

フィリピン共和国
公共事業道路省

フィリピン国
カマナバ地区洪水制御・排水改良事業
援助効果促進調査

ファイナルレポート

平成 26 年 2 月
(2014 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ
パシフィックコンサルタンツ株式会社

フピ事
CR(10)
14-001

フィリピン共和国
公共事業道路省

フィリピン国
カマナバ地区洪水制御・排水改良事業
援助効果促進調査

ファイナルレポート

平成 26 年 2 月
(2014 年)

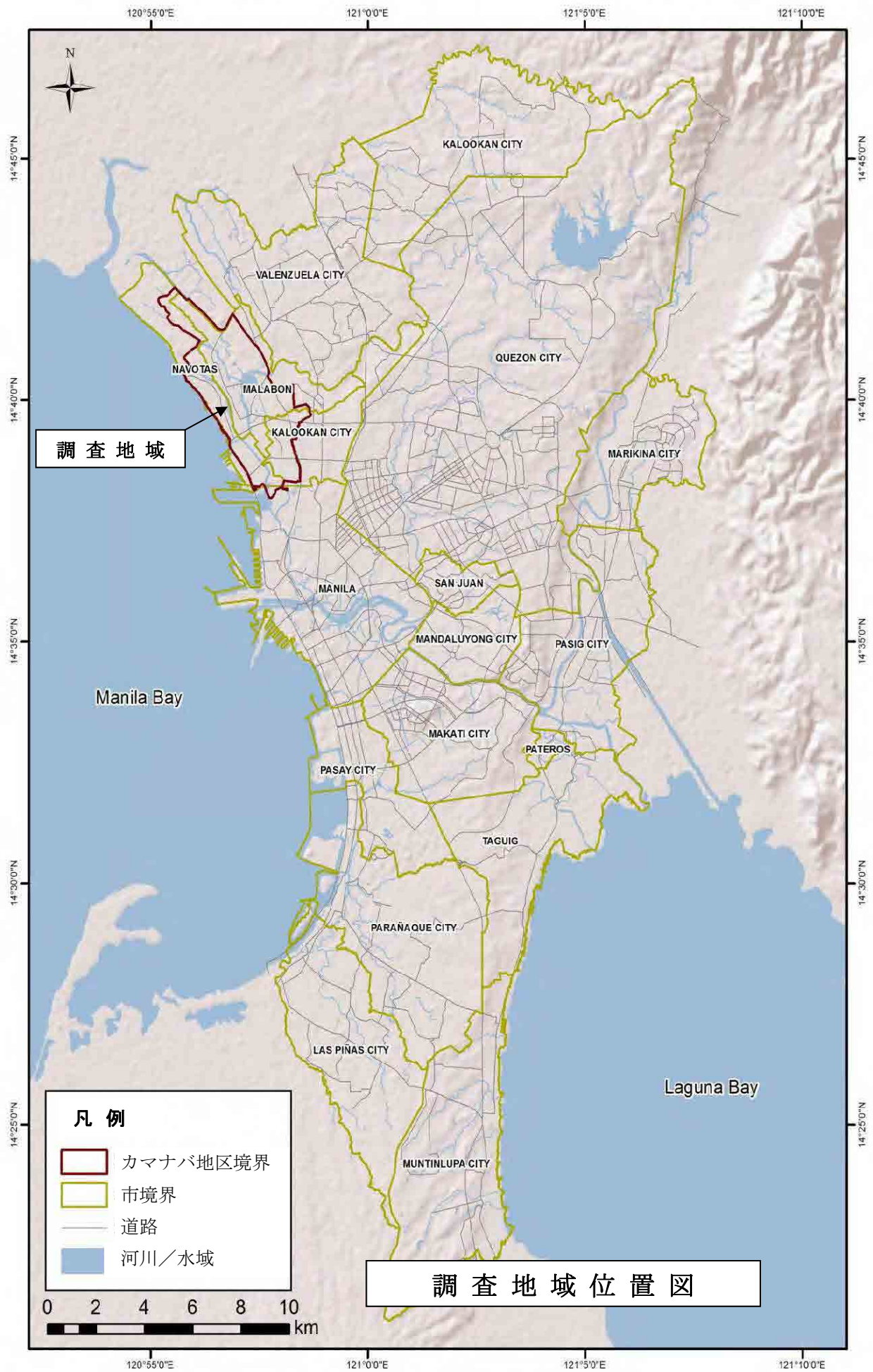
独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ
パシフィックコンサルタンツ株式会社

外貨交換レート

通貨	交換レート／US\$
フィリピン・ペソ (PHP)	45.26
日本円 (¥)	102.46

(2014年2月)

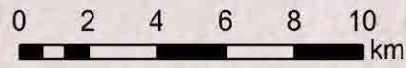


調査地域

凡例

- カマナビ地区境界
- 市境界
- 道路
- 河川／水域

調査地域位置図



要 約

1. はじめに

1.1 本調査の背景

カマナバ地区はメトロマニラの2市と2自治体、カローカン、マラボン、ナボタスおよびバレンズエラの全体または一部からなる地域であり、地形はきわめて平坦であり、面積の3分の2が高潮位以下となる低地であり、それゆえ浸水被害が生じやすい。

フィリピン政府は日本国独立行政法人国際協力機構(JICA)の技術支援を受け、1990年にマニラ首都圏洪水対策排水改良の事業化調査を実施し、その中でカマナバ地区は最も優先的に事業が行われるべき地区の1つとして定められた。

1999年、国際協力銀行(当時、現JICA)の事業承認を経て、カマナバ地区洪水制御・排水システム改良事業(以下、本事業と記す)が以下の段階を経て実施された。

- 詳細設計(2001年完了)
- 建設工事(2003年～2013年)

基本的に本事業の施設建設の進捗によって浸水常襲地域は目立って減少している。例えば、2009年の台風オンドイ時は、本事業の施設が途中まで完成した段階であったにも関わらず、マラボン市の5つのバランガイのみが浸水したのみと報告されている。しかし、2012年のモンスーンの到来とそれに伴う豪雨により、8月には予想外の浸水が発生した。この浸水により、地元のコミュニティと関係自治体(LGU)から本事業の効果に対する疑問が呈された。

DPWHとしては、本事業の更なる推進を図り、長期的な持続性を確保するために以下の調査を行いたい旨、表明した。

- a) 2012年8月の洪水時における本事業の効果/影響の確認と理解
- b) 完成施設の技術的レビューと今後必要な対策の確認
- c) 本事業の利害関係者との協力体制の確立

以上を受けてJICAは2013年7月に、DPWHとカマナバ地区洪水制御・排水改良事業 援助効果促進調査(SAPS)の実施に合意した。

1.2 調査対象地域

調査対象地域はマニラ首都圏に位置する本事業地区(排水区の総面積18.48km²)とする。

1.3 調査の成果

本調査の期待される成果は以下の通りである。

- a) フィリピン国政府、LGUの本事業の計画・目的への理解が高まること
- b) 本事業の効果が検証されること
- c) 2012年8月の洪水の原因が説明されること
- d) 現状に基づいて、プロジェクトの効果および持続可能性が達成、促進、向上される対策が提案されること
- e) ステークホルダーに対し、DPWHがプロジェクトに関する情報を適切に、効果的に共有・説明できるよう、調査結果が効果的に利用されること

2. カマナバ事業について

2.1 主たる計画条件

本事業の主たる計画条件は以下のようである。

- (a) 潮位が計画段階で観測された最大潮位以下であり、河川流量が 30 年確率規模(450 m³/s)以内であるときに、高潮および河川の越流から事業地域を守ること。
- (b) 10 年確率規模の降雨時に浸水深 20cm を超える内水氾濫地域を、事業地域の 90% (計画当時) から 15%へ減少すること。

上記計画の目標年は 2020 年であった。

2.2 主たる変更点

1999 年の国際協力銀行 (当時) による事業承認時から 2013 年の完成時までの間に、様々な段階で、カマナバ事業計画の変更点がある。

事業の効果への影響がある変更点は以下のとおりである。

- 一部区間の輪中堤の天端高が+12.10m (DPWH 基準面標高) と低く設定された (輪中堤のその他の部分は+12.60m (DPWH 基準面標高) である)
- 現在の土地利用状況に応じて、マラボン川北部の 2 地点 (Dampalit および South Pinagkalian) でポンプ場の建設が延期された
- 閘門が航行水門に変更された

2.3 本事業の前提条件

本事業に先立つ JICA と DPWH 間の協議および詳細設計時における確認によると、以下のコンポーネントは JICA 借款供与分に含まれず、フィリピン国側の資金によって実施されることが定められている。これらのコンポーネントは事業の効果達成と効果の持続的な発現に必須であることが、事業実施前から確認・合意されている。

- 1) DPWH によるマラボン川の浚渫
- 2) DPWH による橋梁の嵩上げ
- 3) LGU による事業地域の小排水路整備
- 4) LGU による事業地域の廃棄物管理

2.4 カマナバ事業の進捗状況

カマナバ事業の計画段階から完成までの進捗を表 S.1 にまとめた。また、表 S.2 に、カマナバ事業に含まれない関連事業の状況を示した。

防御地域の洪水現象を把握するには、2009 年台風オンドイおよび 2012 年モンスーン時のカマナバ事業計画での洪水対策施設の状況を把握する必要がある。本報告書の前節で述べた工事の進捗に基づき、上記台風およびモンスーン時の進捗状況を以下に示す。

(1) 2009 年台風オンドイ時

完了報告書によると、2009 年 9 月の台風オンドイ発生前に、契約 2 (現地業者との契約パッケージ 1) において、現地施工業者が残工事の一部を完了していた。2008 年 9 月から 2009 年 9 月までの期間で実施・完了された工事、および輪中堤と洪水防御壁の嵩上げについては以下に示すとおりである。

- 国際施工業者が開始し一部分のみ実施していた 3.4km の輪中堤の完成
- 約 1.1km におよぶ洪水防御壁嵩上げの完成

(2) 2012 年モンスーン時

完了報告書によると、カマナバ事業計画下の全工事は 2012 年 1 月までに完成した。しかし関連事業であるマラボン川の浚渫、橋梁の嵩上げや既存排水路の改修、廃棄物管理といった関連事業は完了していなかった。

表 S.1 カマナバ事業の進捗概要

事業特性	項目	計画(2000)	設計(2001)	完成(2012)
目的/ 計画基準	高潮	観測最大値 (MSL から 1.38m、 DPWH 標高基準か ら 11.86m)	MSL から 1.625 m (DPWH 標高基準から 12.1m)	設計段階と同じ
	河川流量	30 年確率	計画段階と同じ (マラ ボン川浚渫を前提)	設計段階と同じ
	内水施設規模	10 年確率の降雨	同左	同左
	内水	最大浸水位 20cm (24 時間以内)	同左	同左
	目標年	2020 年	同左	同左
資金	主洪水防止施設	JICA	JICA	JICA 資金により 88%、 フィリピン国政府資 金により 12%
	補助洪水防止 施設	LGU と DPWH	LGU と DPWH	LGU と DPWH によ り一部実施
構造物対策 (JICA 資金を利用した もの。ただし、完成ま でにフィリピン国政府 資金が用いられた。)	輪中堤	8.0 km	8.6 km	設計段階と同じ。 一部が JICA 資金で 実施され、残りはフ ィリピン国政府資金 で実施
	洪水防御壁の 嵩上げ	12.4 km (2 種のみ)	マラボン川 (6.6km, 9 種) マララ川 (3.9km, 3 種)	同左
	閘門/ 航行水 門	1 閘門 (高潮時も航行可 能)	1 航行水門 (干潮時のみに航行 を制限)	設計段階と同じ。 JICA 資金によって 完成
	水門	6 基	5 基	同左
	制御水門	2 基	0	同左
	水門併設のポ ンプ場	6 基	4 基 (Dampalit、South Pinagkabalian のポン プ場は延期となった)	同左
	水門なしのポ ンプ場	1 基 (閘門に隣接)	1 基 (航行水門に隣接)	同左
	既存の排水路 の改修	6.4 km	5.6 km	同左
	排水路の新設	1.8 km	2.1 km	設計段階と同じ JICA 資金で完成

出典: JICA 調査団

表 S.1 DPWH および LGU による関連事業の進捗概要

事業特性	項目	計画(2000)	設計(2001)	完成(2012)
構造物対策 (フィリピン国政府 資金の活用)	橋梁の嵩上げ (DPWH)	Bangkulasi	Bangkulasi	未実施
		Tonsuya	Tonsuya	未実施
		Lambingan	Lambingan	工事中
		Tenejeros	Tenejeros	未実施
	二次・三次排水路 (LGU)	範囲は設定されず	範囲は設定されず	部分的に実施
	廃棄物管理 (LGU)	範囲は設定されず	範囲は設定されず	実施中
マラボン川の浚渫 (DPWH)	範囲は設定されず	範囲は設定されず	未実施	

出典: JICA 調査団

3. カマナバ事業の効果について

3.1 2009 年台風オンDOIによる洪水発生要因分析

2009 年 9 月末、カマナバ地区とトゥリヤハン川の上流域は、台風オンDOIの上陸に伴う豪雨の影響を受けた。カマナバ地区での 2 日雨量は 371.9mm、約 10 年確率規模と見積もられる。

洪水痕跡によると、2009 年台風オンDOI時のカマナバ事業地域に流入する前のトゥリヤハン川のピーク洪水流量は $600 \text{ m}^3/\text{s}$ と算定された。トゥリヤハン川を流下する時点ですでに氾濫がおこっており、また、マラボン川上流部の流下能力が設計流量（30 年確率規模で $450 \text{ m}^3/\text{s}$ ）に及ばないおよそ $100 \text{ m}^3/\text{s}$ であったため、マラボン川の越水が事業対象区間内でも生じた。この小さな流下能力であった理由の 1 つは、本事業の前提である浚渫が実施されていなかったことである。

台風オンDOI時、North Navotas 航行水門で観測された最大潮位は+12.20m（DPWH 基準面標高）であり、設計レベルである+12.1m（DPWH 基準面標高）を超過した。

2009 年台風オンDOI時、輪中堤および洪水防御壁の嵩上げは完成していなかったため、マラボン川北部およびマラボン川周辺は十分に防護されなかった。台風オンDOI時、既存の、もしくは建設されていた輪中堤の一部は+12.20m 以下（DPWH 基準面標高）であった。したがって、台風オンDOI時、超過状況のもと、海水は輪中堤の低い部分から越流し、マラボン川北部の防護地域に洪水をもたらした。

台風オンDOI時の防護地域における時間雨量(60mm)の確率規模は 5 年確率すなわち設計時設定されていた 10 年以下程度であった。

台風オンDOI時、輪中堤が未完成であり、設計規模を超過する降雨量により、主としてマラボン川北部の洪水はもたらされた。

3.2 2009 年台風オンDOI時のカマナバ事業の効果

潮位+12.20 m（DPWH 基準面標高）は「Without 条件」の場合プロジェクト地域の約 13 km^2 が水面下に沈むことを意味するが、+12.60m（DPWH 基準面標高）まで嵩上げされた洪水防御壁によってマラボン川下流とマララ川沿いの地域は浸水を免れた。

上記潮位に対し、North Navotas、Dampalit および South Pinagkabalian などの排水区は輪中堤で守られた。ただし、台風オンDOI時には一部区間で輪中堤天端の+12.60 m（DPWH 基準面標高）までの嵩上げが終わっていなかったため、プロジェクト地域の北端部分で越水を許してしまった。

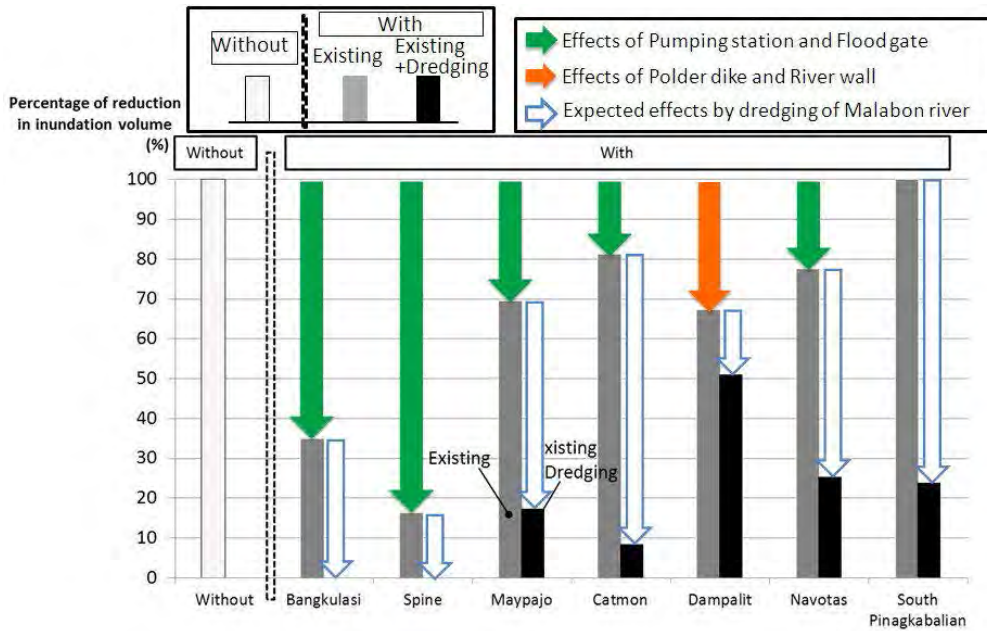
トゥリヤハン川の流下能力不足によりトゥリヤハン流域を氾濫しながら流下してきた $600 \text{ m}^3/\text{s}$ （Tinajeros 橋上流地点）の洪水流量については、マラボン川の上流区間の流下能力がこの流量に対して十分でないため、堤内地側（Catmon や South Pinagkabalian などの排水区）へ越水することとなる。これはプロジェクトへの負の影響とみなされるが、しかしながら内水氾濫対策施設の効果に影響するため重要な点である。

上記現象とプロジェクトの効果を図 S.1 に示す。この図は概念図ではあるが、前述した 2009 年台風オンDOI時に発生した現象および効果の概要を示すものである。

本図では、各排水区の「With 条件」と「Without 条件」での浸水量（氾濫水量）を比率で示している。また、「With 条件」での浸水量の減少率は矢印で示されている。

Bangkulasi と Spine 排水区では、ポンプの効果により「Without 条件」に比べて浸水量が 60-80%まで減少している。Maypajo、Catmon、Dampalit、Navotas および South Pinagkabalian 排水区では、ポンプによる減少率は 30%以下程度であり、特に South Pinagkabalian と Dampalit ではポンプの効果が見られない。Catmon にはポンプ場が設置されているにもかかわらず減少率は小さいが、これはマラボン川からの越水の影響によるものである。Dampalit では輪中堤が浸水量の減少に寄与している。

本図はマラボン川の浚渫の効果も示している。マラボン川の改修によって河川の越水は無くなり、これによって Bangkulasi と Spine 排水区では浸水がなくなる。Maypajo、Catmon、Navotas および South Pinagkabalian 排水区の浚渫による減少率は大きく 50%程度となっている。



出典: JICA 調査団

図 S.1 2009 年台風オンドイ時のカマナバプロジェクトの効果

3.3 2012 年モンスーンによる洪水発生要因分析

2012 年 8 月初旬、カマナバ地区とトゥリヤハン川の上流域は、モンスーン性の豪雨の影響を受けた。カマナバ地区での 2 日雨量は 737.5mm、約 500 年確率規模と見積もられる。

2012 年モンスーン時、Catmon Creek 排水路改修など、いくつか残る事業を除き、カマナバ事業下の全ての洪水制御設備が完成していた。

洪水痕跡によると、2012 年モンスーン時のカマナバ事業地域に流入する前のトゥリヤハン川のピーク洪水流量は 600 m³/s と算定された。トゥリヤハン川を流下する時点ですでに氾濫がおこっており、また、マラボン川上流部の流下能力は設計流量（30 年確率規模で 450m³/s）に及ばないおよそ 350 m³/s であったため、マラボン川の越水が事業対象区間内でも生じた。この小さな流下能力であった理由の 1 つは、本事業の前提である浚渫が実施されていなかったことである。

2012 年モンスーン時、観測された最大潮位は+12.60m 以上（DPWH 基準面標高）であった。一方設計レベルは+12.1m（DPWH 基準面標高）であった。

2012 年モンスーン時の防護地域の雨量(80 mm/h)の確率規模は 10 年程度で、設計時想定された 10 年確率規模とほぼ同じであった。

2012 年モンスーン時、2 つのポンプ場建設の延期および継続的な降雨によって、マラボン川北部は洪水の被害にあった。

3.4 2012 年モンスーン時のカマナバ事業の効果

潮位+12.65m（DPWH 基準面標高）に関しては、マラボン川下流とマララ川沿いの地域は、+12.60m（DPWH 基準面標高）まで嵩上げされていた洪水防御壁では浸水を防ぎきれなかった。

上記潮位に対し、North Navotas、Dampalit および South Pinagkabalian などの排水区は輪中堤で守られた。ただし、一部で輪中堤の天端が+12.60m（DPWH 基準面標高）よりも低かったため、3 か所で越水を許してしまった。

トゥリヤハン川の流下能力不足によりトゥリヤハン流域を氾濫しながら流下してきた 600 m³/s（Tinajeros 橋上流地点）の洪水流量については、マラボン川の上流区間の流下能力がこの流量に対して十分でないため、堤内地側（Catmon や South Pinagkabalian などの排水区）へ越水することとなる。これはプロジェクトへの負の影響とみなされるが、しかしながら内水氾濫対策施設の効果に影響するため重要な点である。

2009 年台風オンドイに比べて洪水防御壁の嵩上げ工事が進んでいたため、マラボン川の右岸 (Tonsuya 橋から Lambingan 橋まで) は越水を免れた。

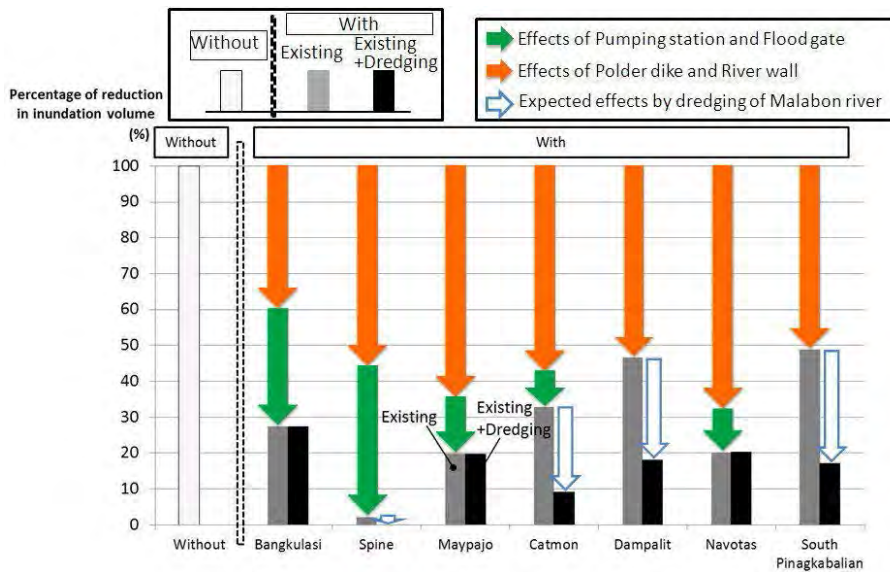
上記現象とプロジェクトの効果を図 S.2 に示す。この図は概念図ではあるが、前述した 2012 年モンスーン時に発生した現象および効果の概要を示すものである。

本図では、各排水区の「With 条件」と「Without 条件」での浸水量 (氾濫水量) を比率で示している。また、「With 条件」での浸水量の減少率は矢印で示されている。

2009 年台風オンドイの際の効果と異なり、すべての排水区で輪中堤と洪水防御壁の嵩上げの大きな効果が見られた。これは特に 2012 年モンスーン前にはマラボン川の洪水防御壁の嵩上げが完成しており、マラボン川の流下能力が 100 m³/s から 350m³/s に増加していたためである。この効果によりマラボン川からの越水水量が減少した。

Bangkulasi、Spine および Maypajo 排水区では、ポンプの効果により「Without 条件」に比べて浸水量が 20-30% まで減少している。Catmon、Dampalit、Navotas および South Pinagkabalian 排水区では、ポンプによる減少率は 10% 以下程度であり、特に South Pinagkabalian と Dampalit ではポンプの効果が見られない。Catmon にはポンプ場が設置されているにもかかわらず減少率は小さいが、これはマラボン川からの越水の影響によるものである。

本図はマラボン川の浚渫の効果も示している。マラボン川の改修によって河川の越水は無くなり、これによって Spine 排水区では浸水がなくなる。Catmon、Dampalit および South Pinagkabalian 排水区の浚渫による減少率は大きく 20 から 30% 程度となっている。



出典: JICA 調査団

図 S.2 2012 年モンスーン時のカマナバ事業の効果

3.5 カマナバ事業の効果分析を踏まえた今後の課題

2012 年モンスーン時、本事業はおおむね完成しており、本事業 (洪水防御壁、輪中堤、ポンプ場および排水路) により、本事業が行われなかった時と比べて、洪水量の 68% が減少した。残る 32% については、実際の洪水を反映したものだと考えられるが、もし洪水の前に、マラボン川の河床が浚渫されていれば、事業地域における洪水量のほとんどが減少されていたと考えられる。よって、仮に 2012 年モンスーン前に浚渫が実施されていれば、本事業の効果は非常に大きいものであったということが示された。しかし、2012 年モンスーン時、潮位は DPWH 基準面標高で +12.65m と非常に高く、ゆえに完成した洪水防御壁より越水し、内水域に流入した。つまり、洪水の状況は設計レベルを超えていた。また、2012 年モンスーン以前、橋梁の嵩上げ、二次・三次排水路の改修、廃棄物管理は、カマナバ事業の前提条件として示されていたにもかかわらず実施されていなかった。DPWH と LGUs が協力して、これら前提条件を適切に実施することが、本事業で意図された効果を十分満たすために必要であると認識された。

事実、2012年モンスーン時の直前では Spine と Bangkulasi ポンプ場において運転されていたポンプは、ゴミをインペラーから取り除く修理のために能力の 50%であった。さらに、当時モンスーン時は Lambingan 橋の小さな桁下高のためにゴミが詰まり、マラボン川の背水による浸水が上流で生じた。

延期されたポンプ場（Dampalit および South Pinagkabalian）の建設は内水域の洪水の影響を軽減する点で、本事業の効果を十分にすることに寄与することは言うまでもない。これら構造物の建設を実施するために、事業地域の将来の土地利用計画について、現在の養魚場を住宅、産業地域に転換するかどうかを、LGUs は早急に確認する必要がある。

4. 情報周知のためのワークショップの開催

カマナバ事業への理解醸成と事業効果のアピールのために、DPWH によってワークショップが計画された。

計画されたワークショップの目的は、以下の3つである。

- DPWH が市、住民に対し、調査結果を説明すること
- 本事業の結果を活用したカマナバ地区の将来の姿について話し合うこと
- 市、住民ごとに、本事業が持続的に実施されるための役割について話し合うこと

ワークショップは 2014 年 1 月下旬、3 回にわたって開催された。ワークショップは、SAPS 調査における技術的な調査および社会的な調査の後に行われ、DPWH はそれらの結果を用い、カマナバ事業の効果を説明した。また、ナボタス市のワークショップの合間には、特定の問題に対してナボタス・マラボン両市の技術者とナボタス市長との間で意見交換が行われた。特定の問題は、DPWH、LGU の共同ワークショップで議題となったもので、北ナボタス航行水門の運用上の取り決めについてである。表 S.3 において、各ワークショップの概要を示す。

表 S.3 各ワークショップの概要

日付と場所	ワークショップの種類	ワークショップの参加者
2014 年 1 月 21 日 UPMO-FCMC DPWH 会議室	DPWH、LGU（市）の 共同ワークショップ	<ul style="list-style-type: none"> ● DPWH 職員（カマナバオフィスも含む） ● マラボン市長、マラボン市計画課・土木課職員（技術者） ● MMDA、PAGASA、NAMRIA 職員および代表者 ● JICA フィリピン事務所職員
2014 年 1 月 23 日 Penthouse, Malabon 市役所	コミュニティ向けワーク ショップ (マラボン市)	<ul style="list-style-type: none"> ● DPWH 職員（カマナバオフィスも含む） ● マラボン市職員（地方事務所の代表者を含む） ● JICA フィリピン事務所職員 ● マラボン市 8 バランガイより、バランガイ LGUs および一般住民（若者、女性、高齢者、住宅所有者組合）
2014 年 1 月 24 日 Palaisdaan Hall, Navotas 市役所	コミュニティ向けワーク ショップ (ナボタス市)	<ul style="list-style-type: none"> ● DPWH 職員（カマナバオフィスも含む） ● ナボタス市職員（地方事務所の代表者を含む） ● JICA フィリピン事務所職員 ● ナボタス市 7 バランガイより、バランガイ LGUs および一般住民（若者、女性、高齢者、住宅所有者組合）
2014 年 1 月 24 日 Navotas 市長室	北ナボタス航行水門の運 用についての話し合い	<ul style="list-style-type: none"> ● DPWH 職員（カマナバオフィスも含む） ● ナボタス市長および市職員（技術者） ● JICA フィリピン事務所職員 ● マラボン市職員（技術者）

出典: JICA 調査団

DPWH と LGU のステークホルダー（市・バランガイともに）は今回のワークショップの成果を評価した。

特に、バラングイおよびコミュニティはそれぞれのバラングイにおけるカマナバ事業の状況と、2009 年台風オンドイおよび 2012 年モンスーン時のカマナバ事業の効果に係る情報を評価し、カマナバ事業の効果を維持するための構造物対策および非構造物対策に賛同した。さらに、バラングイは洪水制御施設に対し関心を示す機会が与えられたことを評価し、もし今後継続的に DPWH、事業ステークホルダーが協力するのであれば、彼ら自身が示したビジョンが達成できるのではないかとすることに期待を示した。

マラボン市、ナボタス市は、航行水門の運用や土地利用開発に係る課題に対し、必要な対策を順次とることに同意した。

LGU との共同ワークショップおよびコミュニティ向けワークショップにおいて、DPWH はカマナバ事業の効果を維持するために、事業ステークホルダーとの継続的な協力の必要性を強調した。特に、表 S.4 と表 S.5 で示された構造物対策、非構造物対策の提案が、事業ステークホルダーに確認された。

5. 提言

SAPS 調査団は前章までで示した知見や分析に基づき、DPWH に対して以下の提言を行う。DPWH が LGU をはじめとするプロジェクトに関係するすべてのステークホルダーと本提言についての議論や調整を続けていくことを期待する。

提言は「プロジェクトで意図した便益や効果を達成するための提言」と「プロジェクトの便益や効果をさらに高めるための提言」の二つに区分して整理した。

5.1 プロジェクトで意図した便益や効果を達成するための提言

SAPS 調査団は、以下の(a) ステークホルダー間の調整、(b) 橋梁の架け替え、(c) 河道浚渫、(d) 延期工事の実施、(e) 廃棄物管理、(f) 排水路の改修および(g) モニタリングの項目に対して、下表の提言を行う。

表 S.4 プロジェクトで意図した便益や効果を達成するための提言

項目	評価	提言
(a) ステークホルダー間の調整	<p>LGU やコミュニティ等ステークホルダーは、事業準備／実施の段階において DPWH からステークホルダーへのより活発な調整／協議及び情報共有がなされるべきであったと評価している。そのために、LGU 関係者およびコミュニティ等ステークホルダーとの協力体制の確立は一つの課題となっていた。しかし、LGU 関係者とコミュニティの住民は、SAPS 調査のワークショップ等を通じた DPWH のこれまでの事業に関わる調整、協議ならびに情報共有への努力に対して感謝の意を表明し、今後の DPWH の洪水対策事業への積極的な協力を約束した。</p> <p>SAPS 調査を通じて、DPWH、LGU、コミュニティおよび MMDA を始めとする関係機関の間のコミュニケーションは予め準備された会議の機会が提供されれば非常に活発化することが明らかであった。さらにそのような会議が定期的で開催されると、情報交換の濃さが一層高まることが認められた。</p>	<p>DPWH は事業に関する情報交換を目的として関係するすべてのステークホルダー (LGU、MMDA、コミュニティ) との定期的な (6 ヶ月に 1 回) 会合を開催する。DPWH は、各ステークホルダーのメンバーを固定するためにワーキンググループを組成する。最も重要なステークホルダーは、事業地域内のマラボン市やナボタス市などの LGU と MMDA である。また、DPWH は他の組織、例えば NAMRIA や PAGASA を定期会議の議題に応じて招くべきである。会議に招待すべき人材としては、市の技師、環境や都市計画担当責任者、および事業で影響を受けるバラングイの代表者が挙げられる。</p>
(b) 橋梁の架け替え	<p>2014 年初めの段階で、Bangkulasi、Tonsuya および Tinajeros 橋についてはカマナバ事業の</p>	<p>DPWH (NCR)は左記橋梁の架け替え・補強計画を進めている。DPWH</p>

項目	評価	提言
	設計に従った架け替えあるいは補強は行われていない。	は、それらを計画通りに実施すべきである。
	マラボン川の Lambingan 橋の架け替え工事が実施中である。DPWH (NCR)の Lambingan 橋の設計図はカマナバ事業と異なる基準標高を用いている。よって、橋梁図面中の設計洪水水位がマラボン川の河道計画に沿っているのかどうかの確認ができない。	DPWH は、標高に関するステークホルダー間での齟齬を避けるため、DPWH 内で共通した測量基準点網を確立すべきである。
	Bangkulasi、Tonsuya、Tinajeros 橋の架替に関する基本的な諸元は 2001 年詳細設計図書に記載されているが、橋梁の諸元が計画洪水水位に考慮されたか明確になっていない。橋梁が洪水水位に及ぼす影響は LGU の大きな関心時の 1 つとなっている。	DPWH は、Bangkulasi、Tonsuya、Tinajeros 橋の架替に際して、桁下の余裕を確認し、マラボン川の最新の、詳しい横断データを使って、橋梁地点上下流の洪水防御壁との整合性を調査すべきである。
(c) 河道浚渫	上流からの供給土砂の堆積等によりマラボン川の河床は計画河床に比べて高いことが 2013 年 11 月の調査で確認された。 よって、設計洪水水位でのマラボン川の通水能力は設計流量以下であると見積もられる。これは設計流量の前提である河床の浚渫が事業期間に行われなかったためである。	DPWH はマラボン川河床の浚渫を行うべきである。現在のマラボン川では特に距離標 2+200 から 3+500 までが比較的浅い。DPWH はこれらの区間を実施計画において優先度を与えるべきである。
	北ナボタス航行水門付近のナボタス川の水深が浅いため、ドックに支障を与えないよう、水門を閉鎖する水位を高くするようナボタス市の船舶使用者が要求している。しかしながら、水位を高くするとマラボン市の浸水が頻発することになり、またナボタス市の排水路への逆流が起きることになる。	DPWH は LGU と連携して、ナボタス川の維持浚渫に加え、水門閉鎖水位を高く維持できるように、ナボタス川両岸の洪水防御壁の嵩上げ、必要に応じて排水ポンプの増強を検討すべきである。
(d) 延期工事の実施	事業の設計・施工段階で、現在の土地利用状況を鑑みマラボン川北側のポンプ場はやむを得ず延期され、そのため Dampalit と South Pinagkabalian 排水区には主要な排水用ポンプ場がなく、特にバランガイ Dampalit では養魚場の水位を調節するすべがなくなっている。 マラボン市は延期工事を計画通りに早期に実施することを望んでいる。	DPWH は、養魚池や湿地地帯が開発されるかどうか、マラボン市の最新の土地利用計画を確認する。 最新の土地利用計画が市街地であると確認できた場合、DPWH は以下のアクションを開始すべきである。 1. 土地利用計画に応じた本事業の排水改廃計画/設計の確認と必要な見直しの実施 2. 本事業に含まれていない対策の適用可能性の検討。例えば、調整池の活用や輪中堤のアップグレードなど総合的に検討する。
	輪中堤を道路堤防に改良する考えがあることが確認された。これは、開発者が養魚池を居住地や工業・商業地域に転換するにあたっての利便性を高め、当該地域の開発を促進す	DPWH は輪中堤の利用用途について事業の計画を決定すべきである。その計画において DPWH 以下の事項を考慮すべきである。

項目	評価	提言
	<p>ることを目的とする。</p> <p>バランガイ Dampalit の人々は輪中堤をアップグレードしてサイクリングロードにする構想を持っている(2014年1月23日のWS)。</p>	<p>1. 当該地域は軟弱地盤上にあり、地盤の沈下や侵食に対する対策が必須となる。</p> <p>2. マラボン市の輪中堤のアップグレードについて総合的な事業化調査を行う必要がある。</p>
(e) 廃棄物管理	<p>マラボン川において、2009年台風オンドイ時に Lambingan 橋でゴミが引っ掛かり橋周辺に洪水を引き起こしたことがマラボン市より報告されている。</p> <p>また、排水路の詰まりによりポンプ場への流水が滞っているとも言われている。多くのゴミは上流から流下してきたものである。このため廃棄物管理は個々の LGU 単位で対処しきれない面がある。</p> <p>LGU との一連の協議により、事業地域の住民には廃棄物管理の意識が根付いている。しかし、より効果的な廃棄物管理のためには、住民の活動はコミュニティを基本として、組織的かつ継続的であるべきである。</p>	<p>DPWH はナボタス市やマラボン市およびカローカン、バレンズエラやケソンといった上流の LGU および MMDA と広域の廃棄物管理の観点から議論し協働する必要がある。</p> <p>DPWH は、1月23-24日に行ったワークショップのように廃棄物管理の重要性について LGU による情報周知を頻度よく促進するべきである。また DPWH は LGU と協力して、コミック(付属資料4参照)のような住民に分かりやすい教材を活用して廃棄物管理について教育を行うべきである。</p>
(f) 排水路の改修	<p>二次・三次排水路の改修は事業で建設されたポンプ場を 100%効果的に運用するための前提条件であり、LGU の責任で実施されるものと認識されるが、工事全ての実施は資金不足の LGU にとって過剰な負担となる。</p> <p>事業地域では、地域の排水路(側溝)の維持管理についての住民の意識は高い。</p>	<p>DPWH は LGU に対して排水システムの技術面の支援をするべく、LGU と協議し共同で取り組むべきである。DPWH は本事業で完成した排水路に関するすべての情報を LGU に提供するべきである。</p> <p>LGU における二次・三次排水路改修の財源については、DPWH は他地域の事例を収集するべきである(例えば補助金制度、都市浸水対策における民間セクターの関与など)。そして DPWH は事業地域におけるその事例の適用性を検討すべきである。</p> <p>DPWH は LGU による情報開示を促進させ、また LGU と共同で、排水路の維持管理やゴミの処分が如何に効果的かについて継続的に人々への教育を行うべきである。</p>
(g) モニタリング	<p>地域レベルの過去の洪水情報は DPWH には記録されていない。また、小規模な地域のポンプやゲートの運転記録は DPWH と共有されていない。これらの情報は事業の効果を継</p>	<p>DPWH は LGU と地域の状況に関する情報を把握・共有し、効果的に利用すべきである。</p> <p>DPWH は、そのような LGU との情</p>

項目	評価	提言
	<p>続的にモニターし、効果的な施設の運用維持管理を図るうえで非常に重要である。</p>	<p>報の共有を、上記(a)で提言した定期会合を通じて具体化するべきである。</p>
	<p>Bangkulasi ポンプ場/水門や北ナボタス航行水門では外部の水位として毎時の潮位が計測されている。これらは事業地域の南部と北部にあたり、位置的にもよくバランスが取れている。</p> <p>しかし、観測されたデータは極めて貴重であるものの、データは NAMRIA のマニラ湾の潮位の比較に使われておらず、ステークホルダーと電子化された状態でも共有されていない。</p>	<p>DPWH は、Bangkulasi ポンプ場/水門や北ナボタス航行水門での潮位観測を NAMRIA の潮位データと比較するためにも継続するべきである。</p> <p>DPWH は、事業地域とマニラ湾の潮位の関係を調査するためにポンプ場/水門で観測した潮位データを NAMRIA の基準点に基いて換算をすべきである。</p> <p>DPWH は、観測した潮位データを電子化して蓄積し、事業の施設の効率的な運用と将来の設計の見直しに役立てるように、ステークホルダー（特に LGU）で共有すべきである。</p>

出典: JICA 調査団

5.2 プロジェクトの便益や効果をさらに高めるための提言

SAPS 調査団は、以下の(a) プロジェクトの機能向上のための追加工事：洪水防御壁の嵩上げ、(b) 河川改修、(c)ナボタス沿岸堤防の建設、(d) プロジェクトの機能向上のための調査/設計、(e) モニタリング、土地利用規制および教育の項目に対して、下表の提言を行う。

表 S.5 プロジェクトの便益や効果をさらに高めるための提言

項目	評価	提言
(a) プロジェクトの機能向上のための追加工事：洪水防御壁の嵩上げ	<p>2012 年モンスーン時に潮位と河川水位が洪水防御壁の天端高を超えており、DPWH が実施している洪水防御壁の追加嵩上げ及び補強は極めて実用的で現実的な対策であると評価できる。</p> <p>嵩上げされている一部の洪水防御壁は古い洪水防御壁上に作られており、安定性の確保が必要である。</p>	<p>DPWH は洪水防御壁の嵩上げ (13.5m (DPWH 基準面標高)) を Marala 川、Navotas 川に拡張すべきである。</p> <p>DPWH は、既存の洪水防御壁の上に作られた不安定な洪水防御壁について、できる限り早期に確認および修繕/補強を行う必要がある。</p>
	<p>SAPS 調査における NAMRIA とパッシング - マリキナ (III) で新設された測量基準点を用いた測量基準点の水準調査結果によると、カマナバ事業と水準測量結果との間で標高値の相違がみられた。</p>	<p>DPWH は慎重に、現在実施中の追加工事 (洪水防御壁の嵩上げ) の基準点標高を、NAMRIA が近年更新した基準点を参考に活用してチェックすべきである。</p>
	<p>天端高 13.5m (DPWH 基準面標高) の計画は河道区間の位置に関わらず、下流区間の状況に合わせて、一律に適用されている現状にある。しかし、天端高は各河道区間の条件に応じて計画されるべきである。</p>	<p>DPWH は、設計洪水位と追加工事の設計天端高 13.5m (DPWH 基準面標高) との関係を工事全区間に対してレビューすべきである。これは追加工事の設計天端高を計画に位置づけるために必要なことである。</p>

項目	評価	提言
(b) プロジェクトの機能向上のための追加工事：河川改修	<p>2009 年台風オンドイと 2012 年モンスーン時に、トゥリヤハン川は氾濫し、氾濫水はカマナバ事業の境界を越えて流入し、事業地域の内水氾濫を引き起こした。トゥリヤハン川の当該区間は事業地域外ではあるが、事業の持続性から不可避の工事である。</p> <p>マラボン川の現在の流下能力は最も低い場所で 350m³/s である。これは河床の浚渫が事業期間に行われなかったためである。</p> <p>現在、トゥリヤハン川沿いの洪水防御壁の嵩上げが計画され実施されている。これにより洪水時のピーク流量が増加するため、洪水流の連続性を鑑みマラボン川の河川改修の進捗と調整しつつ進められなければならない。</p>	<p>トゥリヤハン川の河川改修は事業地域内のマラボン河川改修と密接に連携を取りつつ進める必要がある。DPWH はトゥリヤハン-マラボン川の洪水対策計画を検証すべきである。</p> <p>DPWH はマラボン川の流下能力を計画の 450m³/s に高めるためのマラボン川の河道改修 (Tinajeros 橋下流区間の浚渫) を優先させるべきである。</p>
(c) プロジェクトの機能向上のための追加工事：ナボタス沿岸堤防の建設	<p>ナボタス地区は 1999 年 9 月や 2000 年 7 月に深刻な浸水被害を受け、2009 年台風オンドイや 2012 年モンスーン時にも一部の地域が影響を受けている。</p> <p>現在の高潮位 (例えば 2012 年モンスーン時の 12.65m (DPWH Datum)) を考えると、ナボタス沿岸堤防は緊急に必要な対策であると考えられる。その天端高 13.5m (DPWH 基準面標高) は緊急対策として適当である。</p>	<p>DPWH は、実施中の沿岸堤防工事を完成させ、さらに域内排水路を統合させるために、計画、設計、実施および資金調達について正式承認する必要がある。</p>
(d) プロジェクトの機能向上のための調査／設計	<p>マラボン市とナボタス市の洪水対策面からの要求および船舶使用者の要求を満たすため、ナボタス川とその河口の堆砂を軽減させる必要がある。</p> <p>Catmon 排水区では、用地確保の問題から調整池の面積が施工時に設計時よりも減らされることとなった。</p> <p>また、二次・三次排水路の改修には長い期間が必要であるため、短期間で市街地からの雨水流出を減らす施策が必要である。</p> <p>事業施設に加え、DPWH により数か所でポンプ施設が建設されている (例：Longos 水門の 2 基のポンプ施設など) ことが確認された。これらの施設は DPWH と LGU の中では Catmon ポンプ場のための縮小された調整池の代替施設として捉えられている。</p>	<p>ナボタス川の航行ルートへの堆砂については、DPWH は定期的な維持浚渫を行うべきである。</p> <p>河口 (マニラ湾側) の堆砂については、DPWH は、地形の測量と堆積物の起源を調査して、適切な構造物対策を検討すべきである。防波堤の是非については、その検討結果に基づいて慎重な取り組みがなされるべきである。</p> <p>また、浸水状況を軽減するために、DPWH は LGU の最新の土地利用計画と整合を取りつつ調整池の改良を計画する必要がある。</p> <p>DPWH は市街地の雨水貯留対策の調査・設計をすべきである。</p> <p>DPWH は、Longos 水門の 2 基のポンプ施設など地域内のポンプ施設を選定し、正式承認および改良を行うべきである。この意味で Catmon 排水区について、DPWH と LGU との連携の下での見直し調査が必須である。</p>

項目	評価	提言
(e) モニタリング、土地利用規制および教育	<p>ポンプ場の一部の操作員は、コントロールルーム内の水位表示計の値を記録していたり、本来の屋外の水位標の水位を直接読み取っている場合があることが散見された。また、一部の操作員は NAMRIA 潮位表の基準点に関心を払っていない。</p>	<p>カマナバ事業のポンプ場や水門での観察・運転記録を一定基準レベルに保つために、DPWH のカマナバ PMO はオペレーターや労働者に対して能力強化のための定期的な講習会を開くべきである。例えば、水位の読み方や NAMRIA 潮位表との比べ方の講習等が考えられる。DPWH はすでに一度講習会を開いており、将来的には DPWH と MMDA との間で継続的にプログラム化されることが望まれる。</p>
	<p>事業地区では、降雨観測やマラボントウリヤハン川流量観測が行われていない。これらの観測は洪水対策排水対策の計画策定に不可欠なものである。事業地区は、既存の水門やポンプ場の敷地は安全性が確保されており、自記雨量計などの機器の設置にセキュリティ上の問題は少ないと考えられる。</p>	<p>DPWH は、洪水対策と排水施設の計画、設計および実施に用いるために、カマナバ事業地域での降雨、水位、流量観測およびモニタリングを開始すべきである。DPWH は北ナボタス航行水門、Kailungan、Pinagkabalian、South Pinagkabalian、Muzon、Catmon、Longos、Spine、Maypajo、Navotas および Bangkulasi ポンプ場/水門に自動雨量計を設置すべきである。これらの場所はすでに保護・管理体制が構築されており、オペレーターが降雨観測を担当することもできる。SAPS 調査団が潮位、水位、流量、降雨といった水文観測活動を強調するのは、一般的に水文観測が事業の効果確認と適切な運用維持管理のために、洪水対策や排水改良プロジェクトの基礎であるからである。DPWH はカマナバ地域の洪水対策・排水改良の実施機関として、独自の資金で独自のデータを確保すべきである。</p>
	<p>将来の市街化に伴う降雨による流出量の削減、それによるポンプへの負荷軽減は必要である。</p>	<p>事業地域の調整池の改良に関連して、LGU とコミュニティの土地利用開発活動を管理・監視する必要がある。DPWH は LGU に調整池の計画に関する情報を伝えると共に、LGU と土地利用計画を調整する必要がある。</p>
	<p>2012 年のモンスーン時では輪中堤からの越流は局所的な侵食区間から次第に広がっていった。そのような場合、初期段階での防護（土嚢積み）が侵食拡大には効果的である。土嚢積みは、DPWH と LGU との調整の下、コミュニティーレベルで実施可能である。</p>	<p>輪中堤沿いのプロジェクト地域で実施されているように、洪水対策活動は DPWH が LGU とコミュニティを支援し彼らが実際に実施することが望ましい。優先すべき活動の一つは、輪中堤沿いのコミュニティで土嚢を保管しておくことである。</p>

出典: JICA 調査団

5.3 その他の提言

カマナバプロジェクトで建設・完成した構造物の機能を最大限発揮させるためには、ナボタス市とマラボン市の貢献が不可欠である。SAPS 調査団の提言を以下に記す。

- 北ナボタス航行水門では、ナボタス造船協会（船舶使用者）とマラボン市の間で水門閉鎖水位に関する利益相反がある。船舶使用者はドックの運用のため例えば 11.5m（DPWH 基準面標高）といったより高い水位での水門閉鎖を望んでおり、マラボン市は低い水位（標高の低い地域への浸水が起こらないようにカマナバの当初計画通りの 10.5m（DPWH 基準面標高））での水門閉鎖を望んでいる。現在は妥協案として DPWH は 11.0m（DPWH 基準面標高）での閉鎖としているが、継続的な協議が関係者間で必要である。解決に向けての行動については、すでに SAPS 調査団、LGU（マラボン市、ナボタス市）および DPWH での議論が行われている。解決すべき問題の一つはナボタス川の低い喫水深である。基本的に、水門地点での通過可能な水深は敷高（3.6m）と潮位で決まる。よって、ナボタス川の敷高以下に航行ルートの浚渫をしても根本的な解決にはならない。もちろん、敷高を超える堆積物の浚渫は関係ステークホルダーによって実施されるべきである。マニラ湾側の堆砂対策にあたっては、現在の堆積物の起源の確認が必要である。
- ナボタス航行水門の閉鎖水位問題に関連して、ナボタス市では、ナボタス川の高水の影響を軽減するために、ナボタス市が独自の予算でナボタス川河岸沿いに小規模ポンプ場（Bombastik）付きの洪水防御壁を施工中である。本対策は、ナボタス排水区の細分割化につながるものである。このような状況の下、ナボタス川のマラボン市側も低平地を区切り同様の洪水防御壁で防御する必要がある。よって、ナボタス排水区においては、ナボタス川の左岸右岸の防御はナボタス市とマラボン市の共通の関心事項である。洪水防御壁、水門あるいはポンプ場といった構造物による対策は、両市と DPWH の調整のもとで計画、設計、実施が行われなければならない。ナボタス川の洪水防御壁は、ナボタス川での高い水位を許すことにもつながるため、両市間の水門閉鎖水位に関する利益相反を軽減させることになる。
- マラボン市、特に Dampalit 地区のバランガイでは、カマナバ事業計画に従って将来土地利用計画を早急に確認すべきである。土地利用問題について、マラボン市は将来計画を明確にするよう指導力を発揮すべきである。
- DPWH の調整による、ステークホルダー間の協力とカマナバ事業についての情報の共有は、今後もより求められる。洪水防御壁、輪中堤、ポンプ場、水門そして排水路といった事業施設は DPWH、MMDA、LGUs、コミュニティによって維持・運営され、改良されていくべきであろう。
- 概して、洪水制御および排水路改良事業は事業化調査、詳細設計、建設、運営、維持段階から長期にわたる事業期間を必要とする。カマナバ事業も例外ではない。事実、このような長い期間、気候変動や社会経済状況の点で、事業地域は避けることのできない変化に直面している。このような変化に対処するため、DPWH の調整のもと、ステークホルダー間の協力をもって、水文データおよび地理データの蓄積、土地利用規制、本事業へのコミュニティ参加が求められる。

目 次

調査地域位置図

要約

目次

表一覧

図一覧

略語集

	頁
1. はじめに	
1.1 背景	1-1
1.2 調査の目的.....	1-2
1.3 期待される成果.....	1-2
1.4 調査地域.....	1-2
1.5 SAPS 調査の概要	1-2
2. 事業地域において計画、実施された洪水対策施設	
2.1 1999 年の承認段階でのカマナバ事業.....	2-1
2.2 2001 年設計段階のカマナバ事業.....	2-4
2.3 カマナバ事業契約書（2003 年）	2-5
2.4 カマナバ事業下で順次実施された建設工事.....	2-5
2.4.1 JICA 借款供与で完成した事業（2008 年 9 月時点での契約 1 まで）	2-6
2.4.2 JICA 借款供与での未完成工事とフィリピン国政府資金による 未完成工事の完成についての詳細	2-6
2.4.3 カマナバ事業における未完成工事の実施	2-8
2.4.4 カマナバ事業に加えて LGU と DPWH によって実施された事業	2-8
2.5 計画段階から現状までのカマナバ事業の進捗概要.....	2-10
2.6 2009 年台風オンDOIおよび 2012 年モンスーン時の洪水対策施設の状況	2-12
2.7 追加事業.....	2-16
2.7.1 カマナバ事業における追加工事（事業地域内）	2-16
2.7.2 ナボタス” Bombastik”ポンプ施設（事業地域内）	2-16
2.7.3 Valenzuela- Obando- Meycauyan（VOM）地域における排水路改修事業.....	2-16
2.7.4 ナボタス沿岸堤防の建設	2-17
3. 事業地域の現状	
3.1 カマナバ事業地域内のバランガイ人口	3-1
3.2 地形	3-2
3.2.1 地盤沈下.....	3-2
3.2.2 LIDAR データを用いた微地形検討.....	3-4
3.3 土地利用.....	3-6
3.3.1 2003 年と 2013 年の土地利用状況の比較	3-6
3.3.2 2001 年詳細設計時の土地利用状況との比較	3-10
3.3.3 LGU の最新の土地利用計画.....	3-11
3.4 マラボン-トゥリヤハン川	3-13

3.4.1	概要	3-13
3.4.2	河川横断測量	3-13
3.4.3	河道の流下能力分析	3-17
3.4.4	カマナバ事業地域での測量基準点の課題	3-20
3.5	排水区	3-23
3.5.1	概要	3-23
3.5.2	ポンプ場と水門	3-24
3.5.3	ポンプ場と水門の運転状況	3-24
3.5.4	排水区の特徴	3-26
3.6	LGUによる廃棄物管理	3-27
3.6.1	マラボン市	3-28
3.6.2	ナボタス市	3-28
4.	事業の効果	
4.1	2009年台風オンDOI時の効果	4-1
4.1.1	状況	4-1
4.1.2	With/Without分析(効果の確認)	4-17
4.2	2012年モンスーン時の効果	4-21
4.2.1	状況	4-21
4.2.2	With/Without分析(効果の確認)	4-33
4.3	社会面から見た事業の効果	4-45
5.	2012年モンスーン時の洪水の詳細分析	
5.1	はじめに	5-1
5.2	降雨	5-1
5.3	潮位と高潮	5-2
5.4	河川水位	5-3
5.5	地盤沈下	5-5
5.6	土地利用	5-6
5.7	建設工事の進捗	5-7
5.8	DPWHとLGUによる関連工事の進捗	5-7
5.9	水門とポンプ場	5-8
5.10	その他	5-9
5.10.1	事業地域外からの洪水の流入	5-9
5.10.2	洪水防御壁の倒壊と漏水	5-10
5.11	総合評価	5-11
5.11.1	分析	5-11
5.11.2	評価	5-12
6.	提言	
6.1	はじめに	6-1
6.2	事業で意図した便益や効果を達成するための提言	6-3
6.3	事業の便益や効果をさらに高めるための提言	6-8
6.4	その他の提言	6-10

7. 事業効果に係る情報の周知

7.1	ワークショップ	7-1
7.2	プレゼンテーションのコンセプト	7-2
7.3	ステークホルダー間の議論	7-3
7.4	結論	7-4

8. 調査結果と結論

8.1	調査結果	8-1
8.2	結論	8-3

付属資料

付属資料 1: 2012 年モンスーン時におけるラメサダムからの放流

付属資料 2: 社会調査結果

付属資料 3: 発表資料

付属資料 4: 住民の理解を促進するためにワークショップで使用されたコミック

表一覧

	頁
2. 事業地域において計画、実施された洪水対策施設	
表 2.3.1 2003 年 5 月の契約書で明記されたコンポーネント (水門およびポンプ場を除く)	2-5
表 2.4.1 完成工事の概要 (2008 年 9 月時点)	2-6
表 2.4.2 2008 年 9 月時点の契約 1 での輪中堤の完成状況.....	2-7
表 2.4.3 2008 年 9 月時点の契約 1 での洪水防御壁の完成状況.....	2-8
表 2.4.4 フィリピン国施工業者により実施された工事コンポーネント.....	2-8
表 2.5.1 カマナバ事業の進捗概要	2-11
表 2.5.2 DPWH および LGUs による関連事業の進捗概要.....	2-12
表 2.7.1 契約 5 による追加工事のコンポーネント.....	2-16
3. 事業地域の現状	
表 3.1.1 カマナバ事業地域内のバランガイ一覧.....	3-1
表 3.1.2 マラボン市とナボタス市の各バランガイの 2010 年の人口.....	3-1
表 3.3.1 全事業地域での 2003 年と 2013 年の土地利用状況の比較.....	3-9
表 3.3.2 排水区ごとの 2003 年と 2013 年の土地利用状況の比較.....	3-9
表 3.3.3 2001 年の詳細設計時における排水区ごとの 2000 年の土地利用状況と 2020 年の将来土地利用予測	3-10
表 3.3.4 マラボン市の土地利用計画概要	3-11
表 3.4.1 GM-3FA とパッシング-マリキナ (Ⅲ) の測量基準点との水準測量結果.....	3-15
表 3.4.2 カマナバ事業施設の特設箇所での地点標高の比較.....	3-21
表 3.5.1 各排水区の水門とポンプ場	3-24
表 3.5.2 カマナバプロジェクト管理事務所より水門・ポンプ場の運転記録を 入手できた月一覧	3-25
表 3.5.3 各排水区の水門・ポンプ場の実際の運転状況.....	3-25
表 3.5.4 LGU 間でのナボタス航行水門の閉鎖水位に関する主な課題と要求事項.....	3-26
4. 事業の効果	
表 4.1.1 2009 年台風オンドイ時の最大二日雨量と最大時間雨量.....	4-2
表 4.1.2 2001 年詳細設計時の降雨確率分析結果.....	4-2
表 4.1.3 2001 年詳細設計時の設計潮位	4-3
表 4.1.4 2001 年詳細設計時の最大風速確率分析結果.....	4-4
表 4.1.5 洪水痕跡調査地点と調査数 (n = 142).....	4-4
表 4.1.6 質問項目 (洪水痕跡調査)	4-5
表 4.1.7 トウリヤハン川の水位計一覧	4-9
表 4.1.8 2001 年詳細設計時における流量の確率分析結果.....	4-12
表 4.1.9 浸水状況調査地点と調査数 (n = 219).....	4-12
表 4.1.10 質問項目 (浸水状況調査)	4-13
表 4.1.11 各排水区の浸水深	4-15
表 4.1.12 河川洪水の With/Without 条件の定義.....	4-17
表 4.1.13 2009 年台風オンドイ時の浸水量 (氾濫水量) のバランス計算.....	4-20
表 4.2.1 2012 年モンスーン時の最大二日雨量と最大時間雨量.....	4-22
表 4.2.2 2001 年詳細設計時の降雨確率分析結果.....	4-22

表 4.2.3	2001 年詳細設計時の設計潮位	4-25
表 4.2.4	2001 年詳細設計時の最大風速確率分析結果.....	4-25
表 4.2.5	2001 年詳細設計時における流量の確率分析結果.....	4-28
表 4.2.6	各排水区の浸水深	4-31
表 4.2.7	カマナバプロジェクト管理事務所より水門とポンプ場の運転記録を 収集できた月	4-33
表 4.2.8	河川洪水の With/Without 条件の定義.....	4-33
表 4.2.9	内水氾濫の With/Without 条件の定義.....	4-36
表 4.2.10	「With/Without 条件」での計算結果計算結果（事業による浸水低減効果 （内水氾濫水位、内水氾濫継続時間の減少および浸水発生時刻の差））	4-36
表 4.2.11	確率降雨強度	4-37
表 4.2.12	ポンプ運用条件	4-37
表 4.2.13	各排水区の最低標高	4-38
表 4.2.14	2012 年モンスーン時の浸水量（氾濫水量）のバランス計算.....	4-44
表 4.3.1	住民が参加を希望する活動の種類.....	4-45
5.	2012 年モンスーン時の洪水の詳細分析	
表 5.2.1	2012 年モンスーン時の最大二日雨量と最大時間雨量.....	5-2
表 5.2.2	2001 年詳細設計時の降雨確率分析結果.....	5-2
表 5.5.1	想定地盤沈下量の比較	5-6
表 5.7.1	事業の主要土木工事	5-7
表 5.8.1	DPWH と LGU による関連プロジェクトの進捗概要.....	5-8
6.	提言	
表 6.1.1	提言一覧.....	6-2
7.	事業効果に係る情報の周知	
表 7.1.1	各ワークショップの概要	7-1

図一覽

	頁
1. はじめに	
図 1.4.1 調査地域.....	1-4
2. 事業地域において計画、実施された洪水対策施設	
図 2.1.1 洪水対策流量配分図（30年確率規模）.....	2-1
図 2.1.2 1998年事業化調査時に提案された施設位置図.....	2-3
図 2.1.3 カマナバ事業計画で提案された洪水防御壁.....	2-4
図 2.4.1 事業完了のタイムフレーム.....	2-6
図 2.6.1 2012年モンスーン時の完成状況.....	2-13
図 2.6.2 2009年台風オンDOI時の輪中堤の標高.....	2-14
図 2.6.3 2012年モンスーン時の輪中堤の標高.....	2-14
図 2.6.4 2009年台風オンDOI時のマラボン川左岸の洪水防御壁の標高.....	2-15
図 2.6.5 2009年台風オンDOI時のマラボン川右岸の洪水防御壁の標高.....	2-15
図 2.7.1 ナボタス市の Bombastik ポンプ場の位置図.....	2-18
図 2.7.2 マララ川沿いの Bombastik ポンプ施設（ナボタス市）.....	2-19
図 2.7.3 ナボタス市において建設された沿岸堤防.....	2-19
3. 事業地域の現状	
図 3.1.1 カマナバ事業地域内のバランガイ位置図.....	3-2
図 3.2.1 カマナバ事業地域の1945年以前の古地図.....	3-3
図 3.2.2 NAMRIAの算定による地盤沈下量.....	3-4
図 3.2.3 LIDARデータによるカマナバ事業地域の地形起伏図.....	3-5
図 3.2.4 カマナバ事業地域の標高分布.....	3-6
図 3.3.1 2003年の土地利用状況.....	3-7
図 3.3.2 2013年の土地利用状況.....	3-8
図 3.3.3 7つの排水区の合計面積に対する養魚池／湿地および空地の割合の比較.....	3-10
図 3.3.4 マラボン市の2003年の土地利用計画.....	3-11
図 3.3.5 ナボタス市の将来開発のための地域区分図.....	3-12
図 3.4.1 マラボン-トゥリヤハン流域図および河川名称の定義.....	3-13
図 3.4.2 河川横断測量で参照した測量基準点の位置.....	3-14
図 3.4.3 測量横断面位置図.....	3-15
図 3.4.4 2013年のマラボン川の縦断面図.....	3-16
図 3.4.5 2001年と2013年のマラボン川の縦断面図の比較.....	3-16
図 3.4.6 マラボン川の左岸右岸の流下能力評価の概念図.....	3-17
図 3.4.7 2013年の現状の断面と計画断面まで掘削した場合の断面での 計画流量 $450\text{m}^3/\text{s}$ を流下させた際の計算水位.....	3-17
図 3.4.8 2013年の河川横断面での流下能力.....	3-18
図 3.4.9 2013年の河川横断に対して浚渫を行った断面での流下能力.....	3-19
図 3.4.10 2001年の河川横断面での流下能力.....	3-19
図 3.4.11 測量を行った施設の位置と標高値の差.....	3-21
図 3.4.12 河岸、設計堤防高および設計洪水位縦断面図.....	3-22
図 3.5.1 カマナバ事業地域の排水区分.....	3-23
図 3.5.2 カマナバプロジェクト事務所の水門およびポンプ場の運転・維持管理組織図.....	3-24

4. 事業の効果

図 4.1.1	2009 年台風オンDOI時のカマナバ事業地域での降雨状況	4-1
図 4.1.2	2009 年台風オンDOI時の事業地域上流 (Tinajeros 橋上流) での降雨状況.....	4-1
図 4.1.3	NAMRIA による 2009 年台風オンDOI時のマニラ湾の潮位状況	4-2
図 4.1.4	2009 年の各月の最大・最小潮位	4-3
図 4.1.5	洪水痕跡調査位置図.....	4-5
図 4.1.6	洪水痕跡調査写真.....	4-5
図 4.1.7	質問状回答例.....	4-7
図 4.1.8	台風オンDOI時に越水が生じたとの回答を得た箇所	4-8
図 4.1.9	台風オンDOI時のマラボン-トゥリヤハン川沿いの洪水痕跡高縦断図	4-8
図 4.1.10	トゥリヤハン川沿いの水位計設置位置図.....	4-9
図 4.1.11	2001 年詳細設計時における Tinajeros 橋での 30 年確率の 設計ハイトグラフとハイドログラフ	4-10
図 4.1.12	2001 年詳細設計時の設計ハイドログラフと 2013 年の降雨流出モデルで 再現された ハイドログラフとの比較.....	4-10
図 4.1.13	HEC-RAS モデルによる 2009 年台風オンDOI時の計算洪水水位縦断図.....	4-11
図 4.1.14	2009 年台風オンDOIでの Tinajeros 橋上流域の時間雨量と Tinajeros 橋での較正後の流量ハイドログラフ	4-11
図 4.1.15	浸水状況調査位置図 (洪水痕跡調査位置含む)	4-13
図 4.1.16	2009 年台風オンDOI時の等浸水深線と浸水深分布.....	4-14
図 4.1.17	2009 年台風オンDOI時の洪水流の流れ.....	4-16
図 4.1.18	2009 年台風オンDOI時の「Without 条件」と「With 条件」の概念図	4-17
図 4.1.19	2009 年台風オンDOI時の「Without 条件」と「With 条件」の施設条件	4-18
図 4.1.20	2009 年台風オンDOI時のカマナバ事業の効果.....	4-19
図 4.2.1	2012 年モンスーンでの Port Area 観測所での降雨状況	4-21
図 4.2.2	2012 年モンスーンでの La Mesa ダム観測所での降雨状況.....	4-21
図 4.2.3	2012 年モンスーン時の Port Area 観測所での長期間降雨状況.....	4-22
図 4.2.4	2012 年モンスーン時の La Mesa ダム観測所での長期間降雨状況	4-23
図 4.2.5	2012 年モンスーン時のマニラ湾での観測潮位 (NAMRIA データ)	4-23
図 4.2.6	2012 年モンスーン時のマニラ湾での長期間観測潮位 (NAMRIA データ)	4-24
図 4.2.7	2012 年モンスーン時の Bangkulasi ポンプ場での観測水位.....	4-24
図 4.2.8	2012 年の月別最大・最小潮位	4-24
図 4.2.9	2012 年モンスーン時に越水が生じたあるいは洪水防御壁が 倒壊したとの回答を得た箇所	4-26
図 4.2.10	2012 年モンスーン時のマラボン-トゥリヤハン川沿いの洪水痕跡高縦断図.....	4-27
図 4.2.11	2012 年モンスーンでの短期 (上図) と長期 (下図) の La Mesa ダム観測所の 時間雨量と Tinajeros 橋での較正後の流量ハイドログラフ.....	4-28
図 4.2.12	2012 年モンスーン時の等浸水深線と浸水深分布.....	4-30
図 4.2.13	2012 年モンスーン時の洪水流の流れ.....	4-32
図 4.2.14	2012 年モンスーン時の「Without 条件」と「With 条件」の概念図	4-34
図 4.2.15	2012 年モンスーン時の「Without 条件」と「With 条件」の施設条件	4-34
図 4.2.16	2012 年モンスーン時のカマナバ事業の効果.....	4-35
図 4.2.17	Bangkulasi と Catmon 排水区での低標高地域の分布	4-38
図 4.2.18	Spine と Maypajo 排水区での低標高地域の分布	4-39
図 4.2.19	2012 年 8 月の Bangkulasi 排水区での内水氾濫計算.....	4-40
図 4.2.20	2012 年 8 月の Spine 排水区での内水氾濫計算.....	4-42

図 4.2.21 2012 年 8 月の Catmon 排水区での内水氾濫計算 4-43

5. 2012 年モンスーン時の洪水の詳細分析

図 5.2.1 2012 年モンスーンでの Port Area 観測所での降雨状況 5-1

図 5.2.2 2012 年モンスーンでの La Mesa ダム観測所での降雨状況 5-1

図 5.3.1 2012 年モンスーン時の Bangkulasi ポンプ場での観測水位 5-2

図 5.4.1 マラボン川右岸側 C-4 橋での 2012 年 8 月 2 日の高潮位 5-3

図 5.4.2 マラボン川左岸側 C-4 橋での 2012 年 8 月 2 日の高潮位 5-3

図 5.4.3 2012 年モンスーン時に越水が生じたあるいは洪水防御壁が
倒壊したとの回答を得た箇所 5-4

図 5.4.4 2012 年モンスーン時のトゥリャハン-テネヘロス-マラボン川沿いの
洪水痕跡高 5-4

図 5.4.5 カマナバ事業境界での洪水状況 5-5

図 5.6.1 7つの排水区合計面積に対する養魚池／湿地および空地の割合の比較 5-6

図 5.9.1 2012 年 8 月 1 日のナボタス水門 5-8

図 5.10.1 2012 年モンスーン時の輪中堤縦断図 5-9

図 5.10.2 2012 年モンスーン時の輪中堤からの越水箇所 5-10

図 5.10.3 2012 年モンスーン時に越水が生じたあるいは洪水防御壁が
倒壊したとの回答を得た箇所 5-10

図 5.10.4 マララ川左岸の倒壊した洪水防御壁 5-11

7. 事業効果に係る情報の周知

図 7.1.1 ワークショップの様子 7-2

略語集

機関/ 組織

ADB	:	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
CENRO	:	Community Environment and Natural Resources Office (環境天然資源共同体事務所)
COA	:	Commission on Audit (会計監査委員会)
DENR	:	Department of Environmental and Natural Resources (環境天然資源省)
DOH	:	Department of Health (保健省)
DOST	:	Department of Science and Technology (科学技術省)
DPWH	:	Department of Public Works and Highways (公共事業道路省)
GOP	:	Government of the Philippines (フィリピン国政府)
GOJ	:	Government of Japan (日本国政府)
IEC	:	Information, Education and Communication (情報・教育・コミュニケーション)
JBIC	:	Japan Bank for International Cooperation (国際協力銀行)
JICA	:	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
KAMANAVA	:	Kaloocan - Malabon - Navotas - Valenzuela (カローカン、マラボン、ナボタス、バレンズエラ)
LGU(s)	:	Local Government Unit(s) (地方自治体)
MMDA	:	Metro Manila Development Authority (マニラ首都圏開発庁)
MNDEO	:	Malabon Navotas District Engineering Office (マラボン・ナボタス地域技術課)
NAMRIA	:	National Mapping and Resources Information Authority (国土地理資源情報庁)
NCR	:	National Capital Region (首都圏)
NEDA	:	National Economic and Development Authority (国家経済開発庁)
NHA	:	National Housing Authority (大統領府国家住宅庁)
NGO(s)	:	Non-Governmental Organization(s) (非政府組織)
NSCB	:	National Statistical Coordination Board (国家統計調整委員会)
NSO	:	National Statistical Office (国家統計局)
OCD	:	Office of Civil Defense, Department of National Defense (民間防衛局、国防省)
PAGASA	:	Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration (フィリピン気象天文庁)
PMO	:	Project Management Office, DPWH (プロジェクト管理事務所)
PMRCIP	:	Pasig-Marikina River Channel Improvement Project (パッシング- マリキナ川河川改修事業)
PNR	:	Philippine National Railway (フィリピン国有鉄道)
SAPS	:	Special Assistance for Project Sustainability (援助効果促進調査)
SWMA	:	Solid Waste Management Agency (廃棄物管理機関)
SWMP-PMO	:	Solid Waste Management Project, Project Management Office (廃棄物管理プロジェクト管理事務所)
UPMO-FCMC	:	Unified Project Management Office - Flood Control Management Cluster (統合プロジェクト管理事務所-洪水対策管理団)
VOM	:	Valenzuela - Obando - Meycauayan (Area) (バレンズエラ、オバンド、メイカウアヤン (地域))
WB	:	World Bank (世界銀行)

頭字語

BM	:	Bench Mark	((測量) 基準点)
DFL	:	Design Flood Level	(設計洪水位)
DHWL	:	Design High Water Level	(設計高水位)
DTL	:	Design Top Level	(設計天端高)
FG	:	Flood Gate	(水門)
GDP	:	Gross Domestic Product	(国内総生産)
GRDP	:	Gross Regional Domestic Product	(域内総生産)
HWL	:	High Water Level	(高水位)
IEE	:	Initial Environmental Examination	(初期環境評価)
MLLW	:	Mean Lower Low Water	(平均低低潮)
MOD	:	Minutes Of Discussion	(協議録)
MSL	:	Mean Sea Level	(平均海水面)
MSHHWL	:	Mean Spring Higher High Water Level	(平均高高潮位)
O&M	:	Operation and Maintenance	(維持管理)
PS	:	Pumping Station	(ポンプ場)
RPS	:	Relief Pumping Station	(小規模ポンプ施設)
SWEEP	:	Solid Waste Ecological Enhancement Project	(廃棄物強化事業)
UDHA	:	Urban Development Housing Act	(都市開発住宅法)

1. はじめに

1.1 背景

調査地域（事業地域）はカローカン、マラボン、ナボタス、バレンズエラという2つの市と2つの自治体の全体あるいは一部からなり、ここ25年間近く実施された洪水調査および関連事業では「カマナバ」地域と呼ばれている。カマナバ地域は低平地で潮位が高い時には地域の3分の2が浸水し、たびたび洪水の被害に見舞われている地域である。1990年、JICAによる技術協力のもと、フィリピン国政府はメトロマニラの洪水制御および排水改良のための事業化調査（JICA 1990 F/S）を実施し、カマナバ地区は優先プロジェクト地域の一つに選ばれた。

1998年の事業化調査のレビューおよび1999年の国際協力銀行（当時）による事業承認に基づいて、カマナバ地区洪水制御・排水システム改良事業（以下、「カマナバ事業」という。）に係る国際協力銀行（当時）、フィリピン国政府との間での借款契約が締結され、事業は以下の経緯で実施された。

- 詳細設計（2001年に完了）
- 建設工事
 - 2008年9月、借款契約における借款部分の資金が尽き、国際施工業者による工事が終了、その時点で88%の事業が完了していた。
 - 2009年、カマナバ事業の残工事が開始された。フィリピン国政府資金を用いて、3つの工事契約が何段階かに分けて結ばれ、2013年に工事は完了した。

上記は1999年に国際協力銀行（当時）に承認された事業の範囲内であり、これに加えて様々な組織の資金による洪水対策施設が供与されかつ維持されている。また、本地域への壊滅的な洪水（2012年の洪水など）と住民の懸念に対応する形で、JICA以外の様々な資金により、カマナバ事業で施工された施設の増強も行われている。

概して、カマナバ事業計画のもと施工された施設の進捗・完成に伴って、対象地域で頻発していた洪水は劇的に減少したことが報告されている。例えば、2009年の台風「オンドイ」発生時にマラボン市で洪水被害を受けたのは、工事は完了していなかったにもかかわらず、21あるバラングイのうち5つだけだった。しかし、2012年8月のモンスーン（以下、「2012年モンスーン」という。）とそれによる豪雨は、地域に前例のない洪水被害をもたらした。これは地域コミュニティとLGUの懸念を喚起し、カマナバ事業の効果について疑問が投げかけられた。このような現状において、社会的受容性の観点から、本事業は監査委員会による市民参加監査の対象となった。

このような状況の中、カマナバ事業の実施機関であるDPWHは現状の評価・改善のために早急な対策を行う必要が生じた。その対策の一つとして、DPWHはフィリピン国政府より臨時資金を確保し、カマナバ地域において、（カマナバ事業の計画・設計での天端高を上回る高さへの）洪水防御壁の嵩上げおよび防潮堤の建設を含む追加の建設事業を開始している。この補強事業の進行と同時に、カマナバ事業の長期的な持続可能性を確保するため、DPWHは以下を目的とする調査を行いさらなる対策を実施することとした。

- a) 2012年8月の洪水時における事業効果を把握・確認する
- b) 完了した事業を技術的に検討し、さらに必要とされる対策を確認する
- c) カマナバ地域におけるステークホルダー間の協力関係を構築する

一連の協議の結果、JICAはDPWHに対して上記を目的とする特別な支援を行うことに同意し、「カマナバ地区洪水制御・排水改良事業 援助効果促進調査」（以下、「SAPS調査」という。）を実施することとなった。2013年10月、JICAは株式会社オリエンタルコンサルタンツおよびパシフィックコンサルタンツ株式会社からなる調査団を派遣し、前述の要求に従って調査を実施した。

JICA調査団は2013年10月から2014年1月にかけてSAPS調査を実施し、カマナバ事業で計画・実施された洪水制御施設の水準および2009年台風「オンドイ」および2012年モンスーンのような異常洪水時の事業効果を把握するために実施した本調査の活動の詳細をとりまとめ、本報告書

を作成した。なお、本報告書では、ステークホルダーとの議論に基づく、SAPS 調査の結論及び、カマナバ事業の長期的な持続性を確保するための提言も含むものである。

1.2 調査の目的

1. プロジェクト地域で発生した近年の大規模な洪水のデータに基づいて、本事業の効果を調査する
(2012年8月の洪水時点の、技術的な背景についても分析を行う)
2. 本事業の効果および持続可能性を高め、さらに促進するためにフィリピン政府によってなされる必要のある対策を提案する
3. DPWH が LGU などのステークホルダーに対し、本事業の効果についての情報を適切に、効果的に共有し、ステークホルダー間の理解を促進し、協力関係を築くためのサポートを行う

1.3 期待される成果

1. フィリピン国政府、LGU の本事業の計画・目的への理解が高まること
2. 本事業の効果が検証されること
3. 2012年8月の洪水の原因が説明されること
4. 現状に基づいて、プロジェクトの効果および持続可能性が達成、促進、向上される対策が提案されること
5. ステークホルダーに対し、DPWH がプロジェクトに関する情報を適切に、効果的に共有・説明できるよう、調査結果が効果的に利用されること

