

東ティモール民主共和国
公共事業省
農業水産省

東ティモール国
ディリ洪水対策情報収集・確認調査

ファイナルレポート
要約

重要

- ・ 本報告書に記述されている無償資金協力事業に関しては、2022年2月時点の情報に基づき作成されている。記載された無償資金協力事業の提案内容は、別途実施される協力準備調査における事業費積算時に物価や為替レートにより見直しがなされる。
- ・ 本報告書に記載されたいずれの提案事業も実施が約束されているものではない。

2022年12月

独立行政法人国際協力機構（JICA）

いであ株式会社
株式会社三祐コンサルタンツ
株式会社アンジェロセック

為替レート

1 USD = 115.26JPY

(2022年2月)

東ティモール国ディリ洪水対策情報収集・確認調査
ファイナルレポート
要 約

目 次

第1章 調査の概要	S-1
1.1 調査の背景	S-1
1.2 業務の目的	S-1
1.3 調査対象地域	S-1
1.4 東ティモール国カウンターパート、関係機関	S-1
1.5 団員構成	S-2
1.6 現地調査スケジュール	S-2
第2章 既存防災体制の現状	S-3
2.1 防災に係わる法・制度	S-3
2.2 災害リスク情報伝達	S-4
2.3 環境社会配慮制度	S-5
第3章 調査結果	S-6
3.1 今次洪水災害発生メカニズムの把握、災害リスク評価	S-6
3.1.1 今次洪水の観測雨量及び時間降雨量・水位の推定	S-6
3.1.2 今次洪水の被害状況と災害発生メカニズム	S-7
3.1.3 調査対象地の災害リスク評価	S-8
3.2 コモロ川	S-9
3.2.1 コモロ川の概要	S-9
3.2.2 コモロ川の洪水被害の評価	S-10
3.2.3 既存コモロ川河川計画のレビュー	S-11
3.2.4 コモロ川の河川管理の提言	S-13
3.2.5 コモロ川護岸の復旧方針	S-13
3.3 ベモス給水施設	S-15
3.3.1 ベモス給水施設の被災状況	S-15
3.3.2 他ドナーを含めた給水施設の復旧計画	S-15
3.3.3 取水工（セクション1）の復旧計画	S-16
3.4 ブルト／マリアナ灌漑施設	S-18
3.4.1 ブルト灌漑施設の洪水被災状況	S-18
3.4.2 マリアナ灌漑施設の洪水被災状況	S-18
3.4.3 ブルト灌漑施設の復旧方針	S-19
3.4.4 マリアナ灌漑施設の復旧方針	S-19
3.5 ディリ及び近郊3地域の内水排水対策の検討	S-20
3.5.1 ディリ及び近郊3地域の雨水排水に係る概況	S-20
3.5.2 浸水ハザードマップ及び事前避難計画の検討	S-21

3.5.3 内水・排水対策の方向性	S-22
3.6 包括無償対象の施設復旧時事業の検討	S-23
第4章 洪水被害の削減に向けた提言	S-28
4.1 防災投資の重要性	S-28
4.2 首都ディリを「安全、強靱で魅力ある都市」にするために	S-28

表目次

表 2.3-1 東ティモール国における EIA の基準と分類	S-5
表 3.2-1 コモロ川河川計画検討の方針	S-12
表 3.2-2 河川管理のために必要な取り組み	S-13
表 3.2-3 被災護岸の復旧の考え方と優先度	S-14
表 3.3-1 ベモス給水施設改修計画	S-16
表 3.3-2 ベモス給水施設対象流量	S-16
表 3.3-3 ベモス給水施設改修内容	S-17
表 3.4-1 ブルト灌漑施設の被災箇所及び被災内容	S-18
表 3.4-2 マリアナ灌漑施設の被災箇所及び被災内容	S-18
表 3.5-1 ディリの内水・排水対策	S-22
表 3.5-2 近郊3地域の内水・排水対策	S-22
表 3.6-1 包括無償の案件概要と想定事業費（案）	S-24
表 3.6-2 包括無償の想定工事工程表(案)	S-25
表 3.6-3 包括方式無償資金協力の実施機関体制	S-26
表 3.6-4 事業調整会議（Committee）運営形態	S-26
表 3.6-5 契約・協定関係の担当機関	S-27
表 4.2-1 「安全、強靱で魅力ある街、ディリ」の実現に向けた方策	S-29

図目次

図 2.1-1 国家防災管理体制	S-3
図 2.2-1 災害リスク情報の流れと連絡手段	S-4
図 3.1-1 ディリにおける時間雨量値	S-6
図 3.1-2 全球気象データからの高解像度降雨データの作成手順	S-6
図 3.1-3 ディリ周辺域の被災状況	S-7
図 3.1-4 災害発生メカニズム	S-8
図 3.1-5 水害リスク評価マップ	S-8
図 3.2-1 コモロ川流域図	S-9
図 3.2-2 コモロ川の護岸被災箇所	S-10
図 3.2-3 水位縦断図	S-11
図 3.2-4 現況河道の流下能力縦断図	S-12
図 3.2-5 コモロ川計画縦断図	S-13
図 3.2-6 修復護岸の標準断面図	S-15
図 3.3-1 ベモス給水施設改修計画図	S-18

図 3.5-1 今次洪水時の浸水想定区域図(計算結果、最大浸水深)…………… S-21
 図 4.1-1 災害マネジメントサイクル…………… S-28
 図 4.2.1 「安全、強靱で魅力ある街、デイリ」の実現に向けた方策のイメージ…………… S-28

略語表

ADB	Asia Development Bank	アジア開発銀行
ADN	National Development Agency	国家開発庁
AdP	Aqua de Portuguese	ポルトガル水道公社
BTL	Bee Timor-Leste	東ティモール水道公社
CBDRM	Community-based Disaster Risk Management	コミュニティ防災
CPA	Civil Protection Authority, Ministry of Interior	国民保護庁
CVTL	Timor-Leste Red Cross	東ティモール赤十字
DDIUP	Dili Drainage Improvement Upgrading Project	デイリ排水改善プロジェクト
DFAT	Department of Foreign Affairs and Trade, Australia	オーストラリア外務貿易省
DGPC	Directorate General of Civil Protection	国民保護総局
DNGRD	National Directorate of Disaster Risk Management	災害リスク管理局
DNMG	National Directorate of Meteorology and Geophysics	気象地球物理局
DNSA	National Directorate of Water Supply (Predecessor of BTL)	公共事業省水道局（水道公社の前身）
DRBFC	Directorate of Road, Bridge and Flood Control	道路・橋梁・治水局
EDTL	National Electricity Company	電力公社
EU	European Union	欧州連合
EWB	Engineers Without Border (Australia)	オーストラリア／国境のなき技師団
EWS	Emergency Warning Signal	緊急警報放送
FAO	The Food and Agriculture Organization of the United Nations	国際連合食糧農業機関
FB	Facebook	フェイスブック
GoTL	Government of Timor-Leste	東ティモール政府
GPDRR	Global Platform for Disaster Risk Reduction	防災グローバルプラットフォーム
GSMaP	Global Satellite Mapping of Precipitation	衛星全球降水マップ
ICHARM	International Centre for Water Hazard and Risk Management under the auspices of UNESCO	水災害・リスクマネジメント国際センター
IFAS	Integrated Flood Analysis System	統合洪水解析システム
IPG	Institute of Petroleum and Geology	石油地質研究所
JMA	Japan Meteorological Agency	気象庁（日本）
JPY	Japanese Yen	日本円
KOICA	Korea International Cooperation Agency	韓国国際協力団
MAF	Ministry of Agriculture and Fishery	農業水産省
MNEC	Ministry of Foreign Affairs and Cooperation (Ministro dos Negócios Estrangeiros e Cooperação)	外務協力省

MoF	Ministry of Finance	財務省
MPS	Secretariat for Major Project Service	主要事業事務局
MPT	Ministry of Planning and Territory	国土計画省
MPW	Ministry of Public Works	公共事業省
NGO	Non-governmental organizations	非政府組織
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration	アメリカ海洋大気庁
OCHA	United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs	国際連合人道問題調整事務所
PDNA	Post Disaster Needs Assessment	被災後需要評価
SEPC	Secretary of State for Civil Protection	国民保護府
SMS	Short Message Service	ショートメッセージサービス
UNDP	United Nations Development Programme	国際連合開発計画
UNITAR	The United Nations Institute for Training and Research	国際連合訓練調査研究所
UNRCO	The United Nations Resident Coordinator Office	国連常駐調整官事務所
UNTL / FEST	National University of Timor Lorosae / Faculty of Engineering, Science and Technology	東ティモール国立大学工学部
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
USD	United States Dollars	アメリカ合衆国ドル

要 約

第1章 調査の概要

1.1 調査の背景

東ティモール民主共和国（以下「東ティモール」）は土砂災害や浸水被害が毎年のように発生し、首都ディリ（約30万人）では、排水施設は増加人口に追いついておらず、局地的豪雨や極端気象により浸水被害が近年増大し、経済・社会活動は深刻な影響を受けている。2021年4月の豪雨によりディリ内の小河川及び排水路は氾濫し、ディリ内の大部分が冠水し、死者48人、10,000人以上が避難する災害が発生した。また土砂崩れ・地滑りにより、地方都市間の移動が困難となった（以下、「今次洪水」または「2021年4月洪水」）。

東ティモール政府は、日本政府とJICAに対して、より良い復興を目指す政府の取り組みを支援するための技術協力の公式書簡を送付した。JICAと同国政府は、2021年8月12日に先方実施機関（公共事業省、農業水産省）とミニッツを締結し、ディリ洪水対策情報収集・確認調査団（以下、本調査団）が派遣された。

1.2 調査の目的

本調査は、首都ディリの災害に強い街づくりに関し、今後の協力案件形成に必要な情報を収集することを目的とする。

1.3 調査対象地域

- ・ ディリ県（ディリ（注）、ヘラ、タシトル、コモロ川、ベモスーディリ給水システム）
注：“ディリ”とはディリ県の都心部を示す。
- ・ リキサ県（ティバール）
- ・ アイレウ県（コモロ川、ベモスーディリ給水システム）
- ・ マナツト県（ブルト灌漑施設）
- ・ ボボナロ県（マリアナ灌漑施設）

1.4 東ティモール側カウンターパート、関係機関

- カウンターパート機関
 - ・ 公共事業省（MPW）：道路・橋梁・治水局(DRBFC)、国家水道公社(BTL)
 - ・ 農業水産省（MAF）：灌漑水利管理局(DIWM)
- パートナー機関：東ティモール国立大学工学部（UNTL-FEST）
- 関係機関：財務省（MoF）、外務国際協力省(MNEC)、主要事業事務局(MPS)、国民保護庁（CPA）、水資源規制庁（ANAS）、気象地球物理局（DNMG）、石油地質研究所（IPG）、電力公社（EDTL）、ディリ県（Municipality of Dili）
- 国際機関：国連連絡事務所（UNRCO）、アジア開発銀行（ADB）、世界銀行（WB）、国際連合

開発計画 (UNDP)

- 他ドナー: ポルトガル水道公社 (AdP)、オーストラリア／国境なき技師団 (EWB)、米国援助庁 (USAID)
- NGO/NPO: Mercy Corps

1.5 団員構成

いであ株、(株) 三祐コンサルタンツおよび (株) アンジェロセックの団員 (合計 10 名) で構成。

1.6 現地調査スケジュール

- ・インセプションレポート : 2021 年 9 月
- ・プログレスレポート : 2021 年 12 月
- ・インテリムレポート : 2022 年 2 月
- ・補足調査 : 2022 年 4 月
- ・ドラフト・ファイナルレポート : 2022 年 7 月
- ・ファイナルレポート : 2022 年 8 月

