



フィリピン共和国
公共事業道路省



独立行政法人
国際協力機構



フィリピン共和国
カビテ州政府

フィリピン国 カビテ州ローランドにおける 総合的治水対策調査

最終報告書

第1巻 マスタープラン調査

平成 21 年 2 月
(2009 年 2 月)



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（マスタープラン）に使用した為替レート

US\$ 1.00 = PhP. 43.95 = JpY. 114.67
Jp¥ 1.00 = PhP. 0.3834

(2007年10月31日公定レート)



フィリピン共和国
公共事業道路省



独立行政法人
国際協力機構



フィリピン共和国
カビテ州政府

フィリピン国 カビテ州ローランドにおける 総合的治水対策調査

最終報告書

第1巻 マスタープラン調査

平成21年2月
(2009年2月)



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

序 文

日本国政府はフィリピン共和国政府の要請に基づき、同国の「カビテ州ローランドにおける総合的治水対策」にかかる開発調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成 19 年 3 月から平成 21 年 1 月までの間、5 回にわたり、株式会社建設技研インターナショナルの乙川牧彦氏を総括とし、同社および日本工営株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。

また、同期間、国内支援委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議を行いました。

調査団は、フィリピン国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 21 年 2 月

国際協力機構
理事 松本 有幸

伝 達 状

独立行政法人国際協力機構
理事 松本 有幸 殿

今般、フィリピン共和国におけるカビテ州ローランドにおける総合的治水対策調査にかかる調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき、株式会社建設技研インターナショナルおよび日本工営株式会社の共同企業体が、平成 19 年 3 月から平成 21 年 2 月までの間に実施して参りました。

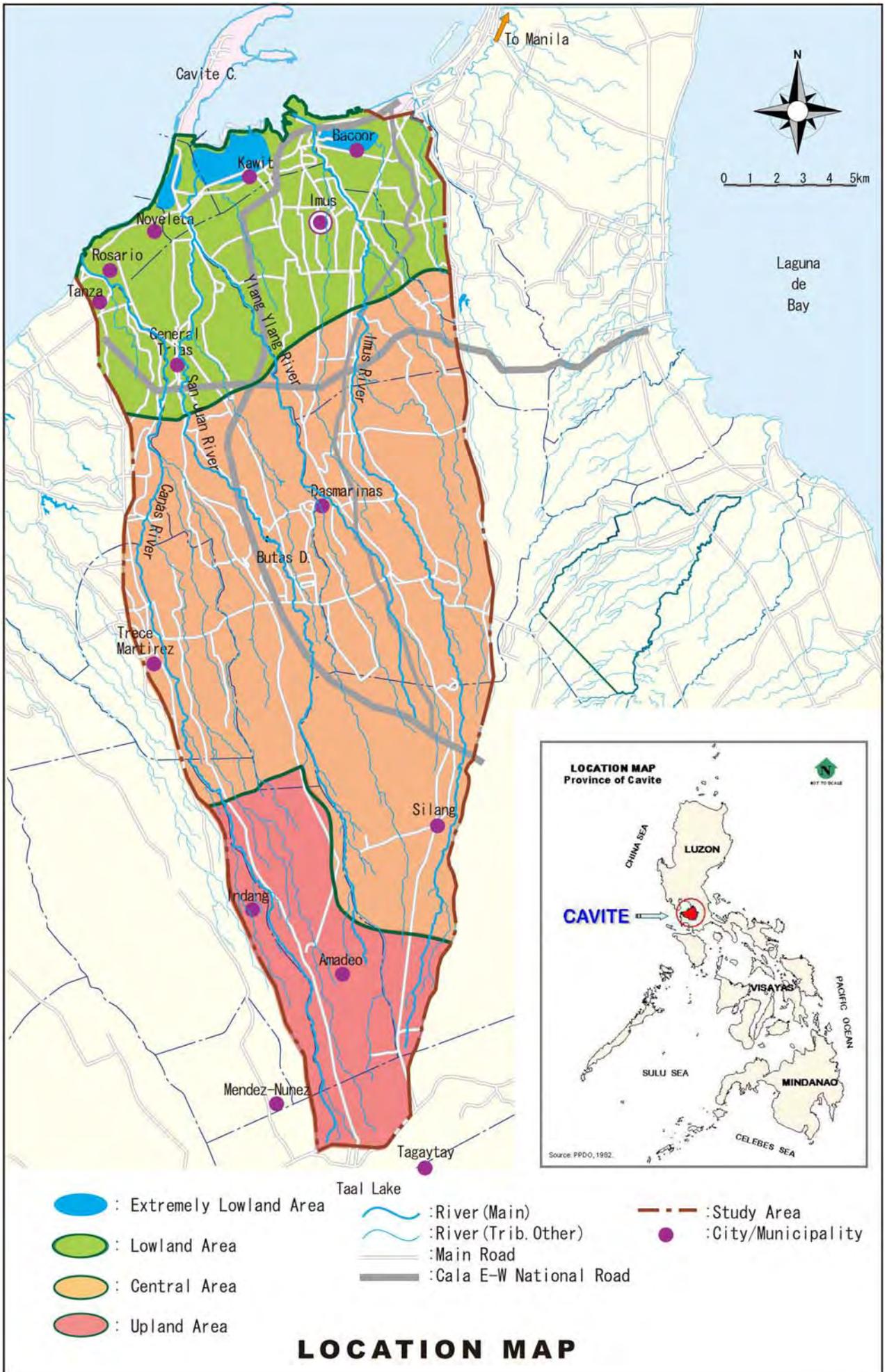
今回の調査においては、フィリピン国先方政府の現状を踏まえ、構造物対策と非構造物対策とからなる持続可能な総合治水対策のマスタープランを策定し、優先事業に対するフィージビリティ調査を実施しました。報告書は、要約および主報告書(第1巻：マスタープラン調査、第2巻：フィージビリティ調査、第3巻：気候変動対策)から構成されております。

なお、同期間中、日本政府特に貴機構、外務省、およびその他関係方面の方々に多大な協力を賜りましたことを、この機会を借りて、厚く御礼申し上げます。また、調査期間中、フィリピン国公共事業道路省とカビテ州および各地方自治体、その他関係機関より頂きました協力と支援について深く感謝いたします。

貴機構におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告書が大いに活用されることを切望する次第です。さらに、これを機会として両国の友好関係がより深まることを祈念いたします。

平成 21 年 2 月

乙川 牧彦
株式会社建設技研インターナショナル
カビテ州ローランドにおける総合的治水対策調査団
総括 乙川 牧彦



報告書の構成

和文要約

第1巻： マスタープラン調査

第2巻： フィージビリティ調査

第3巻： 気候変動対策

Volume 4： Appendix (英語版のみ)

要約

1. 本調査の背景

本調査は、カビテ州東部のマニラ首都圏に隣接する面積 407.4km²を対象地域としている。調査対象地域の下流域は、極端に地盤標高が低く、河川や排水路の洪水流下能力も低いことから、本質的に洪水に対して脆弱である。さらに、近年調査対象地域の中流域や上流域において都市化が進んでおり、流域全体の貯留能力が低下するとともに洪水ピーク流量が増加し、洪水に対してますます脆弱化する傾向にある。近年では 2000 年、2003 年、および 2006 年の台風発生時に調査対象地域の Imus 川および San Juan 川が氾濫し、死者および多数の家屋被害が発生している。さらに海岸沿いローランドエリアでは、数十万の人々が豪雨や高潮による慢性的な浸水被害に悩まされている。

2. 調査の目的

本調査の目的は、洪水軽減のマスタープラン策定、マスタープランで選定された優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査、およびカウンターパートの洪水対策に係わる能力向上を通して、カビテ州ローランドエリアの洪水被害を軽減することである。

3. 提案した計画の概要

調査対象地域における洪水脆弱性の複雑な要因に対処するため、構造物対策および非構造物対策を含む総合的治水対策を提案した。

3.1 構造物による洪水軽減対策計画

構造物による洪水軽減対策計画は、河川洪水および内水氾濫によって引き起こされる被害を軽減することを目的としている。洪水軽減対策の計画規模は、事業費規模、土地収用可能範囲、その他の関連要因を勘案して提案した。河川洪水対策施設の計画対象洪水規模は、Imus 川および San Juan 川の本川に対しては 10 年確率とし、Imus 川の支川については 2 年から 5 年確率とした。さらに内水排除対策施設の計画対象洪水規模として 2 年確率を採用した。

構造物による洪水軽減対策計画には、短期計画および長期計画がある。短期計画は、優先プロジェクトとして位置づけられ、事業の完成目標年は 2013 年とした。優先プロジェクト以外の計画は長期計画と位置づけられ、2020 年を事業の完成目標年とした。

上記計画規模および完成目標年を前提条件として、次の構造物対策を提案した。

- (1) **遊水地**：Imus川およびSan Juan川の下流域は2年確率洪水に対しても対処できないほど流下能力が極端に小さい。しかしながら、全面的な河川改修の実施は、多くの住民移転が発生することから非常に難しい。そこで、河川の中流域に遊水地を建設し流域の貯留効果を高め、河川改修範囲を最小化することとした。提案した遊水地は合計10箇所、総貯水容量は7.55百万m³、必要用地面積は220haである。提案した遊水地のうち、Imus川流域における3つの遊水地建設を優先プロジェクトとして選定した。（3つの遊水地の総貯水容量は2.48百万m³、必要用地面積は81ha。）
- (2) **河川の部分改修**：遊水地単独による洪水調節では河口部を高潮洪水から防御することは難しく、さらに河川の狭窄部における洪水の溢水をなくすこともできない。このような背景から、部分的な河川改修を行うこととし、改修対象範囲をImus川およびSan Juan川の河口域の合計約5.4km区間、ならびに、Bacoor川およびJulian川の中流域における河川狭窄部の合計約15.5kmの区間とした。
- (3) **防災調整池**：新規の宅地開発地には防災調整池を設置することを提案した。防災調整池は、宅地の拡大にしたがって段階的に建設することができるため、宅地開発地の拡大に起因する洪水ピーク流量の増加を抑えることができる。防災調整池の設置面積は、総宅地開発面積の3%以内とし、貯水容量の計画対象洪水規模を20年確率とした。

- (4) **内水排除対策**：内水排除対策は、豪雨および高潮による浸水から海岸沿いのローランドエリアを防御することを目的としている。提案した主要な対策は、(a)既存の排水路の改善（延長3.8km）、(b)排水路およびインターセプターの 신설（延長7.0km）、(c)防潮ゲートの 신설（12門）、(d)フラップゲートの 신설（18門）、(e)内水調整池建設（面積52ha）および(g)防潮堤建設（延長4.1km）である。

3.2 洪水に対する非構造物対策計画

非構造物対策は、構造物対策に比べ少ない費用で洪水被害の軽減効果を早期に得ることができる。本調査においては、以下の対策を提案した。

- (1) **過剰な土地開発の抑制**：2つの条例の法制度化を提案した。1つは、市街地成長管理に関する条例、もう1つは前述の新規宅地開発における防災調整池建設の義務化に関する条例である。市街地成長管理は、過剰な土地開発を抑制し、農地を保全することを目的としている。
- (2) **コミュニティベースの洪水対策**：この計画には2つの目的がある。1つは「河川・排水路の美化清掃についての住民教宣活動」、もう1つは「コミュニティベースの洪水警報・避難活動の促進」である。本調査において、コミュニティベースの洪水対策として、上記の2つを目的としたパイロット・プロジェクトを実施した。
- (3) **河川区域管理**：この計画には、河川区域の定義、河川区域への家屋侵入の抑制のために必要な活動、および河川区域管理に使用されるデータベースの作成が含まれている。

4. 事業費

構造物対策の建設費（初期投資額）および維持管理費は以下の通りである。

実施段階	建設費（初期投資額）	年間維持管理費
優先プロジェクト	1,848 百万ペソ	4.7 百万ペソ/年
全体プロジェクト	6,868 百万ペソ	34.7 百万ペソ/年

注：上記の事業費は、価格変動費を含まない。

構造物対策に関する上記の事業費に加え、(a)ワークショップや公聴会の開催、(b)トレーニングマニュアルやリーフレットの作成、を含む非構造物対策の年間運営費が76万ペソ必要である。

5. プロジェクト評価

5.1 経済評価

構造物対策については、下に示すように、経済内部収益率の観点から実施可能であると評価した。一方、非構造物対策については、具体的な対費用効果を見積もることが難しく経済評価の対象外とした。

実施段階	洪水対策による裨益家屋数	EIRR
優先プロジェクト	12,800 戸	26.0 %
全体プロジェクト	24,700 戸	22.2 %

5.2 環境社会配慮

プロジェクトによる主要な負の影響は家屋移転と土地収用である。移転家屋数は全体プロジェクトでは470戸、優先プロジェクトでは12戸である。州政府は現在、調査対象地域およびその周辺に122haの住民移転地開発を計画している。この新しい移転地は、本プロジェクトによる移転対象者を収容することができる。この移転地の整備に加え、地方自治体は、プロジェクトの影響を受ける住民（PAPs）のための社会復帰および生計回復を含めた総合住民移転計画を策定し、それを実施する必要がある。

土地収用に関しては、全プロジェクトでは合計 109ha の農地と 167ha の養魚池（優先プロジェクトでは 29.9ha の農地）を取得する必要がある。こうした土地収用は、小作農や養魚業者の仕事を手奪することになる。地方自治体は、これらの小作農や養魚業者に対して、職業訓練や就職斡旋等の特別な配慮をすることが必要となる。

上記の問題に加えて、プロジェクト全体では、約 4.1ha のマングローブ林を伐採する必要がある。この影響を緩和するために、プロジェクト実施に際しては、プロジェクトによって影響を受ける全てのマングローブを移植することを基本方針とする。さらに、地方自治体は、プロジェクト開始時にマングローブ保全のための調査を行う必要がある。

6. 結論および提言

構造物対策の実施は実行可能と評価され、洪水軽減効果を発現するため早期に実施する必要がある。非構造物対策もまた、少ない費用で洪水被害軽減効果を早期に発現するために重要である。提案した構造物・非構造物対策の中で、特に「①必要最小限の河川改修」、「②遊水池建設」及び「③都市計画手法の導入」の三つの施策は統合して実施することが本件洪水対策に極めて重要な要件となる。提案したプロジェクトの評価および提言を以下に述べる。

(1) 遊水池建設の早急な実施

遊水池は家屋移転数を最小化し洪水軽減効果を早期発現させるための鍵となる構造物である。しかしながら、遊水池建設の適地が早い段階で確保されない限り、現在の市街地の急速な拡大が遊水池の適地へも及ぶかもしれない。したがって、遊水池建設は早急に実施されなければならない。

(2) 過剰な土地開発抑制のための条例の法制度化

「市街地成長管理」および「防災調整池」に関する条例は、過剰な土地開発を抑制し流域の洪水ピーク流量を増加させないために、早期に法制度化され施行されなければならない。

(3) コミュニティベースの洪水対策の持続的活動の促進

地方自治体は、パイロット・プロジェクトから学んだ教訓に基づき、コミュニティベースの洪水対策のための持続的活動を促進しなければならない。

(4) 洪水対策委員会（FMC）の活性化

地方自治体は、現在の洪水対策委員会（FMC）の組織体制を見直し、地方自治体が管轄すべきコミュニティベースの洪水対策やその他の活動を率先して実施することが求められる。さらに早い機会に FMC 活動のための執行命令を発し、予算措置を講じる必要がある。

(5) 環境社会配慮に係わる提言

本調査マスタープラン調査において提案した全体洪水対策事業計画実施にあたっては、フィリピン国の移転政策（LARIPP）に基づく移転行動計画（RAP）を策定し、同計画に基づく移転を遅滞なく実行することが必須となる。さらに全体事業計画の実施に伴い 4.1 ヘクタールのマングローブ林の伐採が必要であり、この影響緩和策として、事業実施に先立ってマングローブの移植あるいは再生に係わる作業の実施が求められる。全体事業計画のうち優先プロジェクトとして選定された三つの遊水池の建設に関しては、必要とする移転は 12 世帯にとどまるもののやはり地方政府と NGO の協力によるすみやかな移転計画の策定ならびに実施が求められる。

(6) 事業実施主体

提案した構造物対策（防災調整池以外）の実施主体としては、その事業費の規模から判断すると DPWH が最適である。地方自治体は、住民移転に関する PAPs の合意形成を含む土地収用の補助的作業、移転地の準備、および PAPs の社会復帰・収入回復の支援等を担当しなければならない。さらに、地方自治体は、非構造物対策に係わる作業を実施する必要がある。

目次

第1巻 マスタープラン調査編

序文

伝達状

Location Map

報告書の構成

要約

目次

略語一覧

マスタープラン調査概要書

頁

第1章	案件の概要.....	1-1
1.1	案件の目的及び必要性・妥当性.....	1-1
1.1.1	案件の目的.....	1-1
1.1.2	案件対象地の位置.....	1-1
1.1.3	案件の必要性・妥当性.....	1-1
1.1.4	国際協力機構(JICA)による技術協力プログラム.....	1-2
1.2	調査工程.....	1-2
1.3	カウンターパート機関.....	1-2
1.4	ステアリングコミッティ.....	1-3
1.5	テクニカルワーキンググループ.....	1-4
1.6	ファイナルレポートの構成.....	1-4
第2章	調査対象地域の現況.....	2-1
2.1	流域の地形.....	2-1
2.2	自然環境.....	2-1
2.2.1	気象・水文.....	2-1
2.2.2	潮位.....	2-2

2.2.3	気候変動による影響.....	2-2
2.3	河川状況.....	2-2
2.3.1	河川.....	2-2
2.3.2	河川の特徴.....	2-3
2.3.3	河川及び排水路の現況流下能力.....	2-5
2.4	洪水被害.....	2-5
2.4.1	General.....	2-5
2.4.2	河川洪水.....	2-5
2.4.3	内水氾濫.....	2-6
2.4.4	浸水想定区域.....	2-6
2.5	自然環境.....	2-7
2.6	海洋.....	2-8
2.7	土砂流出.....	2-10
2.8	地質.....	2-10
2.8.1	概説.....	2-10
2.8.2	地質構造.....	2-12
2.8.3	地質工学的考察.....	2-12
第3章	調査対象地域の概要.....	3-1
3.1	人口.....	3-1
3.2	土地利用.....	3-2
3.3	調査対象地域の経済.....	3-3
3.3.1	概況.....	3-3
3.3.2	経済開発.....	3-3
3.3.3	家計所得.....	3-7
3.4	水利用.....	3-7
3.4.1	表流水利用.....	3-7
3.4.2	地下水利用.....	3-7
3.5	公害.....	3-8
3.5.1	水質汚染.....	3-8
3.5.2	固形廃棄物処理.....	3-10

第4章	案件対象域の将来人口及び土地利用分析.....	4-1
4.1	現行土地利用計画.....	4-1
4.2	人口予測.....	4-2
4.2.1	過去の調査での人口予測.....	4-2
4.2.2	本調査における人口予測.....	4-3
4.2.3	13市町の市街化状況と人口増加.....	4-5
4.3	人口配分と市街地面積の需要算定.....	4-7
4.4	2020年の土地利用計画図.....	4-10
第5章	水文解析.....	5-1
5.1	解析の目的と手順.....	5-1
5.2	雨量・水文観測所およびデータの収集・整理.....	5-1
5.2.1	雨量観測所およびデータ.....	5-1
5.2.2	水位・流量観測所およびデータ.....	5-2
5.3	降雨解析.....	5-2
5.3.1	降雨特性.....	5-2
5.3.2	流域平均雨量.....	5-3
5.3.3	降雨強度式.....	5-3
5.3.4	計画降雨.....	5-4
5.4	流出解析.....	5-4
5.4.1	モデル構成.....	5-4
5.4.2	流出モデル.....	5-5
5.4.3	土地利用.....	5-6
5.4.4	2006年洪水を用いた流出モデルの検証.....	5-6
5.4.5	基本高水.....	5-7
5.5	洪水氾濫解析.....	5-8
5.5.1	概要.....	5-8
5.5.2	洪水氾濫モデル.....	5-9
5.5.3	2006年台風 Milenyo の再現.....	5-14
5.5.4	各確率年毎の洪水氾濫シミュレーション.....	5-15
第6章	国家・地域治水政策及び関連プロジェクト.....	6-1
6.1	治水対策に係る国家政策方針.....	6-1

6.1.1	国家中期開発計画 (Medium-Term Philippine Development Plan 2001 - 2004 : MTPDP)	6-1
6.1.2	国家施設計画フレームワーク 2001-2030 (National Framework for Physical Planning 2001 - 2030 : NFPP)	6-1
6.1.3	総合水資源管理計画 (Integrated Water Resources Management)	6-2
6.2	治水・洪水軽減のための組織制度	6-2
6.2.1	概説	6-2
6.2.2	国家経済開発庁 (NEDA) の役割	6-3
6.2.3	天然資源省 (DENR) の役割	6-3
6.2.4	国家災害調整委員会 (NDCC) の役割	6-4
6.2.5	公共事業道路省 (DPWH) の役割	6-5
6.2.6	国家灌漑庁 (NIA) の役割	6-5
6.2.7	治水関連の他の政府機関とその役割	6-5
6.2.8	地方自治体 (LGU) の役割	6-6
6.3	「フィ」国の治水政策予算	6-6
6.3.1	国家予算	6-6
6.3.2	地方自治体予算	6-8
6.4	調査対象地域における過去及び実施中の治水対策事業	6-10
6.4.1	河川・排水路維持修繕事業	6-10
6.4.2	水路美化・清掃に関連する活動	6-10
6.4.3	調査地域における現在の洪水警報・避難システム	6-13
6.4.4	本調査に関連する計画及びプロジェクト	6-15
第7章	総合的治水対策のためのコンセプト	7-1
7.1	基本コンセプト	7-1
7.2	計画設定のためのコンセプト	7-2
7.2.1	段階的実施計画及び計画目標年次	7-2
7.2.2	社会経済的枠組み設定のためのコンセプト	7-2
7.2.3	治水計画フレームワーク設定のためのコンセプト	7-3
第8章	構造物による洪水軽減対策計画	8-1
8.1	河川洪水対策のための施設計画	8-1
8.1.1	最大計画規模	8-1
8.1.2	適応可能な河川洪水対策	8-1

8.1.3	河川洪水軽減計画の代替案	8-6
8.2	内水排除対策のための施設計画	8-13
8.2.1	最大計画規模.....	8-13
8.2.2	適応可能な内水排除対策	8-14
8.2.3	内水排除計画の代替案.....	8-17
8.3	施設の概略設計.....	8-19
8.3.1	河川改修	8-20
8.3.2	遊水地および内水調整池.....	8-22
8.3.3	防災調節池.....	8-24
8.3.4	San Juan 放水路	8-24
8.3.5	排水路改善.....	8-25
8.3.6	海岸堤	8-25
8.3.7	防潮ゲートおよびフラップゲート	8-26
8.3.8	新設排水路およびインターセプター	8-27
8.3.9	地球温暖化に対する構造物対策	8-27
8.4	事業費積算.....	8-28
8.4.1	事業費積算条件.....	8-28
8.4.2	提案した構造物における特記事項	8-28
8.4.3	事業費積算結果.....	8-29
8.5	総合治水対策代替案の社会経済的検討	8-32
8.5.1	方法論	8-32
8.5.2	既往洪水の被害額推定	8-34
8.5.3	経済便益の特定.....	8-40
8.5.4	経済費用の推定.....	8-43
8.5.5	経済評価結果及び結論.....	8-44
第9章	非構造物対策.....	9-1
9.1	非構造物対策の概要.....	9-1
9.2	河川/排水路の清掃・不法ゴミ投棄規制	9-1
9.2.1	危険狭窄・閉塞部の定期的維持管理活動	9-1
9.2.2	河川/排水路維持管理のための啓蒙活動計画 (Information and Education Campaign: IEC)	9-3
9.2.3	能力開発計画.....	9-4
9.2.4	州レベルの固形廃棄物処理システム強化に関する問題と提言	9-4

9.2.5	パイロットプロジェクト実施計画	9-5
9.3	河川区域不法占用対策	9-6
9.3.1	河川区域の定義	9-7
9.3.2	河川区域内に存在する建造物	9-8
9.3.3	河川区域維持管理計画	9-8
9.4	土地開発規制	9-10
9.4.1	過度な土地開発の抑制及び規制計画	9-10
9.4.2	オンサイト防災調節池の法的整備計画	9-12
9.5	洪水予警報・避難体制計画	9-12
9.5.1	洪水危険区域の設定	9-13
9.5.2	洪水予警報・避難体制の手順	9-13
9.5.3	段階的洪水予警報・避難システムのための水文条件	9-14
9.5.4	総降雨量と河川水位	9-15
9.5.5	洪水対策司令センターの設置	9-17
9.5.6	洪水避難センターの設置	9-17
9.5.7	洪水警報・避難のための情報伝達システム	9-18
9.5.8	洪水警報・避難システムのための資機材	9-19
9.5.9	コミュニティベースの洪水警報・避難システム	9-20
第 10 章	洪水対策代替案の環境社会配慮	10-1
10.1	調査の概要	10-1
10.1.1	IEE の必要性	10-1
10.1.2	IEE の調査内容	10-1
10.1.3	ベースライン環境条件	10-1
10.1.4	プロジェクト代替案	10-1
10.2	評価対象となる環境要素の抽出（スコーピング）	10-1
10.2.1	スコーピングの方法	10-1
10.2.2	抽出した環境要素	10-2
10.3	影響評価対象の環境要素	10-3
10.4	影響評価と可能な緩和手段	10-3
10.4.1	建設段階	10-3
10.4.2	管理段階	10-20
10.4.3	プロジェクト無しの場合の影響評価	10-22

10.5	必要なモニタリング項目の抽出	10-23
10.6	ステークホルダーミーティング結果とその対応策	10-23
第 11 章	総合的治水対策（マスタープラン）の策定	11-1
11.1	最適な洪水軽減対策計画の選定	11-1
11.1.1	構造物による最適洪水軽減計画	11-1
11.1.2	非構造物による最適洪水軽減計画	11-5
11.2	優先プロジェクトの選定	11-6
11.2.1	構造物による洪水軽減対策における優先プロジェクト	11-6
11.2.2	非構造物による洪水軽減対策における優先プロジェクト	11-6
11.3	事業実施計画	11-7
11.4	提案した洪水軽減対策事業実施組織の設立計画	11-8
11.4.1	各コンポーネント実施のための母体組織案	11-8
11.4.2	洪水対策委員会（Flood Mitigation Committee (FMC)）の設立	11-10
11.5	移転の予備計画	11-12
11.5.1	移転計画策定方針	11-12
11.5.2	移転実施における影響	11-13
11.5.3	移転対象者の概要	11-13
11.5.4	想定移転対象者の社会経済状況	11-14
11.5.5	カビテ州における住宅整備プログラム	11-22
11.5.6	プロジェクト影響世帯(PAFs)の移転先候補地	11-24
11.5.7	本マスタープランにおける移転計画（手順・戦略・方法）	11-27

表目次

本文表目次

表 R 1.1	本調査のためのカウンターパート一覧.....	1-2
表 R 1.2	最終報告書の構成.....	1-4
表 R 2.1	調査対象地域の地形区分.....	2-1
表 R 2.2	調査対象地域の本川および支川の流域面積.....	2-3
表 R 2.3	調査対象地域の河川諸元.....	2-3
表 R 2.4	調査対象地域の最近の代表的洪水被害.....	2-5
表 R 2.5	2006 年台風 Milenyo 時および各確率年での想定氾濫面積.....	2-6
表 R 2.6	レッドリストのカビテ州の哺乳類.....	2-7
表 R 2.7	プロジェクトエリアにおける現況のマングローブ.....	2-8
表 R 2.8	調査対象地域の年流出土砂量.....	2-10
表 R 2.9	調査地域の地質層序表.....	2-11
表 R 2.10	調査地域内の構成地質の分布と岩相.....	2-11
表 R 2.11	コンクリート骨材原石山候補地.....	2-14
表 R 3.1	調査対象地域の人口.....	3-1
表 R 3.2	調査対象地域の市及びムニシパリティ毎の現況土地利用.....	3-2
表 R 3.3	カビテ州の部門別就業者数.....	3-3
表 R 3.4	カビテ州内の工業団地.....	3-4
表 R 3.5	調査対象地域内の工業団地.....	3-4
表 R 3.6	2002 年に CALABARZON 内に訪れた観光客（旅行者）.....	3-5
表 R 3.7	カビテ州内の市・ムニシパリティ別ホテル数.....	3-5
表 R 3.8	カビテ州内の District 別農地利用.....	3-6
表 R 3.9	調査対象地域内のムニシパリティ別の漁業関連データ.....	3-6
表 R 3.10	調査対象地域内のムニシパリティ別の養殖関連データ.....	3-7
表 R 3.11	カビテ州の家計所得.....	3-7
表 R 3.12	DENR 利用適用範囲に係る調査対象範囲内河川水の利用範囲規定.....	3-8
表 R 3.13	案件対象域の水質分析結果.....	3-8
表 R 3.14	CALA East-West National Road 調査における Imus 川・San Juan 川大腸菌量試験結果.....	3-8
表 R 3.15	調査対象 3 河川における DENR による水質試験詳細結果.....	3-9
表 R 3.16	河川水及び河床材料の重金属含有量.....	3-9
表 R 3.17	調査対象地域内の一般家庭固形廃棄物量とその収集システム.....	3-10
表 R 3.18	調査対象地域内の市場からの固形廃棄物量とその収集システム.....	3-10
表 R 3.19	調査対象地域内の一般家庭用固形廃棄物のための処理場.....	3-11

表 R 4.1	既存及び将来の土地利用(面積表).....	4-1
表 R 4.2	各スタディで設定された人口増加率 (年平均)	4-4
表 R 4.3	各人口予測における減速率 (直近過去 5 ヶ年の伸び率に対する各 5 ヶ年の減速率).....	4-4
表 R 4.4	カビテ州の人口予測 2000-2020	4-5
表 R 4.5	2020 年における調査対象地域の将来人口の推計	4-5
表 R 4.6	各市町の過去及び将来 (CLUP で設定されている) の人口の伸び率.....	4-5
表 R 4.7	13 市町の格付け	4-6
表 R 4.8	調査対象地域の現在及び将来の人口 (市町別)	4-7
表 R 4.9	既存市街地面積及び農地転用可能面積.....	4-7
表 R 4.10	農地転用可能面積と人口吸収能力.....	4-8
表 R 4.11	各市町への対策の適用.....	4-8
表 R 4.12	増加人口の再配置結果.....	4-9
表 R 4.13	提案の土地利用計画面積表 (本調査と CLUP の比較)	4-10
表 R 4.14	土地利用計画の基本的概念.....	4-11
表 R 4.15	空間計画基準 (商業、工業、公共施設用地に関する基準) の適用.....	4-12
表 R 5.1	調査対象地域内および近傍の雨量観測所諸元表	5-1
表 R 5.2	調査対象地域内の水位・流量観測所諸元表	5-2
表 R 5.3	各再現期間に対する流域平均 2 日雨量.....	5-3
表 R 5.4	Port Area 観測所の確率降雨強度式における定数	5-4
表 R 5.5	流出モデルの構成	5-5
表 R 5.6	土地利用形態別の有効降雨モデル定数の標準値	5-5
表 R 5.7	土地利用形態別の C 値の標準値	5-5
表 R 5.8	流出モデルにおける最終定数.....	5-7
表 R 5.9	確率洪水流量と 2006 年洪水のピーク流量の比較	5-7
表 R 5.10	河川および排水路ネットワークおよび横断データ	5-13
表 R 5.11	Manila 湾およびカビテ港の潮位	5-13
表 R 5.12	河川及び水路の粗度係数.....	5-14
表 R 5.13	2006 年台風 Milenyo 時の浸水深別浸水面積.....	5-15
表 R 5.14	計算ケース	5-15
表 R 5.15	氾濫面積.....	5-16
表 R 5.16	河川洪水による氾濫面積 (プロジェクトなし)	5-16
表 R 5.17	Imus 川流域の河川洪水による氾濫面積.....	5-16
表 R 5.18	San Juan 川流域の河川洪水による氾濫面積.....	5-16
表 R 5.19	内水氾濫による浸水面積.....	5-17
表 R 6.1	調査対象地域内にある市・ムニシパリティ及びバラングイ	6-6

