

フィリピン共和国
国家灌漑公社

フィリピン国
マリトボグーマリダガオ灌漑事業
(フェーズ 2) 準備調査

最終報告書
要約

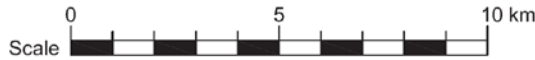
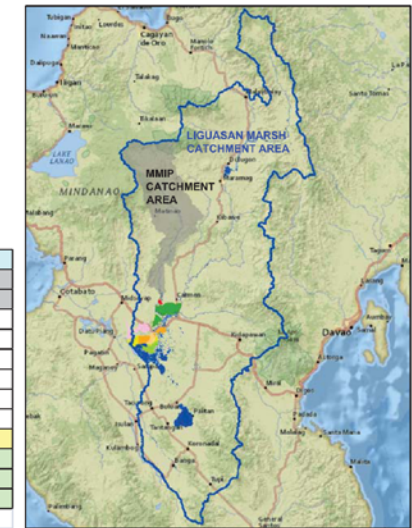
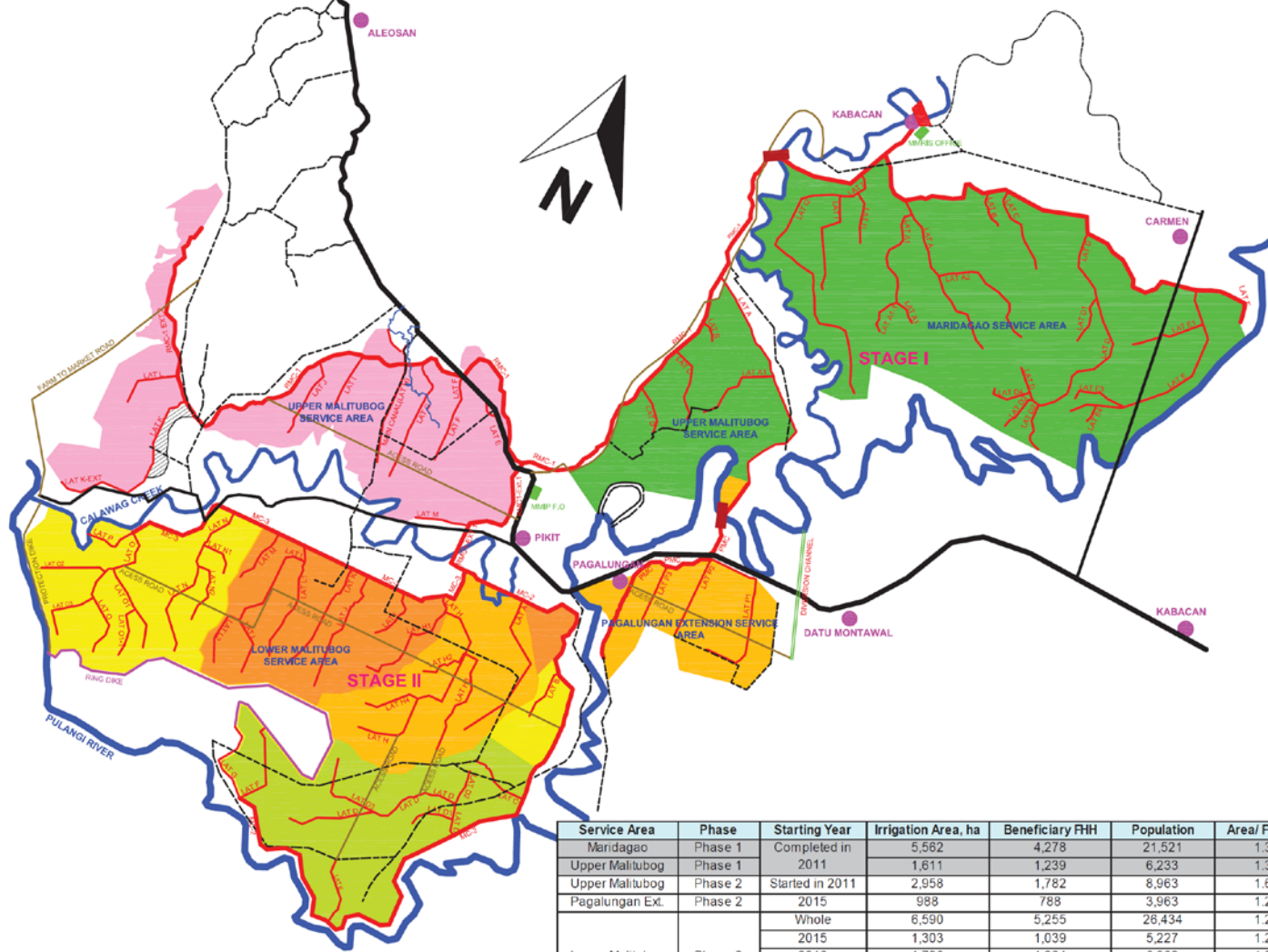
平成 30 年 9 月
(2018 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 三祐コンサルタンツ

東大
JR (先)
18-065

位置図：マリトボグーマリダガオ灌漑事業（フェーズ 2）準備調査



Service Area	Phase	Starting Year	Irrigation Area, ha	Beneficiary FHH	Population	Area/ FHH, ha
Maridagao	Phase 1	Completed in 2011	5,582	4,278	21,521	1.30
Upper Malitbog	Phase 1	Completed in 2011	1,611	1,239	6,233	1.30
Upper Malitbog	Phase 2	Started in 2011	2,958	1,782	8,963	1.66
Pagalungan Ext.	Phase 2	2015	988	788	3,963	1.25
Lower Malitbog	Phase 2	Whole	6,590	5,255	26,434	1.25
		2015	1,303	1,039	5,227	1.25
		2016	1,736	1,384	6,963	1.25
		2017-18	1,418	1,131	5,688	1.25
		2019 (ODA)	2,133	1,701	8,556	1.25
Total	Phase 1		7,173	5,518	27,754	1.30
	Phase 2		10,536	7,825	39,360	1.35
Ground Total			17,709	13,343	67,114	1.33

Note: No. of typical family members was assumed to be 5.03 persons per family as per Census 2015.

目 次

位置図
目 次
図表リスト

第1章 プロジェクトの背景・目標	1-1
1.1 調査の背景	1-1
1.2 調査の目的	1-1
1.3 要請内容および事業スコープ	1-1
1.4 調査工程	1-2
1.5 調査対象地域	1-3
1.6 調査の実施体制	1-3
第2章 プロジェクト対象地域の状況	2-1
2.1 プロジェクト対象地域の特徴	2-1
2.1.1 地勢・位置	2-1
2.1.2 MMIP 事業の現在までの経緯	2-2
2.1.3 灌漑面積・受益者数	2-2
2.1.4 気温・降水量	2-3
2.1.5 地域・村落経済	2-3
2.1.6 社会・文化	2-6
2.2 Liguasan 湿地および住民	2-7
2.2.1 Liguasan 湿地の位置および規模	2-7
2.2.2 Liguasan 湿地の生態系	2-8
2.3 対象地域の農業および農業普及	2-8
2.3.1 作物生産および土壌	2-8
2.3.2 衛星画像による農業土地利用解析	2-9
2.3.3 作付け様式	2-10
2.3.4 農業機械化	2-11
2.3.5 農家に対する農業普及サービス	2-11
2.4 灌漑システム	2-13
2.4.1 灌漑システム	2-13
2.4.2 MMIP II の事業コンポーネント	2-15
2.4.3 灌漑実績 (MMIP I)	2-16
2.4.4 運営維持管理	2-17
2.4.5 水利組合と灌漑管理移転 (IMT)	2-17
2.5 道路および橋梁	2-17
2.5.1 道路 (Pikit Municipality)	2-17
2.5.2 橋梁 (Pikit Municipality)	2-18
2.6 関連事業およびプログラム	2-18
第3章 洪水シミュレーション	3-1
3.1 プロジェクト地域の洪水状況	3-1
3.2 洪水防御対策	3-3
3.2.1 洪水防御堤防	3-3
3.2.2 Pulangi 川浚渫	3-3
3.3 簡易シミュレーション	3-4

3.3.1	単純貯留モデルを用いた洪水シミュレーション	3-4
3.3.2	降雨-蒸発量のみを考慮した簡易内水氾濫シミュレーション	3-7
3.3.3	等流計算による浚渫シミュレーション	3-9
3.4	詳細シミュレーション	3-10
3.4.1	詳細シミュレーションモデル	3-10
3.4.2	現況及び洪水防御堤防建設後における洪水氾濫シミュレーション	3-12
3.4.3	排水施設整備前後における LMSA 内水氾濫シミュレーション	3-14
3.4.4	現況及び浚渫後における洪水氾濫シミュレーション (河川分岐点まで浚渫)	3-19
3.4.5	現況及び浚渫後における洪水氾濫シミュレーション (ボトルネック部のみ浚渫)	3-20
3.4.6	DPWH のコタバト市洪水防御プロジェクトを考慮した 洪水氾濫シミュレーション	3-25
3.5	シミュレーション結果のまとめと考察	3-27
第4章	事業計画および設計	4-1
4.1	MMIP I の教訓・インパクトおよび MMIP II の方向性	4-1
4.1.1	MMIP I の教訓	4-1
4.1.2	MMIP I によるインパクト	4-2
4.1.3	MMIP II 事業の進捗および今後の実施スケジュール	4-3
4.1.4	事業概要およびコンポーネント	4-3
4.2	農業開発および農業普及	4-4
4.2.1	国家開発計画 2017-22 年における農業開発戦略	4-4
4.2.2	農業計画	4-5
4.2.3	農業支援計画	4-8
4.2.4	MMIP 地域の長期的農業開発への提言	4-11
4.3	灌漑開発と排水改善	4-12
4.3.1	灌漑用水量に対する取水河川の流量	4-12
4.3.2	MMIP II の Lower Malitbog 灌漑地区における灌漑開発の方向性	4-13
4.3.3	灌漑開発コンポーネント	4-17
4.3.4	排水改善コンポーネント	4-19
4.3.5	洪水湛水による水路損傷に対する防止策	4-20
4.3.6	LMSA に係る灌漑開発および排水改善コンポーネントの建設費用	4-21
4.3.7	灌漑システムの運営維持管理	4-21
4.3.8	水利組合 (IAs) および灌漑管理移管 (IMT)	4-23
4.3.9	MMIP II 後の将来計画	4-24
4.4	道路および橋梁の整備	4-26
4.4.1	水路管理用道路の整備	4-26
4.4.2	水路管理用道路の設計	4-26
4.4.3	アクセス道路網と用地買収	4-28
4.4.4	アクセス道路の設計	4-29
4.4.5	アクセス道路の橋梁配置計画	4-30
第5章	事業費および事業実施体制	5-1
5.1	事業コンポーネントおよび実施機関	5-1
5.2	事業コンポーネント別の調達方式	5-1
5.3	事業実施スケジュール	5-2
5.3.1	季別の実施スケジュール	5-2

5.3.2	全体の実施スケジュール	5-2
5.4	事業費積算と支出計画	5-4
5.4.1	事業費の積算条件	5-4
5.4.2	事業費積算	5-4
5.5	事業実施体制	5-6
5.5.1	NIA 本部の組織体制および能力	5-6
5.5.2	NIA の地方および現場事務所の組織体制	5-8
5.5.3	NIA の MMIP II プロジェクト管理事務所 (PMO) の組織体制	5-8
5.5.4	事業実施体制の設立	5-10
第 6 章	事業評価	6-1
6.1	事業評価の基本的条件	6-1
6.2	NIA 原案に基づく事業評価	6-1
6.2.1	基本ケース	6-1
6.2.2	事業費と事業便益の経済価格換算 (NIA-PMO 原案)	6-2
6.2.3	経済分析の結果	6-4
第 7 章	環境社会配慮	7-1
7.1	フィリピンの環境社会配慮制度	7-1
7.1.1	組織的枠組み	7-1
7.1.2	法的枠組み	7-1
7.2	対象地域および対象地域周辺の概況	7-1
7.3	スコーピング	7-3
7.4	環境調査結果	7-4
7.4.1	魚類調査結果	7-5
7.4.2	鳥類調査結果	7-6
7.5	環境評価	7-6
7.6	緩和策	7-7
7.7	モニタリング計画	7-8
7.8	ステークホルダー協議	7-8
7.9	住民移転計画	7-9
7.9.1	建設工事の進捗と用地取得	7-9
7.9.2	用地取得面積と移転家屋数	7-9
7.10	先住民族への配慮	7-10
7.10.1	関連法と行政機関	7-10
7.10.2	事業実施によって影響を受ける先住民族の存在の確認	7-10
7.11	提言	7-12
第 8 章	グローバル・イシュー	8-1
8.1	貧困削減	8-1
8.2	気候変動	8-1
8.3	ジェンダー	8-1
第 9 章	結論および提言	9-1

略 語

ARMM	Autonomous Region in Muslim Mindanao (ムスリム・ミンダナオ自治区)
ATI	Agriculture Training Institute (農業訓練研究所)
BDA	Bangsagmoro Development Authority (バンサモロ開発局)
CFSR	Climate Forecast System Reanalysis (気候予測再計算システム)
DA	Department of Agriculture (農業省)
DAR	Department of Agrarian Reform (農地開拓省)
DENR	Department of Environment and Natural Resources (環境天然資源省)
DOF	Department of Finance (財務省)
DOH	Department of Health (保健省)
DPWH	Department of Public Works and Highways (公共事業道路省)
DSWD	Department of Social Welfare and Development (社会福祉省)
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (食料農業機関)
GDP	Gross Domestic Product (国内総生産)
GOP	Government of the Republic of the Philippines (フィリピン国政府)
IA	Irrigators' Association (水利組合)
IMT	Irrigation Management Transfer (灌漑管理移管)
ISF	Irrigation Service Fee (水利費)
LGU	Local Government Unit (地方自治体)
LMC	Left Main Canal (左岸側幹線用水路)
LMSA	Lower Malitubog Service Area (マリトボグ下流灌漑地区)
MDC	Main Drainage Canal (幹線排水路)
MILF	Moro Islamic Liberation Front (モロ・イスラム解放戦線)
MMIP	Malitubog-Maridagao Irrigation Project (マリトボグ-マリダガオ灌漑事業)
MRIS	Maridagao River Irrigation System (マリダガオ川灌漑システム)
NCEP	National Centers for Environmental Prediction, National Weather Service, US (アメリカ国立環境予測センター)
NCIP	National Commission on Indigenous Peoples (先住民族委員会)
NEDA	National Economic Development Authority (国家経済開発庁)
NIA	National Irrigation Administration (国家灌漑公社)
NIS	National Irrigation System (国営灌漑施設)
NPA	New People's Army (新人民軍)
NSCB	National Statistical Coordination Board (国家統計調整委員会)
NWRB	National Water Resources Board (国家流域管理委員会)
PAGASA	Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration (フィリピン大気地球物理天文局)
PESA	Pagalungan Extension Service Area (パガルンガン拡張灌漑地区)
PhilRice	Philippine Rice Research Center (フィリピン稲作研究所)
PMO	Project Management Office (プロジェクト管理事務所)
PSC	Project Steering Committee (プロジェクト調整委員会)
PSA	Philippine Statistics Authority (フィリピン統計局)
RMC	Right Main Canal (右岸側幹線用水路)
ROW	Right-of-Way (用地)
UMSA	Upper Malitubog Service Area (マリトボグ上流灌漑地区)
YLTA	Yen Loan Technical Assistance (円ローン技術支援事業)

単位

1 lb (pound)	0.453 592 kg
1 kilogram	2.205 pounds
1 ton (long ton)	2240 pounds
1 metric ton	1000 kilograms
	2204.623 pounds
1 pond	0.4536 kg
1 kg	2.2046 ponds
1 Gallon	4.5461 litre
1 Litre	0.2200 Gallon
1 inch (in.)	2.54 cm
1 feet (ft.)	30.5 cm
1 meter	3.279 feet
1 kilometer	0.621 mile
1 mile	1.601 kilometers
1 acre (ac)	0.40468 ha
1 hectare (ha)	2.471 ac
1 ac-ft	1233.4 cum
1 square kilometer	0.386 sq.mile

通貨換算 (2018年7月時点)

1 US\$	=	110.099 Japanese Yen
1 PHP	=	2.05754 Japanese Yen
1 US\$	=	53.510 PHP

フィリピンの会計年度

January 1 to December 31

表一覧

表 1.3.1	MMIP-II 事業の対象地域 (2017 年 1 月 26 日発行の NIA 申請レターに基づく) ...	1-2
表 1.3.2	MMIP-II 事業の想定されるスコープ内容	1-2
表 1.4.1	調査の全体工程	1-3
表 2.1.1	MMIP 灌漑地域の受益者数	2-2
表 2.1.2	本事業に関連する州・県の人口統計	2-3
表 2.1.3	産業別域内総生産額 (現在価格換算, 2016 年)	2-4
表 2.2.1	Liguasan 湿地に生息する希少種	2-8
表 2.3.1	Pikit Municipality の農業生産 (2014-16 年平均)	2-9
表 2.3.2	衛星画像による各灌漑地域における農業土地利用面積解析結果 (ha)	2-9
表 2.3.3	ATI Regional Training Centre (XII) の年間予算	2-12
表 2.3.4	YLTA 実施前後のイネ収量比較	2-13
表 2.4.1	MMIP の幹線水路と支線水路の延長および分水工の数	2-14
表 2.4.2	MMIP II の計画灌漑可能面積 (灌漑地区別、Municipality 別)	2-15
表 2.4.3	MMIP II の主要事業コンポーネント	2-15
表 2.4.4	MMIP II の工事進捗率	2-16
表 2.4.5	Maridagao 灌漑地区における実際の灌漑実績	2-16
表 2.4.6	MRIS 管理事務所の予算、収入、支出	2-17
表 2.5.1	Pikit Municipality 内の道路状況 (2016 年)	2-18
表 2.5.2	Pikit Municipality 内の橋梁状況 (2011 年)	2-18
表 2.6.1	NIA による主なドナー支援プロジェクト	2-18
表 3.1.1	LMSA における平水 (確率 50%) 及び洪水時 (30 年最大) の水域面積	3-2
表 3.3.1	簡易シミュレーションケース	3-4
表 3.3.2	単純貯留モデルを用いた洪水シミュレーション計算条件	3-5
表 3.3.3	単純貯留モデルを用いた洪水シミュレーション結果 (湛水深)	3-5
表 3.3.4	単純貯留モデルを用いた洪水シミュレーション結果 (Liguasan 湿地湛水範囲) ..	3-5
表 3.3.5	降雨-蒸発量のみを考慮した簡易内水氾濫シミュレーション結果 (湛水範囲) ...	3-7
表 3.3.6	必要ポンプ規模及び工事費	3-9
表 3.3.7	等流計算による浚渫シミュレーション計算条件	3-9
表 3.4.1	詳細シミュレーションケース	3-10
表 3.4.2	現況及び洪水防御堤防建設後における洪水氾濫シミュレーション結果 (Liguasan 湿地最大湛水範囲)	3-12
表 3.4.3	現況及び洪水防御堤防建設後における洪水氾濫シミュレーション結果 (Liguasan 湿地 (Marsh2 地点) 最大湛水位)	3-12
表 3.4.4	最大洪水水位 EL. 8.01m とシミュレーション結果比較	3-14
表 3.4.5	排水施設整備前後における LMSA 内水氾濫シミュレーション結果 (2 年確率雨量時)	3-15
表 3.4.6	排水施設整備前後における LMSA 内水氾濫シミュレーション結果 (30 年確率雨量時)	3-15
表 3.4.7	排水施設整備前後における LMSA 内水氾濫シミュレーション結果 (100 年確率雨量時)	3-15
表 3.4.8	現況及び浚渫後における洪水氾濫シミュレーション (ボトルネック部のみ浚渫) 結果 (Pulangi 川最大洪水水位縦断分布)	3-21
表 3.4.9	現況及び浚渫後における洪水氾濫シミュレーション (ボトルネック部のみ浚渫) 結果 (LMSA 内最大平均湛水深)	3-21
表 3.4.10	浚渫により拡大する受益地面積割合	3-24

表 3. 4. 11	浚渫により拡大する受益地面積	3-24
表 3. 4. 12	必要浚渫量・工事費	3-25
表 3. 4. 13	DPWH のコタバト市洪水防御プロジェクトを考慮した 洪水氾濫シミュレーション結果 (LMSA 水位上昇)	3-27
表 4. 1. 1	MMIP I 事業の実施前・実施後の収量	4-2
表 4. 1. 2	天水および灌漑によるイネおよびコーンの単位面積 (ha) あたりの収益	4-2
表 4. 1. 3	MMIP II 事業の全体事業スケジュール	4-3
表 4. 2. 1	国家開発計画 2017-22 年における農業開発の戦略的枠組み	4-5
表 4. 2. 2	関連統計データに基づくイネ及びトウモロコシの単収 (ton/ha)	4-6
表 4. 2. 2	対象地域におけるイネとトウモロコシの年間作付面積と生産量	4-6
表 4. 2. 3	LMSA における事業前と事業後のイネとトウモロコシの年間作付面積と生産量	4-7
表 4. 2. 4	MMIP 全地域における事業前と事業後のイネとトウモロコシの 年間作付面積と生産量	4-8
表 4. 2. 5	YLTA の主な活動領域	4-9
表 4. 2. 6	灌漑稲作への技術支援の実施スケジュール	4-9
表 4. 2. 7	Municipality レベルの農業普及サービスの強化の実施スケジュール	4-10
表 4. 2. 8	種籾生産支援の実施スケジュール	4-11
表 4. 3. 1	取水堰地点における Maridagao 川の確率年間河川流量	4-12
表 4. 3. 2	作付パターンと必要灌漑用水量	4-13
表 4. 3. 3	堤防建設の有無による LMSA の灌漑可能面積の比較	4-14
表 4. 3. 4	灌漑地区における湛水状況別の面積	4-16
表 4. 3. 5	灌漑開発対象面積と雨期における灌漑可能面積	4-17
表 4. 3. 6	LMSA の灌漑水路と灌漑可能面積	4-18
表 4. 3. 7	LMSA の排水路と掘削量	4-19
表 4. 3. 8	LMSA の灌漑開発に係る土木工事の比較	4-21
表 4. 3. 9	Maridagao River Irrigation System (MRIS) に係る管理スタッフの 事業完了後の増員計画	4-22
表 4. 3. 10	MRIS 管理事務所が所有する維持管理機械	4-22
表 4. 3. 11	MRIS 管理事務所が要望している維持管理機械	4-22
表 4. 3. 12	水利組合と分水工掛かりグループ	4-23
表 4. 3. 13	MMIP I 地区の灌漑・排水施設の改修項目	4-24
表 4. 3. 14	MMIP II で建設された施設の改善計画	4-25
表 4. 3. 15	維持管理機材の将来調達計画	4-26
表 4. 4. 1	水路管理用道路一覧	4-26
表 4. 4. 2	砂利舗装の舗装厚	4-27
表 4. 4. 3	水路管理用道路の幅員	4-27
表 4. 4. 4	アクセス道路リスト (LMSA)	4-28
表 5. 1. 1	MMIP II および MMIP III Project の事業コンポーネントと実施機関	5-1
表 5. 2. 1	事業コンポーネント別の調達方式	5-1
表 5. 3. 1	季別の実施スケジュール	5-2
表 5. 3. 2	事業全体の実施スケジュール (MMIP II)	5-3
表 5. 4. 1	事業費の年度別支出計画 (ケース 1 およびケース 2)	5-4
表 5. 4. 2	事業費内訳 (ケース 1 およびケース 2)	5-5
表 5. 4. 3	MMIP III 事業費内訳	5-5
表 5. 4. 4	残予算と段階的实施に必要な資金要約	5-6
表 5. 5. 1	NIA 本部の職員配置 (2017 年 5 月時点)	5-7

表 5.5.2	NIA の年間予算内訳	5-8
表 5.5.3	NIA 第 12 リージョン事務所及びコタバト灌漑管理事務所の職員配置	5-9
表 6.1.1	事業評価で用いる換算係数	6-1
表 6.2.1	事業評価の基本ケース	6-1
表 6.2.2	事業評価ケース別財務・経済費用(2018 年 6 月価格水準), 百万ペソ	6-2
表 6.2.3	営農普及完了後までの目標単収	6-3
表 6.2.4	LMSA 地区のケース別作付面積と総生産高	6-3
表 6.2.5	MMIP-2 地区のケース別作付面積と総生産高	6-4
表 6.2.6	事業評価結果の一覧	6-4
表 7.3.1	環境影響が想定される項目とその内容	7-3
表 7.4.1	生態系調査により同定された魚種	7-5
表 7.4.2	生態系調査で確認された鳥類絶滅危惧種	7-6
表 7.5.1	環境影響が想定される項目とその内容	7-6
表 7.6.1(1)	緩和策: 工事前/工事期間	7-7
表 7.6.1(2)	緩和策: 運用期間	7-8
表 7.8.1	ステークホルダー会議の開催日程	7-8
表 7.9.1	用地取得面積	7-10
表 8.1.1	プロジェクト前と後の推定農家予算の比較	8-1
表 8.3.1	農作業におけるジェンダー分業	8-2
表 8.3.2	MMIP 地域の水利組合メンバーに占める女性メンバーの割合	8-2

図一覧

図 1.5.1	MMIP 灌漑地域および調査対象地域	1-3
図 1.6.1	調査の実施体制	1-3
図 2.1.1	建設開始時期による MMIP 事業灌漑地域の区分	2-1
図 2.1.2	MMIP 対象地域と Liguasan 湿地	2-1
図 2.1.3	月別の気温変化 (Pikit)	2-3
図 2.1.4	月別降水量 (Pikit)	2-3
図 2.1.5	貧困推計値 2006-2015	2-4
図 2.1.6	調査体操村落の男女別人口	2-5
図 2.1.7	調査対象村落内の主要宗教	2-5
図 2.1.8	調査対象村落内の主要民族構成	2-5
図 2.1.9	調査対象村落内の就業構造	2-5
図 2.1.10	平均農家所得に占める各所得源の割合 (単位: %)	2-5
図 2.1.11	MMIP-I に対する受益農家の評価 (Unit: %)	2-5
図 2.1.12	戸主の性別による収入内訳の違い	2-6
図 2.1.13	技術支援の有無による収入の違い	2-6
図 2.1.14	ミンダナオ島人口に占める民族の割合	2-7
図 2.2.1	ミンダナオ川流域の湿地	2-7
図 2.2.2	導水路および LMSA 地区	2-7
図 2.2.3	Liguasan 湿地の位置とサイズ(表流水最大拡大範囲図)	2-8
図 2.3.1	Maridagao SA 及び Lower Malitubog SA 農業土地利用図 (2015/2016 年)	2-10
図 2.3.2	ATI Regional Training Centre (XII) 組織図	2-12
図 2.4.1	MMIP の灌漑水路網	2-14

図 3.1.1	Liguasan 湿地の流域	3-1
図 3.1.2	Liguasan 湿地水域の長期的変動 (1984-2014)	3-1
図 3.1.3	湛水範囲と年再帰の傾向 (1984-2014)	3-2
図 3.2.1	洪水防御堤防 位置図	3-3
図 3.3.1	ボトルネック部位置	3-4
図 3.3.2	単純貯留モデルを用いた洪水シミュレーション結果	3-6
図 3.3.3	Datu Piang 及び MIT 観測所位置	3-7
図 3.3.4	降雨-蒸発量のみを考慮した簡易内水氾濫シミュレーション結果 (1/2)	3-8
図 3.3.5	降雨-蒸発量のみを考慮した簡易内水氾濫シミュレーション結果 (2/2)	3-8
図 3.3.6	排水ポンプ配置と標準断面	3-10
図 3.4.1	洪水氾濫範囲把握モデル	3-11
図 3.4.2	Marsh 2 位置	3-12
図 3.4.3	現況及び洪水防御堤防建設後における洪水氾濫シミュレーション結果	3-13
図 3.4.4	LMSA 計画クロッピングパターン (水稻)	3-15
図 3.4.5	排水施設整備前後における LMSA 内水氾濫シミュレーション結果 (2 年確率降水時)	3-16
図 3.4.6	排水施設整備前後における LMSA 内水氾濫シミュレーション結果 (30 年確率降水時)	3-17
図 3.4.7	排水施設整備前後における LMSA 内水氾濫シミュレーション結果 (100 年確率降水時)	3-18
図 3.4.8	浚渫範囲	3-19
図 3.4.9	現況及び浚渫後における洪水氾濫シミュレーション (河川分岐点まで浚渫) 結果 (Pulangi 川最大洪水位縦断分布)	3-19
図 3.4.10	浚渫による Pulangi 川と Tunggol Flood Way の流量変化	3-20
図 3.4.11	浚渫範囲	3-20
図 3.4.12	現況及び浚渫後における洪水氾濫シミュレーション (ボトルネック部のみ浚渫) 結果 (Pulangi 川最大洪水位縦断分布)	3-22
図 3.4.13	現況及び浚渫後における洪水氾濫シミュレーション (ボトルネック部のみ浚渫) 結果 (最大湛水範囲)	3-23
図 3.4.14	DPWH プロジェクト全体計画	3-25
図 3.4.15	DPWH プロジェクト洪水氾濫解析結果	3-26
図 3.4.16	DPWH のコタバト市洪水防御プロジェクトを考慮した 洪水氾濫シミュレーション結果 (Pulangi 川最大洪水位縦断分布)	3-26
図 4.1.1	灌漑開発のケース 1 とケース 2 の概念図	4-4
図 4.2.1	対象地域での事業前と事業後の作付計画	4-6
図 4.3.1	取水量と 80%信頼度の河川流量の関係	4-12
図 4.3.2	雨期における LMSA の浸水地域	4-13
図 4.3.3	想定される灌漑水路および排水路コンポーネント	4-14
図 4.3.4	2010 年に実施された洪水脆弱性アセスメントに基づく浸水分類	4-16
図 4.3.5	冠水による水稻減収推定尺度	4-16
図 4.3.6	稲作の生育段階と草丈	4-16
図 4.3.7	LMSA の灌漑水路網計画	4-17
図 4.3.8	幹線水路 MC-2 の標準断面図	4-18
図 4.3.9	LMSA の排水システム	4-20
図 4.3.10	洪水湛水による水路損傷に対する防止策	4-20
図 4.4.1	水路管理用道路の標準断面	4-28

図 4.4.2	アクセス道路の標準断面	4-29
図 4.4.7	アクセス道路位置図（ケース 2）	4-30
図 5.5.1	NIA 組織図	5-7
図 5.5.2	NIA の年間予算の推移	5-8
図 5.5.3	MMIP II PMO の組織図	5-10
図 5.5.4	MMIP II の事業実施体制	5-10
図 7.2.1	Lower Malitubog Area における土地利用状況	7-2
図 7.2.2	MMIP-I と LMSA の年間収入額	7-2
図 7.2.3	MMIP 地域と Liguasan 湿地	7-2
図 7.4.1	魚類調査位置図	7-4
図 7.4.2	鳥類調査位置図	7-5
図 7.9.1	事業の進捗度合い	7-9
図 7.10.1	FBI プロセス	7-11
図 7.10.2	先祖伝来の土地 2 カ所と MMIP-I、MMIP-II の対象地域の位置関係（重複なし）	7-12

第1章 プロジェクトの背景・目標

(本章の一部情報は、今後フィリピン国内で調達手続き予定であるため、3年間の間、非公表)

1.1 調査の背景

国家灌漑公社 (National Irrigation Administration : NIA) が策定している6ヶ年計画 (2012年-2017年) によると、マリトボグーマリダガオ灌漑事業フェーズ2 (Malitubog-Maridagao Irrigation Project: MMIP Phase 2、以下、「本事業」または「MMIP-II」と呼ぶ) の対象地域が位置する中央ミンダナオ (Region XII) の2015年時点の灌漑開発率は、全国平均の55.6%に対して41.7%と灌漑整備が遅れている。

本地域は、社会経済的にも立ち遅れており、貧困率も高い。農業開発に対するポテンシャルは高いものの、農業生産性が低く、灌漑施設の改修および農業生産性の向上が本地域の課題である。これらの状況下、本事業による灌漑開発・改善を通して、生活水準の改善と社会経済の発展に寄与し、本地域の貧困削減および平和構築に貢献することが必要とされている。

1.2 調査の目的

本調査の目的は、NIAの要請に基づき、MMIP-II事業の内、Lower Malitubog Service Area (LMSA) 全域またはLMSAの一部について、我が国ODA事業による事業実施を想定した必要な調査を行い、実現可能性を加味した事業計画の策定・提案を行う事であった。一方、本調査によるPulangi川の洪水氾濫解析の結果、事業コンポーネントの一つとして要請されていたLMSAを囲む河川堤防の建設については、経済的な観点からその妥当性が低い事が明らかとなった。

この結果を受けてNIAは、河川堤防建設を除いた事業コンポーネントでは、ODA事業を成立させる事業費に達しないと判断し、2018年5月22日付のフィリピン国財務省宛てのレターにおいて、日本へのODA事業の要請を取り下げる意向を伝えた。続いて、2018年6月20日に開催された日フィリピン経済協力インフラ合同委員会の第5回会合において、フィリピン政府より日本側に対して、MMIP-II事業に対するODA事業の要請を取り下げ、自国予算により実施する方針とする事が表明された。

以上の結果、調査団の作業の方向性は、NIAが今後自国予算においてMMIP-II事業を継続・完了させる事を想定したLMSAにおける開発計画の策定および事業の経済的妥当性に焦点を充てる事となった。よって、本調査では、NIAが今後MMIP-II事業を継続・完了させる場合の事業コンポーネント、事業規模および洪水対策等に対する提言を行う事を目的として各種の調査・分析を行い、これら結果の取り纏めを行った。

1.3 要請内容および事業スコープ

MMIP-II事業は、灌漑整備を主たるコンポーネントとし、MMIP-I事業により建設された頭首工より取水した用水により、総受益面積10,541haの農地を灌漑するものである。MMIP-II事業全体の計画灌漑面積は、Upper Malitubog Service Area (UMSA) : 2,550ha、Lower Malitubog Service Area (LMSA) : 6,849ha、Pagalungan Service Area (PSA) : 1,142haであり、その内当初ODA事業の対象として要請された灌漑面積は、LMSAの6,849haの一部である3,581haである。

表 1.3.1 MMIP-II 事業の対象地域 (2017 年 1 月 26 日発行の NIA 申請レターに基づく)

Site	Total Service Area (ha)	Area covered by Local Funds (ha)	Proposed Area for ODA Financing (ha)
Upper Malitubog Service Area	2,550	2,550	-
Lower Malitubog Service Area	6,849	3,268	3,581
Pagalungan Service Area	1,142	1,142	-
Total MMIP-II Area	10,541	6,960	3,581

出典: Explanatory Letter issued to Chief Representative of JICA Philippines by NIA Administrator (dated January 26, 2017)

備考: 2016 年 10 月 19 日付要請書に示された灌漑面積 9,784ha は 2017 年 1 月 26 日付の NIA レターにおいて拡大が提示された。

2017 年 1 月 26 日に NIA から JICA フィリピン事務所へ提出されたレターによると、MMIP-II 事業の総事業費は [] PhP (日本円で約 [] 円) であり、その内 [] PhP (日本円で約 [] 円、受益 3,581ha として) が当初 ODA 対象分として要請が行われている。残り [] PhP については、自国予算による実施の予定とされていた。

上述の通り 3,581ha が ODA 事業の範囲として要請された一方で、現地調査の結果、LMSA の西側部分については、既に NIA により工事入札が実施されている事が確認された。そのため、当初 ODA 事業として予定された対象面積は 3,581ha よりも小さくなり、LMSA の東側部分をカバーする地域のみとなる事が確認された。

要請内容では、灌漑施設の整備のみが NIA より要請されていたが、MMIP-I で既に整備済みの灌漑施設の改修、営農支援、維持管理機材の調達およびコンサルタントサービス等についても、その範囲に含める必要があると想定された。当初の MMIP-II 事業 (当初 ODA 対象) で検討が必要とされた事業スコープの内容は表 1.3.2 の通りである。

