フィリピン共和国
公共事業道路省

フィリピン共和国
防災セクターローン
協力準備調査報告書

ファイナル レポート

第 2-A 編：Cagayan 川 拠点地区（Tuguegarao）治水 F/S

平成 22 年 1 月
(2010 年 1 月)

独立行政法人国際協力機構
（JICA）

株式会社 建設技研インターナショナル

日本工営株式会社

環境
JR
10-011

フィリピン共和国
公共事業道路省

フィリピン共和国
防災セクターローン
協力準備調査報告書

ファイナル レポート

第 2-A 編：Cagayan 川 拠点地区（Tuguegarao）治水 F/S

平成 22 年 1 月
(2010 年 1 月)

独立行政法人国際協力機構
（JICA）

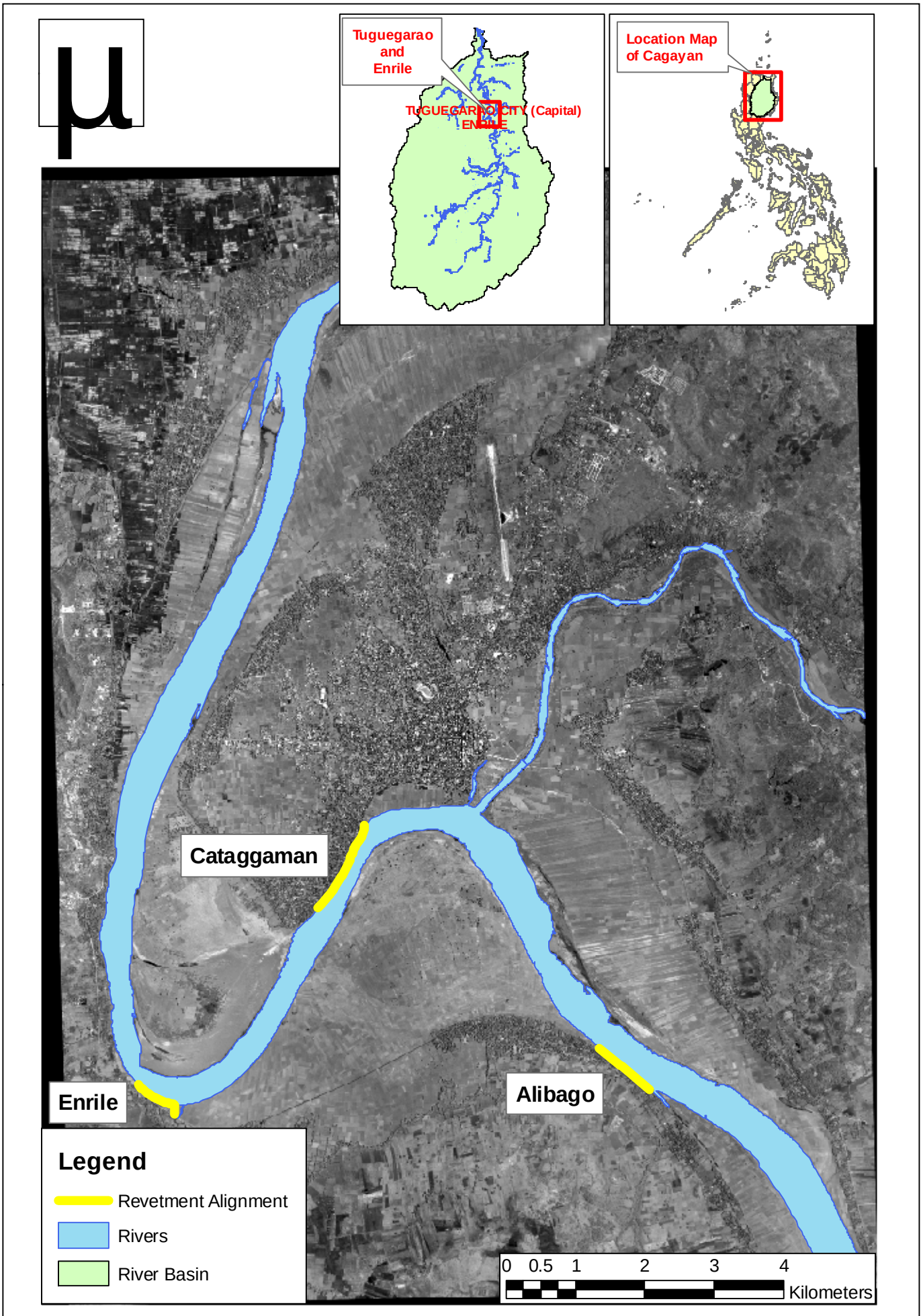
株式会社 建設技研インターナショナル

日本工営株式会社

本調査（フィージビリティ調査）に使用した為替レート

US$ 1.00 = PhP. 49.70 = JpY. 93.67
Jp¥ 1.00 = PhP. 0.5306

(2009 年 8 月 31 日公定レート)



Location Map of Cagayan

報告書の構成

要約

第 **1** 編 **：** 主報告書

第**2-A**編 **：** **Cagayan**川下流域における
防災セクターローン事業のためのコアエリアの
フィージビリティ調査

第**2-B**編 **：** **Ilog Hilabangan**川における
防災セクターローン事業のためのコアエリア
河道改修のフィージビリティ調査

第**2-C**編 **：** **Tagoloan**川における
防災セクターローン事業のためのコアエリア
河道改修のフィージビリティ調査

台風**16**号（オンドイ）及び**17**号（ペペン）による洪水被害
に係るニーズ･アセスメント調査

防災セクターローン協力準備調査

ファイナル･レポート　第2-A編

位置図

報告書の構成

目次

目　　次

Page

第 1 章　　概　　要 1-1

1.1　調査の背景 1-1
1.2　調査の目的 1-2
1.2.1　セクターローンによる防災管理プロジェクトの目的 1-2
1.2.2　本調査の目的 1-2
1.3　最終報告書の構成 1-2

第 2 章　　調査地域の自然条件 2-1

2.1　位置 2-1
2.1.1　地形 2-1
2.1.2　地質 2-2
2.2　Cagayan 川流域の水文と河川システム 2-4
2.2.1　Cagayan 川流域の一般気象情報 2-4
2.2.2　Cagayan 川流域の河川システム 2-5
2.2.3　現在の河道の特質 2-6
2.2.4　河道形態 2-7
2.3　洪水 2-9
2.3.1　河川洪水 2-9
2.3.2　河岸の浸食と堆積 2-9

第 3 章　　調査対象地域の社会環境 3-1

3.1　人口及び経済 3-1
3.2　土地利用 3-2
3.3　経済指標 3-3
3.4　水利用 3-4
3.5　災害 3-5
3.5.1　人為的なハザード 3-5
3.5.2　自然のハザード 3-5
3.6　過去および進行中の公共事業 3-6

第 4 章　　調査対象地域の将来の人口及び土地利用 4-1

4.1 将来の土地利用 4-1
4.2 将来人口 4-1
4.3 都市開発と人口の将来予測 4-2

第 5 章 水文・水理検討 5-1

5.1 概説 5-1
5.1.1 既往洪水流出計算の概要 5-1
5.1.2 本調査における検討･解析アプローチ 5-2
5.2 水文 5-2
5.3 水理解析 5-3
5.3.1 対象範囲 5-3
5.3.2 河川横断測量 5-3
5.3.3 初期境界条件 5-3
5.3.4 流下能力 5-4
5.4 洪水氾濫解析 5-4
5.4.1 概要 5-4
5.4.2 洪水氾濫モデル 5-5

第 6 章 治水対策のための基本計画 6-1

6.1 計画策定のための基本コンセプト 6-1
6.1.1 既往の M/P 及び F/S の概要及び提案 6-1
6.1.2 2002 年 F/S 当事の流域の状況と 2002 年 F/S における提言 6-2
6.1.3 セクターローン事業の構造物治水対策の対象となるコアエリア 6-10
6.1.4 治水対策の基本コンセプト 6-10
6.2 全体治水計画方針 6-12
6.2.1 目標年 6-13
6.2.2 社会経済的枠組 6-13
6.2.3 治水の基本方針 6-13

第 7 章 構造物による洪水軽減対策計画 7-1

7.1 河川洪水対策のための施設計画 7-1
7.1.1 最大計画規模 7-1
7.1.2 適応可能な河川洪水対策 7-1
7.1.3 河川洪水に対する治水計画の代替案 7-3
7.1.4 洪水氾濫解析 7-3
7.1.5 最適な構造物対策の提案（シュミレーション結果の要約） 7-3
7.1.6 構造物の概略設計 7-7
7.1.7 施行計画 7-9
7.1.8 事業費積算 7-15
7.2 事業の経済評価 7-18
7.2.1 経済評価の手法 7-18
7.2.2 経済便益算定のための基本単価の設定 7-20
7.2.3 経済便益の特定 7-25
7.2.4 経済費用の推定 7-26

7.2.5 経済評価結果および結論 7-28
第 8 章 非構造物対策 8-1
8.1 河川洪水対策のための施設計画 8-1
8.2 フィリピンにおける非構造物対策の実践 8-1
8.2.1 防災計画 8-1
8.2.2 洪水早期警報システム 8-6
8.3 Cagayan 川流域における非構造物対策に関連する現在の活動 8-12
8.3.1 災害調整委員会（DCC） 8-12
8.3.2 洪水警報システム 8-16
8.4 非構造物対策とその実施計画 8-19
8.4.1 洪水ハザードマップの作成と洪水防災計画 8-19
第 9 章 環境社会配慮 9-1
9.1 はじめに 9-1
9.1.1 環境社会配慮の必要性 9-1
9.1.2 IEE 調査の範囲 9-1
9.1.3 自然環境に関するベースラインデータ 9-2
9.1.4 社会環境に関するベースラインデータ 9-8
9.1.5 事業 9-10
9.2 フィリピン国における EIA システムと本事業の ECC 取得 9-12
9.2.1 フィリピン国における EIA システム（PEIA） 9-12
9.2.2 本セクターローン事業における ECC 取得のプロセス 9-21
9.3 IEE 調査結果 9-22
9.3.1 スコーピング結果と必要な緩和策 9-22
9.3.2 モニタリング計画の提言 9-26
9.4 ECC 取得のための次の段階での追加調査の TOR 9-27
9.5 社会配慮 9-27
9.5.1 ステークホルダー協議と住民協議 9-27
9.5.2 用地取得の必要性 9-29
9.5.3 次の段階における RAP 調査 TOR 9-32
第 10 章 気候変動適応策の検討 10-1
10.1 調査対象地域の気候変動のインパクト 10-1
10.1.1 はじめに（概説） 10-1
10.1.2 影響評価の方法 10-1
10.2 治水対策へのインパクト 10-11
10.3 気候変動に対する治水計画の提案 10-11
第 11 章 提案される治水対策のまとめ 11-1
11.1 セクターローンにおける最適な洪水軽減対策計画の選定 11-1
11.1.1 構造物対策 11-1
11.1.2 非構造物対策 11-2
11.1.3 気候変動対応 11-3
11.1.4 事業対象地域への支援活動 11-3

11.2　セクターローン事業における本工事実施計画 11-4

TABLES

FIGURES

ANNEX

APPENDIX

LIST OF TABLES

Page

表 R 1.1　最終報告書の構成 1-3
表 R 2.1　2002 年 F/S で実施し本 F/S 調査で利用する地形測量データ 2-1
表 R 2.2　本調査において新たに実施した測量調査 2-1
表 R 2.3　設計に使用することが提案された土質の諸定数 2-3
表 R 2.4　盛土設計に使用することが提案された土質の諸定数 2-3
表 R 2.5　Cagayan 川の河川システム 2-6
表 R 2.6　Cagayan 川の河川システム 2-7
表 R 3.1　調査対象地域の人口 3-1
表 R 3.2　Tuguegarao 市の土地利用比率 3-2
表 R 3.3　Cagayan 州の農業生産 3-3
表 R 3.4　調査対象地域の域内経済成長率と世帯当り収入 3-4
表 R 3.5　コアエリアとその周辺の公共事業 3-6
表 R 4.1　Tuguegarao 市の市街化区域 4-1
表 R 4.2　工業用地の占有面積 4-1
表 R 4.3　NSO による Cagayan 州の人口増加 4-2
表 R 4.4　センサス人口データ 4-2
表 R 4.5　本調査における想定人口 4-2
表 R 5.1　確率 4 日雨量 5-1
表 R 5.2　Cagayan 川流域の洪水流出計算結果 5-2
表 R 5.3　本協力準備調査における水文水理解析アプローチの概要 5-2
表 R 5.4　Cagayan 川と Tuguegarao 川の各確率年の計画流量（インプット流量） 5-3
表 R 6.1　2002 年 F/S 調査における見直しマスタープランの経済評価 6-6
表 R 6.2　2002 年 F/S 調査において選定された優先プロジェクト 6-8
表 R 6.3　2002 年 F/S 調査における優先プロジェクトの実施計画 6-9
表 R 6.4　2002 年 F/S 調査における優先プロジェクトの事業費（建設費） 6-9
表 R 6.5　調査対象地域において考慮される構造物対策と非構造物対策 6-11
表 R 6.6　調査地域における全体治水計画方針（セクターローン事業） 6-14
表 R 7.1　調査地域における河川洪水軽減のための代替案 7-3
表 R 7.2　洪水氾濫エリア 7-3
表 R 7.3　Tuguegarao 捷水路と堤防の建設に係る想定工事数量と建設費 7-4
表 R 7.4　Cagayan 川 Tuguegarao 市周辺の洪水軽減のための代替案比較検討結果表 7-5
表 R 7.5　提案事業の概要 7-7
表 R 7.6　提案護岸天端高 7-8
表 R 7.7　Alibago 地区における主要工事数量 7-11

表 R 7.8 Enrile 地区における主要工事数量 7-11
表 R 7.9 Cataggaman 地区における主要工事数量 7-12
表 R 7.10 主要 8 工種の年間稼動日数 7-13
表 R 7.11 主な土工事の施工効率 7-14
表 R 7.12 主な工事（コンクリート工・護岸工）の施工効率 7-14
表 R 7.13 Cagayan 川 Tuguegarao 地区河道改修工事の
全体工事工程計画(案) 7-14
表 R 7.14 Cagayan 川 Tuguegarao 地区河道改修工事において設定した
補償費 7-15
表 R 7.15 Ilog-Hilabangan 河道改修工事の構造物対策の事業費 7-18
表 R 7.16 Ilog-Hilabangan 河道改修工事後の運営･維持管理補修費 7-18
表 R 7.17 建物種類別数量割合 7-20
表 R 7.18 被害額推定の原単位(経済価格) 7-21
表 R 7.19 浸水深別各種被害率 7-21
表 R 7.20 浸水深別の清掃に要する日数ならびに営業停止日数 7-22
表 R 7.21 工業地域の被害額推定のための面積当り原単位 7-22
表 R 7.22 農業被害のための原単価 7-22
表 R 7.23 Tuguegarao 市における侵食による土地の喪失による
生産活動の想定年平均負の利益 7-25
表 R 7.24 経済評価に適用される土地が消失する事による 各地区の
面積当り年間損失額 7-25
表 R 7.25 河岸侵食被害 7-26
表 R 7.26 標準変換係数の計算 7-26
表 R 7.27 提案した構造物対策の経済費用 7-28
表 R 7.28 経済評価結果 7-28
表 R 7.29 感度分析結果 7-29
表 R 8.1 洪水警戒水位とその定義 8-7
表 R 8.2 Pampanga と Agno の FFWS の観測所の数 8-9
表 R 8.3 FFWSDO 事業における観測所等の数 8-10
表 R 8.4 洪水情報の意味・意図 8-11
表 R 8.5 Tuguegarao 市における洪水によって影響を受ける
バランガイ･家族数･避難センター名 8-14
表 R 9.1 国家大気質基準 9-2
表 R 9.2 国家大気質基準 9-3
表 R 9.3 大気質調査結果 9-3
表 R 9.4 水質区分基準 9-4
表 R 9.5 事業区域の河川水サンプリング調査結果 9-5
表 R 9.6 2002 年 F/S における事業区域の河川水サンプリング調査結果 9-5
表 R 9.7 事業区域の重金属汚染確認サンプリング調査結果 9-6
表 R 9.8 騒音計測結果 9-6
表 R 9.9 河床材料調査結果 9-7
表 R 9.10 既存報告書における先住民族調査結果 9-8
表 R 9.11 インタビュー対象者とその数 9-9
表 R 9.12 事業内容の概要 9-10
表 R 9.13 代替案の環境社会側面における比較検討 9-11
表 R 9.14 PEIA における事業のタイプ分類 9-16
表 R 9.15 PEIA における ECP と ECA の説明 9-17

表 R 9.16　PEIAS における事業タイプの数 9-17
表 R 9.17　事業区分と ECC 取得に必要な書類等 9-18
表 R 9.18　スコーピング表 9-24
表 R 9.19　ステークホルダー協議の開催実績 9-28
表 R 9.20　住民協議の開催実績 9-28
表 R 9.21　用地取得面積 9-31
表 R 10.1　21 世紀末における地球全体平均の温度上昇 10-2
表 R 10.2　地球温暖化の影響によるフィリピンの将来の平均温度上昇 10-4
表 R 10.3　地球温暖化による将来の平均海面上昇 10-5
表 R 10.4　調査対象地域の将来時設計海面水位 10-6
表 R 10.5　フィリピンにおける平均温度上昇と降雨強度増加の相関 10-6
表 R 10.6　Cagayan 川流域の気候変動各シナリオ時における
各確率年 4 日雨量の比較 10-7
表 R 10.7　地球温暖化による各確率年洪水流量 10-11
表 R 11.1　提案される事業内容 11-1
表 R 11.2　事業費内訳 11-2
表 R 11.3　事業実施計画表 11-4

表 2.1　既往ボーリングデータの標準貫入試験結果 T-2-1
表 2.2　現場透水試験結果 T-2-1
表 2.3　既往ボーリングデータの乱さない試料による室内試験結果 T-2-2
表 2.4　盛土材料の室内試験結果概要 T-2-2
表 2.5　Cagayan川流域内の既往気象データ T-2-3
表 5.1　Cagayan川およびTuguegarao川の確率流量 T-5-1
表 7.1　洪水氾濫計算結果 T-7-1
表 7.2　護岸工事の基本工事費 T-7-2
表 7.3　補償費 T-7-3
表 7.4　事業費（予備費除く） T-7-3
表 7.5　Cagayan川治水対策における護岸の想定維持管理費 T-7-4
表 7.6　3地点の河岸侵食による被害額の算定 T-7-5
表 7.7　3地点の河岸侵食による被害総額のサマリー T-7-7
表 7.8　Cagayan川治水対策のキャッシュフロー（経済費用） T-7-8
表 7.9　Cagayan川の事業経済評価 T-7-9

LIST OF FIGURES

Page

図 R 2.1　横断測量実施位置図 2-2
図 R 2.2　Tuguegarao 市周辺の侵食危険地域 2-9
図 R 3.1　Cagayan 川流域の人口 3-1
図 R 3.2　Kabankalan 市の土地利用(2009 年) 3-2
図 R 6.1　Cagayan 川流域河道改修事業で対象となるコアエリア 6-10
図 R 7.1　Tuguegarao 地区周辺の浸食危険地区 7-2
図 R 7.2　Enrile の浸食危険地区の浸食作用による河岸後退状況 7-6
図 R 7.3　Cataggaman 地区の浸食危険地区の河岸後退状況 7-6
図 R 7.4　Enrile 地区の洪水時の流れ 7-8
図 R 7.5　事業費の構成 7-16

図 R 7.6　護岸によって守られる地域 7-24
図 R 8.1　災害調整委員会（DCC）の組織 8-2
図 R 8.2　NEGROS 島の洪水と地滑りハザードマップの参考例 8-4
図 R 8.3　バランガイ Lao の BDCC の組織構成 8-5
図 R 8.4　洪水速報伝達システム 8-7
図 R 8.5　Cagayan 川の洪水速報 8-8
図 R 8.6　CBFFEWS の情報伝達計画のサンプル 8-12
図 R 8.7　Tuguegarao CDCC の組織図 8-13
図 R 8.8　Tuguegarao CDCC による洪水ハザードマップ 8-15
図 R 8.9　Tuguegarao 市におけるバランガイへの洪水情報伝達のフロー 8-15
図 R 8.10　Cagayan FFWS 8-17
図 R 8.11　Cagayan FFWS 及び Magat Dam FFWSDO のための
現在及び提案観測所 8-19
図 R 9.1　プロジェクトサイクルと環境社会配慮調査の流れ 9-1
図 R 9.2　EIA プロセスの流れ 9-21
図 R 9.3　各項目の提案モニタリング地点 9-27
図 R 9.4　護岸設置位置と家屋移転の基本 9-30
図 R 9.5　川沿いの用地に関する土地所有の考え方 9-31
図 R 9.6　川沿いの用地で土地収用が必要な地域 9-32
図 R 10.1　地球規模の平均気温上昇シミュレーション 10-2
図 R 10.2　フィリピンにおける気温上昇傾向 10-3
図 R 10.3　地球全体の平均気温上昇と フィリピンにおける
平均気温上昇の相関関係 10-4
図 R 10.4　地球温暖化による将来の平均海面上昇 10-5
図 R 10.5　フィリピンにおける平均温度上昇と降雨強度増加の相関図 10-6
図 R 10.6　B1 シナリオ時における 2050 年時対応 Cagayan 川流域の
設計降雨 10-7
図 R 10.7　B1 シナリオ時における 2100 年時対応 Cagayan 川流域の
設計降雨 10-8
図 R 10.8　A1FI シナリオ時における 2050 年時対応 Cagayan 川流域の
設計降雨 10-8
図 R 10.9　A1FI シナリオ時における 2100 年時対応 Cagayan 川流域の
設計降雨 10-9
図 R 10.10 各気候変動シナリオ時の Cagayan 川における
25 年確率洪水ハイドログラフ 10-10
図 R 10.11 各気候変動シナリオ時の Cagayan 川における
50 年確率洪水ハイドログラフ 10-10
図 R 10.12 地球温暖化による各確率年ピーク洪水流量の増加 10-11
図 R 10.13 地球温暖化による治水安全度の低下 10-11
図 R 10.14 気候変動を考慮した治水対策計画立案のコンセプト**エラー! ブックマークが定義されていません。**

図 2.1　Tuguegarao 周辺のボーリング試験位置 F-2-1
図 2.2　既往ボーリング試験結果 F-2-2
図 2.3　Tuguegarao 周辺における既往盛土材料試料採取位置 F-2-5
図 2.4　Tuguegarao 周辺における既往盛土材料試験結果 F-2-6
図 2.5　Tuguegarao 周辺砂利、玉石採取可能位置 F-2-8
図 2.6　Cagayan 川河道の変遷 F-2-9

図 2.7 Cagayan 川蛇行の変遷 F-2-10
図 2.8 河岸洗掘･浸食危険箇所位置図 F-2-11
図 3.1 Tuguegarao 市周辺の現況土地利用 F-3-1
図 4.1 Tuguegarao 市周辺の将来土地利用 F-4-1
図 5.1 Cagayan 川のモデルハイエトグラフ F-5-1
図 5.2 Cagayan 川流域分割 F-5-2
図 5.3 洪水氾濫解析の河川モデル（Cagayan 川流域） F-5-3
図 5.4 Cagayan 川とTuguegarao 川合流点の流量ハイドログラフ F-5-4
図 5.5 流下能力 F-5-5
図 6.1 Cagayan 川流域の長期洪水対策 F-6-1
図 6.2 2002 F/S 提案構造物対策位置図 F-6-2
図 7.1 Cagayan 川Tuguegarao 地区における治水計画の再評価 (Alternative C-1: Full Improvement) F-7-1
図 7.2 Cagayan 川Tuguegarao 地区における治水計画の再評価 (Alternative C-2: Dike & Slope Protection) F-7-2
図 7.3 Cagayan 川Tuguegarao 地区における治水計画の再評価 (Alternative C-3: Cut-Off Channel) F-7-3
図 7.4 洪水氾濫計算結果(プロジェクト無し) F-7-4
図 7.5 洪水氾濫計算結果 (With Alt-C1: Full Improvement) F-7-10
図 7.6 洪水氾濫計算結果 (With Alt-C2: Dike & Slope Protection) F-7-11
図 7.7 洪水氾濫計算結果 (With Alt-C3: Cut-Off Channel) F-7-12
図 7.8 セクターローン事業で実施することを提案する 3 箇所の護岸位置図 F-7-13
図 7.9 提案護岸の標準断面図 F-7-14
図 7.10 2002 年F/S で提案されて本調査で評価した Cut-Off Channel 標準横断図 F-7-15
図 8.1 護岸建設埋め戻し土提案土取り場 F-8-1

ANNEX

Page

Annex PIIA 9-1 Biological Survey in Cagayan River ..... Annex PIIA_9-1
Annex PIIA 9-2 Water Quality Analysis ..... Annex PIIA_9-2
Annex PIIA 9-3 Noise Measurement ..... Annex PIIA_9-3
Annex PIIA 9-4 Land Use ..... Annex PIIA_9-4
Annex PIIA 9-5 Profile of People in/around the Project Site ..... Annex PIIA_9-5
Annex PIIA 9-6 Questionnaire for Interview Survey ..... Annex PIIA_9-6
Annex PIIA 9-7 Self-Screening Checklist ..... Annex PIIA_9-7
Annex PIIA 9-8 Comparison between Contents of EIA for Category “A” Project in Former JBIC Guideline and IEE Report in PEIAS ..... Annex PIIA_9-8

APPENDIX

Page

Appendix-1 Minutes of Discussion on Stakeholder Meetings at Tuguegarao ..... P_II_A - App-1-1

第 1 章 概　　要

1.1　調査の背景

フィリピン国は東南アジアでも最も自然災害の多い国の一つである。自然災害の中でも92.5%が台風に伴う強風・豪雨による災害である。カロリナ・マリアナ群島近辺で毎年発生する約 20 近い台風のほとんどがフィリピンを通過し、これらの台風はいずれも集中豪雨により洪水をもたらしている。

このようにフィリピンは洪水災害を常に受けやすい状況にある。1970 年～2003 年までの洪水災害記録を見ると年間平均 544 人の死亡者が発生しており、行方不明及び負傷者を含めるとその数は年平均 1,487 人にも及ぶ。災害を受けた世帯者数及び被災者数はそれぞれ 50 万戸及び 280 万人を数える。被害を受けた家屋数は 73 万戸でそのうち 7 万戸は全壊の被害を受けている。総被害額は年平均 46 億ペソでほぼ 6 年間に 1 度 100 億ペソを超える被害が起きている。

フィリピン国では 1982 年に流域面積 1,400km^2 以上のいわゆる 18 のメジャー河川の内の 12 河川について洪水防御計画のマスタープランを作成し、そのマスタープランに基づき政府開発援助及び他の資金を導入しながらフィージビリティー調査を実施、さらにプロジェクトを実施してきた。またさらに流域面積 40km^2 以上の主要河川についても特に深刻な洪水災害を受けた河川では緊急洪水防御計画を実施してきている。しかしながら、洪水防御事業が実施された河川流域の数は今までのところ限られている。

このような状況のもと、今後の洪水防御計画を進める国家計画を作成するために「全国洪水リスク評価及び特定地域洪水被害軽減計画」（開発調査、以降「全国洪水リスク評価調査」とする）が実施された。この調査において、2009 年～2034 年の 26 年間に洪水対策を実施する河川として 58 流域が選定され、事業実施計画が大きく 2 つのグループに分けて優先順位に基づいて策定されている。最初のグループは海外からの資金を導入して事業を実施するグループで 26 河川流域を対象としており、もう一方は国内の資金のみで実施するグループで 30 河川流域が含まれている。前グループの 26 河川のうち、一部の河川については既に海外からの資金援助要請の手続きが進められている。また、残りの 2 河川は、当事、直ぐに事業の実施が可能な河川”Exceptional Rivers”として選定されていた。

しかしながら、個別のローンを適用しての個々の流域における洪水対策事業を進めていった場合、優先度が中程度にある河川については事業実施の資金を得るにはまだ相当の時間がかかると予想される。また自国政府資金のみによる洪水対策事業の実施は、過去の経験から見た場合、資金に限界があり、国内資金のほとんどが災害を受けたときの復旧工事に使用されるため本格的な事業実施にはかなりの時間がかかる。現実には、優先度が高い河川に対する事業実施にも長い時間がかかっている現状のみならず、毎年のように災害が発生している他の中程度の優先度の河川についても、関係者は早期の事業実施を強く望んでいる。

こういった背景から、中程度の優先度の河川について点在する重点防御地域での洪水対策事業の早期実施の必要性が認識された。そのような多くの河川の重点防御地域についての洪水対策を実施するため、これらをパッケージとし洪水セクターローンの導入が JICA から提案された。このことから、フィリピン政府の道路公共事業省（DPWH ）は自国の資金で洪水対策事業を実施するグループの河川のうち 12 河川を対象に F/S を実施する事とした。

しかしながら、この 12 河川の F/S には 1 年以上の時間を要するため、セクターローン事業の初期に実施することは難しい。よってセクターローン事業の初期に実施する事業のための

F/S の実施（見直し）が必要となった。このような状況の下、上記の DPWH が実施する 12 河川以外の緊急性を要する 3 河川を対象に、JICA からの技術協力によって F/S を実施することとした。

1.2 調査の目的

1.2.1 セクターローンによる防災管理プロジェクトの目的

プロジェクトの目的は以下を通してフィリピン政府の防災管理に関わる行政能力を強化するとともに、災害危険地域での被害を軽減することにある：

(1) 災害危険地域において構造物・非構造物対策を導入する。対象とする河川流域は「フィリピン国洪水リスク評価および選定された地域における洪水対策計画の策定計画調査」の結果に基づいて選定する。

(2) 洪水対策の緊急対応資金管理を含む災害リスク管理システムの改善

1.2.2 本調査の目的

この調査の目的はこのプロジェクトを実施するための基礎的な資料を整備するものであり、以下の内容を含む：

(1) 洪水対策事業実施を緊急に必要とする３つの河川流域と重点防御地域を選定すること。

(2) この3河川流域の重点防御地域に対するF/S調査を実施すること。

(3) セクターローン申請に必要な実施計画（I/P）作成の基礎資料を整理すること。

(4) セクターローンを管理する現在の行政組織についてその内容を確認し、必要に応じて提言すること。

1.3 最終報告書の構成

この最終報告書は、上述の目的のため実施された「フィリピン共和国防災セクターローン協力準備調査」の最終成果品として、JICA に提出された。

この最終報告書は、以下のように 6 つの編に分冊されている。

表 R 1.1　　最終報告書の構成

編番号	タイトル	内容
－	要約	本報告書の要約
第 1 編	主報告書	防災セクターローン事業実施目標、方針、手順、協力条件等の内容の調査結果とその提案及び調査内で実施する F/S の対象 3 河川の選定
第 2-A 編	Cagayan 川下流域における防災セクターローン事業のためのコアエリアのフィージビリティ調査	F/S 実施対象として選定された Cagayan 川下流域の 2002 年 F/S の見直しと防災セクターローン事業内で治水事業を実施するための F/S 調査結果
第 2-B 編	Ilog-Hilabangan 川における防災セクターローン事業のためのコアエリア河道改修のフィージビリティ調査	F/S 実施対象として選定された Ilog-Hilabangan 川の 1990 年 M/P の見直しと防災セクターローン事業内で治水事業を実施するための F/S 調査結果
第 2-C 編	Tagoloan 川における防災セクターローン事業のためのコアエリア河道改修のフィージビリティ調査	F/S 実施対象として選定された Tagoloan 川の 1982 年 M/P の見直しと防災セクターローン事業内で治水事業を実施するための F/S 調査結果
－	台風１６号（オンドイ）及び１７号（ペペン）による洪水被害に係るニーズ・アセスメント調査	

上述したように、本編、第 2-A 編はセクターローン事業内で実施するために準備された Cagayan 川における治水事業（サブ･プロジェクト）のフィージビリティ調査結果をとりまとめたものである。このフィージビリティ調査（F/S）は、防災セクターローン事業内でサブ･プロジェクトとして実施することを前提に、Tuguegarao 市の市街地及び Enrile 町の住宅地を洗掘による土地の消失から守るための護岸と堤防施設を提案した。

第 2 章　調査地域の自然条件

2.1　位置

カガヤン川流域は、ルソン島北東部に位置し、その流域面積は27,281 km^2、流路延長520 kmでフィリピン国最大の河川である。流域は、東はシェラマドレ山脈、西はコルディレラセントラル山脈、南はカラバロマパラン山脈に囲まれ、北はバブヤン海峡に接している。

2.1.1　地形

カガヤン(Cagayan)川流域は傾斜地が多く、傾斜8 %以下の土地は6,600 km^2、8 %～18 %の土地は3,400 km^2、18 %以上の土地は17,300 km^{2}に達する。カガヤン川の主要支川はマガット(Magat)川、イラガン(Ilagan)川、シフ・マリグ(Siffu-Mallig)川、ツゲガラオ(Tuguegarao)川、チコ(Chico)川である。これら支川は流域の東西および南部斜面を流下した後カガヤン(Cagayan)本川に合流する。カガヤン本川は平坦な沖積平野を南から北に向かって流れバブヤン海峡に注ぐ。

(1)　2002 年 F/S によって実施された地形測量結果の利用

本セクターローン協力準備調査における Cagayan 川流域の F/S 調査では、2002 年に実施された既往の JICA の F/S 調査より以下の地形測量調査結果を有効に利用して実施する。

表 R 2.1　　2002 年 F/S で実施し本 F/S 調査で利用する地形測量データ

No.	成果	測量実施期間
1	River Profile and Cross Section Survey	From March 31 to June 20, 2000
2	Aerial Photography	From March 31 to June 20, 2000
3	Topographic Mapping	From August 16 to November 30, 2000

(2)　新たに実施した測量調査

本調査内において、洪水状況の確認、提案構造物の的確な数量把握のため、以下の補足測量調査を治水対象地域を中心に実施した。

表 R 2.2　　本調査において新たに実施した測量調査

No.	調査項目	調査数量
1	河川縦横断測量	Cagayan 川(71 横断面): 20km
		Tuguegarao 川 (13 横断面): 6km
2	衛星写真平面図購入	面積: 192km^2, (12km (E-W), 16km (N-S))

図 R 2.1　横断測量実施位置図

2.1.2　地質

カガヤン(Cagayan)川流域を構成する岩は、前第三紀の変成岩および深成岩である。これらは後期第三紀と第四紀に火成岩の貫入によって隆起した。漸新世の岩は溶岩・変成レキ岩・凝灰角レキ岩・凝灰質砂岩および泥岩から成る。後期更新世から現世の砂層・シルト・レキおよび火砕質の岩も見られる。地震は北部ルソンの西側に多く発生し、東のカガヤン川流域では地震の頻度は小さい。1990年7月に発生したバギオ地震は既往最大規模で震度7.8に達し、サンタフェ地域を含むカガヤン(Cagayan)流域南西部の斜面崩壊を招きマガット川流域の生産土砂量・流砂量が増大した。

2002年F/Sでは、本調査において、コアエリアとして選定されたTuguegarao市周辺の基礎地質を確認するために3箇所の地点で深さ20mのボーリング調査を実施している。このボーリング調査では、標準貫入試験、現場透水試験及び乱さない試料による室内試験を実施している。また、ボーリング調査以外に堤防の基礎地盤及び堤防材料を確認するため、6箇所の地点のテストピットから深さ約3mまでの試料を採取し、室内試験を行い、土質を調査している。

(1)　Tuguegarao 市周辺の土質

Tuguegarao 市周辺の基礎地盤は主に、丘陵部が粘土質土、沖積低平地は砂質土または砂混じり礫質土から構成されている。砂礫質土は Tuguegarao 川沿い及び Cagayan 川と Tuguegarao 川の合流部周辺の Cagayan 川右岸に広がっている。

深さ 20m のボーリング調査を実施した 3 箇所の位置図を図 2.1 に、結果のボーリング柱状図を図 2.2 に示す。

ボーリング調査を実施箇所 TBH-1 では、地表面から深さ 1.5m まで砂質粘土層が薄く広がっているが、1.5m から 8m までの深さは砂及び礫質土が広がる。また 8m から以深 20m までは砂層となっている。TBH-2 地点では、地表面から 20m の深さまでほぼ砂質粘土層が支配的であるが、深さ 0.6m から 1.7m まではシルト質砂、礫質土及び玉石が混じる層が介在している。TBH-3 地点は、地表面から深さ 2m までシルト質粘土層であるが、それより深い 2m からボーリング調査最深部 20m までは細砂質土となっている。

表2.1に示すように、本調査地点における砂質土の標準貫入試験の結果はN値が9~29間にありその殆どが15以上である。この結果は、調査地点の基礎を形成する砂質地盤は堤防基礎としては問題が無いことを示している。しかしながら、特別に強固な基礎を要求される構造物（コンクリート構造物等）に関しては基礎杭が必要となる可能性もある。一方粘土層の標準貫入試験結果は主にN値11~22の結果となり、非常に堅固な粘性土となっている。よって砂質地盤と同様に堤防基礎地盤としては堤防安定には全く問題が無いことを示している。しかしながら、同様に荷重の大きな重要構造物はその荷重条件により、基礎杭が必要となる可能性もある。

表 2.2 には基礎地盤の透水係数試験を示している。砂質土の透水係数は 10^{-3}~10^{-4} cm/sec の範囲にあり、標準的な砂質土の値を示している。この結果、一般的には浸透対策のための改良工事等は必要ないと判断される。一方粘性土に関しては一般的な粘性土の値より、当地盤の粘性土の透水係数は 10^{-3} ~10^{-5} cm/sec の結果を出しており、粘性土としては高い値を示しているが、これは現場試験による誤差から生じたものと判断され、浸透対策は必要ないと判断されている。

室内試験結果は表 2.3 に示されている。試験結果は一般的な各々の土質の数値結果を示している。しかしながら、三軸圧縮試験（非排水圧縮）の結果は、粘性が大きな値を示している。これらの結果から、2002 年 F/S 調査では以下の諸定数を設計時に使用することを提案している。

表 R 2.3　　設計に使用することが提案された土質の諸定数

Condition	粘着力	内部摩擦角
Uncosolidated-undrained	80 kPa	5 degrees
Consolidated-undrained	10 kPa	27 degrees

(2)　堤防に使用される材料の土質

2002 年 F/S では、図 2.3 に示される 6 箇所の地点で地表面から 3m までの深さの地盤の材料調査を実施している。またその土質柱状図を図 2.4 に示す。

TP-T2 地点の土質を除いて、他の全ての地点で堤防材料として望ましい粘性土が有る。特に TP-T4 は砂と礫が混じっており、堤防材料としては最適な土取り場となる。TP-T2 周辺の地盤も堤防に利用しても問題は無いが、この地盤の粘性土は、非塑性粘性土のため、洗掘･浸食に弱い土質であり堤防の洗掘･浸食対策が必ず必要である。

これらの試料の室内土質試験結果を表 2.4 に示す。試験結果は三軸圧縮試験（非排水圧縮）を除き各々の一般的な土質が持つ性状を示す結果となっている。しかしながら三軸圧縮試験は一般的な土質が持つ粘性もせん断抵抗角もかなり大きな値となった。これらの結果から、2002 年 F/S 調査では以下の諸定数を盛土設計時に使用することを提案している。

表 R 2.4　　盛土設計に使用することが提案された土質の諸定数

Condition	粘着力	内部摩擦角
Uncosolidated-undrained	Each Test Values	
Consolidated-undrained	10 kPa	25 degrees

調査地周辺では、大量の細砂がどこの地域においても取得可能な材料である。これらの細砂は堤防の内部の盛土材料や埋め戻し材料として利用可能であり、事業の経

済性からも材料の運搬費を節約するためにできるだけ利用する事が望ましい。しかしながら、堤防の川側 5m、堤内側 3m の材料は粘性土を利用しなければならない、としている。

(3) 玉石及び砕石の採取

コンクリート骨材や玉石の採取が可能な場所については DPWH の Region2 の事務所でその利用可能量とともに用意されている。その採取場所を図 2.5 として添付する。これらの場所のうちいくつかは既にその材料を消費してしまっているが、2002 年 F/S 調査における現場踏査ではこれまでの洪水等により、また採取が可能な状況となっている。

2.2 Cagayan川流域の水文と河川システム

2.2.1 Cagayan 川流域の一般気象情報

(1) 一般的気象の特質と降雨

Cagayan 川流域の気象は 2 つの熱帯モンスーン（南西モンスーンと北東モンスーン）によって構成されている。PAGASA の気候分類によれば、Cagayan 川流域の気候は TypeIII に属する。この気候タイプはそれほど明確では無いが雨季と乾季があり、11 月から 4 月が乾季とされそれ以外の月は雨季となる。

Cagayan 川流域を襲う豪雨は主に台風かモンスーンの影響による。台風は大抵 7 月から 12 月にかけて襲来し年間平均 8 個が流域に影響を与える。

しかしながら、流域の年間総雨量は南西モンスーンによる降雨が支配的である。このモンスーンはアジア大陸の気温差によって引き起こされ Cagayan 川流域の大気を非常に多湿化させる。

Cagayan 川流域を含めた「フィ」国の特異気象現象は、El Niño 現象によって発生する。最近の El Niño 現象は 2006-2007 年に発生した（PAGASA 発表）。過去には、El Niño 現象はアメリカの NOAA によると 1972-73 年、1976-77 年、1982-83 年、1986-87 年、1991-94 年 及び 1997-98 年に発生している。このように過去の記録から El Niño 現象はほぼ 3 年に一遍の割合で発生している。この El Niño 現象が発生すると「フィ」国では極めて少雨となり、洪水とともに社会経済に大きな影響を与える。

(2) 気温

Cagayan 川流域の大気温はその緯度に起因して「フィ」国の中では比較的低い。最も暑い月は 5 月~7 月で、最も気温が低いつきは 1 月である。表 2.5 に示すように、月平均気温は 1 月で 23.1°C、5 月で 29.0°C であり、Tuguegarao の年平均気温は 26.4°C である。

(3) 湿度

Tuguegarao は比較的湿度が高く 70%から 90%で推移する。表 2.5 に示すように、湿度が最も低い月は 4 月~5 月で 69%であり、最も高い月は 11 月~12 月で 82%であり、年平均は 76%である。

(4) 蒸発散量

流域における日蒸発散量は決められた蒸発皿によって測定されている。表 2.5 に示すように、最も蒸発散量が多い月は 4 月であり、最も少ない月は 12 月である。年平均日蒸発散量は Bontoc (EL. 855 m)で 3.5mm、Alimanao (EL. 30 m)で 5.9mm である。

(5) 風速

5 月から 9 月は南風が卓越し、10 月から 4 月までは北風が卓越風となる。表 2.5 に示すように、年間を通した風速は、Aparri で 10 km/時、Iguig で 8 km/時、Tuguegarao で 6 km/時である。