表 R 6.2	1999～2006 年間の DPWH インフラ事業の実際投資額.....	6-7
表 R 6.3	Medium-Term Investment Program (1999-2004)における提案投資額と 実際の投資額.....	6-7
表 R 6.4	Medium-Term Investment Program (2005-2010)における提案投資額.....	6-8
表 R 6.5	Medium-Term Investment Program (2005-2010)における 外国援助機関による洪水対策事業提案投資額.....	6-8
表 R 6.6	Medium-Term Investment Program (2005-2010)における 自国予算による洪水対策事業提案投資額.....	6-8
表 R 6.7	カビテ州政府の一般予算の年間総収入・支出.....	6-9
表 R 6.8	調査対象地域内 LGU の収入規模別グループ.....	6-9
表 R 6.9	調査対象地域内において 2007 年度 NIA が実施した 灌漑用ダムの修繕工事.....	6-10
表 R 6.10	カビテ州政府により指定された適格避難センター.....	6-14
表 R 7.1	構造物対策および非構造物対策に期待される機能.....	7-1
表 R 8.1	最大河川改修範囲（計画規模：20 年確率）.....	8-2
表 R 8.2	遊水地建設候補地.....	8-3
表 R 8.3	新設 San Juan 川放水路の建設候補ルート.....	8-3
表 R 8.4	防災調節池構造基準.....	8-4
表 R 8.5	防災調節池の洪水調節効果.....	8-5
表 R 8.6	大規模宅地開発地における土地利用.....	8-5
表 R 8.7	河川洪水軽減計画の代替案.....	8-6
表 R 8.8	遊水地建設に伴う部分的河川改修 （代替案 F_I.2, F_I.3 および F_S.2, F_S.4）.....	8-6
表 R 8.9	全川改修案における河川改修方法（計画規模 2 年～20 年） （代替案 No. F_I.1 および F_S.1）.....	8-7
表 R 8.10	各計画規模における全川改修に必要な移転家屋数 （代替案 No. F_I.1 および F_S.1）.....	8-7
表 R 8.11	代替案 F_I.2 および F_S.2 における土地収用面積および 遊水地の貯水容量.....	8-8
表 R 8.12	各計画規模における遊水地の建設および 部分的河川改修に必要な移転家屋数（代替案 F_I.2 および F_S.2）.....	8-8
表 R 8.13	防災調節池の必要総貯水容量.....	8-9
表 R 8.14	代替案 F_I.3 における遊水地の必要土地収用面積および貯水容量.....	8-9
表 R 8.15	各計画規模における遊水地の建設および部分的河川改修に必要な 移転家屋数（代替案 F_I.3）.....	8-10
表 R 8.16	代替案 F_S.3 における河川改修の主要な仕様と移転家屋数.....	8-11

表 R 8.17	San Juan 放水路の建設、遊水地の建設および部分的河川改修の組合せ..	8-12
表 R 8.18	代替案 F_S.4 における移転家屋数 (San Juan 放水路、遊水地、部分的河川改修).....	8-12
表 R 8.19	代替案 F_S.5 における主要な構造物の仕様（防災調節池は除く）	8-13
表 R 8.20	代替案 F_S.5 における必要家屋移転数（防災調節池は除く）	8-13
表 R 8.21	ローランドエリアにおいて計画される海岸堤	8-15
表 R 8.22	海岸堤のみの場合と海岸堤および輪中堤の場合の移転家屋数比較.....	8-16
表 R 8.23	河口区間において計画されるフラップゲート	8-16
表 R 8.24	内水調整池建設候補地.....	8-17
表 R 8.25	内水排除計画の代替案.....	8-18
表 R 8.26	内水排除計画の代替案の検討ケース	8-18
表 R 8.27	内水排除対策に必要な移転家屋数および 土地収用面積（防災調節池あり）	8-19
表 R 8.28	内水排除対策に必要な移転家屋数および 土地収用面積（防災調節池なし）	8-19
表 R 8.29	河川改修設計基本緒元.....	8-20
表 R 8.30	Imus 川流域河川改修における概略工事量.....	8-21
表 R 8.31	San Juan 川流域河川改修における概略工事量.....	8-21
表 R 8.32	遊水地の主要仕様	8-24
表 R 8.33	内水調整池の主要仕様.....	8-24
表 R 8.34	防災調節池の主要仕様.....	8-24
表 R 8.35	排水路改善の主要仕様.....	8-25
表 R 8.36	ローランドエリアにおける海岸堤.....	8-25
表 R 8.37	防災調節池の建設を含まない代替案における追加工事費.....	8-29
表 R 8.38	防災調節池の建設に関する負担費用	8-29
表 R 8.39	河川洪水対策代替案における基本工事費および補償費のまとめ.....	8-30
表 R 8.40	内水排除対策代替案における基本工事費および補償費のまとめ.....	8-30
表 R 8.41	河川洪水対策代替案における事業費のまとめ	8-31
表 R 8.42	一定面積内の建物種類別数量割合	8-34
表 R 8.43	2006 年洪水による浸水深別・建物種類別家屋数	8-34
表 R 8.44	被害額推定の原単位(経済価格).....	8-35
表 R 8.45	浸水深別各種被害率	8-35
表 R 8.46	浸水深別の清掃に要する日数ならびに営業停止日数	8-36
表 R 8.47	清掃に関わる所得減ならびに営業停止損.....	8-36
表 R 8.48	社会基盤被害額	8-36
表 R 8.49	車両の業種別割合	8-37

表 R 8.50	交通途絶・迂回損ならびに車両利用業務従事者の 所得減に関わる原単位.....	8-37
表 R 8.51	2006 年洪水による交通途絶・迂回損ならびに 車両利用業務従事者の所得減.....	8-37
表 R 8.52	工業団地の被害額推定のための原単位.....	8-38
表 R 8.53	2006 年洪水による工業団地の被害額.....	8-38
表 R 8.54	2006 年洪水による農作物の被害額.....	8-38
表 R 8.55	2006 年洪水時の避難状況.....	8-39
表 R 8.56	2006 年洪水時の避難者救援活動に要した費用の総額.....	8-40
表 R 8.57	2006 年洪水による被害額の総額.....	8-40
表 R 8.58	Imus 川河道改修事業による年平均被害軽減期待額.....	8-41
表 R 8.59	San-Juan 川および Ylang-Ylang 川河道改修事業による 年平均被害軽減期待額.....	8-42
表 R 8.60	排水系統改修事業による年平均被害軽減期待額.....	8-42
表 R 8.61	オンサイト防災調節池による経済便益の総額と それぞれの洪水対策事業への配分.....	8-43
表 R 8.62	標準変換係数の計算.....	8-43
表 R 8.63	オンサイト防災調節池「あり」の場合の洪水被害軽減にかかる 最適事業の組合せにおける経済評価結果.....	8-45
表 R 9.1	非構造物対策.....	9-1
表 R 9.2	ゴミや流下物が堆積し河川/排水路を閉塞する箇所.....	9-1
表 R 9.3	DPWH カビテ事務所が管理する対象閉塞危険橋梁部.....	9-2
表 R 9.4	DPWH カビテ事務所が管理する堆積物除去対象主要排水幹線水路.....	9-2
表 R 9.5	市・ムニシパリティが管理する堆積物除去対象主要排水幹線水路.....	9-3
表 R 9.6	各市・ムニシパリティが管理する堆積物除去対象主要排水幹線水路.....	9-3
表 R 9.7	調査対象地域のゴミ処理・投棄の現実.....	9-3
表 R 9.8	新たな固形廃棄物処理システムにおける最終処分場の使用可能期間.....	9-5
表 R 9.9	各市・ムニシパリティによる現在の家庭ゴミ収集システム.....	9-5
表 R 9.10	定期的河道測量実施区間.....	9-10
表 R 9.11	洪水危険指定地区の面積（案）.....	9-13
表 R 9.12	洪水危険指定地区内にあるバランガイ数（案）.....	9-13
表 R 9.13	洪水予警報・避難体制の各段階時に要求される活動内容.....	9-14
表 R 9.14	各河川の降雨ピーク時から流量ピーク時の時間差.....	9-14
表 R 9.15	洪水警報・避難システムに使用される河川水位観測位置と その設定水位.....	9-16
表 R 9.16	各段階設定累加降雨量.....	9-17

表 R 9.17	転倒ます形雨量計を新たに設置する観測地点	9-17
表 R 9.18	洪水警報・避難システムに必要な連絡用資機材数量	9-20
表 R 10.1	各代替案の移転家屋数.....	10-4
表 R 10.2	サンプル調査河岸住民の分布.....	10-4
表 R 10.3	河岸住民の家族数の分布.....	10-5
表 R 10.4	河岸住民の対応者・戸主の性別と年齢分布	10-5
表 R 10.5	河岸住民の就労家族の職業.....	10-5
表 R 10.6	河岸住民の一人当たり月收入分布	10-6
表 R 10.7	河岸住民の土地・家屋の所有形態.....	10-6
表 R 10.8	各代替案に必要な移転地収用戸数.....	10-7
表 R 10.9	希望移転先	10-7
表 R 10.10	各代替案の土地収用面積.....	10-8
表 R 10.11	サンプル調査の農家・養魚業者の分布	10-9
表 R 10.12	農家・養魚業者の家族数の分布.....	10-10
表 R 10.13	農家・養魚業者の戸主の性別および年齢分布	10-10
表 R 10.14	農地・養魚池面積の分布.....	10-10
表 R 10.15	農業・養魚以外の収入源.....	10-10
表 R 10.16	農業/養魚収入の総家計収入に対する割合の分布	10-11
表 R 10.17	農家・養魚業者家族の一人当たり月收入の分布	10-11
表 R 10.18	農家・養魚業者の対応者の学歴分布	10-11
表 R 10.19	各代替案の土地収用対象農家・養魚業者の数	10-12
表 R 10.20	中断する道路・橋梁	10-13
表 R 10.21	ムニシパル漁船の繋留場所.....	10-14
表 R 10.22	マングローブの伐採	10-15
表 R 10.23	提案プロジェクト周辺の井戸のインベントリー	10-17
表 R 10.24	代替案の河川掘削工事.....	10-18
表 R 10.25	騒音レベルの環境基準.....	10-19
表 R 10.26	各代替案の騒音インパクトと緩和対策.....	10-20
表 R 10.27	各地域の人口および市街地面積.....	10-21
表 R 10.28	プロジェクト無しの場合の洪水被害	10-22
表 R 10.29	必要なモニタリング項目.....	10-23
表 R 10.30	マスタープラン調査で実施したステークホルダーミーティング	10-23
表 R 11.1	各代替案の実施に付随する移転家屋数.....	11-1
表 R 11.2	各代替案の事業費	11-2
表 R 11.3	各計画規模における最適計画案.....	11-3
表 R 11.4	内水排除対策における代替案の事業費および移転家屋数.....	11-3

表 R 11.5	内水排除対策における浸水を許容した代替案の事業費および 移転家屋数.....	11-4
表 R 11.6	総合的洪水軽減対策の全体事業費内訳.....	11-4
表 R 11.7	総合的洪水軽減対策の全体計画案.....	11-5
表 R 11.8	総合的洪水軽減対策の構造物対策規模および概要.....	11-5
表 R 11.9	各計画規模において最適計画案により救済される家屋数および 土地面積.....	11-6
表 R 11.10	構造物による洪水対策事業の事業実施計画.....	11-7
表 R 11.11	FMC 組織構成案.....	11-10
表 R 11.12	本マスタープランに実施による想定移転家屋数.....	11-14
表 R 11.13	社会環境調査における自治体別回答者区分.....	11-15
表 R 11.14	社会環境調査における自治体別家族数結果.....	11-15
表 R 11.15	社会環境調査における自治体別回答者ジェンダー区分.....	11-16
表 R 11.16	社会環境調査における自治体別回答者の年齢構成.....	11-17
表 R 11.17	河岸住民の調査家屋における世帯主の主要な収入源.....	11-17
表 R 11.18	河岸住民、小作農家／養魚者世帯の一人当たり月收入.....	11-18
表 R 11.19	各家屋が扶養すべき子供数.....	11-19
表 R 11.20	想定移転対象者の生計（職能）技術.....	11-20
表 R 11.21	インタビュー回答者の最終教育レベル.....	11-20
表 R 11.22	社会環境調査を実施した回答者の土地保有状態.....	11-21
表 R 11.23	社会環境調査における家屋所有権調査結果.....	11-22
表 R 11.24	カビテ州の定住プログラムによる不法居住者算定数.....	11-23

付表目次

表 2.1	ローランド内河川の流下能力算定結果.....	T-2-1
表 2.2	ローランド内排水路の流下能力算定結果.....	T-2-1
表 3.1	調査地域内の現況土地利用.....	T-3-1
表 4.1	市・ムニシパリティによる調査対象地域内土地利用将来計画.....	T-4-1
表 4.2	市・ムニシパリティ別の調査対象地域内人口予想.....	T-4-1
表 4.3	2020 年における調査対象地域の提案土地利用計画.....	T-4-2
表 4.4	2020 年における調査対象地域内想定市街化率と人口.....	T-4-2
表 5.1	調査対象地域内および近傍の雨量データ利用可能状況.....	T-5-1
表 5.2	各再現期間に対する長時間の計画降雨.....	T-5-2
表 5.3	各再現期間に対する短時間の計画降雨.....	T-5-3
表 5.4	流出解析のための土地利用区分.....	T-5-4
表 5.5	分割流域ごとの土地利用状況（現況）.....	T-5-5

表 5.6	内水地域における土地利用状況（現況）	T-5-6
表 5.7	分割流域ごとの土地利用状況（将来）	T-5-7
表 5.8	内水地域における土地利用状況（将来）	T-5-8
表 5.9	2006 年台風 Milenyo 時の降雨記録	T-5-9
表 5.10	2006 年台風 Milenyo 時の潮位記録	T-5-10
表 5.11	内水地域における基本高水ピーク流量（現況の土地利用）	T-5-11
表 5.12	内水地域における基本高水ピーク流量（将来の土地利用）	T-5-12
表 5.13	2006 年台風 Milenyo 時における洪水氾濫計算結果.....	T-5-13
表 5.14	各再現期間の洪水氾濫計算結果.....	T-5-14
表 5.15	各再現期間の河川洪水による洪水氾濫計算結果	T-5-16
表 5.16	内水氾濫による洪水氾濫計算結果.....	T-5-20
表 6.1	DPWH カビテ事務所により実施された近年の洪水対策工事.....	T-6-1
表 8.1	内水域内完全対策案における水路改修概要及び 2 年確率と 5 年確率洪水対策時の家屋移転数比較	T-8-1
表 8.2	内水排除計画のための構造物諸元 (オンサイト有 / 2 年確率洪水規模 / 完全対策)	T-8-2
表 8.3	内水排除計画のための構造物諸元 (オンサイト有 / 2 年確率洪水規模 / 部分対策)	T-8-3
表 8.4	内水排除計画のための構造物諸元 (オンサイト無 / 2 年確率洪水規模 / 完全対策)	T-8-4
表 8.5	内水排除計画のための構造物諸元 (オンサイト無 / 2 年確率洪水規模 / 部分対策)	T-8-5
表 8.6	オンサイト防災調節池の建設費概略積算	T-8-6
表 8.7	オンサイト防災調節池の調査地域全体建設費概略積算とオンサイト 無時における見返り建設コスト	T-8-7
表 8.8	マスタープラン事業実施計画年間事業費配分表 (河川洪水対策 10 年/内水排除対策 2 年部分対策/オンサイト調節地)...	T-8-8
表 8.9	マスタープラン物価上昇を含む事業費配分表 (河川洪水対策 10 年/内水排除対策 2 年部分対策/オンサイト調節地)...	T-8-9
表 8.10	2006 年洪水による家屋家財・中小工場/商店等の 耐久備品・在庫品等に対する被害額推定	T-8-10
表 8.11	カビテ州内総交通量及び 24 時間-稼動人員数.....	T-8-11
表 8.12	現況土地利用状況における 5 年洪水対応の Imus 川河道改修事業の 「事業なし」の場合及び「事業あり」の場合の 確率規模別洪水被害額推定.....	T-8-12
表 8.13	現況土地利用状況における 5 年洪水対応の Imus 川河道改修事業の	

	「事業なし」の場合及び「事業あり」の場合の確率規模別年平均洪水被害額及び確率規模別洪水被害軽減期待額推定	T-8-15
表 8.14	現況土地利用状況における5年洪水対応の San-Juan 川及び Ylang-Ylang 川河道改修事業の「事業なし」の場合及び「事業あり」の場合の確率規模別洪水被害額推定 - 放水路案	T-8-18
表 8.15	現況土地利用状況における5年洪水対応の San-Juan 川及び Ylang-Ylang 川河道改修事業の「事業なし」の場合及び「事業あり」の場合の確率規模別年平均洪水被害額及び確率規模別洪水被害軽減期待額推定 - 放水路案	T-8-21
表 8.16	将来土地利用状況における5年洪水対応の San-Juan 川及び Ylang-Ylang 川河道改修事業の「事業なし」の場合及び「事業あり」の場合の確率規模別洪水被害額推定 - 放水路案	T-8-24
表 8.17	将来土地利用状況における5年洪水対応の San-Juan 川及び Ylang-Ylang 川河道改修事業の「事業なし」の場合及び「事業あり」の場合の確率規模別年平均洪水被害額及び確率規模別洪水被害軽減期待額推定 - 放水路案	T-8-27
表 8.18	現況土地利用状況下で提案する全工事を行う場合(Full Scale Case) における2年洪水対応の内水排水系統改修事業の「事業なし」及び「事業あり」の場合の洪水被害額推定	T-8-30
表 8.19	現況土地利用状況下で2年洪水対応の提案する全工事を行う場合(Full Scale Case)における内水排水系統改修事業の「事業なし」の場合及び「事業あり」の場合の年平均洪水被害額及び年平均洪水被害軽減期待額推定	T-8-31
表 8.20	オンサイト防災調節池「なし」及び「あり」の場合の確率規模別被害額推定	T-8-33
表 8.21	オンサイト防災調節池「なし」及び「あり」の場合の確率規模別被害額推定及び確率規模別洪水被害軽減期待額推定	T-8-33
表 8.22	Imus 川河道改修事業におけるプロジェクトコストの財務費用・経済費用別の年次別投下額要約	T-8-34
表 8.23	経済評価結果要約	T-8-37
表 8.24	洪水被害軽減事業の各最適事業規模の組み合わせにおける経済評価	T-8-38
表 9.1	Imus コミュニティにおけるパイロット・プロジェクト実施計画 (案)	T-9-1
表 9.2	Kawit コミュニティにおけるパイロット・プロジェクト実施計画 (案)	T-9-2
表 9.3	洪水リスクを潜在する調査対象地域内バランガイ	T-9-3

表 9.4	balanガイ災害調整委員会構成メンバー及びその役割.....	T-9-4
表 10.1	洪水軽減策各代替案の環境影響スコア	T-10-1
表 10.2	各代替案の移転家屋数.....	T-10-2
表 10.3	各代替案の土地収用面積.....	T-10-3
表 11.1	マスタープラン各構造物対策の諸元	T-11-1
表 11.2	マスタープラン提案構造物対策の事業費	T-11-2
表 11.3	マスタープランの構造物対策の事業実施計画表	T-11-3
表 11.4	マスタープランの非構造物対策の事業実施計画表	T-11-4
表 11.5	構造物対策における事業実施のための各機関役割分担と そのロードマップ	T-11-5
表 11.6	構造物対策実施のための各関連機関とその役割	T-11-6
表 11.7	非構造物対策案の事業実施計画案.....	T-11-7
表 11.8	カビテ州住宅開発プログラムによる現在及び計画移転地.....	T-11-8
表 11.9	DPWH 事業における土地収用・家屋移転に対する補償方針.....	T-11-9

図目次

本文図目次

図 R 1.1	調査スケジュール	1-2
図 R 1.2	調査に関連する組織とその役割	1-3
図 R 2.1	Sangley Point 観測所における月別降雨量・気温 (1974年～2006年平均)	2-2
図 R 2.2	風成海流の流向および流速の季節変動	2-8
図 R 2.3	Manira 湾沿岸の埋立て	2-9
図 R 2.4	カビテ半島西側の海岸侵食	2-9
図 R 2.5	ダムサイトの基礎のイメージ	2-12
図 R 2.6	Butas ダムの状況	2-13
図 R 2.7	San Juan 川下流部の護岸崩壊	2-13
図 R 3.1	カビテ州の過去の人口増加	3-1
図 R 4.1	13 市町の市街化率及び人口密度	4-6
図 R 4.2	現行の CLUP と本調査での提案の違い	4-11
図 R 5.1	Sangley Point 観測所における豪雨の累加雨量曲線	5-2
図 R 5.2	モデル対象地域	5-8
図 R 5.3	モデルの構成	5-9
図 R 5.4	洪水氾濫シミュレーションの流れ	5-9
図 R 5.5	河川ネットワーク	5-12
図 R 5.6	閉塞状況 (Ilang-Ilang 橋)	5-14
図 R 6.1	R-1 Road (Extension of Coastal Expressway) Project の線形計画と 中海埋立構想	6-16
図 R 6.2	CALA 道路調査 (JICA) による新規道路計画	6-16
図 R 8.1	San Juan 放水路および部分的河川改修区間 (代替案 F_S.3)	8-11
図 R 8.2	家屋移転を必要とする排水改善方法	8-14
図 R 8.3	インターセプターを利用した内水排水システムの概要	8-15
図 R 8.4	高水位時のフラップゲートの効果の模式図	8-17
図 R 8.5	河川改修設計における海水位	8-20
図 R 8.6	遊水地および内水調整池における越流堰の平面配置の一例	8-23
図 R 8.7	遊水地および内水調整池の流入部および排出部の標準断面図	8-23
図 R 8.8	海岸堤 Type A (コンクリート堤防) 標準断面図	8-26
図 R 8.9	海岸堤 Type B (パラペット壁) 標準断面図	8-26
図 R 8.10	海岸堤 Type C (盛土堤防) 標準断面図	8-26
図 R 8.11	地球温暖化に対する遊水地および内水調整池の余裕分貯水量	8-27

図 R 9.1	河川区域の定義	9-7
図 R 9.2	洪水警報・避難システムのためのコミュニケーションフロー	9-19
図 R 10.1	既存マングローブ林と帯	10-15

付図目次

図 1.1	調査対象地域の周辺	F-1-1
図 1.2	調査位置地形的特徴説明図	F-1-2
図 2.1	調査地域内地形勾配図	F-2-1
図 2.2	調査対象地域内の主要な河川及び排水路	F-2-2
図 2.3 (1/3)	現況河川縦断図(Imus 川)	F-2-3
図 2.3 (2/3)	現況河川縦断図(San Juan /Ylang-Ylang 川)	F-2-4
図 2.3 (3/3)	現況河川縦断図(Canas 川)	F-2-5
図 2.4	調査対象地域主要河川構造物位置図	F-2-6
図 2.5	対象河川流下能力算定結果図 (2007 年土地利用状況下)	F-2-7
図 2.6	調査対象地域地質図	F-2-8
図 2.7	調査地域の模式地質断面図・模式河川横断地質断面図	F-2-9
図 2.8	広域地質図	F-2-10
図 3.1	調査対象地域現況土地利用図	F-3-1
図 4.1	市・ムニシパリティによる土地利用将来計画	F-4-1
図 4.2	調査結果による対象地域将来土地利用提案図	F-4-2
図 4.3	将来の開発不適当地区	F-4-3
図 4.4	カビテ州による調査対象地域の都市化構想	F-4-5
図 5.1	水文解析フローチャート	F-5-1
図 5.2	雨量観測所および水位・流量観測所位置図	F-5-2
図 5.3	2000 年、2002 年、2006 年の主要 4 台風による Sangley Point 観測所の観測雨量	F-5-3
図 5.4	2000 年、2002 年、2006 年の主要 4 台風による 2 日雨量の地域分布	F-5-4
図 5.5	流域平均 2 日雨量に対する統計解析結果	F-5-5
図 5.6	長時間降雨に対する計画降雨	F-5-6
図 5.7	短時間降雨に対する計画降雨	F-5-7
図 5.8	主要 3 河川流域に対する流域分割	F-5-8
図 5.9	内水対象地域に対する流域分割	F-5-9
図 5.10	河川の流出系統図	F-5-10
図 5.11	内水河川の排水系統図	F-5-11
図 5.12	2006 年洪水に対する洪水流出モデルの検証結果	F-5-12
図 5.13	Imus 川流域における基本高水ピーク流量	F-5-13

図 5.14	San Juan 川流域における基本高水ピーク流量.....	F-5-14
図 5.15	Canas 川流域における基本高水ピーク流量.....	F-5-15
図 5.16	ルソン島の他流域との比流量の比較（5年確率洪水）.....	F-5-16
図 5.17	ルソン島の他流域との比流量の比較（100年確率洪水）.....	F-5-17
図 5.18	都市化による流出量の増大.....	F-5-18
図 5.19	作成した 100m メッシュによる DEM.....	F-5-19
図 5.20	2006 年台風 Milenyo 洪水の再現計算.....	F-5-20
図 5.21	氾濫計算結果.....	F-5-21
図 5.22	河川洪水による氾濫計算結果.....	F-5-28
図 5.23	内水による氾濫計算結果.....	F-5-29
図 6.1	カビテ州による新固形廃棄物処理計画における最終処分地と 中継基地（RMF）決定地.....	F-6-1
図 8.1	ローランドエリアの Imus 川現況縦断・河道幅図.....	F-8-1
図 8.2	ローランドエリアの Julian 川現況縦断・河道幅図.....	F-8-2
図 8.3	ローランドエリアの Bacoor 川現況縦断・河道幅図.....	F-8-3
図 8.4	ローランドエリアの San Juan 川現況縦断・河道幅図.....	F-8-4
図 8.5	ローランドエリアの Ylang-Ylang 川現況縦断・河道幅図.....	F-8-5
図 8.6	ローランドエリアの Canas 川現況縦断・河道幅図.....	F-8-6
図 8.7	下流低平地における 20 年確率河川洪水防御のために河川改修が必要 な区間.....	F-8-7
図 8.8	遊水地及び内水調整池の配置可能候補地.....	F-8-8
図 8.9	San Juan 放水路線形案.....	F-8-9
図 8.10	海岸堤と防潮ゲートによる完全 2 年確率内水排除対応施設配置図 （Alternative D-1: Full Protection）.....	F-8-10
図 8.11	輪中堤と防潮ゲートによる完全 2 年確率内水排除対応施設配置図 （Alternative D-2: Full Protection）.....	F-8-11
図 8.12	海岸堤と防潮ゲートによる浸水許容 2 年確率内水排除対応施設配置図 （Alternative D-1: Partial Protection）.....	F-8-12
図 8.13	輪中堤と防潮ゲートによる浸水許容 2 年確率内水排除対応施設配置図 （Alternative D-2: Partial Protection）.....	F-8-13
図 8.14	Imus 川流域確率規模別河川洪水対策設計流量（マスタープラン F_I.2/I.3：河川部分改修＋遊水地案）.....	F-8-14
図 8.15	San Juan 川流域確率規模別河川洪水対策設計流量（マスタープラン F_S.2：河川部分改修＋遊水地案）.....	F-8-15
図 8.16	San Juan 川流域確率規模別河川洪水対策設計流量（マスタープラン F_S.3：河川部分改修＋放水路案）.....	F-8-16

図 8.17	San Juan 川流域確率規模別河川洪水対策設計流量 (マスタープラン F_S.3:河川部分改修+遊水地+放水路案)	F-8-17
図 8.18	内水流域 2 年確率各排水路設計流量	F-8-18
図 8.19	Imus/Bacoor/Julian 川計画縦断面図	F-8-19
図 8.20	Imus 川河道改修標準断面及び改修概念図	F-8-20
図 8.21	Bacoor 川河道改修標準断面及び改修概念図	F-8-21
図 8.22	Julian 川河道改修標準断面及び改修概念図	F-8-22
図 8.23	San Juan/Ylang-Ylang River 川計画縦断面図	F-8-23
図 8.24	San Juan 川河道改修標準断面及び改修概念図	F-8-24
図 8.25	遊水地及び内水調整池の配置計画(1/4) - Imus/Bacoor 川流域	F-8-25
図 8.26	遊水地及び内水調整池の配置計画(2/4) - Julian 川流域及び Kawit/Imus 内水地区	F-8-26
図 8.27	遊水地及び内水調整池の配置計画(3/4) - San Juan/Ylang-Ylang 川流域	F-8-27
図 8.28	遊水地及び内水調整池の配置計画(4/4) - Canas 川流域及び Rosario/Gen.Trias 内水地区	F-8-28
図 8.29	提案 San Juan 放水路の計画縦断面及び標準断面図	F-8-29
図 8.30	内水排除対策における各水路構造物改修計画標準断面図	F-8-30
図 8.31	提案海岸堤防詳細線形及び標準断面図	F-8-31
図 8.32	内水排除のための大型防潮ゲート標準平面・立面図	F-8-32
図 8.33	内水排除のための防潮ゲート及びフラップゲート一般図	F-8-33
図 8.34	内水排水路改修計画標準断面図	F-8-34
図 8.35	San Juan 川流域河川洪水対策における遊水地、放水路及びその複合案 におけるコストの比較	F-8-35
図 8.36	カビテ州における典型的 2 期作クロッピング・パターン	F-8-36
図 9.1	流下物の堆積により断面が阻害されているローランドエリア内の河 川及び水路	F-9-1
図 9.2	河道内への侵入が顕著な地域	F-9-2
図 9.3	現況の洪水リスク潜在地区と洪水避難指定地区	F-9-5
図 11.1	河川洪水対策のためのマスタープランの内容	F-11-1
図 11.2	内水排除のためのマスタープランの内容	F-11-2
図 11.3	最適案における河川流量配分	F-11-3
図 11.4	洪水対策委員会の提案組織概要	F-11-4
図 11.5	プロジェクト実施時における収用家屋移転候補地	F-11-5
図 11.6	本計画実施時の戦略的移転計画の提案図	F-11-6

略語一覧

ADB	アジア開発銀行 Asian Development Bank
BDCC	バランガイ災害対策審議会 Barangay Disaster Coordinating Council
BIR	国税庁(局/事務所) Bureau of Internal Revenue
BOD	生物学的酸素要求量 Biological Oxygen Demand
BP	共和国法 Batas Pambansa
CALA	カビテ・ラグナ Cavite – Laguna
CALABARZON	カビテ・ラグナ・バタンガス・リサル・ケソン地域 Cavite, Laguna, Batangas, Rizal and Quezon
CARP	総合農地改革プログラム Comprehensive Agricultural Reform Program
CCSR	気候システム研究センター Center for Climate System Research
CDCC	市災害対策審議会 City Disaster Coordinating Council
CENRO	市環境天然資源事務所 City Environment and Natural Resources Office
CEO	市エンジニアリング事務所 City Engineering Office
CLUP	総合土地利用計画 Comprehensive Land Use Plan
CMP	コミュニティ住宅資金貸付プログラム Community Mortgage Program
CO	一酸化炭素 Carbon Monoxide
CPDO	市開発計画事務所 City Planning and Development Office
C/T	センサス調査および識別作業 Census Survey and Tagging
DA	農業省 Department of Agriculture
DAO	省令 Department Administrative Order
DAR	農地改革省 Department of Agrarian Reform
DBP	フィリピン開発銀行 Development Bank of the Philippines
DECS	教育文化スポーツ省 Department of Education, Culture and Sports
DENR	環境天然資源省 Department of Environment and Natural Resources
DILG	内務自治省 Department of Interior and Local Government