第2章 既存防災体制の現状

2.1 防災に係わる法・制度

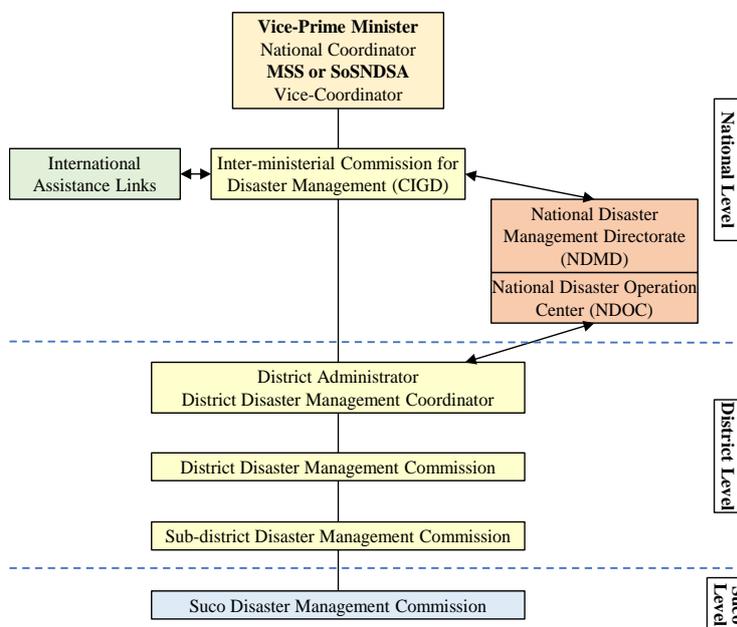
現在、東ティモールには、国の災害リスク管理について「災害リスク管理政策 2008-2012」と新たに承認された「国民保護法 No.12/2020」がある。

(1) 災害リスク管理政策 (National Disaster Risk Management Policy: NDRMP)

「災害リスク管理政策 2008-2012」は、2008年に兵庫行動枠組み（2005-2015）に基づいて策定されている。本政策は、自然災害や人為的災害から国民とその財産の安全を保証し、天然資源を守り、政府の優先事項を明らかにし、憲法上の使命に応えることを目的としている。同政策は、国レベルから村(Suco)レベルまでの災害管理に関する政府のビジョンを示しており、脆弱性評価、リスク分析、早期警報システム、危機管理、災害後の調査・検討、復旧・復興、災害リスクに対する意識向上などの災害リスク管理の一連の活動が示されている。

ディストリクト(現在の県)、サブディストリクト(現在の地区)、Suco(村)の各レベルの長が災害管理委員会を組織し、担当域内の緊急・災害リスク軽減活動に責任を持つこととなっている。

同政策は、兵庫行動枠組み(2005-2015)に基づいているため、総合的な防災政策になっているものの、防災を人道問題として捉えコミュニティ防災や早期警報の拡充が重視されおり、防災を開発問題と捉え経済損失の防止を重視し、防災事前投資の重要性を掲げた現在の防災の潮流(仙台防災枠組みの方向性)とは異なる内容となっており、早急な更新が必要である。



出所: 災害リスク管理政策

図 2.1-1 国家防災管理体制

(2) 国民保護法 (Civil

Protection Law No. 12/2020)

2020年12月2日成立した「国民保護法 (Civil Protection Law No. 12/2020)」が東ティモールにおける現時点の国民保護に係わる基本法である。国民保護法の目的は、a) 集団的リスクや重大な事故・災害の発生を防止すること、b) 大規模な事故や大災害が発生した場合に、集団的なリスクを軽減し、潜在的な影響を抑える、c) 危険にさらされている人や動物を救助・援助し、財産や文化的・環境的・公益的価値の高いものを保護する、d) 重大な事故や大災害の影響を受けた地域の人々の生活の正常化を支援することが掲げられている。政府は、2022年3月9日付法令第11号 (Decree-Law No.11/2022) に基づき、これまでの国民保護総局 (DGPC) を国民保護庁 (Civil Protection Authority: CPA) に昇格させ国民保護法に則った体制の構築を始めている。CPA は、す

すべての国民保護活動を調整する行政機関として、国民保護システム全体を統括する。

国民保護法の第4条の目的と活動分野には、住民への避難命令の発出も CPA の役割として規定されている。

第28条では県知事は県の国民保護政策に責任を持つこととなっており、重大な災害が切迫または発生時には予防、救助、支援、復旧など状況に応じた国民保護行動を行う義務を負うことが規定されている。

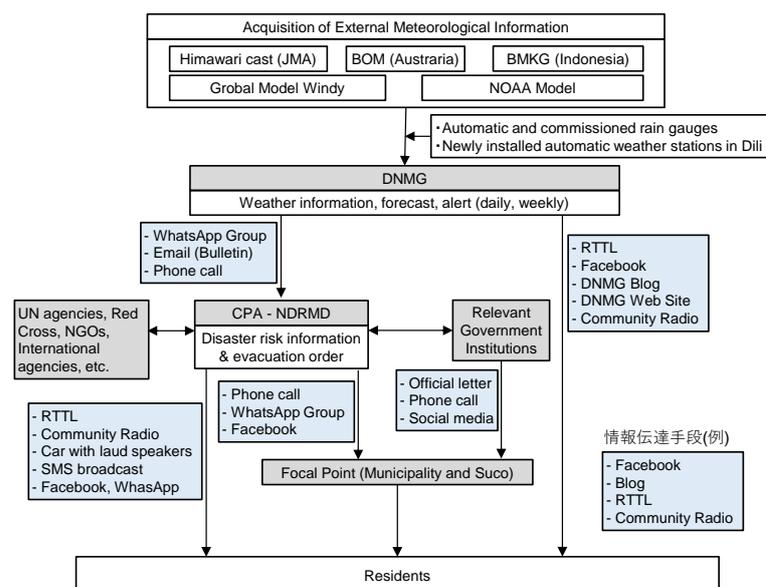
国、地域、県レベルにおいて国民保護評議会が設けられることとなっており、国民保護国家評議会 (National Civil Protection Council) は、国防、内務、司法、金融、貿易・産業、環境、公共事業、運輸・通信、農業、森林・漁業、社会連帯、保健、教育、国家行政の各分野から政府メンバーが指名する長のランクが代表者となることになっている。国家評議会の義務の1つとして、国民保護緊急計画 (Civil Protection Emergency Plan) の策定及び運用に関する基準及び技術的規範を提案することが挙げられているが、緊急計画の策定にとどまっておらず、災害リスク削減のための防災 (投資) 計画に関する協議は任務に含まれていない。

上述のとおり、国民保護法は、その目的の一つとして「重大な事故・災害の発生を防止」することが掲げられているものの、その内容は発災後の災害緊急対応が中心であり、災害リスク削減についての言及はほとんどない。「仙台防災枠組 2015-2030」に沿った取り組みを実施するため、グローバルターゲット(e)に合致した「国家防災(投資)計画」の策定が急がれる。

2.2 災害リスク情報伝達

現状の災害リスク情報の流れと連絡手段を図 2.2-1 に示す。気象・地球物理局 (DNMG) からの気象情報は、国民保護庁 (CPA) へ送られ、CPA において緊急避難の要非などの分析がなされ、関係省庁・機関へ送信されると共に、テレビ、ラジオ、ソーシャルメディア、SMS ブロードキャスト等を通じて直接住民に伝達される。CPA は、前述の国民保護法の第4章 2. d) に基づいて避難命令等の災害リスク情報を国民に対して発出する責任機関である。避難命令は、県や村の窓口 (Focal Point: 県の場合国民保護府からの派遣職員、村の場合 Suco 長) へ直接情報伝達され、県は、地区長 (Administrative Post 長)、村長 (Suco 長)、サブビレッジ長 (Aldeia 長) へ電話、ソーシャルメディア等を利用して伝達される。

2021年4月洪水災害以降の取り組みであるが、東ティモールの携帯キャリア3社との合意により、CPA からの災害リスク情報が SMS ブロードキャストで配信されるようになったことは大きな進歩と言える。SMS ブロードキャストは、ソーシャルメディアのようにインターネット接続の必要がなく、旧型の携帯電話でも、プ



出所：災害リスク管理政策

図 2.2-1 災害リスク情報の流れと連絡手段

ッシュ型で情報を受信できるため、警報発令には理想的である。

接近するハザードの規模によっては、インパクトの可能性が伝わるメッセージが必要である。日本では、「これまで経験したことが無いような」や「20xx 年の豪雨に匹敵する」といった表現が使用されることがあるが、切迫感を伝えるために東ティモールにマッチした表現が必要である。

2.3 環境社会配慮制度

当該国の環境社会配慮に関係する主な法律および現在整備中の法案は、以下の通りである。

【環境関連】

当該国において環境影響評価の手続きを定めているのは、環境ライセンス法である。この法律によると、事業用地のカテゴリー分類は、JICA ガイドライン同様、以下の表 2.3-1 のように分類している。

表 2.3-1 東ティモール国における EIA の基準と分類

プロジェクトの影響分類	プロジェクトの影響評価基準
カテゴリー A	重大な負の影響が見込まれるプロジェクト
カテゴリー B	ある程度負の影響が見込まれるプロジェクト
カテゴリー C	ほとんど影響ないと見込まれるプロジェクト

出所：JICA 調査団作成

カテゴリーの定義にある「重大な負の影響」の有無については、事業対象地の規模や非自発的住民移転の有無、及び社会経済面における影響を含むかどうかなど、総合的な評価により決定される。すべての開発事業の計画者は、事業実施の前に通商産業環境省環境局に事業計画を記したプロジェクトドキュメントを提出し、同局が発行する環境ライセンスの交付を受けることが義務付けられている。

【社会配慮関連】

憲法および民法で規定された権利の実現のため、2017年不動産所有権定義のための特別法および公用地収用法が交付された。しかし、関連法の整備段階で、現在のところ、土地を除く不動産及び動産が補償の対象となっている。

この他、政令により植物などの補償対象物とそれらの買取価格が規定されている。再取得価格は、市場価格に加え、収入税及び銀行送金手数料を含む内容となっており、JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づく補償水準との差異はない。

第3章 調査結果

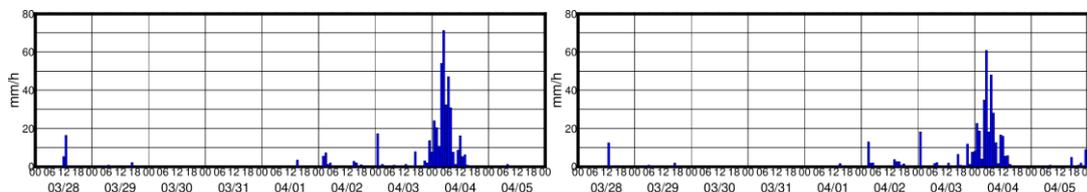
3.1 今次洪水災害発生メカニズムの把握、災害リスク評価

3.1.1 今次洪水の観測雨量及び時間降雨量・水位の推定

(1) 今次洪水時の雨量

DNMG が管理しているディリ空港では 2021 年 4 月 4 日 6 時の前 24 時間雨量におい 305mm を記録している。他 ANAS が管理している雨量観測所も 4 月 4 日にピーク日雨量を記録している。

東ティモール国立大学(以下「UNTL」という)が研究目的実施しているディリでの雨量観測では、4 月 4 日の明け方に豪雨が生じている。4 月 3 日～4 日の 2 日雨量は、Beto Leste については 359.6mm、Bairro Formosa においては 338.4mm であった。

