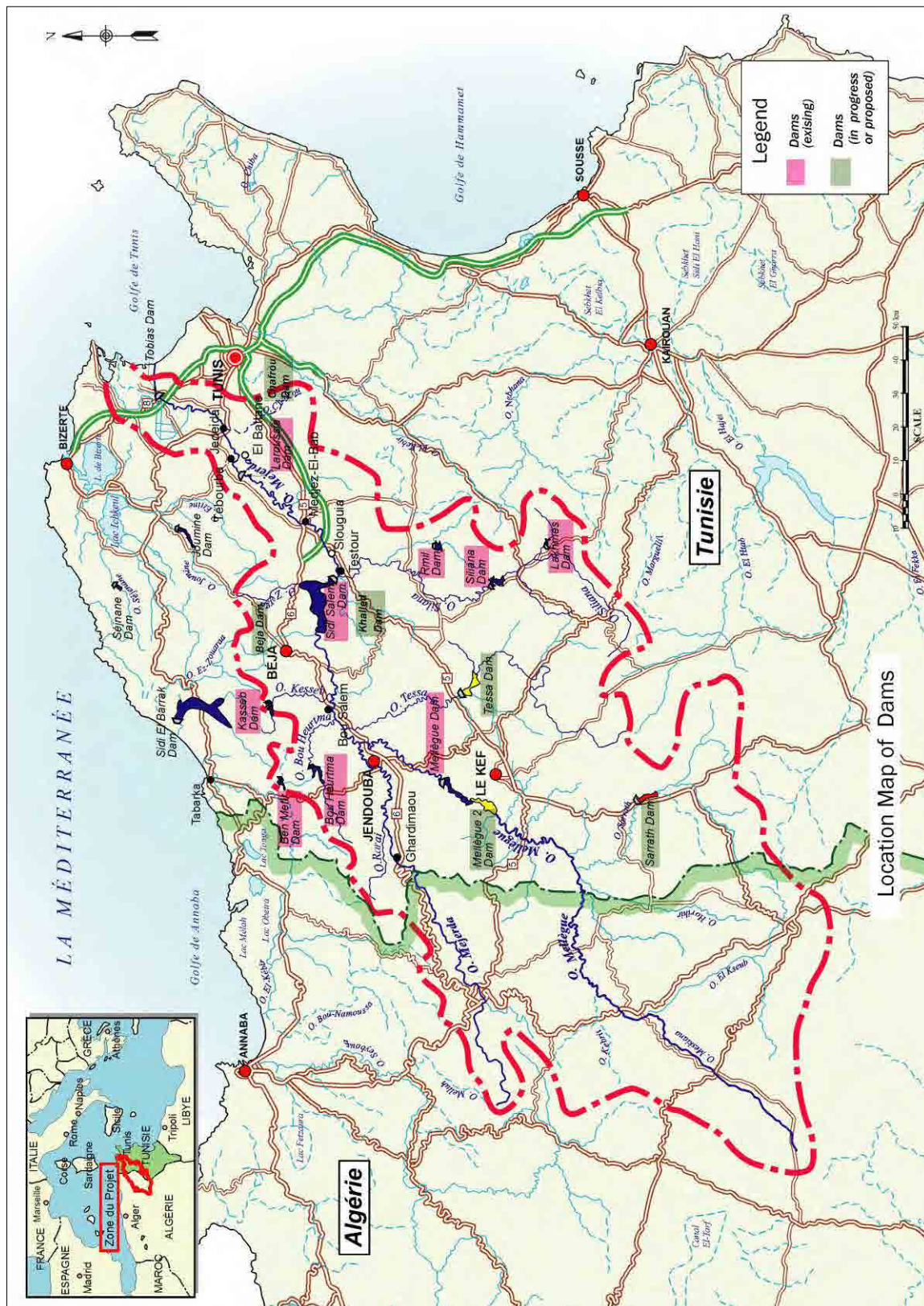


図 2-5 チュニジアのメジェルダ流域におけるダム位置図

2.1.4 社会経済

(1) 人口と人口密度

2004年の国勢調査によれば、チュニジアおよびメジェルダ川流域での人口と人口密度に関しては、以下のとおりである。

チュニジアの人口	9,910,872 人(約 991 万人)
チュニジアの人口密度	61.1 人/km ²
チュニジアの人口増加率	1.10%
チュニジアの都市居住者の人口比率	64.8%
メジェルダ川流域の人口	約 133 万人 (国全体の人口の 13.4%)
メジェルダ川流域の人口密度	84.0 人/km ²

出典：2004年国勢調査

(2) 経済

1) 農業分野

メジェルダ川流域は国内の農業生産において重要な役割を果たしており、農業分野は流域経済の中核を担っている。その概要は以下のようである。

メジェルダ川流域面積	15,830km ² (全国土面積の 9.8%)
流域内の畑地 (非灌漑) 面積	10,392km ² (流域面積の 65.6%)
流域内の灌漑農地面積	1,489 km ² (流域面積の 9.4%)
流域内農畜産物	
小麦生産	162.7 万 t (全国生産量の 51%)
大麦生産	46.5 万 t (全国生産量の 34%)
牛肉生産	全国生産量の 45.4%
ヤギ肉生産	全国生産量の 45.2%
鶏肉生産	全国生産量の 51.9%
流域内コルク生産	全国生産量の 75.7%