1.4 調査地域

調査地域はメトロマニラのカマナバ事業地域とし、その排水区域面積は 18.48km²である(図 1.4.1)。

1.5 SAPS 調査の概要

調査の開始に当たり、JICA 調査団はインセプションレポートを作成した。インセプションレポートは、2013年7月10日に JICA および DPWH によって締結された SAPS の会議議事録 (MOD) に示された内容に沿って、以下の項目の実施方法および活動工程を説明するものであった。

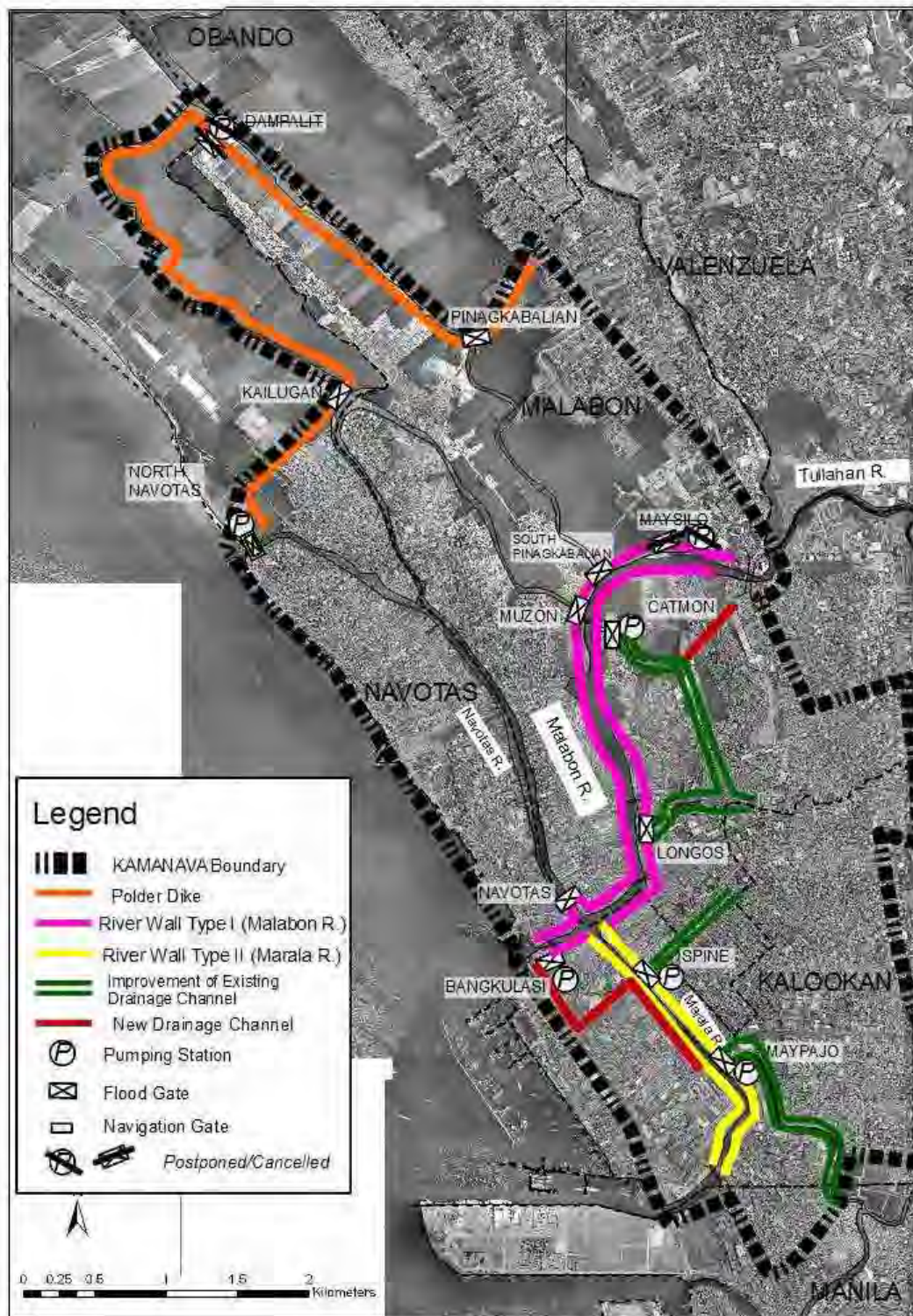
- 調査目的
- 業務範囲
- 要員計画
- 調査工程
- その他

SAPS 調査にあたって、JICA 調査団は段階的調査手法をとることとし、その手法はインセプションレポートに示され合意された。

要約すると、本調査で適用された段階的な方法およびプロセスは主に以下の項目からなる。

- a) 1999年に国際協力銀行(当時)が承認したカマナバ事業計画の範囲・内容の検証、これは、事業計画時の目的や基準および JICA 資金による事業コンポーネント、LGU、MMDA あるいは DPWH 資金による事業、といった観点から行われる
(承認事業の範囲・内容は、以下の項目 b) に示すような、現在までに様々な段階で実施されてきた洪水対策施設の水準を比較する際の基準として用いられる)

- b) 様々な段階での（特に 2009 年の台風「オンドイ」、2012 年モンスーン発生時においての）、JICA の資金およびその他の機関（DPWH、LGU、MMDA 等）の資金を用いて実施されていた、カマナバ事業で計画、設計、建設、維持された洪水対策施設の水準を評価するための情報収集
- c) With/without 分析に基づいた、カマナバ事業で実施された洪水対策施設の効果の評価
- d) 住民への聞き取りによる洪水痕跡調査・浸水調査の実施
- e) 潮位、河川流量、降雨量に係る水文・水理解析結果に基づく、マラボン川における洪水規模・程度の算定
 - 設計規模
 - 2009 年の台風「オンドイ」時の洪水規模
 - 2012 年モンスーン時の洪水規模
- f) 以下を目的とした地形測量
 - i. 事業開始後の NAMRIA の観測潮位に関連する DPWH 基準面の検証および地盤沈下の把握・確認
 - ii. 上記項目 c)で述べた聞き取り調査で特定された位置での洪水時の水位、浸水位のデータ入手
 - iii. 水理解析に用いるマラボン・トゥリヤハン川の横断面データの入手
 - iv. 地形特性を確認するための排水区域内の選定箇所での標高データの入手
- g) カマナバ事業およびその効果についての意見の評価、および局所的な浸水の原因となる地形条件と維持管理上の課題の特定、を行うことを目的とした社会調査の実施
- h) カマナバ事業の効果およびその持続可能性についての関係者および一般の住民の意見・考え・コメントの検証
- i) ステークホルダー（DPWH、LGU、MMDA 等の各組織）間の協力関係を構築するベースを設けるための公式・非公式の会議・ミーティングでの協議
- j) ドラフトファイナルレポート、およびステークホルダーへのワークショップで用いる上記のプロセス・活動に基づいた調査結果についてのプレゼンテーション資料の作成
- k) 提言を含む本調査のファイナルレポートの提出



出典：JICA 調査団。カマナバ事業で設置された洪水対策・排水改良施設について、場所および大きさを概念的に示したもの。

図 1.4.1 調査地域

2. 事業地域において計画、実施された洪水対策施設

カマナバ事業地域における洪水対策施設の大部分は JICA の資金で計画、実施された。それ以外の小規模施設は LGU、MMDA、DPWH 等の資金（フィリピン国政府資金）で計画、実施された。カマナバ事業での洪水対策施設の全体的な計画、実施にあたり、前述の借款契約に従い、LGU および DPWH はカマナバ事業の効果を最大限達成するために一部の事業を JICA 資金によらずに実施する責務があった。以下に事業の各種段階における計画を詳述する。

2.1 1999 年の承認段階でのカマナバ事業

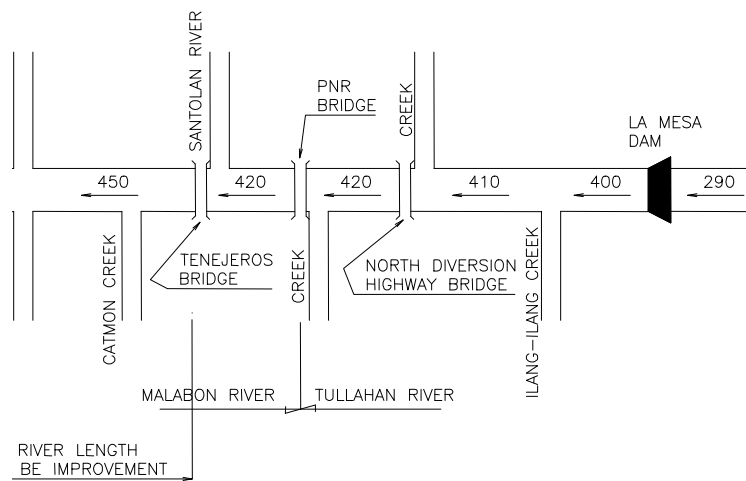
1999 年、国際協力銀行（当時、現 JICA）はカマナバ事業を承認した。1999 年 10 月 20 日付けの国際協力銀行（当時）と DPWH 間の議事録におけるカマナバ事業の特徴を以下に示す。

(1) 計画の目的・基準

計画の目的は以下の通り。

- (a) 潮位が計画段階で観測された最大潮位以下であり、河川流量が 30 年確率規模以内であるときに、高潮位および河川の越流から事業地域を守ること。（図 2.1.1）
- (b) 10 年確率規模の降雨時に浸水深 20cm を超える内水氾濫地域を、事業地域の 90%（計画当時）から 15% へ減少すること。
- (c) 毎年の洪水被害額を 5 億ペソ減少させること。

上記計画の目標年次は 2020 年であった。



単位: m^3/s

出典：詳細設計主設計報告書(2001)

図 2.1.1 洪水対策流量配分図（30 年確率規模）

(2) 洪水対策施設（JICA による借款供与部分）

カマナバ事業では、以下の洪水対策施設が JICA の借款供与で実施されることとなった。

(a) マラボン川北部

- | | |
|----------------------|-----------|
| i. 輪中堤 | (8.0 km) |
| ii. 洪水防御壁の高上げ（タイプ I） | (5 units) |
| iii. 閘門 | (5 units) |

iv. 水門	(5 か所)
v. 制御水門	(2 か所)
vi. 水門併設のポンプ場	(2 か所)
vii. 水門なしのポンプ場	(1 か所)

(b) マラボン川南部

i. 洪水防御壁の嵩上げ (タイプ I)	(3.9 km)
ii. 洪水防御壁の嵩上げ (タイプ II)	(4.1 km)
iii. 水門	(1 か所)
iv. 水門併設のポンプ場	(4 か所)
v. 排水路の改修	(6.4 km)
vi. 排水路の新設	(1.8 km)

(3) その他の事業 (フィリピン国政府による部分)

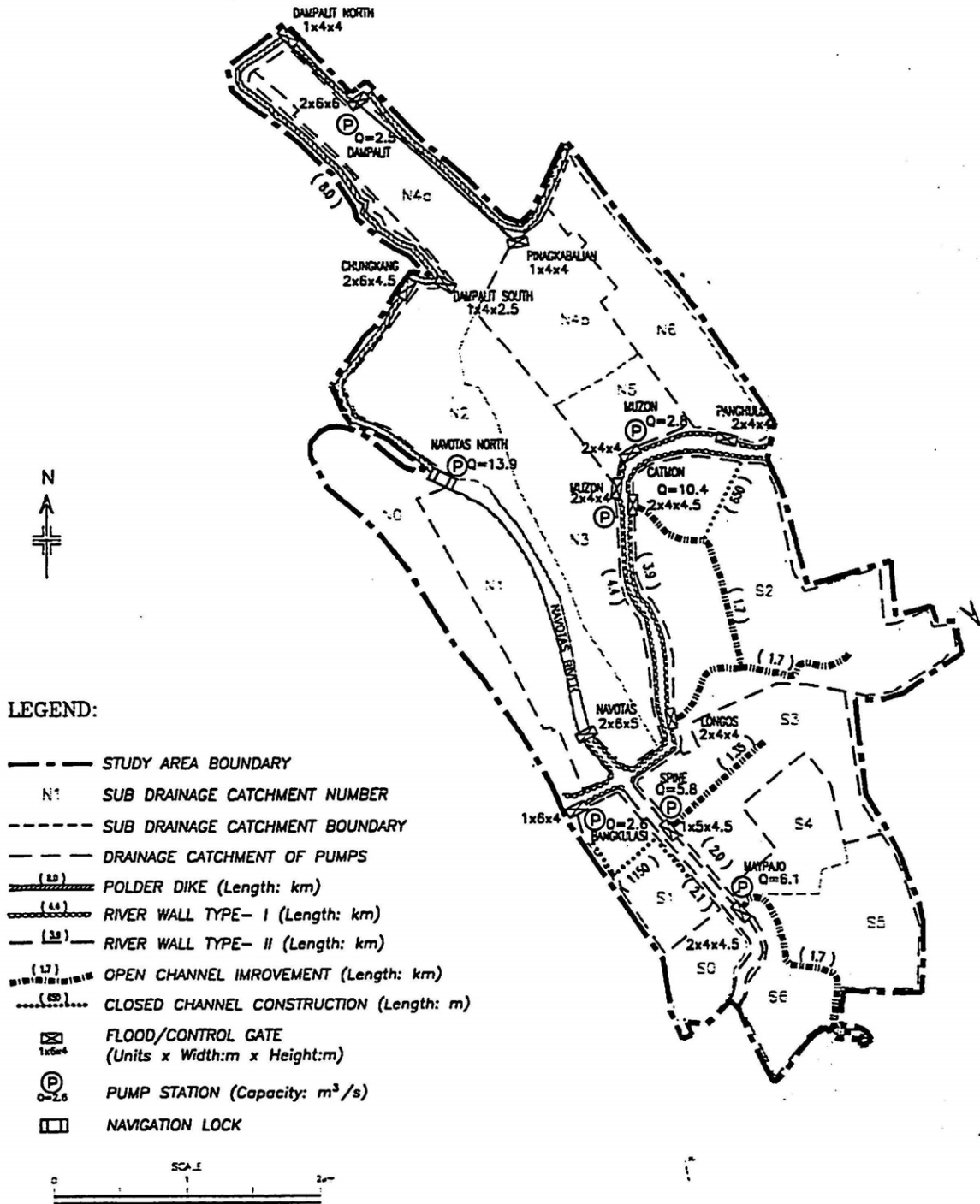
国際協力銀行 (当時、現 JICA) と DPWH 間の議事録によると、全体事業のうちの以下のコンポーネントは JICA による借款供与の対象ではなく、効果的な事業目的の達成と持続性の確保のためにフィリピン国政府によって実施されることが確認・合意された。

- (a) DPWH による、事業完成時における Malabon 橋、Lambingan 橋、Tinajeros 橋の嵩上げ
- (b) LGU による、事業地域における二次・三次排水路の改修
- (c) LGU による、事業地域における廃棄物管理

注:

1. 1990 年の JICA 調査、1998 年の事業化調査時において、カマナバ事業地域におけるマラボン川の浚渫は、事業目的を達成するために必要であると認識されていた。しかし、事業は JICA 調査以降、排水路改良事業として提案されたことから、洪水対策としての浚渫は緊急性が必ずしも高くないと考えられた。そのため、マラボン川の浚渫は国際協力銀行 (当時) に承認された事業に含まれなかった。
2. 防潮堤は 1990 年の事業化調査時に検討された。しかし、提案された North Bay Business Park (NBBP) の埋め立て地による防護、他地域と比べた地盤高の高さ、その地域における当時の不法滞在者の問題を考慮して、1999 年の国際協力銀行 (当時) 承認の事業には含まれなかった。MBBP の提案はまだ実施されていないが、フィリピン国政府の資金によって、本報告書の準備時点において、防潮堤の一部が建設されている。

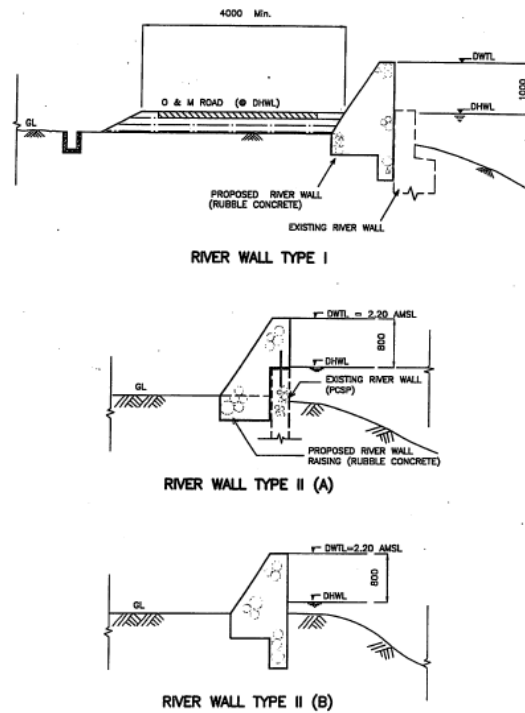
1998 年調査時に提案された施設の位置は図 2.1.2 に示す通りである。図 2.1.3 は、提案された洪水防御壁のタイプ I、タイプ II である。



出典: 1998 年事業化調査メインレポート¹

図 2.1.2 1998 年事業化調査時に提案された施設位置図

¹ DPWH, カマナバ地区洪水制御・排水改良事業, ファイナルレポート, 1998 年



出典: 1998年事業化調査メインレポート

図 2.1.3 カマナバ事業で提案された洪水防御壁

2.2 2001年設計段階のカマナバ事業

2001年詳細設計段階において、計画目的（あるいは設計基準）、LGUやDPWHの責務を含む事業範囲や資金調達管理は、ステークホルダー間の議論に基づいて調整され、以下詳述する洪水対策施設の変更も行われた。

(1) マラボン川北部における施設の変更点

- i. 事業地域の北西端において、Chungkang川とKailugan川の間の主に養魚場からなる地域が輪中堤の防護地域に加えられることとなった。これにより、輪中堤の長さは8.0kmから8.6kmに増加した。
- ii. 提案されていたMaysiloの水門が取り消された。これは、この水門につながる排水路が埋め立てられたためである。
- iii. Dampalitのポンプ場および水門、South Pinakabalianのポンプ場の建設が延期となった。これは、事業地域がおおむね養魚場で構成され、大規模な土地開発は行われなかったこと、また輪中堤および修繕されたChungkangに設置されている既存の制御水門により、本地域は十分に防御し得ると考えられたことによる。
- iv. 船舶使用者とDPWHとの協定により、閘門は航行水門へ変更になった。
- v. 洪水防御壁の嵩上げに際し、1999年の国際協力銀行が承認した計画でのタイプIは、8種類の防御壁タイプ（P1、P2、P3、P4、R1、R2、R4、& R5）に変更されることとなった。
- vi. 洪水防御壁の長さは1999年に国際協力銀行が承認した計画での4.4kmから3.3kmに縮小された。（洪水防御壁の嵩上げについての詳細設計の情報は、主設計報告書からの抜粋である。縮小の主な理由は一部の既存の壁や地盤高が高いためである。）

(2) マラボン川南部における施設の変更点

- vii. 洪水防御壁の嵩上げにおいて、1999年に国際協力銀行(当時)が承認した計画でのタイプ I およびタイプ II は、9種類の防御壁タイプ (マラボン川における P3、R1、R2、R3、R4、R5、マララ川における MR1、MR2、MR3) に変更されることとなった。

洪水防御壁の長さは 1999年の国際協力銀行(当時)が承認した計画での 8.0km から 7.3km に縮小された。(洪水防御壁の嵩上げについての詳細設計の情報は、主設計報告書からの抜粋である。縮小の主な理由は一部の既存の壁や地盤高が高いためである。)

- viii. 面積 12.5ha の調整池が Catmon Creek の 4 地点に設置された。なお、調整池は 1999年に国際協力銀行(当時)が承認した計画には含まれていなかった。

2.3 カマナバ事業建設工事契約書 (2003 年)

2003年の建設工事契約書は、2巻から構成される。すなわち、第1巻(輪中堤および河川・排水路改修)、第2巻(水門・ポンプ場)である。第1巻の内容は表 2.3.1 の通りである。

当初契約では、26の主なコンポーネントがあり、そのうちの 18 コンポーネントが 2008年9月4日時点で完了した。8つの未完了工事のうち、1つは延期された Dampalit 水門であり、カマナバ事業第2ステージ(VOM)での実施を提案された。その他は Maysilo 水門で、マナボン市の LGU 土木事務所での決定に従い取り消された。Dampalit 水門(延期)および Maysilo 水門(取り消し)は、2006年4月24日の DPWH の設計変更命令書の覚書(No.2)において、確認された。

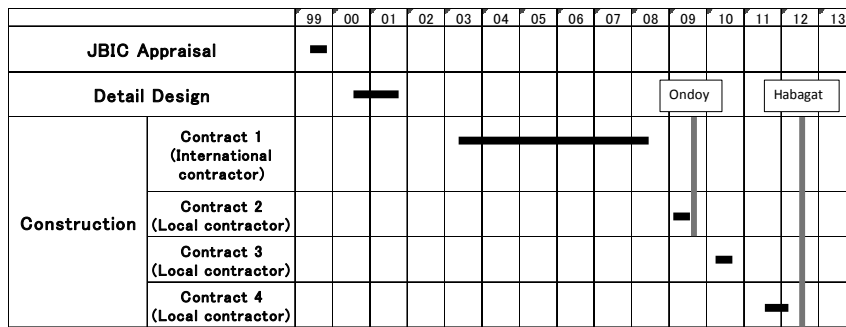
表 2.3.1 2003年5月の契約図書で明記されたコンポーネント(水門およびポンプ場を除く)

Bill No.	タイトル
G1	準備工、一般事項
C1	輪中堤
C2	マラボン川改修
C3	マララ川改修
C4	Estero de Maypajo 排水路改修
C5	Longos Creek 排水路改修
C6	Catmon 排水路改修
C7	Spine 排水路改修
C8	Northen Catmon の排水施設
C9	Bangkalasi の排水施設

出典: JICA 調査団

2.4 カマナバ事業下で順次実施された建設工事

当初計画の建設工事の大部分は4つの契約によって実施された。これら4契約は、以下に示すように、様々な段階で実施され、JICA 資金による1国際契約者およびフィリピン国政府資金による3現地契約者が従事した。当初計画の大部分が完成した後、5つめの契約が始まり、フィリピン国政府資金を用い、いくつかの施設の改良が開始された。事業完了(契約完了)のタイムフレームは図 2.4.1 に示すとおりである。



出典: JICA 調査団

図 2.4.1 事業完了のタイムフレーム

2.4.1 JICA 借款供与で完成した事業 (2008 年 9 月時点での契約 1 まで)

2003 年 6 月、国際施工業者は 2001 年の詳細設計 (2.2 において前述) に示された洪水対策施設の建設事業を開始した。しかし、2008 年 9 月にいくつかの理由および JICA 借款の実行完了により、契約 1 の施工業者が全体事業の 88% を完了した段階で、2009 年 9 月に契約 1 は正式に終了した。

2008 年 9 月、契約 1 の施工業者は全ての水門、ポンプ場、航行水門の工事を完了した。その他の工事については部分的に完成した状態で残された。表 2.4.1 は 2008 年 9 月時点での工事の完成状況を示す。

表 2.4.1 完成工事の概要 (2008 年 9 月時点)

項目	施設	契約 1 での完成状況		備考
		100%	一部	
マラボン川北側				
1	Pinagkabalian (North)水門	√		
2	Pinagkabalian (South)水門	√		
3	Muzon 水門	√		
4	Kailugan 水門	√		
5	Navotas (South)水門	√		
6	航行水門 (North Navotas)	√		
7	Navotas (North)ポンプ場 (航行水門に隣接)	√		
8	Polder Dike 輪中堤		√	2.4.2 にて言及
9	River Walls Raisings 洪水防御壁嵩上げ		√	2.4.2 にて言及
マラボン川南側				
1	Catmon 水門・ポンプ場	√		
2	Spine 水門・ポンプ場	√		
3	Maypajo 水門・ポンプ場	√		
4	Bangkulasi 水門・ポンプ場	√		
5	Longos 水門	√		
6	洪水防御壁嵩上げ		√	2.4.2 にて言及
7	排水路改良 (調整池含む)		√	2.4.2 にて言及
8	排水路の新設		√	2.4.2 にて言及

出典: JICA 調査団

2.4.2 JICA 借款供与での未完成工事とフィリピン国政府資金による
未完成工事の完成についての詳細

JICA 借款の実行完了時に、契約 1 の達成度は水理的に 88% と見積もられたが、建設施設は事業地域に入る洪水を妨げるのに十分ではなかった。(例えば、堤防盛土の建設が全長の 95% については

完了し、残り5%は未着手（解放状態）である場合、水理的にはそれは全く完成していないのと同義である。これは、残る5%の開口部から洪水が防護地域に浸入するためである。）ゆえに、（カマナバ事業計画の）残工事完成の緊急性と重要性を考慮し、DPWHはフィリピン国政府資金を使い、自国施工業者を雇用し事業を完了させた。施工業者は2009年2月に残工事を開始し、2012年モンスーン襲来前の2012年1月に工事を完成させた。

国際施工業者によって工事が開始され、フィリピン国施工業者によって完成した工事の詳細を以下に記す。

1) 輪中堤

主に事業地の北部を高潮位時から守る8.6kmの輪中堤（航行水門から、標高の高い事業地北東の境界に沿って走る H. Del Pillar Street から分岐する Panghulo Road まで）は、国際施工業者によって部分的に完成した。

輪中堤については、参照・説明の容易さを考慮し、以下の通りの区間分けがされている。

- i. Tanza 川区間
（航行水門から Tanza 川近くの Kailugan 水門まで、約 1.3km）；
- ii. Kailugan 川区間
（Kailugan 水門から Kailugan 川沿いの Pinagkabalian 川の合流地点まで、約 3.7km）
- iii. Pinagkabalian 川区間
（Kailugan 川と Pinagkabalian 川の合流地点から Pinagkabalian 川沿いの Pinagkabalian 水門まで、約 2.6km）；
- iv. Pinagkabalian (Naverette) 道路区間
（Pinagkabalian 水門から Pinagkabalian 道路沿いの Punghulo 道路まで、約 0.8km）

国際施工業者は、2008年9月の建設工事の終了時まで、8.6kmの輪中堤のうち3.4kmを施工した。国際施工業者によって実施された事業の詳細を、表 2.4.2 に示す。

表 2.4.2 2008年9月時点の契約1での輪中堤の完成状況

輪中堤	範囲 (km)	完成状況	堤防高さ (DPWH 基準面標高、m)
Tanza 川区間	1.3	完成	天端高は EL.12.60 m 以上
Kailugan 川区間	3.7	距離 300m の施工を実施。堤防は一部完成。	設計天端高は+11.40 m から +12.00 m
Pinagkabalian 川区間	2.6	距離 980m の施工を実施。堤防は一部完成。	設計天端高は +12.00 m
Pinagkabalian 道路区間	0.8	完成。	設計天端高は EL.+12.10 m 以上

出典: JICA 調査団

輪中堤に係る全工事は、2012年モンスーン発生前にフィリピン国施工業者によって設計天端高まで完成していたと報告されている。

2) 洪水防御壁

国際施工業者は、2008年9月の建設事業の終了時まで、洪水防御壁の嵩上げの一部を実施した。国際施工業者によって実施された事業の詳細を、表 2.4.3 に示す。

表 2.4.3 2008年9月時点の契約1での洪水防御壁の完成状況

洪水防御壁嵩上げ 地点	範囲 (km)	工事内容 (DPWH 基準面標高、m)	完成状況
マラボン川 (北部)			
マラボン川 (右岸)	3.3	設計レベルの 12.60-12.90 m まで嵩上げ	一部完成
マラボン川 (南部)			
マラボン川 (左岸)	3.4	設計レベルの 12.60-12.90 m まで嵩上げ	一部完成
マララ川 (右岸)	1.9	設計レベルの 12.60 m まで 嵩上げ	完成
マララ川 (左岸)	2.0	設計レベルの 12.60 m まで 嵩上げ	完成

出典: JICA 調査団

洪水防御壁嵩上げに係る全工事は、2012年モンスーン発生前にはフィリピン国施工業者によって設計天端高まで完成していたと報告されている。

2.4.3 カマナバ事業における未完成工事の実施

国際施工業者がカマナバ地域を引き揚げた後、DPWH はカマナバの当初計画を完成させるために、フィリピン国施工業者を雇用し以下の工事を行った。

表 2.4.4 フィリピン国施工業者により実施された工事コンポーネント

コンポーネント		契約 2	契約 3	契約 4
輪中堤	Kailugan 区間	●	●	
	Pinagkabalian 川区間	●	●	
	その他			●
マラボン川の改修		●	●	●
Catmon Creek 排水路の改修		●	●	●
Longos Creek 排水路の改修		●	●	●
Northern Catmon 排水施設		●	●	●
Estero de Maypajo 排水路の改修		●	●	●

出典: JICA 調査団

2013年1月の事業完了報告書によると、2012年モンスーン発生前には Dampalit 水門を除いて全洪水対策施設は完了し、運用可能であったと理解できる。しかし、2009年9月の台風オンドイの発生時には、輪中堤、洪水防御壁、排水路改修の建設工事の一部はまだ完成していなかった。台風オンドイと2012年モンスーン発生時の洪水対策施設の状況を把握するには、カマナバ事業で実施された建設工事の進捗度を検証する必要がある。

2.4.4 カマナバ事業に加えて LGU と DPWH によって実施された事業

(1) カマナバ事業の前提条件としての事業

1) DPWH によるマラボン川の浚渫

1990年のJICA調査時点から、マラボン川において30年確率洪水流量を流下させるにはマラボン川河床の浚渫が必要であることは認識されていた。カマナバ事業の業務範囲にはマラボン川の河床浚渫は含まれなかったが、これはマラボン川の浚渫を行うことはカマナバ事業の効果を達成するための極めて重要な前提条件であることがすでに合意されていたためである。

詳細設計時の分析によると、マラボン川の流下能力は設計流量の $450\text{m}^3/\text{s}$ に対して平均で $210\text{m}^3/\text{s}$ (流量幅としては $30\text{m}^3/\text{s}$ から $710\text{m}^3/\text{s}$) しかなく、マラボン川を含む河口から North Diversion 高速道路(河口から 12km 地点)までの区間に対する河川改修が強く推奨されていた。

このマラボン川の浚渫に加えて、1999 年 10 月 20 日の MOD²では、カマナバ事業地域における事業を補完するための DPWH と LGUs の責務として以下の 3 項目が示されていた。

2) DPWH による橋梁の嵩上げ

MOD 時に、マラボン川の以下の橋梁は、本事業で行われる洪水防御壁の建設とともに嵩上げされることが確認されていた。

- マラボン橋 (Tonsuya 橋)
- Lambingan 橋
- Tinajeros 橋 (Tenejeros 橋)

2013 年 11 月時点で、Lambingan 橋は DPWH の資金で建設中(嵩上げ中)である。マラボン・ナボタス土木事務所(MNDEO)によると、その他の橋梁も 2014 年から進行中の洪水防御壁の建設と併せて補強されることが計画されている。

3) LGUs による事業地域の小排水路整備

1999 年の MOD 時に、DPWH および LGU は、二次・三次排水路といった小排水路整備を適切に改修することが事業の持続性の基本的な要件であることに同意した。また、その際に、小排水路整備の計画、実施、維持管理は LGU の責任のもとで行うことが確認された。本事業と併せて小排水路整備を行うことが、本事業を成功裏時に実施する上での必要条件である。

マラボン市の技師によると、現在市は既存の排水路を維持するのみで、二次・三次排水路といった排水路の大規模な改修をするだけの十分な資金がなく、市としては DPWH に必要な事業を要請しているとのことであった。

ナボタス市は小規模ポンプ施設プロジェクトおよび小規模洪水防御壁の建設を市の資金で実施しているが、排水路改修についてはマラボン市と同様の状況である。

4) LGU による事業地域の廃棄物管理

事業地域の廃棄物管理は、事業の持続可能性のために必要不可欠である。1999 年の MOD 時には、LGU が適切な廃棄物管理を進めるための必要な対策をとると、DPWH は約束していた。

カマナバ事業のコンサルティングサービスでは、環境マネジメントの一部として、廃棄物処理の強化が DPWH と LGU の間で議論された。廃棄物処理は、自動廃棄物除去設備によって集められた廃棄物の安全で適切な処理を行うため、建設段階だけでなく、運用段階においても対象とされた。2013 年の事業完了報告書によると、運用段階における廃棄物は適切に保管・処理されるべきであり、LGU は MMDA と協力して実施すべきとされている。

本 SAPS 調査におけるマラボン市の技師の指摘では、事業地域のごみの大部分は Valenzuela 市、Kalookan 市、Quezon 市のような事業地域の上流部から来たものであるとのことであった。廃棄物管理に関して事業の持続可能性を確保するためには、一つの LGU のみで廃棄物管理を行うのには限界があり、地域全体の LGU と協力することが必要である。

(2) カマナバ事業の事業完了報告書における提言

2013 年 1 月の事業完了報告書では、本事業から持続的な便益を得るために必要なフォローアップ活動として、以下の項目を提言している。

² 2001 年 4 月 7 日の国際協力銀行(当時、現 JICA)および DPWH 間覚書の添付書類

- (a) 予算の制約の関係で延期された事業コンポーネント（水門を含む Dampalit ポンプ場、South Pinagkabalian ポンプ場）の順次実施
- (b) 以下に示す関連事業の早期実施
 - マラボン・トゥリヤハン川、ナボタス・マララ川の浚渫・掘削
 - 既存の Tonsuya 橋、Lambingan 橋、Tenejeros (Tinajeros)橋の橋桁の、本事業で定められた設計最高水位までの嵩上げ
 - 7 排水区それぞれの二次・三次排水路の改修・改良
- (c) 不法滞在者の河川・排水路への侵入、分別のないごみ廃棄、本事業の効果を阻害する不適切な廃棄物処理に対する住民の意識の向上、コミュニティレベルでの組織的な取り組みの向上。
- (d) 本事業地域に隣接し、洪水が頻発する VOM 地域における排水路改修および関連事業の早期実施

2.5 計画段階から現状までのカマナバ事業の進捗概要

ここまでに議論された事柄を要約して、カマナバ事業の計画段階から完成までの進捗を表 2.5.1 にまとめた。また、表 2.5.2 に、カマナバ事業に含まれない関連事業の状況を示した。

表 2.5.1 カマナバ事業の進捗概要

事業特性	項目	計画 (2000)	設計 (2001)	完成 (2012)
目的/ 計画基準	高潮位	観測最大値 (MSL から 1.38m) (11.89m (DPWH 基準面標高))	MSL から 1.625 m (12.10m (DPWH 基準面標高))	設計段階と同じ
	河川流量	30 年確率	計画段階と同じ (マラボン川の 浚渫を前提)	設計段階と同じ
	浸水	10 年確率の降雨	同左	同左
	洪水	最大浸水位 20cm (24 時間以内)	同左	同左
	目標年	2020 年	同左	同左
資金	主洪水防止設備	JICA	JICA	JICA 資金により 88%、 フィリピン国政 府資金により 12%
	補助洪水防止設備	LGU と DPWH	LGU と DPWH	LGU と DPWH に より一部実施
構造物対策 (JICA 資金を利用 したもの。ただし、 完成までにフィリ ピン国政府資金が 用いられた。)	輪中堤	8.0 km	8.6 km	設計段階と同 じ。 一部が JICA 資金 で実施され、残 りはフィリピン 国政府資金で実 施
	洪水制御壁の嵩上 げ	12.4 km (2 種のみ)	マラボン川 (6.6km, 9 種) マララ川 (3.9km, 3 種)	同左
	閘門/ 航行水門	1 閘門 (高潮位時も航 行可能)	1 航行水門 (干潮時のみに 航行を制限)	設計段階と同 じ。JICA 資金に よって完成
	水門	6 基	5 基	同左
	制御水門	2 基	0	同左
	水門併設のポンプ 場	6 基	4 基 (Dampalit、 South Pinagkabalian の ポンプ場は延期 となった)	同左
	水門なしのポンプ 場	1 基 (閘門に隣接)	1 基 (航行水門に隣 接)	同左
	既存の排水路の改 修	6.4 km	5.6 km	同左
排水路の新設	1.8 km	2.1 km	設計段階と同じ JICA 資金で完成	

出典: JICA 調査団

表 2.5.2 DPWH および LGUs による関連事業の進捗概要

事業特性	項目	計画 (2000)	設計 (2001)	完成 (2012)
構造物対策 (フィリピン国政府資金の活用)	橋梁の嵩上げ (DPWH)	Bangkulasi	Bangkulasi	未実施
		Tonsuya	Tonsuya	未実施
		Lambingan	Lambingan	工事中
		Tenejeros	Tenejeros	未実施
	二次・三次排水路 (LGU)	範囲は設定されず	範囲は設定されず	部分的に実施
	廃棄物管理 (LGU)	範囲は設定されず	範囲は設定されず	実施中
マラボン川の浚 渫 (DPWH)	範囲は設定されず	範囲は設定されず	未実施	

出典: JICA 調査団

2.6 2009 年台風オンDOIおよび 2012 年モンスーン時の洪水対策施設の状態

防御地域の洪水現象を把握するには、2009 年台風オンDOIおよび 2012 年モンスーン時のカマナバ事業の洪水対策施設の状態を把握する必要がある。本報告書の前節で述べた工事の進捗に基づき、上記台風およびモンスーン時の進捗状態を以下に示す。

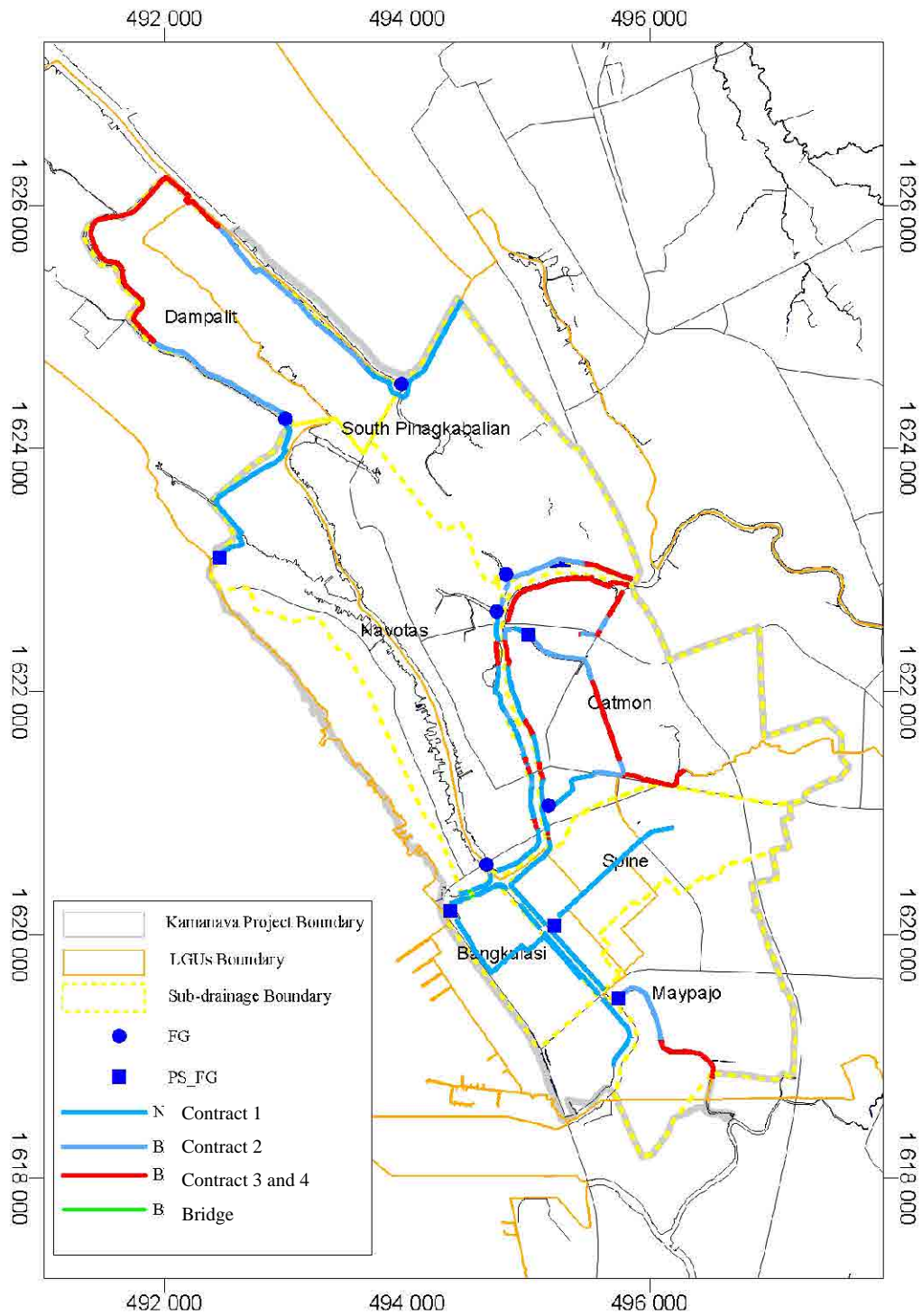
(1) 2009 年台風オンDOI時

2008 年 9 月時点での国際施工業者による洪水対策施設および残工事の実施状況は前述の表 2.4.1 の通りである。完了報告書によると、2009 年 9 月の台風オンDOI発生前に、契約 2（現地業者との契約パッケージ 1）において、現地施工業者が残工事の一部を完了していた。2008 年 9 月から 2009 年 9 月までの期間で実施・完了された工事、および輪中堤と洪水防御壁の嵩上げについての詳細は以下に示すとおりである。

- 国際施工業者が開始し一部分のみ実施していた 3.4km の輪中堤の完成
- 約 1.1km におよぶ洪水防御壁嵩上げの完成

(2) 2012 年モンスーン時

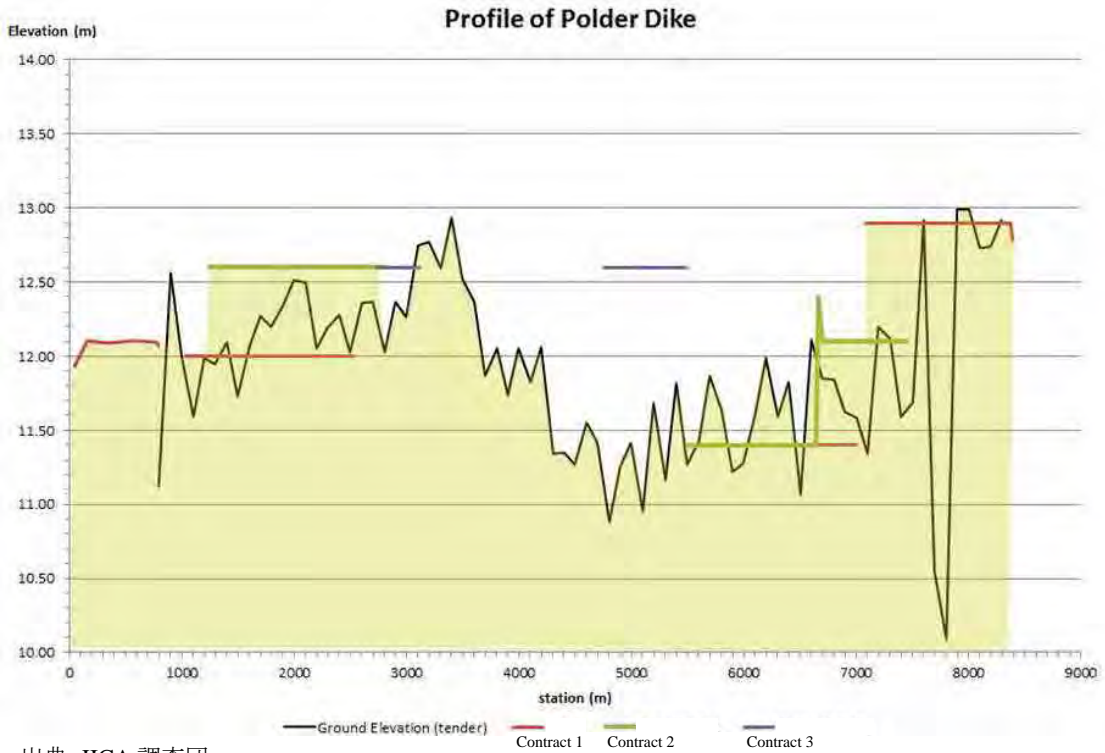
完了報告書によると、カマナバ事業計画下の全工事は 2012 年 1 月までに完成していた。台風オンDOIおよび 2012 年モンスーン時における洪水対策施設の完成状況を下図に示す。橋梁の嵩上げや既存排水路の改修、廃棄物管理といった関連事業は完了していなかった。



出典: JICA 調査団

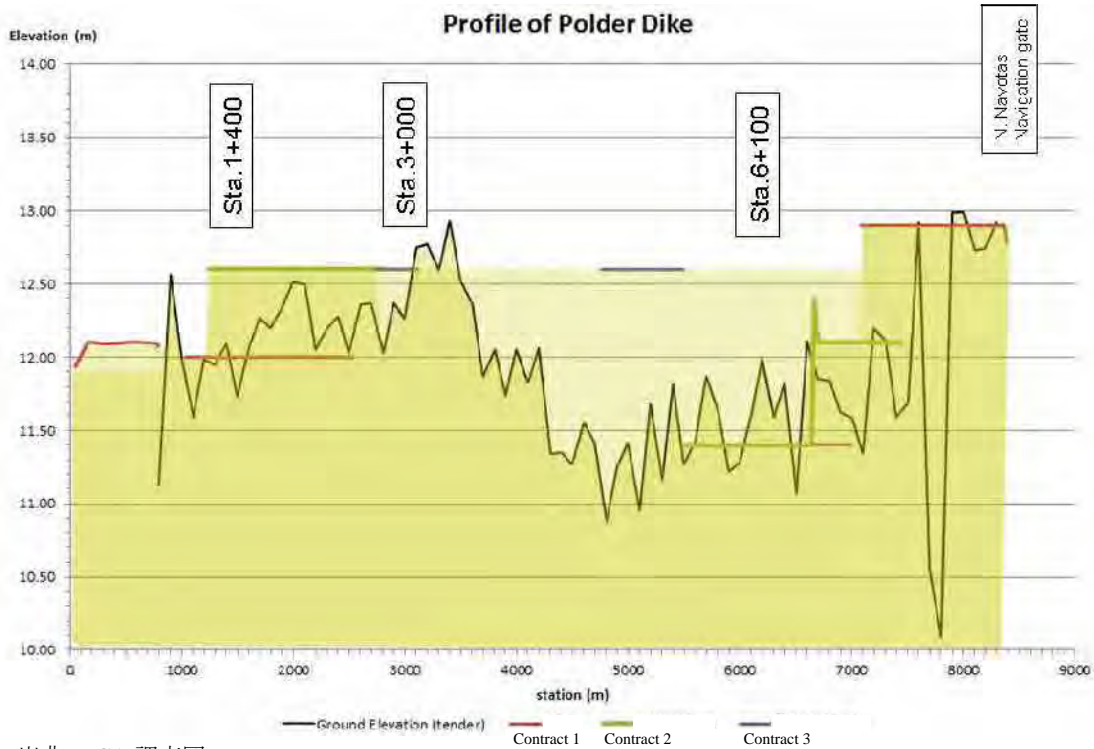
図 2.6.1 2012 年モンスーン時の完成状況

備考: 2009 年台風オンダイ発生時点、全ての水門、ポンプ場 (契約 1 で完了) およびいくつかの洪水防御壁、排水路は契約 1 および契約 2 で完了していた。これらは青色のラインで示されている。2012 年モンスーン時点で、残工事も契約 3 および 4 で完了していた。図中には本事業の対象外である改修すべき橋梁も示されているが、これはマラボン川の改修に関する今後の技術的な議論の参考として示したものである。



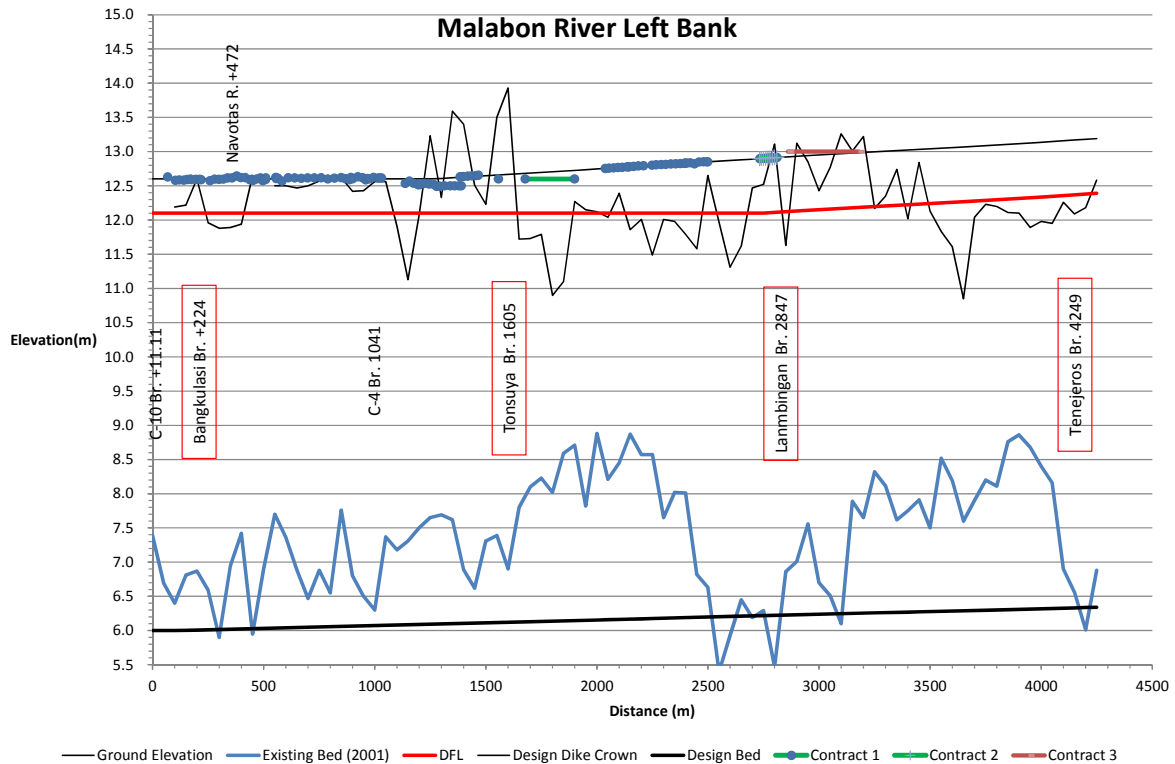
出典: JICA 調査団

図 2.6.2 2009 年台風オンDOI時の輪中堤の標高



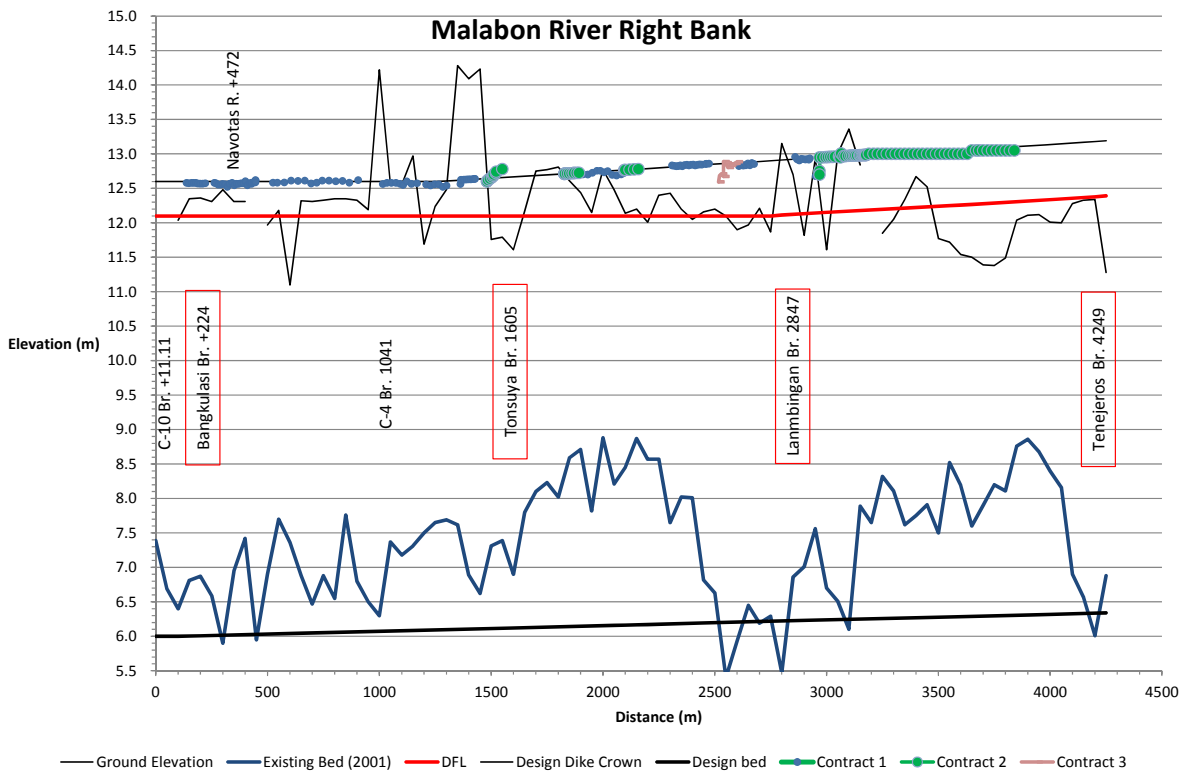
出典: JICA 調査団

図 2.6.3 2012 年モンスーン時の輪中堤の標高



出典: JICA 調査団

図 2.6.4 2009 年台風オンDOI時のマラボン川左岸の洪水防御壁の標高
 (注釈: 2012 年モンスーン時に、洪水防御壁は設計天端高まで嵩上げされていた。
 しかし、橋梁部分 (カマナバ事業外) の嵩上げは完了していなかった。)



出典: JICA 調査団

図 2.6.5 2009 年台風オンDOI時のマラボン川右岸の洪水防御壁の標高
 (注釈: 2012 年モンスーン時に、洪水防御壁は設計天端高まで嵩上げされていた。
 しかし、橋梁の部分 (カマナバ事業外) の嵩上げは完了していなかった。)

2.7 追加事業

2.7.1 カマナバ事業における追加工事（事業地域内）

2013年、DPWH（カマナバプロジェクト管理事務所）は現地施工業者とともにフィリピン国政府資金を活用して契約5の事業を行った。すなわち、カマナバ地区洪水制御・排水改良事業におけるマラボン川、Catmon Creek、Longos Creek 沿いの洪水防御壁の嵩上げおよび補強事業である。実施計画によると、事業コンポーネントと内容は以下の通りである。

表 2.7.1 契約5による追加工事のコンポーネント

コンポーネント	セクション
マラボン川	左岸洪水防御壁 (P3) 嵩上げ：全長 530m (0+500 から 1+030)
	左岸洪水防御壁 (P3) 嵩上げ：全長 240m (1+300 から 1+540)
	左岸洪水防御壁 (R2)：全長 27m (1+578 から 1+605)
	左岸洪水防御壁 (P3) 嵩上げ：全長 70m (1+617 から 1+687)
	左岸洪水防御壁 (P3) 嵩上げ：全長 164m (1+833 から 1+997)
	左岸洪水防御壁 (R2)：全長 255m (2+098 から 2+353)
	左岸洪水防御壁 (P3) 嵩上げ：全長 487m (2+353 から 2+840)
	右岸洪水防御壁 (P3) 嵩上げ：全長 62m (0+400 から 0+462)
	右岸洪水防御壁 (P3) 嵩上げ：全長 396m (0+495 から 0+891)
	右岸洪水防御壁 (P3) 嵩上げ：全長 65m (1+375 から 1+440)
	右岸洪水防御壁 (R2)：全長 18m (1+551 から 1+570)
	右岸洪水防御壁 (P3) 嵩上げ：全長 17m (1+570 から 1+587)
	右岸洪水防御壁 (P3) 嵩上げ：全長 623m (1+598 から 2+221)
	Catmon Creek
右岸土堤全長 430m (240m の練石積含む)	
Longos Creek	函渠 36.6m、コンクリート U 字型開水路 64.4m

出典: JICA 調査団

マラボン川の洪水防御壁の天端高はカマナバ事業で建設された際の+12.60m（DPWH 基準面標高）から、50cm から 60cm の余裕高を考慮した+13.50m（DPWH 基準面標高）に嵩上げされた。この追加の嵩上げは、2009 年台風オンドイおよび 2012 年モンスーンといった近年の洪水時の越水経験をもとに決定された。

2.7.2 ナボタス” Bombastik”ポンプ施設（事業地域内）

前ナボタス市長の執政時代以来、市内でのポンプ施設の建設が、LGU およびナボタス市民によって受け入れられてきている。市の資金および個人からの財政援助により、市には現在 39 の Bombastik ポンプ施設がある。これらのポンプ施設は、恒常的な洪水問題を根絶にあたって住民の多くに恩恵をもたらし、住民の生活水準を大きく改善した。

2.7.3 Valenzuela- Obando- Meycauayan (VOM) 地域における排水路改修事業

カマナバ事業及びその対象地域は 2 つの地域に分けられる。1 つが事業地域 (18.48 km²)、もう 1 つが事業化調査地域 (Valenzuela- Meycauayan- Obando 地域。全 21.03km²) である。この VOM 事業は Valenzuela- Obando- Meycauayan 地域の排水路改修のための事業化調査において提案された。

2013 年 11 月、UPMO-FCMC は「2013 年 10 月 25 日時点での事業規模 50 億ペソの優先洪水対策事業」という資料を公開した。その資料によると、VOM 事業の一つとして、以下の事業が完成もしくは実施中ということであった。

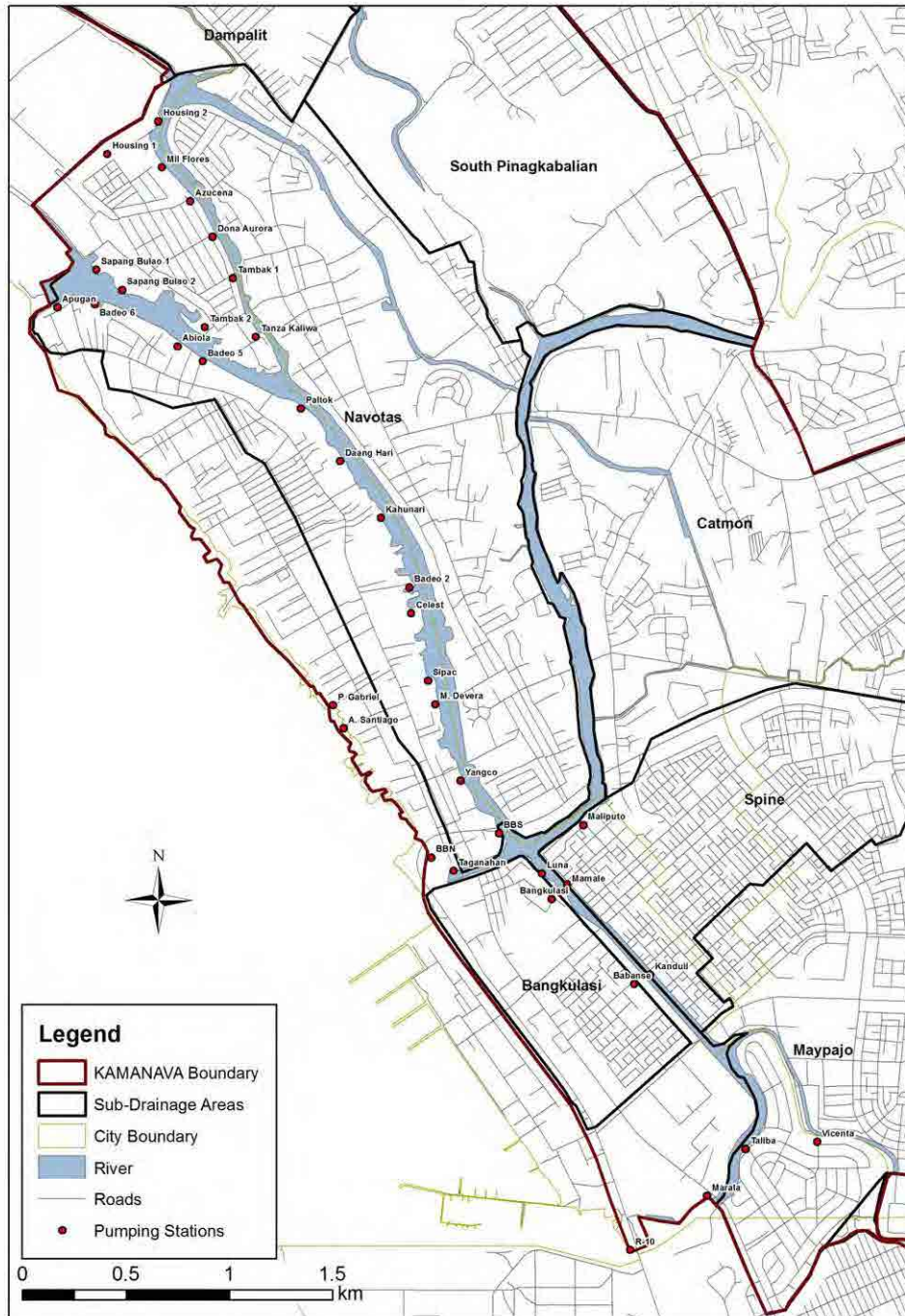
- Valenzuela 市の Meycauayan 川沿いの全長約 3.2km の洪水防御壁（標高約 13.5m (DPWH 基準面標高)) の建設。これは、高潮位時および高流量時の洪水の流入を防ぐものである。

- Obando、Bulacan における Palasan 川、Meycauayan 川沿いの全長約 9.0km におよぶ洪水防御壁（標高約 13.5m（DPWH 基準面標高））の建設。これは、高潮位時（マニラ湾からの高潮を含む）および高流量時の洪水の流入を防ぐものである。
- Obando、Bulacan における Meycauayan 川の沈泥除去。これは、流下能力と流速の改善を目的とするものである。
- Meycauayan 市の Meycauayan 川沿いにおける洪水防御壁の改修

2.7.4 ナボタス沿岸堤防の建設

ナボタス沿岸堤防は 1998 年の事業化調査時に延期されたが、1999 年 9 月、2000 年 7 月および 2006 年 9 月にナボタス島西部の半分が深刻な洪水被害に遭ったことから、堤防の建設が実施されたものである。

湾岸堤防の建設は 2013 年 7 月 31 日に開始され、フィリピン国政府資金を用い、MNDEO-DPWH によって実施された。2013 年 11 月時点で、マラボン川右岸からナボタス湾岸に沿って約 500m の区間が完了した。



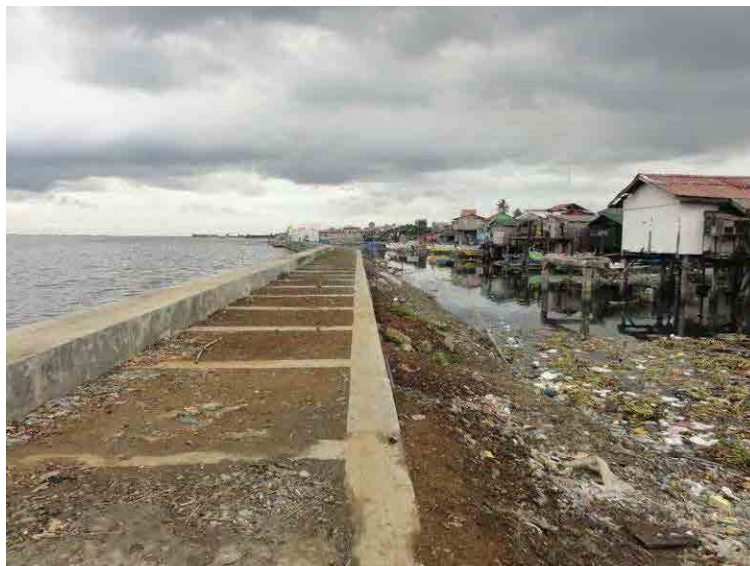
出典: JICA 調査団、ナボタス市提供の CAD データを基に作成。

図 2.7.1 ナボタス市の Bombastik ポンプ場の位置図



出典: JICA 調査団

図 2.7.2 マララ川沿いの Bombastik ポンプ施設 (ナボタス市)



出典: JICA 調査団

図 2.7.3 ナボタス市において建設された沿岸堤防

3. 事業地域の現状

3.1 カマナバ事業地域内のバラングイ人口

カマナバ事業地域に含まれるバラングイは表 3.1.1 に示すとおりである。各バラングイの位置を図 3.1.1 に示す。

表 3.1.1 カマナバ事業地域内のバラングイ一覧

LGU	No.	バラングイ名
マラボン	20	Tanong, San Agustin, Ibaba, Concepcion, Baritan, Flores, Bayan Bayanan, Hulong Duhat, Longos, Tonsuya, Niugan, Catmon, Muzon, Dampalit, Maysilo, Panghulo, Tugatog, Acacia, Tinajeros, Potrero
ナボタス	14	San Rafael Village, North Bay Boulevard South, North Bay Boulevard South, Bangkulasi, Bagumbayan South, Bagumbayan North, Navotas East, Navotas West, Sipac Almacen, San Jose, Daang Hari, San Roque, Tangos, Tanza
カローカン	4 (zone)	Zone 3,2,1 及び 7
マニラ	3	Barangays 125, 126 及び 127

出典: DPWH、主設計報告書 (2001 年)、図 2.6

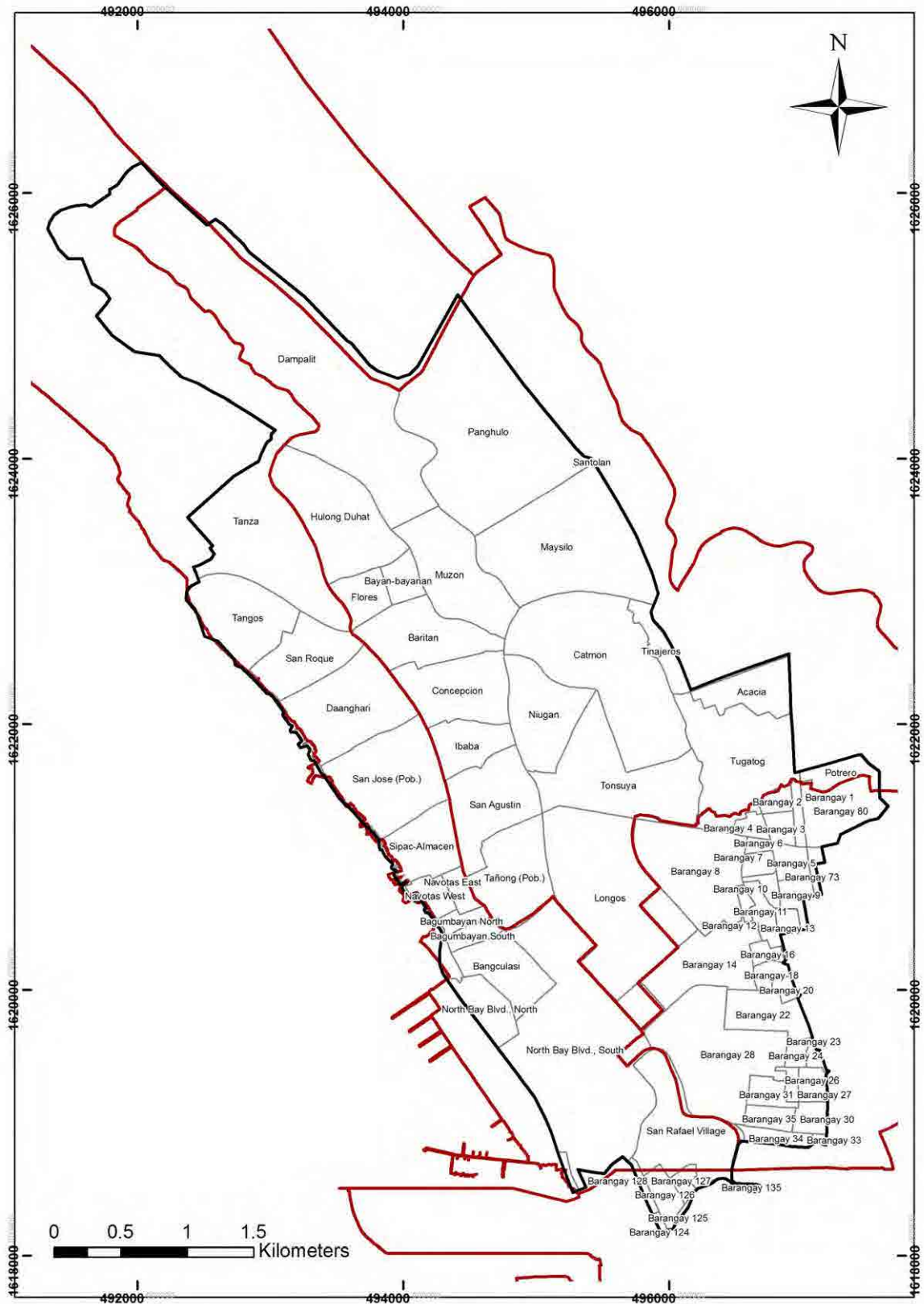
国家統計局の資料に基づく 2010 年の各バラングイの人口を表 3.1.2 に示す。マラボン市では、Santulan バラングイを除く全てのバラングイがカマナバ事業地域に含まれる。カマナバ事業地域に含まれるマラボン市とナボタス市の 2012 年の人口は約 58 万人である。

表 3.1.2 マラボン市とナボタス市の各バラングイの 2010 年の人口

マラボン市	2010 年人口	ナボタス市	2010 年人口
Acacia	5,735	Sipac-Almacen	11,541
Baritan	11,476	Bagumbayan North	2,652
Bayan- Bayanan	7,326	Bagumbayan South	4,524
Catmon	36,450	Bangculasi	8,263
Concepcion	11,806	Daanghari	19,179
Dampalit	11,245	Navotas East	2,241
Flores	4,282	Navotas West	8,698
Hulong Duhat	10,466	North Bay Blvd., North	16,201
Ibaba	7,630	North Bay Blvd., South	68,375
Longos	48,039	San Jose (Pob.)	28,153
Maysilo	11,213	San Rafael Village	3,530
Muzon	5,689	San Roque	17,916
Niugan	5,938	Tangos	32,941
Panghulo	12,772	Tanza	24,917
Potrero	41,407		
San Agustin	11,156		
Santulan(*1)	15,872		
Tanong (Pob)	14,620		
Tinajeros	17,901		
Tonsuya	39,354		
Tugatog	22,960		
合計	353,337	合計	249,131

出典: 国家統計局 (2010 年)

備考: *1) カマナバ事業地域外



出典: JICA 調査団

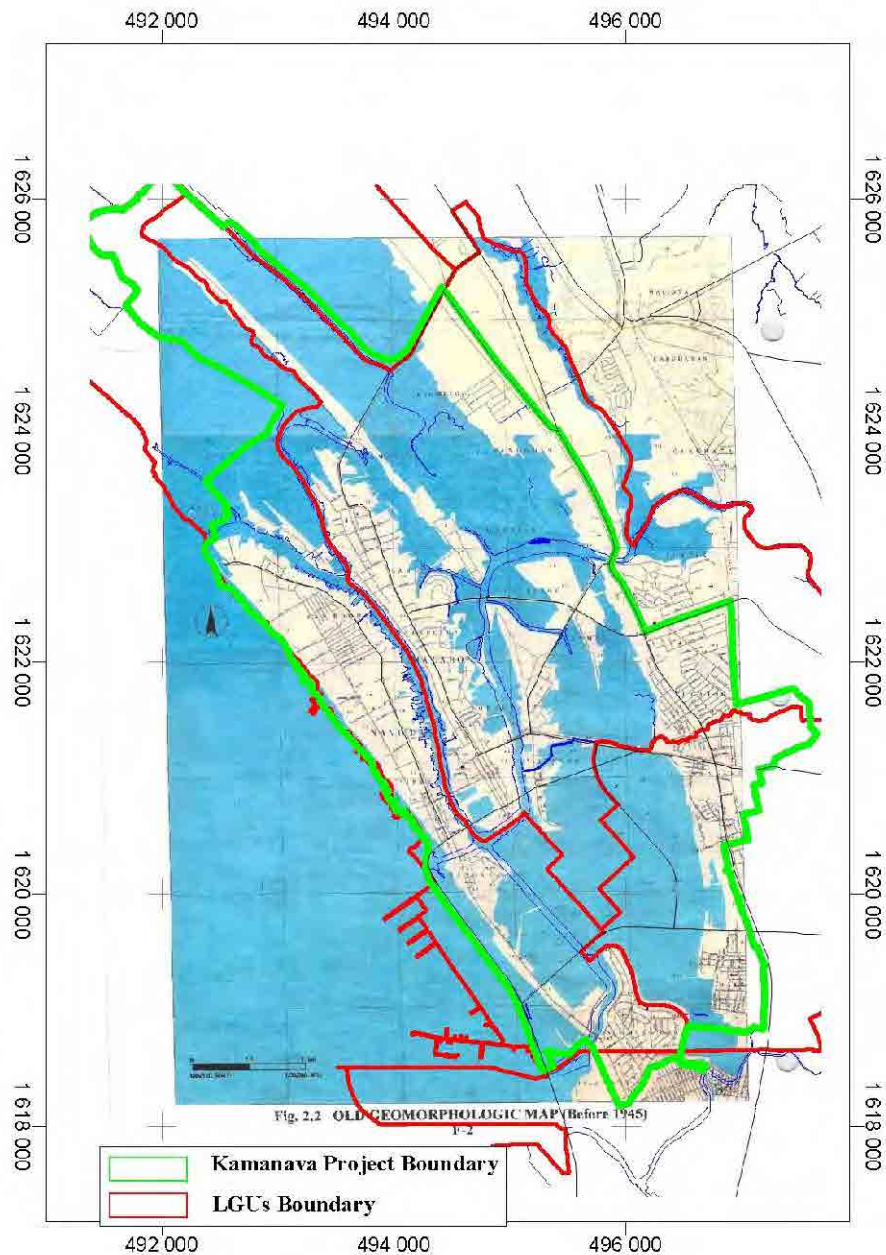
図 3.1.1 カマナバ事業地域内のバラングイ位置図

3.2 地形

3.2.1 地盤沈下

ナボタスの比較的標高の高い地域を除いて、現在のカマナバ地域の大部分がかつては海であった（海面より低かった）と言われている。図 3.2.1 は 2001 年の主設計報告書に示された 1945 年以前

の状況を示した古地図である。この図より、1945年以前のカマナバ事業地域の状況として、現在のナボタス川については当時から両岸の標高が高く、河道が明確であるものの、現在のマラボン川については当時は河道がはっきりと形成されてはいなかったことが分かる。また、マラボン川の南部とマラボン川の北部のDampalitとPinagkabalian地域は、昔は水面下であったことが分かる。



出典: 2001年のDPWH-CTIによる主設計報告書内の図を用いて JICA 調査団が作成

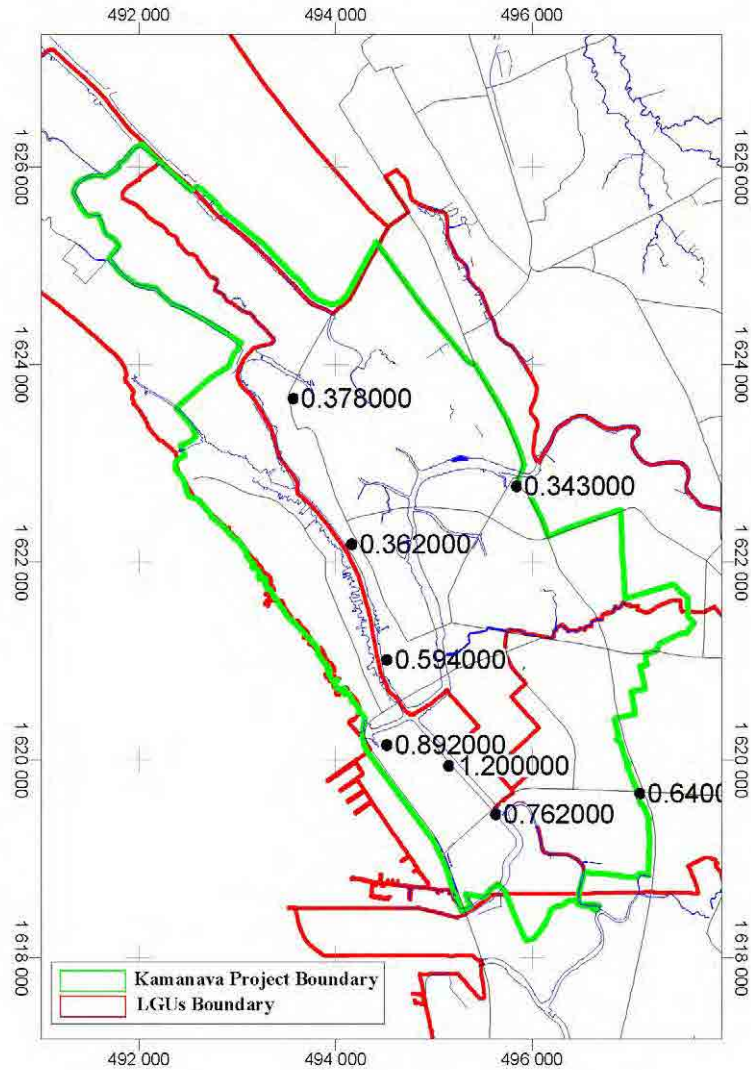
図 3.2.1 カマナバ事業地域の 1945 年以前の古地図

カマナバプロジェクト管理事務所は、カマナバ事業地域の地盤沈下に関する具体的なデータ・情報は保有していない。

マニラ首都圏一等測地測量プロジェクト (First Order Geodetic Leveling in Metro Manila Project、以降で“NAMRIA 報告書”と参照)¹は、既知の基準点の標高の変化を確認することと、必要に応じて新規の基準点を設置することを目的として NAMRIA が実施したものである。NAMRIA 報告書では、ナボタスとマラボン地域はマニラ首都圏でも地盤沈下が大きい地域であるとしている。図

¹ NAMRIA,一等測地測量; マニラ首都圏標高変化測定 (技術報告書 GGD-001)、2011 年

3.2.2 は、NAMRIA 報告書で算定された地盤沈下量を m 単位で示したものである。ナボタスでは、地盤沈下量は 1.2m であったと算定されている。



出典: NAMRIA (測地・地球物理学局), 地盤沈下地域

(単位: m (メートル))