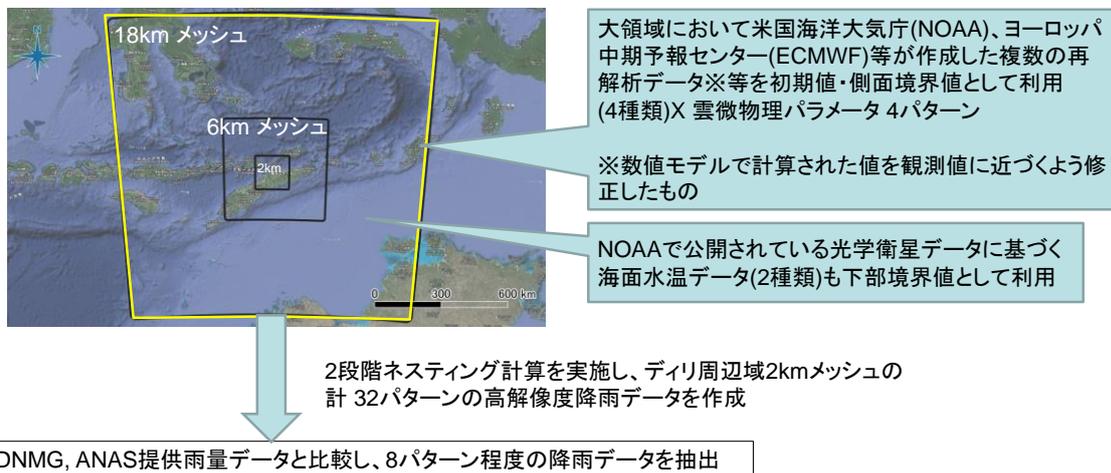


出所：UNTL Benjamin 教授提供データにより JICA 調査団作成

図 3.1-1 ディリにおける時間雨量値(左：Beto Leste, 右：Bairro Formosa)

(2) メソ気象モデル WRF による時間降雨量の推定

本検討では、複数パターンの高解像度降雨データを作成し、観測値と比較することにより選定した降雨パターンを用いて評価を実施することとした。



出所：JICA 調査団作成

図 3.1-2 全球気象データからの高解像度降雨データの作成手順

(3) 今次洪水時の水位の推定

調査対象地域における今次洪水時の水位観測データは存在しないが、東ティモール港湾公社より受領した潮位データ(2018 年 5 月 19 日～2019 年 7 月 31 日までの潮位データを基に調和解析を行い、今次洪水時の天文潮位を算出したところ、豪雨が生じていた時間帯は、潮位が標高に対して 29-41cm 程度高かったことが明らかとなった。熱帯低気圧セロージャによる吹き寄せ効果が

生じていたことを想定すると実際の潮位は更に高かったことが想定される。

3.1.2 今次洪水の被害状況と災害発生メカニズム

(1) 今次洪水の災害発生状況

上記災害発生に伴い今次洪水においては、ディリ周辺域においては、図 3.1-3 に示す各所で被害が確認されている。4月4日の24時間雨量は、ディリ空港では、305mmの降雨(210年確率に相当)、コモロ川流域は279mm(172年確率)、ベモス川では379mm(233年確率)に相当する。また、コモロ川の河口から1.7kmに位置する床止工での今次洪水時のピーク流量は、848~898m³/s程度であることが推察された。



出所：各機関の公開資料、提供資料を基に JICA 調査団作成

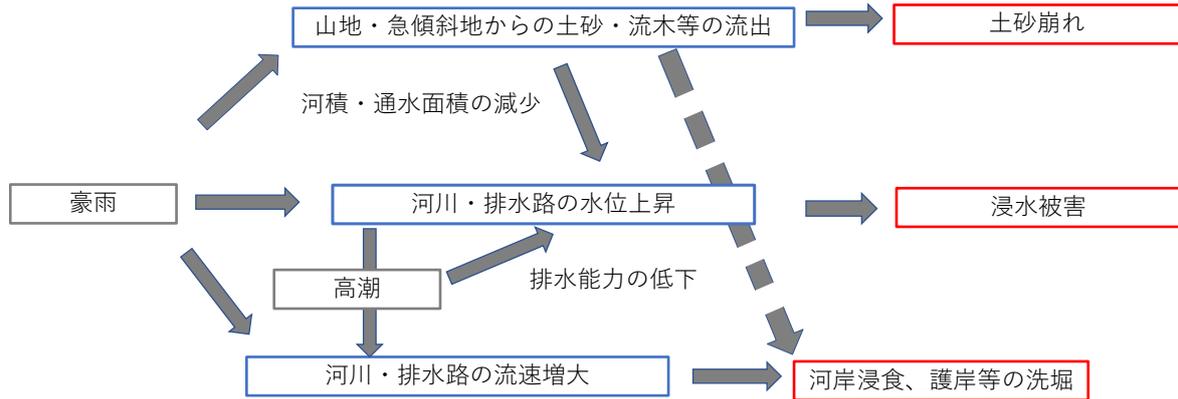
図 3.1-3 ディリ周辺域の被災状況

(2) 今次洪水の災害発生メカニズム

今次洪水の災害発生メカニズムは、図 3.1-4 のように大別される。ディリの小河川域において土砂・洪水氾濫が生じていたと想定される。コモロ川においては、越水は発生していないものの、その流域特性から、河道内を泥流が流下した想定され、河岸浸食、護岸基礎部の洗堀や護岸崩壊、根固めブロックの流出等の被害が生じている。

ベモス川においても洪水流が岩石・流木を運搬した形跡があり、取水堰においては取水口や水路の側壁が破損・流亡しており、横断工においては護床ブロックやコンクリート床板、ならびに導水管までが破損した。

以上状況から、今後の洪水対策においては、雨量や河川・排水路の水位・流量だけでなく流域の土砂動態も踏まえた検討が必要である。

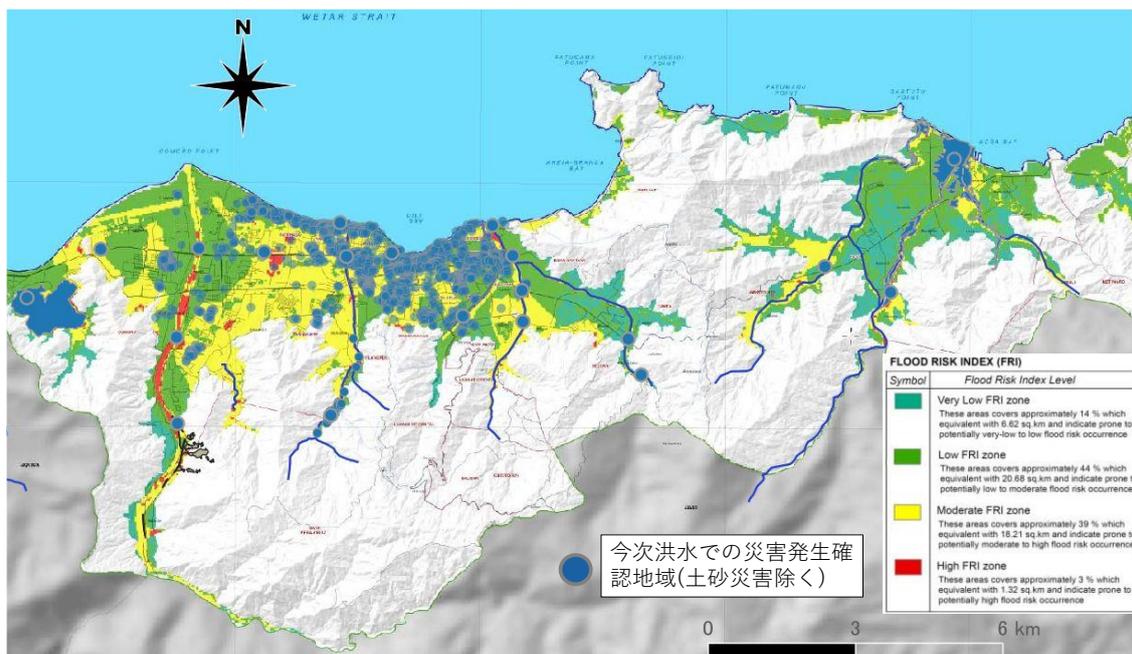


出所：JICA 調査団作成

図 3.1-4 災害発生メカニズム

3.1.3 調査対象地の災害リスク評価

考察した災害発生メカニズムを踏まえて、既存の土砂災害リスクマップ、及び水害リスクマップに今次洪水の被災状況を重ね合わせるにより災害リスク評価を行った。



出所：UNTL 提供資料に JICA 調査団が加筆

図 3.1-5 水害リスク評価マップ

水害リスクについては、決して今次洪水が必ずしも全てリスクの高い地域で生じたわけではないことが確認できる。今次洪水に関しては、単なる水害ではなく土砂・洪水氾濫という複合災害であったことが要因であったと考えられる。

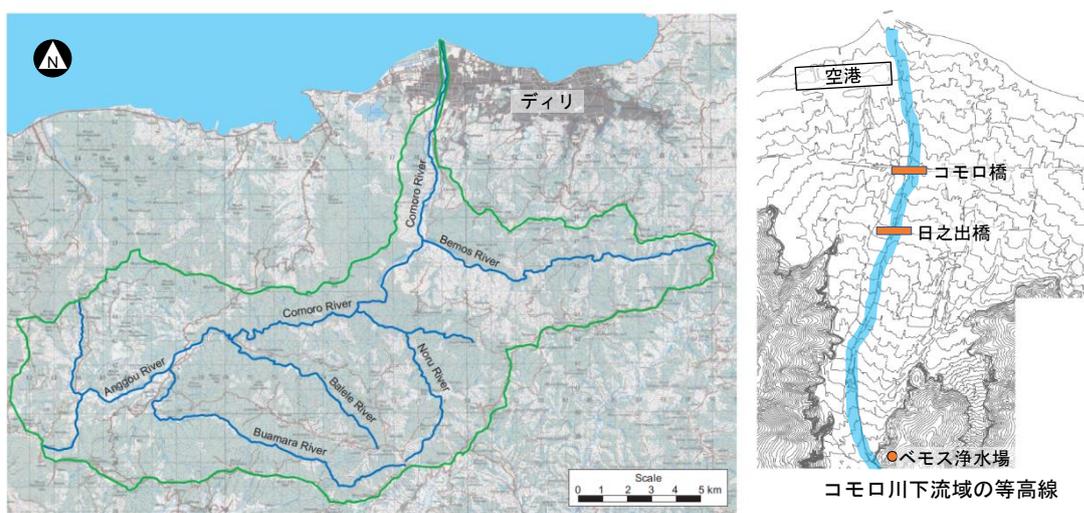
同リスク評価を踏まえ次節以降において Build Back Better に向けた各対象地域・各施設の対策検討を行った。

3.2 コモロ川

3.2.1 コモロ川の概要

(1) 一般概況

コモロ川は、東西に約 30km、南北に約 4~8km 広がる流域を有しており、その流域面積は 207km² である (図 3.2-1 左)。流域の大部分は山地であり、流域の西側より Anggou 川、Buamara 川、Balete 川が合流してコモロ川となる。コモロ川は右支川である Nou 川、Bemos 川を合流しながら山間部を流下して、河口から約 5.5km の地点で山間部を抜け出す。その後は、自らの流れにより氾濫を繰り返すことで形成した扇状地をほぼ直線状に流下して河口に達する (図 3.2-1 右)。コモロ川本川の河床勾配は、山地部で 1/30 であるが、Nou 川合流点 (14km 地点付近) より下流では 1/70 と上流に比べると緩くなっている。



出所：「東ティモール国コモロ川上流新橋建設計画準備調査報告書」(2014年)に JICA 調査団加筆

図 3.2-1 コモロ川流域図

(2) 河川管理

① 河川管理者と河川法

河川は公共に利用されるものであって、その管理は、洪水や高潮などによる災害の発生を防止し、公共の安全を保持することを目的として適正に行われなければならない。この河川の管理について権限を持ち、その義務を負う者が河川管理者であるが、東ティモールでは河川管理者が明確に定められていない。また、河川管理者を含む河川行政を定めた河川法も制定されていない。東ティモールでは河川管理施設の建設は DRBFC が行い、建設後の維持管理は県の役割となっているが、場所や施設によって異なることもある。