表 1.3.2 MMIP-II 事業の想定されるスコープ内容

想定されるスコープ	内容
Upper Malitubog 灌漑地区 (3,581ha 要請) に対する灌漑排水施設の整備	JICA への申請では、3,581ha が円借款の対象とされていたが、NIA は Lower Malitubog 灌漑地区の西側部分を対象として自国予算による入札を既に実施しており、同地域の東側部分のみが円借款の想定範囲となる。よって、上記 3,581ha よりも灌漑面積が小さくなる事が想定される。
既整備済施設の改修	MMIP 全地域を対象として、既に建設された施設の機能状況に基づく改修
営農支援	MMIP 全地域を対象とした営農普及支援プログラムの立案・実施。NIA は直接的に農業普及を担当しないため、ATI、PhilRice 等の関係機関との協力を加味した実施体制の検討を行う。
維持管理機材の調達	灌漑施設の施設維持管理を担う NIA の Region XII 事務所および Cotabato 灌漑管理事務所を対象とした維持管理用機材の提供
コンサルタントサービス	調達・施工監理支援、組織開発支援 (水利組合強化、営農普及プログラムの実施支援等) にかかるコンサルタントサービス

出典: JICA 調査団

1.4 調査工程

本調査の調査工程を表 1.4.1 に示す。当初予定の調査期間は、2017 年 5 月から 10 月までの 6 ヶ月間の予定であった。しかしながら、2017 年 5 月 23 日に発令されたミンダナオ地方全域に対する戒厳令の影響により、2017 年 5 月末に調査対象地域における現地調査を一旦中断せざるを得ない状況となった (調査団の拠点は Cotabato 市であった)。戒厳令は、2018 年末まで延長する事が決定され、結果として 2017 年 5 月末以降、Cotabato 市に帰任する事が困難となった。

現地調査が中断されている間、Pulangi 川洪水に対する LMSA への影響検討 (洪水氾濫解析) が追加され、調査団は 2017 年 9 月～2018 年 3 月までの間、洪水氾濫解析に必要な資料収集・河川測量および解析作業等を実施した。これに伴い、2018 年 10 月まで調査期間の延長が行われた。調査団は 2018 年 7 月に ITR2、また DFR を、そして 2018 年 9 月に FR を取り纏め、提出することとなった。

表 1.4.1 調査の全体工程

Year/ Month	2017										2018								
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Stage 1 Draft of Project Proposal																			
Flood Simulation																			
Stage 2 Finalization of Project																			
Report		ICR		ITR1								SR				ITR2, DFR		FR	

備考: IC/R: Inception Report, ITR: Interim Report, DFR: Draft Final Report, FR: Final Report

1.5 調査対象地域

マリトボグーマリダガオ灌漑事業 (MMIP) の対象地域は、Cotabato 州の Aleosan、Pikit、Carmen、Maguindanao 州の Pagalungan、Datu Montawal の 5 つの町 (Municipality) に跨る。MMIP-I 開始時点の計画では、MMIP-I の灌漑地域は 10,840ha、MMIP-II の灌漑地域は 8,760ha である。MMIP-I により整備された地域 (MSA : Malitubog Service Area、UMSA 東部 : Upper Malitubog Service Area) は、事業完了に伴い維持管理に責を有する NIA の Region XII 事務所への正式な引渡し完了している。

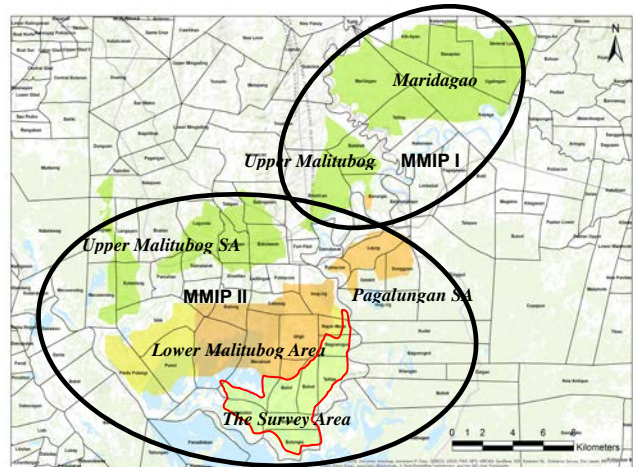


図 1.5.1 MMIP 灌漑地域および調査対象地域

出典: MMIP-II PMO, JICA 調査団

MMIP-II は 2011 年に建設を開始し、これまでに UMSA 西部 (2011 年開始)、PSA (Pagalungan Service Area : 2015 年開始) および LMSA (Lower Malitubog Service Area : 東部中央 : 2015 年開始、中央 : 2016 年開始、東部北側および西部全域 : 2017 年開始) の整備が段階的に進められている。

2017 年 7 月時点において確認した未着手の地域は、LMSA 東部の南側であり、約 2,100ha の灌漑農地が当初 ODA 事業の想定範囲である。この未着手地域の灌漑排水施設の整備、アクセス道路の整備および南部境界部分に計画している堤防建設が、当初の ODA 事業検討の対象である。

1.6 調査の実施体制

本調査の実施体制は右図の通りである。NIA の MMIP プロジェクト管理事務所 (NIA-PMO) を実施機関とし、NIA の Region XII 事務所および NIA Cotabato 灌漑管理事務所、その他関連機関 (農業省、農業省配下の Agriculture Training Institute、PhilRice 等) と連携し、調査を実施した。

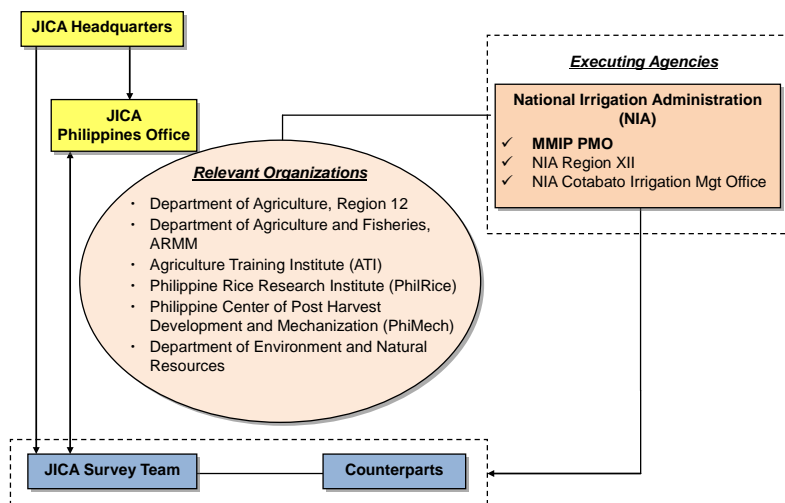


図 1.6.1 調査の実施体制

出典: JICA 調査団

第2章 プロジェクト対象地域の状況

(本章の一部情報は、今後フィリピン国内で調達手続き予定であるため、3年間の間、非公表)

2.1 プロジェクト対象地域の特徴

2.1.1 地勢・位置

MMIP 灌漑システムは、Maridagao 川に建設された頭首工を起点とし、上流の MMIP-I 灌漑エリアである Maridagao 川左岸側の Maridagao Service Area (MSA) へ用水を供給する。その後、幹線水路はサイホンで Maridagao 川を横断し、Maridagao 川右岸の Upper Malitbog Service Area (UMSA) 東部を通り、下流の MMIP-II 灌漑エリアへ到達する。MMIP-II の灌漑地域は、3つのブロックより構成され、それぞれ 1) UMSA 西部、2) Pagalungan Extension Service Area (PESA)、3) Lower Malitbog Service Area (LMSA) と呼ばれる。

MMIP 灌漑システムの空間的な広がり、Cotabato 州の Carmen、Kabacan、Pikit および Maguindanao 州の Montawal、Pagalungan の5つの町 (Municipality) に跨っており、南北方向で約 27km、東西方向で約 30km の広がりを持つ。標高は、頭首工地点において 35m、灌漑地域最下流部 (LMSA 最南端) において約 0m である。MMIP 灌漑システムは、フィリピンで2番目に大きい流域面積 (約 21,530km²) を持つミンダナオ川流域に位置し、灌漑地域の南端は広大な面積を有する Liguasan 湿地に隣接している。Liguasan 湿地は約 80,000 ha¹の面積を占めており、周辺地域を含めると約280,000 ha²に達する。このため、MMIP 灌漑システムの最南端部分は、ほぼ毎年の頻度でミンダナオ川の支流である Pulangi 川の洪水の影響を受けることとなる。

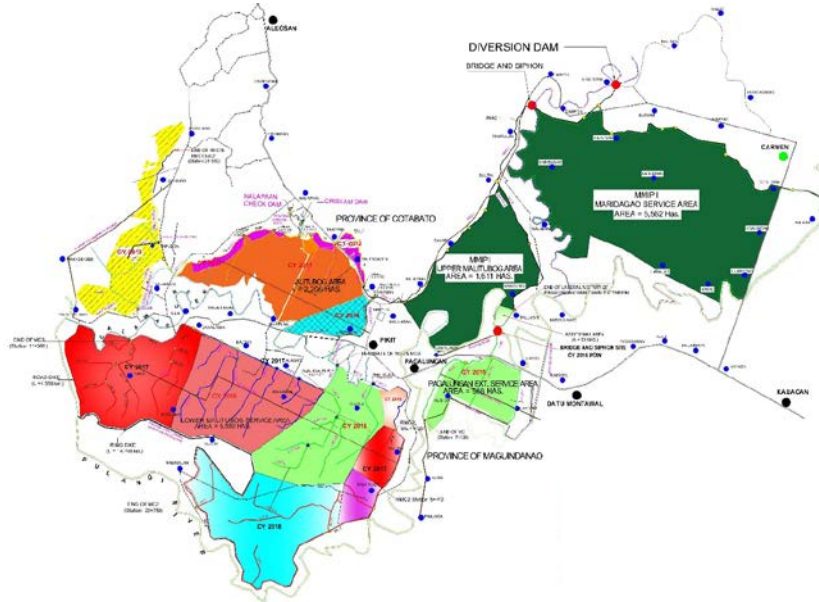


図 2.1.1 建設開始時期による MMIP 事業灌漑地域の区分

出典：NIA-PMO

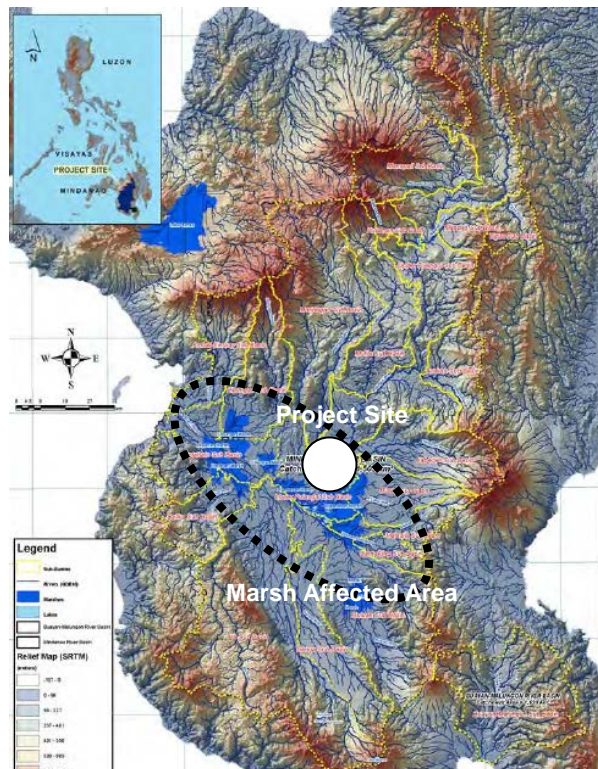


図 2.1.2 MMIP 対象地域と Liguasan 湿地

出典：Mindanao River Basin MP, JICA Team

¹ Liguasan marsh development master plan, November 1998.

² BirdLife International (2017) Important Bird Areas factsheet: Liguasan marsh.

2.1.2 MMIP 事業の現在までの経緯

MMIP-I 事業は円借款により 1993 年に建設が開始された。しかしながら、治安悪化等による度重なる工事中断の影響により、2011 年の完工・引渡まで 17 年の歳月を要した。頭首工の建設は、当初韓国の建設業者により実施されていたが、治安悪化による情勢不安の影響を受け、建設途中（1995 年）での契約解除となった。

その後、1999 年に中国の建設業者により工事が再開され、2001 年に完工・引渡が行われた。頭首工の建設完了後、引続いて直営またはローカルコントラクターによる工事を継続し、2011 年に MMIP-I 事業が完了した。工事費総額は 84 億 3 千万円（約 32 億 PhP）であり、そのうち 45 億 4,100 万円が日本国政府からの円借款事業として提供された。

MMIP-I 事業の完了と同時に、フィリピン国政府自国予算により、MMIP-II 事業が 2011 年に開始された。UMSA 西部の整備を 2014 年までに進め、2015 年より PSA および LMSA 東部中央部分、2016 年には LMSA 中央部の整備に着手し、2017 年には、同年内に LMSA 西部の整備に着手すべく建設業者の調達が開始された。MMIP-II 事業に対して NEDA-ICC が承認した予算総額は 54 億 4,484 万 PhP であり、2016 年末までにこのうち [REDACTED] PhP が国庫より支出され、そのうち [REDACTED] PhP が工事費として執行された。

NIA の当初の計画では、2011 年～2018 年まで毎年 6 億 PhP ずつが工事費として支出され、それでも不足する部分に対して円借款を要請する予定であった。しかしながら、多くの工事費を占めると想定されていた堤防建設がその事業コンポーネントから削減されることとなったため、上述の通り 2018 年 6 月に円借款の要請は取り下げられた。

2.1.3 灌漑面積・受益者数

MMIP-II の灌漑地域は、工事開始時期により更に細分化される。図 2.1.1 により色分けした灌漑地域の内、最南端に位置する LMSA の東部南側（水色着色部）が工事未着手の部分であり、当初要請された円借款の対象地区であった。これ以外の地区については、2017～2018 年時点でフィリピン国政府自国予算により工事完了あるいは進行中である。

MMIP-I および MMIP-II の総灌漑面積は 17,709ha であり、各地区の灌漑面積は、表 2.1.1 の通りである。受益農家世帯数は、現在、NIA による調査が継続中であるが、既に受益農家世帯数が判明している地域のデータを元に、世帯当たりの平均農地面積を算出すると約 1.2～1.7ha となる。この値を用いると、MMIP 全体の受益農家世帯数は 13,343、受益者数は 67,114 と推定される。

表 2.1.1 MMIP 灌漑地域の受益者数

Service Area	Stage	by Starting Year	Irrigable Area, ha	Beneficiary FHH	Population	Area/ FHH, ha	Status
Maridagao	Phase 1	Completed in 2011	5,562	4,278	21,521	1.30	Confirmed
Upper Malitbog	Phase 1 (Phase 1)	Started in 2011	1,611	1,239	6,233	1.30	Confirmed
	↓		2,958	1,782	8,963	1.66	Confirmed
	Phase 2						
Pagalungan Ext.	Phase 2	Started in 2015	988	788	3,963	1.25	Confirmed
Lower Malitbog	Phase 2	Whole	6,590	5,255	26,434	1.25	Estimated
		2015	1,303	1,039	5,227	1.25	Confirmed
		2016	1,736	1,384	6,963	1.25	Estimated
		2017-18	1,418	1,131	5,688	1.25	Estimated
		2019 (ODA)	2,133	1,701	8,556	1.25	Estimated
Total	Phase 1		7,173	5,518	27,754	1.30	
	Phase 2		10,536	7,825	39,360	1.35	
G. Total			17,709	13,343	67,114	1.33	

出典: NIA-PMO, MMIP-II, JICA 調査団

2.1.4 気温・降水量

対象地域は北緯7度に位置しており、熱帯性湿潤気候に区分される。年間を通して湿度が高く、降雨がある。対象地域内に位置する Pikit 周辺（観測点：Station 13, NCEP, US）の月別の気温および降水量を図 2.1.3 および図 2.1.4 にそれぞれ示す。気温は、雨期の開始前となる3月から5月の間にわずかに高くなるものの、一年を通してほぼ一定で、最低気温 20 度前後、最高気温 35 度前後である。月別の降水量を見ると、雨期が5月～10月、乾期が11月～翌年4月までとなる。1979年から2015年までの平均年間雨量は902mmであり、乾期に占める割合は、その約40%である。

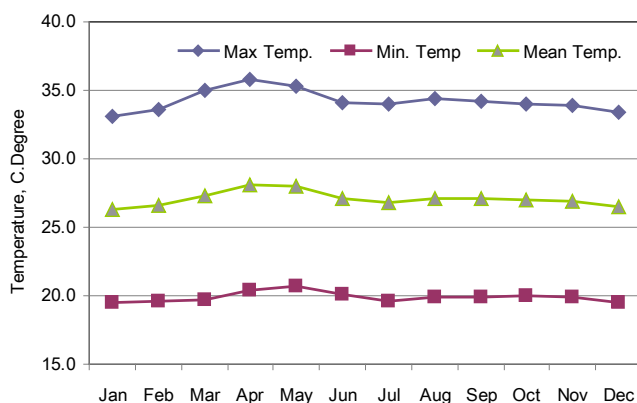


図 2.1.3 月別の気温変化 (Pikit)

出典: NCEP, US

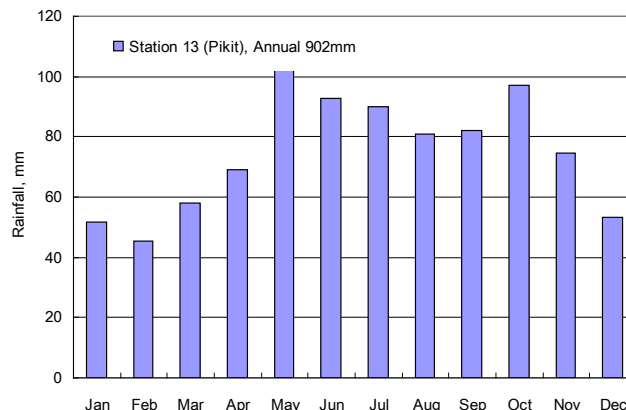


図 2.1.4 月別降水量 (Pikit)

出典: NCEP, US

2.1.5 地域・村落経済

表 2.1.2 は関連する州 (Province) や町 (Municipality) についての人口統計の要約である。2015年には、Cotabato 州には 543 村落 (Barangay) が存在し、総人口 1,373,962 人、総面積 9,317.3 平方キロメートル、よってその人口密度は 148 人/km²であった。一方、ARMM に属する Maguindanao 州は、2015 年時点で 508 村落 (Barangay) が存在し、総人口 1,172,381 人、総面積 9,968.31 平方キロメートル、すなわち人口密度は 118 人/km²であった。Maguindanao 州の平均世帯人員数は 6.03 人/世帯で、これはフィリピン全体の平均に比べて世帯あたり約 1.63 人も大きい。

表 2.1.2 本事業に関連する州・県の人口統計

Municipality	Number of Barangay	Population	Land Area (sq.km)	Population Density (persons per sq.km)	Number of Household	Average Household Size
North Cotabato (Province)	543	1,379,747	9,317.30	148	320,567	4.29
Carmen	28	95,921	1,110.43	86	21,905	4.38
Pikit	42	154,441	604.41	255	36,099	4.27
Aleosan	19	39,405	225.44	175	8,845	4.45
Maguindanao (Province)	508	1,173,933	9,968.31	118	194,507	6.03
Datu-Montawal (Pagagawan)	11	34,820	461.10	76	5,693	6.12
Pagalungan	12	39,653	898.76	44	6,810	5.82
National	42,036	100,573,715	300,000	337	22,975,630	4.40

出典: Philippine Statistics Authority, Census of Population and Housing 2015

表 2.1.3 は 2016 年における Region XII と ARMM における地域内総生産額 (GRDP) の内訳を示したものである。農林水産部門は Region XII と ARMM の GRDP のそれぞれ 26.2%、59.3% を占めている。また、ARMM の工業部門は全体の僅か 5.1% に過ぎず、同地域の産業が十分に育っていないことが伺われる。即ち、ARMM において特に農林水産部門の相対的な重要性が高くなっている。

表 2.1.3 産業別域内総生産額（現在価格換算, 2016 年）

INDUSTRY	Region XII		ARMM	
	000' peso	%	000' peso	%
I. AGRICULTURE, HUNTING, FORESTRY & FISHING	101,214,738	26.2	61,655,650	59.3
a. Agriculture and Forestry	83,579,856	21.6	50,539,859	48.6
b. Fishing	17,634,882	4.6	11,115,791	10.7
II INDUSTRY SECTOR	128,667,035	33.3	5,302,132	5.1
a. Mining and Quarrying	690,533	0.2	363,921	0.4
b. Manufacturing	77,903,428	20.1	1,160,749	1.1
c. Construction	34,227,176	8.8	2,025,988	1.9
d. Electricity, Gas and Water Supply	15,845,899	4.1	1,751,475	1.7
III SERVICE SECTOR	156,911,343	40.6	36,973,726	35.6
a. Transportation, Storage & Communication	21,932,513	5.7	4,443,523	4.3
b. Trade & Repair of Vehicles, Motorcycles, Personal and HH Goods	41,054,351	10.6	1,359,791	1.3
c. Financial Intermediation	22,017,150	5.7	4,330,044	4.2
d. Real Estate, Renting & Business Activities	24,465,406	6.3	8,254,200	7.9
e. Public Administration & Defense; Compulsory Social Security	13,697,290	3.5	12,382,828	11.9
f. Other Services	33,744,632	8.7	6,203,340	6.0
GROSS DOMESTIC PRODUCT	386,793,116	100.0	103,931,508	100.0

出典: Philippine Statistics Authority

図 2.1.5 は全国平均、Region XII、ARMM における 2006 年から 2015 年の貧困率を 3 年間隔で示したものであるが³、全国平均と対象地域を比較すると、明らかに 2 地域の貧困率は相対的に高い傾向にある。全国平均では 20% もしくはそれ以下で推移している貧困率が、Region XII では 30% もしくはそれ以上、ARMM に至っては実に 40% から 50% を示している。また全国平均の貧困率は長期的に低下傾向にあるのに対し、対象地域では改善傾向が確認できないことも、本事業地域において貧困削減が重要な課題であることを示唆している。

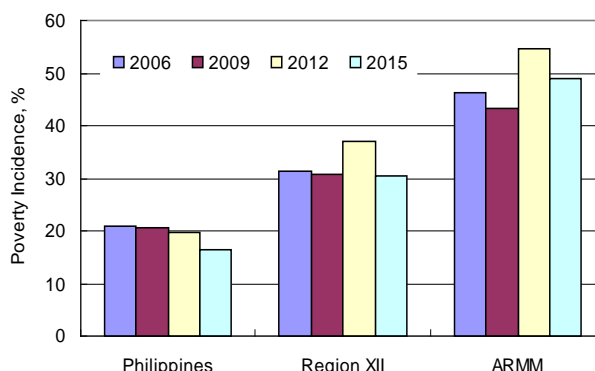


図 2.1.5 貧困推計値 2006-2015

出典: Philippines Statistic Authority

本事業が対象地域に及ぼす正・負のインパクトを検証する際に必要な値を収集すべく、MMIP-I および MMIP-II 両事業地域を対象とするベースライン調査を実施した。その一環として実施した村落・農家経済調査の結果によると、対象地域では Kilangan 村の人口が 17,301 人と突出して多いが、それ以外の村では村落あたり人口は概ね 2,000 人～5,000 人程度、世帯数では 700～1,000 戸であった。イスラム教徒が圧倒的多数を占め、対象 8 村落中 5 村落において、ほぼ 100% の世帯がイスラム教を信仰している。

いずれの村落でも農家の全世帯数に占める割合が非農家のそれよりも大きかったが、MSA に属する 3 村落 (Ugalingan, Kibayao, Kilangan) に比べると、LMSA に属する村々の方が非農家の割合が高い (図 2.1.6)。また、MSA の 3 村落の方が、自作農に対する小作人と農業労働者の割合が高いように見える (図 2.1.9 の赤および紫)。恐らく、MSA の方が農家数が多く、農地が相対的に希少になっていると考えられる。

³ 州・県レベルでの貧困発生率については 2012 年実施の小規模地域貧困推計プロジェクト (National Funded Project on Small Area Estimates on Poverty) を参照。

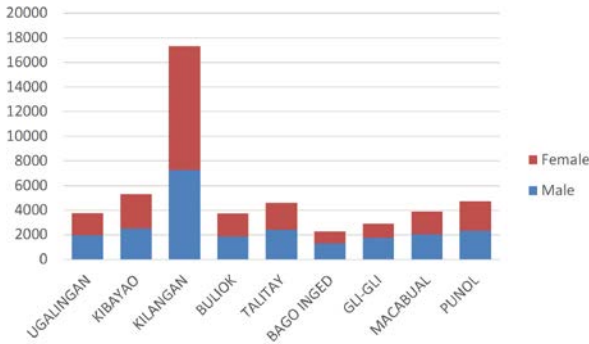


図 2.1.6 調査対象村落内の男女別人口
出典：ベースライン調査（JICA 調査団）

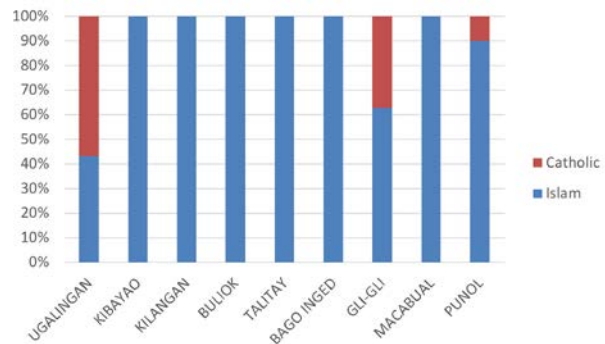


図 2.1.7 調査対象村落内の主要宗教
出典：ベースライン調査（JICA 調査団）

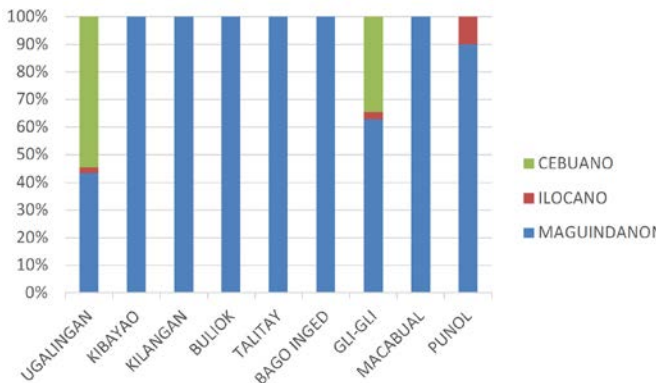


図 2.1.8 調査対象村落内の主要民族構成
出典：ベースライン調査（JICA 調査団）

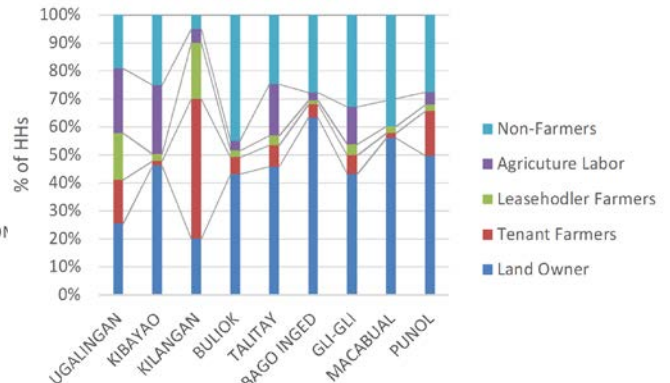


図 2.1.9 調査対象村落内の就業構造
出典：ベースライン調査（JICA 調査団）

農家世帯所得平均は 131,915 PhP であった。これを平均世帯構成員数 5.26 人で除し、農家構成員一人当たり平均所得を求めると、約 25,078PhP となる。総所得に占める比率を見ると、作物所得がおよそ 63%を占めており、それ以外では海外からの送金（13%）、屋台・食堂経営・運転手等自営業（9%）、畜産（6%）、漁業・養殖（6%）などが多かった。作物所得が占める割合は既に灌漑されている MSA にて高く、雨期に多くの農地が水没してしまう MSA 下流地区では非作物収入の重要性が相対的に高くなっている。

MMIP-I の効果に関しては、営農上の改善から治安面での改善までを含む多岐に渡る項目について、多くの受益農家が「Very Positive」、もしくは「Positive」と評価しており、概ね好意的に受け止められていることが伺える。一方、現在工事中の地区も含む新規灌漑地区を

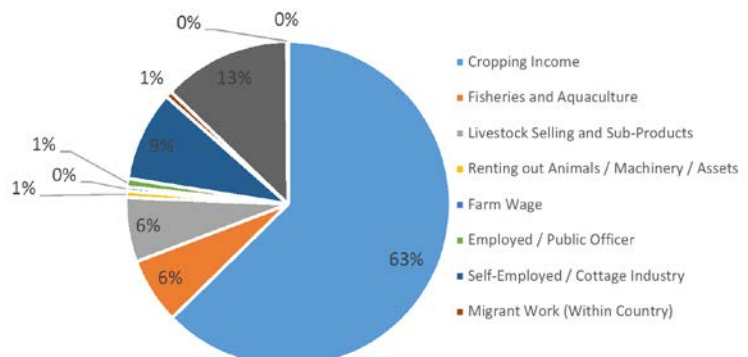


図 2.1.10 平均農家所得に占める各所得源の割合 (単位：%)
出典：ベースライン調査（JICA 調査団）

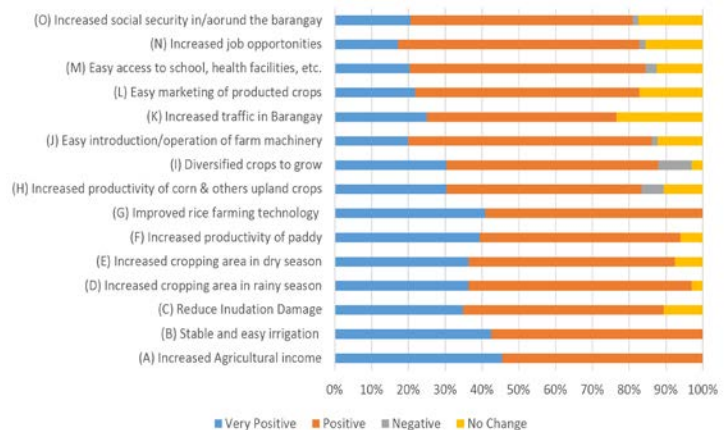


図 2.1.11 MMIP-I に対する受益農家の評価 (Unit: %)
出典：ベースライン調査（JICA 調査団）

対象にして本事業の認知度を確認した所、対象世帯 134 軒中、本事業を知っていると答えたのはわずか 17 軒であった。また、コメを含む他作物への転換への期待は少なく、既存の作物の単収増への寄与への期待が大きい。この点は、住民説明等を通じて事業内容の説明、また営農普及に係る活動の普及を行なっていくことが必要である。

村長への調査結果から、Ugalingan、Gli-Gli、Punol の 3 村落には、女性戸主世帯が存在していることが確認されたため（各々、約 30 世帯、27 世帯、7 世帯）、合計 20 の女性戸主世帯を対象に追加調査を実施した。同じ村における男性戸主世帯と、女性戸主世帯の収入を比較したところ、収入合計額はほとんど変わらないものの、女性戸主世帯の方が、収入源の数が多いこと、ただし、作物販売収入の収入全体に占める割合は、男性戸主世帯のそれよりは少ないことが分かった。

また、MSA には、これまでに農業普及関連の技術支援を受けたことのある農家と、全く受けたことのない農家がいる。この 2 グループの間で単収や収入を比較すると、前者の方が灌漑稲作の単収や、作物販売収入が高い。前者の灌漑稲作の単収は 3.48 tons/ha に対し、後者は 3.30 tons/ha、前者の作物販売収入は 150,907 PhP / HH に対し、後者は 134,741 PhP / HH となっている。技術支援前のデータがないため、この違いの原因を技術支援の有無であると特定はできないものの、2 グループの間には違いが生じている。

2.1.6 社会・文化

ミンダナオ島の住民は、キリスト教徒、イスラム教徒、Lumad に大きく 3 分類できる。国家文化芸術委員会によれば、Lumad とはキリスト教徒でもイスラム教徒でもない、ミンダナオの先住民の 15 部族⁴を総称して指す（下表では Non-Muslim IPs にて表示）。また、ミンダナオ、スールー地域に居住する主要なイスラム系部族としては、7 部族⁵が確認されている。

フィリピン政府の上院と下院は 2018 年 5 月 31 日までにバンサモロ基本法を可決し、同年 7 月半ばの施政方針演説までにドゥテルテ大統領の署名を得て、同法が施行されると見られている。施行後は、イスラム教徒ミンダナオ自治地域（ARMM）において 2019 年までに暫定自治政府が設

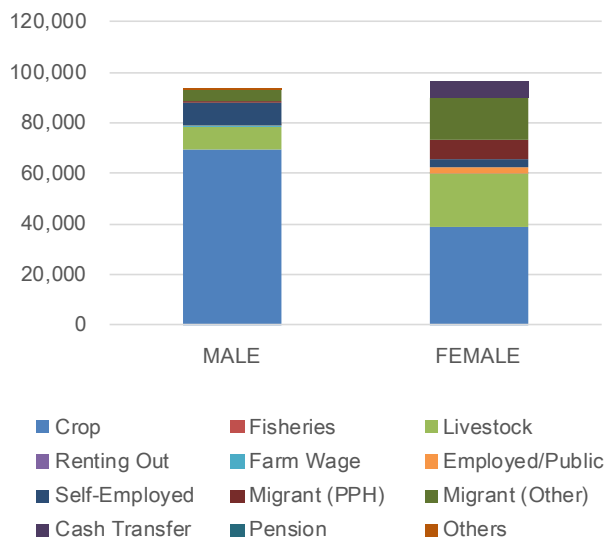


図 2.1.12 戸主の性別による収入内訳の違い
出典：ベースライン調査（JICA 調査団）

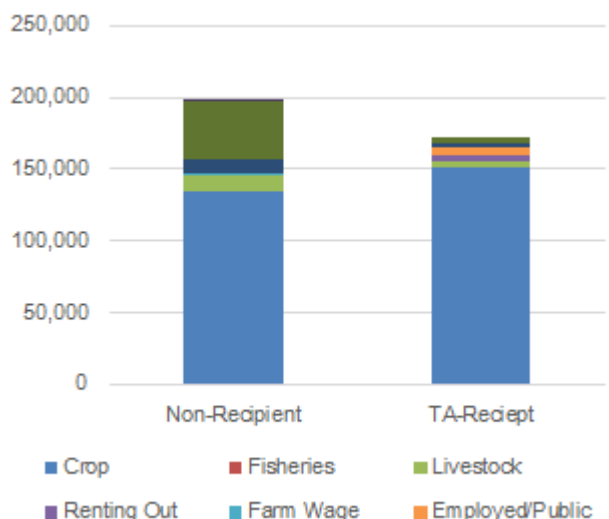


図 2.1.13 技術支援の有無による収入の違い
出典：ベースライン調査（JICA 調査団）

⁴ 国家文化芸術委員会は、Subanen、B'laan、Mandaya、Higaonon、Banwaon、Talaandig、Ubo、Manobo、T'boli、Tiruray、Bagobo、Tagakaolo、Dibabawon、Manguangan、Mansaka の 15 民族を指定している。

⁵ イスラム教系 7 民族とは、Maranaw、Maguindanao、Tausug、Yakan、Sama、Iranun、Kalagan である。

置され、2022年の自治政府の設立に向けて準備が進められる見込みである。

Ethnicity Group	2000		2010	
	Number	Percent (%)	Number	Percent (%)
Non-muslim IPs	1,595,683	9.1	3,055,950	14.0
Muslim	3,510,569	20.0	4,816,504	22.0
Christian/others	12,469,095	70.9	13,994,061	64.0
All groups	17,575,347	100.0	21,866,515	100.0

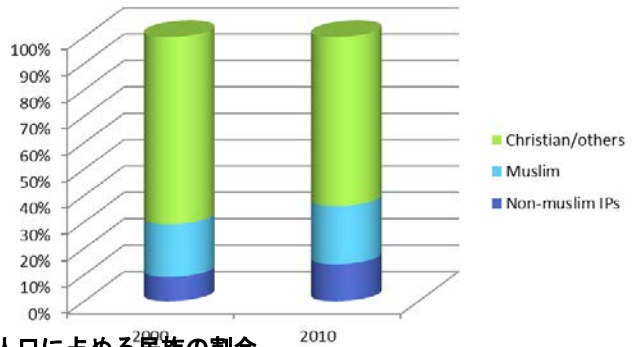


図 2.1.14 ミンダナオ島人口に占める民族の割合

出典：Reyes et.al. 2016. "Inequality Patterns among ethnic groups in the Philippines"⁶

