

第4章 調査対象地域の将来人口及び土地利用分析

4.1 現行土地利用計画

調査対象地域内の 13 の市町は、それぞれ総合土地利用計画(CLUP) を立ており、土地利用計画図を発行している。図 4.1 は、これらの計画図を一つの図として張り合わせたものであり、表 4.1 は、現況および将来の土地利用計画 (CLUP) の面積表である。

表 R 4.1 既存及び将来の土地利用(面積表)

土地利用		現況 (2003 年現在)		将来 (各市町の設定)	
		面積 (ha)	シェア	面積 (ha)	シェア
市街地	住宅	8,420	20.7%	6,294	15.4%
	工業	914	2.2%	1,883	4.6%
	公共施設	208	0.5%	64	0.2%
	商業	422	1.0%	1,395	3.4%
	市街地/ミックスユース	57	0.1%	16,926	41.5%
	小 計	10,021	24.6%	26,561	65.2%
非市街地	農業	19,037	46.7%	12,861	31.6%
	草地/空地	6,278	15.4%	1,004	2.5%
	プランテーション	4,484	11.0%	249	0.6%
	水面	903	2.2%	68	0.2%
	その他	21	0.1%	1	0.0%
	小 計	30,722	75.4%	14,182	34.8%
合 計		40,743	100.0%	40,743	100.0%

出典: NSO, CLUP 及び JICA 調査団

上表は、表 4.1 の概要を示したものであるが、これによると、調査対象地域の市街地面積のシェア (市街地面積÷全体面積) は現在 24.6% であるが、将来の市街地予定面積のシェアは、大きく増加が見込まれて 65.2% とされている。この様なダイナミックな市街化に準じて、非市街地面積が大きく減少してくる。農地面積比率は、46.7% から 31.6% へ、草地・空地は 15.4% から 2.5% へ、プランテーションは 11% から 0.6% へ減少するなど設定されている。

しかしながら、住宅・土地利用規定委員会 (HLURB) は、土地の転用に関する規制 (MC No. 54, 1993) の中で、農地等の転用に関し一定の面積の上限枠を設けている。この規制によると、調査対象地域内では、2020 年までに最大 9,212ha しか、農地転用できないと算定される。にもかかわらず、表 R 4.1 に示す様に、新規市街地予定面積を 16,540 ha (将来の市街地予定面積の 26,561 ha から、既存市街地面積の 10,021 ha を引いた数字) と設定している。

さらに、将来の市街地予定面積の 26,561 ha は、一人当たりに必要な市街地面積基準 75m² (詳細は 4.3 項参照) で計算すると、実に 3.5 百万人も人口が吸収できる面積である。一方、現在の人口は、その 1/3 以下の 1.1 百万人である。つまり CLUP で設定されている市街地予定面積は非常に広く、農地転用規制を大きく逸脱する数値であり、非常に高い人口増加を期待している形となっている。

CLUP は、さらにこれら新規の市街地面積の殆どをミックスユース (混在土地利用) としている。これは、1988 年の州議会での議決案 (The Resolution No. 105, Province of Cavite, Office of Sangguniang Panlalawigan, Trece Martires City, March 25, 1988, and its addendum, dated April 8, 1988.) に準拠している。議決案の内容を以下に示す。

- Imus 及び Dasmarinas (Aguinaldo Highway 沿い) の土地は、工業 - 住宅 - 公共施設の混在土地利用とする。
- Carmona, Silang, Dasmarinas, General Trias, Trece Martires City, Tanza 及び Naic の土地で、Governor's Drive の両側それぞれ約 2km の範囲は、工業 - 住宅 - 公共施設の混在土地利用とする。

- Cavite Export Processing Zone (カビテ輸出加工ゾーン) 及び PNOC (フィリピン国家石油会社) を含む Rosario の土地は、工業 - 住宅 - 公共施設の混在土地利用とする。

この議決案は、時効により、すでにその効力を失っており、EO No. 72 (1993)により、各市町に土地利用の策定権限が委譲されている。しかしながら、現行の土地利用計画にも、この当時に提案されたミックスユースの考えが踏襲されている。CLUP で提案されているミックスユースの土地利用は、これまでの住民のライフスタイル (一つの場所で住み働く) を維持するというコンセプトにも支えられており、つまり住民にも支えられている部分もあるが、これまでの様に生活圏が狭い区域に限定されているのであれば、便利で快適な面もあるが、今後の都市化に伴い、以下の様な潜在的な問題を抱えている。

- 公共投資が後追いとなり、効率的な投資がしにくくなる。
- 虫食い状態の都市開発が行われることにより、農地が千切れ千切れに残されると、将来、それらの農地を転用して一団地としてまとまりのある都市開発用地の確保が困難に、同時に米などの農業生産活動を排水問題などを含めて困難にしており、効率的な土地利用が阻害される。
- 自然景観が損なわれる。
- 交通混雑が助長される。

4.2 人口予測

調査団は、CLUP のレビューを、(1)人口予測、(2)人口配置と市街地面積需要算定、(3)市街地面積の空間的配置の手順で行った。

4.2.1 過去の調査での人口予測

調査対象地域に関する人口予測について、以下の様な調査結果がある。

(1) 国家統計局(NSO)の人口予測

NSO は、2000 年のセンサスデータをベースに、2040 年までの全国人口を州別・性別に予測しており、カビテ州の人口予測について、下記の設定値を用いている。

- 出生率：現在 3.2 の TFR (合計特殊出生率) が年々低下し、2015-2020 年には 2.26 となる。
- 死亡率：平均寿命が、現在の男 64.93 歳、女 73.18 歳が、2015-2020 年にはそれぞれ 70.13 歳、77.18 歳となる。
- ネットマイグレーション率 $[(\text{転入人口} - \text{転出人口}) / \text{総人口}]$ ：カビテ州は積極的増加地域 (最も高い増加率) として計算されている。

3通りの推計 (ネットマイグレーション率に高・中・低の3つが設定されている) がされており、算定方法及び設定値は妥当性があり、説得力がある人口推計である。ここで対象にしたのは、中間推計値である。

(2) カビテ州物的フレームワーク計画 (PPFP)における人口予測

州開発計画に用いる予測値 (市町別) で、2020 年まで 1995-2000 年の人口増加率 (年率 5.45%) が続くとしている。各市町の将来人口は、現在の人口シェア (州人口に占める各市町の人口の割合) が将来も継続するという設定になっているため、全ての市町の人口の伸び率も同様の年率 5.45% としている。この予測値は、入手できた人口予測の中では、非常に高い値となっている。過去 5 年あるいは、10 年の非常に高い伸び率は、急激な都市整備とこれに伴った人口流入 (社会増) がもたらしたものであり、今後 20 年の長期にわたり、過去のトレンドがそのまま続くという予測は、あまり説得力がない。

(3) 各市町の人口予測

各市町総合土地利用計画（CLUP）に用いる予測値で、市町により、目標年がまちまちだが、基本的には、過去 5 年あるいは過去 10 年のトレンドが将来も続くとしている。従って、各市町とも非常に高い予測値が設定されている。中には、過去のトレンド以上あるいは、逆のそれ以下の伸び率が設定されているところもある。例えば Dasmarinas や Bacoor の年伸び率は、それぞれ 13.96、9.03 と、過去のトレンド以上の伸びが今後見込まれるとしており、2010 年には、人口がそれぞれ 2.2 倍、3.2 倍になるという極めて高い予測がされているところもある。入手できた人口予測の中では、最も高い予測値である。

(4) その他過去のスタディ（JICA CALA 調査、JICA Busway 調査および UN Water Supply Project 調査）における人口予測

JICA CALA 調査（“Feasibility Study and Implementation Support on the Cala East-West National Road Project” December 2006）では、カビテ及びラグナ 2 州の 2030 年までの将来人口の予測を行っている。この推計で設定された 5 年毎の伸び率でカビテ州の 2020 年の将来人口を算定すると、392 万人となった。この推計の細かい推定根拠は報告書では不明だが、1995～2000 年の同等の伸び率で、2000～2005 年の人口が増加し、以後、伸び率が低下していくという想定は現実的であり説得力がある。JICA Busway Study では、CALA と同様な推計を行っており、CALA より若干高めの予測を行っている。一方、UN の Water Supply では、3 調査中最も低い人口予測を行っている。

4.2.2 本調査における人口予測

上記既往の人口予測を参考に、JICA 調査団で調査対象地域の人口推計を行った。推計の基本的考え方は下ボックスの(1)と(2)に示す通りである。

案件対象域の将来人口予測の基本的考え方

- (1) これまでの非常に高い人口の伸び率は、下記の要素が支えていた。
 - メトロマニラの近郊地帯（通勤・買物圏にある）
 - マニラ首都圏外への工業団地分散開発政策(50-km Radius Ban Policy of Metro Manila on Industries)、Carabaron 地域での大規模工業団地の整備
 - メトロマニラからの住民移転プログラムの対象地
 - 大規模宅地・住宅開発
 - ホテル・ゴルフ場開発
 - 主要幹線道路（South Super Highway, Cavite Coastal Road, Aguinaldo Highway, Governor’s Drive 等）整備への大規模な投資
- (2) 今後の人口は、以下の要素により、過去の伸び率より低下すると設定される。
 - 新規工業団地開発の一時禁止（当面は既存工業団地の空地の活用）
 - 高標高地区でのゴルフ場開発一時禁止（水源の保全）
 - 高標高地区における宅地開発抑制（州知事の発表）
 - カビテ州の自然人口増加率の低下（2001 年の 2.2%が 2006 年には 1.7%に低下）
 - 整備が予定されている基盤施設（R1 Extension, C -5 Expressway, MMS Extension Stage 2, Molino Boulevard, Southern Tagalog Arterial Road Phase II, LRT 1 Extension to Cavite）の整備が予定より遅れている。

表 R 4.2 は、過去の関連するスタディで設定された年平均の人口増加率を示している。各人口予測では、PPFP での予測以外は、将来は増加率が減速していくという想定がされており、上記の要素などを考慮すると、これまでの人口増加率は長期的には減速していくと考えた方が妥当である。

表 R 4.2 各スタディで設定された年平均人口増加率

過去のスタディ	実数値	将来設定値 (2000-2020)			
	1995-'00	2000-'05	2005-'10	2010-'15	2015-'20
PPFP (州計画)	5.45 %	5.45 %	5.45 %	5.45 %	5.45 %
NSO 長期予測	5.45 %	3.67 %	3.11 %	2.67 %	2.43 %
JICA CALA 調査	5.45 %	4.46 %	3.79 %	2.66 %	2.13 %
JICA Busway 調査	5.45 %	4.43 %	3.92 %	3.27 %	3.27 %
UN Water Supply 調査	5.45 %	3.91 %	3.91 %	3.06 %	2.24 %

表 R 4.3 は、上記の各スタディが想定した年平均人口増加率の 5 年毎の減速率を示したものである。その減速率の平均値を見ると、凡そ、75%~90%の範囲内であり、本調査では原則としてこの範囲の値を適用するものとし、さらに以下の事項を考慮して具体的な 5 年毎の原則率を想定した。

- (1) PPFPを除く全ての関連スタディでは2000年~2005年に平均減速率75.5%という最大の人口増加率の鈍化を予想している。しかしながら、カビテ州が最近実施した州の人口調査によれば2000年~2007年の実際の年平均人口増加率は4.76%であり、1995年~2000年の増加率(5.45%)に比較して89.8%の減速率に留まっている。このように、2000年以降の人口増加は鈍化の傾向にあるが、上記の関連スタディが想定した75.5%のような過度の減速率は発生していない。このため本調査では上記のカビテ州の2007年の人口調査結果を参考にして、1995年~2000年に比較した2000~2005年の年平均人口率の減速率として上記の75.5%に代えて90%を想定する。
- (2) 将来のカビテ州の人口増加率は、上記のボックス内の項目(2)で述べた原因により、減速の傾向にあることは確実である。この観点から、2006年以降の年平均人口増加率は徐々に減速していくものとし、具体的な減速率として関連スタディの予測結果を参考にして2005~2010年の減速率(前5年間の人口増加率に比較した減速率)として85%を想定し、さらに人口増加率は低下して2015年~2020年の減速率は80%に達するものと想定する。

以上の評価に基づき、本調査では 5 年毎の年平均人口増加率の減速率として表 R 4.3 の最下段に示す値を想定する。

表 R 4.3 各人口予測における減速率
(直近過去 5 カ年の伸び率に対する各 5 カ年の減速率)

各スタディ		予測 (2000-2020)			
		2000-'05	2005-'10	2010-'15	2015-'20
過去の スタディ	NSO 長期予測	67.3%	84.7%	85.9%	91.0%
	JICA CALA 調査	81.9%	85.0%	70.2%	80.0%
	JICA Busway 調査	81.3%	88.5%	83.6%	100.0%
	UN Water Supply 調査	71.7%	100.0%	78.3%	73.2%
	平均	75.5%	89.6%	79.5%	86.1%
本調査		90.0%	85.0%	82.5%	80.0%

表 R 4.4 は、これらの設定に基づき将来人口を予測した結果である。これにより 2020 年のカビテ州の人口は、4,364 千人と算定された。これをベースに、調査対象地域の 2020 年の人口を 2,444 千人と算定した。その算定方法は、表 R 4.5 に示す通り、現在の人口シェアが将来も継続するという前提に基づき求めた。

表 R 4.4 カビテ州の人口予測 2000-2020

(単位: 千人)

各スタディ		2000	2005	2010	2015	2020
過去の スタディ	NSO 長期予測	2,063	2,500	2,914	3,324	3,748
	JICA CALA 調査	2,063	2,566	3,092	3,526	3,918
	JICA Busway 調査	2,063	2,562	3,105	3,648	4,285
	UN Water Supply 調査	2,063	2,499	3,028	3,520	3,932
	平均	2,063	2,532	3,034	3,504	3,971
本調査		2,063	2,622	3,216	3,809	4,364

表 R 4.5 2020 年における調査対象地域の将来人口の推計

項目	カビテ州	市/町	調査対象地域
2000 年のシェア	100%	76.9 %	70.1 %
2020 年のシェア (概数)	100%	80 %	70 %
2020 年人口推計 (千人)	4,364	3,491	2,444

4.2.3 13 市町の市街化状況と人口増加

調査対象地域内の 13 の市町における、それぞれの過去の人口の伸び率は表 R 4.6 に示すとおりである。大規模宅地開発などが盛んに行われている Trece Martires, Dasmaringas, Bacoor, Imus では高い増加率となっている。これらに続き、Silang, Tanza, General Trias などの隣接する市町の増加率も高い値を示している。

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

市/町	人口増加率 (年平均)	
	1990-2000	CLUP 設定値
Dasmaringas	10.8 %	14.0 %
Imus	7.8 %	8.2 %
General Trias	7.4 %	7.4 %
Bacoor	6.7 %	9.0 %
Trece Martires City	10.3 %	5.5 %
Tanza	6.0 %	7.3 %
Silang	5.2 %	5.1 %
Noveleta	4.6 %	5.1 %
Tagaytay City	6.7 %	2.9 %
Rosario	5.0 %	3.6 %
Kawit	2.8 %	3.1 %
Indang	2.7 %	3.7 %
Amadeo	2.0 %	3.2 %
カビテ州	6.0 %	-

出典; NSO, CLUP 及び JICA 調査団

一方、Lowland の Kawit, Noveleta, Rosario の 3 町は、既に高密度に開発が進行しており、伸び率が平均以下で、特に Kawit は 10 年間で 2.8% と、高地の農村部である Amadeo や Indang と同様の低い伸び率で推移している。また表 R 4.6 には、各市町が設定している将来の人口増加率 (CLUP) も示している。各市町とも、原則的には、過去 5 年又は 10 年の人口増加率が、今後も継続するという考えに立っている。しかし、いくつかの市町は、それ以上又はそれ以下の増加率を設定しているところもある。

図 R 4.1 は、13 の市町の市街化率 (縦軸) と人口密度 (横軸) を示し、開発動向を分析したグラフである。Rosario, Bacoor, Noveleta などは市街化率が高い上、人口密度も高く、市街地としての熟度が大分進んでいることが分かる。逆に、Indang, Silang, Amadeo などは、市街化率が低い上、人口密度も低く、これから市街地として成長していく段階にある。また、Dasmaringas, Imus, General Trias, Silang は、過去 10 年間で、5 万人以上もの人口増加があり、開発余地もあることから、今後も高い人口増加が予測される市町といえる。

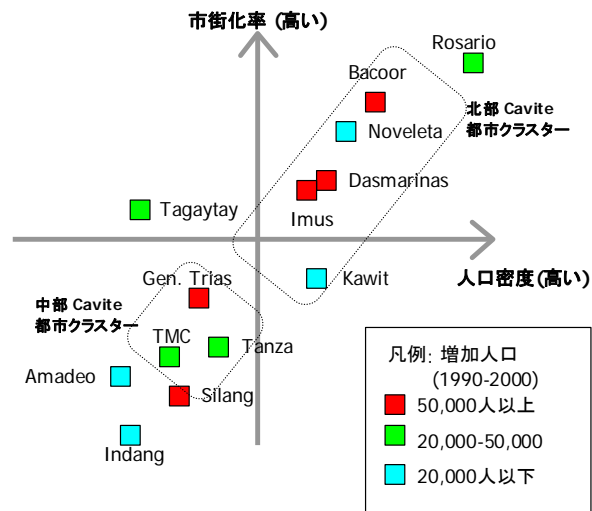


図 R.4.1 13 市町の市街化率及び人口密度

表 R.4.7 は、PPFP における各市町の格付けを示している。また、CALA 調査においても、同様に各市町の整備の方向づけがされている。これらによると、次の市町が将来的に大きく成長することが予想・期待されている。

- Dasmaringas (小都市から中都市へ、地域発展センター整備地区)
- General Trias (大タウンから小都市へ、住宅整備地区)
- Tagaytay City (中タウンから大タウンへ、リゾート整備地区)
- Trece Martires City (中タウンから大タウンへ、行政センター整備地区)

表 R.4.7 13 市町の格付け

市町	PPFP		CALA 調査
	現在	将来	
Amadeo	ST	ST	農業センター
Bacoor	SC	SC	UD-住宅
Dasmaringas	SC	MC	地域開発センター
Gen. Trias	LT	SC	UD-住宅
Imus	SC	SC	UD-住宅
Indang	ST	ST	農業センター
Kawit	LT	LT	CG-住宅
Novereta	MT	MT	CG-住宅
Rosario	LT	LT	CG-住宅
Silang	LT	LT	農業センター
Tagaytay	MT	LT	リゾート
Tanza	LT	LT	CG-住宅
Trece Martirez	MT	LT	行政センター

備考 ST: 小タウン MT: 中タウン LT: 大タウン SC: 小都市 MC: 中都市
UD: 成長促進 CG: 成長抑制

過去の人口増加、開発動向やポテンシャル、各 CLUP の開発方針、PPFP での格付けなどの分析を基に、調査対象地域 13 市町の 2020 年のそれぞれの人口を、下記の伸び率を適用し推計した。表 R.4.8 は、各市町の 2000 年の現況人口、2020 年の推計人口と、増加分人口を示している。

- 低い増加率 (2.5%~1.1%) : Amadeo, Kawit, Indang, Rosario 及び Novereta
- 中間の増加率 (5.5%~2.3%) : Tagaytay, Silang, Tanza, General Trias 及び Trece Martires
- 高い増加率 (8.0%~3.4%) : Imus, Bacoor, 及び Dasmaringas

表 R 4.8 調査対象地域の現在及び将来の人口（市町別）

(単位: 千人)

地区名	市/町名	2000年現在人口	2020年予測人口	増加分人口 2000 - 2020年
地区 I	Bacoor	137	351	214
	Kawit	63	80	17
	Noveleta	32	41	9
	Rosario	74	94	20
地区 II	Trece Martires	24	44	20
	Dasmaringas	352	901	550
	General Trias	108	203	95
	Imus	195	513	317
	Tanza	32	59	27
地区 III	Amadeo	26	33	7
	Indang	7	8	2
	Silang	60	110	50
	Tagaytay	4	7	3
合計		1,112	2,444	1,331

4.3 人口配分と市街地面積の需要算定

一人当たりの標準的な市街化面積について、次の計画基準がある。(1) 90m²/人(UN-FAOの基準)及び(2) 60m²/人(NEDAの基準)である。また既存の調査対象地域の一人当たりの市街化面積の実数値は90m²/人である。HLURBは、土地利用の空間原単位に関する基準を提示しており、例えば、1世帯当たりの住宅用地は240m²などの面積基準がある。これらの基準を考慮し、本調査では、一人当たりの標準的な市街化面積について75m²/人(上記60m²と90m²の平均値)と設定した。

既存農地の内、市街化等に転用できる面積は、限られており、HLURBの省通達No.54(農地転用に関する規則)に従って計算すると、調査対象地域で、2020年までで最大9,212haの農地しか転用できないこととなる。表R 4.9に示す様に、既存の市街地(10,021ha)と合わせると、最大19,233haが目標年次での市街化面積と算定される。

表 R 4.9 既存市街地面積及び農地転用可能面積

(単位: ha)

地区名	市/町名	既存市街地面積	農地転用可能面積	農地転用不可能面積など	合計
地区 I	Bacoor	1,027	207	576	1,809
	Kawit	375	236	938	1,548
	Noveleta	247	53	284	585
	Rosario	499	54	124	677
地区 II	Trece Martires	412	352	1,549	2,313
	Dasmaringas	2,595	1,519	2,898	7,012
	General Trias	1,725	2,321	4,436	8,482
	Imus	1,710	1,182	2,267	5,160
	Tanza	337	408	785	1,530
地区 III	Amadeo	257	746	3,285	4,287
	Indang	57	395	753	1,204
	Silang	607	1,548	2,952	5,108
	Tagaytay	175	191	663	1,029
合計		10,021	9,212	21,510	40,743

次に、9,212haの市街化への転用可能な農地に、何人人口が吸収できるか、先の一人当たり75m²の基準を使うと、表R 4.2に示す様に、調査対象地域全体で1,288千人となる。一方、人口予測では、2000年から2020年までの増加分人口は、1,331千人であり、転用可能な全ての農地を市街化しても、2020年の増加人口を吸収できないこととなる。

表 R 4.10 農地転用可能面積と人口吸収能力

地区名	市/町名	農地転用可能面積 (ha)	人口吸収能力 (千人)	推計増加分人口, 2000-2020 (千人)	バランス (千人)
地区 I	Bacoor	207	28	214	-187
	Kawit	236	31	17	14
	Noveleta	53	7	9	-2
	Rosario	54	7	20	-13
地区 II	T. Martires City	352	47	20	27
	Dasmaringas	1,519	203	550	-347
	General Trias	2,321	309	95	214
	Imus	1,182	158	317	-160
	Tanza	408	54	27	28
地区 III	Amadeo	746	99	7	92
	Indang	395	53	2	51
	Silang	1,548	206	50	156
	Tagaytay	191	25	3	22
合 計		9,212	1,228	1,331	-103

この面積不足問題を解決するため、以下に示す3つの対策を立てた。

- 対策 - 1: 効率的土地利用や建物の高層化などにより、人口密度を上げることによって、人口吸収力を高める。(この場合一人当たり市街地面積は 75m² を下回ることになる)
- 対策 - 2: 省通達 No.54 の規則を緩和し、さらに農地転用の枠を広げ、市街地を増やす。
- 対策 - 3: 上記2つの対策をとっても、将来人口を吸収できない場合、その分の人口を、転用可能面積に余裕がある市町に転出・転入させる。

表 R 4.11 各市町への対策の適用

市/町名	対策-1	対策 -2	対策 -3	
	高密度化	追加的農地転用	転出	転入
Bacoor	●	●	●	-
Dasmaringas	●	●	●	-
Imus	●	●	●	-
Noveleta	●	-	-	-
Rosario	●	-	-	-
General Trias	-	-	-	●
Silang	-	-	-	●
Tanza	-	-	-	●
Trece Martires	-	-	-	●
Amadeo	-	-	-	-
Indang	-	-	-	-
Tagaytay	-	-	-	-
Kawit	-	-	-	-

備考: ● 適用,
- 不適用

表 R 4.11 は、どの市町にどの対策を適用し、予測人口を吸収したかを示しており、表 R 4.12 は、その算定と最終的な人口の配置結果を示した表である。また、それぞれの対策の詳細について記述する。

表 R 4.12 増加人口の再配置結果

(単位: 千人)

市/町名	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	推計増加分人口, 2000-2020	規制範囲内での農地転用による市街化により	対策-1により	対策-2により	対策-3により(転出)	対策-3により(転入)	再配置の結果
Bacoor	214	28	49	13	124	0	90
Kawit	17	17	0	0	0	0	17
Noveleta	9	7	2	0	0	0	9
Rosario	20	7	13	0	0	0	20
Trece Martires	20	20	0	0	0	29	49
Dasmarinas	550	203	176	86	85	0	465
General Trias	95	95	0	0	0	143	238
Imus	317	158	106	13	40	0	277
Tanza	27	27	0	0	0	30	57
Amadeo	7	7	0	0	0	0	7
Indang	2	2	0	0	0	0	2
Silang	50	50	0	0	0	47	97
Tagaytay	3	3	0	0	0	0	3
合計	1,331	624	346	113	249	249	1,331

備考: 最終的な人口配置(7) = (2)+(3)+(4)+(6) = (1)-(5)+(6)

(1) ステップ 1 (表 R 4.12 の(2)の算定)

まず将来の増加分人口の内、624 千人は次の農地転用にて吸収する。

- Bacoor, Dasmarinas, Imus, Noveleta 及び Rosario については、農地転用枠を現行の規則内で最大利用し、市街化することにより吸収。
(吸収人口 = 転用可能農地面積 ÷ 75m²)
- Amadeo, General Trias, Indang, Kawit, Silang, Tagaytay 及び Trece Martires については、推計した人口増加分を収容できるだけの農地転用により吸収。
(吸収人口 = 増加分人口)

(2) ステップ 2 (表 R 4.12 の(3)の算定)

次に、対策 - 2 (高密度化) を適用し、346 千人を吸収する。

- Bacoor, Dasmarinas 及び Imus については、2000 年のそれぞれの人口と表 R 4.12 の(2)に示される吸収人口の和 (将来の人口吸収力のベース) の約 30%が高密度化されると設定した。
- 表 R 4.12 の(2)の方法をとっても、少しだけ増加人口が吸収できない Rosario と Noveleta については、その吸収できない分の人口を高密度化により吸収されると設定した。

(3) ステップ 3 (表 R 4.12 の(4)の算定)

次に、Bacoor, Dasmarinas 及び Imus 町の Aguinaldo Highway や Governor's Drive 沿いの農地のいくつかについては、SAFDZ、灌漑農地、Agrarian Reform 農地などのため、市街化することが許されないところがあり、点在している。しかしながら、それらの中には、農業生産が行われておらず、空き地化しているところもある。これらの土地は幹線道路沿いで市街化としてのポテンシャルも高く、土地の効率的利用の観点から、また、これら成長する市町の人口増加需要、商業など都市的土地利用の需要に対応するため、転用し、市街化した方が良く判断されるところもある。この3町については、特にこれらの需要が高いため、現行の規制を超えて、追加的に農地転用し、市街地として整備することを提案する。この追加的農地転用にて、113 千人が吸収されると設定した。

(4) ステップ 4 (表 R 4.12 の(5)の算定)

最後に、上記対策でも人口吸収できなかつた、Bacoor, Dasmarinas 及び Imus の 3 町については、対策 - 3 (人口の転出・転入策) をとることとする。この 3 町で吸収できなかつた 249 千人分が転出するとし、それらの人口を General Trias, Silang, Tanza 及び Trece Martires のまだ農地転用枠に余裕があり、さらに将来成長が期待される市町に転入すると設定した。

4.4 2020年の土地利用計画図

2020 年を目標とする土地利用計画案を図 4.2 及び表 4.3、表 4.4 に示す。また、表 R 4.13 は、提案する土地利用計画と CLUP の比較を示している。

表 R 4.13 提案の土地利用計画面積表 (本調査と CLUP の比較)

土地利用		本調査の提案		CLUP の提案	
		面積 (ha)	シェア	面積 (ha)	シェア
市街地面積	住宅	14,561	35.7%	6,294	15.4%
	工業	1,426	3.5%	1,883	4.6%
	公共施設	407	1.0%	64	0.2%
	商業	1,019	2.5%	1,395	3.4%
	市街地ミックスユース	0	0.0%	16,926	41.5%
	小 計	17,413	42.7%	26,561	65.2%
非市街地面積	耕作地 (農地)	15,323	37.6%	12,861	31.6%
	草地/空地 a	4,149	10.2%	1,004	2.5%
	プランテーション	3,105	7.6%	249	0.6%
	水面	733	1.8%	68	0.2%
	その他	21	0.1%	1	0.0%
	小 計	23,330	57.3%	14,182	34.8%
合 計		40,743	100.0%	40,743	100.00%

前節 4.1 に述べた様に、CLUP では将来の高い人口増加を想定し、将来の市街化面積を 26,561 ha と設定しているが、これは、現行の農地転用の規則と照らし合わせると、非常に困難な数値であると判断される。従って 2020 年における市街地面積を、これまで述べてきたように、17,413 ha (市街地面積率：調査対象地域の 42.7%) と設定する。

また CLUP では、将来の市街化される面積の大部分をミックスユースの土地利用と指定している。しかし、混在型の土地利用は、前節 4.1 で述べてきた様に、いくつかの問題を発生する。(1) 効率的な公共インフラ投資が困難、(2) 農地の断片化、(3) 自然景観の損出、(4) 交通混雑の進展などの問題である。この観点から、JICA 調査団としては、ミックスユース優先の土地利用計画から、できるだけ純化された土地利用計画にシフトする様、下記を勧告する。

- (1) HLURB のモデルゾーニングの遵守 (現在は、多くの市町で独自のゾーニング項目などを使っている)
- (2) 中心市街地の詳細ゾーニングの実施 (Indang などすでに実施されている市町もある)
- (3) 開発後における再ゾーニング (例えば、ミックスユースと指定しているところで、良好な住宅団地が開発された場合、開発の後からでも、そこは宅地：低密住宅地と再指定し、団地内での将来の商業・工業などへの用途転換を規制し、現在の良好な住環境を保全するなど)

また、市街地の空間的配置に当たっては、下記に示す様な日本の都市計画で行われている線引きの考え方を取り入れた。

(1) 土地区分による手法

開発に対する規制がゆるいフレキシブルな現行 CLUP の土地利用計画に対し、市街化の進行など都市の成長を管理し、よりコンパクトに、そして段階的に整備していく土地利用システムを提案する。表 R.4.14 は、現行の CLUP と本調査で提案している土地利用計画の考え方の違いを示している。現行の CLUP は、将来市街化可能な地域を十分予定しておき、その区域内であれば、どこで何を開発してもよいという考え方に立っており、デベロッパーや、地権者にとって、開発を進めやすい条件を提供している。しかしながら、開発の結果は、表に示す様に、空間的に秩序がない（虫食い状態、市街地が分散）土地利用パターンとなりがちである。結果、上記に述べた様な問題点を作り出すことになる。一方、本調査で提案している土地利用の考え方は、限られた地域を市街化区域として指定し、公共投資により民間の開発を誘導し、あるいは官民協調投資とする。一方、農地については、市街化調整区域として、市街化を規制することで、農地を保全するという、日本の都市計画で行われている線引きの考え方を導入している。目標年次における将来の市街化区域を限定することにより、よりコンパクトで計画的な都市開発が進められる。図 R.4.2 も、現行 CLUP と本調査の土地利用計画の考え方の違いをダイアグラムで示したものである。

表 R.4.14 土地利用計画の基本的概念

項目	現行 CLUP	本調査
将来の市街化エリアの限定	広大でフレキシブル（どこでも整備できる）	将来予測に基づき市街化エリアを限定し、誘導と規制する
都市の整備イメージ	虫食い状態・市街地分散	コンパクト
土地利用のパターン	住・工・商などの混在（なにでも整備できる）	ゾーニングの適応により地区別の用途の純化を目指す

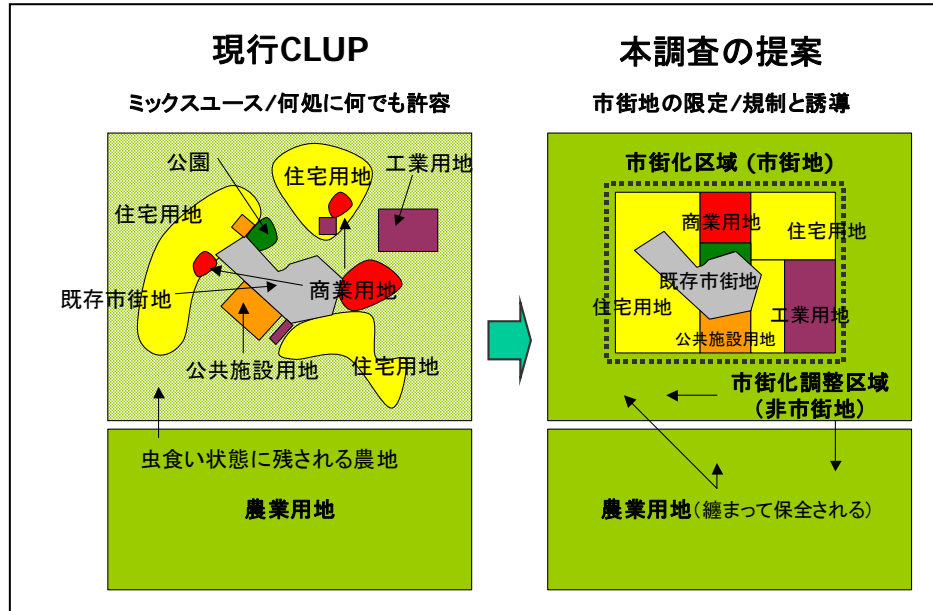


図 R.4.2 現行の CLUP と本調査での提案の違い

(2) 拡張市街地の空間的配置

将来拡張する市街地の配置に当たっては、次に示す環境的重要地区を都市化（市街化）不適地と判断し、将来の市街地から除外した。

- 急傾斜地（15%以上）

- SAFDZ (戦略的農漁業開発ゾーン)
- CARP (農地改革対象エリア)
- 灌漑農地
- 常襲的浸水区域 (2年確率洪水で、浸水深 25cm 以上)

上記環境的重要地区は、下記のタイトル (出典) で図示している。(図 4.4 参照)

- 傾斜分析図 (地図資源情報庁)
- SAFDZ(州農業局)
- CARP (農地改革事務所)
- 灌漑農地 (国家灌漑庁)
- 常襲的浸水区域 (JICA 調査団)
- 市街化不適地 (上記重ね合わせ図)
- 市街地の配分計画ベースマップ

(3) 都市成長の地域的文脈

図 4.5 は、調査対象地域の周辺を含む地域での開発動向・将来計画などから位置づけられる、調査対象地域の都市成長の方向性である。

- メトロマニラからの開発の波は、南ルソン高速道路に近いところから押し寄せている。
- ラグナ都市クラスターにおける工業・商業開発により、その近辺のカビテの住民に働き場所を提供する。
- 低地の都市クラスターは、Muntinlupa (Alabang)へのアクセスが良く、日常的な経済圏・通勤圏としての連帯化が進んでいる。
- Dasmariñas は、Muntinlupa や Calamba と同様、地域成長の中心地として発展・整備されることが予測・期待される。
- Trece Martires 及び Silang は、まだ開発余地を多くもち、その好位置から、新しい都市の成長拠点として今後の成長が予測・期待される。
- Tagaytay 及び高地地域は、引き続き農業・高原リゾートエリアとして整備が予測・期待される。
- 既存及び計画されている幹線道路沿いのオープンスペース (農地など) は、今後市街化が進展すると予測される。