② コモロ川の河川構造物

護岸：コモロ川には、練石積み擁壁 (wet masonry)、籠マット工 (gabion mattress)、コンクリートブロック積み護岸 (concrete block) の 3 種類の護岸が敷設されている。

床止め：河口から 1.69km、3.88km の地点に河床低下を抑制することを目的に床止め工が設置されている。1.69km 地点の床止め工は、その上流にコモロ橋が架かっている。

水制：コモロ川の右岸側に新旧合わせて6基の水制が確認できる。このなかには大きく亀裂の入ったものや、取り付け部以外が流失したものも含む。

③ 河川内での砂利採取

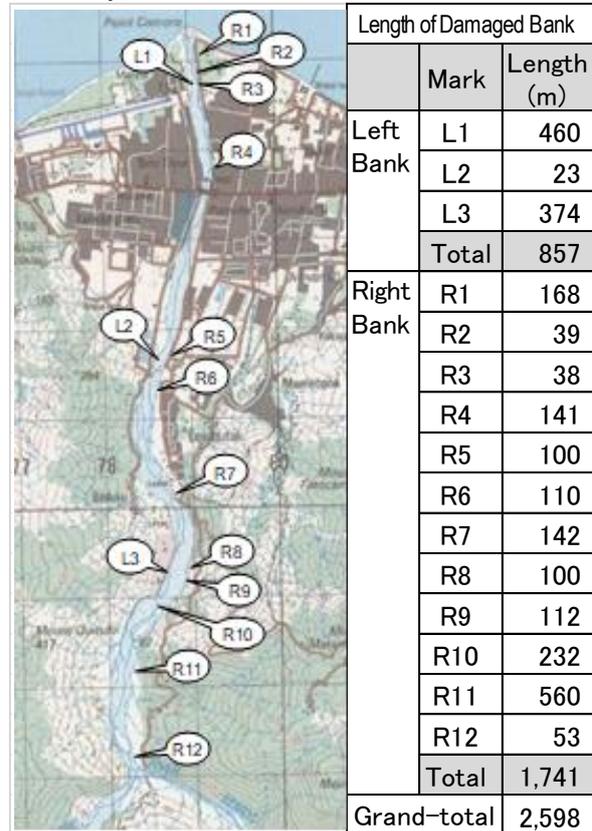
コモロ川では大規模に砂利採取が行われている。環境局は以下の法律の規定を所管し、環境ライセンスを発行することにより砂利採取を管理している。

- ・ 環境基本法 (Government Decree Law No. 26/2012 4th July, Basic Law on Environment)
- ・ 環境ライセンス法 (Government Decree Law No.5/2011 9th February, Environmental Licensing)

河川内の砂利採取に関連する法律としては、第7次立憲時に起草された採鉱法案があるが、同法案は、現在まで成立していない。このため、河川管理としての砂利採取制限は、間接的に、上記の環境ライセンスの取得時における負の影響のスクリーニングにて行っている。

3.2.2 コモロ川の洪水被害の評価

2021年4月洪水によるコモロ川に関する被害は、(a) 洪水流による護岸の損壊とそれに伴う河岸浸食、(b) コモロ川上流新橋(日の出橋)の橋脚周りの護床ブロックの流失、(c) 河道内の家屋の浸水、流失に分けることができる。同洪水ではコモロ川からの越流・溢水氾濫は発生していない。



出所：JICA 調査団

図 3.2-2 コモロ川の護岸被災箇所

(1) 護岸の損傷とそれに伴う河岸浸食

護岸の被災は右岸に集中しており、被災箇所数は右岸3箇所(総延長857m)に対して左岸12箇所(総延長1,741m)となっている。特に5.5kmより上流の右岸(R7~R12)は2013年以降に整備された護岸が連続的に被災している。一方、同区間の左岸側は河岸の道路が途中で途絶えているため開発が進んでおらず護岸の敷設は限定的である。

(2) 根固めブロックの流失

日の出橋の橋脚の周りには洗堀防止のためにおよそ20m四方にわたって根固めブロックが設置されているが、これら根固めブロックの一部が流失している。橋脚周辺では砂利採取のために大きな穴が掘られており、人為的な河床改変と洪水流により根固めブロックが流されたものと考えられる。

(3) 河道内の家屋の浸水、流失

近年コモロ川の河川内の高水敷や微高地の上には多くの家屋が建設されている。今次洪水ではこれらの家が浸水や流失の被害を被っている。今回現地調査した2021年10月時点では多くの箇

所で流失した跡地に再び家屋を建設していることが確認された。

3.2.3 既存コモロ川河川計画のレビュー

「東ティモール国コモロ川上流新橋建設計画準備調査」（2014年）では、日之出橋（河口から2.6km）を概略設計するにあたり、コモロ川の河口から3.6kmまでの河川計画を策定した。本調査では、水文データ等を更新するとともに、範囲を河口からベモス川との合流点（約9km）までに拡大して河川計画を更新した。

(1) 降雨解析

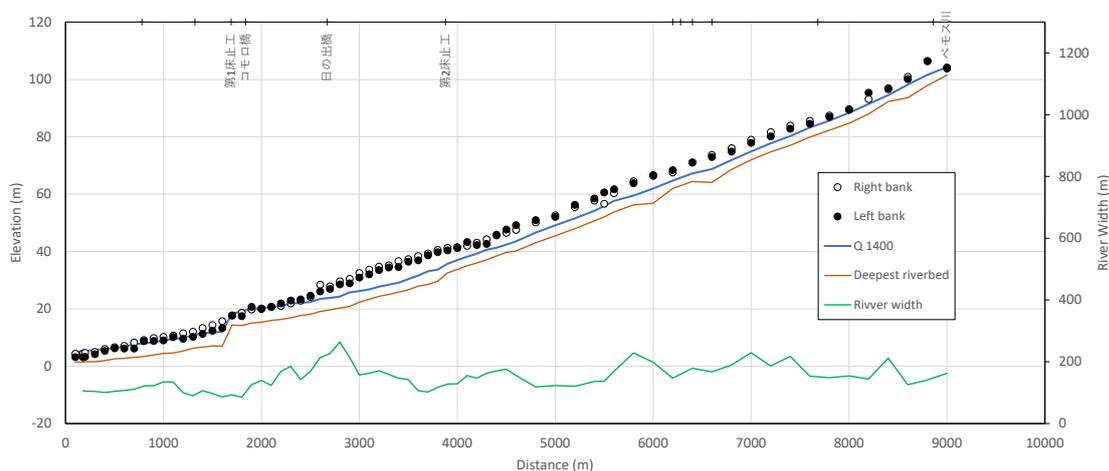
今次洪水時の4月4日の24時間雨量は流域平均雨量で279mm、GEVで172年確率降雨に相当する。本検討に基づき計画降雨はBuild Back Betterの観点から200年確率に相当する292mm（24時間雨量）とした。降雨パターン(降雨波形・降雨分布)は今次洪水時の再現計算においてピーク流量が最大となるケースを採用した。

(2) 流出解析

前項で決定した計画降雨を用いて流出解析を行い、計画高水流量を決定した。流出モデルは、降雨流出氾濫モデル（Rain-Runoff-Inundation: RRI Model）を使用した。解析の結果、コモロ川下流のピーク流量は1,270~1323m³/sであったことから計画流量を1,320m³/sとした。

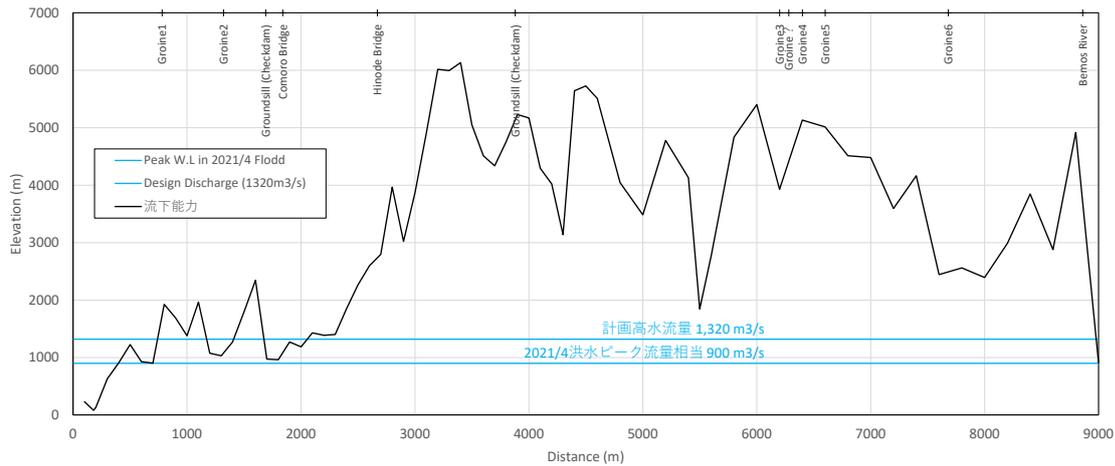
(3) コモロ川の現況河道の整理

本調査で再委託により実施したドローン測量の成果を用いて作成した現況河道の縦断面図を図3.2-3に示す。同図には現況河道の川幅を合わせて表示する（図中の緑線）。また、現況河岸の流下能力を不等流計算により算定した結果を図3.2-4に示す。流下能力は、左右岸の河岸高のうち低い方の高さを評価高とした。



出所：JICA 調査団作成

図 3.2-3 水位縦断面図



出所：調査団作成

図 3.2-4 現況河道の流下能力縦断面図

(4) 計画河道の検討

計画の検討方針を表 3.2-1 に示す。同検討方針に基づいて設定した計画縦断面図、計画横断面図、計画堤防法線図を図 3.2-5 に示す。

現状の河床は過度な砂利採取により相当低下しているため、計画河床高が現況河床よりも高い区間がある。このような断面で護岸等の構造物を計画、設計する場合は、より低い現況河床高を対象に施設を計画、設計する必要がある。

表 3.2-1 コモロ川河川計画検討の方針

項目	河道計画検討の方針
計画規模	2021 年 4 月洪水と同規模の洪水が発生しても被災しない計画規模とする。 同洪水の流域平均日雨量は 172 年確率 (3.1.3(2)参照) であることから、計画規模を 200 年確率 (計画高水流量 1,320m³/s) とする。
計画縦断面勾配	河床高は砂利採取により人為的に改変されている。計画縦断面勾配は河床高ではなく河岸高や周辺地盤高、地形勾配等を踏まえて決定する。
計画高水位	2021 年 4 月洪水でも流下能力の小さい河口付近ではコモロ川からの氾濫は発生していない。これを踏まえ、計画高水は可能な限り現況河岸高を超えない高さに設定する。
計画堤防法線	左岸：河口から第 1 床止工までの区間は 2006 年頃から設置されたコンクリート擁壁の位置を堤防法線とする。第 1 床止工より上流は、地盤高から河岸と考えられる位置を堤防法線とする。右岸：河岸上に国道 2 号バイパスが通ることから、現況の河岸位置を堤防法線とすることを原則とする。ただし、砂利業者が河道内を埋め立てて利用している 5.6k~6.2k の区間は、元の国道 2 号バイパスルート沿いの河岸を堤防法線とする。