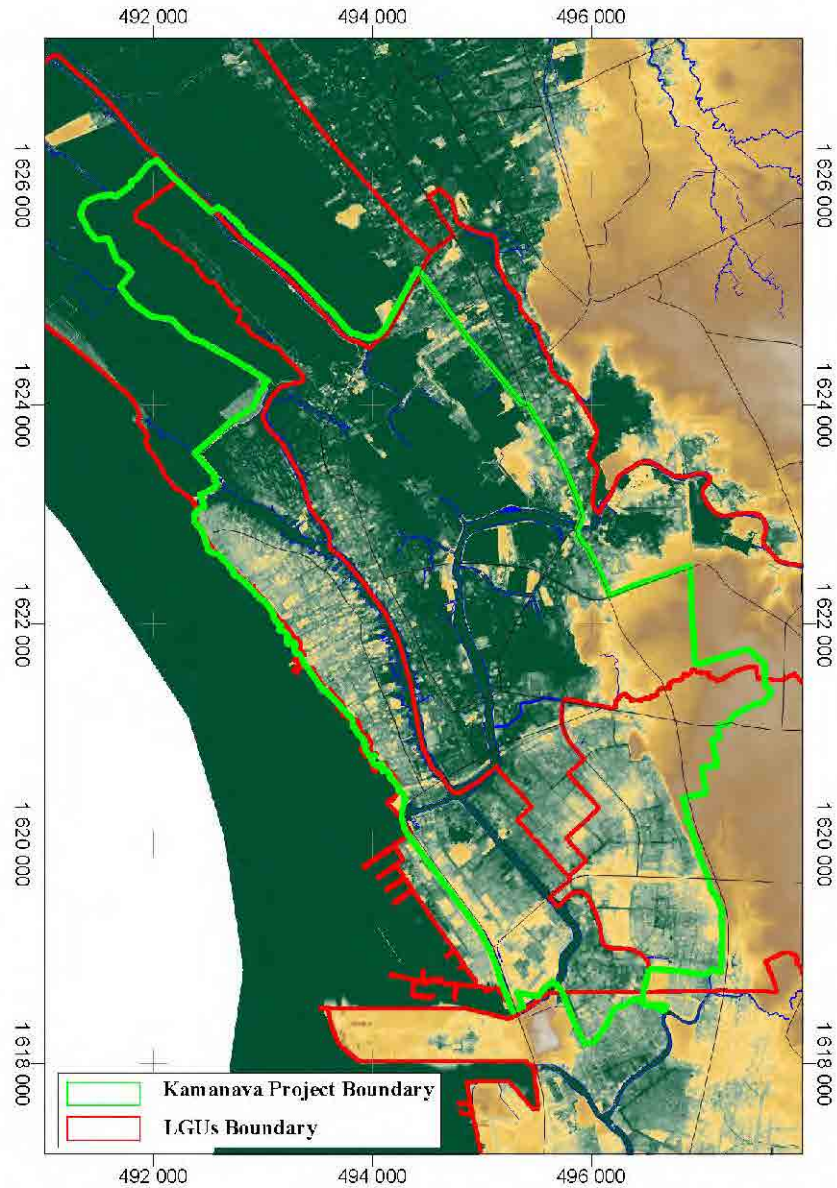
図 3.2.2 NAMRIA の算定による地盤沈下量

3.2.2 LIDAR データを用いた微地形検討

DPWH より入手した LIDAR データ (レーザー強度方向探知ならびに測距データ) を用いてカマナバ事業地域の微地形を調査した。

入手した LIDAR データの解像度は 1m、2.5m、5m の 3 種類である。本調査では、GIS ソフトウェアでのデータ処理や現場での構造物の大きさを考慮して、対象地域の視覚化や水文解析には 2.5m 解像度のデータを用いることとした。

図 3.2.2 に LIDAR データを用いたカマナバ事業地域の地形起伏図を示す。

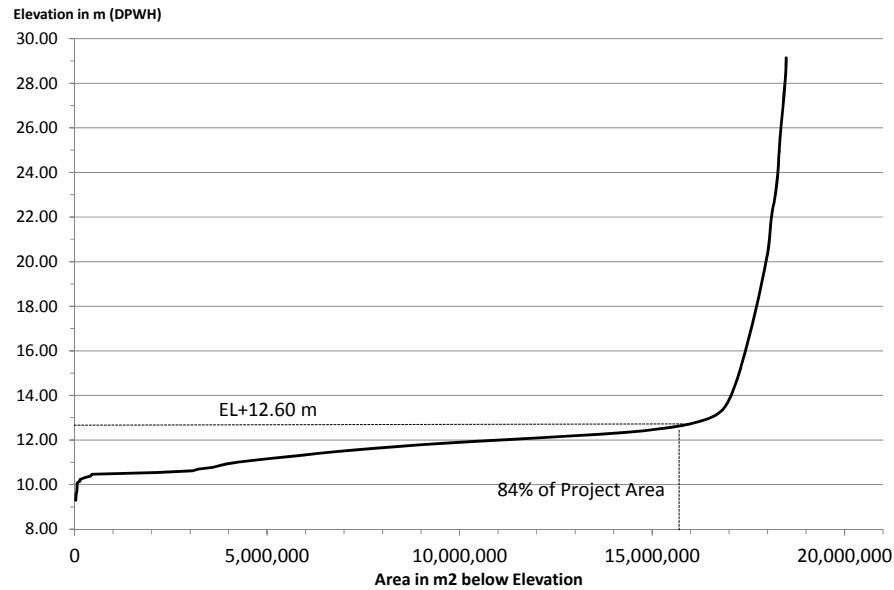


出典: JICA 調査団

図 3.2.3 LIDAR データによるカマナバ事業地域の地形起伏図

図 3.2.4 は LIDAR データを用いて分析したカマナバ事業地域の標高と面積との関係を示したものである。図の標高値は、LIDAR データの標高値を DPWH 基準面標高に換算した値（LIDAR データの標高値に 11.48m を足した値）であり、換算に用いた +11.48m は、“Contract 1”の施工図面（2009 年作成）中の標高と LIDAR データの当該地点での標高値を比較して得られた数値である。

マラボン川とマララ川の設計堤防高は 12.6m（DPWH 基準面標高）であるが、カマナバ事業地域では全体の 84%の地域で標高が 12.6m 以下であることが分かる。



出典: JICA 調査団

図 3.2.4 カマナバ事業地域の標高分布

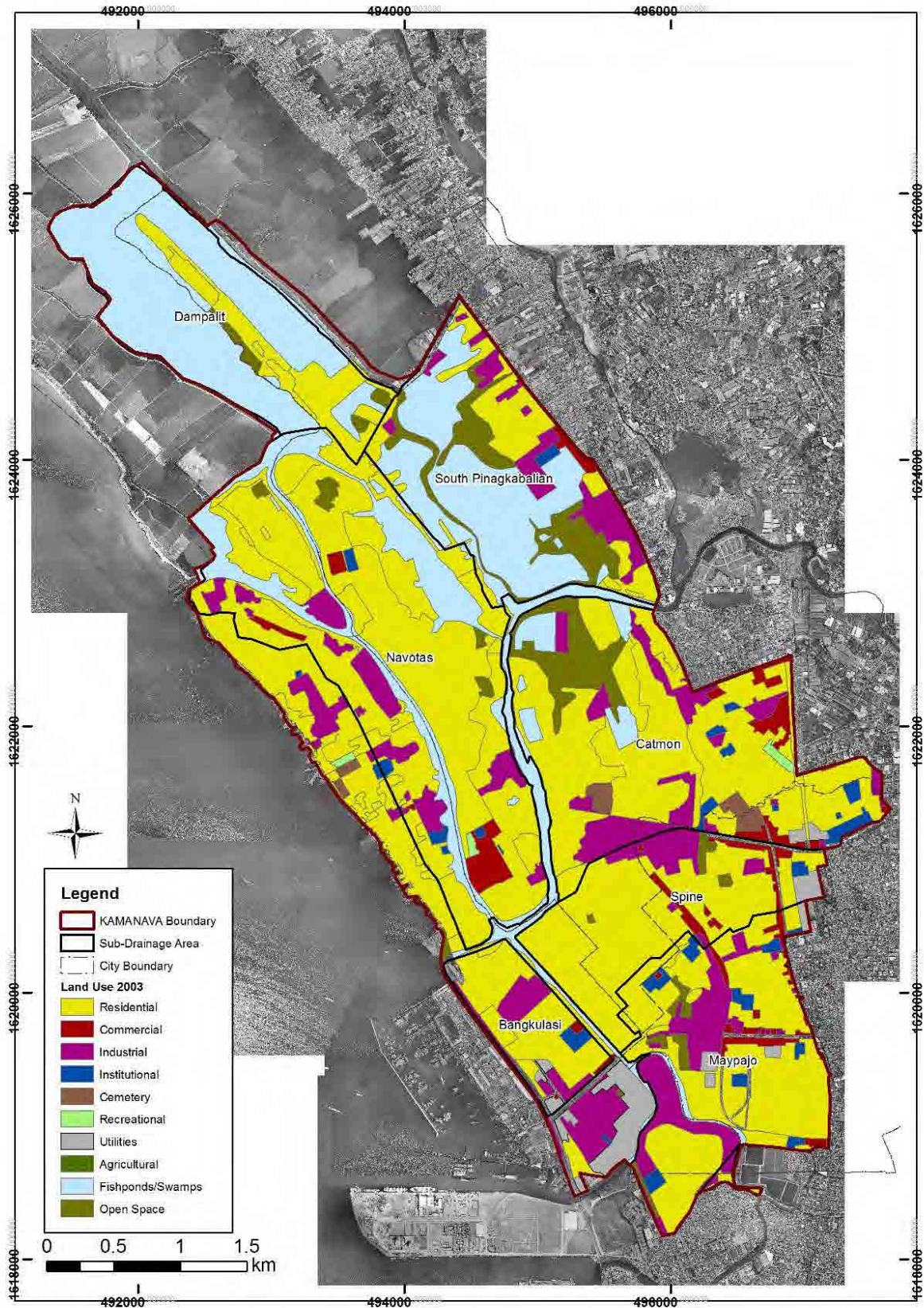
3.3 土地利用

3.3.1 2003 年と 2013 年の土地利用状況の比較

土地利用の変化を比較・確認するために、事業実施前と現在の土地利用状況を調査した。事業実施前の土地利用状況については、過去の調査での結果（“Earthquake Impact Reduction Study for Metropolitan Manila (JICA), 2004”）を参照し、2003 年の土地利用データを用いることとした。2013 年の現状の土地利用状況については、2011 年に撮影・作成された LIDAR データ付属の画像データと本 SAPS 調査で実施した現地調査結果を用いて、2003 年の土地利用データを更新することで現状の土地利用状況図を作成した。本 SAPS 調査での現地調査では、特に流出条件に対する影響が大きいと考えられる養魚池や湿地、あるいは空地の変化の確認に焦点を置いて実施された。

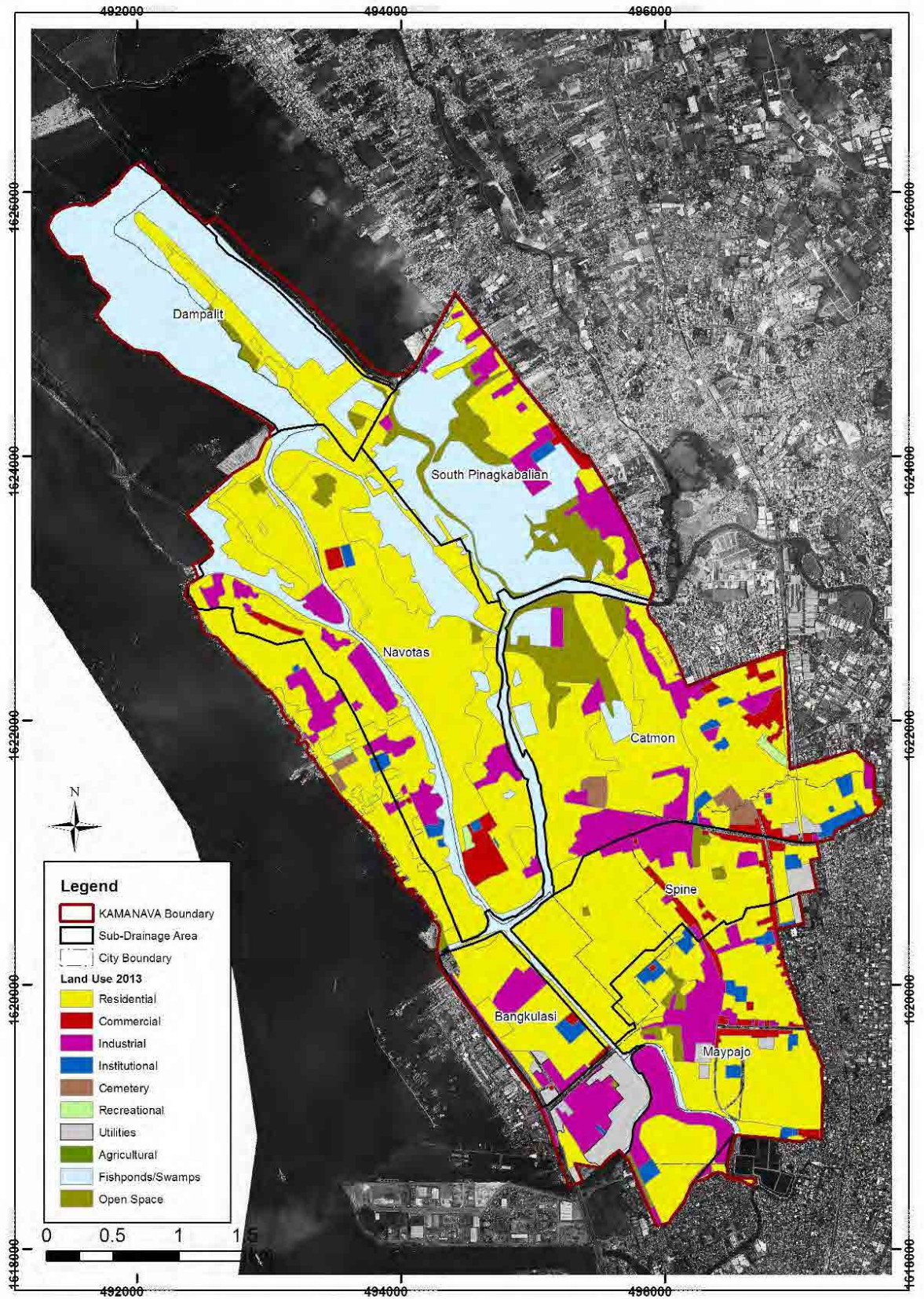
2003 年と 2013 年の土地利用状況を図 3.3.1 と 3.3.2 に示す。表 3.3.1 と 3.3.2 は、全事業地域と排水区ごとの 2003 年と 2013 年の土地利用状況をそれぞれ比較したものである。

これらを見ると、2003 年と 2013 年で事業地域では土地利用に大きな変化は起こっていないことが分かる。



出典: JICA 調査団

図 3.3.1 2003 年の土地利用状況



出典: JICA 調査団

図 3.3.2 2013 年の土地利用状況

表 3.3.1 全事業地域での 2003 年と 2013 年の土地利用状況の比較

土地利用区分	2003		2013	
	ha	%	ha	%
居住地	1,069	53.9%	1,072	54.1%
商業地域	53	2.7%	53	2.7%
工業地域	218	11.0%	218	11.0%
公共施設	35	1.8%	35	1.8%
公的機関	32	1.6%	32	1.6%
墓地	11	0.6%	11	0.6%
公園	4	0.2%	4	0.2%
養魚池/湿地	463	23.4%	462	23.3%
空地	97	4.9%	96	4.8%
農地	0	0.0%	0	0.0%
合計	1,982	100.0%	1,982	100.0%

出典: JICA 調査団

表 3.3.2 排水区ごとの 2003 年と 2013 年の土地利用状況の比較

排水区	Bangkulasi				Catmon				Maypajo				Spine			
	2003		2013		2003		2013		2003		2013		2003		2013	
面積	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
居住地	50.2	70.2	50.2	70.2	223.1	62.8	224.1	63.1	154.8	65.1	154.8	65.1	133.7	79.1	133.7	79.1
商業地域	1.3	1.8	1.3	1.8	13.6	3.8	13.6	3.8	10.3	4.3	10.3	4.3	9.6	5.7	9.6	5.7
工業地域	15.1	21.1	15.1	21.1	43.0	12.1	43.0	12.1	45.0	18.9	45.0	18.9	16.2	9.6	16.2	9.6
公共施設	2.5	3.5	2.5	3.5	2.7	0.8	2.7	0.8	5.0	2.1	5.0	2.1	4.0	2.3	4.0	2.3
公的機関	2.4	3.4	2.4	3.4	9.3	2.6	9.3	2.6	11.6	4.9	11.6	4.9	1.4	0.8	1.4	0.8
墓地	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	2.5	9.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
公園	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.5	1.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
養魚池/湿地	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0	5.9	18.5	5.2	4.0	1.7	4.0	1.7	0.6	0.4	0.6	0.4
空地	0.0	0.0	0.0	0.0	31.7	8.9	33.1	9.3	7.0	2.9	7.0	2.9	3.6	2.1	3.6	2.1
合計	71.5	100.0	71.5	100.0	355.2	100.0	355.2	100.0	237.8	100.0	237.8	100.0	169.0	100.0	169.0	100.0

排水区	Navotas				Dampalit				South Pinagkabalian			
	2003		2013		2003		2013		2003		2013	
面積	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
居住地	322.1	67.4	324.7	68.0	46.5	20.1	45.9	19.9	49.1	19.7	48.9	19.6
商業地域	14.4	3.0	14.4	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	1.2	2.9	1.2
工業地域	37.1	7.8	37.1	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	29.2	11.7	29.2	11.7
公共施設	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
公的機関	4.6	1.0	4.6	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.6	1.5	0.6
墓地	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
公園	1.0	0.2	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
養魚池/湿地	91.9	19.2	90.9	19.0	178.5	77.3	180.1	78.0	126.2	50.5	126.8	50.8
空地	6.6	1.4	5.2	1.1	6.0	2.6	5.0	2.2	40.7	16.3	40.3	16.2
合計	477.7	100.0	477.7	100.0	231.0	100.0	231.0	100.0	249.7	100.0	249.7	100.0

出典: JICA 調査団

3.3.2 2001年詳細設計時の土地利用状況との比較

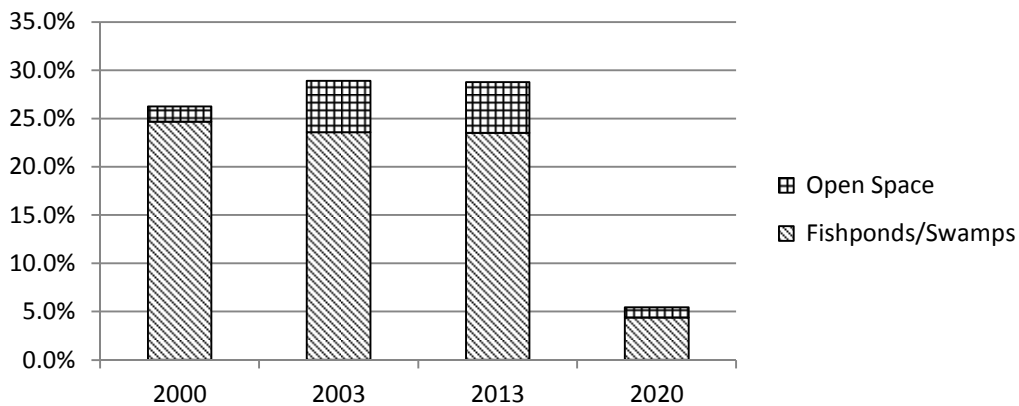
2001年の詳細設計時に、現状の土地利用（2000年）と将来土地利用（2020年）が検討されている。表3.3.3に概要を示す。

表3.3.3 2001年の詳細設計時における排水区ごとの2000年の土地利用状況と2020年の将来土地利用予測

排水区	Bangkulasi		Catmon		Maypajo		Spine		Navotas		Dampalit		South Pinagkabalian	
	2000 %	2020 %	2000 %	2020 %	2000 %	2020 %	2000 %	2020 %	2000 %	2020 %	2000 %	2020 %	2000 %	2020 %
居住地	59.5	72.0	53.2	54.3	58.5	46.0	75.1	70.0	67.1	63.8	17.4	55.3	28.1	85.8
商業地域	28.4	19.4	8.0	22.2	12.4	4.4	17.1	16.8	10.2	13.9	0.0	0.0	0.0	2.2
工業地域	7.3	8.6	19.3	16.8	25.8	33.3	6.0	3.1	2.9	3.4	1.3	36.7	12.8	6.0
公共施設	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
公的機関	3.2	0.0	1.5	3.3	2.8	7.4	1.8	2.3	1.8	2.3	0.3	0.0	0.0	0.4
墓地	0.0	0.0	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.1	0.0	3.9	0.0	0.0
公園	1.6	0.0	1.1	1.1	0.0	3.3	0.0	1.2	1.0	0.4	0.0	2.1	0.0	0.0
養魚池/湿地	0.0	0.0	9.9	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	16.1	12.1	78.4	1.9	58.8	5.6
空地	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	2.6	0.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

出典: JICA 調査団

参照した調査（“Earthquake Impact Reduction Study for Metropolitan Manila (JICA), 2004”）と2001年の詳細設計では土地利用の区分方法に幾分違いがあるため、各土地利用区分の数字（パーセンテージ）にも多少の違いがある。特に居住地、商業地域および工業地域の割合については違いが見られるものの、養魚池/湿地および空地については二つの調査結果は比較的近い値を示していると考えられる。また、この養魚池/湿地および空地の割合は対象地域の土地利用変化の傾向を把握する上で一つの指標となると考えられる。図3.3.3は7つの排水区の合計面積に対する養魚池/湿地および空地の割合を整理したものである。この図より、2000年以来土地利用状況に大きな変化は無く、よって、現在までの土地利用変化の状況を考えて2020年までに2001年の詳細設計時に想定されたような将来土地利用状況になる可能性は低いといえる。

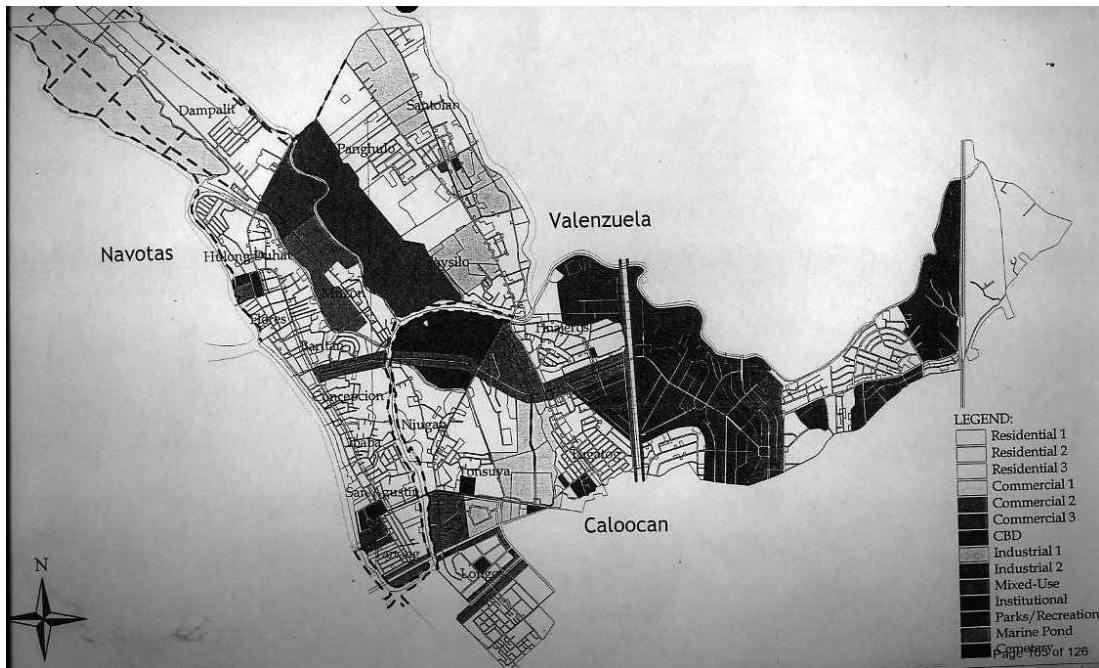


出典: JICA 調査団

図3.3.3 7つの排水区の合計面積に対する養魚池/湿地および空地の割合の比較

3.3.3 LGU の最新の土地利用計画

本 SAPS 調査で入手した LGU の最新の土地利用図を以下に示す。



出典: マラボン市

図 3.3.4 マラボン市の 2003 年の土地利用計画

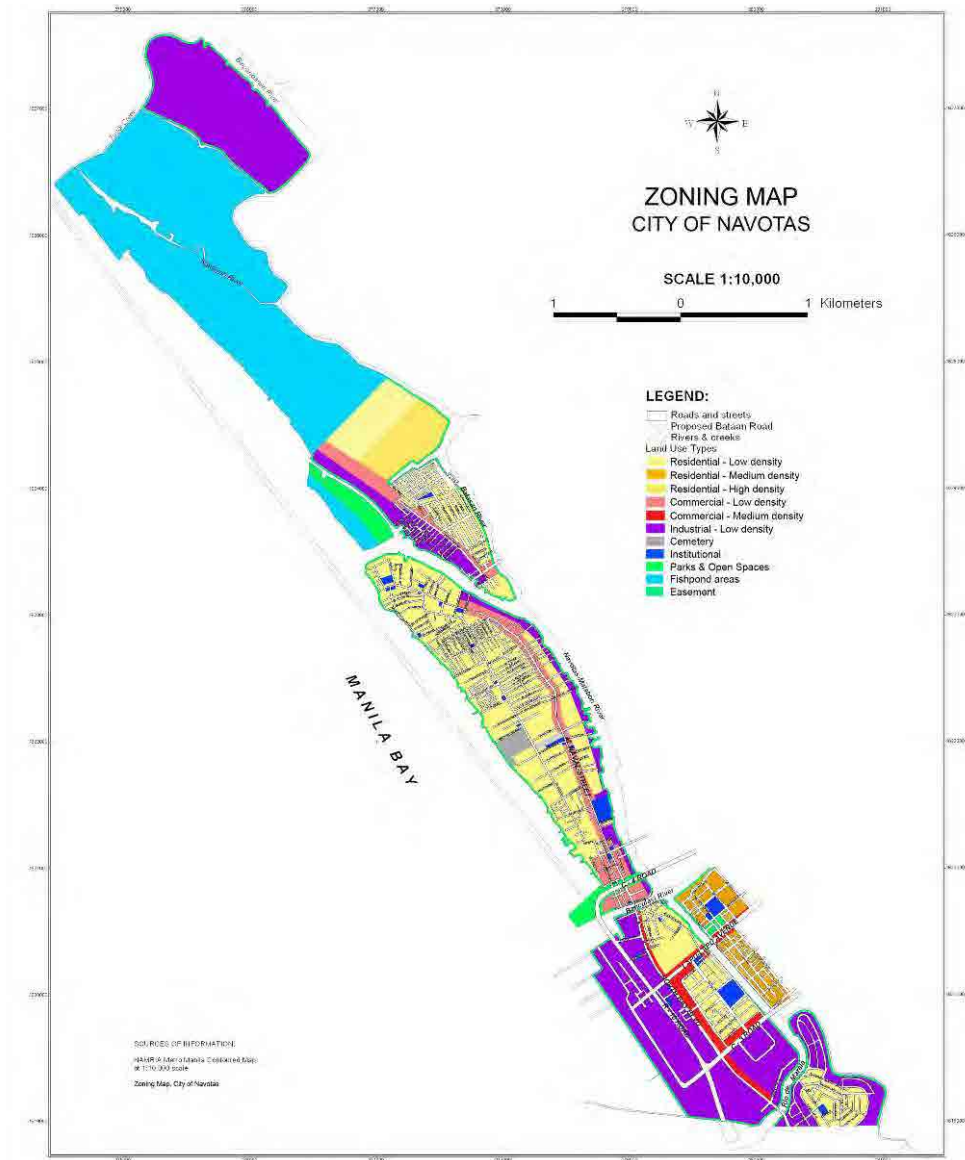
マラボン市の 2012-2014 年の都市開発計画によると、マラボン市の土地利用計画は 2003 年 3 月に承認され、市令 (Municipal Order) 04-2000 で制定され、建築規制条例として知られる市条例 07-2002 および 04-2004 で改正されている。マラボン市の全面積 1,571ha の 38.01% (597.28ha) が居住地とされこれが最大であり、19.45%が商業地域とされている。市によるその他の土地利用区分には、工業地域、公共施設、農業&漁業、空地および墓地がある。

表 3.3.4 に示す土地利用面積はマラボン市の都市開発計画 2012-2014 中に示された将来土地利用面積である。カマナバ事業 (詳細設計時) で推定された 2020 年の将来土地利用と比較すると、土地利用区分や分布に違いがみられるものの、養魚池が居住地/工業地域に転換していくという基本的な考え方は同じである。

表 3.3.4 マラボン市の土地利用計画概要

土地利用区分	面積 (ha)	%
居住地	597.29	38.01
商業地域	305.64	19.45
工業地域	516.99	32.90
公共施設	99.19	6.32
農業/漁業	20.00	1.27
空地	14.62	0.93
墓地	17.67	1.12
合計	1,571.40	100.00

出典: マラボン市の都市開発計画 2012-2014



出典: ナボタス市 y

図 3.3.5 ナボタス市の将来開発のための地域区分図

図 3.3.5 はナボタス市の将来開発のための地域区分図である。

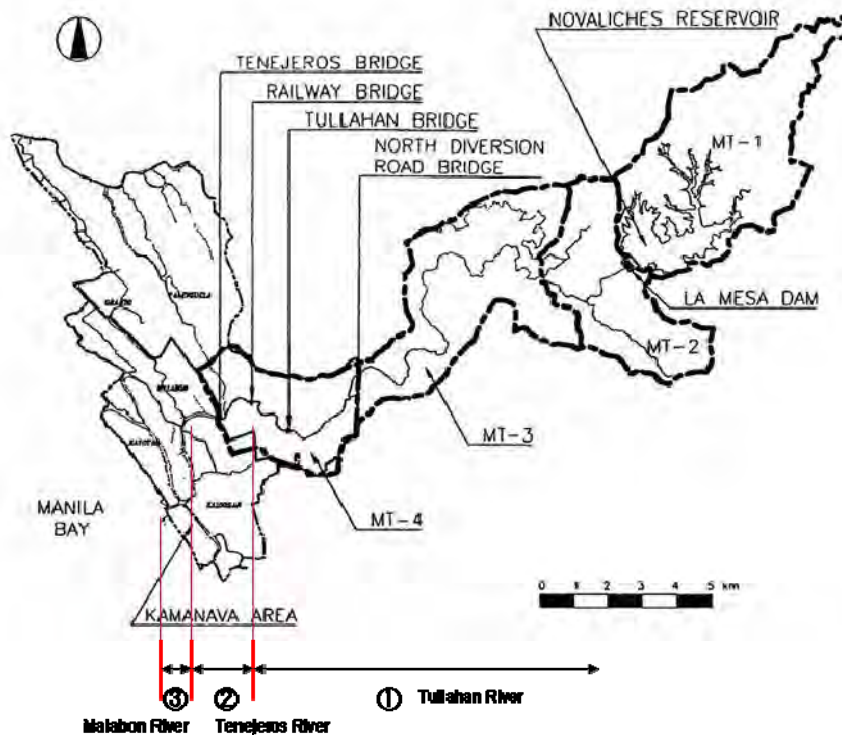
ナボタス市社会経済状況 2013 (“Socio-Economic Profile Navotas City 2013”)によると、ナボタス市の最大の土地利用は養魚池であった。しかしながら、養魚池の多くは現在使われておらず、一定期間生産がなく、ただの水を湛えた空地として残されている状態にある。養魚池は Tanza バランガイに集中しており、市の北方に位置し、かつてはナボタス市の面積のおおよそ半分を占めていた。過去には、沿岸の都市であるナボタス市は昔から歴史的に首都圏の漁業の中心地としての役割を果たしていたため、養魚池地域は首都圏に水産資源を供給する役割を果たし、地域の生計を支える経済上の基盤として地域に貢献していた。しかしながら、時がたつにつれ、養魚池は次第に生産性を減じるとともにその役割を失い、養魚池は市の全面積の 37.97% (405.94ha に相当) にまで減少した。減少した地域のうち、39.67ha は衛生埋立地に、8.4ha は公営住宅地に、10.9ha は管理処分施設に転用された。この転用により、地域の最大の土地利用は居住地となり市の全面積 1,069ha の 38.51% (411.63ha) を占めることとなった。居住地は市の全域に分布しているが、なかでも細長いナボタス市の中心付近では居住地の割合が高い。

3.4 マラボン-トゥリヤハン川

3.4.1 概要

マラボン-トゥリヤハン川は Novaliches 流域に源を発し、南西方向に流下したのちマニラ湾に注ぐ河川であり、テネヘロス橋における流域面積は 70km^2 である。本川は場所によって異なる名前（トゥリヤハン、テネヘロス、マラボン、など）で呼ばれており、2001 年の主設計報告書では、マラボン-トゥリヤハン川の名前を図 3.4.1 のように区分して定義している。トゥリヤハン川はラメサダムから鉄道橋までであり、テネヘロス川は鉄道橋から Pinagkabalian 川が合流する地点まで、マラボン川は Pinagkabalian 川との合流点からマニラ湾までとなる。

ラメサダムおよびテネヘロス橋での流域面積は、それぞれ 24.85km^2 および 69.25km^2 である。



出典: 詳細設計時の Sectoral Report C (2001) を基に JICA 調査団が作成

図 3.4.1 マラボン-トゥリヤハン流域図および河川名称の定義

3.4.2 河川横断測量

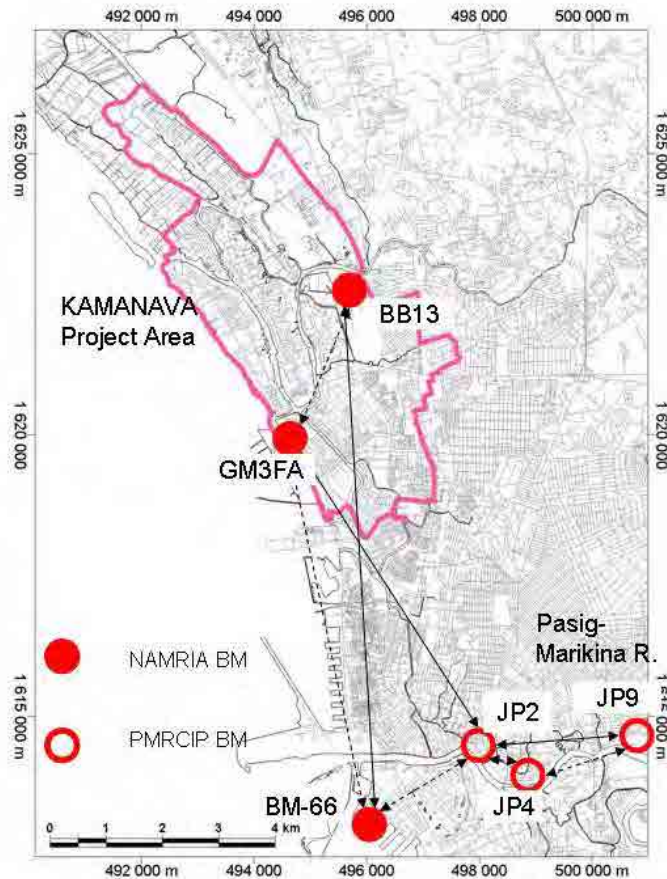
(1) 概要

マラボン川の事業対象区間およびマラボン川上流のトゥリヤハン川について、500m 間隔の縦横横断測量を実施した。

測量数量および範囲は、図 3.4.3 に示すような縦断測量約 8 km（河口よりマラボン川を経てトゥリヤハン川下流部に至る合計 8km）、横断測量 18 断面（一断面の横断距離は 250m）である。測量断面を決定するにあたっては、過去の調査結果との比較に活用できるよう、過去の測量点・測量断面を考慮して決定した。

(2) 基本測量基準点の選定

測量では、各測量横断面の基準点を設置するための基本測量基準点（BM）を選定するために、NAMRIA の公式一等水準点とパッシング-マリキナ川河川改修事業（フェーズⅢ）（以下、「パッシング-マリキナ（Ⅲ）」という。）でパッシング川沿いに設置された3つの基準点を水準測量により確認した。本測量で参照した合計6つの測量基準点の位置を図3.4.2に示す。



出典: JICA 調査団

図 3.4.2 河川横断測量で参照した測量基準点の位置

参照した測量基準点を比較した結果、本調査の基本測量基準点（BM）としては、NAMRIA の一等水準点で本カマナバ事業地域内に位置している GM-3FA を用いることが適していると考えられた。表 3.4.1 は GM-3FA とパッシング-マリキナ（Ⅲ）の測量基準点に対する水準測量の結果である。水準測量は GM-3FA から開始し、GM-3FA を基準とした各測量基準点（JP2、JP4 および JP9）の標高（平均海面上の標高）を求めた。GM-3FA の NAMRIA による既知標高は平均海面上標高で 2.230m である。

表 3.4.1 GM-3FA とパッシング-マリキナ (Ⅲ) の測量基準点との水準測量結果

測量基準点	設置機関 (プロジェクト)	GM-3FAを基準として求めた 標高値	①の値をDPWH 基準面標高に 換算した値	パッシング-マリキナ (Ⅲ)での標高値	相違
		①	②	③	②-③
		MSL, m	DPWH, m	DPWH, m	m
JP2	パッシング-マリキナ(Ⅲ)	1.487	11.962	12.005	-0.043
JP4		1.739	12.214	12.240	-0.026
JP9		2.291	12.766	12.808	-0.042

備考:「パッシング-マリキナ(Ⅲ)での標高値」とはパッシング-マリキナ川河川改修事業(フェーズⅢ)で設置された測量基準点の標高を指す。

備考: DPWH基準面標高 = (GM-3FAを基準として求めた標高)+10.475。

出典: JICA 調査団

パッシング-マリキナ(Ⅲ)の測量基準点と GM-3FA との標高の相違は小さく、JP-2、4 および 9 の GM-3FA を基準とした標高とパッシング-マリキナ(Ⅲ)で確認された標高との違いは2-4cmであった。

以上より、本 SAPS 調査では、パッシング-マリキナ(Ⅲ)との整合性を鑑み、パッシング-マリキナ(Ⅲ)の測量基準点の標高を4cm程度の誤差の範囲で求めることができる GM-3FA を基本測量基準点として用いることとした。

(3) 測量結果

図 3.4.3 は本 SAPS 調査での 2013 年の測量横断面の位置を示したものである。測量範囲はマラボン川の河口近くの距離標 0+122 からトゥリヤハン川の Macarthur 高速道路橋の距離標 7+666 までであり断面数は 18 断面となる。



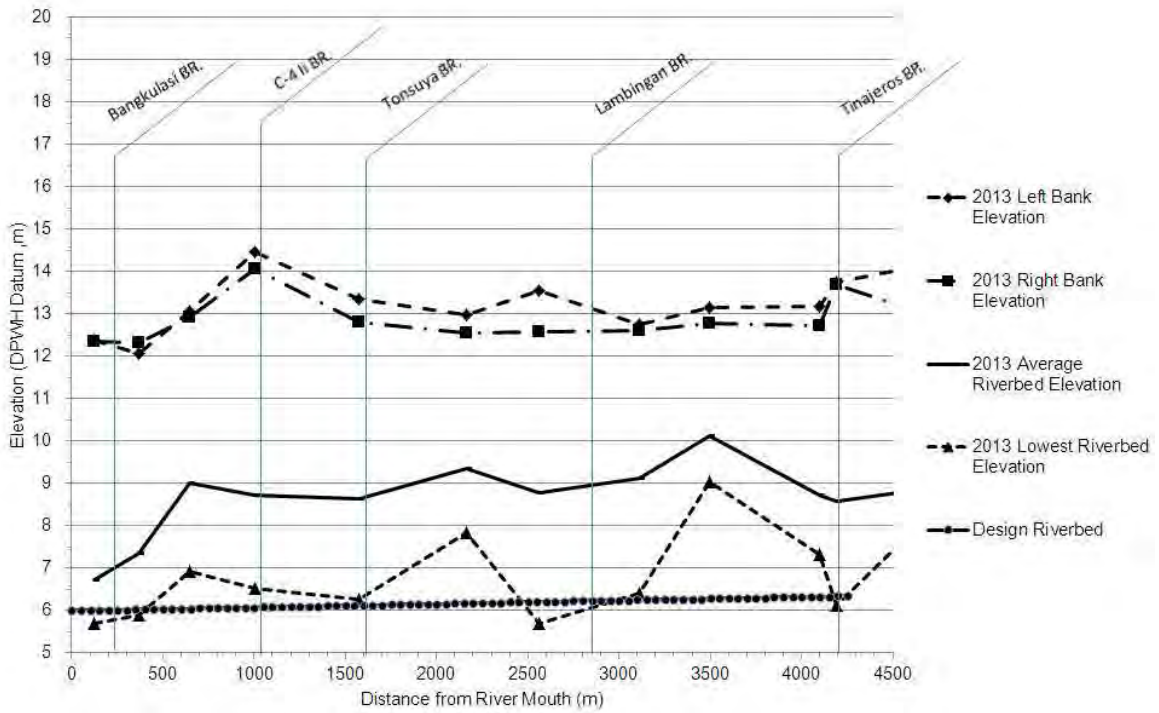
出典: JICA 調査団

図 3.4.3 測量横断面位置図

測量の成果としての 2013 年の縦断図を図 3.4.4 に示す。計画河床高と比べて平均河床高は 3m 程度高くなっている。

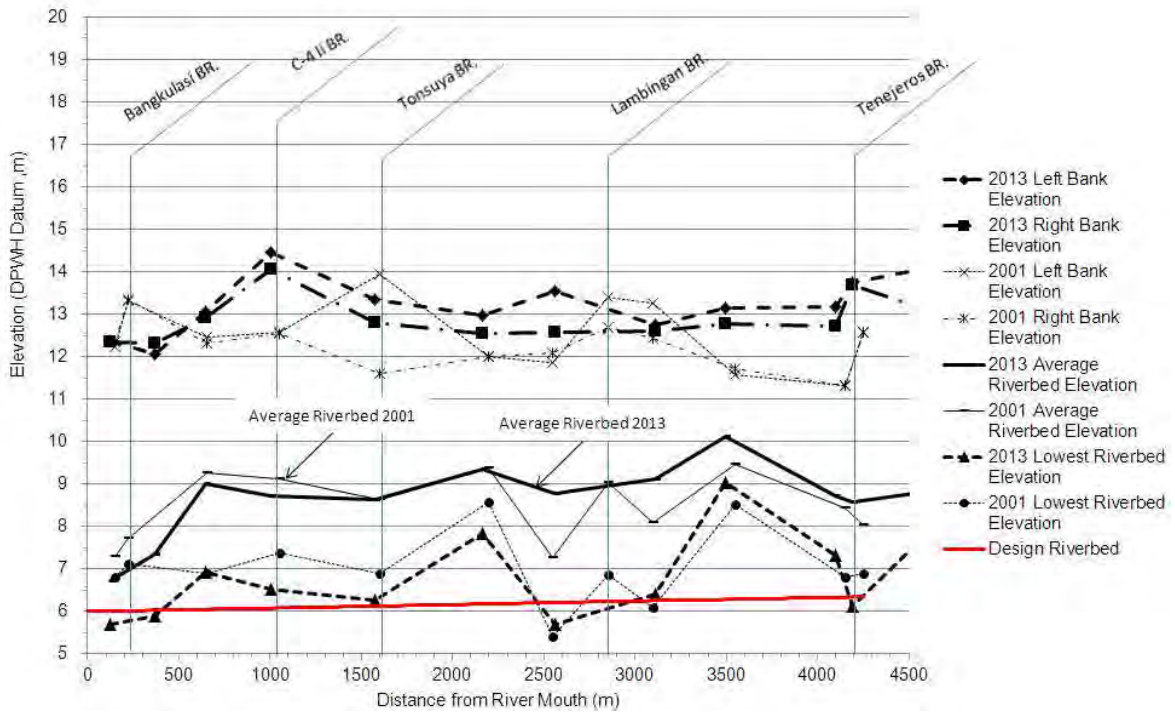
参考として、2001 年と 2013 年の縦断図の比較を図 3.4.5 に示す。2001 年の標高は BM-4B と呼ばれる測量基準点を基準とした標高である。2001 年と 2013 年とで用いた基本測量基準点は同じで

はないが、最深河床と平均河床については全体的な傾向はおおむね変わっていないといえる。2013年の段階でも平均河床高は計画河床より約3m高いことが分かる。



出典: JICA 調査団

図 3.4.4 2013 年のマラボン川の縦断図



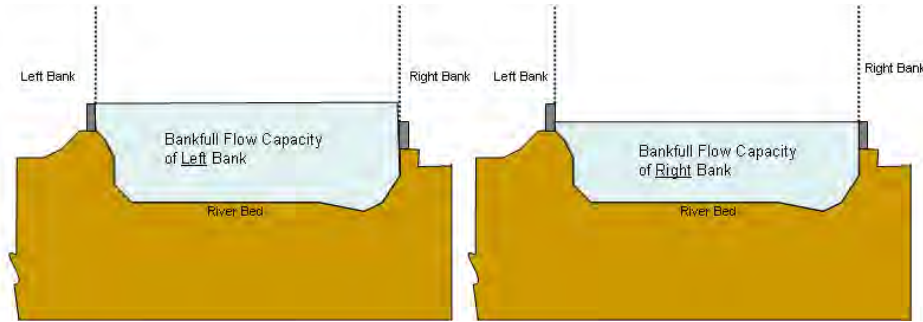
出典: JICA 調査団

図 3.4.5 2001 年と 2013 年のマラボン川の縦断図の比較

3.4.3 河道の流下能力分析

2001年と現状（2013年）の測量横断面データを用いて、不等流計算により河道の流下能力を求めた。

流下能力は左岸、右岸それぞれに対して計算された。マラボン川では、堤防線形は詳細設計によって決定しており、その流下能力は堤防の嵩上げ（洪水防御壁の嵩上げ）によって増加する。一般的に両岸の高さは正確に同じではないため、河道の流下能力を算定する際は図 3.4.6 に示すように両岸の堤防の線形で規定される断面（堤間幅）の中で左岸と右岸のそれぞれの堤防高さでの流下能力を算定することとなる。例えば左岸の堤防が右岸よりも高い場合の左岸の流下能力を評価する際には、右岸での堤防の越流は起こらないものとして評価を行う。



出典: JICA 調査団

図 3.4.6 マラボン川の左岸右岸の流下能力評価の概念図

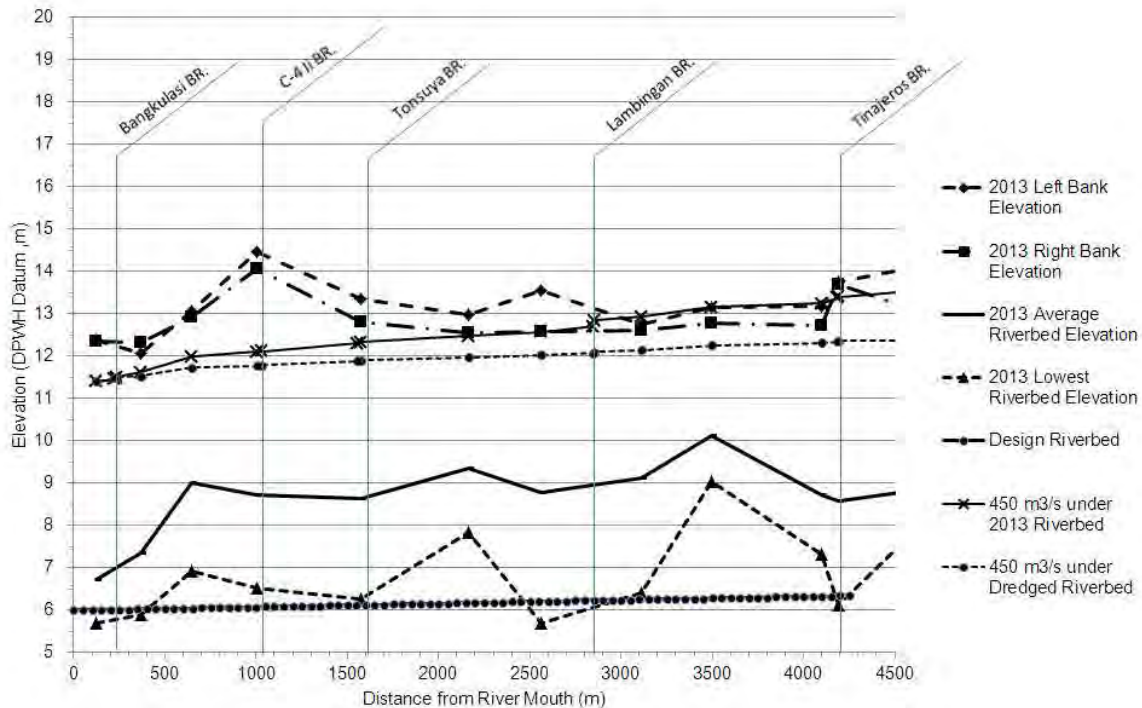


図 3.4.7 2013年の現状の断面と計画断面まで掘削した場合の断面での計画流量 $450\text{m}^3/\text{s}$ を流下させた際の計算水位

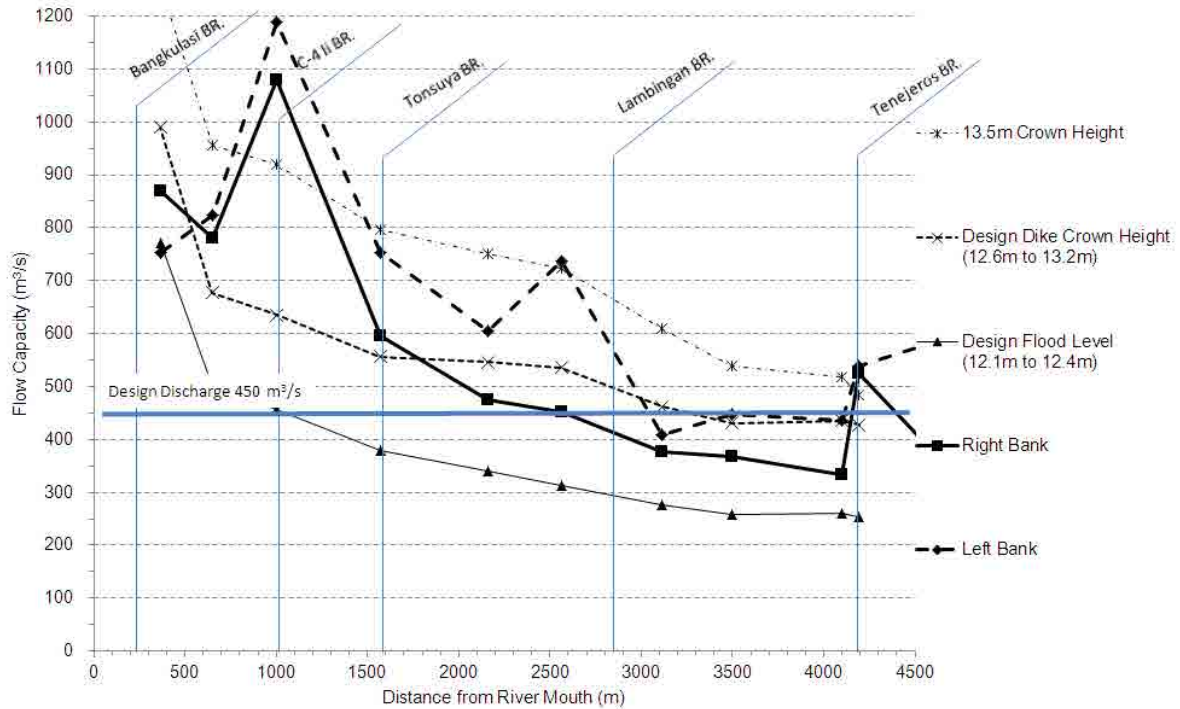
図 3.4.7 は不等流計算による計算結果を示したものであり、2013年の現状の断面および計画断面まで掘削した場合の断面での水位計算結果である。なお、計算条件は以下の通りとした。

- 下流端水位は計画高水位（潮位）である+11.40m（DPWH 基準面標高）とする

- マニングの粗度係数は詳細設計時の条件に従い 0.03 とする
- マラボン川の設計流量は $450 \text{ m}^3/\text{s}$ である

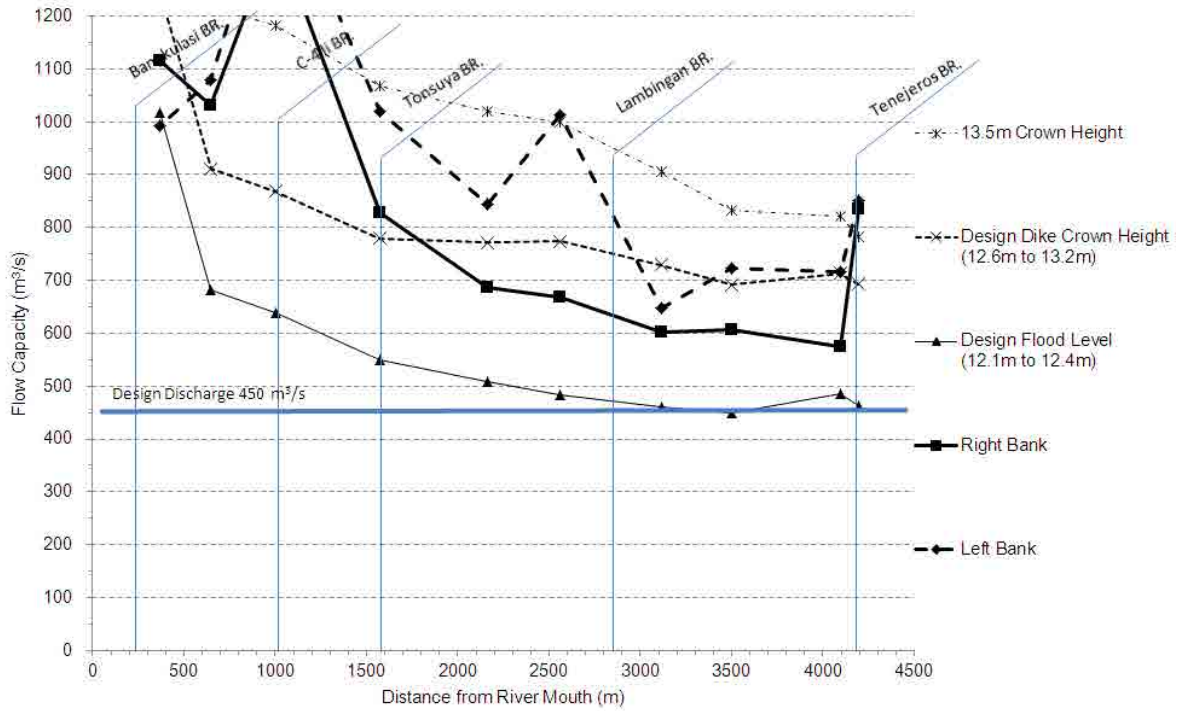
この図より、2013年の現状の断面では、距離標 2+500 よりも上流では設計流量を流した際に越流が起こることが分かる。

次に、図 3.4.7 に示した不等流計算を元にして、各断面の流下能力を評価した。図 3.4.8 および 3.4.9 は、それぞれ 2013 年の現状の断面および浚渫後の断面での流下能力を縦断的に示したものである。図には、左岸右岸の現状の堤防高での流下能力だけでなく、設計洪水位、設計堤防高および堤防を 13.5m(DPWH 基準面標高)まで嵩上げした場合の流下能力を示している。



出典: JICA 調査団

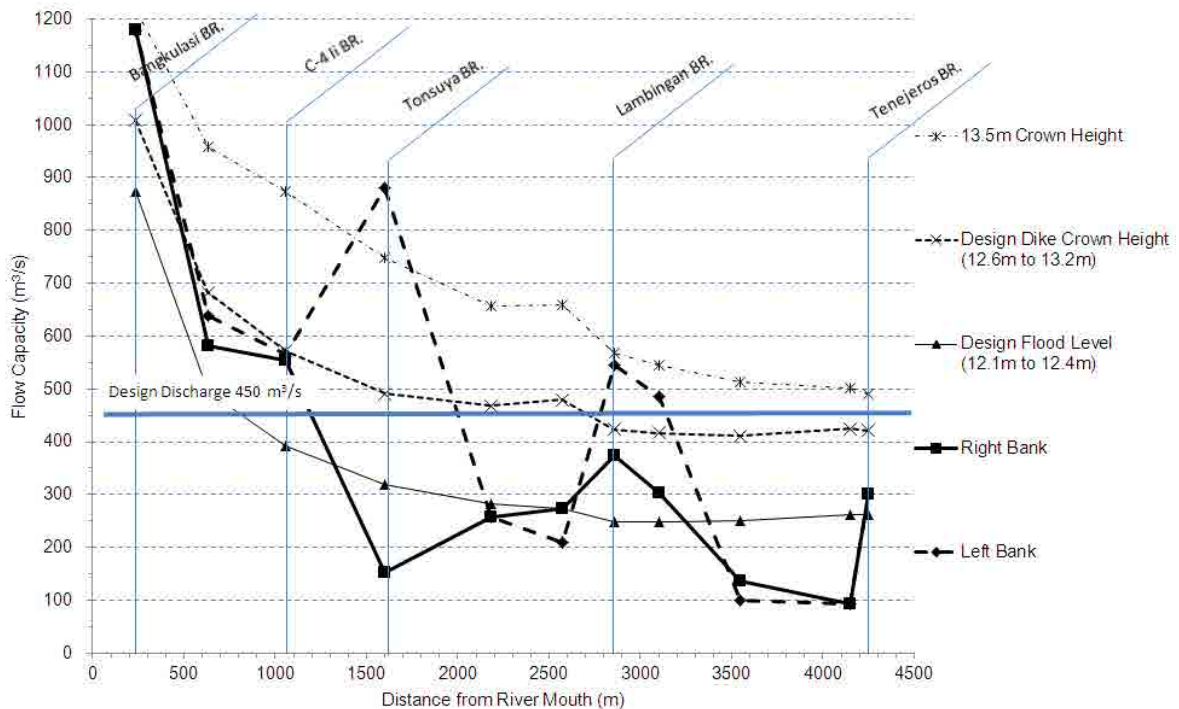
図 3.4.8 2013年の河川横断面での流下能力



出典: JICA 調査団

図 3.4.9 2013 年の河川横断に対して浚渫を行った断面での流下能力

参考として、図 3.4.10 に 2001 年（詳細設計時）の河川横断条件での流下能力を示す。図 3.4.8 と比べると、設計洪水位での流下能力はおおむね同じであり、つまりマラボン川沿いの河川堤防（洪水防御壁）の高上げのみでは流下能力を増加させることができないといえる。この結果より、詳細設計時の段階から、マラボン川の浚渫を行わない限り、距離標 800m から 4250m の区間では設計洪水位で設計流量 450m³/s を流下させることはできなかったことが分かる。



出典: JICA 調査団

図 3.4.10 2001 年の河川横断面での流下能力

3.4.4 カマナバ事業地域での測量基準点の課題

SAPS 調査の中で、JICA 調査団は NAMRIA の潮位表の潮位データとカマナバプロジェクト管理事務所が水門やポンプ場で測定している水位との間で小さくはない違いがあることを認識した。事業地域でのこのような標高の相違の理由を明らかにするために、調査団は河川横断測量業務の一部としてカマナバ事業地域の構造物のいくつかで地点標高を確認した。調査を行った構造物の位置と結果を図 3.4.11 と表 3.4.2 にそれぞれ示す。

表 3.4.2 に示す通り、本 SAPS 調査での測量標高値はカマナバ事業の竣工図面の値より小さい。マラボン川の下流に位置する Bangkulasi 水門や Spine 水門での違いは 51cm である。マラボン川の上流に進むにつれこの違いは小さくなり、Tinajeros 橋では 12cm となる。

カマナバ事業の 2001 年の主設計報告書によると、基本的にカマナバ事業の標高は BM-4B とよばれる測量基準点を基準としている²。BM-4B の標高は 13.220m (DPWH 基準面標高) であり、これは平均海水上標高で 2.745m であり、平均既往最低潮位 (MLLW) を基準とすると 3.220m である。

SAPS 調査 (河川横断測量) の基本測量基準点は NAMRIA の GM-3FA である。表 3.4.2 の測量標高はすべて GM-3FA を基準としてのものであり、以下の換算式を用いて DPWH 基準面標高に換算している。

標高 (DPWH 基準面、m) = 10.486 + 標高 (平均海水面、m)

カマナバ事業の標高と本 SAPS 調査の標高共に、平均既往最低潮位 (MLLW) 以下 10m を基準 (0m) とする DPWH 基準面 (単位 m) 標高で表現されている。つまり、いずれの標高も海水面を基準としているということであり、表 3.4.2 に示された相違は、カマナバ事業の設計条件に影響を与える可能性がある。

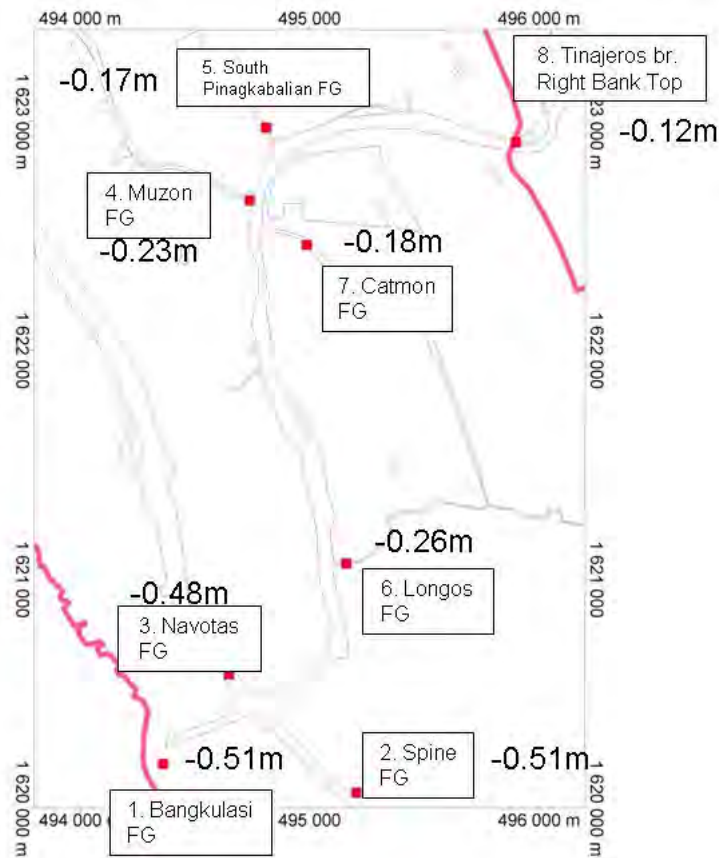
² BM-4B は壊れたとのことで本 SPAS 調査ではその正確な位置は確認できなかった。また近年の NAMRIA の標高基準点と BM-4B の標高についての関係を説明するデータもなかった。現在、マニラの南部港には BM-66 と呼ばれる NAMRIA の標高基準点があり、NAMRIA の潮位表の主要潮位観測所としての指定も受けている。

表 3.4.2 カマナバ事業施設の特定箇所での地点標高の比較

No	位置/施設	SAPS調査での測量結果		カマナバプロジェクトの施工図面での標高値	差 ①-②, m
		平均海水面 標高 (m)	DPWH基準面 標高 (m) (①)	DPWH基準面標高 (m) (②)	
1	Bangkulasi FG	1.80	12.29	12.800	-0.51
2	Spine FG	1.81	12.29	12.800	-0.51
3	Navotas FG	1.83	12.32	12.800	-0.48
4	Muzon FG	2.42	12.90	13.135	-0.23
5	South Pinagkabalian FG	2.53	13.01	13.183	-0.17
6	Longos FG	2.07	12.55	12.815	-0.26
7	Catmon FG	2.53	13.02	13.200	-0.18
8	Tinajeros Bridge Right Bank	2.90	13.38	13.500	-0.12

備考: SAPS調査での測量結果 (DPWH基準面標高 (m)) = 10.486 + 平均海水面標高 (m)

出典: JICA 調査団

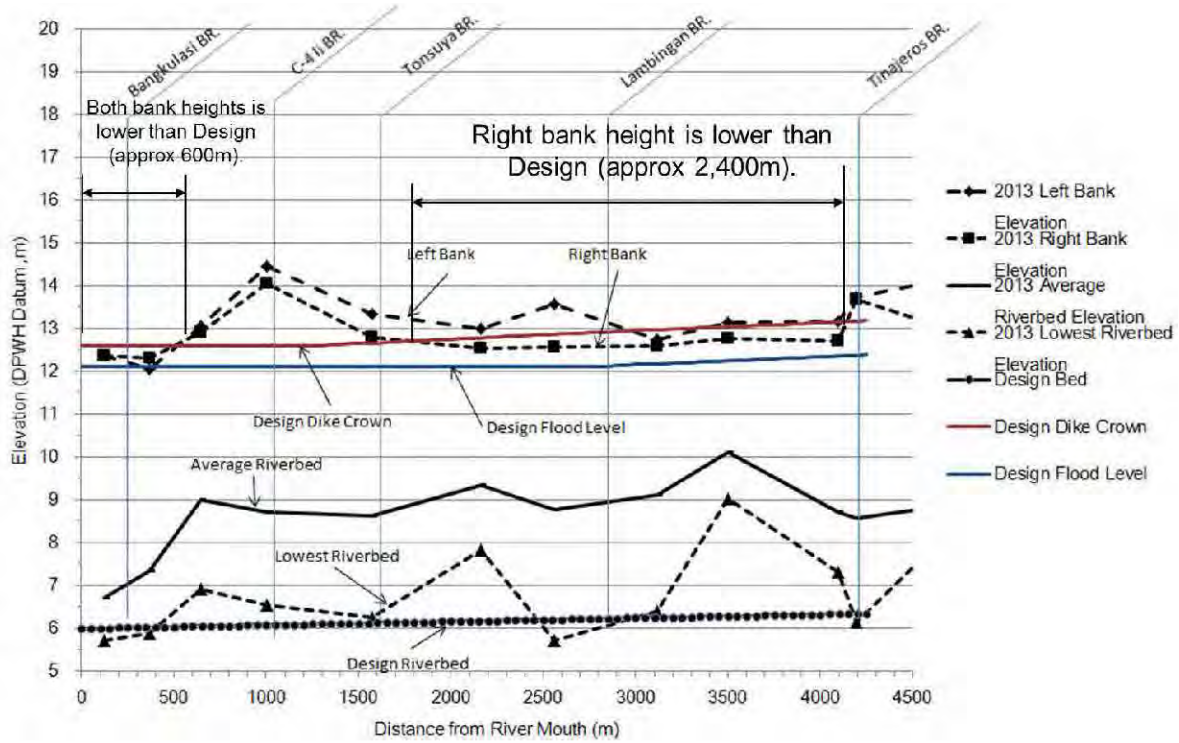


出典: JICA 調査団

図 3.4.11 測量を行った施設の位置と標高値の差

(1) 影響 1：余裕高の減少

図 3.4.12 は河岸、設計堤防高、設計洪水位の縦断図である。図に示したように、河口近くの両岸約 1,200m (600m×2) および右岸の距離標 1+700 から 4+100 までの約 2,400m 区間の堤防高は、設計洪水位よりは高いものの、カマナバ事業の入札図面に示された設計堤防高よりは低くなっている。つまり、もし GM-3FA を基準とした標高をカマナバ事業に適用した場合、余裕高は設計と比べて小さくなると言える。



出典: JICA 調査団

図 3.4.12 河岸、設計堤防高および設計洪水位縦断図

また、洪水防御壁の嵩上げの追加工事はカマナバ事業の測量基準点を用いて実施されているため、新規の洪水防御壁の天端高は設計の高さと合わない可能性もある。

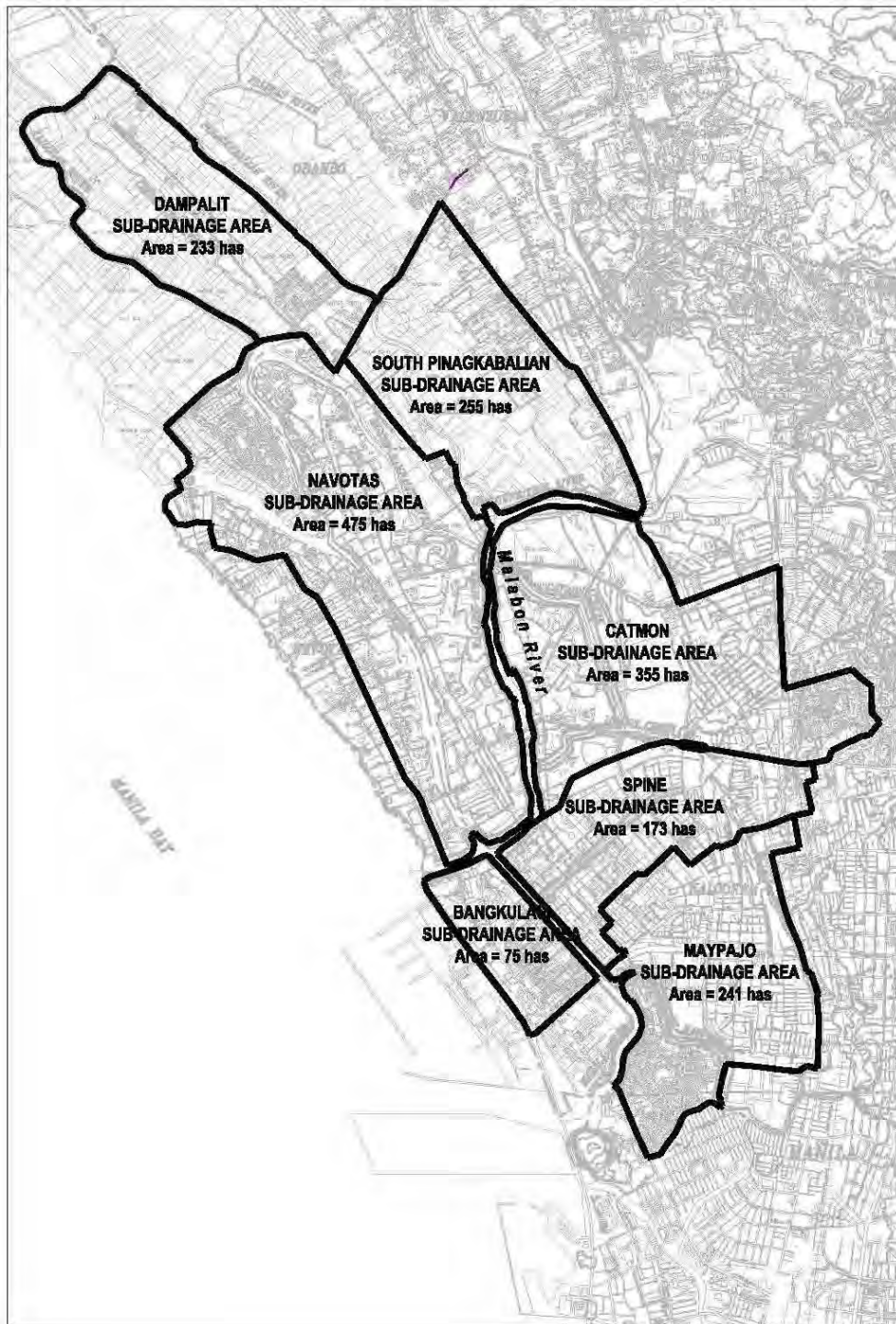
(2) 影響 2：ポンプ場と水門の操作水位の誤解

事業のポンプ場と水門では、オペレーターがカマナバ事業の測量基準点標高に基づいて水位を測定しており、彼らが用いている操作ルールもカマナバ事業の測量基準点を基にしている。この測定値（水位）と操作ルールで規定されている値は NAMRIA の潮位データとは合っておらず、加えて、事業地域には LGU によって運用されている小規模の水門やポンプ施設もある。このような状況の中、測量基準点の違いによるステークホルダー間での誤解が生じる可能性がある。

3.5 排水区

3.5.1 概要

図 3.5.1 に示すように、カマナバ事業地域は7つの排水区に分かれる。各排水区の排水面積を図に示す。



出典: DPWH、主設計報告書 (2001 年) DPWH, Main Design Report 2001

図 3.5.1 カマナバ事業地域の排水区分

3.5.2 ポンプ場と水門

マラボン川の北側の地域では、Dampalit、Navotas および South Pinagkabalian の3つの排水区が一つの浸水防御地域を形成しており、地域内の降雨はナボタス川の河口へ導かれる想定となっている。マラボン川の南側の地域では、Bangkulasi、Maypajo、Spine および Catmon 排水区があり、各排水区に設置されたポンプ場よりマララ川とマラボン川沿いに個別に排水される。すべての水門は河川水が防御地域に浸入するのを防ぐ機能を持つ。表 3.5.1 はカマナバ事業で設置された各排水区の水門とポンプ場を示したものであり、Dampalit と S. Pinagkabalian 排水区には現在大型のポンプ場は設置されていない。

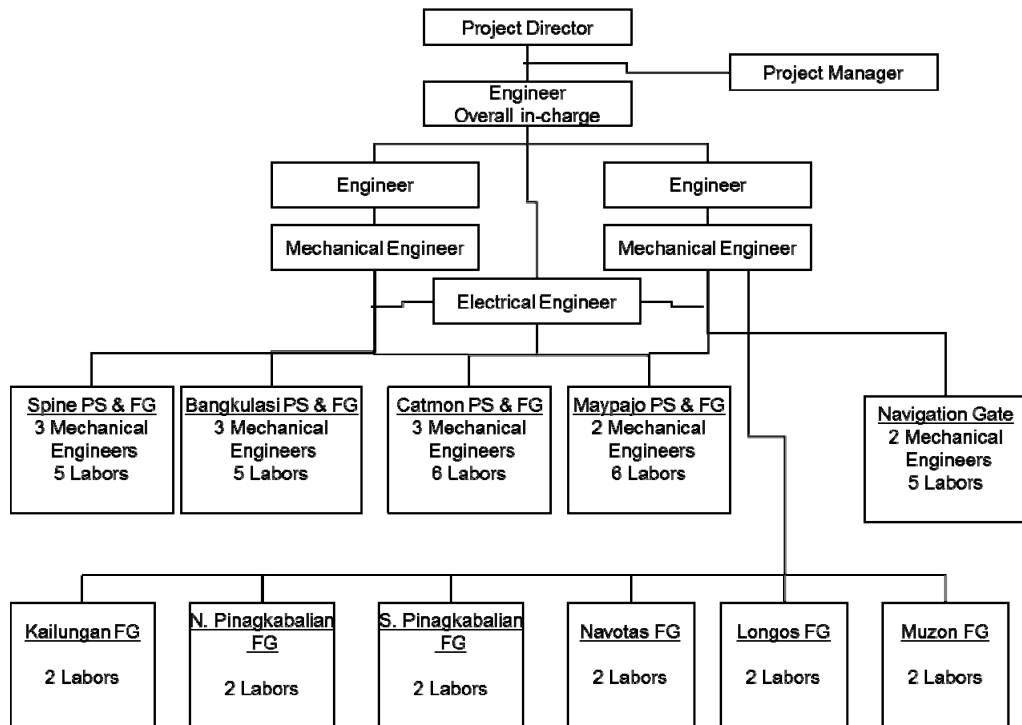
表 3.5.1 各排水区の水門とポンプ場

排水区	面積 (ha)	水門	ポンプ場
Bangkulasi	75.4	Bangkulasi	Bangkulasi
Spine	173.1	Spine	Spine
Maypajo	241.2	Maypajo	Maypajo
Catmon	355.5	Catmon, Longos	Catmon
Dampalit	233.1	Kailugan	-
Navotas	475.5	Navotas, Muzon	North Navotas
S. Pinagkabalian	254.6	N. Pinagkabalian, S. Pinagkabalian	-

出典: JICA 調査団

3.5.3 ポンプ場と水門の運転状況

表 3.5.1 に示した水門とポンプ場はすべて 2008 年に完成した。カマナバプロジェクト管理事務所は完成後図 3.5.2 に示す組織の下で運転・維持管理を行っている。



出典: カマナバプロジェクト管理事務所提供の組織図を基に JICA 調査団作成

図 3.5.2 カマナバプロジェクト事務所の水門およびポンプ場の運転・維持管理組織図

日常の水門とポンプの運転は、予測潮位表を基に月ごとにあらかじめ作成された運用カレンダーを用いながら、カマナバプロジェクト管理事務所の技師の指示で行われる。

各水門とポンプ場のオペレーターはゲートの内側（内陸側）と外側（川側）の水位を一時間ごとを基本に測定する。水位の測定は水位標あるいは自動水位計を用いて行うが、カマナバ事業で設置されたこれらの自動水位計の中には現在適切に機能していないものも多い。

表 3.5.2 にポンプ場と水門の運転記録を収集できた月を示す。2009 年の台風オンドイ時の記録は入手できなかった。カマナバプロジェクト管理事務所の説明によると、現在（本 SPAS 調査の調査期間）それらのデータは他機関が利用しているとのことであった。また、水門の運転記録のファイル保管はまさに 2013 年 10 月に開始されたばかりであった。

表 3.5.3 は JICA 調査団による現地調査での DPWH オペレーターへのインタビューをもとに水門とポンプ場の実際の運転状況を整理したものである。カマナバ事業では 5 つのポンプ場が建設されているが、基本的なポンプの運転ルールは基本的に運転開始・終了水位で規定されている。なお、Bangkulasi と Catmon ポンプ場では気象条件も考慮しており、降雨時には規定より低い水位でもポンプの運転を開始するとのことであった。

表 3.5.2 カマナバプロジェクト管理事務所より水門・ポンプ場の運転記録を入手できた月一覧

施設名	2012												2013											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bangkulasi PS+FG																								
Spine PS+FG																								
Maypajo PS+FG																								
Catmon PS+FG																								
North Navotas PS + Navigation Gate																								
Navotas FG																								
Longos FG																								
Muzon FG																								
South Pinagkabalian FG																								
North Pinagkabalian FG																								
Kailugan FG																								

備考：PS：ポンプ場、FG：水門、：データを収集できた月

出典: JICA 調査団

表 3.5.3 各排水区の水門・ポンプ場の実際の運転状況

排水区名	面積 (ha)	ポンプ場名	設計能力 (m ³ /s)	ポンプ運転/水位 (m)				水門操作条件	運転者 (人)	備考	
				開始水位 / 停止水位		ピーク洪水時の運転状況					
				晴れ	曇り	雨	2009年台風オンドイ				2012年モンスーン
Maypajo	241	Maypajo	6.6	11.30	11.30	11.20	運転継続	ポンプ運転無し、水門開放	5cmルール & 潮位表	3	
				10.90	10.90	10.9m (雨が継続する場合 10.6m)					
Spine	173	Spine	13.0	11.00	11.00	11.00	運転継続		5cmルール & 潮位表	3	
				10.00	10.00	10.00					
Bangkulasi	75	Bangkulasi	4.4	11.10	11.10	11.00	運転継続		5cmルール & 潮位表	3	
				9.70	9.70	9.70					
Catmon	355	Catmon	10.5	10.70	10.70	10.60	ポンプ運転無し、水門開放		5cmルール & 潮位表	3	晴天時は2-3機稼働、雨天時は3-4機稼働
				10.30	10.30	10.30					
North Navotas	475	North Navotas	9.6	11.00	11.00	11.00	部分運転		10cmルール & 潮位表	3	
				11.00	11.00	11.00					