(6) 日照時間

流域における年間平均日日照時間は 5-6 時間である。最も長い日照時間は 4 月または 5 月であり、最も短い月は 12 月である。日照時間は Tuguegarao 市で、12 月の 3.1 時間から 4 月の 7.8 時間となっている（表 2.5 参照）。

(7) 気圧

月別平均大気圧は乾季に高くなり、雨季に低くなる。Iguig では、8 月に平均 1,008 hpa であり、2 月に平均 1,018 hpa となる（表 2.5 参照）。

2.2.2 Cagayan 川流域の河川システム

Cagayan川流域は、羽のような形状をしており、その流域面積は27,281 km^2、東はシェラマドレ山脈、西はコルディレラセントラル山脈、南はカラバロマパラン山脈に囲まれている（調査位置図参照）。Cagayan川流域の年平均雨量は2,600 mmであり、ルソン島北東部のCagayan渓谷を南から北へ流れる流路延長520 kmのフィリピン国最大の河川である。この流路はシェラマドレ山脈の山裾を流下しているので本川右岸側の支流の流域面積は小さくそして急峻な流路勾配となっている。

Cagayan川流域の水資源は豊富で年平均雨量は2,600 mm、河口での年平均流出量は1,372 m^3/sと算定される。気候区分は明確ではないものの、おおよそ12月から4月にかけての乾季と5月から11月の間の雨季がある。年間降雨は山地部の4,000 mm以上から北部平地部の2,000 mm以下までと多様である。カガヤン川河口での100年確率洪水は21,400 m^3/sと推定され、比流量0.784 m^3/sに相当する。

Cagayan川流域には、Magat川(5,113 km^2)、Ilagan川(3,132 km^2)、Siffu-Mallig川(2,015 km^2)及びChico川(4,551 km^2)の大きな支川流域を持つ。河口からTuguegaraoまでの河道の平均勾配は1/8,680である。各支川からの平均流出量は以下の表に示すとおりである。

表 R 2.5　　Cagayan 川の河川システム

本川・支川名	流域面積 (km^2)	年間平均流出量 (m^3/s)
Upper Cagayan River	6,633	291.6
Magat River	5,113	262.6
Ilagan River	3,132	143.9
Siffu-Mallig River	2,015	85.8
Chico River	4,551	251.4
Whole Basin	27,281	1,343.2

Cagayan本川はカラバロマパラン山脈にその源流を発し、北~北東に向かって山地を流下した後、流域で最も大きな支川であるMagat川（左支川）及びIlagan川（右支川）と合流する。Ilagan川の合流地点におけるCagayan川の流域面積は15,100 km^2である。Magat川には主に灌漑と電力の2つの目的を持つMagatダムがMagat渓谷のあるUpper Magat川に建設されている。

Cagayan川はIlagan川との合流直後北西にその流れを変え、自然堤防と段丘によって拘束された河道を流下しながらAlcalaまで流下する。この区間、特にTuguegaraoからAlcalaまでの区間は激しく蛇行を繰り返す。また、この区間では、Siffu-Mallig川（左支川）及びTumauini川、Tuguegarao川、Pared川（右支川）が合流する。Alcalaでの総流域面積は21,400 km^2となる。

AlcalaからMagapitまでのCagayan川の河道は約30kmにも及ぶMagapit狭窄部と呼ばれる長い渓谷を通る。この渓谷（狭窄部）には、特にTupang、Nassiping及びMagapitと呼ばれる3つの狭窄部がある。

このMagapit狭窄部区間において、Cagayan川は流域で2番目に大きい流域面積を持つ左支川のChico川と合流する。また、同様にZinundungan川（左支川）やDummon川（右支川）等の比較的小さな流域も合流しCagayan川の総流域面積は27,100 km^2となる。このMagapit狭窄部区間を抜けるとCagayan川は北に流向を変え、比較的広い平野を抜けながら、AparriでBabuyan海峡にその河口を形成する。Cagayan川の総流域面積は、河口で27,281 km^2となる。

2.2.3　現在の河道の特質

2002年のF/Sでは、2000年に実施した河川測量の結果として、河床(地形)勾配、河道幅、河道の深さ及び流下能力等よりCagayan川の河道の特質を以下のように要約している。

平均河床勾配

- River mouth to Magapit Bridge: 1/21,000
- Magapit Bridge to Alcala: 1/10,000
- Alcala to Confluence with the Tuguegarao River: 1/9,000
- Tuguegarao River to Cabagan: 1/7,000

低水路河道幅

- River mouth to Magapit Bridge: 400 to 2,000 m
- Magapit Bridge to Alcala: 300 to 1,400 m
- Alcala to Tuguegarao: 300 to 1,100 m
- Upstream of Tuguegarao: 300 to 1,000 m

低水路の平均深さ

- River mouth to Magapit Bridge: 3 to 12 m
- Magapit Bridge to Alcala: 5 to 20 m
- Alcala to Cabagan: 3 to 15 m

河岸高さにおける低水路の流下能力

- River mouth to Magapit Bridge: 9,000 to 25,000 m^3/s
- Magapit Bridge to Alcala: 4,000 to 20,000 m^3/s
- Alcala to Cabagan: 2,000 to 9,000 m^3/s

2.2.4 河道形態

(1) Cagayan 川によって形成された沖積平野（低平地）

(a) 概説

河川地形形態調査は衛星写真、航空写真、地形図及び現場踏査により実施された。河川は、1 つ 1 つその独自の自然条件を基に個々の形態･特質を持っており、Cagayan 川も繰り返される隆起(堆積)作用と沈降(浸食)作用を通してその歴史的な背景によって決定される独自の河川形態を持っている。Cagayan 川で最も注目すべき場所は延長約 30km にも及ぶ Magapit 狭窄部の存在と Alcala と Tuguegarao 間で繰り返される蛇行部の存在である。

(b) Cagayan 川によって形成された沖積低平地の特質

Cagayan 川の氾濫原の分類を示す流域の地形調査図は 2002 年 F/S によって作成されている。Cagayan 川流域の地形分類は以下の表に示されるように大きく 5 つに分類されている。

表 R 2.6 Cagayan 川の河川システム

地形分類	留意事項
山地、丘陵･段丘部	
Cagayan 川によって形成された沖積低平地	- Higher alluvial plain - Lower alluvial plain
支川によって形成された渓谷部	
急斜面部、崖	
河川（水域）	

沖積低平地は、自然堤防、後背地（低平地）、旧川部、渓谷平野等から成る。洪水は主に河道の低水路と自然堤防より河川側にある氾濫原を流下する。更に、Cagayan 川からの溢水による洪水流は、後背地を含む沖積低平地を浸水させる。Cagayan 川の河川水位が低減すると、河川を溢水し湛水した洪水は自然に本川に戻っていく。比較的高い標高を持つ自然堤防上のいくつかに都市が形成されている。また、比較的低い標高の自然堤防は洪水時冠水し洪水被害を発生させる。渓谷平野部も頻繁に本川の洪水によって浸水する。

比較的標高が高い沖積低地は毎年の本川の洪水流よりも高く、浸水が頻発することは無い。それゆえ、比較的高い標高を持つ地域は宅地として発展し、周囲も灌漑農地や天水稲作地として土地利用が発展している。

(2) 河道の変化

河道の変化は、地形図･航空写真及び河道の測量結果を基に地形的･縦横断的に以下のように調査・整理されている。

(a) 河道の流れの移動

図 2.6 は、地形図や航空写真等を利用する事によって河道の移動変遷を調査した結果である。これらの結果から以下の結論を 2002 年 F/S 調査では得ている：

河川の蛇行の結果生ずる河道の移動は、Magapit 狭窄部による河川水位勾配が緩やかになることから引き起こされている。Iguig の上下流は、過去 50 年間で約 5km も河道を移動させている。このような河川の移動は長い時間をかけて徐々に移動するのではなく、突然に劇的に流れを変える傾向がある。この Magapit 狭窄部の上流区間を除き、大きな河道の移動変遷は無い。

(b) 河道の勾配と横断形状

Cagayan 川本線の河道の勾配と横断形状の変化も入手可能なデータで判る範囲で調査されている。

河床勾配の一般的傾向は以下の通りである。

(i) 河口からMagapit橋: 大きな変化無し

(ii) Magapit橋からAlcala: 若干上昇傾向

(iii) AlcalaからTuguegarao川合流部: 若干上昇傾向

(iv) Tuguegarao川合流部からCabagan: 大きな変化無し

以上の傾向から Cagayan 川の縦断勾配は平衡状態にあると言える。

(3) 河道の蛇行

蛇行とは、河床･流路が一定方向に固定されず左右に流れを振って流れる事を言う。それゆえ、特に Cagayan 川の大河川の場合はこの蛇行をコントロールすることは非常に難しい。河川工学（治水対策工事）におけるこの蛇行の取り扱いは、未だ課題の１つとなっている。

(a) 蛇行度

2002 年の F/S 調査では、山本晃一氏（1988 年土研資料「河道特性論」）によって提案された河川の曲がり程度を示す蛇行度を河川の蛇行の程度を示す指標として使用している。

Alcala から Tuguegarao 上流までの河道区間において、蛇行度(S)= 蛇行長(km) / 蛇行波長(km)の変遷を 1950 年から 2000 年までを 4 期間に分け調査した（図 2.7 参照）。蛇行度(S)が 1 より大きければ蛇行は大きく、1 に近づけば直線河道の様相を示す河道である。

図 2.7 によると、蛇行度(S)は、1950 年代の 2.12 から 2000 年に撮られた航空写真による蛇行度(S)1.81 に低減している。

上記の結果のように直近の 50 年間だけの短期間による調査ではあるが、Cagayan 川の河道の蛇行の程度は低減し段々と河道は直線化している。この蛇行度の低減は、中央山地の隆起の影響を受けた傾向かもしれない、としている。

また、現在の河道は硬く洗掘され難い基礎を持つ低平地の右岸側に河道が移動している傾向を示している可能性もある。

(b) 河道の蛇行の他の調査

河道の蛇行のいくつかの調査研究が今までに実施されている。これらの調査研究によると、蛇行部の河川の水面勾配を大きくする事によって改善が見られるとの理論がある。河道の水面勾配は放水路や捷水路の建設または河川の低水路の拡幅等の工事によって大きくすることが可能である。

2.3 洪水

2.3.1 河川洪水

Cagayan川流域では大抵、7月から12月を中心に台風の被害を受けており、年平均約8回の台風の影響を受ける。洪水は流域内に大量の雨を齎すこれらの台風によって発生する。流域に大きな洪水を齎した最近の台風は、1998年10月の台風Loleng、95年11月のRosing及び09年10月のPepengである。

現況の河道通水能力は低く、洪水氾濫が頻繁に生じ地域住民に被害を与えている。中でも1973年、1980年および1998年には大洪水に襲われた（**図2.8**参照）。1973年洪水は台風オペンにより引起こされ浸水面積が1,860 km^2に達した。1980年洪水は台風アリンにより生じ1,740 km^2の地域が浸水した。1998年洪水は台風イリアンおよびロレン(Loleng)により発生し浸水面積は約620 km^2であった。既往最大であった1973年洪水は約25年確率洪水に相当すると想定される。年平均洪水被害額はカガヤン川河口からツゲガラオ間で約36億ペソと推定され、地域総生産の約6.6 %にのぼる。

2.3.2 河岸の浸食と堆積

Cagayan川全川に亘り洪水の問題と同様に河岸侵食の問題がみられる。この浸食活動の著しい箇所は非常に深刻な問題となっている。これらの特に侵食が激しく被害が甚大な個所は2002年F/S調査において73個所確認された。これらの73箇所の浸食箇所は図2.9に示す。

2002年F/S調査によると、Magapit狭窄部下流の5箇所の河岸浸食場所では年間平均10mの浸食となっている。また、これらの地点での年平均侵食は6 mから28 mに及ぶ。Alcala周辺の4箇所の河岸浸食地点では、年間平均24mもの河岸が浸食されている。これらの平均的な年間浸食幅は、6mから28mにも及んでいる。

Enrile町の洗掘危険地区

Tuguegarao市洗掘危険地区

図 R 2.2 Tuguegarao 市周辺の侵食危険地域

第 3 章　調査対象地域の社会環境

3.1　人口及び経済

1990年～1995年および2000年～2007年の2期間についてCagayan川流域の人口構造を検討した。この結果、Tuguegarao市においては1990年～95年には2.51%人口が増加している（CLUP1998、都市構想計画1993-2022による）。しかしながら、2000年から2007年には人口増が7.37%と加速した（図R3.1および表R3.1参照）。この傾向は同様に7.95%の増加を示したCagayan州と一致しており、Region I全体では8.47%となる。2007年のTuguegarao市の人口密度は11,136人／km^2である。

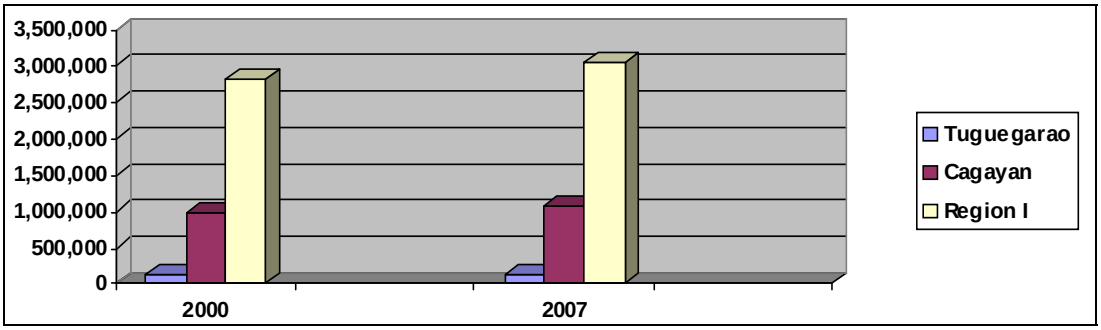


図 R 3.1　Cagayan 川流域の人口

表 R 3.1　調査対象地域の人口

Areas	2000	2008
Tuguegarao City	120,645	129,539
Cagayan Province	993,580	1,072,571
Region I	2,813,159	3,051,487

この人口増レベルはすでに高度な市街化の閾値に達しており、マニラ首都圏のPaterosと類似している。この規模の人口密度であるPaterosにおいては、度重なる洪水と都市域の密集と退廃、貧困、交通渋滞、その他の都市化による問題が明らかとなっている。

Paterosの場合、1970年～2000年においては、1970年には86%、1990年までには31%になり、2000年の初めには8%の人口増加率を示した。それから約10年たった2009年、この地区では市街地問題が既に始まっている。

このCagayan川流域における経済的人口統計学的な変化は、Cagayan州の最北端Sta. Anaにあるcagayan経済区を通じた地域の国際的な関係による景気の加速が契機となっている。

また、Lal-loにある国際空港の完成も経済発展の契機として期待されている。また、現在、これらの経済活動にかかわる投資家や専門家その他の人的資源・活動に対し、Tuguegarao市は彼らの仕事後の休息とレクレーションのための格好の目的地ともなっている。

全Cagayan川流域の人口増の加速化はさらなる工場化や市街化によって将来も起こると期待されているが、この人口増は本地域の経済活動増に伴う人口流入である。出生率については、そのレベルが2%と低いので特に注記することはない（Tuguegarao市のCLUP, 1998年参照）。

Cagayan川流域の人口の加速化前の1990年から95年の人口増加率はわずかに1.52%で、そのような状況において、一方の人口流出が0.8%である状況の下、人口増の機会が非常に限られていた（Tuguegarao市のCLUP, 1998年参照）。

しかしながら、最近の経済活動の増加に伴い、人口は流出・停滞傾向から流入傾向に変化してきた。現在も出生率はわずか1.52%であるものの、人口増加率は7%に加速している。

このように、急速な市街化が始まり、最近の経済成長によって更に人口が増加すると予測されている。Tuguegarao市は現在、商業に従事する者と旅行者が頻繁に往来する都市となった。2000年に始まったこの傾向は、この地域の中心都であるTuguegarao市の急速な都市化によりその次元が変わっている。例えば、Tuguegarao市の商店・小売業は4,508件もの商業施設に、教育セクターは115もの教育施設を持つまでに成長した。州政府職員のOne-stop shopもTuguegarao市の中心に建設された。この調査で示したデータにもあるように、高い市街化率が2000年初頭には始まっていることを示す調査結果となっている。

Tuguegarao市の1998年CLUP（都市計画）によると、Tuguegarao市の人口は、近年の人口増加率をベースに2022年には倍増するとされている。しかしながら、Tuguegarao市が中心となるこの地域の工場化や市街化は既に高いレベルで始まっており、この人口予測は5年程度短くなり、都市化による問題は2015年までには人口が過密状態となる警戒レベルに達する。

3.2 土地利用

現在、農業は未だTuguegarao市の土地利用の73%（113.95km^2）を占める主要分野である。住宅地は21%、商業地は1%、工業地は0.4%、学校や大学、政府関係施設のような公共施設は2%となっている。各土地利用については表R3.2および図R3.2に示す。

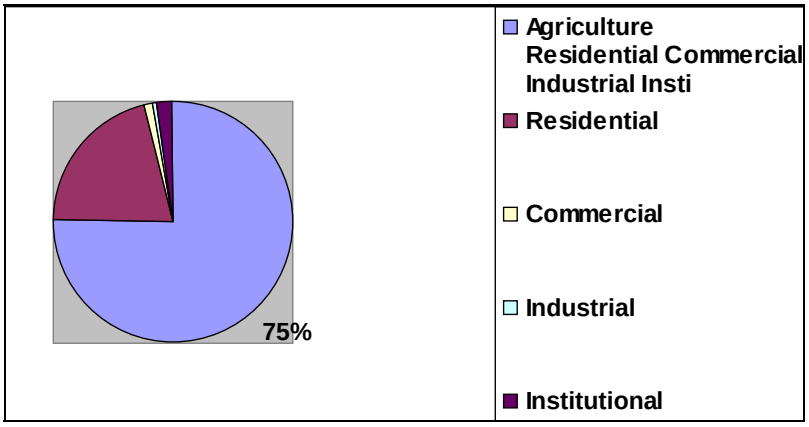


図 R 3.2 Kabankalan 市の土地利用(2009 年)

表 R 3.2 Tuguegarao 市の土地利用比率

Economic sectors	Land use %
一般的農地	73.0
住宅地	21.0
商業地	1.0
工業地	0.4
その他	4.6
計	**100.0**

市街化を示す一指標としては、各セクターにおいて建設された建物数がある。例えば、住宅セクターでは、合計22,311戸、卸売・小売業は4,508戸、ホテルは23件、不動産屋は6件、教育関連施設は115件、医療関連施設は65件、農業関連は7件となっており、近年急速に発展している。

Tuguegarao市周辺の土地利用状況を図3.1に示す。また、表R3.3に農業セクターの詳細について示す。

表 R 3.3　　Cagayan 州の農業生産

作物	耕作面積 (ha)	生産量 (Metric Ton)
Irrigated Palay	142,846	570,332
Rainfed Palay	57,249	136,840
Corn	82,428	297,984
Abaca	-	-
Banana	4,805	75,704.59
Cabbage	43	424.61
Calamansi	502	4,546.45
Camote	590	2,944.12
Cassava	983	7,001.72
Coconut	6,564	34,290.28
Coffee	235	54.94
Eggplant	883	7,929.96
Garlic	16	43.36
Mango	1,973	5,459.10
Mongo	1,595	619.07
Onion	10	42.50
Peanut	1,634	1,811.41
Pineapple	-	10,100.17
Rubber	-	-
Sugarcane	-	202,534.95
Tobacco	-	2,226.47
Tomato	-	584.71

上表に示すように、Cagayan州の主要作物は米で570,332MT、次にコーン297,984MT、サトウキビ202,535MTとなっている。

3.3　経済指標

地域内総生産（GRDP）の成長率はわずかに2%（2007年＝27,153,695、2008年＝27,684,066）で、国内総生産の2%未満という成長率の範囲内に納まっている。つまり、Cagayan川流域の成長率は、国家経済の本流に左右されるということである。これは、地方経済と国家経済の縦の関係が未だに存在するということを暗示している。地方経済の多様化へ向けた取り組みが必要である。

最近の国家経済の景気減速は2008年9月のアメリカのリーマンブラザーズ破綻に始まる世界的な景気の減退の影響である。国家経済に左右されない程度にまで地方経済を発展させる必要がある。表R3.4にCagayan川流域の経済状況をまとめた。

表 R 3.4　調査対象地域の域内経済成長率と世帯当り収入

Year	Value
GRDP	
2008	27,684,066
2007	27,153,695
Family Income	
2006	143
2003	126
2000	108

気候変動の影響を考えると地方経済の安定性は保証できない。しかし、もし災害リスクをうまく管理することができれば、ある程度の安定性はここまま確保できるはずである。

現在、工業地帯の土地利用の割合はわずか0.4%である。もっとも大きな土地利用面積を有するのは農業の73%であるから、その地方経済の付加価値は大部分が不安定である。

しかしながら、Cagayan経済特区およびLai-loの国際空港が全面的に運用を開始し、ベトナムや中国のような最高水準の経済成長のために今後いかに戦略的な投資を注入するかは地域の経済行政に左右される。しかしながら、現在の地域経済の成長率がわずか2%であり、一方人口増加率が7%と言う現状を鑑みれば、社会経済の苦境に今後つながることも予想される。実際には、国家収入の分配がうまくできなければ慢性的な貧困（貧困層45%、NEDA、2008年）を地域に招く恐れもある。それ故に、地方経済に対して公共と民間からより一層投資していくことが早急に必要である。

3.4　水利用

カガヤン川流域では、かんがいと都市用水が主な水利用となっている。水利用自体はかんがい用水であり、マガットダムのタービンを動かす水としては分類（確保）されていない。

かんがいシステムはすでにマガットのようなダム貯水池や頭首工、ポンプから水が供給されている。一方、都市用水や工業用水は主に井戸などの地下水が使われている。

NIAは、共用もしくはポンプかんがいシステムによって支えられ、NIAによってもしくは私設のかんがい共同組合によって所有もしくは管理されているかんがいシステムを通してこの地域で最も大きな水利用者である。

1987年の「Master Plan Study on the Cagayan River Basin Water Resources Development」報告書にあるように、国のかんがいシステムは、雨期には94,300ヘクタール、乾期には85,200ヘクタール、一方、共同もしくはポンプかんがいシステムは58,300ヘクタールとなっている。

このマスタープランが終了して以来、NIAのサービスエリアは変わっておらず、この面積は今も変わっていない。

上水道について言及すると、水と公衆衛生サブセクターのパフォーマンスは、飲料に適した安全でクリーンな水の供給改善および公衆衛生を徐々に制度化することを目的としたプログラムの導入を通して継続的に向上してきた。

安全な水へのアクセスは2003年には1.71%向上したが、国や地方自治体からの適切かつタイムリーな投資なしではますます多くの家庭（世帯数において年平均3.16%の増加もしくは2010年までに18,060世帯の増加）が安全な水にアクセスできないという事実が残る。

この問題に適切に対処するために、重点地域の上水道事業に対して適切かつタイムリーな投資をすることが必要である。

3.5 災害

3.5.1 人為的なハザード

被害の危険があるグループの保護と向上に沿った取組みは、特別に保護が必要な子供や代理人による保護化に置かれている子供の数、若者の犯罪者数や政府の補助を求めている身障者の数の減少傾向とともに着実に進められてきた。地域や地方自治体は過去３年間で得られた利益を維持するためにその将来を計画することへの子供にやさしい社会の創造と若者の参加を優先させる続けるべきである。地域の女性の状況については、とくに難しい事情での女性の報告件数が2002年の161件から2003年の258件と倍増した。これは、虐待されているより多くの女性の存在が明らかとなってきていることを意味している。

しかしながら、報告件数が1年間で倍増したという事実は気をつけなければならない。もっと煩わしいのは、まだいくつかのケースが残っているということです。とくに事情の難しい258人の情勢の中で、 94パーセントは、強打されるか、虐待されており、残りの6パーセントはレイプと近親相姦の犠牲者です。

地域は、多くの女性たちがその権利を知り戦えるように、とくにRegion2の奥地にまで届くようなさまざまな啓発キャンペーンやカウンセリングや保護サービスや危機調停部局の機能化といった女性のための方策を探していかなければならない。同様に、虐待を受けた女性に聖域を提供し、彼女らが物理的・精神的なトラウマを乗り越える手助けをするために女性避難所を完成させ完全に機能化させるべきである。

このように、このセクターが直面している難問は、以下に列挙される。

・過去3年間で得られた利益の維持

・子供にやさしい社会の創出および若者の参加への優先度確保

・より広範な啓発キャンペーン

・女性のための避難所の完成とその機能化

3.5.2 自然のハザード

地震と洪水がこの地域の主な自然災害である。Cagayan川の本川や支川の各所で見られる河岸侵食が顕著である。守られる地域がたとえ限られた地域であっても、住宅地や幹線道路を守るための護岸工事が必要である。既存の治水事業としては、水制や舗装による護岸工事のみである。

破壊的な被害の可能性がある地域がいくつか見られる。Cabagan、Namabbalan、Bagumbayan、Cataggaman、Enrile、Iguigの近くのSan Vicente、Babuyanといった地域は危機的状況にある。

河岸浸食は、Cagayan川では最も深刻な洪水問題の1つである。

洪水により引き起こされる別の問題としては浸水被害がある。Cagayan川には1,860km2の洪水常襲地帯があり、米、コーン、豆、野菜の生産地として使われている。この1,860km2は過去最大であた1973年の洪水で浸水した地域から計算された。最近では、2009年9月の台風

Pepeng（台風17号）によって、まだ実際の被害は明らかになっていないものの最近ではおそらく最大の洪水被害が発生している。

3.6 過去および進行中の公共事業

Cagayan 川流域の主な公共事業を以下に示す。

表 R 3.5 コアエリアとその周辺の公共事業

Project/Location	Description	Date	Status
Bridge/Jones, Isabela	6 span 350 m modular steel	Sep 11, 2008	Constructed
Bridge/Tumauini, Isabela	12 span 439 m with I-girder support	Aug 13, 2008	On-going as of date shown
Road Paving/Diadi, N. Vizcaya	4,800 sq m Bambang -San Luis section	Jun 07, 2008	Constructed
Dredging/Lamut River, Bagabag, N. Vizcaya	1.1 km stretch	Jul 30, 2008	90% finished as of Jul 14, 2008
Magapit Suspension Bridge/Lallo, Cagayan	Retrofitting of pony truss	Jul 25, 2008	On-going
Bridge/Cabagan, Isabela	21-span x 15m/span overflow type	May 2008	Constructed
6 bridges/barangays in the provinces of Quirino, Isabela, N. Vizcaya and Cagayan	Aggregate total of 1,2003		Various stages of construction.
Ferry services/Tuguegarao City	Ferry services for commuters in Cagayan due to collapse of bridge going in and out of Tuguegarao City.		Continuous ferry service until bridge is replaced.

第 4 章　調査対象地域の将来の人口及び土地利用

4.1　将来の土地利用

Tuguegarao市とその周辺地域の土地利用は図4.1に示すように将来においても主に農業と公共関連であり、この地域の土地利用の大きな割合を占める主要セクターである。

表R4.1にTuguegarao市のCLUPを元にした市街地の変化を示す。

表 R 4.1　　Tuguegarao 市の市街化区域

Name	現在 (2009)	将来 (2020)	増加率
Tuguegarao	24.31 [1/]	38.83 [2/]	1.60

[1/] *Computed by GIS based on satellite image*

[2/] *Computed by GIS based on CLUP of Kabankalan City*

上述のCLUPによると、工業用地は0.30km2から0.89km2に増加する。しかしながら、このCLUPは過大な傾向があるため、表R4.2に示すように、工業用地の増分のうち50%が稼動すると仮定した。

表 R 4.2　　工業用地の占有面積

現況			将来(計画)			将来(妥当)50%	
Built-up Area (km2)	Industrial Area (km2)	Percentage	Built-up Area (sq.km)	Industrial Area (sq.km) [1/]	Ratio	Effective I. A. (km2)	Ratio
24.31	0.30	1.23%	38.83	0.89	2.29%	0.60	1.53%

[1/] Estimated *from CLUP by GIS*

上記の説明にもかかわらず､2020年に人口が2倍になったとしても､主要産業は市外(Cagayan経済特区のある北東部）に集中する。しかしながら、将来完成が期待されるLai-lo空港建設計画による観光やレクレーション産業の発展は、現在の経済・教育・商業活動中心であるTuguegarao市街地を中心に発展することが予想される。

工業地が経済特区に集中する環境は､Tuguegarao市の工場からの汚染や人口増加を最小限に抑えられるという環境管理の点からは有利なことである｡ほとんどの汚染工場は市の外側に置かれる｡産業汚染を含む巨大な集中型の浄化槽や沈殿槽はどこかに設置することが必要であり､Tuguegarao市の主要活動、特に、教育関連、政府関連の施設の運用と同様にグリーン・ツーリズムや金融、取引、商業活動は工業化による様々な公害からは守られなければならない。

これは、工業地帯の中心横浜市（京浜工業地帯）と東京の関係もしくは、マンチェスターやリバプールのような北の観光と商業都市とロンドンの関係に似ている。

4.2　将来人口

Cagayan州の人口予測は表R4.3に示すとおりである。

表 R 4.3　　NSO による Cagayan 州の人口増加

年	人口	増加比	増加率
2000	998,600		
2005	1,087,200	8.87%	1.77%
2010	1,182,700	8.78%	1.76%
2015	1,283,200	8.50%	1.70%
2020	1,380,700	7.60%	1.52%
2025	1,473,200	6.70%	1.34%
2030	1,558,100	5.76%	1.15%
2035	1,633,600	4.85%	0.97%
2040	1,701,100	4.13%	0.83%

1/ *Source: NSO website*

上に示すとおり、人口の増加率は2005年の1.8%から2040年の0.8%へと減少していく。

2000年および2007年に実施されたセンサス調査の結果から、Cagayan州の増加率は1.10%、Tuguegarao市は1.02%、Enrile町は0.32%となっている。詳細を表R4.4に示す。

表 R 4.4　　センサス人口データ

Place	unit	2000	2007	Growth Rate
Cagayan	nos.	993,580	1,072,571	1.10%
Tugugarao	nos.	120,645	129,539	1.02%
Enrile	nos.	29,062	29,719	0.32%

1/ *Source: NSO website*

本調査では、2000年から2007年の平均人口増加率が今後も2020年まで続くと仮定する。この仮定に基づいた予測人口を表R4.5に示す。

表 R 4.5　　本調査における想定人口

Place	2009	2010	2015	2020	Ratio (2009/2020)
Cagayan	1,096,272	1,108,318	1,170,565	1,236,307	1.13
Tuguegarao	132,199	133,549	140,509	147,833	1.12
Enrile	29,909	30,005	30,488	30,979	1.04

4.1節で述べたように、市街化区域は将来1.6倍になるが、上に示したように、2009年と2020年のTuguegarao市の人口比は1.12である。

4.3　都市開発と人口の将来予測

通常、都市化の枠組みは、工業化や都市化の伸展に伴う人口の増加により特徴付けられる。たとえば、3%という出生率は、急激な工業化や都市化を維持する能力なしでは、普通の値であり、高い人口増加率は主に田舎の農業セクターからの余剰労働者の人材流入によるものである。

それ故に、現在の成長率64%は、既にTuguegarao市において急速な市街化が始まっていることを示している。

急速な市街化が制御できないレベルに達する前に、本調査対象地域の川や水源やその他の危機的な自然資源といった自然の生息地への市街化拡大の悪影響を緩和するのは今である。

景気拡大が、急速な都市化・商業化・工業化によって直接影響されるコミュニティの自然の生息域や文化的価値の大破壊を引き起こす可能性があることを示している調査もある。

ホスト社会の自然生態系や文化的価値を損なわないよう発展の過程を調整しながら取組むということは、経済的カバナンスにとって非常に困難な仕事である。

第 5 章　水文・水理検討

5.1　概説

5.1.1　既往洪水流出計算の概要

Cagayan 川流域の確率洪水流量の計算は 2002 年 2 月の「Feasibility Study of the Flood Control Project for the Lower Cagayan River in the Republic of the Philippines」という JICA 調査によって実施されている。降雨解析、流出モデルの作成および流出解析という 3 段階で実施された。この F/S 調査で解析した結果、結局は 1987 年の M/P 調査の洪水流出結果を採用している。

(1)　降雨解析

降雨解析は、有効なデータが存在する近傍の雨量観測所を利用して、ティーセン法を使って行った。解析に使用した雨量観測所は、Aparri、Tuao、Tugugarao、Naneng、Ilagan、Bontoc、Nayon、Echague、Consuelo および Dakgan である。各小流域の流域平均標高により雨量を補正した後に下表に示すようにそれぞれの確率流域平均雨量を算定した。

表 R 5.1　　確率 4 日雨量

Sub-basin	Rainfall (mm)					
	2-yr	5-yr	10-yr	25-yr	50-yr	100-yr
Casecnan	133	209	277	360	440	520
Cagayan No. 2	122	200	270	360	420	505
Cagayan No. 1	116	184	247	330	400	470
Diduyon	127	201	268	360	430	520
Addalam (A)	102	156	201	271	333	405
Matuno No. 1	117	152	174	202	222	242
Alimit No. 1(A)	100	141	168	203	230	257
Magat	89	119	139	158	164	200
Ilagan No. 1	132	186	223	273	312	352
Disabungan	141	206	254	319	371	426
Siffu No. 1(A)	81	123	153	194	226	259
Mallig No. 2	90	141	180	234	277	324
Chico No. 2	131	190	237	303	359	421
Chico No. 4	110	160	195	240	275	311
Pinukpuk	104	155	191	238	275	312

図 5.1 に示すモデルハイエトグラフを作成するための降雨強度曲線を作成した。

(2)　河川システムのモデル化

河川モデルとしては、1987 年の M/P 調査で使った流域分割と河川システムを採用している。このモデルは、図 5.2 に示すように、9 つの基準点と 50 の小流域と 30 の河道と 15 のダムからなっている。

(3)　洪水流出解析

図 5.3 に示すフローチャートに示すように、降雨流出の概念モデルである貯留関数法を使用している。流出解析結果を表 R5.2 に示す。

表 R 5.2　Cagayan 川流域の洪水流出計算結果

River/Location	Base Point	D.A.	Design Discharge, cum/s					
			2yr	5yr	10yr	25yr	50yr	100yr
Cagayan @ River mouth	BP-1	27,281	6,200	9,900	12,000	15,700	18,100	21,400
Cagayan @ junct. with Chico R.	BP-2	21,437	5,800	9,400	11,500	15,300	17,700	21,000
Cagayan @ junct. with Siffu R.	BP-3	15,334	6,100	10,300	12,900	17,700	20,900	25,300
Cagayan @ junct. with Ilagan R.	BP-4	11,993	5,400	9,300	11,600	16,200	19,300	23,500
Cagayan @ junct. with Magat R.	BP-5	6,633	3,300	5,900	7,200	10,100	12,500	14,700
Chico @ junct. with Cagayan R.	BP-6	4,551	2,000	3,000	3,800	5,200	7,500	8,700
Siffu @ junct. with Cagayan R.	BP-7	2,015	1,200	1,600	2,000	2,700	3,000	3,300
Ilagan @ junct. with Cagayan R.	BP-8	3,132	2,000	3,400	4,700	6,700	7,600	9,400
Magat @ junct. with Cagayan R.	BP-9	5,113	2,700	4,500	6,000	7,200	9,500	10,600

5.1.2　本調査における検討･解析アプローチ

前説で示した水文結果および有益情報は本調査の水文水理検討に使用する。非常に大きな流域の雨量を含めたデータ収集、流出解析に要する時間と得られる精度を勘案すると、先の F/S 調査における流出計算結果を用いるのが最良の方法である。

以下に本調査での水文水理の方針を示す。

表 R 5.3　本協力準備調査における水文水理解析アプローチの概要

項目	MP / FS [1/]	This Study	Remarks
Report	FS by JICA in 2002		
雨量データ	1949-1999	Use of previous study result	
降雨解析	4-day rainfall, Thiessen method	Use of previous study result	
流出解析方法	Storage function method	Use of previous study result	
洪水流出解析	Review of M/P results and use it	Use of previous study result	
河川縦横断	250 or 500m interval surveyed in 2000	200 or 500m interval surveyed in 2009	Along city area : 200m
初期水位	2.35m at the river mouth	Decided under present river channel condition	Design HWL is too high for this project.
氾濫解析	One-dimensional non-uniform flow	One-dimensional unsteady flow	Vicinity of Tuguegarao City only
氾濫解析グリッド	1km	100m	-

[1/] MP – Master Plan; FS – Feasibility Study

水理検討では、Tuguegarao 市およびその周辺の 22km の Cagayan 川の線形や横断面の物理的変化を考慮し新たに水理計算モデルを作成し計算した。水理計算は米国陸軍工兵隊・水工学センターの HEC-RAS モデルを用いて行った。

5.2　水文

Cagayan 川沿いの各地点の確率年ごとの洪水流量は上述した F/S 調査の値を用いた。これらの流量データは、本調査の目的のためには十分な精度を確保している。

Tuguegarao 市に流下してくる Cagayan 川の確率流量を表 5.1 に示し、以下に取りまとめた。

表 R 5.4　Cagayan 川と Tuguegarao 川の各確率年の計画流量（インプット流量）

Return Period	Flood Discharge (m3/s)	
	Cagayan River	Tuguegarao River
2-year	6,200	800
5-year	10,400	1,100
10-year	13,400	1,300
25-year	17,800	1,600
50-year	20,600	1,800
100-year	24,300	2,000

図 5.4 に Cagayan 川と Tuguegarao 川の合流点下流の 2，5，10，25，50 および 100 年確率の洪水ハイドログラフを示す。

5.3　水理解析

5.3.1　対象範囲

対象範囲は、Tuguegarao市およびEnrile町とその周辺地域とそれに沿った河川堤防および左右岸の氾濫原である。

5.3.2　河川横断測量

GPSやトータルステーション、トランジットレベル、エコー探査機器を使って実際に測量を行って河川横断形状を得た。氾濫減の横断形状は、地点測量データ、横断データおよび地形図コンターから発生させたTINデータを元に作成した。

5.3.3　初期境界条件

(1)　出発水位決定の困難さ

現況河道での Cagayan 川の水位に関する既存データは以下のとおりである。

- 計画高水位（2002 年の F/S 調査結果の 25 年確率）

- 2000 年の測量断面

- M/P 調査時の流出計算結果（各地点流量）

通常、河川水位は河口からの洪水追跡計算によって算定される。しかしながら、本調査の重点防御という観点から、Cagayan 川流域の一部（Tuguegarao 市とその周辺地域）が対象エリアであることから、河川の途中に出発水位を設定して氾濫計算を行わなければならない。

本調査は、重点防御というコンセプトであるから、出発水位は現在の河川の河道状況に基づいて決定されなければならない。しかしながら上記の既存データから出発水位を決定することはできない。通常、出発水位が決定できず等流状態であるとみとめられる区間については等流水深を設定する。しかし、Cagayan 川の勾配は緩く、下流の背水の影響が Tuguegarao 市にも及ぶため設定できない。

(2) 出発水位の決定

まずデータの存在する 25 年の計画高水位（MP および FS の計画河道条件下）を出発水位として氾濫計算を実施したが、2002 年の FS 調査で作成された氾濫図よりも氾濫水深が大きいものとなってしまった。カガヤン川の現況の氾濫状況を考慮した場合、水位はもう少し低いと想定される。

次に、下流端を等流水深とし MP の流出量を与えて氾濫計算を行ったところ、Tuguegarao 市の Buntun 橋付近の氾濫水深は FS と比べて浅いものの、Tuguegarao 市周辺の氾濫域および水深は非常によく合う。

そこで、Tuguegarao 市周辺の氾濫水位は正しいとして、Tuguegarao 川合流後の水位から 25 年の計画高水位の水位勾配により出発水位地点の水位を推定して設定し、再度氾濫計算を実施したところ FS 調査時の氾濫図とほぼ一致する結果を得た。

従って、ここで設定した水位を今回の防災セクターローンで採用する出発水位とする。

5.3.4 流下能力

図5.5に示すように、最低流下能力は2年確率以下である。重点防御区域であるTuguegarao市沿いの区間は10年以上の流下能力である。

5.4 洪水氾濫解析

5.4.1 概要

(1) 洪水氾濫モデルの概念と概要

河川の勾配が緩く、下流の背水の影響が Tuguegarao 市にまで及ぶ。また、氾濫は河川からの越水によるもので、河川水位が低下すれば洪水も引いていく。この氾濫形態を考慮し、氾濫減を含む広い河川横断を設定し氾濫モデルを構築する。氾濫現象は、1 次元不定流計算によって表現することとする。

(2) ソフトウェアの説明

HEC-RAS はマルチタスク環境において対話形式で使える統合システムである。1 次元の自然河川、人工河川もしくは水路の水理計算を行うよう設計されている。このソフトは、グラフィカルユーザーインターフェイス、個別分析コンポーネント、データ保存およびデータ管理機能を備えている。このシステムは、a)定流状態で徐々に変化する流れの水位計算、b)主として常流および射流の非定常流シミュレーション、c)洗掘と堆積による土砂移動計算および d)現在のバージョン（Ver.4.0）では水温分析といくつかの水質成分の移動を計算できる水質解析、が可能である。

5.4.2 洪水氾濫モデル

(1) モデル作成

洪水シミュレーションは一般に小流域からの洪水流出計算、洪水追跡計算、氾濫原の洪水氾濫解析の 3 つのステップで行う。HEC-RAS のモデル構造を図 R5.1 に示す。

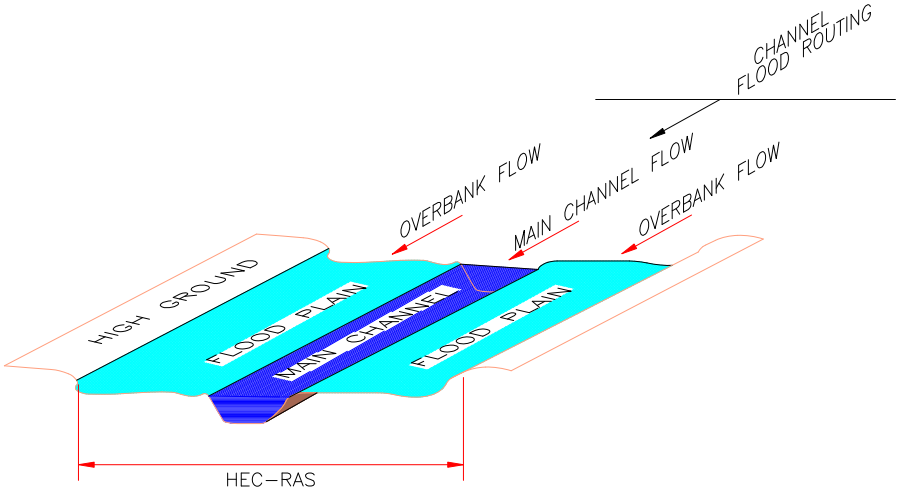


図 R 5.1 HEC-RAS モデルの構造

(2) 計算の方法

HEC-RAS は、河川流量、河道に沿った水の流れに垂直な横断、橋の構造等の河川横断構造物、マニングの粗度係数（n の値）、上下流の境界条件が基本入力である。

河道内および氾濫原の流れの水理計算には流れの抵抗値（一般にはマニングの粗度係数 n として表される）が必要である。粗度係数が水面に対してもつ効果として、n の値が増加すると流れの抵抗値も増加し、水位が上昇することになる。本調査で想定した n の値は、既往調査と同様に、低水路河道において 0.040、高水敷および氾濫原の農地部については 0.060、氾濫原の都市部については 0.100 とした。