出所：JICA 調査団作成

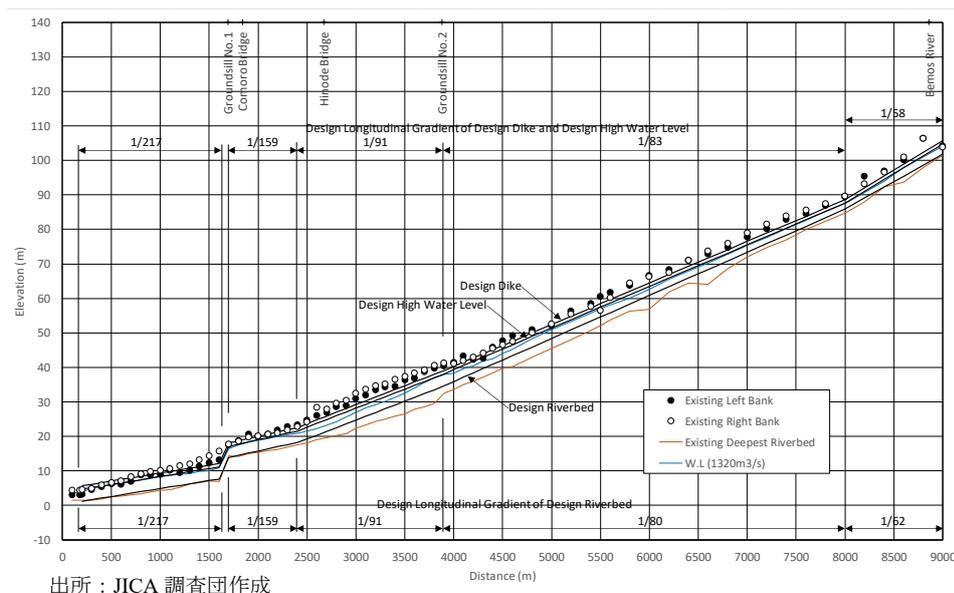


図 3.2-5 コモロ川計画縦断面図

(5) 土砂対策

コモロ川の 3.0km から 7.0km の区間は、現況の最深河床高が計画河床高よりも 3m 程度低くなっている。河床の低下は流下能力が増加するというメリットがある一方、護岸や橋梁の橋脚等の根入れが不足する等のデメリットも大きい。今後さらなる河床低下を防止するために、床止工（高さ 1.5m 程度）を設置していくことが望ましい。設置は、3.0km～7.0km の区間に下流側から 1 基ずつ設置し、設置した床止工上流の土砂堆積の状況を確認して、その上流に設置する床止工の位置を検討する。

3.2.4 コモロ川の河川管理の提言

東ティモールにおいて適切に河川管理を実施していくために必要な取り組みを表 3.2-2 に示す。

表 3.2-2 河川管理のために必要な取り組み

河川維持管理の主要項目	必要な取り組み
1. 法令・基準類の整備	1) 河川法案の策定、採掘法の法令化 2) 河川及び河川構造物の維持管理マニュアルの策定
2. 計画の策定	1) 河川計画の策定 2) 河川維持管理計画の策定 3) 砂利採取規制計画の策定
3. 水文観測の充実	1) 雨量観測所、水位観測所の設置。 2) 水文観測体制の整備
4. 洪水防御施設の整備	1) 河岸浸食対策として護岸工の整備 2) 河床低下対策として床止工の整備
5. 砂利業者や市民との連携した河川管理の実践	砂利採取計画に基づく適切な砂利採取の実践
6. 維持管理に係る能力の向上	1) 組織体制の整備 2) 維持管理の実施（インフラ長寿命化、予防保全等）

出所：JICA 調査団作成

3.2.5 コモロ川護岸の復旧方針

(1) 被災護岸の復旧の考え方と優先度

図 3.2-2 で示した被災護岸 15 カ所の復旧方針を表 3.2-3 に記載する。また、空港滑走路や橋梁、国道バイパス道路等のクリティカルインフラへの影響や、周辺住民や車両通行等の安全確保の観点から復旧の優先度を 3 段階（高・中・低）で表示した。優先度に応じて、適切に予算を配分し早急に、かつ、着実に復旧工事を実施していくことが望まれる。

表 3.2-3 被災護岸の復旧の考え方と優先度

左/右岸	記号	河口からの距離	延長	復旧の考え方	優先度
左岸	L1	0.7km	460m	クリティカルインフラである空港滑走路に近接している区間（約 200m）は L 型擁壁等のより安定性の高い構造とするとともに優先的に修復する。	高
	L2	3.8km	23m	局所的な損壊のため、上下流の既存護岸（石積み擁壁）と同じ構造とする。既存護岸で基礎部が露出している箇所は砂利等を盛って基礎前面の洗堀を防ぐ。護岸背後は河道内を埋め立て造成した土地（砂利業者）である。	低
	L3	6.3km	374m	元の河岸から約 50m 埋め立てて造成した土地であるため、締固めが十分でなく浸食に対する強度も高くないと想定される。今後浸食が進む可能性はあるが、守るべき資産はそれ程多くない。	低
右岸	R1	0.3km	168m	同区間は河道計画では築堤もしくは河岸の嵩上げが必要な区間である。計画断面への改修が望ましいが、土地収用等で時間を要するのであれば、河岸崩壊が道路に及ばないよう籠マット護岸等で暫定復旧する。	中
	R2	0.5km	39m		中
	R3	0.6km	38m		中
	R4	1.6km	141m	河岸高が 7m 以上あるので 2 段構造の護岸とする。第 1 床止工の右岸直下流に位置しており、護岸崩壊が床止工に及ぶ可能性もある。また、同床止工は 150m 上流のコモロ橋の安定に寄与しているため、復旧の優先度は高い。	高
	R5	3.8km	100m	延長約 570m の籠マット護岸のうち、中間付近の 100m が損壊している。河岸高が約 10m と高いので、コンクリートもたれ擁壁（下段）＋ブロック張り護岸（上段）の 2 段構造とする。被災区間の上・下流側の籠マットが崩れた籠マットに引っ張られるかたちになっており、放置すると損壊が上下流に拡大する恐れがある。したがって復旧の優先度は高い。	高
	R6	4.1km	110m	河岸高が約 8m と高いので、コンクリートもたれ擁壁（下段）＋ブロック張り護岸（上段）の 2 段構造とする。2022 年 5 月時点で河岸の崩壊が河岸道路（国道 2 号バイパス）に拡大している。また、多くの家屋が隣接しており、優先的に普及する必要がある。	高
	R7	5.5km	142m	護岸崩壊、河岸浸食により河岸道路（国道 2 号バイパス）は 1 車線通行となり、かつ、元の路面高より約 1.5m 低くなっている。復旧に際しては、背後地ならび路面の雨水排水を合わせて整備する必要がある。ただし、上流側の河道内埋め立て地の影響により水衝部となっている。幹線道路の機能維持と安全確保の観点から復旧の優先度は高いが、本格復旧は同埋め立て地の対応（撤去）と合わせて行う必要がある。	高
	R8	6.3km	100m	連続する区間なので同時に修復する。河岸高が 7~8m と高いので 2 段の護岸構造とする。湾曲部外岸に位置し、水制工が 3 基位置している。損壊している水制工を修復するとともに、新規に追加して密に配置し、洪水流の直撃を緩和させる。	中
	R9	6.5km	112m		中
	R10	6.8km	232m	河岸高が 7~8m と高いので 2 段の護岸構造とする。河岸の崩壊が一部、国道 2 号バイパスに及んでおり、復旧の優先度は高い。	高
	R11	7.8km	560m	ベモス川との合流点から下流に約 930m の直線区間であることから、2 割の法勾配とする。トラック等の川への乗り入れを容易とするため、河川管理、利用規制等とともに対応する必要がある。	中
	R12	8.6km	53m		中
合計			2,442m		

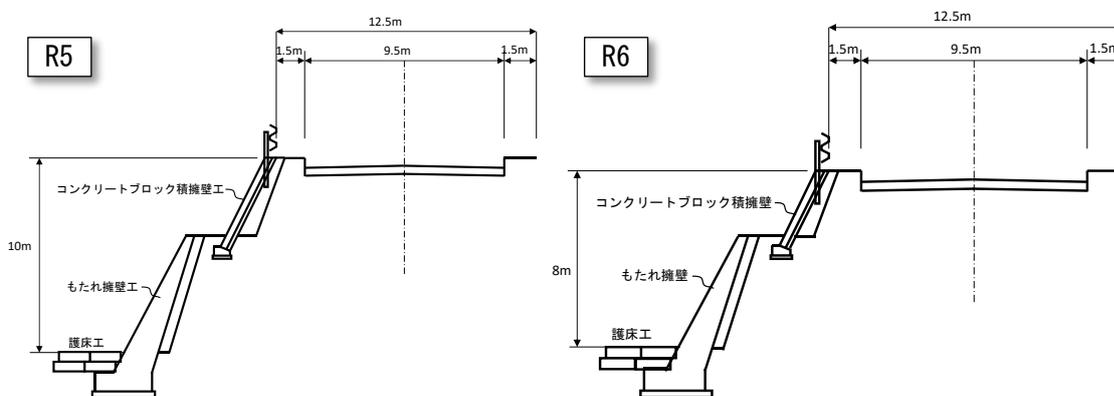
出所：JICA 調査団作成

(2) 包括方式無償資金協力による復旧の検討

被災護岸のうち、R5（3.8km 地点、被災延長 100m）と R6（4.1km 地点、被災延長 110m）の 2カ所を包括方式無償資金協力による復旧の対象候補とする。復旧計画における基本的な考え方は以下のとおりである。復旧対象護岸の標準断面図を図 3.2-6 に示す。

- ・ 洗堀に対して十分安全な根入れ長を確保するとともに護岸前面に護床工を敷設し法尻の局所洗堀を防止する。
- ・ 護岸には延長方向の一定区間ごとに横帯工を敷設し、ある箇所での変移・破損が他に波及しないように絶縁する。
- ・ 河岸高が高い場合には法面の途中に小段を設けて法面の安定を図る。ただし、小段の幅を大きくすると住宅建設用地として利用される恐れがあることにも留意して小段幅を決定する。
- ・ 上記の護岸復旧の考え方や設計思想をその他の被災護岸の復旧においても活用する。

上記の方針に基づき、R5 と R6 の復旧後岸の標準断面図を以下に示す。



出所：調査団作成

図 3.2-6 修復護岸の標準断面図

3.3 ベモス給水施設

3.3.1 ベモス給水施設の被災状況

ベモスディリ給水施設は、(1)取水施設、(2)導水施設、(3)浄水施設に分類され、今次洪水で被災したのは、取水施設、導水施設である。浄水施設については、洪水による直接の被害は発生していない。

(1) 取水施設

取水施設は、全体が被災しており、構造物や護岸の破損及び表面の摩耗、ひび割れが発生した。

(2) 導水施設

導水施設は、特に河川横断部が大きな被害を受けており、管本体も流亡して機能が発揮できない状況であった。その他の箇所も一部流亡している。

3.3.2 他ドナーを含めた給水施設の復旧計画

ベモスディリ給水施設は、ベモス川を水源とし、取水工および約 7,000m の管路施設から成る。今回の洪水により、取水工から約 2,750m の管路が被災しており、第 3 河川横断工より下流の約 4,000m 区間の洪水被害は、ほとんど確認できない。この区間は、管布設後、管の上に民家が一部建築されており、将来的には、水需要量、計画水量の増大に合わせて管径を大きくした上で、移設が必要となる。

現在、EWB 及び BTL により復旧事業が計画実施されている。現計画内容を表 3.3-1 に示す。セクションNo.は、EWB の呼称に合わせた。

表 3.3-1 ベモス給水施設改修計画

区 間	対象箇所	工事内容	施工時期及び工事主体
セクション 1	取水工	取水工被災箇所の原形復旧 損壊箇所の補強工事	BTL により、取水口の補修等、緊急応急措置が実施される。
セクション 2	取水工～減圧水槽 (約 1,360m)	φ315mmHDPE による管布設 損傷した護岸の復旧工事	2021 年 11 月中旬 ～2022 年 3 月 (予定) EWB による施工
セクション 3	減圧水槽～第 3 横断工付近 (約 1,380m)	φ315mmHDPE による管布設 損傷した護岸の復旧工事	2022 年より施工予定 BTL による施工

出所：JICA 調査団作成

表 3.3-1 に示すとおり、セクション 2 は、EWB により計画実施され、2022 年 3 月に工事完了の予定であったが、資材調達の遅れから工事が遅延し、現在のところ 2022 年 11 月完了予定である。セクション 3 は、設計図書が BTL より国家開発庁 (ADN) に提出され、すべての設計図書承認後、BTL により 2022 年に工事開始予定である。これらの復旧工事は、日本側で 2009 年に実施した無償事業による状態に原形復旧され、機能は回復する計画となっている。また、管路施設のみでは無く、被災した護岸を含め復旧される。