操作システム等

- カマナバプロジェクト管理事務所より電話にて指示
- 水位監視：機器の不調のため目視観測実施、毎時
- 記録の保管場所: カマナバプロジェクト管理事務所
- 洪水時の問題: 現場からは問題は報告されていない

備考:

- 1) 5cmルール: 内陸側の水位が外水側の水位より5cm以上高くなった場合に水門を開ける
- 2) 潮位: NAMRIAの潮位情報に従う

出典: JICA 調査団

本 SAPS 調査の中で、JICA 調査団は北ナボタス航行水門におけるナボタス市とマラボン市の利害問題に代表されるポンプと水門の運転に関する利害問題の存在を認識した。

航行水門の主な機能は満潮による浸水を防ぐことである。水門は満潮による浸水に対して内陸を守ること、および調整池としての役割を果たすこと、の二つの理由から閉められる必要がある。調整池としての機能から見ると、水路の貯留容量をより多く確保するためには水門（防潮水門）は潮位の低いときに閉めることが望ましい。しかしながら、このような運用はナボタス川内外への船舶の通過のためにできる限り長い時間水門を開けておきたい河川利用者側の要求とは相反し

ている。

従って、航行水門は河川利用者の要求を考慮しつつ、最大限の洪水防御機能を果たすように注意深く運用する必要がある。カマナバ事業の当初計画では本来潮位 10.5m (DPWH 基準面標高) で水門を閉める計画であったが、カマナバプロジェクト管理事務所へのインタビューによると現在は 11.0m (DPWH 基準面標高) での閉鎖に変わっているとのことであった。

JICA 調査団は LGU、船舶利用者およびバランガイ代表との一連のワークショップや技術会合を行った。議論を通じて、表 3.5.4 に示す以下の利害問題が明らかになった。

表 3.5.4 LGU 間でのナボタス航行水門の閉鎖水位に関する主な課題と要求事項

	ナボタス側	マラボン側
課題	ナボタス川の船舶運航数およびドックの運用を考慮し、水門閉鎖水位は 11.5m としたい。この水位であっても、航路の一部は浅く安全な通行のための十分な喫水であるとは言えない。ナボタス市では高所地域であっても既存の排水管は低標高で設置されている。よって水門の閉鎖水位を 11.5m (DPWH 基準面標高) とすると排水の問題が起きるため、市は市の予算でナボタス川沿いの洪水防御壁を船舶の停泊所を除いて 13.5m (DPWH 基準面標高) まで嵩上げする工事と小規模のポンプ施設の設置を進めている。	水門の閉鎖水位を上げるとマラボン市の低標高地域で浸水が起きる。
要求事項	必要な喫水を確保するための航路の浚渫。航行水門付近の土砂の堆積を防ぐための防波施設の建設。高い水位での水門閉鎖に対応するためのナボタス川沿いの洪水防御壁とポンプ施設。	洪水管理の観点から水門はできる限り潮位の低いときに閉められなければならない。高い水位での水門閉鎖に対応するためにナボタス川沿いに洪水防御壁とポンプ施設が必要である。

出典: JICA 調査団

3.5.4 排水区の特徴

(1) Bangkulasi 排水区

Bangkulasi 排水区の面積は 75.4ha である。現在本地域には Bangkulasi ポンプ場があり、満潮時にはポンプ排水が、干潮時には重力排水が行われている。雨水は基本的にマララ川の洪水防御壁に設置された水門から東のマララ川に排水される。重力排水ができない満潮時には浸水する地域も見られる。

(2) Catmon 排水区

Catmon 排水区は Catmon 川 (水路) と Longos 川 (水路) を含む排水区の総面積は 355.5ha である。Longos 川はフィリピン国鉄の西側の丘陵部からの雨水排水を集水し、その後 Letre 道路沿いを西に流下しマラボン川に合流する。Catmon 川はマラボン川との合流点の 800m 上流で Longos 川から分流し、マラボン川に至る。

Catmon 川の河川長は約 1.7km で Longos 川は約 1.8km であり、本プロジェクトで改修が行われた。

(3) Spine 排水区

Spine 排水溝は矩形コンクリート水路で、Dagat-Dagatan 地区北部の 173.1ha の排水を受け持ってい

る。雨水は Spine 排水溝を西方に流下し、干潮時には重力排水でマララ川に至り、マララ川の水位が高い際には Spine ポンプ場からポンプ排水される。

(4) Maypajo 排水区

Maypajo 排水区の面積は 241.2ha である。Maypajo 排水区は 4 地区に分けることができ、それぞれ 1) Isla de Cocomo (Maypajo 西部)、2) 南部排水、3) 北部排水および 4) Saluysoy 排水である。後半の 3 つは Dagat-Dagatan 地区に位置しており、1)は Maypojo 主排水路の西側に位置する。Saluysoy と北部・南部排水は Maypojo 主排水路に流入している。これらの排水路は浅く、Saluysoy と北部排水の幅はそれぞれ約 5m と 2.5m である。

雨水は東側では 3 つの排水路 (Saluysoy 排水および北部・南部排水) から、西側では二次・三次水路から Maypajo 主排水路に流入する。Maypajo 主排水路は Maypajo ポンプ場でマララ川へ排水しているが、干潮時は重力排水となっている。

過去には Maypajo 主排水路には Sunog Apog 主排水路からの排水も流れ込んでいたが、現在はコンクリート擁壁が建設され Sunog Apog 主排水路からの流入を防いでいる。Maypajo 主排水路の延長距離は 1.8 km である。

(5) North Navotas 排水区

North Navotas 排水区は面積は 475ha であり、ナボタス川、Tanza 川および Muzon-Dampalit 川によって 4 地区に分割されている。本地区には 7 つの小規模ポンプが設置されている。

4 地区の一つである Navotas 地区では、Gov. A. Pascual 道路と Mariano Naval 道路の中間から西側半分の 85.9 ha 地域の雨水はマニラ湾に流下し、残りの東側の雨水はナボタス川に注ぐ。ナボタス川、Muzon-Dampalit 川と Malabon 川に囲まれた地域では、雨水は地域を南北に走る主要道である C. Arellano St. と Gen. A. Luna St. に沿って流れ、左記の 3 河川に排水される。Tanza 地区では、雨水はナボタス川と Tanza 川の両方に流れ、Muzon-Dampalit 川の東に位置する地域では、雨水は Muzon-Dampalit 川に排水させる。

(6) Dampalit 排水区

Dampalit 排水区は Pinagkabalian と Kailugan 川に囲まれた地域で、面積は 233.1ha である。全面積の 19%にあたる 44.3ha 地域では雨水は Chungkang 川に排水している。現在 Merville-Dampalit の小規模ポンプから Pinagkabalian 川への排水が行われている。

Chungkang 川は Dampalit 排水区の中央を流れ、幅は 9m から 20m で河川延長は 2.8km である。Chungkang 川の流下能力はおおむね $10 \text{ m}^3/\text{s}$ から $15 \text{ m}^3/\text{s}$ となっている。

(7) South Pinagkabalian 排水区

South Pinagkabalian 排水区は面積は 254.6ha であり、この排水区には Pinagkabalian 川と Panghulo 川の二つの河川 (水路) がある。Pinagkabalian 川はマラボン川と Meycauayan 川の間を流れ、マラボン川につながる 2.0 km の区間が本排水区に含まれる。Panghulo 川はマラボン川に流下する長さ 600m ほどの短い小河川 (水路) である。

3.6 LGU による廃棄物管理

一般的に、河川や水路へのごみの堆積は河川・水路の流下能力を減少させ、また、二次・三次排水路のつまりなどの不適切な維持管理は雨水等の流下を妨げるだけでなくポンプ場の適切な運用 (排水能力) を妨げることもある。マラボン市の技師によると、2012 年洪水時には、トゥリヤハン川上流域からの多量のごみが Lambingan 橋の橋桁に引っ掛かり通水を阻害し、その背水効果で橋の上流側の洪水を引き起こしたとのことであった。洪水対策の観点から、廃棄物管理は極めて重要な要素であり適切に実施される必要がある。

3.6.1 マラボン市

マラボン市の住民環境天然資源局へのインタビューに基づくマラボン市の廃棄物管理の現状を以下に記す。

マラボン地区のごみ収集量は一日当たり約 155 トンであり、住民や公共市場からのごみからなっている。

現在のところ、LGU は工場や商業施設からのごみや病院の医療廃棄物の収集は行っていない。彼らは現在ごみ収集に対する共通制度を構築するために民間や保健省との連携を進めており、まもなく 2014 年中に開始することを目指している。

ゴミの分別については、マラボン市は NGO (Mother Earth Foundation) と協力し、2013 年中に締結される予定の覚書に基づきゴミ分別プログラムを実施することを目指している。初めに 4 つのバランガイ (Tinajeros, Maysilo, San Agustin と Concepcion) で本プログラムのパイロット活動を行う予定である。プログラムは資源回収とたい肥化施設の導入も含むものである。

LGU は別の NGO (Zero Wastes Philippines) との連携も始めている。

最高裁判所の執行令状 (2015 年までにマニラ湾の汚染に影響するゴミを 0 にする) に従い、LGU はトゥリヤハン川と重要な水路にゴミ補足用の施設を設置した。しかしながらケソン市といった上流の都市からのごみの流入もあり、現在の補足施設では特に洪水時にゴミ (量) に耐えることができないという問題がある。マラボン市では、上流に位置する他の市に対してごみ投棄に関する対策をとるよう要請している。また、最高裁判所の執行令状に従い、市は河川や水路近くに住む不法居住者の移転を開始している。

LGU は年間予算 7 千万ペソの年間予算を確保していたが、2013 年での支出は 9 千万ペソを超えた。来年予定しているプロジェクトの一つには、Binuangan にあるナボタス埋め立て地へのごみの運搬の遅れが生じないようにするための集積場の設置も含まれている。

ゴミ散乱防止条例の実施については、LGU は、ごみ投棄で逮捕された場合に罰則を科す (コミュニティへの奉仕活動、罰金、三日間の投獄、など) ことを始めるとともに、トゥリヤハン川のマングローブの植林を開始したが、将来の洪水対策事業の代替としての干拓堤防間の植林については (LGU 技師の助言に基づき) 現在一時的に中断しているとのことである。

3.6.2 ナボタス市

ナボタス市³では 2010 年の段階で一日当たりのごみ生産量は 172.74 トンであり、一人あたりで見ると 0.686kg である。ごみ生産量は、2003 年の一日当たり 100-120 トンから約 50-70 トン増加している。

空気清浄令に従い、ナボタス市ではナボタスごみ管理施設 (NCDF) の開発・運営のため、民間団体 (PHIL-ECO) と覚書を結んでいる。施設は Tanza バランガイの北西に位置し、施設面積は 10ha である。本地域は以前は養魚池であったところを市が取得したものである。ごみはトラックで保管場所に運ばれ、処理後にはしけに積み、順次 NCDF に運ばれる。ナボタス市で生産されるごみの 70% がここで処理されている。

³ ナボタス市、社会経済概要、2013 年

4. 事業の効果

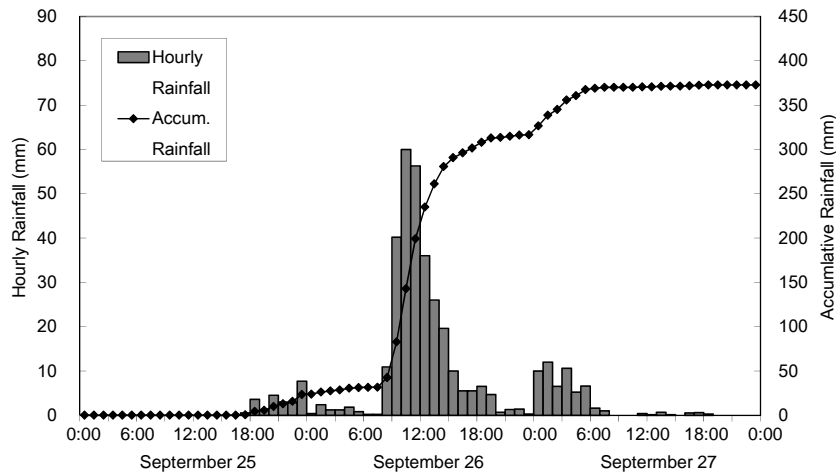
4.1 2009 年台風オンDOI時の効果

4.1.1 状況

(1) 降雨

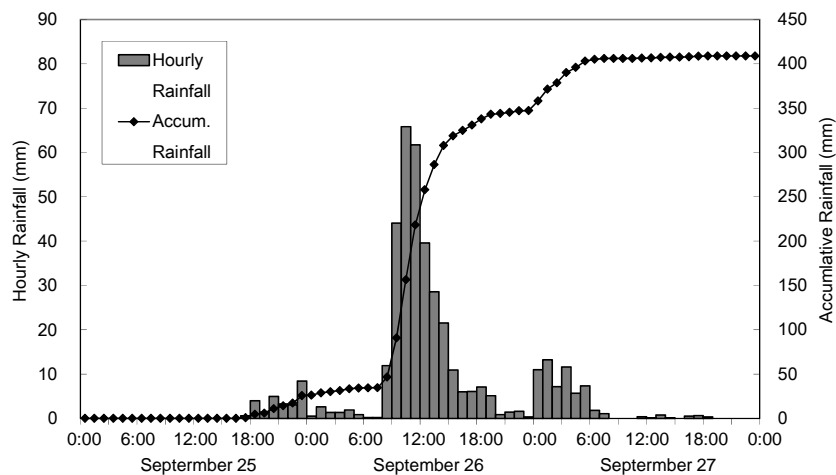
PAGASA などの関係機関や過去の報告書からのデータ収集活動を行い、対象洪水の降雨データを収集した。2009 年台風オンDOIについては、2012 年の世銀調査（“Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas (The World Bank), 2012”）で作成・処理された時間雨量データを、本 SAPS 調査での解析に用いることとした。この降雨データは、マラボン-トゥリヤハン流域を 6 つに分割し、分割した小流域ごとに整理されており、最下流の 1 流域が本カマナバ事業地域に相当し、残りの 5 流域は事業地域の上流（Tinajeros 橋の上流）になる。

下図は、2009 年台風オンDOI時の時間雨量と累積雨量を示したものである。2009 年台風オンDOI時の降雨は短時間（半日）に集中しており、降雨強度は比較的高い（時間 60mm 以上）が、累積雨量はそれほど大きくはない。



出典: JICA 調査団

図 4.1.1 2009 年台風オンDOI時のカマナバ事業地域での降雨状況



出典: JICA 調査団

図 4.1.2 2009 年台風オンDOI時の事業地域上流（Tinajeros 橋上流）での降雨状況

上記データに基づき整理した最大時間雨量と最大二日雨量（最大 48 時間雨量）を下表に示す。

表 4.1.1 2009 年台風オンドイ時の最大二日雨量と最大時間雨量

対象 洪水	地域	最大二日 (48 時間) 雨量 (mm/2 日)	最大時間雨量 (mm/時間)
2009 年台風 オンドイ	事業地域	371.9	60.0
	事業地域上流 (Tinajeros 橋上流)	407.9	65.8

出典: JICA 調査団

2001 年の詳細設計時に Port Area 観測所の降雨強度データを基に計算された確率雨量を下表に示す。このデータと比べると、2009 年台風オンドイ時の対象地域の二日雨量 371.9mm は概ね 10 年確率降雨に相当すると言える。

表 4.1.2 2001 年詳細設計時の降雨確率分析結果

	各種確率年での確率降雨							
	500 年	100 年	50 年	<u>30 年</u>	20 年	<u>10 年</u>	5 年	2 年
二日雨量(mm/2 日)	750.6	601.4	536.8	<u>489.0</u>	450.8	<u>384.2</u>	314.8	210.0
時間雨量(mm/時間)	131.4	109.8	100.5	<u>93.6</u>	88.1	<u>78.4</u>	68.4	53.3

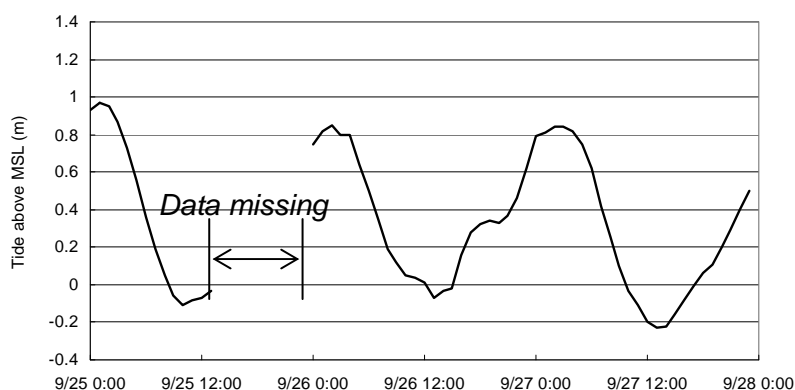
出典: JICA 調査団

なお、2001 年の詳細設計時では、10 年確率降雨および 30 年確率降雨が、排水地域（内水対策）とマラボン-トゥリヤハン川（外水対策）の設計ハイエトグラフ（降雨曲線）の作成にあたってそれぞれ用いられている。

(2) 潮位

潮位データは NAMRIA とカマナバプロジェクト管理事務所から収集した。収集されたデータは、潮位表、マニラ湾での観測潮位データおよび本事業でカマナバ事業地域に設置された水門およびポンプ場での観測潮位データである。

図 4.1.3 は 2009 年の台風オンドイでのマニラ湾での観測潮位データを示したものであり、満潮時に平均海面上標高 0.8m 以上が記録されている。

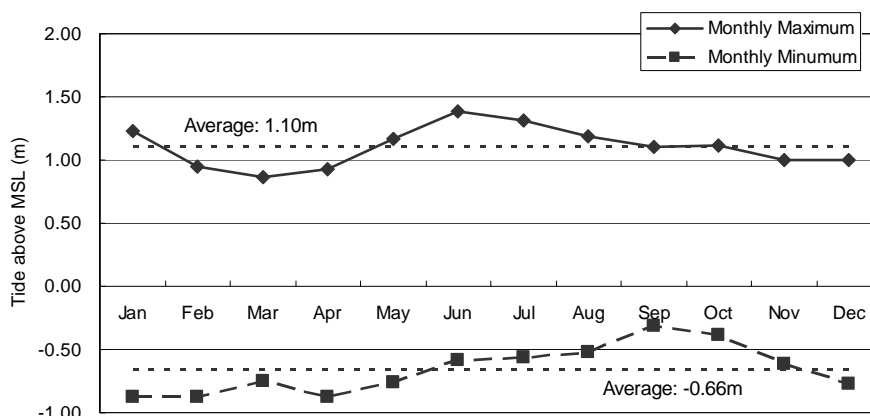


出典: JICA 調査団

図 4.1.3 NAMRIA による 2009 年台風オンドイ時のマニラ湾の潮位状況

なお、マラボン市によると、2009 年 9 月 27 日の午前 1 時に北ナボタス航行水門で DPWH 基準面標高で 12.20m が記録されたとのことであった。これは平均海面上標高で 1.73m に相当し、NAMRIA のマニラ湾での記録より約 90cm 高い値である。

図 4.1.4 は 2009 年の年間の月ごとの潮位変化を示したものであり、各月の最大と最小の潮位がプロットされている。この図より、台風オンドイが発生した 2009 年 9 月は、2009 年の中では最大潮位が高くない（平均的である）期間であったことが分かる。



出典: JICA 調査団

図 4.1.4 2009 年の各月の最大・最小潮位

2001 年の詳細設計時には、事業の潮位条件に関して、DPWH 基準面標高を用いて以下の設計水位が定められている。なお、マニラの洪水・排水対策の DPWH 基準面標高の基準面は、平均低低潮位 (MLLW) の 10m 下であると定義されている。

表 4.1.3 2001 年詳細設計時の設計潮位

	略語/定義	DPWH 基準面標高での潮位 (m)	MSL との差 (m)
平均海水面水位	MSL	10.6	0.0
最大潮位	設計最大潮位	12.1	1.5
朔望平均満潮位	MHSW	11.4	0.8
平均高高潮	MHHW	11.1	0.5
平均低低潮	MLLW	10.1	-0.5
最低潮位	設計最小潮位	9.4	-1.2

出典: JICA 調査団

設計最大潮位の 12.1m (DPWH 基準面標高) と 2009 年台風オンドイ時の北ナボタス航行水門での最大水位 12.2m (DPWH 基準面標高) を比較すると、オンドイ時の潮位は設計水位を超えていたことが分かる。

(3) 風速、気圧と波浪

1) 風速

PAGASA より収集した情報によると、2009 年台風オンドイの Port Area 観測所での最大 6 時間風速は、9 月 26 日に記録されている 8.5m/s である。

2001 年の詳細設計時には、Port Area 観測所のデータを用いて下表に示す各種確率年の風速が計算されている。

表 4.1.4 2001 年詳細設計時の最大風速確率分析結果

確率年	6 時間風速 (m/s)	瞬間風速 (m/s)
1 年	5.0	18
2 年	7.5	28
5 年	9.3	34
10 年	10.3	38
20 年	11.3	42
50 年	12.5	47
100 年	13.4	51

出典: JICA 調査団

2001 年詳細設計時には、マニラ湾での波浪の発達には最低 4 時間の継続時間が必要であるとされ、設計には 6 時間風速が用いられており、設計に使われた 6 時間最大風速は 15 年確率相当となる 10.8m/s であった。

上記データより、2009 年台風オンドイ時の風速は 5 年確率以下程度であったことが分かる。

2) 気圧

PAGASA から収集した情報によると、2009 年台風オンドイ時の Port Area 観測所の平均海面換算気圧の最低値は 9 月 26 日に記録されている 990.0hPa である。

2001 年の詳細設計時のデータを見ると、1981 年から 2000 年までの Port Area 観測所を通過した台風の最低および平均気圧は、それぞれ 980.9 hPa と 998.0 hPa であった。なお、左記期間で最低の気圧を記録した台風の瞬間最大風速は 33.34m/s であった。

上記データより、2009 年台風オンドイ時の気圧は極めて低いものではなかったと言える。

3) 波浪

2001 年の詳細設計時には、ナボタス航行水門における設計波高は設計風速 11m/s を使って求められており、設計波は波高 1.0m、周期 4.0 秒、波長 23.6m であった。他方、川側の風による波浪は仮定水深高 3.0m、吹送距離 1.5km、風速 11m/s の条件で計算され、設計波は波高 0.3m、波の周期 2.0 秒、波長 6.0m と設定された。

2009 年台風オンドイ時の波浪のデータは収集できなかったものの、オンドイの 6 時間最大風速は設計風速よりも小さいため、2009 年の最大波高は設計波高よりも小さかったと考えられる。

(4) 洪水痕跡

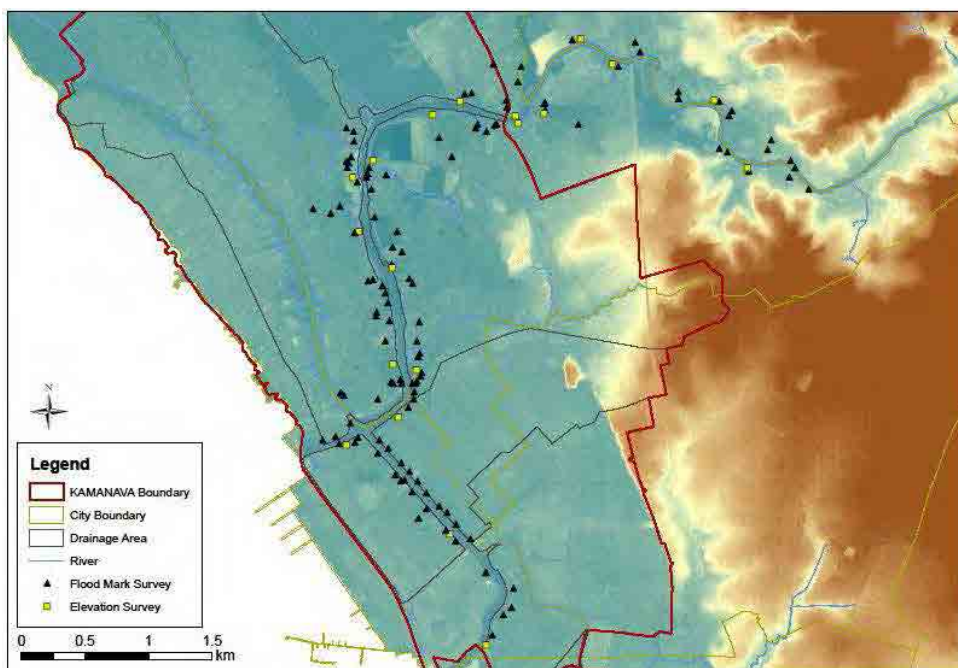
洪水痕跡調査は、マラボン川とマララ川沿いの 2009 年台風オンドイと 2012 年モンスーン時の洪水痕跡を確認することを目的に実施した。LGU ごとの洪水痕跡調査点数および調査位置を、それぞれ表 4.1.5 と図 4.1.5 に示す。

洪水痕跡調査の調査点のいくつかでは、水理解析用に標高調査も行った。図 4.1.5 に標高調査を行った位置も合わせて示した。

表 4.1.5 洪水痕跡調査地点と調査数 (n = 142)

LGU	調査点数	バランガイ
ナボタス	36	Bangculasi, Bagumbayan south, San rafael village, North bay Boulevard
マラボン	92	Maysilo, Tinajeros, Catmon, Niugan, Tonsuya, Longos, Potrero, Conception, Ibaba, San agustin, Tanong
バレンズエラ	14	Marulas, Malinta

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 4.1.5 洪水痕跡調査位置図

調査は質問状と GPS 付きカメラを持った調査員による住民へのインタビュー形式で行われた。質問項目は下表に示したとおりであり、洪水痕跡と位置は GPS カメラで記録された。図 4.1.6 に洪水痕跡調査の写真を、図 4.1.7 に質問回答の例を示す。

なお、調査に用いた質問状には、浸水状況に関する質問も含めた。

表 4.1.6 質問項目（洪水痕跡調査）

分類	質問項目
回答者の背景	年齢、性別、職業、居住年数、過去の洪水被災頻度
洪水の特徴	台風オンドイと 2012 年モンスーン時の洪水位、洪水位を記録した時刻、被害を受けた（壊れた）資機材・施設

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 4.1.6 洪水痕跡調査写真

2009 年台風オンドイと 2012 年モンスーン時の実際の洪水痕跡を見つけることが難しい際は、住民に両洪水時の水位を尋ねてその水位（水深）を記録した。図 4.1.6 の写真は、各洪水に対して示された水位である。

図 4.1.8 は、2009 年台風オンドイ時にマラボン川とマララ川から越水したとの回答を得た位置を示したものである。マラボン川、マララ川およびトゥリヤハン川（マラボン川の上流の事業地域外の地域）の多くの場所で越水が起こったことが分かる。

多くの住民が台風オンドイ時には越水が起こったと回答したが、マニラ湾近くの住民の回答によると台風オンドイ時よりも 2012 年モンスーン時により越水が起きたとのことであった。

図 4.1.9 は、台風オンドイ時のマラボン-トゥリヤハン川沿いの洪水痕跡縦断図である。図中の線は 2013 年の堤防高を示している。図より、Tinajeros 橋上流では越水が起きたと考えられる。Tinajeros 橋下流では洪水痕跡は堤防高を下回っているものの、2009 年台風オンドイ時には 2013 年よりも堤防が低かった箇所も多く、洪水位は堤防高に迫るものであったと考えられる。

図 4.1.7 質問状回答例

出典: JICA 調査団

8. How deep is the flooding in this area? (Fill in following blank box.)

9. Where did the flood come from? (Fill in following blank box.)

10. How was the property of flooding water in terms of color/ odor?

<p>■ Ondoy</p> <p><input type="checkbox"/> Location (map)</p> <p><input type="checkbox"/> Water level - 72 cm</p> <p><input type="checkbox"/> Direction -</p> <p><input type="checkbox"/> Water quality (Color/ Odor) - black / ruddy</p>	<p>■ Habagat</p> <p><input type="checkbox"/> Location (map)</p> <p><input type="checkbox"/> Water level - 100 cm</p> <p><input type="checkbox"/> Direction -</p> <p><input type="checkbox"/> Water quality (Color/ Odor) - black / ruddy</p>
---	--

11. How long was the flooding in this place? (Fill in following blank.)

<p>■ Ondoy: (day/ time)</p> <p>Start: 6pm - Night</p> <p>Duration time: 1 hour</p> <p>Dissipate: 1 day complete dissipate</p>	<p>■ Habagat: (day/ time)</p> <p>Start: 6pm - Night</p> <p>Duration time: 5 hour</p> <p>Dissipate: 1 day "</p>
---	--

12. From whom did you receive disaster/ flood warning?

Ondoy: (Barangay) Habagat: (Barangay)

13. Did you evacuate?

Ondoy: Yes No Habagat: Yes No

14. When did you receive warning regarding the disaster/ flood?

Ondoy: () Habagat: ()

15. Where did you evacuate?

Ondoy: (Neighbor) Habagat: (Neighbor)

16. Who helped you in evacuating?

Ondoy: (Neighbor) Habagat: (Neighbor)

17. What types of transportation did you use during the flood?

Ondoy: (Walk) Habagat: (Walk)

18. What losses did you experience during the flooding?

Ondoy: (Appliances) / Furniture Habagat: (None)

19. Were you affected by diseases during the flooding?

Ondoy: Yes (Fever) No Habagat: Yes () No

20. How long you and your family members were not able to go to your job and/ or school?

Ondoy: (1 day) Habagat: (1 day)

Before survey, is your residence year more than 5 years? Yes

1. Personality of Interviewer:

Gender Male Female Age 10s 20s 30s 40s 50s 60s

Occupation Private business Independent business

Public official Others

Residence year (10) years

2. How many times have your house been inundated with flood water?

None 1 time 2 times 3 times More 1

3. Which floods most seriously affected you or your house? (year/ month/ day)

(Ondoy - Feb 2009)

From here, questions are about Ondoy (September 2009) and Habagat (August 2012)

4. How deep is river flooding? (Fill in following blank box.)

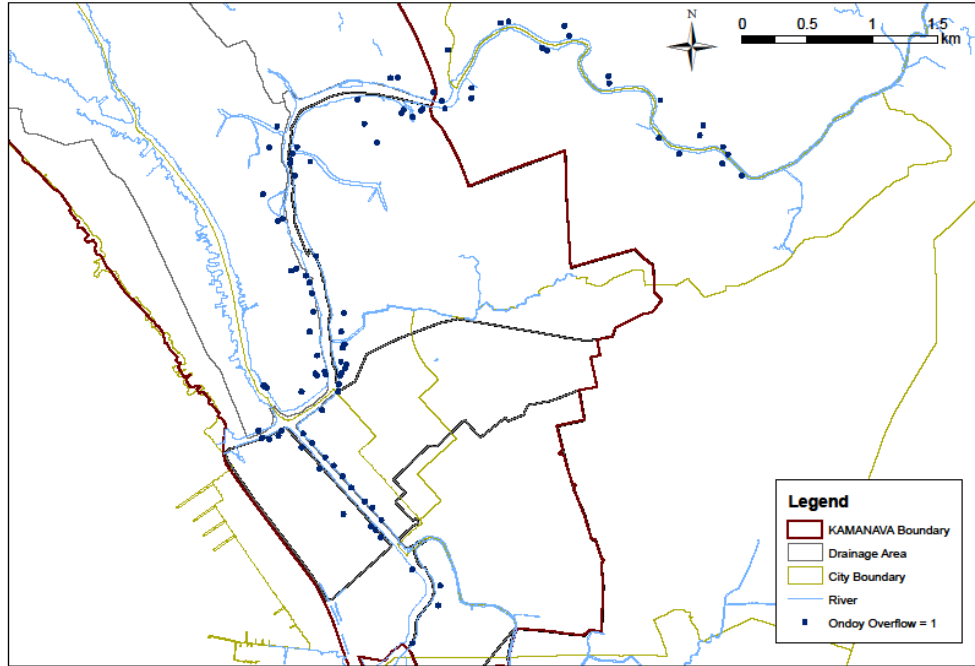
5. What time the highest water level is? (Fill in following blank box.)

6. Are there any structures destroyed by the floods? (Fill in following blank box.)

<p>■ Ondoy:</p> <p><input type="checkbox"/> Location (map)</p> <p><input type="checkbox"/> Water level - same as dike level</p> <p><input type="checkbox"/> Time of high water level - 6pm</p> <p><input type="checkbox"/> Destroyed structures - houses houses destroyed</p>	<p>■ Habagat:</p> <p><input type="checkbox"/> Location (map)</p> <p><input type="checkbox"/> Water level - 10 cm above dike</p> <p><input type="checkbox"/> Time of high water level - 10 pm</p> <p><input type="checkbox"/> Destroyed structures - houses "</p>
--	---

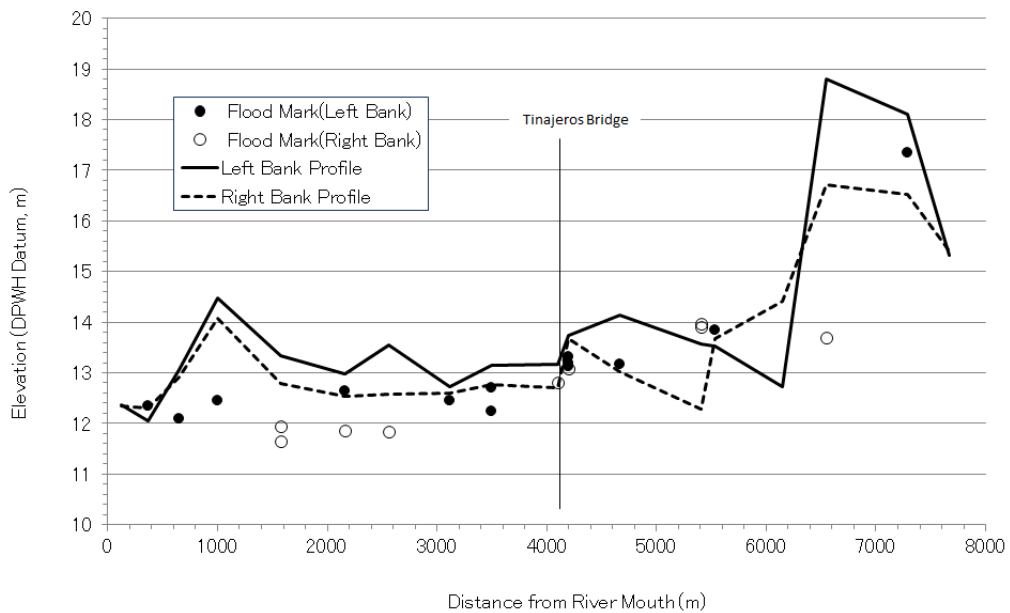
7. Do you know other information related to the floodings?

Ondoy: () Habagat: ()



出典: JICA 調査団

図 4.1.8 台風オンドイ時に越水が生じたとの回答を得た箇所



出典: JICA 調査団

図 4.1.9 台風オンドイ時のマラボン-トゥリヤハン川沿いの洪水痕跡高縦断図

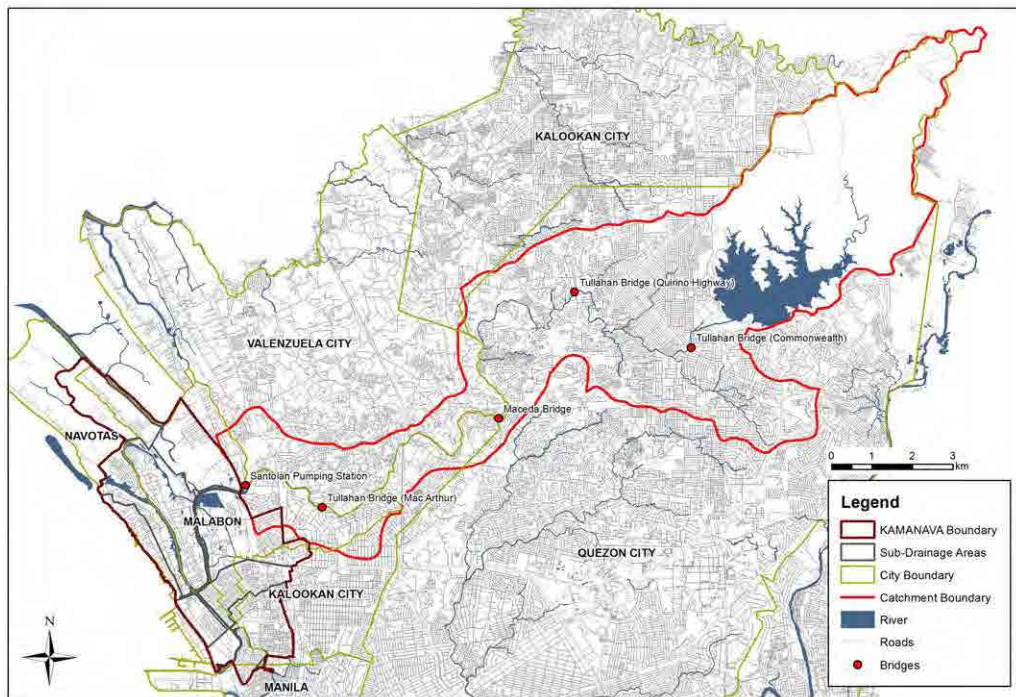
(5) 水位と流量

事業地域内には水位観測所は無く、表 4.1.7 および図 4.1.10 に示す通り、Tinajeros 橋上流のトゥリヤハン川には現在 5 つの水位計が設置されているものの、これらの場所では流量観測は行われていない。つまり、事業地域周辺では利用可能な流量データがないと言える。

表 4.1.7 トウリヤハン川の水位計一覧

No.	橋梁名等	バラングイ名	市名	緯度	経度
1	Santolan ポンプ場	Barangay Malinta	バレンズエラ市	14.6755	120.9644
2	Tullahan 橋 (Mac Arthur Highway)	Barangay Marules	バレンズエラ市	14.6706	120.9820
3	Maceda 橋	Barangay Ugong	バレンズエラ市	14.6905	121.0225
4	Tullahan 橋 (Quirino highway)	Barangay Nobaliches Proper	ケソン市	14.7186	121.0399
5	Tullahan 橋 (Commonwealth Ave.)	Barangay Fairview	ケソン市	14.7063	121.0666

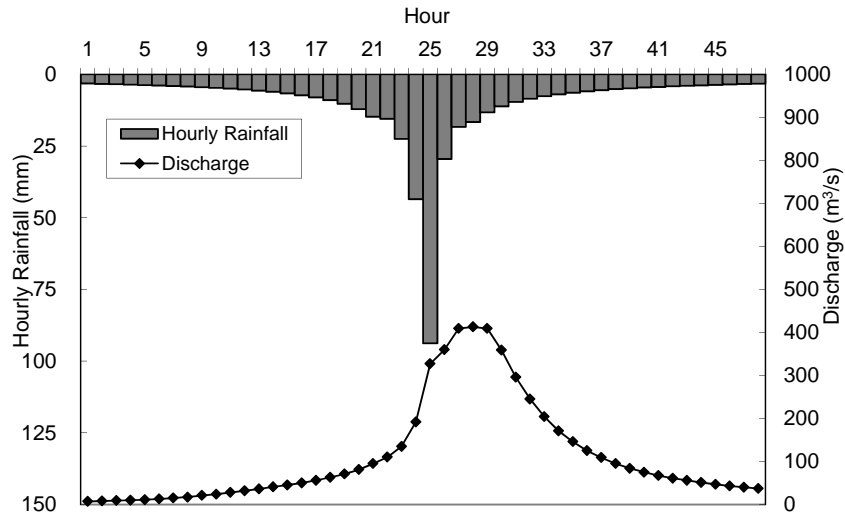
出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

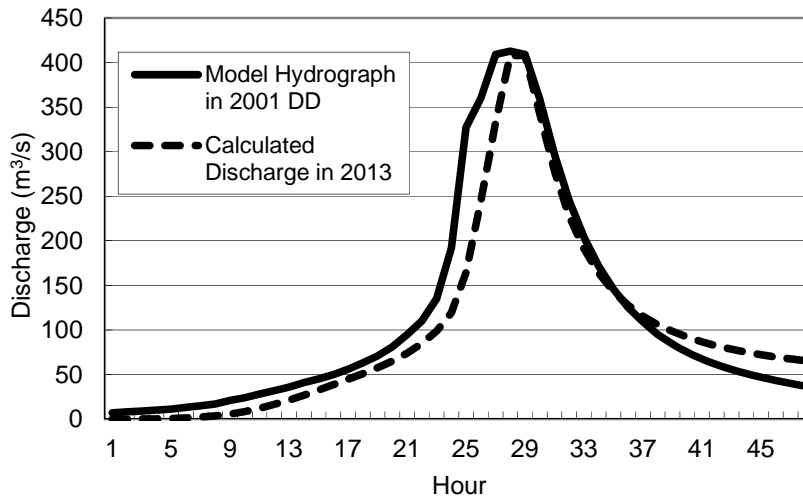
図 4.1.10 トウリヤハン川沿いの水位計設置位置図

本 SAPS 調査では、2001 年詳細設計時の 30 年確率の設計ハイトグラフ(時間降雨分布)を用い、またそれに対応する詳細設計時のハイドログラフ(時間流量曲線)を参照し、降雨流出モデルを使ってハイドログラフの再現を試みた。図 4.1.11 は参照した 2001 年の Tinajeros 橋でのハイトグラフとハイドログラフを示したものであり、図 4.1.12 は 2001 年のハイドログラフと本 SAPS 調査で再現したハイドログラフの比較である。図に示した通り、ピーク流量が十分に再現されハイドログラフの形状もおおむね合っていると判断できたため、2009 年台風オンドイのハイドログラフを本降雨流出モデルを使って準備することとした。



出典: JICA 調査団

図 4.1.11 2001 年詳細設計時における Tinajeros 橋での 30 年確率の設計ハイドログラフと
ハイドログラフ

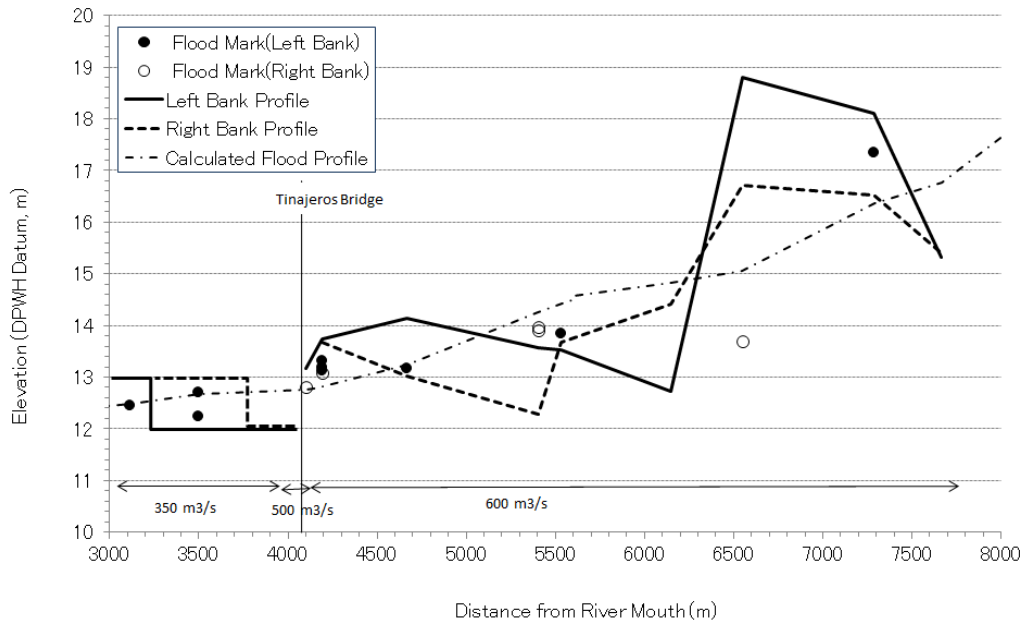


出典: JICA 調査団

図 4.1.12 2001 年詳細設計時の設計ハイドログラフと 2013 年の降雨流出モデルで再現された
ハイドログラフとの比較

図 4.1.9 に示した通り、2009 年台風オンDOI 時の洪水水位は Tinajeros 橋上流で堤防高を上回っており、橋梁の下流では洪水水位は堤防高を下回っている。つまり、事業地域へ流入する洪水流量配分を推定するためには、まずトゥリヤハン流域からの洪水流量を確認する必要がある。

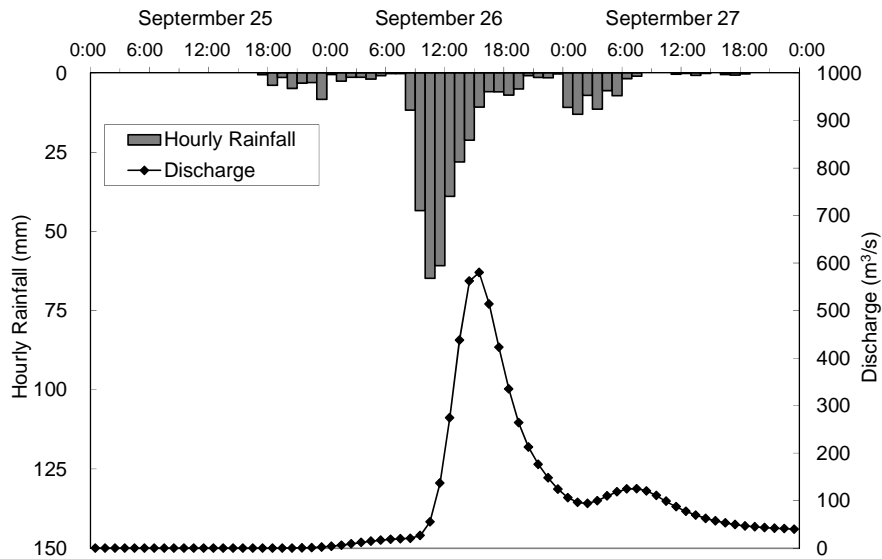
不等流計算により、図 4.1.13 に示す洪水痕跡縦断を再現した。これは、河口からトゥリヤハン川下流までの区間を対象として各種流量配分条件でのトライアル計算を行った結果である。本計算より、洪水時のピーク流量は $600 \text{ m}^3/\text{s}$ であったと推定される。



出典: JICA 調査団

図 4.1.13 HEC-RAS モデルによる 2009 年台風オンDOI時の計算洪水水位縦断面図

降雨流出モデルによる計算ハイドログラフを推定ピーク流量 $600 \text{ m}^3/\text{s}$ を用いて引き伸ばした。図 4.1.14 は 2009 年台風オンDOI時のハイトグラフと引き伸ばし後のハイドログラフを示したものである。



出典: JICA 調査団

図 4.1.14 2009 年台風オンDOIでの Tinajeros 橋上流域の時間雨量と Tinajeros 橋での較正後の流量ハイドログラフ

2001 年詳細設計時におけるマラボン-トゥリヤハン川での各確率年の洪水時ピーク流量の分析結果を表 4.1.8 に示す。表中の値と比べると、2009 年台風オンDOIのピーク流量は 100 年確率相当以上であったと評価できる。

表 4.1.8 2001 年詳細設計時における流量の確率分析結果

	各種確率年での洪水時ピーク流量(m ³ /s)						
	100 年	50 年	30 年	20 年	10 年	5 年	2 年
Tinajeros 橋	520	460	420	380	340	280	200

出典: JICA 調査団

(6) 浸水状況

1) 調査方法

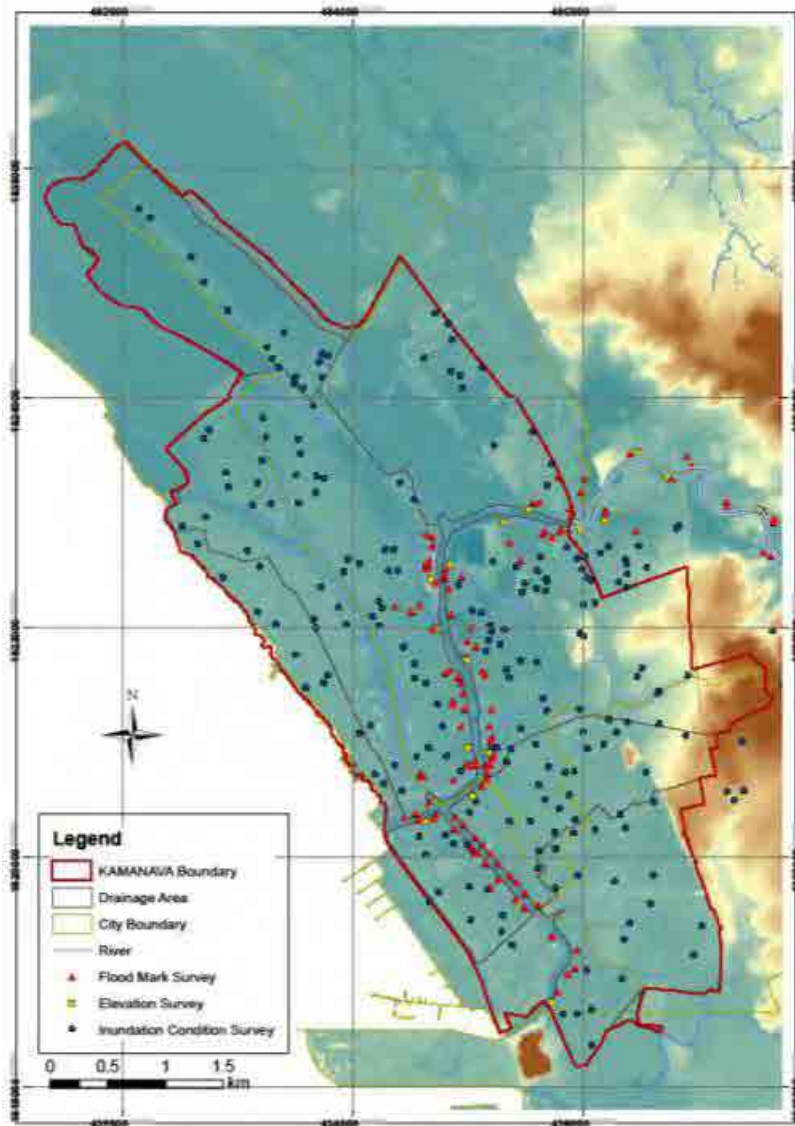
浸水状況調査は、2009 年台風オンドイと 2012 年モンスーン時の浸水状況を確認することを目的に実施した。LGU ごとの調査点数および調査位置を、それぞれ表 4.1.9 と図 4.1.15 に示す。

表 4.1.9 浸水状況調査地点と調査数 (n = 219)

LGU	調査点数	バランガイ
ナボタス	51	North bay boulevard, Sipac almacén, Tanza, San rafael, Tangos, San Roque, Navotas east, Navotas west, San Jose, Daang Hari, Bangculasi
マラボン	128	Tinajeros, Catmon, Niugan, Tonsuya, Tugatog, Longos, Maysilo, Panghulo, Baritan, Ibaba, Flores, Hulong Duhat, Tanong, San agustin, Conception, Dampalit, Muzon, Potrero
カローカン	40	Sangandaan, Dagat dagatan, Maypajo

出典: JICA 調査団

調査は質問状と GPS 付きカメラを持った調査員による住民へのインタビュー形式で行われた。質問項目は下表に示したとおりであり、水深と位置は GPS カメラで記録された。



出典: JICA 調査団

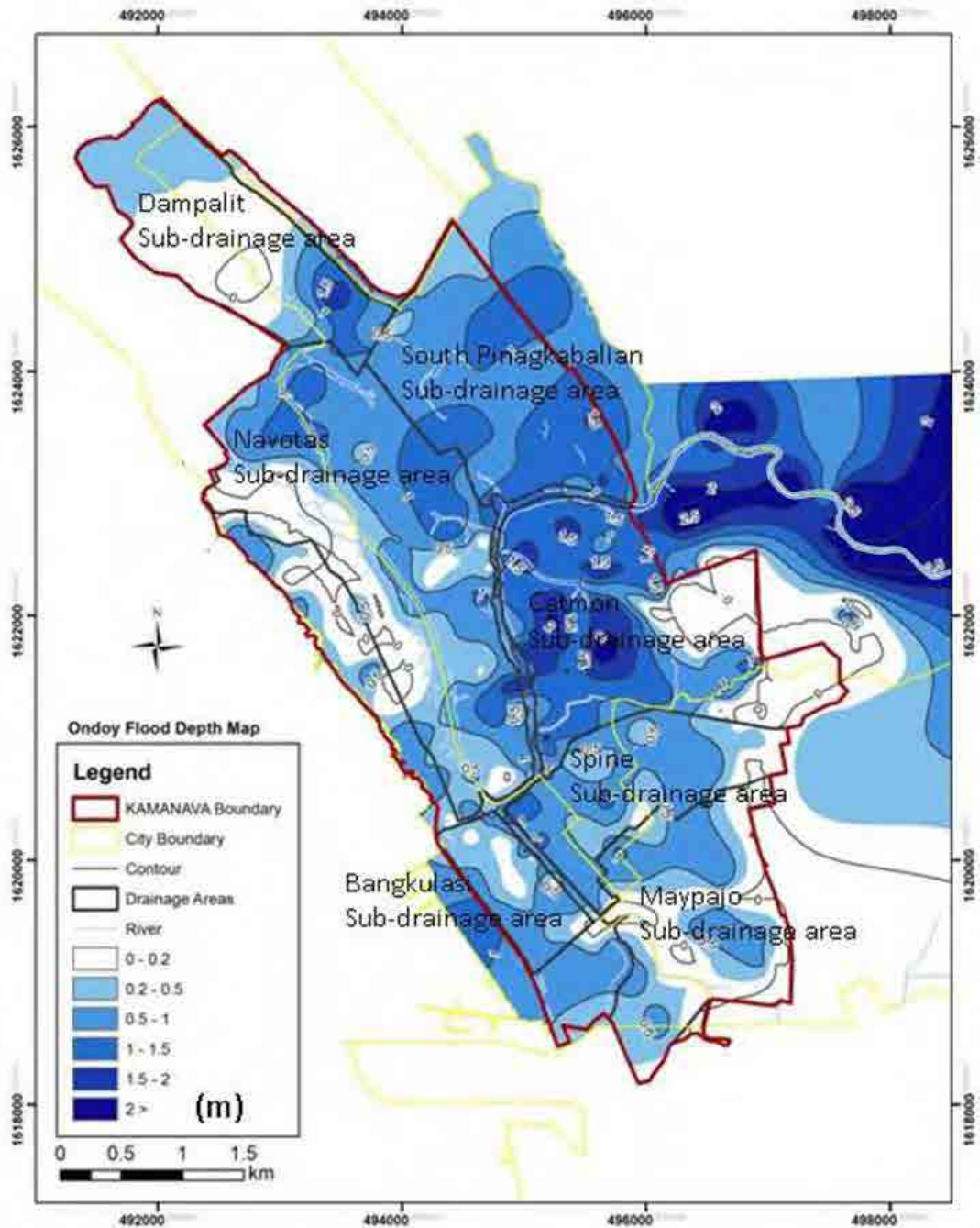
図 4.1.15 浸水状況調査位置図（洪水痕跡調査位置含む）

なお、表 4.1.10 中の質問項目は洪水痕跡調査のインタビューにも含まれており、よって調査結果は洪水痕跡調査での結果も含んだものとなっている。

表 4.1.10 質問項目（浸水状況調査）

分類	質問項目
回答者の背景	年齢、性別、職業、居住年数、過去の洪水被災頻度
浸水状況	台風オンドイと 2012 年モンスーン時の浸水位、浸水位を記録した時刻、被害を受けた（壊れた）資機材・施設
避難状況	台風オンドイと 2012 年モンスーン時の警報の伝達状況、避難状況
浸水被害	損害、疾病、復旧に要した期間

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 4.1.16 2009 年台風オンドイ時の等浸水深線と浸水深分布

2) 結果

図 4.1.16 は、各調査地点での台風オンドイ時の浸水深データを基に GIS ソフトで作成した等浸水深線および浸水深の分布を示したものである。この図は地形（標高）や鉄道・道路といった構造物を考慮して作成したものではなく、よって浸水の程度（深刻さ）を概略的に示したものである。

同図より、台風オンドイ時には事業地域の大部分が浸水したことが分かる。特にマラボン川の左岸と Tinajeros 橋周辺では水深 2m 程度の深刻な浸水状況となっている。図 4.1.8 に示した通り、トゥリヤハン-マラボン川沿いの多くの地域で越水が起こっており、つまり多くの地域でマラボン川からの越水による浸水が起きていた、特に左岸で浸水深が大きかったと言える。

加えて、Tinajeros 橋上流のトゥリヤハン川沿いの MacArthur 高速道付近では 3m と非常に大きい浸水深となっていた。

図 4.1.17 はインタビュー結果で確認した台風オンドイ時の洪水流の流れ方向を示したものである。図より、Tinajeros 橋上流区間ですでに氾濫が発生しており、氾濫水が事業地域に流下していることが分かる。この氾濫水によって Tinajeros 橋周辺の水深が高くなり、Catmon 排水区などの標高の低い地域に氾濫水が流下したと考えられる。他方、マラボン川上流の右岸でも同じく越水が発生し、越流した河川水の一部は北方に流れたとみられる。また、South Pinagkabalian 排水区の北側では、事業地域外からの流入があったと考えられる。

調査結果より、Tinajeros 橋から下流に向かって走る主要道路である Sanciango 道が洪水流の流下をゆるし、Catmon 排水区の南側の水深に大きな影響を与えたとみられる。影響は Spine 排水区にも及び、マララ川近くの住民によると、マララ川からの越水もあったが氾濫水は内陸域から来たとのことであった。なお、Maypajo 排水区では上流からの影響は小さかった。

ナボタス排水区では、マラボン川からの流入よりも高潮（満潮）の影響が大きかった。Dampalit と Bangkulasi 排水区でも高潮（満潮）の影響があった。

表 4.1.11 は各排水区の平均水深を示したものである。Sanciango 道のある Catmon 排水区の水深が最も大きい。台風オンドイ時の Spine 排水区の平均水深は 0.69 (m) であった。また、特記すべき事項として、平均水深はマラボン川の右岸地域に比べ左岸地域で高くなっている。

表 4.1.11 各排水区の浸水深

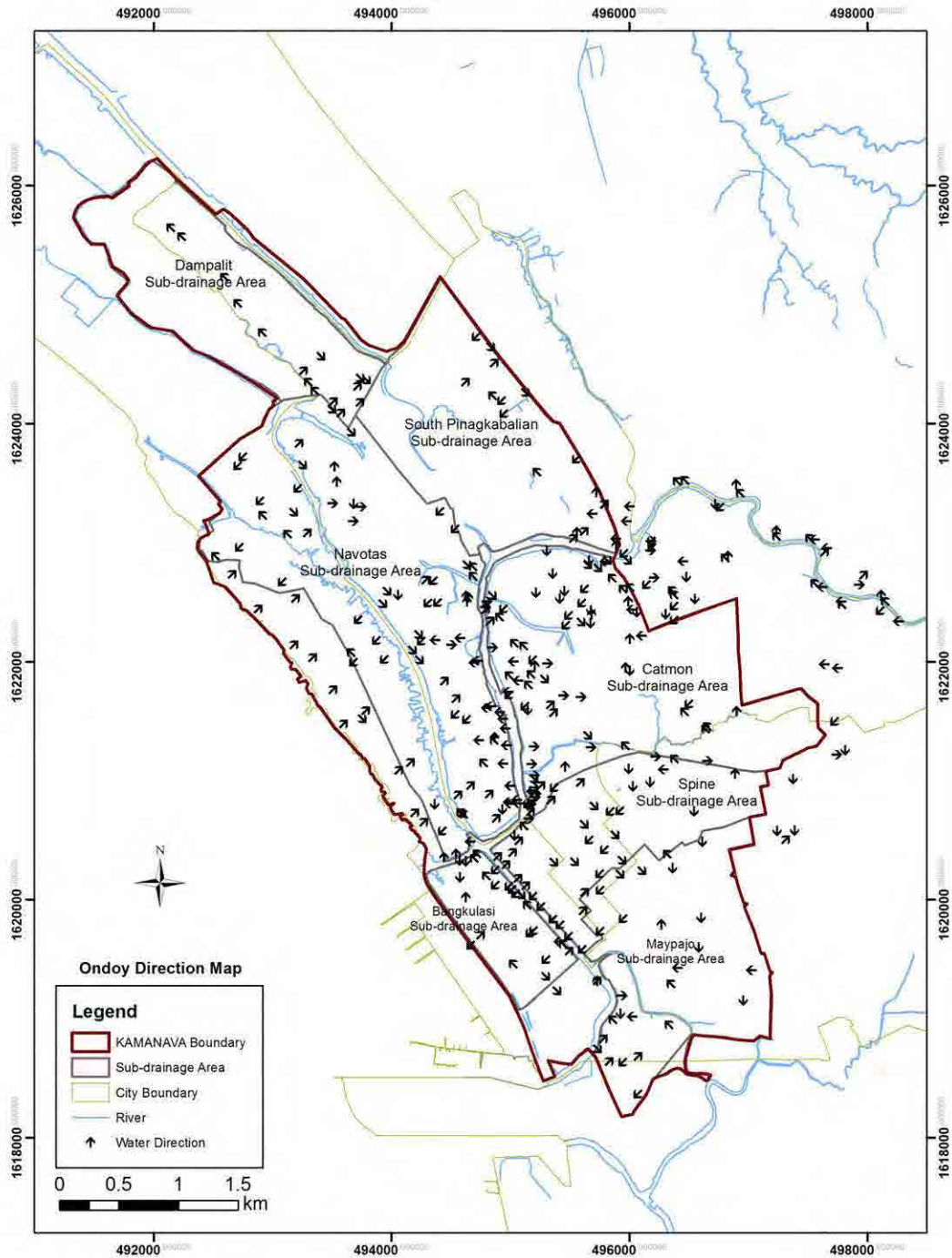
排水区	北部/南部	調査点数	2009 年台風オンドイ時 平均水深(m)
Bangkulasi	南部 (マラボン川 左岸)	24	0.47
Spine		39	0.69
Maypajo		26	0.47
Catmon		79	1.29
Damplalit	北部 (マラボン川 右岸)	15	0.61
Navotas		87	0.61
South Pinagkabalian		18	1.06

出典: JICA 調査団

Catmon、Navotas および Dampalit 排水区では、2009 年台風オンドイと 2012 年モンスーン時で違いがみられる。

Catmon では、多くの住民が 2009 年台風オンドイ時には下流側から氾濫水が来たと回答しており、つまり、マラボン川上流からの水に加え本地域には高潮（満潮）が影響したと考えられる。

2009 年台風オンドイ時の平均浸水時間は 2.1 日であった。なお、オンドイ時に最も浸水時間が長かったのは Dampalit 排水区で 7.3 日であり、South Pinagkabalian では、5.5 日であった。なお、両地域ではオンドイ時の浸水時間は 2012 年モンスーン時よりも長かったが、他の地域ではこれと反対の結果を示した。



出典: JICA 調査団

図 4.1.17 2009 年台風オンドイ時の洪水流の流れ

(7) 施設の運用

カマナビ事業地域の北部境界にある輪中堤とマラボン川沿いの洪水防御壁は、2章の図 2.6.1, 2.6.2, 2.6.4 および 2.6.5 に示した通り、部分的に完成していた。マララ川沿いの洪水防御壁は完成していた。

ポンプ場と水門はすべて完成していた。

表 3.5.3 に示す通り、2009 年台風オンドイ時（ピーク時）には、Catmon ポンプ場は深刻な浸水状況となり運転ができなかったが、他の Maypajo、Bangkulasi、Spine と North Navotas ポンプ場については適切に運転されていたと報告されている。

4.1.2 With/Without 分析（効果の確認）

(1) 分析条件

カマナバ事業の目的である洪水対策という点から、事業地域の北部の輪中堤およびマラボン-マララ川沿いの洪水防御壁は、河川からの洪水および高潮（満潮）に対する機能を期待されている。本調査では、事業が行われた条件、事業が行われなかった条件（以下、「With/Without 条件」）として、以下の3 ケースを想定した。

表 4.1.12 河川洪水の With/Without 条件の定義

ケース	条件
Without 条件	輪中堤および洪水防御壁未施工（2001 年の状態）
With 条件（現状）	輪中堤および洪水防御壁施工済み（2009 年までに施工されていた分）
With 条件（現状+浚渫）	輪中堤および洪水防御壁施工済み、計画断面までの浚渫も実施

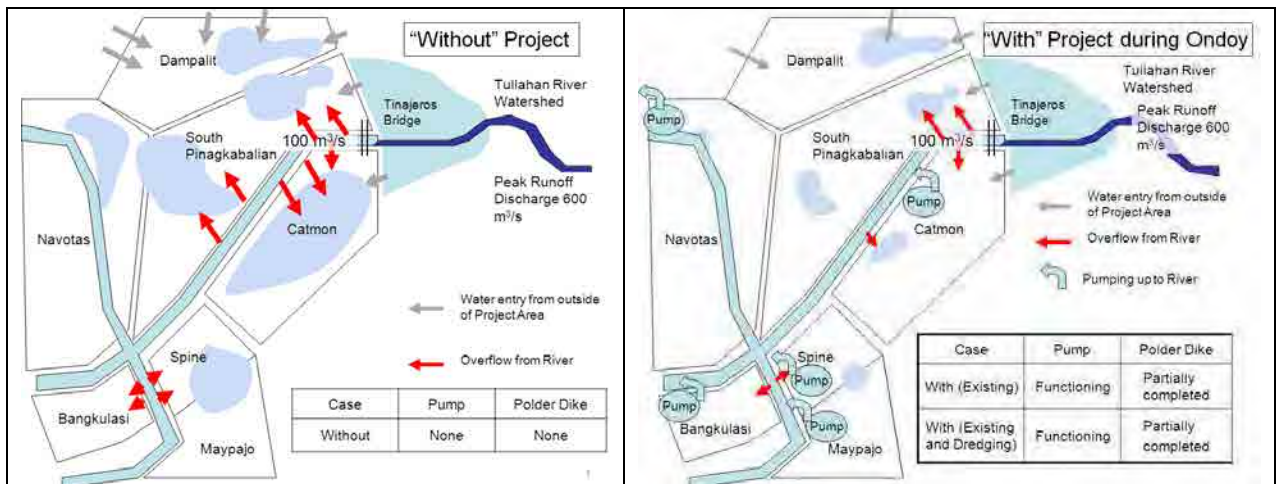
出典: JICA 調査団

「With 条件」については、2 ケースを想定した。「With 条件（現状）」は、2009 年でのマラボン川の通水能力を想定しており、「With 条件（現状+浚渫）」は、設計河床まで浚渫した際のマラボン川の通水能力を想定している。

With/Without 分析における計算条件を以下に示す。

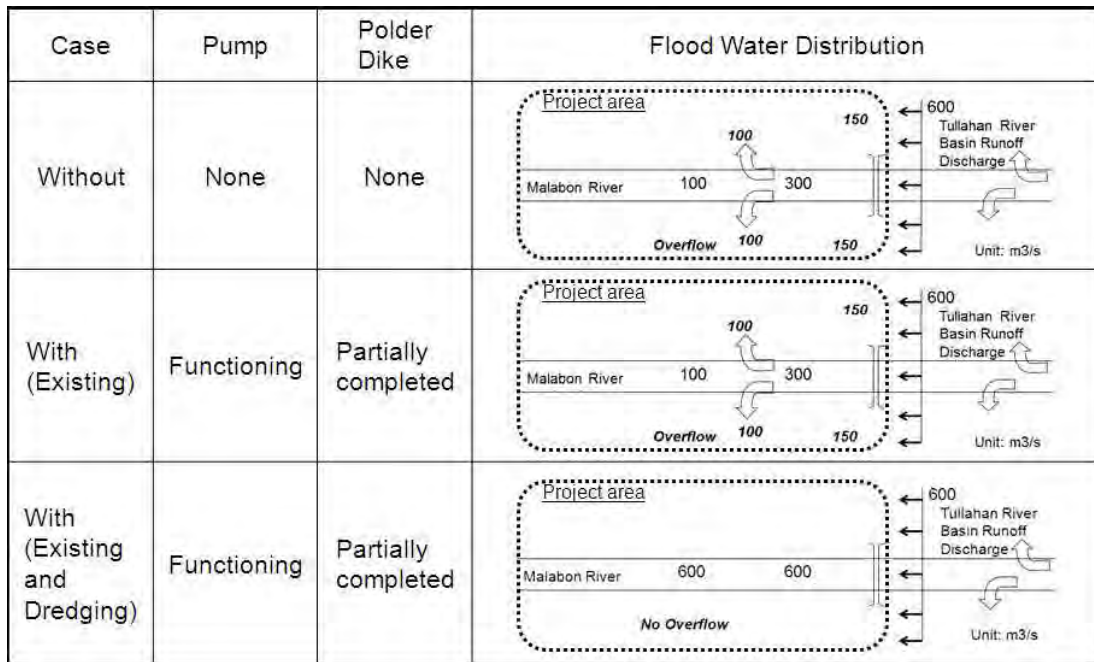
- 降雨: 371.9 mm（2009 年 9 月 26 日 0 時から 9 月 27 日 24 時まで）
- 潮位: +12.20 m（DPWH 基準面標高）（マラボン市資料による 2009 年 9 月 27 日に観測された潮位）
- トウリヤハン流域からの洪水流量: 600 m³/s
- マラボン川の通水能力: 100 から 600 m³/s（マラボン川の現状の河床縦断での計算結果）

図 4.1.18 と図 4.1.19 に「Without 条件」と「With 条件」の概念図をそれぞれ示す。



出典: JICA 調査団

図 4.1.18 2009 年台風オンドイ時の「Without 条件」と「With 条件」の概念図



出典: JICA 調査団

図 4.1.19 2009 年台風オンドイ時の「Without 条件」と「With 条件」の施設条件

(2) 事業の効果

2009 年台風オンドイ時のカマナバ事業の効果を以下に説明する。

潮位+12.20 m (DPWH 基準面標高) は「Without 条件」の場合事業地域の約 13km² が水面下に沈むことを意味するが、+12.60m (DPWH 基準面標高) まで嵩上げされた洪水防御壁によってマラボン川下流とマララ川沿いの地域は浸水を免れた。

上記潮位に対し、North Navotas、Dampalit および South Pinagkabalian などの排水区は輪中堤で守られた。ただし、台風オンドイ時には一部区間で輪中堤天端の+12.60 m までの嵩上げが終わっていないため、事業地域の北端部分で越水を許してしまった。

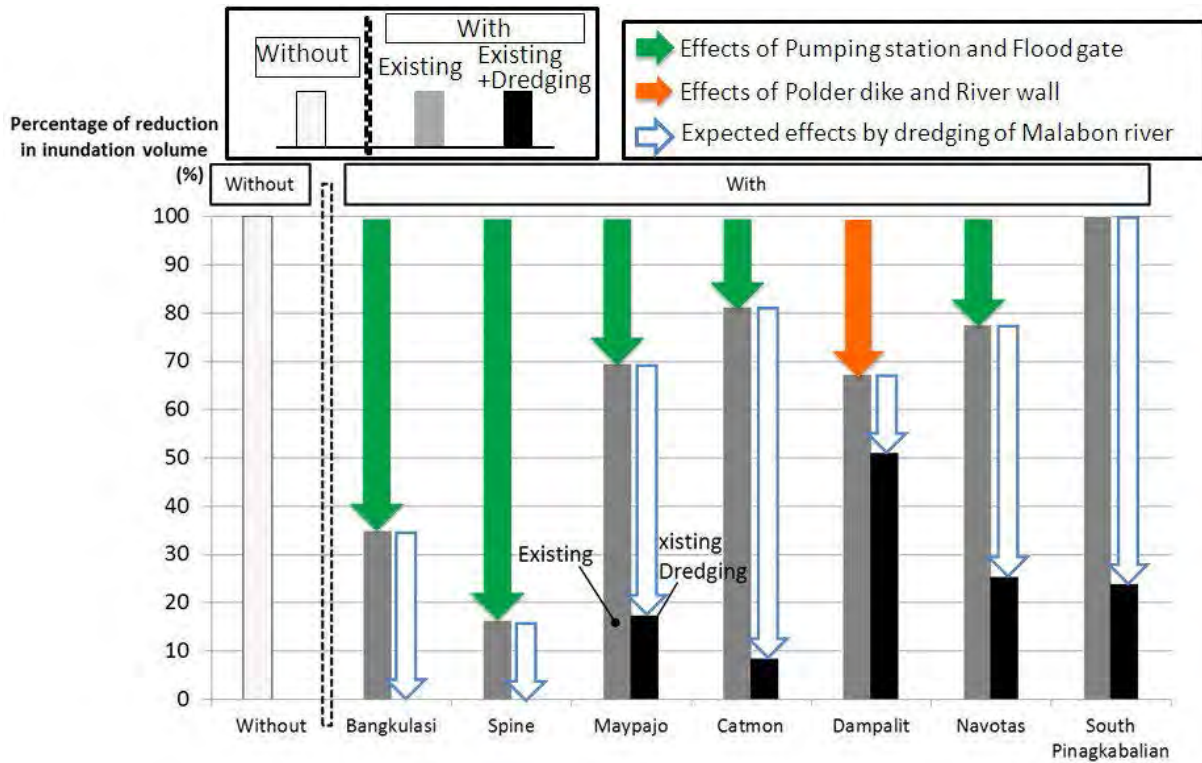
トゥリヤハン川の流下能力不足によりトゥリヤハン流域を氾濫しながら流下してきた 600 m³/s (Tinajeros 橋上流地点) の洪水流量については、マラボン川の上流区間の流下能力がこの流量に対して十分でないため、堤内地側 (Catmon や South Pinagkabalian などの排水区) へ越水することとなる。これは事業への負の影響とみなされるが、しかしながら内水氾濫対策施設の効果に影響するため重要な点である。

上記現象と事業の効果を図 4.1.20 に示す。この図は概念図ではあるが、前述した 2009 年台風オンドイ時に発生した現象および効果の概要を示すものである。

本図では、各排水区の「With 条件」と「Without 条件」での浸水量 (氾濫水量) を比率で示している。また、「With 条件」での浸水量の減少率は矢印で示されている。

Bangkulasi と Spine 排水区では、ポンプの効果により「Without 条件」に比べて浸水量が 60-80% まで減少している。Maypajo、Catmon、Dampalit、Navotas および South Pinagkabalian 排水区では、ポンプによる減少率は 30% 以下程度であり、特に South Pinagkabalian と Dampalit ではポンプの効果が見られない。Catmon にはポンプ場が設置されているにもかかわらず減少率は小さいが、これはマラボン川からの越水の影響によるものである。Dampalit では輪中堤が浸水量の減少に寄与している。

本図はマラボン川の浚渫の効果も示している。マラボン川の改修によって河川の越水は無くなり、これによって Bangkulasi と Spine 排水区では浸水がなくなる。Maypajo、Catmon、Navotas および South Pinagkabalian 排水区の浚渫による減少率は大きく 50% 程度となっている。



出典: JICA 調査団

図 4.1.20 2009 年台風オンDOI時のカマナバ事業の効果

(3) 内水氾濫についての考察

2009 年台風オンDOI時の降雨データを見ると、事業地域の最大時間雨量は 10 年確率程度であった。カマナバ事業で建設されたポンプ場の設計規模は 10 年確率であり、よって台風時にはこれらの施設は機能していたと考えられる。

実際の詳細な運転状況は確認できなかったが、これは 2009 年台風オンDOI時には毎時運転の記録は行われていたが、その記録ファイルが SAPS 調査時に他機関によって使われており入手できなかったためである。よって、2009 年台風オンDOIについては、当時の内水位状況を再現して詳細な分析を行うこともできなかった。

しかしながら、浸水状況調査結果は排水区の内水氾濫に関する一つの事実を示しており、内水氾濫はマラボン川および事業地域外からの氾濫水の流入によるものである可能性が高いと考えられる。

表 4.1.13 2009 年台風オンドイ時の浸水量 (氾濫水量) のバランス計算

Without条件										
排水区名	面積 (ha)	ポンプ容量 (m ³ /s)	降雨量 (m ³)	外部からの流入量 (m ³)	河川からの流入量 (m ³)	合計 (m ³)	ポンプ排水量 (m ³)	浸水量 (m ³)	換算浸水深 (m)	
			①	②	③	④=①+②+③	⑤	⑥=④-⑤		
Bangkulasi	75.4	0.0	280,413	0	304,369	584,781	0	584,781	0.78	
Spine	173.1	0.0	643,759	0	698,756	1,342,515	0	1,342,515	0.78	
Maypajo	241.2	0.0	897,023	0	973,656	1,870,679	0	1,870,679	0.78	
Catmon	355.5	0.0	1,322,105	2,100,000	1,435,053	4,857,158	0	4,857,158	1.37	
Dampalit	233.1	0.0	866,899	4,000,000	940,959	5,807,858	0	5,807,858	2.49	
Navotas	475.5	0.0	1,768,385	0	1,919,459	3,687,844	0	3,687,844	0.78	
South Pinagkabalian	254.6	0.0	946,857	2,000,000	1,027,748	3,974,606	0	3,974,606	1.56	
1808.4								22,125,440	1.22	
With条件 (現状)										
排水区名	面積 (ha)	ポンプ容量 (m ³ /s)	降雨量 (m ³)	外部からの流入量 (m ³)	河川からの流入量 (m ³)	合計 (m ³)	ポンプ排水量 (m ³)	浸水量 (m ³)	換算浸水深 (m)	
			①	②	③	④=①+②+③	⑤	⑥=④-⑤		
Bangkulasi	75.4	2.2	280,413	0	304,369	584,781	380,160	204,621	0.27	
Spine	173.1	6.5	643,759	0	698,756	1,342,515	1,123,200	219,315	0.13	
Maypajo	241.2	3.3	897,023	0	973,656	1,870,679	570,240	1,300,439	0.54	
Catmon	355.5	5.3	1,322,105	2,100,000	1,435,053	4,857,158	907,200	3,949,958	1.11	
Dampalit	233.1	0.0	866,899	2,097,900	940,959	3,905,758	0	3,905,758	1.68	
Navotas	475.5	4.8	1,768,385	0	1,919,459	3,687,844	829,440	2,858,404	0.60	
South Pinagkabalian	254.6	0.0	946,857	2,000,000	1,027,748	3,974,606	0	3,974,606	1.56	
1808.4								16,413,100	0.91	
With条件 (現状+浚渫)										
排水区名	面積 (ha)	ポンプ容量 (m ³ /s)	降雨量 (m ³)	外部からの流入量 (m ³)	河川からの流入量 (m ³)	合計 (m ³)	ポンプ排水量 (m ³)	浸水量 (m ³)	換算浸水深 (m)	
			①	②	③	④=①+②+③	⑤	⑥=④-⑤		
Bangkulasi	75.4	2.2	280,413	0	0	280,413	380,160	0	0.00	
Spine	173.1	6.5	643,759	0	0	643,759	1,123,200	0	0.00	
Maypajo	241.2	3.3	897,023	0	0	897,023	570,240	326,783	0.14	
Catmon	355.5	5.3	1,322,105	0	0	1,322,105	907,200	414,905	0.12	
Dampalit	233.1	0.0	866,899	2,097,900	0	2,964,799	0	2,964,799	1.27	
Navotas	475.5	4.8	1,768,385	0	0	1,768,385	829,440	938,945	0.20	
South Pinagkabalian	254.6	0.0	946,857	0	0	946,857	0	946,857	0.37	
1808.4								5,592,288	0.31	