水位計算については、ある横断と次の横断の間でのエネルギー方程式を標準逐次計算法と呼ばれる方法で解く。エネルギー方程式については以下に示す。

$$Z_2 + Y_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + he$$

ここに、

Z1, Z2 = 断面 1 および 2 の河床高
Y1, Y2 = 断面 1 および 2 の水深
a1, a2 = 断面 1 および 2 の流速係数
g = 重力加速度
he = エネルギー水頭損失

下図はエネルギー方程式を説明するものである。

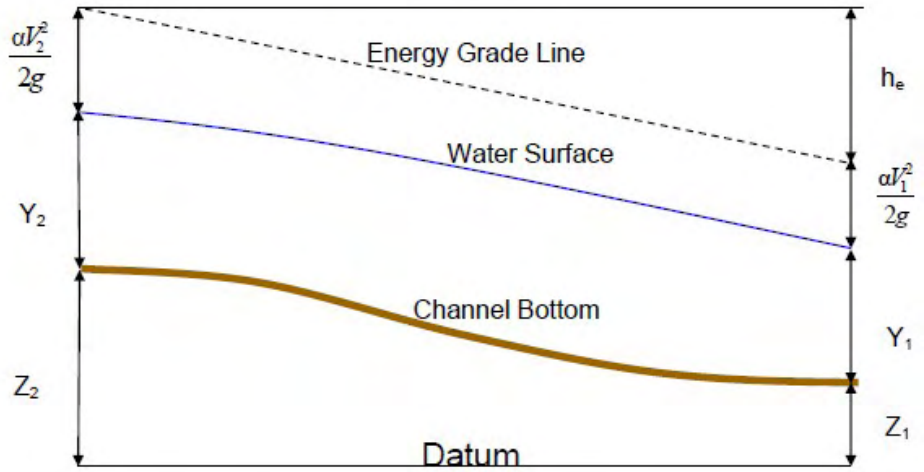


図 R 5.2　エネルギー方程式説明図

2 断面間のエネルギーの水頭損失（he）は摩擦と収縮／拡大の損失からなり、以下のように表される。

$$he = L\bar{S}_f + C\left|\frac{a_2 V_2^2}{2g} - \frac{a_1 V_1^2}{2g}\right|$$

ここに、

L　= 重みつき区間距離
$\bar{S}_f$　= 2 断面間の摩擦勾配
C　= 収縮／拡大損失係数

重みつき区間距離は以下のように求められる。

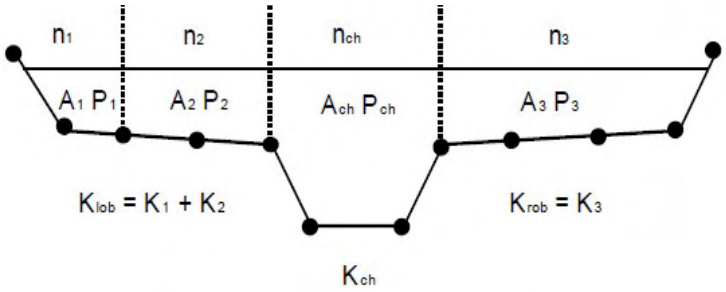
$$L = \frac{L_{lob}\bar{Q}_{lob} + L_{ch}\bar{Q}_{ch} + L_{rob}\bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}}$$

ここに、

L_{lob}, L_{ch}, L_{rob}　=　それぞれ、左岸・低水路・右岸の区間距離

$\bar{Q}_{lob}, \bar{Q}_{ch}, \bar{Q}_{rob}$　=　それぞれ、左岸・低水路・右岸の算術平均流量

断面の総流量および流速は、流速が一様に分配されるユニットに細分化されて求められる。これは、図 R5.3 に示すように、粗度係数 n の値が変化する地点で細分化して求める方法である。



図R 5.1　　HEC-RASの断面流量計算方法

断面流量は、マニング公式によりそれぞれの小断面で計算される。

$$Q = K\sqrt{S_f}$$

$$K = \frac{1}{n}AR^{2/3}$$

ここに、

K　= 小断面の断面流量
n　　= 小断面のマニングの粗度係数
A　= 小流域の流下断面
R　= 小流域の径深（A/P）
P　　= 潤辺の長さ

HEC-RAS は、低水路の断面流量を唯一の流量要素として計算するが、左岸及び右岸の流量を得るために、全ての断面流量の増分を合計する。総流量は、左岸、低水路、右岸の小流域の断面流量を合計することによって求められる。

(3) モデルネットワーク

河川網は、図 R5.4 に示すように、Cagayan 川 22.5km および支川の Tuguegarao 川 6.0km をモデル化している。

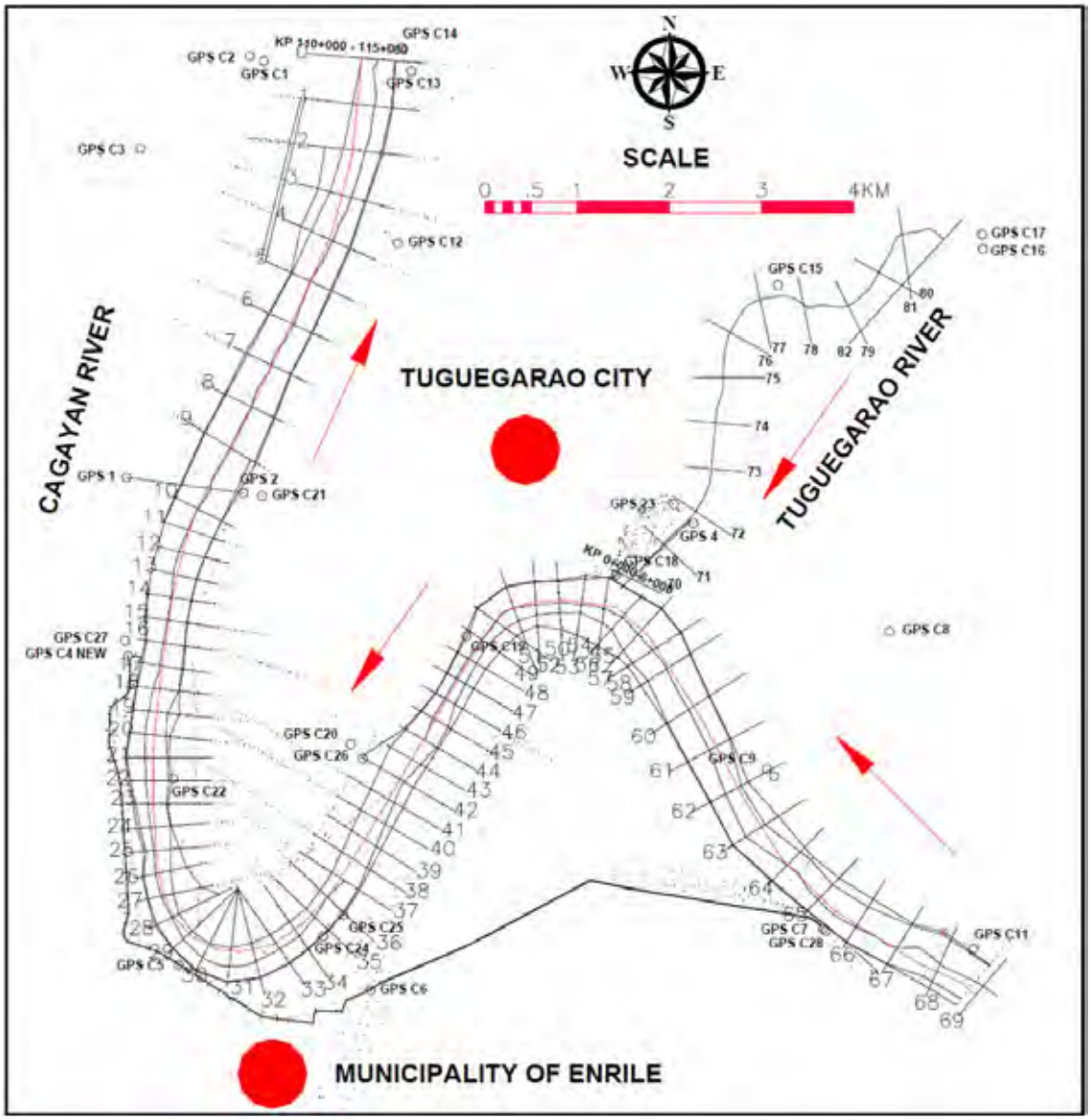


図 R 5.2　河川ネットワーク

第 6 章　治水対策のための基本計画

6.1　計画策定のための基本コンセプト

6.1.1　既往の M/P 及び F/S の概要及び提案

カガヤン川流域の最初の水資源総合開発計画（マスタープラン）はフィリピン政府と日本政府の合意の下に、1987 年に国際協力事業団によって策定された（以降 1987 年 M/P とする）。フィリピン政府はそのマスタープランによって提言されたプロジェクトを実施すべく努力をしたが、計画対象地域の政情不安、安全上の問題、資金不足などの已む無き理由で、これまで何ら実施されなかった。

このような状況は 1999 年当時、著しく改善され、フィリピン政府は当時、1987 年 M/P で提案されたプロジェクトを実施しようとした。洪水の頻発がカガヤン川流域の持続的な社会経済発展と地域住民生活向上にとって大きな阻害要因となっている。これに鑑み、1987 年 M/P で提言されている治水事業に優先度を与え、フィリピン政府は日本政府に対し 1999 年 5 月に、カガヤン川下流域の洪水対策に係るフィージビリティ調査を実施すべく技術援助を要請した。この要請に応え日本政府はフィージビリティ調査の実施を決定した。1999 年末、フィリピン国公共事業道路省と国際協力事業団との間に、調査実施協定が締結され、この協定に基づき調査が行われた(F/S 調査)。F/S 調査は 2000 年 3 月に開始され、2002 年 1 月に終了し、実施細則（I/A）の合意も取り付けられた。

1987 年 M/P は、目標年を 2005 年としたカガヤン川全流域（流域面積 27,281 km2）の水資源開発を目指して、1985 年から 1987 年にかけて JICA によって調査・策定された。計画の地域経済開発目標を、2005 年までに第 2 行政区の一人当り地域内総生産（GRDP）を首都圏行政区（NCR）と第 4 行政区を除いた全国平均に押し上げることに置いた。

全体計画（フレームワークプラン）・長期計画は、洪水対策、農業開発、水力発電開発、都市用水･飲料水開発及び多目的ダム開発から成る各水資源開発分野を網羅している。全体計画は将来の理想的な開発を期待したポテンシャル開発計画であり、長期計画は計画対象期間中で考えられる経済的に成り立つ計画と定義されている。全体計画と長期計画の概要は各々以下に示す通りである。

(1)　1987 年 M/P における全体計画（フレームワークプラン）概要

- 100 年確率洪水を対象に、カガヤン川の洪水防御計画を策定した。
- 洪水規模を削減するために上流部に治水ダムを計画した。
- 洪水通水能力を増大させるためマガピット狭窄部の改良（拡幅）を行うこととした。
- 中下流低地部の洪水氾濫を防ぐために堤防を構築することとした。
- 支川では出来るだけ自然の洪水遊水効果を維持するよう計画するものとした。

(2)　1987 年 M/P における治水のために提案された長期計画概要

(a)　全体計画に基づき、より経済効果の高い規模として、計画洪水量を25年確立洪水に縮小して長期計画を策定した。

(b)　長期計画は下記の事業からなるものとした。

(i) カガヤン川本川および主要支川（シフ、イラガン、マガット）の築堤（付帯護岸、排水門を含む）

(ii) ナシピンの狭窄部開削（マガピット狭窄部の一部）

(iii) 捷水路建設（ガブット、およびサンシドロ捷水路）

(iv) 護岸

(v) 治水専用ダム（カガヤンNo.1、イラガンNo.1）

(vi) 多目的ダム計画による治水（シフNo.1、マリグNo.2、およびマガット）

(3) 1987 年 M/P における治水のために提案された M/P(マスタープラン)概要

1987年マスタープランとして以下のプロジェクトが治水対策のために長期計画の中から選定された。

- ツゲガラオ堤防
- カバガン堤防
- 狭窄部掘削（ナシピン下流左岸）
- 狭窄部掘削（ナシピン下流右岸）
- 護岸工
- 既設マガットダム（治水容量付加、運用変更）

(4) 1987 年 M/P における治水のために提案された短期計画

1987 年 M/P では 10 年間に実施すべき短期計画を提言している。その中に含まれている治水対策プロジェクトは以下のとおりである。

(a) ツゲガラオ堤防

(b) 狭窄部掘削（ナシピン下流左岸）

(c) 護岸工

(d) 既設マガットダムの治水運用

6.1.2 2002 年 F/S 当事の流域の状況と 2002 年 F/S における提言

(1) 2000 年当事の流域の状況と 1987 年 M/P のレビューの必要性

最近 10 年間をみるとカガヤン川下流部の河川状況に大きな変化あるいは改善が見られない。河川蛇行による河岸浸食は以前同様に周辺住民にとって大きな問題である。1987 年 M/P 当時、深刻な河岸侵食地点は 75 ヶ所とされていたが、現在もなお 73 地点が深刻な河岸侵食を起こしている。カガヤン川沿いの氾濫原、特にアルカラから上流では今なお常襲的な氾濫被害に苦しめられている。1987 年マスタープランでは洪水被害軽減のために、マスタープランの中から選定された緊急治水事業の実施を提言している。しかし、何ら実施に移されていない。

1987 年マスタープランの策定から既に 14 年が経過し、カガヤン川流域の人口・地域内総生産等社会経済現況が 1987 年マスタープランの予測値と異なってきている。1987 年 M/P で提案された洪水防御プロジェクトはひとつとして実現されていない。

灌漑面積も 1987 年から僅か 8,000 ha 拡大したにすぎない。1987 年マスタープランでは具体的提案の無かった流域保全の重要性が昨今叫ばれている。これらの観点から 1987 年マスタープランの見直しが必要と判断した。

(2) 2002 年 F/S の治水対策の基本方針

洪水対策は構造物、非構造物およびサポーテイングの 3 つの対策から構成される。洪水対策は目標年の 2020 年を目指して段階的に実施するものとした。

(3) 全体計画（フレームワークプラン）

2002 年 F/S では、洪水防御のフレームワークプラン（全体計画）は、カガヤン流域の持つポテンシャルに変化がないことから、1987 年マスタープランで策定されたフレームワークプランをそのまま踏襲した。

(4) 長期計画の見直し

2002 年 F/S では、カガヤン川流域の洪水被害を軽減し、治水問題を解決するために 1987 年マスタープランで策定された長期計画の見直しを行っている。構造物的対策に係る長期計画の見直しにあたってはカガヤン川の地形発達史、河状特性を十分に考慮しつつ、複数の代替案を検討した。なお、本川と主要支川を含む全川を見直しの対象範囲とするとともに、25 年確率洪水を計画規模に採用した。

このような検討結果から策定された新たな構造物的対策に係る長期計画の概要を図 6.1 に示し、また以下にその大要は以下の通りであった。

(a) 築堤事業

- *カガヤン川本川*
- *主要支川（シフ、イラガン、マガット）*

(b) 捷水路事業

- *カガヤン本川：ガブット、サンシドロ、ツゲガラオの 3 捷水路*
- *支川：マガット、シフ、マリグ川捷水路*

(c) 全川的な護岸対策

- *侵食の激しい 73 箇所の護岸*

(d) 治水ダム

- *カガヤン No.1 ダム*
- *イラガン No.1 ダム*

1987 年 M/P と 2002 年 F/S 調査での長期計画の主な変更点は下記のとおりであった。

(a) 1987年M/Pで提案されたマガピット狭窄部開削案は、今回新たに作成した河川横断図と地形図に基づき詳細検討した結果経済効率が低いことがわかり、これを見直し長期計画から削除した。

(b) ガブット捷水路とサンシドロ捷水路計画は1987年マスタープランにも含まれていた。今回ツゲガラオ捷水路を新たに追加した。

(c) 護岸対象地点は1987年マスタープランでは75ヶ所だったが、今回現地調査に基づき73ヶ所とした。

洪水防御の非構造物的対策として以下を長期計画に取りこんだ。

(a) 避難システム：既存洪水予警報システムと指定避難所の改善

(b) 住民移転：洪水常襲地区からの移転と移転地開発

その他、氾濫域・河岸侵食・表土侵食に係るカガヤン全流域のハザードマップを作成した。

サポーティング対策として以下の計画を長期計画に取り込んだ

(a) 治水予算の増強

(b) 治水行政の強化（組織改革と能力開発を含む）

(c) 住民意識向上策

これらの対策は治水事業を実施する上で必須であるが、これらすべては組織制度に関係するものであり、別途全国レベルで検討されるべきである、としている。

(5) 2002 年 F/S 調査におけるマスタープランの見直し

2002 年 F/S 調査では、1987 年マスタープランを見直し、洪水防御・灌漑・流域保全・水供給と水力発電・水質管理・河川環境管理の分野のプロジェクトを考慮した。

見直しに際しまず、ひとつの多目的ダムとそれに関連する洪水防御及び灌漑プロジェクト群を様々に組み合わせて 7 個のパッケージをつくり、それらパッケージを経済性・緊急性・均衡開発・環境等の観点から比較した。

7 パッケージの夫々は、シフ No.1 ダムあるいはアリミット No.1 ダムのいずれかに対し、関連するダム下流の洪水防御構造物・非構造物対策、および灌漑プロジェクトを組み合わせた。洪水防御および灌漑プロジェクトは長期計画で提案されているプロジェクトであった。

7 パッケージを比較した結果、シフ No.1 ダムと関連洪水防御・灌漑プロジェクトを組み合わせたパッケージを、EIRR が 19.7 %と最も高いこと、シフ No.1 ダムは現在マガットダムからの灌漑用水の供給不足をきたしている地域への水供給が効率的に行えまたマガットダムからの十分な水供給がある地域との格差是正に資すること、などの理由から選択した。なお各パッケージとも重大な環境問題は無い、としている。

(a) 洪水対策計画

(i) 築堤（護岸、排水門、河川敷植樹帯を含む）

- カガヤン本川河口からツゲガラオ間

(ii) 捷水路プロジェクト

- ガブット、サンシドロ、ツゲガラオの 3 捷水路

(iii) 護岸

- カガヤン本川下流部、河口からカバガンまでの区間２１ヶ所
- カガヤン本川ツマウイニから上流部および支川シフ、マリグ、イラガン、マガット川全体で 52 ヶ所

(iv) 避難システム（洪水予警報および避難所を含む）

(v) 再定住計画

(b) 流域保全計画

(i) 植林計画（植林面積3,188 km2）

(ii) 砂防計画（26砂防ダム）

(6) 見直しマスタープランの評価

(a) 自然及び物理的社会的環境評価

1987 年マスタープランでは、ダム建設、河川改修及び農業開発の 3 事業について環境影響を評価した。今回、マスタープランの再検討により、新たに流域保全事業及び洪水頻発地域における住民移転事業が加わり、それらに対する環境影響を評価した。自然及び物理的環境要素への影響としては、ダム湖による水没による動植物の生育・生息空間の消滅、個体数の減少等が考えられ、ダム建設事業実施時において環境影響評価（EIA）が必要と考えられる。ダム建設は河川水系の縦の連続性を寸断することにつながるため、カガヤン水系内における移動性の魚種への EIA が必要である。自然保護区域への影響についは、マスタープランの事業の内、ダム事業が自然保護地域に重なることから、ダム建設時に EIA が必要となる。水質等の物理的環境要素に関しては、マスタープランの事業が基本的に環境汚染の発生源とならないため影響はほとんどないが、建設工事中における濁水の流出等の影響が考えられる。しかし、これも工事期間中の限定的な影響である。

洪水対策事業は社会開発を目的とするものであり、事業実施に伴い洪水被害の軽減と人命・資産等の保全が図られるという点で、社会環境の改善に大きく寄与することと考えられる。しかし詳細に見ていくと、社会環境への影響を検討すべき要素がある。カガヤン川水系に現存する舟運については、河川改修事業に伴う河道の単純化等により、河川水位の低下を生じる可能性があるので、舟運への影響を生じないような河川計画とする。歴史・文化遺産については、それらがカガヤン川より離れた位置に分布しているため、マスタープランの実施に伴う影響は考えられない。少数民族については、生活様式等の点で既に多数民族に同化しており、重大な影響は発生しないと考えられるが、ダム建設等比較的山岳地域における事業実施の際には改めて詳細な社会調査が必要である。マスタープランの実施に伴うダム建設はダム湖という水域を伴うものであり、それがマラリア等の発生の原因となる可能性がある。そのため、蚊の駆除や地域住民への環境衛生教育等の徹底が必要となる、としている。

(b) 経済評価

プロジェクトの経済評価では、一般的に社会・経済現況下で実施されるが、目標年次までには、経済開発の基で社会・経済状態は次第に変化するものであり、本調査のような開発計画調査では、開発シナリオの基で社会・経済環境が改善されることを織り込んで評価するべきである。

2002 年 F/S 調査においては将来状況を踏まえた経済評価を採用している。2002 年 F/S 調査における見直しマスタープランのプロジェクト概要、事業費および経済評価の結果をまとめて下表に示す。

表 R 6.1　2002 年 F/S 調査における見直しマスタープランの経済評価

事業	事業内容	事業費 (Mill. Pesos)	EIRR (%)
洪水防御対策（治水対策）			
構造物対策			
1) 築堤	Embankment incl. Revetment, sluice and riverbank tree zone in the Main Cagayan from river mouth to Tuguegarao		
-River Mouth~ Nassiping	L=82.7 km, Em.V=9.3mill. m3	2,844	28.1
-Alcala~ Tuguegarao	L=57.5 km, Em.V =8.5 mill. m3	2,891	27.0
2) 捷水路（COC）			
- Gabut COC	L=0.9km, Em.V =4.0 mill. M3	1,008	16.6
- San Isidro COC	L=2.1 km, Em.V =7.4 mill. M3	1,722	18.8
- Tuguegarao COC	L=6.7 km, Em.V =17.5 mill. m3	4,662	15.0
3) 護岸工	73 sites in total		
-River Mouth~ Cabagan 21 sites	Total L=18.8 km, Revetment A=514,900 m2	726	19.2
-Main Cabagan: Upstream of Tumauini, Tributaries:Siffu, Mallig, Ilagan, Magat 52 Sites	Total L=51.9 km, Revetment A=931,000 m2	3,657	15.1
非構造物対策			
1) Evacuation System			
- FFWS	Improvement of facilities Strengthening Tuguegarao Sub-center	242	
- Evacuation center	Strengthening evacuation center& DCC	152	18.0
2) Resettlement	Number of Households: 2,776 Land Acquisition: 7,468 ha	1,185	―
Suuporting Measures			
1) Strengthening intitution & Organization		150	
流域対策			
1) 再植林	Area: 3,188 km2	5,000	16.3
2) 砂防ダムの建設	26 Sabo Dams in Magat River basin	5,472	16.8
多目的ダム	Purpose: Flood Control, irrigation & hydro power		
1) Siffu No.1 Dam Project	Dam Type: Earthfill Dam H=58m, Em.V.=1.7Mill.m3	3,172	28.3

(7) 2002年F/S調査による見直しマスタープランの実施体制

(a) 「フィ」国での多目的事業実施形態

「フィ」国には水資源開発・管理を統括して実施する専管省庁は無い。多省庁にまたがる多目的事業を実施する場合、下記の3形態をとっている。

(i) 調整委員会方式（コーディネーション・コミッティー）

2－3省庁からなる比較的独立性の高い要素からなる事業に適用。関係省庁の合意のもとに設立。

(ii) 専管委員会方式（コミッション）

より多くの省庁の関係する調整が難しい事業に適用。独自の要員と予算を確保。大統領命令で設立。

(iii) 特権事業実施体方式（オーソリティー）

より多岐に亘る多目的事業の実施・完成後の運営管理事業に適用。法案の国会可決により設立。

(b) 見直しマスタープランのプロジェクト実施体制

マスタープランの事業は治水事業と潅漑事業から開始するよう計画する。この段階においては調整委員会方式で実施するものとし、その他の要素即ち流域保全、水質管理、河川環境管理事業が本格化する段階で専管委員会方式に移行し、更に現行カガヤン経済開発区、農漁業近代化事業などが本格化する段階で特権事業実施体に移行するべく計画されている。この方針はフィリピン政府の推進委員会（ステアリングコミッティー）も合意していた。

(8) フィージビリティスタディの基本方針（治水対策の優先プロジェクト）

洪水防御・灌漑・流域保全・水供給と水力発電・水質管理・河川環境管理の分野のうち、カガヤン流域では洪水防御と灌漑が、国家開発政策・経済開発目標・地域住民意向の観点から最優先課題と認識された。

見直されたマスタープランは、特にカガヤン川下流域の洪水防御は技術的・経済効率の点からまず最初に実施されるべきであるとしている。

カガヤン川下流域の緊急構造物的洪水対策として、見直しマスタープランで提案された以下のプロジェクトをフィージビリティスタディの対象とした。図 6.2 に下流域の緊急浸食対策を含む各 Cagayan 川治水対策位置を示す。

表 R 6.2　2002 年 F/S 調査において選定された優先プロジェクト

No.	区間	内容
1)	河口～ナシピン左岸堤防	マバングック、カトゥガン、ラサム堤防
2)	河口～ナシピン右岸堤防	カマラニュガン、ラロ、ガタラン、ナシピン堤防
3)	アルカラ～ツゲガラオ左岸堤防	アルカラ・ブントゥン、エンリレ堤防
4)	アルカラ～ツゲガラオ右岸堤防	ツゲガラオ、アムルン、イギグ堤防
5)	アルカラ～ツゲガラオ捷水路	ガブット、サンシドロ、ツゲガラオ捷水路
6)	緊急護岸工	21 サイト
非構造物対策		(1) 避難システム改善（洪水予警報システム、避難所）及び (2) 移転地開発

(9)　洪水対策の基本設計

2002 年 F/S 調査では、見直しされた長期計画のうち、構造物対策に関してはカガヤン川下流部において策定された全優先事業を対象に実施した。全事業の概要を図 6.2 に示した。構造物対策は 25 年確率洪水に対し防護されるように計画、設計された河川改修事業と護岸対策からなっている。

河川改修事業の計画、設計にあたって、将来拡幅が不可能になることを予想し、この段階で 100 年洪水に対処出来るよう 1.5～2 ｋｍの川幅とした。縦断形状は現況の縦断に合わせた計画としている。

以下が構造物的対策としての各事業の概要である。

(a) 3箇所の捷水路の建設；総掘削事業: 33.3 百万 m3

(b) 洪水防御のための堤防盛土；総盛土量: 18.2百万m3

(c) 総護岸面積: 306,000 m2

(d) 総植樹帯: 1.8 百万 m2

また、非構造物対策は以下の通りである。

(a) 既存洪水予警報システムの改善は、予警報機器の改善、PAGASAツゲガラオサブセンター強化と災害管理能力の向上、とそれらに伴うエンジニアリングサービスを含む。総費用は242百万ペソと算定された。

(b) 既存避難所の改善・強化は、避難所の改善とともに、災害調整委員会の体制強化と住民の啓蒙を含む。総費用は152百万ペソと算定された。

(c) 移転地開発は、6サイトで計画されており、総面積58.7 haである。

(10)　2002 年 F/S 調査における施工計画、積算の概要

カガヤン下流域洪水対策における主要工事は、1) 緊急護岸工、2) 河川敷植樹帯工および維持管理用道路を含む築堤工、3) 捷水路建設工、4) その他関連施設（排水工、排水門等）である。主要工事の内、緊急護岸対策工（カガヤン本川とツゲガラオ川

における総延長 19.1 ｋｍ、21 箇所）を早期に実施する。また河川敷植樹帯工（70 km）は、樹木の成長を考慮して早期に LGU によって開始すべきとしている。

河川下流域への工事実施による悪影響を避けるため、本事業はカガヤン川河口より上流に向かって段階的に実施する計画とされている。カガヤン川下流域治水対策は、下記表に示す 4 段階での開発計画とし、2002 年を開始年として 2020 年までに竣工させるものとしている。

表 R 6.3　2002 年 F/S 調査における優先プロジェクトの実施計画

段階	実施年 (Term)	工事範囲・区間
1	2002－2007	Urgent bank protection works, Lower Cagayan River bank tree zones, Lower Cagayan Left and right dike systems, river mouth to Magapit
2	2004－2011	Left and right dike systems, Magapit to Nassiping Amulung dike system Gabut cut-off channel
3	2007－2015	Alcala-Buntun and Iguig dike systems San Isidro cut-off channel
4	2011－2020	Tuguegarao and Enrile dike systems Tuguegarao cut-off channel

非構造物対策としての洪水予警報システム整備および避難所改善は、その重要性に鑑み 1 期段階に含めて実施するものとする。移転対象地の整備は、移転が伴う構造物対策工の実施前に行う。支援対策は、開発段階に合わせて実施するものとしている。

建設施工計画と建設工事の質を確保するため、できるだけ機械化した工事の実施を基本とする。この結果、Gabut、San Isidro 及び Tuguegarao の 3 つの捷水路建設時に要求される 18.2 百万 m3 の盛土と 33.3 百万 m3 の掘削という大規模な工事量に対処できる。掘削土はできるだけ、堤防盛土材及び低平地の嵩上げ等として有効に利用する計画とする。

Cagayan 川治水対策の事業費は構造物対策、非構造物対策及びサポーティング事業を含め以下の表のように積算されている。

表 R 6.4　2002 年 F/S 調査における優先プロジェクトの事業費（建設費）

Phase	Construction Period	Total	FC	LC
1	(2002-2007)	2,786	1,448	1,339
2	(2004-2011)	2,828	1,445	1,383
3	(2007-2015)	4,420	2,337	2,087
4	(2011-2020)	5,347	3,156	2,190
	Total	15,381	8,385	6,996
US$ equivalent		308	168	140

Note:　FC: Foreign Currency Portion, LC: Local Currency Portion

治水対策の年間の運営・維持管理費は、7.9 百万ペソ(US$158,600) 、 (US$ 600,000) と算定された。

6.1.3 セクターローン事業の構造物治水対策の対象となるコアエリア

セクターローン事業のサブ･プロジェクトとしての各個別の治水事業は、地域における政治経済の中心または周辺の他地域より開発ポテンシャルがより高い地域（コアエリア）に対し治水対策を実施することを目的とする。これにより採用される治水事業が、効果的且つ便益が高い事業となることが確保される。

前項 6.1.2 に示されているように、2002 年 F/S 調査、カガヤン川下流域洪水対策計画の優先事業は 4 つの対象地区ごとに 4 段階（フェーズ）に分かれている；第 1 段階：河口～Magapit、第 2 段階：Magapit～Amulung、第 3 段階：Amulung～Tuguegarao 及び第 4 段階：Tuguegarao～Cabagan である。Cagayan 川の治水対策を防災セクターローン事業に適用するためには、重点防御の考え方に基づき、重点地区を選定する必要がある。この件において、重点地区としては Cagayan 州の州都であるだけでなく、Region II の首都でもあり、流域の政治･経済の中心である Tuguegarao 市が対象となる。Tuguegarao 市は洪水被害が大きいだけではなく、毎年の洪水でその周辺地区も含めて河岸が浸食されることによる経済的損失も大きい。これらの理由に Tuguegarao 周辺を対象とした第 4 段階：Tuguegarao～Cabagan がまず基本的な治水対策代替案となる。また、コアエリアは基本的には現在、または将来において以下の土地利用がなされる地域とする。

- 住宅地（人口密集地）
- 商工業用地
- 行政機関･教育機関設置用地

このことより、繰り返すが、防災セクターローン事業で治水対象地区としての重点防御地区は、以下の図に示すように、Tuguegarao 市とその周辺地区となる。

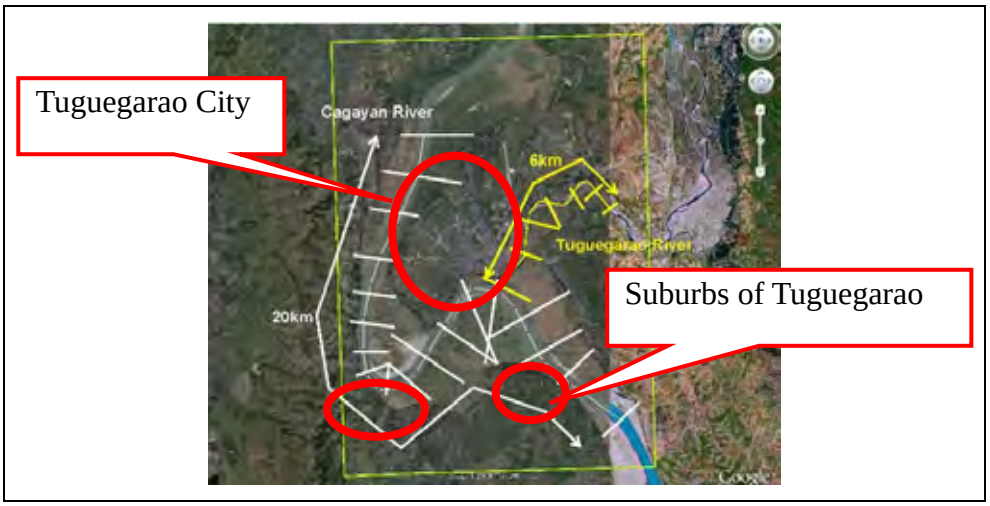


図 R 6.1 Cagayan 川流域河道改修事業で対象となるコアエリア

6.1.4 治水対策の基本コンセプト

上述したように、Cagayan 川は調査対象地域を含め、「フィ」国の開発にとっての主要な地域の 1 つとして重要な穀倉地帯を流下する河川である。しかしながら調査地域は、モンスーンによる豪雨や台風による洪水や「フィ」国で最も大きな河川が持つ巨大な流れの力による河岸の浸食によって高い経済性を持つ国土が毎年のように損失している。これらの被害は地域経済を疲弊させ住民の生命まで脅かしている。このような状況の下、本調査においては、

上述の洪水被害や浸食被害に対し、2002 年 F/S 調査結果を基に防災セクターローン事業において実施する治水対策を提案するものである。

洪水被害軽減策は構造物対策と非構造物より構成される。両対策は、流域からの洪水流出に対応するための河川の流下能力の増強と同時に以下の表6.5に示すような河岸の浸食対策を中心に構成される。さらに、洪水によって引き起こされる被害を最小化するため及び超過洪水対策のため、洪水警報避難システムが実施可能な非構造物対策の 1 つとして重要な施策の 1 つとなる。

表 R 6.5　調査対象地域において考慮される構造物対策と非構造物対策

項目	機能	構造物対策	非構造物対策
基本コンセプト	Areas to be Protected	Tuguegarao and the suburbs referring to the center of the Cagayan River as “Core Areas” is selected to firstly consider the flood mitigation plan in the Sector Loan project.	In addition to core areas for extraordinary flood, non-structural measures are considered to alleviate /minimize the flood damage basin-wide.
	Intention of Stakeholders	Flood mitigation structural and non-structural measures to be selected should be considered and subject to the consents from the stakeholders since their consents are absolutely imperative to construct smoothly and execute effectively for the implementation of river works and O&M Activities.	
基本方針	Basic Plan	This Project shall basically be considered in accordance with the Results of 2002 F/S.	
具体的方策	Increment of Discharge Capacity in Waterways	• Construction of Dike • Construction of Cut-off Channel (Measures to be proposed shall be design not so as to affect flood condition to other areas.)	• FFWS proposed in 2002 F/S • Tree Zone Concept proposed in 2002 F/S • Prevention of encroachment to river area • Legal arrangement for construction of structural measures
	Prevention of Erosion on Bank	• Construction of Strong Revetment/Bank Protection.	• Early Flood Forecasting and Evacuation system
	Flood control / retention capacity in the basins and the application in the project	Measures, such as construction of dam in upstream, proposed in 2002 F/S are remained as basic plan. However, these plans are not selected in the Sector Loan Project due to the huge cost and long term for the construction.	• Watershed management proposed in 1987 M/P and 2002 F/S. (Measures as much as possible shall be adopted in the project.)
超過洪水対策		—	• FFWS proposed in 2002 F/S • Early Flood Forecasting and Evacuation system as community-base measures
気候変動適応策	Increment of Rainfall intensity and design discharge	• Heightening of Dike • Dredging and widening of low-water channel	• Enhancement of measures proposed for other functions to minimize the damages • Enlightenment Activities to stakeholder for adverse effects of climate change.
	Sea Level Rising	The Study Area (Tuguegarao) have little influence on sea level rising.	