この事から、日本側は、セクション 1 (取水堰) の復旧工事を対象とし、無償資金協力事業として計画する。

3.3.3 取水工 (セクション 1) の復旧計画

(1) 洪水流量

復旧計画に採用すべき洪水確率年、想定流量、水位を示せば、表 3.3-2 のとおりである。洪水流量は、コモロ川と同様に 8 パターンの時間降雨強度データを用いて貯留関数法により算出した数値である。水位は、基本設計時の水位から等流計算にて算出した目安値であるため、今後、現地の洪水痕跡や聞き取りを通じて精度を高める必要がある。

表 3.3-2 ベモス給水施設対象流量

降雨強度 (mm/日)	対象確率年	取水地点流量 (m ³ /s)	取水地点水位 (m)
126.7	9 年相当 (OD 時採用降雨強度)	61.96	EL. 230.00
150.0	BTL 採用値	76.04	EL. 230.28
228	50 年確率	260.27	EL. 233.41
379	既往最大	535.43	EL. 237.21

出所：JICA 調査団作成

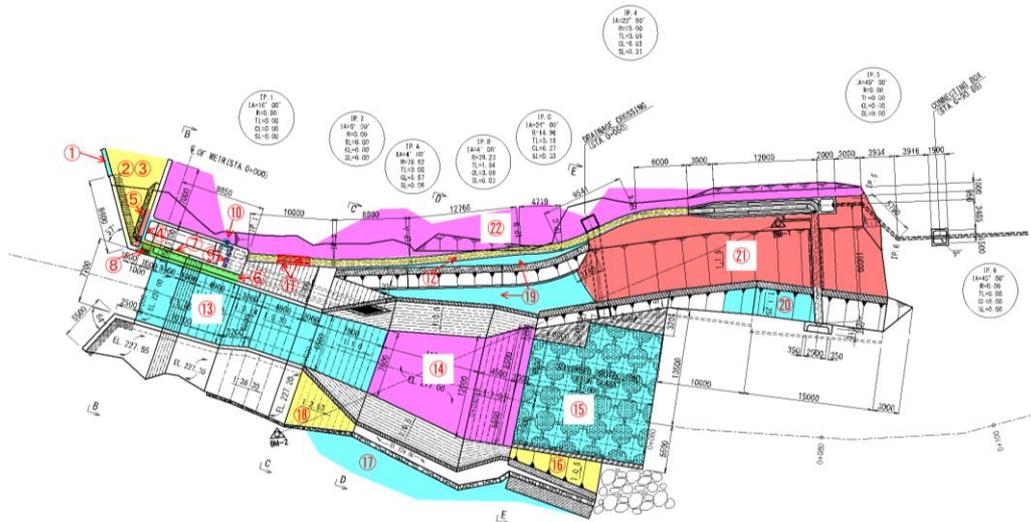
(2) 復旧計画

取水工は、BTL の改修計画と同様に、現況施設の構造断面を変更せず、補強及び補修を行う計画とする。補修計画を図 3.3-1 及び表 3.3-3 にとりまとめる。表 3.3-3 に示す補修計画は、補強、復旧（再施工、取替）、補修に大別される。補強は、より強靱な構造への増強、復旧は、元構造への復旧、補修は、表面補修など軽微な補修を示す。表中、より強靱な構造への補強は、①、②、⑤、⑥、⑰、⑳、㉑が該当し、同等程度の洪水に対して、大きな損傷を受けにくい構造となる。今回の被災において、施設上部からの落石及び河川上流からの岩石の流下が施設損傷の一つの要因となっている。落石防止については、計画水位までコンクリート張による法面保護を行うことにより軽減する。河川の岩石流下対策については、土砂の流下を軽減する護床工や砂防ダムなどが想定される。護床工は、小さな粒径の石の流下を防ぐ機能はあるものの、今回の様な大きな岩が流下する場合には、ほとんど効果が無く、護床工自体が破損し、施設に深刻な損傷を引き起こす可能性が高い。また、透過式を含めた砂防ダムは、建設費が高いこと、各雨期明けに石を撤去する必要があること、河川流量によっては、崩壊の可能性などから、今回の復旧計画には見込まない。将来的には、河川整備計画を検討し、護岸、石の流下対策を実施することが望ましい。

表 3.3-3 ベモス給水施設改修内容

No.	構造区分	対象施設	被害状況	改築方針	区分
①	取水口	翼壁	巨石堆積	翼壁の延伸	補強
②				翼壁上部の鉄筋 C 嵩上げ	補強
③				岩等堆積物除去	復旧
④		流入部側壁	全損傷	前面壁再施工	復旧
⑤				前面壁外部打増し	補強
⑥				側壁部重力式擁壁補強	補強
⑦				開口上部側壁補修（撤去復旧）	復旧
⑧		取水口部	破損	打ち直し	復旧
⑨	取付水路	スルースゲート	破損	ゲート取替（戸当たり含）	復旧
⑩		水路	ステップ 破損	ステップ 付替え	復旧
⑪			上部破損	側壁上部 50cm 打ち直し	復旧
⑫			蓋流亡	取付水路蓋再設置	復旧
⑬	固定堰	流水部	摩耗	高強度コンクリート再打設	復旧
⑭		静水池	石堆積	堆積物除去	復旧
⑮			護床工流亡	護床工再設置	復旧
⑯	右岸護岸工	静水池護岸工	破損	練石積ブロック復旧	復旧
⑰			法面保護	岩盤線までコンクリート張	補強
⑱	左岸護岸工	天端コンクリート	一部破損	高強度コンクリート再打設	復旧
⑲		護岸天端コンクリート	破損	取り壊し高強度 C 復旧	復旧
⑳		静水池下段練石積擁壁	一部破損	RC もたれ擁壁にて復旧	補強
㉑		静水池上段	破損	練石張にて復旧	復旧
㉒			法面保護	岩盤線までコンクリート張	補強
㉓	全体	全体	ひび割れ	エポキシ剤注入	補修
㉔			表面劣化	高強度モルタルによる補修	補修
㉕		榦、水路、天端コンクリート上	土砂堆積	土砂撤去	復旧

出所：JICA 調査団作成



出所：調査団

注)着色は、表 3-3.3 に示す改修範囲を示したものであり、色分けにより改修方法等を区分したものではない。

図 3.3-1 ペモス給水施設改修計画図

3.4 ブルト／マリアナ灌漑施設

3.4.1 ブルト灌漑施設の洪水被災状況

農業・水産省事務所、フォローアップ調査担当者への聞き取り、及び現地調査により、ブルト灌漑施設が 2021 年 4 月の洪水により被災した箇所及びその内容は以下のとおりである。

表 3.4-1 ブルト灌漑施設の被災箇所及び被災内容

被災箇所	被災内容
ブルト頭首工下流護岸工	頭首工右岸下流部の練石積護岸の約 30m が倒壊した。
ブルト頭首工下流エプロン部	ブルト頭首工下流エプロン部の下流が洗掘された。
幹線水路（盛土区間）	幹線用水路（高盛土・矩形水路断面部）で約 400m で底板コンクリートにクラックが発生し漏水している。

出所：JICA 調査団作成

3.4.2 マリアナ灌漑施設の洪水被災状況

農業・水産省事務所、フォローアップ調査担当者への聞き取り、及び現地調査により、マリアナ灌漑施設は過去の洪水被害で損傷を受け、更に 2021 年 4 月の今次洪水により損傷が大きくなったものと想定される。損傷箇所の状況は以下のとおりである。

表 3.4-2 マリアナ灌漑施設の被災箇所及び被災内容

被災箇所	被災内容
マリアナ頭首工 土砂吐き、固定堰、管理用通路	マリアナ頭首工土砂吐下流エプロン、及び固定堰は度重なる洪水被害により損壊、摩耗している。
排水路狭窄部	洪水時には幹線用水路と直行する排水路断面が不足しているため、その地点で排水があふれ、幹線用水路へ流入して幹線用水路からも越水する。

出所：JICA 調査団作成

3.4.3 ブルト灌漑施設の復旧方針

(1) ブルト頭首工下流護岸工

2021年の洪水により頭首工下流部の練石積護岸が被災した。現在、倒壊部分に籠マット護岸を敷設して応急復旧済みであるが、本格復旧として包括方式無償資金協力の活用が必要である。

比較検討の結果、改修案「張りブロック護岸+洗掘防止対策」を提案するものとする。本案は、仮復旧した籠マット護岸を含む約110m区間を張りブロック護岸(1:2.0)とし、護岸前面に護床工を敷設する。また、平面線形を見直し屈曲角度を緩やかにするため、洪水流による護岸への影響が小さい対策工法である。

(2) ブルト頭首工下流エプロン部の護床ブロック

ブルト頭首工下流エプロンは2~3mの大きな洗掘を受けている。本箇所は洪水時に高速流で流れが乱れる区間であり、今後も予測できないような上下流の河床変動に対応するために護床ブロックの設置が必要と判断する。

(3) 幹線水路(盛土区間)

底版コンクリートを鉄筋コンクリートに打ち替えるため、今後同様の洗掘が発生した場合出も底版クラックが発生する恐れはない工法のため、改修案「底版コンクリート打ち替え(無筋コンクリート→鉄筋コンクリート)」を採用するものとする。

3.4.4 マリアナ灌漑施設の復旧方針

(1) マリアナ頭首工固定堰、土砂吐、管理用通路

持続的に頭首工を運営するためには、度重なる洪水被害を受けた頭首工固定堰、土砂吐、管理用通路の改修を行う必要がある。基本的には当初設計状態に改修を行うものとする。

① 固定堰の改修

固定堰の無筋コンクリート(高強度コンクリート $\sigma=35\text{N/mm}^2$)を取り壊し、新規の無筋コンクリート(同高強度)に改修する。新規コンクリートはアンカーバー(D22*1.0m)を0.5m間隔で定着させるものとする。

② 土砂吐の改修

土砂吐下流部の無筋・鉄筋コンクリート(高強度コンクリート $\sigma=35\text{N/mm}^2$)を取り壊し、新規の無筋・鉄筋コンクリート(同高強度)に改修する。

③ 管理用通路の改修

洗掘を受けた管理用通路に埋め戻しを行い、無筋コンクリートにて改修する。

(2) 排水路狭窄部の断面拡幅

マリアナ灌漑施設の幹線用水路(STA.0+435地点)と交差する排水路狭窄部では、洪水時に排水容量を超過し幹線用水路に越流して幹線用水路断面を洗掘しているため、遠心力鉄筋コンクリート管 $\phi 800$ を2連配置するものとする。2連にする理由としては、想定外の排水量が流下した

ときに、遅延なく排水できるようにするためである。

3.5 デイリ及び近郊3地域の内水排水対策の検討

本項目では、今次洪水被害で甚大な浸水状況であったデイリ及びデイリ県近郊の3地域(タシトル・ヘラ・ティパール)の排水路設置状況や今次洪水時の被災状況を調査し、浸水シミュレーション結果を踏まえ、各地域での内水排水対策案の抽出を行った。

3.5.1 デイリ及び近郊3地域の雨水排水に係る概況

各エリアにおいて AW3D を用いて各地域の雨水排水特性や豪雨に対する脆弱性について概説した。ここではデイリについて概説する。

(1) デイリの雨水排水特性

デイリにおける Becora 川・Taibesi 川-Santana 川流域、Lahane 川-Kuluhun 川流域及び Maloa 川流域においては、上流域の洪水流はそれぞれの河川を流下して海域に放流される地形形状となっている。Manleu-ana 川は途中で排水路に接続され河道が消失するが、地形形状としては洪水流は Maloa 川の西側沿いを流下する特性を有している。