(4) 用途別面積の詳細：提案している 2020 年土地利用計画

土地利用計画の用途別面積の詳細は、次の考え方で算定した。

HLURB の計画基準からすると、現在の土地利用では、商業、工業、公共施設の面積が絶対的にも相対的にも低い値となっている。将来のこれらの用地は、表 R 4.15 に示す様に、HLURB の基準に示される目標値にある程度近づく (20%~67%) という設定を行って、算定した。

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

土地利用	既存		2020 年		HLURB 基準	達成率
	面積 (ha)	シェア	面積 (ha)	シェア		
商業用地	422	1.0 %	1,019	2.5 %	3% of the total area	67 %
工業用地 : *1)	914	2.2 %	1,426	3.5 %	8-25 m ² /pop *1)	20 %
公共施設用地	208	0.5 %	407	1.0 %	3.3 m ² /pop	63 %

備考: *1) 軽及び中工業

出典: HLURB 及び JICA 調査団

また、市街地面積の増加に伴い、農地、草地、プランテーション、養魚場などを含む非市街地面積は、現在のそれぞれの面積シェアに比例して、減少するという算定をした。

第5章 水文解析

5.1 解析の目的と手順

水文解析は各洪水確率規模（2～20年確率）別の洪水調節前の洪水流量である基本高水量ならびに適用可能な洪水調節計画を考慮した計画高水流量を求めることにある。これら基本高水量及び計画高水流量の算定はともに計画目標年次 2010 年において想定される流域の土地利用を前提にしている。なお調査対象域には利用可能な洪水流量観測データが存在しないため、雨量観測データに基づく算定方法を採用した。

上記に加え水文解析は代替洪水対策案の有り・無しの場合に想定される確率洪水氾濫規模の推定もその解析対象としている。解析にあたっては、まず 2006 年の台風 Milenyo において発生した既往最大の洪水氾濫範囲に関して、聞き取り調査を通じて明らかにすることから始めた。次に調査対象域の地盤高情報、河川の縦横断面図及び水文観測データ（台風 Milenyo 発生時の雨量・潮位データ）の基本情報に基づき、同台風の洪水氾濫域の再現計算（シミュレーション）を行った。再現計算の結果が上記聞き取り調査に結果と一致したことを確認した後、再現計算モデルに確率雨量を入力することにより確率洪水氾濫規模を最終的に推定した。

以上、水文解析の手順を図 5.1 に示す。

5.2 雨量・水文観測所およびデータの収集・整理

5.2.1 雨量観測所およびデータ

(1) 観測状況

調査対象地域内および近傍の 7 雨量観測所の位置を図 5.2 に示す。また、次表に 2007 年現在の観測状況を示す。これらの全ての雨量観測所は PAGASA の管轄下にある。大部分の雨量観測所では、1970 年代以前から継続して日雨量または 6 時間降雨が観測・記録されている。

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

No.	観測所名	所轄	位置		標高 (El.m)	観測期間	記録 頻度	観測 状況
			北緯	東経				
1	Sangley Point	PAGASA	14°30'	120°55'	3.0	1974年～現在	6時間	継続中
2	Mabolo	PAGASA	14°27'	120°56'	N.A.	1975年～現在	毎日	継続中
3	Port Area	PAGASA	14°35'	120°59'	N.A.	1907年～現在	毎時	継続中
4	San Pedro	PAGASA	14°22'	121°02'	N.A.	1971年～1999年	毎日	閉鎖
5	Tagaytay	PAGASA	14°07'	120°58'	580	1994年～現在	毎日	継続中
6	Ambulong	PAGASA	14°05'	121°03'	10.6	1951年～現在	6時間	継続中
7	Amadeo	PAGASA	14°10'	120°57'	540	1985年～現在	毎日	継続中

出典：PAGASA

(2) 雨量データの利用可能状況

雨量資料の利用可能状況を表 5.1 に示す。「JICA フィリピン国 CALA 東西道路事業化促進調査（2006年）」において、Sangley Point、Mabolo、Tagaytay、Amadeo、Ambulong の各観測所における観測開始年から 2005 年までの日雨量、および San Pedro 観測所における 1971 年から 1999 年までの日雨量データが収集されている。本調査においては、各観測所における 2006 年の日雨量データ、および Sangley Point 観測所における 1978 年から 2006 年までの 6 時間雨量データを PAGASA から追加で収集・整理した。

ダブルマスカーブ解析の結果、Amadeo 観測所の雨量資料の信頼性が確認できなかったため、本調査の降雨解析において同観測所のデータは使用しないこととした。なお、上記の CALA 調査（2006年）においても、Amadeo 観測所の雨量資料の信頼性は低いとして水文解析には使用されていない。

5.2.2 水位・流量観測所およびデータ

(1) 観測状況

調査対象地域内において、現在でも観測を続けている水位・流量観測所は Panaysayan 川 (Canas 川の支川) の Palubluban 観測所のみである。同観測所では、観測員が 1 日 3 回 (洪水時には観測頻度を増加して) 水位を観測しており、DPWH 職員が定期的に流量観測を行っている。Ylang Ylang 川の Alapan 観測所においても水位・流量観測が行われていたが、潮位の影響により観測が停止された。水位・流量観測所の位置を図 5.1 に示す。また、観測状況を下表に示す。

表 R 5.2 調査対象地域内の水位・流量観測所諸元表

No.	観測所名 (河川名)	流域面積 (km ²)	位置		ゼロ点標高 (Elm)	観測期間	観測 状況
			北緯	東経			
1	Palubluban (Panaysayan)	29	14°22'22"	120°52'55"	29.970	1957年～1979年、 1982年～現在	継続中
2	Alapan (Ylang Ylang)	60	14°24'30"	120°54'20"	5.558	1952年～1979年、 1982年～1985年	停止

出典：Bureau of Research and Standards, DPWH

(2) 水位・流量データの利用可能状況

「JICA フィリピン国 CALA 東西道路事業化促進調査 (2006 年)」において、Palubluban および Alapan 観測所の水位・流量データが収集されており、本調査では同データの信頼性を検討した。両観測所において、年最大ピーク流量が 1.0m³/s/km² より小さい年が存在しているなど、データの信頼性を確認することができなかつたため、本調査においては、水位・流量資料を統計解析や流出モデルの検証に使用しない方針とした。

5.3 降雨解析

基本高水を設定する方法として、確率別の計画降雨を定め、この計画降雨から流出モデルを用いて流量に変換する方法を採用する。以下に計画降雨の設定について述べる。

5.3.1 降雨特性

(1) 降雨継続時間

降雨継続時間は計画降雨を設定するために重要な要素である。調査対象地域内においては、Sangley Point 観測所での 6 時間降雨が長期にわたり利用可能な最小時間単位の降雨資料である。従って、Sangley Point 観測所における 6 時間降雨データを用いて、降雨継続時間を検討した。Sangley Point 観測所において、日雨量で 150mm を超える降雨を豪雨として設定し、最終的に 1978 年から 2006 年の期間に対して 25 個の豪雨を選定した。

Sangley Point 観測所において選定された豪雨の累加雨量曲線を図 R.5.1 に示す。ほぼ全ての豪雨の継続時間が 48 時間以内となっている。したがって、計画対象降雨の継続時間は 2 日と設定した。

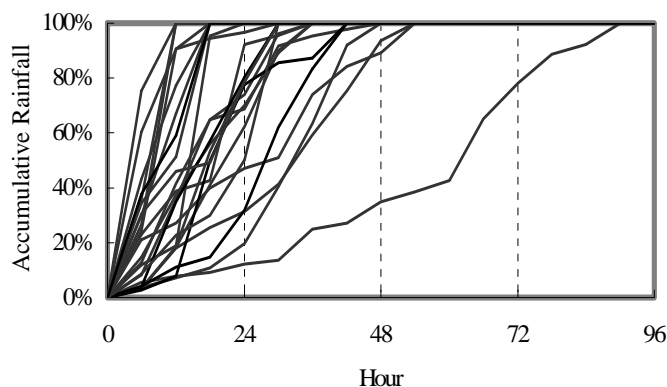


図 R 5.1 Sangley Point 観測所における豪雨の累加雨量曲線

(2) 降雨量の時間分布

調査対象地域における近年の主要4豪雨(2000年10月台風 Reming、2002年7月台風 Gloria、2002年7月 Inday、2006年9月台風 Milenyo)の雨量資料に基づいて、降雨量の時間分布を検討した。主要4洪水について、Sangley Point 観測所における6時間降雨または3時間降雨の時間分布を図5.3に示す。2000年10月豪雨および2つの2002年7月豪雨については、降雨の時間分布は中央集中型に近いが、2006年9月洪水では後方集中型になっている。

(3) 降雨量の空間分布

近年の主要4豪雨について、調査対象地域内および近傍において雨量資料が利用可能な Sangley Point 観測所、Mabolo 観測所、Tagaytay 観測所、Ambulong 観測所における2日降雨の空間分布を図5.4に示す。選定した4つの豪雨については、共通した空間分布は見られない。2000年10月豪雨では、調査対象地域全体について平均的な分布を示している。一方、2つの2002年7月豪雨では下流側においてより多くの雨量を観測しており、2006年9月豪雨では、上流側でより多くの雨量を記録した。

5.3.2 流域平均雨量

ティーセン法により、流域平均の年最大2日雨量を算定した。降雨の欠測補完は行わず、観測所の欠測状況に応じてティーセンパターンを変え、5つのパターンを用いた。得られた年最大流域平均2日雨量を用いて、降雨の統計解析を行った。3つの確率分布モデル(グンベル分布、対数ピアソンIII型、岩井法)を仮定して、相関が最大となる分布モデルを採用した。統計解析には、財団法人国土技術研究センターの水文統計ユーティリティ(Ver1.5)を使用した。流域平均2日雨量の確率分布を図5.5に示す。対数ピアソンIII型モデルの適合度が最も高く、下表のとおり確率別の流域平均2日雨量を算定した。

表 R 5.3 各再現期間に対する流域平均2日雨量

再現期間(年)	流域平均2日雨量(mm)
2	191
3	224
5	258
10	295
20	326
30	342
50	360
100	383

出典：JICA 調査団

5.3.3 降雨強度式

調査対象地域において、計画降雨を作成するための短時間の実績降雨(時間雨量など)に関する資料は限られている。したがって、実績降雨ではなく、降雨強度式を用いて計画降雨の時間分布を作成した。

調査対象地域の近傍の Port Area 観測所において、5分雨量から2日雨量までの毎年極値資料が長期にわたり利用可能である。したがって、Port Area 観測所において確率降雨強度式を作成した。既往の調査で収集された1903年から1998年の Port Area 観測所における極値資料に加え、本調査において1999年から2006年の極値資料を収集した。グンベル分布を採用して統計解析を行い、生起確率ごとに君島型の確率降雨強度式を作成した。以下に、確率降雨強度式における定数を示す。

表 R 5.4 Port Area 観測所の確率降雨強度式における定数

再現期間 (年)	定数		
	n	a	b
2	0.73	1,428	6.42
3	0.72	1,598	6.45
5	0.71	1,767	6.35
10	0.69	1,841	5.56
20	0.69	2,130	5.92
30	0.68	2,143	5.46
50	0.68	2,337	5.64
100	0.67	2,425	5.23

出典：JICA 調査団

注： $I=a/(T^n + b)$ ここに、I：降雨強度（mm/hr）、T：降雨継続時間（分）

5.3.4 計画降雨

流出モデルにより基本高水を算定するために必要な計画降雨を、以下のとおり外水対策を対象とした長時間降雨および内水対策を対象とした短時間降雨について2種類設定した。

(1) 長時間降雨

Port Area 観測所で得られた確率降雨強度曲線を用いて、48 時間を計画降雨継続時間として1 時間単位の計画降雨波形を中央集中型で設定した。なおこの中央集中型の降雨波形は、様々なパターンの波形の中で、計画規模に相当する施設規模を最も正当に推定可能なものと考えられる。この計画降雨波形は Port Area 観測所の雨量に基づくため、確率別の流域平均2 日雨量と Port Area 観測所の2 日雨量との比を用いて、計画降雨継続時間内雨量が流域平均2 日雨量と等しくなるように一定率で調整した。確率別の計画降雨を表 5.2 および図 5.6 に示す。

(2) 短時間降雨

Port Area 観測所で得られた確率降雨強度曲線を用いて、2 時間を降雨継続時間として5 分単位の計画降雨波形を中央集中型で設定した。Sangley Point 観測所の12 時間から48 時間降雨の確率降雨強度と Port Area 観測所の確率降雨強度曲線との比較の結果、両者に大きな違いは見られなかった。したがって、Port Area 観測所で得られた計画降雨波形を、そのまま調査対象地域内の計画降雨として採用した。確率別の短時間の計画降雨を表 5.3 および図 5.7 に示す。

5.4 流出解析

調査対象地域における基本高水を算定するため、以下のとおり流出解析を行った。

5.4.1 モデル構成

(1) 斜面流出モデルの選定

調査対象地域における今後の急激な都市化は、流域の降雨流出機構に多大な影響を及ぼすものと考えられる。この観点から、都市化による洪水流出への影響を十分な精度で評価できる準線形貯留型モデルを斜面モデルとして採用した。同モデルは、特に中小河川において、将来の都市化の状況を考慮した治水計画の策定に適用されている。

(2) モデル構成

有効降雨モデルとして、1 次流出率-飽和雨量-飽和流出率 (f1-Rsa-fsa) モデルを採用する。各分割流域からの流出量は、準線形貯留型モデルを用いた斜面モデルにより計算される。一方、河道モデルにおいては、河道に流入した洪水流の逓減効果およびピーク流量の発生時間の遅れを表現できる。河道モデルとしては、DHI 社が開発した MIKE-11 ソフトウェアを用いた次元不定流モデルを採用する。

表 R 5.5 流出モデルの構成

項目	モデル
有効降雨	1次流出率-飽和雨量-飽和流出率 (f1-Rsa-fsa) モデル
斜面流出	準線形貯留型モデル
河道	1次元不定流モデル

5.4.2 流出モデル

(1) 有効降雨モデル

有効降雨モデルは、各小流域において土地利用形態ごとに損失雨量が各種異なることを前提としている。土地利用形態別の有効降雨モデル定数の標準値を以下に示す。

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

土地利用形態	f1	Rsa	fsa	備考
水田	0.00	50	1.0	
山林	0.25	150	1.0	
丘陵/放牧地/畑地	0.15	300	0.6	
市街地1°	0.60	55	1.0	区画制、道路整備ができるが、相当裸地面積が残る。
市街地2°	0.70	55	1.0	道路整備がかなり進む。
市街地3°	0.80	55	1.0	舗装されるべき面積の50%以上が舗装される。
市街地4°	0.90	55	1.0	舗装されるべき面積の舗装完了。

出典：「中小河川計画の手引き（案）」、平成 11 年 9 月、(財) 国土開発技術研究センター

(2) 斜面モデル

斜面モデルにおいては、次式（角屋の式）で示される洪水到達時間 T_c の式中の C の値を設定する。

$$T_c = C \cdot A^{0.22} \cdot r_e^{-0.35}$$

ここに、 r_e ：有効降雨強度 (mm/hr)

C ：土地利用に応じた定数

A ：流域面積 (km²)

このとき、土地利用ごとに次表に示す標準的な C 値が用いられている。

表 R 5.7 土地利用形態別の C 値の標準値

土地利用形態	C値
水田	1,000
山林	290
丘陵/放牧地/畑地	210
市街地1°	240
市街地2°	200
市街地3°	110
市街地4°	50

出典：「中小河川計画の手引き（案）」、平成 11 年 9 月、(財) 国土開発技術研究センター

(3) 河道モデル

河道モデルは 1 次元不定流モデルにより計算する。準線形貯留型モデルにより計算された各分割流域からの流出量が、境界条件として河道モデルへの入力となる。

河道モデルにおいては、Imus 川、San Juan 川、Canas 川流域において、以下の河川横断データを用いた。

- 河口から NIA かんがい水路までの河道区間：2007 年に JICA 調査団により実施された河川横断測量結果
- NIA かんがい水路より上流の河道区間：地形図及び現地調査に基づく想定断面

(4) 流域分割

調査対象流域は、外水対策対象流域（Imus 川、San Juan 川、Canas 川流域の主要 3 河川）と内水対策対象流域の 2 つに大別される。地形図、地盤標高、既存河川施設、過去の洪水氾濫状況、将来の土地開発計画等を考慮して、流域分割を行った。図 5.8 に外水対策対象流域の流域分割図を、図 5.9 に内水対策対象流域の流域分割図をそれぞれ示す。また、図 5.10 に主要 3 流域の流出系統図を、図 5.11 に内水流域の排水系統図を示す。

5.4.3 土地利用

現況の土地利用（2003 年）および将来の土地利用計画（2020 年）を用いて、現状および将来における流出解析を行った。

(1) 土地利用区分

洪水流出解析においては、土地利用ごとに有効降雨モデル定数および洪水到達時間算定のための C 値を設定することが重要となる。調査対象地域内の各市が作成した土地利用計画においては、様々な土地利用区分が見られる。そのため、本検討においては、それらを以下の主要 4 項目に再分類した。

- 養魚池/水田
- 山林
- 畑地/空き地/草地
- 市街地

過去の調査を参考に、養魚池の洪水時の流出特性は水田と同じであると想定した。各市の土地利用区分と流出解析に用いた土地利用区分の比較を表 5.4 に示す。

(2) 現況の土地利用（2003 年）

表 5.5 に流出解析に用いた各分割流域の現況の土地利用を示す。調査対象地域全体において、市街化率は約 26% である。主要 3 流域の中で Imus 川流域において最も都市化が進行しており、市街化率は 40% を超えている。San Juan 川流域および Canas 川流域では、市街化率が約 20% で同程度である。また、表 5.6 に内水対策対象流域における現況の土地利用を示す。

(3) 将来の土地利用（2020 年）

表 5.7 に各分割流域における将来の土地利用状況を示す。各市の将来の土地利用計画によれば、調査対象地域全体で急速に都市化が進行すると予測される。特に Imus 川流域では都市化の進行が著しく、将来の市街化率が最大約 90% となっている。San Juan 川流域および Canas 川流域では、将来の市街化率が約 50%～約 60% である。また、表 5.8 に内水対策対象流域における将来の土地利用計画を示す。

5.4.4 2006 年洪水を用いた流出モデルの検証

斜面モデルにおいては、準線形貯留型モデルの定数について標準値を初期値とした。次に、2006 年 9 月の台風 Milenyo による洪水を用いて、河道内流量および氾濫状況の観点から定数の検証を行った。河道内流量に関する検討結果を以下に述べる。

(1) 計算入力条件

表 5.9 に 2006 年 9 月 27 日から 2006 年 9 月 29 日（2 日降雨）までの Tagaytay 観測所（上流域）における時間降雨、および Sangley Point 観測所（下流域）における 3 時間または 6 時間降雨記録を示す。調査対象地域において、2006 年洪水時の時間降雨データが利用可能であるのは Tagaytay 観測所のみである。Tagaytay 観測所および Sangley Point 観測所の降雨記録を比較すると、降雨量および時間分布の観点から Tagaytay 観測所の降雨が調査対象地域における降雨パターンを代表していると考えられる。従って、Tagaytay 観測所の降雨データを 2006 年洪水の入力降雨とした。また、土地利用は現況と同じと想定した。

Bacoor 湾および Manila 湾に流入する各河口の下流端水位条件として、カビテ港の時間潮位を用いた。カビテ港の潮位は、表 5.10 に示すとおり Manila South Harbor で NAMRIA により観測された時間潮位を用いて算定した。

(2) 定数の設定

調査対象地域の市街地に関する定数は、舗装・排水路状況から判断して「中小河川計画の手引き（案）」の「市街地 3°」の値を使用した。また、定数の検証過程において、調査対象地域について畑地/空き地/草地の飽和状態および飽和後の流出形態は山林と類似していると推定されたため、飽和雨量および飽和流出率を山林と同値に設定した。基底流量は 1.0m³/s/km² とした。

調査対象地域において、2006 年洪水時の検証に利用できる水位・流量データは無いため、洪水痕跡から推定された最大水位と計算水位を比較することにより、定数設定結果の妥当性を確認した。洪水痕跡については、Imus 川、Ylang Ylang 川、San Juan 川、Canas 川それぞれについて基準点を NIA かんがい用水路地点に選定して、洪水痕跡を確認した。

2006 年洪水時の NIA かんがい水路地点における Imus 川、Ylang Ylang 川、San Juan 川、Canas 川の計算水位および最大痕跡水位を図 5.12 に示す。同図から、各河川において、計算最大水位が洪水痕跡水位にほぼ一致していることが分かる。従って、設定された洪水流出モデルの定数は妥当であると判断された。流出モデルにおける最終定数を以下に示す。

表 R 5.8 流出モデルにおける最終定数

	土地利用形態	f1	Rsa	fsa	C
1	養魚池/水田	0.00	50	1.0	1,000
2	山林	0.25	150	1.0	290
3	畑地/空き地/草地	0.15	150	1.0	210
4	市街地	0.80	55	1.0	110

出典：JICA 調査団

(3) 2006 年洪水の規模

NIA かんがい用水路地点において、各河川（Imus 川、Ylang Ylang 川、San Juan 川、Canas 川）の 2006 年洪水と確率洪水流量のピーク流量を比較した結果、2006 年洪水は約 100 年確率洪水と同規模であると推定された（表 R.3.9）。Tagaytay 観測所における降雨記録から推察すると、降雨のピーク付近に集中した雨が降ったことが流量の増大につながったと考えられる。

表 R 5.9 確率洪水流量と 2006 年洪水のピーク流量の比較

河川	基準地点	ピーク流量 (m ³ /s)		
		50年確率洪水	100年確率洪水	2006年洪水
Imus	NIA Canal	640	700	736
Ylang Ylang	NIA Canal	690	760	735
San Juan	NIA Canal	570	640	633
Canas	NIA Canal	1,200	1,300	1,293

Source: JICA Study Team

5.4.5 基本高水

調査対象地域においては、利用可能な流量データが限られている。従って、過去の流量データの統計解析により確率流量を算定する方法ではなく、計画降雨から洪水流出モデルを用いて基本高水を算定した。

(1) 主要 3 流域

主要 3 流域（Imus 川流域、San Juan 川流域、Canas 川流域）における基本高水（2 年、3 年、5 年、10 年、20 年、30 年、50 年、100 年確率洪水）のピーク流量をそれぞれ図 5.13 から図 5.15 に示す。

計算された基本高水流量について、マニラ首都圏近傍を含むルソン島の流域における比流量を用いて妥当性を検討した。図 5.16 および図 5.17 にそれぞれ 5 年確率洪水および 100

年確率洪水ピーク流量に対する比流量図を示す。調査対象流域について、特に Imus 川流域では将来の土地利用状況に基づく基本高水が他流域と比較して高い値となっているが、全体として、比流量の計算結果は包絡線内に入っている。従って、算定された基本高水流量は妥当な値であると判断された。

将来、調査対象地域においては都市化が急激に進行すると予測されている。図 5.18 に都市化が及ぼす洪水流出の変化を示す。都市化により、各確率規模について洪水流量が増加し、調査対象地域において洪水に対する脆弱性が増す可能性がある。

(2) 内水地域

内水対策対象地域において、現況の土地利用状況および将来の土地利用計画に基づいて基本高水流量を算定した。主要 3 流域と同様に、準線形貯留型モデルを用いて確率洪水ハイドログラフを計算した。計画降雨には 2 時間降雨を用いた。

表 5.11 および表 5.12 に各再現期間（2 年、3 年、5 年、10 年、20 年、30 年、50 年、100 年）に対する基本高水のピーク流量を示す。主要 3 流域と同様に、将来においては、都市化により内水地域においてもピーク流量の増加が予測される。

5.5 洪水氾濫解析

5.5.1 概要

(1) 解析の目的

洪水氾濫解析の目的は以下の通りである。

- (a) 調査対象地域における、特に Imus 川、Sun Juan & Ylang Ylang 川および Canas 川の氾濫状況を明らかにする。
- (b) 各確率年毎の氾濫域、浸水深および浸水時間を想定する。これらは、マスタープランにおける河川洪水対策および内水排除対策の各案を評価するのに不可欠な情報となる。
- (c) 水文水理解析および土地利用を利用して洪水被害額を算定する。

(2) 解析対象範囲

洪水氾濫解析は図 R.5.2 のメッシュで示したカビテローランドエリアとした。

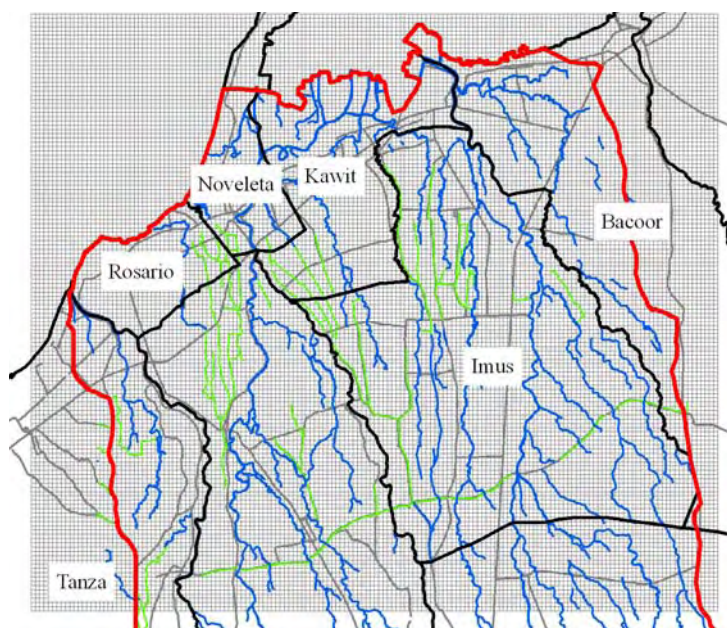


図 R 5.2 モデル対象地域

(3) 洪水氾濫モデルの概念と概略

第2章で述べたように、海岸部およびローランドは低平で、海水面と比べても非常に標高が低い地域である。さらに、Imus、SanJuan および Canas の3河川とその支川は流下能力が低く、しばしば越流し、洪水氾濫を引き起こしてきた。一方、海岸部地域においては高潮や市内排水路の流下能力不足等のさまざまな要因により内水氾濫が発生している。従って、下記に示すような洪水現象を正確にシミュレートするためには、1次元および2次元の不定流を用いて解析することが必要である。

- ローランドエリアの感潮区間における河川の水の流れ
- 無降雨にも関わらず発生する高潮位による内水氾濫
- 河川洪水、内水氾濫およびこれらの氾濫形態の組み合わせ

これらの解析には DHI 社製の MIKE FLOOD というソフトウェアを利用した。

(4) ソフトウェアの概略

(a) MIKE FLOOD

MIKE FLOOD は MIKE11 と MIKE21 のモデルを1つに統合するツールであり、これらを動的に連結するモデルシステムである。連結アプローチを採用することにより、2つのモデルの長所を利用でき、それぞれ単独でモデルを使用する際の限界、難しさを回避できる。

(b) MIKE11

MIKE11 は河川や水路、湿地および他の水域の1次元の流れや水位、洪水、水質、土砂移動をシミュレートする統合ソフトである。MIKE11 は1次元不定流によるモデル化が可能で、分析、設計および河川や水路の管理・運用のためのフーザーフレンドリーなツールである。

(c) MIKE21

MIKE21 は2次元の表面流、波、土砂移動のための統合ソフトであり、その水理解析モジュールは表面流や湖沼、河口や海岸の水位変化や流れをシミュレートできる。

5.5.2 洪水氾濫モデル

(1) モデルセットアップ

洪水氾濫シミュレーションは図 R.5.4 に示すように、洪水流出計算、河道の洪水追跡計算、洪水氾濫原の氾濫計算の3つのステップからなる。また、場合によっては作成したシミュレーションモデルの評価・検証、洪水被害額算定、洪水リスクマップの作成を目的として、追加で浸水想定区域図を作成することもある。MIKE FLOOD は、河川の1次元流れを対象とした MIKE11 と氾濫原の2次元流れを対象とした MIKE21 を図 R.5.3 に示すように連携するソフトである。

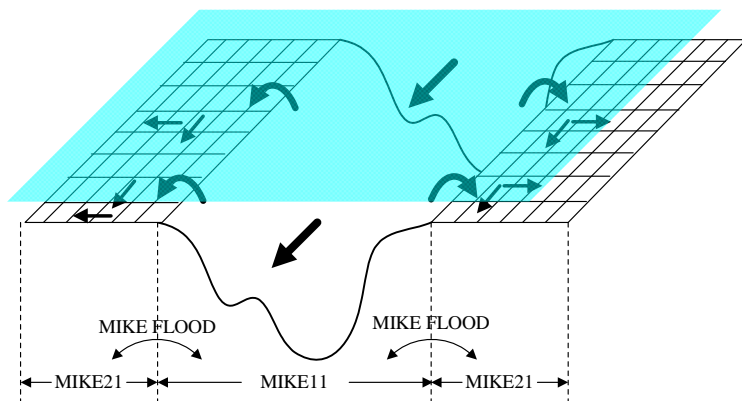


図 R.5.3 モデルの構成

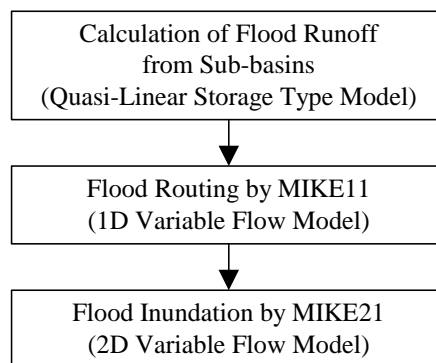


図 R.5.4 洪水氾濫シミュレーションの流れ

(2) 洪水氾濫モデル手法

(a) 一次元不定流（河道追跡計算、MIKE11）

MIKE11 の中核は、サン・ブナン式に基づく動的 1 次元流れ計算モジュールである。その連続式および運動方程式は以下の通りである。

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0$$

ここで、

- Q : 流量 (m³/s)
- A : 流下面積 (m)
- q : 横流入量 (m³/s)
- h : 水位 (m)
- C : Chezy 抵抗係数 ($C=R^{1/6}/n$, m^{1/2}/s).
- n : マニングの粗度係数
- R : 径深 (m)
- α : 運動量係数

洪水追跡計算は 3 本川および支川からなる河道および排水路ネットワークに沿って実施される。

(b) 2 次元不定流計算（氾濫計算、MIKE21）

MIKE21 の水理計算モジュールは、河口や湾岸部の水位や流れをシミュレートする一般数値モデルシステムである。これは、ある平面の 2 次元不定流解析が実行でき、これまで多くの研究・調査で活用されてきている。

流量および水位変化を計算する連続式および運動方程式は以下の通りである。

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t}$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 \cdot h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega_q$$

$$- fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gq\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 \cdot h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega_p$$

$$- fVV_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial xy} (p_a) = 0$$

次の記号が上記の式で使用されている。

- $h(x, y, t)$: 水深 (= $\zeta - d$, m)
- $d(x, y, t)$: 水深時系列 (m)
- $\zeta(x, y, t)$: 表面標高 (m)
- $p, q(x, y, t)$: x 方向もしくは y 方向の流量密度 (m³/s/m) = (uv, vh)
- u, v : x 方向もしくは y 方向の平均流速の深さ
- $C(x, y)$: Chezy 抵抗係数 (m^{1/2}/s)
- g : 重力加速度 (m/s²)
- $f(V)$: 風摩擦係数
- $V, V_x, V_y(x, y, t)$: 風速およびその x、y 成分 (m/s)

$\Omega(x, y)$:	コリオリ係数(s^{-1})
$p_a(x, y, t)$:	気圧 ($kg/m/s^2$)
ρ_w	:	水の密度 (kg/m^3)
x, y	:	座標 (m)
t	:	時間 (s)
$\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$:	有効せん断応力成分

(c) 河川からの越流 (MIKE FLOOD)

MIKE21 の lateral link によって、MIKE21 の河川沿いの各セルと MIKE11 の越流区間を連結することができる。Lateral link を通る水の流れは構造物の式（例えば堰公式）もしくは水位流量表によって計算される。これは、河川から氾濫原への越流を表現するのに便利な方法である。

つまり、MIKE11 の河川モデルからの流れは lateral link を通じて MIKE21 で適用される境界条件となる。Lateral link は次の方法で変化していく。

- (i) リンクを通る流れは、構造物の式およびMIKE11もしくはMIKE21の水位によって決まる。
- (ii) リンクを通る流れはいくつかのMIKE11の水位計算点およびMIKE21のセルに分配される。
- (iii) Lateral linkは運動量保存則を保証しない。

これについては、1次元モデルは横断方向の運動量は考慮していないため、特に問題とならない。

構造物式によって MIKE11 と MIKE21 間の流量を計算することになるが、その構造物は、定型的なものとして河岸や堤防からの越流に代表される堰である。構造物の形状は MIKE11 の堤防を示すマーカー、MIKE21 の地盤標高、もしくはそのどちらか高い方もしくは外部入力データにより決定される。

本調査では、下に示すように、MIKE FLOOD で初期設定されている堰公式 1 をそのまま採用している。

$$Q = CBh_1^k \left[1 - \left(\frac{h_2}{h_1} \right)^k \right]^{0.385}$$

ここで、

C	:	堰越流係数 (=1.838 $m^{1/2}/s$)
B	:	堰越流幅 (m)
k	:	指数係数 (=1.5)
h_1	:	堰上流の堰高からの水深 (m)
h_2	:	堰下流の堰高からの水深 (m)