2.2 Liguasan 湿地および住民

2.2.1 Liguasan 湿地の位置および規模

Liguasan 湿地群はフィリピン国最大の湿地であり、Pulangi 川 (Mindanao 川または Rio Grande 川の上流部) に沿う幅 20 km x 長さ 40 km の地域に位置している。面積は 220,000ha から 288,000ha と報告され⁷、中部ミンダナオの Sultan Kudarat 州および Cotabato 州、イスラム教徒ミンダナオ自治地域 (ARMM) である Maguindanao 州を含み、下流部への洪水調整機能を担っている。

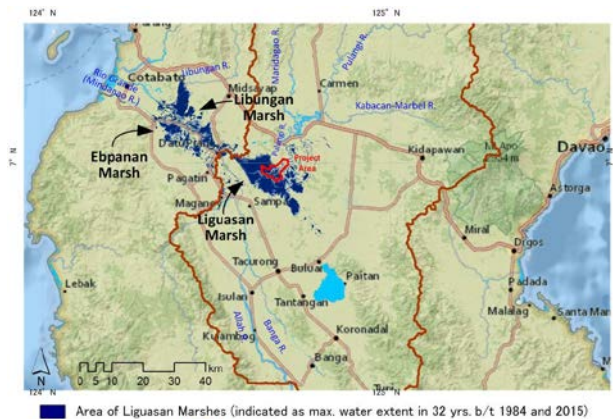


図 2.2.1 ミンダナオ川流域の湿地

出典：JICA 調査団

広大な湿地群は、その水文地形から隣接する 3 つの湿地により構成される。狭義の Liguasan 湿地 (Liguasan marsh)、Libungan 湿地 (Libungan marsh) および Ebpanan 湿地 (Ebpanan marsh) であるが、いずれも異なった水源または流入支川をもつ (図 2.2.1 参照)。これらの 3 つの湿地は、年平均流域雨量 3,200mm と多雨の流域にあって、Pulangi 川の洪水調整機能を担っている。河水は湿地に滞留したのち、Ebpanan 湿地で単一の流路を形成し、Cotabato 市の上流で Mindanao 川と Tamontaka 川に分流し、Illana 湾に流下する。

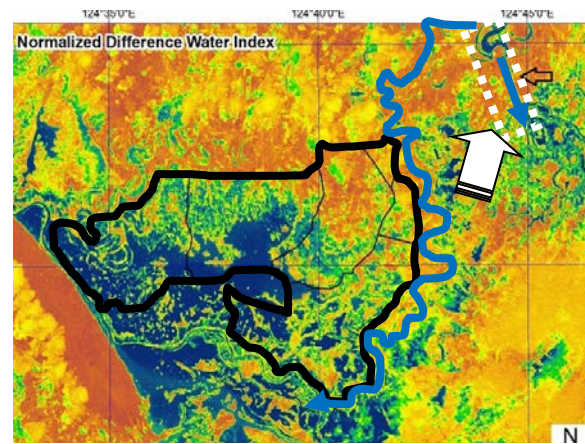


図 2.2.2 導水路および LMSA 地区

出典：JICA 調査団

事業対象地域は、Liguasan 湿地の北東岸に位置し、下流の Libungan 湿地とは狭い流路で連結している。洪水時において、河水は狭窄部で堰上げられ、湿地の上流側に広い水面が出現する。湿地に広がった水は長い時間をかけ、ゆっくりと下流の Libungan 湿地、さらに Ebpanan 湿地へ排出されることとなる。一方 Liguasan 湿地の周辺では、この数 10 年間で、森林伐採が行われ、伐採跡地の農地への転換が進んできた。さらに、1980 年代初頭には Pulangi 川から Liguasan 湿地への転流事業が実施されたことから、湿地周辺の農地化が加速されることとなった (図 2.2.2 参照)。

⁶ Reyes 等は、統計局の 2000 年と 2010 年の人口・住宅センサスのデータを分析している。

⁷ 4th National Report to the Convention on Biological Diversity 2009

湿地の拡大・縮小の時系列変化は衛星画像により追跡が可能である。図 2.2.3 に 1984 年から 2015 年の 32 年間の表流水分布を重ねた「表流水最大拡大範囲図」を示す。過去 32 年間の最大水域は 15,609ha であり、従来言われている湿地面積 220,000~280,000 ha の 7%にあたる。なお、この最大水域を MMIP-II 事業、特に LMSA と関連施設の影響範囲と見なす。

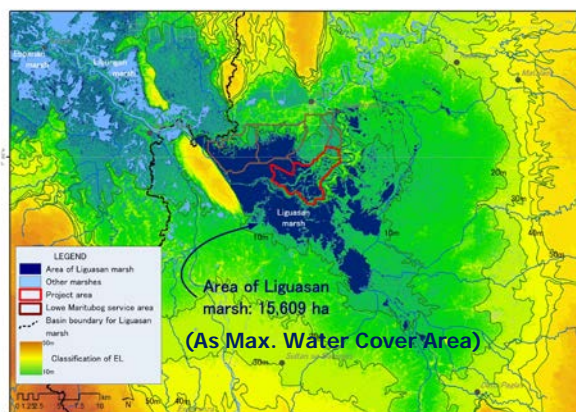


図 2.2.3 Liguasan 湿地の位置とサイズ (表流水最大拡大範囲図)

出典: JICA 調査団

2.2.2 Liguasan 湿地の生態系

Liguasan 湿地は Bird Life International⁸によって、2001 年に Important Bird Area (IBA) に指定されている。フィリピン国では IBA に加え、128 箇所の Key Biodiversity Area (KBA) が指定されており、Liguasan 湿地はこの KBA にも登録されている⁹。ただし、法的には Liguasan 湿地の保護あるいは開発制限は規定されていない。また、Liguasan 湿地はラムサール条約湿地ではない。

Liguasan 湿地には多様かつ地域固有の植物や生物が生息している。33 種の魚類、7 種の両生類、12 種の爬虫類、53 種の鳥類、11 種の哺乳類の生息が確認されており、フィリピンメガネザル (*Tarsius syrichta*)、イリエワニ (*Crocodylus porosus*) やアカノドカルガモ (*Anas luzonica*) も生息している。このうち、国際自然保護連合 (International Union for Conservation of Nature : IUCN) が希少種/絶滅危惧種として指定している生物種の数、魚類が 4 種、爬虫類が 2 種、鳥類 1 種、哺乳類 3 種の計 10 種である。これらの絶滅危惧種の英名および学名を次表に示す。

表 2.2.1 Liguasan 湿地に生息する希少種

分類	英名	学名	IUCN カテゴリ
Fish	Tilapia Mozambique	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Near Threatened
	Celebes eel	<i>Anguilla celebesensis</i>	Near Threatened
	Eel	<i>Anguilla spengeli</i>	Near Threatened
	Common Carp	<i>Cyprinus carpio</i>	Vulnerable
Amphibian	None	None	None
Reptile	Malay Pond Turtle	<i>Cuora amboinensis</i>	Vulnerable
	Sailfin Lizards	<i>Hydrosaurus postulosus</i>	Vulnerable
Bird	Philippine Duck	<i>Anas luzonica</i>	Vulnerable
Mammal	Philippine Tarsier	<i>Tarsius syrichta</i>	Near threatened
	Philippine Wild Pig	<i>Sus philippensis</i>	Vulnerable
	Philippine Deer	<i>Cervus marianus</i>	Vulnerable

出典: 1) National Economic and Development Authority Region XII. 1998. Liguasan Marsh Development Master Plan 1999 - 2025 Volume III, Database, Project Profiles, and Annexes

2) IUCN Redlist

*Vulnerable (危急種): 野生では絶滅の危機に瀕している可能性が高いと考えられる種

*Near Threatened: (近危急種): Critically Endangered (CR:近絶滅種)、Endangered (EN:絶滅危惧種)、Vulnerable (VU:危急種) には該当しないが、それに近いもの、あるいは近い将来にそうなる可能性がある種。一般的に「絶滅のおそれのある野生生物」とされているのは、特に絶滅の危機が高いとされる、3 つのカテゴリ (CR、EN、VU) にランクされている野生生物である。

2.3 対象地域の農業および農業普及

2.3.1 作物生産および土壌

Cotabato 州農業事務所から入手した Pikit Municipality の資料を基に、対象地域の農業生産状況を分析した。表 2.3.1 に Pikit Municipality 農業生産状況 (2014-16 年平均) を示すが、イネ、トウモ

⁸ 鳥類保護を活動目的とする国際環境 NGO。1922 年に International Council for Bird Preservation として発足した。

⁹ 出典: "Priority Sites for Conservation in the Philippines, Key Biodiversity Areas", Conservation International Philippines

ロコシ、ココナッツが3大作物となっている。収穫面積は、これら3大作物で約87%を占め、野菜類およびイモ類の収穫面積は約6%に留まる。トウモロコシの収穫面積がイネのそれを上回っており、シロトウモロコシの収穫面積の多さと共に特徴となっている。

表 2.3.1 Pikit Municipality の農業生産 (2014-16 年平均)

No	Crop	Harvested Area		Yield	Production
		(ha)	(%)	(ton/ha)	(ton)
1	Paddy, irrigated	1,936.4	9.4	4.5	8,772.6
2	Paddy, rain-fed	3,986.3	19.4	3.5	14,113.4
	Paddy, total	5,922.7	28.8	3.9	22,886.0
3	Corn, yellow	1,209.0	5.9	4.2	5,127.1
4	Corn, white	6,184.6	30.0	3.9	23,925.7
	Corn, total	7,393.6	35.9	3.9¹⁰	29,052.8
5	Root crops	76.4	0.4	-	-
6	Mung Bean	556.8	2.7	0.8	445.4
7	Squash	180.2	0.9	2.0	360.4
8	Bitter Gourd	65.3	0.3	3.3	167.0
9	Egg Plant	68.6	0.3	3.0	205.8
10	Miscellaneous vegetables	82.4	0.4	-	-
11	Sugarcane	196.8	1.0	48.0	9,446.4
	Root, vegetables, etc.	1,226.5	6.0	-	-
12	Coconut	4,684.3	22.7	3.6	16,863.5
13	Mango	820.6	4.0	2.5	2,051.5
14	Oil Palm	206.9	1.0	24.0	4,965.6
15	Rubber	109.8	0.5	2.4	263.5
16	Banana	96.0	0.5	14.5	1,392.0
17	Miscellaneous fruits	136.3	0.7	-	-
	Fruits & tree crops, total	6,053.9	29.4	-	-
	Total	20,596.7	100.0	-	-

出典: Office of the Provincial Agronomist, Cotabato Province

2.3.2 衛星画像による農業土地利用解析

アメリカ航空宇宙局とアメリカ地質調査所が運用している LANDSAT8 衛星および欧州宇宙機関が管理している Sentinel-2A 衛星が撮影したマルチスペクトル画像を利用し、対象地域の農業土地利用解析を行った。解析結果を表 2.3.2 および図 2.3.1 に示す。灌漑が開始されている地域のうち、MSA および UMSA (MMIP I 整備分) はコメ作付面積がメイズ作付けを上回っているが、UMSA (MMIP II 地区) では、コメとメイズの作付面積がほぼ等しくなっている。他方、未灌漑地域ではメイズ作付面積がコメ作付面積を上回る傾向がみられた。

表 2.3.2 衛星画像による各灌漑地域における農業土地利用面積解析結果 (ha)

Service Area	Stage	Starting Year	Season	Gross Area ¹	Cropped		Non-Cropped	Tree Crop, Forest ²	Swampy Land	Open Water
					Paddy	Maize				
Maridagao	I	-	Rainy	6,433	1,863	1,394	1,615	843	706	12
			Dry	6,433	1,991	1,298	1,583	843	706	12
Upper Malitubog	I	-	Rainy	1,675	729	357	395	188	0	6
			Dry	1,674	845	235	400	188	0	6
	II	-	Rainy	3,600	789	716	1,781	291	23	0
			Dry	3,599	698	888	1,699	291	23	0
Lower Malitubog	II	Whole	Rainy	9,204	511	1,510	4,140	1,461	194	1,388
			Dry	9,203	655	1,071	5,595	1,530	337	15
		2015	Rainy	1,748	65	300	973	387	6	17
			Dry	1,748	14	246	1,097	388	3	0
		2016	Rainy	2,348	150	286	1,206	442	12	252
			Dry	2,349	209	295	1,365	454	26	0
	2017	Rainy	2,503	136	417	785	370	92	703	
		Dry	2,503	245	160	1,434	394	255	15	
	ODA		Rainy	2,605	160	507	1,176	262	84	416

¹⁰ 本データは、フィリピン統計局による統計データと比して大きな値となっており、追加の照査が必要である。

Service Area	Stage	Starting Year	Season	Gross Area ¹	Cropped		Non-Cropped	Tree Crop, Forest ²	Swampy Land	Open Water
					Paddy	Maize				
			Dry	2,603	187	370	1,699	294	53	0
Pagalungan Ext.	II	-	Rainy	1,248	164	184	705	195	0	0
			Dry	1,248	87	273	693	195	0	0

出典：JICA 調査団

備考：1) 雨期作／乾期作の全体面積差は GIS ソフトによる算出過程に生じたものである。2) MSA、UMSA、の湿地域は Google Earth を利用し、目視にて抽出を行った。一方、LMSA では植生指数の変化により抽出した。

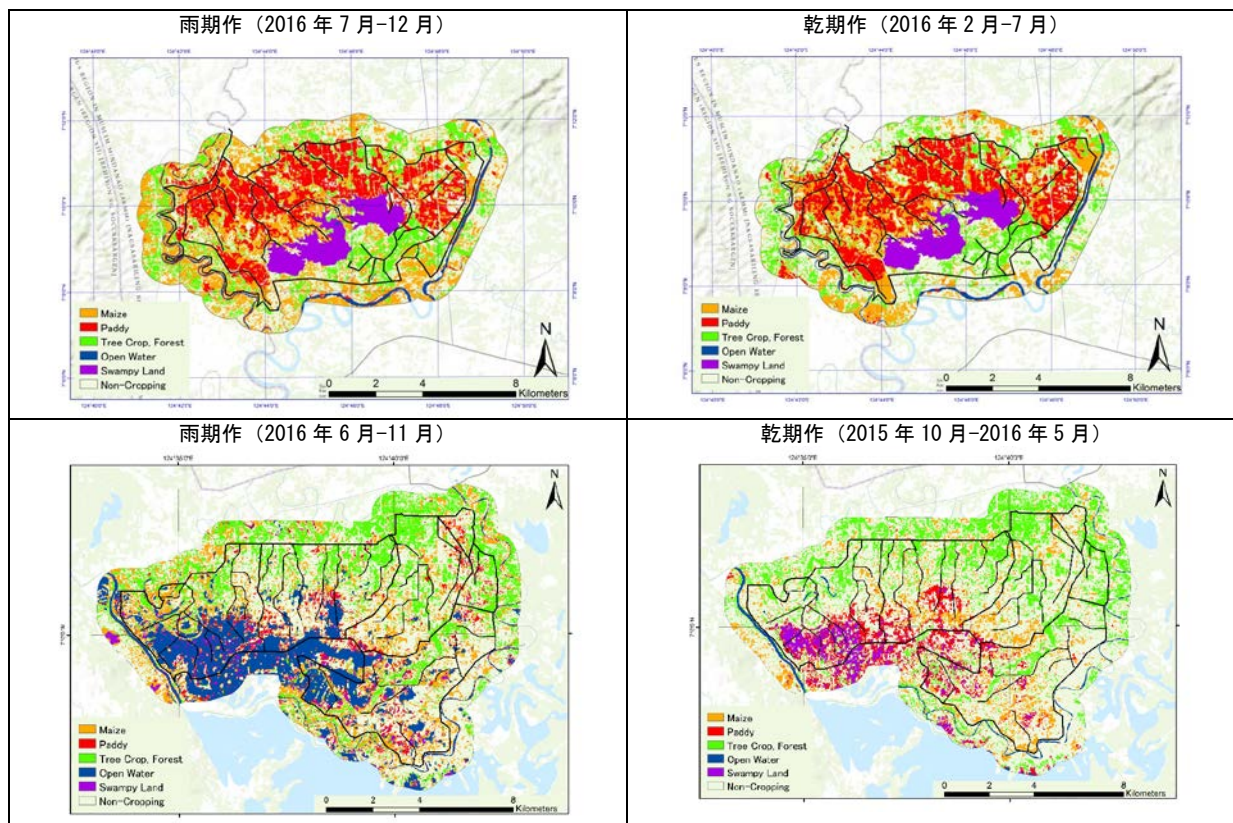


図 2.3.1 Maridagao SA 及び Lower Malitubog SA 農業土地利用図 (2015/2016 年) 出典：JICA 調査団

2.3.3 作付け様式

対象地域の畑地や天水低地では、多様な樹木作物や果樹に加え、トウモロコシを中心とした作付け様式を有しているが、低地に移行するにつれイネの作付けが増え、それに伴い作物の多様性が減少する傾向がある。灌漑地ではコメの二期作が主流であり、ココナッツ、バナナ、野菜といった作物は水田の周辺で育てられている。低湿地帯では、雨期湛水後に水位が低下した後、コメかトウモロコシが作付けされる。

また各種統計資料¹¹⁾によると、イネの単収は天水栽培で 2.0 ton/ha から 3.5 ton/ha、灌漑栽培では 3.0 ton/ha から 5.63 ton/ha である。さらにベースライン調査では、天水栽培の単収が 1.69 ton/ha、灌漑栽培が 3.38 ton/ha であり、トウモロコシの単収は 2.12 ton/ha であった。衛星画像による農業土地利用解析の結果を利用すると、LMSA 対象地域の推定穀物生産量は 2016 年乾期が 3,363 トン（コメ 1,114 トン、トウモロコシ 2,249 トン）、2016 年雨期が 4,040 トン（コメ 869 トン、トウモロコシ 3,171 トン）となる。

¹¹⁾ Referred to Country STAT Philippines, the Terminal Report of YLTA-MMIP, information from the OPA of Cotabato Province, DAF-ARMM and SAPROF Report (May, 2007)

1) イネ栽培¹²

稲作農家の経営規模は、Region XII、ARMM 共に約 1.6 ha であり、その内イネを栽培する面積は、Region XII で 1.0 ha、ARMM で 1.2 ha である。両地域共に、自作農が稲作農家の過半数以上を占めるが、その次に多いのが分益小作農である。イネの灌漑率は Region XII と ARMM で大きな差があり、それぞれ 66% と 29% である。全国的には、移植栽培が約 70% を占めるが、Region XII と ARMM ではそれぞれ 30% と 20% でしかない。対象地域では、直播栽培が主体となっている。

種子は、両地域共に、灌漑栽培には優良種子 (Certified seeds/Good seeds) がある程度普及しており、種子更新率も概ね妥当なレベルにある。一方、天水栽培では自家種子 (近隣農家との交換も含む) が圧倒的に多くなっている。平均播種量が Region XII で 121 kg/ha、ARMM で 77 kg/ha と多く、直播栽培が多いことを考慮に入れても過多となっている。

2) トウモロコシ栽培¹³

トウモロコシ栽培農家の経営規模は、稲作農家のそれより若干大きく、Region XII で 2.1 ha、ARMM で 1.8 ha である。その内、トウモロコシ栽培面積は、それぞれ 1.5 ha と 1.3 ha である。ARMM では自作農主体の経営となっているが、Region XII は自作農の割合が約 35% と少なくなっている。全国的に見ても、トウモロコシ栽培者の中では「その他」が占める割合が比較的多い傾向にあるが、これらは企業的大規模経営による栽培と推測される。「その他」が占める割合は、Region XII で 37%、ARMM で 28% である。

フィリピンではシロトウモロコシと黄トウモロコシが栽培され、前者は主に食用、後者は主に飼料用として利用されている。シロトウモロコシはほとんど固定品種が栽培され、黄トウモロコシはハイブリッド品種がかなり普及している。ただし、ARMM では黄トウモロコシでも固定品種しか栽培されていない。ARMM では在来種の栽培率が高いのも特徴である。固定品種種子の入手先としては自家種子 (近隣農家との交換も含む) が圧倒的に多い。

2.3.4 農業機械化

2013 年の先行研究¹⁴によると、フィリピンではコメとトウモロコシにおける整地、脱穀、精米/製粉作業を除いて、農業機械化は未だ進んでいない。これは対象地域も同様であり、コメとトウモロコシの耕起、および脱穀の機械化がある程度進んでいる一方、その他の農作業の大部分は手作業で行われている。

フィリピン全土だけでなく、対象地域が含まれる Region XII と ARMM の地域においても、耕運機と脱穀機を農作業に使用する農家の割合が、それらを保有する農家数よりもかなり高い割合を示している。これにより、対象地域を含むフィリピン全土において、耕起および脱穀に関わる農業機械サービス事業が発展してきていることが推測される。

2.3.5 農家に対する農業普及サービス

1) フィリピンの農業普及システムおよび ATI の概要

法令 (The Agriculture and Fisheries Modernization Act (AFMA) 1997, Republic Act No. 8435) によっ

¹² Referred to An analysis of Costs & Returns Palay Production 2013, Philippine Statistics Authority

¹³ Referred to An analysis of Costs & Returns Corn Production 2013, Philippine Statistics Authority

¹⁴ "Status of Agricultural Mechanization in the Philippines", Delfin C. Suministrado of Agricultural Machinery Testing and Evaluation Centre, University of the Philippines Los Baños, prepared for the Regional Forum on Sustainable Agricultural Mechanization in Asia and in the Pacific at Qingdao in China in 2013.

て、フィリピン国における農業普及システムは地方分権化されており、LGU が農業、漁業従事者に対する普及サービスを担っている。一方、州政府は州内の農業普及サービスの運営を統合的に監督調整し、LGU ごとに行われる普及プログラムに対し定期的な評価を行っている。

ATI (Agricultural Training Institute) は、DA の下部組織として中央政府レベルの農業普及・教育に関わる活動を行っている。2015 年の農業省行政命令によって、ATI は LGU 普及員に対する支援を効果的に実施する役割を担うこととされている。ATI は全国に 15 の地方事務所 (Regional Centre) を有するが、対象地域を管轄するのは ATI Regional Training Centre XII である。ATI Regional Training Centre XII は South Cotabato 州 Tantangan に位置し、■■■■ 名の職員を有している。ATI Regional Training Centre XII の組織図と年間予算を、図 2.3.2、表 2.3.3 に示す。

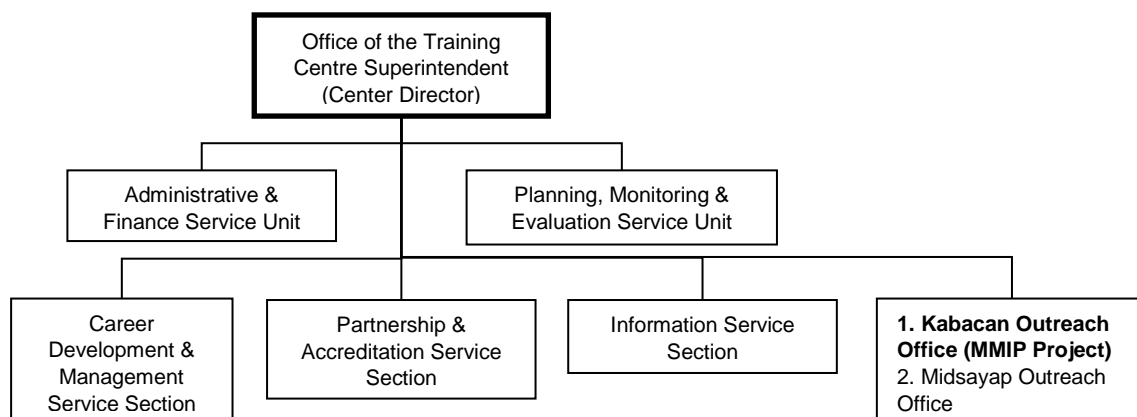


図 2.3.2 ATI Regional Training Centre (XII) 組織図

出典: ATI Regional Training Centre (XII)

表 2.3.3 ATI Regional Training Centre (XII) の年間予算

Year	2015	2016	2017
Budget (thousands Peso)	■■■■	■■■■	■■■■ *

備考: * 2017 年の増額は North Cotabato 州と Maguindanao 州を含む 22 の特に貧困な州に対する貧困緩和特別財源によるものである。

出典: Agriculture Training Institute (Region XII)

フィリピン国の農業普及事業を末端レベルで担っているのは LGU (Municipalities) であるが、対象地域の農業普及体制は、Region XII 内の Cotabato 州に属する 3 つの Municipality と、ARMM 内の Maguindanao 州に属する 2 つの Municipality とでは若干異なっている。

Cotabato 州では独立した自治体である各 Municipality に、Municipal Agriculturist (MA) を長とする MA 事務所 (OMA) が設置されており、MA は Municipality の長である Mayor に直属している。MA 事務所は Municipality の農業開発に関わる全ての事柄を担当しているが、Agricultural Technologists (AT) を通じた農業普及サービスの提供も行っている。州の農業事務所 (OPA) は州内の Municipalities 普及プログラムを管理・統括している。

他方、ARMM 自治政府は中央集権的な行政制度を有していることから、ARMM 内の州や Municipality でも、ARMM 政府農業水産局 (DAF) が農業行政に関わる権限と責任を担っている。Maguindanao 州や各 Municipality レベルの農業行政責任者である Provincial Agriculture Officer (PAO) や Municipality Agriculture Officer (MAO) は、直接 DAF-ARMM の管理下に置かれている。

2) MMIP における YLTA (円ローン技術支援事業)

MMIP-I 事業では、対象地域内のコメの増産を目的として、先進的な農業技術の導入や IA

(Irrigators Association) の財務管理能力強化のための支援事業 (YLTA) が、ATI を実施機関として、2014 年乾期作から 2016 年雨期作までの 3 年間実行された。実施にあたり、中央レベルに ATI を議長とする監理委員会を設置すると共に、現場レベルでは ATI Regional Training Centre XII が、関係機関との調整および支援サービスの提供を行った。

YLTA の主な 3 つの活動は、1) 参加型展示圃場、2) 農業生産投入財支援、3) 普及体制強化であり、MMIP で整備した灌漑地域内の Cotabato 州と Maguindanao 州から、計 7 つの IA を選定して実施された。その結果、YLTA 実施後全ての IA においてイネの収量増加を達成し、平均して 2.70 トン/ha (2.93 トン/ha から 5.63 トン/ha) の増加がみられた (表 2.3.4 参照)。さらに YLTA の終了後、ATI は 2014 年からの 5 年間、政府予算によって YLTA に類似した事業を実施している。2017 年までに MSA と UMSA から計 18 の IA が選定され、計 1,230 名の農家が裨益した。

表 2.3.4 YLTA 実施前後のイネ収量比較

No.	IA	YLTA Year	No. of Farmers	Yield (ton/ha)			
				Without YLTA	With YLTA		
					Dry Season	Wet Season	Ave.
1	KIPAN	2014	54	2.45	5.92	6.80	6.36
2	NASGIA	2014	55	3.10	6.06	6.85	6.46
3	Morning Light	2014	57	3.20	6.45	6.00	6.23
4	MRISIA Div.6	2014	52	3.20	5.40	6.65	6.03
5	BASBIA	2015	50	3.30	4.05	4.62	4.34
6	KATINGKONGAN	2015	50	2.80	4.85	4.89	4.88
7	MANSAPA	2015	50	2.50	4.66	5.56	5.11
Total			368	2.93	5.52	5.55	5.63

備考: 368 農家は Farm Production Input Assistance (FPIA) の受益者である。

出典: YLTA-MMIP Terminal Report 2017, ATI

2.4 灌漑システム

2.4.1 灌漑システム

Malitubog-Maridagao Irrigation Project (MMIP) は 1985～88 年にかけて ADB の支援により FS 調査が実施された。当初 MMIP は Malitubog 川と Maridagao 川の両河川から取水して 19,601ha を灌漑する独立した 2 つの灌漑システムが提案された。最終的には Maridagao 川のみから取水する一つの灌漑システムに統合されたが、プロジェクト名は 2 つの河川名を冠している。一方、工事が完工して灌漑施設が NIA Region XII 事務所管理下の Cotabato 灌漑管理事務所 (Cotabato Irrigation Management Office :CIMO) に移管されると、この灌漑システムは Maridagao River Irrigation System (MRIS) と呼ばれる。

1) 灌漑水路網

MMIP は 4 つの主要な灌漑地区、Maridagao Irrigation Service Area (MSA)、Upper Malitubog Service Area (UMSA)、Lower Malitubog Service Area (LMSA)、Pagalungan Extension Service Area (PESA) に分けることができ、UMSA については MMIP-I 事業地区、MMIP-II 事業地区および MMIP-II で拡張された地区がある。MMIP の灌漑システムは Maridagao 川に建設した取水堰から取水し、これらの灌漑地区に灌漑用水を供給するため、総延長 117.7km に達する 8 つの幹線水路 (Main Canal)、総延長 165.8km に達する 66 の支線水路 (Lateral Canal) からなる水路網で構築されている。灌漑水路網を図 2.4.1 に、各水路の詳細を表 2.4.1 に示す。

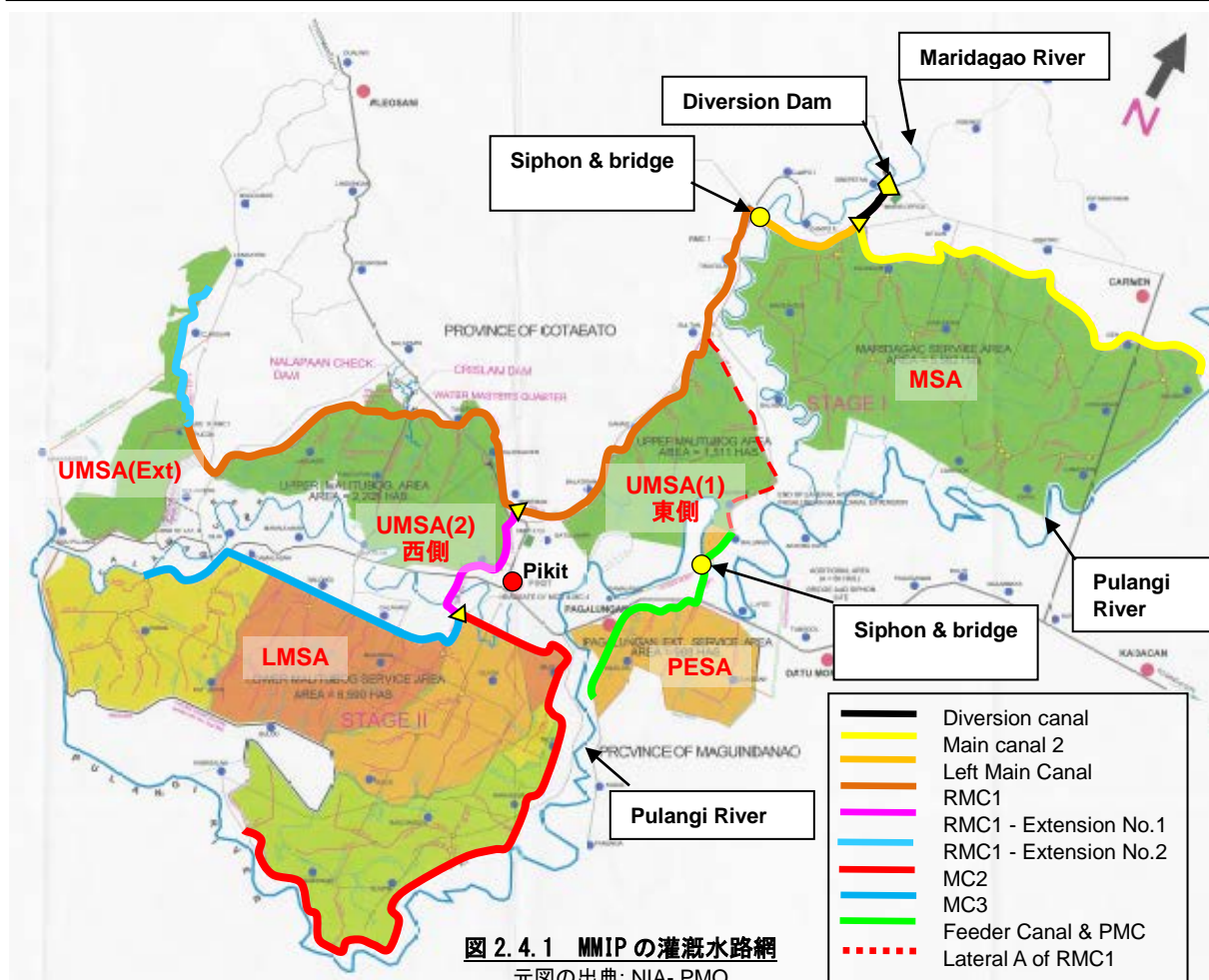


図 2.4.1 MMIP の灌漑水路網
元図の出典: NIA- PMO

表 2.4.1 MMIP の幹線水路と支線水路の延長および分土工の数

Particular	Unit	MSA	UMSA (1)	UMSA (2)	LMSA.	PESA	Total
Diversion canal	km.	3.4					3.4
Main canal 2	km.	29.2					29.2
Left Main Canal	km.	13.5					13.5
Right Main Canal 1 (RMC 1)	km.		11.5	17.4	0		28.9
RMC1 - Extension No.1	km.			4.4			4.4
RMC1 - Extension No.2	km.			4.7			4.7
MC2	km.				22.5		22.5
MC3	km.				11.1		11.1
PMC	km.					7.3	7.3
Lateral & sub-lateral canal	Nos	19	5	9	30	3	66
Lateral & sub-lateral canal	km.	38.5	13.6	22.0	82.9	8.8	165.8
Turnout	Unit	186	52	82	69	28	417
Farm Canal (MFD & SFD)	km.	341.9	238.1	82.00	69.0	17.9	748.9

出典: NIA- PMO

2) 排水システム

MSA の排水システムは 3 本の幹線排水路(総延長 24.3km)と 40 本の支線排水路(総延長 59.5km)で構成され、UMSA の排水システムは 3 本の幹線水路(総延長 34.4km)、30 本の支線排水路(総延長 39.3km)で構成される。LMSA の排水システムは 10 本の幹線水路(総延長 27.9km)、20 本の支線排水路(総延長 24.7km)で構成され、それに加えて、8 本の幹線水路が流れ込む Façade Drain(延長 14.7km)が、Pulangi 川に最終的に排水する排水路として計画されている。PESA の排水システムは 4 本の幹線水路(総延長 14.5km)で構成される。

2.4.2 MMIP-II の事業コンポーネント

MMIP-II 事業は、2011 年 1 月に UMSA、LMSA、PESA において灌漑可能面積 9,784ha の開発を目指して開始された（目標灌漑面積は 10,541ha に拡張）。表 2.4.2 に示すように、対象地域の大部分は Pikit Municipality に属し、Pikit 内での灌漑可能面積は 9,208ha と全計画面積の 87% に相当する。2018 年 5 月までに開発された灌漑可能面積は 5,513ha で、事業目標の約 53% に達している。同 2018 年 5 月現在、UMSA の一部である 1,478ha が灌漑されており、UMSA の残りの部分も順次、灌漑される予定である。加えて、2012 年以降、CIMO によって灌漑が運営されている Nalappan Stream Check 地区では、100ha が灌漑されている。

表 2.4.2 MMIP-II の計画灌漑可能面積（灌漑地区別、Municipality 別）

Service Area	Province	Municipality	Service Area (ha)				Farmer Beneficiaries			
			Original		Revised		Original		Revised	
UMSA	Cotabato	Pikit	2,015	2,206	2,359	2,550	343	649	694	750
		Aleoson	191		191		306		56	
LMSA	Cotabato	Pikit	6,590		6,849		1,937		2,014	
PESA	Maguindanao	Pagalungan	634	988	788	1,042	186	291	232	336
		Datu Montawal	354		354		104		104	
Total			9,784		10,541.		2,877		3,100	

注: UMSA: Upper Malitubog Service Area, LMSA: Lower Malitubog Service Area, PESA: Pagalungan Extension Service Area

MMIP-II の事業コンポーネントは下表 2.4.3 に示す通りである。全長 167.0km の幹線・支線水路、1,605 の圃場に灌漑する全長 168.85km の圃場水路、323 の鉄製水門、全長 127km の幹線・支線排水路及び全長 94.18km の圃場排水路が計画されている。

表 2.4.3 MMIP-II の主要事業コンポーネント

Particular	Unit	UMSA	LMSA.	PESA	Total	Remarks	
RMC1	km.	17.35	0		17.35	Main canal: 69.320 km. Revised to 66.772 km. Lateral canal: 113.660 km Revised to 100.263 km. Total Canal 178.02 km Revised to 167.035 km.	
RMC1 – Extra	km.		4.41		4.41		
MC2	km.		22.54		22.54		
MC3	km.		11.06		11.06		
Feeder Canal	km.			1.70	1.70		
PMC	km.			7.30	7.30		
Lateral & Sub Laterals	km.	22.00	82.86	8.8	113.66		
Canal Structure	Unit	85	100	22	207		
Turnout	Unit	82	69	28	179		Revised to 412 unit
Farm Canal (MFD)	km.	82.00	69.00	17.85	168.85		
Farm Structure	unit	1,230		375	1,605		
Steel Gates	unit	98	194	31	323		
Access /Intra-site Road	km.	20.00		5.4	25.40		
Canal Service Road	km.	39.00			39.00		
Farm Bridge	unit		1		1		
Bridge & Siphon	unit			2	2		
Main Drain & Lateral Drain	km.	62	53	12	127	Revised to 119.96 km	
Farm Drain	km.	82.00		12.18	94.18	Dev. Cost.	
Estimated cost (M PhP)	Original					628 K/Ha.	
	Revised					517 K/Ha.	