上表における各構造物対策及び非構造物対策にはいずれもいくつかの明確なメリットとデメリットが内在する。構造物対策のメリットとしては、対策の設計規模以下の洪水に対してはほぼ完璧にその被害発生を防ぐことが可能であるという点が挙げられる。しかしながら設計規模以上の洪水が発生した場合、構造物対策による洪水被害軽減効果は殆ど期待できない。さらに、構造物対策の実施は往々にして大規模な家屋移転や重要な植物の伐採等の環境への悪影響を及ぼす可能性がある。構造物対策はまた多くの場合、長期の事業実施期間と多額の事業費を要し、さらに事業実施の期間における洪水被害軽減効果は殆ど期待できない。

一方、非構造物対策に関して云えば、構造物対策に比べ小額の事業費により早期の洪水軽減効果を期待することが可能であるというメリットがある。さらに非構造物対策の実施により如何なる規模の洪水に対してもある程度の被害低減効果を期待することができる。しかしながら、非構造物対策はその実施による定量的な洪水被害軽減効果を推定することは極めて困難であるというデメリットを有する。

構造物対策が目標とする設計規模は一般的には関連ガイドラインにより推奨された水準もしくはフィリピン国にける他の類似の洪水防御事業において採用された水準等に基づき決定される基本前提条件である。さらに本調査地域は 1987 年 M/P 及び 2002 年 F/S 調査において既に各レベルの対策ごとの治水安全度が提案され承認されている。よって本調査では基本的にはこれらの治水安全度や計画を何も問題が無ければまず、最初に採用するべきである。

本調査では、しかしながら、上記の設計治水安全度を採用することが、特に社会面、財源面で困難になることが予想される。具体的には、1) 2002 年 F/S 調査で提案している対策のうち、コアエリアが最上流に位置しているため下流域に大きな影響をあたえる（下流域の流量が本調査によって提案された治水対策のために大きく変化する）ような対策は実施できないこと、2) 現在の河川沿い及び水路沿いには多くの住民が居住しており、F/S 調査によって提案されている大規模な構造物対策をセクターローン事業のサブ･プロジェクトとしては採用できないこと、及び 3) 同様に F/S 調査によって提案されている大規模な構造物対策はセクターローン事業の予算上採用することは難しいことが挙げられる。

このような条件から、調査対象地域においての構造物対策の提案は、複数の代替案を比較し、妥当な案を採用する。さらに、治水のための構造物対策は以下の 2 つの治水対策をそれぞれ別個に社会面、経済面を考慮して最適案を決定する必要がある。

(1) Cagayan川右岸に位置するTuguegarao市街地の洪水被害軽減策、及び

(2) Cagayan川左岸に位置するEnrile町住宅地の洪水被害軽減策

調査の中で適用される上記のコンセプトによって、最小限の社会的インパクトと最も経済性の高い対策及び実施可能な事業案を創出することが可能となる。また、計画立案時に考慮されなければならないのは、洪水被害を防御される地域とされない地域のリージョナルギャップをできるだけ大きくしないこと、今後影響が大きくなることが予想される気候変動への適応である。この故、調査においては、ステークホルダー会議を開催し提案される洪水対策及び許容できる地域間格差への同意と理解を得ることとする。同時に、非構造物対策の重要性への認識を構造物対策における地域間格差の軽減にも考慮して検討するものとする。

主報告書（第 1 編）でも述べているように、仮にステークホルダーからの同意が前もって得られなければ、事業便益の低減に繋がるような事業実施の遅れが、用地取得の遅れ、コミュニティの事業への反対等により発生する可能性がある。加えて、2002 年 F/S 調査でも述べられているように、本来ならば下流部への流量増等の悪影響を考慮して、下流部から工事を始めることが治水工事の原則である。それゆえ、Cagayan 川の中流に位置する Tuguegarao 市周辺の治水対策によって他の地域に洪水現象への悪影響が出ないように十分に配慮して詳細に検討するものとする。

6.2 全体治水計画方針

治水計画の全体方針の決定は、2002 年 F/S 調査で決定されている計画を基本として策定される。この全体治水計画の策定は、(1) 目標年；(2) 社会･経済フレームワーク；及び(3) 治水の基本方針を含むものとする。これらの詳細は以下の項で詳述する。

6.2.1 目標年

本調査対象地域の（セクターローン事業で対象とする）治水対策は構造物対策と非構造物対策より構成される。2002 年 F/S 調査では、対策は短期（緊急）計画と長期計画に分けられている。短期対策は 2002 年 F/S 調査によって提案された 4 段階に分けた短期に改修が可能な構造物対策と非構造物対策事業から構成されている案を基本とする。

緊急事業（セクターローン事業で対象とする事業）の目標年次はセクターローン事業の実施計画に従って事業実施機関との協議を通して最終決定される。調査ではまず以下の条件を前提として調査を実施する。

(1) 目標年次は以降の検討で、予定されているセクターローンの事業実施に合わせて数年の工事期間で構造物対策の建設が完成するか等の検討を通して最終決定される。加えて、セクターローン事業のサブ･プロジェクトとしての事業実施の条件の状況･進捗等を考慮する必要がある。これらを明確にすることで目標年次は明確化されるが、現在のセクターローン実施の条件等を鑑み、基本的に2020年を目標年次とする。

(2) 長期計画の目標年次は、Cagayan川下流域の治水事業全体の「フィ」国における事業実施の国家承認であるICC-CCの承認を前提として考慮される。本調査によって提案されるセクターローン事業内で実施する治水事業はこの事業全体の一部である。よって、長期計画は関連機関の協議に基づき再設定されるべきである。

6.2.2 社会経済的枠組

Tuguegarao 市は市の将来土地利用計画として現在の包括的土地利用計画の目標年を 2010 年に設定している。本調査は、この計画を基に将来土地利用を以下の事項にしたがって、本調査の目標年である 2020 年の地域の将来状況を想定した。

(1) 地方自治体による将来土地利用計画の尊重

(2) 地域経済及び人口の過去のトレンド

(3) 現況及び現在の土地利用と経済

(4) 現在実施中の大規模土地開発計画

調査対象地域の流出形態は流域の土地利用形態に大きく影響され､洪水被害ポテンシャルは流域内人口及び資産の伸びとともに増大する。この事から、提案される治水対策は Tuguegarao 市が設定した 2010 年の土地利用状況を､本調査の目標年である 2020 年の調査対象地域における社会経済状態と想定することとする（第 3 章及び 4 章参照）。

6.2.3 治水の基本方針

治水の基本方針は、治水計画規模（目標治水レベル）とその基本高水流量（対応流量）の決定するものである。これらの検討の中で、治水計画規模は再現期間（年確率）規模で表現する。一方、治水計画規模に対応する各河川の基本高水流量とは、各再現期間規模に対して洪水調整施設（遊水地、調整池、調節地等）が無い場合の自然流域状態での確率ピーク流量であり、2002 年 F/S 調査で提案されている計画を基に再評価される。

この件に関し、調査（セクターローン事業で実施する規模）は、以下の理由により、優先的･緊急的基本治水計画レベルとして 2002 年 F/S 調査で提案されている 25 年確率洪水を基本的に対象とする。

加えて、上記の基本の考え方をもとに、セクターローン事業のために選定される治水計画規模は更に、以下の 3 つの考え方を考慮する:

(1) 25年確率基本高水洪水流量を目標治水計画規模とする（基本的考え方）

(2) 25年確率基本高水洪水流量が社会的、自然環境的に極めて大きな負荷を周りの環境に与える場合、セクターローン事業内では実施できないような規模の事業になる場合、またはステークホルダーの反対がある場合は、より低い治水安全度を地域経済、投資条件、土地収用の可能性、事業実施のためのその他の規制条件等を勘案し、考慮する。

(3) 構造物対策を考案する場合、気候変動後の条件を考慮して計画する。

既往の承認されている Cagayan 川流域の洪水対策は、全体計画（フレームワークプラン）において 100 年洪水を防御する計画とし、25 年確率洪水を短長期計画での対象としている（1987 年 M/P 及び 2002 年 F/S 調査）。よって上記の箇条書きの(1)を基本に、本調査では 25 年確率洪水が基本的な対象洪水となる

しかしながら、調査地域の現況の河道状況及び治水施設は、第 5 章に示しているように、2 年確率洪水規模にも対応できない極めて低い流下能力しか有していない。さらに、現況河道の下流の河岸沿いには多数の家屋が建造されており上述したアイテム(1)より設定される治水対策規模(25 年)の計画立案は多くの家屋移転を必要する流域内での軋轢が生じる可能性がある。これらの観点に起因して、アイテム(2)の考え方を採用する可能性が高い。また、アイテム(3)に記述されているような超過洪水や気候変動対策に関しては、基本的には非構造物対策（例えば洪水警報避難システム、住民への洪水リスクマップの広報等）によるものとし、構造物対策としては、流域の洪水保水能力機能増強等を考慮する。

上記の Cagayan 川流域のセクターローン事業における全体治水計画方針は、以下の表に取りまとめられる。

表 R 6.6 調査地域における全体治水計画方針（セクターローン事業）

対象	項目	目標	対策	セクターローンで実施する場合の留意事項
河川洪水	緊急計画フレームワーク計画（長期計画）	25-year return period flood	構造物対策	For core areas, Sector Loan shall implement the suitable and viable scale flood control works (max. 25-year retrun period).
			非構造物対策	In/around core areas, suitable and viable mitigation measures shall be designed based on the 2002 F/S as well as newly created community-based measures and their activities shall be assisted throughout the Sector Loan.
		Erosion Problem	構造物対策	In/around Core Areas, critical eroded stretches shall be protected in the Sector Loan.
			非構造物対策	Early warning and evacuation system will be considered.
		気候変動を考慮する（主に非構造物対策）		
	緊急計画	100-year return period flood	構造物対策	No consideration (formulation of plan / approval of M/P)

			非構造物対策	No consideration (formulation of plan / approval of M/P)
高潮洪水	緊急計画	- (Tidal Flood will not be considered in Cagayan River Basin in the Study.)		
	フレームワーク計画（長期計画）			

第 7 章　構造物による洪水軽減対策計画

本章では、台風にともなう降雨により引き起こされる河川洪水を対象として、構造物による洪水軽減対策計画の検討を行う。洪水軽減対策の計画内容の検討に際しては、5.4 節に述べた河川流量計算及び洪水シミュレーション解析方法に基づくものとする。

7.1　河川洪水対策のための施設計画

7.1.1　最大計画規模

フィリピンにおける大規模河川（Major River Basin）の洪水対策プロジェクトの多くが、河川洪水に対する洪水対策構造物の計画規模として長期計画やフレームワーク計画の中で100年生起確率の洪水を採用している。一方、第6章6.2.3 項で示す通り、2002年F/S調査ではCagayan川の流域を洪水から守る緊急事業として25年確率洪水が提案された。これらの前提条件を考慮して、本計画においては、これら過去の計画内容を踏まえ、25 年確率を最大計画規模とする。

本章ではこの最大計画規模内において、種々の適応可能な洪水軽減対策手法とそれらの対策手法の組合せによる洪水軽減計画代替案を検討する。さらに、これらの検討内容の中から、社会経済的影響、自然環境影響、財務的妥当性、および技術的実現性による総合的評価に基づき、最適計画規模および最適な洪水軽減対策の組合せを選択する（第11 章参照）。

7.1.2　適応可能な河川洪水対策

ここでは、比較的大きな流域からの出水が河岸を溢水し広範囲に氾濫する洪水を河川洪水と定義する。この定義に基づき、調査対象地域の治水計画は支流を含む流域面積が「フィ」国で一番大きい27,000km2 を越えるCagayan川とその支川であるTuguegarao川からの溢水洪水を基本的な洪水対策の対象とする。治水対象河川であるこのCagayan川の洪水の水理検討によると現在の低平地における流下能力は5年確率洪水以下である。

現場踏査および現地住民に対するインタビュー調査によると、Cagayan川の河川洪水の現状は以下に列挙するとおりである。

(1)　低平地の洪水は毎年地域を通過する台風の影響によって発生する。Tuguegarao市のコアエリアのCagayan川からの溢水洪水は約10年に一遍の割合で発生し、河川沿いを平均20~30cm浸水させる。

(2)　一方Enrile町の洪水は数年に一回の割合で発生する。

(3)　市や町の職員/技師や住民によると、市と町のコアエリアにおける洪水時に最も影響・被害与えているものの1つは、河道の蛇行に伴う河岸の浸食作用である。2002年F/S調査報告書によると、その河岸の浸食作用は、年間6m~28mの範囲で優良な土地を消失させている。

(4)　2002年F/S調査によると、浸食危険地区は下流域全体で70箇所を超えている。現在DPWHのRegion-II事務所は、Cagayan川沿いの河岸浸食を緊急的に改善・安全にすることが必要な箇所は43箇所に上る。これらの河岸の浸食は住民の生活や生命を脅かしている。このDPWHが指定した43箇所のうちの8箇所の危険地区がTugugarao市及びその周辺に位置している。

(5) 関連する自治体の市長及び町長は、第2回ステークホルダー会議時において、2002年F/S調査で提案された全ての治水対策をセクターローン事業内において実施する事を検討することを調査団に要求した。（しかしながら、2002年F/S調査で提案されている捷水路の建設及び堤防の建設は、工事費のみで総額30億ペソを超える事が判っており、セクターローン事業内においては全てを実施できないことを説明した。）

上記のような状況を考慮すると、選択可能な治水対策案･治水対策箇所として、以下に示す4つのコアエリアのための治水対策が勘案される：(1) Tuguegarao捷水路の掘削と建設、(2) Tuguegarao地区を洪水の溢水から守る堤防の建設、(3) Enrile地区を洪水の溢水から守る堤防の建設、及び(4) 河岸浸食の危険地区を安全にするための護岸の建設。これらの勘案される治水案の詳細を以下に示す。

(1) Tuguegarao 捷水路の掘削と建設

2002 年 F/S 調査において緊急改修治水対策案の 1 つとして提案された Tuguegarao 捷水路の掘削と建設の水理的特質を効果と悪影響を工事費も含めて検討する。

(2) Tuguegarao 地区を洪水の溢水から守る堤防の建設

Tuguegarao 地区を 25 年確率洪水から防御する堤防の線形と構造を、水理的効果を基に再評価する。またセクターローン事業実施の側面からも、関係する地方自治体による必要性の認識･優先度と経済性的観点から評価する。

(3) Enrile 地区を洪水の溢水から守る堤防の建設

Cagayan 川の Tuguegarao 地区の対岸の Enrile 地区を 25 年確率洪水から防御する堤防の線形と構造を、水理的効果を基に再評価する。Tuguegarao 地区の堤防の検討と同様に、セクターローン事業実施の側面から、、関係する地方自治体による必要性の認識･優先度と経済性的観点から評価する。

(4) 河岸浸食の危険地区への護岸の建設

地方自治体と住民が切望する浸食対策のための強固で堅固な護岸をセクターローン事業内で実施することが可能な範囲内で計画し、その構造物の評価を行う。現在 DPWH では対象地域周辺に 8 箇所の浸食危険地区があるとしている。これらは調査を通して、事業費、社会的インパクト及び環境面から評価を行う。

Enrile町の洗掘危険地区

Tuguegarao市洗掘危険地区

図 R 7.1 Tuguegarao 地区周辺の浸食危険地区

7.1.3 河川洪水に対する治水計画の代替案

上述の7.1.2項で述べた洪水対策案の基本を基に、それぞれの基本案とその複合案を6.1.3項で示したコアエリアの最適治水対策案を選定するために以下の表に示す代替案を抽出した。

表 R 7.1 調査地域における河川洪水軽減のための代替案

代替案	Tuguegarao 捷水路の建設	Tuguegarao 地区の堤防の建設	Enrile 地区の堤防の建設	護岸の建設
Alt-C1	●	●	●	●
Alt-C2		●	●	●
Alt-C3	●			

Note: ● 印 :各代替案の中で考慮される

各代替案の概要を図7.1~7.3に示す。

7.1.4 洪水氾濫解析

(1) 解析の目的

洪水氾濫解析は、主に次の目的でいろいろな規模の洪水に対して行われる。

(a) 各確率年毎の氾濫域、浸水深および浸水時間を想定する。これらは、洪水軽減策の各案を評価するのに不可欠な情報となる。

(b) 水文水理解析および土地利用を利用して洪水被害額を算定する。

(2) シミュレーション結果

氾濫解析の結果、プロジェクト有り無しでの最大氾濫面積および浸水深を下表に取りまとめた。氾濫結果詳細は表 7.1 および図 7.4～図 7.7 に示す。

表 R 7.2 洪水氾濫エリア

	Extent of Inundation Area (km2)					
	2-yr	5-yr	10-yr	25-yr	50-yr	100-yr
Without Project	30.22	56.64	75.30	91.57	94.28	96.15
Alt-C1 (W/ COC & Dike)	23.45	35.17	38.64	40.58	93.39	95.60
Alt-C2 (W/ Dike)	28.34	41.18	44.97	46.49	94.28	96.15
Alt-C3 (W/ COC)	23.16	53.06	65.62	89.47	93.39	95.60

7.1.5 最適な構造物対策の提案（シュミレーション結果の要約）

(1) Tuguegarao 捷水路の建設の困難性

上記の洪水氾濫解析結果に示したように、Tuguegarao 捷水路と堤防建設から成る Alt-C1 代替案が、治水効果が最も高い代替案となることは極めて明白である。加えて、この Alt-C1 代替案は、捷水路の建設で生ずる発生残土を堤防建設の盛土材として有効に利用できることからも、経済効率も高い代替案となる。

本調査の洪水氾濫解析結果においても、2002 年 F/S 調査において提案された Tuguegarao 捷水路と堤防建設は治水効果の高い対策案であることが検証された。しかしながら、これらの建設費は以下の表に示すように、その巨大な事業費に起因してセクターローン事業では取り込めない計画となっている。

表 R 7.3　Tuguegarao 捷水路と堤防の建設に係る想定工事数量と建設費

項目	Major Work Item	想定工事数量	想定建設費 (百万 Pesos)
Tuguegarao 捷水路	掘削埋め戻し	15 百万 m3	2,700
	護岸 (Riprap)		700
小計			3,400
堤防建設	盛土	7 百万 m3	2,400
	樋管	49 施設	200
小計			2,600
合計			6,000

Note: Assumed cost refers to “Direct Cost” excluding any contingencies and ancillary facilities and appurtenant works, such as price/physical contingencies, grass sodding, preparation works, mobilization, temporally works and treatment of disposal soil

総額 60 億ペソにも及ぶ建設費は、予備費の考慮無しでセクターローン事業総額の 80%を占めてしまう。よって 2002 年 F/S 調査で提案されたこれらの事業は将来個別治水事業等で実施する事とする。

(2) 護岸建設への投資の集中

7.1.2 項において説明したように、治水対象地域（コアエリアとその周辺部）の洪水被害と同様に、地域は経済性の高い土地を毎年損失している、蛇行部等における河岸の浸食問題も重要な洪水問題の 1 つである。この河岸の浸食問題は Cagayan 川沿いに住み、生活している多くの住民の生命を脅かし、地域経済にも大きな損失を与えている。

以降の 7.1.8 及び 7.1.9 項において事業費の積算と経済性評価等を検証している通り、Alibago 地区、Enrile 地区及び Cataggaman 地区の 3 地区における浸食防止のための護岸の建設は経済性も高く、事業費もセクターローン事業内で実施可能な額に収まっている。

この故、最も被害が深刻な箇所に対する浸食防止のための護岸建設工事（Alibago 地区、Enrile 地区及び Cataggaman 地区）を Alt-C4 として代替案の 1 つとしてここで提案する。

以下の表は、セクターローン事業内のサブ･プロジェクトの 1 つとして実施する構造物対策のための代替案比較の概要を示す。結果として護岸建設のみを実施する Alt-C4 が提案される。

表 R 7.4　Cagayan 川 Tuguegarao 市周辺の洪水軽減のための代替案比較検討結果表

項目	プロジェクト無し（現況）	代替案 C-1	代替案 C-2	代替案 C-3	代替案 C-4
治水規模	-	Flood protection for 25-year Erosion Control	Flood protection for 25-year Erosion Control	Flood mitigation Erosion mitigation	Erosion Control
想定事業工事費	-	80 億ペソ	70 億ペソ	50 億ペソ	23 億ペソ
用地取得面積	-	約 5,000ha	約 5,000ha	約 1,000ha	約 53ha
家屋移転	-	約 300	約 300	0	約 10
優位性	家屋移転・土地収用が無い	Whole area will be protected.	Whole area will be protected.	家屋移転が無い	the Lowest cost
代替案の短所	No improvement against flood and erosion	Huge Cost Huge Social Issues due to project.		Small effect to flood damage	No improvement against flood damage
評価	Not recommend	Not recommend	Not recommend	Not recommend	Recommended as compromise
	For ultimate project to mitigate flood damage and erosion control, Alternative C-1 is recommended as a part of whole lower Cagayan River Basin Flood Control Project. However, Alternative C-1 cannot accord with the policy, affordability and applicability to the Sector Loan Project. In this connection, the construction of revetment at critical eroded sites is applied to the Sector Loan Project as Alternative C-4.				

(3)　河岸浸食を防御するための護岸の線形

上述の各項における検討及び決定事項で示されているように、河岸の浸食で最も危険な地区は Alibago 地区、Enrile 地区及び Cataggaman 地区である。図 7.8 にこの 3 箇所の位置図を示す。これらの地区を浸食から守るための提案される護岸の線形の詳細とその特質を以下に述べる。

(a)　Alibago 地区

Alibago 地区は Cagayan 川の Sta.128K~129K 地点の左岸側に位置している。激しい浸食作用を起こしているこの一帯の河岸には、複数の宅地が存在しているのとともに、Sta. Maria 町と Enrile 町を結ぶ地域の重要な道路が通っている。この浸食作用を防御するための護岸の必要延長は約 950m となる。

(b)　Enrile 地区

Alibago 地区は Cagayan 川の低水路が大きく湾曲している Sta.120K 地点の左岸側 Enrile 町の中心部近くに位置している。このサイトには Tuguegarao 市と Enrile 町を結ぶ地域の極めて重要な道路が通っている。万が一この道路が消失すれば、Enrile 町の経済のみではなく、地域経済活動に大きな弊害を与える可能性がある。この浸食作用を防御するための護岸の必要延長は約 800m となる。

2003 年撮影衛星写真	2008 年撮影衛星写真

Source: Google 及び Worldview

図 R 7.2 Enrile の浸食危険地区の浸食作用による河岸後退状況

(c) Cataggaman 地区

Alibago 地区は Cagayan 川の Sta.121K~122K 地点の右岸側に位置し背後には住宅密集部が位置している。1985 年から 2000 年代の前半（2002 年頃まで）にかけて DPWH 及び Tuguegarao 市はこの地区に延長 500m の護岸を河岸浸食防止のために建設している。しかしながら、これらの護岸は現在損傷を起こし、河岸の浸食を再び起こし始めている。既に多くの住民がこの地区に住むのをあきらめ移転を余儀なくさせられている。

この浸食作用を防御するための護岸の必要延長は上述した延長 500m の区間の護岸の再建設を含めて約 1,400m となる。

2003 年撮影衛星写真	2008 年撮影衛星写真

Source: Google 及び Worldview

図 R 7.3 Cataggaman 地区の浸食危険地区の河岸後退状況

(4) 治水事業の概要

セクターローン事業内での実施が提案されるコアエリアの浸食を軽減する構造物対策ための最適案は、以下の表にまとめられる。

表 R 7.5　提案事業の概要

事業内容	長さ (m)	護岸の天端高 (EL+ m)	構造	
			基礎部	斜面部
Alibago 地区護岸	900	EL+21.0	SSP Revetment with Foot Protection	Wet Stone Masonry
Cataggaman 地区護岸	1,400	EL+20.0		
Enrile 地区護岸	800	EL+15.0		
合計　(護岸延長)	3,100	-	-	-
(掘削)	860 千 m3			
(埋め戻し/盛土)	860 千 m3			

7.1.6　構造物の概略設計

(1)　鋼矢板基礎の適用

(a)　自立式鋼矢板基礎の必要性

乾季においても、Cagayan 川の浸食作用の大きな区間の河床は、水深 3~5m の水中にある。練石張りやグラウト石積みタイプの護岸は建設時、河床までドライにする必要あるのでこのタイプの護岸を基礎部には適用できない。このため、護岸の基礎部は自立式鋼矢板構造とする必要がある。

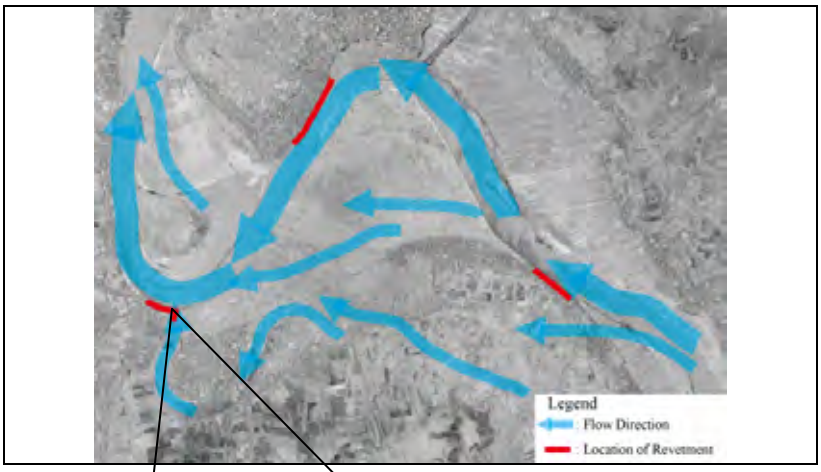
(b)　浸食防止のための根固め工の設置

リップラップ（Riprap）またはそれと同等の抵抗力を持つ構造物（例えばコンクリートブロックや布団籠）が SSP によって維持される護岸前の河床の以上な深掘、洗掘等を防御するため SSP のつま先部分に設置される。

(2)　護岸の天端高

洪水によって護岸の天端が繰り返し溢水すると護岸構造の劣化や損傷を起こす可能性がある。このため、護岸の天端高は越水が頻繁には起こらないような高さにしなければならない。

よって、護岸の天端高は、基本的には各地点の 10 年確率洪水位と同じ高さとする。しかしながら、Enrile 地区は洪水が上流の河岸から溢れた洪水が本川に戻る箇所に位置しているため、本地区の護岸に関しては、周囲の地盤より高い天端高を持つ護岸を建設すると川裏からの洪水の本川への排水不良を起こす可能性がある。それゆえ、Enrile 地区の天端高は周囲の地盤高と同程度にしておく必要がある。



Enrile 地区: 洪水の流れが護岸設置位置の背後から本川に戻る。

図 R 7.4　Enrile 地区の洪水時の流れ

各地区の護岸の天端高を以下の表に示す。

表 R 7.6　　提案護岸天端高

地区	護岸天端高	留意事項
Alibago	EL+15.0m	Consistent with original ground surface
Enrile	EL+20.0m	Equivalent to 10-year Probable Flood Water Level
Cataggaman	EL+20.5m	Equivalent to 10-year Probable Flood Water Level

よって、Enrile 地区は、新しく建設された護岸天端をある程度の大きな洪水時は越流しやすい高さとなる。このような越流を考慮して、Enrile 地区の護岸天端高は、強固なフトン籠によって被覆される構造とする。

(3)　練石張り護岸

厚さ 250~300mm の練石張り護岸を護岸上部構造として採用する。護岸の勾配はできるだけ護岸下部の SSP 構造に荷重を与えないこと、及び 2002 年 F/S 調査で提案されている堤防法面の勾配と同じとし、1:3.0 (V:H)とする。

(4)　標準横断

各地区の護岸標準構造を図 7.9 に示す。

(5)　確認・留意事項

2002 年 F/S 調査において提案されている捷水路と堤防の建設は「7.1.4 洪水氾濫解析」及び「7.1.5 最適な構造物対策の提案（シュミレーション結果の要約）」において評価された。参考として図 7.10 にこれらの標準構造図を示す。

7.1.7 施行計画

(1) 施行計画の基本

(a) 提案構造物の建設の概要

提案された構造物対策の内容は洪水による河岸浸食を防ぐ目的のための護岸建設で、SSP と根固め工(捨石工･フトン籠等)の護岸基礎部及び練石張り工等からなる。これらの構造は、洪水流による洗掘や浸食を安全に防御する効果を狙ったものである。

建設工事は 5 つの主要な工種、適正な土取り場から取得した材料による盛土･埋め戻し工、SSP 護岸の設置、根固め工、SSP 護岸のコーピングや他の構造物のためのコンクリート工及び護岸上部構造の練石張り工である。

これらの建設工事は以下に示すように 2011 年から 2013 年の 3 年間をかけて実施する。

(b) 主要施設/工事の基本構造と施工方針

主要施設の基本構造は以下のとおり。

- *提案されている護岸の主材料は SSP（鋼矢板）と練石張りである。*
- *盛土･埋め戻し工のための材料は基本的には対岸の河岸から取得するものとして計画する。*
- *根固め工は SSP のつま先部を洗掘から守るため設置される。*

建設工事の主要な工種は、土工事である（護岸下の埋め戻し工）、SSP の打設及び石張り工である。この主工種となる各工事の施工方針を以下に示す。

SSP の打設と根固め工

- *まず初めに、SSP が曲がりや変位が無い様に鉛直に設計図面･仕様書に合わせた適正な長さ･値入長で打設される。*
- *打設工は適正な機械(地区に合わせた適正なバイブロハンマ等)で適切な長さまで打設する。*
- *根固め工は適正な機械を使用し適切に SSP の川側基礎つま先部保護するように設置される*
- *根固め工は SSP を傷つけないように設置される。*

埋め戻し工

- *SSP を適正な長さまで打設した後、埋め戻し工 SSP の川裏側を釜場排水しながら実施する。*
- *埋め戻し工に関しては、設計で要求された締固度となるよう施工する。施工に際しては締め固めの工事仕様書に従い、滑り･パイピング･過度な残留圧密沈下等を起こさないようにしなければならない。*

- *基本的に、埋戻材は、流路を河道の中央にできるだけ移動させるように対岸の河岸を掘削して取得するものとする。*
- *土工事は、掘削にはブルドーザとバックホウ、運搬にはダンプトラックまたはバージ船、そして締固にはタンピングローラを基本的には利用する。*

石張り工及びコンクリート工

- *SSP の天端まで埋め戻し工を完了した後、石張り工及びコンクリート工を土工事と連携しながら開始する。*
- *石張りの各石の間の間隙はモルタルコンクリートによって適切に埋められて工事仕様書に準拠して実施されなければならない。*

(c) 埋め戻し材の取得位置

基本的に、埋め戻し材の土取場は各護岸設置位置の直対岸とし、護岸によって拘束される流路の断面を確保するものとする。

土取場提案位置を図 7.11 に示す。

(2) 施行計画の基本条件

提案された治水事業の工事工程計画は、概略工事数量と工事稼動条件に基づき立案される。具体的には、土工、コンクリート工などの主要な工事数量と、稼働日数および施工効率から工事に必要な日数を算定し、工事工程を立案するものである。

本検討の中では、各工種の基本単位施行計画（スピード）は本項において以降で詳述する。

(a) 主要な工種の概略工事数量

本治水工事における工事工種には、大別して(1)土工事等（掘削及び盛土/埋め戻し）、(2) SSP 打設、(3)根固め工、(4)練石張工事（護岸上部）、及び(5)コンクリート工の 5 工種がある。各工種における主要な概略工事数量は次表に示すとおりである。

表 R 7.7　Alibago 地区における主要工事数量

Alibago Revetment Project Major Work Description		Quantity	Unit
Earth Work			
	Clearing and Grubbing	12,206	m^2
	Removal and Stripping of Topsoil	12,206	m^2
	Excavation and Loading -1	301,563	m^3
	Hauling - 2 km -1	301,563	m^3
	Dike Embankment	301,563	m^3
Revetment Works			
	Stone Masonry/Wet Stone Masonry-1	34,817	m^2
	Gravel Bedding and Backfill	5,223	m^3
	Gabion Mattress, w/ Filter Cloth Bedding	0	m^3
	Riprap (Boulder, 30~50cm Dia.)	5,776	m^3
	Furnishing Steel Sheet Pile	2,498	ton
	Vibro-Hummer Piling of SSP Type IV-w	10,349	m^2
	Concrete Work for Small Structure-2	1,637	m^3
	Formwork F2 (for Small Sized Structure)	4,658	m^2
	Reinforcing Bar (Grade 60)	131	ton

表 R 7.8　Enrile 地区における主要工事数量

Enrile Revetment Project Major Work Description		Quantity	Unit
Earth Work			
	Clearing and Grubbing	10,014	m^2
	Removal and Stripping of Topsoil	10,014	m^2
	Excavation and Loading -1	97,528	m^3
	Hauling - 2 km -1	97,528	m^3
	Dike Embankment	97,528	m^3
Revetment Works			
	Stone Masonry/Wet Stone Masonry-1	19,608	m^2
	Gravel Bedding and Backfill	2,941	m^3
	Gabion Mattress, w/ Filter Cloth Bedding	5,022	m^3
	Riprap (Boulder, 30~50cm Dia.)	12,432	m^3
	Steel Sheet Pile Type IIIA, Furnishing and Driving	12,255	m^2
	Concrete Work for Small Structure-2	1,091	m^3
	Formwork F2 (for Small Sized Structure)	3,505	m^2
	Reinforcing Bar (Grade 60)	87	ton

表 R 7.9　Cataggaman 地区における主要工事数量

Cataggaman Revetment Project / Major Work Description		Quantity	Unit
Earth Work			
	Clearing and Grubbing	3,778	m^2
	Removal and Stripping of Topsoil	3,778	m^2
	Excavation and Loading -1	458,815	m^3
	Hauling - 2 km -1	458,815	m^3
	Dike Embankment	458,815	m^3
	Grass Sodding	4,465	m^2
Revetment Works			
	Stone Masonry/Wet Stone Masonry-1	51,615	m^2
	Gravel Bedding and Backfill	7,742	m^3
	Gabion Mattress, w/ Filter Cloth Bedding	0	m^3
	Riprap (Boulder, 30~50cm Dia.)	72,413	m^3
	Furnishing Steel Sheet Pile	3,704	ton
	Vibro-Hummer Piling of SSP Type IV-w	10,372	m^2
	Concrete Work for Small Structure-2	2,427	m^3
	Formwork F2 (for Small Sized Structure)	6,905	m^2
	Reinforcing Bar (Grade 60)	194	ton

(b)　事業実施箇所の気象条件

事業実施箇所の気候は基本的に雨季と乾季に 2 分され、5 月から 10 月までが基本的に雨季の期間とされる。この雨季の 6 ヶ月間に年間降水量の約 80%が集中する。

(c)　工事稼動条件

年間の作業可能日数は基本的に以下に示す条件を考慮して算定される。

- *週あたり稼働日数、日あたり稼働時間*
- *休日の日数*
- *降雨日*
- *工種*

(i)　週あたり稼働日数

週あたり稼働日数は6 日とする。また、日あたり稼働時間は8 時間/日とする。

(ii)　休日の日数

「フィ」国における公式に定められた年間の祝祭日は以下の11 日である。

休日	日付
New Year’s Day	1 月1 日
Maundy Thursday	4 月または5 月の一木曜日
Good Friday	4 月または5 月の一金曜日
Labor Day	5 月1 日
Independence Day	6 月12 日
National Heroes Day	8 月30 日
All Souls Day	11 月1 日
Bonifasio Day	11 月30 日
Christmas Day	12 月25 日
Rizal Day	12 月30 日
Special Holiday	12 月31 日
休日	計 11 日

また、上記の公式な祝祭日に加え、フィリピンでは月日は不確定ながら上記以外に年間平均約4 日、大統領令などにより指定される臨時の休日があることが多い。したがって、本検討においては両者を合わせ、年間15 日の休日がある事とする。

(iii) 降雨日数と年間稼動日数

降雨による作業停止日数は、フィリピン国における既往の降雨データ（降雨日数と降雨量）に基づき算定する。この時、降雨強度による作業継続可能な工事と、全く工事できない工種とを考慮する。

既往のJICA調査はJBIC事業における施行計画検討を基本に、8 つの主要な工種における年間稼働日数を以下のように決定した。

表 R 7.10　主要 8 工種の年間稼動日数

工種	日曜	休日	降雨による中断日数	工種による作業停止延長日数	年間稼働日数
掘削工	52	15	51	12	235
かご工	52	15	51	12	235
盛土/埋め戻し工	52	15	51	12	235
コンクリート工	52	15	51	-	247
護岸工	52	15	51	-	247
敷き均し工	52	15	51	-	247
水路工	52	15	51	12	235
舗装工	52	15	51	12	235

(d) 施工効率

工事に使用される建設機械の能力は、「the Association of Construction and Equipment Lessors, Inc.（ACEL）」が発行している建設機械の能力表等に基づくものとし、人力作業能力に関しては、通常の歩掛り表等を参考に決定する。

(i) 土工事

土工事に使用される主な建設機械の能力としては、下表に示す値を採用するものとする。本事業における土工事（浚渫/掘削/盛土工）は土工量が大きいため、この工事がクリティカルパスとなる。

表 R 7.11 主な土工事の施工効率

工事種目	主な使用建設機械	施工効率 (m3/hr)	特記事項
普通掘削	Bulldozer (32t)	146 m^3/hr	
積込	Backhoe (1.0m^3)	104 m^3/hr	
運搬	Dump Track (10t)	30.8 m^3/hr	Distance: 0.5 km.
	Dump Track (10t)	8.0 m^3/hr	Distance: 8 km.
	Dump Track (10t)	6.7 m^3/hr	Distance: 12 km.
敷均し・締固め	Bulldozer (21ft)	100 m^3/hr	Disposal site, Road work
堤防・道路盛土締固め	Tamping Roller	55 m^3/hr	Road Work

(ii) コンクリート工・護岸工

コンクリート工・かご工は遊水地建設のための主要な工種の1つである。コンクリート工および護岸工の施工効率は、労務・機械の組み合わせにより下表に示す値を標準とする。

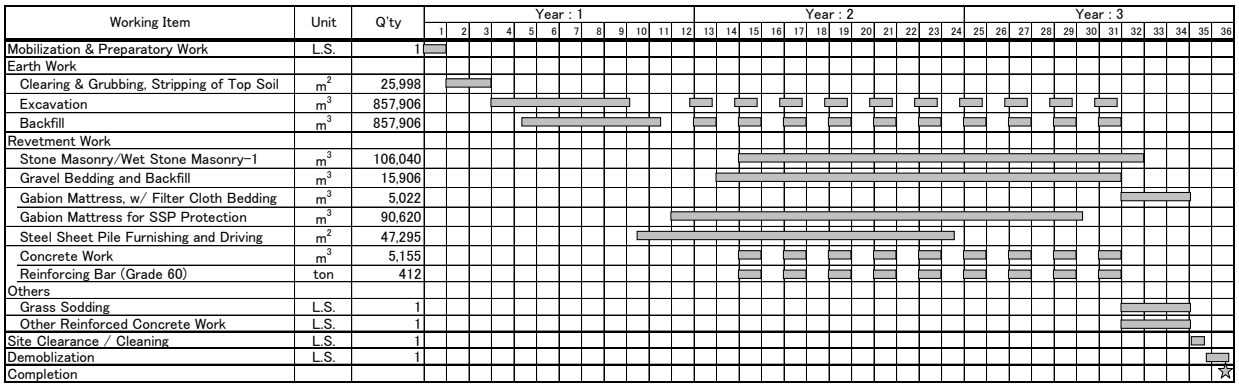
表 R 7.12 主な工事（コンクリート工・護岸工）の施工効率

工事種目	施工効率	特記事項
コンクリート工	60 m^3/day/party	Depending on Concrete Pump
かご工	75 m^3/day/party	t=500 mm, Equivalent to 37 m^3/day/party
護岸工-1 (1:2.0)	38 m^3/day/party	Wet Stone Masonry
護岸工-2 (1:2.0)	13 m^3/day/party	Concrete Block
SSP 護岸打設	10 m/day/party	Type III~IVw

(3) 工事工程計画

上述した各工種の概略数量と施工効率にしたがって、最適治水計画案の全体工事肯定は以下の表に示される。

表 R 7.13 Cagayan 川 Tuguegarao 地区河道改修工事の全体工事工程計画(案)



7.1.8 事業費積算

(1) 事業費の構成と条件

事業費は以下の条件の下、積算された。

(a) 基本工事費

基本工事費は、工事数量と工事単価の積より算出する直接工事費と直接工事費の比率により加算される間接工事費とから構成される。

(b) 積算基準月

積算のための基準月は、2009 年 8 月とする。

(c) 予備費

物価上昇予備費及び事業予備費は以下の条件により算定される。

年間価格上昇率： 内貨(L/C)の 5.20%

外貨(F/C)の 2.10%

事業予備費： 基本工事費、補償費及び設計管理費の各々の 10%を計上する。

(d) 為替交換レート

フィージビリティ調査のための積算基準レートは、2009 年 8 月末のレートを採用し、USD1.00 = JPY93.67 = PHP49.70 とする。

(e) 補償費

補償費は、土地収用費、家屋移転費、および生計支援費とする。これらの費目単価は関連機関から入手した最新の資料および情報により積算する。Tuguegarao 市及び Enrile 町でのインタビュー調査結果とともに既往の JBIC や DPWH の類似案件（例えば Iloilo 治水事業や Pasig-Marikina 河道改修事業等で採用されている補償単価等）での採用単価も参考として設定した。

各補償費の費目単価は結果とし、以下の表の値を採用した。

表 R 7.14 Cagayan 川 Tuguegarao 地区河道改修工事において設定した補償費

費目	場所	単価 Php/m2 （土地収用）, Php/(世帯 or 軒)		
		公定単価	市場単価*1	採用単価
土地収用費	Alibago 地区	200,000	200,000~300,000	300,000
	Enrile 地区	200,000	200,000~300,000	300,000
	Cataggaman 地区	200,000	200,000~300,000	300,000
家屋移転費	正規居住者	-	-	350,000
	非正規居住者	-	-	50,000
生計支援	全ての関連する世帯	-	-	50,000

Note *1： Results of hearing survey with Officers concerned based on in-real land sale.

(f) 監理費

事業実施者が掛かるコスト、監理費は、工事費と補償費の総額の 5%とする。

(g) 設計管理費

設計管理費は、詳細設計費と施工管理費から成り、それぞれ基本工事費の 6%と 10%を計上する。

(h) 税･その他

基本工事費と設計管理費の合計の 12%を VAT 付加価値税分として事業費に付加する。

(i) 事業費の構成

上述した(a)~(h)の各費目は、事業費の各構成要素として以下の図のように示される。

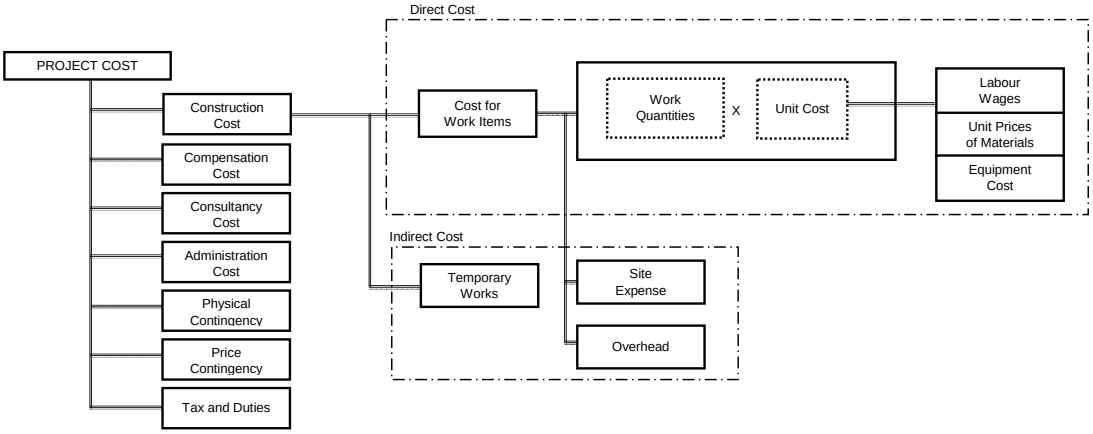


図 R 7.5　事業費の構成

(2) 基本工事費 (Construction Base Cost)

基本工事費(Construction Base Cost)は上述したように直接工事費と間接工事費に大別できる。

(a) 直接工事費

直接工事費は、事業を実施する上で必要となる前述までの各工事や作業に係わる全ての数量を基本に算定される。よって直接工事費は工事の際に実際に出来上がる構造物のタイプ、サイズ、設計仕様、施工順序及び質によって算出できるコストである。直接工事費は、基本的には以下の式によって、算出する。

直接工事費= Σ (各工事種目の単価 × 種目に対応する数量)

各工事種目の単価は､その工事の1単位当りを完成させるために必要な労務費、材料費及び機材費を基に算出される。

この直接工事費には、諸経費と利潤が含まれる。諸費用とは、工事を請け負った業者の本支社におけるサポート経費、社員の給料、福利厚生費、退職金、日当、通信費、広告費、調査費、保険料等が含まれ、利潤には企業の儲け相当分が考慮される。本調査ではこの諸経費と利潤の合計を上述の単価を 16%上乗せして考慮する。

(b) 間接費

間接費では、(一般)仮設費、現場経費及び工事準備及び後片付け等が考慮される。

(一般)仮設費では、例えば仮設橋、電気設備、暫定的な上下水道設備、工事用通路、維持管理施設等の仮設費を考慮する。これに要する費用は直接工事費の10%を計上する。

現場経費では、請負業者が負担する現場で発生する様々な経費を考慮する。現場事務所建設費、運営費、消耗品、現場での保険料等がそれにあたる。本調査ではこの費用を直接工事費と上記の仮設費の合計の 10%を計上する。

工事準備及び後片付けは、工事請負のための準備、動員計画、資機材準備及び後片付け等に必要な費用とし、直接工事費と上記の仮設費、現場経費の合計の1%を計上する。

(3) 事業費

上述の仮定をベースに、本調査によって提案した Cagayan 川 Tuguegarao 地区における最適な治水事業を実施するための事業費は、総額で 31.63 億ペソとなり、内訳は、(1)基本工事費 18.71 億ペソ、(2)補償費 0.20 億ペソ、(3)設計管理費 2.99 億ペソ、(4)監理費 0.95 億ペソ、(5)予備費 5.54 億ペソ、及び(6)税･その他 3.24 億ペソとなる。各工事費目の詳細は表 7.2~7.4 に示され、以下にその概要がまとめられる。

表 R 7.15 Ilog-Hilabangan 河道改修工事の構造物対策の事業費

工事名	項目	細別	費用 (mil. P)
Ilog-Hilabangan 川河道改修計画			
	基本工事費	Civil	1,871
	補償費	House/Support	4
		Land	15
	設計管理費	D/D & S/V	299
	監理費	5% of Civil& Compensation	95
	小計		2,285
	予備費	事業予備費（設計/管理費用）	217
		事業予備費（補償費用）	2
		物価上昇予備費（設計/管理費用）	311
		物価上昇予備費（補償費/監理費用）	24
	税･その他	12% (Civil & Consultancy)	324
総計			3,163

(4) 運営･維持管理費

事業完成後の運営･維持管理費は、巡回・検査費、維持管理費、および運営費に大別される。これらの費用には、直接的な施設維持管理費、監理および支援サービスに関わる経費、洪水時等に必要な運営費、施設の補修費、予備費またはその他経費が含まれているが、大地震や大洪水等による災害時の補修等は含まれていない。建設完了時における、これらの運営・維持管理費の合計は、下表に示すとおり、年間平均 5.31 百万ペソとなる。

表 R 7.16 Ilog-Hilabangan 河道改修工事後の運営･維持管理補修費

維持管理工種	年間コスト(mil. P)	特記事項
巡回・検査	0.02	検査、通常パトロール
維持管理	5.25	年間修理費
運営	0.04	洪水時の管理、パトロール
計	5.31	

運営･維持管理費の詳細は､表 7.5 に示してある｡提案された必要な年関係費は DPWH、州及び地方自治体の年間予算で洪水対策委員会（FMC）または同等な地域の洪水対策を実施･計画する委員会等の同意を得て確保されなければならない。

7.2 事業の経済評価

7.2.1 経済評価の手法

NEDAのガイドラインを参考に、本調査で提案された治水対策は以下の手順で経済評価が実施された。

(1) 洪水被害の項目を確認する

(2) 被害項目ごとに、基本被害単価を設定する

(3) 事業の評価のため、現況の洪水被害を算定する

(4) 事業有り/事業無しで、確率年洪水ごとに被害額を算出し、年平均被害額を算定する

(5) 事業有り/事業無しの年平均被害額の差を経済便益（年平均便益額）として算出する。

(6) 経済便益と経済費用から比較し、経済的内部収益率(EIRR)、純現在価値(NPV、すなわちB-C)、便益費用率(B/C Ratio)等の指標により事業の実行可能性を検証する