(3) 河川および排水路ネットワーク

MIKE11 でモデル化した河川ネットワークを図 R.5.5 に示す。

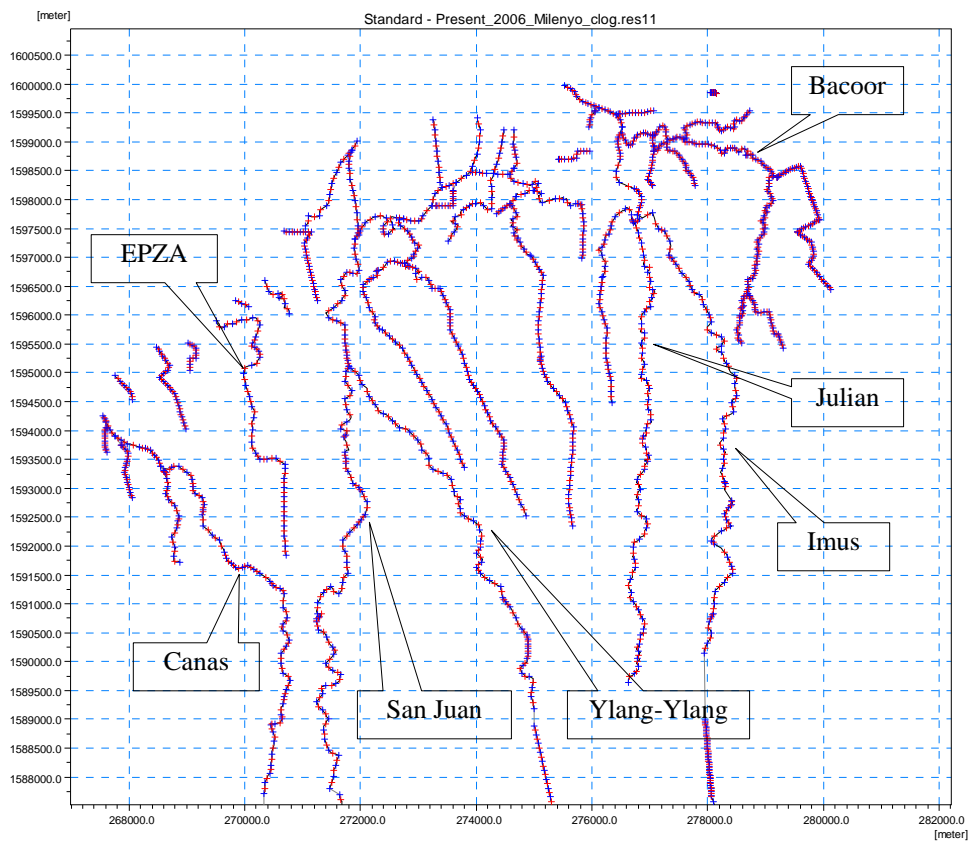


図 R.5.5 河川ネットワーク

(4) 河川横断データ

モデル化した河川ネットワークおよび本調査にて2007年に測量した横断データを表 R.5.10 に示す。河川が存在せずかんがい水路がある地域、特に Imus 川と Ylang-Ylang 川の間地域の氾濫を表現するために、仮想断面をモデルに導入してネットワークに組み込んでいる。また、同時に、内水氾濫や排水路からの本川もしくは海への排水を表現するために、同様に仮想断面を適用している。

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

Rivers	Name of MIKE11	Station	Number of Cross-section
Imus River	IMUS	Sta.0+000 - Sta.12+900	76
Bacoor River	BACCOOR-1	Sta.0+000 - Sta.7+700	37
	BACCOOR -2	Sta.0+000 - Sta.1+800	10
	BACCOOR -3	Sta.0+000 - Sta.1+700	9
Julian	IT-1	Sta.0+000 - Sta.10+000	51
	IT-2	Sta.0+000 - Sta.1+850	9
San Juan	SAN JUAN	Sta.0+000 - Sta.14+400	69
Ylang-Ylang	YLANGYLANG	Sta.0+000 - Sta.7+800	41
	DR-7	Sta.0+000 - Sta.1+700	8
Canas	CANAS	Sta.0+000 - Sta.9+150	48
Tanza River	CT-1	Sta.0+000 - Sta.1+950	11
Malamok Drainage	DR-1	Sta.0+000 - Sta.2+600	13
	DR-2	Sta.0+000 - Sta.1+900	8
Tirona River	DR-3	Sta.0+000 - Sta.2+800	13
	DR-4	Sta.0+000 - Sta.4+000	20
Panamitan River	DR-5	Sta.0+000 - Sta.2+200	10
	DR-6	Sta.0+000 - Sta.2+100	10
Malimango Drainage	DR-8	Sta.0+000 - Sta.1+000	5
EPZA	DR-9	Sta.0+000 - Sta.4+100	21
Upstream of Imus river	IMUSuo		Assumed
Upstream of San Juan river	SANJUANup		Assumed
Upstream of Ylang-Ylang river	YLANup		Assumed
Upstream of Canas river	CANASup		Assumed
Tributary of Julian river	IT-2up		Assumed
Upstream of DR-1	Dr-1up		Assumed
Upstream of DR-2	Dr-2up		Assumed
Upstream of DR-5	Dr-5up		Assumed
Upstream of DR-6	Dr-6up		Assumed
Upstream of DR-9	Dr-9up		Assumed
Small Creeks	C01, 02, 03....., 11		Assumed

(5) 境界条件

Maila 湾およびカビテ港の潮位を以下にまとめた。

表 R 5.11 Manila 湾およびカビテ港の潮位

Tide Level	Height1	Height2
Maximum Tide Level	1.89	1.32
Mean Monthly Highest Tide Level	1.31	0.74
Mean Sea Level	0.48	-0.09

Height1 are in Meters and above Mean Lower Low Water Level at Manila Bay

Height2 are in Meters and above Mean Sea Level at Cavite Harbor

Source: NAMRIA

NAMRIA 発行の 2007 年時点での最新版「Tide and Current Tables, Philippines」によると、カビテ港の潮位は Manila 湾の South Harbor より高潮位時には 0.09m 低い。この水位差を考慮して、不等流計算や氾濫解析の出発水位としての河口部の境界条件を、平均月最大潮位を EL.=0.8m と設定した。

(6) 数値標高モデル(DEM)

図 5.19 に示すように、2 次元不定流モデルに適用するカビテローランドの氾濫原 224km² (14km×16km) を 100m 四方のセル 22,400 個に分けた。

これらのメッシュデータは次の 3 種類の地点標高データから作成した。

- JICA CALA Study で作成した標高コンターから発生させた地点標高
- 1997 年の NAMRIA による測量標高
- 本調査の 2007 年の 400 点の地点標高

5.5.3 2006 年台風 Milenyo の再現

(1) ゴミによる橋脚部の河道閉塞

事前調査報告書によると、Canas 川に架かる Tejero 橋、San Juan 川に架かる Ilang-Ilang 橋、Imus 川に架かる Imus 橋において、ゴミや流木が橋脚で捕捉され、それが 2006 年台風 Milenyo 時の洪水の一因になっていたとのことであった。

また、本調査による洪水流出解析および河道洪水追跡計算によると、特に Canas 川の Tejero 橋においては、想定される流量と高潮だけでは説明できないような高い水位が記録されている。

従って、Canas 川の Tejero 橋の断面については、2006 年の洪水現象を表現できるような閉塞断面をトライアンドエラーにより作成した。Ilang-Ilang 橋については、図 R.5.6 に示すような写真を元に閉塞断面を作成し、Imus 橋については、Ilang-Ilang 橋と同程度の閉塞状態と仮定して作成した。



図 R.5.6 閉塞状況 (Ilang-Ilang 橋)

(2) モデルの検証

おそらく最も洪水に関する情報が多く得られるであろう 2006 年台風 Milenyo 洪水を検証対象洪水として選定した。

また、道路盛土による湛水を表現するために、道路盛土のあるメッシュ標高を場所によって 0.1m~2.0m 嵩上げた。これらの初期嵩上げ高は現地踏査により設定した。

2006 年台風 Milenyo 時の被害インタビュー調査により得られている結果にある程度近づくまで、道路盛土標高や河川の粗度係数を変えて氾濫シミュレーションを繰り返した。

設定した粗度係数は次の通りである。

表 R.5.12 河川及び水路の粗度係数

Rivers	Section		Station		Manning's roughness coefficient "n"
	Sta.		MIKE11		
Imus	12+900	9+200	0	3700	0.050
	9+200	6+000	3700	6900	0.040
	0+000	6+000	6900	12900	0.030
Julian	10+000	0+000	0	10000	0.040
Bacoor					0.040
Tributaries of Bacoor					0.030
San Juan	14+400	9+100	0	5300	0.050
	9+100	4+400	5300	10000	0.040
	4+400	0+000	10000	14400	0.030
Ylang-Ylang	7+600	4+000	0	3800	0.050
	4+000	0+000	3800	7600	0.040
Canas	9+150	4+800	0	4350	0.050
	4+800	2+800	4350	6350	0.040
	2+800	0+000	6350	9150	0.030
Others					0.035

(3) 再現結果

氾濫解析により、下表に示すように 2006 年台風 Milenyo 時の最大浸水区域および浸水深を求めた。詳細は表 5.13 および図 5.20 に示す。

表 R 5.13 2006 年台風 Milenyo 時の浸水深別浸水面積

Range of Inundation Depth (m)	Extent of Inundation Area (km ²)			
	Canas	Imus	San Juan & Ylang-Ylang	Total
0.01 - 0.24	2.15	12.32	12.58	27.04
0.25 - 0.49	0.28	5.03	6.21	11.52
0.50 - 0.99	0.43	4.62	5.65	10.70
1.00 - 1.99	0.37	1.71	1.88	3.96
2.00 - 2.99	0.13	0.02	0.17	0.32
>= 3.00	0.03	0.00	0.03	0.06
Total	3.38	23.71	26.51	53.60

5.5.4 各確率年毎の洪水氾濫シミュレーション

(1) シミュレーションケース

表 R.5.14 に示すように、計 87 ケースの計算を実施した。それぞれの各対策案については、8.3 および 8.4 節を参照されたい。

(a) 再現計算（プロジェクトなし）

各確率年（2,5,10,20,30,50,100 年）において、現況の土地利用条件の下で再現計算を 7 ケース実施した。

(b) 河川洪水による氾濫（プロジェクトなし）

河川洪水による被害を把握するために、各確率年（2,5,10,20,30,50,100 年）において、現況および 2020 年の土地利用条件の下で、内水氾濫の影響を排除した氾濫計算を 14 ケース実施した。

(c) Imus 川および San Juan 川（5 年、10 年および 20 年対応対策あり）

Imus 川および San Juan 川において、5 年確率、10 年確率、20 年確率洪水まで対応する対策案を施したケースについて、現況および 2020 年の土地利用条件下で氾濫計算を合計 30 ケース実施した。

(d) 内水氾濫

内水氾濫による被害を把握するため、河川洪水の影響を排除した内水氾濫計算を実施した。現況および 2020 年の土地利用条件下で、プロジェクトなし、部分対策、完全対策を施した時の合計 6 ケースである。

表 R 5.14 計算ケース

Case	Alt. No.	Counter Measure	Scale of flood under Present Land use							Scale of flood under 2020 Land use						
			2	5	10	20	30	50	100	2	5	10	20	30	50	100
Reproduction		Without project	○	○	○	○	○	○	○							
River overflow only		Without project	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Imus	F_I.2 and F_I.3	5yr protection		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
		10yr protection			○	○	○	○	○			○	○	○	○	○
		20yr protection				○	○	○	○				○	○	○	○
San Juan	F_S.4 and F_S.5R	Retarding Basin 5yr		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
		Retarding Basin 10yr			○	○	○	○	○			○	○	○	○	○
		Retarding Basin 20yr				○	○	○	○				○	○	○	○
	F_S.3 and F_S.5D	Divesion 5yr		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
		Divesion 10yr			○	○	○	○	○			○	○	○	○	○
		Divesion 20yr				○	○	○	○				○	○	○	○
Inland flood only	Without project		○							○						
	Partial protection		○							○						
	Full protection		○							○						

注：○印は計算したケース。空欄は計算しなかったケース。

(2) 氾濫計算結果

想定氾濫区域は表 R.5.15 から表 R.5.19 にとりまとめた。

(a) 再現計算（プロジェクトなし）

計算結果詳細は、図 5.21 および表 5.14 に示す。

計算条件：河川洪水および内水氾濫、現況土地利用、プロジェクトなし

表 R 5.15 氾濫面積

Range of Inundation Depth (m)			Extent of Inundation Area (km ²)						
			2-yr	5-yr	10-yr	20-yr	30-yr	50-yr	100-yr
0.01	-	0.24	14.09	19.47	23.07	26.25	26.44	26.88	27.22
0.25	-	0.49	2.99	5.35	6.44	7.90	8.61	9.38	10.65
0.50	-	0.99	2.07	3.79	5.14	6.81	7.36	8.19	9.25
1.00	-	1.99	0.12	0.66	1.09	1.82	2.19	2.80	3.33
2.00	-	2.99	0.00	0.01	0.03	0.05	0.07	0.11	0.25
	>=	3.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.06
Total			19.27	29.28	35.78	42.85	44.68	47.38	50.75

(b) 河川洪水による氾濫（プロジェクトなし）

計算結果詳細は、図 5.22 および表 5.15 に示す。

計算条件：河川洪水のみ、現況および 2020 年土地利用、プロジェクトなし

表 R 5.16 河川洪水による氾濫面積（プロジェクトなし）

		Extent of Inundation Area (km ²)						
		2-yr	5-yr	10-yr	20-yr	30-yr	50-yr	100-yr
Present Land use		9.32	16.54	22.56	29.53	31.97	34.66	38.57
2020 Land use		13.62	20.66	26.13	33.19	34.62	37.66	40.86

(c) Imus 川および San Juan 川（5 年、10 年および 20 年対応策あり）

それぞれの河川についての計算結果を以下にまとめた。

計算条件：河川洪水のみ、現況および 2020 年土地利用、各対策案あり

表 R 5.17 Imus 川流域の河川洪水による氾濫面積

		Extent of Inundation Area of Imus river basin (km ²)						
		2-yr	5-yr	10-yr	20-yr	30-yr	50-yr	100-yr
Present Land use	Without	8.39	11.75	13.78	15.59	16.43	17.46	19.64
	Protection 5yr	0.00	0.98	2.73	6.17	8.08	10.88	13.32
	Protection 10yr	0.00	0.98	2.31	6.17	8.04	10.83	13.32
	Protection 20yr	0.00	0.98	2.31	6.17	8.04	10.83	13.32
2020 Land use	Without	11.50	14.67	16.57	18.05	18.46	19.98	20.93
	Protection 5yr	0.00	1.19	3.78	7.17	12.80	14.88	16.18
	Protection 10yr	0.00	1.19	3.78	7.17	12.80	14.87	16.17
	Protection 20yr	0.00	1.19	3.78	7.17	12.80	14.87	16.17

表 R 5.17 によると、たとえ 5 年対策を施したとしても 5 年確率洪水においても浸水被害が発生している。さらには、10 年確率洪水、20 年確率洪水においても浸水面積がほぼ同じである。これは、2 年確率洪水までしか守られていない支川 Bacoor 川および 5 年確率洪水までしか守られていない支川 Julian 川の氾濫による。

表 R 5.18 San Juan 川流域の河川洪水による氾濫面積

		Extent of Inundation Area of San Juan & Ylang Ylang river basin (km ²)						
		2-yr	5-yr	10-yr	20-yr	30-yr	50-yr	100-yr
Present Land use	Without	0.93	4.77	8.67	13.43	14.88	16.36	17.93
	Retarding Basin 5yr	0.00	0.00	0.05	2.60	3.44	4.25	6.50
	Retarding Basin 10yr	0.00	0.00	0.00	2.35	2.99	3.64	4.86
	Retarding Basin 20yr	0.00	0.00	0.00	0.00	2.99	3.64	4.86
	Diversion 5yr	0.00	0.00	1.83	7.68	8.77	10.28	11.64
	Diversion 10yr	0.00	0.00	0.00	6.30	7.84	9.55	11.15
	Diversion 20yr	0.00	0.00	0.00	0.00	7.84	9.55	11.15
2020 Land use	Without	2.11	5.95	9.44	14.67	15.50	17.03	18.90
	Retarding Basin 5yr	0.00	0.00	0.60	3.33	4.02	4.60	7.30
	Retarding Basin 10yr	0.00	0.00	0.00	2.53	3.36	4.17	6.81
	Retarding Basin 20yr	0.00	0.00	0.00	0.00	3.36	4.17	6.81
	Diversion 5yr	0.00	0.00	2.05	7.92	9.42	10.90	12.78
	Diversion 10yr	0.00	0.00	0.00	6.56	8.49	10.19	12.23
	Diversion 20yr	0.00	0.00	0.00	0.00	8.49	10.19	12.23

(d) 内水氾濫

計算結果詳細は図 5.23 および表 5.16 に示す。

計算条件：内水氾濫、現況および 2020 年土地利用

Table R 5.19 内水氾濫による浸水面積

	Extent of Inundation Area (km ²)		
	without	Partial protection	Full Protection
Present Land use	7.09	2.91	0
2020 Land use	8.90	2.92	0

第6章 国家・地域治水政策及び関連プロジェクト

6.1 治水対策に係る国家政策方針

「フィ」国では、洪水被害軽減対策を含む経済とインフラ開発方針・施策のための指針として、中期国家開発計画 2001-2004 (Medium-Term Philippine Development Plan, MTPDP 2001-2004) 及び国家施設計画フレームワーク 2001-2030 (National Framework for Physical Planning 2001-2030) が策定されている。上記 2 つの指針における洪水軽減対策に関連する政策・目標について以下に概略を示す。

6.1.1 国家中期開発計画 (Medium-Term Philippine Development Plan 2001 – 2004 : MTPDP)

「フィ」国における洪水災害は国内の多くの地域で減少しているが、複合的な洪水に関連する課題は未だ解決できていない。課題とは(1)家屋による水路の占用、(2)廃棄物の水路への不法投棄、(3)都市化によるピーク流量の増加、(4)流域を荒廃させる伐採、(5)既存設備と水路の維持管理・修復・改良のための規制・基準・体制・予算の不足等が挙げられ、未だ洪水被害は無視できない状況である。

このような状況の下、MTPDP では経済発展と貧窮削減を達成するため、以下の政策と戦略を掲げている：

- メトロマニラと主要流域 (Major River Basin) の洪水氾濫を許容な範囲に緩和するため、国家土地利用計画の下に決定された対策が必要な全ての氾濫区域に対する洪水軽減施設の建設・配備をする (この目的のため、治水対策のフレームワークを示す治水法の制定を検討する)。
- 治水計画のための基本と応用研究、人的資源発展、フィージビリティ調査及び予備設計の国家的能力向上を目指し、治水砂防センターの機能を強化する。
- 氾濫原管理を行い、洪水予報と警報システムを全ての主要流域 (Major River Basin) で設置する。
- 効果的なゴミ収集・処理システムとコミュニティベースの河川・水路保全及び関連機関・地方自治政府と協力しての条例・規則の制定を含む治水・排水施設の適正な維持管理を実施・継続する。
- 総合水資源管理の一環として利水事業と治水事業の最適な調整を図る
- 河川・用排水路の河岸に生活する不法占拠者の移転を促進する。
- 土石流や崖崩れを含む土砂災害を防御・軽減するため砂防事業を推進する。
- 土砂災害を起こしやすい地域に対し、持続可能な発展・土地利用の調査・ガイドラインの策定を推進する (これに関連し、包括的な侵食・堆積管理方法を示す土砂災害管理法の制定を促進する)。
- 関連する機関及び地方自治体と連携し、構造物対策と警報・非難計画、生計支援計画を含む総合治水計画の策定・実施を促進する。
- 治水・排水調査開発評議会を創出する法令の制定を推進する。

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)

国家土地利用評議会 (National Land Use Committee¹) は、適正なインフラ施設計画のために効果的な土地利用計画の指針として、国家施設計画フレームワーク 2001-2030 (NFPP) を公布した。NFPP は災害管理関連する土地利用計画を含んでおり、主な内容は以下のとおりである：

(1) 災害の防御及び軽減

統合流域管理の考え方は、上下流一貫した利水治水計画における施設計画時に適用される。このとき、環境に影響を与えることが懸念される施設事業の実施については、適用される環境面の規則や条例は事業による影響を緩和させるため、必ず適合されなければならない。

¹ National Land Use Committee は関連する省庁からのメンバーで構成された国家的評議会であり事務局は NEDA にある。

- 廃棄物関連事業においては、これらの基準の中で地下水や飲料水に影響を与える浸出水及び疾病・伝染病の蔓延等に影響を与える害虫や蠅等に対する十分な対策を行うことが要求されている。
- 環境に重大な影響を与えらると思われ、化石燃料・核燃料・水力・地熱発電所等の事業計画においては環境影響評価を通して動植物への影響及び周辺コミュニティへの影響を緩和する対策を講じなければならない。

(2) インフラ整備における災害軽減策

国や他の機関が制定した保全・危険区域への占有・占拠の対策を含め、施設計画時における以下のような災害軽減対策・リスク回避が必要である。

- 規定された危険リスク評価に基づく施設の計画・設計
- 災害時におけるインフラ施設（消防署、医療施設及び施設へのアクセス、電力。水力施設、主要交通路及び情報施設（電信・電話））のバックアップ機能や施設への2つ以上のアクセス確保を確保・確立する。
- 災害軽減策の導入及び強化を実施する（道路事業においては、急傾斜地における法面保護工の設置などの構造物対策に加え、警報システムや危険監視区域の設定などの非構造物・非工学的対策も重要である。非伝統的対策の適用も積極的に推進する。）

(3) 地方及び民間セクターの有効利用

以下の対策がインフラ事業への地方及び民間セクターの有効利用に関連して提言される。

- インフラ事業への地方及び民間セクターの有効利用はインフラ事業の計画及び実施の中で積極的に推進されるべきである。このような地方及び民間セクターの参加が無い場合、事業費の増大や無駄な投資が必要になることが多く、事業自体の進捗も遅れる傾向になる。逆に地方及び民間セクターを有効に利用する事により、（事業の目的がずれることがなく、明確化することを通して）最適な計画が策定され、建設がスムーズになり、関連する地域コミュニティが事業に関わることによる維持管理への積極的な参加が可能となる。
- 地方自治政府と民間セクター間の初期投資と維持管理費の負担割合の議論が積極的に行える。

6.1.3 総合水資源管理計画（Integrated Water Resources Management）

「フィ」国内における水フォーラム 2004（National Water Forum 2004）が 2004 年 3 月 22 日にマニラで開催され、現在「フィ」国が抱える様々水に関する問題が議論され、大統領府において水質汚染防止法制定の調印が行われた。このフォーラムにおいて、水因性疾病や水問題リスクマネージメントに関連する以下の提言が取りまとめられた。

- 植林、森林保全及び他の流域保全活動の推進
- “治水”ではなく“洪水管理”の考え方に立つ対策の適用
- 地方自治における総合的土地利用計画の推進
- 環境的廃棄物処理法関連（Ecological Solid Waste Management Acts）による完全な固形廃棄物処理計画の推進
- 災害準備及び軽減に関する国民意識の啓発と技術的研究更なる追及

6.2 治水・洪水軽減のための組織制度

6.2.1 概説

「フィ」国においては、治水、洪水管理の認識の下、関連する省庁及び省庁間評議会等が国家的政策、計画、事業の実施や調整を実施している。また、さらに洪水軽減対策に関連する新規の部署、評議会（委員会）が現在も討議されている。

現在及び計画されている洪水問題に関連する機関は 3 つのグループに分けられる。1 つ目のグループは、NEDA、NWRB-DENR 及び NDCC に代表される政策決定機関である（次項 6.2.2～6.2.4 参照）。NEDA は「フィ」国内の国家レベルでの全ての社会経済開発に係る政策・調整の決定機関である。一方 NWRB は洪水対策を含める利水・治水セクター全般国家レベルでの政策決定機関である。また NDCC は国家レベルでの洪水対策を含める災害対策全般のための国家最高上位機関である。これらの機関は全て 1970 年代に設立されそれ以降、「フィ」国における水セクターの政策・調整機関としての役割を果たしてきている（6.2.3 項参照）。さらに現在は新規の国家レベル水セクター政策決定機関として NWRB-RBCO のような評議会等が設立されている。しかしながら、これら新規の組織は既存の組織との役割が重複しており、結果として既存の組織の政策に関連する役割が新規組織へと移行されたのかどうか不明確な状況となっている。

第 2 のグループとして水セクターの各々規定範囲にしたがった基本的政策実施官庁がある。例えば、DPWH、NIA、PAGASA 及び OCD がこのグループに該当する（6.2.5～6.2.7 項参照）。これらの省庁のうち、DPWH と NIA は洪水被害軽減対策の中でも特に外国の援助資金を利用した大規模構造物の計画・建設を担当する機関である。一方、PAGASA と OCD の機能は洪水予警報及び避難・準備・アフターケア等の非構造物対策に係る役割を行っている。これらの中央政府機関は濃く全体にその政務と権限が行き渡るように各々地域事務所を設置している。

第 3 番目のグループとしては州、市・町及びバラングイ（「フィ」国における最小の行政単位）の 3 つの地方自治体組織（LGUs）がある。これら地方自治体は 1991 年の地方自治法の制定によりこれら LGU の権限が拡大しているが、洪水対策のための大型インフラ施設の計画・建設は予算の制約上の問題から実施するのが困難な状況となっている。結果として、洪水対策面において LGU が実施していることは排水施設のリハビリや小規模の流域保全事業、水路の清掃等の非構造物対策に限られている。

6.2.2 国家経済開発庁（NEDA）の役割

NEDA は 1972 年に創設されて以降、フィリピン国憲法によって規定されているように「フィ」国の社会経済開発に係る計画決定のリーディング機関として位置付けされている。NEDA の権限と機能は大統領を長、NEDA の長官を副議長とする NEDA 評議会の下に属している。その他の NEDA 評議会のメンバーは全ての閣僚メンバー、中央銀行総裁及び主要な開発に係る省庁の大臣となっている。

NEDA は、洪水対策を含む水問題に関連する政策に関し前述の DENR-RBCO の協力の下、以下の機能を有している。

- (1) 国内の各地域（Region）ごとの社会経済開発の方向性を示す事
- (2) 水資源に係る開発と管理の政策を策定し承認すること
- (3) 主要な大規模事業の評価を行い承認すること

6.2.3 天然資源省（DENR）の役割

(1) 国家水資源委員会（NWRB）の創設

国家水資源委員会（NWRB）は 1975 年 5 月に公布された大統領令 No.424 (Presidential Decree 424) に基づき設立し、1985 年 7 月に同様に大統領令 124-A (Executive Order) により国家水資源評議会（NWRB）改名して現在に至っている。NWRB は水セクターに係る以下の機能を持つ政策・規制決定評議会である。

- (a) 水問題のプログラム及び事業に関連する最策、計画及び基準の策定と調整
- (b) 全ての水関連事業のための管理と規則の策定
- (c) 水利用に関する規則策定とそのモニタリングの実施

NERB は DENR（環境資源省）大臣が議長となり、5 人の閣僚大臣と 1 人の研究機関代表者からメンバーが構成される。NWRB は上述のように独立した政策意思決定機関であるが、DENR の関連機関としてその下部組織として位置付けられている。

(2) 流域管理事務所 (RBCO) の創設

RBCO は 2006 年 3 月 5 日に公布された大統領令 No.510 (Execution Order No. 510) によって DENR の附属機関として設立された。RBCO は洪水対策を含む全ての水問題に関連するプログラムと事業の指導、管理、規制、合理化及び調和のために設置された最高機関である。

RBCO は 2007 年に全国規模の統合的流域管理開発マスタープランを策定し、以下の内容を含む提言をとりまとめた。

- (a) NWRB は DENR の水資源管理局に統合されるべきである。この統合の下、水関連プログラムとプロジェクト政策機能は NWRB から RBCO に移行される。
- (b) 流域維持管理事務所 (RBMO) と流域委員会 (RBC) が RBCO の機能強化のため設立される。RBMO は各流域レベルでの RBCO の役割を支援するため DENR の配下に置かれ、一方 RBC は流域 (開発・保全) プログラムのための資金調達及び実施団体として各水関連機関からの代表者から構成される。
- (c) RBMC は地域の RBC と特別部会 (Task Force) を組織し、その活動を推進する。この故、洪水対策委員会 (Flood Mitigation Committee (FMC)) が、必要と想定される一連の洪水管理業務・事業にコミュニティやステークホルダーの参加を促進する RBC レベルの一機関として設置される。FMC は、対象となる河川が持つ流域規模に合わせて、州・市/町・バラングイレベルごとに組織される。

(3) 水セクターに関連する他の組織

DENR には水資源政策に関わる 3 つの下部組織を持ち、以下に示すような重要な役割を果たしている。

- (a) 環境管理局 (Environment Management Bureau (EMB)) : 環境管理・保全、公害対策及び水質汚濁管理に関する諸問題の監督・責任機関
- (b) 鉱物・地質管理局 (Mines and Geo-science Bureau (MGB)) : 危険頻発地区の特定等の土砂被害・地滑り危険地域図の作成等に関わる監督・責任機関
- (c) 森林管理局 (Forest Management Bureau (FMB)) : 森林開発や保全に関わる諸問題の監督・責任機関

6.2.4 国家災害調整委員会 (NDCC) の役割

大統領令 1566 (Presidential Decree (PD) 1566) は国家及び末端コミュニティ等、全ての関連する機関が生命と資産の保護・自然災害に対する共同での生存のため、1 つの意思の下活動するための国家災害調整委員会 (NDCC) を組織化するために 1978 年に公布された。

NDCC は国家レベルの政策意思決定機関であり調整機関であり、災害に対する準備・対応・再建のための公的・民間活動による国家的活動を指揮・発動する権限を持つ。国防省の大臣 (長官) が NDCC の議長を務めることとなっており、14 の中央政府省庁の大臣と陸軍から 1 名、フィリピン赤十字から 1 名及び市民防衛局から 1 名のメンバーで構成される。

国の各行政区域 (Region) ごとに地域災害調整委員会 (RDCC) が置かれ、地域ごとのために NDCC と同様の役割を担っている。RDCC の構成メンバーは NDCC と同様の各地域レベルの担当官が構成員となっているが議長は大統領が任命することとなっている。

州・市/ムニシパリティ (町) 及びバラングイの地方自治体では同様に各レベルの災害調整委員会 (DCC) が組織されることになっている。これらの地方自治体下の DCC では市民と非政府組織と協力し、各レベルにおける実際の災害管理対策が実施されるための機能を持つ。各レベルの DCC の議長は州知事や町長など公選によって職についた各地方自治の長があたる事になっている。地方自治体の DCC メンバーは地方自治体の官や市民、NGO を含めたスタッフで構成されている。

6.2.5 公共事業道路省 (DPWH) の役割

DPWH は、洪水対策施設を含めた公共インフラの計画、設計、建設及び運営/維持管理を行う義務・権限を持っている。DPWH の本省は各 10 の担当部局と 7 つのプロジェクト管理事務所 (PMO) から構成されている。この 7 つの PMO の中で治水対策計画管理事務所 (PMO-Major Flood Control Projects (MFCP)) とピナツボ山緊急管理事務所 (PMO-Mount Pinatubo Emergency) が主に外国機関の技術・資金援助を利用して治水・砂防対策事業を行っている。

DPWH はまた 16 の地域事務所とその地域事務所下に 176 区の土木事務所 (District Engineering Office) がある。これらの地域事務所と土木事務所はおもに国内予算を利用したインフラ整備を行っている。本調査が対象とする流域は、Imus・San Juan・Canas 川は IV-A 地域事務所管轄下の Trece Martirez City にある Cavite District Office が管理を行っている。

6.2.6 国家灌漑庁 (NIA) の役割

NIA は 1963 年に全国の灌漑システムの開発、運営及び維持管理のため監督・責任機関として設立された。NIA の機能として特筆すべき事は、灌漑システムの開発・改善を通して国家的食物生産の促進と地方の経済的・社会的発展強化を目指していることを含んでいることである。灌漑システムの開発の意味で、NIA は灌漑地域が洪水頻発地域である場合などは洪水防御のための堤防や治水施設の建設も実施している。

NIA は 13 の地域事務所とその管轄下に 67 の州事務所及び 101 の灌漑事務所を持っている。本調査対象地域の河川流域はムニシパリティ Naic にある州灌漑事務所の管轄下にあり、第 5 章の 5.3 節で詳述したように、調査地域内に大小多くの灌漑施設 (ダム・堰) を管理している。

6.2.7 治水関連の他の政府機関とその役割

「フィ」国では、上記の機関の他、以下の機関が洪水対策や流域管理に関わる役割・機能を持っている。

(1) フィリピン気象天文庁 (PAGASA)

フィリピン気象天文庁 (PAGASA) は洪水軽減対策や洪水予警報の実施に必要な降雨データや他の天候・気候データを含む大気情報、地球物理情報及び天文情報を国全体に提供する科学技術省 (DOST) の下部組織である。

(2) 市民防衛局 (OCD)

市民防衛局 (OCD) はダムや他の利水・治水施設の安全性を監視する機能を委任された機関である。同時に OCD は、国防省 (DND) の下部組織であり、洪水や台風被害などの災害時に住民の非難やその準備のための作業実施や計画策定のための監督・責任機関である。

(3) 環境労働衛生局 (EOHO)

保健省 (DOF) 下の環境労働衛生局 (EOHO) は水供給や衛生管理計画と環境に起因する疾病予防のための監督・責任機関である。

(4) 水理研究センター (NHRC-UPERDFI)

NHRC は財団法人として 1972 年に設立されたフィリピン大学土木研究開発基金 (U.P. Engineering Research and Development Foundation, Inc. (UPERDFI)) に付属する一研究機関である。UPERDFI 設立の目的は「フィ」国における土木工学の研究・開発支援、推進及び国家の経済発展に寄与することである。

(5) フィリピン火山地震研究所 (PHIVOLCS)

大統領令 No.128 により、PHIVOLCS は以下の目的・機能のために設立された。

- 火山の噴火や地震及びそれらの地殻活動の予知
- 国家活動への影響が懸念される火山活動や地震活動地域の指定
- 火山活動の国家経済への有効利用の促進

- 火山の噴火に関するデータの作成と収集
- 災害準備と防災計画の作成
- 発見・予測・警報システムによる火山災害の緩和

6.2.8 地方自治体 (LGU) の役割

フィリピンの地方自治は、州、市・町及びバラングイ（「フィ」国における最小の行政単位）の 3 つの地方自治体組織 (LGUs) がある。調査対象地域 (Imus、SanJuan 及び Canas 川流域) に位置する市・ムニシパリティ及びバラングイは以下に示す表 R 6.1 の通りである。

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

区域	市・ムニシパリティ	バラングイ数
Division I	Bacoor	44
	Kawit	23
	Noveleta	16
	Rosario	20
Division II	Trece Martires	9
	Dasmariñas	72
	Gen. Trias	33
	Imus	96
	Tanza	23
Division III	Amadeo	24
	Indang	6
	Silang	31
	Tagaytay	14
計		411

カビテ州政府は、その長としての州知事の下、14 の部局から構成され、州計画開発局 (PPDO) は州の政策・目標にしたがって洪水軽減対策を含む経済・社会・インフラ計画を策定・調整・監視・評価を行う重要な部局である。PPDO によって策定された計画にしたがい、州土木局 (PEO) は治水構造物を含むインフラ施設の建設・維持・修繕のための管理・監理を行う。

市・ムニシパリティレベルでは、各市・ムニシパリティの計画開発局 (CPDO/MPDO) が州レベルにおける PPDO と同様の役割を担っている。同様に市・ムニシパリティの土木局 (CEO/MEO) も州の土木局 (PEO) と同様に実際の建設に関わる業務を担当している。

公選により選ばれたバラングイキャプテンを長とするバラングイでの洪水対策は水路の清掃や自治体の DCC 活動に合わせた洪水時の避難活動等の非構造物対策を主として活動している。

地方自治法は国の地方分権、権限委譲、地方の開発を狙って 1992 年に制定された。この法律は地方自治体 (LGU) への予算配分も増やすことを目指しているが、大きな規模の洪水対策施設を LGU が独自に建設できるところまでの予算配分とはなっていない。このような状況の下、LGU は現在以下のような小規模な排水路改修事業や非構造物対策を実施している。