出典：国家統計局

2) 製造業とサービス業分野

以下の表に、マヌーバ県とアリアナ県に存在する製造業とサービス業関連企業の現状を整理した。首都であり同国随一の港湾を有するチュニスの近郊に位置する両県では、輸出志向型企業が全体の約半数を占めており、これらの企業を洪水被害から守ることは国家経済に裨益すると考えられる。

	マヌーバ県	アリアナ県
全企業数	186 社	240 社
輸出志向型企业数	92 社	111 社
企業の内訳	繊維、衣類・革製品、食品加工 (乳製品、リンゴ、梨)、自動車部品を中心とした電気機械産業	繊維、衣類・革製品、農産加工、電機、製薬、コンピュータ・情報通信産業

出典：チュニジア海外投資振興庁

2.2 D2 ゾーンの概要

2.2.1 河道

メジェルダ川の最下流域 D2 ゾーンはラルーシアダムから河口まで約 65km の区間である。D2 ゾーンの上流部のラルーシアダム～ジェディダでは、なだらかな丘陵地帯において、掘り込み河道となっており、掘り込みの深さは 10m 以上であり、ジェディダに向かって次第にその深さは減少する。中流部のジェディダ～トビアス間では、沖積平野を流れており、途中で右岸にシャフル川が合流している。現状では 2m 程度の築堤が実施されている区間もあるが、基本的には、低水路（滯筋）と高水敷から成る複断面の掘り込み河道である。