EIRR はプロジェクトライフ全期間にわたっての経済コストと経済便益のキャッシュフローを用いて計算する。このEIRR は次式の通りと定義されている。

$$\sum_{t=1}^{t=T}\frac{C_t}{(1+R_e)^t}=\sum_{t=1}^{t=T}\frac{B_t}{(1+R_e)^t}$$

ここで、

T = プロジェクトライフの最終年

Ct = プロジェクトライフt年時点の事業の経済コストのキャッシュフロー

Bt = プロジェクトライフt年時点の事業の経済便益のキャッシュフロー

Re = EIRR (現在価値で経済コストと経済便益を等しくするような割引率)

仮に結果として出てきたEIRRが便益とコストの両方の現在価値を求めるのに採用した割引率と等しいかそれよりも大きいなら、当該プロジェクトは実行し得る可能性があることを意味する。

純現在価値(NPV)は「B-C」であることを意味しており、次式によって与えられる。

$$NPV = B - C = \sum_{t=1}^{t=T}\frac{B_t}{(1+R_e)^t} - \sum_{t=1}^{t=T}\frac{C_t}{(1+R_e)^t}$$

式の意味するところは、便益の現在価値からコストの現在価値を差し引いた値が正の値であれば、検討中のプロジェクトは実施するに十分な信頼性がある、ということである。

便益費用率(B/C Ratio)は次式で与えられる。

$$B/C = \sum_{t=1}^{t=T}\frac{B_t}{(1+R_e)^t} \Big/ \sum_{t=1}^{t=T}\frac{C_t}{(1+R_e)^t}$$

つまり、便益の現在価値をコストの現在価値で除したとき、その結果が「1.00」以上であれば、当該プロジェクトは実行し得るだけの信頼性を有する、ということである。

プロジェクトライフは河道改修事業については工事完了後50年、排水構造物等内水氾濫防御事業については工事完了後30年とする。経済コストと経済便益のキャッシュフローは工事開始の初年度からそれぞれのプロジェクトライフ最終年までについて作成する。

また年々の維持管理費についても考慮しておかなければならない。初期工事で建設される施設によってはプロジェクトライフほどの耐久力を持たないものもあるので、その場合には数年に一度、一定額の据換費が必要となる。したがって、維持管理費も考慮しておかなければならない。

7.2.2 経済便益算定のための基本単価の設定

(1) 住宅地(Built-Up Area)の建物及び建物内の家財・耐久資産・在庫品に対する既往洪水による被害額推定

最初に、建物の種類によって被害対象となる資産の額が異なるので、住宅地内の建物群を、(1)一般住宅建物、(2)町工場等中小・家内工業等工場建物、(3)商店・商業等の建物、(4)ホテル・レストラン等の建物、(5)その他のオフィス等の建物、(6)学校等教育関係建物、(7)保健・医療関係の建物にわけた。この場合、一定面積内の種類別建物の占める割合は Tuguegarao 市の種類別建物比率であると想定した。下表はその割合を示したものである。

表 R 7.17　建物種類別数量割合

建物種類	一定面積内の数量割合
合計	100.00%
a. 一般住宅建物	86.58%
b. 町工場・家内工業等建物	0.10%
c. 商店・商業等の建物	12.65%
d. ホテル・レストラン等の建物	0.06%
e. その他のオフィス等の建物	0.05%
f. 学校等教育関係建物	0.36%
g. 保健・医療関係の建物	0.20%

出典: Tuguegarao 市

被害額推定の原単位としては、下表に示す値を採用することとした。これらの値は、フィリピンにおける類似のプロジェクトで適用したものをベースに、実際のビルディングの規模、「フィ」国の地域別総生産（GRDP）、Tuguegarao 市においての現場踏査ならびに関係機関の担当官への聞込み調査等によって微調整したものである。

表 R 7.18　被害額推定の原単位(経済価格)

(**単位**: Pesos/unit)

Assets		建物 (*1) (Pesos/ unit)	耐久資産 (Pesos/unit)	家財/在庫品 (Pesos/unit)	純売上高 (*2) (Pesos/day)	農作物単位被害額 (Pesos/ha)	清掃等費用 (*3) (Pesos/day)
1.	一般住宅建物						
a.		151,532	101,793			621	1,280
2.	商店・町工場・学校・医療関係機関等						
a.	町工場･家内工業等建物	3,780,000	12,962,009	2,454,666	11,680		
b.	商店・商業等の建物	653,850	1,594,476	3,005,608	2,682		
c.	ホテル・レストラン等	1,252,200	759	14,895	2,071		
d.	その他のオフィス等の建物	799,200	544	65,706	10,239		
e.	学校等教育関係建物	2,991,600	717,984	13,857	0		
f.	保健・医療関係の建物	1,866,900	481,781	43,392	0		
3.	農作物						
a.	**水田**						
b.	**とうもろこし**					36,151	
c.	**サトウキビ**						

Note: *1 NEDA のガイドラインに基づき、NSO の 2009 年第 1 四半期の値を採用した。
*2 純売上高は実稼動日数 250 ではなく年間 365 日として推定した。
*3 居宅建物の清掃等に要する一日当りの費用は一世帯当りの平均所得の日割りとした。そのために職場を休まなければならないからである。

さらに、下表に浸水深別の被害額を推定するための被害率を示した。なお、農作物については平均浸水期間を 2 日として考慮した。

表 R 7.19　浸水深別各種被害率

Item		浸水深					
		床下/ 地上無被害浸水深	床上/地上				
			0.5 m 以下	0.5-0.99 m	1.0-1.99 m	2.0-2.99 m	3.0 m 以上
1	建物						
a	居宅建物を含むすべての建物*[1]	0.000	0.092	0.119	0.266	0.380	0.834
2	居宅建物						
a.	家財	0.000	0.145	0.326	0.508	0.928	0.991
3	その他の建物における耐久資産、在庫品						
a.	耐久資産	-	0.232	0.453	0.789	0.966	0.995
b.	在庫品	-	0.128	0.267	0.586	0.897	0.982
4	農作物*[2]						
a.	Lowland Crops(水田等)	-	0.210	0.240	0.370	0.370	0.370
b.	Upland Crops(コーン等)	-	0.200	0.310	0.440	0.440	0.440

注: *1 業種によっては地盤高を床高とすべきものもあるが、現地踏査の結果、総じて出入口前の道路との境界に 15cm 前後の敷居を設けている例が多いことから､建物についてはすべて地上 15cm を床高とした。
*2 平均浸水期間を 2 日と想定した。

(2)　浸水建物清掃による所得減ならびに営業停止損

いったん洪水が発生して家屋等が浸水を受ければ、一般世帯については清掃のために何日か費やさなければならない。また、商業活動を行っていれば、清掃のために何日かを要し、かつ何日か営業停止を余儀なくされる。

一般世帯の日当り所得は(消費者物価指数で外挿推定して)2009 年現在で、営業活動による日当りの純益とともに上掲の表 R 7.17 に示した通り、Pesos 1,280/日である。また、清掃に要する日数は、営業停止日数とともに次表に示すとおりである。

表 R 7.20　浸水深別の清掃に要する日数ならびに営業停止日数

Item	浸水深					
	床下/地上無被害 浸水深	床上浸水深				
		0.5 m 以下	0.5-0.99 m	1.0-1.99 m	2.0-2.99 m	3.0 m 以上
1. 一般世帯						
清掃作業日数	-	7.5	13.3	26.1	42.4	50.1
2. 商店・町工場等						
清掃作業による営業停止日数	-	4.4	6.3	10.3	16.8	22.6
その後の営業再開までに要する日数*[1]		2.2	3.2	5.2	8.4	11.3
Total		6.6	9.5	15.5	25.2	33.9

注: *1 清掃作業日数ならびにその後の営業再開までに要する日数は浸水した時間に加えて想定した日数を加え算定した。

(3)　工業地域における洪水被害

調査対象地域にはいくつかの工業団地や個別の工場、工業地区がある。洪水が発生すればこれらの工業地域にもその被害が及ぶ。その被害額は企業の純収入の減収額として推定することとした。以下の表は、この工業地域の被害単価を示したものである。工業地域の面積は本調査によって GIS を使用して計測した。

表 R 7.21　工業地域の被害額推定のための面積当り原単位

市中の中小工場等の単位面積あたりの純収入総日額 (すべての商工業セクターを含む)	工業地域における大規模工業の単位面積当たり純収入総日額
3,433 Pesos/ha./day (*1)	631,675 Pesos/ha./day (*2)

Remarks: (*1) [Unit value added of all commercial sectors in built-up area]
= [26,671 Pesos/day/unit (total of "value added" of all commercial sectors, 2.a~d in Table R 7.16)]
x [0.1287 unit/ha (total number of unit of all commercial sectors per area, b~e in Table R 7.15)]

(*2) [Unit value added in large-scale industries in industrial estate]
= [3,433 Pesos/ha./day (Unit value added of all commercial sectors in built-up area)]
x [184 = (value added of industries in industrial estate) / (value added of small/micro scale industries in built-up area)] (*3)

Source: (*3) 2008 Annual Survey of Philippine Business and Industry (by NCSO)

(4)　洪水による農作物被害

灌漑農地における農作物で洪水時に被害を受けるのは統計資料ならびに現場踏査の結果からコーンと想定し、被害を受ける主要な作物として代表させることとした。

フィリピンにおけるコーンの農家軒先価格は下表より表 R 7.16 に示した通り、ha 当り 36,151Pesos となっている。また、浸水深別の被害率は表 R 7.17 に示した通りである。

表 R 7.22　農業被害のための原単価

Crop Production (metric tons)	Area Harvested (ha)	Crop Yield (kg/ha)	Farmgate Prices (Pesos/kg)	(Pesos/ha)

Irrigated Palay	570,332	142,846	3,993		
Rainfed Palay	136,840	57,249	2,390		
Corn	297,984	82,428	3,615	10.00	36,151
Sugarcane	202,535	6,227	32,525		
Coconut	34,290	6,564	5,224		
Banana	75,705	4,805	15,755		

Source: Bureau of Agricultural statistics website, (www.bas.gov.ph)
*: Total in Cagayan Province

(5) 社会基盤(道路、橋梁、排水側溝等)被害

洪水が発生すれば、道路、橋梁、排水側溝等の社会基盤も甚大な被害を受けることになる。このような場合、各地域(ムニシパリティ)の社会厚生開発局(MSWDO)は州の社会厚生開発局(MSWDO)に対して被害の報告を行い、必要な災害復旧費を要請することになる。よってこの社会基盤被害は既往の治水対策調査では殆どの場合、上記の(1)~(4)の被害額の比率によって想定している。またその値は約 10%を使用している。よって本調査においてもこの社会基盤被害は(1)~(4)の被害額の 10%とする。

(6) 他に考慮すべき洪水被害

間接被害としては、以下に示す項目が考えられる。

- 交通途絶・迂回損
- 避難住民支援費用の節約
- 水、ガス、電気等の基本インフラの供給が止まることによる損害
- 洪水による水因性疾患治療のための医療行為、医薬品の使用による経費の増
- その他

これらの費用（損害）を正確に算定するためには、実際に配給された食糧、水、医薬品、テント、毛布、食器等を含む避難住民への総配給額、詳細な交通量調査等の基礎データが必要となる。

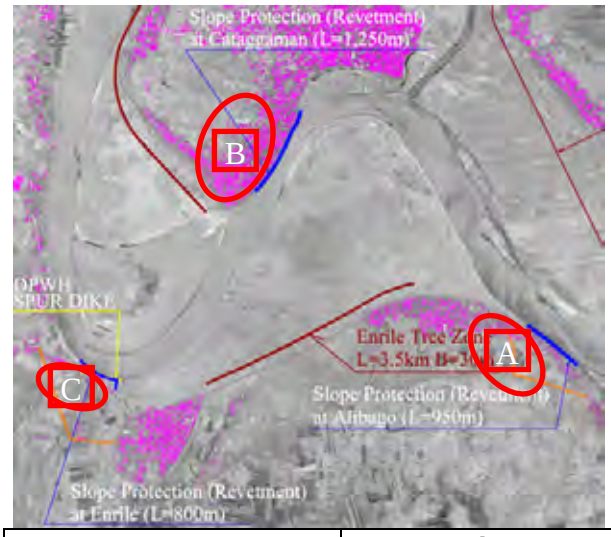
フィリピンにおいては、治水対策事業の経済評価において、このような間接的洪水被害は上記の(1)~(4)の総被害額の約 10~30%の値として評価している。よって本調査においては、上記(1)~(4)の総被害額の約 20%を間接被害額として計上する。

(7) 洗掘や河岸侵食による個人資産、社会基盤および土地の被害

7.1 節で述べたように、セクターローンで提案する構造物は Alibao、Cataggaman および Enrile 地区の計 3 箇所の護岸である。

(a) 防御エリア

防御されるエリア（裨益エリア）は次のとおりである。



Location	Area to be Protected (has)
Alibago	40
Cataggaman	80
Enrile	30

図 R 7.6　　護岸によって守られる地域

(b)　河岸侵食により失われる土地の被害

居住者、地方自治体および国の政府機関といった影響を受ける利害関係者は、被害回復および領土の損失の見返りコストとして次のような被害を受けると想定される。

- *侵食によって失われた道路の代替道路の建設*
- *道路や水道、電気、排水施設等の残存価値の喪失*
- *既存の家屋やビルの Improvement Losses*
- *他の土地での新しい家やビルの準備費用*
- *土地の損失*
- *家やビルのための新しい土地の購入費用*

前述の見返りコストに加え、侵食による土地の喪失は、生産性や地域経済に大きな影響を及ぼす。そこで、次の生産活動は土地損失による被害として算定できる。

表 R 7.23　Tuguegarao 市における侵食による土地の喪失による生産活動の想定年平均負の利益

Land Area	km^2	Remarks	Source
Administrative	113.95	-(A)	*1
Developed Area	20	-(B)	*2
Urbanized	2.45	-(C)	*1
City Product	million pesos	Remarks	Source
Primary Sector	3,778.15	-(D)	*1
Secondary Sector	5,486.05	-(E)	*1
Tertiary Sector	12,406.17	-(F)	*1
Total	21,670.37	-(G) : (D)+(E)+(F)	*3
Index	pesos/ha	Remarks	Source
Mean	1,901,743.75	-(H) : (G) / (A)	*3
Developed Area	8,946,110.00	-(I) : ((E)+(F)) / (B)	*3
Urbanized Area	73,029,469.39	-(J) : ((E)+(F)) / (C)	*3

Source : *1 : http://www.tuguegaraocity.gov.ph/urban.html
*2 : Estimated by the Study Team
*3 : Calculated by the Study Team

従って、それぞれの地区における負の利益として次の値を使用する。

表 R 7.24　経済評価に適用される土地が消失する事による各地区の面積当り年間損失額

地区	適用単価
Alibago	1.90 million pesos / year / ha
Cataggaman	8.95 million pesos / year / ha
Enrile	1.90 million pesos / year / ha

7.2.3　経済便益の特定

費用と便益の比較検討に供するためには、「年平均被害軽減期待額」を推定しておかなければならない。そのため、まず「プロジェクトあり」及び「プロジェクトなし」、すなわち対策工事を実施した場合としない場合の年平均被害額を推定しする。また本プロジェクトの目標年は2020年となっている。したがって、「2009年土地利用状況」(以下「現況土地利用状況」と称する) と「2020年土地利用状況」(以下「将来土地利用状況」と称する)の両方の場合について、それぞれの年平均被害額を推定する。

(1)　河岸侵食被害の算定

以下の表に、7.2.2 項で述べた河岸侵食によって引き起こされる 30 年の合計被害額を示した。　「プロジェクトあり」及び「プロジェクトなし」の年平均被害軽減期待額を要約したものを示す。確率規模別のプロジェクトなしの年平均被害額とプロジェクトありの年平均被害額の詳細は表 7.6 に示す。

表 R 7.25　河岸侵食被害

Name of	Without Project		With Project (Revetment)	
Property	Accumulated	Annual	Accumulated	Annual
House	1,236	-	0	0
Other Building		-	0	0
Infrastructures	502	-	0	0
Lots/Lands	1,542	849	0	0
Total	3,280	849	0	0
Annual Average during 30years	109	849 (28 per anum)	0	0

Note:　Unit : million pesos

(2)　年平均被害軽減期待額の算定

3 箇所の護岸による年平均便益は洗掘や侵食による年平均被害額となる。従って、年平均便益を上の表 R7.23 のように算定した。事業が実施されれば、表に記載の額がすなわち事業の効果として、事業の経済便益の額ということになる。

将来、つまり 2020 年においては、土地の利用状況は大きく変わり、市街化が進展していることが調査で明らかとなっている。もし対策事業を行わなければ、上表に見る通り、被害は現況に比べ大きく膨れ上がる。

7.2.4　経済費用の推定

(1)　標準変換係数(SCF)

標準変換係数(SCF)は国際貿易統計ならびに国家予算資料から 0.97166 と推定された。ちなみに、SCF は次式によって推定し得る。すなわち、

$$SCF = \frac{\sum I + \sum E}{(\sum I + \sum I_{customs}) + (\sum E - \sum E_{tax} + \sum E_{subsidy})}$$

ここで、SCF　=　標準変換係数、

I　=　輸入総額、

E　=　輸出総額、

Icustoms　=　輸入関税総額、

Etax　=　輸出税、及び

Esubsidy　=　輸出助成金総額

下表に SCF の計算過程を示した。

表 R 7.26　標準変換係数の計算

(million Pesos)

年度	輸出額	輸入額	輸入関税	輸出税	輸出助成金
2002	1,803,362	2,045,007	96,835	0	0
2003	1,948,514	2,214,951	100,694	0	0
2004	2,215,363	2,501,868	122,715	0	0
2005	2,255,393	2,637,873	151,474	0	0
2006	2,414,597	2,680,841	190,797	0	0
計	10,637,231	12,080,540	662,515	0	0

出典: 中央統計局ホームページ及び公刊統計年報「Philippine Yearbook 2006」

SCF = 0.97166

(2) 個人所得税

通常、事業費(プロジェクトコスト)は資材費、機材費及び労務費等からなる。当然のことながら、労務費には個人の所得税が含まれており、これは移転項目のひとつである。もちろん、所得税には所得水準によっていくつかの水準があるが、ここでは労務費についてはフィリピンの所得税法[1]中の最低水準である 5%を、またコンサルティングサービス費(the cost for engineering Services)については 12%をそれぞれ適用することとした。

(3) 賃金のシャドウレート

フィリピンにおける既述の類似プロジェクトから、本件事業において雇用されることになる労務者(非熟練労務者)に対する賃金のシャドウレートを 0.60 とすることとした。

(4) 用地取得にかかる土地のシャドウレート

これについても、フィリピンにおける既述の類似プロジェクトから、本件プロジェクトの実施のために取得しなければならない土地のシャドウレートを表す換算レートを 0.50 と想定することとした。

(5) 税金

税金はいかなる種類の税金でも移転項目である。もし調達資機材があらかじめ課税されているような場合は経済費用に換算するべくすべて差し引いておかなければならない。

本件プロジェクトにおいては、フィリピン国税法に基づいて、付加価値税 12%を適用することとした。

(6) 法人所得税

フィリピンにおいては、聞込み情報によれば、請負業者等企業の契約金額に対する利益率は 10%～20%の範囲で幅があるようである。企業によっては、20%を超える利潤を期待するものあるという。本件プロジェクトにおいては妥当な水準として企業の利益率を 15%と想定することとした。

[1] 「国家収税基本法(NIRC)」における「1997 年改正税法」に関する共和国第 8424 号法律(“Republic Act No. 8424 on Tax Reform Act of 1997” in the “National Internal Revenue Code” (NIRC)。

さて、この純利益に対しては当然のことながら企業の法人所得税が課されるが、これも移転項目のひとつである。したがって、これも財務費用から差し引いておかなければならない。この法人所得税にも利益額の水準に応じた税率があるが、ここでは最低水準として同国税法に基づいて 32%を採用することとした。

(7) 経済費用

上述の各種想定条件のもと、計算されている財務費用から経済費用を推定した。推定結果は下表に示した通りである。財務費用の詳細については前項に示した。

表 R 7.27 提案した構造物対策の経済費用

Item	Financial Cost (million Pesos)	Economic Cost (million Pesos)
Construction Base Cost with Physical Contingency	2,058	1,801
Compensation Cost with Physical Contingency	22	20
Administration Cost	95	89
Engineering Service Cost with Physical Contingency	329	299
Price Contingencies for All	335	-
Value Added Tax, etc	324	-
Total	3,163	2,210
O&M Cost	5	5

7.2.5 経済評価結果および結論

(1) NPV、EIRR および B/C の算定

上記の諸条件と想定条件のもと、表 7.8 に示すキャッシュフローを用いてプロジェクトの経済評価を行った。プロジェクトライフは工事完了後河川改修工事については 50 年とした。評価過程については表 7.9 に示し、下表にその評価結果を示す。

表 R 7.28 経済評価結果

Indices	
NPV (million Pesos)	441
EIRR	18.64%
B/C	1.34

上表に示すとおり、Cagayan 川の河岸浸食対策は経済的内部収益率（EIRR）の観点からは何の問題もなく実施可能である。

(2) 感度分析

NEDA ガイドラインによると、感度分析は次のようなシナリオにおいて実施することになっている。

Case I : プロジェクトコスト 10%もしくは 20%増
Case II : 便益 10%および 20%減
Case III : CaseI と CaseII の組合せ

上記のケースで感度分析を行った。その結果を下表にまとめた。

表 R 7.29　感度分析結果

	Case I		Case II		Case III			
Cost	+10%	+20%			+10%		+20%	
Benefit			-10%	-20%	-10%	-20%	-10%	-20%
NPV	312	183	268	95	139	-34	10	-163
EIRR	17.37%	16.29%	17.24%	15.81%	16.07%	14.73%	15.07%	13.82%
B/C	1.22	1.12	1.21	1.07	1.10	0.98	1.01	0.89

上表に示すように、便益が-20%条件下でコストが増加した場合には EIRR が 15%を割り込む。言い換えると、この極端に悲観的な状況を除いて、プロジェクトが経済的に有効であることが確認された。

第 8 章　非構造物対策

8.1　河川洪水対策のための施設計画

1976年、大統領令（共和国法）No.1566（PD1566）が洪水を含む自然災害のための災害準備計画、コミュニティによる災害準備及び避難計画･救援･復興のための積極的且つ正確な災害管理行動のために制定された。1988年には、国家災害準備計画（NDCPP）が人命、資産、環境の保護と維持のために統合的、多機関間及びコミュニティベースのアプローチと戦略を通して効果的･効率的な市民防衛計画の実施を確実なものとするために整備された。また、PD1566を基本として、国家レベルから自治体レベルまでの災害調整委員会（DCC）が組織された。本調査のF/S対象3河川流域、Cagayan、Ilog-Hilabangan及びTagoloan川のコアエリアにおいては、各々市及び町レベルのDCC（C/MDCC）が避難センターの指定、避難･救援･救済活動の実施等のいくつかの洪水（準備）活動を実施している。

フィリピンでは、PAGASAが洪水予警報を実施する責務を持っている機関である。1973年、PAGASAはPampanga川流域における洪水予警報システム（FFWS）の運用を開始し、現在Luzon島内においてCagayan川を含む4つのFFWSを運用している。また、現在PAGASAは、コミュニティベースの洪水早期警報システム（CBFEWSs）の運用を支援している。2011年の終わりまでにPAGASAによって支援されるCBFEWSsが全国27州で開始される。しかしながら、Ilog-HilabanganとTagoloan川流域はこの一連のCBFEWSsの運用開始には含まれていない。

本F/S調査においては、コアエリアの各確率年洪水の浸水状態が算定される。今後、これらのコアエリアの洪水防災活動がこれまでの既往洪水の経験を基に策定されるであろう。しかしながら、経験では想定を超える幅広い浸水地域と浸水深には対応できない。それ故、本調査で実施した氾濫解析等を基にした各確率年対応の洪水規模を考慮した洪水防災計画を策定する必要がある。現在PAGASAによるFFWSsの下での洪水警報は、洪水の発生を公布しておりこの情報は洪水の規模や大きさを含んではいない。市や町によるCBFEWSsは住民への簡易な情報を公布しているに過ぎない。

このような状況の下、本調査で実施した洪水氾濫解析結果を使用したコアエリアのための対策が提案できる。この対策は 1) 算定された各確率年洪水規模に合わせたコアエリアの洪水防災計画、及び 2) コアエリア（その周辺）のために必要な洪水情報を提供するためのCBFEWSsの構築、からなる。

8.2　フィリピンにおける非構造物対策の実践

8.2.1　防災計画

フィリピンでは、洪水防災計画は、国家レベルから自治体レベルまで組織されている上述のDCCsによって策定されている。以降に、DCCsとNDCPPについて詳述する。その後、F/S対象となっている各コアエリアの現在の組織と活動に対して評価･理解するために2つの現在実施中の事業について説明する。

(1)　災害調整委員会（DCC）と国家災害準備計画（NDCPP）

1970 年 10 月 19 日、特に Bicol 地方に被害を与えそして約 3 ヶ月もの期間 Metro Manila に洪水を引き起こした台風”Sening”の被害の後、大統領 Ferdinand E. Marcos は災害に関する多機関からなる計画策定グループによって策定された防災計画に同意した。

この計画の特筆すべき箇所は、国家災害管理センターの創設を含んでいたことであった。

1978 年 6 月 11 日、上述した PD1566 に合わせて、国家災害管理センターは国家災害調整委員会（NDCC）へと改変された。また、同様に PD1566 にしたがって、市民防衛局（OCD）は 1978 年国家災害準備計画（NDCPP）を策定した。この NDCPP の主な目的は、人命、資産、環境の保護と維持のために統合的、多機関間及びコミュニティベースのアプローチと戦略を通して効果的･効率的な市民防衛計画の実施を確実なものとすることであった。

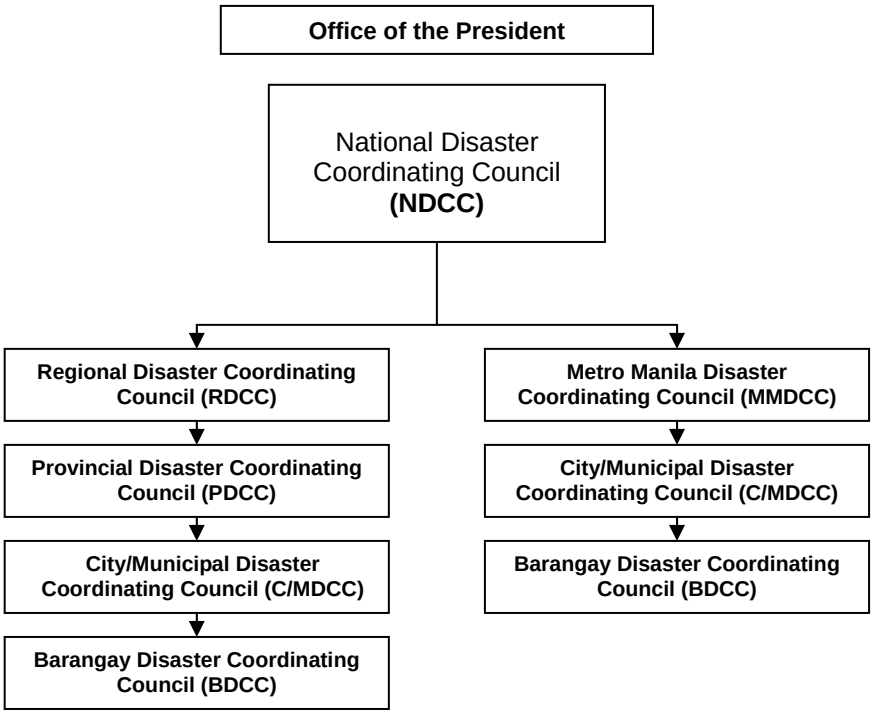


図 R 8.1　災害調整委員会（DCC）の組織

これらの活動を確実とするため、国家、リージョン、地方自治体の各レベルにおいて DCCs が組織化された（図 R8.1 参照）。この組織化の意味において、国家災害調整委員会（NDCC）の設立は PD1566 の具現化である。NDCC は国防省の長官が議長を務め、その他 OCD の長を含む 18 の省庁の長が委員を務める。また、OCD の長は委員会の事務長も兼務する。OCD は NDCC の実際に実務を行う事務局として機能する。各リージョン及び自治体の DCCs のメンバーは以下の通りである。

(a)　リージョン災害調整委員会（NDCC）

- *リージョンフィリピン国家警察長官（議長）*
- *国家機関（省庁）のリージョン事務所の長（メンバー）*
- *その他の国家機関と指名された NGO（メンバー）*

(b)　州災害調整委員会（PDCC）

- *州知事（議長）*
- *フィリピン国家警察の州の長官（副議長）*

- *全ての州部局の長（メンバー）*
- *州レベルの国家機関の長（メンバー）*

(c) 市･町災害調整委員会（C/MDCC）

- *市長･町長（議長）*
- *市町レベルの国家警察の長（副議長）*
- *全ての市町部局の長（メンバー）*
- *市町レベルの国家機関の長（メンバー）*

(d) バランガイ災害調整委員会（BDCC）

- *バランガイキャプテン（議長）*
- *コミュニティの指導者（メンバー）*

各バランガイの委員会ごとに以下の係（部）を配置する。

- *被害評価とニーズ分析係（部）*
- *緊急管理情報係（部）*
- *脆弱性リスク低減管理係（部）*
- *計画･実施係（部）*
- *資機材管理係（部）*
- *通信運輸･早期警報係（部）*
- *救援復興係（部）*

(2) 効果的なコミュニティベースの災害リスク管理のためのハザードマップ作成と管理プログラム（READY Project）

(a) 概要

UNDP、AusAID 及び ADB によって支援されたこの事業は地方自治体レベルの災害リスク管理（DRM）の問題に取り組み、解決することを目指している。全国レベルでは、DRM の方策とその策定過程を制度化し、標準化することを目指している。コミュニティレベルでは、この事業は全国でも最も脆弱な市町が DRM の力を持ち､彼ら自身が災害リスク管理計画を策定できるようにする。事業は、国家の危険（ハザード）に対して脆弱性を持つ 27 州を対象とし、2006 年から 2011 年が事業実施期間である。また事業の実施責任機関は、PHIVOLCS_DOST、PAGASA_DOST、MGB_DENR、NAMRIA_DENR であり、OCD（NDCC）が事務機関となる。

(b) 主な事業実施内容

(i) 複合的ハザードと災害リスク管理

MGB_DENRは、地形地質マップをベースに1:50,000の地図上に河川洪水のハザードマップを作成した。図R8.2にMGB_DENR が作成したNegros島の洪水ハザードマップを示す。PAGASAはNAMRIAが作成した1:10,000の地形図を基に、洪水常襲地区のための既往浸水区域図を今後作成する。

(ii) コミュニティベースの災害準備

事業では、以下の活動を実施する。

- PAGASA による河川洪水と PHIVOLCS による津波のためのコミュニティベースの早期警報システムの構築
- 広報教育啓発活動（IEC）の実施と関連する情報を含めたパンフレット、冊子、ポスターの作成・配布

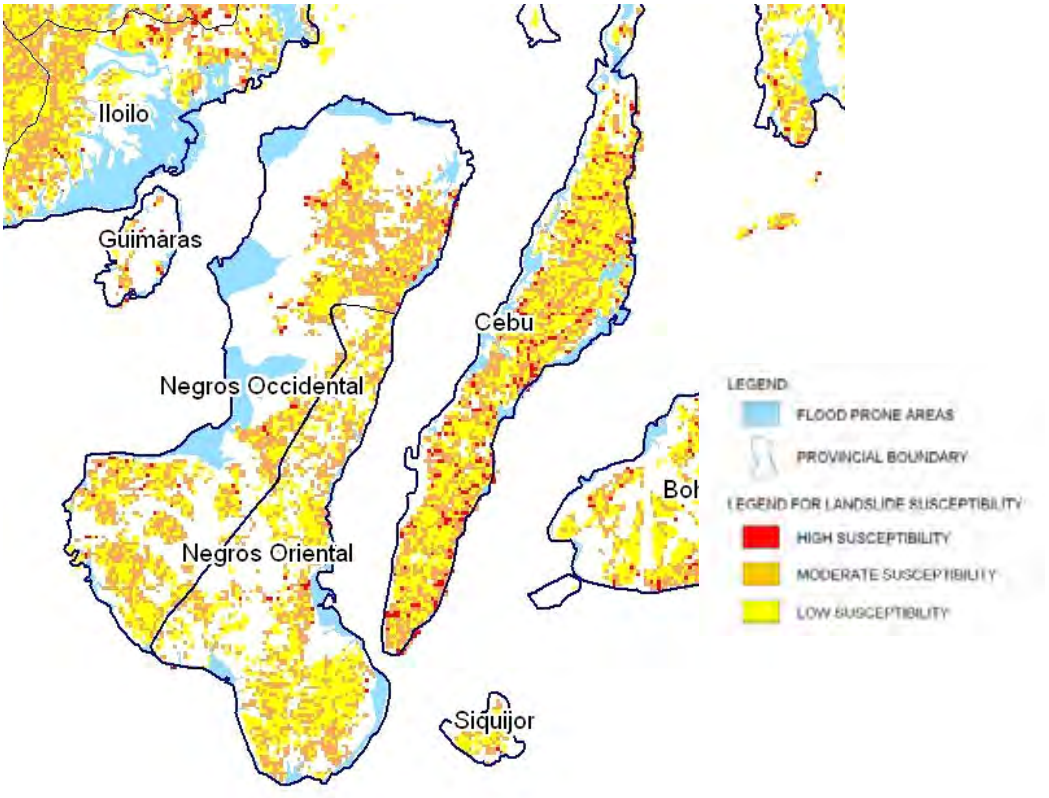


図 R 8.2 NEGROS 島の洪水と地滑りハザードマップの参考例

(3) GTZ-Dipecho の災害準備事業

(a) 概要

対象流域は Leyte 島の Ormoc 市、Kanamanga 町及び Matag-ob 町を流れる 流域面積 551.84km^2 の Pagsangaan 川流域である。この流域では年に 2~3 回の洪水が発生し各洪水で 1~3 日間浸水が継続する。洪水によって影響を受ける住民は約 17,400 人であり、流域内人口の 62%を占める。この地域の 2 つのバランガイに

おいて洪水が発生した場合、各バランガイはバランガイホールが緊急避難場所として指定されているが、大部分の住民は、自宅に留まるか、近隣の標高が高い地域に移動している。

事業で実施する内容の 1 つとして、参加型災害リスク評価（PRDA）がこの Pagsangaan 川流域の Ormoc 市内の 11 のバランガイで実施された。この 11 のバランガイのうち 5 つを対象として Ormoc 市と PAGASA の協力の下、2007 年に洪水早期警報システム（EFW）を設置するモニタリング地区となった。

(b) バランガイ災害準備計画（BDPP）

上記の EFW に加え、バランガイ災害準備計画（BDPP）が Ormoc 市のバランガイ Lao 地区において、PRDA 実施の結果、策定された。このバランガイ Lao 地区は、1991 年に Ormoc 市で起こった洪水によって被災した住民のための移転地のバランガイであり、バランガイの総人口は 3,746 人である。このバランガイの行政管轄面積は、750.3 ヘクタール、そのうち主要な土地利用は農地（稲作地）であり、その面積は 61.2 ヘクタールである。住民の主な収入源はこの農地を利用した農業収入である。

このバランガイのため、バランガイ Lao 災害準備計画（BDPP）2008-2012 が策定された。主な内容は、以下の通りである；第 1 章は以下の図に示すように、バランガイの各指標を含めた概要とバランガイ災害調整委員会（BDCC）のメンバー構成を示してある。

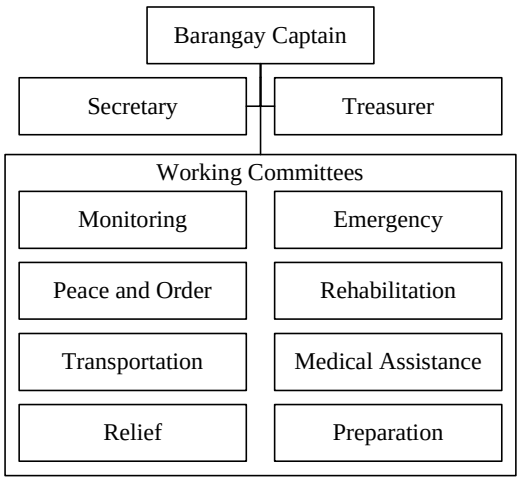


図 R 8.3　バランガイ Lao の BDCC の組織構成

第 2 章は、洪水の危険地区の特質と概要を示している。ここには、既往のバランガイに起こった洪水の歴史や最大の洪水規模の概要を示している。また、バランガイが持つ以下のハザードの特質と概要を含めている。

(i) 起こった年を含む、大惨事、災害、犠牲者が発生した事故の表

(ii) 昔起こった洪水の記録と発生の情報等の歴史とその理由や提案を含めた記録

(iii) 洪水が通るコース、方向、洪水の水位を含めた洪水のハザードマップ

(iv) 洪水の問題が将来解決されなかった場合の最悪の洪水を想定したシナリオ図（自然環境と社会環境の両者の方向から検討）

第 3 章には社会的に脆弱性を持ったセクターの特質と概要が含まれている。具体的には、身体障害者、病気等に罹りやすい幼児や児童、作物の耕作を主たる収入源とする農家及び洪水に継続的に影響を受けている世帯のリストとその人数が書かれている。また、家屋の使用材料、飲料水の水源、トイレのタイプの統計や対処メカニズムまで含んでいる。

最終章（第 4 章）にはバランガイの災害準備プログラム、洪水対策ための事業及び年間投資計画が含まれている。また、以下のコミュニティ災害準備行動計画も含んでいる。

(i) 以下のセクターを巻き込んだ災害準備 5 カ年計画

社会セクター

特に子供の健康を保障し病気を防ぐための医薬品購入計画

経済セクター

農業技術、商売支援及び植樹等の生計支援･訓練･セミナー等の収入機会の提供

インフラセクター

堤防の建設（3km）･排水路の土砂掘削（約3km）を含むコミュニティの避難や安全性確保のためのバランガイ内の安全なインフラ事業の実施

更に、建設のための技術的な資機材や事業の実施に必要な組織や機構等の作成支援も含んでいる。

(ii) 5 ヵ年年間投資計画（AIP）

洪水軽減事業のための年間予算と資機材準備の計画をここで述べている。

8.2.2 洪水早期警報システム

洪水早期警報システムは、その責務を持つPAGASAによって実施されるべきであり、現在いくつかの事業が実施されている。現在PAGASAが実施または実施しようとしているこのシステムは、PABC FFWS、FFWSDO 及びコミュニティベース洪水早期警報システム（Community-based FEW System）の3つに分類される。以下にその各々の詳細を述べる。

(1) PABC FFWS

(a) システムと警報の概要

PAGASA は Luzon 島において、4 つの大河川流域（Pampanga、Agno、Bicol 及び Cagayan 川）において洪水予警報システムの運用を行っている。これらを合わせて PABC 洪水予警報システム（FFWS）と呼んでいる。Pampanga FFWS は 1973 年に開始され、他の 3 流域は 1982 年に開始された。各々の流域には洪水予警報現場センター（FFWC）も設立され、Pampanga FFWS は San Fernando 市に、Agno FFWS は Rosales 市、Bicol FFWS は Naga 市、Cagayan FFWS は Tuguegarao 市にそれぞれ事務所センターを構えている。PAGASA は、貯留関数モデルを利

用した対象河川の流出機構を解析している。この FFWC では現在の水位と雨量及び予想雨量から 24 時間後の水位を予報している。予想した水位が警戒水位を超えた場合、警報が発出され洪水速報として発信される。

表 R 8.1　洪水警戒水位とその定義

洪水警報水位	流量の基準	定義	実施すべき行動
Flood Outlook	40 % of flow capacity	There is possibility of flooding within the next 24 hours	Awareness
Flood Alert	60 % of flow capacity	There is threat of flooding with the next 12 hours	Preparedness
Flood Warning	100 % of flow capacity	Flooding is expected within the next 12 hours, or flooding has occurred	Response

PAGASA は洪水速報を午前 4:00 時と午後 4:00 時の 2 回改定する。また、必要に応じ、午前 11:00 時と午後 11:00 時に中間洪水速報を発表する。更に、突然の洪水のための補助的な速報システムがある。各現場事務所センター（FFWC）によって発出された速報(案)はファックスを通して Manila にあるデータ情報センター（DIC）の気象水文部（HMD）に送られる。その後 HMD の部長がこの速報にサインし、各 FFWC に送り返されるとともに HMD は OCD にもこの速報を送付する。各 FFWC はその後各関連 RDCC と PDCC にこの速報を送付する。この速報の伝達フローは以下の図 R8.4 に示される。また図 R8.5 には Cagayan 川流域における速報の具体例を示す（図 R8.5 に確認できる FFB（洪水予報部）は現在の HMD として再編されている）。

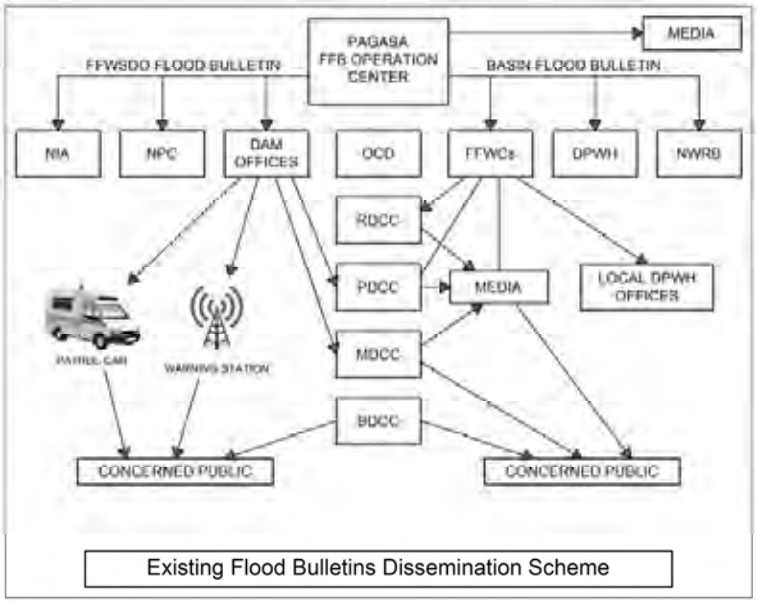


図 R 8.4　洪水速報伝達システム

(b) Pampanga と Agno の FFWS のアップグレード

当初の FFWS が完成して以来 25~30 年が経過し、PABC FFWS は、特に Pinatubo 火山と Baguio 地域の地震によって引き起こされた土石流等の重大な損傷によ

って Pampanga と Agno の FFWS は、その施設の老朽化とスペアパーツ不足に起因して機能を維持することが難しくなってきている。

このような状況の下、Pampanga と Agno の FFWS の機能向上のための事業が JICA の無償事業を通して 2008 年 1 月に開始された。この機能向上（改善）のための事業内容は以下の通りである。

REPUBLIC OF THE PHILIPPINES
Department of Science and Technology
Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration (PAGASA)
Tuguegarao PAGASA Complex, Tuguegarao City

FLOOD BULLETIN NO.5
ISSUED AT 4:00 AM, 19 AUGUST 2000
(VALID UNITL THE NEXT ISSUEANCE AT 4:00 PM TODAY)

AVERAGE BASIN RAINFALL(mm):
PAST 48 HOURS ENDING AT 2:00 AM TODAY = 200 mm
FORECAST FOR THE NEXT 24 HOURS = LESS THAN 60 mm

EXPECTED HYDROLOGICAL RESPONSE:

1. FURTHER RISE OF THE FLOODWATERS FROM UPPER CAGAYAN RIVER AND TRIBUTARIES DIADI AND ILUT RIVERS.
   FLOODING IS EXPECTED TO PERSIST: IN THE LOW LYING AREAS OF CAUAYAN, BANQUERO, ECHAGUE AND ALICIA UNTIL TOMORROW MORNING.