- 開水路や小河川における水路の清掃、河岸の護岸建設含む堤防建設を維持・修繕事業
- 50km² を超えない範囲でのコミュニティベースの流域管理活動や植林・森林保全活動
- 土地開発業者等による水路の不法建設/改修の監視
- 自治体の DCC に委任された災害防止活動

6.3 「フィ」国の治水政策予算

6.3.1 国家予算

前節 6.2 にて示したように、DPWH は洪水対策に係るインフラ施設の建設を実施する中央政府機関であり、「フィ」国における主要で大規模な洪水対策事業のための予算・事業費を負担している。DPWH によって予算化され実際のインフラ事業平均投資額は 1999 年から 2006 年の間で年間約 403 億ペソとなっている。この投資額内訳は、表 R 6.2 に示すように、道路事業に 210 億ペソ

(53%)、洪水対策事業に 51 億ペソ (13%) 及び地方自治体への事業補助金として 140 億ペソ (27%) となっている。

表 R 6.2 1999～2006 年間の DPWH インフラ事業の実際投資額

(単位: 百万ペソ)

年	国道建設事業		洪水対策事業		自治体事業		計
	事業投資額	比率	事業投資額	比率	事業投資額	比率	
1999	21,878	60%	5,346	15%	9,513	26%	36,737
2000	22,950	51%	4,791	11%	17,146	38%	44,887
2001	21,878	60%	5,346	15%	9,512	26%	36,736
2002	13,059	33%	4,969	12%	22,115	55%	40,143
2003	18,328	45%	4,347	11%	17,668	44%	40,343
2004	18,898	51%	4,270	11%	14,220	38%	37,388
2005	24,313	63%	5,085	13%	9,391	24%	38,789
2006	28,642	60%	6,318	13%	12,754	27%	47,714
平均	21,243	53%	5,059	13%	14,040	35%	40,342

Source: DPWH

この実際の投資額は提案の“DPWH Medium-Term Infrastructure Development Programs (DPWH-MTIDP)”によって分配されている。DPWH-MTIDP で提案されている予算額と実際の投資額を 1999 年から 2004 年間で比較すると、提案投資全体額はほぼ実際の全体投資額と同額であるが、道路事業と洪水対策事業は両事業とも提案額の 70% と縮小され、代わりに地方自治体事業へとシフトされている（下表参照）。

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

(単位: 百万ペソ)

年	国道建設事業		洪水対策事業		自治体事業		計	
	事業投資額	比率	事業投資額	比率	事業投資額	比率	事業投資額	比率
1999	24,273	90%	4,384	122%	581	1637%	29,240	126%
2000	22,951	100%	4,791	100%	2,147	799%	29,891	150%
2001	28,161	78%	6,089	88%	458	2077%	34,710	106%
2002	29,063	45%	8,285	60%	719	3076%	38,068	106%
2003	39,983	46%	9,641	45%	905	1952%	50,530	80%
2004	41,640	45%	10,773	40%	1,950	729%	54,364	69%
平均	31,012	63%	7,327	66%	1,127	1334%	39,467	100%

Source: DPWH MTIDP for 1999-2004

2005-2010 における直近の DPWH-MTIDP は次表 R 6.4 に示すように 2007 年 5 月に提案された。この計画によると、全期間における年間総投資額は年度毎に増加し、最終的 (2010 年度) には、1999 年-2004 年の平均投資額の 3 倍に届く額となっている。しかしながら、洪水対策事業費への投資額を見ると、1999-2004 年の全体投資額比率 13% から 2005-2010 年では 12% と全体比率では微減している。

表 R 6.4 Medium-Term Investment Program (2005-2010)における提案投資額

(単位: 百万ペソ)

年	国道建設事業		洪水対策事業		自治体事業		計
	事業投資額	比率	事業投資額	比率	事業投資額	比率	
2005	26,203	68%	5,285	14%	7,232	19%	38,720
2006	35,556	75%	4,784	10%	7,380	15%	47,720
2007	37,288	60%	8,032	13%	17,342	28%	62,662
2008	56,660	76%	5,515	7%	12,132	16%	74,307
2009	64,695	76%	11,866	14%	8,892	10%	85,453
2010	75,990	77%	13,641	14%	8,640	9%	98,271
平均	49,399	73%	8,187	12%	10,270	15%	67,856

Source: DPWH MTIDP for 2005-2010

この提案された DPWH-MTIDP (2005-2010) では、33 の外国援助機関による資金援助事業 (内 9 事業は実施中で 24 事業が新規事業) が洪水対策事業として提案されている。これらの事業の年平均投資額は約 28 億ペソ (43 億ペソが実施中の事業、新規事業は 23 億ペソ) となっている (下表参照)。

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

(単位: 百万ペソ)

事業	事業数	投資額 (百万ペソ)				平均投資額/事業 (百万ペソ)
		実施済み	2005 - 2010	2010 年以降	計	
実施中	9	17,414	21,173	0	38,587	4,287
提案	24	0	23,050	31,785	54,835	2,285
計	33	17,414	44,223	31,785	93,422	2,831

上記の外国援助機関からの資金調達による事業に加え、表 R 6.6 に示すように DPWH-MTIDP (2005-2010) では、洪水対策事業として総計 49 億ペソの自国予算による事業を実施予定としている。

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

(単位: 百万ペソ)

Project	Annual Investment Cost (million pesos)						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Drainage along National Roads	0	0	500	500	300	350	1,650
Protection Works along National Roads/Seawall	0	0	500	500	300	350	1,650
Flood Control in Principal/Major River Basin	0	0	500	500	300	300	1,600
Total	0	0	1,500	1,500	900	1,000	4,900

調査対象地域内においても DPWH は、カビテ土木事務所を通して、護岸の建設、浚渫工事及び排水路改修事業等の洪水軽減対策を実施している。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表 6.1 に示すように 167 万ペソから 538 万ペソの間である。

6.3.2 地方自治体予算

前述したように、地方自治法は国の地方分権、権限委譲のため 1992 年に制定された。この法律は LGU が利用可能な資金 (予算) を以下のように増大させる予算権限委譲を行った。

- (1) 租税費目の増
- (2) 管轄地内における、鉱物、漁業及び森林資源に基づく課金等の自治体収入比率の増
- (3) 内国税収入割当 (IRA) の11%から最大40%までの増

表 R 6.7 に示されているように、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) から得ている。また、年間支出の 90% は職員給与等の事務経費で占められている。この収支から判断される事は、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。

表 R 6.7 カビテ州政府の一般予算の年間総収入・支出

(単位: 百万ペソ)

Item	General Fund in 2005		General Fund in 2006		
	Amount	Share	Amount	Share	
Income	Taxes and other Incomes	316	29.2%	337	28.6%
	IRA	767	70.8%	839	71.4%
	Total	1,083	100.0%	1,177	100.0%
Expense	Office Operating Cost	811	96.0%	990	92.3%
	Subsidies to LGUs	16	1.9%	37	3.4%
	Subsidies to Others	4	0.5%	5	0.5%
	Others	14	1.6%	41	3.8%
	Total	845	100.0%	1,073	100.0%

Source: Cavite Socio-Economic Profile 2005 and 2006

一方、市及びムニシパリティの収入源は租税収入、IRA 及びその他（国会議員、州及び中央政府からの補助金）である。1999 年における Kawit ムニシパリティのケースでは、租税収入は 4,600 万ペソであり、IRA による収入は 2,600 万ペソであった。

調査対象地域内の市/ムニシパリティの予算規模は州政府予算のほぼ 10%程度であり、市/ムニシパリティにより大きく差を生じている。「フィ」国内の市及びムニシパリティはその収入規模により 5 つのグループに分けられる。調査地域内の 12 の市/ムニシパリティの中では、Bacoor を始め 8 つの市及びムニシパリティは年間収入が 7,500 万ペソを超える第 1 グループに属しているが、他の 4 つのムニシパリティは年間収入が 5,000 万ペソ以下の第 3 または第 4 グループに属している（表 R 6.8 参照）。

インフラ開発に使用される市及びムニシパリティの予算は通常 IRA 収入の 20%としている。地方分権と権限委譲により IRA の割当は 92 年以前に比べ格段に増加しているが、市及びムニシパリティが洪水対策に利用できる資金は殆どないのが実情である。この結果、市及びムニシパリティ（LGU）が洪水対策として実施しているのは小規模な排水改善事業に限られている。

表 R 6.8 調査対象地域内 LGU の収入規模別グループ

District	City/Municipality	Income Classification	
		2001	2005
District I	Bacoor	1st	1st
	Kawit	1st	1st
	Novelita	4th	3rd
	Rosario	1st	1st
District II	Trece Martires City	3rd	4th
	Dasmariñas	1st	1st
	General Trias	1st	1st
	Imus	1st	1st
	Tanza	1st	1st
District III	Amadeo	4th	4th
	Indan	3rd	3rd
	Silang	1st	1st

Source: Socio-Economic Profile 2006, Province of Cavite

Note: 1st Class = Average annual income of more than 75 million pesos
 2nd Class = Average annual income between 50 and 75 million pesos
 3rd Class = Average annual income between 30 and 50 million pesos
 4th Class = Average annual income between 20 and 30 million pesos
 5th Class = Average annual income between 10 and 20 million pesos

マニラ首都圏以外の LGU が大規模な洪水対策、排水対策及び都市開発等のインフラ事業を実施する場合は、世銀・ADB 及び JBIC による Land Bank of the Philippines (LBP)、Development Bank of the Philippines (DBP) または Municipal Finance Corporation (MFC, 旧 Municipal Development Fund Office of the Department of Finance) を通じた資金調達による事業が可能である。これらの資金調達は通常 2 ステップローンと呼ばれる中央政府の保証を受けて自治体がインフラ整備のために使用可能な資金調達である。このローンは通常、地方自治体政府の支払能力を超える元資金援助機関の利子に 9~10%の上乗せがあり、一般的な自治体では利用が不可能な場合が多い。

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

6.4.1 河川・排水路維持修繕事業

DPWH、ムニシパリティ及びNIAは調査地域内の河川・排水路施設に対し以下のような維持修繕事業を実施している。

(1) DPWHによる維持修繕事業

前述したようにDPWHのカビテ土木事務所は、護岸の建設、浚渫工事及び排水路改修事業等の洪水軽減対策を実施している。またDPWHは国道沿いの排水路清掃等も定期的に行っている（表6.1参照）。

(2) ムニシパリティによる維持修繕事業

調査対象地域のムニシパリティは、DPWHの事務所と同様に護岸の建設、河川や排水路沿いの洪水防壁（パラペットウォール）建設等の洪水被害軽減対策を実施している。しかしながら、地図情報や現況排水系統図等の基礎データが不足していることに起因して洪水・排水対策にかかる戦略的全体計画が策定されていない。このような状況ではあるが、ムニシパリティGeneral Triasは彼ら自身の努力により管轄内の排水改修計画（案）を策定した。この改修計画案では、San Juan川の洪水被害を軽減させるため、San Juan川とCanas川間の距離が最短となるBayanDam上流において両河川を結ぶ放水路及びDPWHのDiversion道路沿いにおける両河川を結ぶインターセプター水路の建設を提案している。

(3) NIAによる灌漑施設維持修繕工事

調査地域内の河川水の多くは現在も灌漑に利用されており、多くの灌漑施設が存在する。これらの灌漑施設はNIAによって管理されている。2001年のNIAの資料によると、調査地域のBacoor、Dasmariñas、Gen. Trias、Imus及びTanzaの各ムニシパリティ内各所に合計約13,600ヘクタールの灌漑農地がある。

この灌漑農地への用水供給のため調査地域内には、大小合わせて約60のダム・堰が存在する。この中で約10基のダムがローランドエリアに位置しており、その他のダム・堰は中流丘陵部に位置している。これらの施設は老朽化が進み、その多くはダム及び付帯構造物表面のコンクリート剥離、クラックの発生、基礎部の洗掘により改修を必要としている。このような状況下、NIAはダム・堰の安定性確保及び機能性確保のためリハビリ・修繕工事を実施している。

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

Project Name	Main Objective	Budget (mil. Pesos)
Butas River Irrigation System Improvement	Rehabilitation of Butas Dam (temporary)	43
Quintana River Irrigation System Improvement	Rehabilitation of Quintana Dam	10
Rehabilitation of Plucena Irrigation System	Rehabilitation of Plucena Dam	3

Source: NIA Naic Office

6.4.2 水路美化・清掃に関連する活動

カビテ州では、以下に示す水路清掃・美化活動に関連する計画・事業及び活動を現在実施している。

(1) 州全体における固形廃棄物処理システムの計画及び将来予想

現在のカビテ州内の固形廃棄物処理システムは各市・ムニシパリティによって管理された開放投棄方式となっている。州内には約20の開放投棄処分場があり、そのいくつかは既に満杯か若しくは2~3年で一杯になることが確実な状況である。さらにこれらの開放投棄処分場は、周囲への異臭の拡散、浸出水による土壌・地下水汚染等の重大な環境汚染を引き起こす可能性がある。州内の各市・ムニシパリティのいくつかは、ゴミ分別施設

(Material Recovery Facility (MRF)) を建設し生物分解可能ゴミやリサイクルゴミを分別し処分場へのゴミ投棄量を削減するように努めているが、州全域で実施するための人材、予算、施設周辺の異臭対策不足等により広がりを見せていない。

このような固形廃棄物処理に関する問題に対処するため、州政府は新規の州全体を統合した固形廃棄物処理管理計画を策定した。この計画による処理システムは(i)各コミュニティに指定されたゴミ置場から中継局 (Transfer Stations) までの運搬、(ii)3 箇所のゴミ中継局 (Transfer Stations)、(iii)中継局から最終処分場への運搬、(iv)1 箇所の州統合最終処分場、以上 4 つのプロセスからなっている。

上記の 4 つのプロセスの内、(i) は各市・ムニシパリティが独自の予算で実施することになっている。一方 (ii)~(iv) の活動は処分場運営契約業者 (Environsave, Inc.) によって運営される。この企業は、(ii)~(iii) に関する初期投資、運営及び維持管理を継続して実施する。この際、各市・ムニシパリティは家庭ゴミの中継局への投棄量 1 トン当たり 18 米ドルを Environsave, Inc. に支払うことになる。Environsave, Inc. はその他中継局内に設置した MRF によるゴミの分別により創出したコンポスト肥料やリサイクル資源の売却益を得る²。

この固形廃棄物処理計画の環境適合証明 (Environmental Compliance Certificate (ECC)) は 2007 年 11 月に取得され、実際の運用は 2008 年の第 3 四半期よりの開始が期待されている。新処理システムの運用開始と共に州内全ての開放投棄型処分場は閉鎖され、過程からの全てのゴミは新システムにより最終廃棄される。新システムの主な特質は以下のとおりである。

(a) 中継局

3 箇所全ての中継局は州内に設置される (図 6.1 に示すように 1 箇所は最終処分場に隣接したムニシパリティ Ternate 内、他の 2 つの中継局は Gen. Trias と Silang に設置)。この 3 箇所の全ての中継局内には MRF が建設され、家庭ゴミ全体量の 80% に相当する生物分解可能ゴミとリサイクルゴミの抽出により残りの 20% を最終処分場に運搬する計画となっている。生物分解可能ゴミとリサイクルゴミはコンポスト肥料と資源ごみとして有効に利用される。一方、特別な処理を必要とする特殊なゴミ (全体量に 1% として見積もられている) は別なルートで処理される。全ての再生不可能なゴミは圧縮した後、最終処分場へ運搬される。

(b) 中継局から最終処分場への運搬

Environsave, Inc. は中継局から最終処分場への運搬処理のため、新規に 15 台のコンパクターを調達することになっている。このコンパクターにより再利用できない運搬される廃棄物は中継局において分離・圧縮される。

(c) 最終処分場

最終処分場は、調査地域から西方に 10~20km 離れたムニシパリティ Ternate に新たに建設される。この最終処分場は浸出水による土壌・地下水汚染対策のため、処分場下を二重の高密度ポリエチレンシートによって基礎地盤と隔離された構造となる。処分場は更に多層・多ユニット構造とし一定の埋め立てが完了後に普通土によって被覆される。また、最大の埋め立て高さは 10m と規定されている。したがって、この新処分場は衛生理立処分場として現在の開放投棄処分場より環境に配慮した処分場と認識されている。

新最終処分場の広さは 85ha あり、現在の州開放投棄処分場全体面積 28ha の 3 倍以上の面積を有している。また、最終処分場への投棄量は新たに設置される中継局の MRF によっても削減される事からその耐用年数は大きく延伸することが期待されている。

² 各市・ムニシパリティはゴミ投棄費 18 米ドル/トンを一旦州に納め、州政府が一括して Environsave, Inc. に支払うことになる

(2) 州政府による現在実施中の美化・清掃活動

州政府は、2005年に“Oplan Linis Cavite”と名づけられた州全域における清掃・美化活動キャンペーンに取り組んでいる。それ以来、市・ムニシパリティは地域住民、NGO、ロータリークラブ及び他の関連するグループと協力して清掃・美化活動のための啓蒙・啓発活動（Information Education Campaign (IEC)）を実施している。同時に水路・海岸・公園及び道路等の公共用地の緑化や清掃活動を定期的に行っている。またこのプログラムには一般企業も従業員の参加や物資の提供などを通じた作業への支援を行っている。活動の詳細は以下に示すとおりである。

(a) 啓蒙活動 (IEC)

市・ムニシパリティは清掃活動に係る IEC 活動のための教材の配布やセミナー/ワークショップを特に以下の目標のために実施している。

- 目標の1つは、水路を含む公共用地の清掃・美化活動の促進である。ムニシパリティ Imus は DENR、河川美化活動を行っている NGO (Sagig Ilog Cavite Council Inc.) 及びラ・サール大学と協力して 2005 年、Imus 川の環境改善を目的とした“Save Imus River Rehabilitation Project (SIRP)”を立ち上げた。ムニシパリティ Imus は、水路清掃を含む河川の適正な利用に関する住民への IEC を開始する予定である。ムニシパリティ Kawit では“Kawit Sagip-Ilog & Anti Flood Group”という NGO が同様にムニシパリティ Kawit 内の河川清掃活動を実施する予定である。
- 啓蒙活動 (IEC) の目標のもう一つは、生物分解やリサイクルによる発生ゴミ量を根本的に削減することである。第2次調査期間内でも上記の2つを目標に IEC 活動がムニシパリティ Kawit、Amadeo、Trece Martirez、Indang 及び Silang で定期的に行われている。特に Silang では家庭ゴミの分別と再利用による廃棄物削減の必要性を広めるための“Silang Malinis, Silang Maspipag”という Silang 美化運動が計画されている。

(b) ゴミ分別方法演習

Imus や Rosario のようないくつかのムニシパリティでは、家庭ゴミが分別されていない時には収集作業を行わない (“No Segregation, No Collection”運動) 規則を適用し実践している。分別の徹底に合わせて、ムニシパリティ Bacoor のバランガイ Molino V にある Phase VI 地区のコミュニティでは、行政からの支援がなくともリサイクルを通じたゴミの削減のための運動を自発的に開始している。この運動は広く地域住民に受け入れられ、庭木の生育等に必要な肥料としてこの運動により分別されたコンポストの利用を進めている。

(c) 美化・清掃活動の実施

“Oplan Linis Cavite”運動に沿った形で、いくつかの市・ムニシパリティでは、住民と協力し、定期的に道路や公園及び水路のような公共用地の清掃を実施している。特にムニシパリティ Imus は、指定したバランガイで清掃活動を毎週土曜日に実施している。

この Imus の活動は上記の毎週土曜日の清掃活動の他、前述の“Save Imus River Rehabilitation Project (SIRP)”の一環として、河川の浚渫、河岸の緑化作業、川へのゴミ投棄抑制のためのバッファゾーンの設定等を含む Imus 川の総合的清掃作業を実施予定である。

(d) 自治体への能力開発活動

JICA の技術援助により、日本の財団法人国際環境技術移転研究センター (the International Center for Environmental Technological Transfer (ICETT)) は家庭ゴミから有機肥料を抽出することによる生物分解性ゴミの分別に関する技術援助を実施した。この技術援助は調査地域のムニシパリティ Kawit のバランガイ Gahak によってパイ

ロットプロジェクトの実施を通して行われた。現在ムニシパリティではこれらの技術・知識を、自治管轄地域を超えて広めようとしている。

(e) 施設（構造物）対策

ムニシパリティ Tanza ではバランガイ毎に河川・水路内に浮遊ゴミ量を収集しチェックするための柵（スクリーン）を設置する事業を進めている。ムニシパリティ Amadeo ではゴミの不法投棄をチェックする監視役を雇用している。

6.4.3 調査地域における現在の洪水警報・避難システム

1978年6月11日に公布された大統領令 1566（Presidential Decree (PD) 1566）では各国家～バランガイレベル間の災害調整委員会（DCC）が「フィ」国内の洪水を含めた災害に対処するために組織されることが規定された。この大統領令はさらに委員会が災害管理のための基礎として個別の災害準備計画（Calamities and Disaster Preparedness Plan）を策定することを規定している。

災害調整委員会（DCC）の中でも州、市・ムニシパリティ及びバランガイレベルは、洪水予警報の運用・維持管理のための前線部隊として見做されている。これらの自治体レベルのDCCは州知事や市長・町長、キャプテンなど公選によって選ばれた自治体の長が議長を兼任することになっており、地域住民と非政府組織と協力し洪水警報・非難のための活動を実施する。

また、自治体レベルのDCCは洪水警報・避難のための全ての利用可能な人材面・資機材面を動員する機能を役割付けられている。DCCはまた、洪水情報を適正に住民に伝達する役割を持つ。同時に、大統領令 1566によって規定された組織制度の確立は洪水警報・非難活動の確立に非常に密接に関連している。しかしながら、調査地域における適確な洪水警報・避難システムはまだ全体としては確立されていない。調査対象地域における最新の洪水警報・避難システムに関する体制・制度を以下に示す。

(1) 調査地域内レベルの災害調整委員会（DCC）の創設

Trece Martires 市、Kawit、Imus、Noveleta 及び Tanza の各ムニシパリティは各自の CDCC/MDCC の組織を最新の自治体人事に合わせ改編済みである。また、州政府及び Rosario、Bacoor、Genral Trias の各ムニシパリティは現在、再編中である。しかしながら、上流山地部の Indang、Amadeo 及び中流域の Dasmaringas の各ムニシパリティは MDCC が組織されていないかされていても活動がされていない状況である。バランガイの状況を言えば、調査地域内の殆どのバランガイは未だ BDCC が組織されていない。

(2) 災害準備計画（Calamities and Disaster Preparedness Plan）

DCC の設立と共に策定が義務付けられている災害準備計画（Calamities and Disaster Preparedness Plan）は調査対象地域内の殆どのバランガイ、ムニシパリティで策定されておらず、2つのムニシパリティ、Imus と Kawit だけが策定済みである。これらの計画には、洪水を含む災害時における準備・行動規準、組織の責任分担、調整、指示系統及び管理計画と物流支援方法が示されている。しかしながら、この2つのムニシパリティにおける策定された災害準備計画書には詳細な洪水警報・避難システムの方法が示されていない。洪水に対するコミュニティの脆弱性を低減するためには、洪水時の防御活動と同様に洪水災害に備えた準備計画を策定することが重要である。

カビテ州政府は災害準備計画の策定のための基礎資料として、洪水災害時に必要と想定される州内の利用可能な資源（人材・資機材）の調査を行っている。利用可能な資源として明確化されたものは責任分担諸機関・事務所のリスト、トレーニングを実施済みの人材リスト及び利用可能な資機材の数量・配置場所のリストとしてとりまとめられている。

(3) 災害司令センター

洪水警報・非難に必要な行動を指示する部局である災害司令センター（Disaster Operation Centers）が Imus、Kawit 及び Tanza のムニシパリティにのみ設置されている。各災害司令センター（Disaster Operation Centers）の指定設置場所は下に示される。

- Kawit : ムニシパル社会福祉事務所
- Imus : “Municipal Emergency and Disaster Operations Center”として新規建設されたビル内（警察署として通常利用されている）（以下で説明する非難センターの隣）
- Tanza : ムニシパリティ町長職務室

(4) 避難センター (Evacuation Center)

州政府及び Kawit と Imus のムニシパリティは洪水期間中の避難者を収容するための避難センター (Evacuation Center) を設置している。詳細は以下に示すとおりである。

(a) 州政府の活動

カビテ州政府は、独自の調査を通して以下の表 R 6.10 に示す 9 つの適格な洪水避難センターを指定している。

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

避難所名	場所	収容能力 (人)
(1) Army Reserved Command	Paradhan, Tanza	100
(2) Bahay Sanayan	Trece Martires City	45
(3) Cavite Computer Center	Imus	150
(4) Farmers/Fisherman’s Hall	Trece Martires City	50
(5) Phil. Air Force, 15th Strike Wing	Sangiey Point, Cavite City	2,000
(6) Provi. Senior Citizens Office	Trece Martires City	20
(7) Public Elementary & Secondary Schools	Entire Province	To be clarified
(8) Rescue 161	Imus	100
(9) TESDA	Trece Martires	60

Source: Provincial Government of Cavite

(b) Imus ムニシパリティの活動

バランガイ Poblacion IV-A に位置するムニシパルホール近くに位置するムニシパル複合スポーツセンターが主の避難センターとして指定されている。この施設には医療所、倉庫及び公衆トイレが非難時の支援資機材とともに備わっている。またバランガイ Tanzang Luma I に位置する 47,034m² イムス小学校 (Imus Pilot Elementary School) も避難センターの代替施設となっている。

(c) Kawit ムニシパリティの活動

バランガイ Aguinaldo, Binakayan 及び Gahak-Marulas の 3 箇所の小学校が収容規模から主の避難センターとして指定されている。しかしながら、これらの小学校は洪水常襲地区に位置しているためバランガイ Batong Dalig に現在建設中の 4 階建てムニシパルホールに避難センターを変更する計画を持っている。新規の避難センターは 1 階当たり 3,000m² を避難者に提供できる広さを有している。

(5) 訓練/演習

州災害調整委員会 (PDCC) は、国家災害調整委員会 (NDCC) と協力し PDCC 及び下部の委員会 (MDCC/CDCC) とともに委員・作業員に対し災害時に必要な作業の訓練・トレーニングを実施している。この PDCC の活動に応じて、Kawit、Imus、Noveleta 及び Rosario の各ムニシパリティは独自に災害管理のための訓練・トレーニングを実施している。

特に Kawit では、定期的に MDCC のメンバーに対して研修を行っている。研修の一部内容として、MDCC では市民防衛局 (Office of Civil Defense)、地域災害調整委員会 (Regional Disaster Coordinating Council (RDCC) of Region VI-A) 及び PAGASA と協力し、2 日間に及ぶ “Management Training and Contingency Planning Workshop” を 100 名の出席者を集め開催した。

Noveleta の MDCC も緊急時救急方法や心配蘇生法技術などを州政府の支援を受けて年 2 回、緊急時対応に関する研修を実施している。さらに洪水管理には直接的には関連はしていないが避難訓練等を実施している。

(6) 各災害調整委員会レベルの連携

Kawit、Imus、Noveleta、Rosario、Bacoor 及び Trece Martirez 市の CDCC/MDCC ではムニシパリティの横断的な災害管理を実施するために PDCC と協力して相互連絡を密にしている。しかしながら、この相互連絡網は上記以外の MDCC を含める州全体にはまだ拡大しておらず、結果として調査地域全域の横断的な災害管理のための調整・連絡網を形成するには至っていない。

(7) 情報伝達システム

Imus のムニシパリティを除いて、災害管理のための専用緊急情報伝達システムは確立されていない。ムニシパリティ Imus は現在も常時整備状態の確認を怠らないムニシパリティ内全ての balan-gai と MDCC 間を結ぶ UHF 方式の無線システムを有している。

(8) コミュニティの調査への参加

調査地域の PDCC と CDCC/MDCC の活動が全域には活発化していない状況の下、各地区のコミュニティが洪水警報・避難活動に参加する状況にはなっていないのが現状である。現在の調査地域内の住民は洪水からの避難の必要性があるかどうかはマスメディアからの情報や彼ら自身による視覚確認に頼っているのが実情である。

6.4.4 本調査に関連する計画及びプロジェクト

調査地域内には治水対策事業に関連する以下の大型インフラ計画が調査または実施中である。

(1) Route-1 高速道路

現在の湾岸高速道路終点である Bacoor から Kawit まで高速道路延伸するプロジェクトが Route-1 Road Project として BOT 方式による事業により 2010 年の供用を目指して建設中である。この工事により、Bacoor 及び Kawit のムニシパリティ沿岸部の排水系統・状況が影響を受ける可能性があるため本調査における排水計画はこのプロジェクト完成後の状況を勘案して計画している。また、湾岸高速道路と現在の海岸線の間に取り残される中海に対してフィリピン政府及び州政府は将来の埋立計画を構想している。本調査ではこの埋立構想が実際に計画される時に、現況の排水状況を悪化させないような十分な配慮の下、排水計画を行うように政府に提言する。(次図参照)

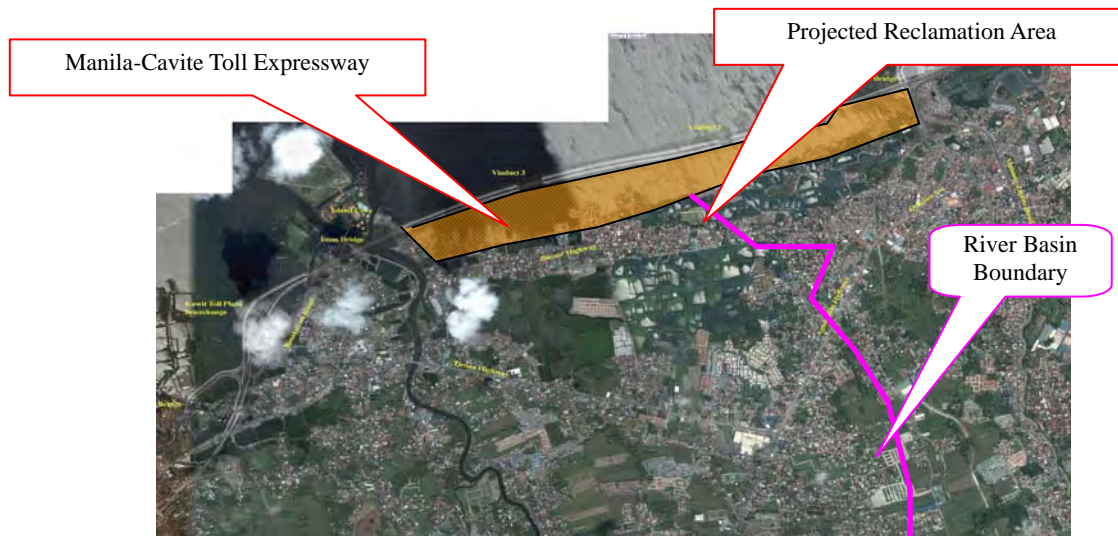


図 R 6.1 R-1 Road (Extension of Coastal Expressway) Project の線形計画と中海埋立構想

(2) CALA 道路プロジェクト

カビテ-ラグナ州地域の交通渋滞状況悪化の増大を改善するため、JICAは「フィリピン国 CALA 東西道路事業化促進調査」(以下、CALA 道路調査 (JICA) とする)を2005年1月から2006年9月まで実施した。CALA 道路調査 (JICA) は、バタンガス国際港が戦略的に配置されている本調査地域を含む CALA 地域の投資環境を改善するだけでなく、住環境の改善、メトロマニラの都市機能分散の促進、CALA 地域の交通混雑緩和等を狙っている。

このように、CALA 道路調査 (JICA) は本調査対象地域のその大部分を含めて調査を実施している (下図参照)。本調査は CALA 道路調査 (JICA) 内容を確認し、地域開発や土地利用計画、道路計画等整合性を図るものとする。



図 R 6.2 CALA 道路調査 (JICA) による新規道路計画

第7章 総合的治水対策のためのコンセプト

7.1 基本コンセプト

前章までに述べたように、本調査対象地域はフィリピン国の首都メトロマニラに近接し、近年著しい産業化に伴う人口増加と土地開発が進んでいる。また、地域は常襲化する降雨及び高潮による内水氾濫と数年毎に起こる河川氾濫洪水が発生し、地域の経済発展の阻害及び住民の生活に支障を起こしている。このような状況の下、本案件は現在発生している洪水被害の軽減及び更なる都市化の進行による将来的な洪水被害の拡大抑制を目的とする。

本調査の検討対象となる総合的治水対策案は構造物ならびに非構造物対策による各種方式により構成される。これらも構造物対策および非構造物対策は、下表に示す通り、いずれも水路の流下能力を増すとともに流域の保水機能を強化する機能を有する。さらに構造物対策の設計規模を超える洪水の被害を最小にする観点から、洪水警報・避難システムが有効な非構造物対策として注目される。

表 R7.1 構造物対策および非構造物対策に期待される機能

機能	構造物対策	非構造物対策
水路流下能力の増強	<ul style="list-style-type: none"> 河川改修 排水路改修 放水路建設 	<ul style="list-style-type: none"> ゴミ等の漂流物の水路からの除去 河川域への不法侵入防止
流域の洪水保水能力の強化	<ul style="list-style-type: none"> Construction of off-site flood retarding basin Construction of on-site flood regulation pond in the new subdivisions 	<ul style="list-style-type: none"> 流域における過剰土地開発の抑制 土地造成業者による防災調整池設置の法制化
構造物対策設計規模を超える洪水の被害の低減		<ul style="list-style-type: none"> 洪水警報・避難システムの創設

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

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

構造物対策が目標とする設計規模は一般的には基本前提条件であり、関連ガイドラインにより推奨された水準もしくはフィリピン国における他の類似の洪水防御事業において採用された水準等に基づき決定される。さらに対象域に対し通常は共通の水準の設計規模が適用される。これら設計規模に関する概念は、治水安全度に関して地域的な偏差が生じることを避ける意味で有効である。

しかしながら、本調査域においては、次の三つの自然、社会、財務上の制約から、上記の設計規模の考え方を基本前提条件として適用することが困難な状況にある。一つ目の制約は「既存の河川・排水路の流下能力は極めて小さいこと」、二つ目は「河川・水路沿いに家屋が密集していること」、三つ目は「構造物の建設・維持管理費用に手当可能な予算に制約があること」である。

調査上の上記の制約を考慮した結果、構造物対策案の策定にあたっては幾つかの異なる設計規模の選択肢を前提に検討するものとする。さらに以下の異なる構成要素毎に独立して検討を行い、それぞれの要素毎に対策対象地固有の自然、社会、経済環境に配慮した最適な設計規模を決定するものとする。

- (1) Imus 川河川洪水対策
- (2) San Juan 川河川洪水対策
- (3) 海岸沿い低平地区に対する内水氾濫・高潮対策.