デイリ低平地西部及び東部においては、直接海域まで排水される河川はないものの、地形勾配により洪水流が海域に排水される形状となっている。

デイリ低平地東部において同地形データより窪地を抽出したところ、Caicoli 地域で窪地が集中していることが確認された。同エリアは既設排水路で排水できなければ浸水が生じることとなる。

(2) デイリ排水路改修計画の概要

デイリの内水排水対策は、ポルトガル水道公社の支援により Dili Drainage Improvement Upgrading Project (以下、「DDIUP」という)が計画されている。同プロジェクトは、総延長約 70km に亘るデイリの雨水排水路の拡張及び新設を行うプロジェクトで、現在は、Phase II である。同計画ではデイリ内の雨水排水路(5年確率相当)を25年確率(デイリ空港で 158.0mm/day¹)に拡張する計画としている。また Caicoli -Vila Verde 間及び小河川は 100 年確率(デイリ空港で 200.0mm/day¹)に改修が計画されている。更に市中心部に調節池2カ所、Manleu-ana 川-Comoro 川間の放水路を整備予定である。

(3) デイリ空港周辺域の雨水排水について

空港周辺はやや地盤高の高いコモロ川左岸域周辺の雨水が到達する地域となっている。

衛星地形データ(AW3D)によると、頻繁に浸水しているデイリ空港入口手前のランドアバウト周辺は、やや標高が高くなっている空港南東側からの表面流が到達するような地形形状になっていると判断される。

また、ランドアバウト周辺にたまった水は、地形条件からは、空港内の滑走路の排水路から海

¹ Implementation of the Dili sanitation and drainage master plan -phase 2, January 2015, AdP Timor-Leste and DALAN

域へ排水されると考えられる。

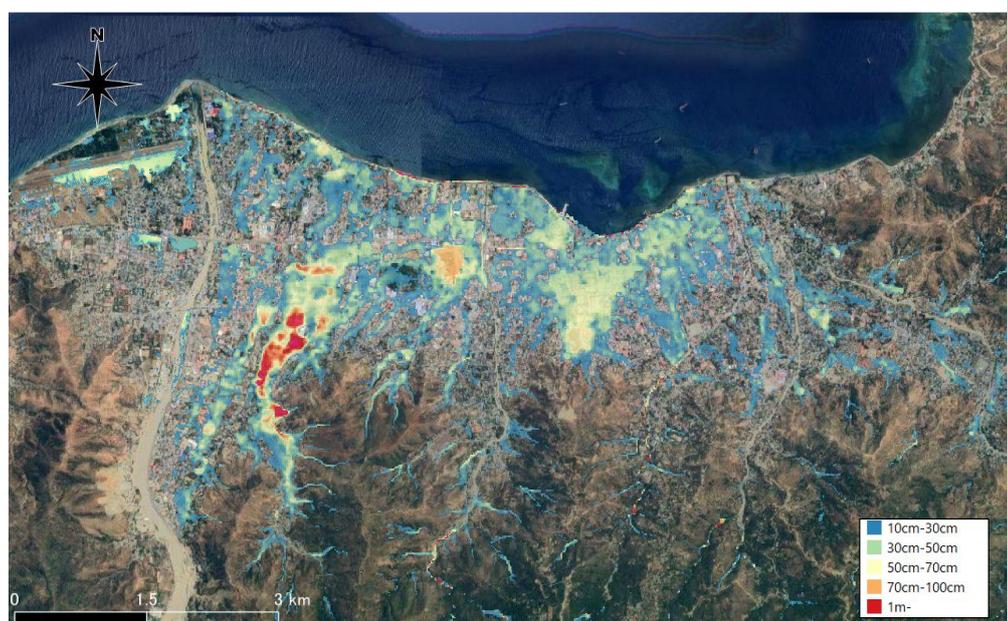
空港内の排水路は、これまでは滑走路の地下を通る水路により排水が行われていたが、今後滑走路を迂回した排水路が予定されている。

3.5.2 浸水ハザードマップ及び事前避難計画の検討

地形条件・雨水排水条件や、4月洪水を基に浸水ハザードマップを作成し、今後浸水被害が生じる場合にはどのように対応すべきかを事前避難計画にまとめた。本概要版ではディリのみ紹介する。

(1) 浸水ハザードマップの作成

ディリの浸水ハザードマップにおいては、3.5.1で作成した擬似排水路をはじめとして、小河川及び主な排水路を考慮することにより浸水解析を行った。今次洪水を対象とした浸水想定区域図を図3.5-1に示す(以下「計算結果」という)。



出所：JICA 調査団作成

図 3.5-1 今次洪水時の浸水想定区域図(計算結果, 最大浸水深)

Maloa 川の西側の大統領府付近で、計算結果・観測結果ともに浸水深が最大クラスとなるなど、概ねの傾向は再現していた。

また、DDIUP で計画されている対策を考慮した際の浸水域及び浸水深の変化について調査し、ディリ市街地の浸水リスク低減に大きく寄与することが確認された。一方、DDIUP で考慮している主な排水路のみならず、道路側溝や居住地区の排水路等小規模排水路についても適切に機能することが、ディリ市街地の浸水リスク低減には不可欠であることが示唆された。

(2) 事前避難計画の検討

学校・大学などの教育施設、宗教施設や村役場等を避難施設の候補地点として事前避難計画の検討を行った結果、複数の候補地点において浸水リスクを有することが明らかとなった。今後教

育施設・宗教施設等を避難施設として使用するためには、洪水対策を実施することが不可欠であることが確認された。

3.5.3 内水・排水対策の方向性

3.1 で整理した今次洪水における災害発生状況及び災害発生メカニズム、3.5.1 で整理した各地域の雨水排水に係る概況、そして3.5.2で行った浸水解析結果を基に各地域での内水・排水対策の方向性について整理した。ディリについては表3.5-1に、近郊3地域については表3.5-2に示す。

表 3.5-1 ディリの内水・排水対策

対策の目的	対策・地域	対象地域	備考・詳細
河道容量・排水路通水面積の確保	ディリの土砂対策	ディリ的小河川	<ul style="list-style-type: none"> ・アクセスが比較的容易な箇所やリスクの高いエリア(橋梁部等通水面積が小さくなりやすい箇所)から優先的に河道掘削を実施。※ ・中長期的な対策として、小河川上流域の土砂管理対策についても土砂動態モニタリングを検討しながら方向性を決定
	橋の付替	ディリ的小河川	橋の付替等により通水面積を増大させる対策を実施
	Manleuana川下流域の排水対策の再検討	Maloa川西部	既設排水路の流下の排水能力不足が指摘されている。基幹となる排水路の拡幅が必要
重要施設(クリティカルインフラ)の防護	浸水常襲地域の対策	Manleuana 下流域-大統領府	<ul style="list-style-type: none"> ・嵩上げ ・Maloa川へのポンプ排水の実施
		Caicoli地区	<ul style="list-style-type: none"> ・RB1の拡大可能性を検討 ・RB1からMaloa川への排水路の設置 ・住民移転も考慮したMaloa川の拡幅
	常時モニタリング・維持管理	ディリ全域	<ul style="list-style-type: none"> ・UAVによる上流-下流の土砂動態モニタリング、排水路の巡視・点検の実施 ・雨季前、出水後の除砂の実施

出所：JICA 調査団作成

※ DDIUPでも一部計画されている対策

表 3.5-2 近郊3地域の内水・排水対策

地域		対策	備考
タシトル	タシトル湖周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・排水ポンプ車による排水(短期的) ・居住制限区域の設置(中長期的) 	<ul style="list-style-type: none"> ・短期的 ・中長期的
ヘラ	Akanunu川 Mota-Kiik川 中上流 ※	森林・土壌流出抑制策(森林管理等) 森林・土壌流出抑止策(砂防堰堤設置、遊砂地整備、土留(落差工)整備等)	・中期的
	Akanunu川 Mota-Kiik川	上下流バランスを考慮した排水対策の検討(区間毎の計画排水流量の設定、居住制限区域の設置等)	・中長期的
ティバール	産業パーク候補地	敷地境界での護岸の設置	詳細確認後必要に応じて
	中下流域平地	排水路の整備	
	道路兼排水路 ※	上下流バランスを考慮した排水対策の検討(区間毎の計画排水流量の設定、居住制限区域の設置等等)	・中長期的

出所：JICA 調査団作成

※対策検討が必要な箇所は、緊急度が異なるものの東ティモール内でも各所で存在すると想定。

3.6 包括無償対象の施設復旧時事業の検討

3つのコンポーネント（①コモロ川護岸復旧工事、②ベモス取水堰復旧工事、③ブルト／マリアナ灌漑施設復旧工事）が一つの事業（一つの工事請負契約）として実施される予定である。（2022年2月時点の事業概要及び想定事業費(案)、並びに想定工事工程(案)は、下表参照）

事業内容は、無償事業の協力準備調査で行われる概算事業費積算において、物価上昇、為替変動の影響を考慮し、事業内容の絞込みを行うことが想定される。

表 3.6-1 包括無償の案件概要と想定事業費（案）

A. 工事費

コンポーネント名 (担当実施機関)	工事概要	工事内容	想定工事費	備考
1. コモロ川護岸 復旧等工事 【公共事業省/道 路・橋梁・治水局 (MPW- DRBFC)】	<ul style="list-style-type: none"> 今次洪水で崩壊し、住民生活上、特に危険な個所に対して、今次洪水レベルにも耐える護岸を緊急に建設する。 本工事をパイロット施工として、自助努力で行われる他復旧工事への技術移転を行う。 	① 護岸 R5 (110 m) および護岸 R6(120m)の復旧 ② 国道2号線倍バス道路の復旧 (護岸 R5、R6 の天端部分、合計約 230m)	約*****円	
2. ベモス取水堰 復旧工事 【公共事業省/国 家水道公社 (MPW-BTL)】	<ul style="list-style-type: none"> 今次洪水で既設取水堰が崩壊、流出されており、安全な運用が出来ない状況にある。 特に損傷の激しい施設の緊急に復旧し、並びに洪水に備えて強度の補強を図る。 	① 既設取水堰の復旧 (取水口、取水ゲート、固定堰、静水池、水路など) ② 洪水対策用の補強工事	約*****円	<ul style="list-style-type: none"> オーストラリア支援計画が進捗中 (導水ピット補修)。支援重複に留意。 仮設道路建設が必要。
3. ブルト/マリアナ灌漑施設 復旧工事 【農業水産省-灌 漑水利管理局 (MAF-DIWM)】	<ul style="list-style-type: none"> 今次洪水で既設施設の老朽化箇所などで損壊が拡大している。 同施設の修復、復旧を行う。 	A.ブルト灌漑施設 ① 頭首工下流護岸工改修 ② 頭首工エプロン下流護床工新設 ③ 幹線水路 (盛土区間) クラック改修	約*****円	<ul style="list-style-type: none"> フォローアップ無償で仮復旧した籠マット護岸部を含む頭首工全体の補修・補強工事
		B.マリアナ灌漑施設 ① 頭首工の修復 ② 排水路狭窄部の改修	約*****円	
		合計	約*****円	

B. コンサルタント費

コンポーネント名 (担当実施機関)	業務名	業務内容	想定経費	備考
コンサルタント費 【MPW-DRBFC)】 【MPW-BTL)】 【MAF-DIWM)】	<ul style="list-style-type: none"> 実施設計・施工管理 	① 実施設計 (入札図書作成) ② 入札管理 ③ 工事契約管理 ④ 施工管理	約*****円	