DND	国防省 Department of National Defense
DO	溶存酸素 Dissolved Oxygen
DOF	財務省 Department of Finance
DOH	保健省 Department of Health
DOJ	法務省 Department of Justice
DPWH	公共事業道路省 Department Public Works and Highways
DOTC	運輸通信省 Department of Transportation and Communications
ECC	環境適合証明 Environmental Compliance Certificate
EIA	環境影響評価 Environmental Impact Assessment
EIRR	経済的内部収益率 Economic Internal Rate of Return
EIS	環境影響報告書 Environmental Impact Statement
EL	標高 Elevation
EO	大統領命令 Executive Order
ESC	環境社会配慮 Environmental and Social Consideration
ESSO	環境社会サービス局 Environmental and Social Service Office
FCIE	(カビテ州にある工業団地の固有名詞) First Cavite Industrial Estate
FMB	森林保全局 Forest Management Bureau
FMC	洪水対策委員会 Flood Mitigation Committee
FWES	洪水警報避難システム Flood Warning and Evacuation System
GINI	ジニ係数
GSIS	公務員保険機関 Government Service Insurance System
Ha	ヘクタール Hectare
HDMF	住宅開発互助基金 Home Development Mutual Fund
HGC	保険会社 Home Guarantee Corporation
HLURB	住宅土地調整委員会 Housing and Land Use Regulatory Board
Hr/hr	時間 Hour
ICAS	気候変動対策科学研究所 Institute for Global Change Adaptation Science
ICET	国際環境技術移転研究センター International Center for Environmental

Technological Transfer, Japan

IDI-Japan	国際建設技術協会 International Development Institute, Japan
IEC	情報・宣伝・啓発活動 Information and education campaign
IEE	初期環境影響評価 Initial Environmental Examination
IPCC	気候変動政府間パネル The Intergovernmental Panel on Climate Change
JICA	国際協力機構 Japan International Cooperation Agency
LARRAP	土地収用政策・移転行動計画 Land Acquisition Policy and Resettlement Action Plan
MCM	百万立方メートル Million Cubic Meter
MDCC	町災害調整委員会 Municipality Disaster Coordinating Council
MENRO	町環境天然資源事務所 Municipality Environment and Natural Resources Office
MEO	町技術事務所 Municipality Engineering Office
MGB	鉱山地球科学局 Mines and Geosciences Bureau
MLLWL	平均最低低潮位 Mean Lowest Low Water Level
MMDA	マニラ首都圏庁 Metro Manila Development Authority
MOA	協定書 Memorandum of Agreement
MOU	覚書 Memorandum of Understanding
MPDO/MPDC	町開発計画事務所 Municipality Planning and Development Office 町開発計画調整官 Municipality Planning and Development Coordinator
MSL	平均海水位 Mean Sea Level
MTPDP	国家中期開発計画 Medium Term Philippine Development Plan
NAMRIA	国土地理院 National Mapping and Resource Information Authority
NEDA	国家経済開発庁 National Economic Development Authority
NHA	国家住宅庁 National Housing Authority
NIA	国家灌漑庁 National Irrigation Authority
NIPAS	国家統合保護地域システム National Integrated Protected Areas System
NOx	窒素酸化物（ノックス） Nitrogen Oxide
NPV	純経済価値 Net Present Value

NSCB	フィリピン国家統計調整委員会 National Statistical Coordination Board
NSO	国家統計局 National Statistic Office
NWRB	国家水資源委員会 National Water Resources Board
O&M	運用と維持 Operation and Maintenance
OCD	市民防衛局 Office of Civil Defense
PAFs/PAPs	プロジェクト影響世帯/住民 Project Affected Families / People(s) (“People”には影響を受ける個人・法人を含む)
PAGASA	気象庁 Philippine Atmospheric, Geophysical, and Astronomical Services Administration
PAG – IBIG	住宅開発互助基金 Pagtutulungan sa Kinabukasan: Ikaw, Bangko, Industriya at Gobyerno
PCM	住民公聴会 Public Consultation Meeting
PD	大統領命令 Presidential Decree
PDCC	州災害調整委員会 Provincial Disaster Coordinating Council
PENRO	州環境天然資源事務所 Provincial Environment and Natural Resources Office
PEO	州技術事務所 Provincial Engineering Office
PEZA	フィリピン経済区庁 Philippine Economic Zone Authority
PG-ENRO	州政府-環境天然資源事務所 Provincial Government-Environment and Natural Resources Office
PHIVOLCS	フィリピン火山地震研究所 Philippine Institute of Volcanology and Seismology
PHUDO	州住宅都市開発事務所 Provincial Housing and Urban Development Office
PMO	プロジェクト管理事務所 Project Management Office
PNP	フィリピン国家警察 Philippines National Police
PO	住民組織 People’s Organization
PPDO	州開発計画事務所 Provincial Planning and Development Office
PPFP	州総合土地利用計画 Provincial Physical Framework Plan
R1 Road	カビテ州海岸線を通過する高速道路（現在工事中） Radial Road No.1
RA	共和国法 Republic Act

RAP	移転行動計画 Resettlement Action Plan
RBCO	流域管理事務所 River Basin Control Office
RDCC	リージョン災害調整委員会 Regional Disaster Coordinating Council
RIC	移転行動計画実施委員会 RAP Implementation Committees
ROW	事業に必要な用地 Right of Way
SAFDZ	農水産開発戦略地域 Strategic Agricultural and Fishery Department Zone
SRES	排出シナリオ報告書 Special Report on Emission Scenarios
SSS	社会保険システム Social Security System
TIGS	サステイナビリティ連携研究機構 Trans-disciplinary Initiative for Global Sustainability/Center
TSP	全浮遊微粒子 Total Suspended Particulates
UDHA	都市開発住宅法 Urban Development and Housing Act
UNESCO	国際連合教育科学文化機関 (ユネスコ) United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization
UPAO	都市貧困問題事務所 Urban Poor Affairs Office
WB	世界銀行 World Bank

マスタープラン調査概要書

1. 調査の目的と調査対象地域の位置

1.1 調査の目的

本案件は以下の調査を通じて、カビテ州低平地における洪水の軽減を目的とする。

- (1) Imus、San Juan、Canas の 3 河川における洪水軽減のためのマスタープラン策定
- (2) 上記マスタープランで選定された優先事業に対するフィージビリティ調査の実施
- (3) カウンターパートの洪水対策に係わる能力強化

1.2 調査対象地域の位置

調査対象地域は Imus、San Juan、Canas の 3 河川流域をカバーする、総面積 407.4km²の範囲とする。また、調査対象地域はカビテ州の東部に位置し、マニラ首都圏に隣接する。さらに調査対象地域には 2 市 11 町の地方自治体があり、それらはさらに 411 のバラングイ(フィリピン国の行政最小単位)に区分される。

1.3 調査に関係する機関等

本調査は、公共事業道路省(DPWH)及びカビテ州政府がカウンターパート機関となり、JICA フィリピン事務所、及びフィリピン大使館等の協力のもと遂行された。また、現地ではステアリングコミッティ、国内では国内支援委員会による調整と確認を受け、調査が実施された。ステアリングコミッティ会議は、調査期間全体で 5 回、マスタープラン調査期間中には 3 回実施された(詳細は第 1 巻 1 章 3~5 節および第 2 巻 6 章 2 節(6)を参照)。

2. 調査対象地域の自然

2.1 地形条件

調査対象地域は、その地形条件から、海岸部最低平地、ローランドエリア、中流丘陵地、上流山岳地の 4 種の地域に区分された。地形区分範囲を下表に示す。

表 1 調査対象地域の地形区分

区分名	面積(km ²)	平均地表面勾配 (%)	標高 (EL. m)
海岸部最低平地	4.0	ほぼ平坦	0 ~ 2
ローランドエリア	97.5	0.5%以下	2 ~ 30
中流丘陵地	236.7	0.5% ~ 2%	30 ~ 400
上流山岳地	69.2	2%以上	400 ~ 650
合計	407.4		

2.2 気象・水文

調査対象地域では、雨季(5月~10月)と乾季(11月~4月)が明確で、その気象はモンスーン、貿易風および熱帯性低気圧(台風)によって特徴付けられる。平均年間降雨量は約 2,000mm で、その約 80%が雨季の降雨量である。熱帯性低気圧(台風)は通常 7 月から 10 月の間に平均 20 回発生し、その内の 16%は調査対象域が位置するルソン島中部を通過し、大きな洪水災害をもたらす。

Manila 湾南港における潮位の平均月別最高潮位は 1.3m(平均低低潮からの高さ)であり、2006 年 7 月 13 日に既往最高潮位(1.89m)を記録した。政府間パネル(IPCC)の報告によると、地球温暖化による当該地域における影響として、短期雨量強度の増加、台風発生回数の増加、ならびに潮位の上

昇が予測されている。従って、洪水防御施設の計画・設計にあたっては、これら気候変動にともなう気象・水文環境の将来的な変化に留意した。

2.3 河川の様況

調査対象地域内の Imus 川、San Juan 川および Canas 川は、標高 650m の Tagaytay 山脈に源を發し、それぞれほぼ平行に北に向かつて流れ、Manila 湾／Bacoor 湾に注いでいる。これら 3 河川の主要な諸元は以下の通りである。

表 2 対象河川の諸元

諸元	Imus 川	San Juan 川	Canas 川	残流域河川*1
集水面積 (km ²)	115.5	146.8	112.3	21.9
延長 (km)	45.0	43.4	42.0	42.0
平均勾配	1/80	1/79	1/66	-

Note : *1 : Imus、San Juan及びCanas川流域に含まれず、海に直接流下する小河川流域。

Imus 川および San Juan 川の下流部ではほとんどの区間において流下能力が小さく 2 年確率洪水でさえも安全に流下させることが困難であるのに対し、上流部では流下能力が比較的大きく、Imus 川上流部は 5 年確率洪水に対処でき、San Juan 川上流部は 20 年確率洪水に対応できる。Canas 川は、全区間にわたって 20 年確率以上の洪水流下能力がある。また、海岸部にあるほとんどの排水路の流下能力は極めて小さく、2 年確率洪水にさえ対応できない状況である。

2.4 洪水

調査対象地域の洪水は「河川洪水」と「内水氾濫」に区別される。前者は、河川からの越流によって発生し、後者は雨水の湛水や高潮による排水路からの溢水に起因する。河川洪水は深刻な人的・経済的被害を生じさせている。下表に 2000 年以降に発生した主な河川洪水被害を示す。このうち 2006 年の台風 Milenyo による被害が最も大きく、その洪水規模は 100 年確率の洪水に相当すると評価され、同洪水により調査域内で合計 53.6 km²(湛水深 25cm 以上の範囲)が浸水した。

表 3 近年の洪水被害

生起年月	台風名	被害状況
2000年10月	Reming	死亡 10名、被災人口 380,616名
2002年7月	Gloria	被災人口 173,075名
2002年7月	Inday	死亡 1名、被災人口 168,025名
2006年9月	Milenyo	死亡 28名、行方不明 18名*1、負傷 61名、避難 28,322名、被災人口 196,904名

Note : *1 : 死者・行方不明者の多くは、灌漑用ダム天端を流下する洪水見物場所の局所的な地滑りによるものである。

2.5 動植物

調査対象地域において、希少種や絶滅寸前の動植物は確認されていない。海岸沿いにはマングローブ地帯があるが、その一部はすでに養魚場、塩田または市街地に転換されている。現存するマングローブ地帯は面積 18.6ha の面状部、及び延長 24.0km の帯状部の範囲に留まる。

2.6 海洋

カビテ半島は Manila 湾の南東部に突き出ており、Bacoor 湾を形成している。Bacoor 湾の西側はカビテ半島によって閉鎖され、一方湾の東側は Manila 湾に向かつて開放されている。Bacoor 湾では外洋である Manila 湾から流入する風成海流が優勢であり、この影響により Bacoor 湾の堆砂は湾の外に殆ど輸送されない。このため Bacoor 湾及び河川河口付近において深刻な堆砂が発生している。一方、カビテ半島西側に位置し、Bacoor 湾の外側にある Canas 川の河口付近の海岸線では深刻な侵食が発生している。

2.7 土砂流出

調査対象地域からの土砂流出量は約 214,000 m³/年と算定される。この土砂流出は表土の侵食によ

りのもであり、大規模な崩壊地の存在やそこからの大量な土砂流出は認められない。土砂流出の主たる発生源の一つとして、造成中の分譲地が挙げられる。現在造成中の分譲地面積は調査対象地域の全面積の1.4%であるが、それら分譲地からの流出土砂量は全体の41%を占めている。

2.8 地質

調査地域の地質は新第三紀の堆積岩や安山岩を第四紀の Taal 火山の噴出物と Guadalupe Formation と呼ばれる堆積岩が覆う構造となっている。これらはさらに上部層と下部層において異なる岩相と工学性を有する。沖積層は海岸部に小さな三角州を形成している。

3. 調査対象地域の社会経済

3.1 人口

カビテ州の人口は、過去 90 年に亘って着実に増加してきており、特に 1990 年以降における顕著な域内の工業化が人口増加に拍車をかける状況にある。その結果、2000 年時点の州の総人口は 1990 年の 1.8 倍に相当する 206 万人に達した。一方調査対象域内人口は 1995 年に 85 万人(州総人口の 53%)であったが 2000 年には 111 万人(州総人口の 54%)に達している。

表 4 調査対象域人口

地域	人口統計*1		調査対象地域						
	全行政区域 (千人)		調査対象地域		人口 (千人)*2		人口密度 (人/km ²)		人口成長率 (1995-2000)*3
	1995	2000	市街地	全域(ha)	1995	2000	1995	2000	
調査対象地域	1,212	1,589	9%	40,743	850	1,114	2,086	2,734	5.93%
カビテ州	1,610	2,063	70%	142,605	1,610	2,063	1,129	1,447	5.45%

注 *1: カビテ州2005年社会経済便覧からの抽出値

*2: 調査対象域の人口 = 調査域と重なる市・町の総人口 × 市・町の市街地と調査対象域とが重なる割合

*3: 1995年～2000年期間のうち、56ヶ月のタイムインターバルを前提とした人口成長率

3.2 地域総生産と産業

カビテ州は CALABARZON 経済開発特区の中核として急速な産業促進を行っており、2000 年のカビテ州の域内総生産額は国内総生産額の 3%に相当する 291.6 億ペソ(1985 年ベース)に達している。一方、CALABARZON 全体では国内全体の 20.6%に達している。カビテ州の就業人口は 1995 年の 44.6 万人から 2003 年の 58.5 万人に増加した。これら就業人口は州総人口の約 28%に相当する。業種別の就業人口をみた場合、製造業への就業人口が全体の 45.3%と最も多く、次いでサービス業の 20.7%、建設業の 15.1%の順となっている。同様に 1995 年～2003 年の就業人口増加率を見た場合、224%を記録した電気・ガス・水部門が第 1 位の増加率を示し、次いで就業人口が最も多い製造業が 172%と工業化の発展が目覚ましいことを示している。一方対照的に農・林業部門と鉱業部門(砂利採取等含む)の就業率は減少している

3.3 土地利用

3.3.1 現在の土地利用

調査対象地域の市街地は CALABARZON 経済開発特区の大規模開発が 1990 年代から開始されて以来急速な都市化とともに拡大し、下表に示すように現在では全調査地域の 24.6%を占めている。なお調査対象域内には大規模な森林地は無く、河川沿いに林地[雑木地]が点在するのみである。

表 5 調査対象地域の現況土地利用

土地利用大分類	土地利用小分類	面積(ha)	占有率
市街地	住宅地	8,420	20.7%
	工業地	914	2.2%
	公共地	208	0.5%
	商業地	422	1.0%
	混合利用	57	0.1%
	小計	10,021	24.6%
非市街地	農業地	19,037	46.7%
	草地/空地	6,278	15.4%
	林地	4,484	11.0%
	水域	903	2.2%
	不明	21	0.1%
	小計	30,722	75.4%
合計		40,743	100.0%

3.3.2 将来の土地利用

調査対象地域内の 13 の市及びムニシパリティが策定した総合土地利用計画(CLUP)は、調査対象域における市街化率を現在の 24.6% (10,021ha)から 65.2% (26,561ha)に大きく拡大する計画である。この大幅な市街地の拡大は、現況農地 16,540ha の市街地への転用を前提としている。しかしながら、住宅・土地利用規定委員会 (HLURB)は、土地転用に関する規制 (MC No. 54, 1993)を通じて、農地等の転用に関し一定の面積の上限枠を設けており、調査対象域においては 2020 年までに最大 9,212ha しか農地転用できないと規定している。

さらに、市・ムニシパリティはその CLUP の作成にあたって、1995～2000 年の過去 5 年間に記録した年平均人口伸率 5%がそのまま 2010 年まで続くことを前提に必要な市街化率を想定している。しかしながら、「①カピテ州による新規工業団地・住宅分譲地開発の抑制政策」、「②国全体の人口成長率の鈍化」、「③州内の主要インフラ整備の遅れ」等に起因して、今後は過去に記録した人口の伸び率は期待出来ない。

以上の状況に鑑み、本調査では CLUP の見直しを行い、調査対象域における将来の市街地面積を CLUP 想定値 26,561ha から 17,413ha に修正した(表 6 及び図 1 参照)。さらに CLUP では住宅地・工業・商業地混在型のゾーニングを行っているが、このような混在型ゾーニングは「①効率的な公共インフラ投資を難しくすること」、「②農地の分断化」、「③都市景観の悪化」、「④交通麻痺」等の弊害を招くことから、本調査では採用しないこととした。

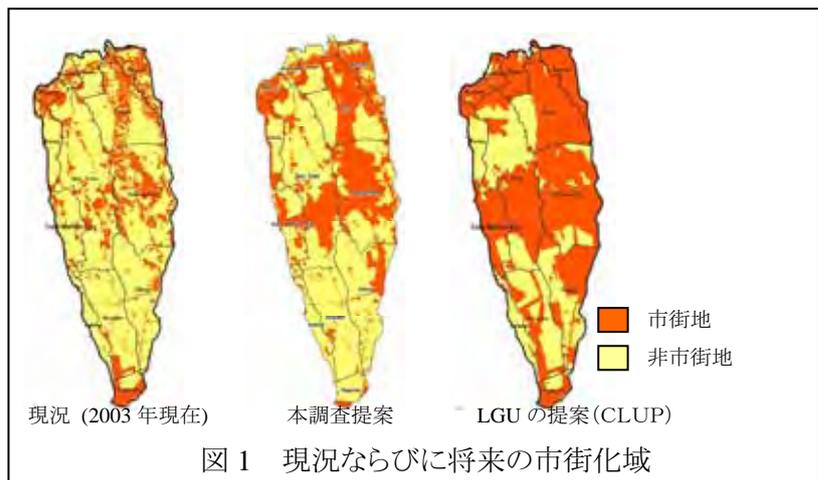


図 1 現況ならびに将来の市街化域

表 6 提案された土地利用計画と総合土地利用計画との比較

土地利用	本調査の提案		CLUPの提案	
	面積(ha)	率(%)	面積(ha)	率(%)
市街地	17,413	42.7	26,561	65.2
非市街地	23,330	57.3	14,182	34.8
合計	40,743	100.0	40,743	100.0

4. 水文解析

4.1 降雨解析

計画降雨ハイドログラフは、流域内6地点の観測所の雨量記録に基づき「ティーセン法(面平均降雨量の推定方法)」及び「Log Pearson-III 法(確率降雨量の推定方法)」の二つの方法を用いて算定された。さらに Manila Port Area で観測された 5 分～2 日間短時間雨量記録に基づき「Kimijima 法」により確率雨量強度曲線を求め、さらにその強度曲線に基づき計画降雨ハイドログラフを作成した。推定された流域平均 2 日雨量ならびに 5 分・120 分の確率短時間雨量強度を下表に示す。

表 7 確率流域平均 2 日雨量および短時間雨量強度

再起確率 (年)	流域平均2日雨量 (mm)	5分雨量 (mm)	120分雨量 (mm)
2	191	12.3	72.5
5	258	15.5	97.2
10	295	17.8	112.3
20	326	19.8	128.5
50	360	22.6	148.2
100	383	24.7	162.1

4.2 洪水流出解析

2～100 年の確率洪水流量を「準線形貯留関数(洪水流出計算モデル)」及び「MIKE-11(洪水河道伝播追跡モデル)」の二つのモデルの組合せを用いて推定した。流域流出モデルは Imus、San Juan、Canas それぞれについてサブ流域に分割し作成した。推定結果として、10年確率洪水流量計算値を図 2 に示す。同図に示す通り、将来の土地利用を前提とした場合の洪水ピーク流出量は、現況の土地利用を前提とした値に比べ相当大幅な増大が見込まれる

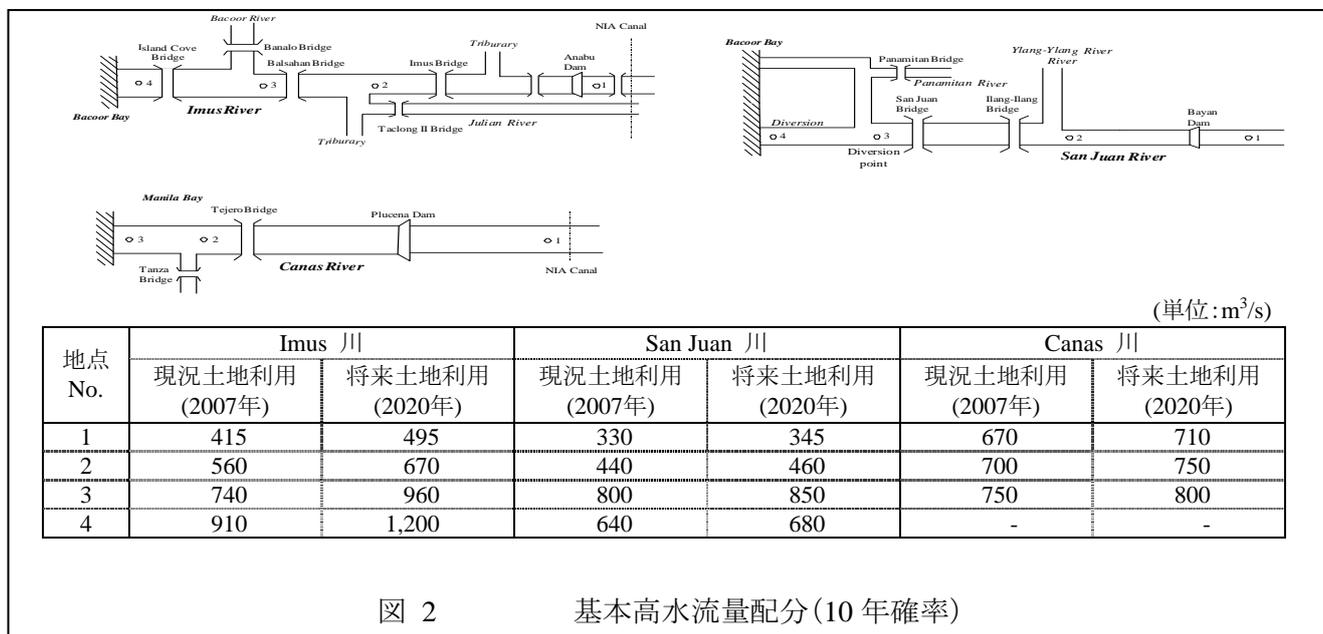


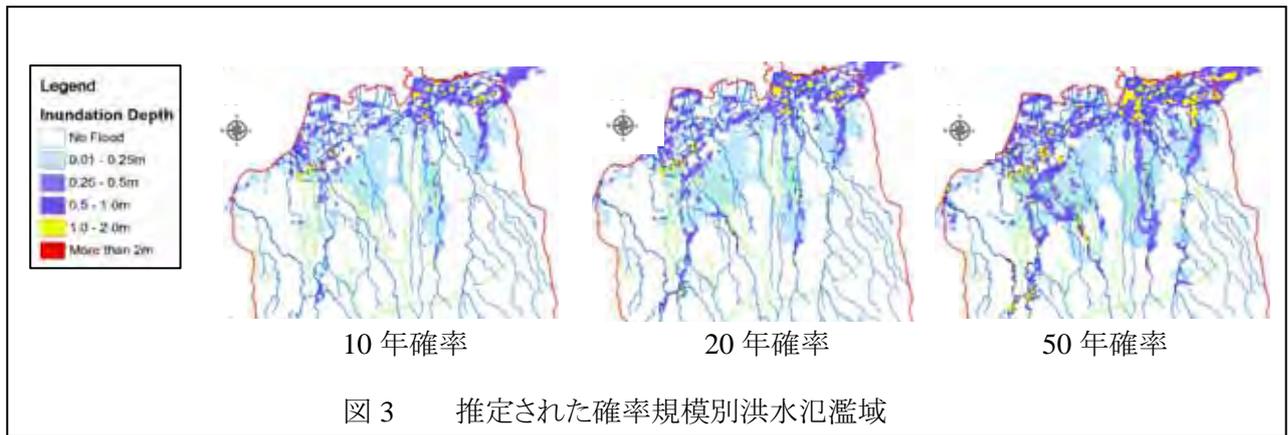
図 2 基本高水流量配分(10年確率)

4.3 洪水氾濫解析

現況(2003年現在)ならびに将来(2020年)の土地利用状況を前提に 2～100 年確率洪水によって発生する洪水氾濫を推定した。この推定には「MIKE FLOOD」の計算シミュレーションモデルを用いている。シミュレーション結果は表 8 及び図 3 に示す通りであり、20 年確率の洪水によって 2m 以上の氾濫域が現れている。

表 8 河川洪水による氾濫域

土地利用条件	対象河川	氾濫面積(km ²)						
		2年	5年	10年	20年	30年	50年	100年
現況土地利用	Imus川	8.39	11.75	13.78	15.59	16.43	17.46	19.64
	San Juan川	0.93	4.77	8.67	13.43	14.88	16.36	17.93
	合計	9.32	16.54	22.56	29.53	31.97	34.66	38.57
2020年 土地利用	Imus川	11.50	14.67	16.57	18.05	18.46	19.98	20.93
	San Juan川	2.11	5.95	9.44	14.67	15.50	17.03	18.90
	合計	13.62	20.66	26.13	33.19	34.62	37.66	40.86



5. マスタープラン計画前提条件

5.1 総合洪水軽減計画

総合洪水軽減計画は構造物対策と非構造物対策により構成される。特に構造物対策についてはその計画規模の決定にあたって事業実施により必要となる家屋移転や事業実施者の事業費負担能力などの要因を考慮することが肝要である。一方、非構造物対策は構造物対策を補うだけでなくそれ自身で洪水被害軽減に極めて効果的な役割を果たす。

5.2 計画フレームワーク

計画作成のフレームワークとして「①1計画目標年次」、「②社会経済条件設定(土地利用条件)」、ならびに「③事業の計画規模」を以下の通り想定する。

5.2.1 計画目標年次

構造物および非構造物対策からなる洪水対策事業は短期と長期計画に区分される。優先度の高い事業は短期計画に属し、そのうち非構造物対策事業に関してはその計画目標年次を 2010 年とし、また構造物対策については 2013 年とする。一方その他の事業は長期計画に属し、目標年次は 2020 年とする。

5.2.2 土地利用条件

本調査において想定し、提案した 2020 年における土地利用状況を構造物対策策定の前提とする。

5.2.3 計画規模

代替計画規模として、2 年～20 年の各種確率規模を想定し、それらの中から「事業の経済投資効果」、「負担可能な事業費規模」、「事業実施に必要となる取得用地・移転家屋規模」ならびに「その他事業実施にともなう正・負の効果」の評価に基づき最適計画規模を決定する。

5.3 実施のための組織フレーム

5.3.1 洪水軽減のための組織・制度

事業実施に係わる既存の組織は 3 つのタイプに分類される。第 1 のタイプは国家経済開発庁 (NEDA)、環境天然省国家水資源庁 (NWRB-DENR) ならびに国家防災調整委員会 (NDCC) に代表される国家の方針や政策を決定する機関である。第 2 のタイプは公共事業道路省 (DPWH)、国家灌漑庁 (NIA)、気象庁 (PAGASA) および民間災害防衛事務局 (OCD) など洪水対策の実施を担当する機関である。さらに第 3 のタイプとして州、市・ムニシパリティ及びバラングイ等の地方自治体組織 (LGUs) が挙げられる。

上記の中で、DPWH や NIA は洪水対策インフラ建設などの大規模公共事業を実施し、PAGASA や OCD は主に洪水予警報や避難救助などの非構造物対策の実施を担当する。一方、地方自治体は洪水被害軽減を目的として小規模であるが内水排除施設の建設、維持管理、リハビリ等を実施し、さらに非構造物対策として排水路の清掃や小規模水源地管理を行っている。

5.3.2 洪水対策委員会 (FMC)

本調査において提案する非構造物対策は中央政府機関、地方自治体政府さらに NGO や地元住民との協同によって実施される必要がある。同時に実施にあたっては地方自治体が主導的な役割を果たさなければならず、関係機関の間の調整や効果的な実行とモニターを実現するために以下のメンバーにより構成される洪水対策委員会の創設を提案する。

表 9 洪水対策委員会のメンバー

区分	組織・職位
議長	Provincial Planning and Development Coordinator (PPDC)
事務局	Provincial Planning and Development Office (PPDO)
副議長	District Engineer of DPWH in Tress Martires City
メンバー	Provincial Director of Philippine National Police (PNP)
メンバー	Head of PG-Environmental and natural Resources Office (PG-ENRO)
メンバー	Head of Provincial Housing and Urban Development Office
メンバー	Head of Provincial Engineering Office (POE)
メンバー	Representative from District Office of DENR in Tress Martires City
メンバー	Representative from District Office of NIA in Naic, Cavite
メンバー	Provincial Action Officer of the Gov. Service Office

5.3.3 実施のための財政条件

(1) 中央政府

DPWH の中期インフラ開発プログラム (DPWH-MTIDP) において、全体予算に対する洪水対策事業への予算は 1999-2004 年の 13% から 2005-2010 年の 12% と漸減したが、その一方洪水対策事業への実際の投資額は 1999-2004 年の 51 億ペソから 2005-2010 年の 82 億ペソへと増加している。

また表 10 に示す通り、DPWH の洪水対策事業には外資による 33 事業 (継続 9 事業、新規 22 事業) が含まれており、1 事業あたりの平均外資投資額は 28 億ペソ (継続 43 億ペソ、新規 23 億ペソ) となっている。さらにこの外国資金援助事業には、外資に加え自国予算によって 49 億ペソ配分され排水路や河道の維持管理に充てられている。

表 10 継続及び新規の洪水対策事業投資額 (外国資金援助事業)

状況	事業数	投資額(百万ペソ)				平均投資額/ 事業(百万ペソ)
		2005以前	2005～2010	2005以降	合計	
継続	9	17,414	21,173	0	38,587	4,287
新規	24	0	23,050	31,785	54,835	2,285
合計	33	17,414	44,223	31,785	93,422	2,831