出典: JICA 調査団

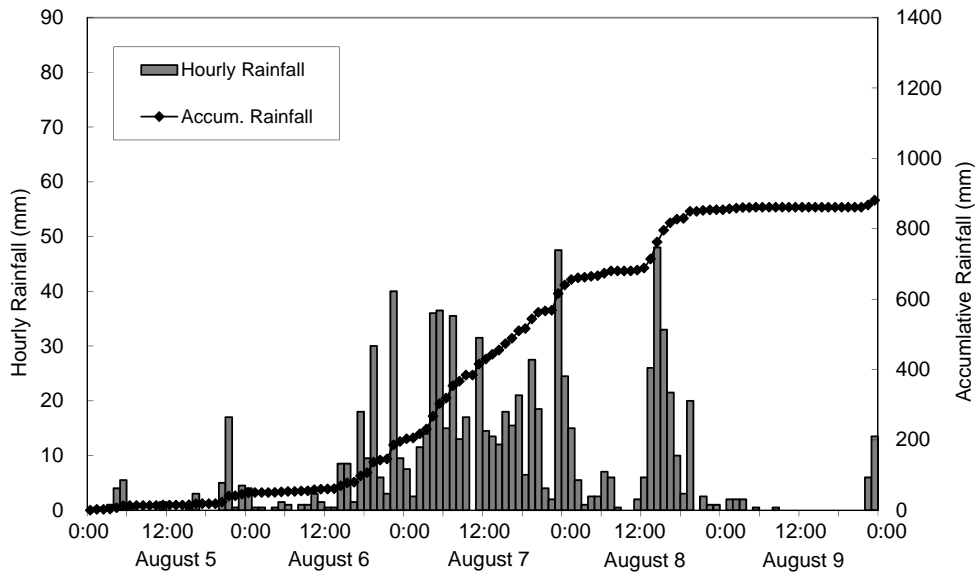
4.2 2012年モンスーン時の効果

4.2.1 状況

(1) 降雨

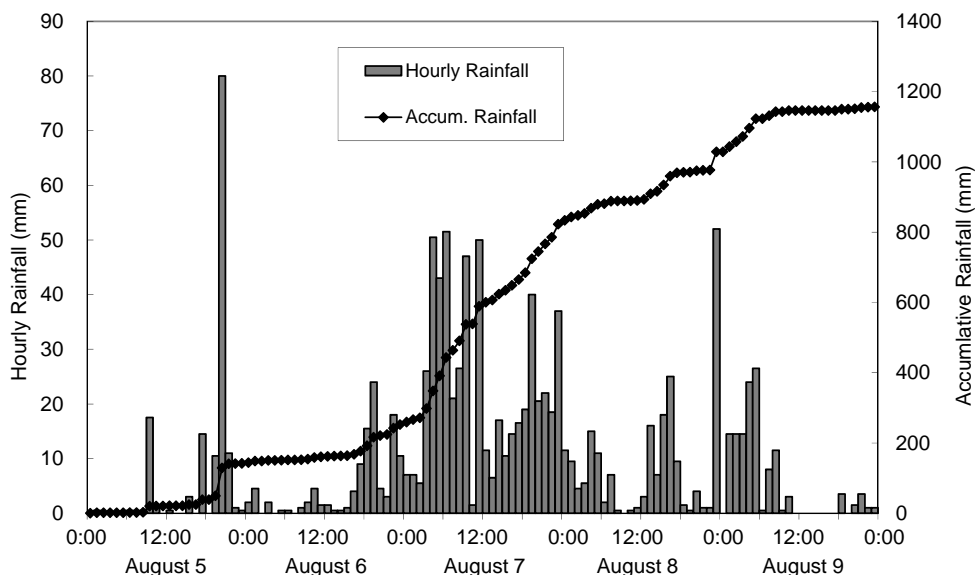
PAGASA などの関係機関や過去の報告書からのデータ収集活動を行い、対象洪水の降雨データを収集した。2012年モンスーンについては、Port Area 観測所と La Mesa ダム観測所の時間雨量データを、本 SAPS 調査での解析に用いることとした。

下図は、2012年モンスーン時の時間雨量と累積雨量を示したものである。2012年モンスーンでの降雨は長時間継続し累積雨量は極めて大きいことが分かる。



出典: JICA 調査団

図 4.2.1 2012年モンスーンでの Port Area 観測所での降雨状況



出典: JICA 調査団

図 4.2.2 2012年モンスーンでの La Mesa ダム観測所での降雨状況

上記データに基づき整理した最大時間雨量と最大二日雨量（最大48時間雨量）を下表に示す。

表 4.2.1 2012 年モンスーン時の最大二日雨量と最大時間雨量

対象洪水	観測所	最大二日 (48 時間) 雨量 (mm/2 日)	最大時間雨量 (mm/時間)
2012 年 モンスーン	Port Area	737.5	48.0
	La Mesa ダム	792.0	80.0

出典: JICA 調査団

2001 年の詳細設計時に Port Area 観測所の降雨強度データを基に計算された確率雨量を下表に示す。このデータと比べると、2012 年モンスーン時の Port Area 観測所の二日雨量 737.5mm は概ね 500 年確率降雨に相当すると言える。

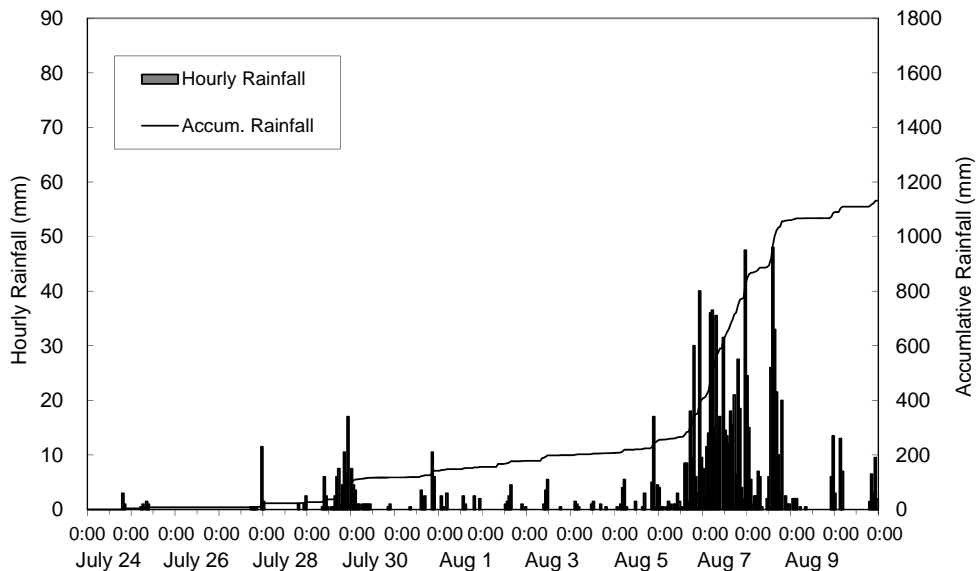
表 4.2.2 2001 年詳細設計時の降雨確率分析結果

	各種確率年での確率降雨							
	500 年	100 年	50 年	<u>30 年</u>	20 年	<u>10 年</u>	5 年	2 年
二日雨量(mm/2 日)	750.6	601.4	536.8	<u>489.0</u>	450.8	<u>384.2</u>	314.8	210.0
時間雨量(mm/時間)	131.4	109.8	100.5	<u>93.6</u>	88.1	<u>78.4</u>	68.4	53.3

出典: JICA 調査団

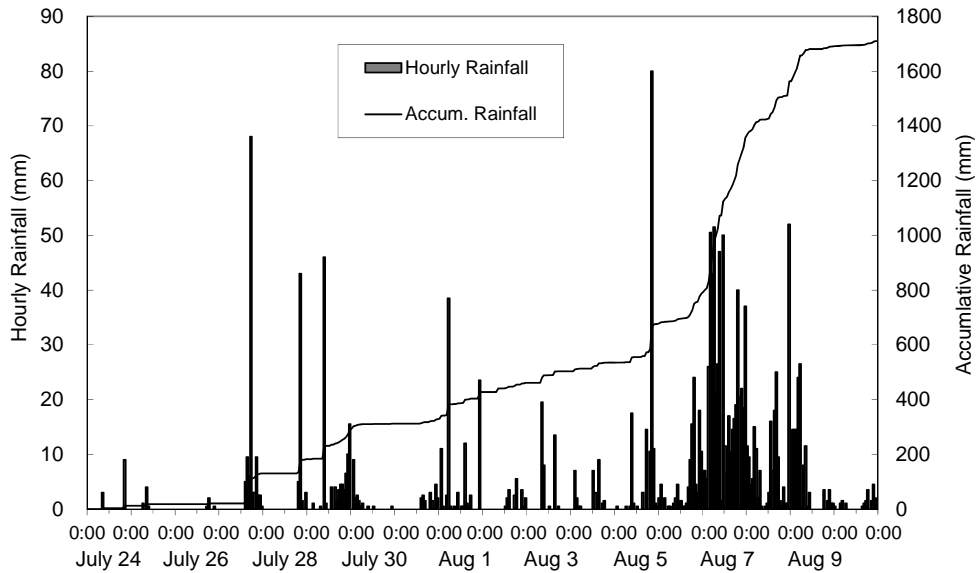
なお、2001 年の詳細設計時では、10 年確率降雨および 30 年確率降雨が、排水地域（内水対策）とマラボン-トゥリヤハン川（外水対策）の設計ハイトグラフ（降雨曲線）の作成にあたってそれぞれ用いられている。

また、2012 年モンスーンにおいて、最も降雨が激しかった期間は 8 月 5 日から 9 日までであったが、8 月 5 日以前にもある程度の降雨があり、この降雨が洪水現象に影響した可能性も考えられる。下図は、2012 年モンスーン時の 2 観測所での 7 月 24 日から 8 月 10 日までの長期間の降雨状況を示したものである。



出典: JICA 調査団

図 4.2.3 2012 年モンスーン時の Port Area 観測所での長期間降雨状況



出典: JICA 調査団

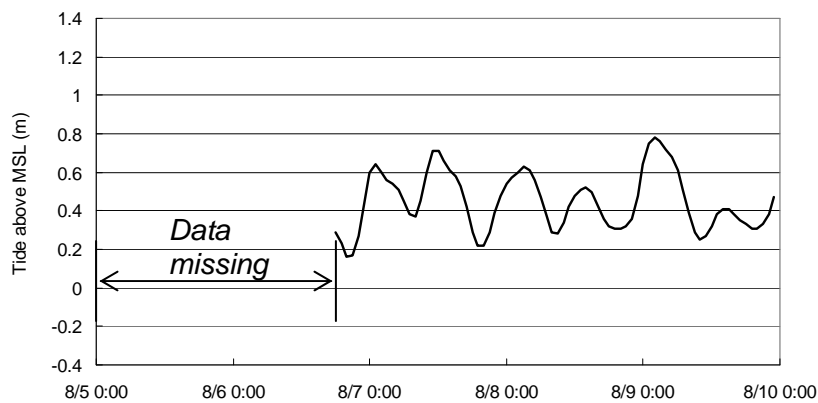
図 4.2.4 2012 年モンスーン時の La Mesa ダム観測所での長期間降雨状況

(2) 潮位

潮位データは NAMRIA とカマナバプロジェクト管理事務所から収集した。収集されたデータは、潮位表、マニラ湾での観測潮位データおよび本事業でカマナバ事業地域に設置された水門およびポンプ場での観測潮位データである。

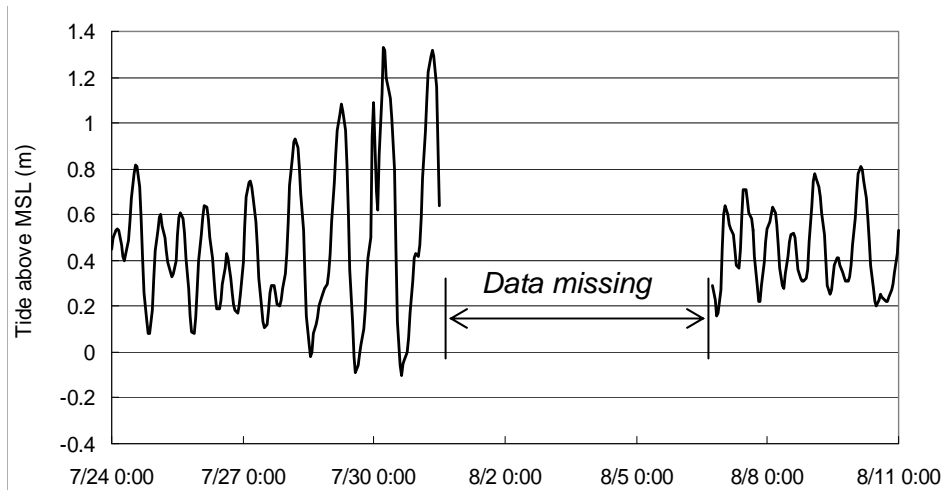
図 4.2.5 および図 4.2.6 は、2012 年モンスーン時のマニラ湾での短期および長期の観測潮位データをそれぞれ示したものである。図 4.2.3 と図 4.2.4 に示した降雨データと比較すると、潮位データには一部欠損期間があるものの、7 月の終わりから 8 月の初めにかけての降雨がそれほど大きくはない期間では極めて高い潮位が観測されており、強い降雨が始まり継続していた 8 月 6 日以降には潮位はそれほど大きくなかったことが分かる。

また、図 4.2.7 は Bangkulasi ポンプ場の観測潮位を示したものである。潮位の変動傾向はマニラ湾のデータと同じであり、8 月 2 日に最大潮位を記録している。



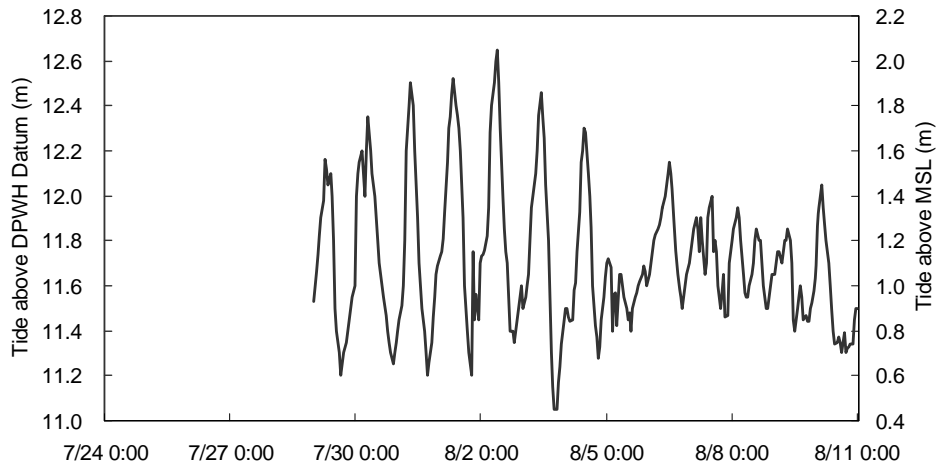
出典: JICA 調査団

図 4.2.5 2012 年モンスーン時のマニラ湾での観測潮位 (NAMRIA データ)



出典: JICA 調査団

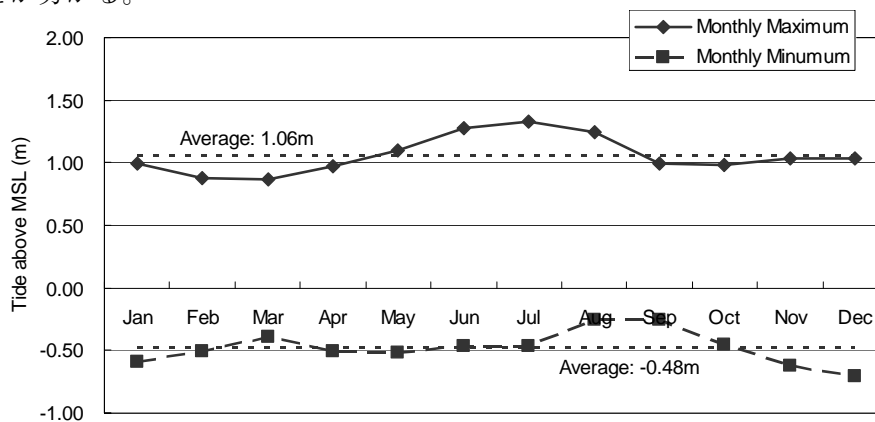
図 4.2.6 2012 年モンスーン時のマニラ湾での長期間観測潮位 (NAMRIA データ)



出典: JICA 調査団

図 4.2.7 2012 年モンスーン時の Bangkulasi ポンプ場での観測水位

図 4.2.8 は 2012 年の年間の潮位変化を示したものであり、各月の最大・最小潮位がプロットされている。この図より、モンスーン期間であった 2012 年 7 月から 8 月は、年間でも潮位の高い時期であったことが分かる。



出典: JICA 調査団

図 4.2.8 2012 年の月別最大・最小潮位

2001年の詳細設計時には、事業の潮位条件に関して、DPWH 基準面標高を用いて以下の設計水位が定められている。なお、マニラの洪水・排水対策の DPWH 基準面標高の基準面は、平均低低潮位（MLLW）の 10m 下であると定義されている。

表 4.2.3 2001 年詳細設計時の設計潮位

	略語／定義	DPWH 基準面標高での潮位 (m)	MSL との差 (m)
平均海水面水位	MSL	10.6	0.0
最大潮位	設計最大潮位	12.1	1.5
朔望平均満潮位	MHSW	11.4	0.8
平均高高潮	MHHW	11.1	0.5
平均低低潮	MLLW	10.1	-0.5
最低潮位	設計最小潮位	9.4	-1.2

出典: JICA 調査団

設計最大潮位の 12.1m（DPWH 基準面標高）と図 4.2.7 に示した 2012 年モンスーン時の最大潮位を比較すると、2012 年モンスーン時の潮位が極めて高かったことが分かる。

(3) 風速、気圧と波浪

1) 風速

PAGASA より収集した情報によると、2012 年モンスーンの Port Area 観測所での最大 6 時間風速は、7 月 29 日に記録されている 11.0m/s である。

2001 年の詳細設計時には、Port Area 観測所のデータを用いて下表に示す各種確率年の風速が計算されている。

表 4.2.4 2001 年詳細設計時の最大風速確率分析結果

確率年	6 時間風速 (m/s)	瞬間風速 (m/s)
1 年	5.0	18
2 年	7.5	28
5 年	9.3	34
10 年	10.3	38
20 年	11.3	42
50 年	12.5	47
100 年	13.4	51

出典: JICA 調査団

2001 年詳細設計時には、マニラ湾での波浪の発達には最低 4 時間の継続時間が必要であるとされ、設計には 6 時間風速が用いられており、設計に使われた 6 時間最大風速は 10.8m/s であった。

上記データより、2012 年モンスーン時の風速は設計風速をわずかに上回る程度であり、確率的には 20 年確率以下程度であったことが分かる。

2) 気圧

PAGASA から収集した情報によると、2012 年モンスーン時の Port Area 観測所の平均海水面換算気圧の最低値は 7 月 29 日に記録されている 995.7hPa である。

2001 年の詳細設計時のデータを見ると、1981 年から 2000 年までの Port Area 観測所を通過した台風の最低および平均気圧は、それぞれ 980.9 hPa と 998.0 hPa であった。なお、左記期間で最低の気圧を記録した台風の瞬間最大風速は 33.34m/s であった。

上記データより、2012 年モンスーン時の気圧は極めて低いものではなかったと言える。

3) 波浪

2001年の詳細設計時には、ナボタス航行水門における設計波高は設計風速 11m/s を使って求められており、設計波は波高 1.0m、周期 4.0 秒、波長 23.6m であった。他方、川側の風による波は仮定水深高 3.0m、吹送距離 1.5km、風速 11m/s の条件で計算され、設計波は波高 0.3m、波の周期 2.0 秒、波長 6.0m と設定された。

2012年モンスーン時の波浪のデータは収集できなかったものの、2012年モンスーン時の6時間最大風速は設計風速とほぼ同じであるため、最大波高についても設計波高と同等程度であったものと考えられる。

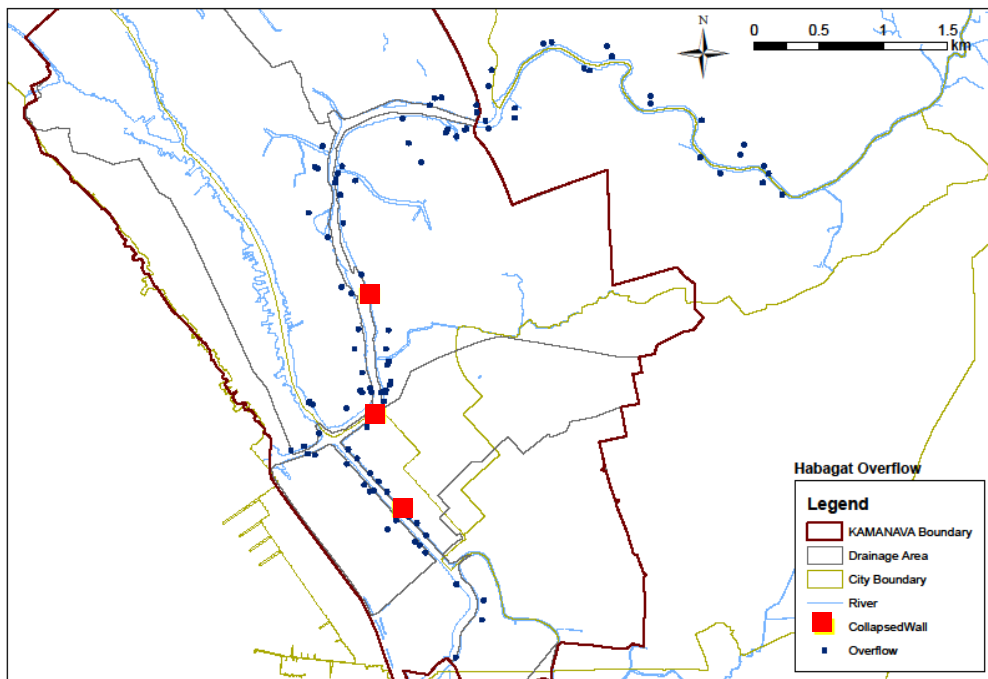
(4) 洪水痕跡

図 4.2.9 は、2012年モンスーン時にマラボン川とマララ川から越水したとの回答を得た位置および洪水防御壁が倒壊したとの回答を得た位置を示したものである。

マラボン川、マララ川およびトゥリャハン川（マラボン川の上流の事業地域外の地域）の多くの場所で越水が起こったことが分かる。

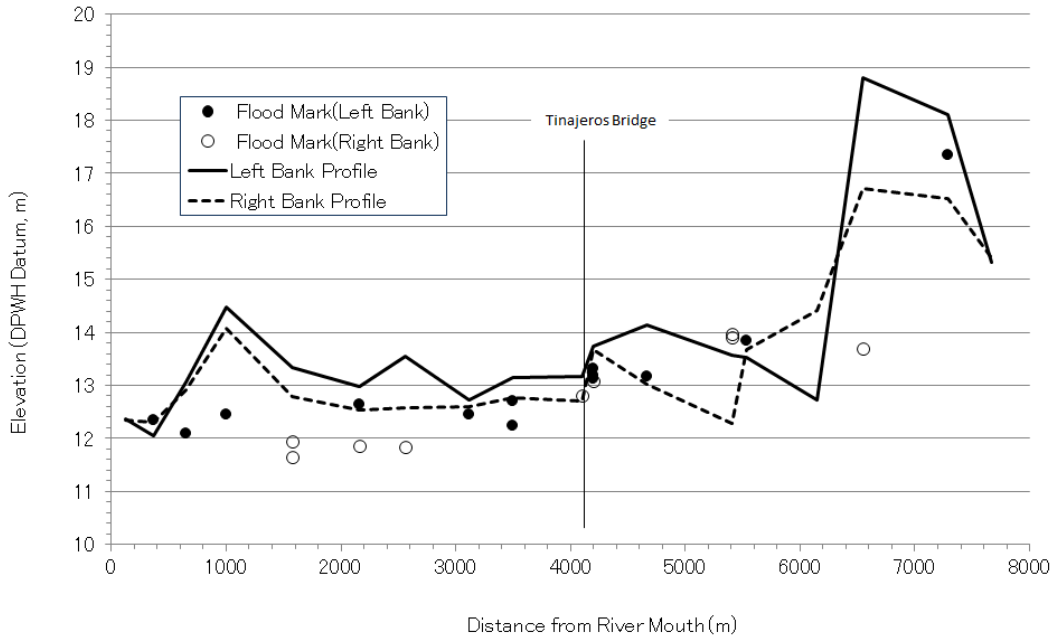
多くの住民が2012年モンスーン時には Lambingan 橋と Tonsuya 橋の間では越水は起きなかったと回答した。また、マニラ湾近くの住民によると、2009年台風オンドイ時よりも2012年モンスーン時により越水が生じたとのことであった。

また、2012年モンスーン時には3か所で洪水防御壁が倒壊し浸水被害が増したとのことであった。



出典: JICA 調査団

図 4.2.9 2012年モンスーン時に越水が生じたあるいは洪水防御壁が倒壊したとの回答を得た箇所



出典: JICA 調査団

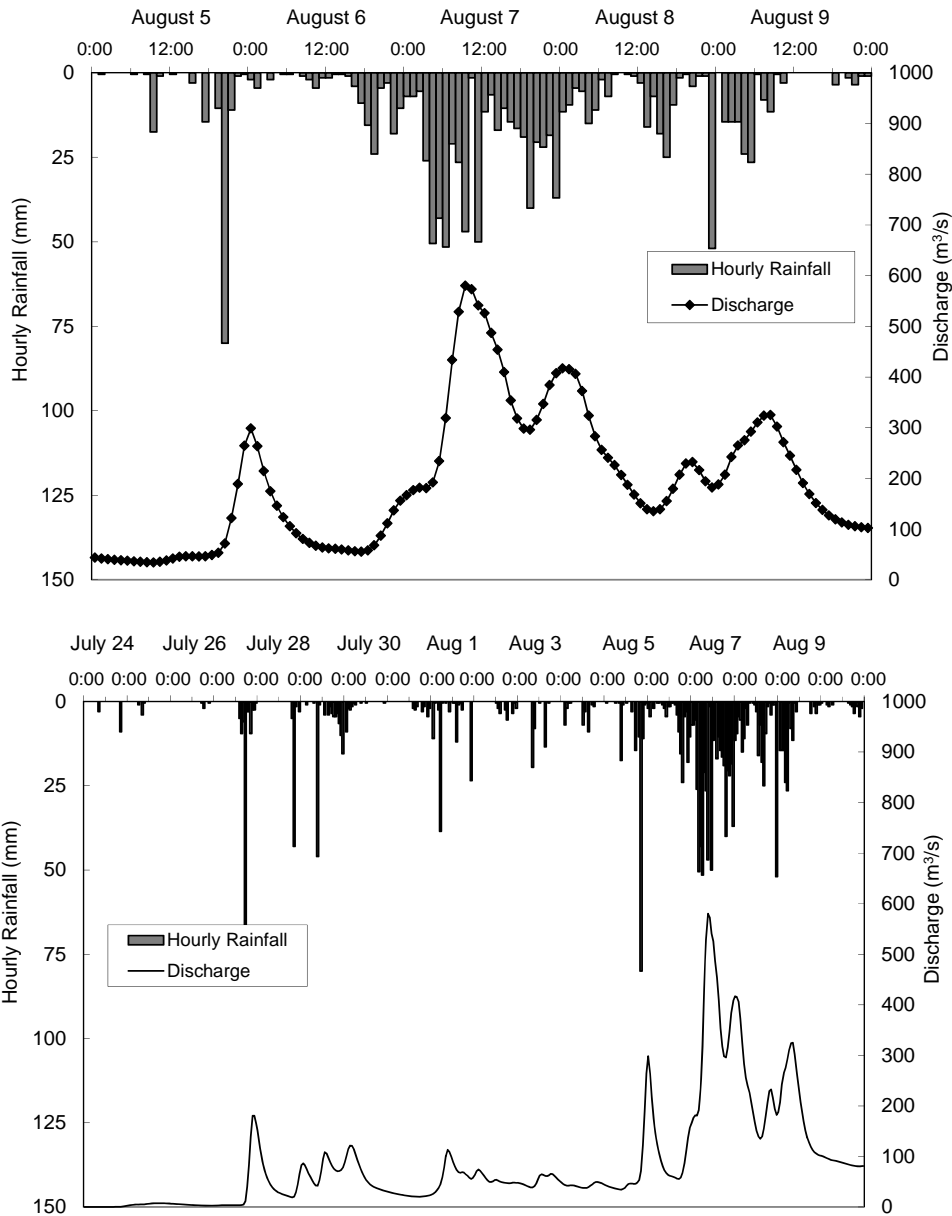
図 4.2.10 2012 年モンスーン時のマラボン-トゥリヤハン川沿いの洪水痕跡高縦断面図

(5) 河川の水位と流量

本 SAPS 調査における洪水痕跡調査で調査した 2012 年モンスーン時の最大水位を用いて、洪水のピーク流量を検討した。2012 年の洪水痕跡は図 4.2.10 に示す用に図 4.1.9 とほぼ同じである。

不等流計算により、図 4.1.13 に示す洪水痕跡縦断面を再現した。これは、河口からトゥリヤハン川下流までの区間を対象として各種流量配分条件でのトライアル計算を行った結果である。本計算より、洪水時のピーク流量は 600 m³/s であったと推定される。2012 年のピーク流量も 600 m³/s と評価する。

降雨流出モデルによる計算ハイドログラフを推定ピーク流量 600 m³/s を用いて引き伸ばした。図 4.2.11 は 2012 年モンスーン時のハイトグラフと引き伸ばし後のハイドログラフを示したものである。



出典: JICA 調査団

図 4.2.11 2012 年モンスーンでの短期（上図）と長期（下図）の La Mesa ダム観測所の時間雨量と Tinajeros 橋での校正後の流量ハイドログラフ

2001 年詳細設計時におけるマラボン-トゥリヤハン川での各確率年の洪水時ピーク流量の分析結果を下表に示す。表中の値と比べると、2012 年モンスーンのピーク流量は 100 年確率相当以上であったと評価できる。

表 4.2.5 2001 年詳細設計時における流量の確率分析結果

	各種確率年での洪水時ピーク流量(m ³ /s)						
	100 年	50 年	30 年	20 年	10 年	5 年	2 年
Tinajeros 橋	520	460	<u>420</u>	380	340	280	200

出典: JICA 調査団

(6) 浸水状況

図 4.2.12 は、各調査地点での 2012 年モンスーン時の浸水深データを基に GIS ソフトで作成した等浸水深線および浸水深の分布を示したものである。図より、2012 年モンスーン時には事業地域の大部分が浸水したことが分かる。特にマラボン川の左岸と Tinajeros 橋周辺では水深 2m 程度の深刻な浸水状況となっている。図 4.2.12 に示した通り、トゥリヤハン-マラボン川沿いの多くの地域で越水が起こっており、つまり多くの地域でマラボン川からの越水による浸水が、特に左岸で起きていたと言える。

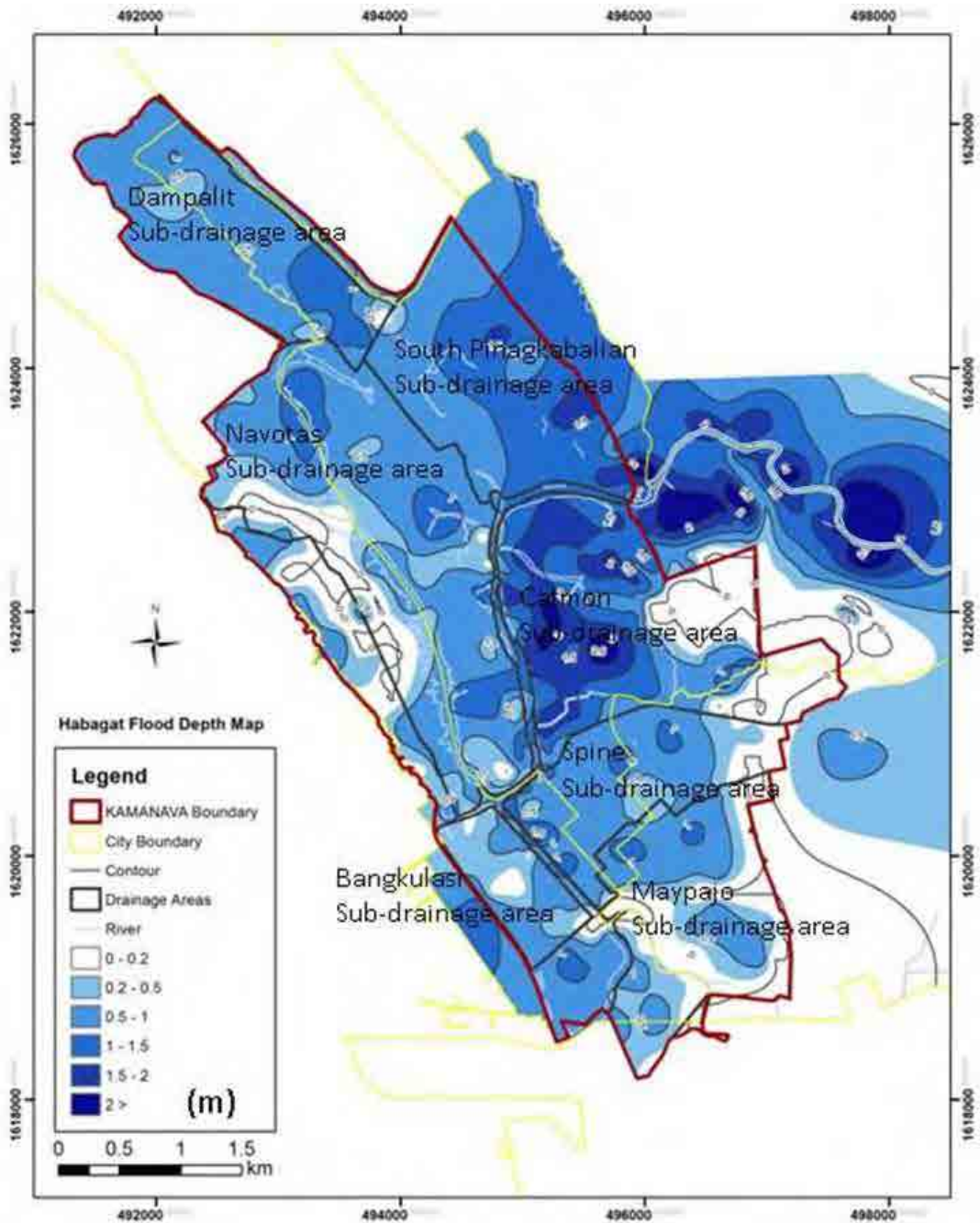
加えて、Tinajeros 橋上流のトゥリヤハン川沿いの MacArthur 高速道付近で 3m と非常に大きい浸水深となっていた。

図 4.2.13 はインタビュー結果で確認した 2012 年モンスーン時の洪水流の流れ方向を示したものである。図より、マラボン川の上流（トゥリヤハン川）左岸で越水した水が流下し事業地域に流れ込んだとみられる。その後、Tinajeros 橋周辺の水深が高くなり、Catmon 排水区などの標高の低い地域に氾濫水が流下し、他方、マラボン川上流の右岸でも同じく越水が発生し、越流した河川水の一部は北方に流れたとみられる。また、South Pinagkabalian 排水区の北側では、事業地域外からの流入があったと考えられる。

調査結果より、Tinajeros 橋から下流に向かって走る主要道路である Sanciango 道が洪水流の流下を許し、Catmon 排水区の南側の水深に大きな影響を与えたとみられる。影響は Spine 排水区にも及び、マララ川近くの住民によると、マララ川からの越水もあったが氾濫水は内陸域から来たとのことであった。

なお、Maypajo 排水区では上流からの影響は小さかった。

ナボタス排水区では左岸に比べてマラボン川からの流入の影響は小さかったが高潮（満潮）の影響は大きかった。Dampalit と Bangkulasi 排水区も高潮（満潮）の影響を受けた。



出典: JICA 調査団

図 4.2.12 2012 年モンスーン時の等浸水深線と浸水深分布

表 4.2.6 は各排水区の平均水深を示したものである。Sanciangco 道のある Catmon 排水区の水深が最も大きい。隣接する Spine 排水区の水深も比較的大きく 0.83m であった。また、特記すべき事項として、平均水深はマラボン川の右岸地域に比べ左岸地域で高くなっている。

表 4.2.6 各排水区の浸水深

排水区	北部/南部	調査点数	2012年モンスーン時 平均水深(m)
Bangkulasi	南部 (マラボン川 左岸)	24	0.51
Spine		39	0.83
Maypajo		26	0.59
Catmon		79	1.38
Dampalit	北部 (マラボン川 右岸)	15	0.77
Navotas		87	0.66
South Pinagkabalian		18	1.06

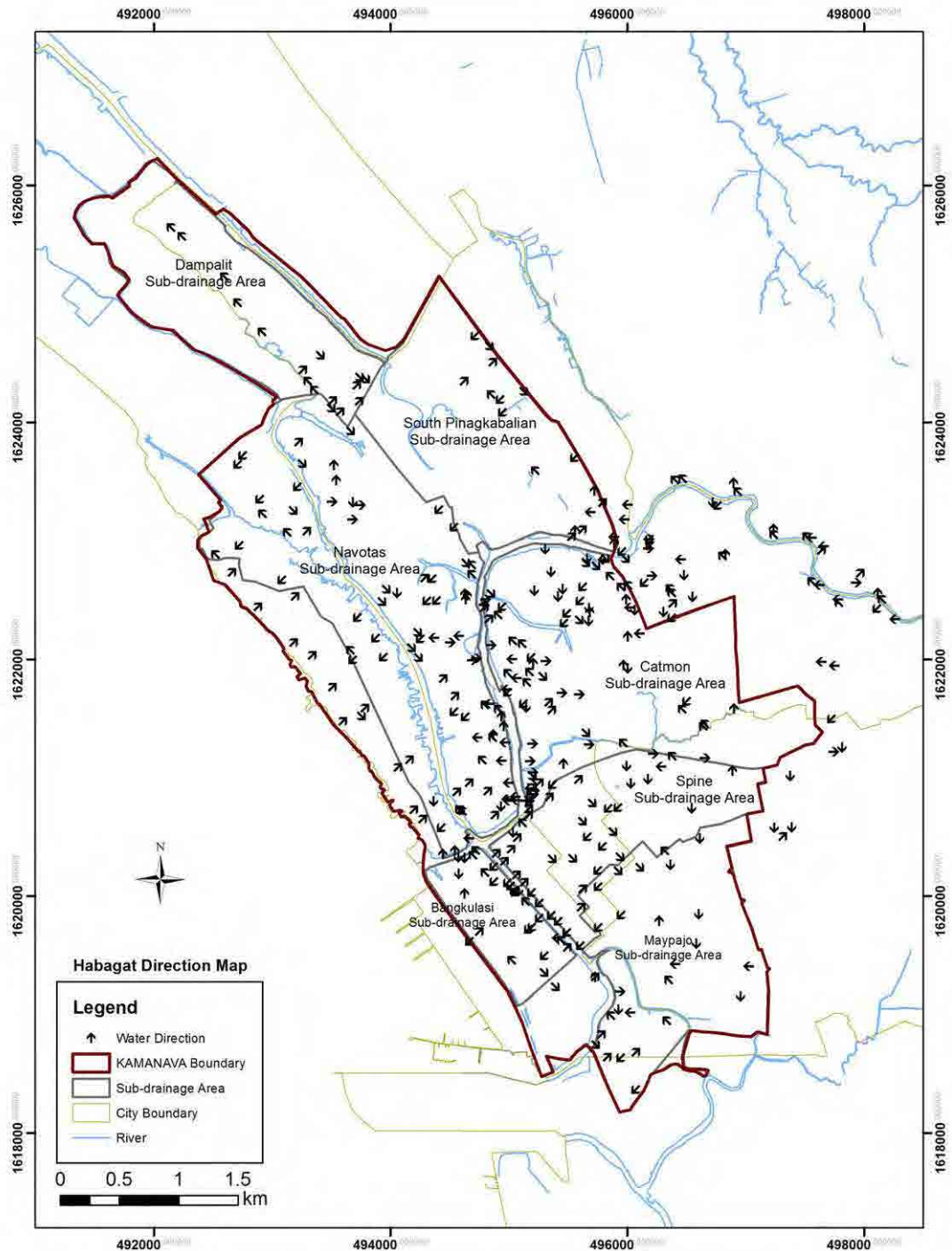
出典: JICA 調査団

Catmon、Navotas および Dampalit 排水区では、2009 年台風オンドイと 2012 年モンスーン時で違いがみられる。

Catmon では、2012 年モンスーンでは広い地域で水深 1.5m を超えている。また、多くの居住者がオンドイの時には下流側から氾濫水が来たと回答しており、つまりマラボン川上流からの水に加え本地域には高潮（満潮）が影響すると考えられる。

Navotas と Dampalit では、オンドイに比べ 2012 年モンスーン時のほうが浸水地域が広い。この結果も高潮（満潮）の影響を示していると考えられ、浸水が始まった時間に対する回答者の答えは概ね満潮時間と一致していた。

2012 年モンスーン時の平均浸水時間は 2.4 日であった。なお、最も浸水時間が長かったのは Dampalit 排水区で 6.8 日であり、South Pinagkabalian では、4.1 日であった。なお、両地域では 2012 年モンスーン時の浸水時間はオンドイよりも短かったが、他の地域ではこれと反対の結果を示した。



出典: JICA 調査団

図 4.2.13 2012 年モンスーン時の洪水流の流れ

(7) 施設の運用

カマナバ事業地域の北部境界にある輪中堤とマラボン川沿いの洪水防御壁は、2章の図 2.6.1, 2.6.3, 2.6.4 および 2.6.5 に示した通り完成していた。マララ川沿いの洪水防御壁も完成していた。

ポンプ場と水門についてもすべて完成していた。

下表はポンプ場と水門の運用記録のうち調査団が収集できた期間を示したものである。カマナバプロジェクト管理事務所より、2012 年モンスーンについては Bangkulasi、Catmon および Spine の

ポンプ場の観測記録が収集できた。他のポンプ場の記録は本 SAPS 調査では確認できなかった。また、水門の運転記録は 2013 年 10 月に保管を開始したばかりとのことであり、2009 年と 2012 年の水門の運転記録は入手できなかった。

表 4.2.7 カマナバプロジェクト管理事務所より水門とポンプ場の運転記録を収集できた月

施設名	2012												2013											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bangkalasi PS+FG																								
Spine PS+FG																								
Maypajo PS+FG																								
Catmon PS+FG																								
North Navotas PS + Navigation Gate																								
Navotas FG																								
Longos FG																								
Muzon FG																								
South Pinagkabalian FG																								
North Pinagkabalian FG																								
Kailugan FG																								

備考：PS：ポンプ場、FG：水門、：データを収集できた月

出典: JICA 調査団

4.2.2 With/Without 分析（効果の確認）

(1) 分析条件

カマナバ事業の目的である洪水対策という点から、事業地域の北部の輪中堤およびマラボン-マララ川沿いの洪水防御壁は、河川からの洪水および高潮（満潮）に対する機能を期待されている。本調査では、事業が行われた条件、事業が行われなかった条件として、以下の 3 ケースを想定した。

表 4.2.8 河川洪水の With/Without 条件の定義

ケース	条件
Without 条件	輪中堤および洪水防御壁未施工（2001 年の状態）
With 条件（現状）	輪中堤および洪水防御壁施工済み（2012 年までに施工されていた分）
With 条件（現状+浚渫）	輪中堤および洪水防御壁施工済み、計画断面までの浚渫も実施

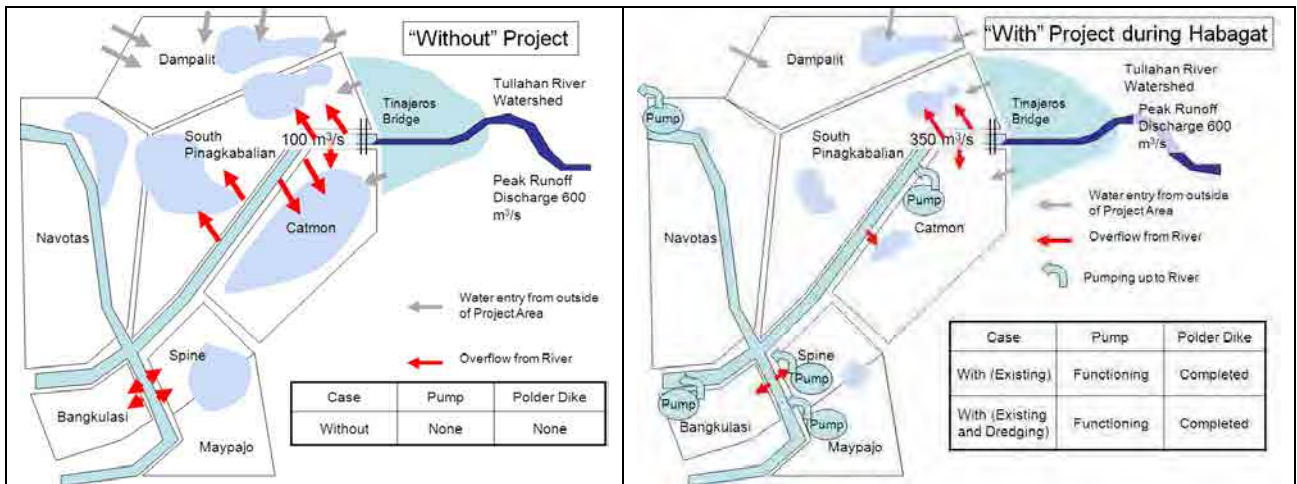
出典: JICA 調査団

「With 条件」については、2 ケースを想定した。「With 条件（現状）」は、2012 年でのマラボン川の通水能力を想定しており、「With 条件（現状+浚渫）」は、設計河床まで浚渫した際のマラボン川の通水能力を想定している。

With/Without 分析における計算条件を以下に示す。

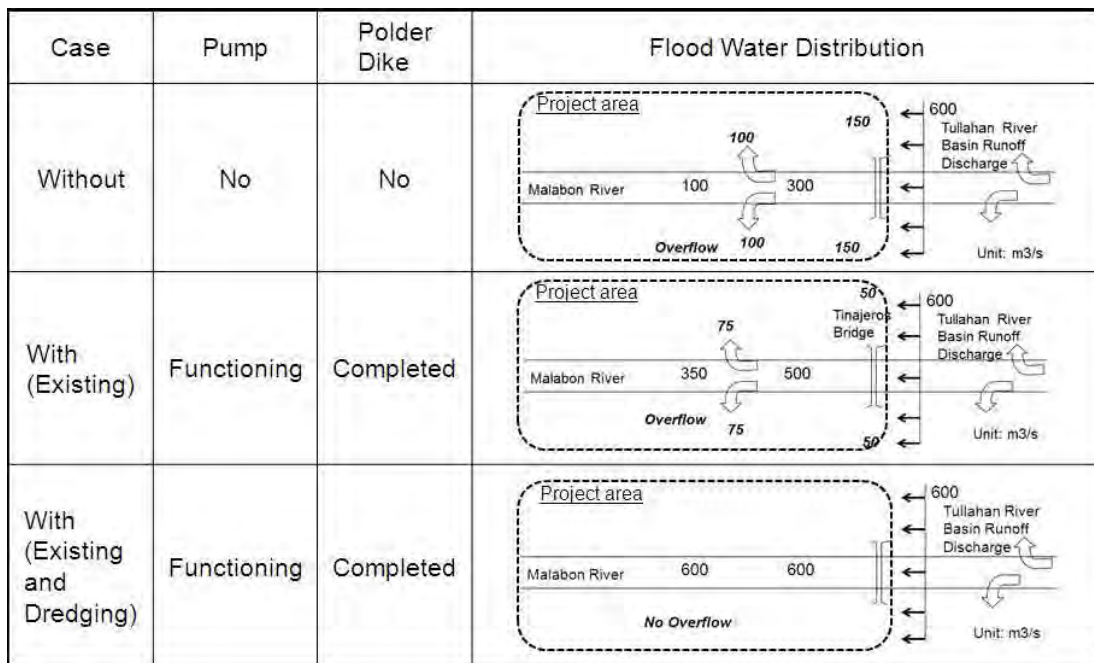
- 降雨: 737.5 mm（Port Area 観測所、2012 年 8 月 6 日 17 時から 8 月 8 日 17 時まで）
- 潮位: +12.65 m（DPWH 基準面標高）（Bangkalasi ポンプ場での 2012 年 8 月 2 日に観測された潮位）
- トゥリヤハン流域からの洪水流量: 600 m³/s
- マラボン川の通水能力: 350 m³/s（マラボン川の現状の河床縦断での計算結果）

図 4.2.14 と図 4.2.15 に「Without 条件」と「With 条件」の概念図をそれぞれ示す。



出典: JICA 調査団

図 4.2.14 2012 年モンスーン時の「Without 条件」と「With 条件」の概念図



出典: JICA 調査団

図 4.2.15 2012 年モンスーン時の「Without 条件」と「With 条件」の施設条件

(2) 事業の効果

2012 年モンスーン時のカマナバ事業の効果を以下に説明する。

潮位+12.65 m (DPWH 基準面標高) に関しては、マラボン川下流とマララ川沿いの地域は、+12.60m (DPWH 基準面標高) まで嵩上げされていた洪水防御壁では浸水を防ぎきれなかった。

上記潮位に対し、North Navotas、Dampalit および South Pinagkabalian などの排水区は輪中堤で守られた。ただし、一部で輪中堤の天端が+12.60 m (DPWH 基準面標高) よりも低かったため、3 か所で越水を許してしまった。

トゥリヤハン川の流下能力不足によりトゥリヤハン流域を氾濫しながら流下してきた 600 m³/s (Tinajeros 橋上流地点) の洪水流量については、マラボン川の上流区間の流下能力がこの流量に対して十分でないため、堤内地側 (Catmon や South Pinagkabalian などの排水区) へ越水することと

なる。これは事業への負の影響とみなされるが、しかしながら内水氾濫対策施設の効果に影響するため重要な点である。

2009 年台風オンドイに比べて洪水防御壁の嵩上げ工事が進んでいたため、マラボン川の右岸 (Tonsuya 橋から Lambingan 橋まで) は越水を免れた。

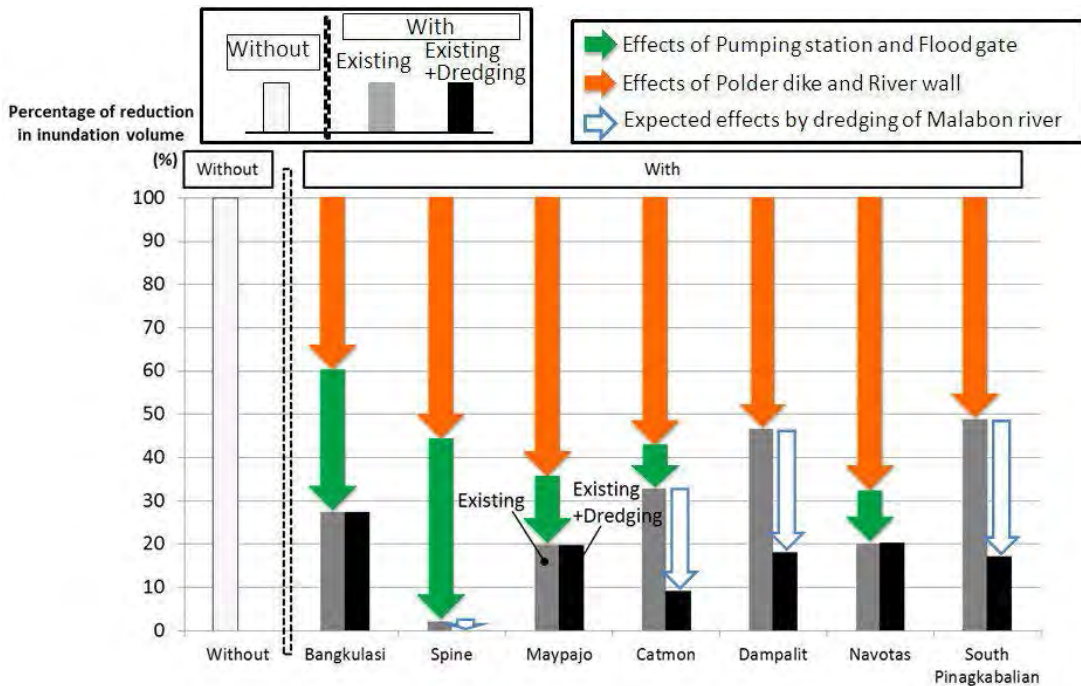
上記現象と事業の効果を図 4.2.16 に示す。この図は概念図ではあるが、前述した 2012 年モンスーン時に発生した現象および効果の概要を示すものである。

本図では、各排水区の「With 条件」と「Without 条件」での浸水量 (氾濫水量) を比率で示している。また、「With 条件」での浸水量の減少率は矢印で示されている。

2009 年台風オンドイの際の効果と異なり、すべての排水区で輪中堤と洪水防御壁の嵩上げの大きな効果が見られた。これは特に 2012 年モンスーン前にはマラボン川の洪水防御壁の嵩上げが完成しており、マラボン川の流下能力が $100 \text{ m}^3/\text{s}$ から $350 \text{ m}^3/\text{s}$ に増加していたためである。この効果によりマラボン川からの越水水量が減少した。

Bangkalasi、Spine および Maypajo 排水区では、ポンプの効果により「Without 条件」に比べて浸水量が 20-30% まで減少している。Catmon、Dampalit、Navotas および South Pinagkabalian 排水区では、ポンプによる減少率は 10% 以下程度であり、特に South Pinagkabalian と Dampalit ではポンプの効果が見られない。Catmon にはポンプ場が設置されているにもかかわらず減少率は小さいが、これはマラボン川からの越水の影響によるものである。

本図はマラボン川の浚渫の効果も示している。マラボン川の改修によって河川の越水は無くなり、これによって Bangkulasi、Spine および Maypajo 排水区では浸水がなくなる。Catmon、Dampalit および South Pinagkabalian 排水区の浚渫による減少率は大きく 20 から 30% 程度となっている。



出典: JICA 調査団

図 4.2.16 2012 年モンスーン時のカマナバ事業の効果

(3) 内水氾濫の詳細分析

カマナバ事業の目的の一つである排水改良という点から、高潮 (満潮) と河川洪水への対策施設によって区分されている各排水区において、ポンプ場と水門は内水氾濫に対する機能を期待され

ている。本調査の分析にあたっては、事業が行われた条件、事業が行われなかった条件として以下の2ケースを想定した。

表 4.2.9 内水氾濫の With/Without 条件の定義

ケース	条件
With 条件	水門が設置された輪中堤および洪水防御壁で区分された各排水区で、ポンプ場と排水路が機能している。
Without 条件	水門が設置された輪中堤および洪水防御壁で区分された各排水区で、ポンプ場と排水路が機能していない。(分析上の仮定条件)

出典: JICA 調査団

カマナバ事業では、2章で説明した水門とポンプ場が建設された。

内水氾濫計算の内容については後述するが、「With/Without 条件」での計算結果(事業による浸水低減効果)としての内水氾濫水位、内水氾濫継続時間の減少(2012年7月29日から8月11日を対象としたポンプ運転開始水位超の状況)および浸水発生時刻の差は下表に示すとおりである。

表 4.2.10 「With/Without 条件」での計算結果(事業による浸水低減効果(内水氾濫水位、内水氾濫継続時間の減少および浸水発生時刻の差))

排水区	ポンプ場の有り/無し(「With/Without 条件」)での内水氾濫水位の違い	ポンプ場の有り/無し(「With/Without 条件」)での内水氾濫継続時間の減少	ポンプ場の有り/無し(「With/Without 条件」)での浸水発生時刻の差(遅れ時間)	参照図
Bangkulasi	2.0 m から 2.2 m	265 時間	0 時間	図 4.2.19
Spine	2.5 m	139 時間	1.5 時間	図 4.2.20
Catmon	1.5 m	253 時間	23 時間	図 4.2.21

出典: JICA 調査団

1) 内水氾濫計算

各排水区の内水氾濫状況を理解するために、内水氾濫計算(各排水区のポンプによる排水量と降雨量の関係つまり貯留量の関係(水位-容量曲線)を用いた各排水区の水位計算)を行いポンプの低減効果を確認した。

a) 計算方法

内水位は全降雨量とポンプ排水量および各排水区の水位-容量関係を用いて、以下の方法で計算された。

$WL_{River} > WL_{Estero}$ の時、

$$V \text{ (各排水区の水量)} = \Sigma R \text{ (降雨)} - \Sigma Q_{\text{pump}} \text{ (ポンプ容量)}$$

$WL_{Estero} =$ 水位-容量関係を用いて水量(V)から換算

$WL_{River} \leq WL_{Estero}$ の時、

$$WL_{Estero} = WL_{Navotas}$$

※ WL_{Estero} : 内陸側の水位

※ WL_{River} : 川側の水位

b) 対象洪水

計算は 2012 年モンスーン時の大規模洪水を対象として行った。

表 4.2.11 確率降雨強度

(Gumbel-Chow Method)

Year	Rainfall (mm/hr)						Rainfall (mm/day)	
	5 min.	10 min.	20 min.	30 min.	60 min.	120 min.	1 day	2 day
2	147.4	118.0	93.6	77.7	53.3	38.8	147.2	105.0
3	166.6	133.3	105.7	88.2	60.4	44.2	177.2	129.8
5	187.9	150.3	119.3	100.0	68.4	50.3	210.6	157.4
8	206.2	165.0	130.9	110.1	75.3	55.5	239.3	181.1
10	214.7	171.8	136.3	114.8	78.4	57.9	252.5	192.1
20	240.3	192.3	152.6	129.0	88.1	65.1	292.7	225.4
30	255.1	204.2	162.0	137.1	93.6	69.3	315.9	244.5
40	265.5	212.5	168.6	142.9	97.5	72.3	332.2	258.0
50	273.6	219.0	173.8	147.3	100.5	74.6	344.8	268.4
60	280.1	224.2	177.9	150.9	103.0	76.4	355.1	276.9
80	290.5	232.5	184.5	156.6	106.8	79.4	371.3	290.3
100	298.5	238.9	189.6	161.1	109.8	81.6	383.8	300.7
150	313.0	250.5	198.9	169.1	115.3	85.8	406.6	319.5
200	323.3	258.8	205.4	174.8	119.1	88.7	422.7	332.9
500	356.0	285.0	226.2	192.9	131.4	98.0	474.0	375.3

出典: 2001 年カマナバ事業詳細設計報告書
(Sectoral Report-C Hydrological Study 2001)

2) 計算条件

a) 内水計算条件

水位-容量関係(H-V)は LIDAR データを用いて設定した。図 4.2.17 と図 4.2.18 は、各排水区におけるポンプの運転開始水位と標高の差およびその分布を示したものである。

b) 流出計算条件

- 降雨データ: Port area 観測所 (PAGASA)
- 流出係数 (f) : $f = 1$ (全降雨量が貯留される条件)

c) ポンプ容量と運転条件

ポンプ容量と運転条件は下表に示すとおりである。

表 4.2.12 ポンプ運用条件

排水区	面積(ha)	ポンプ容量 (m^3/s)	運転開始水位(m) (DPWH 基準面標高)	運転停止水位(m) (DPWH 基準面標高)
Maypajo	241.2	6.6	11.3	10.9
Spine	173.1	13.0	11.0	10.0
Catmon	355.5	10.5	10.7	10.3
Bangkulasi	75.4	4.4	11.1	9.7

備考: 当初計画における運転開始水位は 10.5m、運転停止水位は 9.5m

出典: JICA 調査団

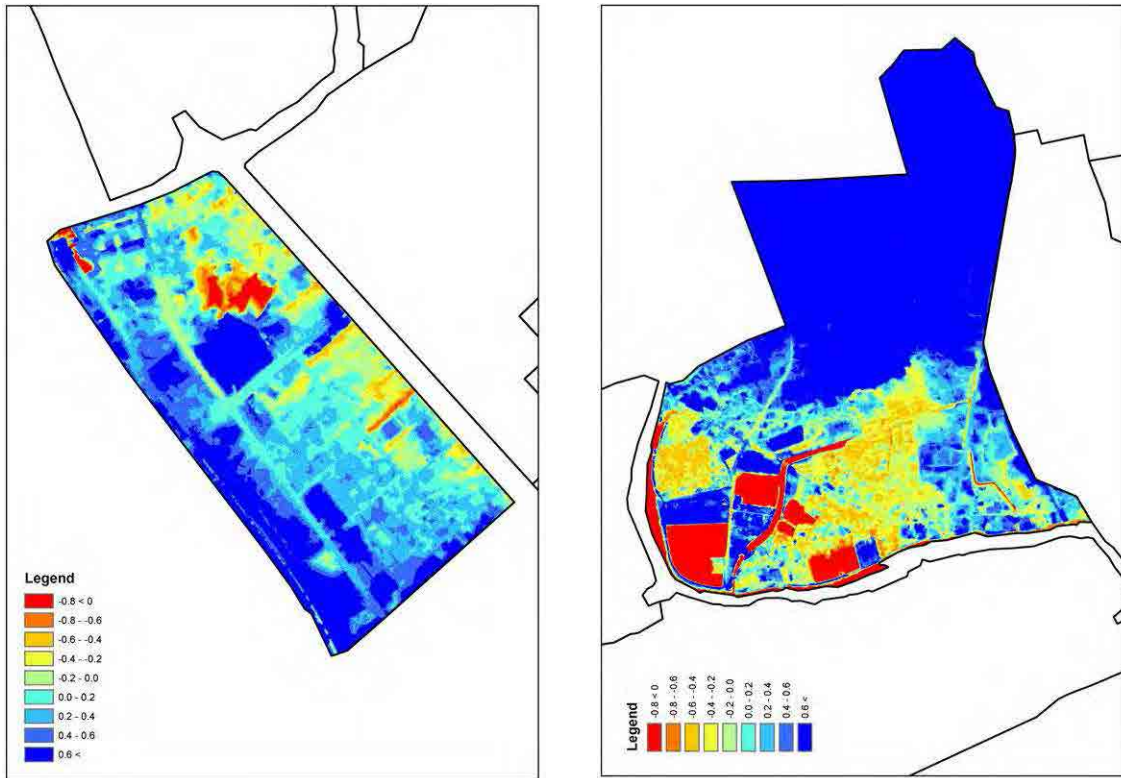
d) 最低標高

LIDAR データによる各排水区の最低標高を下表に示す。最低標高は+10.0 から+10.5m (DPWH 基準面標高) となっている。詳細設計時の値と比べて、LIDAR データによる値は 50cm 程度低い値となっている。

表 4.2.13 各排水区の最低標高

排水区	面積(ha)	最低標高(m) (DPWH 基準面標高)	
		2001 年詳細設計	LIDAR データ
Maypajo	241.2	11.1	10.5
Spine	173.1	11.0	10.2
Catmon	355.5	10.3	10.0
Bangkulasi	75.4	11.2	10.3
Dampalit	233.1	10.8	-
South Pinagkalian	254.6	10.8	-
North Nabotas	417.6	10.4	-

出典: JICA 調査団

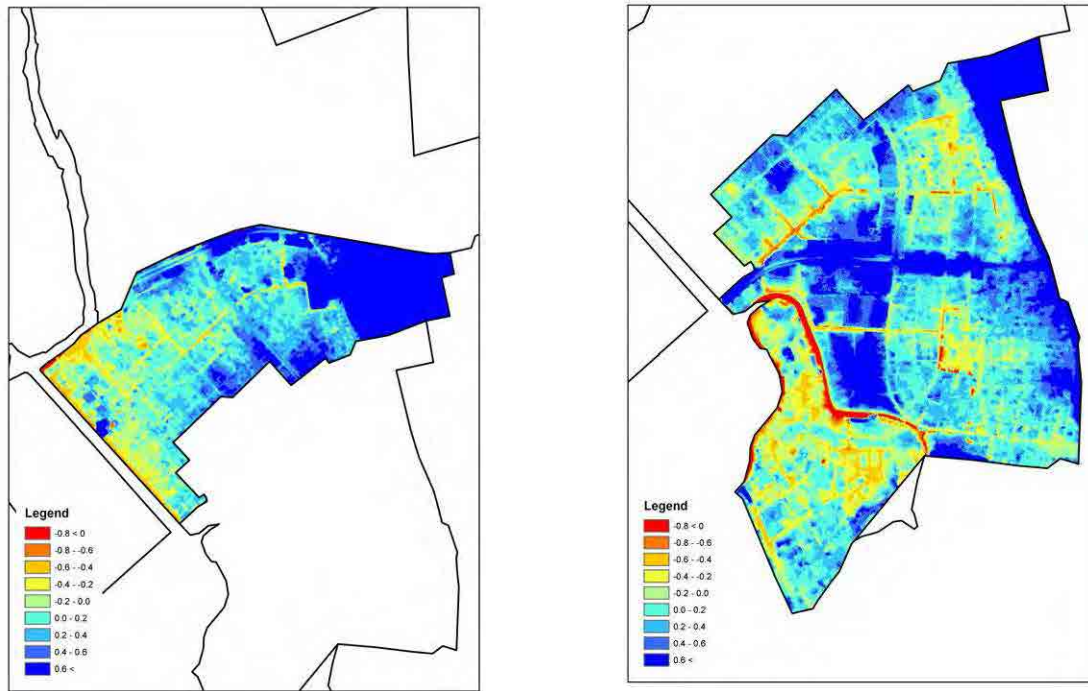


Bangkulasi ポンプ場の運転開始水位(11.1m (DPWH 基準面標高))を基準とした高さ

Catmon ポンプ場の運転開始水位(10.7m (DPWH 基準面標高))を基準とした高さ

出典: JICA 調査団

図 4.2.17 Bangkulasi と Catmon 排水区での低標高地域の分布



Spine ポンプ場の運転開始水位(11.0m (DPWH 基準面標高))を基準とした高さ

Maypajo ポンプ場の運転開始水位(11.3m (DPWH 基準面標高))を基準とした高さ

出典: JICA 調査団

図 4.2.18 Spine と Maypajo 排水区での低標高地域の分布

3) 2012 年洪水の計算結果

内水氾濫計算は、計画の運転規則と現在の規則による運転および運転規則の違いの影響を理解することも目的として行った。計算は、洪水時のポンプと水門の運転記録を入手できた Bangkulasi、Spine および Catmon 排水区を対象に実施した。

a) Bangkulasi 排水区

内水氾濫計算結果より明らかになった事項を以下に記す。

詳細設計では、運転規則はポンプ容量以下となる対象洪水による被害を減じることを目的として設定された。

2012 年 8 月 3 日以降、降雨が激しくなったもののポンプは一台しか動いていない。仮に 2 台のポンプが動いていれば 20cm の浸水深を維持できた可能性がある。

2012 年 7 月 31 日と 8 月 2 日では、流域内に降雨はないにもかかわらず内水位が上昇している。これより、地下水や下水あるいは外からの流水が影響していることが考えられる。

2012 年 8 月洪水の Bangkulasi 排水区では Bangkulasi ポンプ場のポンプ容量は十分であり、当時の運転は適切なものであったと判断できる。

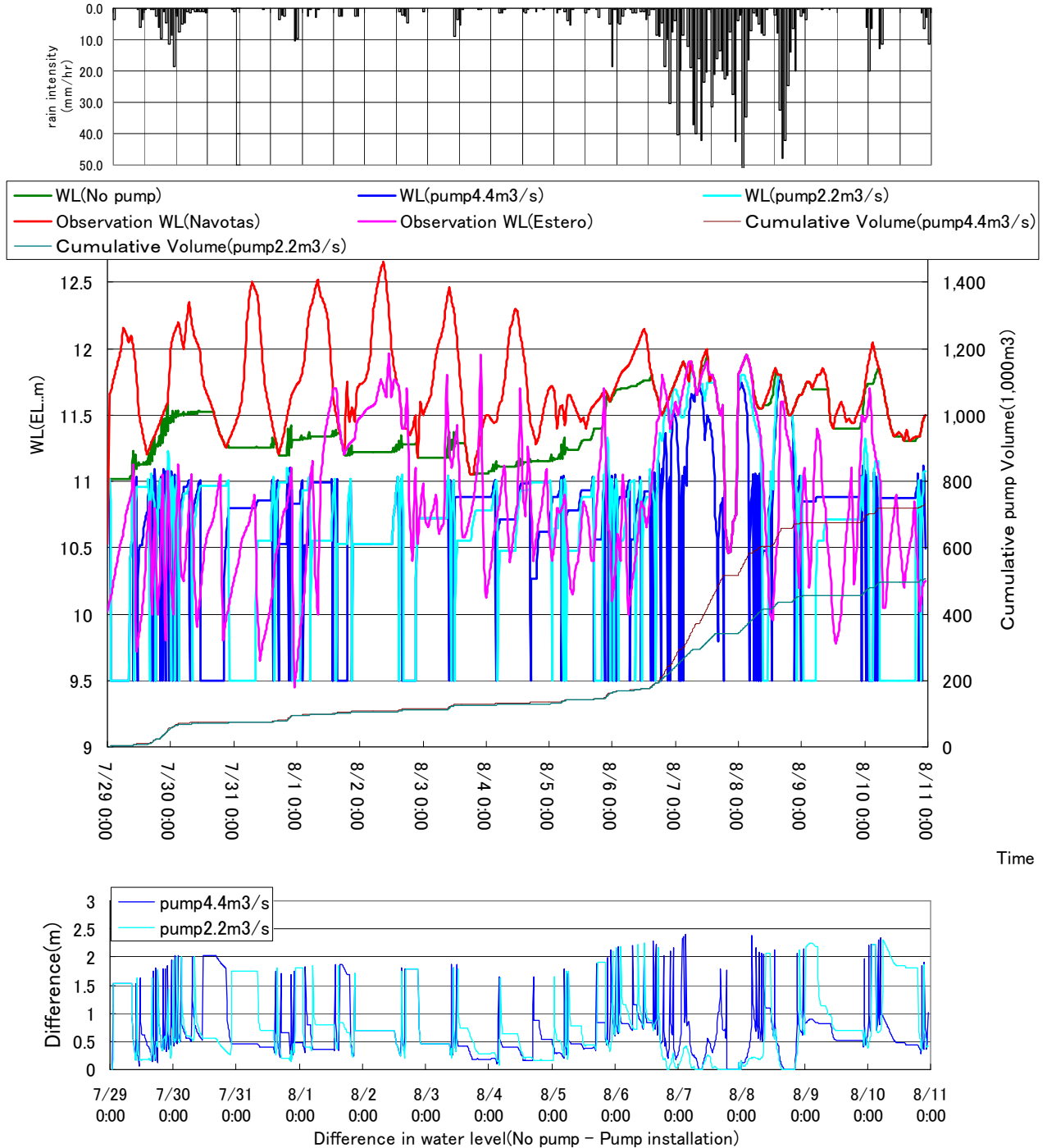
図 4.2.19 は、2012 年 7 月 29 日から 8 月 11 日までのポンプ運転と内水位の計算結果を示したものである。

ポンプは 11.1m (DPWH 基準面標高) で運転を開始する。

図の中の“WL (No Pump)”の線は、仮にポンプが運転されなかったとした時の計算水位を示している。7 月 30 日では、ポンプが運転されなかった場合は水位は 11.5m (DPWH 基準面標高) まで上昇する。しかし、2.2 m³/s のポンプが運転された場合には最高水位は 11.0m (DPWH 基準面

標高)にとどまる。2.2 m³/s は Bangkulasi ポンプ場の最大容量の 50%であり、仮に 100%の 4.4 m³/s のポンプが運転された場合、水位はより低くなったと考えられる。

また、ポンプが運転されなかった場合、8月6日には水位は 11.75m (DPWH 基準面標高) まで達すると考えられるが、2.2 m³/s のポンプが動いた場合には8月6日においても最高水位は 11.0m (DPWH 基準面標高) である。



出典: JICA 調査団

図 4.2.19 2012 年 8 月の Bangkulasi 排水区での内水氾濫計算

b) Spine 排水区

内水氾濫計算結果より明らかになった事項を以下に記す。

洪水時の水位は最低標高と比べて+0.2mあるいはそれ以上であり、ポンプ容量は不足する。

水位の上昇には、排水区外からの流入の影響があったと考えられる。

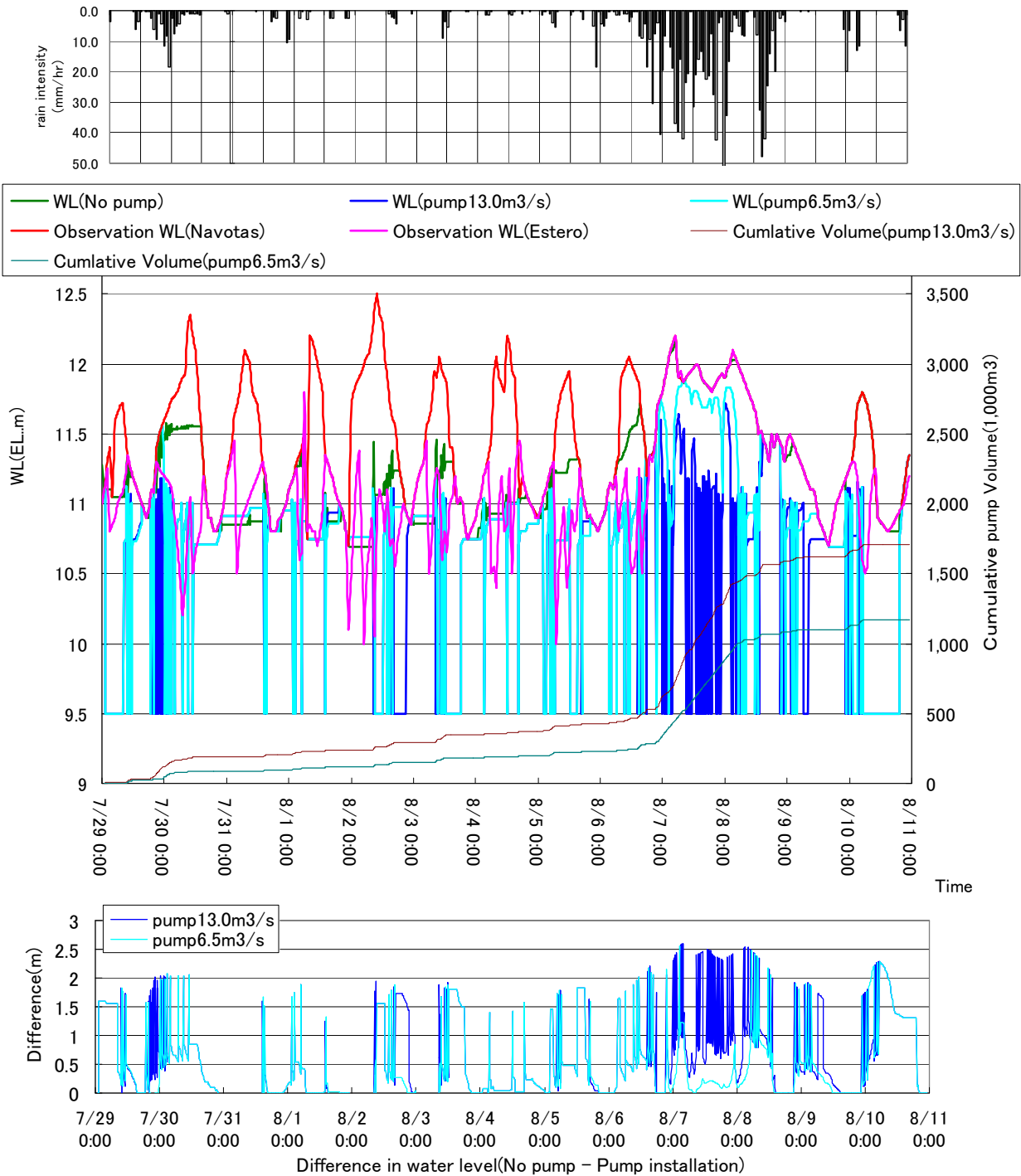
洪水時の実際の運転では水門が開かれていたが、仮に外部からの流入や堤防からの越水がなければ、水門を閉めポンプを稼働することで洪水被害を減じることができた可能性がある。

図 4.2.20 は、2012 年 7 月 29 日から 8 月 11 日までのポンプ運転と内水位の計算結果を示したものである。

ポンプは 11.0m (DPWH 基準面標高) で運転を開始する。

図の中の“WL (No Pump)”の線は、仮にポンプが運転されなかったとした時の計算水位を示している。7 月 30 日では、ポンプが運転されなかった場合は水位は 11.55m (DPWH 基準面標高) まで上昇する。しかし、 $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$ のポンプが運転された場合には最高水位は 11.0m (DPWH 基準面標高) にとどまる。 $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$ は Spine ポンプ場の最大容量の 50%であり、仮に 100%の $13.0 \text{ m}^3/\text{s}$ のポンプが運転された場合、水位はより低くなったと考えられる。

また、ポンプが運転されなかった場合、8 月 6 日には水位は 11.75m (DPWH 基準面標高) まで達すると考えられるが、 $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$ のポンプが動いた場合には 8 月 6 日においても最高水位は 11.0m (DPWH 基準面標高) である。