上記の設計規模決定に係わる考え方に基つけば、周辺環境に及ぼす負の影響を最小限に止め、さらに最も高い経済効果をもたらすと同時に事業費負担能力の限界内にある対策案の策定が可能となる。しかしながら、この考え方は同時に治水安全度に係わる地域偏差を引起す可能性がある。この問題に対処するために、地域の利害関係者の洪水対策案に関する十分な理解と治水安全度の地域偏差の可能性に関する理解を得る必要があり、これを実現するためにステークホルダー・ミーティングの開催が必須となる。同時に治水安全度の地域偏差を最小限に抑える手段として、非構造物対策の導入が重要な要件となる。

7.2 計画設定のためのコンセプト

調査対象地域の総合的治水対策は (a) 計画達成年・計画目標年次 (b) 社会経済的枠組み 及び (c) 計画と設計規模 を前章までの検討結果を考慮しながら各々妥当性のある規模で決定された範囲内の枠組みで計画される。(a)~(c)各々について以下に詳述する。

7.2.1 段階的实施計画及び計画目標年次

本調査対象地域の総合的治水対策は構造物対策と非構造物対策より構成され、これら対策は短期（緊急）計画と長期計画に分けられる。短期対策は緊急性を有し比較的短期で対策が完成・効果の発現が期待されるまたは事業効果が高い構造物・非構造物対策とする。また、この短期計画に盛り込まれた事業の中から次年度の調査目的であるフィージビリティ・スタディの対象事業が抽出される。

一方、長期計画はマスタープランで盛り込まれる短期計画には含まれない比較的長期の事業期間を有する事業が配置される。

短・長期計画目標年次は以下の考え方を基にカウンターパート機関との協議を通して決定するが、以下の方針を基本として今後の調査・協議を行うものとする。

計画目標年次の基本的考え方

- (1) 短期計画目標年次は当初（インセプション・レポート説明時）2010年と設定した。しかしながら、特に構造物対策による事業には詳細計画・設計を含めて少なくとも数年程度は必要とするため、2010年の完成は困難な状況が想定される。一方、早期の治水効果発現を達成するためにはできるだけ早期の年次に事業が完成することが望ましい。よってこれらの事項を考慮し非構造物対策の目標年次は2010年とするが、構造物対策の目標年次は2013年を目標とする。
- (2) 長期計画目標年次は「フィ」国政府の掲げる次期の国家中期開発計画（MTPDP）で承認され次々期のMTPDP実施中に完成することを目途に2020年とする。

7.2.2 社会経済的枠組み設定のためのコンセプト

カビテ州の各地方自治体は 2010 年を目標とした土地利用計画を策定している。調査では以下の根拠事項にしたがって本調査提案治水対策事業の目標年次 2020 年における人口予測及び土地利用計画を提案する。

調査対象地域における社会経済の枠組み決定のための根拠

- (1) 各地方自治体による土地利用計画
- (2) 地域経済及び人口の過去のトレンド
- (3) 現況及び現在の土地利用と経済
- (4) 現在実施中の大規模土地開発計画

調査対象地域の流出形態は流域の土地利用形態に大きく影響され、洪水被害ポテンシャルは流域内人口及び資産の伸びとともに増大する。このことから、治水対策は 2010 年及び 2020 年の調査対象地域における社会経済状態を想定し設定される。

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

本調査では予め計画規模を設定していないため、まず始めに、適正な治水計画規模と計画基本高水洪水流量（基本高水流量）を提案する。治水計画規模は再現期間（年確率）規模で表現する。一方、治水計画規模に対応する各河川の基本高水流量とは、各再現期間規模に対して洪水調整施設（遊水地、調整池、調節地等）が無い場合の自然流域状態での確率ピーク流量であり、流出シミュレーション計算結果により算定される。

治水計画規模は以下の 3 つを基本的設定の考え方として、比較の上に最適規模を決定する。

長期計画における治水計画規模設定のための基本的考え方

- (1) DPWH が定めたガイドライン（DPWH Design Guideline）によって提案されている計画洪水規模あるいは「フィ」国において実施されている過去の洪水対策水準（規模）
- (2) 調査対象地域で過去発生した最大洪水規模
- (3) 調査対象地域の経済状況、投資環境、可能土地収用規模及び事業実施の制約条件に合った実現可能な範囲内の洪水対策水準

上記 3 つの考え方の中で(1)の考え方に依れば、DPWH のガイドラインでは河川の計画治水規模は 50 年確率規模として明記されている（“Design Guidelines, Criteria and Standards for Public Works and Highways”参照）。また、これまでの他の殆どの JICA 開発調査では調査地域の対象河川のような中規模流域を持つ河川に対しては 10-20 年確率規模の治水計画を提案している（“The Flood Control For Rivers in Selected Urban Center 1995, JICA”参照）。したがって、(1)の考え方に依れば 10-20 年確率規模の治水対策の実施が提案できる。

また、(2)の考え方である既往の最大洪水規模とすると、調査対象地域内で起こった既往最大規模洪水は 2006 年に発生した台風 Milenyo 洪水がその対象となる。5 章の水文計算及びそのシミュレーション計算結果が示しているように、この台風 Milenyo 洪水は、ほぼ 100 年確率規模相当の洪水と判断される。したがって(1)の考え方からは 10 年確率以上の洪水をさらに(2)の考え方からは可能であれば 100 年確率相当を治水対策規模とする必要がある。

しかしながら、調査地域の対象河川は 2 年確率洪水規模にも対応できない極めて低い流下能力しか有していない。さらに、現況河道の下流の河岸沿いには多数の家屋が建造されており上述した(1)及び(2)より設定される治水対策規模の計画立案は多くの家屋移転を必要とする流域内での軋轢が生じる可能性がある。

これら一連の観点より、本調査における治水対策規模設定の考え方は、(3)の考え方、“実現可能な範囲での洪水対策水準”、にしたがって提案する。この場合、治水対策規模が小さくなるため事業完成後も対策規模を超える洪水（超過洪水）が起こる可能性が高くなるため、洪水危険予測地図や洪水予警報の確立等、非構造物対策の早期の設定により対処する必要がある。

第8章 構造物による洪水軽減対策計画

本章では、台風にもなう降雨により引き起こされる河川洪水¹及び支川、小河川、高潮によって引き起こされる内水洪水を対象として、構造物による洪水軽減対策計画の検討を行う。洪水軽減対策の計画内容の検討に際しては、5.4 節に述べた河川流量計算及び洪水シミュレーション解析結果に基づくものとする。

8.1 河川洪水対策のための施設計画

8.1.1 最大計画規模

7.2.3 節で前述のとおり、フィリピンにおける中規模河川の洪水対策プロジェクトの多くが、河川洪水に対する洪水対策構造物の計画規模として 10 年から 20 年の生起確率の洪水を採用している（参照：The Flood Control for Rivers in Selected Urban Center, 1995, JICA）。本計画においては、これら過去の計画内容を踏まえ、暫定的に 20 年確率を最大計画規模とする。

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

8.1.2 適応可能な河川洪水対策

ここでは、比較的大きな流域からの出水が河岸を溢水し広範囲に氾濫する洪水を河川洪水と定義する。本調査地域内において、河川洪水に対する洪水軽減対策手法の提言を行う対象河川は、支流を含む流域面積が 100km²を越える河川、Imus 川、San Juan 川、および Canas 川と、San Juan 川の主要な支川である Ylang-Ylang 川、Imus 川の洪水氾濫形態に大きく影響を与えている Bacoor 川と Julian 川およびその左支川を含めた河川群とする。これら 3 河川（主要対象河川）+4 支川（Ylang-Ylang と Imus の主要 3 支川）の内、Canas 川は現況において 20 年確率以上の流出量の流下能力を有することが水理解析結果より確認されたため、Canas 川を洪水軽減計画立案の対象河川から除外した。（2.3.3 項参照）

現場踏査および現地住民に対するインタビュー調査によると、主要対象 3 流域の河川洪水の現状は以下に列挙するとおりである。

- (a) 河川洪水は、対象 3 河川沿いの複数区間において、2000 年から 2007 年までの 8 年間のうち 4 回以上発生している。（5.12 節参照）
- (b) 河川洪水は、住宅密集地である下流域のみならず新規宅地開発の進む中流域においても河川沿いの広い範囲で発生している。
- (c) 特に下流域の河川沿いには家屋が密集しているが、河川洪水の発生面積が広大であるにもかかわらず、死傷者数は少ない。このことは、河岸標高と堤内地の地盤標高がほぼ等しいため、家屋が大量の河川越流水に短時間内に襲われることがあまりないことに起因している。
- (d) 2.4 節および 5.4 節に述べたとおり、Canas 川は 20 年確率の出水量を流下できるほどの大きな流下能力を有している。2006 年に発生した台風 Milenyo の際には、Canas 川下流域において 3.4km²の範囲が河川洪水により浸水した。しかしながら、この河川洪水は河道の流下能力不足ではなく、Tejero 橋の橋脚に流木が絡まり河道を閉塞したことに起因する。
- (e) 洪水調節ダムは河川洪水の軽減に対し非常に効果的であり、自然および社会条件的には

¹ 河川洪水：広範囲な集水域からの出水が河道内から河岸を溢水し、広範囲の市街地または農地に氾濫し重大な被害を与える洪水と定義する。

ダム建設が可能である。しかしながら、以下のような問題により洪水調節ダムの建設は適応可能な洪水軽減対策手法から除外した。

- 調査対象地域内の山間部の大部分が農産用地もしくは宅地としてすでに開発されている。
- 調査対象地域内の山間部の地形は、南から北に下って段丘を形成しているため、ダムの貯水池としての適地が少ない、若しくは治水効果が小さく建設費だけが嵩むダムしか建設できない。
- ダム建設に必要な建設材料を得るための適切な原石山がない。

上記の条件を考慮し、以下の4つの対策手法が河川洪水に対する洪水軽減対策として適応可能であると判断された。

(1) 河川の全川改修、(2) 遊水地の建設、(3) 放水路の建設、(4) 防災調整池の建設

以下に、各洪水軽減対策案について詳述する。

(1) 河川の全川改修

Imus 川および San Juan 川の下流域は、河川洪水が頻発すること、および現況の河川流下能力の解析結果より、非常に小さい流下能力しか有していないと判断できる。したがって、流下能力を向上するためには、現況河川の河川改修が最も適切であると考えられる。

計画の設定にあたっては、計画規模をはるかに超える規模の洪水（超過洪水）による被害の軽減のため、河川堤防を嵩上げするのではなく、河川幅を拡張することにより河川流下能力を増加することを基本とする。河川幅の拡張に伴う主要な工事は、流路の掘削と浚渫である。河川堤防の嵩上げは、堤内地の標高が著しく低く、潮位の影響を受ける海岸部および河口部においてのみ適用する。

現況河川の縦断線形および流路幅の地形測量結果は、図 8.1 から図 8.6 に示すとおりである。現況の河川流下能力は 2.3 節および 5.4 節に述べたとおりである。これらの河川特性および算出された流出量に基づき、各河川における 20 年確率規模を最大とする改修範囲を設定した。設定範囲は、表 R 8.1 および図 8.7 に示すとおりである。

表 R 8.1 最大河川改修範囲（計画規模：20 年確率）

河川流域	河川	区間記号 ^{*)}	Extent
Imus	Imus	IA	河口 ~ Julian 川との合流点 (Sta.3+400)
	Imus	IB	Julian 川との合流点 (Sta.3+400) ~ Imus Bridge (Sta.6+000)
	Imus	IC	Imus Bridge (Sta.6+000) ~ NIA Cala 水路 (Sta.13+000)
	Bacoor	BA	Imus 川との合流点 ~ 養魚池の上流端 (Sta.3+000)
	Bacoor	BB	養魚池の上流端 (Sta.3+000) ~ Sta.7+000
	Julian	JA	全流路 (Sta.0+000 ~ Sta.10+000) (NIA Cala 水路)
	Left Tributary	LJ	全流路 (Sta.0+000 ~ Sta.4+500) (用水路からの分岐点)
San Juan	San Juan	SA	河口 ~ Sta.1+700 の直上流
	San Juan	SB	From Sta.1+700 の直上流 ~ Ylang-ylang 川との合流点 (Sta.4+800)
	San Juan	SC	Sta.4+800 ~ Bayan ダムの直上流 (Sta.11+000)
	Ylang-Ylang	YA	San Juan 川との合流点 (Sta.4+800) ~ Sta.8+000

注: *)区間記号とその位置は図 8.7 に示すとおり。

(2) 遊水地の建設

全計画対象河川の下流域および中流域には、農業用地や草地といった、比較的広い面積を持つ未市街化地域がある。このような未市街化地域に遊水地を建設することは、一時的に出水を貯留し河川の下流域における洪水流量を減少させるために有効な洪水対策手法の

ひとつであると考えられる。この対策手法は移転家屋数を最小にできるという利点があるが、比較的大規模な土地収用を必要とする。

遊水地の候補地と建設可能な規模を、現場踏査、入手可能な地形図・航空写真の解析、および各計画規模における水理解析結果によって検討した。その結果、河川洪水対策としての遊水地建設候補地は表 R8.2 および図 8.8 に示すとおりとした。なお、図 8.8 の遊水地の中の候補地には内水氾濫対策のための内水調整池候補地も含んでいる（表 R 8.32s 参照）。

表 R 8.2 遊水地建設候補地

河川流域	河川	記号 ^{*)}	利用可能面積	利用可能一時貯留深度
Imus	Imus	I1	70 ha	約 5m
	Bacoor	B1~B3	62 ha	約 1m
	Bacoor	B4	12 ha	約 5m
	Julian (Left Tributary)	J1	35 ha	約 5m
	Julian	J2	11 ha	約 5m
San Juan	San Juan	S1	110 ha	約 5m
	Ylang	Y1	13 ha	約 5m
	Ylang	Y2	35 ha	約 5m

注： *)遊水地および内水調整池の記号はその位置は図 8.8 に示すとおり。

(3) 放水路の建設

放水路の建設は、河川改修や遊水地の計画規模を小さく抑えるために、洪水流量の一部を海もしくは別の流路に分流することを目的としている。放水路建設の他案との優位性は以下のとおりである。

- 放水路のルートを利用未用地に設定することにより、河川の全川改修よりも家屋移転数を少なくできる。
- 分流地点を、放流先である海もしくは別の流路に近いところに設定することにより、遊水地建設に比較して土地収用面積を小さくできる。

これらの利点を考慮し、以下のとおりの 2 箇所のルートを San Juan 川における放水路の候補とした。

表 R 8.3 新設 San Juan 川放水路の建設候補ルート

ルート名	放流ルート	放水路延長	移転家屋数*	河川横断構造物数
ルート A	Ylang-Ylang 川との合流点から Dr-8 排水路河口部の左岸へ放流	約 2.3 km	100~320 軒	橋梁: 3 水路: 3
ルート B	Bayan ダム上流左岸から Canas 川へ放流	約 0.8 km	30~100 軒	橋梁: 1 水路: 1

注： *)移転家屋数は設定する計画規模に伴い増減する。

上記 2 ルートのうち、ルート B は洪水を San Juan 川から Canas 川に分流することを目的としている。しかしながら、この案は Canas 川下流域の洪水被害発生の可能性を増大させることになり、San Juan 川沿いの裨益者と Canas 川沿いの住民との間に社会的対立を引き起こすことになる。したがって、ルート B は候補から除外され、ルート A（以下、「San Juan 放水路」と呼ぶ）のみを適応可能な洪水対策案として採用する。San Juan 放水路の概略線形は、現在実施中の MRF（Material Recovery Facility＝ごみ分別施設）の場所および移転家屋数を最小とすることを考慮し図 8.9 に示すとおりとした。

(4) 流出抑制施設（新規開発地域における防災調整池等建設の義務化）

流出抑制施設は開発行為による地盤の舗装等に伴う河川流量のピーク流出量増大を相殺する役目を持つ。本調査においては、新規の工業団地または大規模宅地開発行為に対し、

開発業者に開発規模に合わせた流出抑制施設（防災調整池等）を建設する義務を負わせるための制度作りについても検討する。

流出抑制施設には、①新規大規模開発地流末における防災調整池の建設、②各家庭およびビル等における雨水貯留タンクの設置、③公園・公共施設に敷地内における雨水一時貯留施設（公園貯留・校庭貯留等）の建設、④新規道路及び駐車場舗装等における浸透性舗装の建設などがある。これら様々な方策のうち、防災調整池以外の方策は流出抑制製品等のフィリピン国産品が無く、高コスト・低効果である。したがって、流出抑制施設としては、防災調整池の建設が最も効果的かつ実現性が高いことから、防災調整池の建設のみを適応可能な洪水対策案として採用する。

以下、各流出抑制施設について詳述する。

(a) 防災調整池

防災調整池は、新規大規模開発地の流末に建設される。この施設は、他の流出抑制施設に比較して大規模な容量を有し、開発地域からのピーク流出量を制御する役割を持つ。

通常、新規大規模開発は雨水のピーク流出量増大に加え、土地開発中の大量の土砂流出を伴う。このような土砂流出は、河川および下流域の市街地の排水路における洪水流下能力および環境に悪影響を及ぼす（2.7 節参照）。防災調整池は、その計画貯水量に堆砂容量を見込むことにより、新規大規模開発地からの土砂流出を軽減することもできる。

フィリピン国内においても、防災調整池を有する工業団地やゴルフ場がすでに存在しており、建設や維持管理に関する技術的問題は見られない。新規の土地開発行為に対し、開発業者に開発エリア毎の防災調整池の建設と防災調整池の維持管理組織作りの義務を負わせるという制度（たとえば、州条例）作りが最重要課題である。主要な防災調整池の維持管理作業には、防災調整池へのごみ投棄の防止および汚水の流入の制御が含まれる。これらの法的整備および維持管理については、9.4 節および 11.1 節で別途詳述する。

防災調整池の標準的な構造基準を、日本で適用されている防災調整池の技術基準を参照したうえで、水理計算に基づいて設定した。構造基準に基づいた寸法は表 R8.4 に示すとおりである。

表 R 8.4 防災調整池構造基準

項目	仕様	開発面積毎の寸法例	
		開発面積 5ha	開発面積 100ha
調整池設置面積	貯水面積: 開発面積の 3% 親水エリア: 開発面積の 1%	1,500m ² 500m ²	30,000m ² 10,000m ²
有効貯水量	貯水面積 x 80% x 3m	3,600m ³	72,000m ³
堆砂容量	$150\text{m}^3/\text{ha}/\text{年} * \sum_{i=0}^{N-1} (1/2)^i \times A$ 但し: N: 開発工事期間 (年) A: 全開発面積 (ha)	1,125m ³ (N=2 年 と仮定)	22,500m ³ (N=2 年 と仮定)
吐口高さ	30cm	30cm	30cm
合計吐口幅	4cm/ha x {全開発面積(ha)}	20cm	400cm
吐口設置場所	有効貯水範囲底部 (堆砂面) より も 30cm 低い高さ	30cm	30cm

*: 日本で採用されている基準

上記の構造寸法にしたがって防災調整池の水理的効果を計算した結果、表 R 8.5 に示すとおり、防災調整池は 20 年確率以下の洪水に対しては、新規工業団地または大規模宅地開発地からの出水に対する洪水対策として有効であることが確認された。一方、50 年確率以上の出水に対しては洪水調することが困難であることが確認された。

表 R 8.5 防災調整池の洪水調節効果

土地開発面積	洪水の生起確率	開発地域から河川への流出量 [m ³ /sec]		
		開発前	開発後	
			防災調整池なし	防災調整池あり
100ha	5年	5.83	17.63	5.38
	10年	10.46	18.92	7.05
	20年	15.69	20.62	10.81
	50年	19.52	22.01	22.01*
	100年	20.81	22.71	22.71*
5ha	5年	0.32	0.93	0.35
	10年	0.77	1.00	0.35
	20年	0.99	1.10	0.39
	50年	1.09	1.18	1.10*
	100年	1.13	1.23	1.14*

注：*)防災調整池からの流出量

(b) 各家庭およびビル等に設置する雨水貯留タンク

各家庭及びビル等に設置された雨水貯留タンクは、屋根に降った雨を一時的に貯留し、開発地域からのピーク流出量を減少させる役割を持つ。しかしながら、表 R8.6 に示すように、屋根の総面積は総開発面積の約 42%を占めるのみである。その他のスペースは、個人所有の庭や駐車場、もしくは道路や公用駐車場など、屋根などの覆いのない土地である。

このように屋根が占める面積は限られているため、雨水貯留タンクは土地開発に伴うピーク流出量の増加を効果的に制御することは困難である。さらに、雨水貯留タンクを全家庭に設置するよう強制することは困難であると推測されるうえ、雨水貯留タンクは開発地域内のほぼすべての家屋に設置されない限り効果を発揮できない。

表 R 8.6 大規模宅地開発地域における土地利用

大規模宅地開発地域における土地利用	占有面積率
1. 屋根に覆われていない面積	58%
1.1 公共用地 (道路など)	30% ^{/1}
1.2 私有地 (庭、駐車スペースなど)	28% ^{/2}
2. 屋根に覆われている面積	42%
合計	100%

注: /1: 土地開発事業者は、開発面積の 30%を公共用地とする義務がある。

(Presidential Decree No.957)

/2: 建坪率(床面積と区画面積の比率)を 60%として算出した。

(28% = 個人住宅用区画占有率(70%)×床面積以外の面積率(40%))

(c) 流域貯留施設

流域貯留施設は、公園、緑地、広場、駐車場などの公共用地に設置される。このような公共用地での許容貯留水深は、安全確保の観点から 30cm に制限される。また、道路は流域貯留施設の建設用地としては除外されるため、利用可能な面積が限られる。以上の点から、流域貯留施設は洪水軽減に対してあまり効果的でないと判断した。

(d) 浸透性舗装

浸透性舗装は、道路面からのピーク流出量を減少させるために、新規開発地内の新

設道路や大規模な駐車場の舗装として適用される。日本における施工実績によると、浸透性舗装の工事費および維持管理費は、通常のコンクリートもしくはアスファルト舗装の2倍以上である。また、浸透性舗装のフィリピンにおける施工実績はなく、施工のためには新たに他国からプラント技術を輸入しなければならないため、工事費がさらに増大することになる。さらに、浸透性舗装は目詰まりを起こし易く、維持管理が容易ではない。これらの観点から、浸透性舗装は洪水軽減に対する方策としては適用しないものとした。

8.1.3 河川洪水軽減計画の代替案

河川洪水軽減計画の代替案は、8.1.2 節で検討した適応可能な河川洪水対策を組合せることにより立案するものとする。立案した代替案は下表に示すとおり。

表 R 8.7 河川洪水軽減計画の代替案

対象 河川流域	代替案 番号	適応可能な河川洪水対策				
		河川の 全川改修	(*)部分的 河川改修	遊水地	放水路	防災調整池
Imus 川	F_I.1	●	-	-	-	-
	F_I.2	-	●	●	-	-
	F_I.3	-	●	●	-	●
San Juan 川	F_S.1	●	-	-	-	-
	F_S.2	-	●	●	-	-
	F_S.3	-	●	-	●	-
	F_S.4	-	●	●	●	-
	F_S.5 ^(*)	-	(●)	(●)	(●)	●
F_S.2, 3, 4 のうち、最小工事費となる組合せ						

注: (*) 「部分的河川改修」の詳細は次表に示すとおり。

(*) 代替案番号 F_S.5 は、F_S.2, F_S.3 および F_S.4 のうちの各計画規模における最小工事費となる組合せと、防災調整池の建設を組合せる案とする。

部分的河川改修

Imus 川および San Juan 川の下流には非常に小さな流下能力しか有していないボトルネック（幅的・高さ的な小流下能力断面）箇所があり、これらの箇所は河川改修を行う以外に有効な河川洪水対策がない。河川の部分的な改修は、最小限の流下能力を確保するために必要不可欠であり、上記の河川の全川改修案以外のすべての代替案に付随する。遊水地建設に付随して発生する部分的河川改修の詳細は下表に示すとおりである。

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）

河川流域	河川	区間記号	河川改修内容	最小流下能力*	移転家屋数
Imus	Imus	IA	浚渫／海岸堤建設	500 m ³ /s	90
	Bacoor	BA	流路拡張／海岸堤建設	100 m ³ /s	20
	Bacoor	BB	流路拡張／バック堤建設	30~50 m ³ /s	40
	Julian	JA	流路拡張／バック堤建設	120 m ³ /s	50
	Left Tributary	LJ	流路拡張／バック堤建設	20 m ³ /s	30
					小計： 230
San Juan	San Juan	SA	流路拡張／海岸堤建設	400 m ³ /s	60
					合計： 290

注: * 部分的河川改修で確保すべき最小流下能力

- 区間記号は図 8.7 に示す記号に相当する。

なお、部分的河川改修と放水路の組合せ（代替案 F_S.3）の場合は、別途、計画規模に応じた部分的河川改修が必要になる。詳細は、本節内の代替案 F_S.3 の説明部に記述する。

以下、各河川洪水軽減計画の代替案について詳述する。

(1) 代替案 No. F_I.1 および F_S.1 (河川の全川改修案)

代替案 No. F_I.1 および F_S.1 は、河川改修のみで洪水対策を行うことを目的としている。

各河川における改修手法は、河川縦断および河川横断の現況を考慮して立案するものとし、表 R8.9 (図 8.7 参照) にまとめるとおりである。

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)

河川流域 (代替案番号)	河川	区間 番号	河川改修方法			
			2 年確率	5 年確率	10 年確率	20 年確率
Imus (F_I.1)	Imus	IA	浚渫／海岸堤建設			
	Imus	IB	流路拡張／部分的堤防建設			
	Imus	IC	改修不要	改修不要	改修不要	部分的堤防建設
	Bacoor	BA	流路拡張／海岸堤建設			
	Bacoor	BB	流路拡張／部分的堤防建設			
	Julian	JA	流路拡張／部分的堤防建設			
	Left Tributary	LJ	流路拡張／部分的堤防建設			
San Juan (F_S.1)	San Juan	SA	流路拡張／浚渫／海岸堤建設			
	San Juan	SB	部分的堤防建設		流路拡張／部分的堤防建設	
	San Juan	SC	改修不要	改修不要	部分的堤防建設	
	Ylang-Ylang	YA	改修不要	改修不要	部分的堤防建設	

注: (1) 海岸堤は後背地の地盤高の低い部分にのみ建設し、コンクリート、パラペット、および盛土の 3 形式とする。

(2) 各河川改修方法は 2020 年の土地利用予測に基づいて提案されている。

(3) 区間記号は図 8.7 に示す記号に相当する。

河川の全川改修の実施に必要な移転家屋数は、現場踏査、インタビュー調査、ならびに入手可能な地形図および航空写真に基づき見積った。移転家屋数の内訳は下表に示すとおり。

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)

河川流域 (代替案番号)	対象河川	各計画規模における移転家屋数			
		2 年確率	5 年確率	10 年確率	20 年確率
Imus (F_I.1)	Imus	400	520	650	780
	Bacoor	330	330	330	330
	Julian	250	350	350	350
	Left Tributary	100	150	150	150
San Juan (F_S.1)	San Juan	250	330	460	650
	合計	1,330	1,680	1,940	2,260

注: 移転家屋数は 2020 年の土地利用における流量に基づいて見積られている。

Imus 川の支流である Bacoor 川流域および Julian 川流域は、いずれの計画規模においても、この全川改修 (代替案 F_I.1) によってのみ河川洪水に対して安全となる。

(2) 代替案 No. F_I.2 および F_S.2
(遊水地の建設+部分的河川改修案)

前掲の表 R 8.10 に示すとおり、河川の全川改修は、多数の移転家屋を必要とするため、社会的影響が大きい。

移転家屋数を少なく抑えるためには、部分的河川改修と遊水地建設の組み合わせることが有効であると考えられる。

部分的河川改修の詳細は前掲の表 R 8.8 に示すとおりであり、部分的河川改修に必要な構造物の規模は河川改修の計画規模によらず同一である。

代替案 No. F_I.2 および F_S.2 の実施に必要な土地収用面積と、提案された遊水地の貯水容量は下表に示すとおり。

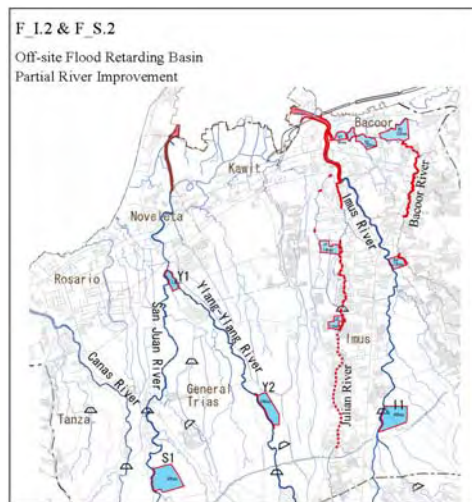


表 R 8.11 代替案 F_I.2 および F_S.2 における土地収用面積および遊水地の貯水容量

河川流域	河川	遊水地記号	計画規模毎の土地収用面積(ha)				計画規模毎の貯水容量(x 10 ⁶ m ³)			
			2年	5年	10年	20年	2年	5年	10年	20年
Imus (F_I.2)	Imus	I1	25	36	45	62	1.15	1.76	1.97	3.03
	Bacoor	B1~B3	62	N/A-2	N/A-2	N/A-2	0.61	N/A-2	N/A-2	N/A-2
	Bacoor	B4	15	N/A-1	N/A-1	N/A-1	0.51	N/A-1	N/A-1	N/A-1
	Julian (Left Tributary)	J1	7	16	N/A-1	N/A-1	0.26	0.34	N/A-1	N/A-1
	Julain	J2	11	13	N/A-1	N/A-1	0.45	0.50	N/A-1	N/A-1
San Juan (F_S.2)	San Juan	S1	19	24	45	58	1.00	1.31	2.18	2.32
	Ylang-Ylang	Y1	5	13	13	13	0.28	0.60	0.66	0.72
	Ylang-Ylang	Y2	9	16	26	32	0.50	0.83	1.28	1.74

注:

N/A-1: 利用可能な土地の面積が必要な遊水地面積より小さいため、遊水地案は適用不可。

N/A-2: 河川洪水が遊水地計画地より上流で発生してしまうため、遊水地案は適用不可。

遊水地の建設に必要な移転家屋数は、2003年にJICAにより実施されたCALA調査において撮影された航空写真に基づき見積った。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の内訳は下表に示すとおり。

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)

河川流域	河川	遊水地記号	遊水地建設に伴う計画規模毎の移転家屋数[nos]				部分的河川改修の移転家屋数(*)
			2年	5年	10年	20年	
Imus (F_I.2)	Imus	I1	7	10	10	10	230
	Bacoor	B1~B3	30	N/A-2	N/A-2	N/A-2	
	Bacoor	B4	0	N/A-1	N/A-1	N/A-1	
	Julian (Left Tributary)	J1	1	2	N/A-1	N/A-1	
	Julain	J2	2	3	N/A-1	N/A-1	
San Juan (F_S.2)	San Juan	S1	3	3	4	4	60
	Ylang-Ylang	Y1	8	8	8	8	
	Ylang-Ylang	Y2	0	2	2	4	

注: (*) 部分的河川改修の実施に必要な移転家屋数は表 R 8.8 に示すとおり、全計画規模で同数。

N/A-1: 利用可能な土地の面積が必要な遊水地面積より小さいため、遊水地案は適用不可。

N/A-2: 河川洪水が遊水地計画地より上流で発生してしまうため、遊水地案は適用不可。

代替案 F_I.2 では、河川が部分的にしか改修されないため河川の流下能力が十分確保されず、Bacoor 川流域は 2 年確率以下、Julian 川流域は 5 年確率以下の河川洪水に対してしか安全度が確保されない。河川の全川改修が実施されない限り、いくら大規模な遊水地を建設しようとも、代替案 F_I.2 では上記の計画規模を超える河川洪水に対し Bacoor 川流域および Julian 川流域における安全を確保することはできない。

(3) 代替案 No. F_I.3 - 防災調整池あり -
(遊水地の建設+部分的河川改修+防災調整池案)

移転家屋数を少なく抑えることに加え、上記の遊水地の土地収用面積および構造物の規模を縮小するためには、防災調整池の洪水軽減効果を考慮に入れることが有効であると考えられる。

Imus 川流域における河川洪水対策案として、遊水地の建設と部分的河川改修との組合せに加えて防災調整池を組合せる案を代替案 No.F_I.3 と定義する。

代替案 No.F_I.3 には、前掲の表 R 8.8 に示す Imus 川の区間 IA、BA、BB および JA における部分的河川改修が含まれる。部分的河川改修に必要な構造物の規模は河川改修の計画規模によらず同一である。

遊水地および防災調整池の主要な仕様は表 R 8.13 および表 R 8.14 に示すとおり。

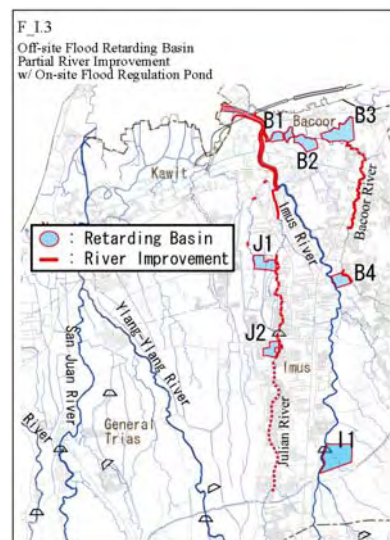


表 R 8.13 防災調整池の必要総貯水容量

項目	想定値
防災調整池を伴う総土地開発面積	3,969 ha
防災調整池数	497
防災調整池の総貯水面積	119 ha
防災調整池の必要総貯水容量	$3.57 \times 10^6 \text{ m}^3$

注: - 防災調整池の構造物寸法はいずれの計画規模においても同一である。防災調整池は土地開発地域からの 20 年確率以下の出水に対して、ピーク流出量を軽減できる。(8.1.2-(4)参照)
- 上表の想定値は Imus 川流域および San Juan 川流域内の想定値を含み、Canas 川流域内は含まない。

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

河川流域	河川	遊水地記号	土地収用面積 (ha)				貯水容量 ($\times 10^6 \text{ m}^3$)			
			2年	5年	10年	20年	2年	5年	10年	20年
Imus (F_I.3)	Imus	I1	-	34	40	56	-	1.54	1.72	1.92
	Bacoor	B1~B3	62	N/A-2	N/A-2	N/A-2	0.39	N/A-2	N/A-2	N/A-2
	Bacoor	B4	12	N/A-1	N/A-1	N/A-1	0.45	N/A-1	N/A-1	N/A-1
	Julian (Left Tributary)	J1	-	9	N/A-1	N/A-1	-	0.31	N/A-1	N/A-1
	Julian	J2	-	12	N/A-1	N/A-1	-	0.48	N/A-1	N/A-1

注: N/A-1: 利用可能な土地の面積が必要な遊水地面積より小さいため、遊水地案は適用不可。
N/A-2: 河川洪水が遊水地計画地より上流で発生してしまうため、遊水地案は適用不可。

代替案 F_I.3 における遊水地の建設に必要な移転家屋数は、2003 年に JICA により実施された CALA 調査において撮影された航空写真に基づき見積った。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の内訳は下表に示すとおり。

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）

河川流域	河川	遊水地記号	遊水地建設に伴う計画規模毎の移転家屋数[nos]				部分的河川改修の移転家屋数(*)
			2年	5年	10年	20年	
Imus (F_I.3)	Imus	I1	-	10	10	10	230
	Bacoor	B1~B3	30	N/A-2	N/A-2	N/A-2	
	Bacoor	B4	0	N/A-1	N/A-1	N/A-1	
	Julian (Left Tributary)	J1	-	2	N/A-1	N/A-1	
	Julian	J2	-	3	N/A-1	N/A-1	