出典: Monthly Progress Report of Maritubog Maridagao Irrigation Project II, (May 2018)

注: UMSA: Upper Malitubog Service Area, LMSA: Lower Malitubog Service Area, PESA: Pagalungan Extension Service Area

当初、事業完了は 2015 年 12 月で計画されていたが、2018 年 5 月現在までに、2019 年 12 月完了と工期が延長されている。事業進捗状況を表 2.4.4 に示すが、2018 年 5 月現在、完成出来高（実費ベース）は 40.7% となっており、延長された工期内でも事業完了は難しいと想定される。

表 2.4.4 MMIP-II の工事進捗率

No	Particular (major facilities)	Unit	Plan		Progress (as of May 2018)	
			Original	Revised		
1	GENERATED AREA					
	Upper Malitbog Service Area (UMSA)	ha.	2,206	2,550	2,958	(116.0%)
	Lower Malitbog Service Area (LMSA)	ha.	6,590	6,849	806	(11.8%)
	Pagalungan Extension Service Area (PESA)	ha.	988	1,142	988	(86.5%)
	Total	ha.	9,784	10,541	5,513	52.7%
2	IRRIGATION FACILITIES					
	Main Canal(RMC1&Ext.1&2, MC2&MC3) -Lined canal	km.	60.320	59.336	31.212	(52.6%)
	Feeder Canal & Pagalungan Main Canal -Lined canal	km.	9.000	7.436	6.952	(94.5%)
	Lateral Canal - Earth canal	km.	113.660	100.263	46.435	(46.3%)
	Canal Structure	Unit	386	768	221	(28.7%)
	Additional Structure for Nalapaan & Panicupan	Unit	14	32	32	(100.0%)
	Canal Lining for Nalapaan & Panicupan	km.	4.258		4.274	(100.4%)
3	DRAINAGE FACILITIES					
	Protection Dike (PESA)	km.		8.778	5.157	(58.7%)
	Main Drainage Canal	km.	57.670	50.630	2.100	(4.1%)
	Lateral Drainage Canal	km.	69.330		12.528	(18.1%)
	Drainage Structure	Unit	3		3	(100.0%)
4	ON-FARM LEVEL FACILITIES					
	Farm Canal (MFD & SFD)	km.	168.850		24.337	(14.4%)
	Farm Structure	Unit	1,605			
5	ROAD NETWORK					
	Access Road/Intrasite Road	km.	25.400		0.360	(25.2%)
	Canal Service Road	km.	39.000			
6	OTHER MAJOR STRUCTURE					
	Farm Bridge	Unit	1			
	Bridge & Siphon	Unit	2			
	Improvement of Office Building	Unit	13		10.0	(76.9%)
	Watermasters Quarter	Unit	2		1.0	(50.0%)
7	FINANCE					
	Budget allocation	M PhP				(%)
	Value of Accomplishment	M PhP				(%)
	Actual Expenditure	M PhP				(%)

出典: Monthly Progress Report of Malitbog Maridagao Irrigation Project II, (May, 2018)

2.4.3 灌漑実績 (MMIP-I)

Maridagao 灌漑地区 (MSA) の灌漑は 2002 年に開始されたが、治安の悪化により中断、実際の運営・維持管理活動は 2004 年 9 月から 3,832 ha (乾期 1,970 ha、雨期 1,861 ha) の灌漑面積で開始された。実際の灌漑受益面積は乾期 420 ha、雨期 921 ha、年間で 1,341 ha となった。MSA の灌漑面積等の詳細を表 2.4.5 に示す。

表 2.4.5 Maridagao 灌漑地区における実際の灌漑実績

Year	Service Area (ha)	FUSA (ha) (Irrigable area)	Irrigated area/ Planted area (ha)			Crop intensity (%)			Benefited Area (ha)			Percentage of Benefited Area to irrigated area			Percentage of Benefited Area to FUSA		
			Dry	Wet	Annual	Dry	Wet	Annual	Dry	Wet	Annual	Dry	Wet	Annual	Dry	Wet	Annual
2004	5,562		1,970	1,861	3,832	35	33	69	420	921	1,341	21	49	35	8	17	24
2005	5,562		1,520	1,818	3,337	27	33	60	893	1,299	2,192	59	71	66	16	23	39
2006	5,562		2,110	2,247	4,357	38	40	78	1,324	1,980	3,304	63	88	76	24	36	59
2007	5,562		2,050	2,249	4,299	37	40	77	1,744	1,941	3,685	85	86	86	31	35	66
2008	5,562		2,745	2,508	5,252	49	45	94	1,815	2,115	3,930	66	84	75	33	38	71
2009	5,562		2,835	2,835	5,670	51	51	102	2,997	2,285	5,283	106	81	93	54	41	95
2010	5,562		3,069	3,415	6,484	55	61	117	2,646	3,088	5,734	86	90	88	48	56	103
2011	5,562	4,027	3,383	2,751	6,133	84	68	152	2,608	2,304	4,912	77	84	80	65	57	122
2012	5,562	4,027	2,896	1,087	3,983	72	27	99	2,454	908	3,362	85	84	84	61	23	83
2013	5,608	5,216	3,274	3,831	7,104	63	73	136	2,035	2,393	4,427	62	62	62	39	46	85
2014	5,608	5,608	3,868	4,369	8,237	69	78	147	2,935	3,684	6,618	76	84	80	52	66	118
2015	5,608	5,608	3,785	4,202	7,986	67	75	142	3,305	3,629	6,934	87	86	87	59	65	124
2016	5,608	5,527	4,115	3,060	7,175	74	55	130	3,360	2,580	5,941	82	84	83	61	47	107

出典: MRIS office (NIA Regional 12, Cotabato Irrigation Management Office)

備考: Irrigated Area: 作付期 (雨期作・乾期作) における灌漑可能面積(FUSA)のうち灌漑水が供給された面積

Benefited/Planted Area: 作付期 (雨期作・乾期作) において実際に作付された面積

Crop Intensity: 灌漑可能面積(FUSA)に占める灌漑面積の割合

2.4.4 運営維持管理

CIMO の運営維持管理部門にある MRIS 管理事務所が、灌漑システムと施設の運営および維持管理（O&M）を担当している。建設された灌漑施設の O&M 費用と日々の O&M 活動に係る費用は CIMO と MRIS 管理事務所の予算でカバーされ、NIA 本部は必要に応じて大規模な維持管理と改修費用を支弁する。なお、2018 年 2 月 2 日に施行された共和国法 No.10969、無料灌漑サービス法により、2017 年雨期の収穫以降、水利費（ISF）が無料となるため、今後の O&M の資金源を別途確保する必要がある。

表 2.4.6 MRIS 管理事務所の予算、収入、支出額

Year	Approved corporate operating Budget		Income (peso)				Expenditure (peso)			Surplus (Deficit)
	Personal service	MODE	ISF	BA	Other Income	Total	Personal service	MODE	Total	
2012										
2013										
2014										
2015										
2016										
Total										
Ave.										

出典: MARIS office (NIA Regional 12, Cotabato Irrigation Management Office)

ISF: Irrigation service Fee, BA: Back account of Irrigation service Fee. MODE: Maintenance and other operation expenses

2.4.5 水利組合と灌漑管理移転（IMT）

MMIP-I 事業の最後段階において、6 つの水利組合が Maridagao 灌漑地区（MSA）で 1999 年から 2002 年にかけて設立された。各水利組合が管理する灌漑地区の面積は大きく、会員数も多かったため、2006 年から 2015 年にかけて各水管理組合は 2 つに分割された。2018 年 5 月現在、MSA には 12 の水管理組合が設置されている。Upper Malitbog 灌漑地区（UMSA）では、灌漑施設の建設が遅れたため水利組合の設立も遅れた。MMIP-I で設立された最初の水利組合は、2013 年に二分割された。

2011 年には MMIP-II で最初に開発された灌漑地区に Crislam と Nalapani の 2 つの水利組合が設立された。2018 年 5 月現在までに、UMSA の灌漑システムの建設はほぼ完了しており、2018 年末までに、上記 4 組合を含む、合計 13 の水利組合が、MRIS 管理事務所の管理下に入る予定である。Pagalungan Extension Service Area (PESA)では、既に 3 組合が、そして Lower Malitbog Service Area (LMSA)では 13 組合が既に設立、登録されている。なお、LMSA では 2019 年までに、更に 8 組合が設立される予定である。

2.5 道路および橋梁

2.5.1 道路 (Pikit Municipality)

Pikit Municipality には Cotabato 市から Davao 市まで延びる国道が 1 本通っており、その国道の北部に MMIP I 地区、南部に MMIP II 地区が位置している。表 2.5.1 に Pikit Municipality のカテゴリ別道路延長および舗装状況を示す。砂利舗装道路が全体の 64%を占めているが、20%は土道路であり、コンクリート舗装は 15%に留まっている。さらにアスファルト舗装は全体の 1%に限られている。雨期は、降雨により砂利舗装道路と土道路で車両による走行が困難な状況となっている。

表 2.5.1 Pikit Municipality 内の道路状況

Road Name	No.	Pavement Type and Road Length				
		Concrete (km)	Asphalt (km)	Gravel (km)	Earth (km)	Total (km)
National Road (as of 2018)	2	12.5	0.0	0.0	0.0	12.5
Provincial Road (as of 2016)	14	3.9	2.0	43.3	18.8	67.9
Municipal Street (as of 2018)	35	8.8	1.2	10.3	3.1	23.4
Barangay Road (as of 2018)	71	26.2	1.0	167.4	45.0	239.6
Total	122	51.4 (15%)	4.2 (1%)	221.0 (64%)	66.9 (20%)	343.4 (100)
(Total of 2015)	122	33.6 (10%)	4.2 (1%)	229.4 (67%)	74.4 (22%)	341.6 (100)

Source: Pikit Municipality

2.5.2 橋梁 (Pikit Municipality)

表 2.5.2 に 2018 年時点の Pikit Municipality の橋梁について整理した。Municipality 内に計 10 の橋梁があり、うち 4 がコンクリート橋、6 が RC ボックスカルバートであるが、コンクリート橋は国道および州道にあるのみで、県道以下では RC ボックスカルバートに限られる。なお、Pikit Municipality 内の道路は無数の小河川や排水路等と交差しており、それら横断箇所の構造はコンクリート管やコルゲート管等を道路下に敷設しただけである。これらの横断構造物は、その構造上、橋梁には分類されないため、表 2.5.2 には含まれていない。

表 2.5.2 Pikit Municipality 内の橋梁状況

Bridge Name or Name of Road Section (where bridge is located)	Bridge Type and Bridge Number & Average Length (as of 2018)				
	Concrete Bridge	Steel Bridge	Timber Bridge	RC Box Culvert	Total
Along the National Road	2 (L=8.0m)	0	0	0	2
Along the Provincial Road	2 (L=6.5m)	0	0	0	2
Along the Municipal Street	0	0	0	0	0
Along the Barangay Road	0	0	0	6 (L=4.0m)	6
Total	4	0	0	6	10

Source: Pikit Municipality

2.6 関連事業およびプログラム

NIA が実施している過去、もしくは現在進行中の主なドナー支援プロジェクトおよびプログラムは表 2.6.1 の通りである。

表 2.6.1 ドナー支援により NIA が実施してきた主なプロジェクト

Donor	Period	Project Name	Type	Project Area
JICA	2012-2017	National Irrigation Sector Rehabilitation and Improvement Project (NIS RIP)	Loan	Nationwide including Region XII
World bank	2009-2024	Participatory Irrigation Development Project (PIDP)	Loan	Nationwide including Region XII
ADB	2000-2011	Southern Philippines Irrigation Sector Project	Loan	ARMM, Caraga, Region-VI, VII
JICA	2005-2007	Irrigation Association Strengthen Project	TA	Nationwide
JICA	2007-2011	Irrigators Association Strengthening Support Technical Cooperation Project	TA	Nationwide
JICA	2013-2017	The Project for Improving Operations and Maintenance of NIS	TA	Nationwide

出典: NIA Headquarters

- 1) 灌漑セクター改修・改善プロジェクト (NIS RIP: National Irrigation Sector Rehabilitation and Improvement Project、円借款プロジェクト)

全国 11 箇所の国営灌漑施設 (NIS) の改修を対象とした事業であり、水利組合 (IA) の組織

強化、営農支援、維持管理機材の調達等がコンポーネントに含まれ、本事業と事業コンポーネント等において類似する。

2) Participatory Irrigation Development Project (PIDP、世銀ローンプロジェクト)

世界銀行（世銀）は 2009 年より表記プロジェクトを実施しており、NIA の合理化計画（Rationalization Plan: RAT Plan）による職員数の低減、水管理移管（IMT）の推進を進めると共に、全国 58 の NIS を対象として整備・改修を行っている。NIA の合理化計画および水管理移管（IMT）の推進が予定通りに進んでおり、水管理移管（IMT）については、対象 58 の NIS の 98%¹⁵について、水管理組合（IAs）との IMT にかかる契約が完了している。

3) Southern Philippines Irrigation Sector Project (ADB ローンプロジェクト)

ADB は 2000 年から 2011 年にかけて ARRM 地域を含むフィリピン南部を対象に、NIS, CIS (Community Irrigation System), SRIS (Small Reservoir Irrigation System)の整備を実施している。終了時の評価では、農家の水利費支払い可能額に対するアセスメントが不十分であり、施設維持管理に対する資金不足が生じた事が挙げられている。この他、事業の早期段階における農家巻き込みの重要性と農業金融等の付随した技術支援の重要性が教訓として挙げられている。

この他、JICA は NIA に対して継続的に技術協力プロジェクトを実施しており、2005 年から 2007 年にかけて「水利組合育成強化計画プロジェクト」、2007 年から 2011 年にかけて「水利組合強化支援プロジェクト」、2013 年から 2017 年にかけて「国営灌漑システム運営・維持管理改善プロジェクト」を実施している。また、JICA は J-BIRD の下に、ARRM 地域の平和構築支援関連プロジェクトを継続して実施している。農業技術支援プロジェクトや農道インフラ整備事業も含まれている。

¹⁵ Implementation Status & Results Report on 7th March 2017, WB

第3章 洪水シミュレーション

(本章の一部情報は、今後フィリピン国内で調達手続き予定であるため、3年間の間、非公表)

3.1 プロジェクト地域の洪水状況

1) プロジェクト地域の関連流域

LMSA の流域面積は 13,700km²であり、流域降雨量は 66 年間 (1951 年～2016 年) の平均で 2,016 mm/年に達する。結果、両者の積として求められる流域にもたらされる総降雨量は年間 280 億 m³に及ぶ。仮に流出率 (0.3) を総降雨量に乗ずると表面流出量は 8.3×10⁹ m³/年となる。膨大な量の河川水が Pulangi 川を通じ最終的に LMSA に隣接する Liguasan 湿地に流入するが、河川水の受け皿となる Liguasan 湿地の面積は 156 km²と流域全体の 1%に過ぎない。

流域の開発により洪水の状況が変化しており、過去に比べて洪水の頻度は高くなっており、被害規模は拡大している。また、近年の豪雨に起因して多量の土砂が生産されており、LMSA の南縁に沿って比高 1m 程度の自然堤防が発達している。また、浮遊性水草の繁茂が湿地および河道に認められる。

2) 長期的および季節的水域変動

Liguasan 湿地における水域の分布の変化に関する情報は、LANDSAT 画像の解析成果 (Mapping long-term global surface water occurrence¹) より入手可能である (1984～2015 年対象)。LMSA 周辺の水域は、Pulangi 川の両岸に広がり、その分布は季節により大きく変化することが確認できる。雨期の洪水時には、河水は自然堤防の凹部より Pulangi 川右岸の後背湿地に流れ込み、一方乾期において水域は縮小し、Pulangi 川左岸の主要水路に残存するのみとなる (図 3.1.2 参照)。

Liguasan 湿地における水域の季節的変動は明確であり、雨期において、LMSA の約半分の地域が湛水 (最低 1 ヶ月間) するが、乾期末においては、Liguasan 湿地の中央の数か所で分離水域として残されるのみとなる。乾期末の水域面積は最大湛水時の 1,570ha の 10%程度にまで縮小する。

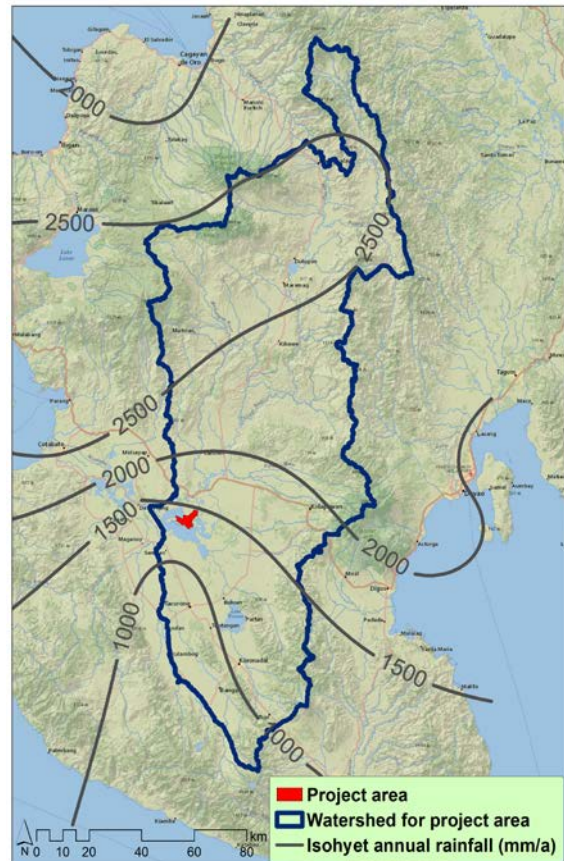


図 3.1.1 Liguasan 湿地の流域

出典: JICA 調査団

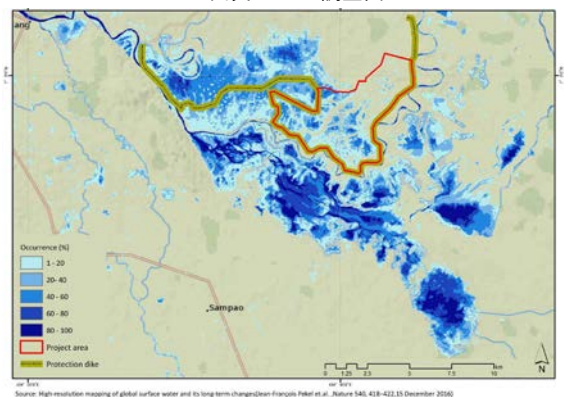


図 3.1.2 Liguasan 湿地水域の長期的変動 (1984-2014)

出典: JICA 調査団

¹ High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes (Jean-François Pekel, Andrew Cottam, Noel Gorelick & Alan S. Belward, Nature 540, 418–422, 15 December 2016)

3) 過去最大水域および再帰傾向

図 3.1.3 の淡青色で示した範囲は、1984 年～2015 年 32 年間の衛星画像から検出された月別水域を重ねて得られる、解析期間最大湛水範囲を示したものである。同解析に使用された画像は洪水直後に撮影されたものではなく、16 日回帰の LNADSAT アーカイブ画像より取得したものである。しかしながら、利用できる画像は数 100 シーンに及び、これらを取り纏めた研究成果は、調査地全域においてピクセル (10m x 10m) 単位で、水域情報 (水域の有無) が過去 32 年間にわたり追跡できるものである。

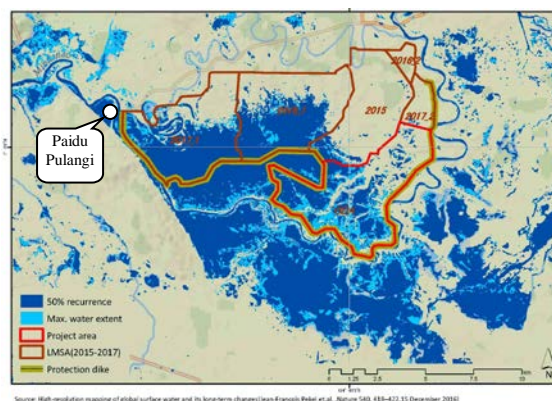


図 3.1.3 湛水範囲と年再帰の傾向 (1984-2014)

出典: JICA 調査団

ここで示す「最大湛水範囲」とは過去 32 年間に 1 回以上水域と判定されたピクセルを取り纏めたものであるが、その水域は 2008 年洪水被害 (NIA 調査, 2010 年) の湛水範囲、水深とほぼ一致する。LMSA においては、画像解析による過去最大湛水範囲は対象地区のほぼ半分を占めている。LMSA 地区の南部の水域については、洪水時における Pulangi 川の自然堤防を越えての流入に加え、LMSA 西側の Paidu Pulangi 地点下流に存在する狭窄地点を起点とする堰上げにより形成されていると想定される。

一方、図 3.1.3 の濃青色は 50%出現 (再帰年 2 年)、すなわち平水年における水域の広がりを示したものである。最大湛水範囲との比較では、平水年であっても LMSA 工事開始年地区別で 60% から 90%、及び LMSA 全域平均で 78%を占めている (表 3.1.1 Rate (c)/(d)列参照)。一方、LMSA の対象面積との比較では、平水年における水域は、LMSA の対象地区の 0~55%、平均で 34%を占めている。

平水年であっても LMSA の 34%の地区が雨期に水没していることとなり、さらに最大湛水時において、湛水域は 0~63%、平均で 44%に広がることから、陸域は 56%に留まる。LMSA の東端に位置する ODA 検討対象地区に限ってみると、平水年及び最大湛水範囲のそれぞれで湛水域は、事業対象域の 32%と 53%に及ぶ。

表 3.1.1 LMSA における平水 (確率 50%) 及び洪水時 (30 年最大) の水域面積

Flooding Area (ha) I LMSA construction area	Map Symbol	Remained Land area (a)	Water area on RP* (probability)			Rate (c)/(d)	Rate (c)/(e)	Rate (d)/(e)	Total Area (e)
			> 2 year (< 50%) (b)	< 2year (>50%) (c)	Max. water extent (d)				
Construction from 2017	2017_1	800	186	1,191	1,378	86%	55%	63%	2,177
Construction from 2017	2017_2	321	1	5	6	83%	2%	2%	327
Construction from 2015	2015	1,573	43	131	174	75%	7%	10%	1,748
ODA target area	ODA	1,222	540	841	1,381	61%	32%	53%	2,603
Construction from 2016	2016_1	1,069	122	991	1,114	89%	45%	51%	2,183
Construction from 2016	2016_2	164	0	0	0	-	0%	0%	164
Total		5,149	892	3,160	4,052	78%	34%	44%	9,201

注: *RP: Return Period (再帰期間)

出典: JICA 調査団

3.2 洪水防御対策

衛星画像解析の結果によると、事業対象地域内（LMSA）で雨期に水没するエリアは平水年であっても34%に及ぶ。この水没地域の農地を雨期の期間を通して活用するためには、洪水防御対策を実施する必要がある。洪水防御対策としては、1) 洪水が農地に流入するのを防ぐ洪水防御堤防と、2) Pulangi 川の浚渫が考えられる。各対策の概要は以下に示すとおりである。

3.2.1 洪水防御堤防

1) 堤防線形

洪水防御堤防の線形としては、LMSA 受益地末端沿い（Option-1）と Pulangi 川沿い（Option-2）が考えられるが、延長が短く、経済性に勝る Pulangi 川沿い（Option-2）の線形を選定する（図 3.2.1 参照）。

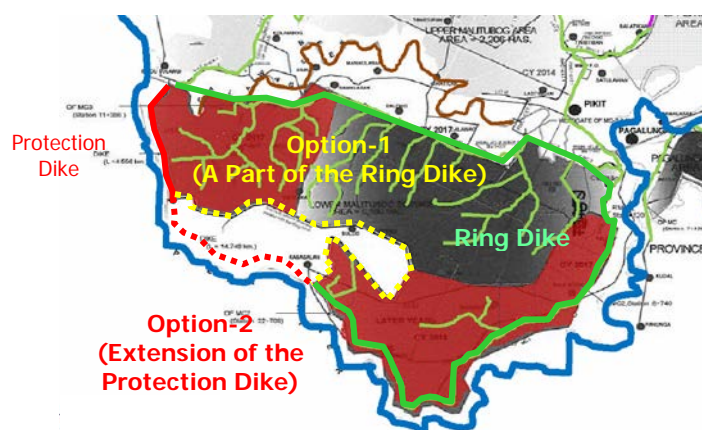


図 3.2.1 洪水防御堤防 位置図

出典: JICA 調査団

2) 堤防構造と基礎処理工法

Pulangi 川沿いの堤防基礎部は粘性土を主体とする軟弱地盤と考えられるため、コンクリート構造の洪水防御堤防の建設は困難であり、土堤とする必要がある。なお、堤高は平均で5m程度（最高で7m程度）となると考えられることから、堤防盛土工事完了後の基礎地盤の圧密沈下が長期間に亘る可能性がある。このため、圧密沈下を促進し、その期間を短縮する基礎処理工を施す必要がある。基礎処理工としては、サンドコンパクションパイル工法が適していると考えられる。

3) 堤防建設による負の影響

堤防建設により LMSA の洪水被害は解消されるが、下記に示す社会面・環境面等への影響が併せて発生すると考えられる。

- ✓ これまで LMSA に流れ込んでいた洪水流が Liguasan 湿地に流入するため、Liguasan 湿地の洪水被害（洪水流量、湛水位、湛水範囲）が拡大する。
- ✓ LMSA は堤防により囲まれ、輪中を呈することとなる。そのため、降雨時に LMSA に内水被害が発生しないよう、LMSA 内に降った降雨を外部に排出する施設が必要となる。
- ✓ 堤防予定地周辺にはモロ族が居住しているが、堤防はこれらのコミュニティを社会的・環境的に分断してしまう。また、堤防予定地には住居があるため、堤防建設のために住民移転が必要となる。

3.2.2 Pulangi 川浚渫

1) 浚渫範囲

Pulangi 川の浚渫を行うことにより Pulangi 川の洪水流下能力が向上する。このことにより洪水時の Pulangi 川の水位が低下し、洪水被害が軽減／解消する。なお、DPWH が Rio Grande de Mindanao 川及び Tamontaka 川河口部の浚渫、また、Tunggol Flood Way の改修を計画している。しかし、こ

これらの実施時期は不明であるため、これらの効果は考慮せず、LMSA 周辺から河口までを浚渫範囲として設定する。

2) 浚渫による負の影響

Pulangi 川の浚渫により LMSA の洪水被害は軽減／解消されるが、下記の環境面等への影響が併せて発生すると考えられる。

- ✓ Liguasan 湿地を保持するための水分供給源の一つと考えられる洪水の流入量が減少し、湿地の端部が乾燥してしまう。
- ✓ 浚渫により Pulangi 川の水深・流速が変化するため、既存の生態系が変化する。また、Pulangi 川において漁業で生計を営む人々が確認されており、生態系の変化によりこの人々の生計が影響を受ける。
- ✓ 浚渫は河道断面を水平方向に拡幅するのが有効であるため、拡幅範囲居住する住民移転が必要となる。

3.3 簡易シミュレーション

洪水防御堤防建設による影響また、必要浚渫量を概略的に把握するために、簡易シミュレーションを実施した。シミュレーションはその目的に応じて下記の3ケースについて実施した。

表 3.3.1 簡易シミュレーションケース

シミュレーションケース	目的
1. 単純貯留モデルを用いた洪水シミュレーション	- 最大洪水流量、最大湛水深、最大湛水範囲の把握
2. 降雨-蒸発量のみを考慮した簡易内水氾濫シミュレーション	- LMSA 内内水氾濫範囲の把握 - 排水施設の必要性の把握
3. 等流計算による浚渫シミュレーション	- 必要浚渫量の把握

出典: JICA 調査団

3.3.1 単純貯留モデルを用いた洪水シミュレーション

1) シミュレーション概要

LMSA の西端には残丘に挟まれた狭搾部(ボトルネック部)があり、当該地点の流下能力が低いために、当該地点を起点として洪水が発生していると考えられる。そのため、ボトルネック部の流域を一つの貯留施設と見立てた簡易シミュレーションを行い、現況および洪水防御堤防建設後の洪水状況の把握を行う。

2) シミュレーション条件

流域への流入は合理式により算定し、ボトルネック部からの流出は当該地点の水位と H-Q 曲線を用いて算出する。なお、これらの差分が流域に貯留され、洪水となる。下表 3.3.2 はシミュレーションの計算条件である。流域の貯留能力(標高毎の貯留量)や集水域の標高等は GIS と DEM データを活用して設定した。

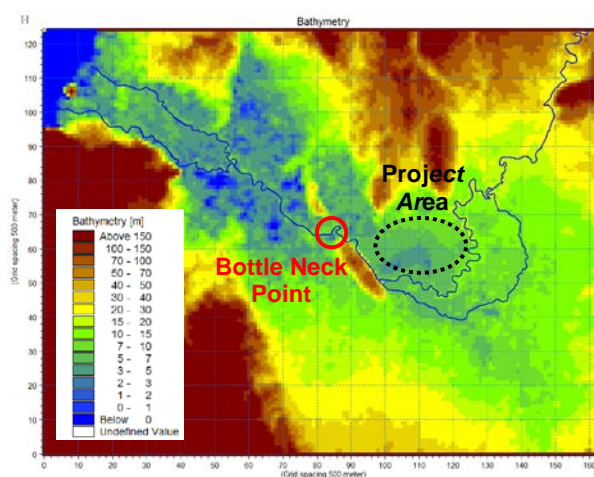


図 3.3.1 ボトルネック部位置

出典: JICA 調査団

表 3.3.2 単純貯留モデルを用いた洪水シミュレーション計算条件

Items		Condition
Rainfall	Distribution	Created one in the River Program
	Probable Rainfall	Calculated one in the River Program
Base Flow volume Q_0		Specific runoff x Catchment Area at the bottle neck point $370\text{m}^3/\text{s} = 0.027\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2 \times 13,700\text{km}^2$ *1: Calculated one in the River Program *2: Measured by GIS software
Inflow (flood discharge) Q_{in}		Calculated by Rational Formula
Outflow Q_{out}		Calculated utilizing H-Q relation curve at the bottle neck point
Cross section of the bottleneck point		Created by DEM data
H-Q relation curve at the bottle neck point		Created by Manning formula utilizing cross section
H-A and H-V relation curve of the catchment area		Created by DEM data

*River Program: Nationwide Flood Control Plan and River Dredging Program, 1982

出典: JICA 調査団

3) シミュレーション結果

シミュレーションの結果は表 3.3.3、表 3.3.4、図 3.3.2 に示すとおりである。これらの結果より堤防建設が LMSA に及ぼす影響として以下のことがいえる。

- ✓ 堤防建設により、従来 LMSA に流入していた洪水が LMSA 周囲に流出するため、堤防建設後の洪水位は現況に比べて高くなる（例えば、30 年確率降雨で 25cm、100 年確率降雨で 31cm 高くなる）。
- ✓ 上記と同様の理由により、Liguasan 湿地の湛水範囲は現況に比べて拡大する（例えば 30 年確率降雨で 7.9%、100 年確率降雨で 9.0% 拡大する）。

表 3.3.3 単純貯留モデルを用いた洪水シミュレーション結果（湛水深）

Return Period	(1) Present Condition (Without Dike)	(2) After Construction of Flood Protection Dike	(3) Ratio (= (2) / (1))
2 year	6.08 m	6.25 m (+17cm)	102.8 %
5 year	6.45 m	6.67 m (+12cm)	103.4 %
10 year	6.70 m	6.96 m (+26cm)	103.9 %
20 year	6.95 m	7.19 m (+24cm)	103.5 %
30 year	7.08 m	7.33 m (+25cm)	103.5 %
50 year	7.22 m	7.50 m (+28cm)	103.9 %
100 year	7.43 m	7.74 m (+31cm)	104.2 %

出典: JICA 調査団

表 3.3.4 単純貯留モデルを用いた洪水シミュレーション結果（Liguasan 湿地湛水範囲）

Return Period	(1) Present Condition (Without Dike)	(2) After Construction of Flood Protection Dike	(3) Ratio (= (2) / (1))
2 year	83.4 km ²	93.6 km ²	112.2 %
5 year	105.6 km ²	118.6 km ²	112.3 %
10 year	120.6 km ²	136.0 km ²	112.8 %
20 year	135.6 km ²	147.3 km ²	108.6 %
30 year	142.2 km ²	153.5 km ²	107.9 %
50 year	148.6 km ²	161.4 km ²	108.6 %
100 year	158.2 km ²	172.4 km ²	109.0 %

出典: JICA 調査団

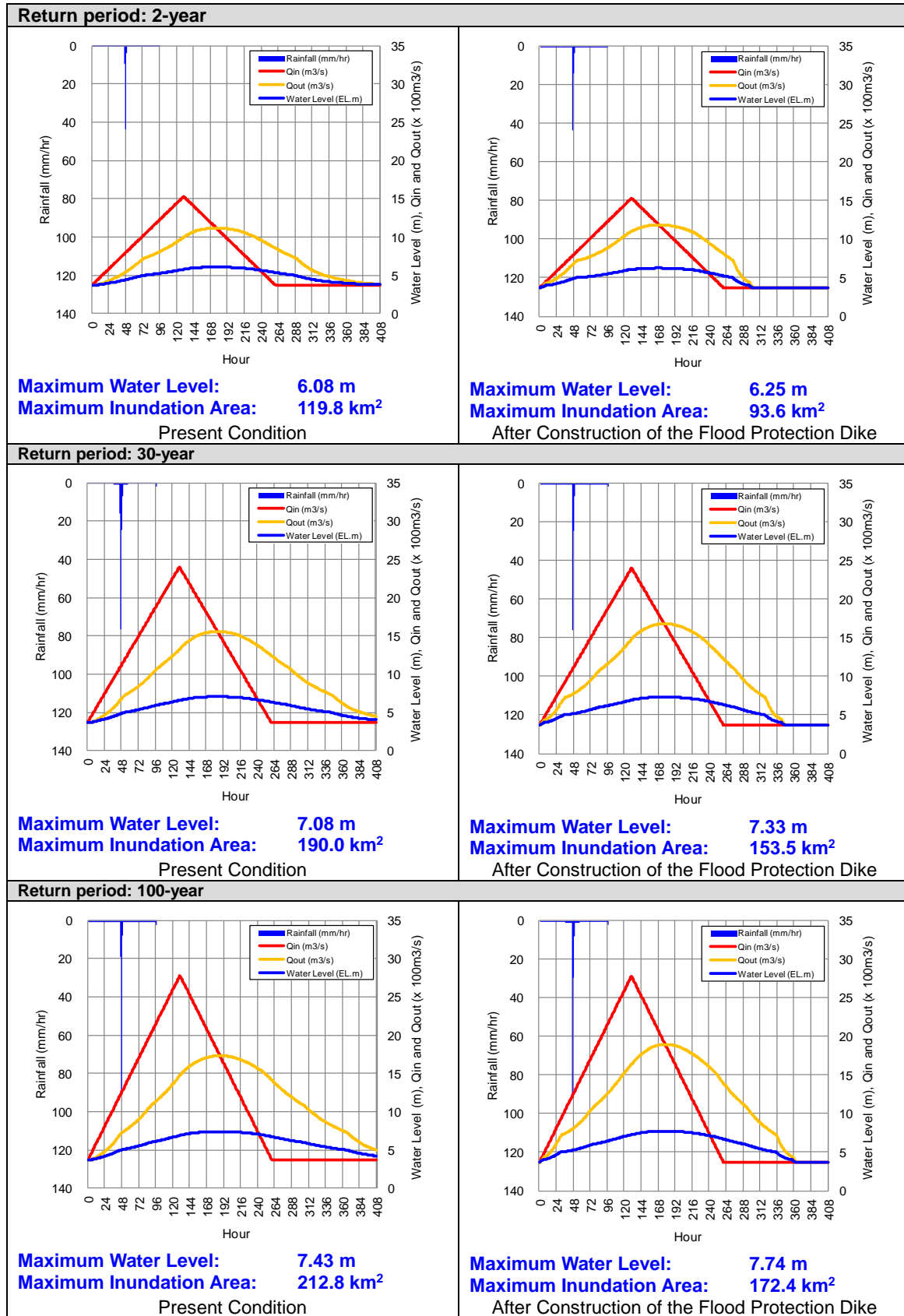


図 3.3.2 単純貯留モデルを用いた洪水シミュレーション結果
出典: JICA 調査団

3.3.2 降雨-蒸発量のみを考慮した簡易内水氾濫シミュレーション

1) シミュレーション概要

洪水防御堤防建設により LMSA は堤防で囲まれた輪中の形を呈するため、LMSA 内に降った降雨は LMSA 内に貯留される。一方、貯留された雨水は蒸発により減少する。このため、LMSA 内に降る降雨と蒸発量を考慮した簡易シミュレーションを行い、LMSA 内の内水被害を把握するとともに、排水施設の必要性について検討する。