出典: JICA 調査団

図 4.2.20 2012年8月のSpine排水区での内水氾濫計算

c) Catmon 排水区

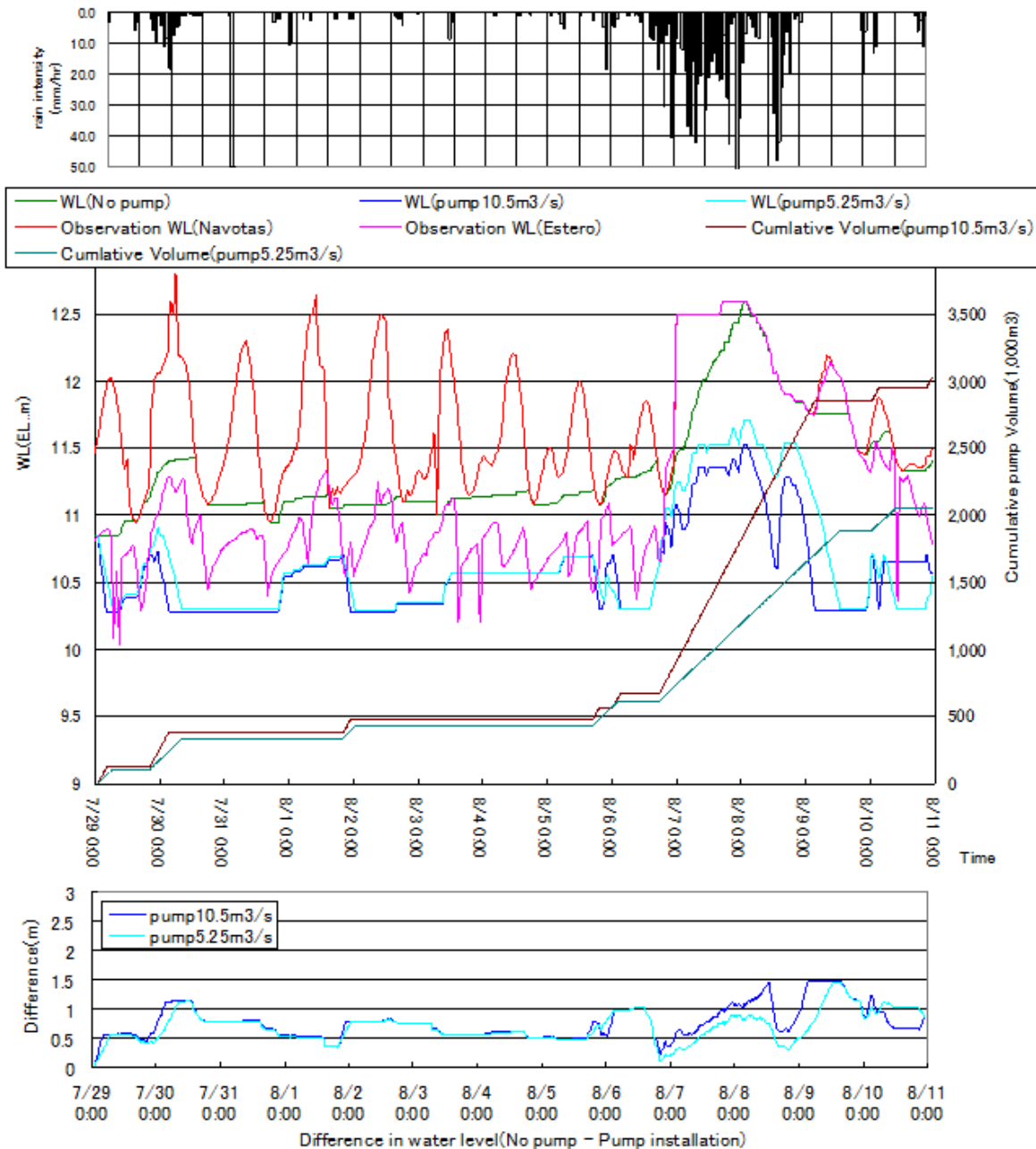
内水氾濫計算結果より明らかになった事項を以下に記す。

洪水時の水位は最低標高と比べて+0.2m あるいはそれ以上であり、ポンプ容量は不足する。

洪水時の実際の運転では水門が開かれていたが、仮に外部からの流入や堤防からの越水がなければ、水門を閉めポンプを稼働することで洪水被害を減じることができた可能性がある。

図 4.2.21 で、“WL (No Pump)”の線は、仮にポンプが運転されなかったとした時の計算水位を示している。7月30日では、ポンプが運転されなかった場合は水位は11.4m (DPWH 基準面標高) まで上昇する。しかし、5.25 m³/s のポンプが運転された場合には最高水位は10.3m (DPWH 基準面標高) にとどまる。5.25 m³/s は Catmon ポンプ場の最大容量の50%であり、仮に100%の10.5 m³/s のポンプが運転された場合、水位はより低くなったと考えられる。

また、ポンプが運転されなかった場合、8月8日には水位は12.5m (DPWH 基準面標高) まで達すると考えられるが、5.25 m³/s のポンプが動いた場合には8月8日においても最高水位は11.7m (DPWH 基準面標高) である。



出典: JICA 調査団

図 4.2.21 2012年8月のCatmon排水区での内水氾濫計算

表 4.2.14 2012年モンスーン時の浸水量（氾濫水量）のバランス計算

Without条件										
排水区名	面積 (ha)	ポンプ容量 (m ³ /s)	降雨量 (m ³)	外部からの流入量 (m ³)	河川からの流入量 (m ³)	合計 (m ³)	ポンプ排水量 (m ³)	浸水量 (m ³)	換算浸水深 (m)	
			①	②	③	④=①+②+③	⑤	⑥=④-⑤		
Bangkulasi	75.4	0.0	556,075	0	1,213,305	マラ川からの越水	1,769,380	0	1,769,380	2.35
Spine	173.1	0.0	1,276,613	0	2,785,451	マラボンとマララ川からの越水	4,062,064	0	4,062,064	2.35
Maypajo	241.2	0.0	1,778,850	0	3,881,287		5,660,137	0	5,660,137	2.35
Catmon	355.5	0.0	2,621,813	5,500,000	5,720,554	マラボン川からの越水	13,842,367	0	13,842,367	3.89
Dampalit	233.1	0.0	1,719,113	4,000,000	3,750,946	輪中堤の越水	9,470,058	0	9,470,058	4.06
Navotas	475.5	0.0	3,506,813	0	7,651,543		11,158,355	0	11,158,355	2.35
South Pinagkabalian	254.6	0.0	1,877,675	5,000,000	4,096,914	マラボン川からの越水	10,974,589	0	10,974,589	4.31
	1808.4								56,936,950	3.15
With条件 (現状)										
排水区名	面積 (ha)	ポンプ容量 (m ³ /s)	降雨量 (m ³)	外部からの流入量 (m ³)	河川からの流入量 (m ³)	合計 (m ³)	ポンプ排水量 (m ³)	浸水量 (m ³)	換算浸水深 (m)	
			①	②	③	④=①+②+③	⑤	⑥=④-⑤		
Bangkulasi	75.4	2.2	556,075	0	500,000	マラ川からの越水	1,056,075	570,240	485,835	0.64
Spine	173.1	6.5	1,276,613	200,000	300,000	マラ川からの越水	1,776,613	1,684,800	91,813	0.05
Maypajo	241.2	3.3	1,778,850	0	200,000	マラ川からの越水	1,978,850	855,360	1,123,490	0.47
Catmon	355.5	5.3	2,621,813	400,000	2,900,000	マラボン川からの越水	5,921,813	1,360,800	4,561,013	1.28
Dampalit	233.1	0.0	1,719,113	2,700,000	0	輪中堤の越水	4,419,113	0	4,419,113	1.90
Navotas	475.5	4.8	3,506,813	0	0		3,506,813	1,244,160	2,262,653	0.48
South Pinagkabalian	254.6	0.0	1,877,675	600,000	2,900,000	マラボン川からの越水	5,377,675	0	5,377,675	2.11
	1808.4								18,321,590	1.01
With条件 (現状+浚渫)										
排水区名	面積 (ha)	ポンプ容量 (m ³ /s)	降雨量 (m ³)	外部からの流入量 (m ³)	河川からの流入量 (m ³)	合計 (m ³)	ポンプ排水量 (m ³)	浸水量 (m ³)	換算浸水深 (m)	
			①	②	③	④=①+②+③	⑤	⑥=④-⑤		
Bangkulasi	75.4	2.2	556,075	0	500,000	マラ川からの越水	1,056,075	570,240	485,835	0.64
Spine	173.1	6.5	1,276,613	0	300,000	マラボンとマララ川からの越水	1,576,613	1,684,800	0	0.00
Maypajo	241.2	3.3	1,778,850	0	200,000		1,978,850	855,360	1,123,490	0.47
Catmon	355.5	5.3	2,621,813	0	0		2,621,813	1,360,800	1,261,013	0.35
Dampalit	233.1	0.0	1,719,113	0	0		1,719,113	0	1,719,113	0.74
Navotas	475.5	4.8	3,506,813	0	0		3,506,813	1,244,160	2,262,653	0.48
South Pinagkabalian	254.6	0.0	1,877,675	0	0		1,877,675	0	1,877,675	0.74
	1808.4								8,729,778	0.48

出典: JICA 調査団

4.3 社会面から見た事業の効果

SAPS 調査における社会調査（2013年11月実施）によって、事業地域の住民は洪水対策・管理の改善活動への参加に対して強い意欲があることが明らかになった。これは住民への啓発の発現でありカマナバ事業の効果と考えられる。

回答者のうち120人、回答者の76%が対象地域における洪水対策・管理の改善活動への参加の意思を示した。下表は回答者が参加を希望した活動を整理したものである。

表 4.3.1 住民が参加を希望する活動の種類

市/ バランガイ	参加を希望する洪水対策改善活動				
	不参加/回答なし	参加	家庭ごみの分別	計画、監視、評価等の相談・協議	地域清掃
マラボン市	27	62	32	42	30
Catmon	1	14	6	12	4
Dampalit	5	4	1	4	1
Hulong Duhat	3	6	1	4	
Maysilo	4	10	10	14	13
Tanong	7	14	3	7	2
Tinajeros	0	9	9	0	9
Tonsuya	7	5	2	1	1
ナボタス市	10	58	26	30	32
Banculasi	0	14	13	13	13
North Bay Boulevard-North	7	16	2	4	10
North Bay Boulevard-South	1	14	4	7	1
San Jose	1	6	4	5	6
Tangos	1	8	3	1	2
合計	37	120	58	72	62
ランク付け			3	1	2

出典: JICA 調査団

本 SAPS 調査での社会調査結果を基にカマナバにおける洪水対策と排水改良についての意見やコメントを以下に列記する。

- ・ 大規模堤防や洪水対策プロジェクトの実施、継続
- ・ 洪水対策用ポンプ施設の改善と適切な維持管理
- ・ 住民への洪水への対処に関する教育
- ・ 水路や排水路の定期清掃
- ・ 河川と河口の浚渫
- ・ 洪水対策の効果的な計画、実施、監視および評価
- ・ 政府な迅速な行動と適切な予算配分
- ・ ゴミの分別と適切な廃棄の確実な実施
- ・ 地域住民による排水路の清掃
- ・ 水門の建設
- ・ 洪水対策事業の完成

これまでのカマナバ事業の実施によって、事業地域の住民は彼らの生活の一部として洪水対策や排水改良についてより真剣に考えるようになってきていると考えられる。

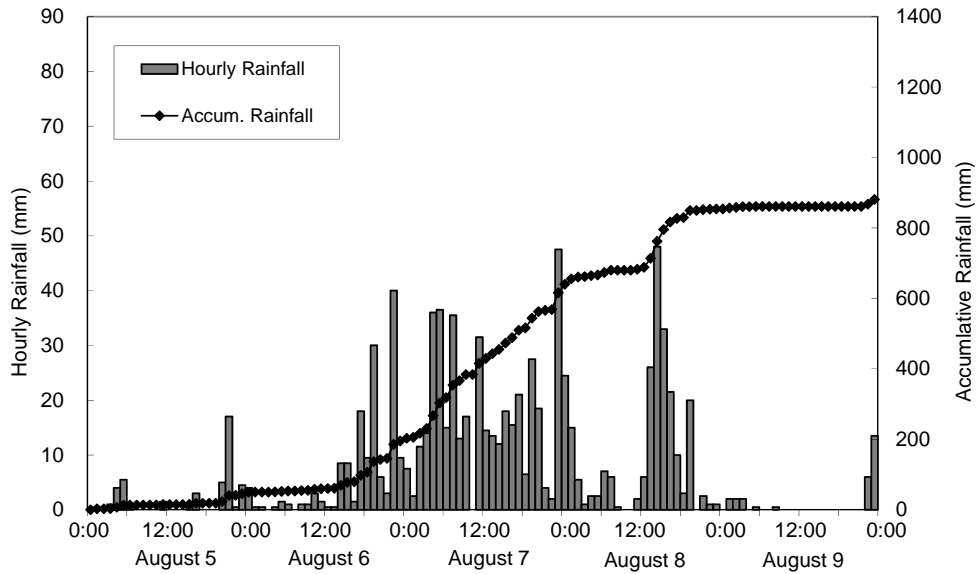
5. 2012年モンスーン時の洪水の詳細分析

5.1 はじめに

2012年8月モンスーン時に発生した洪水の技術的な背景について、計画段階での想定と現状との隔たりを確認・分析し検証を行った。分析に用いたデータや情報は、関連する既存調査の結果を用いるなどして効率的に収集した。

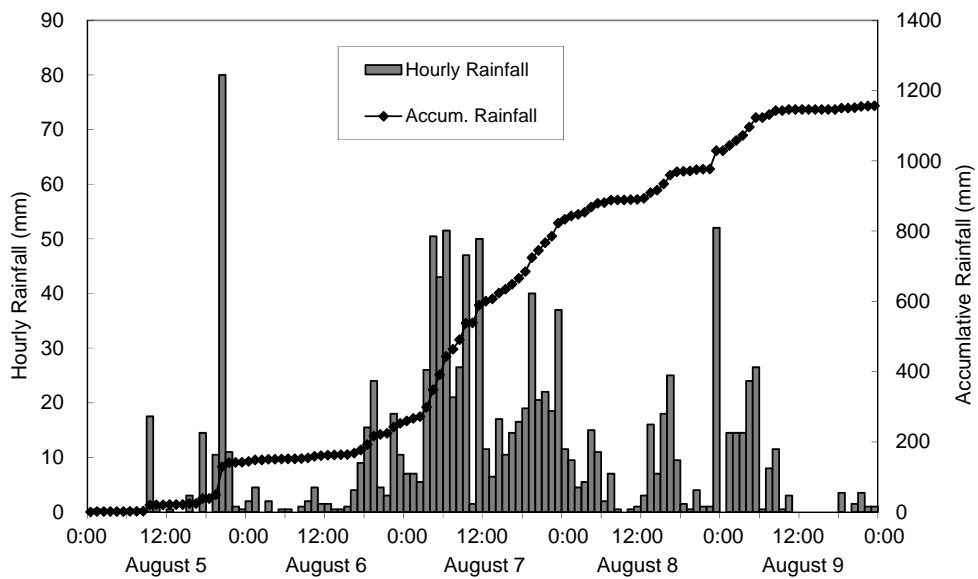
5.2 降雨

2012年モンスーン時の事業地域周辺の総降雨量は、以下に示す通り極めて大きいものであった。



出典: JICA 調査団

図 5.2.1 2012年モンスーンでの Port Area 観測所での降雨状況



出典: JICA 調査団

図 5.2.2 2012年モンスーンでの La Mesa ダム観測所での降雨状況

上記データに基づき整理した最大時間雨量と最大二日雨量（最大 48 時間雨量）を下表に示す。

表 5.2.1 2012 年モンスーン時の最大二日雨量と最大時間雨量

対象 洪水	観測所	最大二日 (48 時間) 雨量 (mm/2 日)	最大時間雨量 (mm/時間)
2012 年 モンスーン	Port Area	737.5	48.0
	La Mesa ダム	792.0	80.0

出典: JICA 調査団

2001 年の詳細設計時に Port Area 観測所の降雨強度データを基に計算された確率雨量を下表に示す。このデータと比べると、2012 年モンスーン時の Port Area 観測所の二日雨量 737.5mm は概ね 500 年確率降雨に相当すると言える。

また、最大時間雨量は、Port Area 観測所では 48mm、La Mesa ダム観測所では 80mm であり、事業地域内の降雨強度は 10 年確率と同等以下であったことが分かる。

以上より、2012年モンスーン時の洪水については、河川洪水に対する設計降雨である30年確率降雨および内水氾濫に対する設計降雨である10年確率降雨をはるかに超える規模であった、長期降雨がその主要因の一つであったと言える。

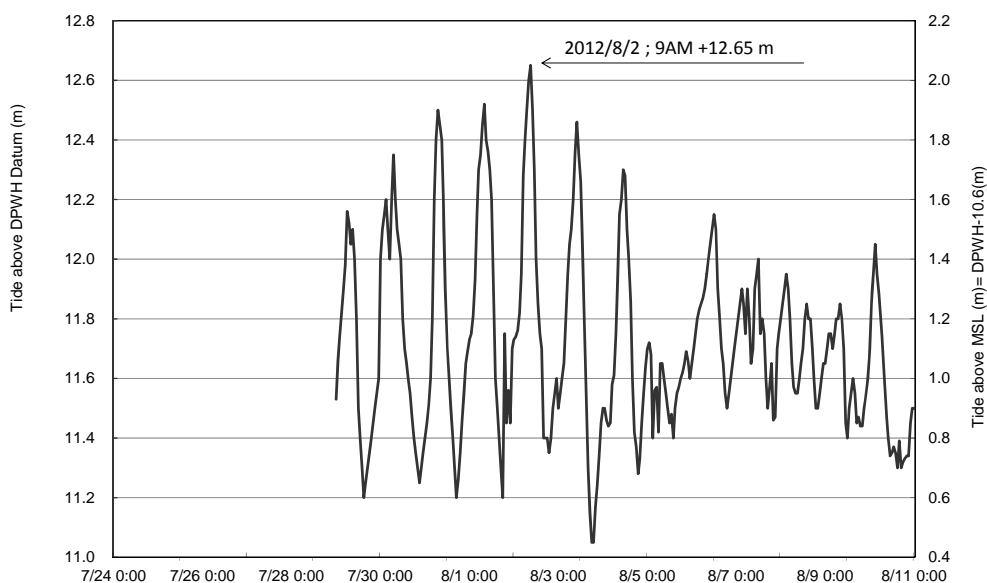
表 5.2.2 2001 年詳細設計時の降雨確率分析結果

	各種確率年での確率降雨							
	500 年	10 年	50 年	30 年	20 年	10 年	5 年	2 年
二日雨量(mm/2 日)	750.6	601.4	536.8	489.0	450.8	384.2	314.8	210.0
時間雨量(mm/時間)	131.4	109.8	100.5	93.6	88.1	78.4	68.4	53.3

出典: JICA 調査団

5.3 潮位と高潮

マラボン川の河口近くに位置する Bangkulasi ポンプ場で、2012 年 8 月 2 日午前 9 時に最大潮位 12.65m (DPWH 基準面標高) が観測された。なお、詳細設計時の最大潮位 (設計最大潮位) は 12.10m (DPWH 基準面標高) であった。Bangkulasi ポンプ場の 2012 年 7 月 28 日から 8 月 10 日までの潮位を下图に示す。



出典: JICA 調査団

図 5.3.1 2012 年モンスーン時の Bangkulasi ポンプ場での観測水位

PAGASA より収集した情報によると、2012年モンスーンの Port Area 観測所での最大6時間風速である 11.0m は7月29日に記録されている。しかしながら、8月2日の最大潮位時については、このような極めて高い潮位の発生を説明し得るいかなるデータや記録も見つからなかった。

一般的に、歴史的な（異常な）潮位は風や低気圧といった他の気象条件に関係して発生する。この点から見て、記録された最大潮位（+12.65m（DPWH 基準面標高））は実際に生じたものと考えられるものの、高潮などの他の気象条件からはこれを確認あるいは説明することができない。

5.4 河川水位

図 5.4.1 は、マラボン市の技師が撮影した 2012年8月2日の高潮位時の写真である。撮影場所は C-4 橋の下流の右岸側で、河口からの距離は 1km ほどである。水面下にある洪水防御壁の天端高は 12.60m（DPWH 基準面標高）であった。これより、最大潮位は 12.60m（DPWH 基準面標高）以上であったことが分かる。



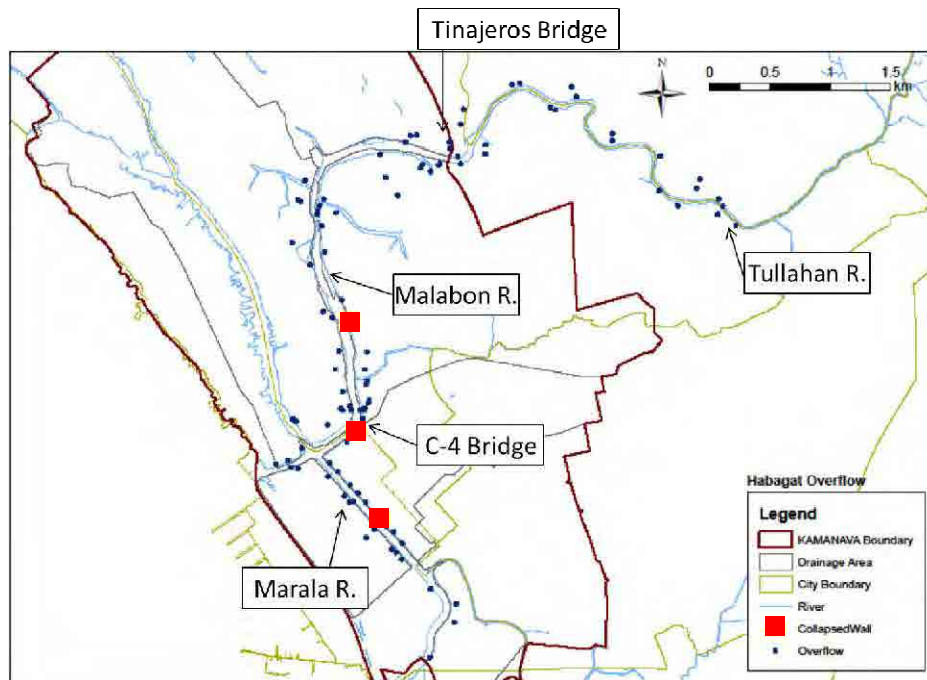
図 5.4.1 マラボン川右岸側 C-4 橋での 2012 年 8 月 2 日の高潮位



図 5.4.2 マラボン川左岸側 C-4 橋での 2012 年 8 月 2 日の高潮位

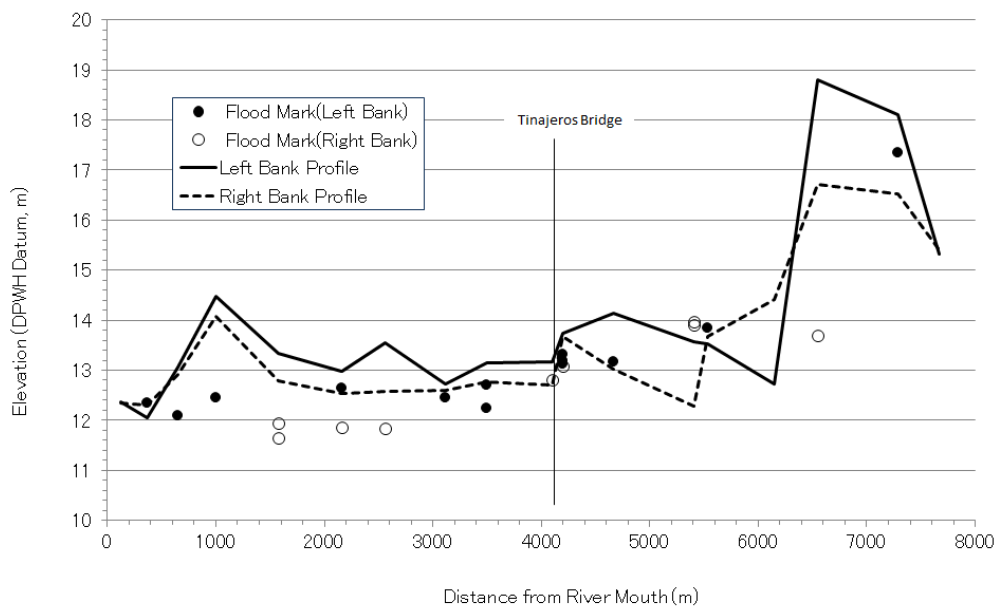
下図は、調査団が実施した洪水痕跡調査において、2012年洪水時に越水が生じたとの回答を住民より得た箇所を示したものである。マララ川およびマラボン川で越水が生じたことが分かる。

また、下図に示す Tinajeros 橋の上流のトゥリヤハン川においても、2012年モンスーン時に氾濫が起きていたことは指摘されるべき点である。



出典: JICA 調査団

図 5.4.3 2012年モンスーン時に越水が生じたあるいは洪水防御壁が倒壊したとの回答を得た箇所



出典: JICA 調査団

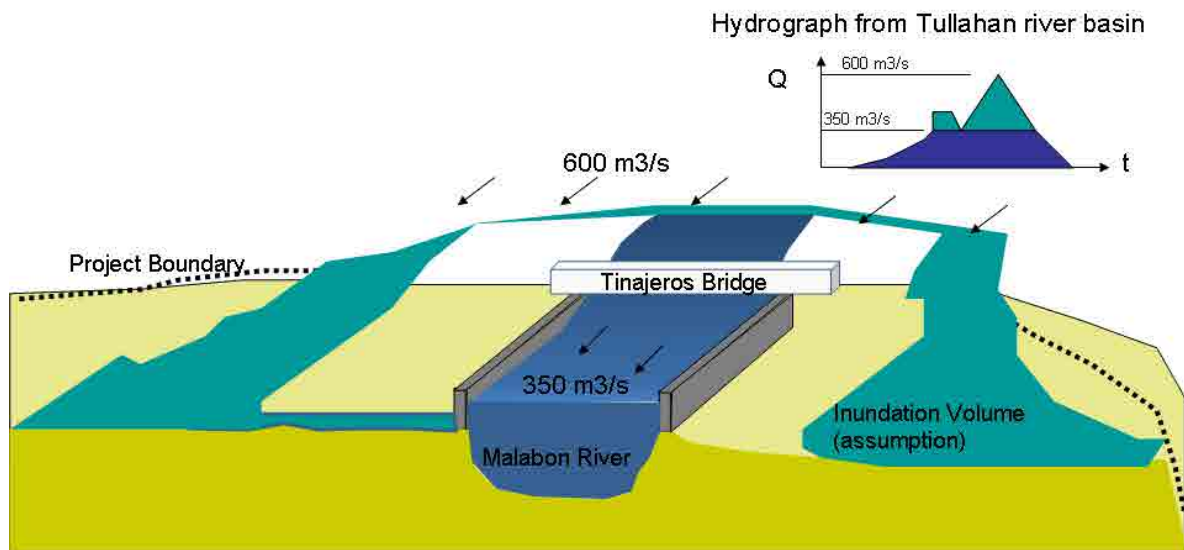
図 5.4.4 2012年モンスーン時のトゥリヤハン-テネヘロス-マラボン川沿いの洪水痕跡高

図 5.4.4 は本 SAPS 調査の地形測量結果¹を基に作成したトゥリヤハン-テネヘロス-マラボン川の洪水痕跡高の縦断図である。Tinajeros 橋での洪水防御壁の設計天端高は 13.2m (DPWH 基準面標高) で、設計洪水は 12.4m (DPWH 基準面標高) であるが、洪水位はこの橋で堤防高を上回っていた。

図 5.4.5 に模式的に示したように、トゥリヤハン川区間の洪水は 2012 年モンスーン時には氾濫しながらカマナバ事業地域の境界であるマラボン川直上流の Tinajeros 橋に到達した。

マラボン川の河道の流下能力は十分でないためマラボン川を流下できる洪水流量は限られている。よって、河道の流下能力を超える流量は事業地域外に流れるとともに、事業地域に地表流として流入してきた。

この地表流 (洪水による氾濫水) は排水区に流入したが、そのような排水区への氾濫水の流入は、カマナバ事業の設計では仮にそれが設計規模以下であったとしても想定していなかったものである。



出典: JICA 調査団

図 5.4.5 カマナバ事業境界での洪水状況

5.5 地盤沈下

詳細設計の主設計報告書の 61 頁で、水門の設計では 0.20m の地盤沈下を想定し、設計流量に対する余裕高にこの想定沈下量を加えると書かれている。これは、30 年間の平均年間地盤沈下量 0.65cm から計算されたものとみられる。

カマナバプロジェクト管理事務所によると、DPWH は事業地域の地盤沈下についての情報は持っていないとのことである。

参考までに、NAMRIA は TECHNICAL REPORT GGD-001 として、一等測地測量：2011 年マニラ首都圏標高変化測定を発行している。マニラ首都圏一等測地測量プロジェクトは、既知の基準点の標高の変化を確認することと、必要に応じて新規の基準点を設置することを目的として実施したものである。マニラの Port Area の潮位基準点 (TBM-66) が、地域の岩質を検討した上で、昔からある基準点の変化 (標高の違い) を検討するにあたっての調査の基準として使われている。調査結果によると、Navotas, Caloocan, Tondo, Binondo, Sampaloc (Manila), Malabon と Pateros における基準点で大きな標高の変化 (地盤沈下) が見られるとのことであった。

NAMRIA 報告書と JICA 調査団による NAMRIA へのインタビューによると、3 章に示したように、事業地域の最大地盤沈下量はナボタス市の過去 40 年間で 1.2m であった。ナボタス市でこの 1.2m

¹ 本縦断図は GM-3FA 基準点に基づく値であり、詳細設計時の測量基準点とは異なる。

はナボタス地域内の値として報告されているが、他の調査個所では40年間で0.3mから0.9mを示している。つまり、平均地盤沈下量は年間1.5cm(=(0.3+0.9))程度と考えられる。

表 5.5.1 想定地盤沈下量の比較

設計/現状	内容	出典
詳細設計時 (2001年) の想定	1965年以前: 0 cm/年 1965 - 1979: 2.07 cm/年 1979 - 1990: 0.65 cm/年	主設計報告書 6 頁
2012年 モンスーン時	ナボタス地域での40年間の地盤沈下量は1.2m (3 cm/年)	NAMRIA

出典: JICA 調査団

事業地域での JICA 調査団の現地踏査によると、対象地域は全般的に地盤沈下傾向を示していると考えられる。

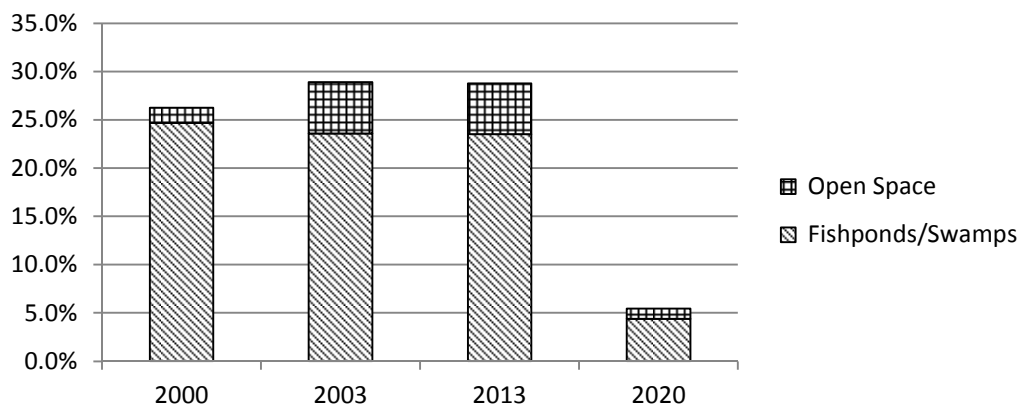
つまり、現在の地盤沈下の傾向は詳細設計時の想定を超えており、これが2012年モンスーン時の洪水状況に以下のさらなる負の影響をもたらしたと考えられる。

- 低平地の拡大 (浸水深の増加)
- 堤防および事業施設の沈下 (余裕高の減少)
- 橋梁の沈下 (クリアランスの減少)

5.6 土地利用

3.3 節に示した通り、2003年と2013年で土地利用に大きな変化は起こっていない。

図 5.6.1 は7つの排水区の合計面積に対する養魚池/湿地および空地の割合を整理したものである。2003年では、全事業地域における養魚池/湿地および空地の割合は28.3%であり、2013年では28.1%であった。詳細設計時には、2020年の将来土地利用におけるこれら養魚池/湿地および空地の割合は5%と予測されていた。



出典: JICA 調査団

図 5.6.1 7つの排水区の合計面積に対する養魚池/湿地および空地の割合の比較

詳細設計時に予測された2020年の土地利用と現状での土地利用との隔たりとしては、養魚池利用から居住地や工業地域への転換が予測されたようには進まなかったことが指摘できる。2020年の予測土地利用では、養魚池の多くは居住地や工業地域に転換される想定であった。洪水被害の深刻さという点では、現在の土地利用傾向 (養魚池の残存) は負の影響は与えておらず、むしろ技術的には養魚池や空地が自然の貯水池として降雨や洪水流量を貯留することにより、洪水の影響を軽減しているといえる。

現在、養魚池の多くは Dampalit (マラボン市) にあり、この地区は 2012 年モンスーン時の輪中堤からの越流により被害を受けた。しかしこの養魚池としての土地利用によって、洪水時の物理的被害は軽減されたといえる。

5.7 建設工事の進捗

2012 年モンスーン時で、表 5.7.1 に示す通り、諸条件により幾分の調整はあったものの、もともとのカマナバ事業計画は終了していた。調整事項はすべて詳細設計時に想定されていたものであり、施工段階でそれらは公式に 2006 年 6 月の変更命令で処理された。

2 章に示した通り、マラボン川の北側には北ナボタス航行水門のポンプ場一つしかない。仮に延期された 2 つのポンプ場が建設されていれば、Dampalit と South Pinagkabalian 排水区の内水氾濫は軽減できた可能性がある。しかしながら、養魚池から他の用途 (居住地や工場地域など) への土地利用の転換が、Dampalit と South Pinagkabalian 排水区におけるポンプ場の効率的・効果的な運用のための前提条件であり、その前提がなされなかったがゆえに 2 つのポンプ場は延期されることになった。つまり、2012 年モンスーン時には事業の全ての計画工事が完了しており、工事進捗による洪水被害への影響はなかったといえる。

表 5.7.1 事業の主要土木工事

工事種目	計画	2012年8月時点
マラボン川北側		
輪中堤の建設	8.6 km	8.6 km
洪水防御壁の嵩上げ (マラボン川の右岸)	4.4 km	3.5 km
航行 (潮位) 水門 (潜水ラジアル・ゲート) の建設	25 m (幅) 9.0 m (喫水)	25 m (幅) 9.0 m (喫水)
洪水制御水門の建設	5箇所	5箇所
ポンプ場と洪水制御水門の建設	2箇所 (5.2 m ³ /sと 5.3 m ³ /s) 建設延期	建設延期
ポンプ場のみの建設	1箇所 (13.0 m ³ /s)	1箇所 (13.0 m ³ /s)
マラボン川南側		
洪水防御壁の嵩上げ (マラボン川の左岸)	3.9 km	3.9 km
洪水防御壁の嵩上げ (ナボタス川とマララ川)	4.1 km	3.2 km
洪水制御水門の建設	1箇所	1箇所
ポンプ場と洪水制御水門の建設	4箇所(合計34.5 m ³ /s) 及びCatmonポンプ場併設の新規調節池(6.0ha)の建設	4箇所(合計34.5 m ³ /s) 及びCatmonポンプ場併設の新規調節池(6.0ha)の建設
既存排水路の改修	合計6.4 km	5.6 km
新規排水路の建設	1.8 km	2.1 km

出典: カマナバ地区洪水制御・排水改良事業完了報告書 (2013 年 1 月)

5.8 DPWH と LGU による関連工事の進捗

2 章に示した通り、カマナバ事業を補完する DPWH と LGU による関連プロジェクトは、Bangkulasi 橋、Tonsuya 橋、Lambingan 橋と Tinajeros 橋の嵩上げである。

(1) 橋梁の嵩上げ

2012 年モンスーン時では、これらの橋梁は以前の状態のままであった。

水理計算によると、既存の Lambingan 橋は 2012 年モンスーン時に背水効果によって上流の水位に影響を与えた。橋梁のクリアランスが狭いため上流からのごみが橋に引っ掛かり、橋梁断面の流下能力を減少させた。

(2) 二次・三次排水路の改修

現在でも、マラボンおよびナボタス市ともに資金不足のため大規模な新規排水路の整備は行えていない。このため、ポンプ場をはじめとする事業の施設が十分に機能を発揮できない状態にある。

(3) 廃棄物管理

LGUによる廃棄物管理の取り組みは現時点では改善段階にある。マラボン市の技師によると、2012年の洪水時には、Lambingan 橋に上流のトゥリヤハン流域からの多くのごみが溜まり、排水効果により上流側に洪水を引き起こしている。

上記状況を下表にまとめた。

表 5.8.1 DPWH と LGU による関連プロジェクトの進捗概要

内容	計画 (2000)	2012 年 8 月時点
DPWH による橋梁の嵩上げ	Bangkulasi	未実施
	Tonsuya	未実施
	Lambingan	工事中
	Tenejeros	未実施
LGU による二次・三次排水路	定量的には示されず	部分的に実施
LGU による廃棄物管理	定量的には示されず	実施中

出典: JICA 調査団

5.9 水門とポンプ場

2012 年モンスーン時には、South Pinagkabalian、Muzon、Navotas、Longos、Kailugan 及び Pinagkabalian 水門が運転されており、洪水時には水門は閉じられた。

北ナボタス航行水門も同じく運転されており、洪水時には閉じられた。

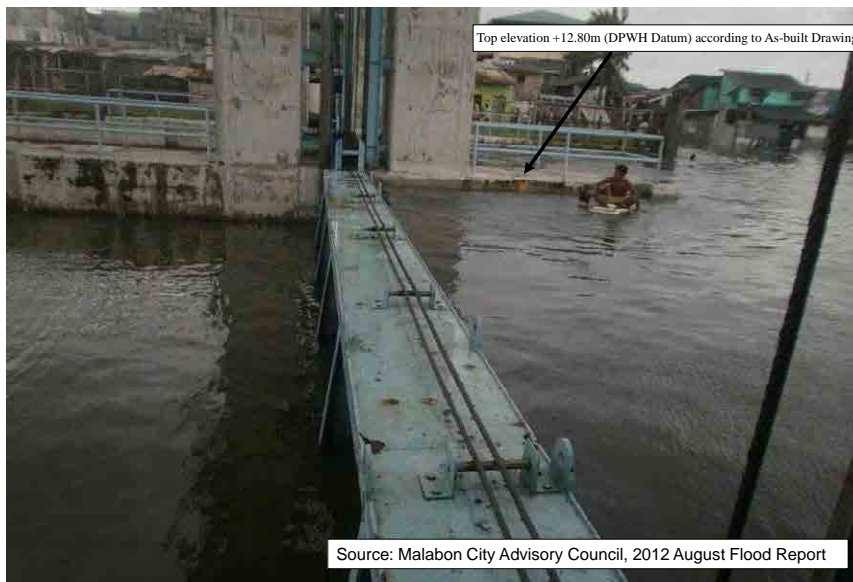


図 5.9.1 2012 年 8 月 1 日のナボタス水門

カマナバ事業で建設されたポンプ場の運転開始水位に関しては、全 5 箇所ポンプ場で詳細設計時の提案値よりも高い水位で運転が開始されるようになっていた。詳細設計では運転開始水位は 10.50m (DPWH 基準面標高) であった。つまり、実際のポンプ運転は詳細設計で想定していたよりも多くの浸水を許すものであった。

また、Catmon、Bangkulasi および Spine ポンプ場は、2012 年の洪水時には常に 100%のポンプ能力

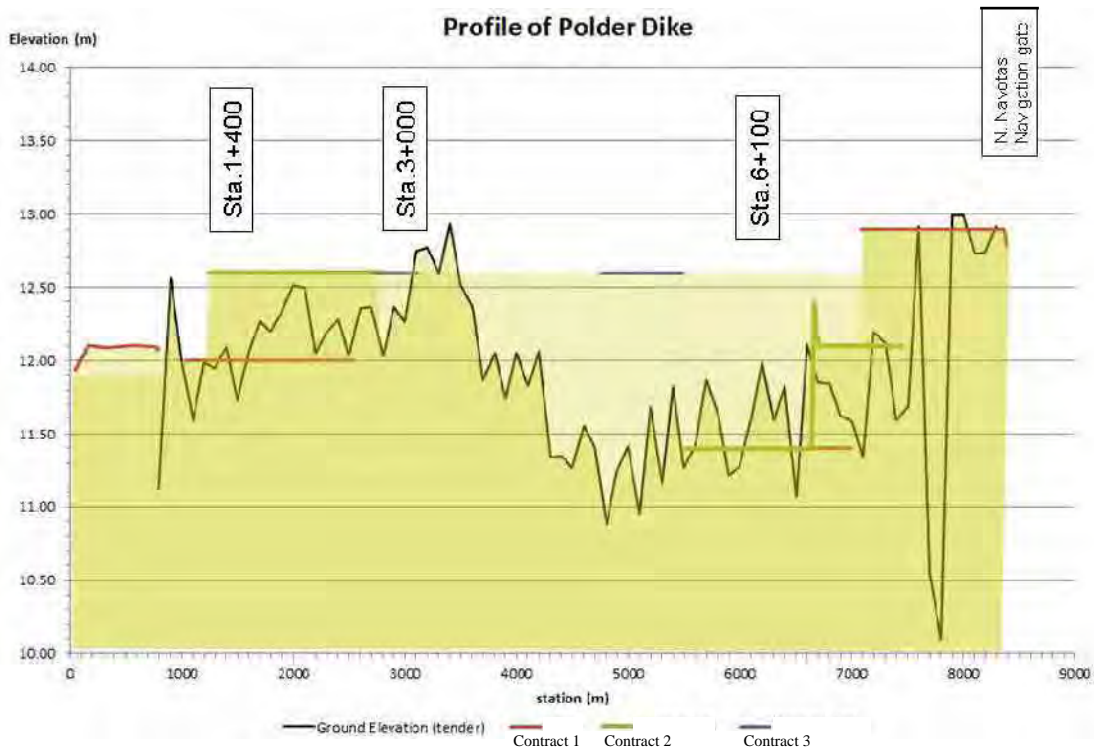
で運転できたわけではなかった。ポンプ能力を最大限発揮することを妨げた要因としては、二次・三次排水路の詰まり（不十分な通水能力）、長時間運転によるポンプの機械トラブル、川側の水位の高さ、などが考えられる。仮にポンプが100%機能していればより大きな浸水軽減効果があったかもしれないものの、ポンプの運転によって事業地域の浸水量が軽減され、浸水による水位が深刻な高さに至るまでの時間を遅らせた効果があったことは確かである。

5.10 その他

5.10.1 事業地域外からの洪水の流入

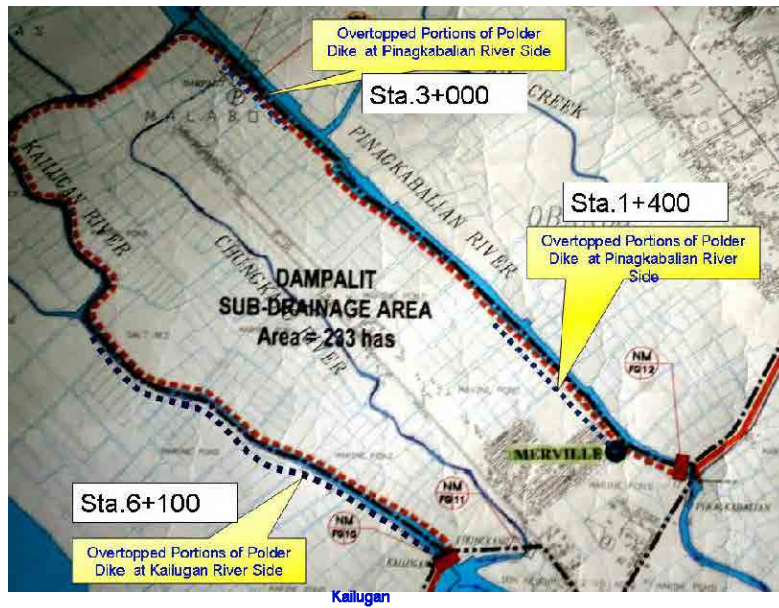
2012年モンスーン時に、輪中堤は設計通り完成していたが、図5.10.1および5.10.2に示した通り、3か所で事業地域外からの越水があった。Bangkulasiポンプ場での最大潮位は+12.65m（DPWH基準面標高）であり、輪中堤の天端高は+12.60m（DPWH基準面標高）であった。つまり、堤防の沈下や浸食により一部天端の低い箇所があり越水が起きたものと考えられる。

このような事業地域外からの越水は、カマナバ事業の設計時には、特に防御地域の内水氾濫では考慮していなかったものである。よって、事業地域での洪水はこれによって悪化したと言える。



出典: JICA 調査団

図 5.10.1 2012年モンスーン時の輪中堤縦断面図



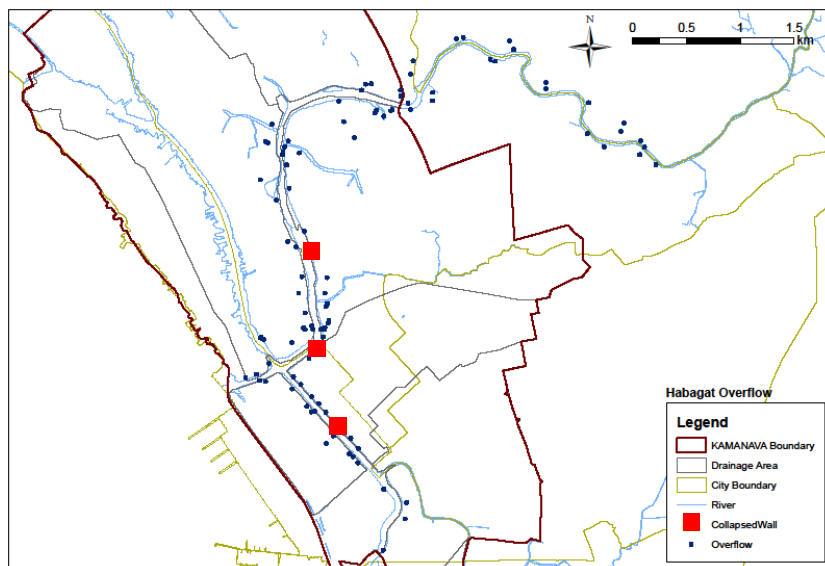
出典: マラボン市

図 5.10.2 2012 年モンスーン時の輪中堤からの越水箇所

5.10.2 洪水防御壁の倒壊と漏水

2012 年モンスーン時に、洪水防御壁は設計通りに完成していたが、図 5.10.3 および図 5.10.4 に示す通り、3 か所で洪水防御壁が倒壊し河川からの越水が起きた。Bangkulasi ポンプ場での最大水位は+12.65m (DPWH 基準面標高) であり、マラボン川とマララ川沿いの洪水防御壁の天端高は+12.60m (DPWH 基準面標高) であった。洪水防御壁の基礎が十分でなかった箇所では倒壊が起きたものと考えられる。

このような河川からの越水は、カマナバ事業の設計時には、特に防御地域の内水氾濫では考慮していなかったものである。よって、事業地域での洪水はこれによって悪化したと言える。



出典: JICA 調査団

図 5.10.3 2012 年モンスーン時に越水が生じたあるいは洪水防御壁が倒壊したとの回答を得た箇所



図 5.10.4 マララ川左岸の倒壊した洪水防御壁

5.11 総合評価

5.11.1 分析

上述した各種要因を基に、カマナバ事業完成後の 2012 年モンスーンで生じた洪水について以下に説明する。

二日雨量及び極めて高い潮位は共に設計規模を超えていた。おおよそ 500 年確率規模と評価される二日雨量は、Tinajeros 橋上流地点において 2012 年 8 月 6 日にピーク流量 $600 \text{ m}^3/\text{s}$ をもたらした。なお、トゥリヤハン川はこの流量を流すのに十分な流下能力がなく、洪水流はトゥリヤハン流域を氾濫しながら流下してきた。マラボン川の設計流量は 30 年確率相当の $450 \text{ m}^3/\text{s}$ であるが、マラボン川河床の浚渫が行われていなかったため、マラボン川の当時の通水能力は $450 \text{ m}^3/\text{s}$ を下回る $350 \text{ m}^3/\text{s}$ であったと推定される。

従って、マラボン川の河道では収まりきれなかった流量は事業境界を越えてマラボン川の両側を広がりながら流下した。このような事業境界を越えた氾濫水はカマナバ事業の設計時には考慮されていなかったものであり、Catmon や Spine といった排水区のポンプ場に影響を与えた。

また、マラボン川の水位に関しては、通水能力不足と Lambingan 橋の背水効果により、ピーク流量時に水位は洪水防御壁の天端高に迫るまでに上昇した。これにより、South Pinagkabalian や Catmon 排水区では、マラボン川からの越水が生じた。

他の特異な要因としては、Bangkulasi ポンプ場で 2012 年 8 月 2 日に観測された $+12.65 \text{ m}$ (DPWH 基準面標高) という極めて高い潮位があった。この潮位はマラボン川下流やマララ川の洪水防御壁の天端高を上回るものであり、河川からの越水が生じた。この越水はカマナバ事業の設計時には考慮されていなかったものであり、Bangkulasi、Catmon や Spine といった排水区のポンプ場に影響を与えた。

また、事業地域の北部では、輪中堤の 3 か所で越水が起きた。

設計規模を超えた上記現象に加え、2012 年 8 月の洪水時にはマラボン川とマララ川沿いの 3 か所で洪水防御壁が倒壊した。

Bangkulasi、Catmon および Spine ポンプ場は 2012 年 8 月 6 日までは適切に稼働していたが、排水区への河川からの流入により浸水深が増加し、すべてのポンプで内水位を下げるには能力が足りない状態となった。

こうして、2012 年モンスーン時には事業の洪水防御・排水改良施設が完成していたにもかかわらず

ず、事業地域の大部分が浸水することとなった。

5.11.2 評価

カマナバでの 2012 年モンスーン時の洪水は、河川洪水と内水氾濫の双方から見て設計規模を大きく超えるものであった。事業地域の時間雨量は設計規模と同等程度であったが、浸水量と浸水位設計の想定をはるかに超えていた。よって、Maypajo と Catmon ポンプ場では、洪水のピーク時に運転を行うことができなかった。

2012 年モンスーンは 7 月の終わりに始まった。初期にはカマナバ事業地域の洪水制御・排水改良施設は適切に機能していた。しかし、8 月 2 日の後の未曾有の状況で、施設は歴史的にも極めてまれな外力に対応することができなかった。決定的な要因は自然要因であり、不測の問題は洪水防御壁の倒壊のみであった。

結論として、2012 年モンスーン時の未曾有の状況で事業地域の大部分が浸水したものの、事業は 2012 年モンスーン時の事業地域の洪水被害の軽減に大きく寄与したと言える。これは、事業が実施されなかった条件と比べて、事業の効果により、事業地域の平均的な浸水量を 68%減少させ、また浸水位が危険な高さに至るまでの時間を最大で約一日程度遅らせることができたと評価し得るためである。

6. 提言

6.1 はじめに

前章までで、2001年以来のカマナバ事業の進捗を確認し、また現地調査や事業に関する様々な資料を基に事業地域の現状を確認した。続いて、2009年台風オンドイと2012年モンスーンによる洪水に関して、事業地域で何が起こったのか、台風やモンスーンの来襲時にはカマナバ事業はほとんど完成していたにも関わらずなぜこのような深刻な洪水が起こったのかを確認した。さらに、カマナバ事業の効果は事業が行われた条件と行われなかった条件とを比較して分析を行い、これによって、ポンプ場、水門、輪中堤、洪水防御壁及び排水路改良は大きな効果があったことを明らかにした。しかしながら、事業で意図した便益や効果を達成するためには、改良すべきいくつかの問題が残っている。また、カマナバ事業の持続性を担保するためには、事業の効果を高めるためにステークホルダー間で解決すべき課題もある。

前章までで示した知見や分析に基づき、DPWHに対して以下の提言を行う。DPWHがLGUをはじめとする事業に関係するすべてのステークホルダーと本提言について調整をし、優先度が高い事業の早期実施と、他の全ての提言事項の実施計画を具体化することを期待する。

表6.1.1は、提言項目を、関係するステークホルダーを併記して表にまとめたものである。表では、提言を「事業で意図した便益や効果を達成するための提言」と「事業の便益や効果をさらに高めるための提言」の二つに区分して整理した。基本的に、本表の提言は、DPWHが実施するもの、あるいはDPWHがLGUおよびその他のステークホルダーと調整を行うものを示しており、また表中には、各提言の2014年初めの現況も示した。加えて、各提言の優先度、想定される実施計画も示している。実施中や計画済みの項目については、マラボン川の浚渫を始めとして高い優先度を与えた。

表 6.1.1 提言一覧

目的	活動、DPWHによる働きかけ			担当機関			2014年での現状	優先度	実施工程		
									2014-16	2017-20	
事業で意図した便益や効果を達成する	a	調整	事業の情報交換のための全関係機関での半年に一度の定期会合	DPWH	LGU			高	■■■■		
		実施	洪水防壁などの構造物対策の計画、設計、実施のための調整	DPWH	LGU			高	■■■■		
	b	実施	マラボン川のLambingan橋の架け替え	DPWH			実施中	高	■■		
		実施	マラボン川のBangkulasi、Tonsuya、Tinajeros橋の架け替え	DPWH			計画済み	高	■■		
	c	実施	ナボタス川の航行ルートの変遷	DPWH	LGU			中	■■■■	■■■■	
		実施	ナボタス川の分岐点からTinajeros橋までのマラボン川河床の変遷	DPWH			計画済み	高	■■	■■	
	d	確認	マラボン市、特にDampalit地区の将来土地利用計画		LGU			高	■■		
		実施	輪中堤の道路堤防への改良	DPWH				高	■■		
		実施	マラボン川北側の延期されたポンプ場の建設	DPWH				高	■■		
	e	廃棄物管理	管理	カローカン、バレンズエラ、ケソン市等上流のLGUを含む広域廃棄物管理		LGU		高	■■		
	f	排水路の改修	促進	二次・三次排水路の改修		LGU		高	■■■■	■■■■	
			維持	既存排水路（変遷）		LGU	バランガイ	実施中	高	■■■■	■■■■
	g	モニタリング	モニター	洪水状況、小規模ポンプ場やゲートの運転		LGU	バランガイ		中	■■■■	■■■■
			実施	Bangkulasiポンプ場と北ナボタス航行水門での潮位観測	DPWH			実施中	高	■■■■	■■■■
事業の便益や効果をさらに高める	a	実施	マラボン川とマララ川沿いの洪水防壁の嵩上げ／補強	DPWH			実施中	高	■■■■	■■■■	
		実施	テネヘロス・トゥリヤハン川沿いのTinajeros橋からMacarthur高速道路までの河川改修工事	DPWH			実施中	高	■■■■	■■■■	
		実施	ナボタス沿岸堤防の建設	DPWH			実施中	高	■■■■	■■■■	
	d	事業の機能向上のための調査／設計	調査/設計	マニラ湾側の北ナボタス航行水門の堆砂対策	DPWH				中	■■	
			調査/設計	現場の雨水貯留対策	DPWH				中	■■	
			承認/改修	Longosのポンプ施設	DPWH	LGU			高	■■	
	e	モニタリング	実施	水門やポンプ場のオペレーターの能力強化	DPWH			実施中	中	■■■■	■■■■
			実施	テネヘロス川とマラボン川の流量観測	DPWH				高	■■■■	■■■■
			実施	北ナボタス航行水門、Pinagabalian水門、Muzon水門、Catmonポンプ場、Spine、Maypajo、Bangkulasiポンプ場での降雨観測	DPWH	LGU	バランガイ		高	■■■■	■■■■
	f	土地利用規制	促進	調整池周辺の土地利用規制		LGU	バランガイ		中	■■■■	■■■■
		教育と情報共有	促進	水防活動の強化（輪中堤地域での土嚢の保管など）		LGU	バランガイ		高	■■■■	■■■■
		促進	バランガイへの事業情報の提供		LGU	バランガイ		高	■■■■	■■■■	

■ 構造物対策
■ 非構造物対策

出典: JICA 調査団

6.2 事業で意図した便益や効果を達成するための提言

(a) ステークホルダー間の調整

事業の意図した便益や効果を達成するための第一の提言として、調査団はステークホルダー間の調整について評価と提言を以下のように表明する。

評価	提言
<p>LGU やコミュニティ等ステークホルダーは、事業準備／実施の段階において DPWH からステークホルダーへのより活発な調整／協議及び情報共有がなされるべきであったと評価している。そのために、LGU 関係者およびコミュニティ等ステークホルダーとの協力体制の確立は一つの課題となっていた。しかし、LGU 関係者とコミュニティの住民は、SAPS 調査のワークショップ等を通じた DPWH のこれまでの事業に関わる調整、協議ならびに情報共有への努力に対して感謝の意を表明し、今後の DPWH の洪水対策事業への積極的な協力を約束した。</p> <p>SAPS 調査を通じて、DPWH、LGU、コミュニティおよび MMDA を始めとする関係機関の間のコミュニケーションは予め準備された会議の機会が提供されれば非常に活発化することが明らかであった。さらにそのような会議が定期的で開催されると、情報交換の濃さが一層高まることが認められた。</p>	<p>DPWH は事業に関する情報交換を目的として関係するすべてのステークホルダー（LGU、MMDA、コミュニティ）との定期的な（6 ヶ月に 1 回）会合を開催する。DPWH は、各ステークホルダーのメンバーを固定するためにワーキンググループを組成する。最も重要なステークホルダーは、事業地域内のマラボン市やナボタス市などの LGU と MMDA である。また、DPWH は他の組織、例えば NAMRIA や PAGASA を定期会議の議題に応じて招くべきである。会議に招待すべき人材としては、市の技師、環境や都市計画担当責任者、および事業で影響を受ける balan-gai の代表者が挙げられる。</p>

上記のような DPWH、LGU、MMDA との間の定期会合においては、事業の関連施設に関する調整が必要であり、例えば以下の様な議題が想定される。

議題 1 本事業の施設とローカルの施設間の調整

嵩上げされた洪水防御壁の位置においては、事業地域は人口密度の高い都市化された地域であり、小規模排水ゲートや開口部などの各種構造物との取り合いが発生している。

DPWH は事業の施設と地域の構造物について LGU と調整すべきである。例えば、事業の洪水防御壁と地域のゲートの接続について洪水防御壁の機能障害を避けるためにも確認する必要がある。

議題 2 現場状況に関する情報の共有

Longos 水門の前面（川側）にある MMDA の古いポンプ施設が、水門の排水機能に影響している。

DPWH は LGU と情報共有し、必要な対策をとる必要がある。Longos 水門の前面の古いポンプ施設は DPWH とマラボン市との調整の下、すぐに取り除く必要がある。

議題 3 現行事業や計画調査プロジェクトに関する情報の共有

現在、実施中の事業／追加工事、関連調査の多くは LGU が DPWH に要望をしたものである。DPWH はそのような工事や調査の進捗状況の情報を定期会議の場で LGU や他のステークホルダーと共有するべきである。また、DPWH によって観測された水文データは月単位や季節単位で取りまとめ、会議の場で共有されるべきである。

このような定期会議で共有される情報は以下のようなものである。

- 現行事業と計画されている事業の進捗
- （例えば）ナボタス排水区の排水システム改善計画の調査結果・進捗状況
- 水文観測結果（潮位や河川水位の観測記録）

議題 4 事業地域の施設の統合運用へ向けての準備作業

本事業で設置された施設と他のステークホルダーによる水理構造物の統合的な運用システムは、将来において施設の効率的な運用と事業地域の洪水予警報とのリンクにおいて期待される。そのような将来の計画へ向けて、第一段階として、下記のようなデータの準備、解析、そして本格的調査が必要であり、DPWH によって主体的に進められるべきである。定期会議において下記の項目が議論され、1つ1つ確認されて、実施に向けた予定が全てのステークホルダー間で準備されることが期待される。

- ローカルの水門/ポンプ施設のインベントリー作成（施設の基本スペックを含む）
- 個々の水門とポンプ場の運転記録の収集
- 水門とポンプ場の運転記録の分析と評価
- 水門とポンプ場の想定できる統合運用の調査

(b) 橋梁の架け替え

カマナバ事業の前提条件の一つとして、Catmon バランガイ近くの Lambingan 橋の架け替えが行われている。橋梁架替に関する SAPS 調査団の評価と提言を以下に記す。

評価	提言
2014 年初めの段階で、Bangkulasi、Tonsuya および Tinajeros 橋についてはカマナバ事業の設計に従った架け替えあるいは補強は行われていない。	DPWH (NCR)は左記橋梁の架け替え・補強計画を進めている。DPWH は、それらを計画通りに実施すべきである。
マラボン川の Lambingan 橋の架け替え工事が実施中である。DPWH (NCR)の Lambingan 橋の設計図はカマナバ事業と異なる基準標高を用いている。よって、橋梁図面中の設計洪水水位がマラボン川の河道計画に沿っているのかどうかの確認ができない。	DPWH は、標高に関するステークホルダー間での齟齬を避けるため、DPWH 内で共通した測量基準点網を確立するべきである。
Bangkulasi、Tonsuya、Tinajeros 橋の架替に関する基本的な諸元は 2001 年詳細設計図書に記載されているが、橋梁の諸元が計画洪水水位に考慮されたか明確になっていない。橋梁が洪水水位に及ぼす影響は LGU の大きな関心時の 1 つとなっている。	DPWH は、Bangkulasi、Tonsuya、Tinajeros 橋の架替に際して、桁下の余裕を確認し、マラボン川の最新の、詳しい横断データを使って、橋梁地点上下流の洪水防御壁との整合性を調査するべきである。

(c) 河道浚渫

カマナバ事業を完全に機能させるため、30年確率設計流量に適切に対応するために、DPWHはナボタス川との分岐点から Tinajeros 橋までの区間のマラボン川河床の浚渫を行う必要がある。本工事に対し、SAPS 調査団の評価と提言を以下に記す。

評価	提言
<p>上流からの供給土砂の堆積等によりマラボン川の河床は計画河床に比べて高いことが2013年11月の調査で確認された。</p> <p>よって、設計洪水水位でのマラボン川の通水能力は設計流量以下であると見積もられる。これは設計流量の前提である河床の浚渫が事業期間に行われなかったためである。</p>	<p>DPWHはマラボン川河床の浚渫を行うべきである。現在のマラボン川では特に距離標2+200から3+500までが比較的浅い。DPWHはこれらの区間を実施計画において優先度を与えるべきである。</p>
<p>北ナボタス航行水門付近のナボタス川の水深が浅いため、ドックに支障を与えないよう、水門を閉鎖する水位を高くするようナボタス市の船舶使用者が要求している。しかしながら、水位を高くするとマラボン市の浸水が頻発することになり、またナボタス市の排水路への逆流が起きることになる。</p>	<p>DPWHはLGUと連携して、ナボタス川の維持浚渫に加え、水門閉鎖水位を高く維持できるように、ナボタス川両岸の洪水防御壁の嵩上げ、必要に応じて排水ポンプの増強を検討すべきである。</p>

(d) 延期工事の実施

カマナバ事業を完全に機能させるために、DPWHは当初計画にある延期工事を実施する、あるいは必要に応じて代替の計画を行う必要がある。

評価	提言
<p>事業の設計・施工段階で、現在の土地利用状況を鑑みマラボン川北側のポンプ場はやむを得ず延期され、そのため Dampalit と South Pinagkabalian 排水区には主要な排水用ポンプ場がなく、特にバランガイ Dampalit では養魚場の水位を調節するすべがなくなっている。</p> <p>マラボン市は延期工事を計画通りに早期に実施することを望んでいる。</p>	<p>DPWHは、養魚池や湿地地帯が開発されるかどうか、マラボン市の最新の土地利用計画を確認する。</p> <p>最新の土地利用計画が市街地であると確認できた場合、DPWHは以下のアクションを開始すべきである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 土地利用計画に応じた本事業の排水改良計画/設計の確認と必要な見直しの実施 2. 本事業に含まれていない対策の適用可能性の検討。例えば、調整池の活用や輪中堤のアップグレードなど総合的に検討する。
<p>輪中堤を道路堤防に改良する考えがあることが確認された。これは、開発者が養魚池を居住地や工業・商業地域に転換するにあたっての利便性を高め、当該地域の開発を促進することを目的とする。</p> <p>バランガイ Dampalit の人々は輪中堤をアップグレードしてサイクリングロードにする構想を持っている(2014年1月23日のWS)。</p>	<p>DPWHは輪中堤の利用用途について事業の計画を決定すべきである。その計画においてDPWH以下の事項を考慮すべきである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 当該地域は軟弱地盤上にあり、地盤の沈下や侵食に対する対策が必須となる。 2. マラボン市の輪中堤のアップグレードについて総合的な事業化調査を行う必要がある。

(e) 廃棄物管理

カマナバ事業を完全に機能させるため、LGU は事業地域の廃棄物管理の必要性を認識する必要がある。

評価	提言
<p>マラボン川において、2009 年台風オンドイ時に Lambingan 橋でゴミが引っ掛かり橋周辺に洪水を引き起こしたことがマラボン市より報告されている。</p> <p>また、排水路の詰まりによりポンプ場への流水が滞っているとも言われている。多くのゴミは上流から流下してきたものである。このため廃棄物管理は個々の LGU 単位で対処しきれない面がある。</p>	<p>DPWH はナボタス市やマラボン市およびカローカン、バレンズエラやケソンといった上流の LGU および MMDA と広域の廃棄物管理の観点から議論し協働する必要がある。</p>
<p>LGU との一連の協議により、事業地域の住民には廃棄物管理の意識が根付いている。しかし、より効果的な廃棄物管理のためには、住民の活動はコミュニティを基本として、組織的かつ継続的であるべきである。</p>	<p>DPWH は、2014 年 1 月 23-24 日に行ったワークショップのように廃棄物管理の重要性について LGU による情報周知を頻度よく促進するべきである。また DPWH は LGU と協力して、コミック（付属資料 4 参照）のような住民に分かりやすい教材を活用して廃棄物管理について教育を行うべきである。</p>

(f) 排水路の改修

カマナバ事業を完全に機能させるため、DPWH と LGU は事業地域の排水路（二次・三次排水路）の改修の必要性を認識する必要がある。

評価	提言
<p>二次・三次排水路の改修は事業で建設されたポンプ場を 100% 効果的に運用するための前提条件であり、LGU の責任で実施されるものと認識されるが、全ての工事の実施は資金不足の LGU にとって過剰な負担となる。</p>	<p>DPWH は LGU に対して排水システムの技術面の支援をするべく、LGU と協議し共同で取り組むべきである。DPWH は本事業で完成した排水路に関するすべての情報を LGU に提供すべきである。</p> <p>LGU における二次・三次排水路改修の財源については、DPWH は他地域の事例を収集すべきである（例えば補助金制度、都市浸水対策における民間セクターの関与など）。そして DPWH は事業地域におけるその事例の適用性を検討すべきである。</p>
<p>事業地域では、地域の排水路（側溝）の維持管理についての住民の意識は高い。</p>	<p>DPWH は LGU による情報開示を促進させ、また LGU と共同で、排水路の維持管理やゴミの処分が如何に効果的かについて継続的に人々への教育を行うべきである。</p>

(g) モニタリング

カマナバ事業を完全に機能させるため、DPWH は事業地域の現状や潮位をモニタリングする必要性を認識する必要がある。

評価	提言
<p>地域レベルの過去の洪水情報は DPWH には記録されていない。また、小規模な地域のポンプやゲートの運転記録は DPWH と共有されていない。これらの情報は事業の効果を継続的にモニターし、効果的な施設の運用維持管理を図るうえで非常に重要である。</p>	<p>DPWH は LGU と地域の状況に関する情報を把握・共有し、効果的に利用すべきである。</p> <p>DPWH は、そのような LGU との情報の共有を、上記(a)で提言した定期会合を通じて具体化するべきである。</p>
<p>Bangkalasi ポンプ場／水門や北ナボタス航行水門では外部の水位として毎時の潮位が計測されている。これらは事業地域の南部と北部にあたり、位置的にもよくバランスが取れている。</p> <p>しかし、観測されたデータは極めて貴重であるものの、データは NAMRIA のマニラ湾の潮位の比較に使われておらず、ステークホルダーと電子化された状態でも共有されていない。</p>	<p>DPWH は、Bangkalasi ポンプ場／水門や北ナボタス航行水門での潮位観測を NAMRIA の潮位データと比較するためにも継続するべきである。</p> <p>DPWH は、事業地域とマニラ湾の潮位の関係を調査するためにポンプ場／水門で観測した潮位データを NAMRIA の基準点に基いて換算をすべきである。</p> <p>DPWH は、観測した潮位データを電子化して蓄積し、事業の施設の効率的な運用と将来の設計の見直しに役立てるように、ステークホルダー（特に LGU）で共有すべきである。</p>

6.3 事業の便益や効果をさらに高めるための提言

(a) 事業の機能向上のための追加工事：洪水防御壁の嵩上げ

DPWH は高潮位と河川洪水から地域を守るため、マラボン川とマララ川沿いの洪水防御壁の嵩上げ・補強の追加工事を 2013 年に開始した。この追加工事に関し、SAPS 調査団の評価及び提言を以下に記す。

評価	提言
<p>2012 年モンスーン時に潮位と河川水位が洪水防御壁の天端高を超えており、DPWH が実施している洪水防御壁の追加嵩上げ及び補強は極めて実用的で現実的な対策であると評価できる。</p> <p>嵩上げされている一部の洪水防御壁は古い洪水防御壁上に作られており、安定性の確保が必要である。</p>	<p>DPWH は洪水防御壁の嵩上げ(13.5m (DPWH 基準面標高))を Marala 川、Navotas 川に拡張すべきである。</p> <p>DPWH は、既存の洪水防御壁の上に作られた不安定な洪水防御壁について、できる限り早期に確認および修繕／補強を行う必要がある。</p>
<p>SAPS 調査における NAMRIA とパッシング - マリキナ (Ⅲ) で新設された測量基準点を用いた水準調査結果によると、カマナバ事業と水準測量結果との間で標高値の相違がみられた。</p>	<p>DPWH は慎重に、現在実施中の追加工事 (洪水防御壁の嵩上げ) の基準点標高を、NAMRIA が近年更新した基準点を参考に活用してチェックすべきである。</p>
<p>天端高 13.5m (DPWH 基準面標高) の計画は河道区間の位置に関わらず、下流区間の状況に合わせて、一律に適用されている現状にある。しかし、天端高は各河道区間の条件に応じて計画されるべきである。</p>	<p>DPWH は、設計洪水位と追加工事の設計天端高 13.5m (DPWH 基準面標高) との関係性を工事全区間に対してレビューすべきである。これは追加工事の設計天端高を計画に位置づけるために必要なことである。</p>

(b) 事業の機能向上のための追加工事：河川改修

上記(a)と並行して、テネヘロス-トゥリヤハン川沿いの Tinajeros 橋から Macarthur 道路までの河川改修工事が DPWH によって進められている。この工事について、SAPS 調査団の評価と提言を以下に記す。

評価	提言
<p>2009 年台風オンドイと 2012 年モンスーン時に、トゥリヤハン川は氾濫し、氾濫水はカマナバ事業の境界を越えて流入し、事業地域の氾濫を引き起こした。トゥリヤハン川の当該区間は事業地域外ではあるが、事業の持続性から不可避の工事である。</p> <p>マラボン川の現在の流下能力は最も低い場所で $350\text{m}^3/\text{s}$ である。これは河床の浚渫が事業期間に行われなかったためである。</p> <p>現在、トゥリヤハン川沿いの洪水防御壁の嵩上げが計画され実施されている。これにより洪水時のピーク流量が増加するため、洪水流の連続性を鑑みマラボン川の河川改修の進捗と調整しつつ進められなければならない。</p>	<p>トゥリヤハン川の河川改修は事業地域内のマラボン河川改修と密接に連携を取りつつ進める必要がある。DPWH はトゥリヤハン-マラボン川の洪水対策計画を検証すべきである。</p> <p>DPWH はマラボン川の流下能力を計画の $450\text{m}^3/\text{s}$ に高めるためのマラボン川の河道改修 (Tinajeros 橋下流区間の浚渫) を優先させるべきである。</p>

(c) 事業の機能向上のための追加工事：ナボタス沿岸堤防の建設

ナボタス沿岸堤防の建設工事が進行中である。この工事につき、SAPS 調査団の評価と提言を以下に記す。

評価	提言
<p>ナボタス地区は 1999 年 9 月や 2000 年 7 月に深刻な浸水被害を受け、2009 年台風オンドイや 2012 年モンスーン時にも一部の地域が影響を受けている。</p> <p>現在の高潮位（例えば 2012 年モンスーン時の 12.65m (DPWH 基準面標高)）を考えると、ナボタス沿岸堤防は緊急に必要な対策であると考えられる。その天端高 13.5m (DPWH 基準面標高) は緊急対策として適当である。</p>	<p>DPWH は、実施中の沿岸堤防工事を完成させ、さらに域内排水路を統合させるために、計画、設計、実施および資金調達について正式承認する必要がある。</p>

(d) 事業の機能向上のための調査／設計

事業の機能向上のための調査および設計がまず必要である。これに関し、SAPS 調査団の評価と提言を以下に記す。

評価	提言
<p>マラボン市とナボタス市の洪水対策面からの要求および船舶使用者の要求を満たすため、ナボタス川とその河口の堆砂を軽減させる必要がある。</p>	<p>ナボタス川の航行ルートの堆砂については、DPWH は定期的な維持浚渫を行うべきである。</p> <p>河口（マニラ湾側）の堆砂については、DPWH は、地形の測量と堆積物の起源を調査して、適切な構造物対策を検討すべきである。防波堤の是非については、その検討結果に基づいて慎重な取り組みがなされるべきである。</p>
<p>Catmon 排水区では、用地確保の問題から調整池の面積が施工時に設計時よりも減らされることとなった。</p> <p>また、二次・三次排水路の改修には長い期間が必要であるため、短期間で市街地からの雨水流出を減らす施策が必要である。</p>	<p>また、浸水状況を軽減するために、DPWH は LGU の最新の土地利用計画と整合を取りつつ調整池の改良を計画する必要がある。</p> <p>DPWH は市街地の雨水貯留対策の調査・設計をすべきである。</p>
<p>事業施設に加え、DPWH により数か所でポンプ施設が建設されている（例：Longos 水門の 2 基のポンプ施設など）ことが確認された。これらの施設は DPWH と LGU の中では Catmon ポンプ場のための縮小された調整池の代替施設として捉えられている。</p>	<p>DPWH は、Longos 水門の 2 基のポンプ施設など地域内のポンプ施設を選定し、正式承認および改良を行うべきである。この意味で Catmon 排水区について、DPWH と LGU との連携の下での見直し調査が必須である。</p>

(e) モニタリング、土地利用規制および教育

事業の便益や効果をさらに高めるためのその他の提言について以下に記す。

- カマナバ事業のポンプ場や水門での観察・運転記録を一定基準レベルに保つために、DPWH のカマナバプロジェクト管理事務所はオペレーターや労働者に対して能力強化のための定期的な講習会を開くべきである。例えば、水位の読み方や NAMRIA 潮位表との比べ方の講習等が考えられる。DPWH はすでに一度講習会を開いており、将来的には DPWH と MMDA との

間で継続的にプログラム化されることが望まれる。

- DPWH は、洪水対策と排水施設の計画、設計および実施に用いるために、カマナバ事業地域での降雨、水位、流量観測およびモニタリングを開始すべきである。DPWH は北ナボタス航行水門、Kailungan、Pinagkabalian、South Pinagkabalian、Muzon、Catmon、Longos、Spine、Maypajo、Navotas および Bangkulasi ポンプ場/水門に自動雨量計を設置すべきである。これらの場所はすでに保護・管理体制が構築されており、オペレーターが降雨観測を担当することもできる。SAPS 調査団が潮位、水位、流量、降雨といった水文観測活動を強調するのは、一般的に水文観測が事業の効果確認と適切な運用維持管理のために、洪水対策や排水改良プロジェクトの基礎であるからである。DPWH はカマナバ地域の洪水対策・排水改良の実施機関として、独自の資金で独自のデータを確保すべきである。
- 事業地域の調整池の改良に関連して、LGU とコミュニティの土地利用開発活動を管理・監視する必要がある。DPWH は LGU に調整池の計画に関する情報を伝えると共に、LGU と土地利用計画を調整する必要がある。
- 輪中堤沿いの事業地域で実施されているように、水防活動は DPWH が LGU とコミュニティを支援して彼らが実施することが望ましい。優先すべき活動の一つは、輪中堤沿いのコミュニティで土嚢を保管しておくことである。

上記 6.3(a)の測量基準点の問題について、SAPS 調査団は以下の活動を推奨する。

- DPWH は NAMRIA の潮位とカマナバ事業の標高を関連付けるために、カマナバ事業地域の平均海水面水位あるいは平均低低潮位を定義するための NAMRIA の基本測量基準点を速やかに決定すべきである。
- 次に、SAPS 調査団の行った単点測量のように、新しい基本測量基準点を使って、DPWH は北ナボタス航行水門、Kailugan 水門、Pinagkabalian 水門、輪中堤の天端高、マララ川の洪水防御壁天端高について、実際の標高を確認するための追加の標高調査を実施すべきである。
- さらに、洪水防御壁の嵩上げや VOM (Valenzuela-Obando-Meycauayan) プロジェクトといった進行中のプロジェクトについては、選定した新しい標高基準点を建設工事に用いるべきである。また、必要に応じて構造物の改良を行う必要がある。

6.4 その他の提言

カマナバ事業で建設・完成した構造物の機能を最大限発揮させるためには、ナボタス市とマラボン市の貢献が不可欠である。SAPS 調査団の提言を以下に記す。

- 北ナボタス航行水門では、ナボタス造船協会（船舶使用者）とマラボン市の間で水門閉鎖水位に関する利益相反がある。船舶使用者はドックの運用のために例えば 11.5m (DPWH 基準面標高) といったより高い水位での水門閉鎖を望んでおり、マラボン市は低い水位（標高の低い地域への浸水が起こらないようにカマナバの当初計画通りの 10.5m (DPWH 基準面標高)）での水門閉鎖を望んでいる。現在は妥協案として DPWH は 11.0m (DPWH 基準面標高) での閉鎖としているが、関係者間の継続的な協議が必要である。解決に向けての行動については、すでに SAPS 調査団、LGU (マラボン市、ナボタス市) および DPWH での議論が行われている。解決すべき問題の一つはナボタス川の低い喫水深である。基本的に、水門地点での通過可能な水深は敷高 (3.6m) と潮位で決まる。よって、ナボタス川の敷高以下に航行ルート of 浚渫をしても根本的な解決にはならない。もちろん、敷高を超える堆積物の浚渫は関係ステークホルダーによって実施されるべきである。マニラ湾側の堆砂対策についても現在の堆積物の起源を確認するために調査されるべきものである。
- ナボタス航行水門の閉鎖水位問題に関連して、ナボタス市では、ナボタス川の洪水の影響を軽減するために、ナボタス市が独自の予算でナボタス川河岸沿いに小規模ポンプ施設 (Bombastik) 付きの洪水防御壁を施工中である。本対策は、ナボタス排水区の細分割化につながるものである。このような状況の下、ナボタス川のマラボン市側も低平地を区切り、同

様の洪水防御壁で防御する必要がある。よって、ナボタス排水区においては、ナボタス川の左岸右岸の防御はナボタス市とマラボン市の共通の関心事項である。洪水防御壁、水門あるいはポンプ場といった構造物による対策は、両市と DPWH が作業部会などを組織して、DPWH の調整のもとで計画、設計、実施が行われなければならない。ナボタス川の洪水防御壁は、ナボタス川での高い水位を許すことにもつながるため、両市間の水門閉鎖水位に関する利益相反を軽減させることになる。