調査対象地域内においても DPWH は、カビテ工事事務所を通して、護岸の建設、浚渫工事及び排水路改修事業等の洪水対策事業を実施している。また DPWH は国道沿いの排水路清掃等も定期的に実施している。これらの洪水対策に係る DPWH のカビテ州全体の年間投資額は 167 万～538 万ペソである。

(2) 地方自治政府

カビテ州の年間収入は 10 億ペソを僅かに超える程度であり、その 70% が内国税収入割当 (IRA) から充当されている。また、年間支出の 90% は職員給与等の経常経費で占められている。このような財務状況から判断して、実際の洪水対策事業に支出できる予算は殆どないことが解る。

6. 構造物対策による洪水軽減計画

河川洪水ならびに内水氾濫対策に係わる各種代替案を想定し、「事業投資効果」、「事業費負担能力限界」、「洪水低減効果」、「事業実施による社会・自然環境への影響」等に基づきそれら代替案の比較検討を行い、最適な河川洪水・内水対策施設の組合せ案と施設規模を決定した。以下に決定された最適案の内容を述べる。

6.1 河川洪水対策

先の 2.3 節で述べた通り、調査対象域内の 3 主要河川のうち Canas 川は 20 年確率規模の洪水を通水可能な十分な流下能力を有する。しかしながら、他の Imus および San Juan 川に関しては、2 年確率規模の洪水でさえ河川氾濫が発生する極めて小さな流下能力しか持っていない。このため河川洪水対策計画はこれら 2 河川を対象にした。

上記、2 河川に対する最適な洪水対策案として代替案比較の結果、「遊水池」、「部分河川改修」ならびに「新規分譲地における防災調整池」の 3 種類の施設により構成される案を提案した。また計画施設規模として Imus1 及び San Juan 本川の洪水対策に関しては 10 年確率規模を採用し、Imus 川の支川である Bacoor 川及び Jurian 川に関してそれぞれ 2 年確率規模および 5 年確率規模を採用した。以下に提案した最適河川洪水対策案の詳細を述べる。

6.1.1 遊水池の建設と河川の部分改修

フィリピンにおいては河川改修と放水路の建設が河川の洪水氾濫の対策として採られてきている。しかしながら、調査対象地域の河川下流域周辺においては家屋が密集しており、この対策は多数の家屋移転を必要とすることから実際には極めて困難である。従って、可能な対策としては最小限の河川改修と遊水池の建設が最も現実的かつ有効であると評価された(図 4 参照)。

最適案として提案した遊水池は全体で 10 箇所、総面積 219ha の規模を有し、人口が少ない中流部の農用地に建設し、洪水を一時的に遊水させることにより洪水のピーク流量を減らすことを目的とする。さらに遊水池下流に位置する河道狭窄部の流下能力の増強を目的として、延長 20.8km 区間の河川改修を提案する。

表 11 遊水地及び部分河川改修計画規模

計画内容	規模
計画規模	Imus及びSan Juan本川: 10年確率 Jurian川 (Imus川支川): 5年確率 Bacoor川 (Imus川支川): 2年確率
遊水池	Imus川流域: 7箇所の遊水池 (総面積 139 ha) San Juan川流域: 3箇所の遊水池 (総面積 80 ha) 合計: 10箇所の遊水池 (総面積219 ha)
河川部分改修	Imus本川: 改修延長3.4km Bacoor川 (Imus川支川): 改修延長6.4km Jurian川 (Imus川支川): 改修延長9.0km San Juan本川: 改修延長2.0km 合計: 改修延長20.8km

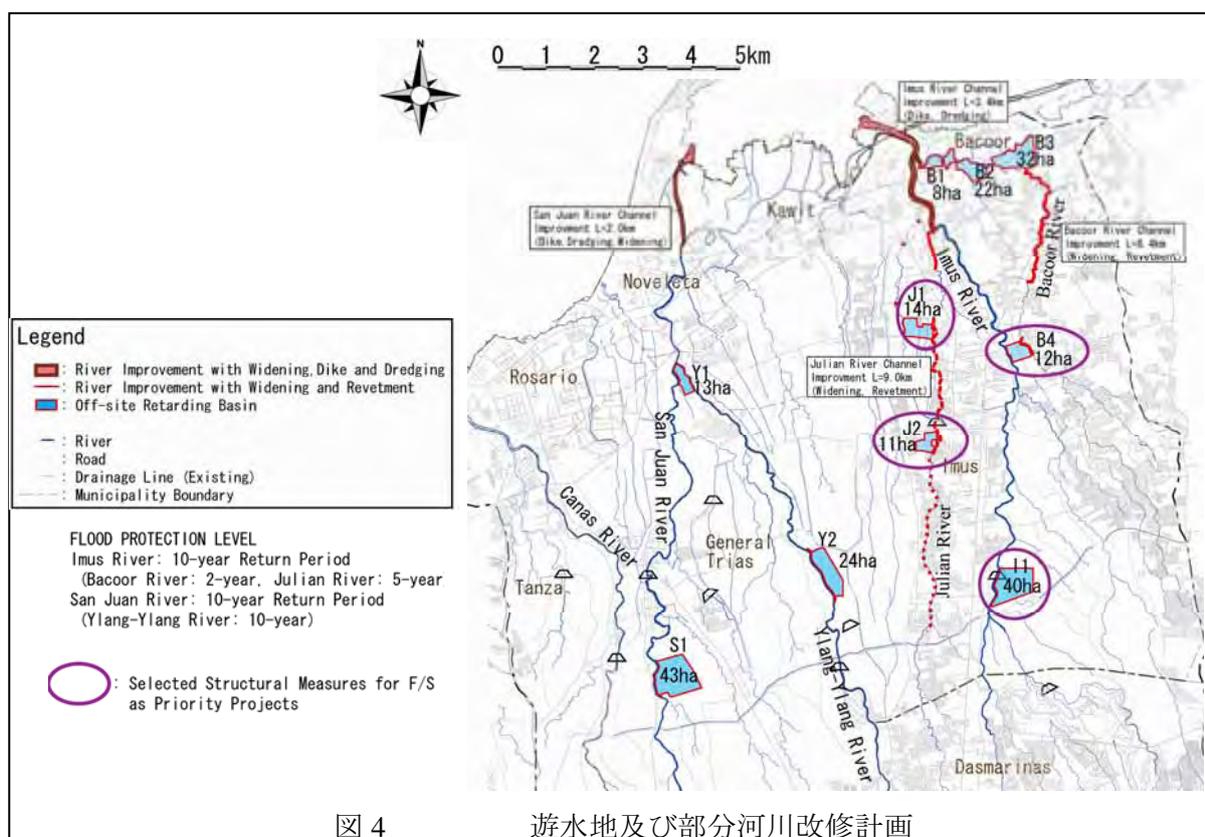


図 4 遊水池及び部分河川改修計画

6.1.2 新規住宅区域での防災調整池の建設

現在、調査対象地域の中流域や上流域において急激な住宅分譲地造成が進められている。分譲地の地表面は道路舗装や建物、その他非浸透性の構造物で覆われ、その結果降雨が地中に浸透し難くなり下流域への洪水ピーク流出が増大することとなる。このような洪水ピーク流出増を抑制するために、5ha以上の宅地造成に対して防災調整池の建設を分譲地造成者に義務付ける条例を提案する。

この条例では造成される新規分譲地面積の3%を防災調整池用地として充当するものと規定している。さらに条例は20年確率規模以下の洪水規模に対して分譲地造成後に発生する洪水ピーク値を造成前の値まで抑制することが可能な防災調整池施設の規模を求めている。

防災調整池の構造概要を図 5 に示す。この防災調整池は洪水時には洪水の一時貯留のための湛水地となるが、非洪水時には湛水を除去して運動場など遊戯場として使用することが可能な機能を有する設計とする。

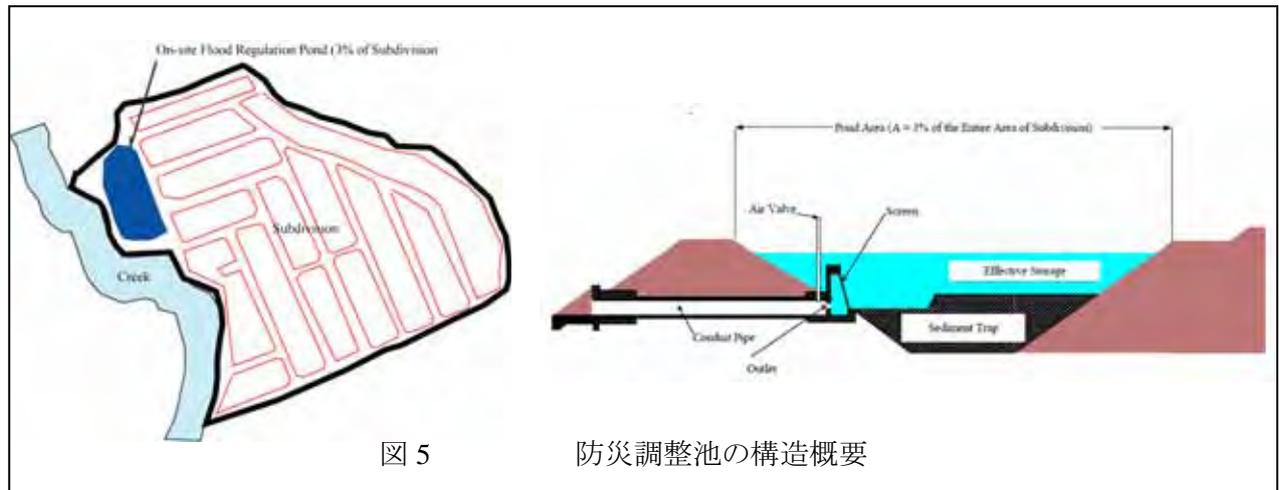


図 5 防災調整池の構造概要

6.2 内水氾濫対策と高潮洪水対策

内水氾濫対策として、図 6 に示す通り延長 3.8km の既設排水路改修、延長 2.6km の新規排水路建設、延長 4.4km インターセプター建設、総面積 52ha の内水調整池の建設および 18 基のフラップゲートの建設を提案する。

内水調整池は降雨を一時的に貯留することによって下流の排水路の負担を軽減し、またフラップゲートは河川や海域からの逆流を防止する機能を有する。内水排除計画の規模は事業実施の財務負担能力、用地取得規模ならびに経済効果を勘案し 2 年確率とする。

上記の内水氾濫対策施設に加え、高潮対策施設として延長 4.1km の海岸堤防と 12 基の防潮水門を提案する。この防潮水門は海岸堤防と交差する河口や水路口部に建設し、低潮位時に河川・水路から海域への排水を即し、同時に河川と海域間の舟運の便を維持する機能を有する。なお海岸堤防の天端高は既往最高海水位より 1m 高い EL. 2.41m に設定した(図 7 参照)。



図 6 内水排除計画と高潮洪水対策

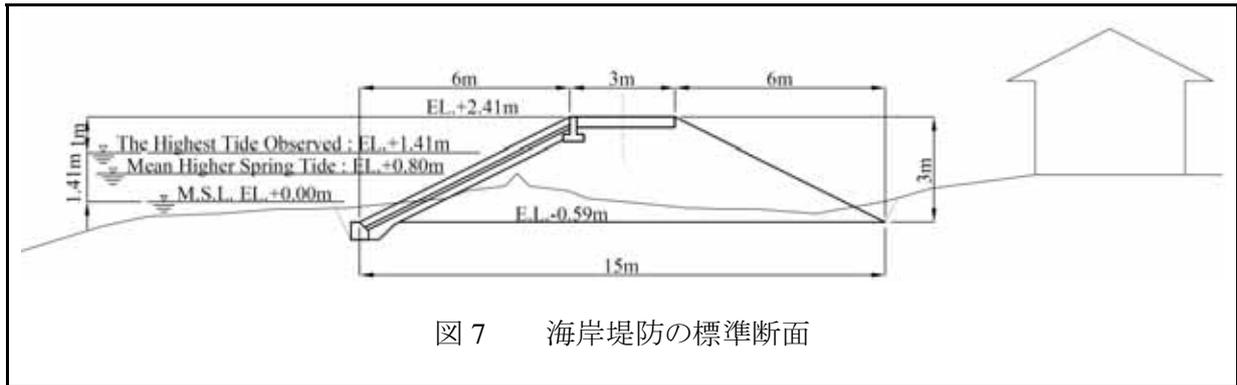


図7 海岸堤防の標準断面

6.3 事業費と事業投資効果

最適な構造物洪水軽減計画の計画規模、事業費、EIRR および家屋移転数は以下の通り算定された。これら算定値によれば提案した構造物対策案の実現は可能であると評価できる。

表 12 最適構造物洪水軽減計画

対策	事業対象地域	計画規模 (確率年) ^{*1}	事業費 ^{*2} (負担額:百万ペソ)		EIRR(%)	家屋移転 数
			実施機関	開発業者		
河川洪水対策	Imus川流域	10	2,855	2,826	32.4	275
	San Juan 川流域	10	1,445	1,508	20.7	74
内水排除対策	全排水地域	2	2,560	378	8.1	121
合計			6,860	4,712	22.2	470
年間維持管理費			35	36	-	-

注: *1: Imus 川の支川における計画規模は、水路の流下能力不足のため、Bacoor 川においては 2 年確率、Julian 川においては 5 年確率とする。

*2: 上表の事業費は、物価上昇費を含んでいない。

7. 非構造物洪水軽減計画

非構造物対策は総合治水対策の重要な要素であり、その目的及び手段により下表に示すとおり大きく 3 つに分類することができる。

表 13 非構造物対策の分類

分類	対策目的・手段
(I) 河川/排水路の流路対策[河道対策] (洪水流下能力を維持し、氾濫させることなく速やかに域外(海)に排出を促す方法)	(1) 河川/排水路の浄化 (2) 河川区における不法占拠抑制
(II) 流域流出抑制対策[流域対策] (流域の保水性を高め、流域からの洪水ピーク流出量を抑える方法)	(3) 過度の土地開発規制 (4) 新規大規模開発地におけるオンサイト貯留(防災調整池)設置義務化のための(法的)制度策定
(III) 避難対策 [被害軽減対策] (キャパシティ・アップメントを通じた洪水被害を軽減する方法)	(5) 洪水リスク(ハザード)マップ作成・公示(ゾーニング)及び避難・水防活動体制の確立

非構造物対策は地域コミュニティを含む関係者が計画の策定段階から実施・モニタリングまで全ての段階に参加し対策の必要性を認識した上で始めて有効に機能することが可能となる。この認識の下、各種会議(カウンターパート会議、小規模公聴会、ヒアリング等)を通じて関係者との協議を行い、以下に述べる計画を策定した。

7.1 河川/排水路の清掃・不法ゴミ投棄規制

調査対象地域内に位置する14ヶ所の橋梁と6ヶ所の排水路狭窄部において不法投棄のゴミや浮遊物、土砂の堆積による通水部閉塞が発生し、洪水流の河川越水及び排水路溢水の原因となっている。このような狭窄部の流下能力を維持する目的から、以下の河川・排水路の清掃作業を提案する。

7.1.1 定期的な清掃作業

洪水対策委員会(FMC)は公共事業道路省地方事務所(DPWH-DEO)や市・ムニシパリティ当局と協力して以下の活動を実施する。

- (1) FMCは関係機関の活動をモニター、調製、指導するとともに清掃活動のための予算確保に努める。
- (2) Trece Martires市に位置するDPWH-DEOはFMCの中核メンバーとして、国道路橋に位置する狭窄部の清掃作業を実施する。実施すべき作業には作業プログラム策定、狭窄部のゴミ堆積状況監視、ならびに実際の清掃作業を含む。
- (3) 関係市/町およびバランガイは管轄地域に位置する排水路のゴミの堆積を監視すると共に、その清掃を行う。

7.1.2 河川/排水路維持管理のための教宣活動

FMCはカピテ環境美化・緑化計画(以降、“Oplan Linis Cavite”とする)の実行委員会との協力体制を築き年間活動計画を作成する。この年間活動計画を基にOplan Linis Caviteの市・ムニシパリティレベルの作業部会は以下の活動を実施する。

- (1) 住民を対象としたセミナー・ワークショップの開催
- (2) 定期的な宣伝紙の準備・配布
- (3) 河岸沿いへの掲示板の設置
- (4) 教育機関、ロータリークラブ及び他の活動組織を巻き込んだ定期的な河岸沿いの緑化、水路の美化活動の実施

7.1.3 能力開発計画

河川・排水路の美化活動とゴミ投棄防止に係る重要な課題として、活動のためのリーダー養成と幅広い住民への知識の普及が挙げられる。この観点からFMCは、Oplan Linis Caviteの実行委員会と協力し、教育機関・研究所や外部の技術機関からの助言に基づき以下の活動を実施する。

- (1) 河川・排水路の美化に係わる技術移転を目的としたセミナー及びワークショップの開催
- (2) 河川・排水路美化運動に係わるステークホルダーの役割分担、実施順序及び方法を含むマニュアルの作成・配布
- (3) 家庭ごみの分別・リサイクルに係わる能力開発活動を目的とした新たなパイロット・プロジェクトの実施

7.1.4 パイロット・プロジェクトの実施

上記の教宣活動やその他河川・排水路浄化関連活動を具体化する目的から、マスタープラン調査期間にImus及びKawitの二つのムニシパリティを対象にしたパイロット・プロジェクトを実施した。さらにフィージビリティ調査期間に同様のパイロット・プロジェクトを他の五つのムニシパリティに拡大して実施することとした。パイロット・プロジェクトを通じて実施した主たる活動内容は以下の通り。

- (1) 将来の河川・排水路浄化活動の指導的役割を担うべき人材養成のための教材作成
- (2) 住民のための河川・排水路浄化に係わるトレーニング資料の作成

- (3) 河川・排水路浄化に係わる室内および野外訓練の実施
- (4) 正規及び非正規住民を対象にした河川・排水路浄化に係わるセミナー・ワークショップの開催

7.2 河川区域不法占用対策

現在、Imus、San Juan、Canas の3川の河川区域を不法占用している世帯は約 500 を数える。河川管理活動、特に河川区域不法占用対策として中央および地方政府機関が担うべき役割として以下を提案する。

- (1) 州政府による河川区域の明確な境界の定義を行うことにより河川域の不法占用を防止すると共に効果的な管理を行う。本調査では大統領令1067号を参考にして、以下の水域ならびに河畔域を河川区域として提案する。

水域: 明瞭な河川堤防が存在する場合、その堤防を境にして堤外地側を河川区域とする。一方、河川堤防が存在しない場合 2 年確率洪水の河川通水断面を河川区域と想定する。

河畔域: 河道区間が都市部に存在する場合、上記の水域境界から 3m の陸域を河川区域とする。一方、河道区間が農耕地にある場合 20m 及び森林部に有る場合 40m の陸域を河川区域と想定する。

- (2) 河川区域の維持管理の基礎資料となるデータベースを構築する。なお引続き実施するフィージビリティ調査時にプロトタイプ of データベース作成を行うものとする。
- (3) 州住宅都市開発事務所及び州法律事務所は河川区域不法占用対策のための年間活動計画を策定し実行する。
- (4) 河川域内の土地利用のためのゾーニングを行い、河川環境に関する関心を深め安全な洪水河道流下と河川域内の再占拠防止を図る。河川区域に適応すべき土地利用形態として河川公園、遊歩道、動植物の生息空間を提供するビオトープ等が挙げられる。このような河川域内の土地利用を実現するために、市・ムニシパリティの土地利用計画・開発事務所(CPDO・MPDO) は申請される全ての土地利用計画を評価し、さらに河川域の土地利用ゾーニング実施に必要な年間予算確保のための調整・準備を行う必要がある。

7.3 過度の土地開発の抑制

上述の通り、過度の土地開発(市街地拡大)は洪水ピーク流出量の増大を招く結果となる。この問題に対応するため、本調査では将来の市街化区域のゾーニングプランを提案した(3.4 節及び図 1 参照)。このゾーニングプランをさらに具体化する目的から本調査では以下を提案する。

7.3.1 市街地拡大抑制

以下の施策を行うことにより将来の市街地面積を全体の 42.7%にとどめる。

- (1) 将来人口に関するより詳細かつ現実的な予測及び市・ムニシパリティ間の調和の取れた市街地開発計画に基づき州の戦略的土地利用計画を策定する。
- (2) 住宅・土地利用規制委員会により勧告された範囲の農地の保全を行い、同時に現在農耕作業が行われず名目のみの農地を市街地へ転換する。
- (3) ゾーニングによって住宅専用地を特定し、住宅・商業・工業地区の混在型の土地利用を抑制する。
- (4) 本調査で実施した初期トレーニングの結果に基づき、土地利用計画策定作業に必要な組織の構築、人材育成ならびに各種手段の開発を行う。
- (5) 環境上の危険地区あるいは保護地区については将来の市街化区域から除外する。この環境危険地区あるいは保護地区として「①勾配15%以上の急傾斜地」、「②戦略的農水産業開発ゾーン(SAFDZ)に指定された地区」、「③総合農業改善プログラム(CARP)で指定された農耕地」、

「④国家灌漑庁(NIA)が管理する灌漑地区」、「⑤慢性洪水湛水地区(確率2年規模洪水で25cm以上の洪水湛水の発生する可能性のある地区)」等が挙げられる。

7.3.2 防災調整池導入に関する法的整備計画

本調査を通じて「新規分譲地に設置する防災調整池設置令(“On-Site Flood Regulation Pond Requirement in a New Subdivision Project”)」を提案した。同条例の施行により、今後新規に開発される5ha以上の住宅分譲地及び工場団地には全ておけるオンサイト防災調整池の設置が義務付けられることとなる。

7.4 洪水警報・避難体制計画

洪水警報・避難体制は非構造物対策の一つとして提案される。

7.4.1 洪水危険地区

100年確率規模の洪水により50cm以上の浸水深が発生する範囲を洪水危険地区と想定する。この想定は本調査独自のコンセプトに基づくものであり、50cmの浸水深は人への傷害を起しうる最小限界の水位と想定し、さらに100年洪水確率規模は調査域での既往最大規模(2006年の台風Milenyooにおいて記録)であることからこの洪水規模を対象とした。これにより合計1,283ヘクタールの地域が洪水危険地区となる。その中でBacoor町の洪水危険地区が最も大きく、305ヘクタールとなっている。

7.4.2 段階的洪水警報と避難の手続き

早期の洪水警報と避難情報を発令する目的から、各種気象・水文情報に基づく段階的洪水警報・避難を提案した。

7.4.3 洪水対策司令センターと洪水避難センターの設置

洪水対策司令センターは州、市・ムニシパリティ及びバラングイ各レベルの災害調整委員会(PDCC、CDCC/MDCC及びBDCC)毎にそれぞれの間での連絡・調整のために設置される。センターでは雨量計の設置や通信機材の導入なども不可欠である。カビテ州は、調査地域内・外に既に8ヶ所の災害避難センターを設立し、その他公立の小・中学校をセンターとして利用可能としている。また市・ムニシパリティ及びバラングイは洪水危険区域基図を基にした避難センターを設定し、その以上を住民に普及する必要がある。

7.4.4 洪水警報・避難のための通信ネットワーク

すべての政府とレベルとNGUsおよび住民の間の的確な通信を確保するために以下のネットワークを構築する。

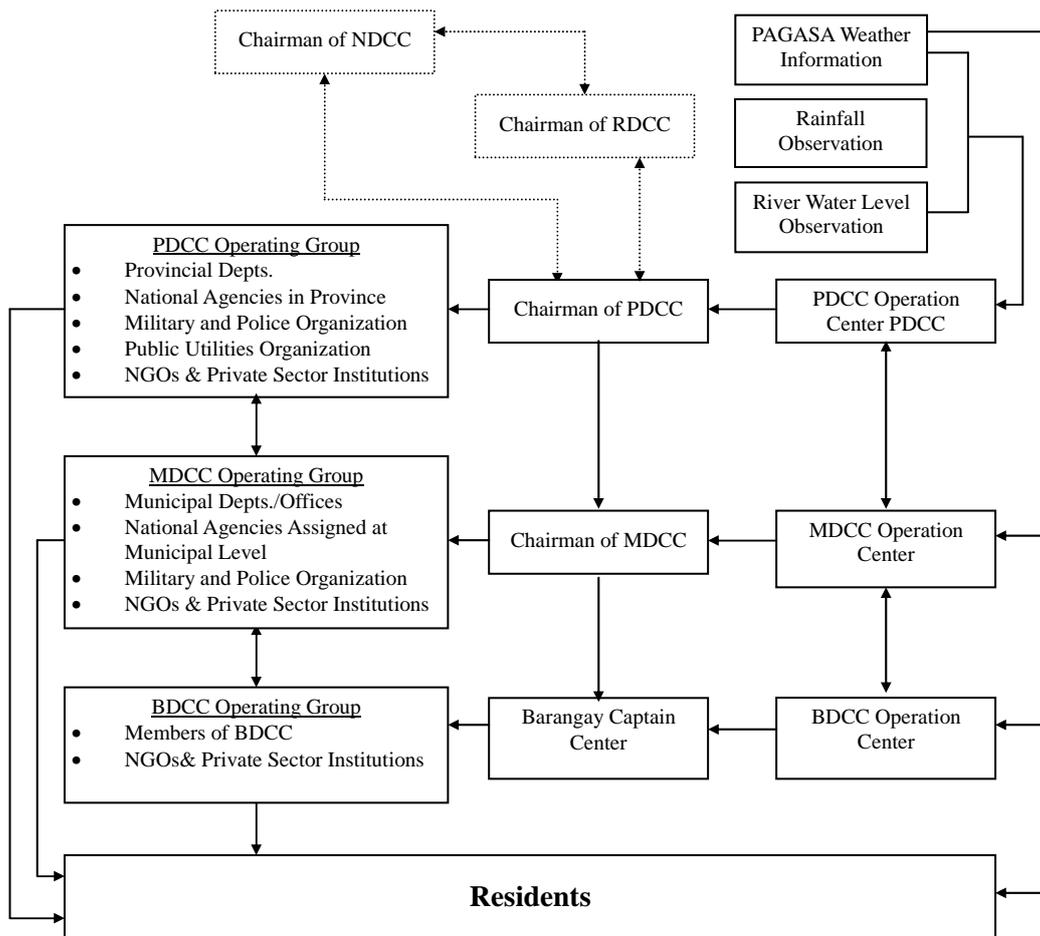


図 8 洪水警報・避難システムのためのコミュニケーションフロー

8. 優先プロジェクトの選定

第6及び7章で述べた構造物および非構造物による最適洪水対策事業は、短期計画事業と長期計画事業に分類される。このうち短期計画事業が優先プロジェクトに相当し、緊急に実施することが必要であり同時に早期の洪水軽減効果を期待できる事業内容を有する。

8.1 構造物対策における優先プロジェクト

構造物対策として選定された最適案は「①Imus 川流域河川洪水対策案」、「②San Juan 川流域河川洪水対策案」、「③内水氾濫対策案」の三つの構成要素に分類され、これら要素はそれぞれ独立した洪水軽減効果を有し、表14に示す通りImus 川流域河川洪水対策案が最も多くの浸水家屋と最も広域な浸水域を救済することが出来る。さらに同案は先の表12に示した通り最も高い内部収益率(EIRR)をもたらす。これらの洪水低減効果と経済効果からImus 川流域河川洪水対策案の実施の優先度が高いことが評価される。

表 14 最適案により救済可能な浸水家屋数と浸水範囲

対策種別	対象域	家屋数			浸水範囲 (単位ヘクタール)		
		2年確率 洪水	5年確率 洪水	10年確率 洪水	2年確率 洪水	5年確率 洪水	10年確率 洪水
河川洪水対策	Imus 川流域	6,911	10,356	10,500	839	1,000	1,056
	San Juan川流域	99	3,146	4,963	93	477	867
内水氾濫対策	内水地区	1,926	-	-	291	-	-

Imus 川流域河川洪水対策案は「①Imus、Bacoor、Jurian 川中・上流に位置する四つの遊水地」、「②Bacoor 川下流に位置する三つの遊水地」、「③部分河川改修」ならびに「④新規分譲地における防災調整池」により構成される。これらの構成施設の内、Imus、Bacoor、Jurian 川中・上流に位置する四つの遊水地が下流洪水被害地区への洪水流出抑制の支配的な効果を有し、従って最も Imus 川の洪水被害低減に寄与することが期待できる。さらにこれら遊水地の建設予定地は現在農耕地もしくは空地となっており多くの家屋移転を必要しない。しかしながら、遊水地建設予定地として早期の用地取得を行わなければ、建設予定地には近い将来において多くの家屋やその他構造物が建設される可能性が高い。従って、上流・中流遊水地の建設は緊急を要する。同時に現時点であれば家屋移転数が極めて少ないことから、上流・中流遊水地は短期間の建設が可能であり、早期の洪水軽減効果が期待できる。

以上の洪水軽減効果、早期の事業実施の必要性、洪水軽減の即効性等の観点から上流・中流遊水地の建設を優先プロジェクトに選定し、フィージビリティ調査を通じてその詳細をさらに検討するものとする。

8.2 非構造物による洪水軽減対策における優先プロジェクト

第7章で述べた非構造物対策は全て異なる分野においてそれぞれ重要な洪水被害軽減の役割をもつものであり、さらの即効の洪水軽減に有効な手段と考えられる。このため、本マスタープランで提案した全ての非構造物対策を優先プロジェクトと位置づけ、フィージビリティ調査において関連する以下の課題を検討するものとする。

- (1) 河川・排水路浄化: マスタープラン調査時に実施した河川・排水浄化のためのパイロット・プロジェクトの成果をさら普及することを目的として、低平地区に位置する五つのムニシパリティを対象としたパイロット・プロジェクトを実施する。
- (2) 河川区域不法占用対策: 河川区域管理の基礎となるデータベースを試作する。
- (3) 過度の土地開発の抑制: 流域の洪水保水能力強化を目的とした「市街化調整」ならびに「新規分譲地における防災調整池設置」にかかわる条例文を成文化しその施行に向けた各種支援を行う。
- (4) 洪水警報・避難体制の確立と洪水ハザードマップの作成: パイロット・プロジェクトの実施を通じて、洪水ハザードマップの試作ならびに関係者への洪水警報・避難に係わる各種技術・情報の移転を行う。

9. 事業実施計画

構造物による洪水対策事業は、3つのパッケージに分割されその優先度より実施計画を下図のように策定した。

- (1) パッケージ 1: Imus 川の河川洪水対策事業
- (2) パッケージ 2: San Juan 川の河川洪水対策事業
- (3) パッケージ 3: 排水改善事業

Work Item	Year											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Package 1 Imus River (Inc. Bacoor and Jurian)												
1.1 River Channel Improvement												
1.2 Off-site Flood Retarding Basin												
Package 2 San Juan River												
1.1 River Channel Improvement												
1.2 Off-site Flood Retarding Basin												
Package 3 Inland Drainage												
Bacoor Area												
Imus Area												
Kawit Area												
Noveleta Area												
Rosario Area												
General Trias Area												
Tanza Area												

図9 構造物による洪水対策事業の実施計画

なおドラフトファイナルレポートで提示したこの工事工程計画に関して、DPWH 職員から工程計画は実効性に乏しく、事業開始時期を本調査で提案した 2010 年から 2011 年に遅らすべきとのコメントが出された。しかしながら、現在の急激な市街地の拡大を考慮した場合、事業用地確保は急務であり、地方政府はプロジェクト影響住民に対する用地買収や家屋移転のための合意形成のための協議を開始する用意がある。さらに海外からの資金援助の可能性も視野に入れた場合、すくなくとも実施設計のための予算の確保は可能と考えられる。以上の観点から、事業実施開始時期は予定したとおり 2010 年を想定する。