2) シミュレーション条件

降雨量としては、LMSA に最も近い雨量観測所である Datu Piang 観測所の雨量データより、確率年毎の雨量パターンを作成する。また、蒸発量としては LMSA に最も近い蒸発量観測所である MIT 観測所の蒸発量データを用いる。LMSA の H-A および H-Q 曲線は、NIA-PMO より提供された 1/4,000 の地形図より作成する。

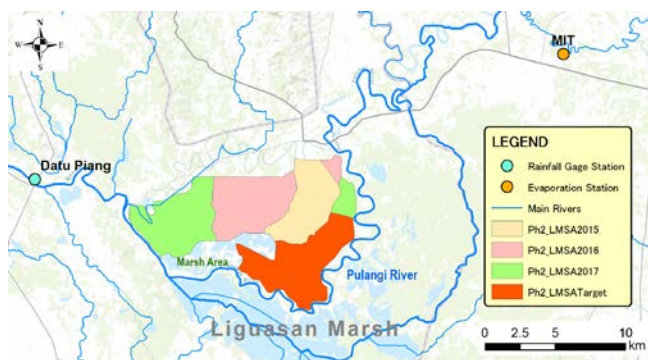


図 3.3.3 Datu Piang 及び MIT 観測所位置

出典: JICA 調査団

これらを下にシミュレーションを行うが、シミュレーションでは降水日は降雨量と蒸発量の差分が LMSA 内に貯留され、無降水日は蒸発により LMSA 内の貯留水が減少することとなる。

3) シミュレーション結果

シミュレーションの結果は表 3.3.5、図 3.3.4、図 3.3.5 に示すとおりである。これらの結果より、以下のことがいえる。

- ✓ 2年確率降雨年（平均的な降雨年）においても、LMSA 内に降った降雨は蒸発により消散することはなく、受益地（EL.4.5m 以上の範囲）の 28.9%が水没する。また、10年確率降雨年では受益地の約半分が水没する。
- ✓ 2年確率降雨年（平均的な降雨年）においても、蒸発のみで内水被害を解消することができないため、LMSA の内水を排出する排水施設の整備が必要である。

表 3.3.5 降雨-蒸発量のみを考慮した簡易内水氾濫シミュレーション結果（湛水範囲）

Return Period, Year	Max Inland Flood Water Level (EL.m)	Inundation Area within the LMSA *Elevation >4.5m (km ²)	Inundated Ratio for LMSA, %
2	5.39	33.6	28.9
5	5.66	45.1	38.7
10	5.98	58.0	49.8
30	6.30	67.2	57.8
50	6.47	72.6	62.3
100	6.66	78.4	67.3
Lowest Elevation of the LMSA	4.50		

出典: JICA 調査団

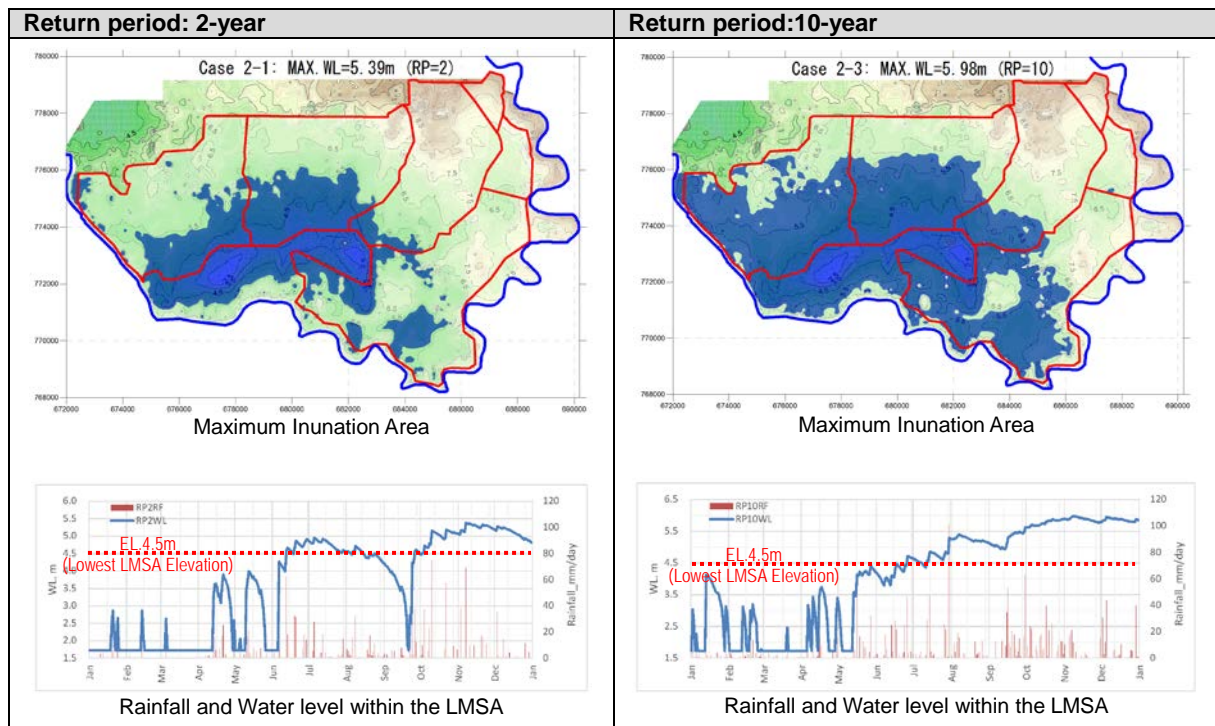


図 3.3.4 降雨-蒸発量のみを考慮した簡易内水氾濫シミュレーション結果(1/2)

出典: JICA 調査団

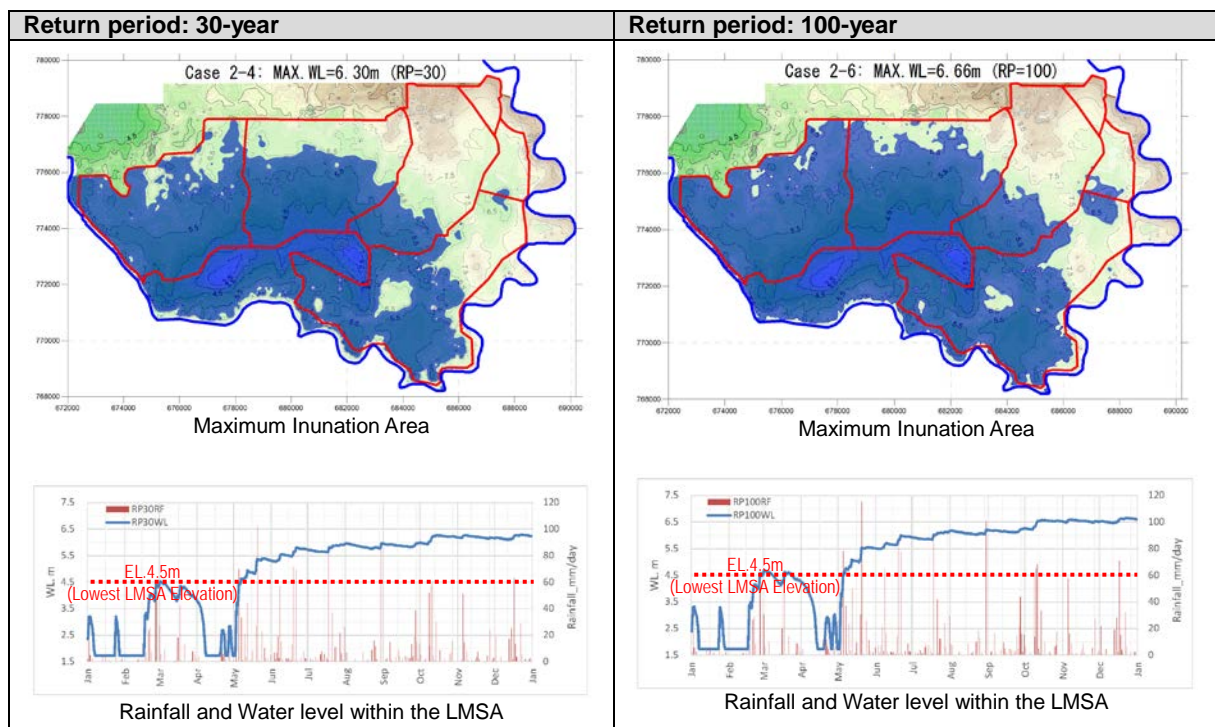


図 3.3.5 降雨-蒸発量のみを考慮した簡易内水氾濫シミュレーション結果(2/2)

出典: JICA 調査団

4) 必要排水施設規模

LMSA の内水を排水する施設としては、ポンプ場が考えられる。ポンプの規模は、LMSA 内の水位を 2 日間 (48 時間) で最大湛水位から LMSA 最低標高である EL.4.5m まで低下可能とする規

模を想定する²。

10、20、30年確率降雨年毎に、上記条件を満たす必要ポンプ規模とその費用を検討した結果は表3.3.6に示すとおりである。ポンプ場の整備には■■■■■PhP以上の工事費が必要となるとともに、大口径のポンプが必要となることから維持管理費用も高額となる。このため、ポンプの排水施設としての経済的妥当性は低いといえる。

表 3.3.6 必要ポンプ規模及び工事費

Rainfall Probability	Drainage Amount (m ³ /48hr)	Drainage Discharge (m ³ /s)	Pump Diameter (mm)	Pump Capacity (m ³ /s)	Number of pump	Motor Capacity (KW)	Construction cost (Million PhP)		
							Pump facility	Civil & building	Total
10-year probability	11,442,177	66.2	1200	3.2	21	400			
		66.2	1350	4.2	16	600			
		66.2	1500	5.4	13	630			
		66.2	1800	8.0	9	1000			
20-year probability	12,478,143	72.2	1200	3.2	23	400			
		72.2	1350	4.2	18	600			
		72.2	1500	5.4	14	630			
		72.2	1800	8.0	10	1000			
30-year probability	13,060,145	75.6	1200	3.2	24	400			
		75.6	1350	4.2	19	600			
		75.6	1500	5.4	14	630			
		75.6	1800	8.0	10	1000			

出典: JICA 調査団

3.3.3 等流計算による浚渫シミュレーション

1) シミュレーション概要

これまでのシミュレーション結果より、洪水防御堤防は Liguasan 湿地の洪水被害を拡大させるとともに、LMSA 内に内水被害をもたらすことが把握された。このため、洪水防御堤防を建設する代わりに Pulangi 川を浚渫することで洪水被害の解消/軽減が可能かを検討する。

2) シミュレーション条件

前述の通り、LMSA の洪水は、ボトルネック部の流下能力不足が一つの要因であると考えられる。そのため、ボトルネック部の河道断面を拡幅し、最大洪水位を EL.4.5m (LMSA 最低標高) とすることにより、洪水被害を解消することが可能かを検討を行う。最大洪水位を EL.4.5m (LMSA 最低標高) 以下となるボトルネック部の河道断面を等流計算により求める。

表 3.3.7 等流計算による浚渫シミュレーション計算条件

Present Cross Section	Target Flood Discharge Q	n	I
Created by DEM data	2,782m ³ /s	0.030	1/10,000 * Calculated by DEM data
	Base flow: 370 m ³ /s		
	100-year RP Flood: 2,412 m ³ /s		

出典: JICA 調査団

3) シミュレーション結果

100年確率洪水時においても最大水位が EL.4.5m 以下となるボトルネック部の河道断面は図3.3.10に示すとおりである。なお、ボトルネック部の浚渫量は 1,868 m³/m であるが、浚渫による洪水低減効果を発現させるためには河口までの 163.6km の浚渫が必要であり、総浚渫量は 1,868

² 本邦の基準である「土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 計画 「排水」」(平成18年3月、社団法人農業土木学会)によると、水田において湛水による被害が発生しない許容湛水時間は24時間と規定されている。本調査では多少の被害を許容することとし、許容湛水時間を48時間と設定する。

(m³/m) x 163.6 x 10³ (m) = 306 MCM となる。

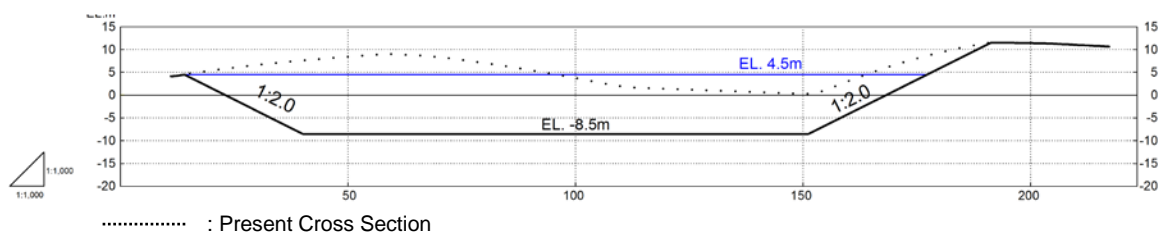


図 3.3.6 ボトルネック部計画浚渫断面

出展: JICA 調査団

3.4 詳細シミュレーション

これまで実施した簡易シミュレーションにより、洪水防御堤防建設による影響、また必要浚渫量について概略の傾向が把握できた。しかしながら、これらのシミュレーションは流域や河川を簡易なモデルで表現するとともに、ある一点で評価したものである。このため、この簡易シミュレーション結果は定性的な傾向を把握するには用いることができるが、定量的な評価に用いるには精度が低いといえる。

このため、2次元非定常不等流モデルを用いた詳細な洪水氾濫解析を実施し、より詳細な傾向把握を行うこととした。シミュレーションはその目的に応じた下記の3ケースについて実施した。なお、シミュレーションは世界的に用いられている汎用シミュレーションソフトである MIKE シリーズにより実施した。

表 3.4.1 詳細シミュレーションケース

シミュレーションケース		目的
1	現況及び洪水防御堤防建設後における洪水氾濫シミュレーション	- 湛水範囲及び湛水深の算定 - 洪水防除堤防建設による影響（特に Liguasan 湿地への影響）の把握
2	排水施設整備前後における LMSA 内水氾濫シミュレーション	- 洪水防除堤防建設後における LMSA 内水被害の把握 - 内水被害低減に必要な排水施設規模検討
3	現況及び浚渫後における洪水氾濫シミュレーション	- LMSA の洪水を低減するために必要な浚渫量の検討 ※Taomontaka 川と Rio Grande de Mindanao 川の分岐点まで浚渫した場合と、ボトルネック部のみ浚渫した場合の双方のケースを実施
4	DPWH のコタバト市洪水防御プロジェクトを考慮した洪水氾濫シミュレーション	- Pulangi 川水位及び LMSA 湛水深の算定 - DPWH のプロジェクトによる影響（Pulnagi 川水位及び LMSA 湛水深への影響）

出典: JICA 調査団

3.4.1 詳細シミュレーションモデル

詳細シミュレーションモデルは、1) 降雨時の流域からの流出量を算定するためのモデルと、2) 洪水による湛水範囲を把握するためのモデル、の2つのモデルを作成する。

1) 降雨時の流域からの流出量を算定するためのモデル

ミンダナオ川流域全体を対象とし、30m 解像度の DEM データまた、過去の解析事例を参考とし、流域内の河川形状（平面形状）およびその流域区分を作成する。また、作成された河川形状（平面形状）から、流域内の河川の繋がりを表す河川網を作成する。

各流域の降雨量は、ミンダナオ川流域内／近傍の観測所のデータから、Thiessen 法により算定する。また、各流域からの時系列流出量は、フィリピン国の設計基準に示されている、ミンダナオ川流域の Unit Hydro Graph より設定する。

2) 洪水による湛水範囲を把握するためのモデル

LMSA から河口までを含む 82km x 62km の範囲を対象とし、この範囲を 500m の格子に区切ったモデルとする (全 20,625 格子)。なお、河川の平面及び断面形状は現地再委託で実施した測量の結果を用いる。このモデルに、1) 算定された各流域からの流量を入力し、シミュレーションを実施する。

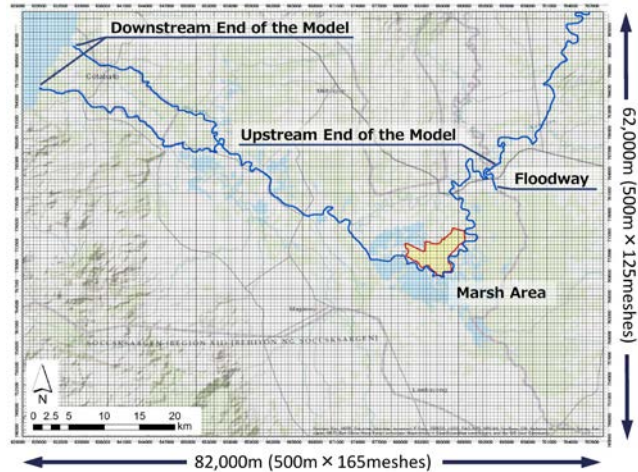


図 3.4.1 洪水氾濫範囲把握モデル

出典: JICA 調査団

3) 基礎方程式

シミュレーションは以下に示す連続方程式と運動方程式により実施する。

i) 河川基本方程式 (1次元)

a) 連続方程式

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

b) 運動方程式

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

Where;

- Q: Discharge (m³/s)
- A: Cross-section area of flow (m²)
- q: Lateral inflow (m³/s)
*This values show outflow volume from river to flood plain or inflow volume from flood plain to river
- t: time (s)
- α: Coefficient for momentum distribution
- g: Acceleration of gravity (m/s²)
- h: Water depth (m)
- C: Chezy resistance (m^{0.5}/s)
- R: Wetted perimeter (m)

ii) 氾濫原基本方程式 (2次元)

a) 連続方程式

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

b) 運動方程式

X direction

$$\begin{aligned} & \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \\ & + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{p_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega q + \Omega p \\ & - fVV_x - \frac{h}{p_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0 \end{aligned}$$

Y direction

$$\begin{aligned} & \frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \\ & + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{p_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] + \Omega p \\ & - fVV_y - \frac{h}{p_w} \frac{\partial}{\partial y} (p_a) = 0 \end{aligned}$$

Where;

- h(x,y,t) Water depth (=ζ-d, m)
- d(x,y,t) Time varying water depth (m)
- ζ Surface Elevation (m)
- p,q(x,y,t) flux densities in x- and y-directions (m³/s/m) = (u_h, v_h); (u,v)= depth averaged velocities in x- and y-directions
- C(x,y) Chezy resistance (m^{1/2}/s)
- g Acceleration due to gravity (m/s²)
- f(V) wind friction factor
- V,V_x,V_y(x,y,t) Wind speed and components in x- and y-direction (m/s)
- Ω(x,y) Coriolis parameter, latitude dependent (s⁻¹)
- p_a(x,y,t) Atmospheric pressure (kg/m²)
- p_w Density of water (kg/m³)
- x,y space coordinates (m)
- t time(s)
- τ_{xx}, τ_{xy}, τ_{yy} Components of effective shear stress

3.4.2 現況および洪水防御堤防建設後における洪水氾濫シミュレーション

1) シミュレーション概要

現況（堤防なし）と堤防建設後の 2 通りの洪水氾濫解析を実施するとともに、その結果を比較し、洪水防御堤防建設が LMSA 及び Liguasan 湿地与える影響を詳細に把握する。

2) シミュレーション結果

シミュレーションの結果は、表 3.4.2、表 3.4.3 及び図 3.4.3 に示すとおりである。

洪水防御堤防建設により、Liguasan 湿地の最大湛水範囲は現況（堤防なし）に比べて 2 年確率洪水時で 19%、30 年確率洪水時で 25%、100 年確率洪水時で 34% 拡大する。

また、Liguasan 湿地（図 3.4.2 における Marsh2 地点）の最大湛水位は現況（堤防なし）に比べて 2 年確率洪水時で 79cm、30 年確率洪水時で 68cm、100 年確率洪水時で 80cm 深くなる。



図 3.4.2 Marsh 2 位置
出典: JICA 調査団

表 3.4.2 現況及び洪水防御堤防建設後における洪水氾濫シミュレーション結果 (Liguasan 湿地最大湛水範囲)

Return Period (year)	Inundation Area (km ²)		(3) Increase ratio (= (2)/(1))
	(1) Present Condition (without Dike)	(2) After Construction of the Dike	
2	181	215	1.19
10	204	244	1.20
20	214	265	1.24
30	220	275	1.25
50	229	299	1.31
100	241	323	1.34

出典: JICA 調査団

表 3.4.3 現況及び洪水防御堤防建設後における洪水氾濫シミュレーション結果 (Liguasan 湿地 (Marsh2 地点) 最大湛水位)

Return Period (year)	Maximum Flood Water Level (EL.m)		(3) Difference (= (2)-(1)) (m)
	(1) Present Condition (without Dike)	(2) After Construction of the Dike	
2	7.23	8.02	0.79
10	7.62	8.42	0.80
20	7.85	8.50	0.65
30	8.02	8.70	0.68
50	8.21	9.02	0.81
100	8.49	9.29	0.80

出典: JICA 調査団

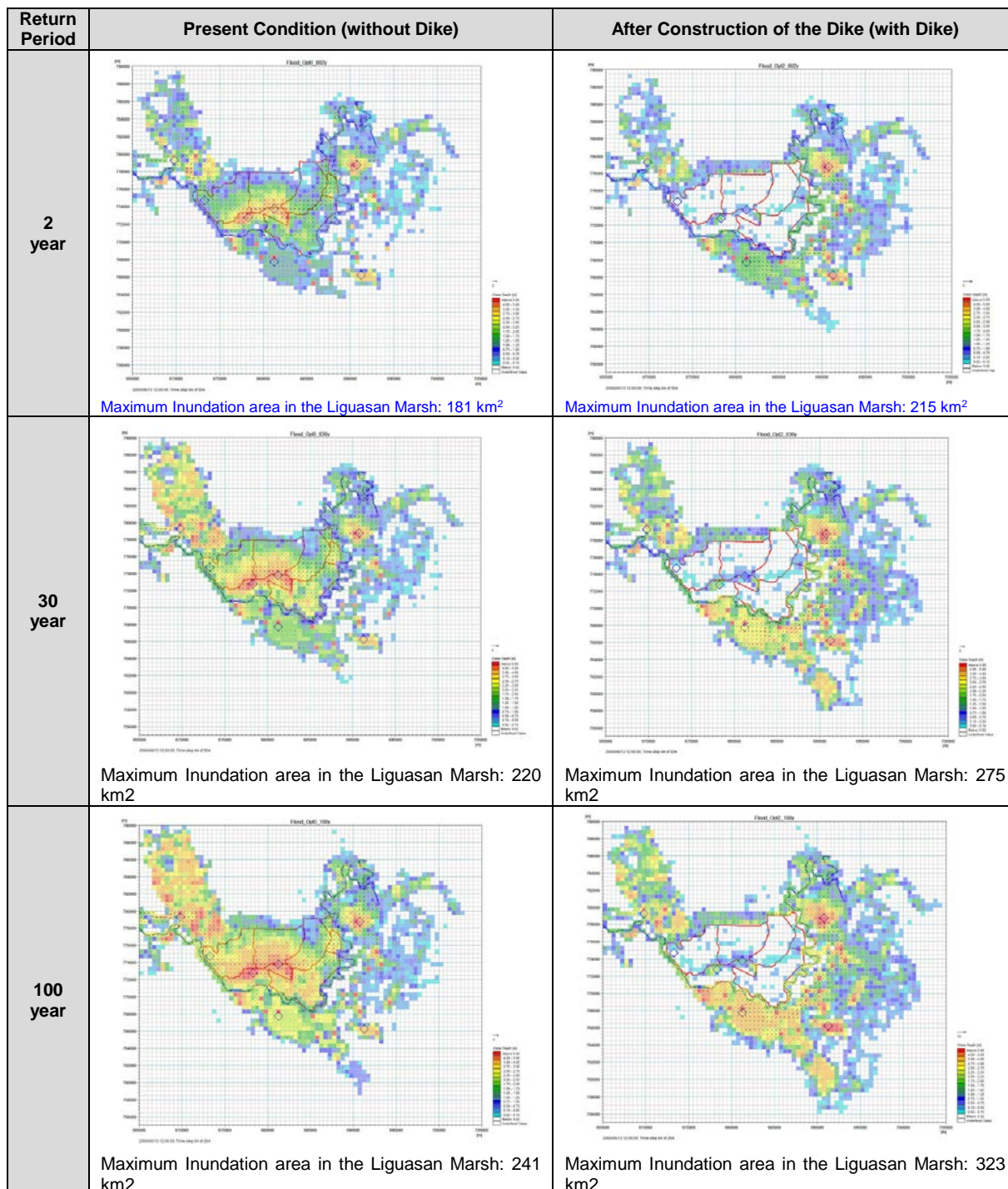


図 3.4.3 現況及び洪水防御堤防建設後における洪水氾濫シミュレーション結果
出典: JICA 調査団

3) 計画堤防高さの評価と堤防工事費

上記結果より、洪水防除堤防建設により、Liguasan 湿地の湛水位は現況に比べて深くなること
がわかる。一方、NIA が計画している堤防高さは過去最大洪水位 EL.8.01 (2008 年) に基づいて
設定されている。この水位は本シミュレーションにおける現況 (=堤防なし) における洪水であ
り、堤防建設による水位上昇は考慮されていない。

表 3.4.4 は上記 EL.8.01m が観測された地点における最大洪水位のシミュレーション結果である。

この表より、NIA の計画に用いられている過去最大洪水水位 EL.8.01m は、本シミュレーション結果における 40 年確率洪水水位に相当するといえる。一方、40 年確率洪水時においては、洪水防御堤防建設により洪水水位が現況よりも 50cm 程度上昇すると考えられる。そのため、堤防高さは現況の NIA の計画設計よりも 50cm 高くする必要があるといえる。なお、その際の工事費（直接工事費）は ████████ PhP（██████ 円）となる。

表 3.4.4 最大洪水水位 EL. 8.01m とシミュレーション結果比較

Return Period (year)	(1) Present Condition (without Dike) (EL.m)	(2) After Construction of the Dike (with Dike) (EL.m)	(3) Difference (= (2)-(1)) (m)
2	7.14	7.71	0.57
10	7.59	8.10	0.51
20	7.81	8.19	0.38
30	7.96	8.39	0.43
50	8.16	8.70	0.54
100	8.44	9.02	0.58

EL.8.01m can be regarded as approximately 40-year return period flood water

Flood water level would become 50 cm higher by the construction of the dike.

出典: JICA 調査団

3.4.3 排水施設整備前後における LMSA 内水氾濫シミュレーション

1) シミュレーション概要

簡易シミュレーションの結果より、洪水防御堤防建設により LMSA には内水被害が発生し、排水施設の整備なしではその被害を解消できないことが確認された。また、排水施設としてポンプ場が考えられたが、その経済的妥当性は低いと判断された。このため、本シミュレーションでは排水施設としては堤防底面に設置する樋門（内空高 H2.0m×幅 2.0m）を想定し、内水被害を解消／軽減するために必要な施設数について検討する。

シミュレーションにおける樋門からの排水は、LMSA 内湛水位が Pulangi 川より高い時のみ可能とする。また、LMSA 樋門からの排水のみでなく蒸発によっても内水被害が軽減されることから、シミュレーションの期間は 1 年間とし、蒸発による影響も考慮できるようにする。

2) シミュレーション結果

シミュレーションの結果は表 3.4.5～3.4.7 および図 3.4.5～3.4.7 に示すとおりである。これらの結果より、樋門数は内水被害期間（LMSA 内水位がその最低標高である EL.4.5m に低下するまでの期間）の短縮に大きく貢献するが、最大湛水範囲及び最大湛水位の軽減への貢献は非常に限定的である。例えば 2 年確率降雨時における最大湛水範囲は樋門 2 基の場合で 45.3km²である一方、100 基設置した場合でも 42.3km²であり、最大湛水位は樋門 2 基の場合で EL.5.81m である一方、100 基設置した場合でも EL.5.69m である。これは、雨期の Pulangi 川の水位は LMSA 内水位よりも高く、樋門からの排出ができないことに起因している。

表 3.4.5 排水施設整備前後における LMSA 内水氾濫シミュレーション結果（2 年確率雨量時）

Number of the Sluice	Maximum Inland Flood Water Level in the LMSA (EL.m)	Maximum Inundation Area in the LMS (km ²)	Inundated Ratio (%)	
			Whole the LMSA	ODA Target Area
0	5.86	46.3	52.9	50.3
2	5.81	45.3	51.9	49.2
10	5.78	45.3	51.9	49.2
30	5.73	45.3	51.9	49.2
50	5.71	42.3	48.1	45.9
100	5.69	42.3	48.1	45.9

出典: JICA 調査団

表 3.4.6 排水施設整備前後における LMSA 内水氾濫シミュレーション結果 (30 年確率雨量時)

Number of the Sluice	Maximum Inland Flood Water Level in the LMSA (EL.m)	Maximum Inundation Area in the LMS (km ²)	Inundated Ratio (%)	
			Whole the LMSA	ODA Target Area
0	6.94	74.0	81.7	80.4
2	6.87	70.5	75.0	76.6
10	6.72	66.8	74.0	72.6
30	6.64	66.0	71.2	71.7
50	6.55	64.3	69.2	69.8
100	6.43	62.8	71.2	68.2

出典: JICA 調査団

表 3.4.7 排水施設整備前後における LMSA 内水氾濫シミュレーション結果 (100 年確率雨量時)

Number of the Sluice	Maximum Inland Flood Water Level in the LMSA (EL.m)	Maximum Inundation Area in the LMS (km ²)	Inundated Ratio (%)	
			Whole the LMSA	ODA Target Area
0	7.06	7.53	84.6	81.8
2	6.97	7.33	81.7	79.9
10	6.85	7.28	79.8	79.1
30	6.84	7.13	77.0	77.4
50	6.83	7.13	77.9	77.4
100	6.83	7.13	77.9	77.4

出典: JICA 調査団

3) 必要樋門数と工事費

LMSA における水稻の計画クロッピングパターンは図 3.4.4 に示すとおりであり、乾期作の代かきを行うためには、11 月上旬に内水被害が解消されている必要がある。シミュレーションの結果より、この条件を 2 年確率降雨時において達成しようとしても 30 基の樋門が必要となる (図 3.4.5 参照)。また、その工事費 (直接工事費) は [REDACTED] PhP ([REDACTED] 円) に上る (洪水防御堤防建設費含む)。

加えて、30 基の樋門を設置したと仮定しても、11 月の中旬に 50cm 程度の湛水が発生してしまう (図 3.4.7 参照)。このため、代かきの開始を一か月遅らせ、12 月から開始する必要がある。

Crop (Agri-ecosystem)	Month												Remarks	
	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr		
<Irrigated Land>														
Paddy														2-paddy cropping will be introduced with the irrigation system completed.
Vegetables and pulses (eggplant, stringbeans, bitter gourd, bottle gourd)														No definite season. Vegetables are planted along the paddy bunds.