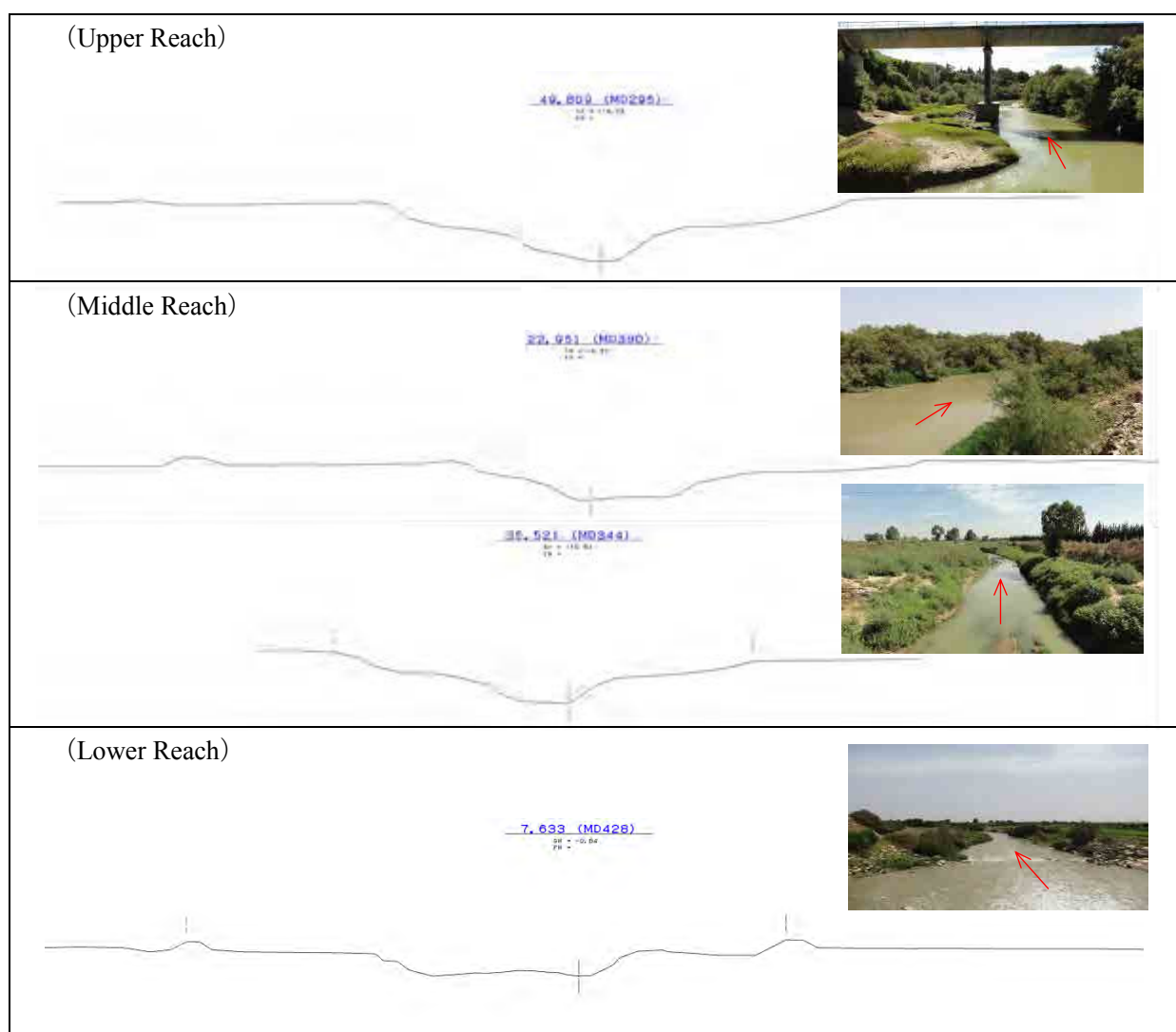


図 2-6 代表的河道断面

2.2.2 河道内施設

(1) 堰

ラルーシア堰とトビアス堰の 2 堰がある。

(2) 橋梁

D2 区間には現状では、29 の橋梁があるが、今回の河川改修により改築が必要となるのは 15 橋、

新設は3橋である。なお、最下流のカラート・アンダウス橋については、河道改修に伴う改築が必要となるが、道路事業での対応が想定されるため、本事業では対象外とした。

(3) 本川の既存排水樋門

本川の排水樋門は、下表に示すとおりである。今回の河川改修により改築が必要とされる樋門は既存18門中9門である。なお、最下流のトビアス堰の取水樋門については、施設規模が大きいことから既存施設をそのまま使用する。

表 2-2 河川改修により改築が必要とされる樋門一覧表

No	Name	Accumulative distance(km)	現地確認	改築有無	内水域面積(km ²)	既設断面/用途/土地利用
1	P71 Left	52.2	×	—	1.44	
2	P84 Left	48.8	×	—	3.95	
3	P110 Left	42.9	○	×	0.85	
3-1	P110 Left-2	L 41.7	○	○		Φ500/排水/市街地
4	P84 Right	R 48.8	○	○	3.47	Φ800 程度想定/排水/農地
5	P105 Right	R 44.4	○	○	2.58	-
6	P110 Right	42.9	×	—	1.85	
7	P116 Right	R 41.7	○	○	0.20	Φ800 程度想定/排水/市街地
8	P119 Right	38.6	○	×	0.42	
9	P132 Right	36.5	×	—	26.26	
10	P146 Right	R 33.7	○	○	6.72	2Box-3.2mB×1.2mH/排水/農地
11	P160 Right	R 30.8	○	○	18.42	U-1.04m×0.8mH (Drainage)/農地
11-a	P160 Right	R 30.2	○	○		U-1.0m×1.0mH (Drainage 想定)/農地
12	P169 Right	R 28.4	○	○	7.01	2Box-2.2mB×1.2mH/排水
13	PoMejCher Right	23.7	○	×	19.71	
14	PA4Mejam Left	L 16.7	○	○	0.70	Φ800 程度想定/排水/農地
15	PA4Mejav Left	L 15.7	○	×	0.80	
16	PoMejProt Right	12.9	○	×	7.65	
17	PoMejTobias Right	10.7	○	×	0.40	
18	PTobias Left	10.6	○	×	0.63	現施設をそのまま使用/取水/農地

※・上表の距離標欄の距離数字前の L、R は、それぞれ左岸側、右岸側を示す。内水域面積の出典：JIVA Study Team

- ・現地確認欄の○は今回の調査で確認できた施設、×は出来なかった施設を示す。
- ・改築有無欄の—は現地確認が出来ないため現時点で改築の必要性が判断できない施設、×は現地確認の結果、現在使用されていない施設で改築（撤去のみ）が不要の施設、○は使用されており改築が必要な施設を示す。

2.3 洪水被害状況

メジェルダ川流域における 1900 年以降の既往洪水と主要観測所におけるピーク流量は以下のとおりである。

表 2-3 メジェルダ川流域における既往洪水

Flood	Peak Discharge(m ³ /s)						
	Mellegue(K13)	Ghardimaou	Jendouba	Bou Salem	Slouguia	Mezez Elbab	Jedeida
Feb 1907	-	-	1,610	-	-	-	-
Feb 1928	-	-	-	1,220	-	-	-
Mar 1929	-	-	-	1,760	-	-	-
Dec 1932	-	-	-	2,060	-	2,250	-
Jan 1940	-	-	-	1,780	-	-	-
Oct 1947	-	-	-	1,700	-	1,280	-
Nov 1948	-	-	-	851	-	891	-
Jan 1952	-	-	-	904	-	981	-
Mar 1959	-	-	-	1,140	-	1,490	-
Sep 1969	4,480	-	-	1,485	-	1,440	-
Mar 1973	-	2,370	2,420	3,180	-	-	-
1976	-	1,013	970	-	-	-	-
1981	Sidi Salem Dam Completed						
Dec 1984	600	570	750	900	-	-	-
Jul 1989	-	-	-	-	470	-	-
May 2000	4,480	736	327	977	-	-	-
Jan 2003	2,600	1,090	1,070	1,020	744	730	-
Jan 2004	2,480	1,470	1,024	889	-	-	-
Jan 2005	-	838	616	529	-	224	-
Apr 2009	-	-	-	-	365	262	-
Feb 2012	-	-	-	-	-	-	324