- マラボン市、特に **Dampalit** 地区のバランガイでは、カマナバ事業計画に従って将来土地利用計画を早急に確認すべきである。土地利用問題について、マラボン市は将来計画を明確にするよう指導力を発揮すべきである。
- カマナバ事業地域のための固定した標高基準点を確立するために、DPWH と NAMRIA は既存の測量基準点標高を検証し、洪水対策・排水改良計画の水位条件を更新するために、早急に会合を開くべきである。
- 事業地域は高潮位や河川洪水が同時発生した場合に極めて脆弱である。将来の洪水対策計画および設計では、現況を考慮した再検討が行われるべきである。洪水対策では高水位の検証が最も重要である。PAGASA、MMDA 等他の機関による降雨観測データは、適時に DPWH および LGU と共有されるべきである。また、洪水警報システムが、実際に観測し、蓄積された水文データに基づいて検討されるべきである。

7. 事業効果に係る情報の周知

7.1 ワークショップ

本 SAPS 調査が始まる前、事業地域の自治体や一部の住民の間には、カマナバ事業の効果への疑問があったと言われていた。本調査の開始直後の 2013 年 11 月に行った社会調査の結果（付属資料 2 参照）でもそのような疑問は確認されている。このような背景への対処もあり、カマナバ事業への理解醸成と事業効果の周知徹底のために、DPWH によってワークショップが計画された。計画されたワークショップの目的は、以下の 3 つである。

- DPWH が市および住民に対し調査結果を説明すること
- 本事業の結果を活用したカマナバ地区の将来の姿について話し合うこと
- 市や住民それぞれが本事業を持続的に実施していくための役割について話し合うこと

ワークショップは 2014 年 1 月中旬に 3 回にわたって開催された。ワークショップは、SAPS 調査における技術的および社会的な調査の後に行われ、DPWH はそれらの結果を用い、カマナバ事業の効果の説明した。また、ナボタス市のワークショップの間には、特定の問題に対してナボタス・マラボン両市の技術者とナボタス市長との間で意見交換が行われた。特定の問題は、DPWH、LGU の共同ワークショップで議題となったもので、北ナボタス航行水門の運用上の取り決めについてである。表 7.1.1 において、各ワークショップの概要を示す。

表 7.1.1 各ワークショップの概要

日付と場所	ワークショップの種類	ワークショップの参加者
2014 年 1 月 21 日 UPMO-FCMC DPWH 会議室	DPWH、LGU（市）の 共同ワークショップ	<ul style="list-style-type: none"> ● DPWH 職員（カマナバプロジェクト管理事務所職員含む） ● マラボン市長、マラボン市計画課・土木課職員（技術者） ● MMDA、PAGASA、NAMRIA 職員および代表者 ● JICA フィリピン事務所職員
2014 年 1 月 23 日 マラボン市役所 最上階ホール	コミュニティ向けワーク ショップ （マラボン市）	<ul style="list-style-type: none"> ● DPWH 職員（カマナバプロジェクト管理事務所職員含む） ● マラボン市長および市職員（地方事務所の代表者を含む） ● JICA フィリピン事務所職員 ● マラボン市 8 バランガイより、バランガイ代表者および一般住民（若者、女性、高齢者、住宅所有者組合）
2014 年 1 月 24 日 ナボタス市役所 最上階ホール	コミュニティ向けワーク ショップ （ナボタス市）	<ul style="list-style-type: none"> ● DPWH 職員（カマナバプロジェクト管理事務所職員含む） ● ナボタス市長および市職員（地方事務所の代表者を含む） ● JICA フィリピン事務所職員 ● ナボタス市 7 バランガイより、バランガイ代表者および一般住民（若者、女性、高齢者、住宅所有者組合）
2014 年 1 月 24 日 ナボタス市長室	北ナボタス航行水門の運用 についての話し合い	<ul style="list-style-type: none"> ● DPWH 職員（カマナバプロジェクト管理事務所職員含む） ● ナボタス市長および市職員（技術者） ● JICA フィリピン事務所職員 ● マラボン市職員（技術者）

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 7.1.1 ワークショップの様子

7.2 プレゼンテーションのコンセプト

事業地域における SAPS 調査の結果に基づき、DPWH によってマラボン・ナボタス市の市職員と住民に対するワークショップが開催された。ワークショップでは、事業の概要および事業の効果についてのステークホルダーの理解が促進されるとともに、構造物対策や非構造物対策の持続的な実施に係るそれぞれの役割や責任が議論・提案された。また、補助的な対策として、SAPS 調査で提案された情報・教育・コミュニケーション (IEC) キャンペーンが、カマナバ事業を持続させる構造物・非構造物対策の効果を高めるための対策として提起された。ワークショップは市、バラングイ、DPWH それぞれの法律・規定に従って実施された。

構造物対策についての議論では、カマナバ事業のもと実施された洪水対策施設だけでなく、追加の洪水防御壁の建設やそれらの嵩上げ(13.5m(DPWH 基準面標高)まで)、追加のポンプ場の設置、

浚渫や事業地域内の排水設備、あるいは事業の構造物の持続性に係るそのほかの関連対策についても取り上げられた。

一方、非構造物対策については、提案された構造物対策を補助し、事業の効果を高め、持続させるために必要な、土地開発、廃棄物管理、不法居住者の問題、洪水管理等が議論された。

また、LGU との共同ワークショップや話し合いでは、北ナボタス航行水門の運用、マラボン市 Dampalit バランガイの養魚場の将来の土地開発など、2市の越境問題について議論がなされた。

DPWH は SAPS 調査団のサポートを受けながら本事業の実施者としてワークショップを先導した。ワークショップの発表資料を本レポートの付属資料 3 に示した。

7.3 ステークホルダー間の議論

ワークショップにおける市の活動に関するセッションは、市の技師によって進められた。市の技師は、各セクターの代表者と SAPS 調査の結果や成果を確認し、見解を述べ、議論した。

コミュニティ向けの議論では、DPWH と市の技術者がバランガイ長の疑問に答え、地域における問題について議論した。

(1) DPWH、LGU 共同ワークショップ

LGU との共同ワークショップは、主に越境問題について、特に北ナボタス航行水門の運転に関する解決を目的として議論がなされた。1月24日のナボタス市の市長室における会議では、水門の開閉基準となる水位を 11.0m (DPWH 基準面標高) にすることが提案された。ナボタス市長によると、船舶所有者はこの問題について既に議論しており、もし負の影響がないのであれば、公式に 11.0m (DPWH 基準面標高) を基準として運用を行うために DPWH は必要な対策を実施するべきであるとの意見であった。マラボン・ナボタス両市による解決案については、まもなく適切な公式文書として作成される予定である。

土地利用計画の更新に関する議題は、輪中堤付近の既存養魚場についての議論に集約された。マラボン市の計画課によると、既に市全域の土地利用計画 (CLUP) を更新する計画を立てており、養魚場の所有者が輪中堤近くのゲートの開閉を制御している Dampalit の土地開発についてもその中で取り扱われるとのことであった。

その他の議題は、構造物対策およびそれに付随する非構造物対策についてであった。具体的には、洪水防御壁の嵩上げ (13.5m (DPWH 基準面標高) まで)、(ii) 内水対策としてのポンプ場の設置、河川および排水路の浚渫、地元施工業者による浚渫土の適切な処理、不法居住者の広がりを防ぐこと、その他洪水制御事業などについてであり、これらについてはカマナバ事業には含まれないものの、LGU や DPWH が今後取り扱っていくものである。

マラボン・ナボタス両市の市長は、カマナバ事業について理解することができたと、ワークショップを評価した。本事業は洪水問題の全てを解決できていないわけではないが、低平地の浸水の低減に効果が見られたことを認めた。カマナバ事業は 2009 年台風オンドイおよび 2012 年モンスーン時のような超過洪水に完全に対応し得るようには設計されていなかったが、それでも本事業によって洪水の影響を低減させることができたことが賛同を持って受け入れられた。

SAPS 調査団の結果および提言を受けて、マラボン・ナボタス両市の市長はカマナバ事業および DPWH と共同して洪水問題に取り組んでいくことに同意した。また、彼らは SAPS 調査の結果に基づき DPWH が提示・推奨した構造物対策や非構造物対策にも賛意を示した。

(2) コミュニティ向けワークショップ

合計 15 のバランガイからの参加者は、カマナバ事業の説明用資料にコメントすると共に、それぞれの居住地での洪水対策施設の状況についての関心や懸念を提起した。洪水防御壁の嵩上げや浚渫、浚渫土の施工業者による不適切な処理および追加のポンプ場についてが共通の話題となった。議題に上った問題の大部分が DPWH 地方事務局の責任で行われた地方事業であったことが注目される。特に、ナボタス市のワークショップに参加した DPWH 地方事務局の職員は彼らの懸念に返答すると共に今後別の場所でこれらの問題について議論することに同意した。

バランガイおよびコミュニティは、それぞれの居住地を洪水の起こらない環境へ改善し、自分たちの生活をよりよいものにするための、直近 5 年で自分たちがなすべき行動についての構想を描写する（絵にする）ことで、構想を共有することができた。

参加者はそれぞれの考え方を共有し、DPWH によって提案された構造物対策および非構造物対策を確認した。参加者は、DPWH と近隣地域のコミュニティとが、洪水現象、洪水対策施設の実施や持続的活用、洪水対策活動の中でのそれぞれの役割や責任といった共通の課題について共有し、共同して取り組みを開始し継続していくという、このような活動に対する DPWH によるコミュニティへの働きかけに対し感謝の意を示した。

7.4 結論

今回のワークショップの成果は、DPWH と LGU のステークホルダー（市およびバランガイ）共に満足いくものであった。

この意味で、社会調査の結果で表れたような一部のコミュニティにおける本事業への疑問・懸念は大きく払拭されたと理解できる。

特に、バランガイおよびコミュニティはそれぞれのバランガイにおけるカマナバ事業の状況と、2009 年台風オンドイおよび 2012 年モンスーン時のカマナバ事業の効果に係る情報を評価し、カマナバ事業の効果を維持するための構造物対策および非構造物対策に賛同した。さらに、バランガイは洪水対策施設に対し意見を示す機会が与えられたことを評価し、もし今後継続的に DPWH と事業のステークホルダーが協働していければ、彼ら自身が示した構想が達成できるのではないかということに期待を示した。

マラボン市、ナボタス市は、航行水門の運用や土地利用開発に係る課題に対し、必要な対策を順次とることに同意した。

LGU との共同ワークショップおよびコミュニティ向けワークショップにおいて、DPWH はカマナバ事業の効果を維持するためには DPWH と事業ステークホルダーとの定期的で継続的な協力が必要であることを強調し、その中で、表 6.1.1 に示した構造物対策、非構造物対策の提案が示され、事業ステークホルダーとの間で確認を行うことができた。

8. 調査結果と結論

8.1 調査結果

SAPS 調査の目的にかなう結論を導くため、本調査での調査内容および議論に基づく結果を以下に要約する。

- (a) 1999 年の国際協力銀行（当時）による承認時から 2013 年の完成時までの間に、様々な段階で、カマナバ事業計画には変更が加えられた。
- (b) 事業の機能への影響がある（それゆえにプロジェクトの目的に関わる）変更点は以下のとおりである。
 - 輪中堤（堤防道）の開始区間の天端高が+12.10m（DPWH 基準面標高）と低く設定された（輪中堤のその他の部分の天端高は+12.60m（DPWH 基準面標高））
 - 現在の土地利用状況を踏まえ、マラボン川北部の 2 地点（Dampalit および South Pinagkabalian）でポンプ場の建設が延期された
 - 閘門が航行水門に変更された
- (c) 洪水痕跡によると、2009 年台風オンドイ時のカマナバ事業地域に流入する前のトゥリヤハン川のピーク洪水流量は $600 \text{ m}^3/\text{s}$ と算定された。トゥリヤハン川を流下する時点ですでに氾濫がおこっており、また、マラボン川上流部の流下能力が設計流量（30 年確率規模で $450 \text{ m}^3/\text{s}$ ）に及ばないおよそ $100 \text{ m}^3/\text{s}$ であったため、マラボン川の越水が事業対象区間内でも生じた。この小さな流下能力であった理由の 1 つは、本事業の前提である浚渫が実施されていなかったことである。
- (d) SAPS 調査で行われた河川横断測量によると、マラボン川の流下能力は、設計流量（30 年規模確率で $450 \text{ m}^3/\text{s}$ ）を下回っている。流下能力が設計流量に及ばなかったのは、本事業の前提である浚渫が実施されていなかったことが要因の一つである。
- (e) 台風オンドイ時、北ナボタス航行水門で観測された最大潮位は+12.20m（DPWH 基準面標高）であり、設計潮位である+12.1m（DPWH 基準面標高）を上回っていた。
- (f) 2009 年台風オンドイ時、輪中堤および洪水防御壁の嵩上げは完成していなかったため、マラボン川北部およびマラボン川周辺は完全には防護されなかった。
- (g) 台風オンドイ時、既存もしくは部分的に建設されていた輪中堤の天端高は一部で+12.20m（DPWH 基準面標高）以下であった。したがって、台風オンドイ時、海水は輪中堤の低い部分から越流し、マラボン川北部の防護地域に予期しない洪水をもたらした。
- (h) 台風オンドイ時の防護地域における降雨の確率規模は、設計規模を下回る 5 年から 10 年以下程度であった。
- (i) 台風オンドイ時、主として輪中堤が未完成であったことにより、マラボン川北部の洪水はもたらされた。
- (j) 2012 年モンスーン時には、Catmon Creek 排水路改修などのいくつかの残工事を除き、カマナバ事業の全ての洪水対策施設は完成していた。
- (k) マラボン市の技師によると、調整池を含む排水路の改修がまだ完成していなかったため、Catmon Creek の排水流の輸送能は十分ではなかった。これにより洪水・浸水が発生し、一部は Longos Creek に流入した。Longos 地域の局地的な洪水を防ぐため、LGU は近年 Longos 水門近くに 2 つのポンプ施設を設置した。
- (l) 洪水痕跡によると、2012 年モンスーン時のカマナバ事業地域に流入する前のトゥリヤハン川のピーク洪水流量は $600 \text{ m}^3/\text{s}$ と算定された。トゥリヤハン川を流下する時点ですでに氾

濫がおこっており、また、マラボン川上流部の流下能力は設計流量（30年確率規模で $450\text{m}^3/\text{s}$ ）に及ばないおよそ $350\text{m}^3/\text{s}$ であったため、マラボン川の越水が事業対象区間内でも生じた。この小さな流下能力であった理由の1つは、本事業の前提である浚渫が実施されていなかったことである。

- (m) 2012年モンスーン時、観測された最大潮位は+12.60m以上（DPWH基準面標高）であった。一方設計レベルは+12.1m（DPWH基準面標高）であった。
- (n) 2012年モンスーン時の防護地域の雨量の確率規模は10年程度で、設計時想定された10年確率規模とほぼ同じであった。
- (o) 2012年モンスーン時、2ヶ所のポンプ場建設の延期および継続的な降雨によって、マラボン川北部は洪水被害に見舞われた。
- (p) ポンプ場における外水側と内水側での水位調査により、降雨強度や潮位が設計レベルをはるかに超えた時（例えば2012年8月2日以降の状況）を除き、ポンプ場は水位を許容水位内に保つ効果があった（例えば、2012年7月末から2012年8月1日）ことが確認できた。
- (q) 社会調査（本SAPS調査開始直後の2013年11月実施）によると、カマナバ事業の洪水制御・排水改良施設により氾濫範囲が減少したが、洪水脆弱地域に住む人々は、Dampalit地域の輪中堤、洪水防御壁の嵩上げ、ポンプ場や水門による対策をさらに政府が進めることを期待していることが示唆された。
- (r) 社会調査結果（2013年11月実施）は基本的にLGUの住民は、洪水対策システムは効果的であったという認識を持っていることが示唆された。しかしマラボン市の住民の中には事業の効果について否定的な回答を寄せる場合があった。DPWHが2014年1月に開催した住民向けワークショップにより、マラボン、ナボタス両市の住民は、DPWHから直接に近年の洪水発生に際しての事業の効果についての情報を得て、本事業への理解を深めた。
- (s) 対象地域の排水路は、計画・設計時に想定した水文気象条件下では十分に効果を発する。
- (t) 近年の極端な水文気象条件は頻発する洪水の原因となり、事業地域は平均海面から2.0mという非常に高い潮位といった未曾有の水文気象条件にさらされた。
- (u) 近年経験した超過洪水に対応し、カマナバ事業で建設された設備は強化されてきている。
- (v) 近年経験した超過洪水に対して地域を守るという住民およびステークホルダーの強い関心を考慮すると、また、気候変動および一貫した地理的基準面という点についても勘案し、本事業の長期的な持続性を保つため当初の計画基準の再検討の必要性が改めて確認された。
- (w) 2003年から今日（2013年）まで、土地利用の大きな変化はない。
- (x) Dampalitの土地利用において、養魚場から住宅、商業、産業利用への転換は、計画・設計時に想定されていたようには進んでいない。これは、輪中堤で防護される地域へのアクセスが悪く、輪中堤が大型車両が通行可能な堤防道に改修されるまでは、開発業者にとって魅力的ではないからである。
- (y) 対象地域では深刻な地盤沈下が起こっており、本事業の長期的な持続性を確保するため洪水対策施設を将来的に改修・強化していくためには、測量基準点の相違の明確化および計画・設計基準の再検討を行い、地盤沈下に対する適切な対応を行っておく必要がある。
- (z) マラボン川の河口への新しい防潮門の設置とSpine、Maypajo、Catmonポンプ場のマラボン川河口への移転というマラボン市住民からの提案に関して、SAPS調査団は適切であるとは考えない。

8.2 結論

SAPS 調査で得られた上記調査結果に基づいて、以下に調査の結論を述べる。

(1) 本事業の本来の効果を達成するために

2012年モンスーン時、本事業はおおむね完成しており、本事業（洪水防御壁、輪中堤、ポンプ場および排水路）により、本事業が行われなかった時と比べて、洪水量の68%が減少した。残る32%については、実際の洪水を反映したものだと考えられるが、もし洪水の前にマラボン川の河床が浚渫されていれば、事業地域における洪水量のほとんどを低減できていたと考えられる。つまり、仮に2012年モンスーン前にマラボン川の浚渫が適切に実施されていれば、本事業の効果は非常に大きいものが示されたはずであったと言える。

また、2012年モンスーン以前、橋梁の嵩上げ、二次・三次排水路の改修、廃棄物管理は、カマナバ事業の前提条件として示されていたにも関わらず実施されていなかった。本事業で意図された効果を最大限発揮するためにDPWHとLGUsが協力して、これら前提条件を緊急にかつ適切に実施する必要性が改めて認識された。

しかし、2012年モンスーン時、潮位はDPWH基準面標高で+12.65mと非常に高く、ゆえに完成した洪水防御壁より越水し内水域に流入した。つまり、洪水の状況は設計レベルを超えていたといえる。

事実、2012年モンスーン時の直前ではSpineとBangkulasiポンプ場において運転されていたポンプは、ゴミをインペラーから取り除く修理のために能力の50%であった。さらに、当時モンスーン時はLambangan橋の小さな桁下高のためにゴミが詰まり、マラボン川の背水による浸水が上流で生じた。

延期されたポンプ場（DampalitおよびSouth Pinagkabalian）の建設は内水域の洪水の影響を軽減する点で、本事業の効果の達成に寄与することは言うまでもない。これら構造物の建設を進めるために、事業地域の将来の土地利用計画について、現在の養魚場を居住地や工業地域に転換するかどうかをLGUsは早急に確認する必要がある。

(2) 本事業の効果をさらに高めるために

マラボン川沿いの洪水防御壁の12.60mから13.50m（いずれもDPWH基準面標高）への嵩上げは、2012年モンスーン以降の事業地域における主な追加事業として、DPWHが実施している。この事業は、2012年の高潮位時に発生した越流を防ぐために、非常に実用的かつ現実的な対策であると評価できる。

マラボン川の浚渫は本事業の前提条件と考えられるが、トゥリヤハン川の河川改修およびマラボン川の浚渫の適切な実施は、2009年や2012年と同規模の超過洪水時における事業地域の洪水被害を減少させ得るものである。

内水域については、本事業で建設されたポンプは維持管理が適切になされ、関係する排水区の土地利用が適切に管理されれば完全に機能しさらに本事業の効果を高めることができると考えられる。

(3) 本事業の持続性確保のために

DPWHの調整による、カマナバ事業についてのステークホルダー間の連携および情報の共有が今後もさらに必要とされる。洪水防御壁、輪中堤、ポンプ場、水門および排水路といった事業施設はDPWH、MMDA、LGU、コミュニティによって維持管理されるとともに改良されていくべきである。

概して、洪水制御・排水改良事業は事業化調査、詳細設計、建設、維持管理運営、維持段階から長期にわたる事業期間を必要とする。カマナバ事業も例外ではない。事実、このような長い期間、気候変動や社会経済状況の点で、事業地域は避けることのできない変化に直面している。このような変化に対処するため、DPWHの調整のもと、ステークホルダー間の協力をもって、水文デー

タおよび地理データの蓄積、土地利用規制、本事業へのコミュニティ参加が求められる。

付属資料

付属資料 1

2012年モンスーン時におけるラメサダムからの放流

1. 背景

2012年モンスーン時において、ラメサダムの余水吐からの放流が下流のマラボン・トゥリヤハン川の洪水を引き起こしたとする指摘がある。

以下ではダム放流のプロセスを追跡するため、検証計算を行い、結論を示し、改善策（案）を提案した。

2. 放流量の検証

(1) ダム水位の検証

2012年モンスーンにおいては、8月6日午前2時にラメサダムの余水吐からの放流が始まったことが報告されている。

以下では、ダムへの流入量、取水量の時間データを用いて、ダム水位の検証計算を行う。

1) 計算条件

表1 流入量の条件

項目	値	参考
ラメサダム流域面積	24.85 km ²	WB (2013)
ダムの水域面積	3.2 km ²	GISにより測定(JICA Manila Core Study)
時間降雨量データ		ラメサダム観測所
流量係数	0.6	降雨量の60%がダム貯留量に有効と仮定

出典：JICA 調査団

表2 取水量の条件

項目	値	参考
M.Wによる時間取水量	3,688m ³ /hour	年間総取水量は流域降雨量 1,300mm に相当。
余水吐きの高さ	80.15m	新聞報道より

出典：JICA 調査団

2) ダム水位の計算過程

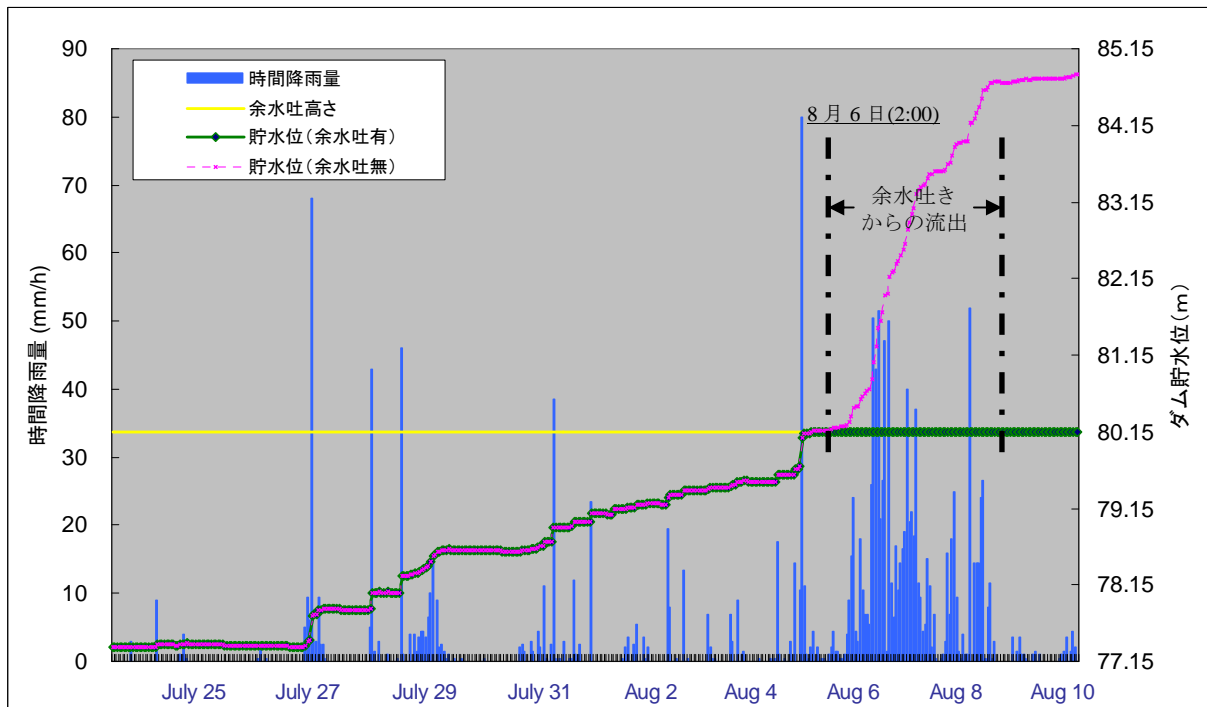
- ・ 計算開始時点のダム水位を仮定
- ・ ラメサダム観測所の時間降雨量データを基に、ダムの総降雨量を算定
- ・ 土地利用形態、蒸発量を考慮して降雨量の60%がダム貯留に寄与すると仮定して、ダムへの時間当たり流入量を算定
- ・ 水道会社の取水量を3,688m³/hと仮定
- ・ 時間当たりのダム流入量、取水量を合算して、ダム貯留量の変化を算定
- ・ ダム貯留量の変化を用いて、ダム水位を算定

3) 結果

ラメサダム貯水位計算結果を図1に示す。計算は、7月24日0時を開始時点としている。以下の結果が示された。

- ・ 7月24日0時のダム水位を77.79mと設定した結果、8月6日2時に水位は80.16mに達し、余水吐き放流が開始する。
- ・ その後も降雨が継続した結果、余水吐きからの放流は、8月10日11時まで継続する。
- ・ 余水吐きの形状特性から、余水吐きからの流出量はダム流入量と等しい値で継続したもの

と推察する。



出典：JICA 調査団

図1 貯水位のシミュレーション

(2) 余水吐きの最大放流量の検証

1) 条件

- ・ ダムの水位が余水吐レベルに達した後は、余水吐きからの流出量はダムへの流入量と等しい値で継続すると仮定する。
 “ $Q_{spillway} \doteq Q_{inflow}$ ”
- ・ ラメサダムの集水面積は 25km^2 弱であるため、合理式が適用できる。
 “ $Q_{inflow} \doteq (1/3.6 \cdot f \cdot R \cdot A)$ ”
- ・ 余水吐放流開始後の最大降雨強度 52mm/時 は、8月9日0時に記録された。

表3 計算条件

項目	値
手法	合理式
ラメサダムの集水面積	24.85 Km^2
最大降雨強度	52mm/hr
流量係数	0.8

出典：JICA 調査団

2) 結果

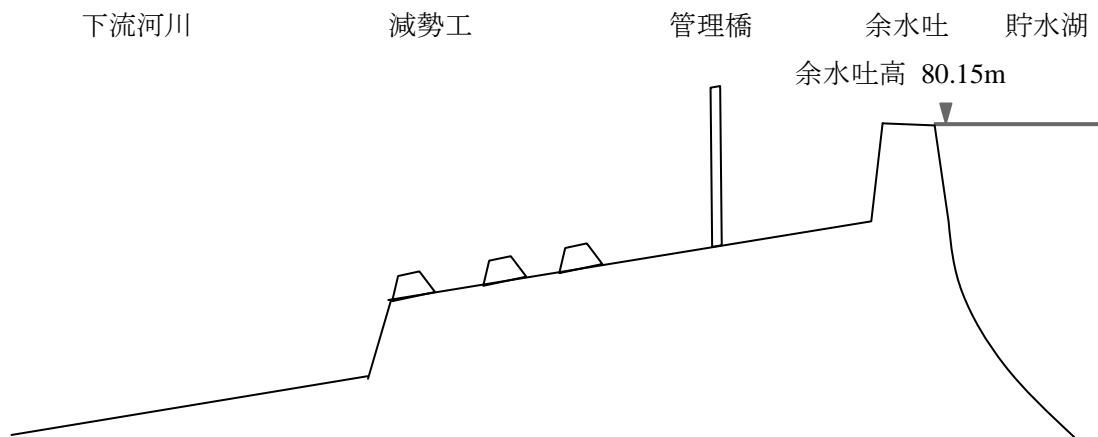
- ・ 余水吐きからの最大放流量は、 $287\text{m}^3/\text{s}$ と推算される。

3. 結論

- ・ 2012年モンスーンにおいて、ラメサダムでは、8月6日2時時点で余水吐からの放流が始まった事が報告されている。
- ・ ダム水位が余水吐高に達した後も、降雨が継続していたため、余水吐からの放流は約3日間継続した。
- ・ 余水吐からの最大放流量は、約287m³/sと推算される。
- ・ ラメサダムは利水専用のダムであるため、マラボン川の治水計画では、ラメサダムは洪水調節能力を持っていないダムと位置づけられている。
- ・ したがって、余水吐放流はやむを得ない事である。
- ・ それでも8月6日までの降雨流出は、ダムで貯水されたといえる。
- ・ 一方、余水吐放流が開始される前の8月2日には、事業対象区域において高潮を原因とする洪水が発生したと推定されている。
- ・ さらに、余水吐放流直後の8月7日には、マラボン川上流域で洪水が発生している。
- ・ このような理由から、余水吐放流が洪水の原因であるという誤解につながったものと推察する。
- ・ 結論として、洪水の原因として以下のことが考えられる、
 - 1) マラボン川の治水事業が進行途上にあった、
 - 2) 総降雨量が計画規模よりも大きかった。

4. 改善策（案）

下図に現在の状況を示す。



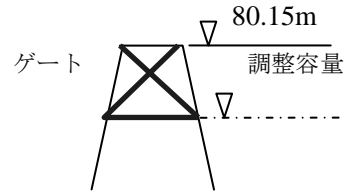
出典：JICA 調査団

図2 ダムおよび余水吐から下流までの縦断面図

『改善案 A』: 余水吐きの上端に高さ 1m 程度のゲートを新設する。

1) メリット

- ・ 洪水中に人為操作で水を放流できる。制御流量は最大 $100\text{m}^3/\text{s}$ 程度と想定される。
- ・ 現行の設備の変更は比較的小さい。



2) 問題点

- ・ 水道会社は貯水位を下げる事に抵抗すると予想される。
- ・ 貯水容量はあまり大きくないため、洪水初期の流出量の貯留で一杯となる心配がある。

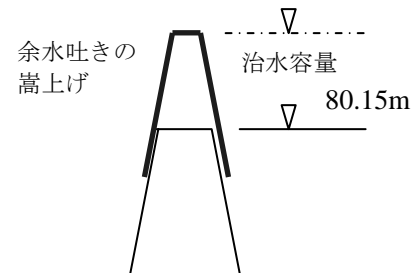
『改善案 B』: 余水吐きの嵩上げ

1) メリット

- ・ 新たな治水容量を作り出す。

2) 問題点

- ・ 取水塔の嵩上げも必要。
- ・ ダムによる湛水面積が増加する。



付属資料 2

社会調査結果

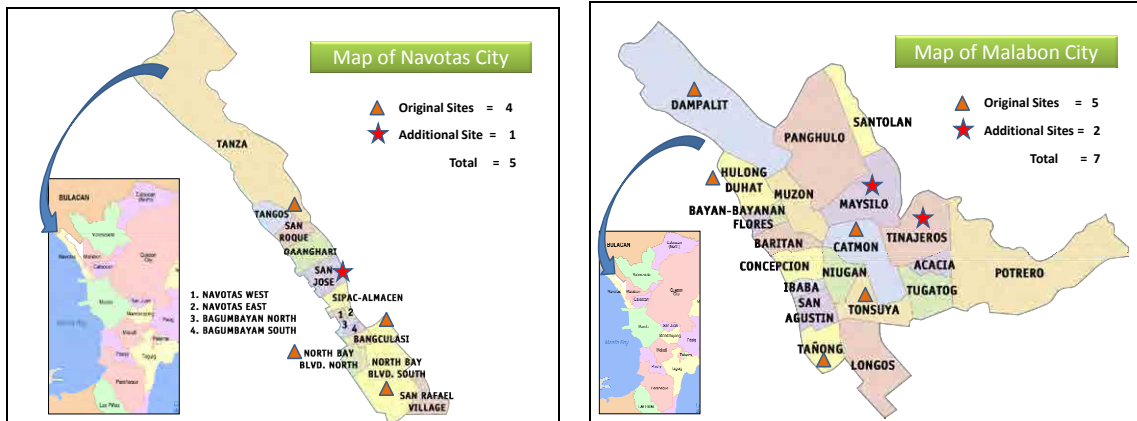
(1) 概要

社会調査は、SAPS 調査で実施した調査の一つとして 2013 年 11 月に実施された。

本調査は、2013 年 11 月時点でのナボタス市およびマラボン市の住民の基礎情報、洪水の経験、そしてカマナバ地域における洪水防御事業に対する意見を調査するものである。

(2) 調査地域

本調査は、マラボン市の 7 バランガイおよびナボタス市の 5 バランガイで行われた。対象バランガイを図 1 に示す。



出典: JICA 調査団

図 1 社会調査における対象バランガイ位置図

本調査は、9 バランガイにおける主調査と 3 バランガイにおける追加調査の併せて 12 バランガイで実施された。本調査はそれぞれのバランガイで 20 件 (人)、合計 240 件実施することを計画していたが、実際の調査数は以下の図で示すとおり、合計 157 件 (計画の 65%) となった。

表 1 バランガイごとの回答者数

市	バランガイ					回収率%	調査日
	No.	名前	計画	実施	回収		
マラボン	1	Tañong	20	22	21	105%	11月5日
	2	Tonsuya	20	22	12	60%	11月5日
	3	Catmon	20	16	15	75%	11月5日
	4	Dampalit	20	9	9	45%	11月6日
	5	Hulong Duhat	20	9	9	45%	11月6日
	6	Maysilo	20	14	14	70%	11月14日
	7	Tinajeros	20	9	9	45%	11月14日
ナボタス	1	Tangos	20	9	9	45%	11月6日
	2	Bangculasi	20	13	14	70%	11月13日
	3	North Bay-North	20	24	23	115%	11月6日
	4	North Bay-South	20	15	15	75%	11月6日
	5	San Jose	20	7	7	35%	11月13日
合計	12		240	169	157	65%	

出典: JICA 調査団、社会調査、2013 年 11 月

(3) 調査結果**I. 回答者属性****a. マラボン市**

- i. 89 人の回答者のうち、39 人(44%)の回答者が男性で、50 人(56%)が女性である。
- ii. **結婚**：58 人(65%)の回答者が既婚で、20 人(22%)が独身である。11 人(13%)が寡夫、寡婦、もしくは別居中である。
- iii. **年齢**：

表 2 回答者の年齢構成 (マラボン市)

	年齢構成				合計
	15-30	31-45	46-65	65 歳以上	
回答者数	8	19	50	12	89
%	9	21	56	13	100

出典: JICA 調査団、社会調査、2013 年 11 月

- iv. **収入源**：41 人が被雇用者、12 人が自営業、7 人が年金受給者、それ以外は複数の収入源を持つ（漁業と小売店など）
- v. **月あたりの平均世帯所得**：PhP 15,182（7 人の世帯）
- vi. **月あたりの平均世帯支出**：PhP 25,772
- vii. **借越金**は平均 PhP6,945 であり、これは、家庭の支出の 20%を占める貸付金（平均 PhP4,300）などによるものである。

b. ナボタス市

- i. 68 人の回答者のうち、28 人(41%)の回答者が男性で、40 人(59%)が女性である。
- ii. **結婚**：44 人(64%)の回答者が既婚で、12 人(18%)が独身である。12 人(18%)が寡夫、寡婦、もしくは別居中である。
- iii. **年齢**：

表 3 回答者の年齢構成 (ナボタス市)

	年齢構成				Total
	15-30	31-45	46-65	Above 65	
回答者数	5	22	30	11	68
%	7	32	44	16	100

出典: JICA 調査団、社会調査、2013 年 11 月

- iv. **収入源**：50 人が民間企業もしくは公務員、7 人が年金受給者、それ以外は複数の収入源を持つなどである。
- v. **月あたりの平均世帯所得**：PhP 10,520（7 人の世帯）
- vi. **月あたりの平均世帯支出**：PPhP 25,086
- vii. **借越金**は平均 PhP14,566 であり、これは、家庭の支出の 20%を占める貸付金、（平均 PhP8,374）、食費やレクリエーションの費用などによるものである。

II. 回答者の洪水経験

表4は、主調査で明らかになった2009年9月の台風オンドイおよび2012年モンスーンで被災した件数およびその割合を示している。

表4 回答者の洪水経験

市	被災		被災せず		総計
	件数	%	件数	%	
マラボン	62	97	2	3	64
ナボタス	38	86	6	14	44
合計	100	93	8	7	108

注釈: Dampalitは2009年オンドイではなく、2011年Pedringで被災した。

出典: JICA調査団, 社会調査, 2013年11月

追加調査では、表5に示すとおり、3つのバラングイにおける計画規模相当の洪水が発生した際の被害の程度を調査した。洪水の状況は2008年前から現在(2013年)までに改善されたことが明らかになった。

表5 洪水被害(浸水深)の程度(条件: 計画規模)

市/ バラングイ	2008年前				2008年後				現在(2013年)			
	首	腰	膝	足首	首	腰	膝	足首	首	腰	膝	足首
Navotas												
Banculasi	1	3	6	6	0	1	8	4	0	1	1	10
San Jose	0	1	3	3	0	1	3	4	0	1	3	3
小計	1	4	9	9	0	2	11	8	0	2	4	13
Malabon												
Maysilo	1	1	12	1	1	2	8	1	1	2	8	1
Tinajeros	1	0	2	3	0	2	1	3	0	1	1	2
小計	2	1	14	4	1	4	9	4	1	3	9	3
合計	3	5	23	13	1	6	20	12	1	5	13	16

出典: JICA調査団, 社会調査, 2013年11月

表6は3つのバラングイを対象とした追加調査による計画規模以上の洪水(超過洪水)が発生した際の被害の程度を示したものである。この結果をみても、2008年前から現在(2013年)までに状況が改善したことが明らかである。

表 6 洪水被害（浸水深）の程度（条件：計画規模以上（超過洪水））

市/ バラングай	2008 年前				2008 年後				現在（2013 年）			
	首	腰	膝	足首	首	腰	膝	足首	首	腰	膝	足首
Navotas												
Bangculasi	0	5	6	2	0	3	9	2	0	3	9	2
San Jose	1	3	0	2	1	2	2	2	1	2	2	2
小計	1	8	6	4	1	5	11	4	1	5	11	4
Malabon												
Maysilo	11	11	13	4	8	2	0	0	8	0	0	0
Tinajeros	1	3	1	0	5	1	0	1	5	1	0	1
小計	12	14	14	4	13	3	0	1	13	1	0	1
合計	13	22	20	8	14	8	11	5	14	6	11	5

出典: JICA 調査団, 社会調査, 2013 年 11 月

洪水時の平均損害額の見積について表 7 に示す。損害額が最大となるのは資産の損害であり、仕事への影響、家族の病氣と続く。

表 7 洪水時の損害の見積額

	洪水被害による損害の見積額 (PhP)		
	家族の病氣	資産の損害	仕事への影響
主調査	8,215.28	13,024.00	4,641.67
追加調査	2,638.46	22,750.00	27,710.00
平均	5,426.87	17,887.00	16,175.83

出典: JICA 調査団, 社会調査, 2013 年 11 月

洪水発生時の回答者の行動について、表 8 に示す。

表 8 洪水時に回答者の行った活動の詳細

市/ バラングай	洪水時に行った行動					その他
	バラングай 職員への電話	避難所への 避難	洪水が達しない 場所へ物を 移動	洪水被害地域 外の親戚の家 へ移動		
Malabon 市	29	20	53	16		
Catmon	9	6	11	3		水中ポンプの利用
Dampalit	1	2	8	1		
Hulong Duhat	6	4	7	3		
Maysilo	8	6	13	4		
Tanong	6	5	19	7		非常設備の準備
Tinajeros	2	3	8	0		
Tonsuya	7	3	8	2		
Navotas 市	8	4	24	4		
Bangculasi	12	12	12	5		早期警報システムの 利用
North Bay Boulevard-North	2	1	10			
North Bay Boulevard-South	4	1	8	1		周りの人への サポート
San Jose	7	5	7	3		
Tangos	2	2	6	3		
合計	37	24	77	20		

出典: JICA 調査団, 社会調査, 2013 年 11 月

III. 既存の対策施設についての認知、意識

既存の洪水対策施設、排水施設の存在は 157 人中 105 人に認知されている。これは、全体の 67% におよぶ。事業主については、全体の 59% である 99 人が DPWH であると答えたが、33 人 (21%) は LGU と答え、9% の人はわからないと答えた。Maysilo でのみ、MMDA という答えが出た。

表 9 既存の洪水対策施設の認知

市	認知していたか		事業主はだれか			
	No	Yes	LGU	DPWH	分からない	その他
Malabon	26	63	19	57	2	MMDA
Navotas	26	42	14	36	7	
合計	52	105	33	93	9	
割合%	33	67	21	59	6	

出典: JICA 調査団, 社会調査, 2013 年 11 月

表 10 は社会調査において回答者が特定した洪水対策施設を示している。

表 10 回答者に特定された洪水対策施設

市/ バランガイ	洪水対策施設への認知				
	土堰堤	洪水防御壁	水門	ポンプ場	その他
Malabon 市	39	46	38	69	水中ポンプ への認知
Catmon	6	8	4	13	
Dampalit	8	2	3	7	
Hulong Duhat	3	6	5	9	
Maysilo	8	11	9	12	
Tanong	4	16	6	13	
Tinajeros	0	1	1	4	
Tonsuya	10	2	5	11	
Navotas 市	7	27	31	53	
Banculasi	1	2	7	12	
North Bay Boulevard-North	5	10	9	16	
North Bay Boulevard-South	1	11	3	13	
San Jose	0	1	4	7	
Tangos	0	3	8	5	
合計	46	72	69	122	
ランク付け	4	2	3	1	

出典: JICA 調査団, 社会調査, 2013 年 11 月

さらに、調査によると、LGUは洪水やその他の災害に遭った住民への支援を実施していたことが明らかになった。表11はLGUがどのような支援を行ったかを示している。多かったのが、救援物資、避難所の設置という回答だった。

表11 バランガイ LGU による支援・救助の概要

市/ バランガイ	バランガイ LGU による援助・救助					
	救援物資の付与	救助	避難所	医療支援	財政支援	早期警報システム
Malabon 市	63	25	30	33	10	13
Catmon	12	1	5	3	3	0
Dampalit	7	1	1	5	0	0
Hulong Duhat	7	3	1	5	0	0
Maysilo	12	8	8	8	6	6
Tanong	11	4	7	1	0	0
Tinajeros	7	2	4	5	1	7
Tonsuya	7	6	4	6	0	0
Navotas 市	31	10	17	28	9	17
Banculasi	9	7	9	12	6	9
North Bay Boulevard-North	8	0	1	9	1	2
North Bay Boulevard-South	4	1	1	0	0	0
San Jose	5	1	6	7	1	5
Tangos	5	1	0	0	1	1
合計	94	35	47	61	19	30

出典: JICA 調査団, 社会調査, 2013 年 11 月

IV. 現在の環境状況についての評価

現在の環境状況についての評価を表 12 に示す。回答者のうち 83 人（53%）は、環境が改善したと回答し、悪化したという回答（68 人）を上回った。未回答者は 5 人であった。改善、悪化と考える理由を表に示す。

表 12 現状の環境状況についての評価

	環境評価			理由	
	改善した	悪化した	未回答	なぜ改良したか	なぜ悪化したか
Malabon 市	28	56	5	1. 洪水対策事業が良かった	1. まだ洪水が発生している
Catmon	3	12	0		
Dampalit	5	3	1	2. 洪水対策事業が役立った (十分でない)	2. 洪水被害が悪化した
Hulong Duhat	7	2	0		
Maysilo	2	12	0		
Tanong	7	13	1		
Tinajeros	4	4	1		
Tonsuya	0	10	2	3. 大規模堤防が洪水対策に寄与した	3. 水門とポンプ場が役立たないことがある
Navotas 市	55	12	1		
Bangculasi	13	1	0	4. ポンプ場が作動した	4. 雨天時に洪水が起こる
North Bay Boulevard-North	22	1	0		
North Bay Boulevard-South	8	6	1		
San Jose	6	1	0	5. 豪雨時すぐに水が引いた	5. 断続的な洪水を防ぐことができない
Tangos	6	3	0		
合計	83	68	6		

出典: JICA 調査団, 社会調査, 2013 年 11 月

表 13 に自分たちの居住地区における洪水対策管理を改善する活動に参加したいという回答者の地域ごとの内訳とその活動内容について示す。全体の 76%に相当する 120 人は参加したいと考えていることがわかった。

表 13 洪水対策管理改善活動に参加したい回答者数と活動内容

市/ バランガイ	洪水対策管理改善活動に参加する意思／活動内容				
	いいえ/ 未回答	はい	家庭ごみの分別 (家庭ごと)	計画、材料や 装置の相談	地域清掃活動
Malabon 市	27	62	32	42	30
Catmon	1	14	6	12	4
Dampalit	5	4	1	4	1
Hulong Duhat	3	6	1	4	0
Maysilo	4	10	10	14	13
Tanong	7	14	3	7	2
Tinajeros	0	9	9	0	9
Tonsuya	7	5	2	1	1
Navotas 市	10	58	26	30	32
Bangculasi	0	14	13	13	13
North Bay Boulevard-North	7	16	2	4	10
North Bay Boulevard-South	1	14	4	7	1
San Jose	1	6	4	5	6
Tangos	1	8	3	1	2
合計	37	120	58	72	62
割合	24%	76%			
ランク付け			3	1	2

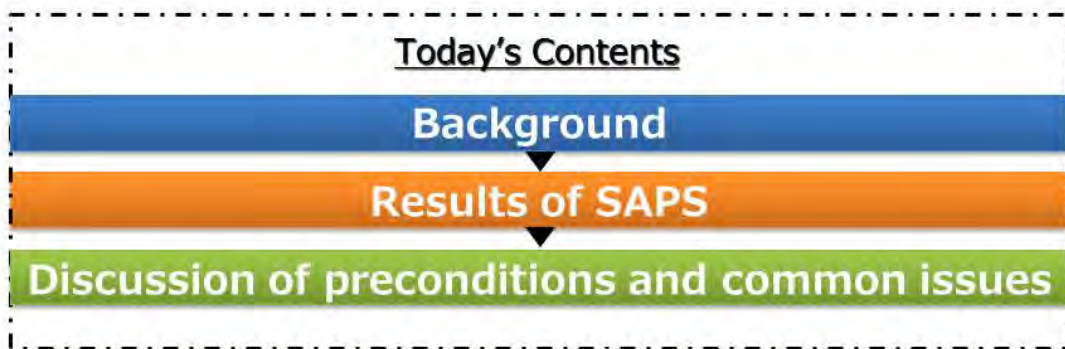
出典: JICA 調査団, 社会調査, 2013 年 11 月

付属資料 3

付属資料 3.1:
DPWH、LGU（市）の共同ワークショップ
のプレゼンテーション資料

Joint Workshop on KAMANAVA Project with LGUs

DPWH



Background ~ KAMANAVA Project



● KAMANAVA Project

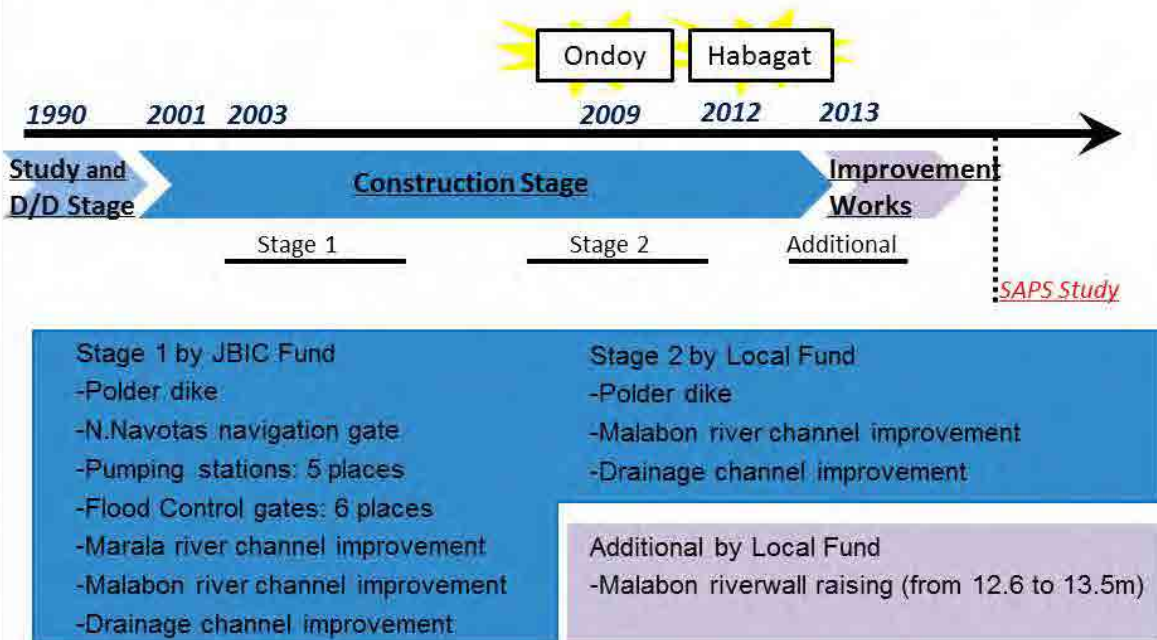
Description	Planning	Design	Completion
	-2000	-2001	-2012
Forder Dike	8.0 km	8.6 km	Same as in design. (Partly accomplished using JICA funds. Balance completed using GOP funds)
Raising of River walls	12.4 km (two types only)	Malabon River 6.6 km (9 types) Marala River 3.9 km (3 types)	-do-
Navigation Lock/Gate	One Navigation Lock (facilitate navigation during)	One Navigation Gate (navigation limited to low tide period only)	Same as in design. (Fully completed using JICA funds)
Pumping Stations without Flood Gates	1 Unit (adjacent to Navigation Lock)	1 Unit (adjacent to Navigation Gate)	-do-
Independent Flood Gates	6 Units	6 Units	-do-
Control Gates	2 Units	Nil	-do-
Pumping Stations with Flood Gates	6 Units	4 Units (Pumping Stations at Dampalit & South Pinagkabanlan deferred)	-do-
Improvement of Existing Drainage Channels	6.4 km	5.6 km	-do-
New Drainage Channels	1.8 km	2.1 km	Same as in design. (Fully completed using JICA funds)

● Related Projects

Description	Planning	Design	Completion
	-2000	-2001	-2012
Raising of Bridges by DPWH	Bangkulasi Tonsuya Lambingan Tenejeros	Bangkulasi Tonsuya Lambingan Tenejeros	Not raised yet -do- Being raised Not raised yet
Secondary & Tertiary Drainage by LGUs	Scope not quantified	Scope not quantified	
Solid Waste Management by LGUs	Scope not quantified	Scope not quantified	On-going
Dredging of Malabon River	Scope not quantified	Scope not quantified	Not yet

Background ~ KAMANAVA Project

Progress of KAMANAVA Project and Additional Works



3

Results of SAPS Study

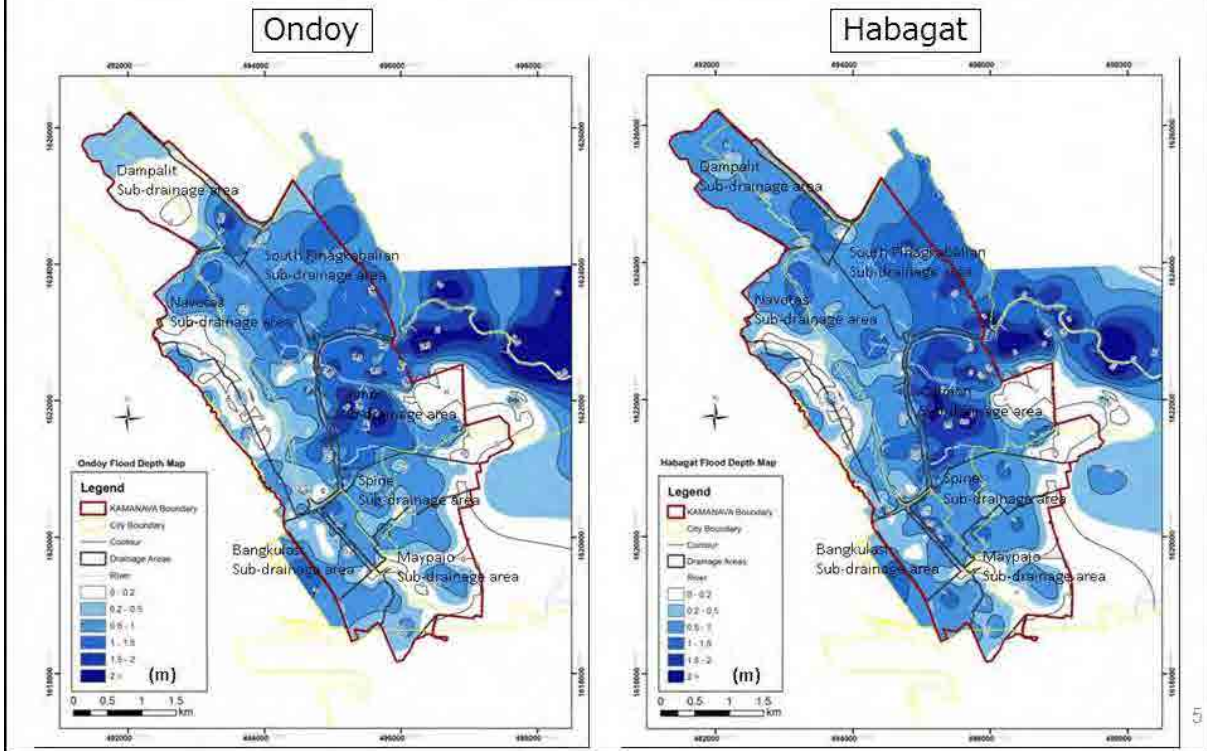
- ① Situation during Typhoon "Ondoy" (2009) and Habagat (2012)
- ② Reasons for the occurrence of floods during Ondoy/Habagat
- ③ Effects of the KAMANAVA Project
- ④ Recommendations to achieve intended benefits/impact of the Project
- ⑤ Recommendations to further enhance benefits/impact

4

1

Situation during Typhoon "Ondoy" (2009) and Habagat (2012)

- Inundation depth

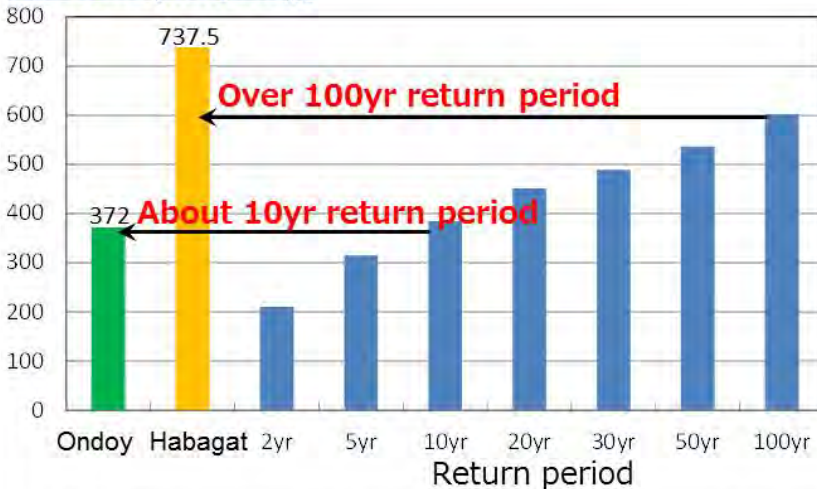


2

Reasons for the occurrence of floods during Ondoy/Habagat

- Rainfall and Tide

Rainfall (mm/2day)



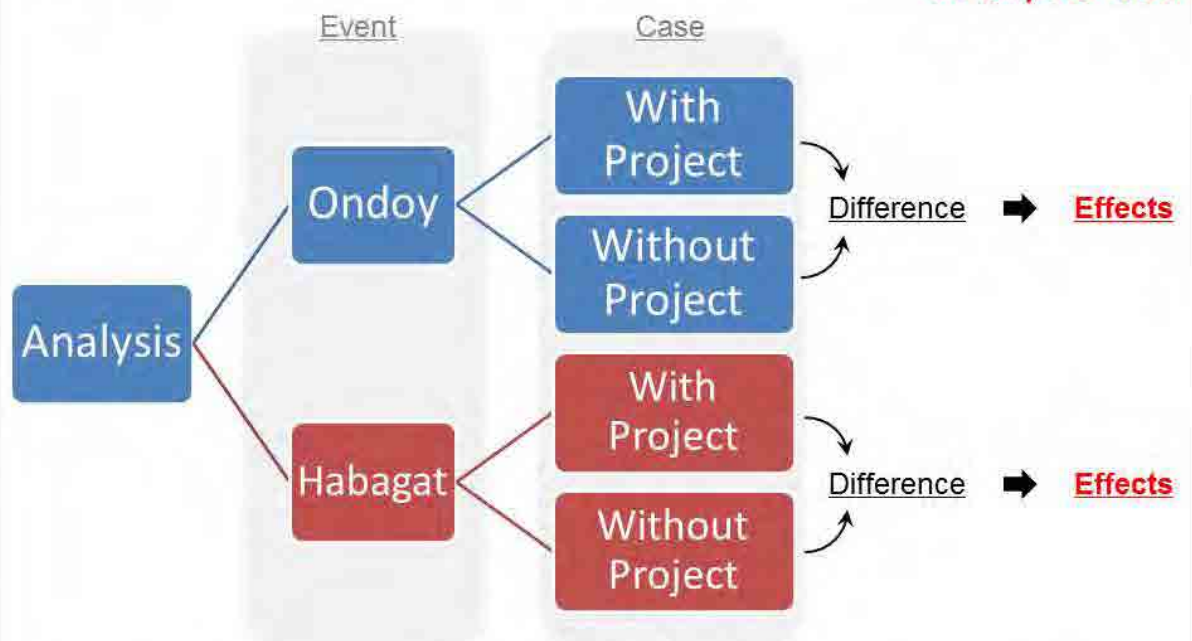
Tide (DPWH-m)



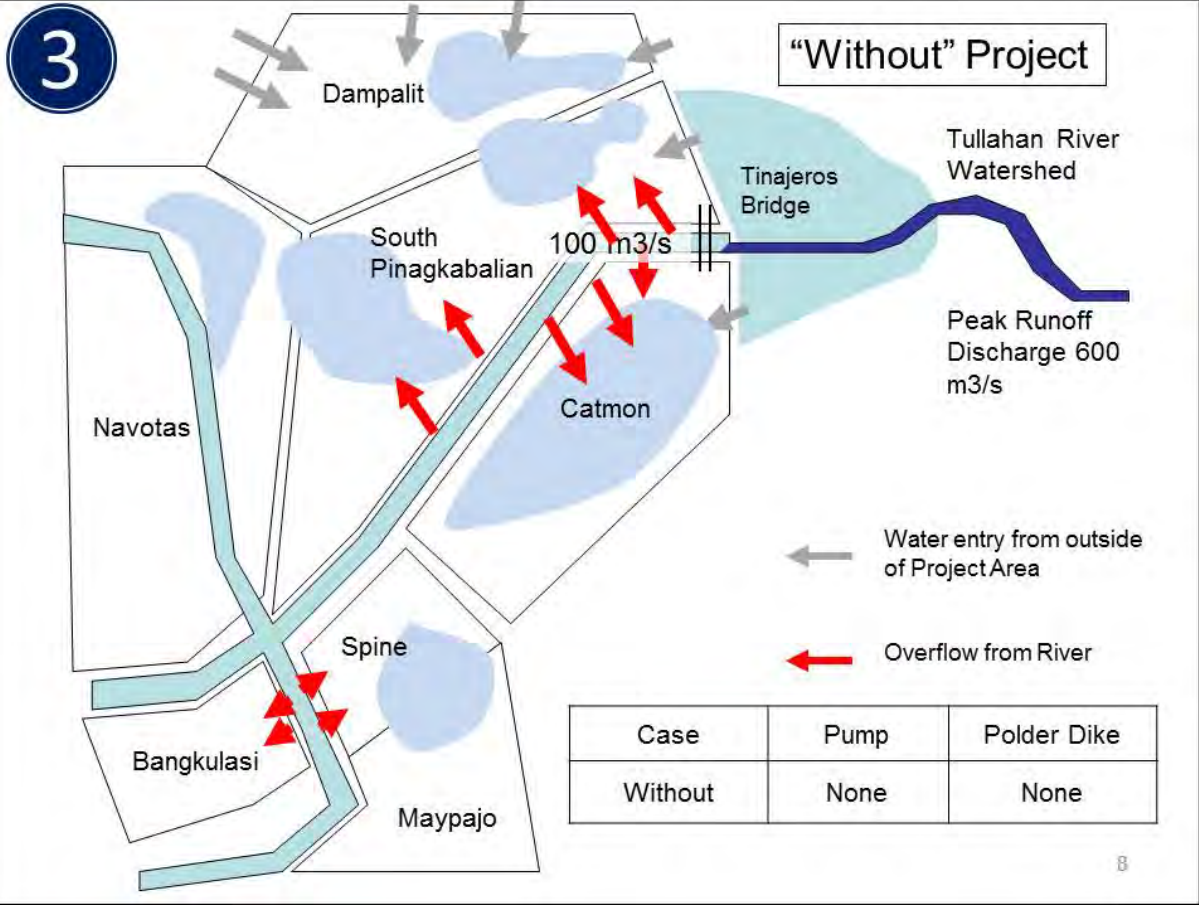
- ◆ The rain and high tide were strong during Ondoy while way extreme during Habagat.
- ◆ These extreme conditions caused serious flooding in KAMANAVA area.

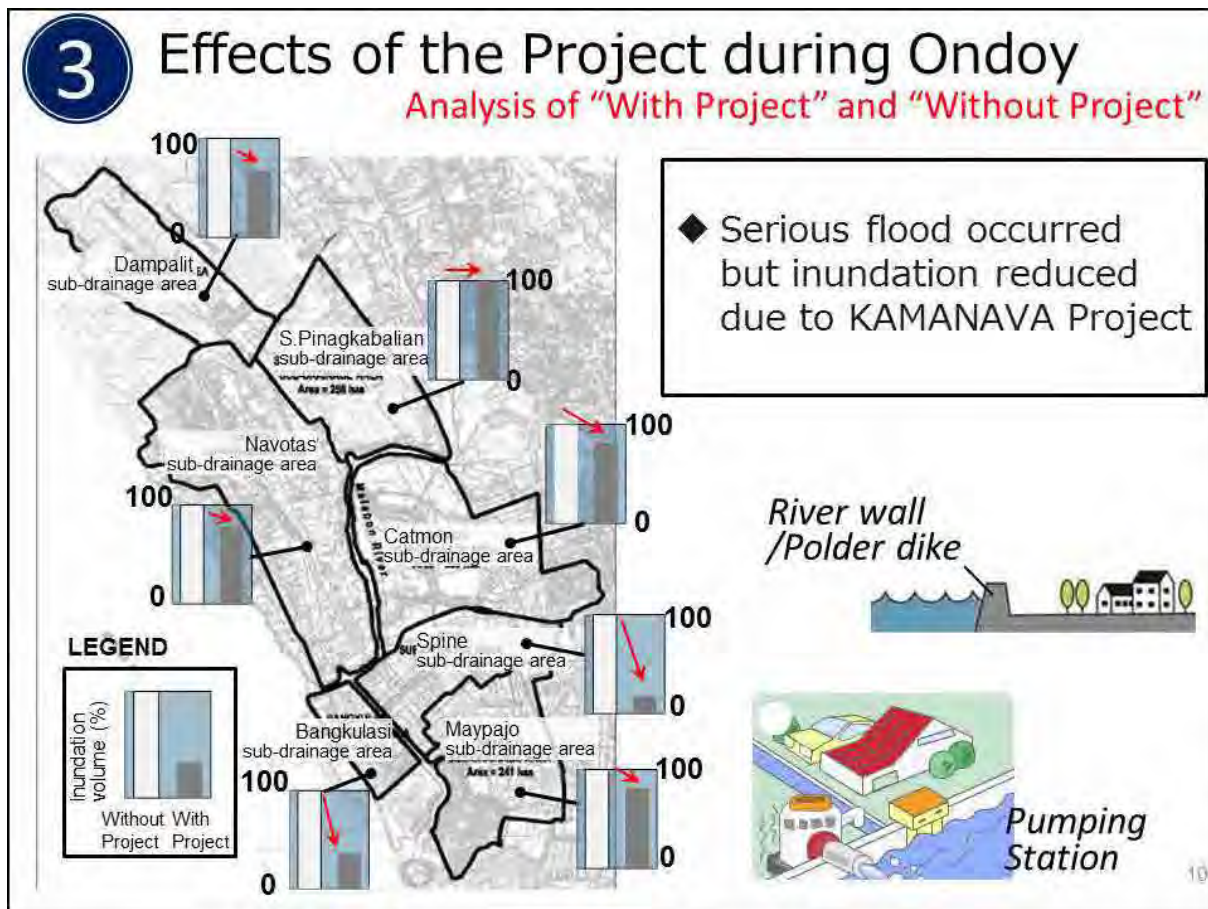
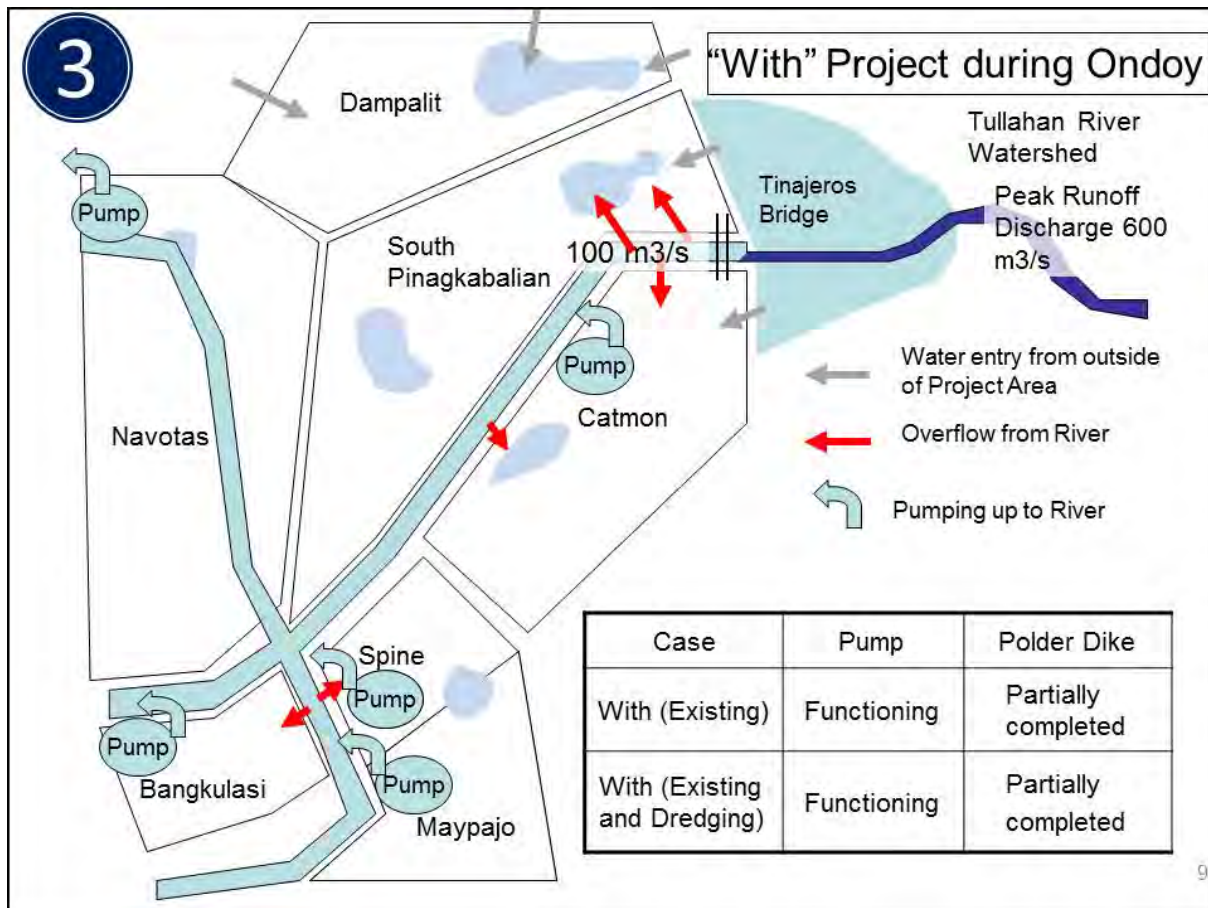
3 Effects of the KAMANAVA Project

- Analysis flow

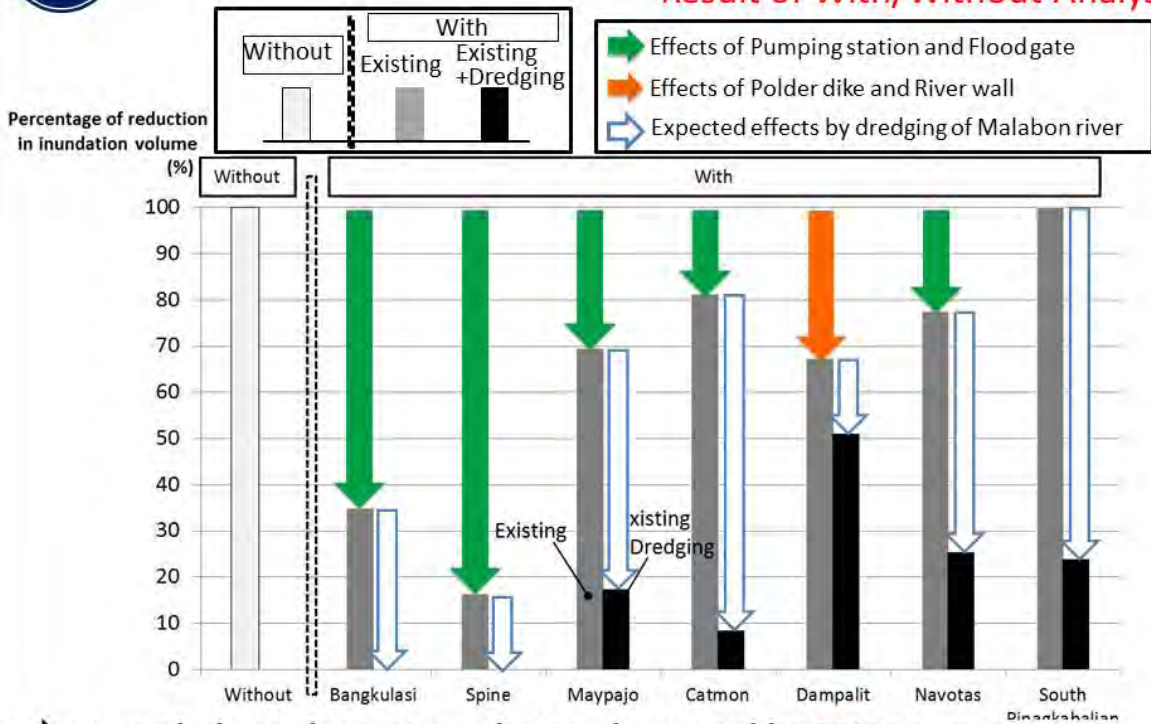


⇒ “With Project” and “Without Project” are explained as follows.





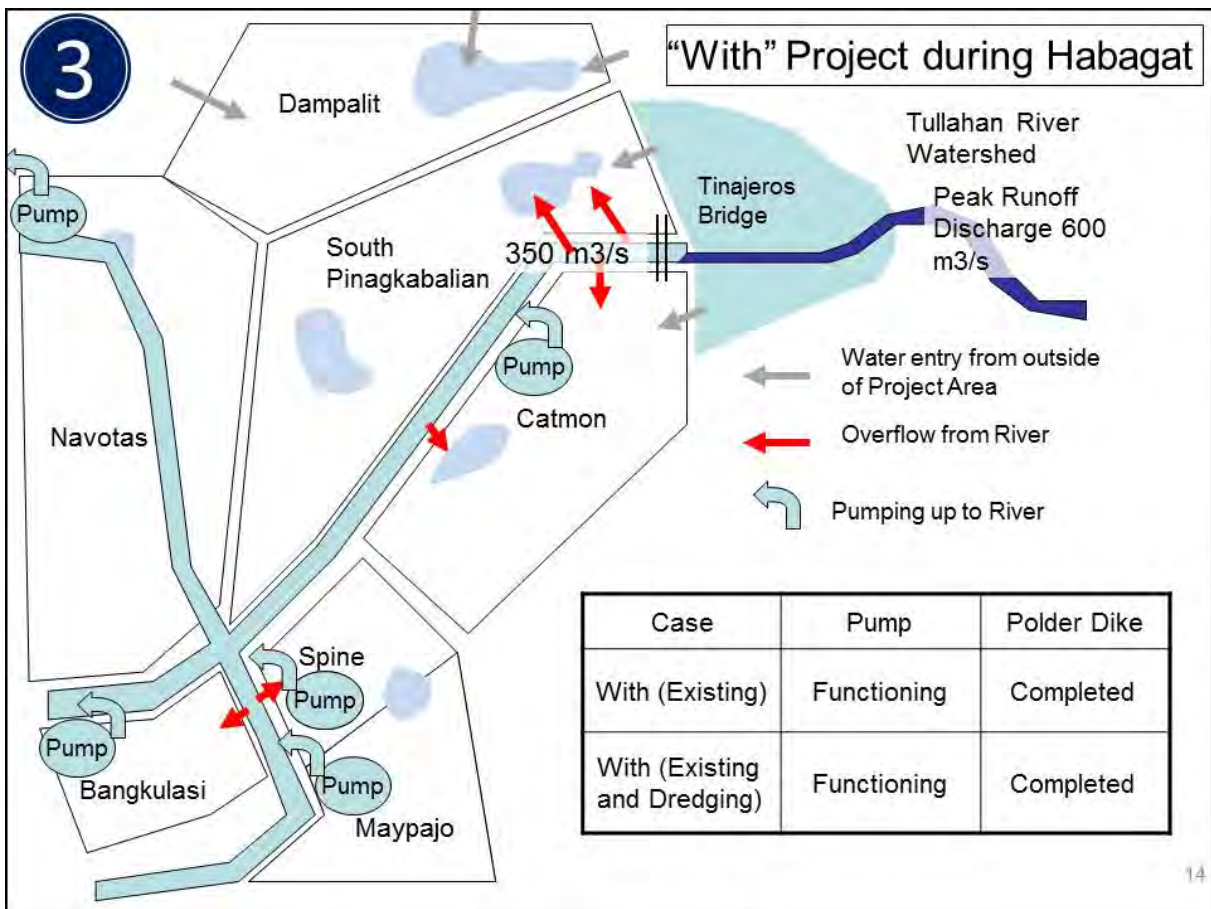
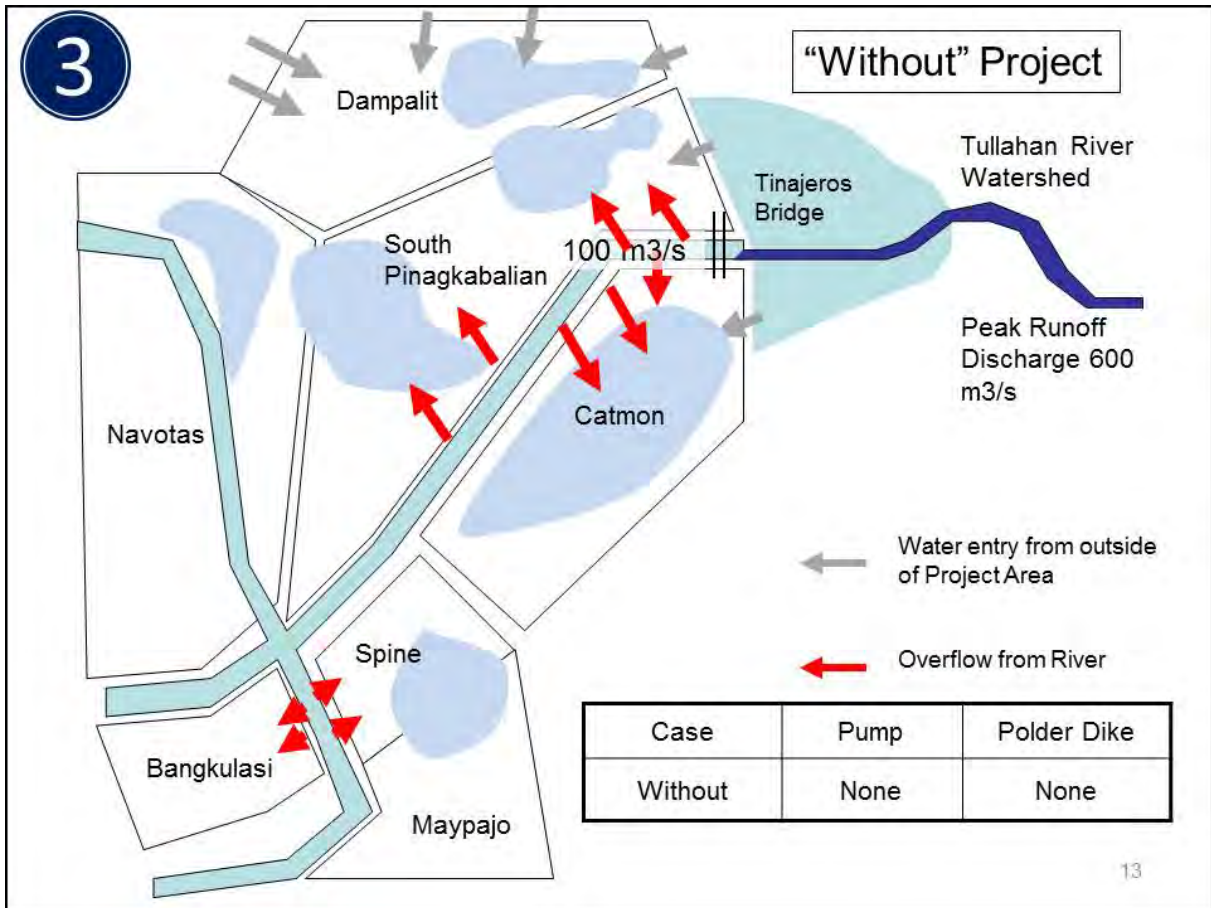
3 Effects of the Project during Ondoy Result of With/Without Analysis



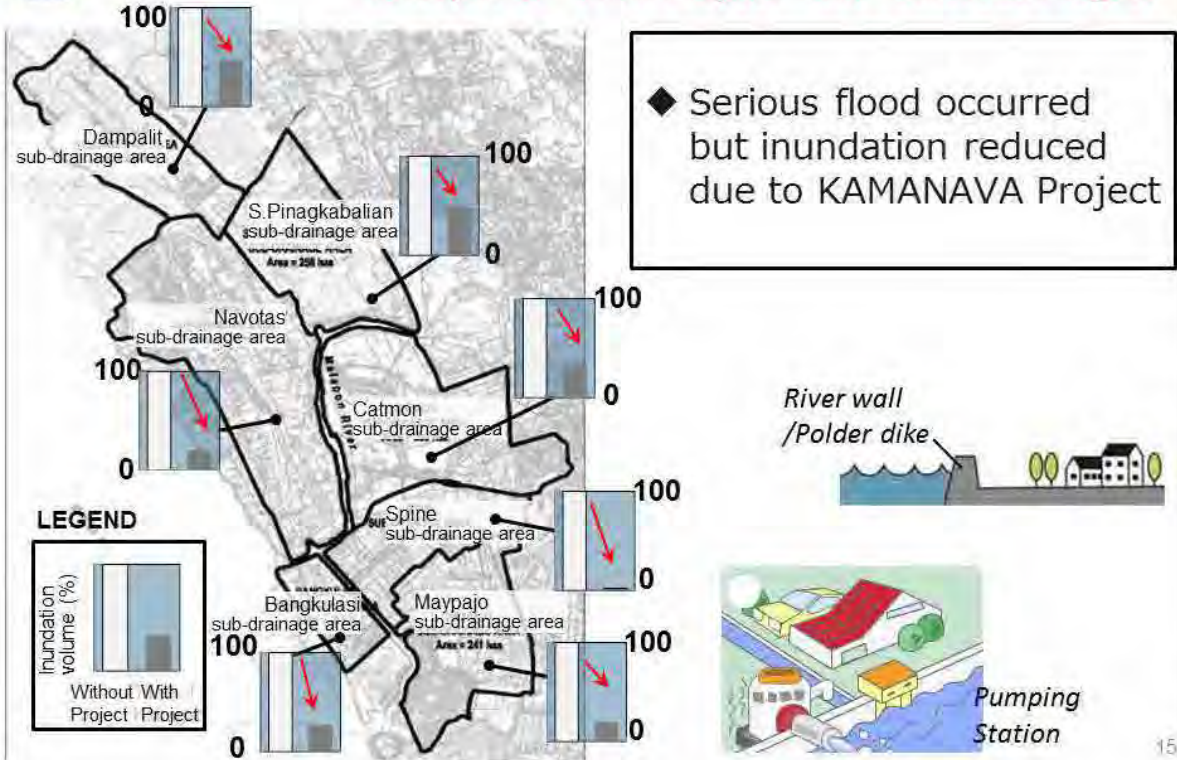
➔ Inundation volume per unit area decreased by **26%** on average. It can be further decreased to **75%** on average by Project with dredging.¹¹

3 Effects of the Project during Ondoy Findings from With/Without Analysis

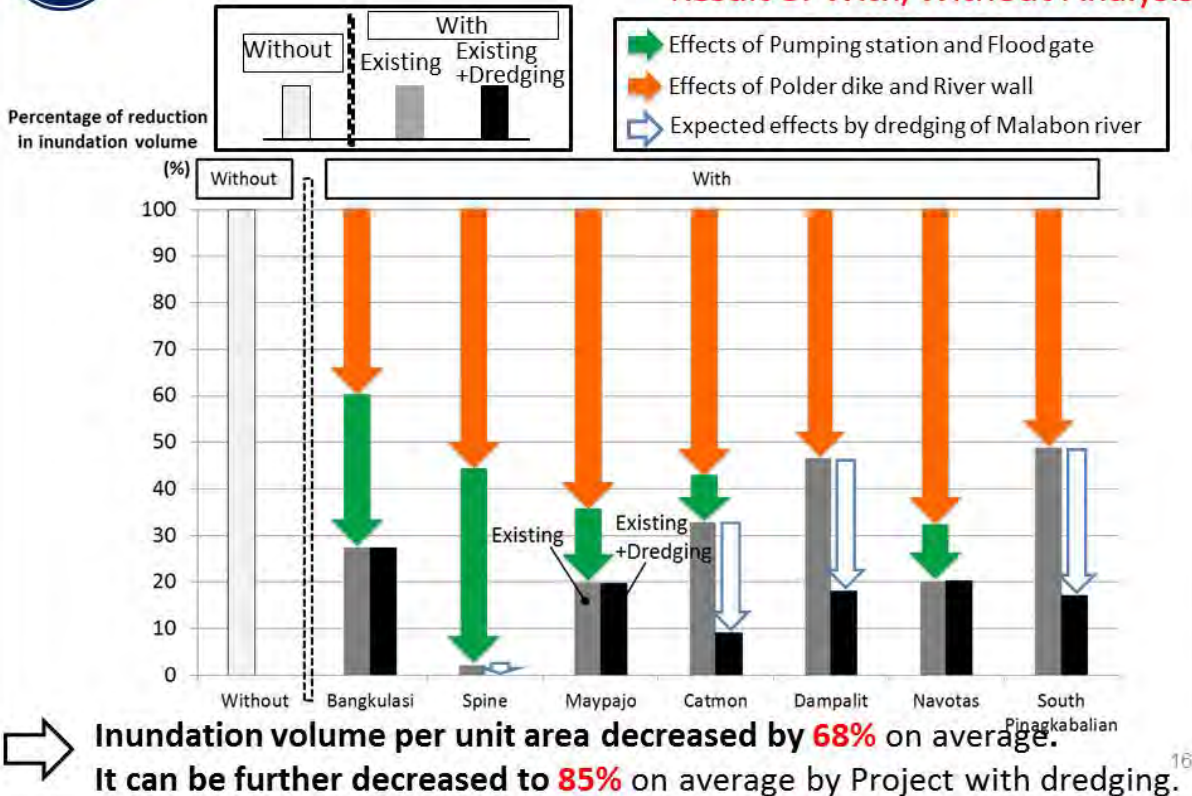
1. If there were no Project, the average inundation volume would result to more than 1m depth, especially Dampalit, South Pinagkabalian and Catmon.
2. With the Project, the inundation volume in Project area decreased by 26% on average, mainly due to the pumps.
3. At the time of "Ondoy", the channel capacity at upper reach of Malabon river is estimated to be 100 m³/s only, so flood water had been overflowed into Catmon and South Pinagkabalian as well as Dampalit and caused inundation.
4. In Dampalit, the polder dike was not completed, so sea water entered in the Project area.
5. By dredging of Malabon river, the effects (reduction of inundation volume) would further be enhanced to 75% on average.