2. RAPID RISE AND OVERFLOWING OF MIDDLE CAGAYAN RIVER AND TRIBUTARY MAGAT RIVER.
   FLOODING IS EXPECTED TO OCCUR: IN THE LOW LYING AREAS OF AURORA, LUNA, NAGUILIAN, GAMU, ILAGAN, SARAGAN, SAN PABLO AND TUMAUINI BEGINNING THIS AFTERNOON.

3. GRADUAL RISE OF LOWER CAGAYAN RIVER AND TRIBUTARIES PARET, PINACANAUAN, AND CHICI RIVERS.
   FLOODING IS THREATENING: IN THE LOW LYING AREAS OF SOLANA, IGUIG, AMULUNG, ALCALA, MINANGA NORTE, TUGUEGARAO, GATTARAN, LAL-LO AND APARRI BEGINNING LATE THIS MORNING.

THE RESIDENTS IN THE LOW LYING AREAS AND THE DISASTER COORDINATING COUNCILS CONCERNED ARE STILL ADVISED TO TAKE APPROPRIATE ACTION.

PREPARED BY: NOTED BY:

LLB/ ACP/AEB A LAN L. PINEDA
Chief , FFB

図 R 8.5 Cagayan 川の洪水速報

(i) 追加的な計測機器の設置

既往の施設は改善時の河川状況に合わせて、再設置され、新規の観測所が流域の都市の開発状況の考慮や社会的・技術的なニーズを考慮した上で設置された。表R8.2に改善前と改善後の観測所の数を示す。

表 R 8.2　Pampanga と Agno の FFWS の観測所の数

タイプ	流域	観測所の数	
雨量観測所	Pampanga	6 (4)	8 (4)
	Agno	2 (0)	
水位･雨量観測所	Pampanga	10 (8)	18 (15)
	Agno	8 (7)	
雨量観測所兼リピーター	Pampanga	1 (1)	2 (2)
	Agno	1 (1)	

（）内の数字は改善前の観測所数

(ii)　多重無線ネットワークの改善

Science Garden･各FFWCと関連機関を繋ぐ2GHzの多重無線ネットワークが携帯電話の普及によって危機的な干渉障害を起こしていた。よって新規の多重無線ネットワークが7.5GHzと18GHzを利用して再構築された。7.5GHzはScience GardenとPampanga FFWC･Agno FFWC間のために、18GHzはScience Gardenから近いNIAとOCDを繋ぐために利用された。

(iii)　洪水予警報の運営のため機材の機能向上

洪水予警報の運営のため機材の機能向上のため、以下の項目が実施された。

- DIC、Pampanga FFWC、Agno FFWC における機材と OCD、NPC、NIA 及び DPWH 等のモニタリング観測所の機材が新規にアップグレードされた。
- DIC による既往の流出モデルが改良され、新規の氾濫モデルが正しく氾濫地域を特定するために適用された。

(2)　ダム操作のための洪水予警報システム（FFWSDO）

ダム操作･洪水予警報システム（FFWSDO）は、1) NPC または NIA が管理する Luzon 島にある 6 つのダムの効果的な利用；2) NPC または NIA が管理するダムにおける突然の放流による下流河川沿いの水位上昇に関する関連機関、住民へのダム放流警報の公報システムの構築；及び 3) NPC または NIA が管理するダムの放流データに基づく PAGASA による洪水警報の実施、を狙ったものである。

当初、FFWSDO に含まれたダムは Pampanga 川流域の Angat ダムと Pantabangan ダム、Agno 川流域の Binga/Ambuklao ダム及び Cagayan 川流域の Magat ダムであった。2002 年 8 月、Agno 川流域の San Roque ダムが完成するとともにこの San Roque ダムの運用が FFWSDO に含まれた。

この FFWSDO 事業を通して、上述のデータ情報センター（DIC）、各ダム事務所及び DIC と各ダム事務所を結ぶ多重ネットワークが完成した。

NPC は FFWSDO のシステムの運用維持管理と Angat、Binga、Ambuklao 及び San Roque 各ダムのゲート操作の責任を持ち、一方 NIA は Pantabangan と Magat ダムのゲート操作の責任を持つ。

各ダム事務所は設置されている雨量観測所を利用して貯水池への流入量を予想することによってゲート操作を決定し、ダムゲートを開けた場合ダム放流警報を公布する。PAGASA は貯留関数流出モデルを利用しながらダムからの放流データを確認し下流地域へ洪水警報を発表･広報する。表 R8.3 は FFWSDO 事業における観測所の数を示したものである。

表 R 8.3　FFWSDO 事業における観測所等の数

項目	Angat	Pantabangan	Binga/Ambuklao	San Roque	Magat
ダム事務所	1	1	1	1	1
雨量観測所	4	4	4	8	5
水位観測所	2	1	1	4	1
雨量･水位観測所			1	1	1
警報 Sta.(A)	7	6	7	7	9
警報 Sta.(B)	10	13	11	11	6
パトロールカー	6	6	6	6	6
無線機	21	18	21	21	27

(3)　コミュニティベースの洪水早期警報システム（CBFEWS）

前述の READY Project では、総計 27 州においてコミュニティベースの洪水早期警報システム（CBFEWS）を構築している。PABC FFWS と FFWSDO での経験を生かし、PAGASA は観測と情報伝達ネットワークを計画し設立する。一方地方自治体は、PAGASA の支援の下実際のネットワークを構築し洪水警報を公布･広報する。以下に CBFEWS の構築を詳述する。

(a)　地方自治体（LGUs）との協議

地方自治体（LGUs）との協議は、CBFEWS の実行可能性を討議するため各ステークホルダーをどのように参加させるかを目的に実施される。協議会は州知事や市町長の協力の下対象地区のキーパーソンを招待して実施される。

(b)　雨量計･水位計の計画と情報伝達システムの計画

各計測機器が、1) 設置される機器の運用維持管理するためのコミュニティの技術的能力、2) 継続的なシステムの運用を確実なものにするために機材やスペアパーツの購入･取得のためのコミュニティの経済的能力、及び 3) 機材を利用した運用のためのボランティアや自治体職員の継続的参加の可能性　から見た考慮の上に選定される。またシステム運営センターへの観測データの伝達システムが、1) 現在利用可能なシステムの利用（例えば携帯電話の SMS）、2) ラジオ、または 3) 無線機等の中から選定される。警報伝達システムは警鐘等がコミュニティによって現在利用されている警報機材に加え検討される。

(c)　提案サイトにおける監視体制

提案されたシステムの構築後、観測所やその他の施設の設置場所が適正かどうかを、地方自治体とともに協力して検証する。観測所に関しては、例えば監視

員の無理の無い継続性、アクセス、伝達システムの利用可能性等から提案された観測所の選定上再度考慮される。

(d) 設置と水文観測の実施

(i) 観測機材の設置

雨量計や水位計がPAGASAの設置基準(案)（手引き）を基にPAGASA職員と自治体職員によって設置される。

(ii) 水文観測

水位観測は決められた河川の横断地点での流量観測と河川の流下能力を決定し評価水位を決定するためのPAGASAによって実施される横断測量からなる。

評価水位は基本的にLevel 1、Level 2及びLevel 3と3つの水位を設定する。この水位は以下の表に示すように洪水情報･警報等を公布･広報する場合の基本水位となる。

表 R 8.4　洪水情報の意味・意図

評価水位	評価水位における基本流量	洪水情報/警報	情報の意味･意図
Level 1	40 % of flow capacity	READY	**"Awareness** " that flooding is possible within the next 24 hours
Level 2	60 % of flow capacity	GET SET	**"Preparedness**" that flooding is threatening with 12 hours
Level 3	100 % full	GO	**"Response"** that flooding is expected to occur/or will persist within the next 12 hours

雨量計に関しては、通常"Ready"、"Get Set"及び "Go" が設置される。

(e) 観測トレーニング

LGUs は、観測･記録･災害管理センター（DOC）への適切な伝達に関し観測所毎に 2 名以上の訓練された観測員を配置することが要求される。正規の講習や実地訓練は PAGASA によって実施され、必要な書類や運用マニュアル（手引き）が観測員に提供される。

各市町の市民防衛調整官代理（DCDC）とそのスタッフも送られてくるデータの意味や洪水警報･情報の手順に関して訓練を受ける。

(f) コミュニティベースの洪水早期警報システム（CBFEWS）の運用試験及び演習

システムの運用演習が観測、データの伝達、データの分析及び影響を受けるコミュニティへの警報の広報においてテストのために実施される。CBFEWS のための伝達サンプルフロー図を以下の図 R8.6 に示す。

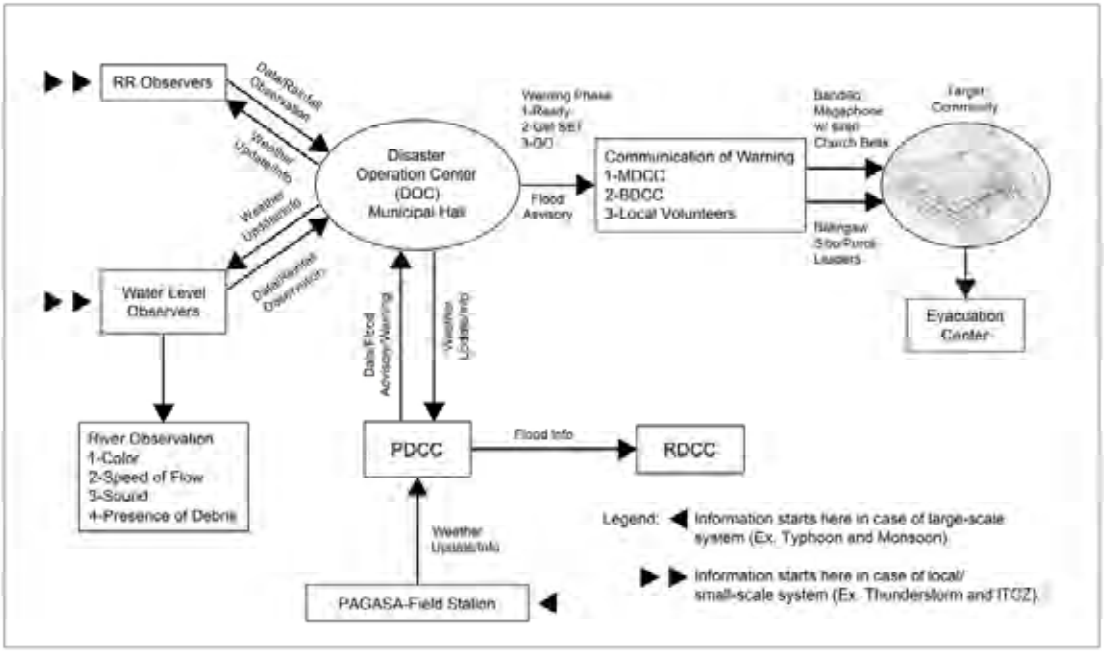


図 R 8.6　CBFFEWS の情報伝達計画のサンプル

(g)　その他の考慮事項

(i)　協定書（MOA）の作成

実施されるべき行動･活動、経費の分担、コミュニティの責任範囲及び決定された制度は協定書（MOA）によって規定されなければならない。

(ii)　CBFFEWS を運営･維持管理するための条例の制定

CBFFEWSを運営･維持管理するための正当且つ継続的な予算確保のため、自治体の条例が州及び市町において制定されなければならない。

8.3　Cagayan川流域における非構造物対策に関連する現在の活動

8.3.1　災害調整委員会（DCC）

(1)　Tuguegarao CDCC

(a)　組織と機能

図 R8.7 に Tuguegarao 市の災害調整委員会（CDCC）の組織図を示す。Tuguegarao CDCC の責務は以下の通りである。

- *避難センターの設置*
- *警報の公布と広報*
- *災害対策の指示と調整*
- *メディアへの連絡*
- *緊急的制度の適用*

- *公衆･住民への情報提供と助言*
- *個人、グループ、コミュニティ及び家畜の避難援助*
- *救援及び救助*
- *犠牲者への対処とケア*
- *緊急食料の提供と水供給*
- *緊急補給支援の統轄と配布*
- *基本サービス（通信･飲料水･電力等）の復旧*
- *流下物、残がい等の撤去、道路･空港･電柱及びその他重要施設の復旧*
- *災害の調査、評価、報告*
- *緊急家屋設置計画*
- *農作物、生産品及びその他の必要最低限の生計復興支援*
- *犠牲者とその親族へのカウンセリング*
- *長期復興計画*

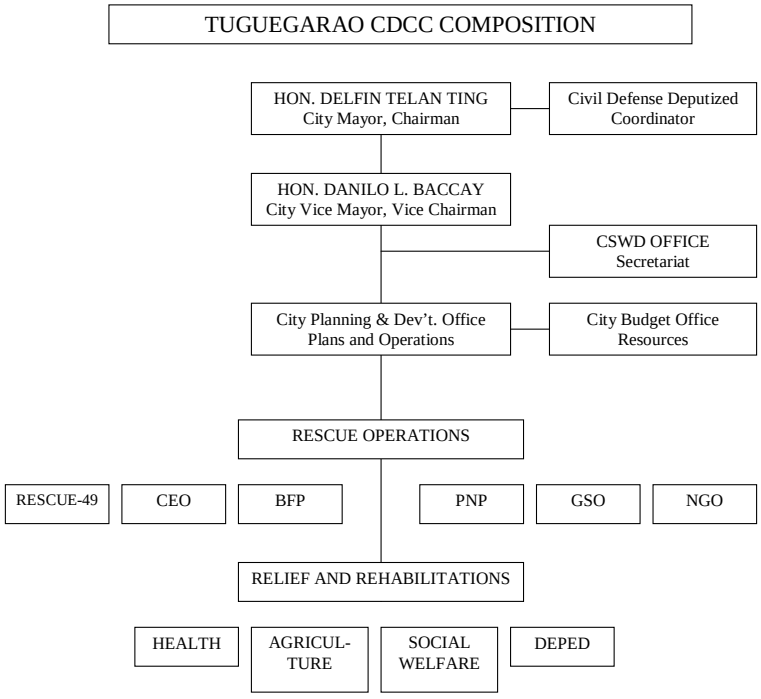
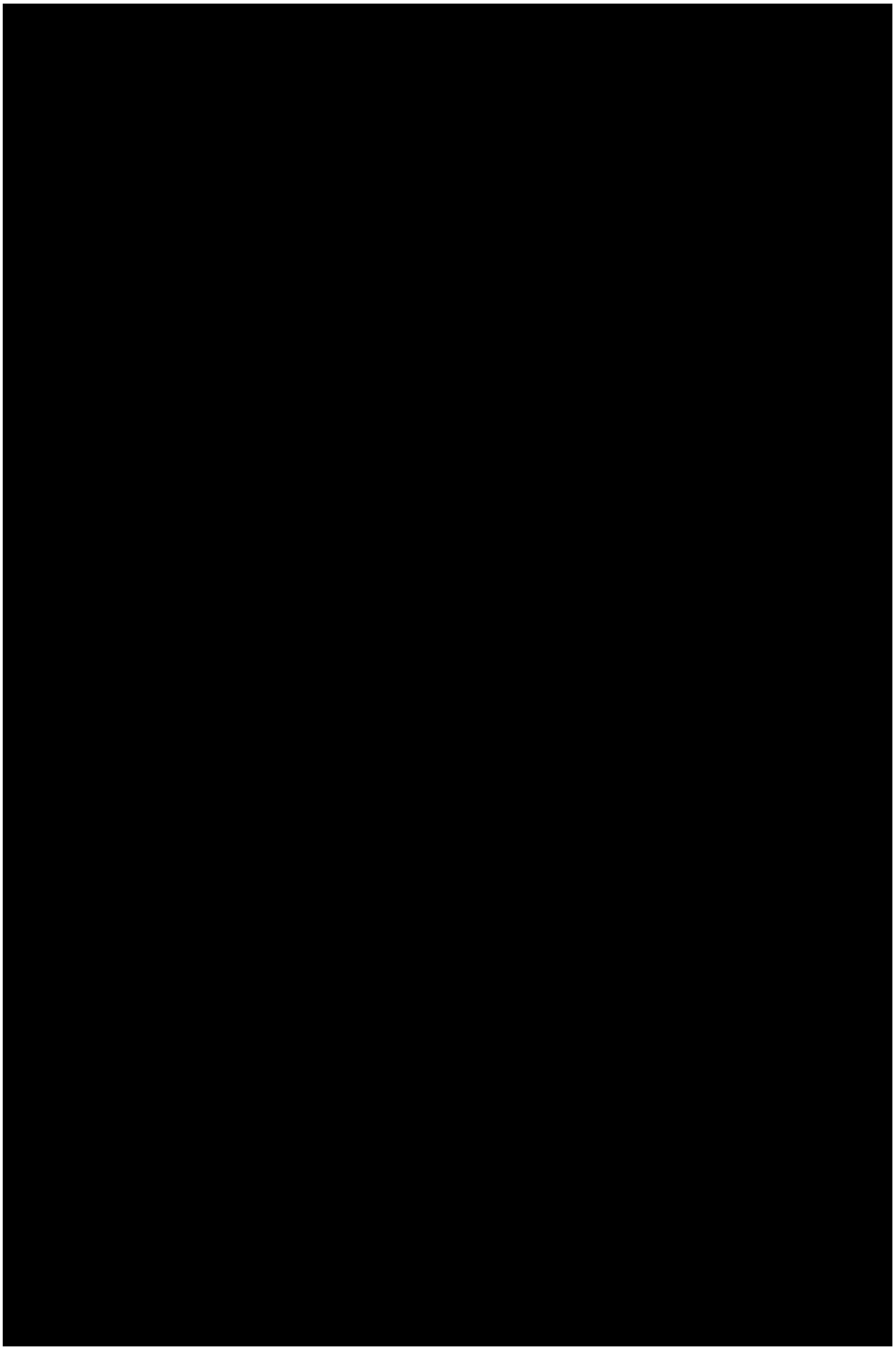


図 R 8.7　Tuguegarao CDCC の組織図

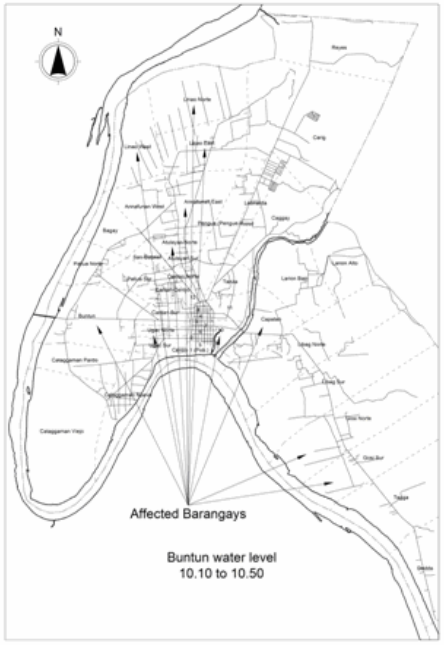
(b)　ハザードマップと避難センター

Tuguegarao CDCC は図 R8.8 に示すように PAGASA の Buntun 橋にある水位計に従って、洪水ハザードマップと影響住民のリストを既に作成している。表 R8.5 は各避難センターに収用されるべき住民の人数と避難センター名がまとめられている。

表 R 8.5　Tuguegarao 市における洪水によって影響を受ける
バランガイ･家族数･避難センター名



(a) 洪水位: 8.5 to 9.0 m 時



(b) 洪水位: 10.1 to 10.5 時

図 R 8.8　Tuguegarao CDCC による洪水ハザードマップ

(c)　気象･洪水警報の活動

Cagayan FFWS による PAGASA からの洪水速報は Tuguegarao CDCC に連絡され図 R8.9 に示されるフローに従って各バランガイに伝達される。

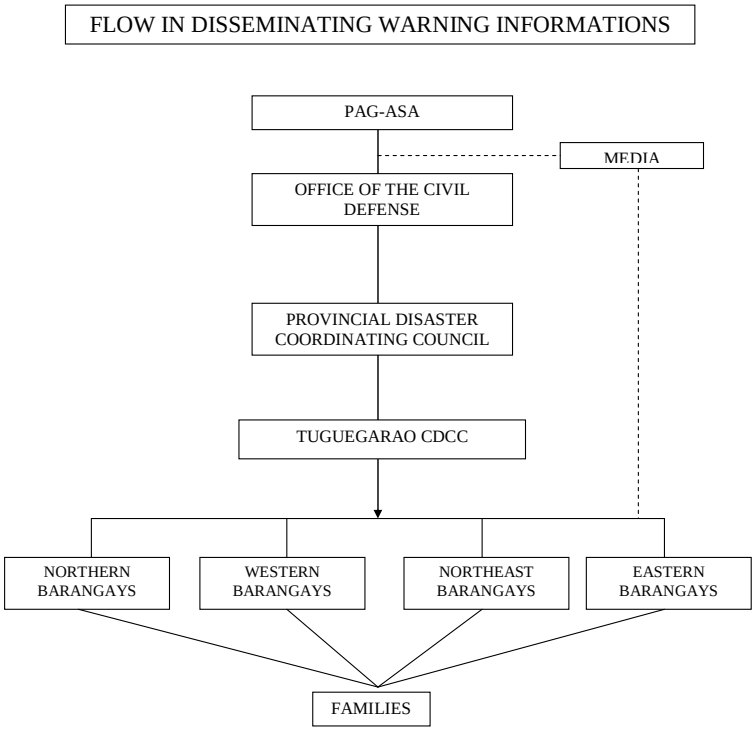


図 R 8.9　Tuguegarao 市におけるバランガイへの洪水情報伝達のフロー

(2) Enrile MDCC

(a) 組織

Enrile 町の MDCC は 1) 情報及び災害分析班、2) 計画立案班、3) 資機材班、4) 伝達及び警報班、5) 緊急運搬班、6) 避難班、7) 復興技術班、8) 保健班、9) 消化班、10) 警備班、11) 救済班、12) 復旧班、及び 13) 広報班からなる。

(b) 活動

洪水予警報に関する活動では、現在 Enrile 町の MDCC は、州の PDCC から連絡のあった洪水速報の内容を関連するバランガイのキャプテンに伝達する役目を果たしている。

8.3.2 洪水警報システム

(1) Cagayan 川洪水予警報システム

PAGASA は 8.2.2 項でそのシステム概要述べた Cagayan FFWS と Tuguegarao 市の Buntun 橋に設置されている水位計を運用･管理している。図 R8.10 に Cagayan FFWS の監視ネットワークを示す。Tuguegarao より上流においては 4 つの雨量観測所と水位観測所が設置されている。PAGASA は、これらの観測所で水位を予測し、図 R8.5 に示しているような洪水速報を 1 日に 2 回発表する。しかしながら、PAGASA によると、洪水予測のための時間の確保と上流河川と支川（特に Ilagan 川）に関する制度を向上させる必要がある。

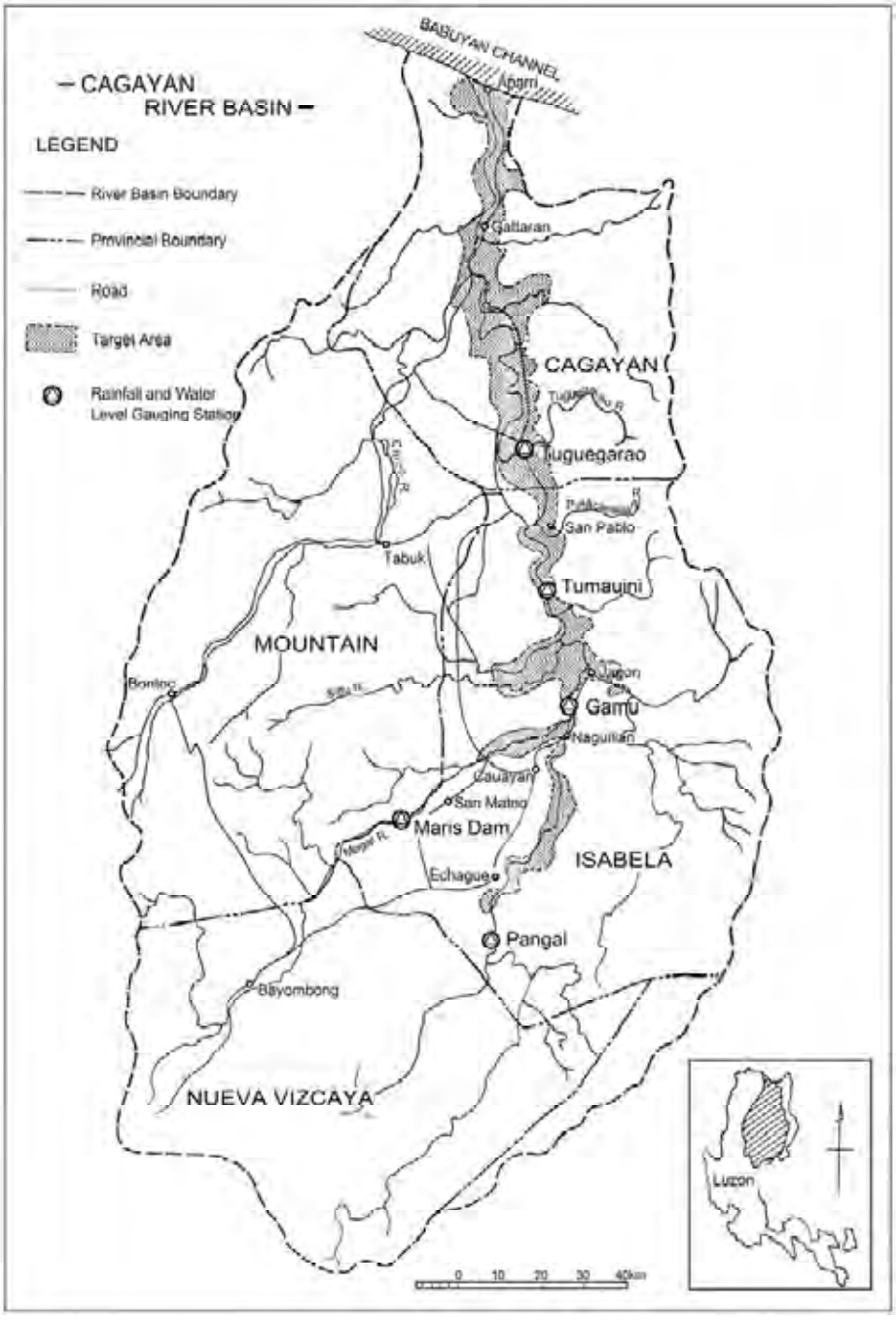


図 R 8.10　Cagayan FFWS

(2)　Magat Dam FFWSDO

Magat ダムは Maris 灌漑分流ダムの上流に位置している。Magat Dam FFWSDO は Magat ダム貯水池の有効な利用と貯水池の水を下流に放流する時のダム放流警報のため NIA によって管理されている。PAGASA はダムの水位情報と放流情報を受け、Cagayan FFWS の洪水警報活動のために利用している。

(3)　Magat Dam と下流域のための洪水予警報システム改善事業

ノルウェの開発援助機関の支援の下、Magat Dam と下流域のための洪水予警報システム改善のための事業が 2010 年に開始される。その主な内容は以下の通りである。

(a) Magat Dam FFWSDOとCagayan FFWSのコミュニケーションシステムを再構築し確実にする。

(b) 現在のFFWS下の基礎自動観測装置を現地で入手可能な資機材の利用によって修復する。

(c) 洪水予警報のための現在の雨量計及び水位計のネットワークをアップグレードする。

(d) AparriとBaguioのレーダーの遠隔監視と実際に基礎的観測所を利用することによる十分な予測時間の確保から、流入と洪水予測の構築を通した、Magatダムの運用操作の改善を行う。

(e) Cagayan川流域の統合的気象･洪水予測システムの研究を行う。

(f) Magatダムの運用操作決定サポートシステムを構築する。

(g) 訓練と能力開発を実施する、及び

(h) 洪水常襲地域において住民啓発活動を強化する。

図 R8.11 に現在及び提案モニタリング観測所の位置を示す。

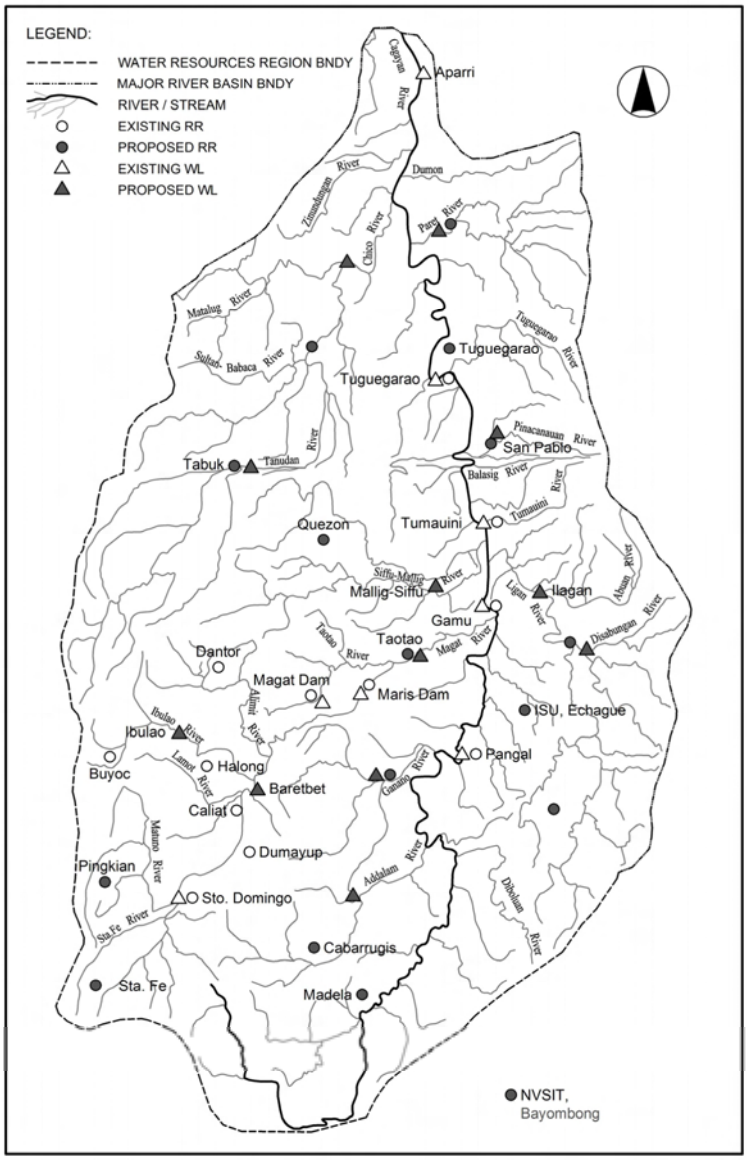


図 R 8.11　Cagayan FFWS 及び Magat Dam FFWSDO のための
現在及び提案観測所

8.4　非構造物対策とその実施計画

8.4.1　洪水ハザードマップの作成と洪水防災計画

(1)　目的

コアエリアに位置している（を含んでいる）CDCC または MDCC は過去の洪水をベースに非難行動計画を策定している。これら既往の洪水の規模はたいていの場合それほど大きくは無く、対策を超える予期しない洪水（通常の洪水では浸水が発生しない洪水）が地域に起こる可能性は大きい。

コアエリアの洪水被害軽減を狙った本 F/S 調査において実施した、各確率年洪水の氾濫計算結果は、今後の調査によって氾濫モデルの精度向上等のレビューが勿論必要ではあるが、住民が近年経験したことの無いような通常の洪水を超える氾濫形態を示しており、より効果的な洪水防災計画の策定と洪水早期警報システムの策定に利

用が可能である。このことから、今後、本事業の実施においては、1) 本 F/S 調査で策定された各確率年洪水氾濫想定図を利用した関連機関と協力した想定氾濫浸水区域図の作成、2) コアエリア周辺の地方自治体による洪水ハザードマップの作成と洪水防災計画の策定、3) 洪水防災計画としての早期警報システムの策定、及び 4) 洪水常襲地域の持続可能な土地利用･開発の指導

(2) 関連機関

非構造物対策の計画及び実施の関連機関は以下とする。

(a) OCD：実施機関

(b) NAMRIA：基図の作成

(c) FCSEC：流出解析と氾濫解析

(d) PAGASA : 流出解析と氾濫解析及びコミュニティベースの基本早期警報システムの策定

(e) LGUs (CDCCs, MDCCs, BDCCs)：洪水防災計画の策定

(f) LGUs (計画部局 CPDOs, MPDOs)：土地利用開発計画

(3) 活動計画

実際の活動は、本調査において提案している JICA がセクターローン事業と並行して実施する T/A の一部として技術活動支援の下実施することを前提とし、以下の内容を実施する。

(a) 防災計画と洪水早期警報システム（FEWS）の検証

流域内のリージョナル･ダイレクター、州知事、市長/町長及び RDCC、PDCC、C/MDCC の主要なメンバーを含めた協議会が開催され以下を協議する。

(i) 対象地域の災害の現状･記録

(ii) 防災計画とFEWSの必要性、

(iii) 防災計画とFEWSの検証

上記の協議結果に基づき、本調査対象地域、Cagayan 川流域における現在の Cagayan FFWS は、上述した「Magat Dam と下流域のための洪水予警報システム改善事業」の進捗と内容を考慮して、調整を行いながら、コミュニティベースの FEWS（CBFEWS）が構築されることになる。

CBFEWS を構築する上で最も重要なことは､技術的な見地と同様にデータの伝達や受信における制度的な面において水文観測所から最終的な伝達先のコミュニティまでどのように強固なネットワークを構築するかである。

(b) ハザードマップと防災計画の策定

(i) 詳細な浸水図の作成

本F/S調査で解析した各確率年洪水流量と想定浸水深は今後レビューされ改定される。NAMRIA等の土地利用や土地標高の更新データを利用して、流出浸水モデルを以下の作業の下、再設定する。

- データ収集
- 流出･氾濫モデルの再構築
- 各確率年洪水ごとのコアエリア周辺の詳細な洪水浸水解析

(ii) 警報水位と雨量の閾値の設定

- 浸水形態を考慮したコアエリア周辺のバランガイのグルーピング
- グルーピングされたバランガイごとに各々適した警報水位と雨量の閾値の設定

(iii) 洪水防災計画の策定

- 洪水の影響を受けるバランガイのために、避難センター、そのルート及び手順等を含んだ洪水防災計画の策定
- 各バランガイの計画を策定後、市町全体の洪水防災計画を策定

(iv) 演習･訓練の実施

- 現場確認
- セミナーと演習の準備
- 演習の実施
- 洪水防災計画の改善点のピックアップと改定

(v) 洪水防災計画の更新、改訂

- 流出・氾濫モデルを利用した実際の洪水後における洪水防災計画の見直し及び改訂
- 洪水防災計画、警報システム及び雨量閾値の継続的な見直し及び改訂

(c) 土地利用/開発計画の変更･改訂

洪水常襲地区における都市/工業開発は、洪水被害額を増大させてしまう。よって将来の土地開発は洪水常襲地域においては適正な土地利用計画･規制が必要である。土地利用と土地開発の評価は市町の土地利用計画図を洪水ハザードマップに重ね合わせて実施すべきである。そのような評価が実施できれば、開発時、土地利用変更時におけるリスク評価のみならず、将来の大規模な河道改修計画を考慮した河川区域の設定、地球温暖化の影響への構造物適応策等がとりやすくなり、将来の地域発展の持続性に向けたアドバンテージとなる。

第 9 章　環境社会配慮

9.1　導入

9.1.1　環境社会配慮の必要性

フィリピン国環境天然省（DENR）省令第37号1996年（DAO 37-1996）によれば、同国におけるすべての事業には環境応諾証明書（Environmental Compliance Certificate: ECC）の取得が要求される。事業が環境に対し重大な影響がなくECCを取得する必要がない場合、事業主体は非該当書（Certificate Non-Coverage: CNC）を取得しなければならない。

図 R 9.1に示すように、DENRの環境管理局（Environmental Management Bureau: EMB）環境管理室（EIA Management Division: EIAMD）は改定版プロセスマニュアル（Revised Procedural Manual: RPM, 2008年8月）を出しているが、プロジェクトサイクルと環境影響評価（Environmental Impact Assessment: EIA）のプロセスの関係はその第1章に記載されている。RPMによればECC申請のためのEIA調査はF/S調査段階で実施されるとされている。一方、図 R 9.1に示すように本調査は、次の段階で実施される詳細EIA及び住民移転計画（Resettlement Action Plan: RAP）調査のための準備調査である。

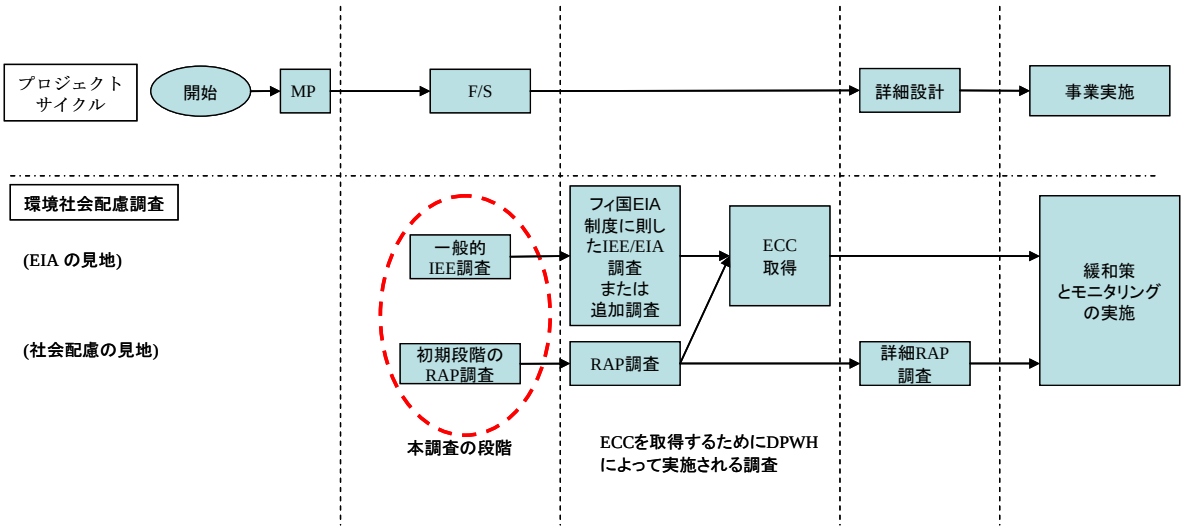


図 R 9.1　プロジェクトサイクルと環境社会配慮調査の流れ

9.1.2　IEE 調査の範囲

本調査における初期環境影響評価（Initial Environmental Examination: IEE）は以下の構成となっている。

調査範囲：事業によって直接的・間接的な影響を受ける区域。事業区域は第1章及び第2章に示されている。

ベースラインデータの収集：事業開始段階での自然・社会環境に関するベースライン情報を収集する。

IEE調査：この調査はRPMに従って実施する。IEE調査報告書の概要はRPMに示されている。

必要な緩和策の提言：事業開始段階におけるスコーピング結果に基づいて緩和策を検討する。

モニタリング計画の提言：モニタリング計画を提言する。

9.1.3 自然環境に関するベースラインデータ

(1) 自然環境に関するデータ

RPM は以下のように自然環境の特定項目について説明している。

(a) 土地（土地利用と区分、地域の固有種（動植物）、地質状況（例：土地構造、地形、傾斜、地勢）、土壌（主として土壌タイプと土質）。本報告書では土地利用・分類について 9.1.4(2)に記述した。

(b) 水（水文、水文地質、水質、及び淡水の生態）

(c) 大気（気象と大気質）

(2) 生態的環境

事業地域においては既存の動植物調査が実施されていないため、事業地域における動植物調査を 2009 年 7 月から 8 月にかけて実施した。河川に沿って幅約 500m の範囲を 3 箇所で踏査した。踏査ルートを Annex PIIA_9-1 に示す。調査ルートに沿って見つけた動植物、また地元の農民・住民に聞き取りした結果を記録した。

調査地は住宅地や商業地域、建物が密集したところである。川沿いの区域では、草本、潅木、樹木で構成される二次的な植生がみられ、ところどころでは裏庭の植物が植栽されている。

Annex PIIA_9-1 に調査地に設定された調査ルートにおいて確認された植物を示す。調査結果から、事業計画地においては、地域の固有種、フィリピン国レッドデータに指定されている希少種はいなかった。

(3) 地形・地質状況

（地勢）Cagayan 川流域は、東は Sierra Madre（シェラマドレ山脈）、西は Cordillera Central（コルディレラセントラル山脈）、南は Caraballo-Maparang（カラバロマパラン山脈）に囲まれ、北は Babuyan Channel（バブヤン海峡）に接している。

（地形）カガヤン川流域は傾斜地が多く、傾斜 8 %以下の土地は 6,600 km^2、8 %～18 %の土地は 3,400 km^2、18 %以上の土地は 17,300 km^2 に達する。カガヤン本川は平坦な沖積平野を南から北に向かって流れバブヤン海峡に注ぐ。

（地質）カガヤン川流域を構成する岩は、前第三紀の変成岩および深成岩である。これらは後期第三紀と第四紀に火成岩の貫入によって隆起した。漸新世の岩は溶岩・変成レキ岩・凝灰角レキ岩・凝灰質砂岩および泥岩から成る。後期更新世から現世の砂層・シルト・レキおよび火砕質の岩も見られる。

（土質）Tuguegarao 市周辺の基礎地盤は主に、丘陵部が粘土質土、沖積低平地は砂質土または砂混じり礫質土から構成されている。砂礫質土は Tuguegarao 川沿い及び

Cagayan 川と Tuguegarao 川の合流部周辺の Cagayan 川右岸に広がっている。（調査地の地形・地質に関しては、2.1 章の詳述を参照されたい）。

(4) 底質調査

水質調査と合わせ、河川の底質に重金属が含まれていないかどうかを確認するために河床材料の重金属汚染調査を実施した。結果は以下の表に示すとおりである。

表 R 9.1 底質調査結果

(Unit: ppm)