注: (*) 部分的河川改修の実施に必要な移転家屋数は表 R 8.8 に示すとおり、全計画規模で同数。

N/A-1: 利用可能な土地の面積が必要な遊水面積より小さいため、遊水地案は適用不可。

N/A-2: 河川洪水が遊水地計画地より上流で発生してしまうため、遊水地案は適用不可。

代替案 F_I.3 は、F_I.2 同様、河川が部分的にしか改修されないため河川の流下能力が十分確保されず、Bacoor 川流域は 2 年確率以下、Julian 川流域は 5 年確率以下の河川洪水に対してしか治水安全度が確保されない。河川の全川改修が実施されない限り、いくら大規模な遊水地を建設しようとも、代替案 F_I.3 では上記の計画規模を超える河川洪水に対し Bacoor 川流域および Julian 川流域における安全を確保することはできない。

(4) 代替案 No. F_S.3（放水路の建設+部分的河川改修案）

San Juan 川流域の河川洪水対策において、土地買収面積を少なく抑えるために、遊水地建設の代わりに、San Juan 放水路の建設と部分的河川改修を組合せることも有効な案の一つであると考えられる。San Juan 川流域における河川洪水対策案として、San Juan 放水路の建設と部分的河川改修とを組合せる案を代替案 No.F_S.3 と定義する。

代替案 No.F_S.3 には、前掲の表 R 8.8 に示す San Juan 川の区間 SA、ならびに図 R.8.1 に示すとおり放水路の分流地点(Sta. 4+800)付近およびその上流域における部分的河川改修が含まれる。

区間 SA における部分的河川改修規模は河川改修の計画規模によらず同一であるが、区間 SA 以外の区間における部分的河川改修規模は図 R.8.1 に示すとおり河川改修の計画規模によって異なる。

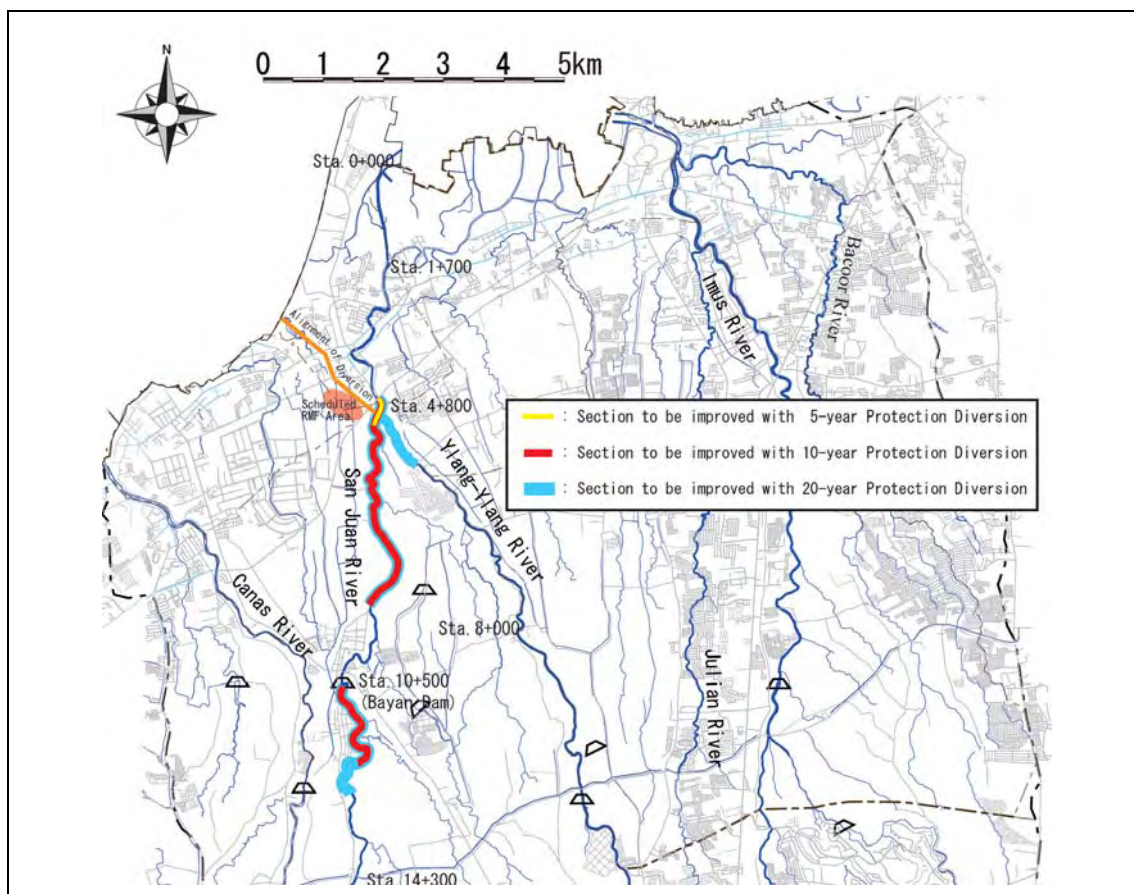


図 R 8.1 San Juan 放水路および部分的河川改修区間 (代替案 F_S.3)

代替案 F_S.3 における放水路および部分的河川改修の主要な仕様、ならびに必要な移転家屋数の内訳は下表に示すとおり。

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

計画規模	放水路		部分的河川改修の設計放流量			移転家屋数[nos]			
	設計放流量	流路幅	San Juan 川		Ylang-Ylang 川	放水路	河川改修		合計
			上流域	区間 SA			上流域	区間 SA	
5 年	270 m ³ /s	70 m	340 m ³ /s	400 m ³ /s	-	105	27	60 ^(*)	192
10 年	480 m ³ /s	80 m	460 m ³ /s		-	135	90		285
20 年	700 m ³ /s	110 m	600 m ³ /s		640 m ³ /s	253	200		513

注: (*) 区間 SA における部分的河川改修の実施に必要な移転家屋数は表 R 8.8 に示すとおり、全計画規模で同数。

(5) 代替案 No. F_S.4

(放水路の建設+遊水地の建設+部分的河川改修案)

San Juan 川流域の河川洪水対策において、移転家屋数を少なく抑えるために、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 3 方策を組合せることが有効であると考えられる。San Juan 川流域における河川洪水対策案として、San Juan 放水路の建設、遊水地の建設、および部分的河川改修とを組合せる案を代替案 No.F_S.4 と定義する。

代替案 No.F_S.4 には、前掲の表 R.8.8 に示す San Juan 川の区間 SA、ならびに図 R.8.1 に示すとおり放水路の分流地点(Sta. 4+800)付近およびその上流域における部分的河川改修が含まれる。区間 SA における部分的河川改修規模は河川改修の計画規模によらず同一であるが、区間 SA 以外の区間における部分的河川改修規模は河川改修の計画規模によって異なる。

本代替案においては、事業費を試算することによって最小事業費となる組合せを選択した。

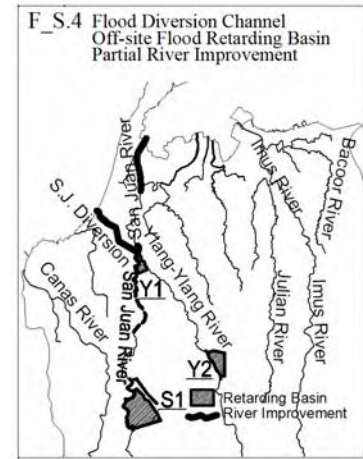


表 R.8.17 San Juan 放水路の建設、遊水地の建設および部分的河川改修の組合せ

計画規模 (生起確率)	San Juan 川における 部分的河川改修の設計放流量		San Juan 放水路		遊水地	
	区間 SA	上流域	設計 放流量	流路 幅	土地収用 面積	貯水量
5 年	460 m ³ /s	335 m ³ /s	200 m ³ /s	60 m	44 ha	1.50 x 10 ⁶ m ³
10 年	460 m ³ /s	460 m ³ /s	250 m ³ /s	70 m	63 ha	2.75 x 10 ⁶ m ³
20 年	460 m ³ /s	590 m ³ /s	300 m ³ /s	75 m	87 ha	4.10 x 10 ⁶ m ³

San Juan 放水路の建設、3 箇所遊水地の建設、および部分的河川改修の組合せから成る代替案 F_S.4 における必要な移転家屋数の内訳は下表に示すとおり。

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)

計画規模 (生起確率)	部分的河川改修		San Juan 放水路	遊水地	合計
	区間 SA	上流域			
5 年	60 ^(*)	17	101	11	189
10 年		27	105	12	204
20 年		40	110	14	224

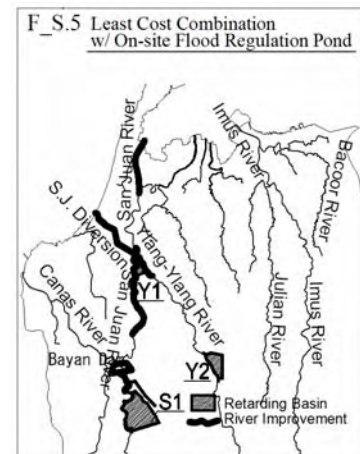
注: (*) 区間 SA における部分的河川改修の実施に必要な移転家屋数は表 R.8.8 に示すとおり、全計画規模で同数。

(6) 代替案 No. F_S.5 - 防災調整池あり -

(放水路の建設+遊水地の建設+部分的河川改修+防災調整池案)

移転家屋数を少なく抑えることに加え、上記の遊水地および放水路の土地収用面積および構造物の規模を縮小するためには、防災調整池の洪水軽減効果を考慮に入れることが有効であると考えられる。

San Juan 川流域における河川洪水対策案として、各計画規模において F_S.2、F_S.3 および F_S.4 の代替案のうち最小事業費と成る組合せを選定し、さらに防災調整池を組合せる案を代替案 No.F_S.5 と定義する。



本代替案においては、事業費を試算することによって最小事業費となる組合せを選択する。防災調整池の主要な仕様は前掲の表 R 8.17 に示すとおり。

代替案 No.F_I.5 において検討する、その他の構造物の主要な仕様は下表に示すとおり。

表 R 8.19 代替案 F_S.5 における主要な構造物の仕様（防災調整池は除く）

計画規模 (生起確率)	代替案	部分的河川改修		San Juan 放水路		遊水地	
		区間	設計放流量	設計放流量	流路幅	土地収容面積	貯水量
5 年	F_S.2	SA	460 m ³ /s	-	-	46 ha	2.37 x10 ⁶ m ³
	F_S.3	SA SB,SC	460 m ³ /s 315 m ³ /s	200 m ³ /s	60 m	-	-
	F_S.4	SA	460 m ³ /s	150 m ³ /s	55 m	27 ha	1.42 x10 ⁶ m ³
10 年	F_S.2	SA	460 m ³ /s	-	-	80 ha	4.20 x10 ⁶ m ³
	F_S.3	SA SB,SC	460 m ³ /s 435 m ³ /s	430 m ³ /s	75 m	-	-
	F_S.4	SA	460 m ³ /s	250 m ³ /s	70m	44 ha	2.33 x10 ⁶ m ³
20 年	F_S.2	SA	460 m ³ /s	-	-	100 ha	5.28 x10 ⁶ m ³
	F_S.3	SA SB,SC Ylang	460 m ³ /s 580 m ³ /s 580 m ³ /s	670 m ³ /s	100m	-	-
	F_S.4	SA	460 m ³ /s	300 m ³ /s	75m	72 ha	3.83 x10 ⁶ m ³

表 R 8.20 代替案 F_S.5 における必要家屋移転数

計画規模 (生起確率)	代替基本案	部分的河川改修	San Juan 放水路	遊水地	合計
5 年	F_S.2	60	-	11	71
	F_S.3	85 (60+25)	100	-	185
	F_S.4	66 (60+6)	100	11	177
10 年	F_S.2	60	-	14	74
	F_S.3	145 (60+85)	135	-	280
	F_S.4	87 (60+27)	105	11	203
20 年	F_S.2	60	-	15	75
	F_S.3	260 (60+200)	250	-	510
	F_S.4	100 (60+40)	110	13	223

8.2 内水排除対策のための施設計画

8.2.1 最大計画規模

内水氾濫に対する排除対策の検討対象範囲は、調査対象地域内の Bacoor、Kawit、Noveleta、および Rosario の各ムニシパリティ、General Trias・Imus の北部、ならびに Canas 川沿いの Tanza の一部を含む住宅および商業施設が密集するローランドエリアとする。

既存の排水路はこの人口密集地域を流れており、生起確率 2 年以下の降雨による出水に対してさえも対処できない程の非常に小さな流下能力しか有していない。

構造物による内水排除対策計画における最重要課題は、既存の排水路の改修や新規排水路建設のための用地の確保である。

既存の排水路の改修及び新規の排水幹線建設に伴う必要家屋移転数は、次項の 8.2.2 (2) に記述するとおり、計画規模 2 年確率では 185 軒であるが、計画規模 5 年確率では 475 軒に急増する。

このような計画規模 5 年確率における移転家屋数の急増は、図 R 8.2 に示すように、新規の排水路の建設に伴い道路沿いのほぼすべての家屋を移転させる必要がある事に起因している。したがって、提案する排水網を計画規模 5 年確率で改修する事は実質的に困難であると考えられる。

さらに、排水路の改修のみによって内水排除対策を行うには、2年確率の整備規模であっても4,362百万円以上の事業費が必要であり（完全に排水させる場合）、このような高額な事業費による事業の実現性は低いと考えられる。（8.2.3節参照）

上記のような背景のもと、本計画において検討すべき最大計画規模は2年確率とし、更に洪水湛水のある程度許容した上での計画も考慮することとした（湛水を許容しないものを完全排水排除案、許容するものを浸水許容案とする）。

上記の考えを基本とし、最大計画規模（2年）の範囲内で種々の内水排除対策手法について検討し、事業費と内水排除効果の面から最も優先度の高い対策の組合せを提案し選定する。

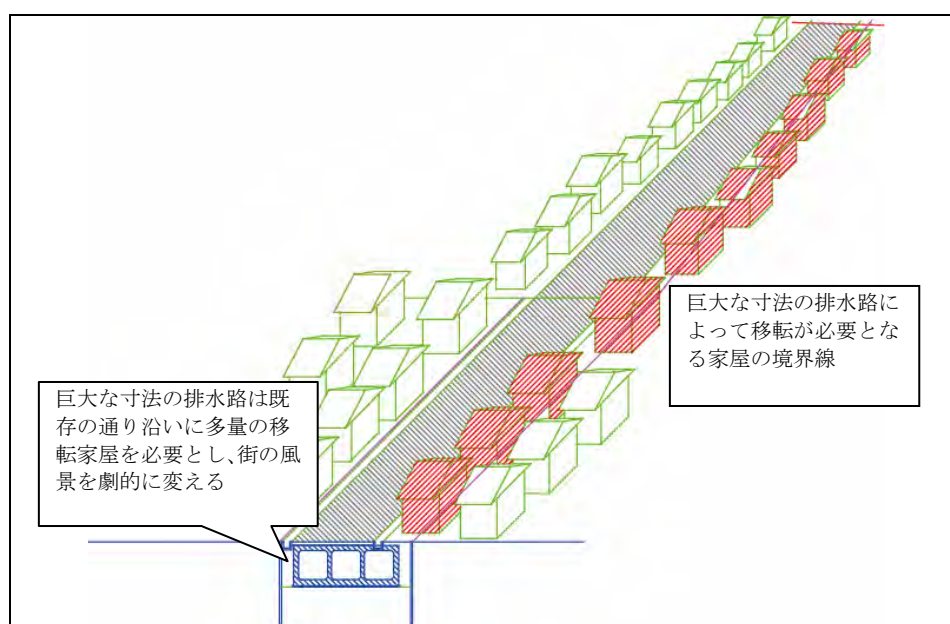


図 R 8.2 家屋移転を必要とする排水改善方法

8.2.2 適応可能な内水排除対策

内水排除対策は、台風などによる激しい降雨や、高潮の影響により生じた内水氾濫の時間、範囲、および水深を減少させることを目的とする。

検討対象地域において適応可能な内水排除対策については、洪水解析結果、現場踏査、現地住民および関係政府機関に対するインタビュー調査、入手可能な地形図および航空写真に基づき検討され、以下の施設が検討対象施設として抽出された。

(1) 海岸堤（防潮堤）

海岸沿いには高潮時の潮位よりも低い地盤高を有する地域がある。このような地域では、降雨のない際においても潮位による浸水被害が発生している。高潮位時に高強度の降雨があれば浸水被害はさらに深刻なものとなる。

このような潮位の影響によってもたらされる浸水被害を軽減するため、高潮時の潮位よりも低い地盤高を有する地域の海岸線沿いに、表 R 8.21 および図 8.10 に示す線形で潮の侵入を防ぐための海岸堤を計画する。

表 R 8.21 ローランドエリアにおいて計画される海岸堤

番号	海岸堤記号	保護対象地域	延長	堤防の構造
Coastal Dike-1	CD-1	Kawit	0.5 km	盛土堤防
Coastal Dike-2	CD-2	Kawit	1.5 km	盛土堤防
Coastal Dike-3	CD-3	Kawit	2.1 km	盛土堤防
Coastal Dike-4	CD-4	Noveleta	3.2 km	盛土堤防
Coastal Dike-5	CD-5	Rosario	4.2 km	コンクリート堤防
Coastal Dike-6	CD-6	Rosario	0.5 km	コンクリートパラペット
Coastal Dike-7	CD-7	Tanza	0.5 km	コンクリート堤防
合計			12.5 km	-

海岸堤の天端標高は、以下に列挙する理由によりマニラの South Harbor 観測点において2006年10月に観測された既往最高潮位(EL+1.41m)に1.0mの余裕高を加えたEL+2.41mとする。

- 最高満潮位の平均値(EL+0.80m)と既往最高潮位(EL+1.41m)の差がそれほど大きくないため、生起確率洪水にしても既往最高水位対応としても高さ大きな差は生じない。
- 比較的高さの高い海岸堤を設置できる非居住地域が未だ残っている。
- 圧密沈下による地盤沈下または温暖化による海面上昇等により、海岸堤は将来的に嵩上げする必要があるため、将来、また議論される必要がある。このような状況下においては、海岸堤の天端標高は経済的および社会的に許容できる範囲にしておくべきである。
- インタビュー調査結果によると住民は高さの高い海岸堤を望んでいる。

(2) 防潮ゲート、既存排水路の改修、幹線排水路の新設、インターセプター

海岸沿いのいくつかの地域では、潮位の背水効果により高潮時の雨水排水が困難となっている。このような状況を改善するため、主要な排水路の出口に防潮ゲートを設置する。防潮ゲートとは、高潮時には海から排水路内への水の逆流を防ぐため閉とし、潮位が低下するとともに開放して排水路から海への排水を促すものである。

一方、効果的な排水を行える既存の排水路幹線が存在しないような地域では、排水路を新設する必要がある。

同時に、主要幹線排水路によって雨水が効果的に集水できない場合には、海岸線沿いもしくは Diversion 国道沿いにインターセプターを計画する。インターセプターは、図 R 8.3 に示すように集水した雨水を主要幹線排水路に排水するものである。

提案した、防潮ゲート、既存排水路の改修、幹線排水路の新設、およびインターセプターの配置は図 8.10 及び 8.11 が妥当であり、仕様は表 8.1 に示すとおりである。

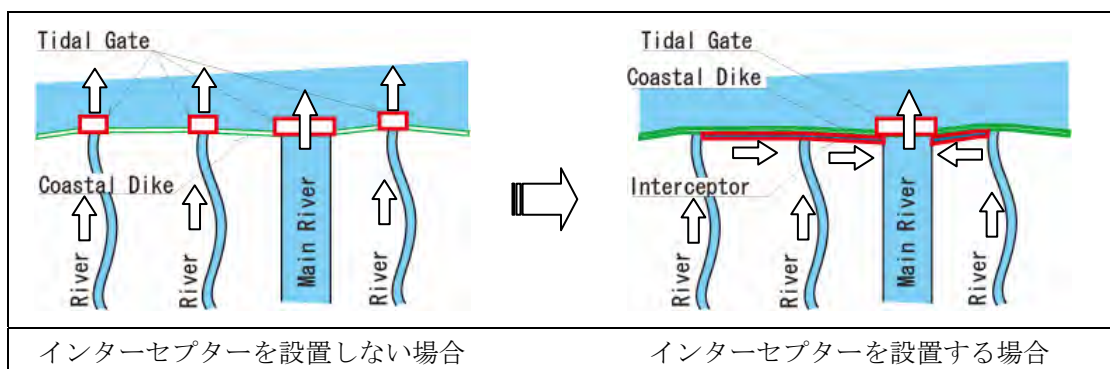


図 R 8.3 インターセプターを利用した内水排水システムの概要

表 8.1 には、計画規模 2 年確率および 5 年確率における必要家屋移転数を示した。表中に示すとおり、5 年確率の計画規模における家屋移転数 475 軒は、2 年確率の計画規模における家屋移転数 185 軒を大きく上回っている。5 年確率が計画規模として選定された場合、特に新設の排水路の建設には道路沿いのほぼ全家屋の移転を必要とすることになり、深刻な社会的影響を与えることになる。このような大規模の家屋移転を避けるために、2 年確率を計画規模として採用した。

(3) 輪中堤

DPWH および Kawat (Kaingen, Poblacion, Wakas 1& 2, Gahak-Maruas の各バラングイを含む) から輪中堤の建設を検討項目に含むよう要請があった。これらの地域における地盤標高は EL.0m から EL.1m の間と著しく低く、潮位の影響による海水の浸入や、Tirona 排水路の溢水による被害を受けている。輪中堤の建設とともに、雨水を一時的に貯留するための内水調整池の建設も必要である。

輪中堤の平面線形は図 8.11 に示すとおりである。輪中堤建設案は、上述した海岸堤と目的が同じであるが、輪中堤の場合、防御される地区全体を堤防で囲むこととなるため、海岸堤案と比較し、防潮ゲートの設置数を減らす事が可能となるが、海岸堤よりも長い距離の堤防建設工事が必要となり、下表に示すとおり家屋移転と土地収用が増となる。

このように、輪中堤建設案は、防潮ゲートと海岸堤の組合せ案との比較検討案となる。

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

防護対象エリア (ムニシパリティ名)	移転家屋数	
	海岸堤のみ	海岸堤+輪中堤
Kawit	80	300
Noveleta	20	20
Rosario	40	40
Tanza	0	0
合計	140	360

(4) フラップゲート

Imus 川、San Juan 川、および Canas 川の河口区間では、いくつかの既存の排水路が直接接続されている。これらの既存排水路は、高潮位時における河川からの背水の影響で、雨水排水機能を十分に発揮できない状況にある。このような状況を解決するために、表 R 8.23 および図 8.10 及び 8.11 に示す位置にフラップゲートを計画する。フラップゲートの効果を模式図 R 8.4 に示す。

表 R 8.23 河口区間において計画されるフラップゲート

対象排水地域	ゲート数およびゲート設置位置
Rosario	<ul style="list-style-type: none"> フラップゲート 4 箇所、Canas 川右岸 フラップゲート 1 箇所、Dr-9 左岸 (Malimango 排水路)
Noveleta	<ul style="list-style-type: none"> フラップゲート 1 箇所、San Juan 川左岸
Kawit (Alt.1: 海岸堤案)	<ul style="list-style-type: none"> フラップゲート 1 箇所、San Juan 川支流
Kawit (Alt. 2: 輪中堤案)	<ul style="list-style-type: none"> フラップゲート 2 箇所、San Juan 川支流 (Alt.1 のフラップゲートが別途必要)
Bacoor	<ul style="list-style-type: none"> フラップゲート 4 箇所、Imus 川 フラップゲート 4 箇所、Bacoor 川
Tanza	<ul style="list-style-type: none"> フラップゲート 1 箇所、Canas 川左岸

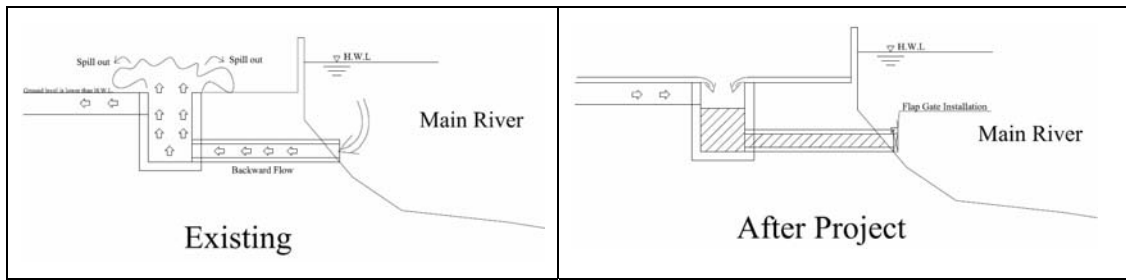


図 R 8.4 高水位時のフラップゲートの効果の模式図

(5) 内水調整池

内水調整池は、対象排水エリアの雨水を一時的に貯留し、排水路における雨水流下阻害要因を減少させ、対象地域における内水氾濫面積と深さを軽減することを目的としている。内水排除対策の一環として、下表に示す6箇所の内水調整池の建設を提案した。

表 R 8.24 内水調整池建設候補地

内水調整池に接続する排水路	ムニシパリティ	内水調整池記号*	利用可能面積	利用可能水深
Tirona	Kawit	K1	4 ha	2.0m
Panamitan	Imus	P1	25 ha	2.0m
Malamok	Imus	M1	11 ha	1.0m
Malamok	Imus	M2	33 ha	1.0m
EPZA	Rosario	E1	5 ha	2.0m
EPZA	General Trias	E2	19 ha	1.5m

注: *)遊水地および内水調整池の記号はその位置は図 8.8、図 8.10、8.11 に示すとおり。

提案した内水調整池には、以下の2タイプがある。

(a) **Diversion 道路南側の内水調整池**

調査対象地域内にローランドエリアを東西に貫いている「Rosario-Noveleta-Kawit Diversion 道路」(以下、「Diversion 道路」と呼ぶ)という道路があり、この道路は、道路南側の降雨が北側の海岸地域に流下するのを一時的に貯留するいわば緩衝部の役割を果たすものと考えられる。Diversion 道路は、このように海岸沿いのローランドエリアにおける内水氾濫被害を軽減する一方、道路沿い南側の地域に浸水被害をもたらしている。

このような内水氾濫状況を改善するために、Kawit および General Trias 内の Diversion 道路南側に4箇所の内水調整池を計画した。

(b) **Diversion 道路北側の内水調整池**

Diversion 道路北側は、海岸線と Diversion 道路に挟まれた低平地であり、集中的な降雨により容易に内水氾濫を発生する。雨水を一時知的に貯留して内水氾濫面積と深さを軽減するために、2箇所の内水調整池を計画した。

8.2.3 内水排除計画の代替案

内水氾濫に対する内水排除計画の代替案は、上記の適応可能な内水排除対策を組合せることにより立案するものとする。立案した代替案は下表に示すとおり。

表 R 8.25 内水排除計画の代替案

Alt. No.	対象排水地域 (ムニパ ^o リテイ)	適応可能な内水排除対策						
		海岸堤	防潮 ゲート	インター セプター	新設幹線 排水路	河川沿い フラップ ゲート	輪中堤	内水 調整池
D-1	Tanza	●	●	-	-	●	-	-
	Rosario	●	●	●	●	●	-	-
	Noveleta	●	●	-	-	●	-	-
	Kawit	●	●	-	-	●	-	●
	General Trias	-	-	-	-	-	-	●
	Bacoor	-	●	-	-	●	-	●
D-2	Tanza	●	●	-	-	●	-	-
	Rosario	●	●	●	●	●	-	-
	Noveleta	●	●	-	-	●	-	-
	Kawit	-	-	-	-	●	●	●
	General Trias	-	-	-	-	-	-	●
	Bacoor	-	●	-	-	●	-	●

注: 代替案 Alt.D-1 および Alt.D-2 間の相違は Kawit における対策案の違い(海岸堤+防潮ゲートのみ、もしくは、輪中堤のみ)のみ。

上述した各構造物対策組み合わせの 2 つの代替案の大きな相違点は、Kawit に輪中堤を建設するのか、防潮堤を建設するのか、という点である。

内水排除計画の代替案の検討ケースとしては、防災調整池を建設する／しない場合、さらに、完全に内水排除する／ある程度の浸水を許容する場合、という条件を考慮して、下表にまとめるとおりとした。

表 R 8.26 内水排除計画の代替案の検討ケース

防護レベル	内水排除計画の代替案			
	防災調整池を建設する		防災調整池を建設しない	
完全に内水排除する	D-1	D-2	D-1	D-2
軽度の浸水を許容する	D-1	D-2	D-1	D-2

各検討ケースにおいて計画する構造物の主な仕様は、図 8.10 と 8.11 として完全内水排除施設配置案、図 8.12 と 8.13 に浸水許容施設配置案を示す。また、各施設の諸元を表 8.2 から表 8.5 に示す。

(1) 内水排除対策 - 防災調整池あり -

防災調整池の建設を前提とした内水排除対策に必要な移転家屋数および土地収用面積は下表に示すとおりである。

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（防災調整池あり）

項目	内水排除対策代替案（防災調整池あり）							
	完全に内水排除する（2年確率）				軽度の浸水を許容する（2年確率）			
補償内容	移転家屋数		土地収用面積		移転家屋数		土地収用面積	
代替案番号	D-1	D-2	D-1	D-2	D-1	D-2	D-1	D-2
既存排水路改修	156	156	1.6 ha	1.6 ha	30	30	1.8 ha	1.8 ha
幹線排水路新設	14	14	1.0 ha	1.0 ha	2	2	0.8 ha	0.8 ha
インターセプター	14	14	1.5 ha	1.5 ha	10	10	1.0 ha	1.0 ha
内水調整池	1	1	52.0 ha	52.0 ha	1	1	52.0 ha	52.0 ha
海岸堤	138	138	19.5 ha	19.5 ha	78	78	7.7 ha	7.7 ha
輪中堤	0	220	0.0 ha	8.6 ha	0	220	0.0 ha	8.6 ha
フラップゲート、およびその他	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	323	543	75.6 ha	84.2 ha	121	341	63.3ha	71.9ha

注： 移転家屋数の単位は [軒]

(2) 内水排除対策 - 防災調整池なし -

防災調整池の建設を前提としない内水排除対策に必要な移転家屋数および土地収用面積は下表に示すとおりである。

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（防災調整池なし）

項目	内水排除対策代替案（防災調整池なし）							
	完全に内水排除する（2年確率）				軽度の浸水を許容する（2年確率）			
補償内容	移転家屋数		土地収用面積		移転家屋数		土地収用面積	
代替案番号	D-1	D-2	D-1	D-2	D-1	D-2	D-1	D-2
既存排水路改修	156	156	1.6 ha	1.6 ha	30	30	1.8 ha	1.8 ha
幹線排水路新設	14	14	1.0 ha	1.0 ha	2	2	0.8 ha	0.8 ha
インターセプター	14	14	1.5 ha	1.5 ha	10	10	1.0 ha	1.0 ha
内水調整池	1	1	61.0 ha	61.0 ha	1	1	61.0 ha	61.0 ha
海岸堤	138	138	19.5 ha	19.5 ha	78	78	7.7 ha	7.7 ha
輪中堤	0	220	0.0 ha	8.6 ha	0	220	0.0 ha	8.6 ha
フラップゲート、およびその他	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	323	543	84.6 ha	93.2 ha	121	341	72.3ha	80.9ha

注： 移転家屋数の単位は [軒]

8.3 施設の概略設計

図 5.12 から図 5.13 に示した河川基本高水流量配分図、図 8.14 から 8.17 に示す遊水地及び放水路を配置した場合の河川流量配分計画図及び図 8.18 に示した内水流量配分図に従い、各洪水軽減対策における施設計画の代替案の比較検討を行った結果、以下に列挙する施設の建設を提案した。また、これらの構造物の実施設計時には、身体障害者や女性・子供に配慮したデザイン（緩勾配の階段・坂路の設置、手摺等）を積極的に採用すべきある。

- (1) 河川改修
- (2) 遊水地、内水調整池、防災調整池
- (3) San Juan 放水路
- (4) 排水路改修
- (5) 防潮ゲートと海岸堤
- (6) 新規幹線排水路とインターセプター

(7) フラップゲート等、その他の施設

8.3.1 河川改修

河川改修の設計における基本諸元は下表のとおりである。

表 R 8.29 河川改修設計基本諸元

項目	設計値				
	川	排水路 (開水路)	排水路 (ボックスカルバート /コンクリート水路)	放水路	海岸堤/ 防潮ゲート
粗度係数	0.030	0.030	0.025	0.025	-
設計海水位*1	EL+0.80m				EL+1.41
余裕高 (m)					1.0m
*設計高水位<後背地標高	0~0.6m	0~0.3m	0~0.2m	0.6m	
*設計高水位>後背地標高	ガイドライン*2に従う			1.0m	

注：*1: 下図参照

*2: ガイドライン： Criteria and Standards for Department Public Works and Highways, Volumes I and II

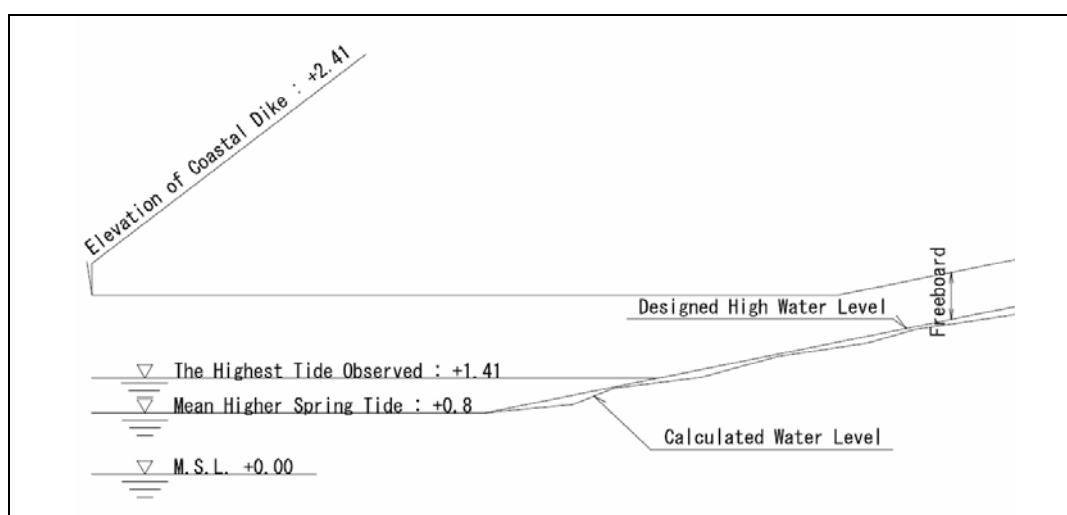


図 R 8.5 河川改修設計における海水位

(1) Imus 川流域

Imus 川流域の河川改修対象内容は、採択される代替案と設計規模（生起確率）別の、既存の流路の拡張、河床の掘り下げ、および浚渫、ならびに遊水地建設である。

Imus 川の設計改修縦断面図および標準改修横断面図は図 8.20 および図 8.21 に、Bacoor 川の改修横断面図は図 8.22 に、Julina 川の縦断面図は図 8.23 に示すとおりである。