同様に非構造物による洪水対策事業は「①水路の清掃」、「②河川区域の占有防止」、「③防災調節池建設のための法令整備」、「④洪水予警報／退避システムの構築」の 4 つのコンポーネントに分割される。

これらの非構造物対策事業の開始は、本調査期間中に実現され、2010 年までに完了する計画とする。非構造物による洪水対策事業の事業実施計画は下図に示すとおりである。

Work Item	Year											
	2007			2008			2009			2010		
1. IEC on Cleanup of Water Way												
(1) Pilot Project												
(2) Expansion Program												
2. Prevention of Encroachment to River Area												
(1) Establishment of Boundary for River Area												
(2) Development of Database of River Area												
(3) Formulation and Execution of Management Plan												
3. Land Use Control												
(1) Legislation of Ordinances for Land Use Control												
(2) Review of CLUP and PPP												
(3) Organization and Human Resources Development												
4. Setup and execution of Flood Warning and Evacuation												
(1) Setup of Local Disaster Coordinating Committee												
(2) Formulation of Calamities and Disaster Prevention Plan												
(3) Establishment of Disaster Operation/Evacuation Center												
(4) Development of Flood Hazard Map												
(5) Development of Hydrological Gauging Network												
(6) Training for Flood Warning and Evacuation												

図10 非構造物による洪水対策事業の実施計画

10. 洪水対策代替案の環境社会配慮

10.1 初期環境影響評価 (IEE) の目的

フィリピン政府ならびに JICA のガイドラインに基づき、提案した河川洪水対策事業及び内水氾濫・高潮対策に対する初期環境影響評価(IEE)を実施した。IEE の目的には「①スコーピングを通じた評価対象となる環境要素の抽出」、「②抽出した環境要素の評価」、「③負の環境影響に対する緩和策の提案」、「④将来必要となる環境モニタリング項目の抽出」が含まれる。また環境影響評価は以下の 8 つの洪水対策代替案ならびに事業実施なしの状態を対象に行うものとする。*

表 15 河川洪水対策代替案

対象河川	代替案No.	構成施設				
		フルスケール河川改修	部分河川改修	遊水地	放水路	分譲地設置の防災調整池
Imus	F_I.1	●				
	F_I.2		●	●		
	F_I.3		●	●		●
San Juan	F_S.1	●				
	F_S.2		●	●		
	F_S.3		●	-	●	●
	F_S.4		●	●	●	
	F_S.5		●	●	(●)*	●

注 代替No. F_S.5は遊水地及び放水路を構成施設要素のとして含む代替案として想定した。しかしながら、最適計画規模として選定した確率10年規模の場合、放水路を除外したケースが最小事業費を担保する。このため確率10年計画規模の場合放水路を代替案の構成要素から除外する。

内水氾濫対策としてさらに 2 年確率洪水に相当する計画規模を前提に二つの代替案(代替案 No. D-1 及び D-2)を想定した。これらの代替案はいずれも内水氾濫対策及び高潮対策のための様々な施設を構成要素として含む。二つの代替案の相違点は、Kawit ムニシパリティの高潮対策として代替案 No. D-1 は防潮水門及び海岸堤防を採用し、一方代替案 No. D-2 は輪中堤を採用することにある。

10.2 環境要素の抽出 (スコーピング)

スコーピングを通じて上記洪水対策代替案により影響を受けると想定される環境要素の抽出を行った。抽出した環境要素に対する主な負の影響は以下の通り。

- (1) 河川洪水対策代替案として想定したフルスケール河川改修案(代替案No.F_I.1及びF_S.4)は多数の家屋移転を必要とする。
- (2) 上記のフルスケール河川改修案以外の全ての河川洪水対策代替案は、必要とする家屋移転数を大幅に減ずることが可能となるが、その一方で相当規模の農地や養魚地の土地収用が必要となる。この土地収用によって、小作農家や小作養魚従事者の仕事の間が失われる可能性がある。
- (3) 内水氾濫・高潮対策のための二つの代替案(No. D-1及びD-2)は、いずれも相当規模の家屋移転と農地・養魚地の土地収用を必要とし、小作農家・養魚従事者の失業が発生する恐れがある。
- (4) 全ての代替案は共通して既存のマングローブ林の一部を伐採する必要が生じる可能性がある。

* 本調査では代替施設組合せ案に加えて、2~20年確率の代替計画規模も合わせて環境評価の対象とした。しかしながら、本概要書では最適案として選定した10年確率の河川洪水対策計画規模を前提にした評価結果のみを述べるものとする。

- (5) 全ての代替案は共通して既設道路や灌漑水路の一部を切断し、交通・水利用に支障を与える恐れがある。さらに高潮対策施設を構成要素施設とする代替案(No. D-1及びD-2)は、海岸堤や輪中堤の建設に起因して漁船の往来を妨げる恐れがある。
- (6) 遊水地及び防災調整池を構成施設に含む代替案は、それら施設に周辺からの汚水が流れ込んで、水質汚濁・悪臭が生じる恐れがある。

10.3 影響評価と可能な緩和手段

上記のスコーピングを通じて抽出した環境要素に与える具体的な負の影響を評価し、さらに許容限度を超す負の影響に対する可能な緩和手段を検討した。

10.3.1 家屋移転

フルスケール河川改修による河川洪水対策代替案は、10年確率洪水を計画規模と想定した場合、表16に示す通り合計で1,940戸(Imus川洪水対策代替案No. FI_1で1,480戸及びSan Juan川洪水対策代替案FS_2で460戸)の家屋移転を必要とする。一方、遊水地、部分河川改修及び防災調整池の施設により構成される代替案の場合、家屋移転数は349戸に激減する(Imus川洪水対策代替案FI_3で275戸及びSan Juan川洪水対策代替案FS_5で74戸)。

2年確率洪水を計画規模に想定した内水氾濫対策代替案に関して言えば、代替案No. D-1(高潮対策として海岸堤・防潮水門を想定)が121戸の家屋移転を必要とし、一方代替案No. D-2(高潮対策として輪中堤を想定)は341戸を必要とする。

表 16 各代替案が必要とする家屋移転数

対策種別	対象地区	代替案No.	移転家屋数
河川洪水対策	Imus川流域	FI-1	1,480
		FI-2	275
		FI-3	275
	San Juan川流域	FS-1	460
		FS-2	74
		FS-3	285
		FS-4	204
		FS-5	74
内水氾濫・高潮対策	内水氾濫地区	D-1	121
		D-2	341

注： 上表は河川洪水対策と内水氾濫・高潮対策の計画規模として、それぞれ10年確率と2年確率洪水を想定した場合の値。

本調査では初期環境影響評価の一環として河川沿いあるいは遊水地用地内に居住する199戸の住民に対してサンプルインタビュー調査を行った。その結果、事業実施により影響を被る人々(PAPs)の社会・経済状況として以下の認識を得た。

- (1) 回答者の32%(63世帯)は女性が世帯主(家計収入に最も貢献している家族メンバー)の家庭である。
- (2) 回答者の平均家族構成人数は5.69人であり、そのうち約3割(1.90人)が働き手である。彼等の最も多くが就業している職種は、ビジネス・セールス(行商等)であり回答者の24%が従事している。続いて工場労働者(16%)、運転手(8%)、事務所職員(8%)、漁業・農業(8%)等が挙げられる。
- (3) 全回答者の51%及び女性が世帯主である回答者の56%が貧困ライン(月1,700ペソの収入)以下の収入しか得ていない。
- (4) 全回答者199世帯のうち31世帯(16%)は自分の土地を所有しており、127世帯(64%)は自分の家屋を所有している、しかしながら、土地及び家屋の両方を所有している世帯は30世帯(15%)に過ぎない。さらに35世帯(18%)は非正規に政府公有地を占有している。

(5) 回答者の25%の家屋は廃材を利用しれ作られたものであり、一方42%は半コンクリート造りの家屋、28%はコンクリート造りの家屋である。

(6) 全回答者199世帯のうち、13%は如何なる移転にも反対の意向である。

州政府は現在移転地整備を進めており、274ヘクタール規模の移転地の一部を本事業家屋移転のために使用することが可能と考えられる(後述の11.2節参照)。上記の家屋移転の問題はこの移転地確保により緩和されることが期待できる。さらに移転問題に対処する目的から、総合移転計画を作成することが必須となる。この総合移転計画は事業実施により影響を被る人々(PAPs)の特定、それら人々への補償や社会・生活保障やさらに移転後の社会環境・収入レベルの回復支援を含む。以上の移転計画に必要な活動及び手配の詳細は後述の11.3節及び11.4節に述べる通りである。

10.3.2 農地及び養魚池の土地収用にとまなう職の喪失

事業実施に伴う土地収用の対象は、宅地と農地・養魚池に区分される。このうち宅地収用に関する影響評価は、先の10.3.1節で述べた家屋移転の問題として捉えることができる。しかしながら、農地・養魚地の収用に関しては、それに付随して小作農家及び小作養魚者の失業問題が発生する。この観点から、農地・養魚地の収用面積およびその収用によって影響を受ける小作農家・小作養魚者数を求めた場合下表の値を得る。

表 17 農地・養魚池の必要収用面積と影響を受ける小作農家・養魚者世帯数

対策種別	対象地区	代替案 No.	農地・養魚池の収用面積 (ha)			影響を受ける小作農家及び養魚者世帯数		
			農地	養魚池	合計1	農家	養魚者	合計
河川洪水対策	Imus川流域	FI-1	0	0	0	0	0	0
		FI-2	36	40	76	30	44	74
		FI-3	31	40	71	26	44	70
	San Juan川流域	FS-1	0	0	0	0	0	0
		FS-2	62	0	62	52	0	52
		FS-3	0	0	0	0	0	0
		FS-4	34	0	34	29	0	29
		FS-5	58	0	58	49	0	49
内水氾濫・高潮対策	内水氾濫地区	D-1	20	9	29	17	10	27
		D-2	20	10	30	17	11	29

注： 上表は河川洪水対策と内水氾濫・高潮対策の計画規模として、それぞれ10年確率と2年確率洪水を想定した場合の値。

上表に示す通り、遊水地を施設構成要素に含む河川洪水対策代替案(No. FI_2、FI_2、FS_2、FS-4、FS-5)及び内水氾濫・高潮対策代替案(No. D-1及びD-2)は相当規模の農地・養魚池の収用が必要であり、それに伴って小作農家および小作養魚者の職が失われることとなる。本調査を通じて実施したサンプルインタビュー調査によれば、影響を受ける小作農家及び小作養魚者の社会・経済状況は以下の通り想定される。

- (1) 小作農家及び小作養魚者回答者の全家計収入に占める農業及び養魚による収入はそれぞれ42%及び16%である。このことから小作農及び小作養魚者の世帯の多くは副業を営んでいることが推定される。
- (2) 小作農家回答者の64%及び小作養魚者回答者の33%は貧困ライン(月1,700ペソの収入)以下の収入しか得ていない。
- (3) 小作農家回答者の6割及び小作養魚者回答者の8割の最終学歴は小学校卒業であり、相当低い学歴しか有しない。このような低学歴は新たな職業を求める場合のハンディキャップとなる恐れがある。
- (4) 全ての小作農家及び養魚者回答者は市街地近傍に居住しており、このことは新たな職業を探すうえで有利に作用することが期待できる。

上記失業問題を緩和する目的から、政府関係機関は以下の活動を実施し影響を受ける小作農家お耕作養魚者の移転後の生計回復支援を行うことが求められる(生計回復支援の詳細は後述 11.3.3 節参照)。

- (1) 家屋移転により失業する恐れのある人々に対しては、元のムニシパリティ内もしくは近くの場所に移転できるように、移転地の割り当てに際しては特別の配慮をする。
- (2) 転職を希望する人々に対して種々の職業訓練コースを用意する。
- (3) 低学歴の人達でも従事出来るような仕事の創出あるいは紹介について援助をする。

10.3.3 インフラ、水利用及び漁業への支障

事業実施に付随して発生する主たる支障とその緩和策として以下の内容が想定される。

(1) 道路・橋梁・灌漑水路の遮断

下表に示す既設の道路、橋梁、灌漑水路が河川洪水対策事業実施によって遮断されることとなる。これらの遮断に対しては施設の作り替えあるいは新規代替施設の建設によって解決できる。さらに工事中の交通混雑が予想されるが、この問題に対しては近傍道路への迂回もしくは仮設迂回路の建設により緩和することが可能となる。

表 18 事業実施に伴う道路・橋梁・灌漑水路の遮断箇所数

代替案No.	大規模橋梁	小規模橋梁	道路	灌漑水路
FI-1	5	8	-	-
FI-2, FI-3	2	8	3	2
FS-1	4	-	-	-
FS-2, FS-4	1	-	-	-
FS-3, FS-5	1	-	-	-

(2) 漁船の係留

内水氾濫・高潮対策代替案(No. Alt. D-1 及び D-2)の施設構成である海岸堤防もしくは輪中堤は Kawit ムニシパリティに位置する既設漁港への小規模漁船の係留を阻害する恐れがある。この問題に関しては、海岸堤防・輪中堤と河川の交差点に閘門を建設することにより解決可能である。漁船は高潮時にも閘門を通して自由に出入りすることが出来る。

10.3.4 マングローブの伐採

事業実施にともなって、下表に示す通り既存マングローブ林の一部伐採が必要となる。

表 19 事業実施に伴うマングローブ伐採範囲

代替案No.	マングローブ伐採範囲	
	マングローブ林 (ha)	マングローブ帯 (km)
FI-2, 3	-	5.2
FS-1	2.0	-
FS-2, 3, 4, 5	2.1	0.2
D-1, 2	-	1.7*

*: 約10m幅の帯状のマングローブ林

上記の事業実施により影響を被る既存マングローブ林に関して、基本的に全て移植することによりその影響を緩和する方針とする。さらに関係政府機関は事業実施にあたっては以下のマングローブ林保全に係わる対策の実施が求められる。

- (1) 事業実施に伴って影響を受けるマングローブの樹種を確認する。
- (2) 影響を受けるマングローブ林の詳細な生態系を把握し、それらマングローブ林の河道改修区間沿いや遊水地周辺等の事業用地近傍への移植が可能か否かの判定を行う。

- (3) 上記移植は困難と判定された場合、影響を受けるマングローブ林の再生可能な地区を特定し確保する。
- (4) 上記のマングローブ林の移植あるいは再生に係わる詳細な実施計画を策定する。

10.3.5 廃棄物処理

河川改修区間や遊水地、排水路等へのゴミの投棄が発生する恐れがある。この問題への緩和策と施設の維持管理業務の遂行が必須の条件となる。さらに現在州全体で実施中の河川・排水路浄化運動(OPLAN LINESと呼称)を通じて、住民と共同して必要な教宣活動を推進していく必要がある。

10.3.6 事業実施なしの状態に対する環境影響評価

調査対象地域はしばしば洪水に見舞われ、人命、財産の深刻な被害を受けている。将来、洪水氾濫区域の人口増大に伴って、洪水被害はますます増える。一方、上・中央域の土地開発は下流河川の洪水ピークを増大しその結果、低地地区の洪水被害はますます悪化する。洪水被害は洪水の規模にしたがって変化する。プロジェクト無しの場合における将来の洪水被害を推定し、現状と比較して示すと下表 20 の通り。

表 20 プロジェクト無しの場合の洪水被害

洪水タイプ/規模	現況被害		2020年時点の被害	
	氾濫面積 (ha)	被害家屋 (戸)	氾濫面積 (ha)	被害家屋 (戸)
河川洪水				
2年確率	930	7,000	1,360	20,700
5年確率	1,650	14,600	2,070	34,500
10年確率	2,260	19,500	2,610	41,100
20年確率	2,950	23,200	3,320	48,000
内水				
2年確率	710	4,900	890	9,200

現在、国道を含む道路網は多くの箇所ではしばしば冠水している。この冠水は交通障害を引き起こすだけでなく、地域の経済活動にも被害をもたらしている。大洪水時には、道路の冠水のため、人々は工場・事務所に通勤できなくなり、操業停止を余儀なくされる。このような経済活動への被害は、将来ますます大きくなると考えられる。

10.4 必要なモニタリング項目の抽出

環境影響評価調査におけるモニタリングは、「①提案した緩和策が期待通り良く機能しているかどうかの確認」、「②予測した負の影響が実際と大きく異なっていないかどうかの確認」、「③必要に応じて提案した負の影響に対する管理計画の改正」を主たる目的とする。モニタリングは工事段階から始まり、プロジェクト完成後も継続するものとし、必要なモニタリング項目として以下を提案する。

表 21 必要なモニタリング項目

環境項目	モニタリング項目	記述
(1) 家屋移転	(a) 移転地	移転地には計画通り必要な公共施設が整備されているかどうか？
	(b) 雇用	移住者は失業していないかどうか？
	(c) 職業訓練	職を変更したい人に必要な職業訓練が行われているかどうか？
(2) 自然環境	(a) マングローブ	伐採したマングローブの必要な植林・再生が計画通り実施されているかどうか？
(3) 工事期間中の公害	(a) 交通混雑	道路/橋梁工事による交通混雑
	(b) 河川水の濁り	河川浚渫による河川水の濁り
	(c) 騒音	建設機械運転に伴う騒音
(4) 管理段階の公害	(a) ごみ投棄	改修河川、遊水地、放水路、内水調整池および防災調整池へのごみの違法投棄
	(b) 汚水排水	遊水地および内水調整池への汚水の違法排水

11. 移転計画に係わる予備検討

11.1 事業実施により影響を受ける可能性のある人々 (PAPs)

マスタープランにおいて提案した洪水対策事業の実施にともなって、下表に示すとおり 470 世帯の住民の移転が求められる。農地や養魚池の土地収用によって、92 世帯の小作農家と 54 世帯の小作養魚者の生計に影響が発生する。

表 22 事業実施により影響を受ける世帯数

影響の種類	洪水対策種別の影響を受ける世帯数			計
	Imus川河川洪水対策	San Juan川河川洪水対策	内水氾濫対策	
家屋移転	275	74	121	470
農地収用による生計への影響	26	49	17	92
養魚地収用による生計への影響	44	0	10	54
計	345	123	148	616

先ののべた 199 世帯住民へのサンプルインタビュー調査によれば、事業実施の影響を被る可能性のある世帯の平均家族数は 5.69 と推定され、従って影響を被る可能性のある総人口は 2,600 人以上となることが予想される。さらにカビテ州が 2003～2005 年の年平均人口伸び率 2.63% が今後も続くと仮定すればマスタープランで提案した事業の目標完成年である 2020 年の事業実施により家屋移転が求められる人口は 3,700 人以上に増加することが予想される。なお、事業実施の影響を被る可能性のある世帯の社会・経済状況は先の 10.3.1 節及び 10.3.2 節に述べた通りである。

11.2 移転候補地

カビテ州政府住宅開発・管理事務所(PHDMO)は、現在州が推進している非正規住民再定住プログラムの実施機関としての役割を担っている。この役割の一環として、同事務所は再定住用の総合収容プログラムの青写真を作成し、未処理の再定住用に移転地の開発計画を策定した。

計画された移転地は本調査対象域内の幾つかの箇所にばら撒かれており、それらのうち合計 262 ヘクタールの広さを有する以下の移転地に関しては、本調査で提案された事業により求められる移転者の収容が可能と期待される。

- (1) Trece Martires 市バランガイ Osorio に 53 ヘクタールの移転地が予定されている。本移転地は喫緊の用地取得が進行中であり、本事業移転者のうち特に Tanza, Rosario 及び Noveleta のムニシパリティの住民に対する移転地として有効と考えられる。
- (2) Gen. Trias ムニシパリティのバランガイ Pasong Camachile に 44 ヘクタールの移転地が予定されている。本移転地は上記のバランガイ Osorio の移転地の後続として開発が予定されており、本事業移転者のうち特に Gen. Trias, Kawit 及び Imus ムニシパリティからの住民の移転地として有効と考えられる。
- (3) Bacoor ムニシパリティのバランガイ Molino に 150 ヘクタールの移転地が予定されている。本移転地は大統領宣言により指定された公有地であり、本事業移転者のうち特に Bacoor 及び Imus ムニシパリティからの住民の移転地として有効と考えられる。
- (4) Kawit, Imus, Noveleta, Rosario 及び Tanza の 5 つのムニシパリティはそれぞれ 3 ヘクタールずつの移転地 (即ち合計で 15 ヘクタールの移転地) の提供を予定している。これら移転地の開発が実現した場合、本事業移転者にとって最も適当な移転地となることが期待できる。

上記の移転地に加えて、州政府は漁業従事者の再定住のための用地買収を計画している。この買収対象の用地は、調査対象域外の Naic ムニシパリティのバランガイ Halang に位置する。しかしながら、この用地買収は実現すれば、本事業移転者のうち特に Kawit, Noveleta 及び Rosario ムニシパリティの海岸部に居住する漁業従事者の移転先とすることが可能と考えられる。

11.3 移転の移住の手順、方針及び方法

移転に係わる JICA 及びその他関連国際機関の方針に基づき、移転家族及び事業実施の影響受けコミュニティの要求を満たすフルスケールの移転実行計画(RAP)の策定が行われる必要がある。この計画の効果的な実施を担保するために、可能な限り事業実施の影響を被る住民(PAPs)及び彼等のリーダーを RAP 策定の出来るだけ早い段階から取り込む必要がある。

RAP は移転前段階、移転実施段階ならびに移転後段階の 3 つステージの活動を含む。これらステージのうち移転前段階は物理的かつ精神的に十分な移転住民の準備の実施を目的とする。一方、移転実施段階では、事業実施に向けて住民の用地からの物理的な退去を目的とし、この段階での住民の移動は事業の実施と併行して行われることとなる。さらに移転後の局面では、移転住民の社会・経済基盤の再構築の援助が重要な課題となる。

以上の課題を達成するためには、移転住民の再定住が完了するまでの期間に実施すべき具体的な活動や戦略・手段・仕組みに関して RAP を通じて明らかにする必要がある。この戦略・手段・仕組みに関する詳細な議論は以下の通り。

11.3.1 移転前

「①移転対象住民の移転に対する合意形成」、「②移転に対する補償対象の確認」及び「③移転地の整備」が移転開始の段階で求められる重要な事項となる。この段階で実施すべき主要活動は以下の通り。

- (1) 社会的準備: 全移転プログラムの実施を担当する移転対策本部をまず立ち上げる必要がある。この対策本部の構成メンバーには関連政府機関の他に関連コミュニティを加える必要がある。またこの対策本部には移転計画に対する移転住民の合意形成を図ると同時に移転住民の権利を保護するための不利益回復の手段を創設することが求められる。
- (2) 事業用地確保: 補償評価委員会を新たに組織し、全てのPAPsの資産目録を作成し、PAPsに対する補償のための正当な市場価格ならびにPAPsの社会・生活保障の内容に関する評価を行う。補償支払はこの委員会と補償対象の資産所有者との交渉を通じて行われる。さらに土地所有者に対する金銭補償に加えて土地所有者以外のPAPsの社会・生活保障が行われる。この社会・生活保障には借地人に対する経済支援、小作農耕従事者に対する補償、移転区画斡旋、移転に伴う不便に対する手当やさらには移転・生計回復の支援等が含まれる。
- (3) 住民調査及び名札付け: この作業は全ての正規及び非正規のPAPsの特定と、その後新たに事業実施予定地に居住しようとする者の欺瞞的な抗議の排除を目的とする。さらに社会・経済調査を実施し、特別な生計回復援助を必要とする弱者の特定とそれらの人々に対する特別な移転計画及び社会・経済回復計画の策定を行うものとする。
- (4) 移転地整備: 政府はPAPsが受容可能な移転地位置を選択し、正当な基準に基づくインフラとアメニティが完備した移転地の整備を行う。さらに地方政府は通常新規住宅開発プログラム適用対象者の選定や宅地割当の優先順位決定に係わる方法や基準を規定する。

11.3.2 移転時

実際の移転は以下の活動を通じて行われることとなる。

- (1) 立退き準備: 合法的な移転住民の立退きは、都市開発・住宅供給法(UDHA)に基づき人道的な手段によって行われる必要がある。しかしながら、職業的な不法居住者や不法居住者のシンジケートに対しては、いかなる移転援助を伴わない略式の強制退去手続が採られる。移転実行計画(RAP)においては、立退き完了時点で更地への再度の侵入や再占拠を防ぐ手段を講ずることが求められる。
- (2) 移転作業: 移転に先立ってまず移転スケジュール、各種側面方支援、移転住民及び家財の確認、食事・水・緊急医療手当等の準備を含む詳細な移転計画の策定が求められる。さらに建物

取壊しや移転に反対するPAPsや移転の不法妨害を行うグループに対する対策案の策定も必要である。またこれらの計画策定にあたっては、ソーシャルワーカー、警察ならびに医療チームとの密接な連携が求められる。

11.3.3 移転後

移転後に求められる活動は PAPs の家計収入・生計の回復や地域社会の再構築等益を主たる目的とする。これら PAPs の移転後の生活再建に係わる行政責任は、通常関連政府機関や NGO 及び地域コミュニティとの連携に基づく地方政府に委ねられる。以上、移転後の活動の詳細をさらに以下に述べる。

(1) **PAPsの地域社会基盤の再構築:** 地方政府はPAPsが移転先の新規コミュニティに溶け込めるよう各種便宜を図ることが求められる。同時にPAPsを受け入れる地方政府・コミュニティには新規参加者が早期に新たなコミュニティの生活に溶け込むための各種支援が求められる。現在フィリピンで「Gawad-Kalinga」の名で実施されている低所得者用住宅供給のためのNGOによるボランティア活動は、以上のコミュニティ保護プログラムのための有効なモデルの一つと考えられる。

(2) **家計収入回復:** 以下の活動を通じてPAPsの家計収入の回復が求められる。

新たな生計展開: PAPs に対する社会・経済・環境調査に基づき新たな生計の選択肢の設定が求められる。またこの生計選択肢の設定にあたっては、「①移転先の職環境」、「②政府機関及び私的機関が準備する生計展開に関連するプログラムや事業」、「③PAPs の移転前の職業や技術レベル」、「④新規職業受入可能人数」、「都市部・仕事場への近接の度合」等に十分配慮する必要がある。

共同組合組織の結成: 生計再建共同組合の組織化は、個人には適用困難な生計手段取得プログラムや経済的支援を享受する法的な権利を PAPs に与える有効な手段といえる。

マイクロ・ファイナンスの利用: 地方政府は、新規ビジネスの初期投資やその後の育成のための低所得者への資金援助を目的とした「コミュニティ住宅ローン融資(CMP)」を PAPs が利用できるよう便宜を図る。

技能開発: PAPs の技能調査結果一覧に基づき技能開発プログラムの策定・実施を行い、PAPs の能力向上と新規職場・収入確保の機会の創出を図る。

(3) **地所管理:** 家屋建築のための経済負担を軽減する観点から、低コスト住宅供給援助のためのあらゆる可能な資金ソースを活用することが求められる。さらに移転実行計画(RAP)の策定にあたって、地方政府は低コスト住宅取得有資格者に対する土地・家屋の売却・譲渡の手段と手順を示さなければならない。さらに地方政府は不動産権利証書等の書類の交付を通じてPAPs世帯の不動産保有権を確保する責任がある。同時に地方政府による移転地整備や住宅開発への投資コストの回収のためのスキームや仕組みを移転実行計画(RAP)において明らかにしておく必要がある。さらにRAPを通じて移転地の維持・管理を担当する組織を明確にしておく必要がある。

11.4 移転実行計画(RAP)の準備と実施

移転は地方政府の指導の下に政府住宅供給組織、市民グループ及びその他民間組織が連携して実施される。しかしながら、移転の計画及び実施の過程には、さらに移転関連コミュニティや PAPs 自身の参画が必要である。この観点から、関連組織連合の移転対策委員会もしくは移転実行委員会のような組織の創設が必要と考えられる。

移転実行計画(RAP)策定にあたっては、移転前～移転後の全ての過程において求められる活動に必要な費用の積算が求められる。また RAP において事業実施のタイムフレームと目標に沿った各段階で実施すべき移転関連活動スケジュールを設定しておく必要がある。

さらに移転実施の全ての段階における進捗状況をモニターし評価することが求められる。このモニタリングの対象には、土地所有者以外の PAPs の社会・生活保障・支援活動及びその活動ための時間枠や予算ならびに目標となるべき便益等を含む。さらに移転の進捗を追跡調査し移転目標の達成度を評価することを可能とするモニタリング指標の設定も RAP の重要な課題となる。

第1章 序説

1.1 案件の目的及び必要性・妥当性

1.1.1 案件の目的

本案件は以下の調査を通じて、カビテ州低平地における洪水の軽減を目的とする。

- (1) Imus、San Juan、Canas 3 河川の洪水軽減のためのマスタープラン策定。
- (2) 上記マスタープランで選定された優先案件に対するフィージビリティ調査の実施
- (3) カウンターパートの洪水対策に係わる能力向上

1.1.2 案件対象地の位置

本案件は Imus、San Juan、Canas の 3 河川流域をカバーするの 407.4km² の範囲を対象とする。これら 3 河川流域はカビテ州の東部に位置し、マニラ首都圏に隣接する（図 1.1 及び 1.2 参照）。この案件対象域には 2 市と 11 町の地方自治体があり、さらにそれらは 411 のバラングイ（フィリピン国の行政最小単位）に区分される。

1.1.3 案件の必要性・妥当性

案件対象域は、上記の通りマニラ首都圏に隣接し、さらにマニラ国際空港やマニラ国際港に至近の距離にある。このような特殊事情から、特に 1990 年代以降に工業誘致が活発に行われてきた。多くの投資家がカビテ州政府から提供された工業団地に事業を展開し、雇用の拡大と人口の集中をもたらした。その結果、下記に示すように案件対象域内に大規模な土地利用の変化と人口増が発生しつつある。

- (1) 案件域内の市街化率は 2003 年時点で 27% であるが、2010 年には 65% まで拡大すると予測される。
- (2) 案件域内の 1995 年から 2000 年の 5 年間の年平均人口増加率は 5.45% を記録した。この増加率は国全体の平均値 2.32% に比べ極めて大きい値であり、案件域内の総人口は 2010 年に 2 百万人（2000 年の 1.7 倍に相当）を突破する見通しである。

Imus、San Juan、Canas の 3 河川は、海岸沿いの低平な流域地形と河道流下能力の不足から元々洪水を多発してきた河川である。そのような状況にもかかわらず洪水対策に十分な配慮のないまま市街化が急速に進みつつあり、特に以下に背景から洪水被害は受容の限界を超えた状況になりつつあるといえる。

- (1) 干潟や草地等の従来洪水の自然遊水効果をもった地域に対し埋立て・造成が進み、流域の洪水貯留能力が低減し、洪水ピーク流出量が増加しつつある。
- (2) 従来洪水常襲であった地区にまで宅地化が進み洪水被害ポテンシャルが増加しつつある。
- (3) 河川や排水路沿いの地区が住宅密集地区となり、それらから水路への大量のゴミの投棄により、河川・排水路の流下能力が低下し、さらに水環境に重大な悪影響が発生している。

調査対象域では深刻な河川洪水氾濫が 2000 年以降 4 回も発生し、死者を伴う多数の家屋被害を引起している。さらに海岸沿いの低平地区では雨水と高潮により、毎年数十万の住人の生活と経済活動に重大な支障が発生している。