3 Effects of the Project during Habagat Analysis of "With Project" and "Without Project"



3 Effects of the Project during Habagat Result of With/Without Analysis



3 Effects of the Project during Habagat Findings from With/Without Analysis

1. If there were no Project, the average inundation volume would result to more than 2m depth, especially Dampalit, South Pinagkabalian and Catmon would have deep inundation.
2. With the Project, the inundation volume in Project area decreased by 68% on average, especially Spine, Maypajo and Navotas.
3. At the time of Habagat, the channel capacity at upper reach of Malabon river is estimated to be 350 m³/s which is still less than design capacity, so flood water had been overflowed into Catmon and South Pinagkabalian as well as Dampalit and caused inundation. But with the Project, the inundation volume was decreased by 50% or more in all areas.
4. In Dampalit, the polder dike was completed, so no sea water entered in the Project area and only a very few polder dike sections allowed inflow.
5. By dredging of Malabon river, the effects (reduction of inundation volume) would be further enhanced to 85% on average. However, the overflow of Malabon and Marala rivers due to high tide resulted into remaining inland inundation condition in Bangkulasi and Maypajo.

17

3 Effects of the KAMANAVA Project Conclusion

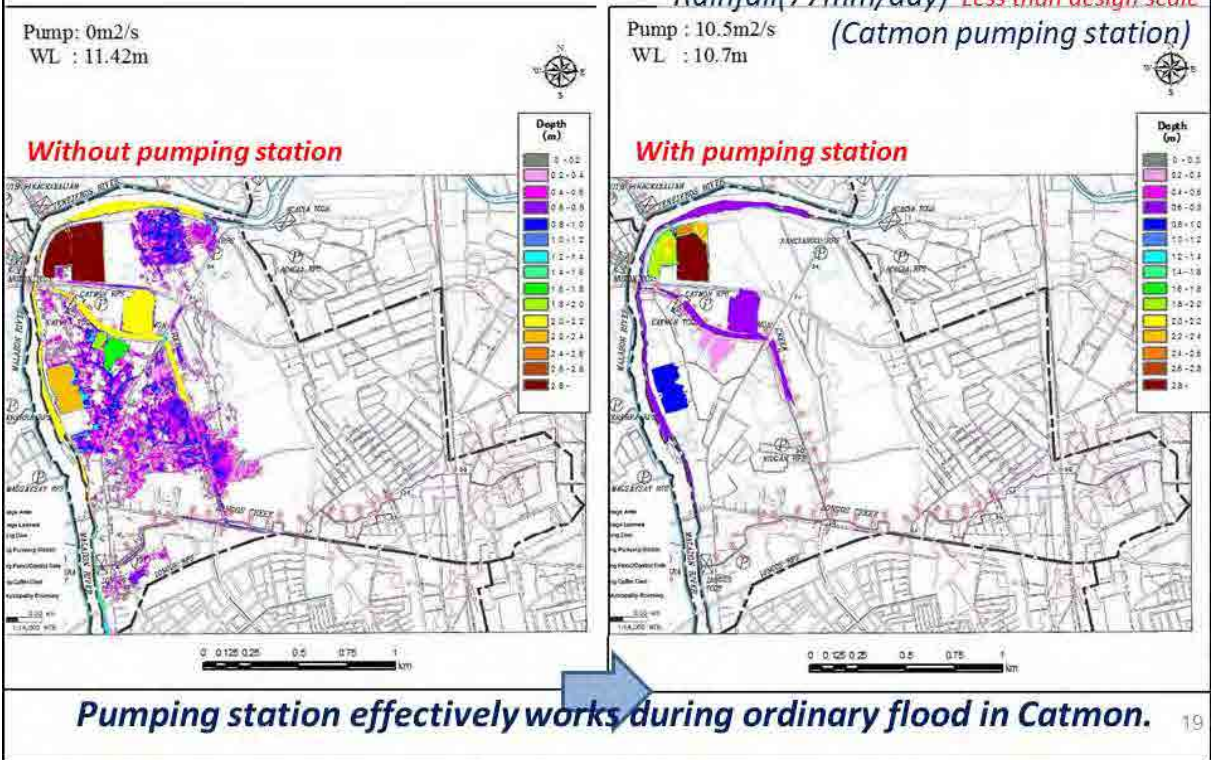
		2009 typhoon "Ondoy"	2012 Monsoon (Habagat)
Condition	Rainfall	About 10year return period	Over 100year return period
	Tide	Over design level	Way beyond design level
	Summary	Under extreme condition	Under very extreme condition
Effectiveness (Existing)	Inundation volume	26% decrease on average	68% decrease on average
	Summary	Certain effects were realized *Project was not completed yet.	Significant effects were realized
Effectiveness (Existing and Dredging)	Inundation volume	75% decrease on average	85% decrease on average
	Summary	Enhancement and strengthening of facilities are needed for extreme flood condition as proposed by this Study.	

- During Ondoy and Habagat, because of heavy rain and high tide, serious flood occurred, but KAMANAVA Project contributed to reduction of inundation volume for both flood events.
- To enjoy the full effects of the Project and minimize future floods, dredging is considered the most viable measure.

18

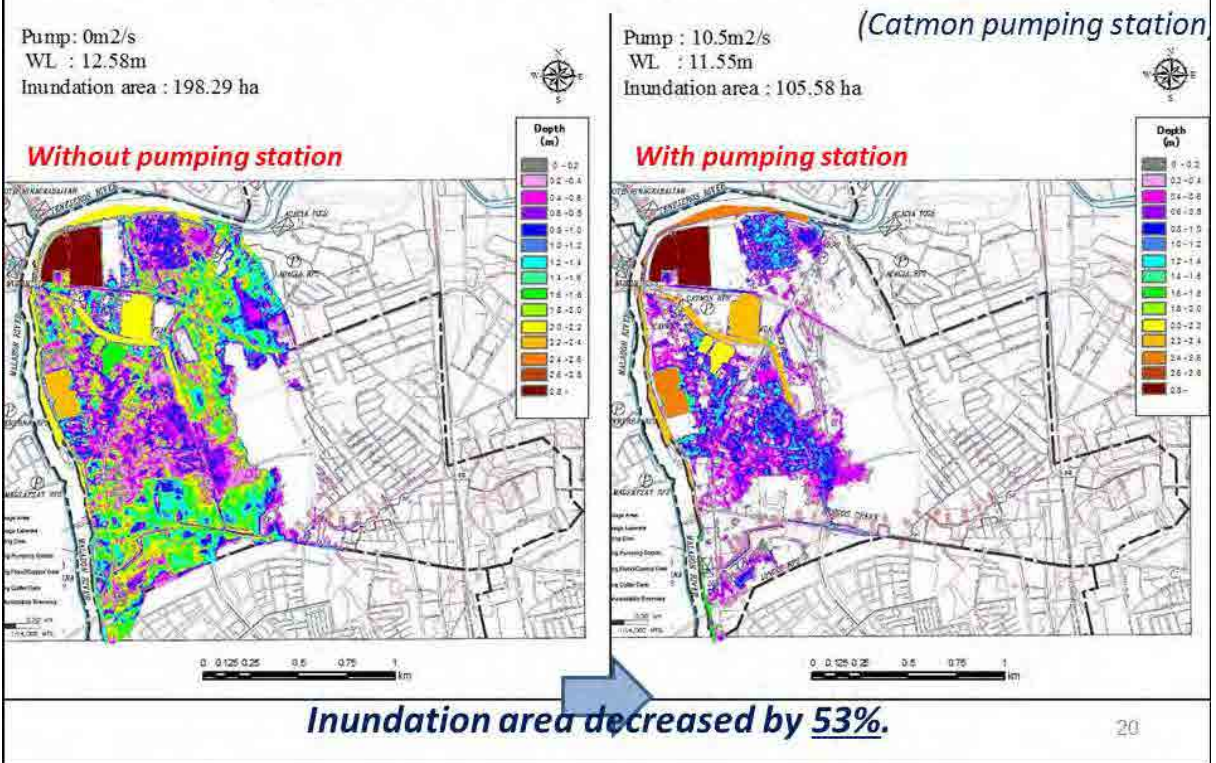
3 Sample of detailed analysis for Common Inland Flood

*Inland flood is considered in this analysis except river flood.
*Rainfall(77mm/day)*Less than design scale*



3 Sample of detailed analysis for “Habagat” Inland Flood

*Inland flood is considered in this analysis except river flood.



4 Recommendations to achieve intended benefits/impact of the Project(1/2)

	Actions , Initiatives of DPWH	in charge		Status in 2014
		DPWH	LGU	
Coordinate	Periodical meeting with all concerned agencies for exchange of information on the Project			
Implement	Coordinate in the planning, design and implementation of structure measures such as river wall construction			
Implement	Raising of Lambingan bridge crossing Malabon river			Ongoing
Implement	Raising of Bangkulasi, Tonsuya, Tinajeros bridges crossing Malabon river			Planned
Implement	Dredging of the navigation route in Navotas river			
Implement	River bed dredging of Malabon river from Tinajeros bridge down to its junction with Navotas river			
Implement	Upgrading of the Polder Dike to Road dike			
Confirm	Confirm future land use plan in Malabon city, especially in Barangay Dampalit			
Implement	Construction of Dampalit and S.Pinagkabalian Pumping stations			



Structural measure



Non-Structural measure

21

4 Recommendations to achieve intended benefits/impact of the Project(2/2)

	Actions , Initiatives of DPWH	in charge		Status in 2014
		DPWH	LGU	
Manage	Implement solid waste management in wider area covering the upstream areas.			
Implement	Improvement of secondary/tertiary drainage channels			
Maintain	Existing drainage channels (dredging)			
Monitor	Flood situation and operation of LGU's small pumping stations and gates			
Implement	Tide measurement at Bangkulasi Pumping station and North Navotas Navigation Gate			Ongoing



Structural measure



Non-Structural measure

22

5 Recommendations to further enhance benefits/impact (1/2)

Actions , Promoting of DPWH		in charge		Status in 2014
		DPWH	LGU	
Implement	River wall raising/ strengthening along Malabon and Marala river			Ongoing
Implement	River improvement works from Tinajeros bridge to Macarthur Highway along the Tinajeros-Tullahan River			Ongoing
Implement	Construction of Navotas coastal dike			Ongoing
Study/Design	Measures for retention of rainwater on site			
Formalizing/ upgrading	Upgrading of Longos Relief Pumping Station and expansion for Bangkulasi Pumping Station			



Structural measure



Non-Structural measure

23

5 Recommendations to further enhance benefits/impact (2/2)

Actions , Promoting of DPWH		in charge		Status in 2014
		DPWH	LGU	
Implement	Capacity building for operators of floodgate and pumping stations			Ongoing
Implement	Monitor discharge measurement at Tinajeros River and Malabon River			
Implement	Monitor rainfall measurement at North Navotas Navigation Gate, Pinagkabalian Floodgate, Muzon Floodgate, Catmon Pumping station, Spine, Maypajo, Bangkulasi Pumping station.			
Implement	Control/regulation of land use in and around retarding ponds			
Implement	Enhancement of flood-fighting activities (ex. Storing of Sand bag at Polder dike)			
Implement	Dissemination of Information on the Project to Barangay			



Structural measure



Non-Structural measure

24

Discussion ~Confirmation of precondition (undertaking)

DPWH




- Raising the bridges



Bridge Name	Current Status
Bangkulasi	In 2014 to be raised by DPWH-NCR
Tonsuya	In 2014 to be raised by DPWH-NCR
Lambingan	Raising ongoing by DPWH-NCR
Tinajeros	In 2014 to be raised by DPWH-NCR

- Dredging of Malabon river  Main factors are shown in next page.

LGUs

- Tributary drainage system in the Project Area
 The problem is lack of fund.
- Solid Waste Management
 LGUs recognize the necessity for wide collaboration among LGUs (Quezon city, Valenzuela, Caloocan).
- Dredging of Navotas river
 To be discussed in Today's Open Forum.

25

Discussion ~Confirmation of precondition

On Dredging of Malabon River

- The necessity of the dredging of Malabon riverbed to accommodate the flood discharge for 30 years return period has been recognized since JICA Study in 1990.
- Therefore, while the dredging of the Malabon riverbed has not been included in the scope of work of KAMANAVA Project, it was already agreed that it is an important precondition to achieve the full effects of the Project.

26

Discussion ~Common issues among LGUs

The following 2 issues are regarded as transboundary/common issues between Navotas and Malabon cities.

1. North Navotas Navigation Gate Operation
2. Land use development and KAMANAVA Project

27

Discussion

1. North Navotas Navigation Gate Operation

LGU	Conflict of Interests in terms of gate closure elevation
Navotas	Due to the shallow water depth at EL.10.5m and livelihood of the residents, Navotas prefers higher gate closure elevation such as EL.11.5m.
Malabon	Due to many low elevation areas in the city, Malabon prefers lower gate closure elevation such as 10.5m as per Design.

Area below EL.10.5m



Area below EL.11.0m



Area below EL.11.5m



Discussion

1. North Navotas Navigation Gate Operation

- In Malabon, during high tide, the reverse flow from river to inland areas thru drainage channel causes inundation. So the gate closure level should be lower than the present EL.11.0m to avoid such situation. According to Malabon City, the gate closure level should be 10.5m as per design.
- One of the solutions discussed was dredging of Navotas river to lower the riverbed so that the ships can still pass through with the closure level at 10.5m.
- Another consideration in the gate closure level of is the livelihood of fisher folks (e.g. longer closure time of the gate will shorten the access time)

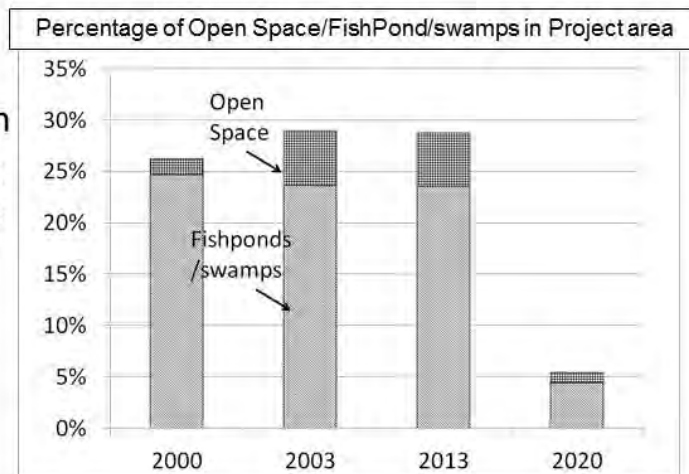
29

Discussion ~Common issues among LGUs

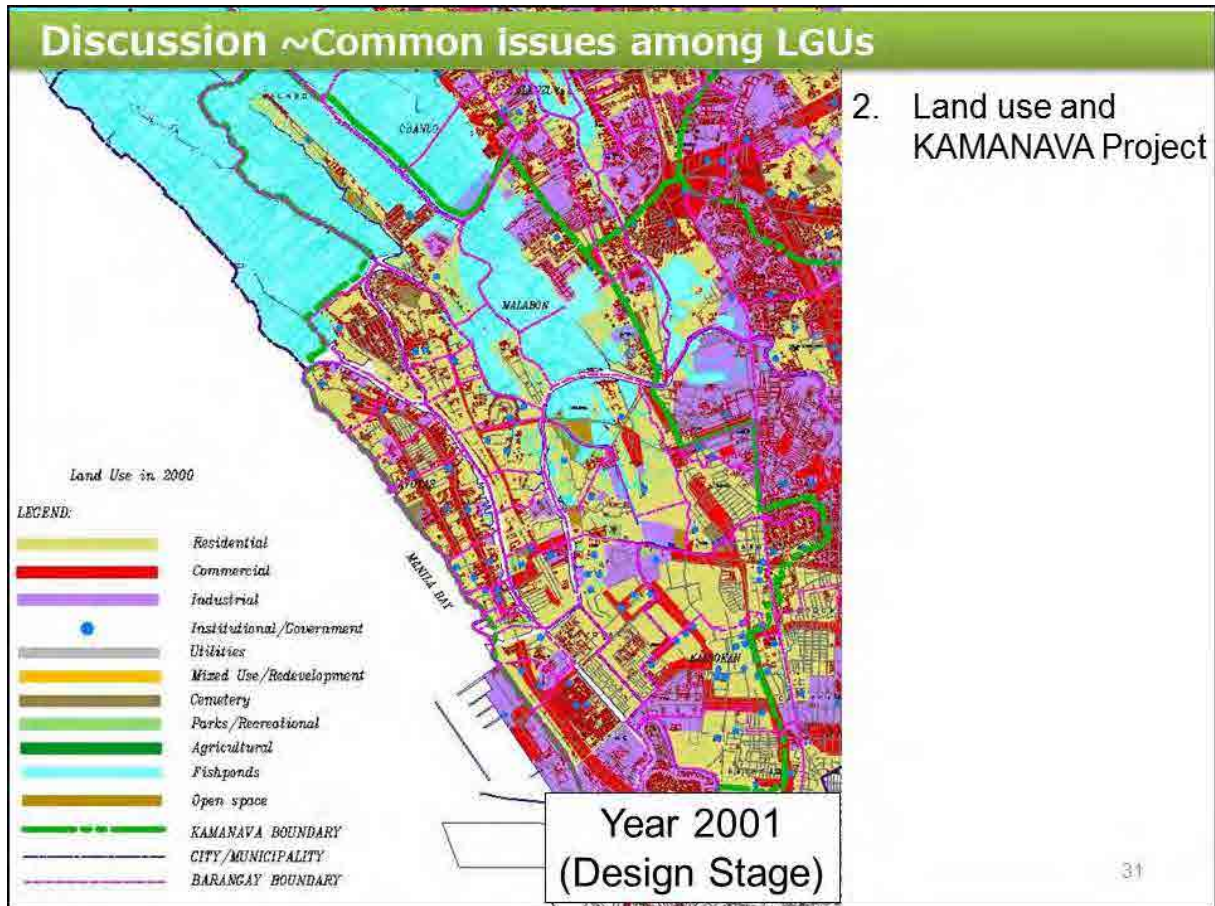
2. Land use and KAMANAVA Project

- The KAMANAVA Project assumed the open space and fishpond/swamps would decrease to 5 % in 2020.
- As of 2013 the percentage of open space and fishpond/swamps in the Project area has not decreased since 2003.

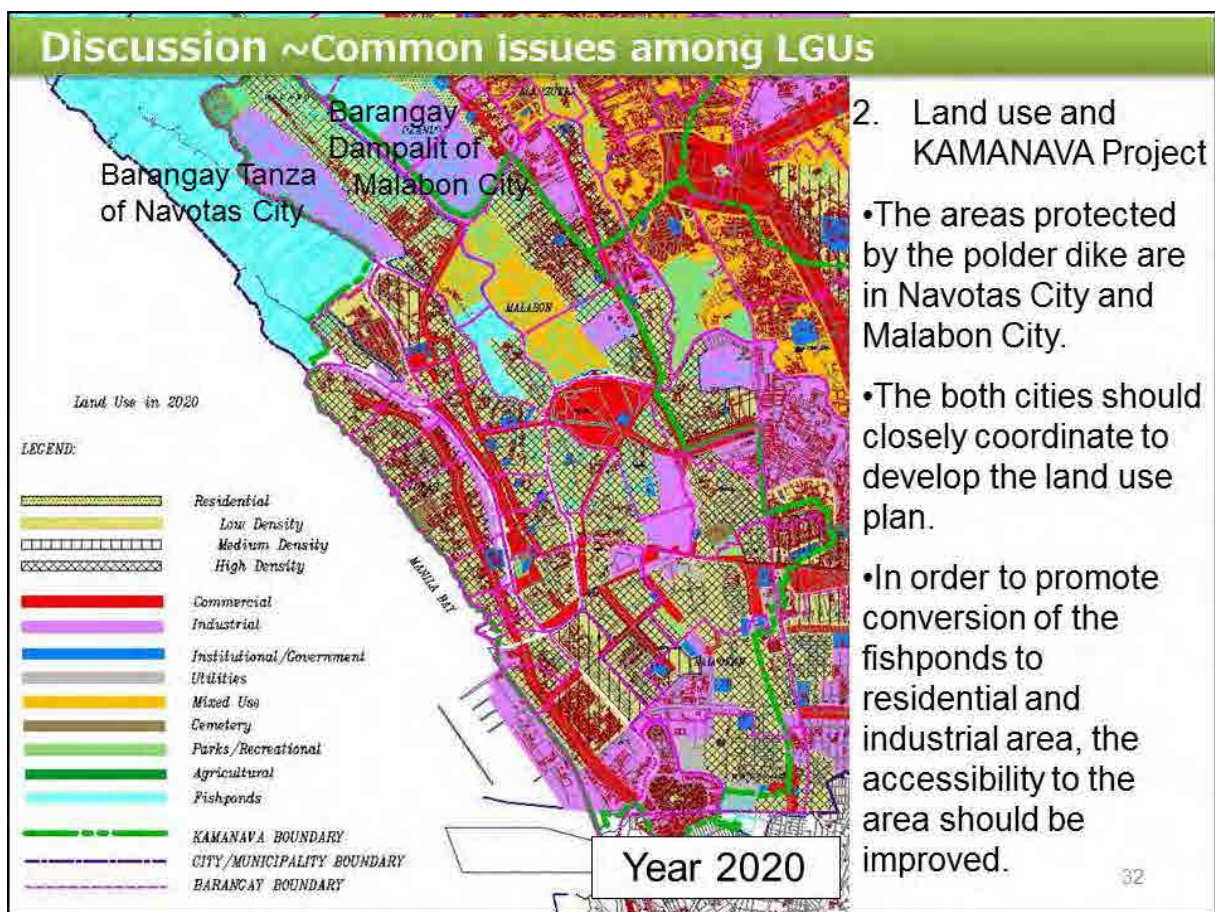
- Implementation of Dampalit Pumping Station was deferred considering the actual land use of the area.



30



2. Land use and KAMANAVA Project



2. Land use and KAMANAVA Project

Barangay Dampalit of Malabon City
Barangay Tanza of Navotas City

- The areas protected by the polder dike are in Navotas City and Malabon City.
- The both cities should closely coordinate to develop the land use plan.
- In order to promote conversion of the fishponds to residential and industrial area, the accessibility to the area should be improved.

付属資料 3.2:
コミュニティ向けワークショップの
プレゼンテーション資料
(英語版)

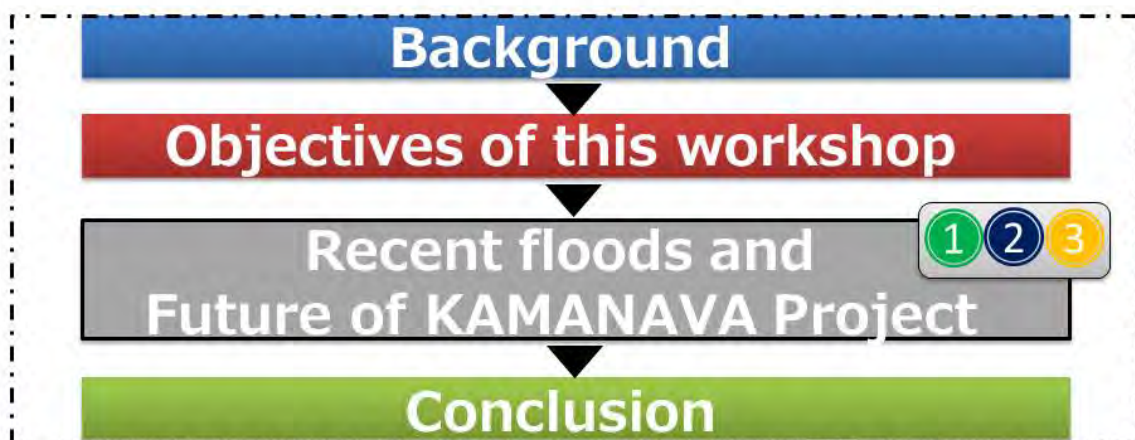
Workshop on Public Information of KAMANAVA Project For Residents of Malabon/ Navotas city



DPWH


Contents of This Session

9:45 – 10:15



2

Background (1) ~Past condition of KAMANAVA area

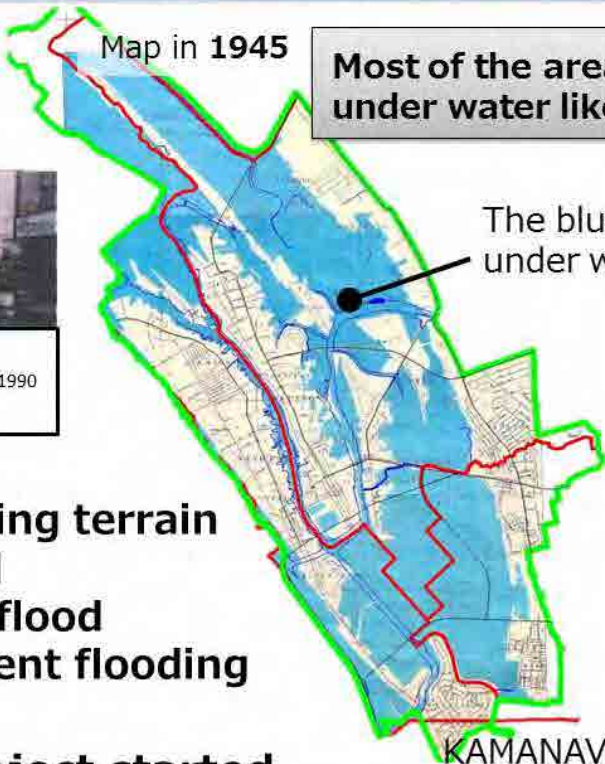


1990

Map in 1945

Most of the area was under water like the figure.

The blue area was under water.



KAMANAVA Project area


Now

- ◆ Flat and low lying terrain
- ◆ Heavy rain and Frequent river flood
- ◆ Prone to frequent flooding

↓

KAMANAVA project started.

Background (2) ~What is KAMANAVA Project?



Flood control and Drainage system improvement project

Target year: 2020

- ◆ The following facilities were constructed.
 - River wall and Polder dike
 - Flood gate
 - Navigation gate w/ pump
 - Pumping station
 - Drainage channel

4

Background (3)

~However, the flood at Ondoy and Habagat happened.



- Why did such serious floods happen?
- What was improved by KAMANAVA Project? ???



This Study was started.



5

Objectives of today's workshop

For confirmation of actual conditions objectively
the followings were done in the Study

- Review of KAMANAVA Project's progress
- Flood mark survey
- Inundation condition survey
- Social survey and holding of Workshops
- Land use survey
- River cross-section survey
- Consultation of LGUs

Today's workshop is held

to share information of KAMANAVA Project and
to exchange the idea for improving current situation.



6

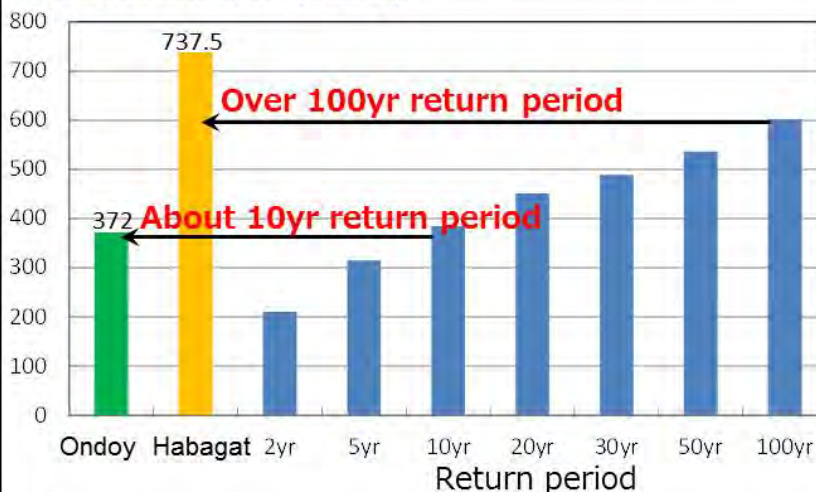
Recent floods and Future of KAMANAVA Project

- 1 During Ondoy and Habagat, severe floods were caused by heavy rain and high tide.
- 2 Despite the serious floods, KAMANAVA Project had certain effects.
- 3 To enhance the effects and prevent future flood, cooperation with DPWH, LGU and community is necessary.

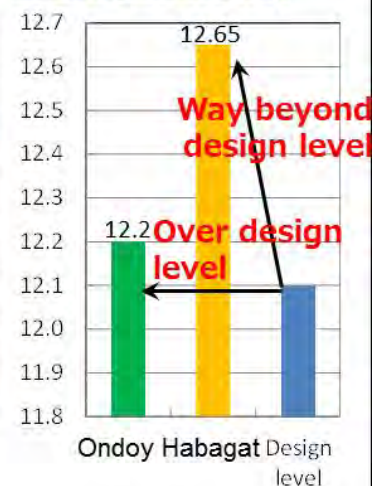
7

- 1 During Ondoy and Habagat, severe floods were caused by heavy rain and high tide.

Rainfall (mm/2day)



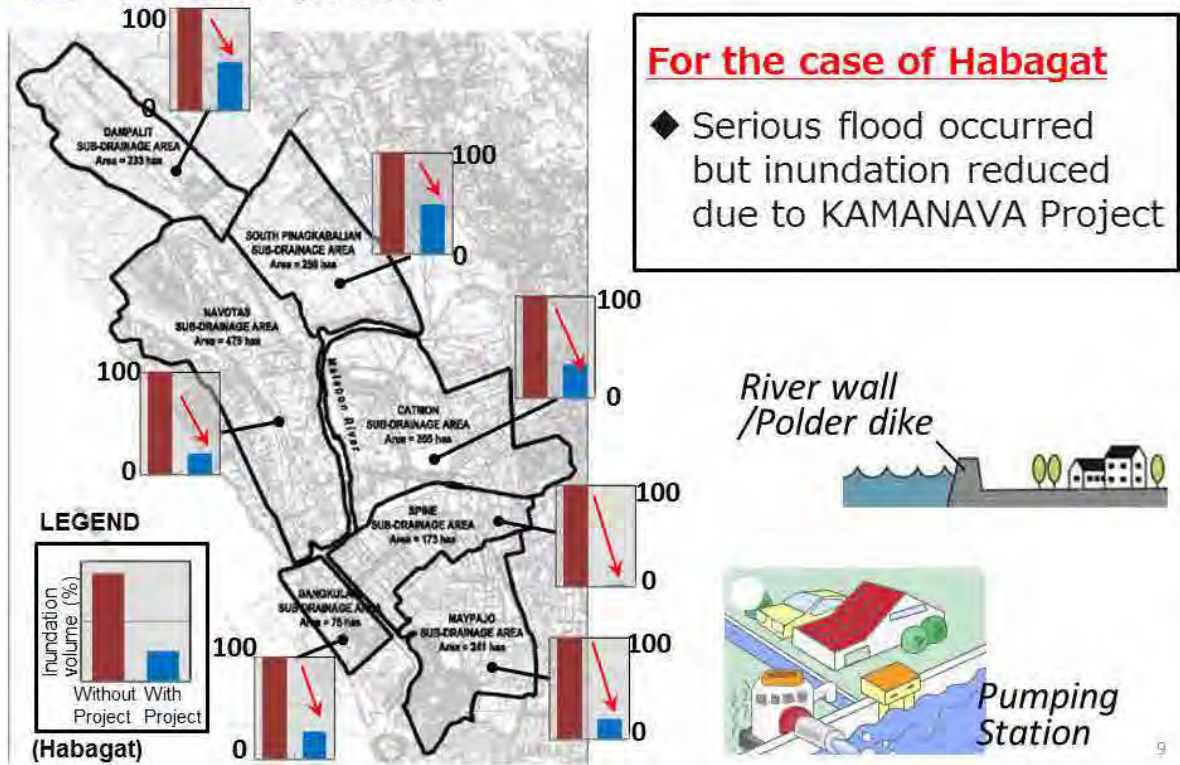
Tide (DPWH-m)



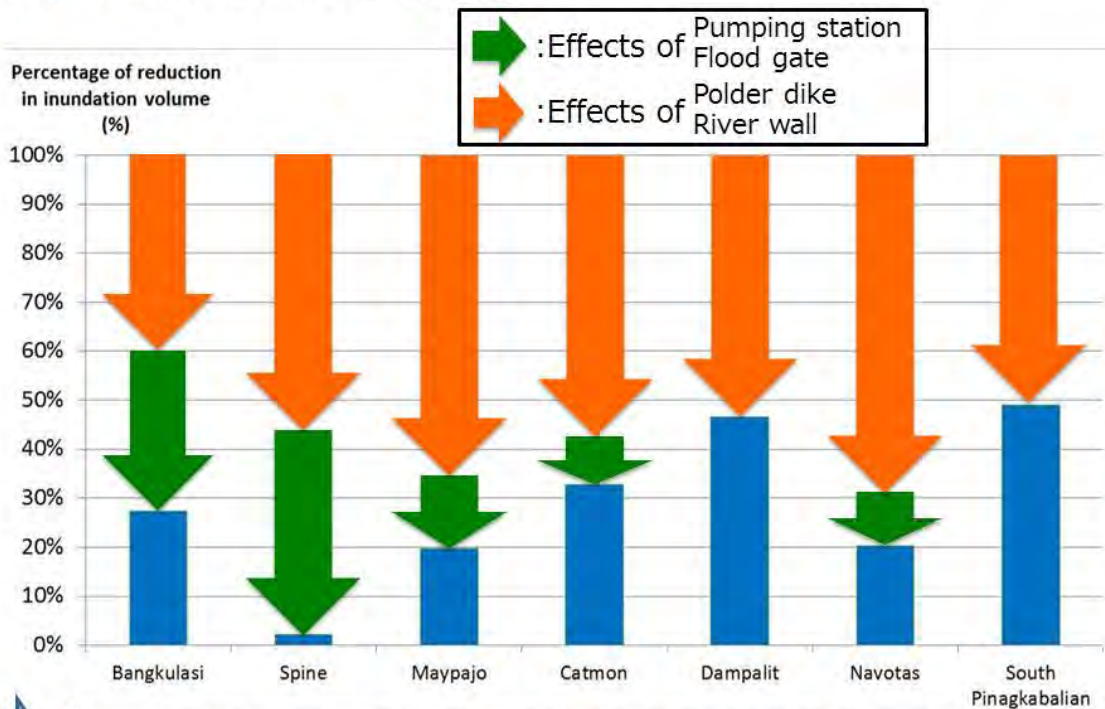
- ◆ The rain and high tide were strong during Ondoy while way extreme during Habagat.
- ◆ These extreme conditions caused serious flooding in KAMANAVA area.

8

2 Despite serious flood, KAMANAVA Project had certain effects.

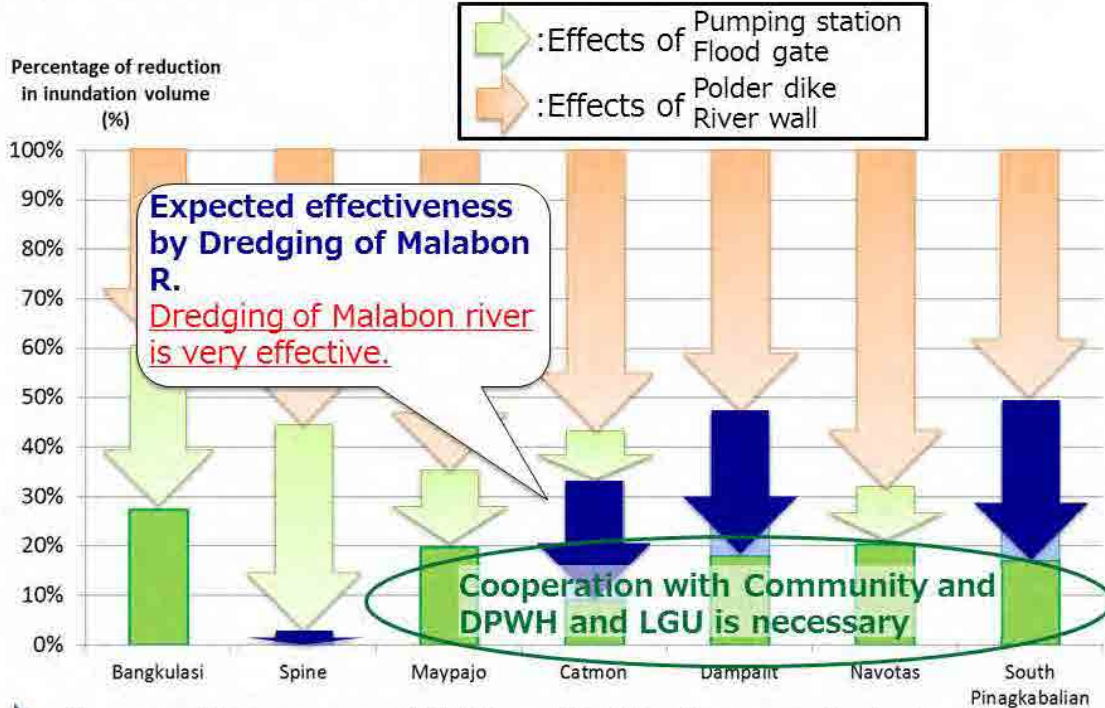


2 Despite serious flood, KAMANAVA Project had certain effects.



➡ This is the effectiveness of KAMANAVA Project.

2 Despite serious flood, KAMANAVA Project had certain effects.



Cooperation among DPWH and LGU, Community is important to prevent future flood.

11

3 To enhance the effects and prevent future flood, cooperation with DPWH, LGU and community is necessary.

One of the cooperative activities:
 Solid Waste Management at LGU/community level

Case Study

Option 1



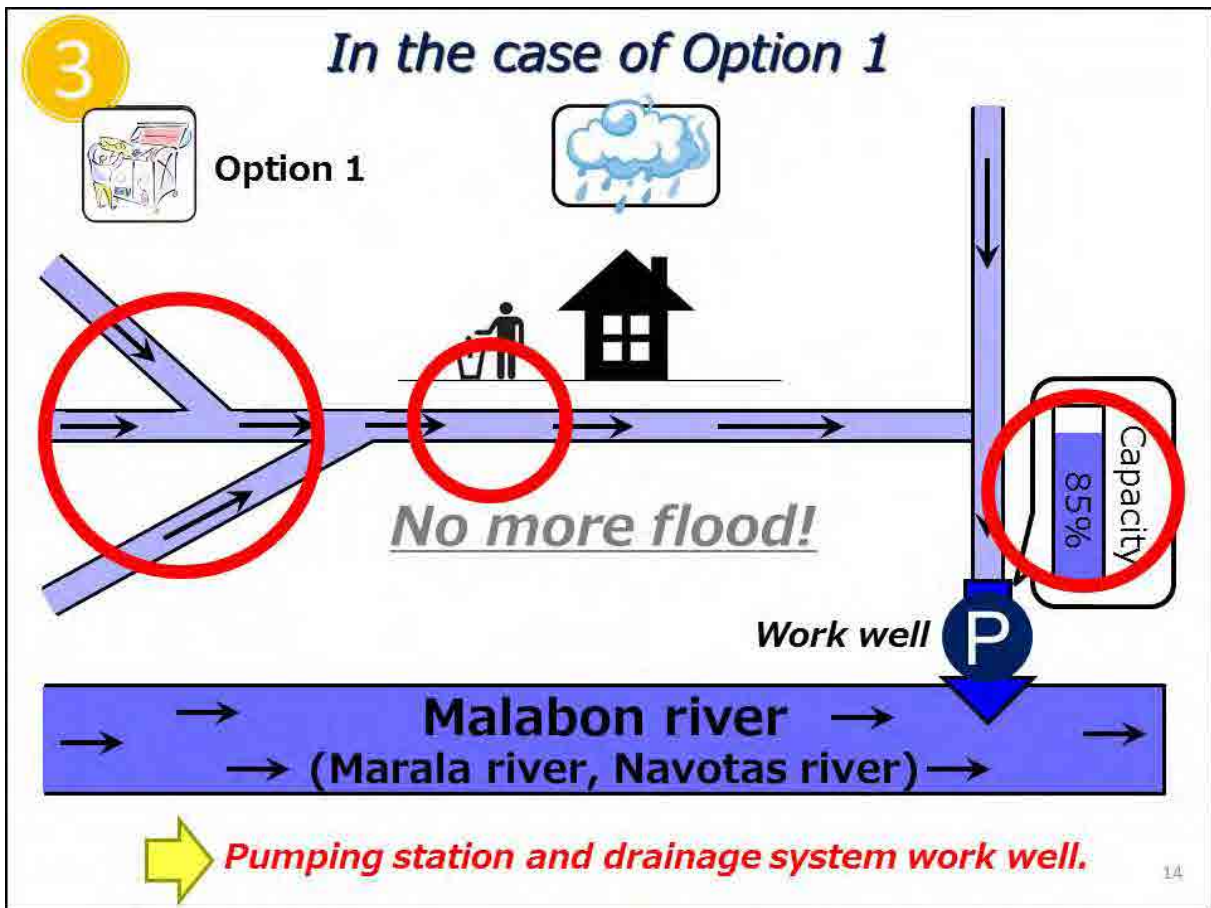
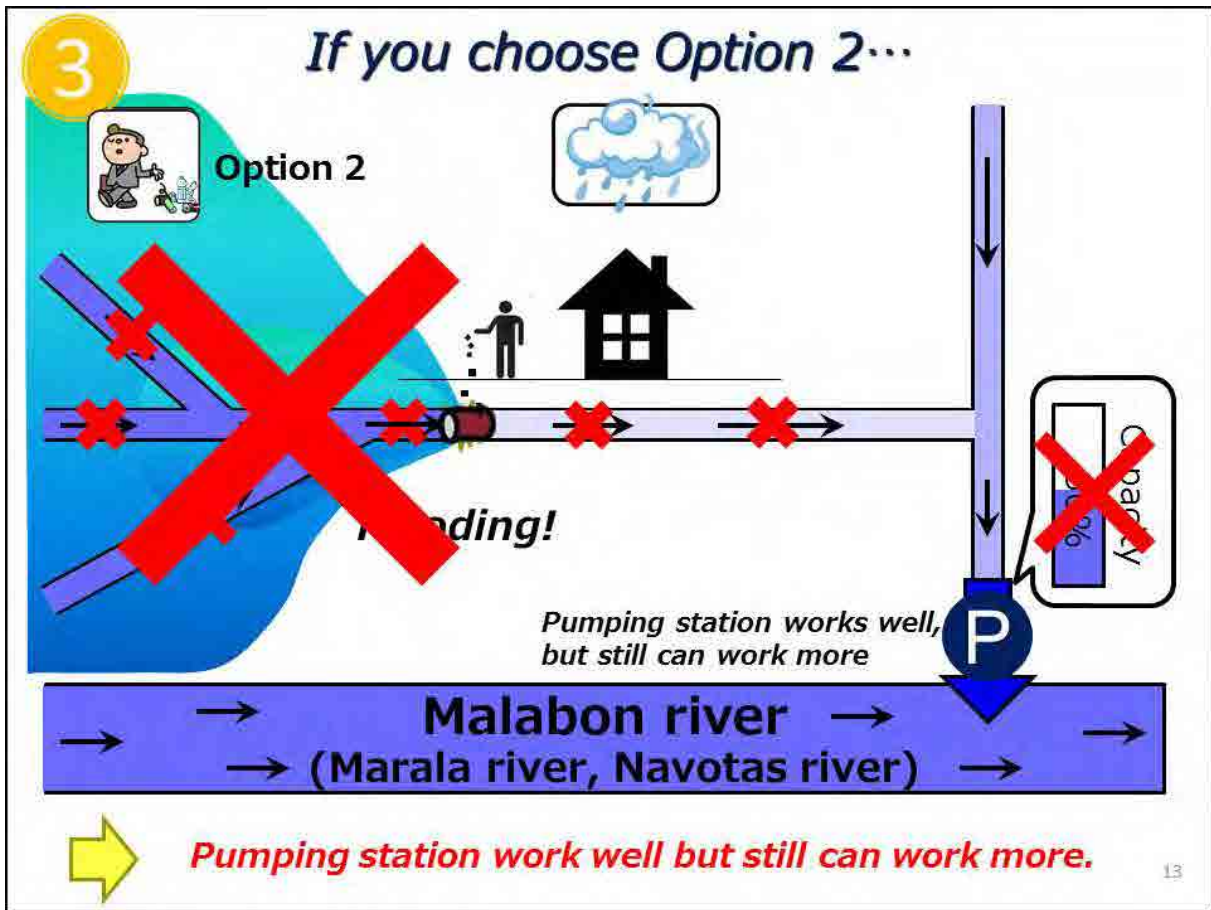
Throw away trash in a garbage can

Option 2



Throw away trash in the river/ channel

12



Future of KAMANAVA Project

- 1** During Ondoy and Habagat, severe floods were caused by heavy rain and high tide.

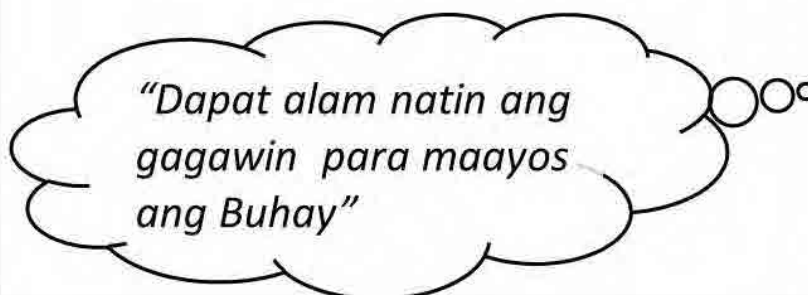
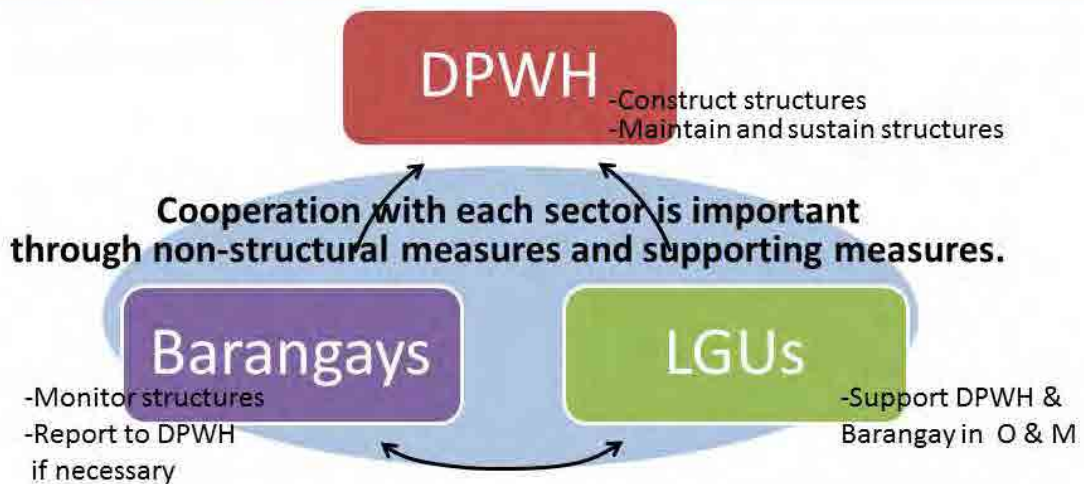
➔ **Additional measures are in progress by DPWH and LGUs.**
- 2** Serious flood happened, but KAMANAVA Project had certain effects.

➔ **Proper operation and maintenance are continuously needed.**
- 3** To enhance the effects and prevent future flood, cooperation with DPWH, LGU and community is necessary.

➔ **Let's cooperate together to prevent future flood.**

15

Partnership with the stakeholders



16

Methodology

Participants

The affected Barangays, City Engineers, City Planning and Development ,
 City Health, City Social Work and Development , City PNP, DEP ED
 Superintendent, DPWH

1. *Above participants present their institutional mandates in relation to the Project implementation.*
2. *Review materials/ information from presentation*
3. *Discuss the Barangay situation as of now.*
4. *Using Manila Paper and colored pens, the Barangay illustrates in a drawing their vision of their Barangay 10 years from now.*
5. *Present their work in the plenary session.*
6. *Give other comments and observations*

付属資料 3.3:
コミュニティ向けワークショップの
プレゼンテーション資料
(タガログ語・英語版)

Workshop Sa Pagbibigay alam tungkol sa KAMANAVA Project para Sa mga naninirahan sa Malabon/ Navotas city



DPWH

Ang paguusapan

9:45 – 10:15



2

Background (1) ~Ang KAMANAVA noon



1990



Map in 1945

Lubog ang karamihan ng Lugar

The blue area was under water.

KAMANAVA Project area
Source: DPWH

Ngayon:


- ◆ Patag at mababa ang lupain
- ◆ Matinding ulan at laging ng umaapaw ang ilog
- ◆ Laging binabaha... AT DAHIL NITO

↓

Ang KAMANAVA project ay nagsimula.

3

Background (2) ~Ano ang KAMANAVA PROJECT?



Pagpigil ng baha at Pagsaayos ng daluyan ng tubig (drainage)

- ◆ The following facilities were constructed.
- River wall and Polder dike
- Flood gate
- P Navigation gate w/ pumping station
- P Pumping station
- Drainage channel

4

Background (3)

~*Ngunit nangyari ang baha noong Ondoy at Habagat.*



- *Bakit nangyari ang matinding pagbaha?*
- *Ano ang nagawa ng KAMANAVA Project?*



Ang Pag-aaral ay nagsimula



5

Ang Layunin sa workshop na to.

Pag-patotoo ng kasalukuyang kondisyon /

Ang pag-aaral na ito ay ginawa

- Pag-babalik tanaw sa progreso ng KAMANAVA Project
- Survey ng palatandaan ng hanganan ng baha
- Survey ng kalagayan dulot ng baha
- Survey ng kalagayan ng mga mamayan at kabuhayan at pag-kakaroon ng Workshop
- Survey sa paggamit ng lupain
- Survey ng kabuoan ng ilog (cross section)
- Consultation of LGUs



Ang workshop sa araw na to ay upang maipabagi ang mga impormasyon tungkol sa KAMANAVA Project at mag-palitan ng mga kuro-koro at mga paraan upang mas mapasaayos ang kasalukuyan sitwasyon.

6

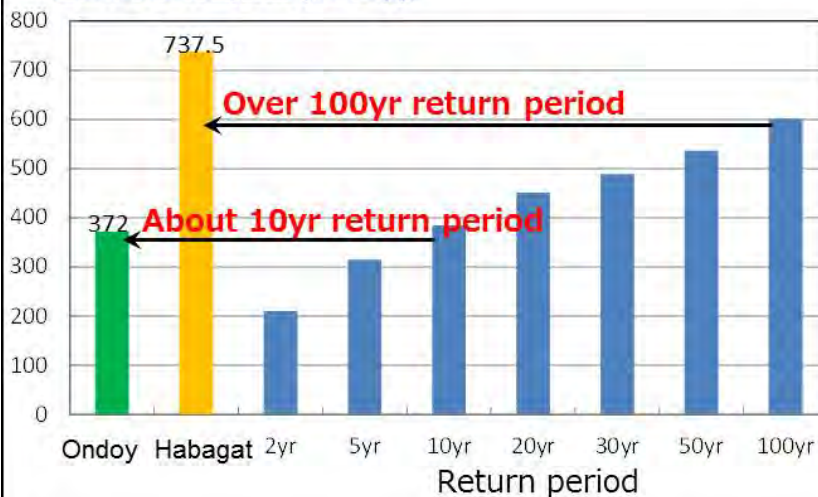
Recent floods and Future of KAMANAVA Project

- 1 Sa Ondoy at Habagat. Ang sanhi ng pagbaha ay dahil sa matinding ulan at pagtaas ng dagat.
- 2 Kahit matindi ang pagbabaha, ang KAMANAVA Project ay may naitulong na ibsan ito.
- 3 Mapahusay ang pagiging epektibo at maiwasan ang mga darating pang baha, sa paki pagtulungan sa DPWH, LGU at ng Barangay.

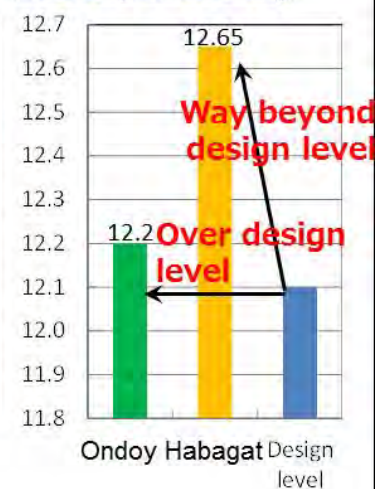
7

- 1 Sa Ondoy at Habagat. Ang sanhi ng pagbaha ay dahil sa matinding ulan at pagtaas ng dagat

Rainfall (mm/2day)



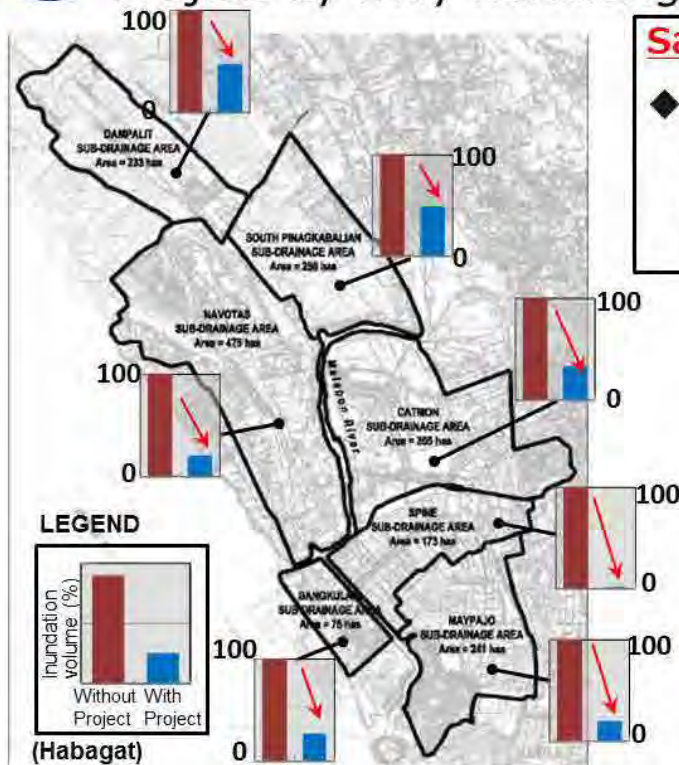
Tide (DPWH-m)



◆ Matindi ang ulan at taas ng dagat noong Habagat. At ganoon din noong panahon ng Ondoy na ngpabaha sa KAMANAVA.

8

2 Kahit matindi ang pagbaha, ang KAMANAVA Project ay may naitulong na ibsan ito.



Sa Habagat

◆ Matindi ang baha ngunit na ibsan ang pag laganap dahil sa KAMANAVA Project

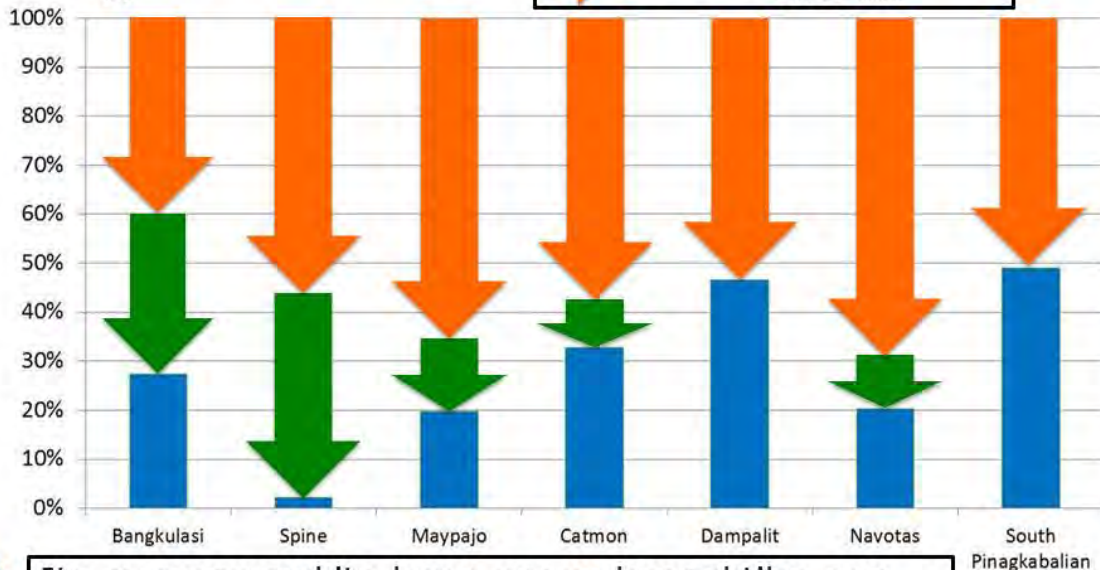


2 Kahit matindi ang pagbaha, ang KAMANAVA Project ay may naitulong na ibsan ito.

Ang laki ng pagbaha

Percentage of reduction in inundation volume (%)

➡ : Effects of Pumping station
➡ : Effects of Flood gate
➡ : Effects of Polder dike
➡ : Effects of River wall







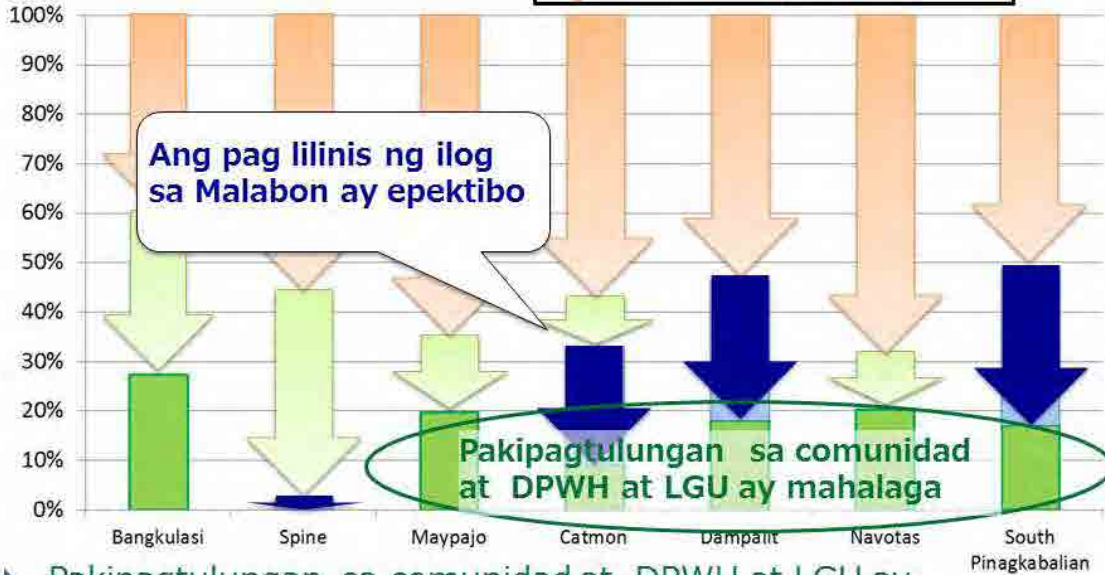
Ito ay nagpapakita kung gaano kaepektibo ang KAMANAVA Project.

2 Kahit matindi ang pagbaha, ang KAMANAVA Project ay may naitulong na ibsan ito.

Ang laki ng pagbaha

Percentage of reduction in inundation volume (%)

 : Effects of Pumping station
 : Effects of Flood gate
 : Effects of Polder dike
 : Effects of River wall



 Pakipagtulungan sa comunidad at DPWH at LGU ay mahalaga para maiwasan ang pagbaha

11

3 Mapahusay ang pagiging epektibo at maiwasan ang mga darating pang baha, sa paki pagtulungan sa DPWH, LGU at ng Barangay.

*Ang pakipagtulungan ay mahalaga:
Solid Waste Management at LGU/community level*

Case Study

Option 1



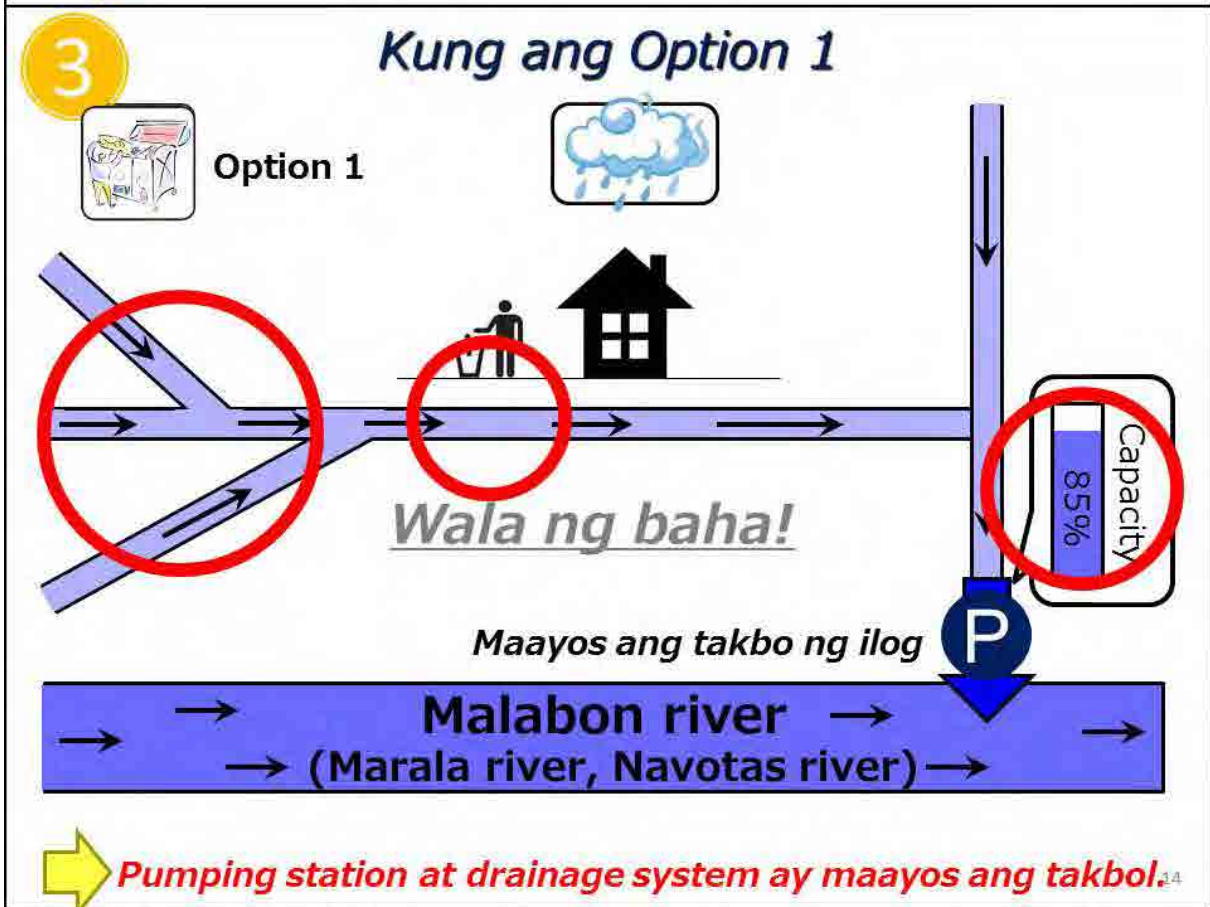
Pagtapon ng basura sa tamang lugar

Option 2



Pagtapon ng basura sa ilog.

12



Kinabukasan ng KAMANAVA Project

- 1** Sa Ondoy at Habagat. Ang sanhi ng pagbaha ay dahil sa matinding ulan at pagtaas ng dagat.

➔ **Karagdagang panukala ay ginagagawa ng DPWH at LGUs.**
- 2** Kahit matindi ang pagbabaha, ang KAMANAVA Project ay may naitulong na ibsan ito.

➔ **Tamang operasyon at pagpapanatili ng maayos ang mga pasilidad ay kinakailangan**
- 3** Mapahusay ang pagiging epektibo at maiwasan ang mga darating pang baha, sa paki pagtulungan sa DPWH, LGU at ng Barangay.

➔ **Tayo ay makipagtulungan upang maiwasan ang baha sa darating na panahon**

15

Partnership with the stakeholders



Methodology

Participants

The affected Barangays, City Engineers, City Planning and Development, City Health, City Social Work and Development, City PNP, DEP ED Superintendent, DPWH

1. *Above participants present their institutional mandates in relation to the Project implementation.*
2. *I-review ang mga materyales ng informasyon galing sa pagpahayag.*
3. *Pagusapan ang sitwasyon ng Barangay sa ngayon .*
4. *Gamit ang Manila Paper at crayola, ipakita ng Barangay sa pamamagitan ng drawing ang bukas ng Barangay*
5. *Ipahayag ang kanilang drawing .*
6. *Give other comments and observations*

17

Maraming Salamat po!

付属資料 4

BUHAY AT BAHAY... Isang hamon

ISANG ARAW SA TINDAHAN NI ATE CHARD...

SABI KO NAMAN KASI KAY LOLA KAYU NA ANG GAGANA E RYAN MAKINIS.

AY DO NGA PULA ATE CHARD, PABILI NG SABONG PAULABA AT MAS-LULIT AKO NG LABADA

MAGANDANG TANGHALI PO LOLA MARENG, MUKHANG PASO NA PASO: KAYO A.

ABAY KADAMING SAMPAY NA KAILANGANG LABHAN ULIT AT WALANG MAISUSIOT ANG MGA APO KO AT KAILANGANG MAY MAGLIMAS NG BAHAY PARA KA MAKAPAG LABA ULIT

MAGANDANG HAPON SA INYO, KAMIISTA NAMAN KAYONG LAHAT?

AY KAPITAN! NARIYAN PO PALA KAYO

KAPITAN ANO NA PO BA ANG KALAGAYAN NG ATING CAMANAWA FLOOD CONTROL PROJECT?

HA? GANUN BA? E BAKIT MAY BAHAY PA RIN?

SA NGAYON AY GUMAGANA NAMAN NG MAAPOS ANG ILANG BOMBA, PERO KULANG PA TALAGA LALO NA PAS MATARAS ANG TUBIG AT PLINO NG BASURA

NAKI, E ANG HIRAP NAMAN KASI SAWRYN NG MGA BASTA NA LANG NAGTITIK NG BAHAY SA TABING ILOG, NAKI! MASAKIT NA ANG LULO KO SA MGA YAN!

KAPITAN, MABUTI'N NARI TO KA AT NANG MAKAPAG USAP-USAP TUNGKOL SA ANONG DAPAT GAWIN

HINDI LAMANG SA AKIN KUNDI SA ATINS LAHAT NA NABIRITO AT NAAPEKTUHAN PALAGI NG PAGBAHA TUNING UMIULAN

ENGINEER, MABUTI AT NARI TO KA, MARENG NGA NAKIN ANG OPINYON MO

SALAMAT PO KAPITAN. SA TOTOO LANG MALAKING TULONG ANG RIVER WALLS AT POLDER DIKES LABAN SA BAHAY PERO KINAKAILANGAN PA RIN ANG MAINTENANCE NITO LABAN SA MGA BITAK

TAMA KA DYAN ALING CELIA!

OO NGA, LALO NA ANG DUMADALAS NA PASDALAW NG BAHAY, ABAY IBOS LAHI ANG LETRA NG ALPABETO NATN. MAGKAMINSAN HABAGAT LAMANG NAGBABAHAY NA MABUTI NA RIN AT MAY MEGA DIKE TAYO!

UY! SI ENGINEER PULA ITO!

PERO WALANG MAGAGANA ANG GANYANG PROYECTO KUNG HINDI MISMO MAGTUTULUNGAN AT MADDISIPLINA ANG MGA TAO. MALAKING BAGAY PA RIN ANG WASTE MANAGEMENT, SEGREGATION AT RECYCLING



KAILANGAN ANG MALAWAKANG PARTISIPASYON NG BAWAT RESIDENTE BATA MAN O MATANDA. ANG SIMPLENG PAGLILINIS NG KANAL AY MALAKING BAGAY, ANG TAMANG PAGTATAPON NG BASURA, ANG PASAPALAKAD NITO AT ANG DISIPLINA NG BAWAT ISA AY MAHALAGA.

DAHIL ATIN ITO, BUHAY AT KINABUKASAN NG ATING MGA ANAK ANG NAKASALALAY DITO. KAYA ISANG MALAKING OPORTUNIDAD NA BIGYAN TAYO NG ALALAY AT SUPERTA NG GOBYERNO SA PANAMAGITAN NG DPWH. TAYO AY MAKIISA TUNGO SA KAAYUSAN NG ATING BAYAN

TAMA KA DYAN, ATE CHARD. ANG LOKAL NA PAMAHALAAN SA PAKIKIPAG TULUNGAN NG DPWH AY GUMAGAWA AT NAGSASALIKSIK ANG IBAT-IBANG PROYKTONG MANGANGALAGA SA ATIN LABAN SA SAKUNA NG PAGBAHA. GINAGASTUSAN ITO NG MALAKING PONDO AT BUONG TALINO, NGUNIT BALE-WALA ANG LAHAT NG ITO KUNG WALANG PAGTUTULUNGAN MISMO SA MGA NAGSASAKUPAN. KAILANGAN DIN NATING IPABATI SA LAHAT ANG BUTING NADUDULOT NG RIVER WALLS, PUMPING STATION AT PASAALIS NG BUHANGIN, LUPA AT BASURA SA ILOG AT SA KAPALIGIRAN UPANG ANG BAWAT ISA AY MAKAPAG-ISIP NG KAKULANG PASKUKUSA UPANG MAPANGALASAN ITO. ATIN ITO KAYA ALAGAN NATIN.

MAPAPANSIN NYO NA ANG MALALAKAS NA BAGYO GAYA NI ONDOY, SENDONG AT YOLANDA AY NITONG MGA HULING BUHAN NG TAON NAGSIBATINGAN. KAHIT HABAGAT LAMANG AY NAGBABAHA NA DAHIL SA DAMI NG BAGSAK NG ULAN NA DI NAKAKAYANAN NG DALYAN NG TUBIG.

DAHIL TAYO ANG APEKTADO DAPAT SA ATIN MISMO MAGSIBILLA ANG SOLUSYON AT PAGBABAGO, AYON SA P.A. 9203 BATAS TUNGKOL SA BASURA, LIMISIN ANG KAPALIGIRAN AT MAGING MULAT SA MGA MALING SISTEMA HUWAG BASTA-BASTA MAGTAPON AT MAGSUNOG NG BASURA. HINULAY ANG NABUBULOK SA HINDI, MAG RECYCLE, MAGLINIS NG KANAL AT KUNG KAKAYANIN AY MAGTANIM NG PLINO. MALAKING BAGAY ANG MGA ITO PARA NA RIN SA KAPAKAYANAN NG ATING MGA ANAK.

BAGAY NA DAPAT SA LAHAT NG ORAS AT PANGYAYARI AY NAKAHANDA TAYO DAHIL WALA NANG PINIPLINIS PANAHAN ANG PAG-ULAN AT PAGBAHA. KAHIT WALANG BAGYO BASTA MAY MALAKAS NA PAG-ULAN AY MAARING BUMAHAY.

TANDAN LANG PO NATIN NA ANG SPENSYA AT TEKNOLOHIYA AY KATULONG LAMANG NATIN SA PAG-UNLAD GAMITIN PO NATIN ITO BILANG KAGAPAY. PERO ANG TUNAY NA MAGLILIGAS SA ATIN AT MAGPAPAWA AY TAYO MISMO. DAHIL KAALAMAN ITO, PASPASYAHAN PO NATING MAGING LIGAS SA PANGANIB AT SAKUNA DULOT NG KALAMIDAD SA PANAMAGITAN NG TAMANG PAMUMUHAY. PUWED PO TAYONG MAKATULONG KAHIT LAMANG SA PAS-ALBERT SA OPERATOR NG PUMPING STATION KUNG TUMATARAS NA ANG BAHAY.

TAMA ANG MGA SINAGBI NYO, ATE CHARD, ENGINEER. NASA PASKAKAISA ANG LAKAS NASA PAGKILOS ANG TAGUMPAY

WAKAS!

住民の理解を促進するためにワークショップで使用されたコミック

カマナノ地区洪水制御・排水改良事業 援助効果促進調査