図 3.4.4 LMSA 計画クロッピングパターン (水稻)

出典: JICA 調査団

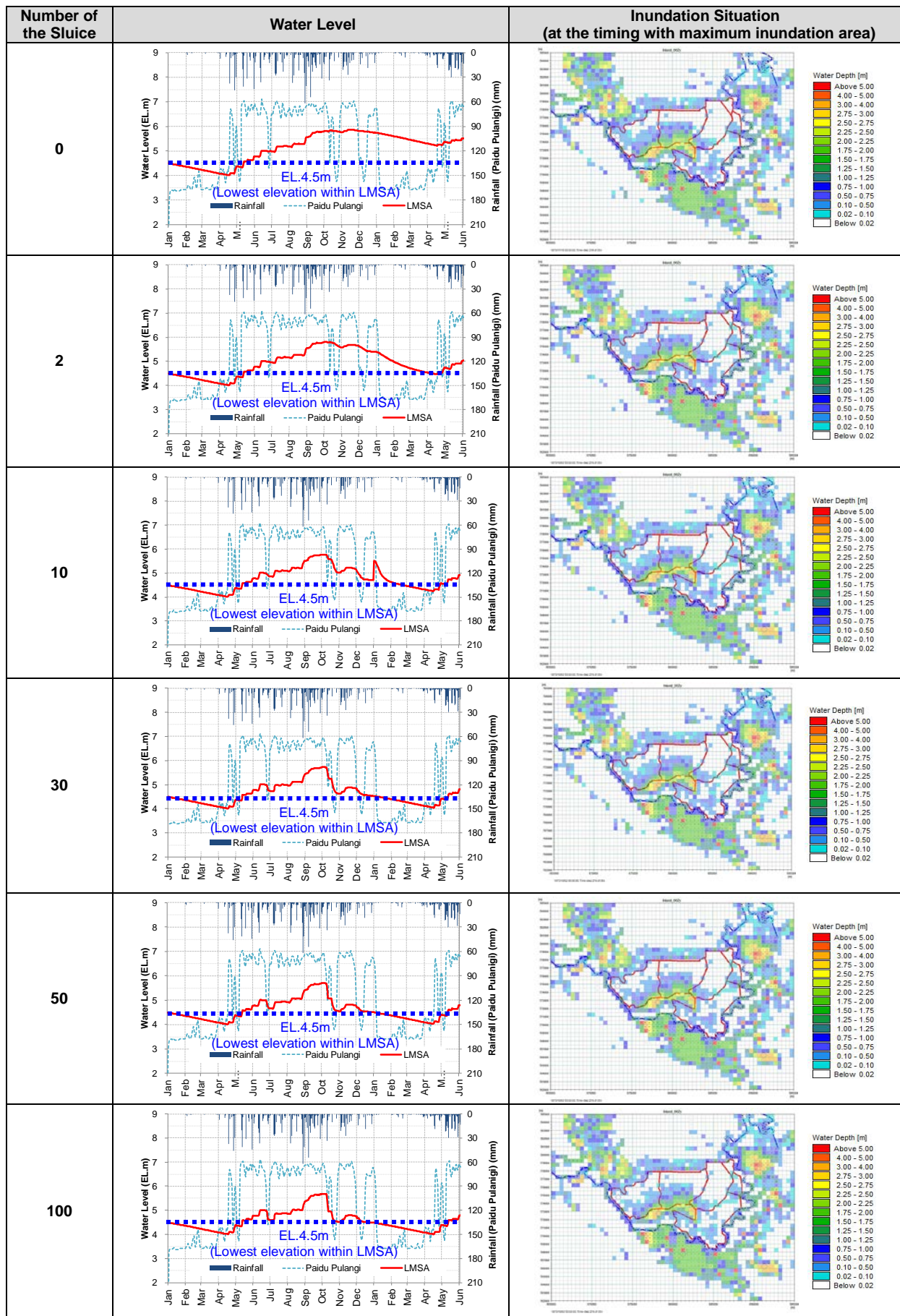


図 3.4.5 排水施設整備前後における LMSA 内水氾濫シミュレーション結果 (2 年確率降水時)

出典: JICA 調査団

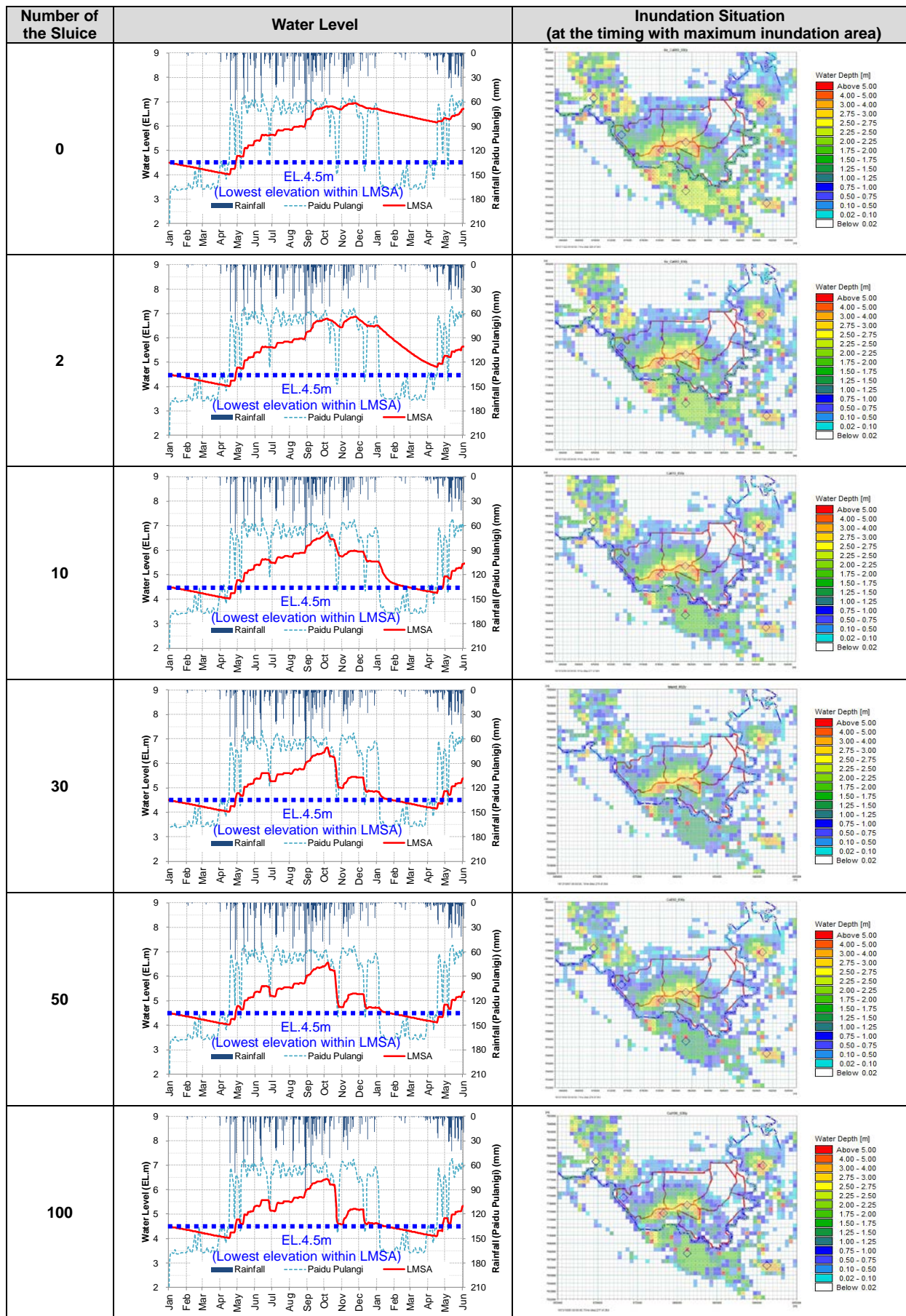


図 3.4.6 排水施設整備前後における LMSA 内水氾濫シミュレーション結果 (30 年確率降水時)

出典: JICA 調査団

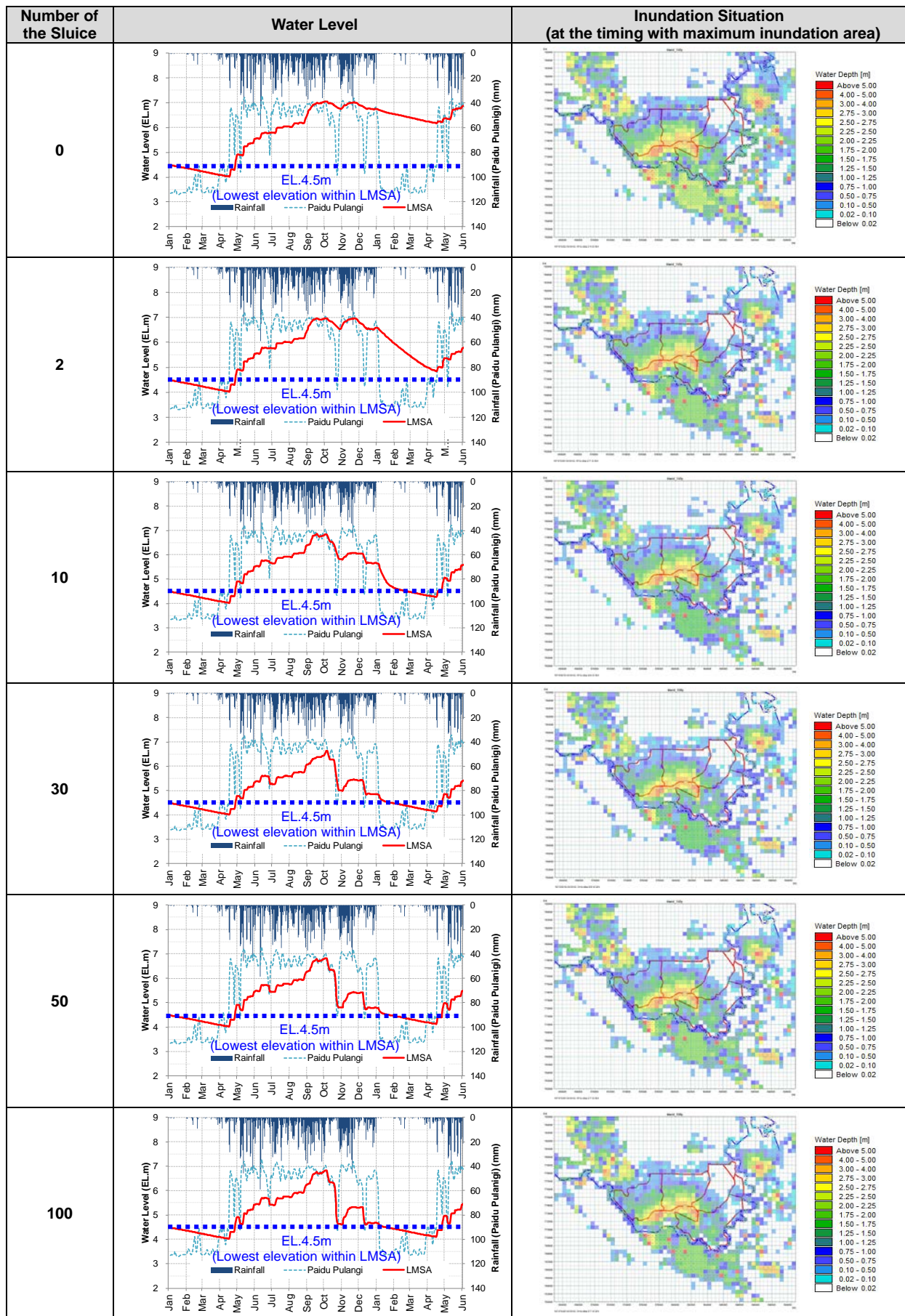


図 3.4.7 排水施設整備前後における LMSA 内水氾濫シミュレーション結果 (100 年確率降水時)

出典: JICA 調査団

3.4.4 現況及び浚渫後における洪水氾濫シミュレーション（河川分岐点まで浚渫）

1) シミュレーション概要

Pulangi 川の浚渫後の河道形状を用いた洪水氾濫シミュレーションを行い、浚渫による LMSA の洪水被害の解消／軽減の可能性について検討する。なお、LMSA 付近のみ浚渫しても水位低下効果は非常に限定的と考えられるため、Taomontaka 川と Rio Grande de Mindanao 川の分岐点までの浚渫とする。

シミュレーションは、2 年確率洪水を対象とし、LMSA の洪水を EL.4.5m（LMSA 最低標高）となる浚渫形状と浚渫量を検討する。

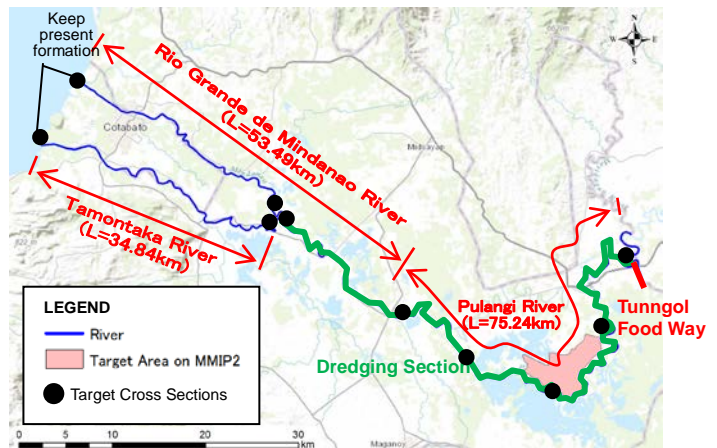


図 3.4.8 浚渫範囲

出典: JICA 調査団

2) シミュレーション結果

現況の河道断面を 50m、100m、200m、300m、500m 拡大した場合のシミュレーション結果（Pulangi 川の最大洪水水位の縦断分布）は図 3.4.9 に示すとおりである。LMSA の西端付近である Paidu Pulangi で評価すると、最大洪水水位を LMSA 最低標高である EL.4.5m 以下とするためには、対象範囲全線に亘って、現況の河道断面を 500m 以上拡幅する必要がある。

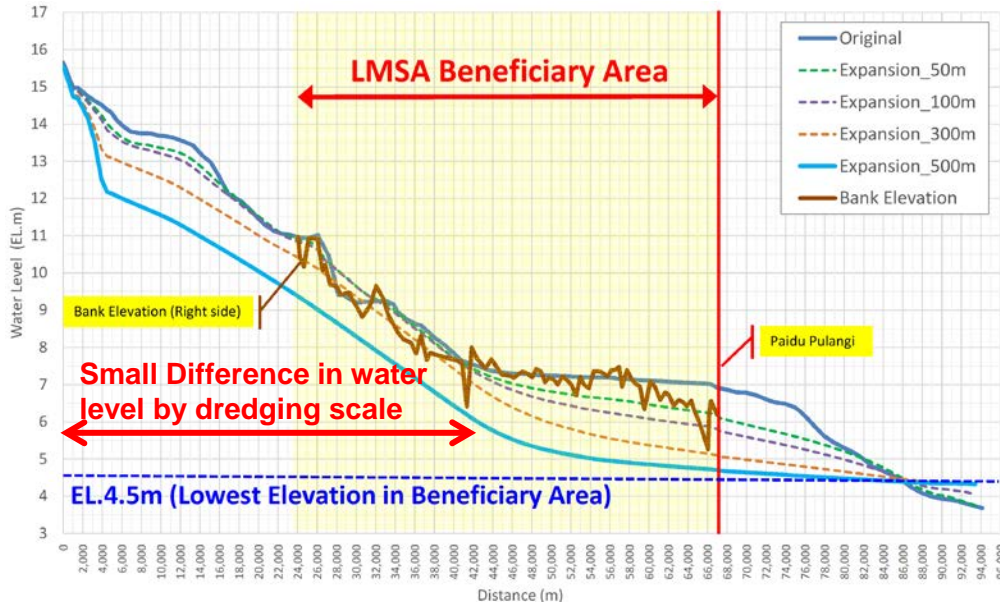
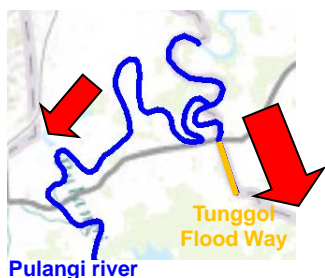


図 3.4.9 現況及び浚渫後における洪水氾濫シミュレーション（河川分岐点まで浚渫）結果（Pulangi 川最大洪水水位縦断分布）

出典: JICA 調査団

なお、上流域においては、河道断面を 300m 程度まで拡幅しても最大洪水水位に大きな変化は見られない。これは図 3.4.10 に示すとおり、Pulangi 川の流下能力が向上すると、これまで Tunggol Flood Way を通じて Liguasan 湿地に放流されていた流量の一部が Pulangi 川に引き込まれることに起因している。すなわち、Pulangi 川の河道断面は大きくなった一方で、流下する流量が増加しているため、結果として水位に大きな変化が発生していない結果となっている。

Present Condition



After Dredging



* The scale of the arrows is an image of the discharge volume.

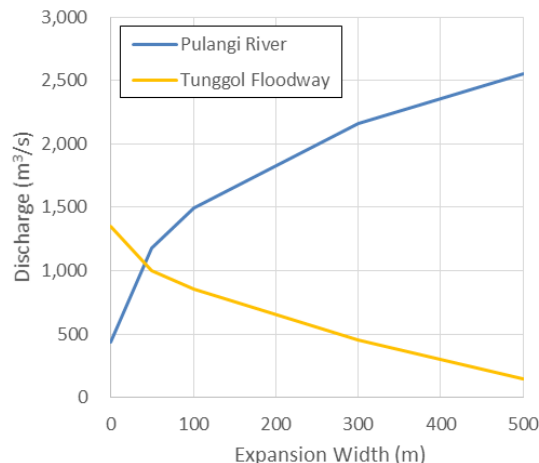


図 3.4.10 浚渫による Pulangi 川と Tunggol Flood Way の流量変化

出典: JICA 調査団

3) 必要浚渫量と工事費

シミュレーション結果より、LMSA の洪水被害を解消するには河道断面を 500m 以上拡幅する必要がありといえる。その際の浚渫量は 345MCM であり、工事費（直接工事費）は [REDACTED] PhP ([REDACTED] 円) に上る。なお、この工事費は 2 年確率洪水時に対応する浚渫費用であり、2 年以上の確率洪水年を対象とする場合はさらに多くの浚渫量および工事費が必要となる。また、上記工事費は浚渫のみの費用であり、その他に浚渫土の脱水、運搬、土捨場取得費用なども必要となる。

加えて、本シミュレーションの対象範囲を浚渫した場合、Taomontaka 川と Rio Grande de Mindanao 川の分岐点より下流の洪水量が増加し、洪水被害が拡大する。浚渫により Taomontaka 川と Rio Grande de Mindanao 川沿いの資産（例えば Cotabato 市）の資産を洪水被害から防ぐ場合は、河口まで浚渫する必要があり、その工事費は膨大となる。

3.4.5 現況及び浚渫後における洪水氾濫シミュレーション（ボトルネック部のみ浚渫）

1) シミュレーション概要

前述の通り、LMSA の洪水を引き起こす一つの要因は、ボトルネック部の流下能力不足であると考えられる。そのため、ボトルネック部周辺のみ（図 3.4.11 における PLG-12 から RIO-52 の範囲）の浚渫により LMSA の洪水被害を軽減できる可能性がある。よって、この範囲のみ浚渫した洪水氾濫シミュレーションを行い、LMSA の洪水被害軽減効果を検討する。なお、この範囲のみ浚渫した場合、その下流域の洪水量は増加し、下流域での洪水被害は拡大することが予想される。

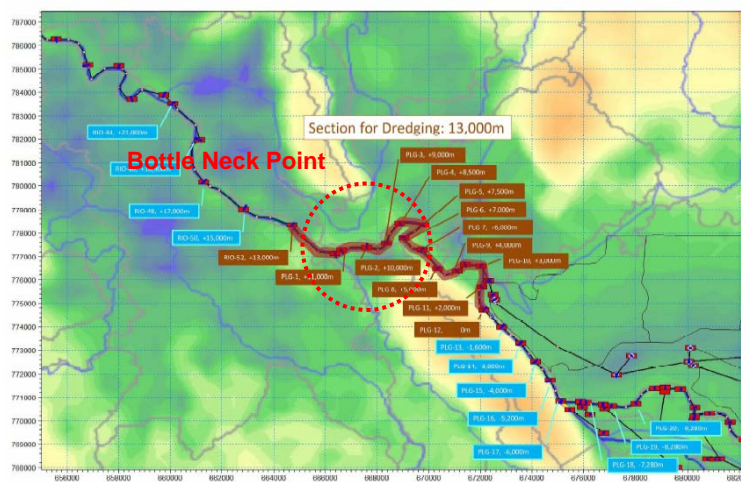


図 3.4.11 浚渫範囲

出典: JICA 調査団

2) シミュレーション結果

シミュレーション結果は表 3.4.8、3.4.9 および図 3.4.12、3.4.13 に示すとおりである。図 3.4.12 は各確率洪水年における Pulangi 川の最大洪水水位縦断分布を示したものであり、また、表 3.4.8 は Paidu Pulangi 地点の最大洪水水位をまとめたものである。これらの結果より、現況河道を 500m 拡幅しても Paidu Pulangi 地点の洪水水位は LMSA 最低標高の EL4.5m より低下しない。また、浚渫範囲より下流側では洪水水位の上昇が発生している。

表 3.4.8 現況及び浚渫後における洪水氾濫シミュレーション（ボトルネック部のみ浚渫）結果
(Pulangi 川最大洪水水位縦断分布)

Return Period (year)	(1) Original (=without dredging) (EL.m)	(2) After Dredging					
		100m Expansion		200m Expansion		500m Expansion	
		Water Level (EL.m)	Difference from (1) (m)	Water Level (EL.m)	Difference from (1) (m)	Water Level (EL.m)	Difference from (1) (m)
2	6.90	6.64	-0.26	6.49	-0.41	6.23	-0.67
30	7.78	7.44	-0.34	7.21	-0.57	6.83	-0.95
100	8.26	7.93	-0.34	7.69	-0.57	7.27	-1.00

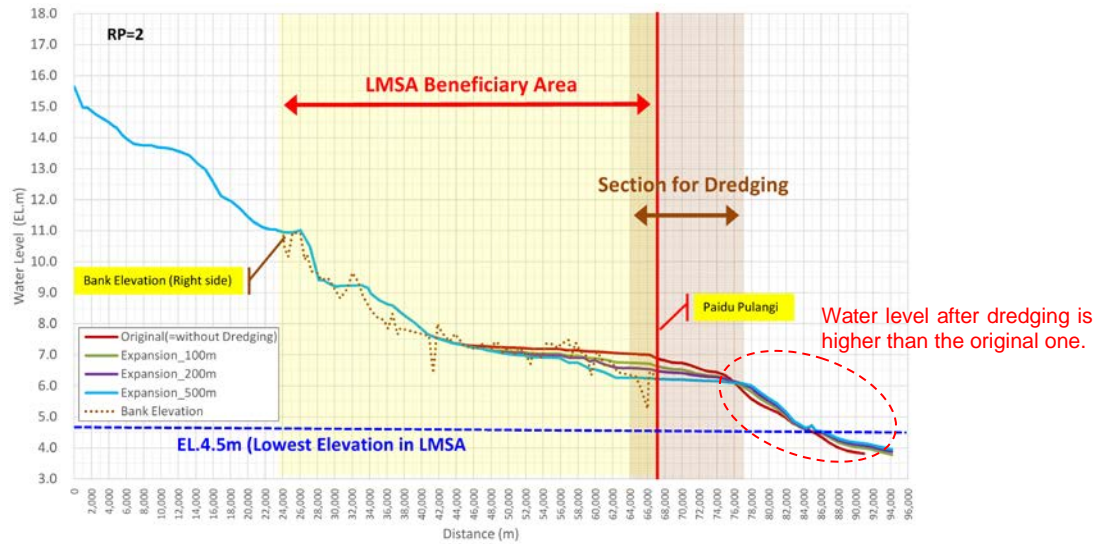
出典: JICA 調査団

図 3.4.13 は最大湛水範囲、表 3.4.9 は LMSA の最大平均湛水深をまとめたものである。確率洪水年にもよるが、浚渫により 12~50cm 程度の水位低下が発生する。なお、浚渫範囲より下流側では湛水範囲の拡大が発生している。

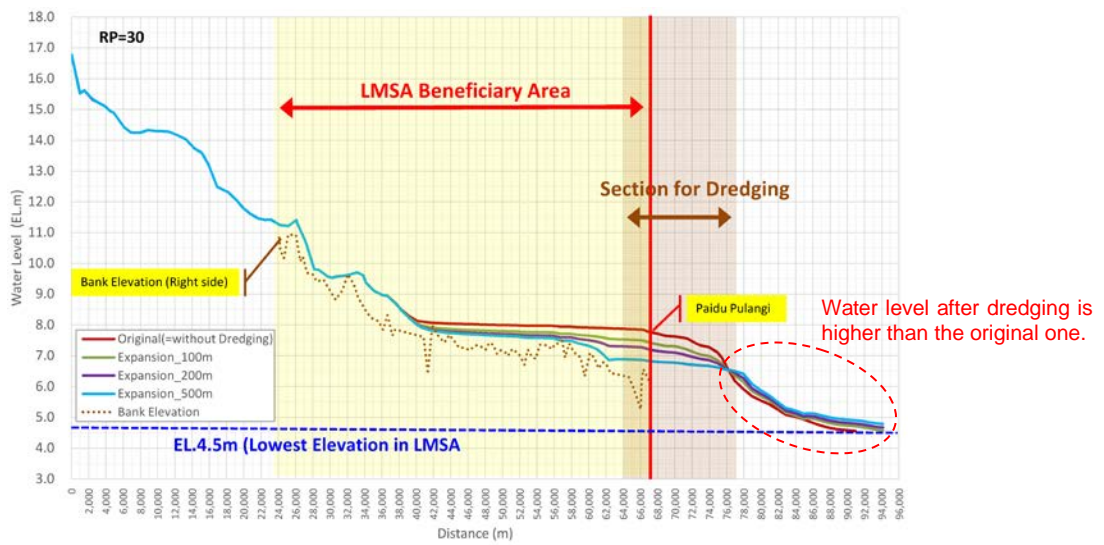
表 3.4.9 現況及び浚渫後における洪水氾濫シミュレーション（ボトルネック部のみ浚渫）結果
(LMSA 内最大平均湛水深)

Return Period (year)	(1) Original (=without dredging) (m)	(2) After Dredging					
		100m Expansion		200m Expansion		500m Expansion	
		Water Depth (m)	Difference from (1) (m)	Water Depth (m)	Difference from (1) (m)	Water Depth (m)	Difference from (1) (m)
2	1.59	1.47	-0.12	1.42	-0.17	1.40	-0.19
30	2.30	2.08	-0.22	2.00	-0.30	1.91	-0.39
100	2.72	2.47	-0.25	2.36	-0.36	2.22	-0.50

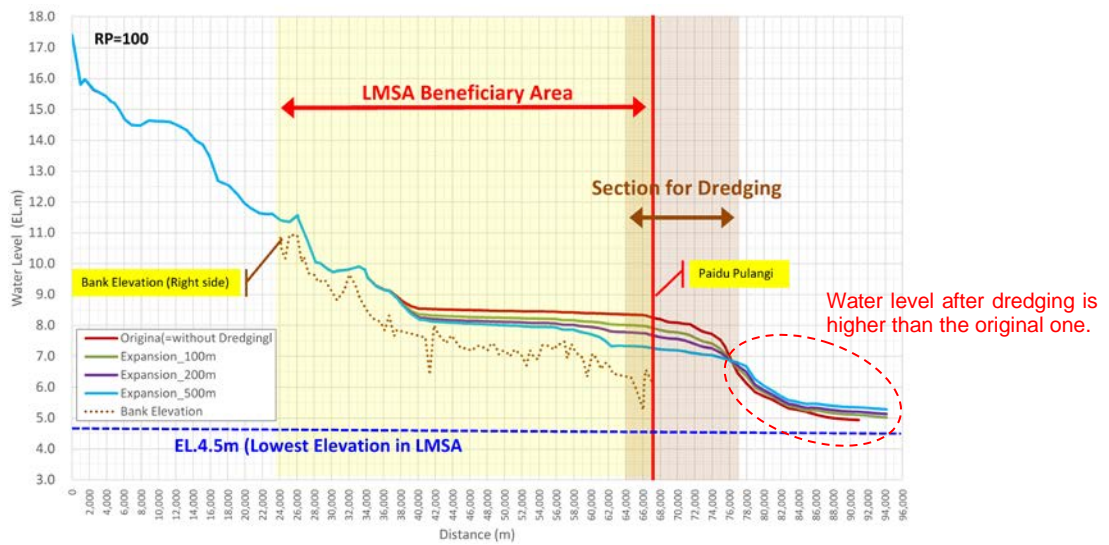
出典: JICA 調査団



Return Period: 2-year



Return Period: 30-year



Return Period: 100-year

図 3.4.12 現況及び浚渫後における洪水氾濫シミュレーション（ボトルネック部のみ浚渫）結果（Pulangi 川最大洪水水位縦断分布）
出典: JICA 調査団

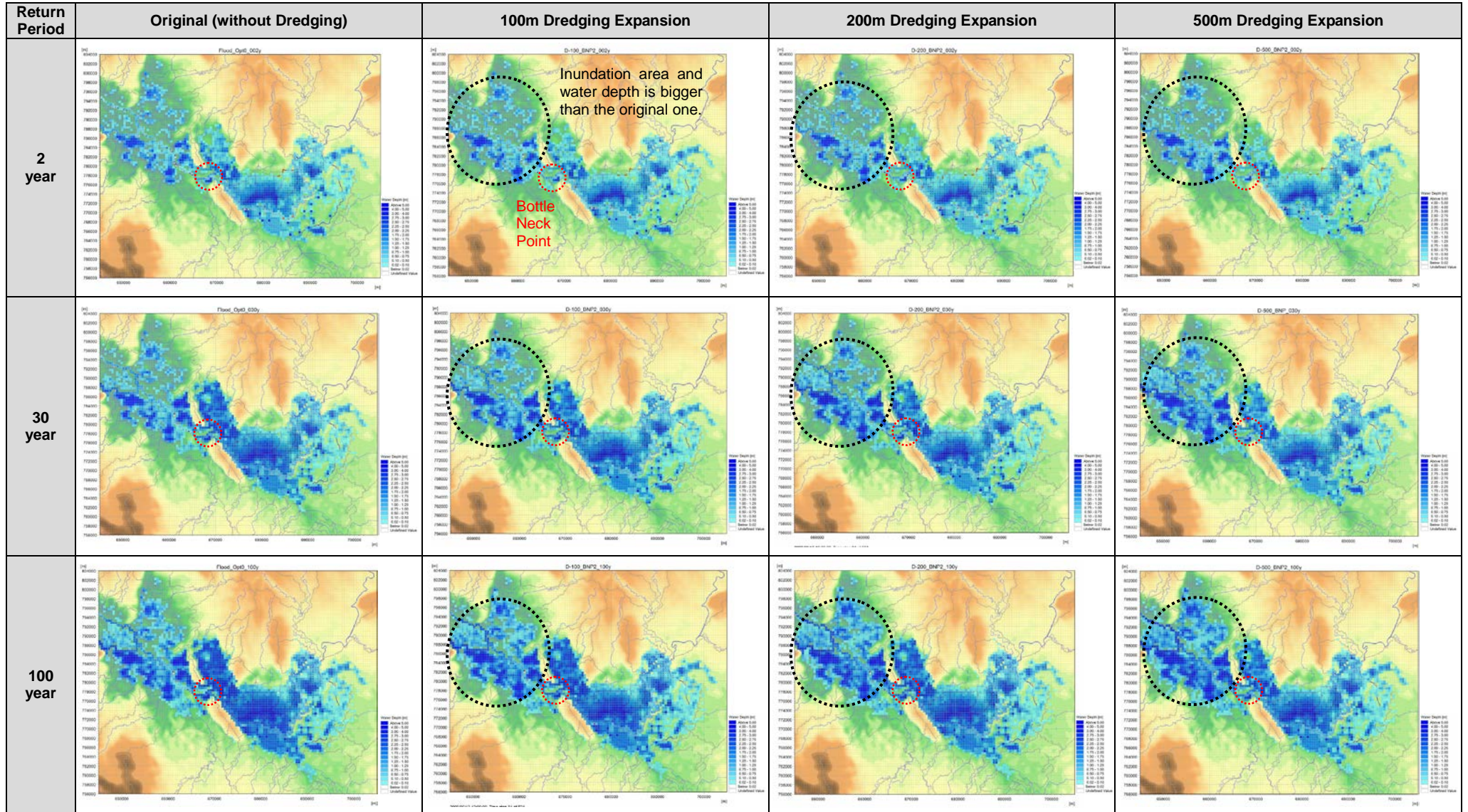


図 3.4.13 現況及び浚渫後における洪水氾濫シミュレーション（ボトルネック部のみ浚渫）結果（最大湛水範囲）

出典：JICA 調査団

3) 簡易経済評価

i) 浚渫により拡大する受益地面積

Paidu Pulangi 地点の洪水水位（表 3.4.8）、浚渫による LMSA 最大平均湛水深低下量（表 3.4.9）、および“3.3.2 降雨-蒸発量のみを考慮した簡易内水氾濫シミュレーション”で用いた LMSA の H-A 曲線より、浚渫により拡大する受益地面積（現状の湛水範囲のうち、浚渫による湛水位低下のため耕地として新たに利用可能となる面積）の割合は表 3.4.10 の通り算定される。

表 3.4.10 浚渫により拡大する受益地面積割合

Return Period (year)	Expansion Range (m)	(1) Maximum Flood Water Level at Paidu Pulangi (EL.m) (from Table 3.4.8)	(2) Decreased Maximum Average Water Depth in LMSA by dredging (m) (from Table 3.4.9)	(3) Maximum Average Water Depth in LMSA after Dredging (= (1) + (2)) (EL.m)	(4) Planted Area in LMSA with elevation (1) (km ²) (from Figure 3.8.4)	(5) Planted Area in LMSA with elevation (2) (km ²) (from Figure 3.8.4)	(6) Difference of Area from the original one (= (4) - (5)) (km ²)	(7) Area Increasing Ratio (= (6) / (5) x 100) (%)
2	Original	6.90	-	-	84.6	-	-	-
	100	-	-0.12	6.78	-	81.3	3.3	4.1
	200	-	-0.22	6.68	-	78.6	6.0	7.6
	500	-	-0.25	6.65	-	77.7	6.9	8.9
30	Original	7.78	-	-	100.9	-	-	-
	100	-	-0.17	7.61	-	98.7	2.2	2.2
	200	-	-0.30	7.48	-	96.9	4.0	4.1
	500	-	-0.36	7.42	-	95.7	5.2	5.4
100	Original	8.26	-	-	105.9	-	-	-
	100	-	-0.19	8.07	-	104.4	1.5	1.4
	200	-	-0.39	7.78	-	100.9	5.0	5.0
	500	-	-0.50	7.76	-	100.7	5.2	5.2

出典: JICA 調査団

上記面積拡大割合を用いると、当調査団が提案している Case-1：灌漑施設を洪水被害がない範囲および湛水深が 50 cm 未満の範囲に整備する場合、Case-2：当初計画通り灌漑施設を LMSA 全面に整備する場合のケース毎に、浚渫により拡大する受益地面積は表 3.4.11 に示す通り算定される。

表 3.4.11 浚渫により拡大する受益地面積

Case	Return Period (year)	Expansion Range (m)	(1) Planned Planted Area in LMSA (Wet Season) (ha)	(2) Area Increasing Ratio (%) (from Table 3.8.5)	(3) Planted Area Increased by Partial Dredging (= (1) x (2)), (ha)
With Project Case-1	2	100	2,810	4.1	115
		200		7.6	214
		500		8.9	250
	30	100		2.2	62
		200		4.1	115
		500		5.4	152
	100	100		1.4	39
		200		5.0	141
		500		5.2	146
With Project Case-2	2	100	3,810	4.1	156
		200		7.6	290
		500		8.9	339
	30	100		2.2	84
		200		4.1	156
		500		5.4	206
	100	100		1.4	53
		200		5.0	191
		500		5.2	198

出典: JICA 調査団

ii) 浚渫工事費

河道断面拡幅幅毎の浚渫量、工事費、および 1ha の受益地を拡大するために必要な工事費（直

接工事費) は表 3.4.12 に示すとおりであり、少なくとも [redacted] PhP/ha が必要である。これは NEDA 承認予算より算定される MMIP 当初の受益地単位面積当たり工事費 [redacted] PhP/ha よりもはるかに高い費用が必要となる。このため、ボトルネック周辺のみでの浚渫の経済的妥当性は低いといえる。

表 3.4.12 必要浚渫量・工事費

With/Without Project	Return Period (year)	Expansion Range (m)	(1) Required Dredging Volume (million m ³)	(2) Unit Cost (PhP)	(3) Construction Cost of Dredging (million PhP)	(4) Planted Area Increased by Partial Dredging (ha) (from Table 3.8.5)	(5) Construction Cost per ha (= (3) / (4)) (million PhP / ha)
With Project Case-1	2	100	11.9	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		200	23.9				
		500	59.7				
	30	100	11.9				
		200	23.9				
		500	59.7				
100	100	11.9					
	200	23.9					
	500	59.7					
With Project Case-2	2	100	11.9				
		200	23.9				
		500	59.7				
	30	100	11.9				
		200	23.9				
		500	59.7				
100	100	11.9					
	200	23.9					
	500	59.7					
Unit construction cost per 1 ha according to the NEDA Approved Budget							[redacted]

出典: JICA 調査団

3.4.6 DPWH のコタバト市洪水防御プロジェクトを考慮した洪水氾濫シミュレーション

1) シミュレーション概要

DPWH は 1) Ambal-Simuay 川の洪水を海に導くバイパス (Cutoff channel) の建設と、2) Rio Grande de Mindanao 川からの洪水を一時貯留する洪水防御道路盛土によりコタバト市の洪水を防ぐプロジェクト (Ambal-Simuay River and Rio Grande de Mindanao Flood Control Projects : 以下 DPWH プロジェクト) を計画している (図 3.4.14 参照)。

DPWH はプロジェクトによる効果を把握するために、現況およびプロジェクト実施後における洪水氾濫解析を実施している。その結果は図 3.4.15 に示すとおりである。バイパスおよび道路盛土によりコタバト市の洪水被害が劇的に軽減し

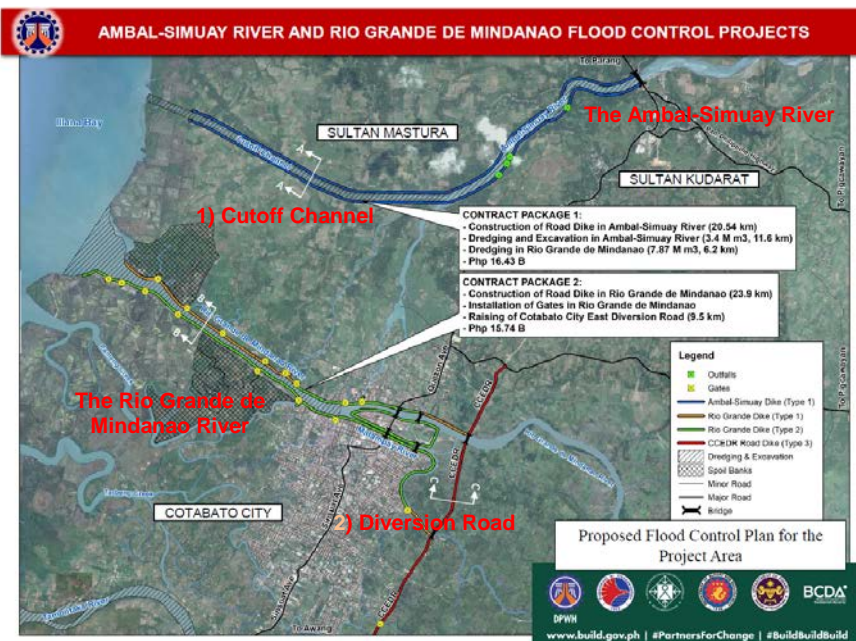


図 3.4.14 DPWH プロジェクト全体計画

出典: DPWH プレゼン資料

ていることがわかる。

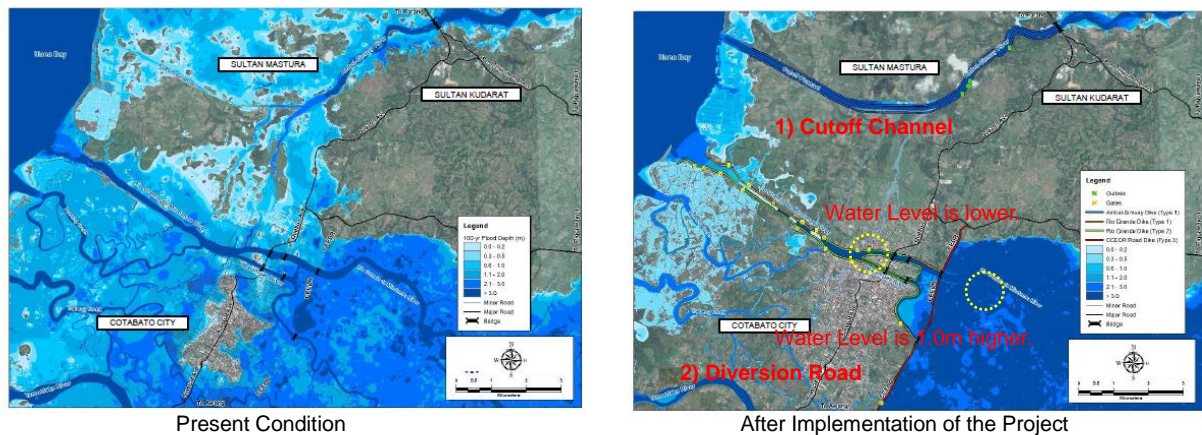


図 3.4.15 DPWH プロジェクト洪水氾濫解析結果
出典: DPWH プレゼン資料

しかしながら、他方、上図からは、Ambal-Simuay 川と Rio Grande de Mindanao 川の合流点の水位は現況に比べて大きく低下するが、道路盛土上流側の湛水深は現況よりも約 1.0m 上昇していることがわかる。この水位上昇は Pulangi 川さらには LMSA の水位上昇に繋がりにかぬないため、この道路盛土による水位上昇の影響を把握するために、DPWH プロジェクト完了後の状況を考慮した洪水氾濫解析を行う。