下表に上述主要洪水の概要を示す。

表 2-4 主要洪水の概要

No.	洪水名	洪水及び被害概要
1	1973年3月洪水	メジェルダ川における主要洪水流域全体に大規模な浸水被害をもたらした洪水である。この時点においてシディ・サレムダムは存在せず、メジェルダ川河口部には2つの流路(旧河道とトビラス放水路)があった。本洪水の特徴は、大きな一山のピーク降雨量、流入量及び流出量にある。本洪水において、降雨及び高水位の継続時間は短く、氾濫も1週間程度以下と長期ではなかったと言われている。
2	2000年5月洪水	メレゲ川流域とメジェルダ川上流域に深刻な浸水をもたらした洪水である。本洪水の特徴は以下のとおりである。 ・アルジェリア側からメレゲ川(K13)への一山の大洪水量の流入 ・メジェルダ川流域上流部での局地的集中豪雨 この時点においてシディ・サレムダムは既に建設されており、ダム洪水調節効果によりダム下流では氾濫被害は発生していない。
3	2003年1月洪水	2003年1～2月にかけて、極めて広範囲に被害をもたらした洪水である。本洪水の特徴は以下のとおりである。 ・メジェルダ川本川のガルディマウ観測所及びメレゲ川のK13観測所における複数の大きいピーク流入量 ・複数の大きいピーク降雨量 2003年1月の洪水流入量は、複数の大きいピークを示し、2005年5月洪水とは異なり、シディ・サレムダムの上・下流のメジェルダ川沿いに長期間にわたる浸水をもたらし、特に、下流では1ヶ月以上にも及んだ箇所もあり、全世帯の60%に被害が及び6名の死者を出した。
4	2004年1月洪水	中規模の洪水が複数回発生し、シディ・サレムダムが常時満水位を保つために放流を行ったことにより下流で浸水被害をもたらした洪水である。本洪水の特徴は以下のとおりである。
5	2005年洪水	・ガルディマウ観測所における複数の中規模なピーク流出量 ・複数のピーク降雨量
6	2009年4月洪水	シディ・サレムダム放流と堤防破堤により、灌漑農地及び灌漑施設に浸水被害をもたらした洪水である。本洪水の特徴は以下のとおりである。 ・ガルディマウ観測所とラガイ観測所におけるふた山洪水量 ・メジェルダ川流域下流部にあるマヌーバ県とアリアナ県における局地的集中豪雨
7	2012年洪水	ジュデイダ近傍において大きな浸水被害をもたらした洪水である。本洪水の特徴は以下のとおりである。 ・ジュデイダ観測所におけるふた山洪水量 メジェルダ川における浸水面積は2,216haで、ジュデイダにおける浸水農地は700ha

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。

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

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）
- 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）

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。

3.1.4 行政機関

(1) 農業省

以下に農業省の組織図を示す。

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。

(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。早期警報システムを管轄している。水資源総局の組織図を以下に示す。

2) 地方農業開発事務局

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。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