本調査で提案する洪水軽減案は、物理的に洪水被害を軽減する施設対策案と過剰な土地開発規制やその他の持続的な洪水軽減を担保する非施設対策を含む。このような包括的な洪水軽減対策は、上述した河川洪水越水問題（外水問題）と雨水・高潮問題（内水問題）を包含する複合的な洪水対策に必須のアプローチといえる。

1.4 ステアリングコミッティ

DPWH 及びカビテ州政府の指導の下に調査のスムーズな進行を促進しさらに政府及び非政府機関を含む全ての関連組織に対する必要な調整を行う目的から、ステアリングコミッティが組織された（図 R1.2 参照）。全ての調査報告書はステアリングコミッティに提出され、さらに同コミッティにおいて議論されてきた。ステアリングコミッティは以下の常任メンバー機関により構成されるが、その他に必要なに応じて他の機関が同コミッティに参加することもあった。

- (1) 公共事業道路省 (DPWH)
- (2) カビテ州政府 (Provincial Government of Cavite)
- (3) 環境天然資源省 (DENR)
- (4) 気象庁 (PAGASA)
- (5) 国家灌漑庁 (NIA)
- (6) 民間防衛事務所 (OCD)
- (7) 国家経済開発庁 (NEDA)

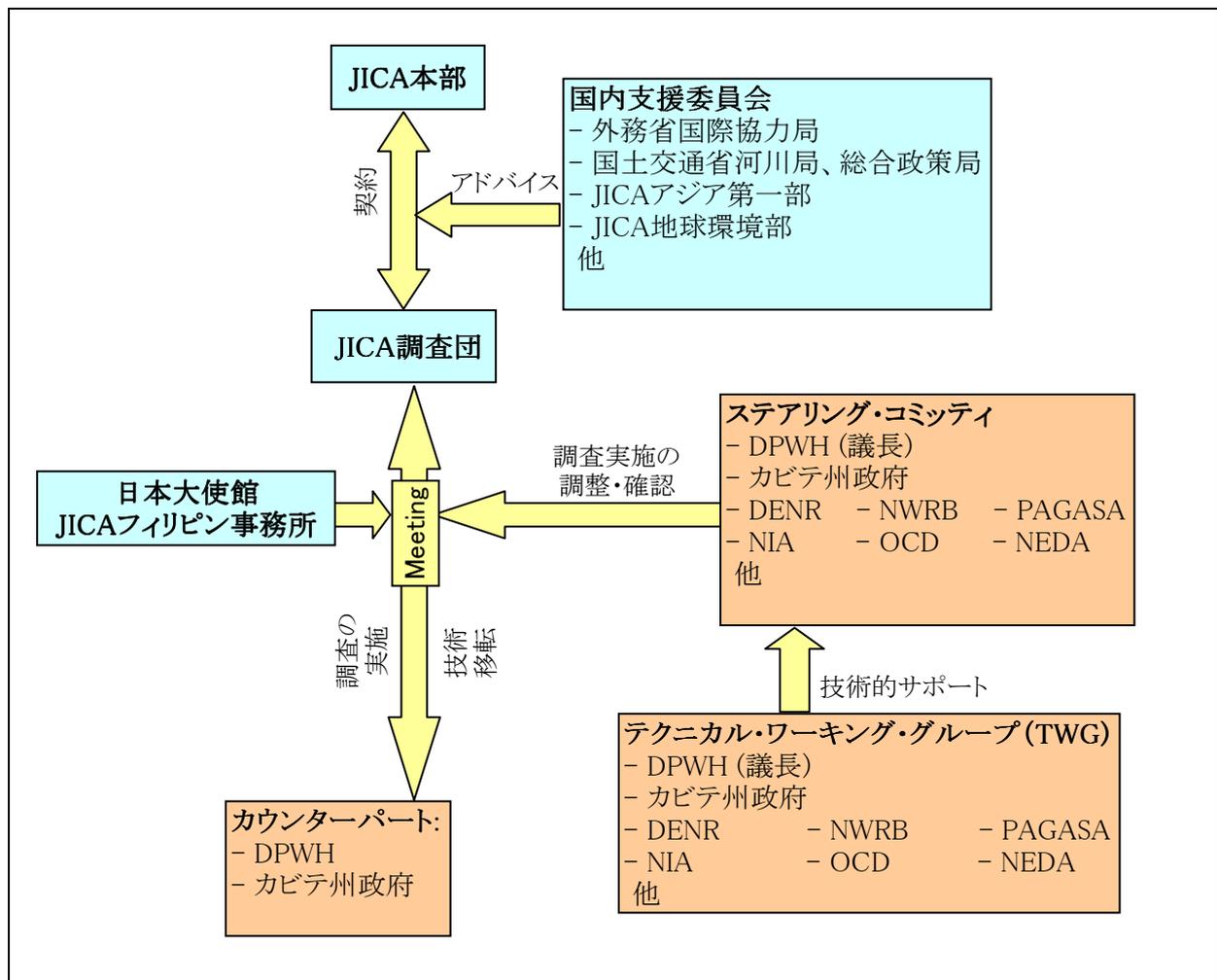


図 R 1.2 調査に関連する組織とその役割

1.5 テクニカルワーキンググループ

上記のステアリングコミッティへの技術サポートを提供する目的から、テクニカルワーキンググループ (TWG) が組織された (図 R1.2 参照)。この TWG は調査団との調整会議を開催し、調査の進捗に関する協議及びモニターを行ってきた。TWG を構成する常任メンバーは以下に機関から派遣され、その他に必要に応じて他の機関が参加してきた。

- (1) 公共事業道路省 (DPWH)
- (2) カビテ州政府 (Provincial Government of Cavite)
- (3) 環境天然資源省 (DENR)
- (4) 気象庁 (PAGASA)
- (5) 国家灌漑庁 (NIA)
- (6) 民間防衛事務所 (OCD)
- (7) 国家経済開発庁 (NEDA)

1.6 最終報告書の構成

最終報告書は調査の最終成果品であり、同レポートの主たる記載事項は「①マスタープランを通じて提案した最適洪水対策案」、「②フィージビリティ調査を通じて有効性を確認した優先降水対策事業案」ならびに「③調査全工程を通じて実施してきた能力強化の結果」である。レポートは以下の4分冊により構成される。

表 R 1.2 最終報告書の構成

ボリューム番号.	タイトル	記述内容
—	和文要約	全調査結果の要約、マスタープラン調査結果概要およびフィージビリティ調査結果概要
第1巻	マスタープラン調査 (本報告書)	全調査結果の要約及びマスタープラン調査結果
第2巻	フィージビリティ調査	フィージビリティ調査結果及び全調査工程を通じて実施した能力強化の結果
第3巻	気候変動対策	調査域内における将来の気候変動とその対策案に係わる検討結果

(注) 英文報告書には和文要約に対応するボリュームは無い。
また、英文レポートでは調査域内の既存インフラの目録、各種ガイドライン・マニュアル及び全調査に係わる各種基礎データ一覧表を収録した第4巻「付属資料」が作成されている。

第2章 調査対象地域の現況

2.1 流域の地形

調査対象地域は、海岸部最低平地、ローランドエリア、中流丘陵地、上流山地部の地形的に4つに地域に分けられる。地形区分範囲を表 R.2.1 に示し、それぞれの地形的特徴を下の(1)~(4)に記述する。(図 2.1 参照)

表 R.2.1 調査対象地域の地形区分

地形区分	面積 (km ²)	地形勾配 (%)	標高 (EL. m)	含まれる市・町
Extremely Low Land Area	4.0	Almost Flat	EL. 0 to 2 m	Bacoor, Kawit, Noveleta, Rosario
Lowland Area	97.5	Less than 0.5%	EL. 2 to 30 m	Bacoor, Kawit, Noveleta, Rosario, General Trias, Imus, Tanza
Central Hilly Area	236.7	0.5% to 2%	EL. 30 to 400 m	Trece Martires City, Dasmariñas, Indang, Silang
Upland Mountainous Area	69.2	More 2%	EL. 400 to 650 m	Amadeo, Tagaytay
Total Area	407.4			

(1) 海岸部最低平地

特に、Bacoor、Kawit、Noveleta および Rosario の海岸部には、高潮位 0.8m に比べて、標高 0~2m の低平地が存在する。その結果、晴天時であっても高潮による洪水がしばしば発生する。こういった高潮位による氾濫は、地盤沈下によって一層悪化の傾向にある。

(2) ローランドエリア

ローランドエリアは上表に示すように、傾斜が 0.5% と非常に緩やかで標高が 2~30m と低い海岸部および沖積平野からなっている。その沖積平野は河岸の側方侵食や堆積物からなり、比較的低下な地形を有している。沖積平野は、Imus から General Trias の南部にまで広がっており、海岸部と中流丘陵地間の変遷領域を形成している。

(3) 中流丘陵地

この中流地域は、山地部の裾野に位置し、急勾配の丘陵や尾根、深い谷を持つ、凝灰質砂岩台地である。この台地は、標高 30~400m であり、地盤勾配は 0.5~2% の範囲にある。

(4) 上流山地部

上流部は、標高 400m 以上のきわめて高い地盤高と 2% 以上の急峻な地形勾配をもつ。このエリアには Tagaytay 山脈 (山頂標高 EL.650m) がある。

2.2 自然環境

2.2.1 気象・水文

(1) 気候

調査対象地域の気候はモンスーン、貿易風、台風などの影響を受け、典型的な乾期 (11月~4月) と雨期 (5月~10月) により特徴づけられる。調査対象地域における年降雨量は、地域により約 1,500mm から約 2,000mm まで変化する。過去には、Manila 湾沿いの Sangley Point 観測所 (カビテ州) や Port Area 観測所 (マニラ) において年降雨量が 3,000mm を超える年も見られる。一方で、Tagaytay Ridge 付近の Tagaytay 観測所 (カビテ州) や Ambulong 観測所 (バタンガス州) では最大年降雨量は約 2,500mm から約 2,600mm となっている。

図 R.2.1 に Sangley Point 観測所における月別降雨量および月別気温 (1974 年~2006 年平均) を示す。湿潤モンスーンや台風の影響により、年間の降雨量の 80% 以上が雨期に集

中している。年平均気温は約28℃であり、月別平均気温は1月に最も気温が低く(26.4℃)、乾期の4月に最も気温が高くなる(29.9℃)。月別相対湿度は、雨期の中ごろの8月に最高(約82%)となり、乾期の4月に最低(約71%)となる。

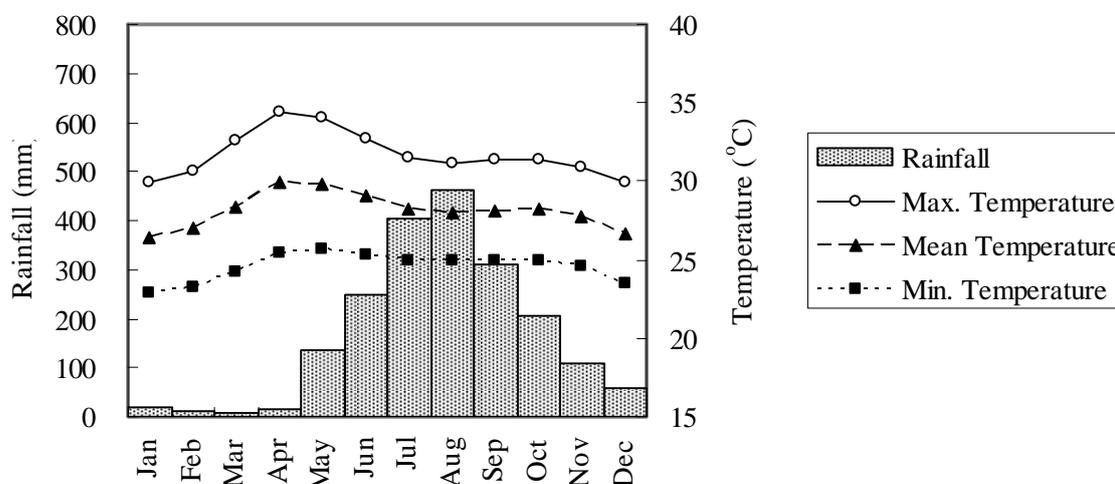


図 R 2.1 Sangley Point 観測所における月別降雨量・気温 (1974 年～2006 年平均)

台風は概ね6月～10月に約20個がフィリピン付近で発生し、その約16%の台風が調査対象地域の位置するルソン中部に襲来している。これら台風の強風と豪雨により、人命・財産に重大な被害をもたらしている。2000年以降、4つの台風が調査対象地域に大規模な洪水被害をもたらしている。それらは、台風 Reming (2000年10月)、台風 Gloria (2002年7月)、台風 Inday (2002年7月)、台風 Milenyo (2006年9月) であり、2006年9月の台風 Milenyo による被害が最大であったと推定される。

2.2.2 潮位

Manila South Harbor (Pier 9) が調査対象地域に最も近い検潮所であり、NAMRIA により1947年から現在にわたって潮位観測が行われている。本調査においては、1947年から2006年の月別最高潮位、月平均海面、月別最低潮位記録を NAMRIA から収集した。Manila 湾における潮位の平均月別最高潮位は1.3m (平均低低潮からの高さ) であり、2006年7月13日に最高潮位(1.89m)を記録した。

2.2.3 気候変動による影響

近年、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) により気候変動の影響の拡大が指摘されている。気候変動には、特に海岸部に沿った低平地の洪水をさらに悪化させ得る気温の上昇や降水量の増加、海水面の上昇が含まれている。

そこで、本調査対象地域における気候変動による影響を検討するため、IPCC の調査結果および長期間の観測データに基づく分析を行った。分析結果は Vol.3 気候変動対策に詳述する通りである。

2.3 河川状況

2.3.1 河川

対象の3河川は、Imus 川、San Juan 川および Canas 川であり、これらのうち、San Juan 川には河口から4.8km 地点で合流する Ylang-Ylang 川が、Imus 川には河口から1.5km 地点で合流する Bacoor 川がその主要支川となっている。これら全ての河川は、標高650m の Tagaytay 山脈に端を発し、それぞれほぼ平行に北に向かって流れ、Manila 湾/Bacoor 湾に注いでいる。これらの本支川に加えて、本川に合流するその他の支川や直接海にそそぐ排水路が数多く存在する。これらの本支川および排水路の流域面積を表 R 2.2 および図 2.2 に示す。

表 R.2.2 調査対象地域の本川および支川の流域面積

河川	流域区分		流域面積 (km ²)
Imus 川	Bacoor 川流域		19.62
	Pasong Buaya 川流域		10.74
	Julian 川流域		19.78
	Buluctot 川流域		19.74
	Imus River 本川流域		45.62
計			115.50
San Juan 川	San Juan 川 流域	Panamitan 排水路	12.42
		Pason Cama Chile 川流域	10.22
		San Juan 本川流域	65.56
	小計		88.20
	Ylang Ylang 川 流域	Dasmarinas 川流域	15.09
		Ylang-Ylang 本川流域	43.47
Sub-Total		58.56	
計			146.76
Canas 川	Tanza 川流域		5.97
	Panay Sayan 川流域		31.77
	Patda 川流域		6.57
	Pulonan 川流域		24.64
	Canas 本川流域		43.37
計			112.32
残流域 (Imus、San Juan 及 び Canas 川流域に含 まれず、海に直接流 下する小河川流域)	Bacoor Shoreline		0.98
	Kawit Shoreline-1		1.03
	Malamok Drainage		12.74
	Tirona Drainage Basin		2.54
	Panamitan Outlet		0.27
	Kawit Shoreline-2		1.66
	Noveleta Shoreline		1.66
	Rosario-1		3.15
	Rosario-2 (EPZA)		6.59
Rosario-3		2.24	
計			32.84
総計			407.43

2.3.2 河川の特徴

2.1 節に示す中流丘陵地ならびに上流山地部は第四紀沖積層とタール凝灰岩からなる非常に硬い凝灰岩で、河床勾配が急で深い峡谷となっている。一方、下流部低平地の河川は U 字型の横断形状を有し河床勾配は比較的緩やかである (図 2.3 参照)。河川の主要諸元は以下の通りである。

Table R.2.3 調査対象地域の河川諸元

項目	地形分類	Imus 川	San Juan 川	Canas 川	残流域
流域面積 (km ²)	Ex. Low Land	3.6	4.3	0.0	10.9
	Low Land	25.6	19.6	15.6	21.9
	Central	79.5	103.4	53.8	0.0
	Upland	6.8	19.5	42.9	0.0
	Whole	115.5	146.8	112.3	21.9
河道延長 (km)	Ex. Low Land	1.6	2.0	0.0	-
	Low Land	5.1	11.8	9.7	9.7
	Central	31.6	18.2	16.8	16.8
	Upland	6.7	11.4	15.5	15.5
	Whole	45.0	43.4	42.0	42.0
河川の 縦断勾配	Ex. Low Land	Flat	Flat	Flat	Flat
	Low Land	1/522	1/474	1/313	Approx. 1/500
	Central	1/74	1/79	1/77	-
	Upland	1/39	1/42	1/40	-
	Whole (Ave.)	1/80	1/79	1/66	-

上記の 3 河川およびその支川には、かなり多くの灌漑ダムや頭首工が存在し、下流部には護岸が整備されている（図 2.4 参照）。しかしながら、これらの河川構造物の中には大きな損傷を受けある程度の補修が必要なものもある。

上・中流域からの河川の洪水流量は、ローランドおよび最低平地に直接しかも急激に到達するために、ローランドエリアでは洪水が河道からしばしば越流し氾濫してきた。従って、河川洪水による被害を緩和するために、ローランドエリア区間（河口から NIA のかんがい水路までの区間）の河川越水対策が重要な課題となる。以下に、ローランドエリアにおけるそれぞれの河川の特徴を述べる。

(1) Imus 川、Bacoor 川および Julian 川

上述したように、下流低平地の Imus 川水系は、Imus 川本川および 2 つの主要支川（Bacoor 川および Julian 川）およびその他いくつかの小さな水路で構成されている。Imus 川本川の河口から Sta. 2+000（National Coastal Road 地点）までの区間は、比較的大きな河道で勾配も緩い（1/1000 以下）。Sta. 2+000 から Sta. 6+000（Aguinald Highway 地点）までも同様に勾配が緩い区間である。また、これらの区間はほぼコンクリート護岸で保護されている。

一方、ローランドエリアの上流部、Sta.2+000 から Sta.13+000（NIA CALA かんがい水路）までの区間は、河道が比較的狭い。特に Sta.6+000 から Sta.13+000 の区間についてはそれほど蛇行しておらず、河床勾配は急である。NIA の灌漑施設の 1 つ Anabu ダムは Ata.12+000 に位置している。

Imus 川上流は、河床勾配が急であるため十分な流下能力を有しているが、下流部は Manila 湾の潮位の影響を受ける感潮区間である。この潮位の影響と緩い河床勾配が、しばしば深刻な河川洪水（フラッシュフラッド）と支川氾濫の原因となっている。2006 年洪水時には Imus 川本川の水位が急激に上昇し河岸から溢水した結果、Imus 川下流域は広範囲に浸水した。

Imus 川の主要支川である Bacoor 川は、流域面積 20km² で流域のほとんどがローランドエリアにある。Bacoor 川下流は河積が小さく蛇行しており、さらに Manila 湾および Imus 川本川の背水の影響を受ける区間で、湿地帯やフィッシュポンドが広がっている。これらの湿地やフィッシュポンドは洪水の遊水地としての役割を担っており、住宅地の洪水被害を軽減している。しかしながら、Bacoor の 2010 年の土地利用計画によると、これらの湿地/フィッシュポンドは新しく宅地や商業地として埋め立てられることになっており、結果として、洪水流の遊水効果が減少もしくは消失してしまう。Bacoor 川に加えて、流域面積 20km² の Julian 川もほぼ全流域がローランドに位置しており、この川もまた Imus 川の主要支川の 1 つである。Julian 川は、Bacoor の家屋密集地域を流れる Bacoor 川と同様に、Imus の市街地を流れる典型的な都市河川である。Bacoor 川と比べて河道は比較的広く、Bucandala ダムや Sta.4+800 に位置する Julian ダムおよび Julian 川に平行に流れる小河川に位置する Alapan ダムを含むかんがい系統を有している。

(2) San Juan 川および Ylang-Ylang 川

NIA CALA かんがい水路から下流の San Juan（Rio Grande）川は General Trias 管轄区域の中央を貫流し Imus と Noveleta の境界付近（河口から 4.8km 地点）で Ylang-Ylang 川と合流する。Ylang-Ylang 川と合流後、本川は海岸部最低平地を通り、Noveleta と Kawit の境界にある人工水路を経て Manila 湾に注いでいる。

海岸部最低平地には Kawit のマングローブ生息域が広がり、いくつかの支川水路および下流域の右岸側に沿って小さな感潮デルタを形成している。この低平地の感潮デルタは、現在は海からの塩水を利用したフィッシュポンドとして利用されている。この地域の河岸は 1/1000 以下の緩やかな河床勾配で、コンクリート護岸により保護されてきた。Sta. 4+800 から Sta.14+200 の区間（ローランドのマングローブ地帯から NIA CALA かんがい水路まで）は比較的河道が狭く、蛇行かつ急勾配である。San Juan 川は General Trias および Imus の二つのムニシパリティを縦貫しその後 Ylang-Ylang 川と合流する。San Juan 川と合流する前の Ylang-Ylang 川の河道は狭いがあまり蛇行しておらず河川勾配は急峻である。

(3) Canas 川

Canas 川下流域は、Tanza (左岸)、General Trias (右岸) および Rosario (右岸) のムニシパリティ境界を形成している。河口から 9.4km 地点から NIA CALA かんがい水路までの区間は Imus 川や San Juan 川と比べて河積は広く河床勾配は急である。NIA のかんがい施設の 1 つ Plucina ダムが Sta.7+600 地点に位置している。

2.3.3 河川及び排水路の現況流下能力

調査対象地域の主要河川および排水路の確率水位を Manila 湾の平均最高潮位 (EL.+0.8m) を下流端条件として不等流計算によって計算した。河道の流下能力はこの確率水位および河岸標高とを比較して検討した。その検討結果を表 2.1、表 2.2 及び図 2.5 に示す。

表 2.1 および 2.2 に示すように、Imus 川および San Juan 川下流域のほとんどの区間で 2 年確率洪水でさえも安全な流下が難しい状況にある。さらに海岸部にあるほとんどの排水路の流下能力は極めて小さく、同様に 2 年確率洪水にさえ対応できない状況である。

一方、Imus 川と San Juan 川の NIA かんがい水路から上流部は十分な流下能力を有している。Imus 川の上流は 5 年確率洪水に対処でき、San Juan 川上流は 20 年洪水に対応できる。Canas 川については、全区間にわたって 20 年以上の流下能力がある。

それぞれの河川に河道狭窄部と堤防が低い区間がある。洪水時には、その狭窄部の堰上げによって水位が上昇し、その背水の影響が上流にまで及び、その上流の流下能力が低下することになる。

この流下能力の低下によって洪水リスクは増大することになるため、狭窄部は無条件に解決されなければならない。このような流下能力の低下に対応するために、狭窄部の改修もしくは遊水、もしくは別流域に分流する必要がある。河川改修については、必要箇所を断面を拡幅することになる。

2.4 洪水被害

2.4.1 概略

第一次現地調査 (2007 年 4 月～7 月) において、調査対象地域の洪水情報を収集するために、洪水被害聞き込み調査を実施した。調査結果によると、調査対象地域の洪水は「河川洪水」と「内水氾濫」に分けられる。ここで、「河川洪水」とは、河川からの越流によって引き起こされる洪水と定義される。河川洪水は通常台風に関係している。台風時には、集中豪雨がもたらされ、河道の流下能力を超えるような河川流量が発生する。一方、「内水氾濫」とは、限られた小流域に降った雨水の湛水や高潮による海水の浸入等による排水路からの溢水によって引き起こされる氾濫のことである。この内水氾濫は、特に海岸部の低平地で慢性的に発生する。一方、河川洪水の発生頻度は内水氾濫より少ないもののその氾濫域はより大きくなる。河川洪水および内水氾濫による洪水被害調査の詳細は次の項で述べる。

2.4.2 河川洪水

上述の通り特に Imus 及び San Juan 川およびこれらの支川は十分な流下能力を有しておらず、しばしば溢水が発生する。洪水は、低地盤区間や流木等により閉塞しやすい河道狭窄部、橋梁部で発生する傾向にある。さらに、最近の工業団地や宅地のための集中的な土地造成により、上中流域からの洪水ピーク流量が増加する傾向にある。2000 年から 2006 年までの間に次の 4 つの大規模な河川洪水が発生している。

表 R.2.4 調査対象地域の最近の代表的洪水被害

発生年月	台風	主要被害地区	備考
2000 年 10 月	Reming	ローラント [☆] (Bacoor, Noveleta, Rosario, Imus, Kawit 等)	死者 10, 被災者 380,616
2002 年 7 月	Gloria	ローラント [☆] (Bacoor, Noveleta, Rosario, Imus, Kawit 等)	被災者 173,075
2002 年 7 月	Inday	ローラント [☆] (Bacoor, Noveleta, Rosario, Imus, Kawit 等.)	死者 1, 被災者 168,025
2006 年 9 月	Milenyo	ローラント [☆] (Bacoor, Noveleta, Rosario, Imus, Kawit General Trias 等)	死者 28, 行方不明 18, 負傷者 61, 避難者 28,322, 被災者 196,904

上記の洪水のうち、洪水被害調査の回答者のほとんどが 2006 年 9 月の台風 Milenyo による洪水が最悪の被害を引き起こしたと答えた。この洪水では Imus 及び San Juan の相当部分の河川区間および Canas 川の下流部で氾濫が発生し、Kawit、Noveleta、Rosario、Imus および General Trias を含む中下流域の広範囲が浸水した。

さらに、台風 Milenyo 時には San Juan 川に位置する Butas Dam (NIA 管理) の堤体天端を越流する洪水が発生し、ダム上流部の河川水位が危険水位に達し、河岸沿いの捨石護岸およびダム本体が決壊し、河道が 2 倍に広がった。その結果、崩壊した河川護岸の上で見物していた住民が河川に呑み込まれ、46 名の死者行方不明者を出した。

回答者の何人かは、2000 年 10 月の台風 Reming による洪水が、最近では 2 番目に大きい被害だったと回答している。その台風時には 10 名の死者を含む 380,616 名が被害を受けた。

2.4.3 内水氾濫

Kawit、Noveleta、Rosario および Tanza を含む海岸地域は、(1)潮位よりも低い地盤高、(2)現況の排水施設の流下能力不足、(3)ゴミ投棄による排水路の閉塞、(4)排水路内への構造物の不法侵入、(5)自然の遊水地や排水路の埋め立て、などの種々の要因が相互に影響しあい、慢性的な内水氾濫被害を被ってきた。沿岸地域に比較して、河川の上流域にあるムニシパリティである Indang、Amadeo および Silang の住民のほとんどは、河川洪水により河川沿いの不法居住者が被害を受けるが、内水氾濫はごく限られた地域で、さらに発生頻発も極めて低いと回答している。

海岸地域の標高の低い地域では、無降雨時であっても高潮が原因で内水氾濫が発生している。また、土地開発が河道を狭め、豪雨時に河川からの溢水を引き起こしている場合もある。開発地が水路をまたいでいたため、その水路を埋めてしまった土地開発業者もおり、無計画な土地開発の結果として、排水路を流れるべき水が近隣の低平地に流れ、そこで洪水を引き起こす原因となっている。このような土地開発が流域の内水貯留機能を低下させ、結果として洪水被害の増大をまねいている場合が多い。

2.4.4 浸水想定区域

台風 Milenyo による氾濫区域は、聞き取り調査を基にすると調査対象地域のローランドの大部分である約 60km²と想定される。5 章で述べる通り氾濫シミュレーションによって台風 Milenyo 時の氾濫区域を再現した。その再現計算の結果、台風時の氾濫区域は、以下の仮定の下でのみ説明できる。

- (1) Tagaytay雨量観測所で観測された相当分の雨量が調査対象地域全体にあった。
- (2) 聞き取り調査によると、Imus川とSan Juan川では20km²以上の大規模な範囲で河川からの溢水が発生した。一方、Canas川は河川沿いの4km²と限られた氾濫域であった。不等流解析によると、Canas川は、台風Milenyo時の洪水流量にさえも対処できるような比較的大きな流下能力があると評価される。その十分な流下能力があるにも関わらず、Tejero橋では橋脚の周りに流木等がからまって閉塞した。Canas川からの洪水は、流木による閉塞が河川水位を上昇させたという仮定によってしか説明できない現象である。

これらの仮定の下で台風 Milenyo 時の氾濫計算の結果および各確率年での想定氾濫区域は下記の通りである。

表 R 2.5 2006 年台風 Milenyo 時および各確率年での想定氾濫面積

(単位: km²)

河川流域	確率洪水別の洪水氾濫面積									台風 Milenyo 時の氾濫面積
	2 年確率	3 年確率	5 年確率	10 年確率	20 年確率	30 年確率	50 年確率	100 年確率		
Imus	9.62	11.62	13.31	15.59	18.05	19.02	20.36	22.25	23.71	
San Juan	9.03	11.52	14.63	18.60	22.51	23.20	24.32	25.66	26.51	
Canas	0.62	1.00	1.34	1.59	2.30	2.47	2.71	2.84	3.38	
計	19.27	24.14	29.28	35.78	42.85	44.68	47.38	50.75	53.60	

2.5 自然環境

現地調査、インタビュー調査、ならびに既往調査結果のレビューを通じて、調査対象地域の自然環境の調査を実施した。インタビュー調査は 2007 年 3 月～11 月にかけて実施した住民公聴会ならびに戸別訪問に基づく。同調査の主たる情報提供者は関係政府機関職員、研究機関ならびに住民であった（住民へのインタビューは、約 300 世帯にのぼる）。既往調査結果のレビューに関しては、主に CALA 東西道路促進事業調査を対象とし、その環境調査結果を参考とした。さらにインタビュー調査ならびに既往調査結果のレビューの結果に関して、現地踏査を通じて確認した。以上調査の結果明らかとなった調査対象地域の自然環境を以下に述べる。

(1) 動物

環境天然資源省（DENR）は、鳥類 125 種、哺乳類 27 種、は虫類 11 種をフィリピンの保護すべき種として指定している（天然資源省令 DAO48 参照）。DENR はさらに上記のフィリピン野生生物の名前、保護状態、出現場所・分布・生息域を記載したナショナルレッドリストを準備した。そのレッドリストによると、哺乳類の 1 種がカビテ州ではリストアップされている。その名前と生息域は以下の通りである。

表 R.2.6 レッドリストのカビテ州の哺乳類

一般名	Philippine Nectar Bat/Philippine Dawn Bat
学術名	<i>Eonycteris robusta</i>
習性	1960 年代までは、海拔 0m～1,100m に位置する原生林付近の洞窟で一般に捕獲することができた。さらに混合林や空地でも捕獲する場合があった。しかしながら、農業耕作地帯での捕獲例はない。

出典: 2002 statistics on Philippine Protected Areas and Wildlife Resources, DENR Protected Areas and Wildlife Bureau

調査対象地域にはほんのわずかに森林が残っている。上記 Philippine Nectar Bat/Philippine Dawn Bat の生息域のための森林は調査対象域では確認されていないため、本調査対象地域においては保護すべき希少な種は存在しない。関連する過去の調査においても上記の種は本対象地域において確認されていないと結論付けられている（EIA on the Feasibility Study and Implementation Support on the CALA East-West National Road by JICA 参照、以後 JICA CALA East-West Road Project とする）。