C. 事業費合計 (A+B) : 約***円**

出所：調査JICA 調査団作成

備考：本事業内容は 2022 年 2 月時点の想定である。無償案件実施時に見直しが必要である。

本計画の実施に当たり、東ティモール国側が特に留意すべき主な事項は、下記の通り。

(1) 一般事項

1) 実施機関体制の構築

本事業の東ティモール側実施体制は、下記の通りである。

監督責任機関：公共事業省（MPW）

運営維持管理実施機関：下表参照

表 3.6-3 包括方式無償資金協力の実施機関体制

機関名	活動内容・役割	担当コンポーネント
公共事業省／道路・橋梁・治水局 (MPW-DRBFC)	<ul style="list-style-type: none"> 東ティモール側の代表実施機関 本事業全体の統括管理 全関係機関の取り纏め 担当コンポーネントの実施管理 	コモロ川護岸復旧工事
公共事業省／国家水道公社 (MPW-BTL)	<ul style="list-style-type: none"> 本事業の関係実施機関 代表実施機関への協力 担当コンポーネントの実施管理 	ベモス取水堰復旧工事
農業水産省／灌漑水利管理局 (MAF-DIWM)	同上	ブルト／マリアナ灌漑施設復旧工事

出所：無償事業協力準備調査

2) 事業調整会議の設立と運営

本事業全体の課題を関係機関で協議するために、事業調整会議（Committee）を設立する。

表 3.6-4 事業調整会議（Committee）の運営形態

項目	内容	備考
1. メンバー構成	<ul style="list-style-type: none"> 外務協力省 財務省 公共事業省/道路・橋梁・治水局 (MPW-DRBFC) 公共事業省/国家水道公社 (MPW-BTL) 農業水産省/灌漑水利管理局 (MAF-DIWM) JICA 東ティモール事務所 	<p>(共同主催者 Co-chair)</p> <p>(共同主催者 Co-chair)</p>
2. オブザーバー	<ul style="list-style-type: none"> 在東ティモール日本国大使館 	
3. 会合開催頻度	<ul style="list-style-type: none"> 定例会合は、原則として半年に1度東ティモールで開催する。 	JICA または東ティモール側の要請により、JICA が招集する必要があると認めるときは、適宜会合を開催することができる。
4. 役割	<ol style="list-style-type: none"> 本無償資金事業の円滑かつ効果的な支出のための事業実施スケジュールの確認。 サブプロジェクトに対する資金配分の変更を含む、プログラムの修正に係る協議。 本事業の実施または支出遅延問題の特定と当該問題の解決策の検討。 本事業の広報活動に関する意見交換。 G/A に起因または関連するその他事項の協議。 	

出所：無償事業協力準備調査

3) 協定・契約関係

協定、契約関係の担当機関は、下記の通りとする。

表 3.6-5 契約・協定関係の担当機関

① 政府間協定

項目	日本側	東ティモール側
交換公文 E/N	在東ティモール日本国大使館	外務協力省
贈与契約 G/A	JICA 東ティモール事務所	財務省

② 銀行取極め、免税措置等

項目	担当機関
銀行取極め B/A (約*****円)	財務省
支払授權書 A/P (9回発行、合計*****円)	同上
免税措置 (想定税金負担額 約*****円)	同上
輸入資機材の荷受人 (consignee)	同上

③ コンサルタント契約・工事契約

項目	担当機関
コンサルタント契約 (詳細設計・施工監理)	公共事業省 (大臣署名) (立合い署名：農業水産省)
工事請負契約	同上

注：3つのコンポーネントを統括し、全体で1つの契約とする。

出所：無償事業協力準備調査

4) 契約管理の実施

MPW は、運営維持管理実施機関と調整の上、コンサルタントおよび工事請負契約の契約関係書類（契約書への署名、設計図書等の承認レター、契約金支払い指示書、完工証明書、設計変更措置等）の発行を行う。

- 5) 他ドナー支援等との調整
- 6) 専任カウンターパートの任命と技術移転

(2) 銀行手続き

- 1) 銀行口座開設
- 2) 銀行手数料の支払い

(3) 免税措置

- 1) 資機材に対する免税措置
- 2) 本事業の日本人および第三人に対する滞在許可

(4) 工事監理

- 1) 環境社会配慮のプロジェクト計画書の承認取得
- 2) 仮設工事用地の確保
- 3) コモロ川護岸復旧時の交通規制
- 4) ブルト／マリアナ灌漑施設復旧時の通水制限

第4章 洪水被害の削減に向けた提言

4.1 防災投資の重要性

日本においても、かつて毎年のように台風に起因する大規模な水害に見舞われ、数千人規模の犠牲者を出していた。しかし近年では、洪水による犠牲者は年間数十人～百人程度にまで低減されている。これは、災害リスク削減への継続的な投資によって達成されたものである。

図 4.1-1 は災害マネジメントサイクルを示している。多くの途上国では、被災⇒対応⇒復旧⇒被災の繰り返しに多額の予算が消費され、災害と貧困の悪循環から抜け出せずにいる。災害マネジメントサイクルの右半分の災害対応と復旧に予算を消費するのではなく、左半分の災害リスク削減(強化、予防・軽減、準備)により多くの予算を投資すべきである。



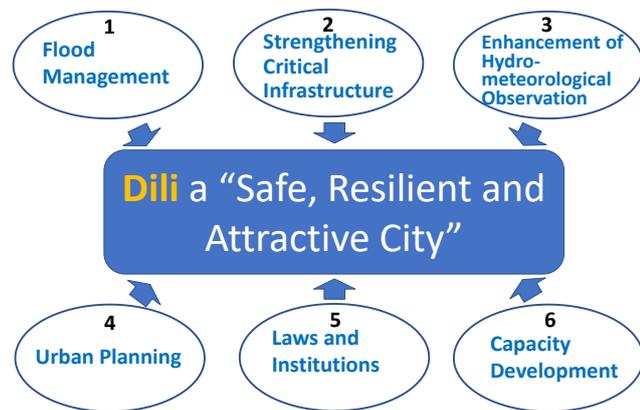
出所: JICA 調査団

図 4.1-1 災害マネジメントサイクル

4.2 首都ディリを「安全、強靱で魅力ある都市」にするために

首都ディリが観光客の訪問や様々な民間企業の進出先として、今後さらに発展を遂げるためには、「安全、強靱で魅力ある都市」にならなければならない。そのためには、上記 4.1 に述べたように、継続的な「災害リスク削減」のための様々な方策が実施されなければならない。主要な方策としては、1)洪水管理体制の強化、2)重要インフラの災害対策、3)水文・気象観測の強化、4)都市計画の推進、5)都市計画、河川管理、森林保全、土地利用、防災対策等の法制度の整備、6)災害リスク削減のための能力強化等が重要である。「安全、強靱で魅力ある都市、ディリ」のコンセプトイメージを図 4.2-1 に示す。

表 4.2-1 は、「安全、強靱で魅力ある都市、ディリ」を実現するための様々な災害リスク削減のための方策と進捗状況を示したものである。ここに示した提案の中には、すでに実施中のもの、今後実施が予定されているものも含んでいる。しかし、重要な方策でありながら、まだ実施されていないものも多く含まれている。東ティモールにおける災害リスク管理の調整機関である国民保護庁 (CPA)、公共事業省及びインフラ・ファンドを所管する財務省が協力体制を構築し、それぞれのプロジェクトに責任省庁を定めて、開発パートナーとも連携し『災害リスク削減投資』を計画的に推進することが重要である。



出所: JICA 調査団

図 4.2-1 「安全、強靱で魅力ある街、ディリ」の実現に向けた方策のイメージ

表 4.2-1 「安全、強靱で魅力ある街、ディリ」の実現に向けた方策

分野	方策	現状
1. 洪水管理	①洪水リスク解析	
	1.1 コモロ川流域	本調査で実施(JICA)
	1.2 他の河川流域の洪水リスク解析	今後実施が必要
	②河川管理計画	
	2.1 ディリ及び周辺地域	実施を提案中(JICA 技術協力)
	③コモロ川の護岸復旧・改修	
	3.1 重要箇所の緊急復旧	無償資金協力(日本) 想定
	3.2 コモロ川護岸の上記以外の被災箇所の復旧	今後実施が必要
	④森林(流域)の管理及び保全	
	4.1 森林(流域)の管理及び保全	実施中(TL 政府, JICA, EU/GIZ, WB, FAO)
	⑥ 内水氾濫防止のための排水改良	
	5.1 ディリの排水改良	今後実施が必要
	⑥内水氾濫防止のための洪水貯留施設	
	6.1 内水氾濫防止のための洪水貯留施設	今後実施が必要
⑦ 災害リスク削減・復旧のための建設重機の強化		
7.1 災害リスク削減・復旧のための建設重機の強化	無償資金協力(日本) 想定	
2. 重要インフラの強化	⑧灌漑施設の機能回復	
	8.1 ブルト/ マリアナ灌漑の緊急復旧	無償資金協力(日本) 想定
	8.2 上記以外の灌漑施設被害の復旧	今後実施が必要
	⑧ 給水施設の機能回復	
	9.1 ベモス給水施設の緊急復旧	無償資金協力(日本) 想定
	9.2 上記以外の給水施設被害の復旧	今後実施が必要
	⑨ 道路、橋梁の嵩上げなど復旧及び洪水対策	
	10.1 道路、橋梁の嵩上げなど復旧及び洪水対策	今後実施が必要
	⑩ 港湾、空港等の開発	
	11.1 港湾、空港等の開発・改良	実施中(TL 政府, JICA, ADB, DFAT)
	⑪ 病院、政府庁舎、学校等の災害対策強化	
12.1 病院、政府庁舎、学校等の災害対策強化	今後実施が必要	
3. 水文・気象観測等の充実	⑬洪水早期警報システムの整備	
	13.1 選定された優先流域	実施中 (Mercy Corp (KOICA), UNTL (JICA), UNEP (GCF))
	13.2 上記以外の河川流域への洪水早期警報システムの整備	今後実施が必要
	⑭全国的な自動水文・気象観測システム	
	14.1 全国的な自動水文・気象観測システムの整備	今後実施が必要
	⑮地震観測の強化	
	15.1 地震学、地震工学、津波災害軽減のための人材育成	実施中(JICA)
⑯潮位観測の強化		
16.1 潮位観測の強化	今後実施が必要	
4. 都市計画	⑰ディリ都市マスタープランの更新	
	17.1 ディリ都市マスタープランの更新	実施中 (TL 政府, JICA)

	⑱洪水ハザードマップの整備	
	18.1 デイリ及び周辺地域の洪水ハザードマップの作製	実施中 (TL 政府, 本調査(JICA))
5. 法制度の整備	⑲都市計画関連法	
	19.1 都市計画関連法の整備	実施中 (TL 政府, JICA)
	⑳土地所有関連法	
	20.1 土地所有関連法の整備	実施中 (TL 政府, JICA)
	㉑森林管理・保全ロードマップ	
	21.1 コミュニティ参加型森林管理・保全活動	実施中 (TL 政府, JICA)
	㉒河川管理関連法	
	22.1 河川管理関連法の整備	実施を提案中 (JICA)
	㉓災害リスク管理政策 2008 の更新	
	23.1 災害リスク管理政策 2008 の更新	実施中 (UNDP/ CPA)
	㉔災害リスク削減(投資)計画の策定	
	24.1 災害リスク削減(投資)計画の策定	今後実施が必要
6. 防災能力強化	㉕防災能力強化 (災害対応計画を含む)	
	25.1 防災能力強化 (災害対応計画を含む)	実施中 (UN CADRI, IOM (日本, USAID))
	㉖防災図上演習 (シミュレーション研修)	
	26.1 すべてのライン省庁や NGO の参加による災害図上演習	実施中 (オーストラリア)
	㉗避難訓練	
	27.1 コミュニティ参加型災害リスク管理活動及び避難訓練	実施中 (TL 赤十字, IOM (日本, USAID), NGOs)
	㉘防災研修体制の整備	
	28.1 防災研修体制の整備	今後実施が必要
	㉙防災研究機関の設立	
	29.1 防災研究機関の設立	今後実施が必要

註: 赤文字は、東ティモール政府或いは開発パートナーとともに実施が必要な施策を示す。

赤 枠 は、より優先度の高い方策を示す。

出所: JICA 調査団