洪水対策に関して設備省は、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、などを実施している。

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。

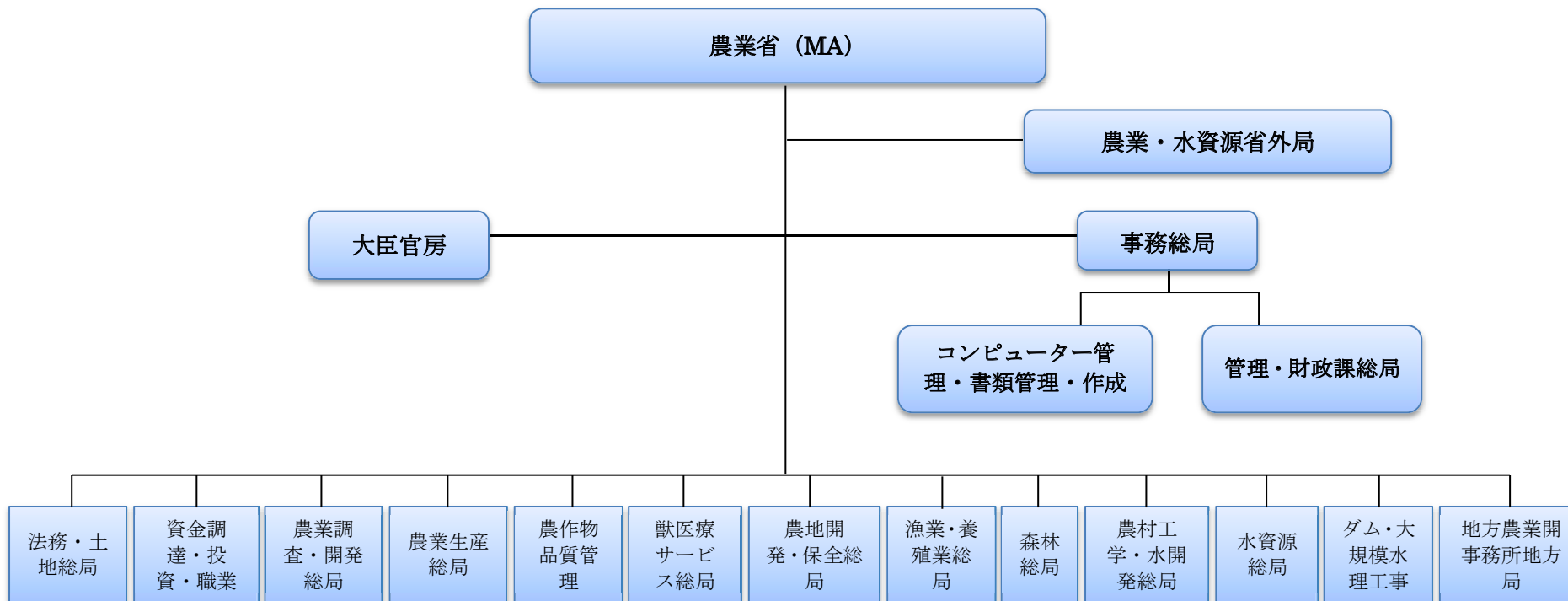


図 3-1 農業省 組織図

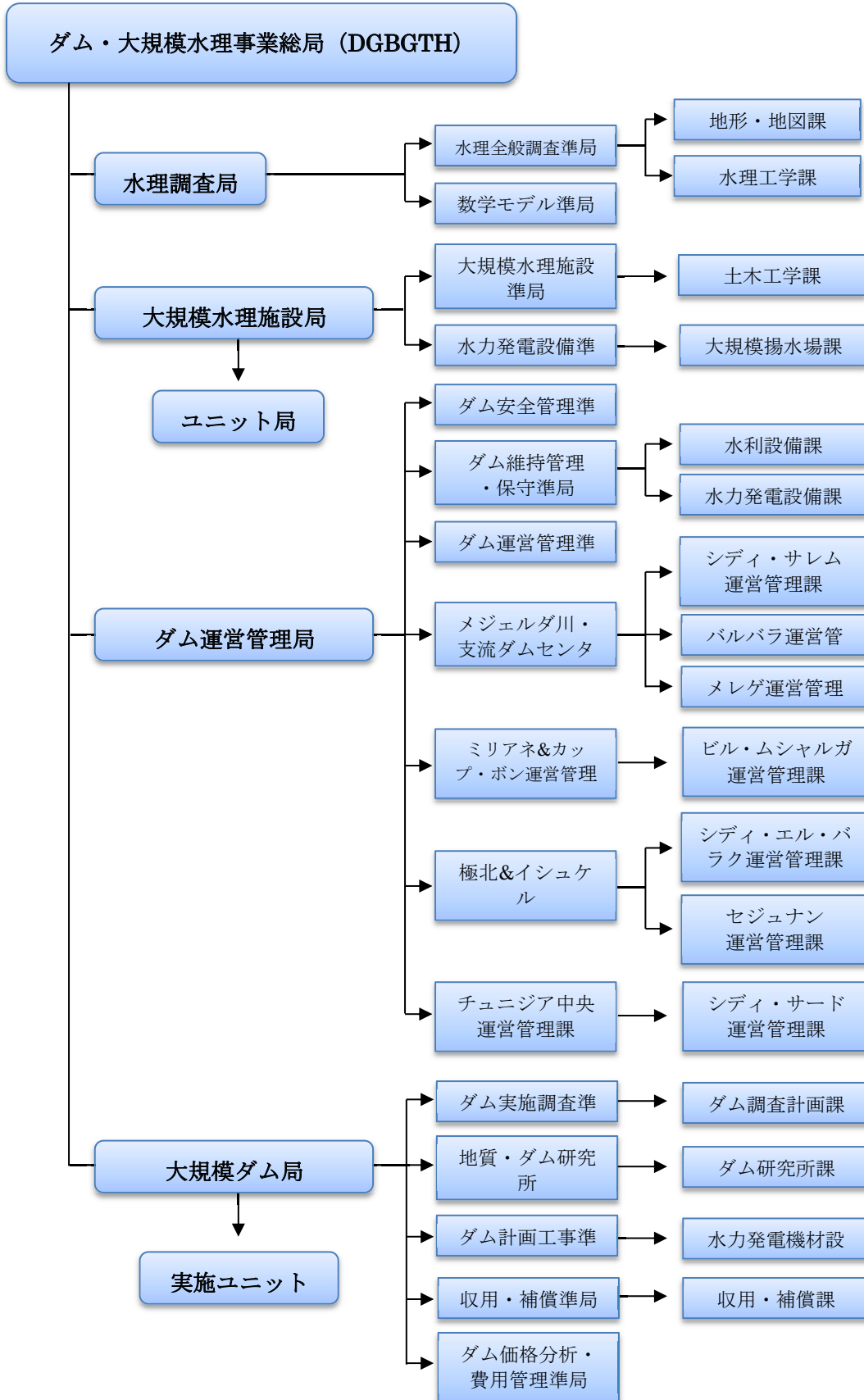


図 3-2 ダム・大規模水理事業総局 (DGBGTH) 組織図

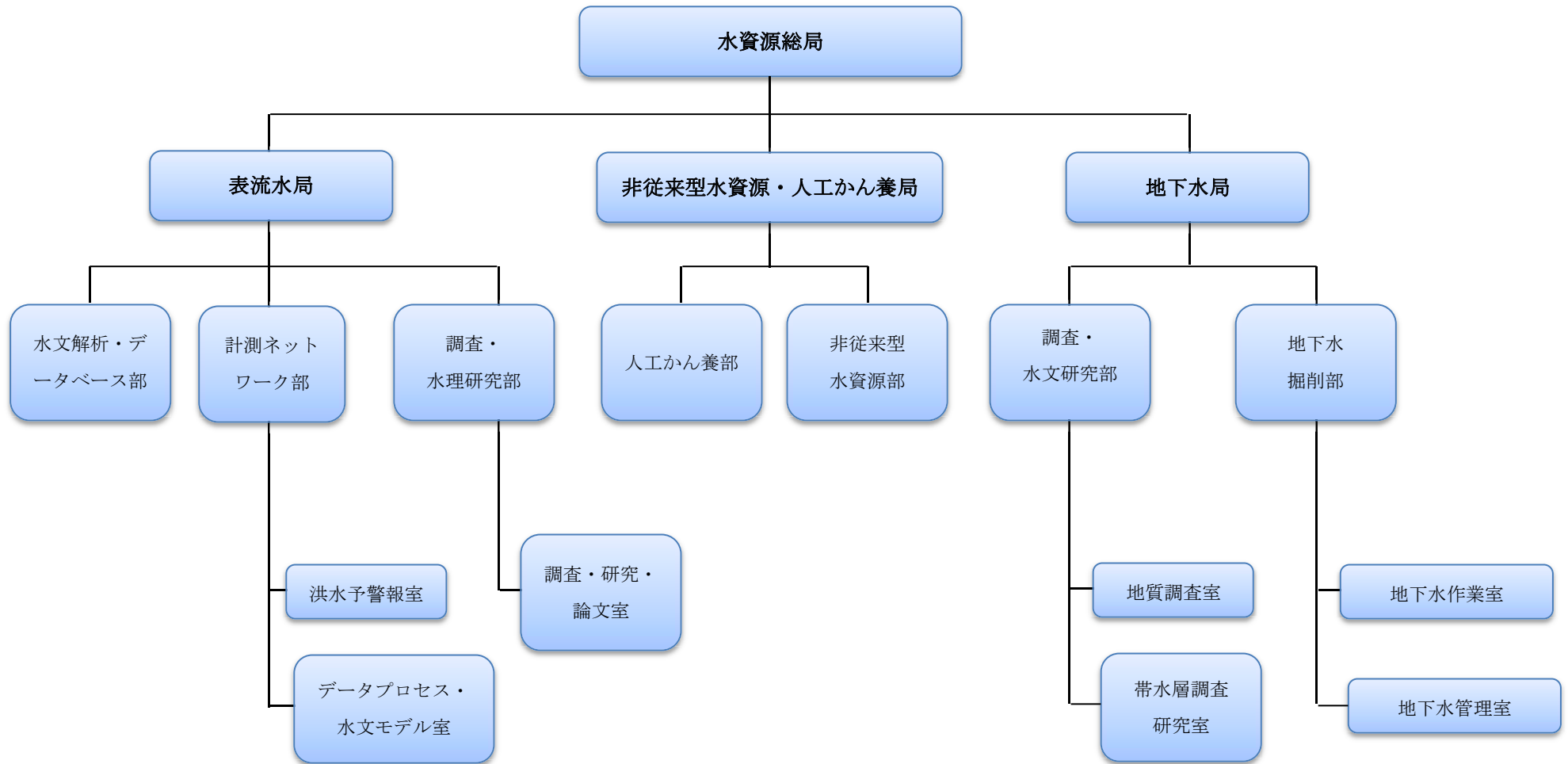


図 3-3 DGRE (水資源総局) 組織図