(2) 植物

国際自然保護連合（IUCN）は 213 種の植物を絶滅危惧種に指定し、13 種を絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約（CITES）の下で厳しい制限を課している。しかしながら、過去の開発調査およびその聞き取り調査によると、本対象地域には絶滅危惧種は存在しない（JICA CALA East-West Road Project 参照）。

(3) 保護区

The National Integrated Protected Areas System 条例（NIPAS 条例）は次の 8 つの保護区分を規定している。(1)厳正自然保護区、(2)自然公園、(3)天然記念物、(4)野生生物保護区、(5)景観および海景保護区、(6)資源保護区、(7)特別自然生物保護区（Natural Biotic Area）および(8)法律、フィリピン政府が署名した条約もしくは国際協定により決められる保護区。

関係機関への聞き取り調査結果によると、本調査対象地域には上記の保護区は存在しない。さらに、本対象地域にはラムサール条約で規定されている湿地も世界遺産に登録された地域も UNESCO によって指定される生物圏保護区も存在しない。

(4) 河川環境

調査対象地域の河川の最も一般的な植生は Kangkong である。また、希少な魚類も存在していない。河川でよく見られる魚類は、bia もしくは biya (*Glossogobius*)、tilapia (*Tilapia*)、dalag (*Ophicephalus spp.*)、hito (*Clarias*)および ell (*Anguilla*)である。

(5) マングローブエリア

プロジェクトエリアのマングローブエリアフィッシュポンド、塩田、市街地や宅地にされてきた。しかしながら、いくらかのマングローブは海岸地域に残っている。本調査において、航空写真判読および現地調査によって現況のマングローブエリアを算定した。

調査対象地域の各ムニシパリティ毎のマングローブ数量は以下の通りである。

表 R.2.7 プロジェクトエリアにおける現況のマングローブ

ムニシパリティ	面状 (ha)	带状 (km)	位置
Bacoor	3.3	8.6	Imus 川河口, 養魚場堤防、排水路の堤防
Kawit	10.1	11.9	養魚場海側のエリア、養魚場堤防、排水路の堤防
Noveleta	2.5	3.4	San Juan 川、河口養魚場堤防、排水路の堤防
Rosario	2.7	-	排水路出口
Total	18.6	24.0	

出典: JICA

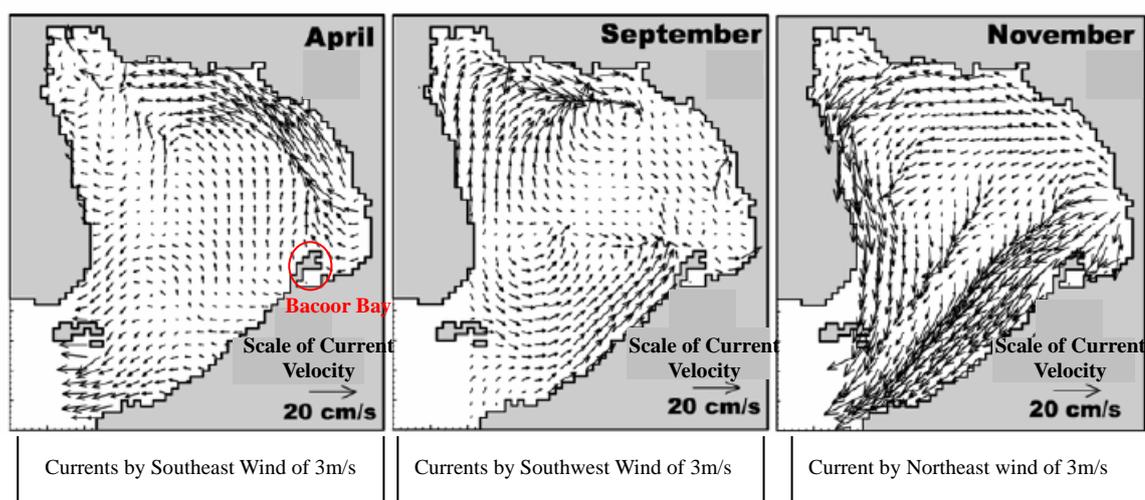
2.6 海洋

カビテ半島は Manila 湾の南東部に突き出ており、Bacoor 湾を形成している。Bacoor 湾の西側はカビテ半島によって閉じられており、湾の東側は Manila 湾に通じている。

調査対象地域の主要 3 河川のうち、Imus 川と San Juan 川は Bacoor 湾の内側に注ぎ、Canas 川はカビテ半島の西側の Manila 湾に直接注いでいる。Bacoor 湾および Manila 湾の地形形状について、特に Imus、San Juan および Canas 川の河口付近について以下に述べる。

(1) Manila 湾の風成海流

Manila 湾は外洋からは隔離されており、海流は湾内の潮位変動に影響を及ぼさない。その代わりに、風成海流が湾内では優勢である。風成海流の方向と流速は、風と海底の起伏に支配される。Manila 湾の風向には、(a)2 月から 5 月の南東風、(b)6 月から 9 月の南西風、(c)11 月から 1 月の北東風の 3 つの季節変動がある (PAGASA 発行の *The Average Wind Direction and Speed from 1961 to 1995 at Manila* 参照)。上記の風向の季節変動と海底起伏を前提として、過去の調査において風成海流の方向と速度の変化について明らかにするためのシミュレーションが行われている (*Tide, Tidal Current and Sediment Transport in Manila Bay 2002*”, Wataru Fujiie, Tetsuo Yanagi, Fernando P. Siringan 参照)。そのシミュレーションの結果、次の典型的な風成海流の動きが解明された。



(注: 上表は平均潮位から 1 m 下の風成海流の方向および速度を示している)

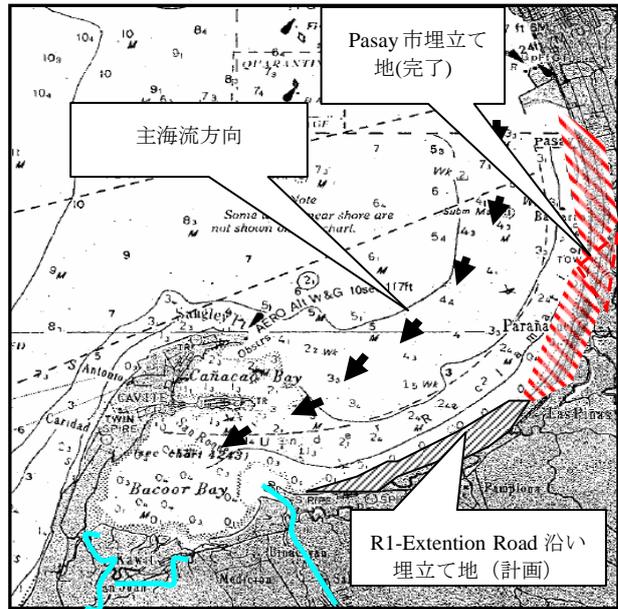
(出典: *Tide, Tidal Current and Sediment Transport in Manila Bay*”, 2002)

図 R.2.2 風成海流の流向および流速の季節変動

(2) Bacoor 湾における Imus 川と San Juan 川の河口付近の堆砂状況

上記のシミュレーション結果が示すように、Manila 湾の南東もしくは南西風による風成海流は北東風に比べ非常に弱い。さらに、カビテ半島がこれらの風成海流の Bacoor 湾への流れを遮断している。結果的に、Bacoor 湾は2月から9月の南東風・南西風による海流は非常に小さい。一方、北東風による風成海流は流速 20cm/s と比較的強く、直接 Bacoor 湾に流れ込む。北東風が卓越しているため、Bacoor 湾の堆砂は湾の外にはほとんど輸送されない。Bacoor 湾は平均低々水位から 1.0m と浅く、海底勾配は 1/1,000 から 1/2,000 である。これは、Bacoor 湾の堆砂がほとんど外洋に輸送されないため、このように浅く平坦な海底形状となると考えられる。Manila 湾からの沿岸流が一見 Bacoor 湾の堆砂の要因とも考えられるが、Manila 湾の海底の砂の代表粒径は 0.38mm で、風成海流によって Bacoor 湾に運ばれるとは考えにくい (Coastal Marine Science 30(1): 54-61, 2006, Wataru Fuji-ie, Tetsuo Yanagi. Accor 参照)。従って、Bacoor 湾の堆砂の主な原因は、内陸の河川流域からの流出土砂と考えられ、これが、Bacoor 湾の河口部の維持についての重要な問題の1つとなるだろう。河川からの流出土砂の状況については、次の段落で述べる。

Bacoor 湾の北東、Pasay 市にそった 600ha の海岸線は埋め立てられてきた。さらに、現在進行中の R-1 Extension Road に沿って図 R 2.3 に示すように現在の埋立地の南端から Imus 川の左岸までが埋め立てられる予定である。この埋め立て予定地は、海の方へ 1,500m の幅で埋め立てられ、おそらく沿岸流の流向を変え、局所的に土砂の堆積や侵食をもたらし、さらには風成海流にも影響を及ぼすかもしれない。ただし、Bacoor 湾の堆砂を輸送するほどの新しい潮の流れは発生せず、現況の堆砂傾向に大きな変化は生じないと考えられる。



図

R 2.3 Manila 湾沿岸の埋立て

(3) Canas 川河口付近の侵食

本調査において実施した現地踏査および聞き取り調査により、Canas 川の河口付近のカビテ半島西側に位置する海岸線の侵食が深刻であることが判明した。北東風による風成海流および Manila 湾からの海底土砂の供給がないことが、海岸侵食の主な要因だと考えられる。海岸侵食が進行している状況においては、このような海岸侵食を防ぐ対策を検討する必要がある

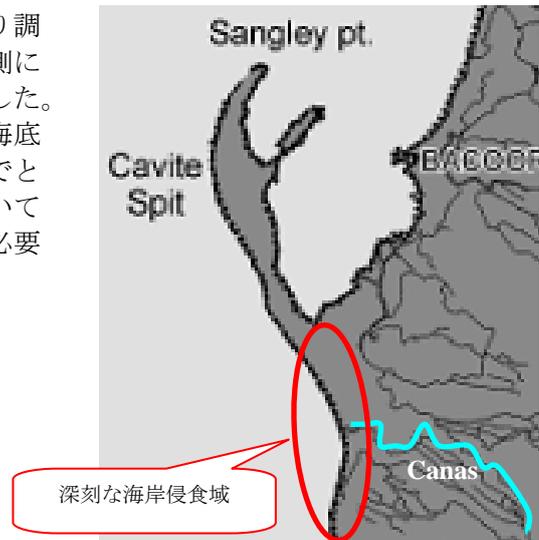


図 R 2.4 カビテ半島西側の海岸侵食

2.7 土砂流出

DPWH は 2 から 4 年に 1 度 Imus 川と San Juan 川の河口の維持浚渫を実施している。最近の浚渫量は Imus 川で 2006 年に 54,000m³、San Juan 川で 2005 年および 2006 年に 39,120m³であった。これらの浚渫量と 4 年間の流域からの流出土砂量は等しいと仮定すると、単位流出土砂量は Imus 川（流域面積 115.49km²）で 117m³/km²/year、San Juan 川（流域面積 146.69km²）で 67m³/km²/year となる。しかしながら、実際の流出土砂量は DPWH の浚渫能力と NIA の灌漑ダム・頭首工で細くされている土砂量を考えると、上記推定量の数倍であろう。

次の日本における過去の実験的調査は河川流域からの単位流出土砂量の概算の参考になる。

- (1) 農林水産省の林野庁が1951年および1952年に荒地からの流出土砂量の現地調査を実施している。その調査結果によると、地すべり跡地や崩壊地のような侵食されやすい地域の単位流出量は、5,000から40,000m³/km²/yearである。一方、草地や森林のそれは10m³/km²/yearのレベルで、裸地でさえも1,000m³/km²/yearである。
- (2) 開発地からの土砂流出量は開発初年度において7,000から24,000m³/km²/yearの範囲である。この土砂量は、日本の開発地からの土砂流出量の測定結果をもとに推定されている（“Technical Standard for On-site Flood Regulation Pond”1987, Japan River Association参照）。

上記の標準的な量に加えて、市街地（宅地、商業地、工業地）からの単位流出土砂量は、舗装や他の被覆材料により土砂が捕捉されるため、非常に小さいと考えられる。

現地調査を通じて、調査対象域においては、河道内の侵食もあまり多くなく深刻な侵食地域も存在しないことが明らかとなった。一方、サブディビジョンのための宅地開発は盛んで、1990年から2006年の間に年平均579.4haの割合で広がってきた。

上記を考慮すると、調査対象地域の土砂流出の主な要因は、表土の侵食であり、概算の年流出土砂量は下に示すとおりである。

表 R.2.8 調査対象地域の年流出土砂量

土地利用区分	面積 (km ²)	比流砂量 (m ³ /km ² /year)	年流出土砂量 (m ³ /year)
1. 非土地開発進行地域	401.63	-	126,000
草地／森林	105.81	10	1,000
畑地	123.475	1,000	123,000
その他 (市街地、内水面地域)	172.34	10	2,000
2. 土地開発進行地域	5.794	15,000^(*1)	87,000
合計	407.43	500^(*2)	213,000

注：(*1)土地開発工事開始年における開発地域からの標準的な比流砂量

(*2)調査対象地域全体での比流砂量（年流出土砂量の合計値／面積の合計値）

上表で算定されているように、現在開発中の面積は全対象地域の 1.4%であるが、その流出土砂量は全体の 41%を占めている。このように、開発中の土地からの流出が、流域全体からの土砂流出量に大きく寄与すると考えられる。前述したように、Bacoor 湾は河川流域からの土砂の堆積によって浅くなってきている。また、土砂流出を減少させる鍵は開発中の土地からの過度の土砂流出を如何に制御するかにかかっている。

2.8 地質

2.8.1 概説

調査地域の地質は新第三紀の堆積岩や安山岩を第四紀の Taal 火山の噴出物と Guadalupe Formation の堆積岩に覆われている。これらはその岩相と工学的性からさらに上部層・下部層に分けられる。沖積層は海岸部に小さな三角州を形成している。調査地域の地質図を図 2.6 に示す。地質層序は表 R.2.9 に示す。

表 R 2.9 調査地域の地質層序表

地質時代 (Ma)		地 層	岩 相	稠密度	透水性 状	層厚(m)
紀	世					
第四紀	完新世 (0.00-0.01)	沖積層	泥、砂、礫	未固結 ルーズ	高	5+
	更新世 (0.01-1.81)	Taal Tuff	(上部層) スコリア凝灰岩、軽石凝灰 岩、安山岩質溶岩	非常に軟～ 軟	高	3~5(50)
			(下部層) スコリア凝灰岩、軽石凝灰 岩、熔結凝灰岩、火山豆石 凝灰岩、安山岩質溶岩、泥 流堆積物	やや軟～や や硬	中-高	200
		Guadalupe Formation	(上部層) 凝灰質砂岩、凝灰質泥岩、 礫岩	やや軟～や や硬	低-中	50
			(下部層) 礫岩、砂岩、安山岩質溶岩	やや軟	低	300+

参考資料: “CAVITE (No. 3163 II)”, “SILANG (No.3162 I)” and “MENDEZ-NUNEZ (No.3162 II)” published by published by MGS in 1982, and “CAVITE WATER SUPPLY DEVELOPMENT STUDY” conducted by JICA in 1995

記: 地質時代: ICS(International Commission on Stratigraphy)による Stratigraphic Chart (2004)に従った。Ma =百万年、稠密度: ハンマーの打診を基に作成。ハンマーの打診から以下の一軸圧縮強度が予想される: やや硬: 10 MPa、やや軟: 5-10 MPa、軟 5 MPa 以下、水理性: 一般的な傾向を示す。層内には高透水層や難透水層を幾つか挟むと考えられる。

図 2.7 に調査地域の南北方向の地質縦断面模式図および河川横断模式図を示す。また、河川形状および構成地質の分布とその工学特性を下表に示す。

Taal Tuff と Guadalupe Formation は緩やかに北へ傾斜する。Taal Tuff (上部層) は調査地域に薄く広く分布する。Taal Tuff (下部層) と Guadalupe Formation (上部層)は同時異相¹と考えられる。

既存調査 (JICA、1995) によると、Guadalupe Formation (下部層)は調査地域における地下水基盤の一つを構成しており、Guadalupe Formation (上部層) は地下水源として有力とされる。Upland mountainous area と General hilly area は調査地域の地下水の涵養域となっている。多くの小河川は Taal tuff (下部層) と Guadalupe Formation (上部層)の地質境界付近や岩層境界付近にその源を発している。調査地域内の構成地質の分布と岩相を表 R 2.10 として以下に示す。

Table R 2.10 調査地域内の構成地質の分布と岩相

構成地質	分布	岩相
Guadalupe Formation (下部層)	Taal Tuff の基盤層となる。Tagaytay Caldera の南側火口壁のみに露岩しており、調査地域内には出現しない。	凝灰質砂岩 (部分的に火山豆石を含む) と凝灰質シルト岩の互層および礫岩。やや軟質。
Guadalupe Formation (上部層)	Taal Tuff の下位に分布し、主として標高 30m 以下の河床に分布する。	細粒～中粒凝灰質砂岩、凝灰質泥岩の互層、礫岩層 スコリア凝灰岩や軽石凝灰岩や火山豆石凝灰岩を挟むことがある。やや軟～やや硬質
Taal Tuff (下部層)	標高約 30m 以上の調査地域に広く分布しており、急峻な V 字谷を形成する。	岩相が側方に変化する。主として、スコリア凝灰岩、軽石凝灰岩、熔結凝灰岩、安山岩質溶岩、泥流堆積物から構成され、火山豆石凝灰岩を挟む。以下に岩相の写真を示す。やや軟～やや硬質。
Taal Tuff (上部層)	調査地域に薄く広く分布している。Tagaytay 付近に厚く分布する。	主としてスコリア凝灰岩、軽石凝灰岩から構成され、火山豆石凝灰岩、安山岩質溶岩を挟む。非常に軟。
沖積層	標高 2m 以下の主な河川の河口および海岸に分布する。自然河川の河床の多くは岩盤が露出している。	主として細粒から中流砂、シルトからなり、垂角～垂円礫を含む。

¹ 同時異相: 境界は明瞭ではなく側方に徐々に変化する。両者はほぼ同時代の地層と考えられる。

2.8.2 地質構造

調査地域内及びその周辺地域には、以下の断層及び褶曲線が存在する。

(1) 断層

図 2.7 に示すようにフィリピンの主要な活断層の一つである Marikina Fault が、調査地域の東側を南北に縦断している。地形的な特徴からは調査地域には断層は推定されないが、電磁探査結果 (JICA、1995) は Tagaytay Cliff に平行な潜在正断層の存在を示唆している。

(2) 褶曲

図 2.7 に示すように調査地域内には、Guadalupe Formation や Taal Tuff 内に NW-SE および、NE-SE 方向に褶曲軸をもつ幅の広い褶曲が認められる。Dasmarinas District 付近の河川の屈曲はこの活褶曲を反映していると考えられる。

2.8.3 地質工学的考察

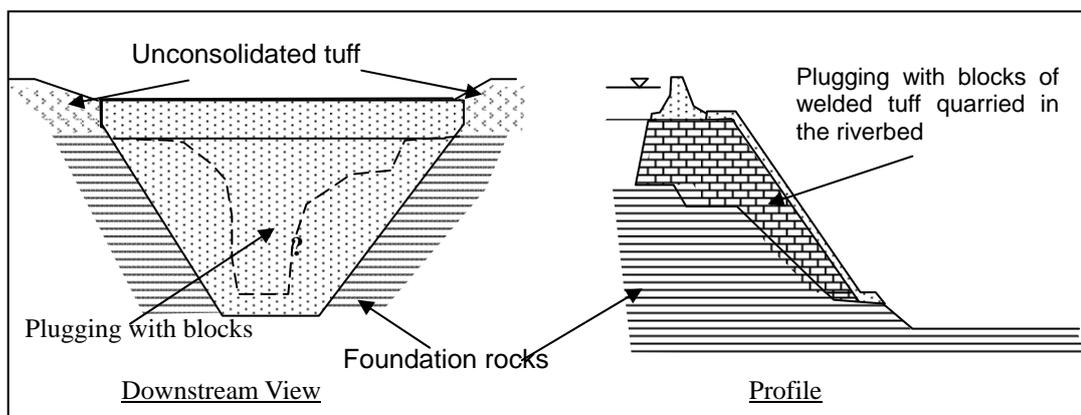
現場踏査結果及び既存資料より調査地域内に対し地質工学的考察を試みた。以下に考察結果を詳述する。

(1) 既存灌漑ダムサイト

中流域から下流域に建設されている多くのダムのうち、規模が比較的大きい 8 のダム Quintana, Butas, Marcero, Hassan, Posong Kastrila, Plucene, Bayan, Matanda 及び Anabu Dam を地質工区的観点から調査した。この調査は 2006 年 10 月に決壊した Butas Dam を含んでいる。

構造内部の調査は実施していないため、詳細は不明な部分があるが、下記に示すことが判明した。多くの旧式のダムは、

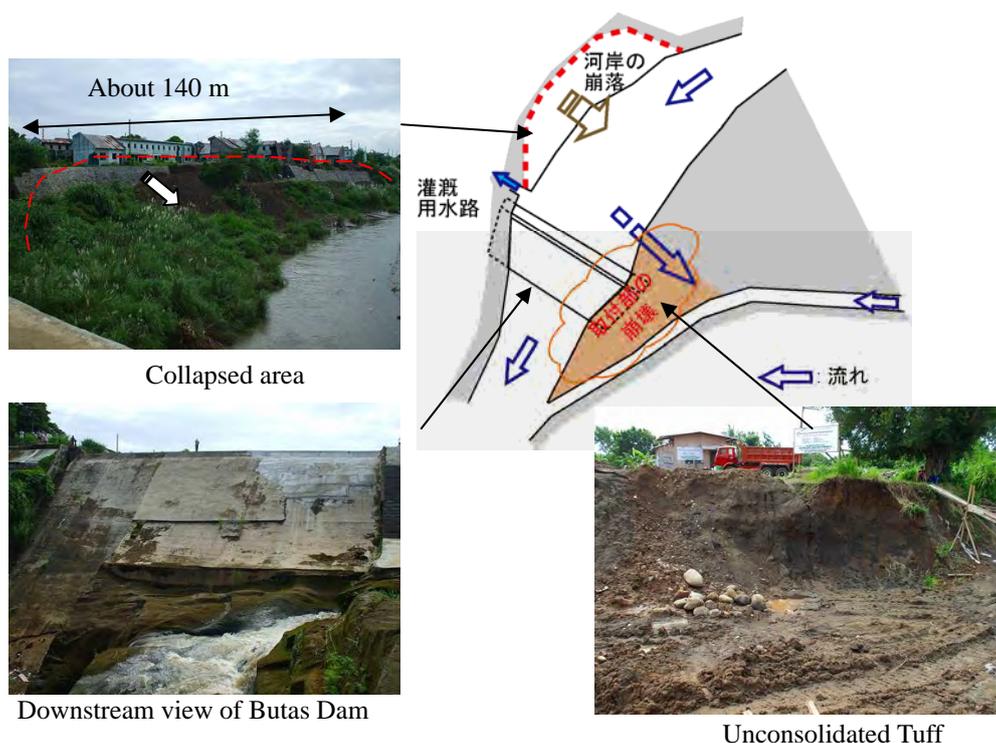
- コンクリートや建設材料の量を節約するため、自然に形成された段差を利用して建設されている (図 R 2.5 参照)。
- 狭窄部を近傍の熔結凝灰岩等をブロックとして切り取り、モルタルで固めて狭窄部をプラグし、その上部にダムを建設している。
- これらのブロックはコンクリートにて保護されている。
- ダムのアバットメントは、非常に軟質で侵食されやすい Taal Tuff (upper) に覆われている。これらは侵食されやすいため、ダムの破壊や損傷を引き起こす可能性がある。
- このコンクリートカバーの破損が認められる。ただし、これによってダム自体が破壊されることに繋がるとは限らない。なお、内部構造のチェックは必要である。



(Source: JICA Study Team)

Fig. R 2.5 ダムサイトの基礎のイメージ

調査対象地域内に位置するダム・堰の中で、San Juan 川に位置する Butas Dam は 2006 年の台風 Milenyo 洪水でダムの一部が崩壊した。この件に関し、現場踏査及び聞き取り調査により崩壊の現象に対する分析を試みた。結果として、調査団は、以下の状況確認及び推定を得た。1) ダム上流の右岸側が約 140m に渡って高さ 6~10m 程度崩壊している。この崩壊は、左岸アバット部の侵食によるダムの決壊を大きくした事が考えられる (図 R 2.6 参照)。2) 河床部はダム基礎として十分強度がある比較的堅硬な凝灰角礫岩から構成されるが、両側のアバットの 5m 程は非常に軟質で侵食されやすい凝灰岩となっている。この部分の侵食がダム決壊の原因と推定される。3) 河岸まで右岸側は宅地化が進んでおり、排水不良が右岸地すべりの原因となったとも考えられる。



(Source: JICA Study Team)

図 R 2.6 Butas ダムの状況

(2) 既存護岸の崩壊

河口付近では、既存コンクリート護岸が部分的に崩壊している。コンクリート壁の基礎付近はおおむね露岩していることから、崩壊の原因は、基礎の不同沈下ではなく、滑り崩壊と考えられる。

この理由として以下が考えられる。

- 河川洗掘による河床低下
- 基礎の不着岩による部分的な支持力不足
- 滑りに対する抵抗力不足
- 壁面背後の排水不良による地下水位上昇に伴う間隙水圧増加



図 R 2.7 San Juan 川下流部の護岸崩壊

(3) 土木材料（コンクリート骨材）

調査地域は第四紀の火山噴出物で覆われており、これらは軟質でありコンクリート骨材には不適である。原石山は調査地域から西方 20km 以内の新第三紀の堆積岩もしくは火山岩が期待できる（図 2.8 参照）。

下表 R.2.11 に示す原石山は質量ともに建設時に有効に利用されることが期待できるが実際の施工時には材料試験等により材質の確認が必要である。

Table R 2.11 コンクリート骨材原石山候補地

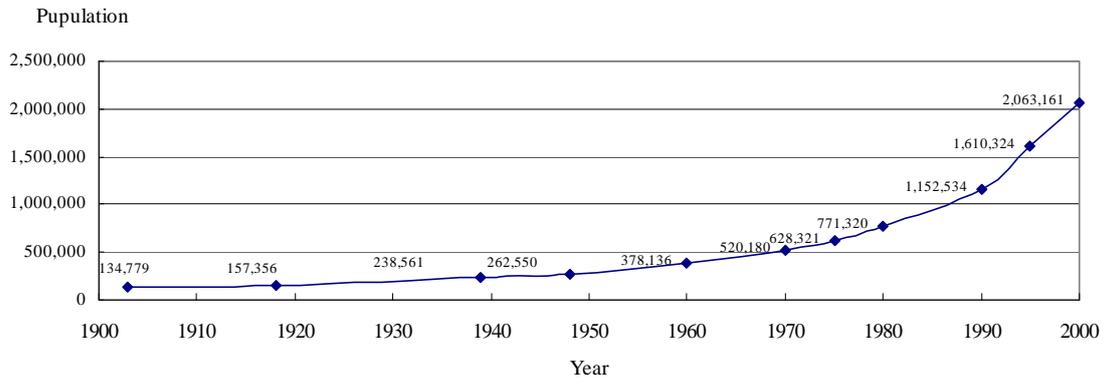
Location	Geology	Expected Volume (m ³)
Labing Ridge, Maragondon	Conglomerate	59,000
Barangay Buhay, Mallaganes	Conglomerate	-
Calugay Peak	Conglomerate	800,00
East of Calugay Peak	Basalt	10,000
Gulod na Maliki/ the Golod na Munti Hills	Conglomerate	1,800,000
Pinagsanghan River/Sapang River	River sand	15,000
Kaybian point near Barangay	Basalt	800,000
Caylabne to Baraggay Patungan	Conglomerate	7,000,000

(Source: BMG (1980), Quarry Resources of Concrete Aggregates in Cavite Province)

第3章 調査対象地域の概要

3.1 人口

案件地に位置するカビテ州の人口は、下図に示す通り過去 90 年に亘って着実に増加しており、特に 1990 年以降における顕著な域内の工業化が人口の増大に拍車をかけた状況にある。州の人口は 1990 年時点で約 13 万人であったが、1995 年には約 115 万人、2000 年には 90 年人口の 1.8 倍に達する 200 万人に増加している。



(Source: 2005 Socio-Economic Profile Provincial Planning and Development Office)

図 R 3.1 カビテ州の過去の人口増加

調査対象地域に限定すると、1990 年時点での約 85 万人に対し、2000 年には 111.4 万人に増加している。これは州全体の人口比で言えば、それぞれ 53%及び 54%となっており、前述した州全体の主要な人口集中地を含んでいる調査地の人口増加傾向は州全体をさらに顕著化させたものとなっている。

表 R 3.1 調査対象地域の人口

市 /ムニシパリティ	Basic Census ^{*1}		調査対象地域への換算数値						
	州全域人口		調査対象地域		人口 ^{*2} (千人)		人口密度 (人/km ²)		人口増加率 (1995-2000 ^{*3})
	1995	2000	Built-up Area	Whole Area (ha)	1995	2000	1995	2000	
District I	389	475		4,619	250	306	5,422	6,625	
Bacoor	251	306	45%	1,809	112	137	6,215	7,573	4.33%
Kawit	57	63	100%	1,548	57	63	3,682	4,070	2.08%
Noveleta	27	32	100%	585	27	32	4,615	5,470	3.43%
Rosario	54	74	100%	677	54	74	7,976	10,931	6.84%
District II	604	836		24,497	521	711	2,126	2,902	
Trece Martires City	20	42	58%	2,313	12	24	499	1,038	16.47%
Dasmarinas	262	380	93%	7,012	243	352	3,461	5,020	8.23%
General Trias	67	108	100%	8,482	67	108	790	1,273	10.76%
Imus	177	195	100%	5,160	177	195	3,430	3,779	2.10%
Tanza	78	111		1,530	23	32	1,473	2,092	7.80%
District III	219	278		11,628	79	97	678	834	
Amadeo	23	26	29%	4,287	23	26	537	606	2.70%
Indang	43	51	100%	1,204	6	7	465	581	3.97%
Silang	124	156	13%	5,108	48	60	933	1,175	5.05%
Tagaytay	29	45	38%	1,029	3	4	248	389	9.68%
Total	1,212	1,589	9%	40,743	850	1,114	2,086	2,734	5.93%
カビテ州	1,610	2,063	70%	142,605	1,610	2,063	1,129	1,447	5.45%

*1: Abstracted from 2005 Socio Economic Profile, Provincial Government of Cavite

*2: Population in the Study Area is estimated by the total population of city/municipality multiplied with the rate of built-up area overlapping with the Study Area

*3: Estimated on the premises of time interval of 56 months between the populations in 1995 and 2000.