Analysis	Sample 1	Sample 2	Satandard Value in Duch
Total mercury	Not Detected	Not Detected	0.3
Arsenic	2.6	2.7	29.0
Cadmium	Not detected	Not Detected	0.8
Chromium	11	7.5	100.0
Lead	Not detected	Not detected	85.0
Cyanide	Not detected	Not detected	5.0

フィリピン国には底質調査のための環境基準は策定されていないが、土砂の基準としてオランダの基準を参照することが多い。オランダの基準を表中に示した。これからは、河川の底質は重金属汚染を受けていないといえる。

(5) 水文

Cagayan 本川はカラバロマパラン山脈にその源流を発し、北~北東に向かって山地を流下した後、流域で最も大きな支川である Magat 川（左支川）及び Ilagan 川（右支川）と合流する。Cagayan 川は Ilagan 川との合流直後北西にその流れを変え、自然堤防と段丘によって拘束された河道を流下しながら Alcala まで流下する。この区間、特に Tuguegarao から Alcala までの区間は激しく蛇行を繰り返す。また、この区間では、Siffu-Mallig 川（左支川）及び Tumauini 川、Tuguegarao 川、Pared 川（右支川）が合流する。Alcala での総流域面積は 21,400 km^2 となる。Cagayan 川の河床勾配の一般的傾向は以下の通りである。

(i) 河口から Magapit 橋: 大きな変化無し
(ii) Magapit 橋から Alcala: 若干上昇傾向
(iii) Alcala から Tuguegarao 川合流部: 若干上昇傾向
(iv) Tuguegarao 川合流部から Cabagan: 大きな変化無し

以上の傾向から Cagayan 川の縦断勾配は平衡状態にあると言える。（調査地の水文に関しては、2.2 章の詳述を参照されたい）。

(6) 地表水

(a) 一般

DENR の省令第 34 号（改定版、水の利用と区分　1990 年）では、淡水の水源は 5 つのクラス（AA、A、B、C 及び D）、海水及び河口の水源は 4 つのクラス（SA、SB、SC 及び SD）に区分される。淡水の水利用と水質区分は次に示すとおりである。

分類	定義
Class AA	上水道1級。人が住んでいない、もしくは保護地域となっている流域に水源があるものに限られる。フィリピン飲料水基準（Philippine National Standards for Drinking Water ：PNSDW）に適合するもの。
Class A	上水道2級。NSDWに適合するため、完全な処理(凝集･沈殿･ろ過･消毒)を必要とする水源。
Class B	レクリエーション用の水、1級。主として水浴び、水泳、素潜りなどの観光目的とするレクリエーションに供される水。
Class C	養殖用水、レクリエーション用水2級。または供給水1級－魚類その他の水産物の繁殖、成長を目的とした水、工業用水（処理後に製造過程に利用される）。
Class D	工業用水1級－農業、灌漑、畜産等に供する水。

（出典：DENR省令第34号　1990年）

同省令では、淡水の水質基準（淡水における外観と酸素要求度に寄与する一般及びその他の汚染物質の水質基準）が規定されており、BOD 等の項目を以下の表に示す。

表 R 9.2　淡水における外観と酸素要求度に寄与する一般及びその他の汚染物質の水質基準（抜粋）

Parameter	Unit	Class AA	Class A	Class B	Class C	Class D
BOD (Max)	mg/L	1.0	5.0	5.0	7.0 (10.0)	10.0 (15.0)
DO (Min)	mg/L	5.0	5.0	5.0	5.0	3.0
TDS (Max)	mg/L	500.0	1,000.0	--	--	1,000.0
TSS (Max)	mg/L	25.0	50.0	(b)	(c)	(d)

Notes: BOD: 生物化学的酸素要求量（Biochemical Oxygen Demand）, DO: 溶存酸素（Dissolved Oxygen）, TDS:総溶解固形分（Total Dissolved Solids）, TSS: 総浮遊物質（Total Suspended Solid）
(a) － 数値は年間平均値。 括弧書きは最大値を示す。(b) 30%を超えないこと, (c) 30 mg/Lを超えないこと, (d) 60 mg/Lを超えないこと

出典: DENR 省令第34号　1990年

また、同省令では表 R 9.3 に示すように、淡水における毒性・有害物質の水質基準を定めている。

表 R 9.3　公衆衛生のための淡水における毒性・有害物資の水質環境基準

項目	Class AA	Class A	Class B	Class C	Class D
ヒ素	0.05	0.05	0.05	0.05	0.01
カドミウム	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05
クロム（6価）	0.05	0.05	0.05	0.05	-----
シアン化合物	0.05	0.05	0.05	0.05	-----
鉛（Lead）	0.05	0.05	0.05	0.05	-----
全水銀	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
有機リン酸塩	検出されないこと				
アルドリン	0.001	0.001	-----	-----	-----
DDT（ｼﾞｸﾛﾛｼﾞﾌｪﾆﾙﾄﾘｸﾛｴﾀﾝ）	0.05	0.05	-----	-----	-----
ディルドリン	0.001	0.001	-----	-----	-----
ヘプタクロール	検出されないこと		-----	-----	-----
リンデン	0.004	0.004	-----	-----	-----
トクサフェン	0.005	0.005	-----	-----	-----
メトキシクロル	0.10	0.10	-----	-----	-----
クロルデン	0.003	0.003	-----	-----	-----
エンドリン	検出されないこと		-----	-----	-----
ポリ塩化ﾋﾞﾌｪﾆｰﾙ（PCB）	0.001	0.01	-----	-----	-----

（出典：DENR省令第34号　1990年）

(b) 事業区域における河川水の水質

EMB-DENR の河川水質区分（2004 年）によると、Cagayan 川の上流域（調査対象地域含む）はクラス C に分類されている。

EMB-DENR による過去の水質資料記録は、表 R9.4 に示される。Buntun 橋観測所は、Tuguegarao 市と Enrile 町を繋ぐ橋梁地点であり、調査対象地域の観測所である。

表 R 9.4　事業区域の河川水サンプリング調査結果

Station No.	DO (mg/l)	pH	Temperature (ºC)	EC (mS/cm) (× 1/1000)	Turbidity (NTU)	Salinity (ppt)
1. Two(2) km from the mouth of Cagayan River	6.74	8.01	28.36	11,229	36.9	13.9
2. Buntun 橋	7.00	8.13	28.02	211	46.1	0.1
3. Lullutan Bridge	7.17	8.17	28.06	242	57.9	0.1
4. Gamu Bridge	7.04	8.13	28.40	222	36.3	0.1
5. Boat Terminal	7.33	8.03	26.58	226	15.9	0.0
Average	7.06	8.09	27.88	2,426	38.6	2.8

(出典: The result of on-site survey in The Feasibility study 2002[2]

2002 年 F/S 調査では、調査対象地域の水質も独自で調査している。結果を表 R9.5 に示す（科学的抽出法は Tuguegarao 調査地点のみで実施している）。

表 R 9.5　2002 年 F/S における事業区域の河川水サンプリング調査結果

Sampling Place	Salinity	DO	TSS	BOD_5	Total N	Total P
	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
3.Cagayan River at Bunton, Tuguegarao at low level	0.00	6.85	226	2.59	3.01	0.28
3. Cagayan River at Bunton, Tuguegarao at high level	0.00	8.62	54	0.59	3.89	0.06
DAO 34 Standards (Class C)	-	5.0	-	7.0	10.0	0.4

Physico-chemical test performed at the Analytical Service Laboratory, Institute of Chemistry, UPLB
Bacteriological test conducted by Pbil. National Collection of Microorganisms, BIOTECH-UPLB
On site analysis using Horiba Quality Checker U10
(出典: F/S Report[1])

2002 年 F/S 調査での結果は、DO（溶存酸素）が環境基準を超えているが、他の指標は全て基準以下である。

本調査において重金属のための水質サンプリング調査を 2009 年 7 月 26 日に実施した。表 R9.6 に各調査地点における室内試験結果を示す。取水されたサンプリングの検査結果、Cagayan 川の重金属汚染は基準以下である。Annex PIIA_9-2 に詳細な試験結果を示す。

[2] The Feasibility Study of the Flood Control Project for the Lower Cagayan River in The Republic of Philippines, 2002, NIPPON KOEI CO., LTD, and NIKKEN Consultants, Inc

表 R 9.6　事業区域の重金属汚染確認サンプリング調査結果

(Unit: mg/L)

項目	Sample 1 (ST.1)	Sample 2 (ST.2)	クラス C の基準
総水銀	<0.0001	<0.0001	0.002
ヒ素	0.03	<0.02	0.05
カドミウム	<0.002	<0.002	0.01
クロム	<0.005	<0.005	0.05 (六価)
鉛	<0.01	<0.01	0.05
シアン	<0.01	<0.01	0.05

出典：JICA 調査団

(7) 気象

Cagayan 川流域の気象は 2 つの熱帯モンスーン（南西モンスーンと北東モンスーン）によって構成されている。PAGASA の気候分類によれば、Cagayan 川流域の気候は TypeIII に属する。この気候タイプはそれほど明確では無いが雨季と乾季があり、11 月から 4 月が乾季とされ、それ以外の月は雨季となる。Cagayan 川流域を襲う豪雨は主に台風かモンスーンの影響による。台風は大抵 7 月から 12 月にかけて襲来し年間平均 8 個が流域に影響を与える。

Cagayan 川流域の年平均雨量は 2,600 mm、Tuguegarao の月平均気温は 1 月で 23.1°C、5 月で 29.0°C であり、年平均気温は 26.4°C である。湿度が最も低い月は 4 月~5 月で 69%であり、最も高い月は 11 月~12 月で 82%であり、年平均は 76%である。（調査地の気象に関しては 2.2.1 章を参照されたい）。

(8) 大気質

(a) 大気質基準

フィリピン国における大気質基準を表 R 9.7 に示す。なお、建設現場からの大気質排出基準は規定されていない。

表 R 9.7　国家大気質環境基準（一般項目）

汚染物質	短期 [a]			長期 [b]		
	μg/NCM[d]	ppm	平均暴露時間	μg/NCM	ppm	平均暴露時間
浮遊物質 TSP	230[d]		24 時間	90		1 年間 [e]
PM-10	150[f]		24 時間	60		1 年間 [e]
二酸化硫黄 [c]	180	0.07	24 時間	80	0.03	1 年間
二酸化窒素	150	0.08	24 時間			
光化学オキシダント（オゾン）	140 60	0.07 0.03	1 時間 8 時間			
一酸化炭素	35mg/NCM 10mg/NCM	30 9	1 時間 8 時間			
鉛	1.5		3 ヶ月 [g]	1.0		1 年間

（出典：DNER DAO NO.2000-81(2000)）

a 98 百分位数として表わされる最大値が年一回以上超えてはならない

b 算術平均、 c 二酸化硫黄及び浮遊粒子状物質は 6 日間に一度、手動計測で捕集される。四半期または 48 日分のサンプルの中で最も低い値が基準値を遵守していなければならない。

d 中央直径が 25～50μm を超えない浮遊粒子状物質の基準値

e 年幾何学平均　f 十分にモニタリングデータが収集されるまでの、中央直径が 10μm を超えない浮遊粒子状物質の暫定的基準値。

g この指針の評価は連続 3 ヶ月以上にわたる 24 時間の平均時間から計算される。計測された 3 ヶ月間の平均値がこの指針値を超えてはならない。

(b) 事業区域における大気質

EMB-DENR は、TSP の全国モニタリングを実施している。結果はウェブサイトで確認でき、表 R 9.8 はそこから引用した結果である。

表 R 9.8 国家大気質基準

場所	2001	2002	2003
NCR	151	147	156
CAR	238	145	-
Region I	64	93	130
Region II	213	339	198
Region III	-	113	120
Region IV-A	-	110	103
Region IV-B	-	246	-
Region V	76	109	109
Region VI	201	168	134
Region VII	66	89	94
Region VIII	98	98	100
Region IX	438	360	154
Region X	142	128	156
Region XI	74	92	96
Region XII	175	99	96
Region XIII	184	100	-

（出典：EMB-DENR の HP より抜粋：全国大気質モニタリング調査結果）
（アドレス：http://www.emb.gov.ph/air/AQMN2.html）

表 R 9.2 は年平均値を示しているが、リージョン 2 では 2001 年が 213、2002 年 339、2003 年 198 と減少傾向にある。

Cagayan 川の現場大気質調査は 2002 年 F/S 調査の中で実施されている。表 R9.9 はその 2002 年 F/S 調査報告書からの抜粋である。色を変えてある結果が、Tuguegarao 市での結果である。最新の環境基準を表の下欄に示した。2002 年の結果は、Tugugarao 市での大気質調査結果データは全て環境基準より低いことを示している。

表 R 9.9 既存の大気質調査結果

Sampling Site	NO_2	SO_2	CO	TSP	Lead
Ambient Air Sampling Stations	µg/NCM (30 min ave. time)	µg/NCM (30 min ave. time)	mg/NCM (1 hr ave. time)	µg/NCM (1 hr ave. time)	µg/NCM (1 hr ave. time)
Alcala Town Hall	37	27	8.5	143	0.24
Alcala Town Market	48	35	15.1	151	0.28
Punta, Aparri	36	22	7.6	134	0.20
Aparri Town Market	62	38	12.4	154	0.31
Marigba St., Ugac, Tuguegarao	41	31	8.5	146	0.25
Tuguegarao Public Market	83	44	18.1	155	0.39
Centro, Cabagan	42	34	7.2	138	0.25
Cabagan Public Market	76	39	16.0	151	0.28
Maramag St., Ilagan	47	30	9.2	146	0.22
Ilagan Town Market	68	39	14.0	151	0.27
National Ambient Air Quality Guideline Values (DENR DAO NO.2000-81 (2000))	150µg/NCM (24 hrs ave. time)	230µg/NCM (24 hrs ave. time)	35mg/NCM (1 hr ave. time)	230µg/NCM (24 hrs ave. time)	1.5µg/NCM (3 months ave. time)

(出典: The result of on-site survey in The F/S[1])

調査地は地域の中の都市化が進んでいる場所であるが、自動車の数や工業施設･活動の量はマニラ等に比べればまだ少なく、小規模である。地元住民や役所での聞き取りでは大気質に問題はないとのことである。現時点では事業区域において、深刻な大気質の問題はないといえる。

(9) 騒音

フィリピン国における騒音の環境基準は、表 R 9.10 に示すように、大統領令 984（1978 年）に基づく騒音基準に定められている。

表 R 9.10 騒音に関する環境基準

地区分類	日中	午前 & 夕方	夜間
AA	50 dB	45 dB	40 dB
A	55 dB	50 dB	45 dB
B	65 dB	60 dB	55 dB
C	70 dB	65 dB	60 dB
D	75 dB	70 dB	65 dB

出典: 官報（大統領令第 984 号（1978 年）の実施のルールと規定）

（地区区分）
AA 特に静寂を要求される地区（学校、幼稚園、病院、老後施設等）
A 主として居住に供される地区
B 商業地区
C 軽工業地区
D 重工業地区

（時間帯区分）
午前：午前 5 時～午前 9 時
日中：午前 9 時～午後 6 時
夕方：午後 6 時～午後 10 時
夜間：午後 10 時～午前 5 時

事業計画地おいて 2009 年 7 月 16 日、2 箇所で騒音を計測した。工事中の影響を把握するために騒音測定地点を居住地の近くに設定した。計測は PD984 にしたがった手法で行い、デジタル式騒音計測機器を使用した。機器は基準に合わせた計測ができるタイプで、今回は 94dBA にセットして計測した。

各地点で最大値、最小値を継続的に計測し記録した。中間値は DENR の 1978 年のルールと PD984 に則って算出した。計測地点は主として居住地に該当するため、基準値としてクラス A を用いて比較した。クラス A の基準では日中の騒音が 55dBA（午前 9 時から午後 6 時）、夜間が 50dBA（午後 6 時から午後 10 時）、深夜･早朝が 45dBA（午後 10 時から午前 5 時）となっている。

護岸の建設が計画された Alibago、Enrile 及び Cataggaman 地区各々の周辺で騒音計測を行った。表 R9.11 にその結果を示す。

表 R 9.11　騒音計測結果

(1) Catagaman 地区		
護岸工計画地との距離	時間	騒音基準との差 (dBA)
10 m	午前	+ 5.8
	日中	+ 17.5
	夕方	+ 12.8
15 m	午前	+ 0.0
	日中	+ 9.0
	夕方	+ 2.8
(2) Alibago Enrile 地区		
護岸工計画地との距離	Time	騒音基準との差 (dBA)
10 m	午前	- 6.0
	日中	- 2.5
	夕方	- 5.0
20 m	午前	- 4.0
	日中	- 0.5
	夕方	- 5.5
(3) Palua Norte 地区		
護岸工計画地との距離	Time	騒音基準との差 (dBA)
10 m	午前	- 5.5
	日中	- 5.5
	夕方	- 5.0
15 m	午前	＋2.1
	日中	+ 5.1
	夕方	0.0

出典: JICA 調査団

(10)　保護すべき地域

(a)　法令によって定められた保護地域等：Tuguegarao 川上流の Tuguegarao 市から北西に 15km ほど離れた Peñablanca 保全地域(Callao Caves National Park)と Tuguegarao 市より下流に位置する Magapit 保全地域が調査地域の周辺に存在する。しかしながらこれらの保護地域は調査対象地区より離れている。事業計画地には保護地域は存在しない。

(b)　美観のある観光スポット等：事業計画地には存在しない。

(c)　貴重種、絶滅危惧種の生息地：貴重種や絶滅危惧種の多くは保護地区に存在する。Tuguegarao 市は都市部であり、これらの種の生息地は都市地域かあるいは農用地にかなり昔に転用されている。

(d)　歴史的、考古学的、地質学的または科学的に貴重な地域：banak または ludong と現地で呼ばれる希少で高価な（ただし美味ではない）カワボラ(Cestraeus plicatilis)を採って繁殖させる伝統があるが、調査対象地域よりかなり上流の Isabela でのことであり、Cagayan 本川でもない。主な歴史的建造物は Tuguegarao 市内のスペイン植民地時代の家屋･建造物であるが、その大部分は観光目的に利用されており真に保存行為が必要とはされていない。

(e) マングローブ林：事業区域は河口から離れており、マングローブ林は存在しない。

(f) さんご礁：事業区域は海から離れており、さんご礁は存在しない。

9.1.4 社会環境に関するベースラインデータ

(1) 収集したデータと収集方法

RPM では必要な社会環境に関するベースラインデータとして a) 人口統計、b) 住民移転、c) 先住民族の現状、が必要であると説明している。本調査では、人口統計は第 3 章及び 4 章で説明してあり、住民移転についての情報は現地における聞き取り調査によって情報を収集した。また、国家先住民族協議会の資料から、事業計画地内及び周辺には先住民族は存在しない。

(2) 土地利用状況

Tuguegarao 市の土地利用現況及び計画の詳細は Annex PIIA_9-4 に記載した。農業は Tuguegarao 市の土地利用の 40%（4,520 ha）を占める主要分野である。住宅地は 12%、商業地は 1%、工業地は 1.5%となっている。Tuguegarao 市の農作物別土地利用を Annex PIIA_9-4 に示す。

(3) 先住民族

事業計画地内には先住民族は存在しない。全先住民族のグループは実績報告（国家先住民族協議会）で報告されており、リージョン 2 の状況は表 R 9.12 に示すとおりで、5 つのグループは事業計画地にはいない。

表 R 9.12 既存報告書における先住民族調査結果

REGION	PROVINCE	AD Location	Claimants Tribe	Area (Has)	Remarks
Region2	Batanes	Itbayat	Ivatan	9,053.00	Survey to resume by 2nd quarter of 2005
	Cagayan	Gattaran	Agtas	20,662.83	For survey
	Isabela	Palanan and San Mariano Maconacon San Mariano	Agta	45,276.00	Social preparation stage
	Nueva Vizcaya	Sta. Fe and Aritao	Kalanguya	23,000.00	survey completed; finalization of proofs
	Quirino	Madella & Nagtipunan	Agta	10,971.00	Social preparation stage
	Subtotal			108,962.83	

出典: ACCOMPLISHMENT REPORT, CY 2004, NATIONAL COMMISSION ON INDIGENOUS PEOPLES
(http://www.ncip.gov.ph/downloads/Annual%20Report%202004.pdf)

(4) 事業区域内の住民のプロファイル

フィリピン国では、人口統計は Municipality レベルのデータがあるが、教育・雇用・収入などのデータに関してはリージョンレベルで取りまとめられており、それより詳細なデータが入手できなかった。このため、JICA 調査団は事業計画地周辺の PAP となり得る住民を対象に、施設計画箇所ごとに 10 世帯程度、計 53 世帯に対しインタビュー調査を実施し、住民のおおまかな社会経済状態と事業に対する意見（家族構成、教育、雇用、収入、事業・移転に対する意見等）の把握に努めた。(a)～(d)に

調査結果の概要を記述した。調査対象者の分布、詳細な調査結果を Annex PIIA_9-5 に記載した。

表 R 9.13　インタビュー対象者とその数

居住者	農民	漁業関係者	計
45	8	0	53

出典 : JICA 調査団

(a) 世帯主と家族構成等

世帯主の性別：53 世帯主のうち 11 世帯主が女性であり、79%が男性世帯主であった。世帯主の年齢は 30 代から 60 代までさまざまであった。

世帯主の教育程度：大多数は大学までの教育レベルに達していない。43%の世帯主が小学校レベル（卒業あるは中退）で、73%が高校レベルである。大学レベルまでの教育を受けた世帯主は 27%となっている。

家族構成：89%に相当する 47 世帯が単一家族で構成されており、6 世帯では複数の家族で構成されている。家族の規模はやや小さく、3～6 人で、加重平均で算出した 1 家屋あたりの家族人数平均は 4.5 人である。

(b) 経済状況

世帯主の収入：世帯主の収入源はさまざまで、22%が農民、20%が非雇用者である（全体の約 42%）。他にも職種は様々であり、漁業従事者(15%)、不定期労働者(15%)、小売業(8%)、建設労働者(8%)と続いている。

家族の収入：事業計画地における家族収入は一般的にみて低く、62%の回答者が 8 千ペソ（約 1 万 6 千円）以下で、加重平均法で算出した平均収入は 9 千ペソ/月であった。

(c) 生活状況

家屋建築材料、電気、水供給、トイレ

（家屋建築材料）：家屋材料はさまざまで、45 の回答うち 42%がコンクリート製の家屋となっており、セメントと天然材料を使用しているところが 33%、その他 18%となっている。木材、竹などの天然材料を使用している家屋は最も少なく 7%に過ぎない。護岸が設置される箇所には非正規居住者はいない。居住者の大部分は永続的に居住している。

（電気）：Tuguegarao 市における 45 の回答うち 93%が電気の供給を受けている。3 名の回答者のみ（45 の回答うち 7%）が電気の供給が無いと回答している。

（水道）：回答者の 76%に水道水の供給があり、河川水は灌漑用に利用されている。

（トイレ）：ほとんどの回答者は清潔なトイレ環境にあり、トイレ排泄に河川を使用している回答者はいなかった。

(d) 資産

家屋の所有と広さ：45 回答者のうち 39 (87%)が家屋を所有し、残りの 5 回答者(11%)は所有権がない。彼らの家屋の広さは大きくはなく、20～50m^2 の大きさが多数(45 回答者のうち 35 世帯主(78%))である。

土地の所有権：土地の所有と家屋の所有は一致している。45 の回答者のうち 39 世帯主は土地を所有している。家屋敷地（以下、「ロット」という）の広さは 50～200m^2 と回答した世帯主が多数（23 世帯主）である。

(e) 事業に対する意見

移転について：この地域に洪水対策（護岸建設）を実施することについては概ね賛同されている。インタビュー結果によれば、事業によって移転を要求された場合に反対する回答は 1 世帯主を除き、是その他はいなかった。68%の回答者は条件なしで賛成、14%の回答者が条件付で移転に同意し、12%の回答者が自治体の方針に従うとしている。他は、判断にはさらに詳細な情報が必要であるとの回答であった。一方、ほとんどの回答者が事業に対しては賛成である。彼らはさらに確実な情報を望んでおり、特に移転先や土地や作物に対する補償の支払いを含む影響についての情報が必要であるという回答であった。

移転先について：移転について賛同した回答者について移転先に関する質問をしたところ、78%の回答者が可能であれば彼らの近所と一緒に移転したい意向をもっていることがわかった。

9.1.5 事業

(1) 事業地域

本セクターローン事業は Tuguegarao 市と Enrile 町というコアエリアを防御することを目的とする。コアエリアの位置は第 6 章の図 R 6.1 に示した。

(2) 事業構成

事業は河岸浸食が激しい 3 箇所の護岸建設である。構造物の配置は第 7 章の添付図 7.8 に示すとおりである。事業の概要を表 R 9.14 に示す。

表 R 9.14 事業内容の概要

内容	長さ (m)	護岸工の標高 (EL+ m)	タイプ	
			基礎部	斜面部
Alibago 地区護岸	900	EL+21.0	SSP Revetment with Foot Protection	Wet Stone Masonry
Cataggaman 地区護岸	1,400	EL+20.0		
Enrile 地区護岸	800	EL+15.0		
護岸延長	3,100	-	-	-
(掘削)	860 千 m3			
(埋戻･盛土)	860 千 m3			

出典 : JICA 調査団

(3) 代替案と代替案の環境社会の見地からの評価

代替案は、リスク管理、経済性、施工性、自然環境及び社会環境の面から検討された。環境・社会の見地から、住民生活への影響は用地取得と住民移転の規模で示される。

(a) 事業をしないという検討

もし事業を実施しなかった場合、洪水被害が軽減されず、地域が受ける環境・社会面での負の影響は緩和されない。事業を実施しなかった場合、事業を実施した場合に予想される用地取得、住民移転、塩水遡上、その他の影響は発生しないが、その代わりに洪水被害は依然として残る。洪水被害という負の影響は事業を実施した場合に予想される負の影響よりも大きいと判断される。第 7 章に記述されているように、事業をしないという代替案を含めた総合的な評価では、本事業が必要であると結論されている。

(b) 代替案の比較

代替案は 4 つ検討された(C1~C4)。C-1 と C-2 はコアエリアを対象洪水の越水を防ぐための堤防建設と河岸の浸食と洗掘被害から守るための護岸建設からなる。しかしながら河岸沿いを全て堤防で守ることは多くの用地取得と家屋移転補償が必要であり、且つ建設費も莫大となる。

C-3 代替案は、2002 年 F/S で提案されているように河川の蛇行部の農地を使用した Tuguegarao 捷水路を建設（掘削）する案である。この案も多くの用地取得と家屋移転補償が必要で、セクターローン内で実施できる建設費を大きく超える 60 億ペソを超える額となる。

以上の評価から、特に予算と緊急性を要する河岸の浸食状況より、C-4 代替案として提案された 3 箇所（Alibago、Enrile 及び Cataggaman）の浸食危険地区への護岸建設に絞った対策案とする。

表 R 9.15 代替案の環境社会側面における比較検討

項目	代替案 C-1	代替案 C-2	代替案 C-3	代替案 C-4
事業の目的	・25 年確率の洪水に対する防御 ・浸食防止	・25 年確率の洪水に対する防御 ・浸食防止	・洪水緩和 ・浸食緩和	・浸食防止
建設費用	80 億ペソ	70 億ペソ	50 億ペソ	23 億ペソ
用地取得	(-A)	(-A)	(-B)	(-C)
住民移転	(-A)	(-A)	(x)	(-C)
洪水区域拡大	(+A)	(+A)	(+C)	(+C)
残土量	(-A)	(-A)	(-A)	(-B)
相対評価	-A	-A	-B	-C

(-A): 大いに影響がある, (-B): 影響がある, (-C): 小さな影響がある, (x): 影響が予想されない
出典: JICA 調査団

9.2 フィリピン国におけるEIAシステムと本事業のECC取得

9.2.1 フィリピン国における EIA システム（PEIA）

(1) フィリピン国における環境社会関連の法令

地方自治体以外の組織に対する権限委譲は業務管理コード（Administrative Code）によって規定されている。この法令によって DENR は、すべての天然資源の管理と利用についてと同様に環境管管理における責任を持つ。EMB は DENR の内部組織であり、公害問題と環境影響評価にかかる責任機関である。また、準司法的組織として公害裁定局（Pollution Adjudication Board: PAB）は DENR のトップ、プライベートセクターの代表者で構成される。PAB は公害問題の裁定のために組織される。

大統領令 1586 はすべての事業に対して、事業開始前に環境影響調書（Environmental Impact Statement: EIS）の提出を義務付けている。DENR 省令第 37 号（1996 年）では、環境に著しい影響のある事業(Environmentally-Critical Project: ECP)のタイプ、及び環境に著しい影響のある区域（Environmentally-Critical Areas: ECA）がリストされており、いかに小規模な事業であってもこの区域に相当するところで実施される事業は影響評価調査を要求される。NENR 省令第 30 号(2003 年)では、ECP に対する詳細な EIA 調査が要求されており、ECA における非 ECP 事業に対しては、事業の持つ影響度合いに応じて、類似の簡易な調査（初期環境影響評価：Initial Environmental Examinations: IEEs）、あるいはチェックリストが要求されている。環境に著しい影響がない事業は、非該当証明書（Certificate of Non-Coverage: CNC）を取得なければならない。EMB-DENR は法令の第一実行者である。大規模な事業の場合、ECC の取得には DENR の長官のサインが必要で、小規模な事業の場合はそれが実施されるリージョンの DENR の地方事務所長が ECC の承認を行う。

フィリピン EIA システム（PEIAS）は法令、条例、業務管理コード、及び EIA に関するガイドラインによって規定される。これについての重要な法令、ガイドラインは以下のとおりである。

（環境関連）

- *環境影響調書システム、大統領令第 1586 号（1978）*

  国家環境保全協議会（National Environmental Protection Council：NEPC）のもとで環境影響調書システムを構築、中央集権化した。（NEPC は国家公害管理コミッション（National Pollution Control Commission：NPCC）と 1987 年 6 月に統合され、環境管理局（EMB）となった）

- *大統領宣言第 2146 号（1981 年）及び第 803 号（1996 年）*

  フィリピン国の EIA システムの範囲において、環境に著しい影響のある事業（ECPs）を特定し、環境に著しい影響を受ける区域（ECAs）を定めた宣言。

- *DENR 省令第 37 号(1996 年)、第 30 号(2003 年)、改定版プロセスマニュアル(2007 年)*

  大統領令第 1586 号を実施する際の規則を示すもの。専門的用語の解説、情報、実施プロセス、関連法令や条例などの解説を含む。

（社会配慮関連）

- *公的目的に使用される個人所有の用地取得のガイドライン、公共事業における必要幅を規定する法令：大統領令第50 号（1999 年）*

  本省令は大統領令第 1533 号に規定された資産の取得手順に関する部分を改定したものである。

  取得交渉において規定される諸所の条件に関連して、この法令は公共事業を実施する全ての政府機関は、事業に必要な用地と事業後に必要な管理用地を含めて官地とする私有地の取得のため、公定土地価格より 10%以上高い価格を文書によって提示した上で土地所有者と交渉を始めなければならないと規定している。交渉においては、私有地の土地所有者は、土地の購入を希望する政府機関によって提示された購入土地価格を承諾するかどうかを思慮するために 15 日間の猶予が与えられなければならない。

  上記の猶予期間が過ぎ、土地所有者に提示価格が承諾されなかった場合、その政府機関は、法務官と協力しながら正式な土地収用の裁判を開始することになる。この際、政府機関は土地購入提示価格の 10%を裁判所に預けなければならない。

  上記に加え、この法令は用地取得に関する土地評価額算定の基準も示している。

- *政府機関による公共事業または他の目的のために必要な政府管理用地、用地または区域の取得･収用に関する法律：共和国法第8974 号（2000 年）*

  この法律は補償なしで個人の資産が公共のために提供されないことを規定している。この目的のため、国家は、国家政府機関によって取得される不動産の所有者が補償額を迅速に受け取ることを確実に実施しなければならない。この法律はまた、土地や資産の市場価格から決定されるべきである評価額による資産の補償システムを含む収用手順のガイドラインも規定している。また、本法律第 8 条によれば、実施機関は事業の生態系及び環境影響を考慮しなければならないことを規定している。

- *農地改革法：共和国法第6398 号（1971 年）*

  この法律は旧農地改革法を変更したものである。農地の賃借人（小作農家）は過去最新の 5 年間における賃借人が権利を持つ農地においての平均収穫高の 5 回分に相当する迷惑補償額を受け取る権利がある。

- *大統領令第1035 号（1985 年）*

  この法令は政府、政府が所有･管理する公社、国立大学等によって実施される開発事業における私的財産の取得に関する手順とガイドラインを示したものである。

  用地取得は、交渉による購入かまたは法的な措置かのどちらかで実施される。この法令は交渉が失敗に終わった場合に、用地取得を迅速に開始するために実施政府機関やその付属機関に権限を与えている。法的な措置の場合における補償額は以下に述べる大統領令第 1533 の規定に従って決定される。

- *大統領令第PD1533 号（1978 年）*

  この法令は、用地取得行為時において取得される資産を直ぐに使用できるように用地取得時の手続きにおける補償額の算定、預託金等を決定するための統一規定に資するために公布された。

- *都市開発住宅法：共和国法第7279 号（1992 年）*

  この法律は民間企業と協力して国が包括的、継続的な都市開発と住宅の供給のためのプログラムを実施するための政策を示したものである。このプログラムとは具体的には、都市部に住む恵まれない住宅を持たない住民の生活向上を狙ったもので、彼らが可能な価格で移転地に適切な住宅を提供するとともに、基本サービスと就業機会を提供することである。このプログラムの対象地域は都市部または今後都市部となる優先度高い公共事業予定地、地域開発地域、スラム改善及び移転地等の地域である。この法令の下、鉄道沿い、ゴミ廃棄場、河岸、海岸線、水路沿い及び他の公共用地、例えば歩道、道路、公園、競技場を含む危険な地域にある住居の立ち退きと撤去が合法となった。

- *職業的非正規居住者及びそのシンジケートの抑制と根絶のための国家的活動の制度化：大統領令第153 号（1999 年）*

  この法令は、住宅都市開発調整委員会（HUDCC）と法務省（DOJ）が、職業的非正規居住者及びそのシンジケートに対しての国家的活動を強化するための支援と協力を、関連する機関に要求できる権利を与えたものである。

  また、この法令は国家警察の作戦部隊がこの規定の実施においてHUDCC の実施部隊として強化されることも規定している。

- *用地取得、住民移転、生計回復及び少数民族に関する方針：LARRIPP（2007 年）*

  これは DPWH が土地取得や移転を実施するために自ら用意したガイドラインである。このガイドラインはフィリピン国における関連する法律、大統領令、規定等をベースに作成されており、世界銀行（世銀）、アジア開発銀行（ADB）及び JBIC の各環境ガイドラインも参考に作成されている。このガイドラインはDPWH が実施する全ての事業において適用されている。

- *その他関連するガイドライン*

  上述した関連法律を実施するため、以下に示すようにいくつかのガイドラインが策定されている。

  - *低所得者用住宅の登録適用に関する実施細則（1993 年）*
  - *低所得者用住宅のための土地の取得･妥当性･配置･利用に関する実施細則（1993 年）*
  - *都市開発住宅法によって要求されている適性で人道的な移転手順の順守確保のための実施細則（1993 年）*
  - *低所得者住宅の土地評価に関するガイドライン（1992 年）*
  - *大統領令第153 号に関する実施ガイドライン*

（環境基準に関連する法律及び規則）

- *環境法：大統領令第PD1152 号（1977 年）*

  フィリピン環境法と呼ばれるこの法律は環境の保全と管理の包括的なプログラムに着手するために制定された。またこの法律は、漁業･水関連資源･野生動物･森林･土壌保全･洪水（治水）と災害･エネルギー開発･表流水と地下水の保全と利用及び鉱物資源に関する大気、水質、土地利用、天然資源及び廃棄物管理を規定している。

- *水法：大統領令第PD1067 号*

  水資源の管理･占有･利用･開発･保全及び保護に関して規定した法律。

- *水質浄化法：共和国法第9275 号*

  国家の水源を全ての可能性のある汚染源（工業、商業、農業及び一般家庭）から守ることを目的とした法律。全てのステークホルダーを巻き込んだ複数のセクターの参加型手法を通して汚染を防止、最小化するための包括的且つ統合的戦略を規定している。

- *大気浄化法：共和国法第8749 号（1999 年）*

  大気汚染を防止し管理するための政策を宣言した法律。この法律は、自動車･工場等からの排気ガス基準を定めている。大気汚染源となる可能性のある全ての要因（因子）はこの法律の定めた規定に従わなければならない。全ての排気は法律の下に定められた大気基準以内でなければならない。また法律違反に関する罰則規定も含まれている。

- *汚染･汚濁防止法：大統領令第PD984 号*

  大気や水質に影響を与える工業活動を管理するための基礎法として制定された法律。廃棄や排出が通常値を超え、生命、公衆衛生、安全と福祉に関し動植物も含めた危険な状況になった場合、その元となっている施設等の停止命令を出す権限を DENR に持たせている。

- *森林復興法：大統領令第PD705 号*

  森林復興法は、フィリピン国の人口増加に起因する様々な需要に応えるため、生産性を最大化するための国有地の適正な分類、利用と管理を目的としている。上記の目的のため、森林からの利益を最大限とするため、森林を利用する前に森林とその資源の複合的利用を再評価することを求めている。また森林の利用のみではなく、森林の生産性の継続性を確保するためにさらに保全、復旧、開発も強調されている。

- *国立統合保護地域制度法：共和国法第7586 号（1992 年）*

  この法律は、動植物や人間の生活と開発を持続させるための生物学的に特有の特質を持つ地域の顕著な環境の生物的自然的多様性を保全管理するための法律である。この法律は、現在及び未来のフィリピン人の全ての世代と全てのフィリピン国に固有の動植物の永続的な存続を守ることを保障する憲法の規定に従い、国立公園内の統合的保護地区の包括的システムを策定している。また、この法律は、希少かつ危険にさらされている動植物種が生息する顕著な地域ならびに（陸地でも湿地でも海でも）生物学的に重要な公用地の保護も目的としている。

(2) 事業のカテゴリ分類

DENR による 1996 年の省令第 37 号によれば、フィリピン国におけるすべての事業は ECC か CNC の取得が義務付けられている。CNC 取得に該当する事業は同省令のセクション 2.0 に定義されている。その他の事業は環境影響調査が必要な事業としてグループ I からグループ V に分類される。

表 R 9.16 PEIA における事業のグループ分類

グループ	説明
I	ECA (環境に重大な影響を受ける地域: Environmentally Critical Area)または NECA (非 ECA) における、単独の ECP (環境に重大な影響を与える恐れのある事業: Environmentally Critical Project)
II	ECA における単独の NECP (非 ECP)
III	NECA における単独の NECP
IV	ECA または NECA における複合的事業
V	未区分事業

出典: RPM Table 1-3

PEIAS では 4 つの ECP と 12 の ECA があり、表 R 9.14 にて説明する。

表 R 9.17 PEIA における ECP と ECA の説明

A. ECP リスト	
1	重工業（Heavy Industries）－非鉄金属工業、鉄鋼製鉄業、石油・石油化学工業、精錬所
2	資源開発産業－鉱業・採石業、林業（伐採、製材、動植物（外来種）の輸入、森林の占有、マングローブの採取、放牧、漁業（養魚場建設）
3	インフラプロジェクトーダム、発電所（化石燃料、その他の燃料、水力発電、地熱発電）、干拓・埋立て、道路橋梁建設
4	すべてのゴルフコース設置のプロジェクト
B. ECA カテゴリのリスト	
1	法律で規定されている地域：国立公園（national parks）、湿地帯保全区（watershed reserves）、野生生物保護区（wildlife preserves）、鳥獣保護区（sanctuaries）
2	神秘的な景観で観光地になる可能性があるとされる地域
3	絶滅寸前のフィリピン特有野生生物種の生息地（動植物）
4	歴史的、考古学的、科学的に特異で重要な地域
5	伝統的に文化的な地域社会である地域・先住民族が居住している土地
6	自然災害が頻繁に、あるいは強い被害をもたらす地域（地震、洪水、台風、火山活動等）
7	危険な傾斜地
8	農業専用地域
9	淡水層への水の供給地域
10	淡水地（水道・生活用水の水源、関係当局の管理保護区域、野生生物や漁業活動を保護している区域）
11	マングローブ地域（原始林や半完成木林、主要な河川の河口に隣接する地域、伝統的な漁業場に隣接する地域、沿岸侵食や強風、洪水などの影響を緩和する役割を果たしている地区、地域住民の生計手段として使われている地域）
12	珊瑚礁地区（50%以上珊瑚礁で覆われている地域、魚の産卵場や養成する地域、天然の海岸線）

表 R 9.16 に示したグループは事業タイプに分類され、事業タイプはサブータイプに分類される。表 R 9.18 はタイプ別のサブタイプの数を示している。これらの詳細は RPM の Annex 2-1b に記載されている。

表 R 9.18　PEIAS における事業タイプの数

グループ	事業タイプ数	サブタイプ数
Group I	4	37
Group II	20	121
Group III:	なし	なし
Group IV	1	1
Group V:　　,	1	2
計 l	26	161

出典: RPM の Annex 1-2b

(3)　必要な報告書

PEIAS では 7 種類の報告書タイプがある。1)環境影響評価調書（EIS）、2) プログラム的 EIS (PEIS)、3) 初期環境影響評価報告書（Initial Environmental Examination Report: IEER）、4) 初期環境影響評価チェックリスト（IEE Checklist: IEEC）、5) 事業説明書（Project Description Report: PDR）、6) 環境パフォーマンス報告書及び管理計画（Environmental Performance Report and Management Plan: EPRMP）、7) プログラム的環境パフォーマンス報告書（Programmatic EPRMP: PEPRMP）となっている。1)～4)は表 5 のグループ I 及び II に必要で、5)は CNC 取得のため、6)及び 7)は再申請や付随事業のために必要な調査報告書である。事業の ECC に必要な報告書のタイプは EMB によって決定される。

表 R 9.19　事業区分と ECC 取得に必要な書類等

事業グループ	ECC/CNC 申請に必要な書類	裁定	裁定機関	最長審査期間
I: ECA または NECA における、ECP	環境影響評価書：	ECC	EMB の長または DENR 長官	120 営業日
II:	環境影響評価書、または初期環境影響評価書、または、初期環境影響チェックリスト、またはプロジェクト概要書	ECC/CNC	EMB 地方事務所の長	15-60 営業日
III: NECA における NECP	プロジェクト概要書	CNC	EMB の長または EMB 地方事務所の長	15 営業日
IV: 複合的事業	プログラム的環境パフォーマンス報告書	ECC	DENR 長官	180 営業日
V: 未区分事業	プロジェクト概要書	CNC または最終グループわけの提言と EIA レポートのタイプ	EMB の長または DENR 長官、または EMB 地方事務所の長	15 営業日