2) シミュレーション結果

道路盛土地点の水位が現況よりも 1.0m 上昇するよう境界条件を調整したモデルを用いた 100 年確率洪水のシミュレーション結果は図 3.4.16 および表 3.4.13 に示すとおりである。DPWH プロジェクトの道路盛土により Pulangi 川および LMSA 内の水位も上昇するが、その影響は 1) LMSA 内平均水深で 4cm、2) Liguasan 湿地帯では 6cm 程度の上昇にとどまり、その影響は非常に限定的である。

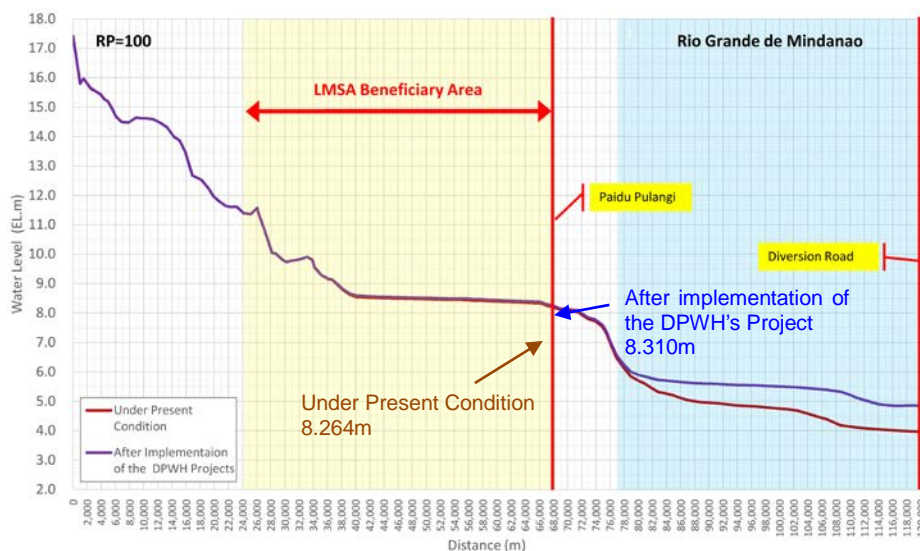


図 3.4.16 DPWH のコタバト市洪水防御プロジェクトを考慮した洪水氾濫シミュレーション結果 (Pulangi 川最大洪水水位縦断分布)
出典: JICA 調査団

表 3.4.13 DPWHのコタバト市洪水防御プロジェクトを考慮した洪水氾濫シミュレーション結果

Location	Average Water Depth (m)		Difference (= (2) - (1)) (m)
	(1) Under Present Condition	(2) After the DPWH's Projects	
LMSA	2.65	2.69	0.04
Liguasan Marsh	1.05	1.11	0.06

出典: JICA 調査団

3.5 シミュレーション結果のまとめと考察

1) 洪水防御堤防建設が Liguasan 湿地に及ぼす影響

- ✓ 堤防建設により Liguasan 湿地の湛水範囲は 19%~34% 拡大し、最大湛水位は 65cm~81cm 上昇する。
- ✓ 堤防は現在の NIA の計画よりも 50cm 高くする必要がある、その際の工事費（直接工事費）は ████████ PhP (████████ 円) となる。
- ✓ 堤防は地域コミュニティを社会的・環境的に分断する可能性がある。また、堤防建設にあたっては住民移転が必要となる。

2) 洪水防御堤防建設が LMSA に及ぼす影響

- ✓ 堤防建設により LMSA は堤防により囲まれる形となり、降雨時に内水被害が発生する。
- ✓ 2年確率降雨による内水被害を解消するだけでも 30 基の樋門が必要となり、その工事費（直接工事費）は ████████ PhP (████████ 円) である。
- ✓ ポンプ施設は工事費が非常に高額となり、排水施設としての経済的妥当性は低い。
- ✓ 30 基の樋門が整備された場合でも、雨期には受益地のほぼ半分が湛水する。これは雨期の Pulangi 川の水位が高く、樋門による排水が困難であることに起因する。
- ✓ 30 基の樋門が整備されると 2年確率降雨年において 10 月末に LMSA 内の水位は EL.4.5m (LMSA 内最低標高) まで低下するが、11 月には再度湛水が発生するため、乾期作の代掻きは計画より一か月遅い 12 初頭からの開始とする必要がある。

3) Pulangi 川の浚渫が LMSA および Liguasan 湿地に及ぼす影響

- ✓ 浚渫により洪水被害の解消を図った場合、2年確率洪水に対応するだけで 500m 以上の河道断面の拡幅が必要となる。この際の浚渫量は 345MCM であり、工事費（直接工事費）は ████████ PhP (████████ 円) に上る。なお、上記は浚渫のみの工事費であり、その他に浚渫土の脱水・運搬、また、土捨場の用地取得費用が必要となる。
- ✓ 2年以上の確率年を対象とする場合や、Tamontaka 川と Rio Grande de Mindanao 川沿いの資産 (Cotabato 市等) も保護対象とする場合、浚渫量はさらに増加する。
- ✓ 浚渫により Pulangi 川の流下能力が向上すると、LMSA の洪水被害は軽減されるが、一方で、洪水による Liguasan 湿地への水の供給の減少、Pulangi 川の河川流況（水深および流速）の変化が発生する。そのため、Liguasan 湿地末端の乾燥化や、Pulangi 川の生態系の変化とそれに伴う漁民の生計への影響が発生する可能性がある。
- ✓ 500m 以上の河道断面の拡幅を行う場合、多くの住民移転が必要となる。

4) Pulangi 川の浚渫（ボトルネック部周辺のみ）が LMSA に及ぼす影響

- ✓ ボトルネック部周辺のみ浚渫が LMSA の洪水被害軽減に与える影響は非常に限定的である。他方、浚渫範囲より下流側では洪水被害が拡大してしまう。
- ✓ 浚渫により洪水水位が下がり耕作可能となった面積でもって浚渫の工事費を除いた、増加受益地 ha あたりの工事費は ████████ PhP/ha となる。これは、当初の全工事費を MMIP の受益地面積で除した ████████ PhP/ha よりも大きく、ボトルネック部周辺のみ浚渫の経済的妥当性は低いといえる。

5) DPWH のコトバト市洪水防御プロジェクトが LMSA に及ぼす影響

- ✓ Ambal-Simuay 川のバイパスは Rio Grande de Mindanao 川の洪水水位低下に貢献し、コトバト市への洪水を防除する効果は大であるが、その一方、コトバト市の東側（上流側）に計画されているコトバト市への洪水を防御する道路盛土は上流部に向かって水位上昇を引き起こす。
- ✓ DPWH プロジェクトにより Rio Grande de Mindanao 川の水位は上昇することとなるが、この影響により LMSA 内、および Liguasan 湿地帯内の水位も上昇する。しかしながら、LMSA および湿地帯での水位上昇は 4~6cm 程度と予想され、その影響は非常に限定的である。

第4章 事業の計画および設計

(本章の一部情報は、今後フィリピン国内で調達手続き予定であるため、3年間の間、非公表)

4.1 MMIP-I からの教訓を踏まえた MMIP-II の方向性・内容

4.1.1 MMIP-I からの教訓

1) Maridagao 灌漑地区 (MSA) 低地部分の湛水と排水不良

MSA の低地部分には湛水地域が発生している。現時点の MMIP-II 対象地区では灌漑水が必要ないため、すべての灌漑水が MMIP-I 灌漑地区で使用されているが、余剰灌漑水が同灌漑地区の低地部分へ流れ込み、湛水していると考えられる。水管理と排水機能の改善を行い、湛水面積を減少させる必要がある。MMIP-II の LMSA 南部は、Pulangi 川の洪水により湛水しやすい地域であることから、上記 MSA と同様に湛水することが考えられる。分水ゲート等による適切な水管理と排水施設の整備が必要となる。

2) 用水路および排水路の用地収用の問題

MMIP-I では用地取得に関し、同じ土地の所有権を複数の人間が主張する、同じ土地に対して複数の登記証明書が存在する等の問題が生じた。MMIP-II では、用水路および排水路建設予定地の地籍図を事前入手し、ROW にかかる交渉を進めることで、用地取得にかかる同様の問題を回避できると考えられる。地籍図は、実農地面積と純灌漑面積の算出、および水利組合メンバーの特定にも活用できる。

3) 農業資材等の不均一な配分

2004 年に開始された SEED-MALMAR プログラム (Special Economic Enhancement and Development for Malitubog and Maridagao) では、MMIP-I 地区の農家または水利組合に対して農業資材・機材の供与および研修等が実施された。しかしながら、一部の地域で、それら便益の配分に透明性・公平性が不十分だった (村の有力者のみが対象とされた等)¹。MMIP-II 本事業においては、リボルビング方式等、便益配分の公平性・透明性を担保するメカニズムの導入が必要である。

4) 農家による圃場用水路整備の困難性

国営灌漑施設 (NIS) の建設にあたっては、通常、圃場用水路 (1 次および 2 次) の整備は、農家側による整備とされている。2 次圃場用水路については、鋤等の簡易な農機具を用いて農家自身による整備が可能であるが、1 次圃場用水路については、水路幅が大きいいため農家による整備が困難な状況が見られる。MMIP-II では、事前に NIA～農家間で協議し、圃場用水路の建設に関する双方の負担範囲について、現実的な取決めを結ぶことが必要である。例えば、1 次圃場用水路については、NIA がバックホーを提供するなどの分担案が想定される。

5) 建設工事業者による工事の遅延

NIA-PMO が 2015 年度に契約した全 16 の工事パッケージの内、当初の工期通りに終了したパッケージはなく、全パッケージにおいて 1 年間以上の工期延長がなされた。また、2016 年度においても同様の遅延が見られ、複数の建設業者について契約解除に至る可能性が出ている。これらの

¹ SAPROF study, May 2007

建設業者は、会社の規模が小さな地元業者でその資金力が十分でない。より規模の大きい建設業者の事業への参画を促すよう工事パッケージの規模を大きくすると同時に、地元の建設業者は JV 構成員や協力会社として参画できる体制の検討が必要である。

4.1.2 MMIP-I によるインパクト

1) 収量および収益の増加

MMIP-I 対象地域では、以前は天水によるイネおよびトウモロコシの栽培が行われていたが、MMIP-I 事業によりコメを対象とした灌漑農業が導入された。YLTA および SAPROF の報告書によると、MMIP-I 事業実施前後の単収を比較すると、通年で 1.9 倍（実施前 2.93 ton/ha が実施後 5.63 ton/ha）、雨期の収量では 2 倍以上（実施前 2 ton/ha が実施後 4.77 ton/ha）の増加が確認されている。

表 4.1.1 MMIP-I 事業の実施前・実施後の収量

Particulars	Rain-fed (Without Project), t/ha			Irrigated (with Project), t/ha			Remarks
	Dry	Rainy	Year-round	Dry	Rainy	Year-round	
Project/ Program							
YLTA Terminal Report (ATI)	NA	NA	2.93	5.52	5.63	5.63	
SAPROF Report (May, 2007)	NA	2.00	2.00	4.95	4.77	NA	

出典: YLTA Terminal Report, JBIC SAPROF Report

天水および灌漑によるイネおよびトウモロコシの単位面積 (ha) あたりの収益を表 3.1.2 に示す。灌漑農業が可能となったことで、天水によるコーンの作付けを行っていた農家が、より収益性の高いコメへと作付けを転換している。また、灌漑によって、これまでコメの 1 期作をしていたところで 2 期作が可能となる。このため、元々天水によるコメの作付けを行っていた農家は、純収益ベースで 175% の収益増（実施前 24,896 PhP/ha が実施後 43,642 PhP/ha）、元々天水によるトウモロコシの作付けを行っていた農家は 271% の収益増（実施前 16,115 PhP/ha が実施後 43,642 PhP/ha）となっている。

表 4.1.2 天水および灌漑によるイネおよびコーンの単位面積 (ha) あたりの収益

Crops	Financial Gross Profit per ha (PhP)	Financial Cost per ha (PhP)	Financial Net Profit per ha (PhP)	Average PhP/ha
Rain-fed Paddy, Rainy	54,880	25,084.5	29,795.5	24,896
Rain-fed Paddy, Dry	45,080	25,084.5	19,995.5	
Rain-fed Corn, Rainy	33,500	16,046.0	17,454.0	16,115
Rain-fed Corn, Dry	30,820	16,046.0	14,774.0	
Irrigated Paddy wo/YLTA, Rainy	75,200	31,557.9	43,642.1	43,642 (1.75, 2.71)
Irrigated Paddy wo/YLTA, Dry	75,200	31,557.9	43,642.1	
Irrigated Paddy, w/YLTA Rainy	88,360	36,291.6	52,068.4	
Irrigated Paddy, w/YLTA Dry	84,600	36,291.6	48,308.4	

出典: YLTA Terminal Report, JBIC SAPROF Report

2) 農道整備による市場アクセスの向上

MMIP-I では、MSA において、水路管理用道路とアクセス道路、併せて合計 92km の農道整備が行われた。農産物輸送にかかるコストの低減と共に、子供の通学への利用など、社会インフラとしての正の効果が確認されている。

3) 平和構築への貢献

MMIP 地域は平和構築の対象地域とされており、MMIP 事業はその他の開発事業と併せて平和構築に貢献する事業と認識されている。停戦合意により戦闘から離れた人々の主要な生計手段であり、NIA-PMO によると、MMIP-I 事業は戦線を離れた MILF（モロ・イスラム解放戦線）メンバーに対し、農業による生計回復への機会を提供している。

4.1.3 MMIP-II 事業の進捗および今後の実施スケジュール

表 4.1.3 に NIA によるこれまでの工事進捗と円借款による事業実施を加味した、MMIP-II 事業全体の想定スケジュールを示す。NIA は段階的に MSA、UMSA、PSA、そして LMSA の東側中央、中央部、西側の整備を進めてきており、2020 年までの完了が予定されている。円借款の要請は、2018 年 6 月 21 日に正式に取り下げられ、NEDA の承認額 (PhP 5,444,850,000) の範囲内で、残りの事業は NIA によって実施されることになる。2019 年より開始される残りの建設事業は、約 4 年間をかけて 2023 年までに完了する見込みである。

表 4.1.3 MMIP-II 事業の全体事業スケジュール

Construction of MMIP I & MMIP II	Area, ha	Progress	1990	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Maridagao Service Area	5,562	Completed in 2011	■	■													
Upper Malitubog Service Area (MMIP I)	1,611		■	■													
Upper Malitubog Service Area (MMIP II)	2,958	Target			■	■	■	■									
		Actual			■	■	■	■	■								
Pagalungan Extension Service Area	988	Target						■	■	■	■						
		Actual						■	■	■	■	■					
Lower Malitubog Service Area (LMSA)	6,590																
Mid-eastern part	1,303	Target						■	■	■	■						
		Actual						■	■	■	■	■					
Central Part	1,736	Target							■	■	■	■					
		Actual							■	■	■	■	■				
Western Part	1,418	Target								■	■	■	■				
		Actual								■	■	■	■	■			
Eastern Part (remaining area)	2,133	Target											■	■	■	■	

出典：NIA-PMO, JICA 調査団  Estimated

4.1.4 事業概要およびコンポーネント

第 3 章の洪水解析の結果を踏まえ、本事業で予定されていた LMSA への洪水・湛水被害を防止する堤防は建設しないこととする。しかしながら、LMSA における次の 2 ケースの灌漑水路網の設置を検討する。

ケース 1：稲作の限界とされる最深 50cm の湛水域まで、灌漑水路網を構築する。

ケース 2：当初の予定通り、灌漑水路網を LMSA 全体にわたって構築する。

ケース 2 では、毎年、雨期に低地部分の水路網が湛水するが、乾期には、その低地部分でも灌漑による稲作が可能になる。なお、排水設備に関しては、乾期の稲作を推奨すべく、上記のいずれのケースでも、予定されていた排水路全てを建設する。排水路ネットワークが機能して、排水が Pulangi 川に注ぎ込めば、雨期の湛水地域でも、乾期の稲作を予定通り開始できると考えられる。排水路の維持管理費は、その他の湛水しない地域の灌漑施設のそれよりも大きくなるため、十分な予算処置が必要である。

2018 年 7 月の時点で、LMSA において工事が未着手なのは、最東部のみでありその他の部分は既に工事が着工、進捗、あるいは完了している。これまでの MMIP-I および MMIP-II の状況を踏まえ、今後、残りの MMIP-II 事業の実施が必要な地域、および工事内容を検討すると以下のようになる。

- 1) 上記の 2 つのケースを比較検討した上で、LMSA 最東部において幹線 (MC 2) および支線水路を建設。排水路については、予定通り、全排水路を建設。

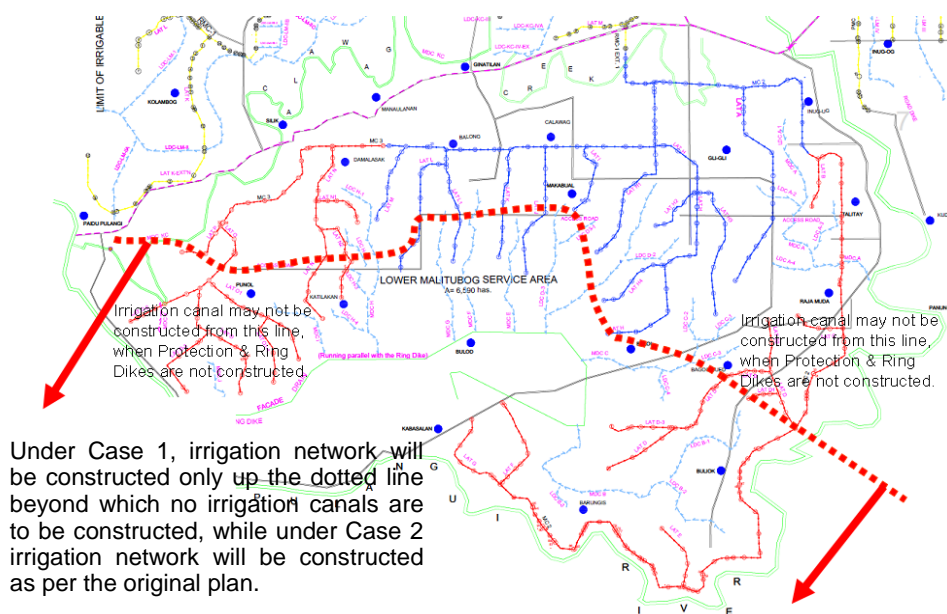


図 4.1.1 灌漑開発のケース 1 とケース 2 の概念図

出典：JICA 調査団

- 2) 圃場から市場への農産物の搬出、また、雨期でも住民の移動が十分可能となるアクセス道路の建設。
- 3) 受益農家による灌漑水の有効活用を可能にし、MMIP-II 対象地域において、コメの二期作を可能にする営農普及サービスの強化(ATI が NIA-PMO の協力を得て実施し、これまでに YLTA が提供されていない、全 MMIP 事業対象地域を対象として実施)。
- 4) プロジェクト管理業務として実施される予定だった、その他の業務(例えば、地籍図の作成、水利組合の設立、NIA-PMO 事務所の維持管理等)。

この他にも、フィリピン政府からの別予算による事業、あるいはドナーからの支援を得ての事業として、MMIP-I 地域における灌漑、排水設備の改修、既に工事が完了している MMIP-II 地域における灌漑・排水施設の改良(例えば、幹線水路および分岐部分のコンクリートライニング等)、また、バックホーやダンプトラック等、灌漑水路の維持管理用機材の調達の実施等を推奨する。

4.2 農業開発および農業普及

4.2.1 国家開発計画 2017-22 年における農業開発戦略

フィリピン国国家開発計画 2017-22 年が、2017 年 2 月 20 日 NEDA によって正式承認されている。同計画で述べられている中期的な農業開発戦略の枠組みを表 4.2.1 にまとめる。

表 4.2.1 国家開発計画 2017-22 年における農業開発の戦略的枠組み

Goal	The goal is to increase productivity and access
Outcome A	Expanded economic opportunities for farmers
A-1	Productivity within ecological limit improved <ul style="list-style-type: none"> ・ To identify the comparative advantage of specific areas for promoting suitable crops and agricultural activities ・ To construct irrigation system in high potential area (Central Luzon, Cagayan Valley (Region II), SOCCSKSARGEN (Region XII), ARMM and Bicol Region) ・ To promote effective and efficient water saving and management technologies ・ To facilitate the use of appropriate farm machinery and equipment ・ To strengthen the extension system
A-2	Agro-based enterprises increased

Goal	The goal is to increase productivity and access
	<ul style="list-style-type: none"> To develop commodities based on vulnerability, sustainability, and value-chain analysis in order to promote commodities with high value-adding and market potential To develop new form of linkages such as contract farming and corporate farming that will connect with agro-based enterprises To strengthen community-based enterprises in upland areas
Outcome B	Increased access to economic opportunities by small farmers
B-1	Access to value-chains increased <ul style="list-style-type: none"> To improve linkage between production area to market through transport networks and logistic system To organize small farmers into formal groups and farms into clusters to create economies of sale To provide capacity building for small farmers on value adding activities To provide non-farm livelihood options to seasonal farm workers through community-based employment programs
B-2	Access to innovate financing increased <ul style="list-style-type: none"> To increase the number of small farmers who are provided with agricultural insurance To provide small farmers easy access to affordable formal credit
B-3	Access to technology increased <ul style="list-style-type: none"> To raise investments in R&D for production and post-harvest technologies To enhance capacity building of small farmers to adopt better and new technologies (certified seeds and technologies for post-harvest, processing and packaging)
B-4	Access of small farmers to land and water resources increased and protected <ul style="list-style-type: none"> To ensure and protect the land tenure security of ARBs (Agrarian Reform Beneficiaries) To provide timely and free legal assistance to ARBs To authorize LGUs to reclassify agricultural land for other users

注: 漁業に関連する記述は除いている。

出典: フィリピン国国家開発計画 2017-2022 年

農業開発戦略は、「農業生産性の改善による生産者の経済機会拡大」と、「農業経営改善・支援制度に対する生産者のアクセス向上」に焦点を当てている。フィリピン国政府が、農業政策において、安定的かつ入手可能な食糧供給の確保による貧困緩和、および特にコメ生産における自給の促進を優先課題としている。すなわち、新たな戦略は農業全体の持続的な生産性・収益性強化をより重視している。

4.2.2 農業計画

本事業における農業計画は、上記フィリピン国国家開発計画 2017-22 年の農業開発戦略、中でも Outcome A-1 と整合したものである。表 4.2.1 に示すように Outcome A-1 は、1) 適地適作、2) 灌漑開発 (Region XII、ARMM とともに優先地域に含まれる)、3) 節水灌漑技術、4) 農業機械化、5) 農業普及の推進を通して、農業生産性の改善を意図している。

1) 作付計画

本事業で整備した灌漑地では、以下の理由により主としてイネ (コメ) の作付けを推奨する。

- ✓ コメは圧倒的多数の農民にとって、主食としても生計を支える作物としても最重要である。
- ✓ 事業完了後、年間を通してイネ栽培を行えるだけの十分な水量が灌漑地に供給可能である。
- ✓ イネは灌漑地に最も適した作物である (“適地適作” 戦略に合致)。
- ✓ 稲作振興は国家食糧安全保障、貧困削減対策としてフィリピン政府の主要農業政策である。
- ✓ イネは、特に灌漑栽培環境下において、生産者に安定した収益をもたらす作物である。
- ✓ 対象地域のイネの収量レベルが低いため、今後の増産の余地が大きい。

トウモロコシ、イネ、ココナツが MMIP II 事業地域の現状での 3 大作物であり、トウモロコシとイネは主に低地の河川流域で天水条件下により栽培されている。農家は一般的にトウモロコシ、あるいはコメを年 1~2 作栽培している。通常、2~3 月頃に作付けを開始し、年末頃までに栽培を終えることが多い。一年を通して、降雨と気温条件が比較的安定しているためか、これら作物

に固定化した作期は存在しない。

計画では、本事業により灌漑施設が整備された後、それらの地域にイネの2期作を振興する（図 4.2.1 参照）。なお本事業では、既存のココナツ等の永年作物は伐採せず、そのまま残すこととする。さらに作物の多様化のために、家庭菜園での野菜の栽培等を推奨する。

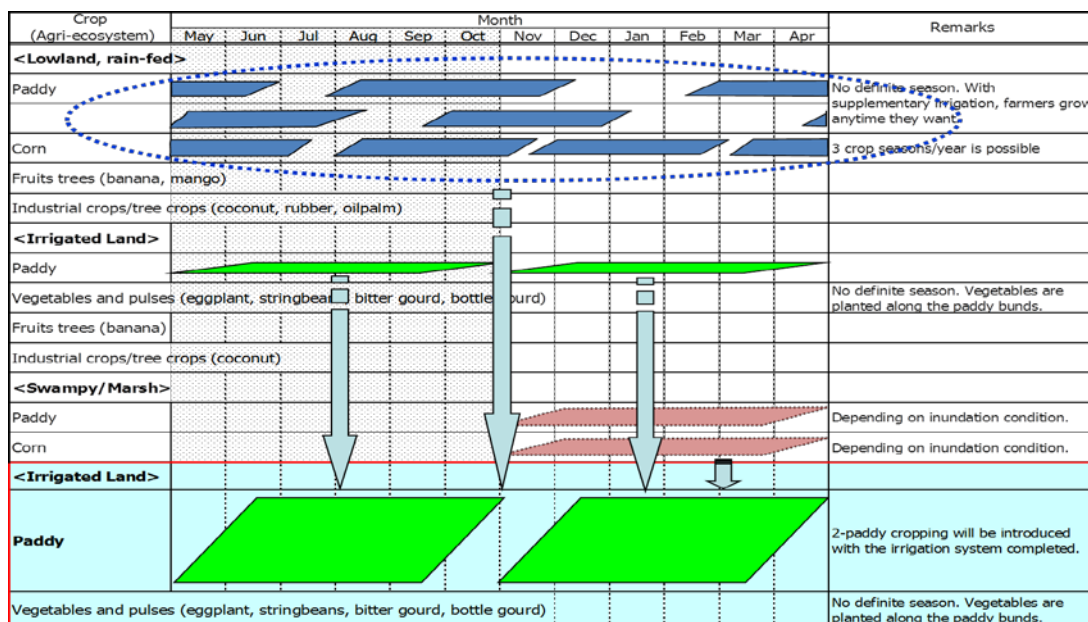


図 4.2.1 MMIP II 事業対象地域の事業前と事業後の作付計画

出典: JICA 調査団

2) 単収の増加および作付面積拡大によるコメの増産

事業前と事業後の作物の単収の検討にあたっては、表 4.2.2 に示す関連統計資料を参照する。同表の最後の 2 行に、事業前と事業後のイネとトウモロコシの単収を推測している。事業前の単収はベースライン調査、他方、事業後の単収は主に SAPROF レポートの雨期作単収に基づいて年間単収を決定した。

表 4.2.2 関連統計データに基づくイネおよびトウモロコシの単収 (ton/ha)

No	Source	Crop	Rain-fed			Irrigated			Remarks
			Dry	Wet	Year-round	Dry	Wet	Year-round	
1	YLTA Terminal Report (ATI)	Rice	NA	NA	2.93	5.52	5.63	5.63	368 farmers from 7 IAs in Phase I
2	Country STAT Philippines (Production)	Rice	NA	NA	2.95	NA	NA	4.18	Cotabato Province, 2014-16 Ave.
			NA	NA	2.36	NA	NA	3.56	Maguindanao Province, 2014-16 Ave.
		Corn	White		2.30	Yellow		3.34	Cotabato Province, 2013-15 Ave.
			White		2.38	Yellow		3.36	Maguindanao Province, 2013-15 Ave.
3	Country STAT Philippines (Production Costs & Returns)	Rice	2.76	2.98	2.92	3.88	4.18	4.05	Region XII, 2013
4	OPA, Cotabato Province	Rice	NA	NA	3.50	NA	NA	4.50	Pikit Municipality (2014-16 Ave.)
		Corn	White		3.90	Yellow		4.20	
5	SAPROF Report (May, 2007)	Rice	NA	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	Before irrigation facilities completed
			NA	NA	NA	4.95	4.77	NA	After irrigation facilities completed
6	Baseline Survey (JICA)	Rice	NA	NA	1.69	NA	NA	3.38	

No	Source	Crop	Rain-fed			Irrigated			Remarks
			Dry	Wet	Year-round	Dry	Wet	Year-round	
	Survey Team)	Corn	NA	NA	2.12	NA	NA	NA	
	Rice (Current/ target)		-	-	1.7	-	-	4.7	
	Corn (current)		-	-	2.1	-	-	-	

注: 事業前の単収はベースライン調査 (JICA 調査チーム) の結果に基づいて決定し、事業後の単収は主に SAPROF 報告書の雨期作の単収を年間単収とした。乾期作と雨期作の単収は、事業地域およびフィリピンにおいてもさほど変わらず、乾期作より雨期作の単収が高いこともあり、本調査では作期に関わらない年間収量とした。

出典: 関連統計資料、JICA 調査団

イネおよびトウモロコシの事業前と事業後の推定年間作付面積と生産量を、LMSA に関しては表 4.2.3 に、MMIP II 全域に関しては表 4.2.4 に示す。現在、両作物は天水条件下で栽培されているが、乾期作、雨期作を合わせた年間生産量は、LMSA、MMIP II 地域それぞれで 5,354 トン (コメ 1,401 トン、トウモロコシ 3,953 トン)、8,559 トン (コメ 2,240 トン、トウモロコシ 6,319 トン) である。

LMSA に関し (表 4.2.3 参照)、ケース 1 の開発面積は 3,688ha であり、内、雨期の灌漑面積は 2,810ha となる。50cm 以上湛水しない地域にのみ灌漑水路を建設するケース 1 の場合、2,810ha のうち 870ha は洪水により湛水しないと推測されるので、雨期に全面的な作付けが可能である。一方で、残りの 1,940ha の農地は 0.5m まで湛水する可能性があるため、洪水による一定の被害を受けると考えられる。そこで表 4.2.3 では、30%、50%、80%の減収率を考慮している。NIA-PMO の当初計画に基づきすべての灌漑水路を建設するケース 2 についても同様の算定を行った。

表 4.2.4 が示すように MMIP II 全域での栽培面積は、LMSA における水路建設がケース 1 の場合、乾期 7,634ha、雨期 6,756ha であり、ケース 2 の場合は乾期 10,536ha、雨期 7,756ha となる。また、事業後は、作付面積、単収ともに増加するが、LMSA での年間生産量は洪水被害が発生しない場合、ケース 1 で合計 30,541 トン、ケース 2 で合計 48,880 トンとなる。MMIP II 全域では、同じく洪水被害が起きない場合、ケース 1 で合計 67,633 トン、ケース 2 で合計 85,972 トンとなる。

表 4.2.3 LMSA における事業前と事業後のイネとトウモロコシの年間作付面積と生産量

Case	Crop	Dry Season			Wet Season			Total Production (ton)
		Planted Area (ha)	Yield (ton/ha)	Production (ton)	Planted Area (ha)	Yield (ton/ha)	Production (ton)	
-	Without Project							
-	Rice (rain-fed)	457	1.7	777	367	1.7	624	1,401
-	Corn	795	2.1	1,670	1,087	2.1	2,283	3,953
C1	With Project (Case-1)							
C1-LM-D00	Rice (Irrigated)	3,688	4.7	17,334	2,810	4.7	13,207	30,541
C1-LM-D30	30% reduction	3,688	4.7	17,334	870	4.7	4,089	27,631
					1,940	3.2	6,208	
C1-LM-D50	50% reduction	3,688	4.7	17,334	870	4.7	4,089	25,885
					1,940	2.3	4,462	
C1-LM-D80	80% reduction	3,688	4.7	17,334	870	4.7	4,089	23,169
					1,940	0.9	1,746	
C2	With Project (Case-2)							
C2-LM-D00	Rice (irrigated)	6,590	4.7	30,973	3,810	4.7	17,907	48,880
C2-LM-D30	30% reduction	6,590	4.7	30,973	870	4.7	4,089	44,470
					2,940	3.2	9,408	
C2-LM-D50	50% reduction	6,590	4.7	30,973	870	4.7	4,089	41,824
					2,940	2.3	6,762	
C2-LM-D80	80% reduction	6,590	4.7	30,973	870	4.7	4,089	37,708
					2,940	0.9	2,646	

注: 事業前 (現状) のコメおよびトウモロコシの作付面積は、LMSA における衛星データ分析に基づいて推定した。

出典: JICA 調査団

表 4.2.4 MMIP 全地域における事業前と事業後のイネとトウモロコシの年間作付面積と生産量

Case	Crop	Dry Season			Wet Season			Total Production (ton)
		Planted Area (ha)	Yield (ton/ha)	Production (ton)	Planted Area (ha)	Yield (ton/ha)	Production (ton)	
-	Without Project							
-	Rice (rain-fed)	731	1.7	1,242	587	1.7	997	2,240
-	Corn	1,271	2.1	2,669	1,738	2.1	3,650	6,319
C1	With Project (Case-1)							
C1-LM-D00	Rice (Irrigated)	7,634	4.7	35,880	6,756	4.7	31,753	67,633
C1-LM-D30	30% reduction	7,634	4.7	35,880	4,816	4.7	22,635	64,723
					1,940	3.2	6,208	
C1-LM-D50	50% reduction	7,634	4.7	35,880	4,816	4.7	22,635	62,977
					1,940	2.3	4,462	
C1-LM-D80	80% reduction	7,634	4.7	35,880	4,816	4.7	22,635	60,261
					1,940	0.9	1,746	
C2	With Project (Case-2)							
C2-LM-D00	Rice (irrigated)	10,536	4.7	49,519	7,756	4.7	36,453	85,972
C2-LM-D30	30% reduction	10,536	4.7	49,519	4,816	4.7	22,635	81,562
					2,940	3.2	9,408	
C2-LM-D50	50% reduction	10,536	4.7	49,519	4,816	4.7	22,635	78,916
					2,940	2.3	6,762	
C2-LM-D80	80% reduction	10,536	4.7	49,519	4,816	4.7	22,635	74,800
					2,940	0.9	2,646	

注: MMIP II 地域の事業前（現状）のコメおよびトウモロコシの作付面積は、LMSA の作付率から推定した。

出典: JICA 調査団

PhiliRice と種籾生産者によると、2017 年に作付けされたコメの品種は NSIC RC 238、NSIC RC 158、NSIC RC 222、NSIC RC 128、NSIC RC 226 等であったが、PhiliRice が推奨しているコメの品種は NSIC RC 158、NSIC RC 222、NSIC RC 226、PSB RC 10、PSB RC 18 である。NSIC RC 222 は雨期の作付けが推奨されている 4 品種の 1 つであり、ほぼ 100cm までイネが成育し、風や湛水への耐性を持っている。MMIP 地域、とりわけ MMIP II 地域は湛水する可能性が高いため、湛水耐性の品種の試験栽培を行っていく必要がある。