(4) 国立気象研究所

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

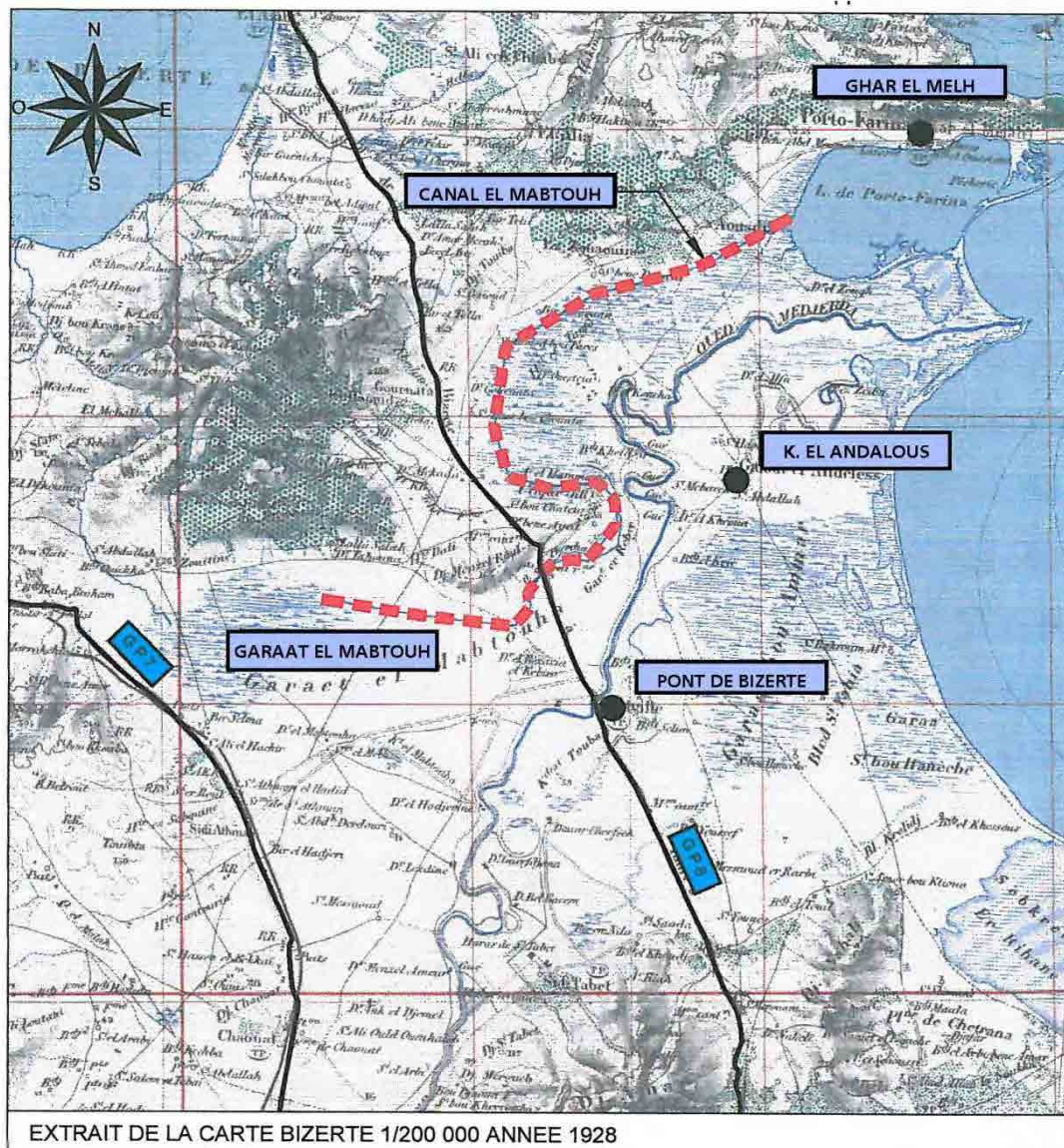
メジェルダ川における洪水対策の一環としての河川事業の概要を既往の資料をもとに、以下にまとめて示す。

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。

3.2.2 ダム事業

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。

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。

(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 3-4 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

(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 3-5 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を入力できない。	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、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。