(4)　ECC 取得プロセス

環境影響評価が要求される事業における環境適合証明の申請プロセスの主なステップを以下に示す。

1. （スクリーニング：プロジェクトのグループ分け）：環境評価システムの第一段階は、事業が各要求事項に対し、範囲内にあるか無いかを決定することである。法律（DENR 省令第 30 号）は、環境影響の程度と度合いをベースに事業を仮分類し、その程度と複雑性の度合いごとに環境評価手法を規定している。表 R9.13 に示したように、事業が環境に重大な影響を与えると想定される場合は事業の地区に関係なく

グループ I に分類される。環境には重大な影響は無いと想定されるが、ECA で事業が実施される場合はグループ II に分類される。また、事業が ECP ではなく、ECA 内でもない場合はグループ III に分類される。上記の分類において複合的な事業はグループ IV に、上記のプロセスでは、分類できない事業はグループ V として分類される。環境を強化･改善する事業はグループ II に分類され、IEE 報告書や EIA 報告書が求められる環境的にある程度の影響があると判断される事業を除いて事業説明書の提出のみが要求される。この初期スクリーニングは、DENR 職員の指導と同意の下、事業実施者によって実施される。

2. （スコーピング：影響の絞込み）：スコーピングでは、主要な問題や留意事項がどこにあるかが特定され、調査内容が事業主体、EIA コンサルタント、DENR の EMB、EIA レビュー委員会（EIARC）、住民、他ステークホルダーによって同意を得ること。ここで事業実施者は、スコーピングのため、EIARC による適切な技術的問題点等の決定根拠となる事業説明書の提出が要求される。スコーピング期間中、事業のための EIARC が組織され、事業のステークホルダーが特定される。EIARC は、各環境評価報告書を評価するため、及び ECC または CNC の発効に関する適切な勧告ができるように、DENR-EMB によるアレンジによって様々な分野の独立的な技術専門家から組織される。また、スコーピング期間中、明確な調査内容（例えば環境リスク評価や環境健康影響評価）が決定される。EIARC への事業説明、事業のステークホルダーとの現場スコーピング調査、EIARC との技術的スコーピング会議等も実施される。これらの活動はスコーピング報告書とスコーピングチェックリストに反映する。

3. （環境影響評価調査）：EIA 調査の実施はスコーピングチェックリストが完成した後に開始される。グループ II の事業の評価の典型的なものは、生物物理学、化学、社会、経済及び文化的環境の特質と分析等全ての項目を網羅する必要があるが、詳細な EIA 調査より内容を深くはしなくとも良い。しかしながら、2009 年 10 月 1 日に公布された新しい省通達によると、提案事業の EIA 報告書は自然環境分野の調査･評価のみに絞ることとなっている。社会経済影響とその軽減策の評価は地方自治体によって実施されることとなったとしている。公衆参加型の評価も住民公聴会、社会経済調査、現地調査も EIA の評価過程から削除されたとしている。この通達はまだ新しく、調査方法も不明瞭でありこの通達を基にしたガイドラインの公布もまだである。EIA 調査における他の調査･評価項目を以下に示す。

(a) 影響を与える主な地域のベースラインデータが事業実施前に収集される。これには確認された大気、水質、土壌、動植物調査及びスコーピングにおいて確認された他の環境的データを含む。IEE 調査レベルでは上記の主要なデータは文献調査（第2次的資料）でも良い。

(b) 開発されるべき事業内容とその活動からの影響の特定、予想、評価及び事業活動の可能性のある影響の特質

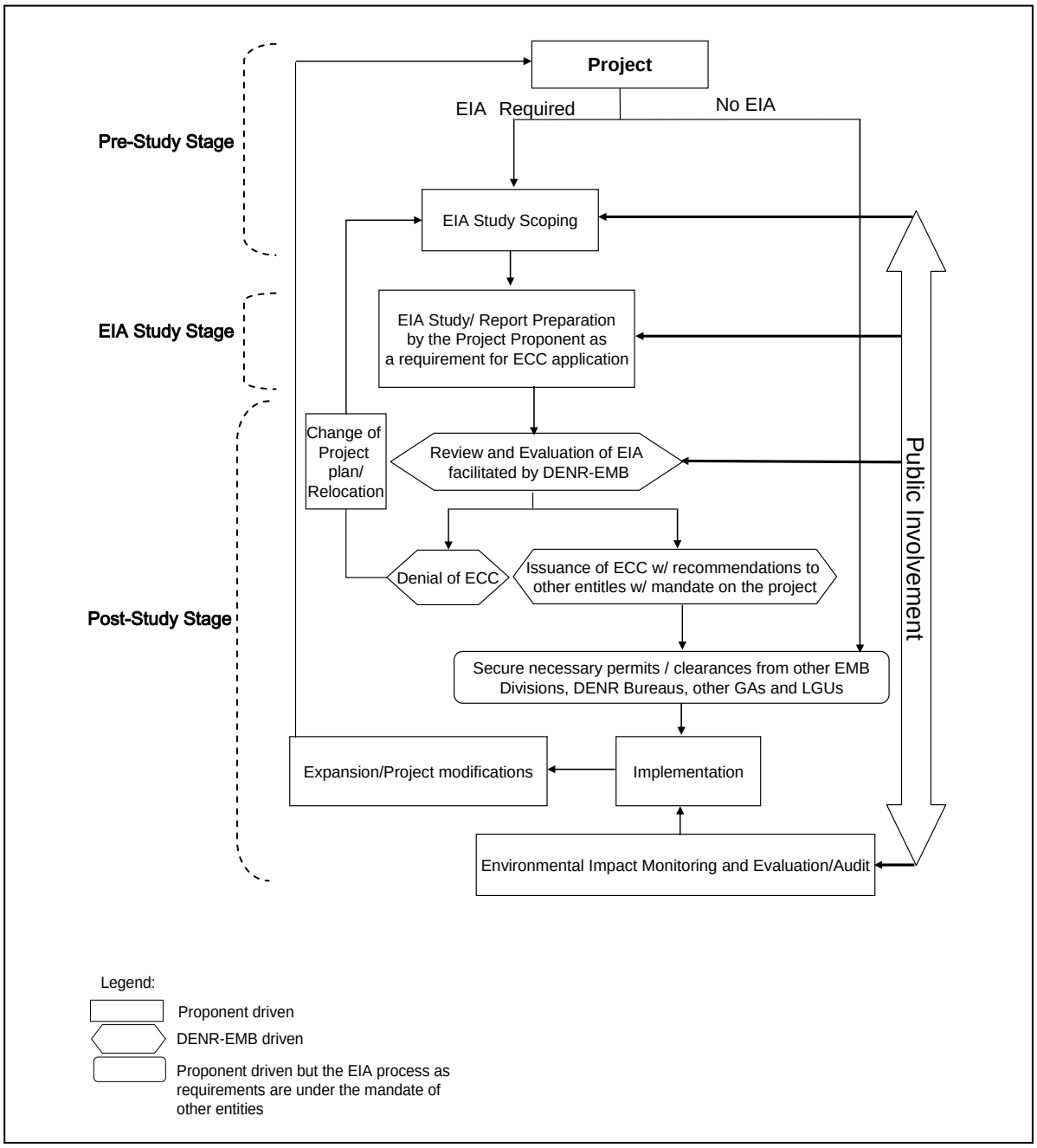
(c) 環境管理計画と環境モニタリング計画を含めた環境計画の策定。環境管理計画は主要な影響項目とその影響を軽減させる手法に焦点を当てたものとする。これはまた、維持管理計画と事業を廃止した場合の撤去計画も含めるものとする。

4. （環境影響評価のレビュー）：EIA または IEE 報告書等の環境影響評価の調査結果は、他の付属資料とともに EMB にレビューのために提出される。詳細な EIA 調査結果の場合は EMB の本省に提出し、IEE 調査または更に簡易な調査（CNC 等）が要求されていた場合は事業実施場所が属している地方の EMB（地方事務所）に提出される。このレビュープロセスには 2 段階（2 ステージ）ある。最初のステージでは「手

続き確認」であり、DENR-EMB の職員によって実施される。主なレビューは、提出された報告書及び書類が全て揃っており、評価可能であるかどうかを確認しチェックすることである。書類が全て整っていれば、提出された IEE または EIA は EMB によって受諾される。次のステージは、「実質的なレビュー」であり、EIA レビュー委員会（EIARC）によって実施される。この EIARC は、主に EMB と DENR の職員から現在は構成されている。このステージでは、EIARC が現地調査を実施する。しかしながら、前記した新しい省通達によると EIARC はこれらの追加的な調査を自ら実施しないことにしている。

5.（ECC 後）：ECC が承認された後、事業実施機関は ECC に記載された条項（条件）にしたがって環境管理計画を実施する。ECC 発効の条件には、特別な調査の実施、例えば生物多様性調査等が要求される場合もある。現在、ECC 発効までの EMB や EIARC の評価期間が短縮される傾向にあるため、これら ECC に記載される付加的な条件項目は、逆に厳しく且つ項目も多くなる可能性もある。ECC に付加される条件には数や項目に制限が無いため、法律よって拘束はされないもので DENR が必要と感じたものは全てこの付加的な条件に含めている。

EIA プロセスを要約した図を図 R 9.2 に示す。



出典: Revised Procedural Manual for DENR Administrative Order No. 30 Series of 2003 (DAO 03-30)(2007)

図 R 9.2　EIA プロセスの流れ

9.2.2　本セクターローン事業における ECC 取得のプロセス

(1)　本事業のカテゴリ分類

JICA 調査団はチェックリストを用意し、本事業のカテゴリ分類と ECC 取得プロセスににについて EMB-DENR の職員と 9 月 28 日に事前協議を行った。また、EMB の地方事務所でも同様の協議をもった。

EMB-DENR は本事業に関する説明と事業計画地の状況をとおして本事業を以下のように評価した。

(a) 本事業はDAO 37-1996に規定されたECPではない。

(b) 本事業は河川を対象としているが貯水や流況を大きく変化させる可能性は低い。

(c) 本事業は自然災害を軽減するもので社会的環境を強化する。

EMB-DENR はこれを踏まえ、本事業はタイプ II の環境強化事業のひとつに区分されると説明した。要求される報告書の種類は IEE 報告書である。なお、事前に作成したチェックリストは Annex PIIA_9-7 に添付した。

(2) ECC 取得に必要な項目

フィリピン国 EIA システムによれば、本事業には初期環境影響評価（IEE）が要求されるが、要求事項は環境影響調書（EIS）と同様の項目であるが調査の精度が異なる。また、EMB は通常、IEE 報告書には現地調査によるデータ収集、例えば水質のサンプリング調査などは要求しない。おそらく、IEE 調査では EIS 調査よりも期間が短くてすむものと思われる。

(3) 本調査における EE 報告書の成果

本調査で実施した IEE 調査は以下の項目で構成されている。1)事業説明書、2)自然環境・社会環境のベースラインデータ、3)スコーピング及び必要な緩和策の検討、4)モニタリング計画の提言。

(4) JBIC の環境社会配慮ガイドラインとフィリピン国における ECC 取得のための要求事項

環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン[3]（以下、「JBIC ガイドライン」という）の要求事項と PEIAS の IEE 報告書内容の対比を Annex PIIA_9-8 に示したが、それらに大きな差異はないものといえる。

(5) DPWH による事業の次段階へ移行するための必要事項

本準備調査の終了後、DPWH は ECC 取得のために IEE 調査と簡易 RAP 調査を実施する必要がある。

9.3 IEE調査結果

事業内容の説明とベースラインデータについてはこれまでの章において述べたとおりである。本章では、スコーピングの結果と必要な緩和策について述べる。

9.3.1 スコーピング結果

(1) 住民移転、用地取得

移転家屋数は約 10 軒程度以下であると想定される。Tuguegarao 地域の平均家族数は 4.5 人/世帯なので最大約 45 名の移転が必要となる。この移転に係る数値は大規模とはいえない。

[3] 2002 年 4 月制定

用地取得面積は護岸の建設のため 0.93ha 及び土取場のために 53ha と算定されており計 53.93ha である。これらの用地は殆ど私有地である。

(2) 交通、社会施設、住民の生活への影響

（交通への影響）：護岸建設は川沿いの箇所に計画されるため、現在はそれほど交通量が多いところではなく、交通への深刻な影響は想定されない。住民は Tuguegarao から Enrile への交通には Bunton 橋を利用しており、また、水上交通はない。したがって、交通への深刻な影響はないものと考えられる。

（住民生活への影響）：住民生活への影響は以下の点が予想される。i)建設工事による一時的な騒音・振動、大気汚染、水質汚濁 ii)移転による生活の変化。建設工事による影響については本章の(6)で説明する。

（住民生活への利点）：i)洪水リスクの緩和：事業地域の Tuguegarao 市と Enrile 町の住宅地は Cagayan 川に面している。これらの地区は長い間、洪水流による河岸の浸食や洗掘によって生命や資産が脅かされてきた。事業の目的はこれらの洪水流による浸食や洗掘から経済性の高い土地を守ることにある。この意味で、本事業のもつプラス影響は大きい。ii)雇用の可能性:建設工事には多くの労働者を必要とする。したがって、住民には工事による雇用の機会が提供される。

(3) 廃棄物・衛生

工事中は、工事区域及びその周辺、ワークキャンプにおいて、短期的に衛生面での低下が生じる可能性がある。また、工事中は、本事業による工事残渣やワークキャンプからの廃棄物が短期的に増加すると予測される。

本書の事業計画では、護岸工事に利用される土砂は、対岸から取得する予定である。これらの土砂は本調査において危険な重金属が含まれていないかどうかを確認し、含まれていないことを確認した。このことから、残土に関して特段の問題は予想されない。

(4) 工事中の安全

護岸工事は重機を使用するために工事中の事故が発生する危険性がある。

護岸は居住地に近接した区間に施工されるため、工事車両や資材搬入車両の増加による周辺住民の交通事故などが発生する危険性がある。

(5) 生態系的環境

自然植生や野生生物への直接的影響は著しくはないであろうと予想される。護岸はすでに自然環境が改変された居住区の近くに計画され、直接影響を受ける自然植生等が多く存在するところではないためである。埋め戻し工のための河川掘削は河川の底質環境へやや影響がある。ただし、掘削による改変は河川規模からすればかなり小規模で、河川底質に大きな変化を生じる可能性は少ないと想定される。

(6) 建設工事中の影響

建設工事中の影響としては i)大気汚染、ii)騒音・振動、iii)交通、及び iv)水質汚濁が想定される。これらの影響は工事中だけに想定されるが規模は大きい。

（大気汚染）：工事期間中、工事のための重機の稼働、資材運搬車、土工事等によって排出される粉じんの影響が短期的に発生すると想定される。また排気ガスによる短期的な大気質の悪化が想定される。

（騒音・振動）：工事期間中、建設機械の稼働と運搬車によって短期的な騒音・振動の影響が発生すると想定される。

（交通）：工事中は短期的に工事車両が増大するが、周囲の居住地での現在の交通量は多くはなく深刻な交通渋滞などの影響は想定されない。

（水質汚濁）：護岸工事、河川の掘削、により河川水の汚濁が発生することが予想される。

河川水の汚濁が発生した場合、影響を受けると想定されるのは下流の漁業と河川水を飲料水として利用しているケースである。しかし、Cagayan 川の計画地及び下流では河川内での漁業は営まれておらず、河川水は生活用水として利用されていない。

Cagayan 川の延長は約 520km、河川の掘削箇所は 2km 程度で規模的に小さく、極端に屈曲しているところを掘削してスムーズな流れとする計画である。したがって、河川の掘削による水質の汚濁は比較的速やかに沈静化するものと想定される。

現在の河川の SS 測定はされていないが、目視では水の色は茶色く濁り、上流での混入によって既に多くのシルト分を多く含んでいると想定される。

以上から、護岸工事、河川掘削による一時的な濁水の発生があると想定されるが、工事の規模と河川の規模・現状の利用状況を考えると深刻な影響を与えるものではないと想定される。

(7) スコーピング表

スコーピングの結果を表 R 9.20 に掲載した。

表 R 9.20　スコーピング表

項目	評定	評定根拠
社会環境		
住民移転	-B	・本事業による住民移転は護岸計画箇所で数軒発生する可能性があるのみ。 ・用地取得が必要な面積は計 53.93ha。ほとんどが私有地であるが詳細は不明である。
交通・生活施設、住民の生活への影響	-B/+A	・（－）工事中の一時的な騒音・振動、大気汚染、水質汚濁による影響や、移転による生活の変化などマイナス面が想定される。 ・住民は Tuguegarao から Enrile への交通には Bunton 橋を利用しており、また、水上交通はない。 ・（＋）これまで洪水に見舞われていた地域が護岸により保護され、生活環境が安定する利点は大きい ・工事実施時における雇用機会の拡大は住民にとって利点である。
地域分断	D	・護岸はできるだけ河川よりの位置に計画される。
遺跡・文化財等	D	・計画地には特に遺跡・文化財はない。
水利権・入会権	D	・調査地内における Cagayan 川の河川内での漁業は営まれていない。
先住民族、少数民族	D	・先住民族、少数民族は事業計画地のエリアには存在しない。

項目	評定	評定根拠
廃棄物・衛生	-B	・工事中は、工事区域及びその周辺、ワークキャンプにおいて、短期的に衛生面での低下が生じる可能性がある。 ・工事中は工事残渣やワークキャンプからの廃棄物が短期的に増加すると予測される。 ・護岸のために約 86 万 m3 の河川掘削が計画された。 ・掘削土砂の重金属成分を分析したところ、環境汚染を引き起こす濃度の重金属は存在しなかった。
工事中の安全	-A	・護岸は高さが低いが、重機を使用することから事故発生の危険性はある。 ・居住区に近接した区間での施工であり、資材運搬による住民への交通安全への影響が懸念される。
自然環境		
重要な保全地区等	D	・計画地及びその周辺に、国立公園、保護地域、保護林、貴重種の生息地、貴重なマングローブ林、さんご礁などは存在しない。
地形・地質	D	・事業計画は護岸造成、河川の一部掘削であり、大規模な地形、地質の改変が生じる可能性は低い。
湖沼・河川流況	D	・護岸計画による河川流況の変化はほとんど生じない。
海岸・海域	D	・本計画では漂砂に影響を与えない。
動植物	-B	・計画地周辺は既に開発された都市地域である。 ・護岸は居住区に近接した区間に計画することから、動植物への影響はほとんどない。 ・河川延長は 520km と大河川であり、これに比較すると掘削の規模は大きくないため、一時的な底質変化は比較的短期でもとに戻ると考えられる。
景観	D	・護岸は高さ 1～3m であり、設置による地形変化、植生変化、景観への大きな変化は生じない。
公害・汚染		
大気汚染	A	・工事期間中、工事のための重機の稼働、資材運搬車、土工事等によって排出される粉じんの影響が短期的に発生すると想定される。また排気ガスによる短期的な大気質の悪化が想定される。
騒音・振動	-A	・護岸工事は居住区に近接したところで実施されるため、短期的な騒音・振動、大気質の悪化などの影響が想定される。
交通	D	・工事中は短期的に工事車両が増大するが、周囲の居住地での現在の交通量は多くはなく深刻な交通渋滞などの影響は想定されない。
水質汚濁	-B	・河道の掘削による一時的な汚濁が想定される。 ・護岸工事による一時的な汚濁が想定される。 ・河川水は生活用水として利用されていない。 ・下流では漁業が営まれていいない。 ・河川規模 520km に対し河道掘削区間は 2km で屈曲部を掘削して流れをスムーズにする。 ・現況の河道水は常時茶色く濁っている。上流からのシルト質土砂の流入量が多いと推定される。

A：深刻な影響が想定される。　B：ある程度の影響が想定される。
C：現時点で想定される影響は不明確。　D：影響は想定されないため、EIA での検討は不必要。
(出典: JICA 調査団)

9.3.2 緩和策の提言

本事業に対する緩和策の提言を以下にまとめた。以下の提案は最低限守られるべきものと判断され、今後DPWHによって実施されるEIA調査、RAP調査の結果により加筆・修正されると考えている。

(1) 住民移転、用地取得に関する緩和策

移転家屋数は 10 軒以下、用地取得面積は 53.0ha となる。したがって住民生活へあたえる影響は特段著しいわけではないと判断される。本調査後に DPWH によって実施される予定である簡易 RAP 調査では、被影響住民の特定と社会経済調査を実施し、住民協議を実施しながら JICA、世銀などドナーのガイドライン要求事項を踏まえた簡易 RAP を作成する必要がある。

(2) 廃棄物・衛生への緩和策

（衛生面）：工事区域及びその周辺、ワークキャンプにおいて、適切な汚水処理施設、トイレ、廃棄物収集施設の設置を提案する。

（廃棄物）：工事残渣やワークキャンプからの廃棄物は、定められたところに集積し、定期的に法令にしたがった処分施設に運び込むこと。

(3) 工事中の安全への緩和策

工事の際には安全に留意し、作業員には安全ヘルメットを支給する必要がある。特に重機を使用する場合は、その取り扱いには細心の注意を払い、作業中の事故防止に努めること。

資材搬入などのための工事車両が住宅地内や周辺を通行する際には住民に注意し、交通事故の防止に努めること。また、工事計画策定段階から住民に情報を公開し、工事による影響について理解を求めること。

(4) 生態系的環境への緩和策

掘削工により底質の一部が一時的に浚渫されるため、底質生物に影響が想定されるが深刻なものではなく比較的短期間に回復していくものと想定される。ただし、短期間に工事を実施した場合は影響が大きくなると予想されるため、工事計画策定に際しては十分な工事期間を設定することを提言する。また、工事期間中、工事完了後は定期的に住民に聞き取りを行い、魚の生息数が激減したなどの大きな変化生じていないことを確認する必要がある。

(5) 建設工事中の影響への緩和策

建設工事中の影響としては短期的な i)大気汚染（粉じん・排気ガスなど）、ii)騒音・振動、及び iii)水質汚濁が想定される。これらに対し、以下の緩和策を提言する。

（大気汚染）: 粉じんの排出を緩和する方策として、i)清掃によって車両についた泥・ほこり等を取り除くこと、ii)掘削土等に散水し、湿った状態を保つことが考えられる。排気ガスによる大気汚染については、不要なエンジンアイドリングの禁止、重機の同一箇所での稼働回避、工事時間の厳守などを提言する。

（騒音・振動）：近隣の住民に影響を及ぼすような騒音・振動をこのロールする対策として、i)堤騒音機械の使用、ii)夜間作業の禁止など工事工程の管理、iii)低騒音工事方法の適用等を提言する。

また、上記のような工事に関わる公害を緩和するために工事計画及び実施内容を近隣の住民に周知し、理解を得ることが非常に重要である。

（水質汚濁）：護岸工事、河川の掘削により河川水の汚濁が発生するが、工事の規模と河川の規模・現状の利用状況を考えると深刻な影響を与えるものではないと想定される。工事期間中、工事完了後は定期的に地域の住民、地方政府関係者に聞き取りを行い、影響の有無を確認することを提言する。

9.3.3 モニタリング計画の提言

環境モニタリング計画の以下のとおり提言される。必要な項目はi)大気質、ii)水質、iii)騒音・振動、及びiv)住民移転・補償・用地取得である。

大気質、騒音･振動に関するモニタリングは工事中に実施され、水質及に関しては工事中及び供用後に実施する。

以下の提案は最低限守られるべきものと判断され、今後DPWHによって実施されるIEE調査、簡易RAP調査の結果により加筆・修正されると考えている。

環境モニタリング計画は調査結果に基づき以下のとおり提言される。

表 R 9.21 モニタリング計画の提言

項目	位置	パラメータ	頻度	監理
工事準備段階				
RAP に定められた補償方針に則った支払い				移転実行委員会（RIC）
情報公開のプロセス				RIC
異議申し立てのプロセス				RIC
移転先の位置、設計計画、整備施工、土地家屋の移転				RIC
家屋と家屋建設に関する技術的支援、簡易 RAP で定められた移転にかかる経費の支払い				RIC
生計回復プログラムの実施（職業訓練など）				RIC
工事中				
大気質	工事箇所（図 R 9.3 参照）	PM10, TSP, CO, NOx, and SOx	四半期に 1 回	施工業者
一般水質	施工箇所の下流（図 R 9.3 参照）	BOD, (5-Day 20ºC), DO, TDS, TSS ,Temperature, Oil/Grease, pH	四半期に 1 回	施工業者
水質汚濁	工事箇所（図 R 9.3 参照）	関係者に聞き取り : 水質汚濁による大きな問題がないか	四半期に 1 回	施工業者
騒音･振動	各施工場所（図 R 9.3 参照）	Leq, 音速及び加速度	四半期に 1 回	施工業者
Operation Stage				
水質（一般項目）	施工箇所の下流（図 R 9.3 参照）	BOD, (5-Day 20ºC), DO, TDS, TSS ,温度, Oil/Grease, pH	年 1 回	DPWH
水質汚濁	施工箇所の下流（図 R 9.3 参照）	関係者（市、町）及び地域の住民（バランガイの長）に聞き取り : 河川状態に大きく変化がないか	年 1 回	DPWH
被影響住民の生計状況（移転によって収入が移転前よりも下がっていないか）				RIC/ LUGs
被影響住民の生活状況（移転によって生活状況に変化はないか）				RIC/ LUGs

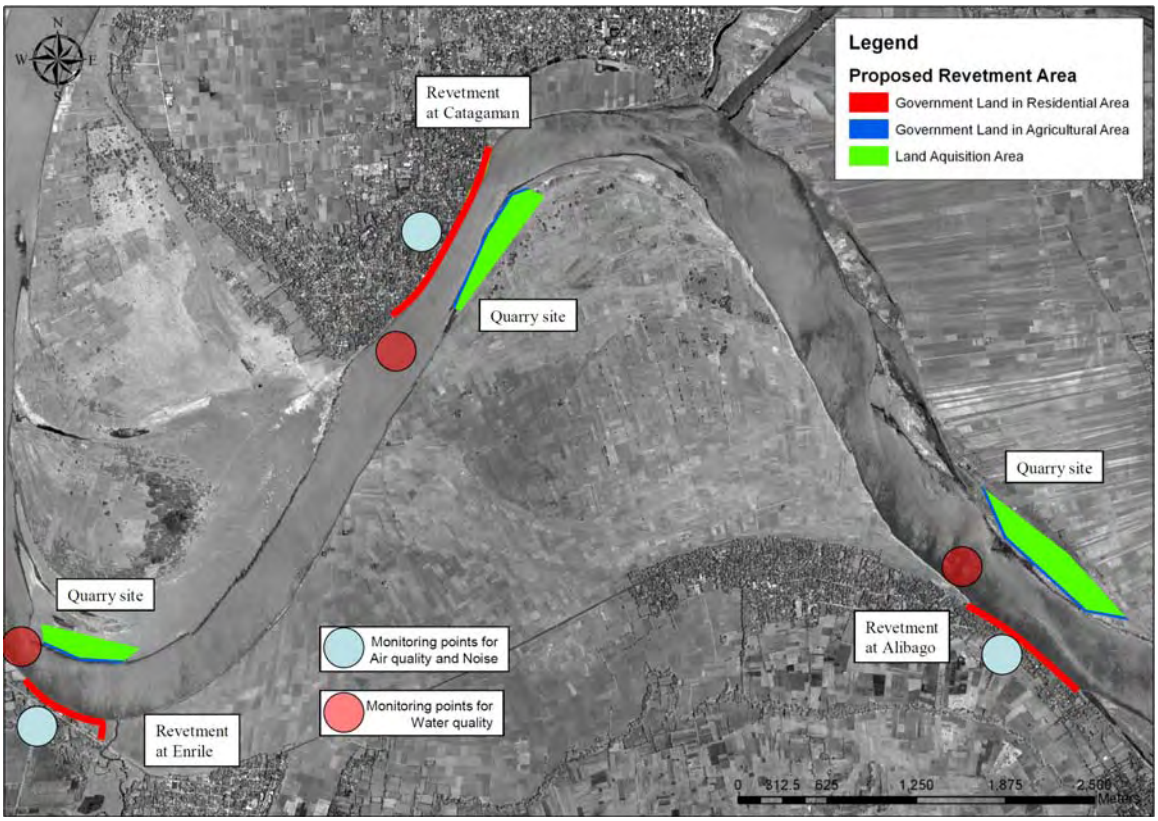


図 R 9.3　提案モニタリング地点

9.4　ECC取得のための次の段階での追加調査のTOR

次の段階における必要なIEE調査：DPWHは本報告書ならびに、本調査で作成したIEE調査報告書をもとにECC所得のための申請書を準備する。

9.5　社会配慮

9.5.1　フィリピン国における住民移転・用地取得制度

(1)　DPWH 事業における住民移転・用地取得等の方針

公共事業道路省（DPWH）が事業を実施する際の用地取得、住民移転に関する方針（内容としてはガイドライン）の改訂版が 2007 年 3 月に作成されている。これは用地取得、住民移転、生計回復及び少数民族に関する方針（以下、「LARRIPP 」という）である。現在第 3 版であるが、最初は 1999 年、用地取得、住民移転及び生計回復に関する方針（以下、「LARRP 」という）として世界銀行（以下、「世銀」という）の支援を受けてアジア開発銀行（以下「ADB」という）及び旧 JBIC の方針を基に作成された。この方針は 2004 年、ADB の支援を受け、旧 JBIC の方針を参照し改定された。そして 2007 年、少数民族の権利に関する法令（IPRA ）及び少数民族についての国家議会（Natonal Comission on Indigenous People）の省令第 1 号(2006)に基づいて DPWH の少数民族に関する方針を付加し改定され、2007 年 3 月にマイナーな改定をされて現在に至っている。

この方針は、フィリピン国の法令に基づき、世銀、ADB、旧 JBIC など国際ドナーのガイドラインの趣旨を盛り込んだもので、非自発的住民移転、法的根拠、受給権利、補償と資格、少数民族に関する方針、実施プロセス、RAP に関する内部・外部モニ

タリングの実施と少数民族への配慮を盛り込んだものである。第 1～第 8 章で構成されており、それぞれの章の内容は以下のとおりである。

第 1 章　：導入（本書の趣旨、改定の経緯等）
第 2 章　：法的根拠
第 3 章　：有資格、補償及び受給内容についての方針（1. 土地所有者、2. 物件のあるプロジェクト影響住民（以下 PAPs とする）、3. 深刻な影響の指標、4. 影響を受ける物件カテゴリ別の補償方針、5. エンタイトルマトリックス）
第 4 章　：事業によって影響を受ける先住民族への対応
第 5 章　：住民説明
第 6 章　：異議申し立てのプロセス
第 7 章　：組織構成
第 8 章　：モニタリングのメカニズム

用地取得のプロセスは LARRIPP の第 5 章に先住民族が被影響住民に含まれない場合と含まれる場合に区分して記載されている。以下、LARRIPP の内容を要約する。

事業主体である DPWH はすべての PAPs に対し次の 3 点を伝達する：1. 事業によって非自発的住民移転が発生すること、2. 影響を受ける区画について、法令（RA8974）にしたがい、地域の国税局評価額か実際の市場価格により補償を受けとることができること、3. 地域の国税局の評価額は実際には市場価格と乖離があること。交渉プロセスは以下のとおりである。

a. DPWH は事業開始当初、PAPs に対し用地取得の必要性と補償内容を説明する。
b. もし PAPs が合意しなかった場合、DPWH は、国税局の評価額での補償を提案する。
c. もし PAPs が合意しなかった場合、DPWH は正当な市場価格をリサーチする専門家を探し、土地区分、用地造成にかかるコスト、PAPs によって示される価格、同様の事業における価格、迷惑料、税率、国税局の評価額、移転費用という項目に基づいた査定を行う。
d. DPHW は PAPs に対し、専門家による補償の交渉価格上限が査定されることを伝える。
e. DPWH は最終価格を決定するため、PAPs と交渉を始める。
f. もし、PAPs が RA8974 に合致した用地評価に合意しなかった場合、彼らの資産は没収される。
g. DPWH は用地が没収された場合、国税局の評価額と同等の額を支払い、裁判所は PAPs への支払い金額を没収から 60 日以内に決定する。裁判所が行政上の最終判断を下した場合、その金額と既に支払った金額の差額を DPWH は支払う。中間で、DPWH は国税局評価額と同額の金額を第三者預託口座にデポジットする。

このプロセスでは PAPs には異議申し立ての方法が伝達される。上記の実施については PAPs の意見を出来る限り尊重し、事業の実施は協議によって対処し、コンセンサスの形成を目指す、とされている。そのためには、次の異議申し立てプロセスが用意されている。

1) PAPs は移転実施委員会（Resettlement Implementation Committee: RIC）に異議を書面で申したてる
2) もし不服が解消されなかった場合、あるいは申し立てから 15 日以内に RIC から回答がない場合、PAPs は DPWH の地方事務所に異議を申し立てる

3) もし PAPs が満足のいく回答を DPWH 地方事務所から得られない場合、PAPs は裁判所に法的に訴える

上記情報伝達はプロジェクト実施事務所（Project Management Office: PMO、DPWH の内部組織）が実施する。その際には、環境社会サービス事務所（Environmental and Social Services Office: ESSO、DPWH の内部組織）、DPWH の地方事務所、町のエンジニアリング事務所の支援を受け、Community の協議とその際に配布される資料をもって実施する。また、LARRIPP の「第 5 章　住民説明」には特に女性、子供、老人への住民協議への参加促進、RAP の内容の説明について、特に配慮するよう記載されている。

(2) DPWH の方針と環境ガイドラインとの整合性

JBIC ガイドラインと LARRIPP における整合性を確認し、Annex PIIA_9-8 にまとめた。両者を比較すると以下の差異があるが、他の項目では大きな差異はないといえる。

- 住民移転計画の策定及び実施時における住民参加の促進：LARRIPP では PAPs 等の適切な参加促進に関し、説明会への参加促進にとどまっている。
- 不法定住者への支援の提供：LARRIPP では不法居住者への支援が明記されていない。

9.5.2 ステークホルダー協議と住民協議

(a) 協議の目的

ステークホルダー協議（SHM）と住民協議の目的は以下のとおりである。

- *地方自治体と住民に事業の目的、コンセプト、デザインを説明すること*
- *彼らの質問に答えること*
- *彼らの意見を集め、検討し、デザインに反映すること*
- *事業についての基本合意を形成すること*

(b) 出席者

ステークホルダー協議への出席者としては町、バランガイなどの地方自治体関係者、町長、議員などを中心に募った。一方、住民協議への参加者としては主として一般住民と NGO を中心にした。一般的に、住民は町長などの社会的地位の高い人物の前では意見を言い出しにくい。このため、JICA 調査団は協議を 2 回に分けることとした。

(c) 実績

Cagayan におけるステークホルダー協議は 3 回開催された。日時、場所などを表 R 9.22 に示す。

表 R 9.22　ステークホルダー協議の開催実績

SHM	日付	主催	場所	主な出席者	主題
1st	2009 年 6/27	DPWH 地方事務所（リージョン 6）	Tugegarao Hotel 会議室	市町村の開発企画コーディネータ（CPDC/MPDC）・技術者・市町村議員（Sanggunian）他。中央政府（NEDA, DPWH, OCD,など）	事業コンセプト
2nd	2009 年 8/11	同上	同上	同上	代替案のデザイン
3rd	Oct. 7	同上	同上	同上	修正したデザイン

CPDC: 市の開発企画コーディネータ（City Planning and Development Coordinator）, 町の開発企画コーディネータ（MPDC: Municipality Planning and Development Coordinator）,OCD: 防災事務所（Office of Civil Diffence）, Sanggunian: 市町村議会（Council of City/Municipality）
出典: JICA 調査団

DPWH はステークホルダー協議の主催者として会議を運営した。実際は中央 DPWH から要請を受け、地方事務所は市・町と連携して協議を開催した。JICA 調査団はプレゼンテーションを行い、出席者からのデザイン等に関する質問に回答した。

JICA 調査団はまた、表 R 9.23 に示すように地方行政府と連携をとりつつ住民協議（PCM）を開催した。

表 R 9.23　住民協議の開催実績

PCM	日付	主催	場所	主たる出席者	主題
第 1 回	2009 年 7/28	JICA 調査団	Alibago 公民館（Enrile 町）	バランガイの長、一般住民、地方政府職員	事業コンセプト
第 2 回	2009 年 8/22	同上	同上	同上	代替案のデザイン
第 3 回	2009 年 9/25	同上	同上	同上	修正したデザイン

B.H.: Barangay Hall, F.C.: Formation Center
出典: JICA 調査団

9.5.3　用地取得の必要性

(1)　用地取得

(a)　用地取得の基本方針

（必要な区域）：事業実施に際して用地取得が必要な区域は、全て私有地である。護岸建設においてはできるだけ宅地の移転が必要な用地取得を避けるため以下の図 R9.4 に示すように護岸の位置を決定した。

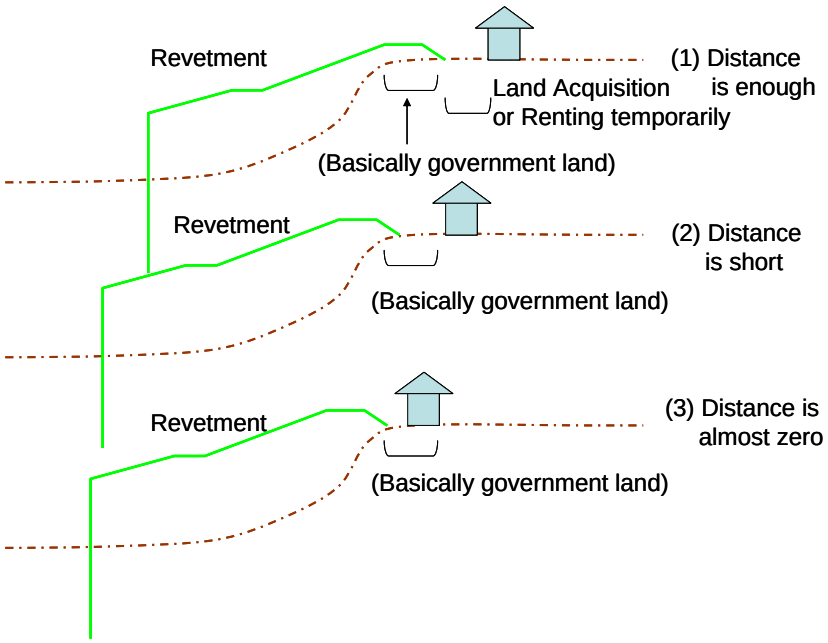


図 R 9.4　護岸設置位置と家屋移転の基本

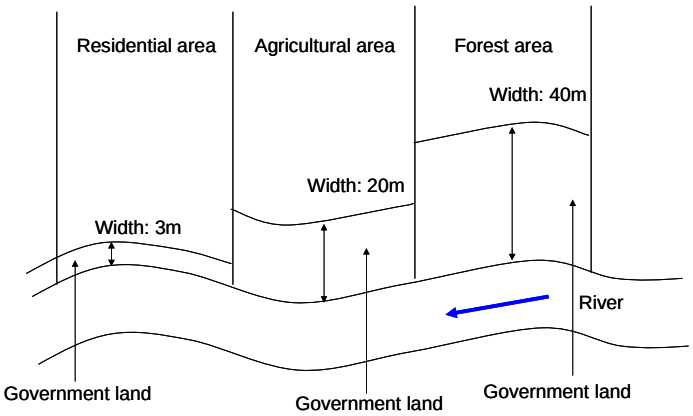
護岸の建設は上図のように、計画護岸位置と宅地の間に建設用仮設道路を通して行う。建設地では特に河岸沿いに住民が居住していないが、倉庫や家畜小屋がいくつか存在する。これらの施設は、所有者承諾の基、事業実施前に撤去する。事業のために撤去される家屋は、上図の(3) のように現在の河岸まで家屋が張り付いている状況にあるもので、このような家屋は移転が必要となる。上図の(3)のような状況になっている家屋で移転が必要である家屋は約 10 軒程度ある。また図 R9.4 に示すように、政府は「水法」によって河岸は公共用地として使用できる権限をもっている。これらの原則に従って、詳細設計を実施して、家屋移転、用地取得等を確定する。また上記の原則に従えば、政府が必要な用地取得区域は上図に(1)に示した、公共用地を越える土地のみでよい。

（護岸建設のために使用する政府用地）：護岸の建設によって影響を受ける家屋に居住する住民はプロジェクト影響住民（PAPs）として移転が必要である。彼らの殆どは、正規居住者である。かれらの中のある住民は、先祖代々の居住者であるが、法的な所有権を持っていない場合がある。このような土地は元々官地であり、住民が土地を借りていると認識される。政府が公共事業のためにこのような土地を使用する場合、住民は、土地を除く建物のみの補償を受けることとなる。

(b)　土取り場となる農地の用地取得

護岸の建設に直接的に影響を受ける土地だけではなく、護岸建設のために必要な土砂を取得するための土取り場の用地取得が必要である。

（川沿いの政府用地）：共和国民法第 464 号（あるいは CA142）によれば、居住区においては川敷きの端から 3m は政府所有の土地であるとされている。川敷きの端からの距離は農地では 30m、森林では 40m となっている。居住区、農地、及び森林の判断は市・町の土地利用区分図に基づいて検討される（下図 R9.5 参照）。



（出典：JICA 調査団）

図 R 9.5　川沿いの用地に関する土地所有の考え方

(c)　用地取得が必要な面積

本事業で必要となる用地取得面積は約 54ha で、詳細を表 R 9.24 に示す。

表 R 9.24　　用地取得面積

工事	場所	用地取得面積 (ha)	現在の土地利用
Alibago 地区護岸	Alibago	0.27	居住地 (郊外)
Cataggaman 地区護岸	Cataggaman	0.42	居住地 (市中)
Enrile 地区護岸	Enrile	0.24	工場, 農場 (郊外)
Alibago 地区掘削	Alibago	28	河岸 (氾濫原)
Cataggaman 地区掘削	Cataggaman	15	河岸 (氾濫原)
Enrile 地区掘削	Enrile	10	河岸 (氾濫原)
計		53.93	河岸 (氾濫原)

出典: JICA 調査団,

用地取得が必要な箇所は図 R 9.6 に示すとおりである。

図 R 9.6　川沿いの用地で用地取得が必要な地域

(2)　住民移転

移転が必要な家屋の特定

上述したように、川沿いの河岸直ぐに建っている住宅は、護岸の建設に影響がある場合、移転対象となる。図 R9.4 に示したように、建設される護岸の線形はできるだけ移転が無いように計画される。それゆえ、移転対象家屋は 10 軒以下となっている。

9.5.4　次の段階における RAP 調査 TOR

次に示す調査項目が次の段階で実施される簡易RAP調査に求められるものである。

- 移転家屋数及びその配置、被影響住民の社会影響調査、移転先候補地
- 被影響住民の特定、補償受給者の定義、補償内容の検討を経てエンタイトルマトリックスの作成、住民移転計画の作成（特に JICA の要求事項を満たすこと）
- 生計回復プログラムの提言
- モニタリング計画の提言