Imus 川流域の改修における主要な工事数量は表 R 8.30 に示すとおりである。

表 R 8.30 Imus 川流域河川改修における概略工事量

工種	単位	部分改修			全川改修		
		Imus 川	Bacoor 川	Julian 川	Imus 川 5年確率	Bacoor 川 2年確率	Julian 川 5年確率
準備工/仮設工事	L.S.	1	1	1	1	1	1
土工							
浚渫	m ³	120,000	121,000		150,000	121,000	
盛土	m ³	95,000	310,000	50,000	95,000	310,000	73,800
掘削	m ³	16,000	73,000	150,000	20,000	215,000	223,200
土砂運搬(2-5km)	m ³	25,000	116,000		25,000	26,000	
護岸工							
コンクリートブロック	m ³	10,000			10,000		
ジオテキスタイル	m ²	42,000			42,000		
練石積み(1:0.5)	m ³		3,450	9,667		3,450	21,708
練石積み(1:2.0)	m ³		1,350			1,350	
道路工							
海岸道路(幅=12m)	m	1,350			1,350		
維持管理用道路(幅=3m)	m	2,000	8,000		2,000	24,000	
矢板工							
コーピングおよびパラペット 壁	m ³		1,800	350		12,000	3,360
鉄筋	kg		180,000			1,200,000	336,000
鋼矢板 III 型	m		24,688	14,496		180,000	85,200
パラペット壁工(総延長 L=3,200m)							
掘削					50,000		
壁用コンクリート	m ³	2,720		1,650	8,160		
鉄筋	kg	272,000			816,000		
均しコンクリート	m ³	384			1,152		
杭製作	m	11,200		5,000	33,600		
杭打込み	m	11,200		5,000	33,600		
橋梁移設工	m ²		900		3,600	6,620	640
家屋移転	Nos	90	60	50	400	250	250
土地収用							
養魚池	m ²	0	30,000		0	30,000	
河川沿い	m ²	9,000	9,600	5,000	60,000	46,000	25,000

Note: 全川改修の数量は2年5年10年20年で各々異なるが参考値として上記の数量を示している。

(2) San Juan 川流域

San Juan 川流域の河川改修対象内容は、採択される代替案と設計規模(生起確率)別の、既存の流路の拡張、河床の掘り下げ、および浚渫、ならびに遊水地建設、放水路建設である。San Juan 川の設計改修縦断面図および標準改修横断面図は図 8.23 および図 8.24 に示すとおりである。

表 R 8.31 San Juan 川流域河川改修における概略工事量

工種	単位	部分改修	全川改修 (5年確率)
準備工/仮設工事	L.S.	1	1
土工			
浚渫	m ³	191000	250000
盛土	m ³	64000	70000
掘削	m ³		345000
土砂運搬(2-5km)	m ³	127000	127000
護岸工			
コンクリートブロック	m ³	19700	19700
ジオテキスタイル	m ²	100000	100000
練石積み(1:0.5)-1	m ³	1000	13020
維持管理用道路(幅=3m)	m	4000	4000
橋梁移設工	m ²	420	2,356
家屋移転	Nos	60	250
土地収用			
河川沿い	m ²		30000
その他(洪水氾濫域およびマングローブ)		85000	85000

Note: 全川改修の数量は2年5年10年20年で各々異なるが参考値として上記の数量を示している。

8.3.2 遊水地および内水調整池

遊水地および内水調整池は、降雨による出水の一部を一時的に貯留し、流出量のピーク値を低減するための洪水対策施設である。

(1) 基本設計条件

遊水地および内水調整に共通する設計条件は以下のとおりである。

- 各施設が水理的に洪水調節機能を有するよう設計する。
- 施設の計画位置は河川に隣接する未利用地もしくは農地とし、河川洪水や内水氾濫が頻発する場所とする。
- 遊水地および調整池は周囲堤・囲繞堤で囲まれる。周囲堤・囲繞堤天端標高は、堤防天端から越水が生じないように、周辺の地盤高以上、かつ隣接する河川の河岸高以上とする。
- 遊水地および調整池内の最高水位に対する周囲堤・囲繞堤天端高の余裕高は、0.6m 以上とする。
- 施工性と維持管理用の天端道路の幅を考慮し、天端幅は 3.0m 以上とし、舗装する。
- 周囲堤・囲繞堤の法面勾配は斜面の安定を考慮し、両側とも少なくとも 1:2 以上とする。
- 越流堰の型式は、誤操作を防ぐため、および維持管理を簡易にするために、横越流方式、ゲートなしタイプとする。
- 越流堰は河川を中心線形に平行とし、越流堰上における流れが河川遊水地および調整池間で双方向に自由越流となるように設計する。
- 越流量は下式により計算する。

$$Q = CBh_1^k \left[1 - \left(\frac{h_2}{h_1} \right)^k \right]^{0.385}$$

ここに、

C	:	越流係数 (=1.838 m ^{1/2} /s)
B	:	越流幅 (m)
k	:	指数係数 (=1.5)
h_1	:	堰天端を基準とする上流側越流水深 (m)
h_2	:	下流側水位を基準とする越流水深 (m)

- 各々の遊水地および内水調整池は、下流端に排水用の樋管を有する。排水樋管の敷高は吐出し先の河川底標高より高くなければならない。

遊水地および内水調整池の配置図は、添付の図 8.25 から図 8.28 に示すとおり。越流堰の平面配置の例、ならびに、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は下図に示すとおり。

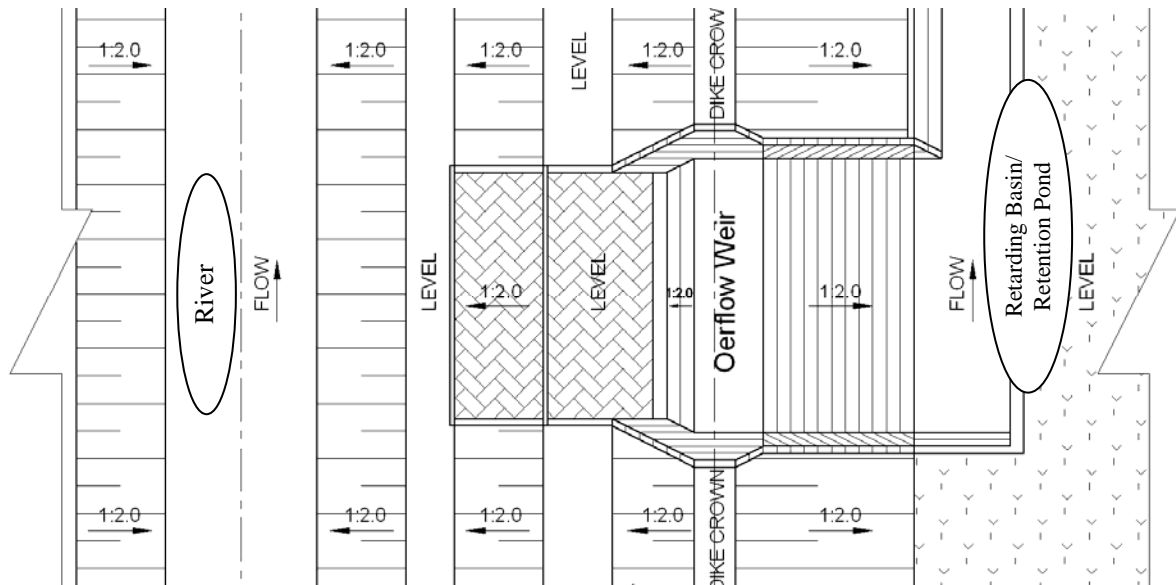


図 R 8.6 遊水地および内水調整池における越流堰の平面配置の一例

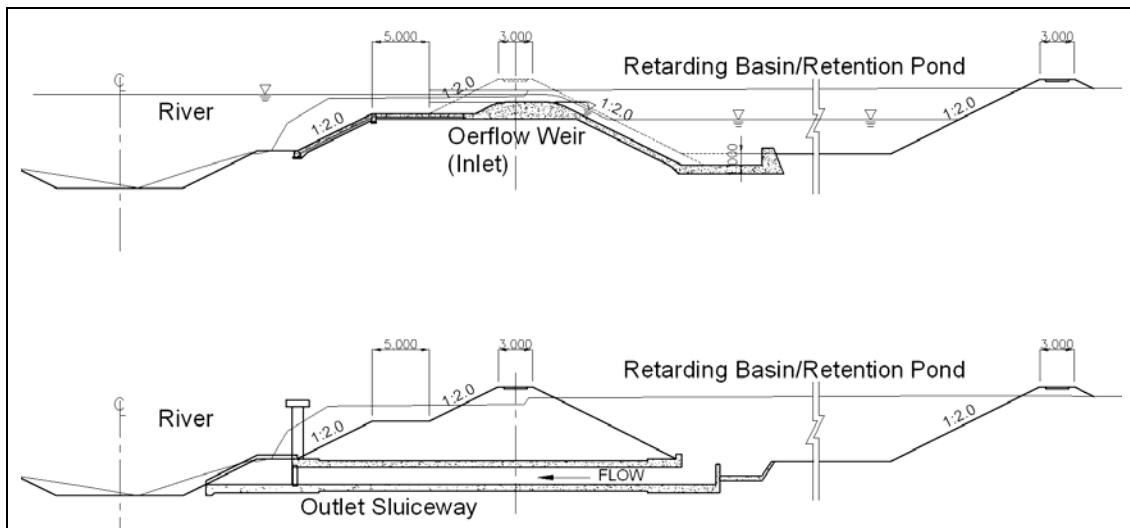


図 R 8.7 遊水地および内水調整池の流入部および排出部の標準断面図

(2) 遊水地

遊水地の総貯水量および越流堰諸元は次のように算定する。

- 各遊水地について、表 R8.2 に示すような取りうる最大限の面積と貯留深度を設定
- 所定のピーク流量をカットできる越流堰幅および堰頂高を MIKE11 の水理計算によってトライアンドエラーで設定
- その際に遊水地に入った水の量をその遊水地の貯水量とする
- その貯水量分を確保できる最小面積を必要遊水地面積として再設定

各遊水地における主要な仕様は以下のとおりである。

表 R 8.32 遊水地の主要仕様

流域	河川	遊水地				周囲堤 天端高 (EL. m)	越流堰	
		遊水地 記号	底部標高 (EL. m)	総貯水量 ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	対象確率 規模		天端高 (EL. m)	越流長 (m)
Imus	Imus	RB-I1	24.5	1.7	10年	32.0	27.8	100
	Bacoor	RB-B1	0.0	0.05	2年	2.7	1.0	40
		RB-B2	0.0	0.1	2年	2.7	1.0	40
		RB-B3	0.0	0.2	2年	2.7	1.0	40
		RB-B4	5.5	0.4	2年	9.5	7.45	25
	Julian	RB-J1L	3.5	0.2	5年	7.5	5.0	50
		RB-J1R	3.5	0.1	5年	7.5	5.5	50
IT-2	RB-J2	12.25	0.5	5年	16.75	14.25	50	
San Juan	San Juan	RB-S1	21.5	2.8	20年	27.5	23.2	200
	Ylang-	RB-Y1	1.5	0.8	20年	6.6	4.7	60
	Ylang	RB-Y2	17.5	1.5	20年	23.5	20.4	150

注： 防災調整池ありの値である

(3) 内水調整池

内水調整池における主要な仕様は以下のとおりである。

表 R 8.33 内水調整池の主要仕様

ムニシパリティ	河川/ 排水路	内水調整池				周囲堤 天端高 (EL. m)	越流堰	
		遊水地 記号	底部 面積 (ha)	底部標高 (EL. m)	総貯水量 ($\times 10^6 \text{ m}^3$)		天端高 (EL. m)	越流長 (m)
Kawit	Panamitan	RB-P1	25	0.6	0.7	4.0	1.6	25
Tanza	Tanza	RB-T1	5	8.0	0.2	12.0	10.0	30
Kawit & Imus	Malamok	RB-M1	11	0.0	0.2	2.7	1.0	40
Imus	Malamok	RB-M2	33	10.0	0.8	13.0	11.0	50
Kawit	Tirona	RB-K1	4	0.0	0.03	2.7	1.0	20
Rosario	Malimango	RB-E1	5	0.0	0.1	2.7	1.0	50
General Trias	Malimango	RB-E2	15	7.5	0.6	12.0	9.0	50

注： 2年確率洪水（防災調整池あり）の場合

8.3.3 防災調整池

防災調整池は、新規に開発する工業団地や大規模住宅開発地の敷地内の下流端に設置される。防災調整池は、降雨による出水の一部を一時的に貯留し、流出量のピーク値を低減するための洪水対策施設である。表 R 8.8 に示した、防災調整池の構造基準によると、防災調整池の主要な仕様は以下のとおりである。

表 R 8.34 防災調整池の主要仕様

項目	仕様	各開発面積による施設規模			
		面積 5ha	面積 20ha	面積 50ha	面積 100ha
池の面積	開発面積の 3%	1,500m ²	6,000m ²	15,000m ²	30,000m ²
有効貯水量	池の面積 x 80% x 3m	3,600m ³	14,400m ³	36,000m ³	72,000m ³
堆砂容量	150m ³ /ha/year	1,125m ³	4,500m ³	11,250m ³	22,500m ³

8.3.4 San Juan 放水路

San Juan 放水路の計画縦断面図および標準断面図は図 8.29 に示すとおりである。（線形は図 8.9 を参照）

8.3.5 排水路改善

排水路改善の内容には、拡張、護岸の嵩上げ、既設護岸の復旧等がある。主要な仕様は以下のとおりである（図 8.18 参照）。

表 R 8.35 排水路改善の主要仕様

排水路	設計排水量(m ³ /s) *1 (2年確率)		摘要
	防災調整池あり	防災調整池なし	
Dr-1	75.8	97.4	排水路改善には内水調整池 M1 および M2 の建設を伴う。
Dr-2	31.3	42.4	排水路改善には内水調整池 M2 の建設を伴う。
Dr-3	15.0	22.1	排水路改善には内水調整池 K1 の建設を伴う。
Dr-5 & 6	39.6	51.3	排水路改善には内水調整池 P1 の建設を伴う。
Dr-7	6.5	6.5	改修不要
Dr-8	16.0	16.0	San Juan 放水路の建設に付随する。
Dr-9	62.6	64.1	排水路改善には内水調整池 E1 および E2 の建設を伴う。
Bacoor-2	10.5	10.5	排水路改善には内水調整池 B1～B3 の建設を伴う。
Bacoor-3	22.4	28.7	排水路改善には内水調整池 B1～B3 の建設を伴う。
CT-1	26.9	41.1	改修不要

注： *1: 最小値

*2: 内水調整池位置と排水量の関係を模式化した図 8.18 を参照

各排水路の改修後の標準断面図は図 8.30 に示した。

8.3.6 海岸堤

海岸堤は、下表に示すとおり完全排水案では 7 区間、浸水許容（部分防御）案では 3 区間に分割され、3 種類（浸水許容案では 1 種類）の型式を有する。

表 R 8.36 ローランドエリアにおける海岸堤

代替案*1	区間名	保護地域	延長	天端標高*2	型式
完全/浸水	Coastal Dike-1	Kawit	0.6 km	EL. 2.41 m+0.1m =2.51m	Type C: 盛土堤防
完全/浸水	Coastal Dike-2	Kawit	1.6 km	EL. 2.41 m+0.1m =2.51m	Type C: 盛土堤防
完全/浸水	Coastal Dike-3	Kawit	1.7 km	EL. 2.41 m+0.1m =2.51m	Type C: 盛土堤防
完全	Coastal Dike-4	Noveleta	3.1 km	EL. 2.41 m+0.1m =2.51m	Type C: 盛土堤防
完全	Coastal Dike-5	Rosario	4.6 km	EL. 2.41 m+0.1m =2.51m	Type A: コンクリート堤防
完全	Coastal Dike-6	Rosario	0.5 km	EL. 2.41 m+0.1m =2.51m	Type B: パラペット壁
完全	Coastal Dike-7	Tanza	0.7 km	EL. 2.41 m+0.1m =2.51m	Type A: コンクリート堤防
	合計	Lowland Area	12.8km	—	—

注 *1: 完全/浸水：両代替案で建設が提案される区間、完全：完全内水排除案時のみ建設される区間

*2: 地球温暖化による海面上昇・圧密沈下量として、0.1m を考慮した（8.3.9 項を参照）

海岸堤の天端標高は、既往最高潮位に対し、通常の高裕高、および地球温暖化による海面上昇として 0.1m を考慮し、EL.2.51m とした。海岸堤の平面配置図および標準横断面図は、添付の図 8.31 に示すとおり。

(1) 海岸堤タイプ A：コンクリート堤防

海岸堤タイプ A の構造は無筋コンクリートもしくはモルタル仕上げの練石積みとし、常時強い波に直接さらされる海岸線沿いに設置するものとする。堤防は、波により生ずる洗掘や波の越流に対して安全な構造とする。

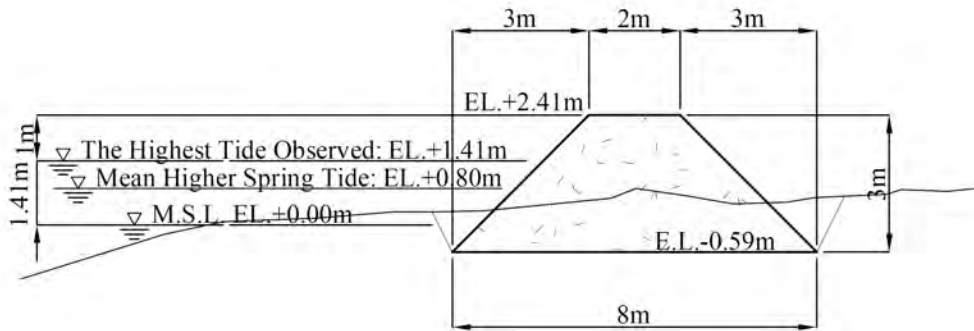


図 R 8.8 海岸堤 Type A (コンクリート堤防) 標準断面図

(2) 海岸堤タイプ B : パラペット壁

海岸堤タイプ B の構造は無筋コンクリートもしくはモルタル仕上げの練石積みによるパラペット壁とし、Canas 川の河口部の用地幅が非常に狭い部分に設置するものとする。堤防は、波により生ずる洗掘や波の越流に対して安全な構造とする。

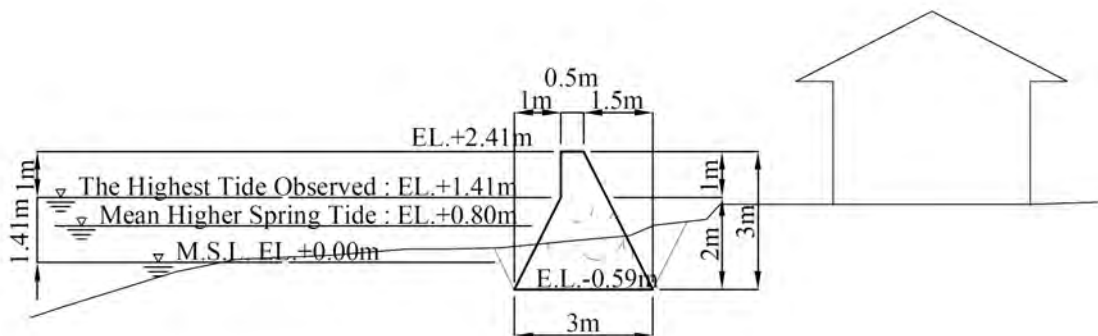


図 R 8.9 海岸堤 Type B (パラペット壁) 標準断面図

(3) 海岸堤タイプ C : 盛土堤防

海岸堤タイプ C の構造は盛土とし、海岸線ではなく、高潮時にのみ水没するような内陸の低平地や養魚池に設置するものとする。堤防の海側は、コンクリートもしくは練石張護岸によるものとし、波により生ずる洗掘に対して安全な構造とする。

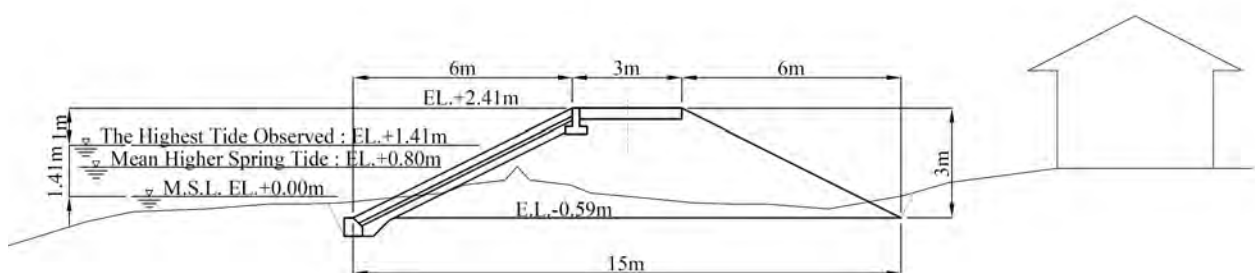


図 R 8.10 海岸堤 Type C (盛土堤防) 標準断面図

8.3.7 防潮ゲートおよびフラップゲート

防潮ゲートは図 8.32 に示すように、幹線排水路および新設幹線排水路の吐出口に、高潮に起因する浸水を軽減するために設置される。さらに、フラップゲートは Imus 川、San Juan 川、および

Canas 川の各河川の河口部に接続する既存排水路の吐出口に設置される。防潮ゲートおよびフラップゲートの標準的な構造は図 8.33 に示すとおりである。

8.3.8 新設排水路およびインターセプター

Bacoor の北部域、Kawit の西部および中央部、Noveleta の中央部、および Rosario の東部を貫いて数本の排水路を新設する。また、Diversion 道路およびそれに平行な道路沿いにインターセプターを設置し、海に向かって平行して流れる小規模な排水路からの排水を集水し、幹線排水路に流す。

これらの施設の型式はボックスカルバートもしくは矩形断面を有するコンクリート水路とし、標準断面図は図 8.34 に示すとおりである。

各排水路の計画位置、および各排水地域は、各々の代替案に従って図 8.10 から図 8.13 に示すとおりである。

8.3.9 地球温暖化に対応するために考慮される提案構造物の対策

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の報告書に記述された調査研究やシナリオによると、地球温暖化による悪影響は本開発調査の目標年度である 2020 年ではまだその影響はどのシナリオも小さいとされている。しかしながら、本開発調査では、2.2.3 項に述べたとおり、洪水軽減の計画策定において地球温暖化にともなう悪影響を考慮に入れる必要がある。基本的な温暖化対策の方針は第 3 巻_気候変動対策に示しているが、ここではマスタープランにおいて建設もしくは設置される構造物の具体的な、海面上昇やピーク降水量の増加といった諸問題に対して対処できうる機能・対策例を以降で紹介する。

(1) 海岸堤／河川堤防／パラペット壁

海岸、河川、および放水路に沿う堤防や洪水防護壁は、設定された計画規模および高潮位における設計洪水レベルに合わせて設計されなければならない。地球温暖化による悪影響と同様に地盤沈下、暴風雨等の現象を鑑みると、構造物の将来的な安全率の漸減、突発的大規模洪水の頻発等を、海岸堤、河川堤防および洪水防護壁の設計時に考慮すべきである。

したがって、図 8.31 に示すとおり、海岸堤、河川堤防およびパラペット壁の構造は、次の条件を満足しなければならない。(1)越流に耐え得る構造でなくてはならない。(2)嵩上げや追加盛り立てが可能な構造でなくてはならない。

(2) 防潮ゲート

防潮ゲートは、内水位が海水面より高い場合には開けられ、内水位が海水面より低いような高潮時には閉じられる。したがって、地球温暖化対策としては、ポンプによる内水排除を可能とするように、ゲートをポンプ搭載型に交換できるように適正な幅で径間割しておくことと部材厚を大きくしておくことが必要である。

(3) 遊水地／内水調整池

遊水地および内水調整池は適切な貯水面積と貯水量を有するように設計される。温暖化対策としては、未利用地に新たな遊水地を建設することが本筋ではあるが、以下の図に示すように、遊水地掘削断面の有効利用または、社会・自然環境に影響を与えない範囲でさらなる掘削による貯水量の増加が可能である。

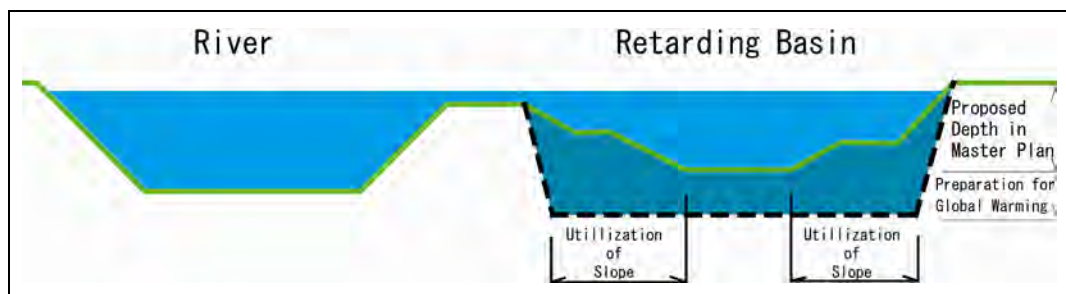


図 R 8.11 地球温暖化に対する遊水地および内水調整池の余裕分貯水量

8.4 事業費積算

8.4.1 事業費積算条件

以下の条件により事業費積算を行うものとする。

(1) 物価水準

物価水準は、2007年10月時点とする。

(2) 予備費(Contingency)

物価上昇、および予備費は以下のとおりとする。

年間物価上昇率 : 現地通貨分は、5.07%
外貨分は、1.95%

予備費 : 工事費、補償費および設計監理費の合計の5%

(3) 為替交換レート

US\$1.00 = JPY114.67 = PHP43.95 (2007年10月末時点)

(4) 補償費

補償費の内訳は家屋移転、および土地収用である。補償費は、カビテ州や州内の各ムニシパリティの公的機関から得られた、課税のための土地価格、Kamanava プロジェクト (内水排除事業) や Pasig-Marikina 川プロジェクト (河川洪水対策事業) 等の JBIC および DPWH 管轄下における、過去および現在の類似事業の家屋移転実績等のデータに基づき設定した。

(5) 監理費

事業の監理費 (事業の監理における事業者支出) は、工事費と補償費の1%とした。

(6) 設計管理費

設計監理費は、詳細設計として工事費の6%、施工監理費として工事費の10%とした。

(7) 税金、その他

工事費と設計監理費の合計の12%を付加価値税その他の費用とした。

マスタープランにおいて提案した事業費の概要を以下に述べる。検討したすべての代替案の支出計画、ならびに、積算および比較評価結果は、Appendix 5 に添付するとおりである。

8.4.2 提案した構造物における特記事項

(1) 各代替案の工事費

8.2 節および 8.3 節で述べた各代替案に対する工事費は、Appendix 5 の Table A.5.C に示すとおり積算した。

(2) 防災調整池の工事費および付帯工事費

表 8.6 および表 8.7 に示すとおり、防災調整池の工事費は、貯水面積 5ha の規模で 7 百万ペソ、貯水面積 20ha の規模で 16 百万ペソである。4 章に記述した土地利用管理によると、許可を受けた新規大規模開発地の平均面積は 8ha とされている。この平均的開発面積 8ha の新規大規模開発地における防災調整池の工事費は、開発地 1 箇所あたり 8.8 百万ペソとなる。

調査対象地域内における市街地の拡張予測では、市街地の占有率は現状の 29.29% (2007 年時点、120.15 km²) から、将来 (2020 年時点、173.97 km²) には 42.7% となるとされて

いる。したがって、2007年から2020年までの間の新規開発面積の予想値は、以下のとおりとなる。

$$2007\text{年}\sim 2020\text{年の新規開発面積} = 173.97\text{ km}^2 - 120.15\text{ km}^2 = 53.82\text{ km}^2$$

以上の条件により、防災調整池の総工事費は以下のとおり算出される。

$$53.82(\text{km}^2) \times 100(\text{ha}/\text{km}^2) / 8(\text{ha}/\text{area} \times 8.8\text{ 百万ペソ}/\text{area}) = 5,920\text{ 百万ペソ}$$

以上の結果、防災調整池の建設を含む代替案 F_I.3 および F_S.5 において、5,920 百万ペソを工事費に加算した。

一方、防災調整池の建設を含まない代替案 F_I.1 および F_I.2、ならびに、F_S.1、F_S.2、F_S.3、および F_S.4 においては、下表に示す別途追加工事費が発生することになる。

表 R 8.37 防災調整池の建設を含まない代替案における追加工事費

代替案のコンセプト	考慮すべき追加工事費項目	
河川の全川改修	ピーク流量の増加に対する費用	新規開発に伴う排水量増加による局地的流出対策として、各開発地において既存の排水路（延長 100m）を深さ 3m の練石積水路として改修する。
下線の部分改修 + 遊水地の建設	必要貯水量の増加に対する費用 ^{*1}	<u>各流域における総工事費</u> Imus 川流域：272 百万ペソ San Juan 川流域：147 百万ペソ その他排水流域：38 百万ペソ
下線の部分改修 + 放水路の建設	必要分流量の増加に対する費用	

注： *1: 貯水量増加分は、防災調整池ありの場合の代替案における貯水量の 10% とした。

防災調整池の建設に関する工事費は、土地開発事業者もしくは土地購入者が負担することとなる。工事費の内訳は下表のとおり。

表 R 8.38 防災調整池の建設に関する負担費用

項目	価格 (ペソ)	摘要
1 開発地あたりの防災調整池建設費用	8,800,000	平均開発面積を 8 ha とする。
売り地面積 1.0m ² あたりの費用	157	8,800,000 / (8ha x 70%)
1 購入者あたりの費用	15,700	100m ² /lot

(3) 代替案 F_S.4 および F_S.5 における放水路と遊水地の最適組合せ

放水路および遊水地の工事費は、各々の規模における効果の度合いにより増減する。

図 8.35 は、遊水地のみでの代替案 (F_S.2)、放水路のみでの代替案 (F_S.3)、およびそれらの組合せの代替案 (F_S.4) の工事費を示している。組合せの代替案における工事費は、表 R8.39 に示すとおりである。

8.4.3 事業費積算結果

(1) 基本工事費および補償費

各洪水軽減計画代替案の基本工事費は、表 R.8.39 および表 R.8.40 に示すとおりである。詳細は、Appendix 5 の Table A.5.C に添付したとおり。

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

代替案 No.	対象河川	基本工事費+補償費 (百万ペソ) ^{*1}			
		2年確率	5年確率	10年確率	20年確率
F_I.1	Imus 川	3158 + 573 + 157 (3889)	3412 + 671 + 157 (4240)	3717 + 849 + 177 (4743)	3777 + 958 + 200 (4935)
F_I.2		1,521 + 729 + 157 (2406)	1590 + 791 + 157 (2538)	1606 + 804 + 177 (2587)	1676 + 868 + 200 (2745)
F_I.3		1,090 + 400 + 2404 (3,894)	1528 + 675 + 2404 (4607)	1543 + 693 + 2404 (4641)	1604 + 741 + 2404 (4749)
F_S.1	San Juan 川	465 + 183 + 52 (700)	558 + 241 + 52 (851)	798 + 478 + 86 (1362)	1278 + 765 + 109 (2152)
F_S.2		549 + 174 + 52 (775)	668 + 239 + 52 (959)	806 + 352 + 86 (1244)	876 + 422 + 109 (1408)
F_S.3		432 + 173 + 52 (658)	553 + 229 + 52 (833)	776 + 328 + 86 (1189)	1193 + 520 + 109 (1822)
F_S.4		775 + 238 + 52 (1064)	891 + 316 + 52 (1259)	1029 + 400 + 86 (1515)	1216 + 518 + 109 (1843)
F_S.5		178 + 55 + 1282 (1515)	455 + 223 + 1282 (1960) (D) ^{*2}	789 + 339 + 1282 (2410) (RB) ^{*1}	866 + 412 + 1282 (2560) (RB) ^{*1}

注: *1: 上段: 基本工事費+補償費+防災調整池付帯費用
下段: 合計費用

*2: D: 最小費用案として「防災調整池ありのF_S.3」をF_S.5として採用する。
RB: 最小費用案として「防災調整池ありのF_S.2」をF_S.5として採用する。

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

代替案 No.	基本工事費+補償費 (百万ペソ) ^{*1}	
	2年確率(Partial)	2年確率(Full)
D-1 防災調整池なし	1691 + 479 + 55 (2225)	4074 + 603 + 55 (4732)
D-2 防災調整池なし	1853 + 667 + 55 (2575)	4210 + 791 + 55 (5056)
D-1 防災調整池あり	1520 + 444 + 321 (2285)	3875 + 568 + 321 (4764)
D-2 防災調整池あり	1676 + 632 + 321 (2629)	4039 + 756 + 321 (5116)

注: *1: 上段: 基本工事費+補償費+防災調整池付帯費用
下段: 合計費用

(2) 事業費のまとめと支出計画

事業評価を行うため、基本工事費および補償費に基づき事業費積算を行った。さらに、事業費の比較により、経済的に有利であると判断した代替案を選択した。

選択された代替案の事業費の詳細は、表 R. 8.41、ならびに、表 8.8 および 8.9 に示すとおりである。各事業の実施計画は、9 章に記載した。

選択された代替案の事業費の詳細と支出計画は、Appendix 5 の Table A.5.D および Table A.5.DE に示すとおりである。

表 R 8.41 河川洪水対策代替案における事業費のまとめ

代替案 No.	計画規模	対象河川	事業費 (百万ペソ)		
			*1	*2	
F_I.2	5年確率	Imus 川	3,208	4,049	
	10年確率		3,267	4,111	
	20年確率		3,458	4,323	
F_I.3	5年確率		2,815 (5,642)	3,566 (7,161)	
	10年確率		2,855 (5,682)	3,619 (7,212)	
	20年確率		2,990 (5,817)	3,870 (7,465)	
F_S.2	5年確率		San Juan 川	1,232	1,613
	10年確率			1,582	2,063
	20年確率			1,779	2,417
F_S.3	5年確率	1,064		1,390	
	10年確率	1,515		2,026	
	20年確率	2,319		3,063	
F_S.5R	5年確率	1,096 (2,604)		1,425 (3,342)	
	10年確率	1,444 (2,951)		1,863 (3,781)	
	20年確率	1,627 (3,134)		2,135 (4,052)	
F_S.5D	5年確率	862 (2,369)		1,114 (3,031)	
	10年確率	1,270 (2,778)		1,574 (3,491)	
	20年確率	1,934 (3,442)		2,505 (4,423)	
D-1 防災調整池なし	2年確率	内水 (軽度浸水許容)		2,896	3,883
	2年確率	内水 (完全排除)		6,302	8,069
D-1 防災調整池あり	2年確率	内水 (軽度浸水許容)		2,560 (2,938)	3,393 (3,873)
	2年確率	内水 (完全排除)	5,927 (6,304)	7,868 (8,358)	

注: *1: 予備費を含まず、防災調整池を含む事業費 ()は防災調整池費用を含めた事業費

*2: 予備費を含み、防災調整池を含む事業費 ()は防災調整池費用を含めた事業費

(3) 維持管理費

施設の維持管理費は建設した施設の規模に応じて変化するため、一年間に以下に列挙する作業を実施するものと仮定して年間維持管理費を算定した。その結果、年間維持管理費は基本工事費の約 0.9%に相当する金額となった。