カビテ州の人口密度は 2000 年時点で 1,447 人/km² であり、この値は Housing and Land Use Regulatory Board が基準としている低人口密度上限値 1,500 人/km² を下回っており、州全体としては“人口低密度”地域として定義される。しかしながら、中部丘陵地に位置する Dasmariñas 町（ムニシパリティ）と海岸部に位置する 4 つの町（Bacoor, Kawit, Noveleta and Rosario）は低人口密度基準値 1,500 人/km² を遥かに上回る人口密度となっている。

よって前述した Dasmariñas 町と海岸部に位置する 4 つの町以外の市及び町は 2000 年時点では低人口密度地域として定義付けられるが、これら低人口密度の市・町（ムニシパリティ）においても人口増加率（95-00 年）に関しては Indang と Amadeo 町を除いて 5%以上の伸びを示しており「フィ」国全体の平均値 2.3%を大きく上回っている。特に既に人口密度の高い Dasmariñas 町と Trece Martirez 市、Tanza, General Trias 及び Tanza 町の 1 市 3 町は 7%を超える人口増加率となっている。カビテ州ではこれらの原因として他州からの農民が職と良好な住環境を求める農民が移住してきていることを挙げている。

3.2 土地利用

調査対象地域の土地利用は、1800 年代後半においてはスペインの修道院が管理する農地及び草地・森林が主であった。1980 年代から現在に至る間に、これら農地ならびに未利用地（原生林）の多くは、宅地や工業団地に転換され、現在ではまとまった原生林は調査地内に存在しない。

調査対象地域の JICA CALA East-West Road Project 調査における衛星写真の解析からの 2003 年時点の土地利用状況は以下の通りである（詳細は付表 3.1 及び付図 3.1 参照）。

表 R 3.2 調査対象地域の市及びムニシパリティ毎の現況土地利用

(単位: ha)

土地利用区分		District I (ロ-フロントエリア)	District II (中流丘陵部)	District III (上流山地部)	Total
家屋密集地	宅地	1,800	5,781	839	8,420
	工業地	251	584	79	914
	公共	17	153	38	208
	商業地	69	223	130	422
	密集/混合	10	36	11	57
	小計	2,148 (46.5%)	6,778 (27.7%)	1,096 (9.4%)	10,021 (24.6%)
非家屋密集地	農地	994	9,040	9,004	19,037
	草地/未利用地	416	5,304	558	6,278
	果樹園	189	3,345	950	4,484
	水域	873	30	0	903
	Unclassified	0	0	21	21
	小計	2,471 (53.5%)	17,719 (72.3%)	10,532 (90.6%)	30,722 (75.4%)
総計		4,619	24,496	11,628	40,743

Source: JICA CALA East-West Road Project

調査地域の家屋密集地区は CALABARZON Economic Development Zone（フィリピン国の優先経済特区）の大規模開発が 1980 年代から開始されて以来、急速な都市化とともに拡大し上表に示すように現在(2003 年)では全調査地域の 25%を占めている。特に調査地域の下流部に位置する Bacoor, Kawit, Noveleta 及び Rosario 町（ムニシパリティ）を含む District I では家屋密集地が集中しており 46.5%を占めている。また、上流山地部である District III は 9.4%となっているが、現在は下流域からの人口移動及び他地域から流入により中上流地域の人口増加に伴う開発が進行している。この現在進行中の中上流域の開発は住宅地、工業団地、商業地及び他（ゴルフコース、墓地、公共市場等）が支配的である。

一方、調査地域内には現在（2003 年）も 75.5%の非家屋密集地があるが、前述したように河岸等に帯状に広がる区域を除きまとまった森林地域は存在しない。これら非家屋密集地として定義できる調査地内の現況土地利用は以下に示す通りである。

- 主に稲作、コーン・蔬菜・根菜等を栽培する農地
- 主に家畜の放牧等に利用されている草地（未利用地）
- 果樹・コーヒー園（Tree Plantation）
- 塩田・フィッシュポンド等に利用される水域・湿地（主にローランドエリア）

3.3 調査対象地域の経済

3.3.1 概況

カビテ州は CALABARZON Economic Development Zone（フィリピン国の優先経済特区）の中核として急速な産業促進を行っており、2000 年のカビテ州の域内総生産額は国内総生産額の 3%に相当する 291.6 億ペソ（1985 年ベース）に達している。一方、CALABARZON 全体では国内全体の 20.6%に達している。

カビテ州の就業人口は 1995 年の 44.6 万人から 2003 年の 58.5 万人に増加した。これら就業人口は州総人口の約 28%に相当する。業種別の就業人口をみた場合、製造業への就業人口が全体の 45.3%と最も多く、次いでサービス業の 20.7%、建設業の 15.1%の順となっている。就業人口増加率に関しても、同様に 95 年から 03 年で見えた場合、224%を記録した電気・ガス・水部門が 1 位であり、次いで就業人口が最も多い製造業が 172%と工業化の発展が目覚ましいことを示している。一方対照的に農・林業部門と鉱業部門（砂利採取等含む）の就業率は減少している（表 R 3.3 参照）。

表 R 3.3 カビテ州の部門別就業者数

部門	就業者数				95 - 03 年の就業増加率
	1995		2003		
	人	シェア	人	シェア	
製造	97,500	21.9%	264,894	45.3%	172%
サービス	98,750	22.2%	121,197	20.7%	23%
建設	56,500	12.7%	88,108	15.1%	56%
交通等	54,750	12.3%	82,819	14.2%	51%
土地不動産売買	58,500	13.1%	75,929	13.0%	30%
農林業	59,250	13.3%	46,820	8.0%	-21%
金融	15,250	3.4%	15,610	2.7%	2%
電気・ガス・水	4,300	1.0%	13,926	2.4%	224%
鉱業・採石	1,000	0.2%	803	0.1%	-20%
州全体	445,800	100.0%	585,136	100.0%	31%

Source: Provincial Physical Framework Plan 2005 – 2010, Cavite Province, by Provincial Planning and Development Office.
 Provincial Physical Framework Plan/Comprehensive Provincial Land Use Plan, Province of Cavite, Planning Period 1998 to 2002, by Provincial Planning and Development Office

3.3.2 経済開発

州内の上述した工業開発は、関連する経済・土地開発計画の誘因となっている。これらの開発計画概要は以下の通りである。

(1) 住宅団地開発

調査地内では 1988 年以降、大小合わせて 1,000 以上の住宅団地が開発されている。この結果、2007 年 7 月現在のカビテ州の全家屋数約 420,000 戸に対し、住宅団地開発は既に 8,466 ヘクタールが開発され 467,805 戸が分譲されている（未購入分含む）。更に住宅団地開発戸数の年平均増加率は 18%であるが、実際の調査対象地域内人口増加率は 6%となっている。これは、実際の人口増加よりも過大な住宅団地開発が進んでいることを示しており結果として多くの住宅団地が分譲されずにいることを示している。インタビュー調査結果によると、このような住宅団地の分譲地は約 90%が既に購入されているが実際の入居（住宅建設）は約 30%のみである。このような状況から判断すると、このような分譲地は投機目当ての購入である可能性が高い。

(2) 工業団地開発

州内における最初の工業団地、Cavite Economic Zone が 1980 年に Rosario 町（ムニシパリティ）で操業して以来、現在は 27 の工業団地がカビテ州内にある。また、新たに 14 の工業団地が開発準備中である（下表 R 3.4 参照）。これらの工業団地は、主に Carmona、Dasmariñas、Gen. Trias 及び Imus のムニシパリティにおいて開発が進んでいる。また、新規の開発地としては Silang、Trece Martirez City、Tanza 及び Cavite City が予定されている。

表 R 3.4 カビテ州内の工業団地

City/ Municipality	Existing			In progress			Total		
	Number of Estate	Total Lots	Area(ha)	Number of Estate	Total Lots	Area(ha)	Number of Estate	Total Lots	Area(ha)
Rosario	1	253	288	2	48	173	3	301	461
Carmona	7	129	224	0	0	0	7	129	224
Dasmariñas	3	102	225	1	33	86	4	135	311
Gen. Trias	5	68	324	3	145	382	8	213	706
Silang	6	26	242	1	55	145	7	81	387
Imus	3	16	223	0	0	0	3	16	223
GMA	1	5	10	0	0	0	1	5	10
Tanza	1	3	9	1	44	116	2	47	125
TMC	0	0	0	3	84			84	220
Cavite City	0	0	0	2	72			220	3
Naic	0	0	0	1	6	15	1	190	2
Total	27	602	1,545	14	487	1,327	41	1,089	2,872

Note: Number of lots of the part of the industrial estates in progress are estimated by the JICA Study Team.
Source: Philippine Economic Zone Authority (PEZA), Pasay City and MPDO/CPDO

カ

カビテ州内 27 の工業団地の内、16 の工業団地が調査対象地域内に位置しており表 R.3.5 に示すように約 1,284ha が工業団地として指定を受けている。

表 R 3.5 調査対象地域内の工業団地

工業団地の名前	指定面積(ha)	登録企業数	位置
First Cityland Heavy Industrial Center	32.10	1	Langkaan, Dasmariñas
First Cavite Industrial Estate (FCIE)	155.00	69	Langkaan, Dasmariñas
Dasmariñas TechnoPark	38.00	6	Paliparan, Dasmariñas
New Cavite Industrial City	52.00	24	Manggahan, Gen. Trias
Gateway Business Park	167.92	20	Javalera, Gen. Trias
Manggahan Industrial Estate	10.20	3	Manggahan, Gen. Trias
Golden Gate Business Park	65.16		Buenavista II, Gen. Trias
Golden Gate II Business Park	16.58		Buenavista II, Gen. Trias
Cavite Eco-Industrial Estate	104.95		Pasong Kawayan II, Gen. Trias
Imus Informal Industrial Estate	200.00	13	Imus
Anabu Hills Industrial Estate	10.85	3	Anabu, Imus
EMI Special Economic Zone	12.20	1	Anabu II, Imus
Cavite Economic Zone	278.50	253	Rosario
PNOC Development & Management Corp.	50.32	2	Rosario
Cavite Economic Zone (Annexation)	9.88		Bacao, Gen. Trias
Fil-Estate Industrial Park, Inc.	80.62		Trece Martires City & Tanza
Total	1284.28		

Source: Provincial Physical Framework Plan 2005 – 2010, Cavite Province, by Provincial Planning and Development Office

カビテ州計画開発局（Provincial Planning and Development Office (PPDO)）によると、州内の工業団地数は、2002 年から 2006 年までの間で 3.43%の伸びを記録し、760 地区(2006

年)に達している。しかしながらこれらの地区内の約 660 ヘクタールは空き地として残されている。このため、今後の企業誘致は、これらの未利用地を有効に活用することを新規工業団地開発より優先するべきである。

(3) 商業開発

小規模商業店舗や施設の建設・開発が Aguinaldo Highway、Governor's Drive、Coastal road 等の主要な道路沿い及び市・ムニシパリティの中心地区において進んでいる。また、90 年以降、以下の大規模商業施設が開発されている。

- SM City in Bacoor (Cross section of Tilona Highway and Aguinaldo Highway)
- Robinson Commercial Complex and Makro Warehouse Complex in Imus (On Aguinaldo Highway)
- Walter Mart in Gen. Trias (Cross section of Governor's Drive and Delos Reyes Ave.)
- SM City, Robinson Commercial Complex, Walter Mart, Highway Plaza and New Dasmarinas Public Market Complex in Dasmarinas (Cross section of Aguinaldo Highway and Governor's Drive)

(4) 観光開発

カビテ州はマニラ首都圏に近接している利点を利用し、様々な観光施設を持つ「フィ」国内においても有数の観光エリアとなっている。2002 年における CALABARZON 内に訪れた観光客(旅行者)は 370 万人のうち、カビテ州はその 54% (約 200 万人)を占めている。観光客の殆どは国内からの旅行者で外国人比率はまだ小さい。

表 R 3.6 2002 年に CALABARZON 内に訪れた観光客(旅行者)

Province	Domestic Travelers (Persons)	Foreign Travelers (Persons)	Overseas Filipino Travelers (Persons)	Total
Cavite	1,924,168	97,897	na	2,022,065
Laguna	43,455	1,157,857	6,695	1,208,007
Batangas	155,877	9,208	4,154	169,240
Rizal	na	na	na	na
Quezon	324,729	1,616	570	326,915
Total	2,448,229	1,266,578	11,419	3,726,227

Source; Cavite Provincial Development Plan 2005-2010

2006 年現在のカビテ州内にあるホテルは約 77 施設であり、その 50%以上は Tagaytay City に位置している(下表 R 3.7 参照)。

表 R 3.7 カビテ州内の市・ムニシパリティ別ホテル数

Province	No. of hotels
Kawit	3
Cavite City	9
Carmona	2
Dasmarinas	2
Silang	1
Tanza	4
Tagaytay City	40
Naic	6
Ternate	2
Alfonso	5
Indang	4
Total	77

Source; PPDO

州内のリクリエーションまたは観光施設の多くはビーチリゾート、高原リゾート、別荘、レジャー施設及びゴルフ場である。調査地内の観光開発は、地域別に以下に示す特質を持っている。

- Kawit 町（ムニシパリティ）に位置する Aguinaldo 記念館や観光ホテルを含む海岸沿いの観光地
- Dasmaringas、Gen. Trias、Trece Martines City 及び Silang 等の中流丘陵地の各市・ムニシパリティに位置するゴルフ場とリゾートホテル
- Tagaytay City、Silang、Amadeo 及び Indang 等の上流山地部の高原リゾート施設

(5) 農業

調査対象地域の約 73%（29,798 ヘクタール）は穀物栽培（稲作、コーン、蔬菜、根菜類）農地、家畜用草地（未利用地含む）や果樹・コーヒー栽培プランテーション等農地として利用されている。また前述したように河岸等に帯状に広がる区域を除きまとまった森林地域は存在しない。農業統計データによると、District 毎の主農業生産物は以下の表 R 3.8 の通りである。

表 R 3.8 カビテ州内の District 別農地利用

District	Major agricultural land use and products
District I (lowland)	<ul style="list-style-type: none"> • Only 1.5% of total planted area • Almost all the area is planted by rice (irrigated) and some vegetables
District II (central)	<ul style="list-style-type: none"> • Nearly 35% of the total planted area • 80% of the rice, 73% of the corn, 58% of the vegetables
District III (highland)	<ul style="list-style-type: none"> • Nearly 62% of the total planted area • All coffee, 83% of fruits, 80% of root crops, 94% of coconuts
Total Study Area	<ul style="list-style-type: none"> • The share of the Study Area in the Cavite Province are; • 64% of the total planted area • 64% of the irrigated rice planted area • 73% of the corn planted area • 73% of the coffee planted area

Source: Socio-economic Profile 2006, Province of Cavite, Office of the Provincial Agriculturist in Trece Martires

(6) 水産業

カビテ州は調査対象地域内に位置する Bacoor、Kawit、Noveleta、Rosario 及び Tanza のムニシパリティを含む 1 市 8 ムニシパリティに跨る総延長 85km の海岸線を持っている。この海岸線の地域及び海域（Manila 湾・Bacoor 湾）による漁業が盛んである。主な魚種は tuna、mackerel (tanigue、hasa-hasa、galunggong を含む)、threadfin bream (bisgo)、grouper (lapu-lapu)、sardinella (tamban) 及び crab (alimasag) である。

漁業は商業用及び地元地域消費用に分けられ、商業漁業は比較的大きな漁船と装備を利用して Tanza や Rosario にある漁港施設を利用して行われているが、地元地域消費用漁業はバンカー船や小型のボートを利用して行っている。

2006 年現在の地元の漁師・漁民数、ボート数及び漁獲高は以下の表 R 3.9 に示す通りである。

表 R 3.9 調査対象地域内のムニシパリティ別の漁業関連データ

Municipality	Commercial Fishery			Municipal Fishery		
	Nos. of Fisherman	Nos. of Boats	Production (ton/year)	Nos. of Fisherman	Nos. of Boats	Production (ton/year)
Bacoor	-	-	-	549	1,166	1,481
Kawit	-	-	-	2,067	645	941
Noveleta	-	-	-	546	62	93
Rosario	1,300	48	2,530	3,606	913	1,621
Tanza	450	45	2,540	1,276	649	1,147
Total	1,750	93	5,070	8,044	3,435	5,283

Source: Socio-economic Profile 2006, Provincial Planning and Development Office, Cavite

また、調査対象地域内の Bacoor、Kawit、Noveleta 及び Tanza の海岸線沿いに数多くのフィッシュポンドがあり合計 382ha が存在する。これらのフィッシュポンドでは、Prawn (sugpo)、milkfish (bangus) and tilapia などのが養殖されている。また、牡蠣 (oyster)

やムール貝 (mussel) などの貝養殖も多く漁民が行っている。2006 年におけるこれら養殖関連漁獲高データは以下の表 R 3.10 に示す通りである。

表 R 3.10 調査対象地域内のムニシパリティ別の養殖関連データ

Municipality	Fish Cultivation by Fishpond			Shellfish Cultivation		
	Area (ha)	Production (ton/year)	Number of Operator	Area (ha)	Production (ton/year)	Number of Operator
Bacoor	40.0	25.2	28	131.9	4,219.8	124
Kawit	257.0	171.2	107	20.0	810.0	100
Noveleta	72.5	34.0	22	-	-	-
Tanza	11.6	21.3	50	0.1	5.0	2
Total	381.1	251.7	207	152.0	5,034.8	226

Source: Socio-economic Profile 2006, Provincial Planning and Development Office, Cavite

一方、河川水を利用した漁業、養殖業は調査地域内では行われていない。

3.3.3 家計所得

カビテ州は「フィ」国内においてマニラ首都圏を除いて家計所得では第 2 番目の州であり、平均所得は 2000 年で 196,401 ペソである。一方ジニ係数はマニラ首都圏や「フィ」国全体に比べて低い。

表 R 3.11 カビテ州の家計所得

項目		カビテ州	マニラ首都圏	「フィ」国全体
区分	< 50,000 ペソ	4.49%	1.06%	24.39%
	50,000 – 100,000 ペソ	21.91%	13.17%	30.62%
	100,000 – 250,000 ペソ	56.14%	49.80%	31.52%
	250,000 – 500,000 ペソ	13.63%	24.38%	10.01%
	> 500,000 ペソ	3.73%	11.59%	3.22%
計		100.00%	100.00%	100.00%
ジニ 係数		0.3554	0.4462	0.4814

Source: Philippine Statistical Yearbook

3.4 水利用

調査対象地域内の水利用状況は以下の通りである。

3.4.1 表流水利用

域内の Imus、San Juan 及び Canas 川には 70 の灌漑用の頭首工・ダムが存在し、河川水は灌漑にのみ使われている。これら灌漑施設のうち下流部に存在する施設は 10 に過ぎず、残り 60 は全て中流部に存在する。上水給水、水力発電、リクリエーション（一部上流の水泳施設を除く）等の水利用は行われていないが、一部、中上流部の地元住民によって洗濯、行水、調理用に使われることもあるが、渓谷を成す河道形態により利用は極めて限られている。

3.4.2 地下水利用

下流部の低平地区と中流部の低標高部 (Bacoor, Imus, General Trias, Dasmariñas, Tanza 町) には、数百の浅井戸と深井戸があり、家庭用水ならびに灌漑用水に利用されている。これら多くの井戸からの過剰汲み上げにより、井戸水への塩水の混入が発生している。地下水の大部分は、火山岩と砕屑岩の間に極少量存在する火砕性岩滞水層によって供給されている。飲料可能な地下水は海岸地域では沖積帯からの汽水と塩水の浸入により報告されていない。

自噴可能な井戸は標高 30m 地域の Tanza の南方側、及び Imus の標高 15m 地帯の 36.6m の深井戸で報告されている。

地下水の涵養は滞水層への雨水の直接供給を主としているが、現在行われている灌漑を目的とした溜池や灌漑地はこれら地下水供給に貢献している。

3.5 公害

3.5.1 水質汚染

(1) 河川水の水質分類

フィリピンの水質は最良の水利用に合わせて安全で満足できる状態を維持することとするという概念に基づいて、環境資源局（DENR）は下記に示す水利用に応じた河川の水質分類を定義している。

表 R 3.12 DENR 利用適用範囲に係る調査対象範囲内河川水の利用範囲規定^{*1}

河川水のクラス	水利用適用範囲
AA	National Standards for Drinking Water (NSDW)に合うように、主として人の住んでいないもしくは保護された分水界の認可された殺菌のみが必要な水に対して適用。
A	NSDW の基準どおり凝固、沈殿、濾過、消毒の完全な処理が必要な水の供給源に適用。
B	水に主体的に接触する水浴、水泳、ダイビング等のレクリエーションに適用可能。（特に観光目的のレクリエーション用に指定）
C	(1) 魚やその他水生生物の養殖 (2) 舟遊び等のレクリエーション (3) 工業用水

Note; *1: DAO90-34 参照

環境資源局（DENR）は水資源及び水質保全のため、Imus 川と Canas 川両河川流域全体の水質を Class C として規定している。一方、San Juan 川流域では下・中流部の水質を Class C、上流部の水質を Class B として規定している

(2) 有機水質汚染

DENR は 2004 年より Imus, San Juan 及び Canas 川の水質分析を行っており、乾季の主要モニタリング地点での水質分析結果は以下のとおりである。

表 R 3.13 案件対象域の水質分析結果

河川	サンプリングポイント	pH	DO	BOD	TSS
Imus 川下流	Aguinaldo Highway 橋	7.9	4.1	10.2	21
San Juan 川下流(Ylang Ylang 川合流点下流)	Noveleta 橋 ¹	8.1	4.7	2.5	16
San Juan 川下流(Ylang Ylang 川合流点下流.)	San Francisco	8.0	3.5	4.5	13
Canas 川下流	Tejero 橋	8.5	7.5	1.5	13
DENR Criteria for Class C Water		6.5-8.5	>5.0	<7 (10) ²	See /3

Note /1: 感潮区間

/2: 括弧外の数値は雨季観測値。括弧内は乾季観測地

/3: 30mg/l の増加以下

更に CALA East-West National Road 調査では Imus 川及び San Juan 川において 2005 年 3 月に大腸菌量の試験を実施している。結果を下表に示す。

表 R 3.14 CALA East-West National Road 調査における Imus 川・San Juan 川大腸菌量試験結果

河川	Analyzed Total Coliform (MPN/100ml)			基準値
	下流	中流	上流	
Imus	20,000	500,000	30,000	< 5,000
San Juan	100,000	700,000	100,000	

表 R 3.13 及び R 3.14 に示されるように、Imus 川及び San Juan 川は家庭雑排水等の影響によりかなり汚れているが Canas 川は他の河川に比べれば BOD 値が低く比較的良好な水質を維持している。DENR が実施している調査対象 3 河川の詳細な水質検査試験結果を下表に示す。

表 R 3.15 調査対象 3 河川における DENR による水質試験詳細結果

河川	サンプリングポイント	調査月日	pH	DO	BOD	TSS
Imus	Aguinaldo Highway Bridge (下流部)	2004 年第 3 四半期	-	4.1	5.0	13
		2004 年第 4 四半期	7.8	7.3	5.0	23
		2005 年 2 月	7.9	0.0	32.0	17
		2005 年 6 月	8.1	3.2	21.0	99
		2005 年 9 月	7.8	5.8	3.0	122
		2005 年 11 月	7.9	4.2	6.0	28
		2006 年第 1 四半期	8.0	3.7	8.0	10
		2006 年第 2 四半期	8.0	2.1	5.0	25
		2006 年第 3 四半期	8.4	3.6	4.0	6
		2006 年第 4 四半期	7.8	7.3	5.0	23
	平均	8.0 (7.9)	4.1 (4.1)	9.4 (10.2)	37 (21)	
San Juan	Noveleta Bridge (感潮区間)	2004 年第 4 四半期	8.4	5.2	3.0	21
		2005 年第 1 四半期	7.7	4.1	2.0	11
		平均	8.1 (8.1)	4.7 (4.7)	2.5 (2.5)	16 (16)
	San Francisco (General Trias 町の下流区間)	2006 年第 1 四半期	8.2	3.0	5.0	16
		2006 年第 2 四半期	7.7	3.9	4.0	9
		2006 年第 4 四半期	7.4	5.9	3.0	500
		平均	7.8 (8.0)	4.3 (3.5)	4.0 (4.5)	175 (13)
	Pasong Kawayan (中流部)	2006 年第 1 四半期	8.4	7.4	1.0	24
		2006 年第 2 四半期	8.1	7.3	1.0	22
		2006 年第 4 四半期	7.6	7.6	1.0	236
平均		8.0 (8.3)	7.4 (7.4)	1.0 (1.0)	94 (23)	
Canas	Tejero Bridge (下流部)	2004 年第 2 四半期	8.6	7.3	1.0	8
		2004 年第 4 四半期	8.4	7.6	2.0	18
		平均	8.5 (8.5)	7.5 (7.5)	1.5 (1.5)	13 (13)

Note: 単位: mg/l ()内数値は乾季の平均
Source: DENR

(3) 重金属含有量

JICA 調査団は、2007 年 9 月から 11 月にかけて、Imus 川、San Juan 川及び Canas 川の下流において河川水及び河床材料の重金属含有量を調査した。その結果を下表にフィリピンと日本の基準と共に示す。河川水に関しては、DENR の基準を採用した。しかしながら、河床材料についてはフィリピンには基準が存在しないため、日本の基準を適用した。

表 R 3.16 河川水及び河床材料の重金属含有量

River Water Quality						
Location/Parameter (unit: mg/l)	CN	Hg	As	Cd	Cr	Pb
Imus River: Aguinaldo Highway Bridge	< 0.05	< 0.0001	0.001	< 0.003	< 0.04	< 0.01
River Mouth Area	< 0.05	< 0.0001	0.002	< 0.003	< 0.04	< 0.01
San Juan River: After confluence of Ylang-Ylang R.	< 0.05	< 0.0001	< 0.0005	< 0.003	< 0.04	< 0.01
Noveleta Bridge	< 0.05	< 0.0001	< 0.0005	< 0.003	< 0.04	< 0.01
Canas River: Tejero Bridge	< 0.05	< 0.0001	0.003	< 0.003	< 0.04	< 0.01
Downstream of Tejero Bridge	< 0.05	< 0.0001	0.003	< 0.003	< 0.04	< 0.01
DENR Standards (Freshwater: Class C)	0.05	0.002	0.05	0.01	0.05	0.05
(Coastal/Marine Water: Class SC)	0.05	0.002	0.05	0.01	0.1	0.05
Riverbed Material Quality						
Location/Parameter (unit: mg/kg)	CN	Hg	As	Cd	Cr	Pb
Imus River: River Mouth Area 1	ND	ND	1.8	ND	ND	36
River Mouth Area 2	ND	ND	1.8	ND	ND	41
San Juan River: River Mouth Area 1	1.4	< 0.0002	1.6	< 1.0	< 2.0	< 3.0
River Mouth Area 2	3.9	ND	0.93	ND	ND	7.8
Canas River: River Mouth Area 1	8.0	< 0.0002	1.1	< 1.0	< 2.0	< 3.0
River Mouth Area 2	4.4	< 0.0002	1.1	< 1.0	< 2.0	< 3.0
Standards of Soils in Japan	50	15	150	150	250	150

ND: not detected

上記から分かるように、Imus 川、San Juan 川及び Canas 川には重金属は含まれていない。

3.5.2 固形廃棄物処理

案件対象地内の一般家庭廃棄物、産業廃棄物及び医療廃棄物の量・内容ならびにその処理方法は以下の通りである。

(1) 一般家庭及び市場からの廃棄物

カビテ州政府からの情報によれば、2002年時点の調査対象地域内の地方自治体内の一般家庭及び市場からの廃棄物はそれぞれ 1,540m³/日ならびに 225m³/日と推定される（下表 R 3.10 及び R 3.11 参照）。

表 R 3.17 調査対象地域内の一般家庭固形廃棄物量とその収集システム

市・ムニパリティ	総人口	収集システム		
		量 (m ³ /日)	所有ダンプ台数	収集頻度
District I				
Bacoor	305,699	260	6 (全てミニダンプ)	毎日1回
Kawit	62,751	40	3	毎日1回
Noveleta	31,939	120	1 and 2 (ミニダンプ)	毎日1回
Rosario	66,721	15	3	毎日1回
District II				
Trece Martires	41,653	240	2 and 2 (ミニダンプ)	2 ダンプ : 5 日/週 2 ミニダンプ : 7 日/週
Dasmariñas	379,512	295	15	週1回
Gen. Trias	109,845	166	9	週2回
Imus	195,482	226	14	週1回
Tanza	127,147	120	15 (全てミニダンプ)	隔日
District III				
Amadeo	27,737	10 ton	1	週3回
Indang	-	-	-	-
Silang	156,628	50	2	週3回
計	1,505,114	1,542		

Source: Provincial Government of Cavite

表 R 3.18 調査対象地域内の市場からの固形廃棄物量とその収集システム

市・ムニパリティ	市場規模			収集システム		
	面積 (ha)	店舗数	市場開催日	量 (m ³ /日)	所有ダンプ台数	収集頻度
District I						
Bacoor	Unknown	612	毎日	72	2	毎日1回
Kawit	0.7	582	毎日	12	1	毎日1回
Noveleta	0.1	177	毎日	4	1	毎日1回
Rosario	0.3	468	毎日	6	3	毎日1回
District II						
Trece Martires	0.9	202	毎日	12	1 (ミニダンプ)	毎日2回
Dasmariñas	1	819	毎日	36	2	毎日1回
Gen. Trias	1.5	293	毎日	8	1	毎日2回
Imus	2.5	860	毎日	61	2	毎日1回
Tanza	4.0	504	毎日	Unknown	1 (ミニダンプ)	毎日3-4回
District III						
Amadeo	1.1	191	週2日	4	1	週2回
Indang	-	-	-	-	-	-
Silang	0.8	820	週4日	10	Unknown	毎日1回
Total				225		

Source: Provincial Government of Cavite

これら一般家庭及び市場からの廃棄物は「ごみ捨場への投棄」、「堆肥化処理（コンポストイング）」及び「焼却処理」を通じて処理されている。調査地域内の地方自治体はそれぞれ独自の正式に決められた投棄場を持っているが（下表の表 R 3.12 参照）、それらによる

処理では十分ではなく、多くの廃棄物が空地（非投棄場）、橋下、排水路や河川に投棄され水質汚染の原因となっている。

なお案件地内の地方自治体のうち Imus 町は独自のエコセンターを作り、廃棄物からの堆肥生産を試みている。生産された堆肥は希望する農民やその他住民に無料で配布している。

廃棄物の収集には多くの場合、ダンプトラック及びコンパクター付トラックを使用しているが、それらの数は廃棄物量に比べ十分ではなく、満足すべき収集水準には到達していない。

表 R 3.19 調査対象地域内の一般家庭用固形廃棄物のための処理場

市・ムニシパリテイ	処理方法	場所(バラシガイ)	面積 (ha)	想定耐用年数
District I				
Bacoor	開放埋立	Molino IV	5.0	Unknown
Kawit	開放埋立 焼却	Batong Dalig	0.01	5 年
Noveleta	開放埋立	Salcedo II	0.5	None
Rosario	開放埋立 焼却 コンポスト	Kanluran	3.0	5 年
District II				
Trece Martires	セミ・ランドフィル	De Ocampo	1.9	10 年
Dasmariñas	開放埋立	Lankaan II	1.0	1 年
Gen. Trias	開放埋立	Tapia	1.5	1 年 3 ヶ月
Imus	開放埋立	Pasong Buaya	1.0	2 年
Tanza	開放埋立	Sahod Uldan	5.0	Temporary
District III				
Amadeo	開放埋立 焼却	V Poblacion	1.0	5 年
Indang	-	-	-	-
Silang	開放埋立 焼却	Lalaan I	0.5	Temporary

Source: Provincial Government of Cavite

(2) 産業廃棄物

カビテ州の“2005 Socio-Economic Profile, Cavite Province”によれば、現在の一日あたりの産業廃棄物量は約 1,000m³/日であり、その約 50%は危険有害物と推定される。それら危険有害物は州政府が指定する専門業者により収集されマニラ及びラグナ州に運送され、そこで処理がなされている。

(3) 医療廃棄物

カビテ州政府は高圧消毒システム（autoclave system）を設け、全ての州立病院及び 6 つの私立病院からの廃棄物処理に使用している。