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。

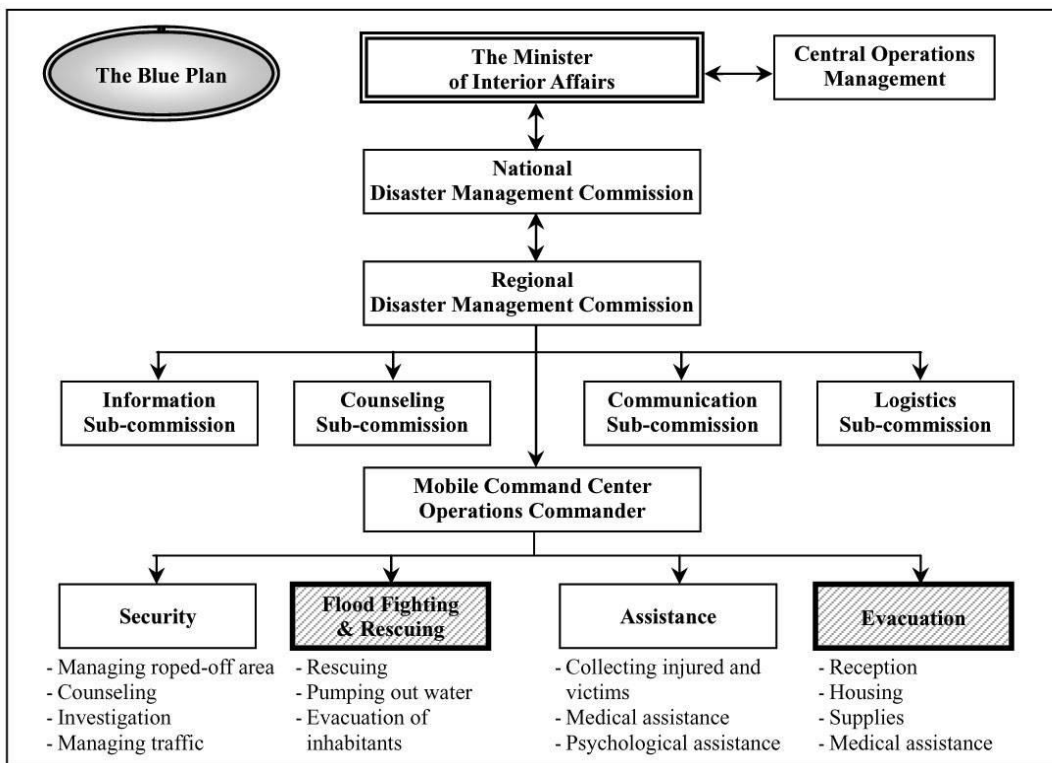
4) 民間ボランティア、国際赤十字

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。

(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 3-6 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。

(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。

表 3-6 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

(4) 洪水時の避難と避難センター

避難勧告により地域住民は、指定された避難センターに避難する。避難は、集落単位、家族単位で行われる。避難に関しては、住民保護局と軍隊が協力して実施している。

(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、伝達における課題は、以下のように整理される。

表 3-7 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。

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。

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。

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ドルー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。

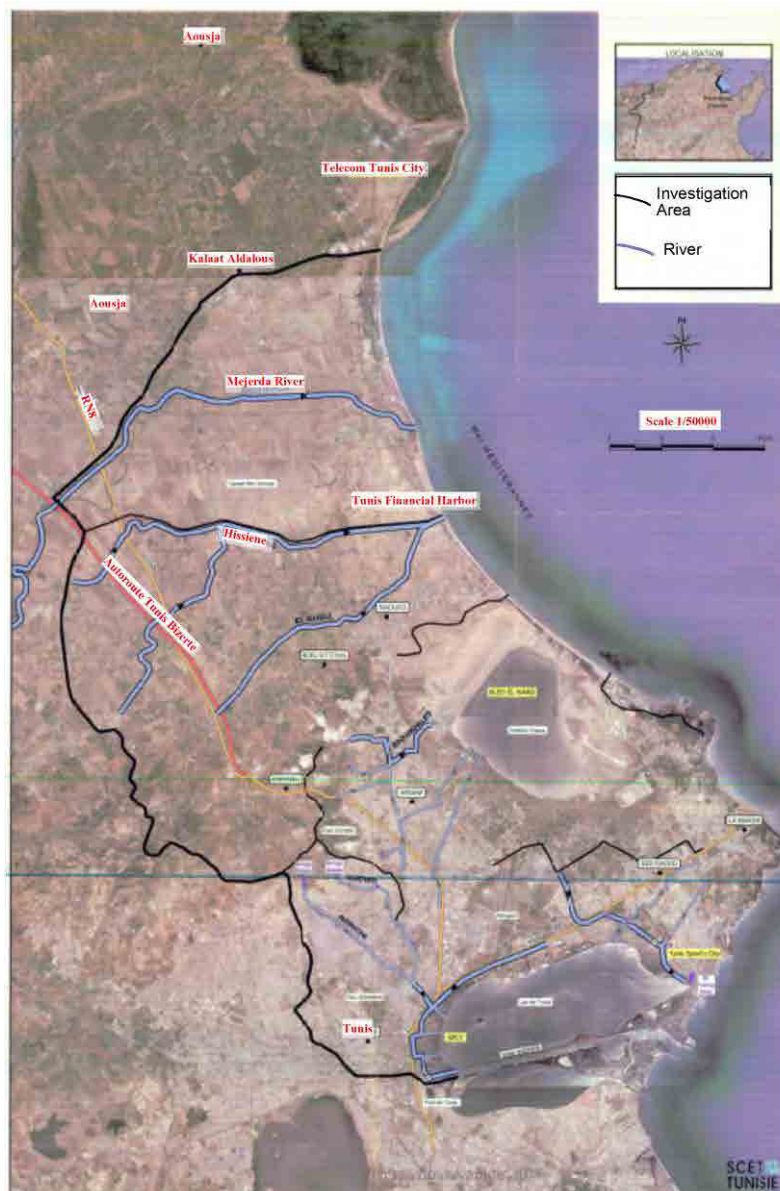


図 3-7 チュニス市北西部洪水対策調査の対象地域

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
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
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）

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。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。

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の一課題として、水資源開発・管理への支援が挙げられている。

2008年に横浜で開催された TICAD IV で採決され横浜宣言は、特に環境と気候変動の問題に関するものであるが、水の重要性が強調され、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。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。

3.5 事業の必要性和位置づけ

3.5.1 事業の必要性

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

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。

(3) 本事業と我が国対チュニジア援助政策との関連

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

設備省都市水理局は、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。