したがって、マスタープラン策定における各代替案における年間維持管理費は、基本工事費に対する率により算出するものとし、基本工事費の 0.9%とした。

(a) 河川改修

- 緩勾配区間の浚渫を 10 年間 1 サイクルとして実施するものとし、1 年間に緩勾配区間の 10%に相当する延長部分の浚渫を行う。
- 50 年間で改修した河川構造物全体の 50%に相当する部分の補修を行うものとし、1 年間に施設全体の 1% (=50%/50 年) に相当する部分の補修を行う。

(b) 遊水地/内水調整池

- 遊水地および内水調整池の総面積の 1%に相当する面積が毎年浸水するものとし、この面積に相当する部分の堆積物除去/清掃を行う。
- 全体の 10%の越流堰において部分的な破損が毎年生じるものとし、この部分の補修を行う。
- 排水施設である、樋管部分に関しては、30 年間で全体の 30%に相当する部分の補修を行うものとし、1 年間に施設全体の 1% (=30%/30 年) に相当する部分の補修を行う。

(c) 排水路改善/防潮堤/フラップゲート

- 排水路全区間の浚渫を 10 年間 1 サイクルとして実施するものとし、1 年間に排水

路全区間の 10%に相当する延長部分の浚渫を行う。

- 50年間で改修した排水路全体の 50%に相当する部分の補修を行うものとし、1年間に施設全体の 1% (=50%/50年) に相当する部分の補修を行う。
- 防潮堤およびフラップゲートに関しては、30年間で全体の 30%に相当する部分の補修を行うものとし、1年間に施設全体の 1% (=30%/30年) に相当する部分の補修を行う。

(d) 海岸堤

- 盛土堤防の法面の維持補修を 10年間で 1 サイクルで実施するものとし、1年間に盛土法面全体の 10%に相当する部分の清掃と簡易な補修を行う。
- 50年間で海岸堤全体の 50%に相当する部分の補修を行うものとし、1年間に施設全体の 1% (=50%/50年) に相当する部分の補修を行う。

8.5 総合治水対策代替案の経済評価

8.5.1 方法論

この種のプロジェクトでは経済評価は以下のステップを踏んで行われる。

- i) もっともありそうな被害の項目を特定する。
- ii) それらの被害項目のそれぞれについて原単位(amount/unit, or amount/ha)を推定する。
- iii) 基礎とし得る既往洪水被害額を推定する。
- iv) “With-”ならびに“Without-Project”の概念のもと、確率処理を行い想定確率規模ごとの年平均洪水被害額を推定する。
- v) “With-”ならびに“Without-Project”条件下での被害額の差分を経済便益として特定する。
- vi) プロジェクトの経済便益と経済コストを比較し、経済的内部収益率(EIRR)、純現在価値(NPV、すなわち B-C)、便益費用率(B/C Ratio)等の指標により事業の実行可能性を検証する。

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

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

ここで、T = プロジェクトライフの最終年

C_t = プロジェクトライフ t 年時点の事業の経済コストのキャッシュフロー

B_t = プロジェクトライフ t 年時点の事業の経済便益のキャッシュフロー

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

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

一般に、プロジェクトの経済コストは資本の機会費用と定義されている。仮に物資や役務を検討中のプロジェクトに投入すれば、それらの物資や役務は他の事業にまわす余裕はなくなる。このことは、他の事業から得られたであろう便益を犠牲にしていることを意味している。この、他の事業から生まれたであろう犠牲にされた便益を称し

てプロジェクトの機会費用という。採択する割引率は一般にこの資本の機会費用の率と同じであるとされている。だから、結果として出てきた EIRR が採用した割引率²よりも大きいということは、犠牲にされた他の事業における便益としての資本の機会費用よりも経済効率が低い、ということの意味するのである。

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

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

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

便益費用率(B/C Ratio)は次式で与えられる。

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

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

プロジェクトライフは河道改修事業については工事完了後 50 年、排水構造物等内水氾濫防御事業については工事完了後 30 年とする。経済コストと経済便益のキャッシュフローは工事開始の初年度からそれぞれのプロジェクトライフ最終年までについて作成する。また年々の維持管理費についても考慮しておかなければならない。初期工事で建設される施設によってはプロジェクトライフほどの耐久力を持たないものもあるので、その場合には数年に一度、一定額の据換費が必要となる。したがって、これも考慮しておかなければならない。

² 世界銀行は「割引率は時間経過に伴い価値が低下するという事実を反映している」と述べている。(William A. Ward and Barry J. Deren, Ed. "The Economics of Project Analysis -A Practitioner's Guide-" IBRD Technical Paper)

EIRR について、アジア開発銀行は「計算結果としての EIRR が資本の機会費用以上であれば当該プロジェクトは実行可能性がある。開発途上国におけるプロジェクトの EIRR は通常 8%から 12%の間である。したがって、EIRR が 12%以上であれば、当該プロジェクトの実施に支障は無い。しかし、EIRR が 12%未満であれば、金額換算化できなかった便益について文章による説明が必要である。」と述べている。("Occasional Papers -Economic and Financial Appraisal of Bank Assisted Project" ADB Appraisal Paper No.11, January 1978)

また同じく EIRR について、世銀は「非営利のプロジェクトで資本の機会費用(すなわち「EIRR」)が 5%であれば、EIRR としてそれは小さすぎる。しかし、20%を超えるような値は大きすぎる。通常、世銀では 10%を基準値としている」と述べている。(Warren C. Baum and Stokes M. Tolubert, Ed. "Investing in Development -Lessons of World Bank Experiences-" IBRD, June 1985)

任意のプロジェクトでコストと便益に変化がない限り、割引率にいかなる値を採用しようと一定の EIRR に収斂する。言い換えれば、EIRR は NPV や B/C ratio が本来的に持っている恣意性を避ける指標であるといえる。

ちなみに、フィリピンでは事業として採択するプロジェクトの EIRR は 15%以上であることが求められている。

8.5.2 既往洪水の被害額推定

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

最初に、建物の種類によって被害対象となる資産の額が異なるので、住宅地内の建物群を、(1)一般住宅建物、(2)町工場等中小・家内工業等工場建物、(3)商店・商業等の建物、(4)ホテル・レストラン等の建物、(5)その他のオフィス等の建物、(6)学校等教育関係建物、(7)保健・医療関係の建物にわけて 2006 洪水による浸水家屋数を GIS によってカウントした。この場合、一定面積内の種類別建物の占める割合はフィリピンで行った他の類似プロジェクト³とほぼ同じであると想定した。下表はその割合を示したものである。

表 R 8.42 一定面積内の建物種類別数量割合

建物種類	一定面積内の数量割合
合計	100.00%
a. 一般住宅建物	92.27%
b. 町工場・家内工業等建物	0.03%
c. 商店・商業等の建物	0.95%
d. ホテル・レストラン等の建物	5.42%
e. その他のオフィス等の建物	1.02%
f. 学校等教育関係建物	0.12%
g. 保健・医療関係の建物	0.19%

出典: 基礎資料「カビテ州における社会経済の概要(Socio - Economic Profile 2006, Province of Cavite)」(州計画開発局)を基に、現場踏査によって微調整した。

また、下表は 2006 年洪水(フィリピンでは「Typhoon Milenyo」と呼称)時における浸水深別・建物種類別の家屋数を GIS 上でカウントした結果である。ただしこれは、土地利用状況が 2003 年時点の都市化率 26%の状況下におけるカウント結果である。

表 R 8.43 2006 年洪水による浸水深別・建物種類別家屋数

建物種類	0.5 m 以下	0.5-0.99 m	1.0-1.99 m	2.0-2.99 m	3.0 m 以上	合計
一般住宅建物	32,498	12,361	4,301	163	58	49,380
町工場・家内工業等建物	291	111	38	1	1	442
商店・商業等の建物	1,370	521	181	7	2	2,082
ホテル・レストラン等の建物	256	98	34	1	0	390
その他のオフィス等の建物	206	78	27	1	0	312
学校等教育関係建物	33	13	4	0	0	50
保健・医療関係の建物	137	52	18	1	0	208
合計	34,791	13,233	4,605	174	62	52,865

被害額推定の原単位としては、下表に示す値を採用することとした。これらの値は、上述のフィリピンにおける類似のプロジェクトで適用したものをベースに、カビテ州において洪水被害を受けたムニシパリティの現場踏査ならびに関係機関の担当官への聞き取り調査等によって微調整したものである。

³ Pasig-Marikina Project, 2001, JICA.

表 R 8.44 被害額推定の原単位(経済価格)

(単位: Pesos/unit)

Asset	建物 (Pesos/ unit)	耐久資産 (Pesos/unit)	家財/在庫品 (Pesos/unit)	純売上高*1 (Pesos/day)	農作物単位 被害額 (Pesos/ha)	清掃費用*2 (Pesos/day)
1. 一般住宅建物						
a. 居宅建物	370,383		248,807			693
2. 商店・町工場・学校・医療関係機関等						
a. 町工場・家内工業等建物	3,914,337	13,433,664	16,357,154	77,829		
b. 商店・商業等の建物	186,397	454,547	5,549,398	15,075		
c. ホテル・レストラン等	4,372,154	2,649	336,823	11,642		
d. その他のオフィス等の建物	5,336,840	3,630	2,841,737	57,554		
e. 学校等教育関係建物	40,222,509	9,653,402	1,206,675	0		
f. 保健・医療関係の建物	24,937,956	6,435,601	3,754,101	0		
3. 農作物						
a. 水田 (ha)					36,648	
b. 陸稲 (ha)					12,569	
c. コーン (ha)					2,646	

注: *1 純売上高は実稼動日数 250 ではなく年間 365 日として推定した。
*2 居宅建物の清掃等に要する一日当りの費用は一世帯当りの平均所得の日割りとした。そのために職場を休まなければならないからである。

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

表 R 8.45 浸水深別各種被害率

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

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

添付の表 8.10 は、上述の基礎データに基づいて推定した 2006 年洪水による建物ならびに家財、耐久資産、在庫品等に対する被害額である。総額は 7,013 million Pesos となっている。

(2) 浸水建物清掃による所得減ならびに営業停止損

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

公刊統計資料「Philippine Yearbook 2006」によれば、一般世帯の日当り所得は(消費者物価指数で外挿推定して)2007 年現在で、営業活動による日当りの純益とともに上掲の表 R 8.44 に示した通り、Pesos 693/日である。また、清掃に要する日数は、営業停止日数とともに次表に示すとおりである。

表 R 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

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

注: *1 日本の例。清掃作業日数ならびにその後の営業再開までに要する日数は日本の例と同じだけ要するとした。

下表にその推定結果を示した。

表 R 8.47 清掃に関わる所得減ならびに営業停止損
(million Pesos)

流域別	一般世帯 の所得減	営業停止損(清掃によ る営業停止を含む)	計
A. Imus 川流域	172	271	443
B. San-Juan 及び Ylang-Ylang 川流域	99	160	259
C. Canas 川流域	13	19	32
計	284	449	734

(3) 社会基盤(道路、橋梁、排水側溝)被害

洪水が発生すれば、道路、橋梁、排水側溝等の社会基盤も甚大な被害を受けることになる。このような場合、各地域(ムニシパリティ)の社会厚生開発局(MSWDO)は州の社会厚生開発局(MSWDO)に対して被害の報告を行い、必要な災害復旧費を要請することになる。下表は 2006 年洪水時における災害報告に記載の内容を集計したものである。これも留意すべき被害のひとつである。

表 R 8.48 社会基盤被害額

カビテ州災害報告*より (被害額は 2006 年現在)	左欄の額を 2007 年現在の価格に換算
災害復旧費	44 million Pesos
	45 million Pesos

(出典) *「カビテ州における Typhoon Milenyo による被害額の要約」(Summary on Cost of Damages Brought About by Typhoon Milenyo)、カビテ州社会厚生開発局(PSWDO)、2006 年 10 月。

(4) 交通途絶・迂回損

CALA Report⁴によれば、カビテ州内の交通量ならびに 24 時間-稼働人数は添付の表 8.11 の通りである。

路上冠水による交通途絶が発生した場合、その迂回による損失はカビテ州全土に影響を及ぼすので、上表に示す交通量がすべて影響を受けると想定して支障はないと考えられる。

⁴ カビテ-ラグーナ(CALA) 東西直通国道フィージビリティ調査ならびに実施支援にかかる調査報告書(The Study for the Feasibility Study and Implementation Support on the Cavite-Laguna (CALA) East-West National Road Project)、JICA、2006。

車両の時間損失・輸送貨物滞貨損及び時間人損失は車両の業種によって異なる。下表はフィリピン大学交通研究所⁵が調査した1996年時点のマニラ及びマニラ近郊を通行する車両の業種別割合である。

表 R 8.49 車両の業種別割合

公務員	各種専門家	技術者	事務関連従事者	営業活動従事者	計
36.33%	34.24%	7.03%	7.31%	15.08%	100.00%

これに基づいて全交通量と24時間当りの時間人(Number of Hour-Persons/24 hours)を乗数ファクターとし、同研究所が明らかにしている業種別時間損失・輸送貨物滞貨損及び24時間当りの時間人(Number of Hour-Persons/24 hours)当りの所得水準をup-dateしたものを便益の原単位として、交通途絶・迂回の被害額を推定する。結果は下表に示す通りとなり、これに交通途絶日数を乗じて最終的な被害額を推定することとした。

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 (2007年現在)

業務種類別車両利用業務従事者	混雑コスト			業務別の交通途絶・迂回損(時間コストのロス) (Pesos/Day)	収入減		
	迂回による損失率*	日当りの平均滞滞費用* (Pesos)	日当り交通量**		時間当り平均賃金・給与* (Pesos)	推定24時間稼働人数**	車両利用業務従事者の所得減総額 (Pesos/day)
公務員	0.63	52.75	150,304	7,928,499	168.32	746,834	125,707,979
各種専門家	0.69	116.70	64,032	7,472,730	336.64	318,164	107,107,426
技術者	0.73	41.04	37,405	1,535,230	112.21	185,858	20,855,933
事務関連従事者	0.72	32.10	49,727	1,596,351	89.77	247,085	22,181,113
営業活動従事者	0.61	34.20	96,221	3,291,040	112.21	478,105	53,650,113
計			397,690	21,823,851		1,976,046	329,502,564

Note: * フィリピン大学交通研究所(UP-NCTS)の調査結果に基づいて推定。

** CALA Report より引用(添付の表 8.11 参照)。

聞込み調査の結果、交通途絶は数時間から最大3日という情報を得た。このことから、平均的な交通途絶期間(duration of interruption of traffic)を1.5日と想定した。結果は、下表に示す通り交通途絶・迂回損は33 million Pesos、車両利用業務従事者の所得減は494 million Pesos となった。

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

(million Pesos)	
交通途絶・迂回損	車両利用業務従事者の所得減
33	494

(5) 工業団地における洪水被害

カビテ州にはいくつもの工業団地がある。洪水が発生すればこれらの工業団地にもその被害が及ぶ。その被害額は企業の純収入の減収額として推定することとした。その推定には既刊の統計資料とすでに推定済みの市中における工場等中小企業の純収入額に基づくこととした。下表に示したのは被害額推定のための原単位である。

⁵ フィリピン大学交通研究所(UP-NCTS = The National Center of Transportation Study (NCTS) of the University of the Philippines)。

表 R 8.52 工業団地の被害額推定のための原単位

市中の中小工場等の単位面積あたりの純収入総日額 (すべての商工業セクターを含む)	工業団地における大規模工業の 単位面積当たり純収入総日額
12,042 Pesos/ha.day ^(*1)	7,347,319 Pesos/ha.day ^(*2)
<p>摘要: (*1) 市中の中小工場等の単位面積当たり純収入総日額は、 商工業セクターの純収入額の合計^(*3)162,100 Pesos/day/unit : 表 R 8.44 の純売上高の 2.項 a~d の計)に、単位面積(ha)当りの戸数(0.0743 unit/ha : 表 R 8.42 の b~e の計)を乗じて推定した。</p> <p>(*2) 工業団地における大規模工業の単位面積当たり純収入総日額は、市中の商工業セクターの純 収入額に対する工業団地における大規模工業の純収入額の規模の水準(610 倍)に、(*1)の市中 の中小工場等の単位面積あたりの純収入総日額(12,042 Pesos/ha.day)を乗じて算定した。</p>	
注:	流域別工業団地の 2006 年洪水時の浸水面積:
	Imus 8.5 ha
	San-Juan – Ylang-Ylang 12.9 ha
	Canas 4.8 ha
	Total 26.2 ha

出典: (*3) 公刊統計年報「Philippine Yearbook 2006」.

下表に 2006 年洪水による工業団地に対する推定被害額を示した

表 R 8.53 2006 年洪水による工業団地の被害額
(million Pesos)

流域別	被害額
A. Imus 川流域	269
B. San-Juan 及び Ylang-Ylang 川流域	2,041
C. Canas 川流域	624
計	2,934

上表に示した通り、2006 年洪水による工業団地の被害額は 2,934 million Pesos と推定された。

(6) 洪水による農作物被害

灌漑農地における農作物で洪水時に被害を受けるのは統計資料ならびに現場踏査の結果からイネと想定した。また、畑においては被害を受ける主要な作物はトウモロコシと判明したので、これをもって代表させることとした。

添付の図 8.42 は国家灌漑管理局(NIA)の情報によるイネの二期作目のクロッピングパターンを示したものである。

カビテ州ではイネについては二期作を行っており、図は二期作目のクロッピングパターンであるが、この時期はフィリピンにおけるイネとトウモロコシの農家軒先価格は表 R 8.44 に示した通り、ha 当りそれぞれ 36,648Pesos 及び 2,646Pesos となっている。また、浸水深別の被害率は表 R 8.45 に示した通りである。

下表に農作物別の 2006 年洪水による被害額の推定結果を要約した。

表 R 8.54 2006 年洪水による農作物の被害額
(million Pesos)

流域別	イネの 被害額	畑作物 (トウモロコ シ)の被害額	計
A. Imus 川流域	3	0	3
B. San-Juan 及び Ylang-Ylang 川流域	5	0	6
C. Canas 川流域	0	0	0
計	9	0	9

(7) 避難民支援費用の節約

洪水が発生した場合、家屋が流されたり浸水したりする事態になることは上述の通りである。その場合、多くの人々が一定の安全な空き地に避難したり、学校や各町村の庁舎、ムニシパリティの庁舎など安全な避難したりすることになる。

そして、こうした避難が行われれば、多くの支援費用が入用となる。たとえば、食糧や水、医薬品、テント、毛布、食器類などの他、救援活動に従事する人々の給与/賃金ならびに救援物資の輸送に伴う輸送費やこれら救援活動従事者の交通費等々である。避難場所と救援活動支援センターとの連絡に伴う通信費も必要になる。避難場所を確保し何がしかの準備をするにも資金が入用となる。

関係ムニシパリティの担当職員からの情報によれば、各ムニシパリティには、いわゆる「災害準備基金(Calamity Fund)」として、ムニシパリティ予算の2% から 10%(実額で 2,000,000 Pesos から 4,000,000 Pesos)の範囲で特別基金が準備されている。当然のことながら、この基金はきわめて限られているので、避難民の救援を完全に行うには十分ではない。したがって、彼らは市民から無償のボランティアを募ることになるが、このボランティアが救援活動に従事するためには自分たちの仕事を休まなければならない。したがって救援活動の期間中、自分たちの所得を犠牲にすることになる。

洪水が発生しなければ、そのような余計な支出は不必要であり、ボランティア活動者の賃金/給与を犠牲にすることもない。この観点から、避難民の救援活動に要する費用は洪水による被害額の1項目であるといえることができる。

下表は 2006 年洪水時の避難状況を要約したものである。

表 R 8.55 2006 年洪水時の避難状況

本プロジェクトで提案する対策事業に関連する域内で 2006 年洪水時避難民の救援活動を行ったムニシパリティ	洪水の影響を受けた世帯数	洪水の影響を受けた人数	右のうち避難を余儀なくされ、実際に避難した世帯数ならびに人数		
			避難場所(センター)または避難場所として利用した町村の庁舎等の箇所数	避難した世帯数	避難した人数
Bacoor	96,864	484,325	17	6,752	33,760
Kawit	4,374	21,872	6	105	527
Noveleta	4,543	22,536	16	531	2,124
Rosario	5,604	22,416	15	1,050	4,200
Gen. Trias*	3,750	18,750	1	90	452
Imus	7,579	30,316	1	52	205
計	122,714	600,215	56	8,580	41,268

注:* データ欠落のため他のムニシパリティのデータに基づいて推定した。

出典: 「カビテ州における Typhoon Milenyo による被害額の要約」(Summary on Cost of Damages Brought About by Typhoon Milenyo)、カビテ州社会厚生開発局(PSWDO)、2006 年 10 月、及び今回の調査で行った関係機関への聞き取り結果に基づく。

次表は 2006 年洪水時点において、避難者の救援活動に要した、賃金・給与の節約額を含む、費用の推定総額である。

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

					(Pesos)
避難した 人数	食糧支援に 要した費用	避難場所の 設営に要し た費用	交通費・輸送費 等の費用	官側のスタッフ、ボラン ティア要員を含む救援活 動従事者の給与・賃金	計
41,268	17,332,466	31,651,959	17,682,659	1,444,372	68,152,724
注:	食糧支援の原単位:			20 Pesos/食事 1 回当り(最低額)	
	避難期間:			1 週間	
	避難場所設営の費用割合:			47.48%	MSWDO 担当職員からの聞き取り 情報に基づく。ただし節約できた であろう給与賃金は含まない。
	食糧支援の費用割合:			26.00%	
	交通費・輸送費等の費用割合:			26.52%	
	必要なボランティア活動要員の人数:			1 人/避難者 100 人につき	
	救援活動従事者の日当り平均給与・賃金:			500 Pesos/日	

支援活動の現場では、官側のスタッフも含むほとんどの救援活動従事者は実際に現金で支出した 21.6 million Pesos 以外は費用と認識していない。しかし、実際には上表に示す通り、68 million Pesos の費用を避難者救援活動に要していたのである。

上述の通り、かりに洪水対策事業が実施されていたら、2006 年洪水時点においては、この 68 million Pesos が節約できたはずなのである。

(8) 2006 年洪水による被害額の総額

下表に示したのは以上に検討してきた各被害項目別の 2006 年洪水による被害総額の要約である。表には間接被害額の直接被害額に対する割合を併せて記載した。

表 R 8.57 2006 年洪水による被害額の総額

				(million Pesos)
直接被害項目	被害額	間接被害項目	被害額	
建物及び建物内の家財・耐久資産・在庫品 に対する被害額	7,013	居宅住宅等の清掃に関わる所得減なら びに商店等の営業停止損	734	
工業団地における洪水被害額	2,934	社会基盤被害額(道路、橋梁、側溝等)	45	
農作物の被害額	9	交通途絶・迂回損ならびに車両利用業 務従事者の所得減	494	
小計	9,956	避難者救援活動に要した費用の節約額	68	
		小計	1,341	
直接被害と間接被害の被害額合計			11,297	
摘要:	1. 間接被害総額の直接被害額に対する割合:			13.47%
	2. 「居宅住宅等の清掃に関わる所得減ならびに商店等の営業停止損」を除いた間接被害額の直接被害額に対する割合:			6.10%

上表において、「摘要 1」は間接被害総額の直接被害額に対する割合であるが、このうち「居宅住宅等の清掃に関わる所得減ならびに商店等の営業停止損」は GIS データベースによる推定が可能となっている。したがって、以下のステップで行うことになる「年平均被害軽減期待額」推定のプロセスにおいては、上記以外の間接被害額推定に際して 6.10% を適用することとなる。

8.5.3 経済便益の特定

費用と便益の比較検討に供するためには、「年平均被害軽減期待額」を推定しておかなければならない。そのため、まず「プロジェクトあり」及び「プロジェクトなし」、すなわち対策工事を実施した場合としない場合の年平均被害額を推定しなければならない。また本プロジェクトの目標年は 2020 年となっている。したがって、「2003 年土地利用状況」(以下「現況土地利用状況」と称する)と「2020 年土地利用状況」(以下「将来土地利用状況」と称する)の両方の場合について、

(1) 河川改修工事については各河川別に 5 年確率洪水、10 年確率洪水、20 年確率洪水のそれぞれの被害軽減対策工事について、また (2) 内水氾濫対策工事については提案なする全工事を実施する場合 (Full Scale Case) と、より実際的な工事内容を厳選して行う場合 (Partial Improvement Case) における 2 年確率洪水の被害軽減対策工事について、それぞれの年平均被害額を推定しておかなければならない。

経済便益は「プロジェクトあり」及び「プロジェクトなし」の場合の被害額の差分として与えられる。経済便益とは、すなわち「年平均被害軽減期待額」を意味する。

ここに、年平均被害額の推定が必要な全ケースを念のため整理しておく。

対策工事	以下の各確率規模の洪水被害を軽減する:	備考	
(1) 河道改修事業			
Imus 川	5 年洪水 10 年洪水 20 年洪水	各確率規模の洪水について、「現況土地利用状況」と「将来年土地利用状況」の両ケースについて年平均被害額を推定する。	
San-Juan 及び Ylang-Ylang 川 — 「放水路案」と「遊水池案」の 2 ケースずつ	5 年洪水 10 年洪水 20 年洪水		
(2) 内水排水系統改修事業			
提案する全工事 (Full Scale Case)	2 年洪水		河道改修事業と同様、現況及び将来のそれぞれの土地利用状況について推定する。
部分改修工事 (Partial Scale Case)	2 年洪水		

(1) 河道改修事業

Imus 川 河道改修事業による経済便益

まず添付の表 8.12 に確率規模別洪水の被害総額を現況土地利用状況、将来土地利用状況の両方について GIS データベースに基づいて推定した。次いで、添付の表 8.13 に確率規模別の年平均被害額と確率別規模別洪水に対応する対策事業別の年平均被害軽減期待額を推定した。下表は対策事業別の年平均被害軽減期待額を要約したものである。

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
(million Pesos)

洪水被害軽減対策事業	現況土地利用状況	将来土地利用状況
5 年洪水対応の対策事業	874	2,696
10 年洪水対応の対策事業	1,145	3,423
20 年洪水対応の対策事業	1,305	3,808

事業が実施されれば、表に記載の額がすなわち事業の効果として、それぞれの確率規模に対応する事業の経済便益の額ということになる。

将来においては、すなわち 2020 年においては、土地の利用状況は大きく変わり、市街化が進むことが調査で明らかとなっている。かりに洪水対策事業を行わなければ、上表に見る通り、被害は数倍に膨れ上がる。洪水対策事業はこの土地の利用状況を視野に入れて行われなければならない。

San-Juan 川及び and Ylang-Ylang 川河道改修事業による経済便益

まず添付の表 8.14 及び表 8.16 に、確率規模別洪水の被害総額を現況土地利用状況、将来土地利用状況の両方について GIS データベースに基づいて推定した。次いで、添付の表 8.15 及び表 8.17 に確率規模別の年平均被害額と確率別規模別洪水に対応する対策事業別の年平均被害軽減期待額を推定した。下表は対策事業別の年平均被害軽減期待額を要約したものである。

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
(million Pesos)

洪水被害軽減対策事業	現況土地利用状況		将来土地利用状況	
	放水路案	遊水池案	放水路案	遊水池案
5年洪水対応の対策事業	96	96	225	225
10年洪水対応の対策事業	175	175	364	364
20年洪水対応の対策事業	238	238	479	479

事業が実施されれば、上表に記載の額がすなわち事業の効果として、それぞれの確率規模に対応する事業の経済便益の額ということになる。

将来においては、すなわち 2020 年においては、土地の利用状況は大きく変わり、市街化が進むことが調査で明らかとなっており、かりに洪水対策事業を行わなければ、上表に見る通り、被害は2倍強まで膨れ上がる。洪水対策事業はこの土地の利用状況を視野に入れて行われなければならない。

(2) 内水排水系統改修事業

添付の表 8.18 に確率規模別洪水(この場合、2年洪水)の被害総額を現況土地利用状況、将来土地利用状況の両方について GIS データベースに基づいて推定した。次いで、添付の表 8.19 にかけて年平均被害額と確率別規模別洪水に対応する対策事業別の年平均被害軽減期待額を推定した。下表は対策事業別の年平均被害軽減期待額を要約したものである。

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
(million Pesos)

洪水被害軽減対策事業	提案する全工事(Full Scale)				部分的改修事業(Partial Scale)	
	現況土地		将来土地		現況土地	将来土地
	利用状況	利用状況	利用状況	利用状況	利用状況	利用状況
2年洪水対応の対策事業	221	417	140	261		

事業が実施されれば、上表に記載の額がすなわち事業の効果として、事業を実施した場合の経済便益の額ということになる。将来においては、すなわち 2020 年においては、土地の利用状況は大きく変わり、市街化が進むことが調査で明らかとなっており、かりに洪水対策事業を行わなければ、上表に見る通り、被害は2弱にまで膨れ上がる。洪水対策事業はこの土地の利用状況を視野に入れて行われなければならない。

(3) オンサイト防災調整池の建設によって期待できる経済便益

「オンサイト防災調整池」なる語句の定義はその機能と位置づけとともに前章までにすでに述べてある。ともあれ、このオンサイト防災調整池の建設によって大きな経済便益が期待できる。本項では、以下述べるように、このオンサイト防災調整池による経済便益の推定結果について記す。このオンサイト防災調整池による経済便益はまた洪水の確率規模に対応している。

添付の2つの表、すなわち表 8.21 及び表 8.22 はオンサイト防災調整池によって期待できる年平均洪水被害軽減期待額の推定プロセスを示すものである。

既存のオンサイト防災調整池はカビテ州全域に広がっている。この傾向は今後とも続くと思われる。このことから、結果として出てきた年平均洪水被害軽減期待額(すなわち経済便益)はそれぞれの洪水対策事業に配分しておかなければならないだろう。ここで、その配分は、それぞれの洪水対策事業の事業費割合で配分し得るものと想定した。

下表はその配分結果を示したものである。

表 R 8.61 オンサイト防災調整池による経済便益の総額と各洪水対策事業への配分
(million Pesos)

洪水確率規模	年平均洪水被害軽減期待額(すなわち経済便益)の総額	経済便益配分		
		Imus 川河道改修事業へのオンサイト防災調整池に対する配分額	San-Juan 川及び Ylang-Ylang 川河道改修事業へのオンサイト防災調整池に対する配分額	内水排水系統改善事業へのオンサイト防災調整池に対する配分額
		60.00%	32.00%	8.00%
2-year	288	-	-	23
5-year	728	437	233	-
10-year	898	539	287	-
20-year	967	580	310	-

8.5.4 経済費用の推定

(1) 標準変換係数(SCF)

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

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

ここで、SCF = 標準変換係数、

I = 輸入総額、

E = 輸出総額、

$I_{customs}$ = 輸入関税総額、

E_{tax} = 輸出税、及び

$E_{subsidy}$ = 輸出助成金総額。

下表に SCF の計算過程を示した。

表 R 8.62 標準変換係数の計算

(million Pesos)					
年度	輸出額	輸入額	輸入関税	輸出税	輸出助成金
2002	1,803,362	2,045,007	96,835	0	0
2003	1,948,514	2,214,951	100,694	0	0
2004	2,215,363	2,501,868	122,715	0	0
2005	2,255,393	2,637,873	151,474	0	0
2006	2,414,597	2,680,841	190,797	0	0
計	10,637,231	12,080,540	662,515	0	0
出典: 中央統計局ホームページ及び公刊統計年報「Philippine Yearbook 2006」				SCF =	0.97166

(2) 個人所得税

通常、事業費(プロジェクトコスト)は資材費、機材費及び労務費等からなる。当然のことながら、労務費には個人の所得税が含まれており、これは移転項目のひとつである。無論、所得税には所得水準によっていくつかの水準があるが、ここでは労務費についてはフィリ

ピンの所得税法⁶中の最低水準である 5%を、またコンサルティングサービス費(the cost for engineering Services)については 12%をそれぞれ適用することとした。

(3) 賃金のシャドウレート

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

(4) 用地取得にかかる土地のシャドウレート

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

(5) 税金

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

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

(6) 法人所得税

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

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

(7) 経済費用の特定

上述の各種想定条件のもと、計算されている財務費用から経済費用を推定した。推定結果は添付の表 8.22 に示した通りである。ここで、財務費用の詳細については前項に示した。

8.5.5 経済評価結果及び結論

上記の諸条件と想定条件のもと、Appendix 5 に示したキャッシュフローを用いてプロジェクトの経済評価を行った。プロジェクトライフは工事完了後、河道改修事業については 50 年、内水排水系統改修事業については 30 年とした。

添付の表 8.23 にその評価結果の要約を示した。この表に示すように、Imus 川河道改修事業も San Juan 及び Ylang-Ylang 川河道改修事業のいずれも問題なく事業の実行可能性を有していることが明らかとなった。ただし、後者の(1) 5 年洪水対応の EIRR が 14.15 %と出た放水路案、ならびに(2)20 年洪水対応の、EIRR が 14.47 %と出た放水路案と 14.74 %と出た遊水池案の双方についてはフィリピンの基準に従う限り事業の実行可能性について「諾」とは言いがたいが、これらのケースにおいても、前述の世銀の提言に従うなら事業の実行可能性があると言えよう(脚注 1 参照)。

世銀は、(営利を目的としない)開発途上国の公共事業においても人間生活の基本的必要性(basic human needs)の観点から EIRR は最低 5%をクリアすることが望ましい、と提言してい

⁶ 「国家収税基本法(NIRC)」における「1997 年改正税法」に関する共和国第 8424 号法律(“Republic Act No.8424 on Tax Reform Act of 1997” in the “National Internal Revenue Code” (NIRC)).

る。人間生活の基本的必要性に基づくこの観点から見れば、提案する全工事を実施する場合 (full scale case) の内水排水系統改修事業にかかる評価結果として出てきた EIRR は、オンサイト防災調整池「あり」及び「なし」のいずれの場合もそれぞれ 5.43 % 及び 5.16 % となっており、上述の 5% のハードルを辛くも越えている。また、部分的改修事業を行う場合 (partial scale case) のオンサイト防災調整池「あり」及び「なし」の場合は、それぞれ 8.13 % 及び 7.98 % となっており、5% のハードルを余裕をもって越えている。したがって、内水排水系統改修事業については、いずれのケースも、人間生活の基本的必要性に基づく観点から見る限り事業の実行可能性がある、ということができよう。

ここで、念のため「洪水被害軽減にかかる最適事業」の 3 事業すべての組合せについて経済評価を行ってみた。その組合せは次の 3 事業である。すなわち(1)10 年洪水対応でオンサイト防災調整池「あり」の場合の Imus 川河道改修事業、(2)同じく 10 年洪水対応でやはりオンサイト防災調整池「あり」の場合の San-Juan 及び Ylang-Ylang 川河道改修事業の遊水池案、及び(3)2 年洪水でオンサイト防災調整池「あり」の場合の内水排水系統改修事業の部分改修案、の 3 案の組合せである。ちなみに、語句「洪水被害軽減にかかる最適事業」については後述の第 11 章に定義してある。添付の表 8.24 にその評価プロセスを示し、下表はその結果を要約したものである。

表 R 8.63 オンサイト防災調整池「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

評価指標	
NPV	12,193
EIRR	22.19%
B/C	3.53

上表に示す通り、すべての洪水被害軽減にかかる最適事業の組合せにおいてもきわめて高い事業の実行可能性があることが明らかとなった。