4.2.3 農業支援計画

前述の生産性を確保しインフラ整備の効果を発揮するために、MMIP II 事業においても農業支援を実施する。1) 灌漑稲作への技術支援、2) Municipality レベルの農業普及サービスの強化、3) 種籾生産支援の 3 つの活動を主たる農業支援計画とする。主に ATI が農業支援計画を実施し、NIA、PhiliRice、南ミンダナオ大学 (USM)、国家種苗管理サービス局 (BPI-NSQCS) 等の関係機関が技術的な支援を行うこととする。

1) 灌漑稲作への技術支援

円借款技術支援 (YLTA) は、コメの生産性向上に対し大きな成果を上げた。さらにフィリピン国政府は MMIP 地域の水利組合からの強い要請を受けて、同様のプログラムに資金を提供している。政府事業は 2019 年の乾期まで続く一方で、特に MMIP II 地域の水利組合は裨益していないため、MMIP II 事業でも同アプローチを継続する必要がある。

1.1) 目的

YLTA および政府事業の対象外であった水利組合に対して、灌漑稲作の技術支援を実施し、コメの生産性向上に寄与する。

1.2) 実施方針

活動内容は YLTA の実施方針・実施内容に沿って実施する。YLTA の主な活動は、1) 参加型展

示圃場、2) 農業生産投入財支援、3) 普及体制強化である。

表 4.2.5 YLTA の主な活動領域

1	<p>Establishment of Participatory Demonstration Farm (PDF) on a 5 hectare area, per IA</p> <ul style="list-style-type: none"> - conduct of major ground working activities; selection of IA beneficiaries, farmer-cooperators and benchmark survey - soil sampling and analysis - conduct of technical briefing on rice production - provision/distribution of agricultural support facilities - conduct of Farmer's Field Day (FFD) - conduct of Climate Smart Field School (CSFS)
2	<p>Farm Production Input Assistance (FPIA) to 25 hectare rice farm areas</p> <ul style="list-style-type: none"> - conduct of major ground working activities: selection of IAs, farmer-beneficiaries, and benchmark survey - soil sampling and analysis - conduct of technical briefing on rice production - provision/distribution of agricultural farm inputs - expository tour - conduct of values re-orientation and Islamic culture appreciation - farmer-led extension - organizational strengthening of IAs: training on enterprise development
3	<p>Extension Modality</p> <ul style="list-style-type: none"> - conduct of weekly project implementation monitoring activities - mid-year progress report review and planning-workshop - year-end progress report review and planning/ workshop cum presentation to stakeholders - preparation of extension manuals - exit conference

出典: Adapted from the MMIP Experience

1.3) 活動

水利組合を通じて支援サービスを提供する。2018年6月時点でのMMIP地域全体の水利組合数は設立予定のものを含めて計49である。このうちこれまでYLTAやフィリピン国政府事業の支援を受けていない28の水利組合に対し、上記活動を実施する。実施期間は2020年から2022年の3年間を想定し、各水利組合は乾期と雨期の2シーズンの支援を受けることになる。

表 4.2.6 灌漑稲作への技術支援の実施スケジュール

IAs	2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024	
	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet
GOP funded support program														
1st batch (10 IAs)														
2nd batch (10 IAs)														
3rd batch (8 IAs)														
M&E and report making														

出典: JICA 調査団

2) Municipality レベルの農業普及サービスの強化

フィリピン国の現在の行政制度では、LGUが農家に農業普及サービスを提供しなければならない。しかしながらLGUによる農業普及サービスは、LGUの資金および人材不足のため十分な効果が発揮されておらず、これまでATIや大学等のDAの機関が、YLTAのように事業単位で農民に直接普及サービスを提供してきた。今後ATIが農業普及のための国家機関としての役割を果たすためには、事業地域の農業普及においても、LGUによるサービスへと徐々に移管しなければならない。そのため本農業支援計画にも、LGUの普及員の能力強化に係る活動を組み込んでいく。

2.1) 目的

現行の営農や農家が直面している問題を分析し、その解決策を検討した上で、LGUによる適時かつ効果的な農民への農業普及サービスを支援する。

2.2) 実施方針

Cotabato 州の Municipal Agriculturist や Agricultural Technologist、および Maguindanao 州の Municipality Agriculture Officer や Agricultural Technologist に対し、技術研修や OJT などの研修を提供する。対象地域の 5 つの Municipality を対象として、Municipality レベルの 42 名の農業関連職員に対する支援を行う。灌漑稲作の栽培技術や農家経営に加えて、データ処理や IT を活用した普及に必要なコンピュータ技術に関する研修を含めて実施する。

2.3) 活動

表 4.2.7 に本サブコンポーネントの活動と実施スケジュールを示す。

表 4.2.7 Municipality レベルの農業普及サービスの強化の実施スケジュール

Activity	2020		2021		2022		2023		2024	
	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet
Training Needs Assessment										
Provision of Equipment and Materials										
Distribution Manuals										
Technical Trainings										
On-the-job Trainings										
M&E and report making										

出典: JICA 調査団

3) 種子生産支援

MMIP I 地域の灌漑面積は 7,173ha であり、MMIP II の灌漑面積は最大で 10,536ha である。移植栽培の場合、種籾の播種量は 1ha あたり 40kg が適切であることから、理論的には作期ごとに 708 トンの種子が必要である。対象地域で一般的な直播栽培の場合、1ha あたり 80kg から 100kg の種籾を必要とするため、計 1,417 トンから 1,771 トンの種子が必要になる。

少なくとも 708 トンの種籾を確保するためには、種籾生産のために 151ha の土地が必要である。米は自家受粉植物であり、農家は収穫したイネの一部を種籾として保管し、最大三作まで播種することができる。以上より、MMIP 全地域への供給のために、151ha の 1/3 である 50ha の土地を確保すべきである。

Pikit Municipality と Carmen Municipality には、22 世帯の種籾生産者と 139ha の種籾生産地があると報告されているが、2017 年にはわずか 34 トンの種籾しか生産されておらず、生産地に換算するとわずか 7ha 分である。種籾生産地に最大まで作付けした場合、生産量は 639 トンとなり、MMIP 地域全体に必要な大部分の種籾量を満たすはずであるが、種籾の実際の生産量と想定生産量には大きな開きがある。よって、今後増加する需要に対応して、MMIP 地域内の種籾生産をさらに促進することが必要である。

3.1) 目的

MMIP 地域内の農家に対し、種籾の安定的供給を確保する。種籾は推奨品種であり、病原が付着・混入していないものであり、さらにフィリピン国の種籾の認証基準を満たしたものでなければならない。

3.2) 実施方針

本サブコンポーネントでは大規模な種子センターではなく、コミュニティベースすなわち水利

組合ベースでの認証種籾生産を確立する。他農家や定期モニタリングのためのアクセス、灌漑稲作の経験、湛水被害が比較的少ないといった条件を満たす水利組合から、種籾生産地域を選定する。このことから、MMIP I の水利組合が優先的に選定される。BPI-NSQCS、PhiliRice、および LGU と連携して、ATI が本サブコンポーネントの主要な実施機関となる。

本サブコンポーネントでは、初めに前述の 22 世帯の種籾生産者が所有する圃場で、より多くの種籾を生産するよう促進する。これらの生産者が種籾生産における目標量を達成できない場合には、ATI は MMIP I 地域の水利組合から、興味のある農家を受益者として選ぶこととする。本サブコンポーネントは、農家が認定種子生産者になるための BPI-NSQCS の手順に沿って実施する。

3.3) 活動

表 4.2.8 に、本サブコンポーネントの活動と実施スケジュールを示す。技術支援とモニタリングは 2024 年の雨期まで行うが、対象水利組合と参加農家への投入支援は 2020 年の乾期または雨期のいずれかの作期に実施する。本事業での支援を受けた後に、参加農家が独立した認定種子生産者になることを目指す。

表 4.2.8 種籾生産支援の実施スケジュール

Activity	2020		2021		2021		2023		2024	
	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet
Selection of IAs and potential farmer cooperators										
5-day seed production training required by BPI-NSQCS										
Provision of machineries, equipment, foundation seeds to be planted										
Support seed registration and certification process										
Support marketing of produced seed to the other farmers										
Regular inspection and monitoring of established seed production areas										
M&E and report making										

出典: JICA 調査団

4.2.4 MMIP 地域の長期的農業開発への提言

1) 作物の多様化

作物の多様化は、域内の農業の生産性を高める戦略の一つとなる。フィリピン国開発計画 2017-2022 に明記されている通り、作物の多様化には、有望な作物の開発、農家と農業関連企業との新しい関係の強化、地域密着型企業の促進など、包括的なアプローチが必要である。本地域における作物多様化の現実的なアプローチとして以下を提案する。

- ✓ イネの 2 期作後に栽培可能な生育期間が短い作物の導入（マメ科等の作付け）、水稻栽培において早生や直播栽培技術の導入、農場機械化等により作期を短縮する農業技術の開発を行う。
- ✓ 農家のバランスのとれた食生活を促進するとともに、特に家庭内の女性のための追加収入を生み出す野菜栽培を家庭菜園に導入する。

2) 農業機械化

MMIP II 対象地域では、農村部から都市部への人口流出により、農業に従事する人材が不足している。特に灌漑施設が整備され運用が始まると、農業従事者不足の問題が大きくなると予想さ

れる。灌漑稲作は、現在 MMIP II 地域で行われている天水稲作やトウモロコシ栽培、漁業よりも労働集約的である。対象地域では依然として収穫前および収穫後の機械が不足しており、農業機械化は十分に進んでいない。特に圃場準備に必要な機械と比較して、収穫および収穫後に必要な機械の数は非常に限られている。

前述の YLTA では対象水利組合に対し、浮動式耕うん機、耕うん機、ロータリー、刈取機、脱穀機等農業機械を 1 年間に限定して貸し出しを行った。NIA-PMO および ATI 等は、このように農業機械を直接農家や農民組織に貸し出すだけでなく、例えば水利組合が自前で農業機械を調達し、信頼できる地元の農業機械のプロバイダーとなるように支援を行っていく必要がある。

4.3 灌漑開発と排水改善

4.3.1 灌漑用水量に対する取水河川の流量

MMIP 灌漑システムは、Maridagao 川から取水して全受益地を灌漑する。そのため、計画灌漑水量に対して Maridagao 川に十分な河川流量があるのかの確認を行う。Maridagao 川の河川流量は、取水堰の下流 10km にあった Tinutulan 観測所における 1960～1972 年の観測データしか存在しない。そのため、降水量と河川流出量との関係を用いて長期間の河川流出量を推定する。

降水量データは 1979～2014 年に Midsayap Municipality で記録された実測データ、および Maridagao 川の流域における同期間の衛星画像から算出された降雨量データを使用する。この 2 つの降水量データから 1956～2014 年の河川流出量を推定する。また、この長期間河川流出量を使用して岩井法による確率解析を実施する。渇水発生確率年は、5 年確率（発生確率 20%）に設定する。

表 4.3.1 取水堰地点における Maridagao 川の確率年間河川流量

Return Period	Probability	Annual Runoff (MCM)	Ratio	Remarks
2	0.50	2,061	0.983	
3	0.33	1,807	0.862	
4	0.25	1,669	0.796	
5	0.20	1,576	0.752	Design reliability
8	0.13	1,410	0.672	
10	0.10	1,341	0.640	
15	0.07	1,229	0.586	
20	0.05	1,156	0.551	
25	0.04	1,104	0.526	
50	0.02	957	0.457	
100	0.01	830	0.396	
Average		2,097		

出典: JICA Survey Team, MMIP FS report (June 1986), NCEP of US for long-term rainfall

作付パターンに基づく必要灌漑用水量、河川流量、取水後の河川流量を表 4.3.2 に示す。表 4.3.2 に示す計算結果から、灌漑用水のピークは 6 月第 1 期に 1.93 l/s/ha となる。河川流量に対する取水の可能性については、1 月第 2 期がクリティカルな時期となるが、この期間の河川流量は 4.83MCM/10 日間、これは 5.59 m³/s (4.83x1000,000 / 10 / 86,400) に相当する。

図 3.3.1 は 80%信頼度の下流放流量と必

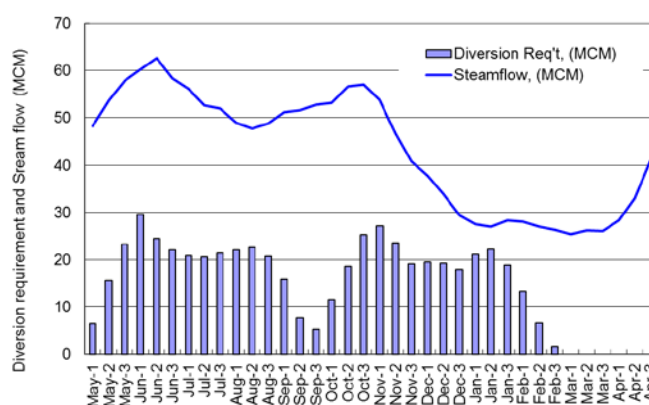


図 4.3.1 取水量と 80%信頼度の河川流量の関係

出典: JICA 調査団

要灌漑用水量をグラフに示したものである。1 月第 2 期周辺が一番厳しい状態を示しているが、乾期稲作の開始が少々遅れたとしても、河川流量は必要な灌漑用水を取水するだけの流量を維持していることが判る

表 4.3.2 作付パターンと必要灌漑用水量

MONTH	MAY			JUN			JUL			AUG			SEP			OCT			NOV			DEC			JAN			FEB			MAR			APR		
DECADE	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
RICE-RICE CROPPING																																				
WATER BALANCE																																				
Evaporation,mm	47	47	51	43	43	44	44	48	43	43	47	45	45	45	45	50	40	40	40	35	35	39	41	41	45	46	46	37	54	54	59	53	53	53		
Land Soaking/Ponding,mm	14	22	28	27	10	3	0	0	0	0	0	0	0	6	21	24	28	19	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Evapotranspiration,mm	6	18	34	40	45	46	48	48	53	47	47	50	35	23	13	14	24	40	41	43	44	39	39	43	45	45	41	29	16	4	0	0	0	0		
Deep Percolation,mm	4	11	20	25	28	28	28	28	31	28	28	29	20	13	7	8	15	25	28	28	28	28	31	28	28	25	16	9	2	0	0	0	0	0		
Crop Water Req,mm	24	51	82	92	83	77	76	76	84	75	75	79	55	36	26	43	63	93	88	76	73	67	67	74	73	73	66	45	25	6	0	0	0	0		
Effective Rainfall,mm	5.3	6.2	8.5	7.2	12.4	13.5	15.7	16.5	16.1	11.5	9.8	13.3	9.4	13.9	10.5	9.5	9.3	13.0	9.9	8.1	17.7	10.5	11.5	17.0	12.1	9.2	6.1	6.9	5.9	2.5	5.5	6.4	4.5	6.3	4.9	4.7
Crop Irrig Req,mm	18.7	44.8	73.5	84.8	70.6	63.5	60.3	59.5	67.9	63.5	65.2	65.7	45.6	22.1	15.5	33.5	53.7	80	78.1	67.9	55.3	56.5	55.5	57	60.9	63.8	59.9	38.1	19.1	3.52	0	0	0	0	0	
Overall Efficiency, %	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
Diversion Req,mm	36.7	87.9	144	166	138	124	118	117	133	124	128	129	89.5	43.3	30.4	65.7	105	157	153	133	108	111	109	112	119	125	117	74.8	37.4	6.9	0	0	0	0	0	
Water Duty, l/ha	0.43	1.02	1.52	1.93	1.60	1.44	1.37	1.35	1.40	1.44	1.48	1.36	1.04	0.50	0.35	0.76	1.22	1.65	1.77	1.54	1.26	1.28	1.26	1.18	1.38	1.45	1.23	0.87	0.43	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Diversion Req1, (MCM)	6.51	15.6	23.1	29.1	24.3	22	20.9	20.6	21.4	22	22.6	20.7	15.6	7.61	5.38	11.6	18.7	25.3	27.1	23.6	19.2	19.4	19.1	18	21.1	22.2	18.9	13.2	6.63	1.53	0	0	0	0	0	
Streamflow, (MCM)	48.29	53.69	57.84	60.19	62.62	58.37	56.08	52.60	52.02	48.87	47.69	48.75	51.15	51.55	52.74	53.13	56.69	57.02	53.83	46.72	40.88	37.73	33.87	29.36	27.58	26.98	28.30	28.04	26.98	26.39	25.36	26.21	26.03	28.30	32.95	40.88
Surplus/Deficit, (MCM)	41.79	38.12	34.63	30.74	38.10	36.32	35.15	31.95	30.57	26.83	25.06	28.01	35.30	43.88	47.37	41.51	38.03	31.75	26.70	23.13	21.67	18.13	14.59	11.36	6.43	4.83	9.41	14.80	20.35	24.86	25.36	26.21	26.03	28.30	32.95	40.88

NOTE: 1 First Cropping Area = 17,709 hectares, Second Cropping Area = 17,709 hectares
 2 Number of days staggered for Land soaking and land preparation = 40 days (104mm)
 3 Percolation Rate used = 2.8 mm/day(F/S,1986)
 4 Effective Rainfall at 80 percent dependable rainfall by frequency analysis

出典: JICA 調査団

4.3.2 MMIP II の Lower Malitbog 灌漑地区における灌漑開発の方向性

河川堤防が建設されない場合、雨期の湛水は現在と同じ状況となる。そのため、LMSA の灌漑対象面積は湛水状況を考慮して決めなければならず、対象となる灌漑可能面積に基づいて施設計画を行う必要がある。

1) 衛星画像解析による灌漑可能面積

図 4.3.2 は雨期における LMSA の湛水地域を示したものであり、表 4.3.3 は堤防建設の有無による LMSA の灌漑面積の比較を示している。堤防がない場合、対象地域の総面積の 44% が浸水する。すなわち、LMSA の 6,590 ha の計画灌漑可能面積を開発することは不可能となり、3,688ha (計画の約 56%) しか開発できなくなる。2019 年以降の開発対象地域 (当初の ODA 要請地区) では、灌漑開発可能な面積は堤防建設時が 2,133 ha に対して、堤防がない場合には 1,001 ha に留まることとなる。

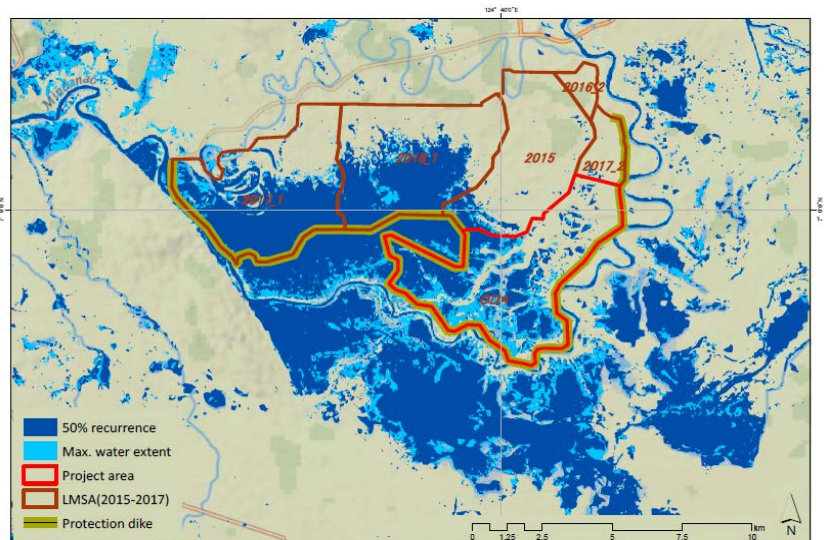


図 4.3.2 雨期における LMSA の浸水地域

基礎図の出典: High - resolution mapping of global surface water and its long - term changes (Jean - François Pekel et.al. ,Nature 540, 418–422,15 December 2016)
 出典: JICA 調査団

表 4.3.3 堤防建設の有無による LMSA の灌漑可能面積の比較

Fiscal Year for work	Irrigable Area (ha)	Present Condition						Rate of Inundation (%)	Irrigated area (ha)	
		Rainy Season (ha)			Dry Season (ha)				With dikes	Without dikes
		Total	Paddy	Maize	Total	Paddy	Maize			
Whole	6,590	1,454	367	1,087	1,252	457	795	44.0	6,590	3,688
2015	1,303	272	48	224	194	11	183	10.0	1,303	1,173
2016	1,736	323	111	212	372	154	218	46.5	1,736	929
2017-18	1,418	313	77	236	229	139	91	55.3	1,418	634
ODA	2,133	546	131	415	457	154	303	53.1	2,133	1,001

出典: JICA 調査団

主要事業コンポーネントを図 4.3.3 に示す。堤防が建設されない場合、灌漑対象エリアの縮小に伴って灌漑用水路の一部も建設する必要がなくなる。一方、灌漑用水路を全て建設して、雨期に湛水する地域も乾期には灌漑するとして、当初の計画通り LMSA 全域対象として事業を進める考え方もある。この場合、水路盛土の天端嵩上げ、盛土の法面保護工の追加、土水路である Lateral 水路の下流区間や圃場内水路でのコンクリートライニング水路への変更等、洪水による損傷を受けやすい灌漑水路に対する対策が必要となる。また、湛水地域の灌漑水路、圃場水路・排水路は頻繁に損傷を受けるため、雨期後の維持管理も必要であり、通常の維持管理費よりも高くなる。



Punol Barangay から Pulangi 川を望む LMSA 低地部の全景。堤防がなければ、この地域の雨期の灌漑農業は不可能である。

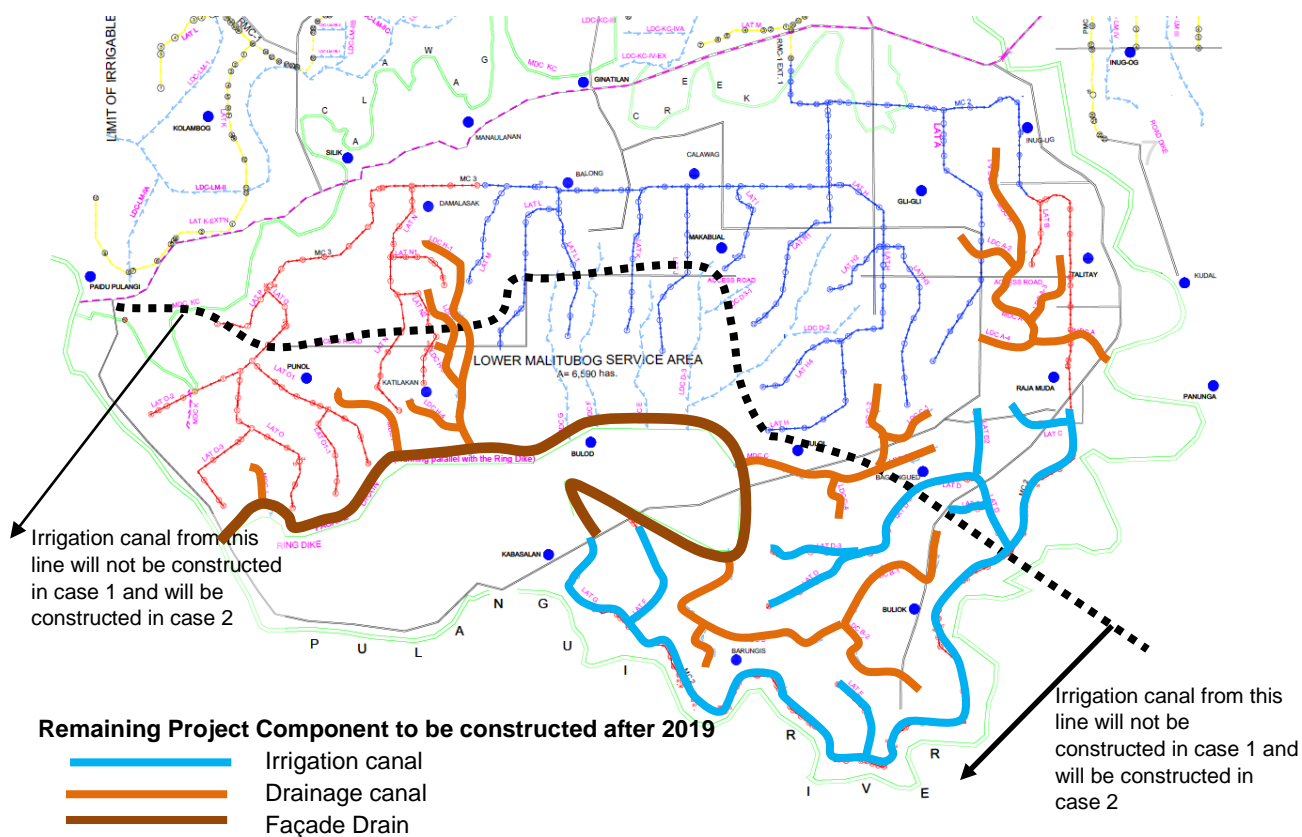


図 4.3.3 想定される灌漑水路および排水路コンポーネント

出典: JICA study team

基礎図面: NIA PMO of MMIP-2

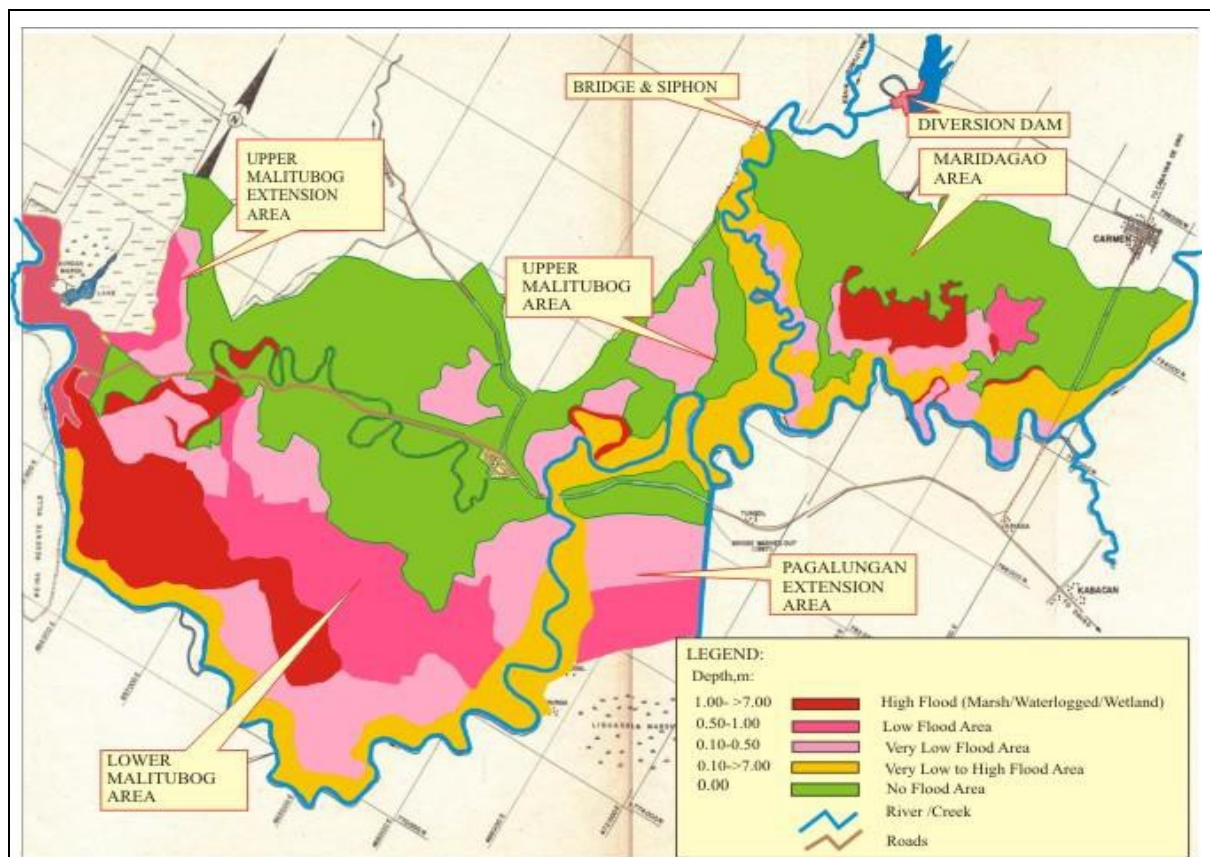
注: 青色が工事中、赤色が 2017 年 6 月時点で工事未開始の灌漑水路を示している。

従って、プロジェクトは2つの計画案、ケース1：対象地域はLMSAの北側のみとして灌漑水路を一部建設しない案と、ケース2：対象地域は全LMSAとして灌漑水路を全線建設する案、の両ケースを対象として検討を行う。なお、排水路について両ケースとも全路線を建設する計画とする。

2) MMIP-2 地域の洪水脆弱性アセスメント結果に基づくLMSAの雨期の灌漑面積

2009年に発生した大規模な洪水を受けて、NIAは、過去に発生した洪水の評価と影響に関するアセスメント調査を2010年に実施した。この調査では、MMIP地域の49村(Brangay)の住民への聞き取り調査を通じて、洪水情報(洪水発生頻度、洪水深度、洪水期間など)を取得し、GPSによる位置情報を踏まえて評価を行い、湛水状況を地域別に分類した(図4.3.4参照)。

表4.3.7に、MMIPの全地域における湛水状況別の面積を示す。この面積は、湿地、沼地、水溜り等、灌漑不適切地については既に灌漑可能面積から除外されている。このデータに拠れば、LMSAは、最も広いエリアで洪水による湛水の影響を受けており、湛水深の違いはあるものの、約5,720 ha(87%)が洪水で湛水することが示されている。湛水しない面積は僅か870 haのみである。



Color	Depth, m	Description	Remarks
Red	1.01 - 7.00>	High Flood	Areas mostly wet, waterlogged, ground elevation lower than river normal flow elevations, submerged areas expand during annual flood, part of the area is tillable during long dry period
Pink	0.51 - 1.00	Low Flood	Areas with low elevations, mostly under water comes heavy rain or during occurrence of annual flood, but easily dried with efficient drainage system
Light pink	0.10 - 0.50	Very Low Flood	Areas submerged during occurrence of maximum flood, but easily dried with efficient drainage system
Yellow	0.10 - 7.00>	Very Low	Areas submergence varies from annual flood to maximum flood, areas

		Flood to High Flood	mostly not recommended with irrigation due to soil high infiltration rate
Green	0	No Flood	No submergence or no flooding

図 4.3.4 2010 年に実施された洪水脆弱性アセスメントに基づく浸水分類

Source: Vulnerability Assessment for Flooding in MMIP-2

表 4.3.4 灌漑地区における湛水状況別の面積

Flood Status	Color code	Service net area (ha)					Total
		MSA	UPSA(1)	UPSA(2)	LMSA	PESA	
No flood	Green	4,362	853	1,736	870	200	8,021
Sub-total		4,362	853	1,736	870	200	8,021
% of area		78%	53%	79%	13%	20%	47%
Very low flood	Light pink	360	758	470	2,940	250	4,778
Low flood	Pink	230	0	0	2,780	538	3,548
Very low flood to high flood	Yellow	610	0	0	0	0	610
Sub-total		1,200	758	470	5,720	788	8,936
% of area		22%	47%	21%	87%	80%	53%
Total		5,562	1,611	2,206	6,590	988	16,957

Source: Vulnerability Assessment for Flooding in MMIP-2

3) 開発対象面積と雨期の灌漑可能面積

表 4.3.4 によると、LMSA では洪水湛水しない 870ha の面積が雨期における灌漑対象となる。また、水稻は冠水に対してある程度の抵抗力を有していることから、例えば 50cm までの湛水エリア 2,940 ha も灌漑対象エリアとなる可能性がある。冠水による水稻の損傷の大きさは、冠水時期、冠水持続時間、冠水深によって異なる。図 4.3.5 は冠水による水稻の推定損傷率を示したものであり、穂ばらみ期の冠水が損傷が最も大きく、2 日冠水すると損傷率は 80% に達することが判る。

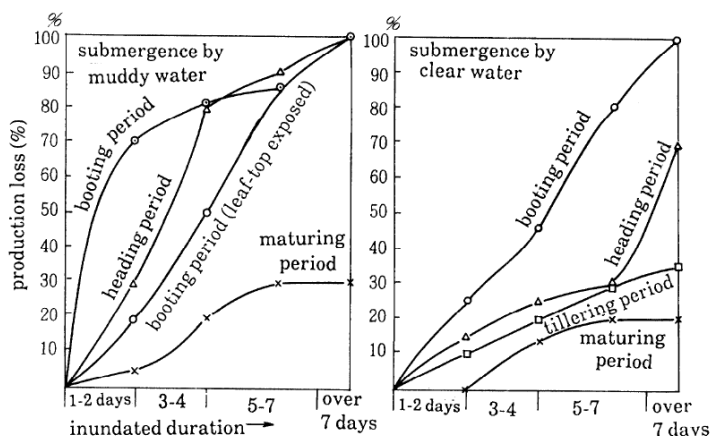


図 4.3.5 冠水による水稻減収推定尺度

出典: Engineering Manual for Irrigation & Drainage (Drainage)

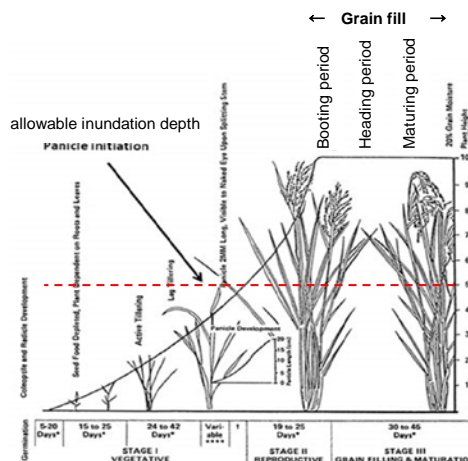


図 4.3.6 稲作の生育段階と草丈

NIA が実施した洪水アセスメントの聞き取り調査に拠れば、プロジェクトエリア内にあるランガイの半分以上において、洪水時の湛水が 3 日間以上続くと報告されている。したがって、損傷率が大きい穂ばらみ期時での損傷を防ぐため、穂ばらみ期に水稻の草丈が 100cm 程度になることを踏まえ、許容湛水深を草丈の半分程度の 50cm と設定する。よって、灌漑対象面積としては 50cm までの湛水エリア 2,940ha を灌漑対象に含むこととする（水路を当初計画通りすべて建設する場合の Case-2 であり、水路を一部分のみ建設する Case-1 では 2,940ha に対する 1,940ha のみが対象となる）。灌漑開発の対象地域と乾期と雨期における灌漑可能面積を表 4.3.5 に示す。

表 4.3.5 灌漑開発対象面積と雨期における灌漑可能面積

Category	case-1	case-2	Remarks
Target Developed service area	3,688 ha	6,590 ha	
Non-submerged area by flood	870 ha	870 ha	Target irrigable area in rainy season
Flooded area of 0.1 to 0.5 m	1,940 ha	2,940 ha	Including in target irrigable area in rainy season. But this area will be affected by flood.
Flooded area of 0.5 to 1.0 m	878 ha	2,780 ha	Excluded from target irrigable area of rainy season.

Case-1: target area is part of LMSA with constructing the part of the irrigation canals and all drainage system

Case-2: target area is all LMSA with constructing all irrigation canals and drainage canals.

4.3.3 灌漑開発コンポーネント

幹線水路の路線を図4.3.7に示す。LMSAの灌漑システムは、RMC ECT-1の末端でMC-2とMC-3に分岐され、両幹線水路約25.7km、支線水路約81.6kmで構築される。コンクリートライニング水路は、幹線水路のみである。MC-2は、LMSA東部エリア(約3,224ha)へ灌漑用水を供給する幹線水路であり、10本の支線水路(延長22.3km)を有する。MC-3は、LMSA中央と西部エリア(約4,336ha)に灌漑用水を供給する幹線水路であり、21本の支線水路(延長11.4km)を有する。

堤防建設を行わない場合、支線水路D、D-3、E、F、G、J、K、L、L-1、N、N-2、O、O-1、O-1-1、O-2、O3が対象とする灌漑地区の全部または一部が雨期に湛水する。よって、灌漑対象面積をLMSAの北側3,688haとして一部の水路建設を行わない案では、上述した水路は事業コンポーネントから完全に、または部分的に外すこととなる。この場合、幹線水路の延長は33.7kmから22.4kmに減少、支線水路の延長は73.6kmから47.0kmに減少、水路総延長は107.3kmから69.4kmに減少することとなる。

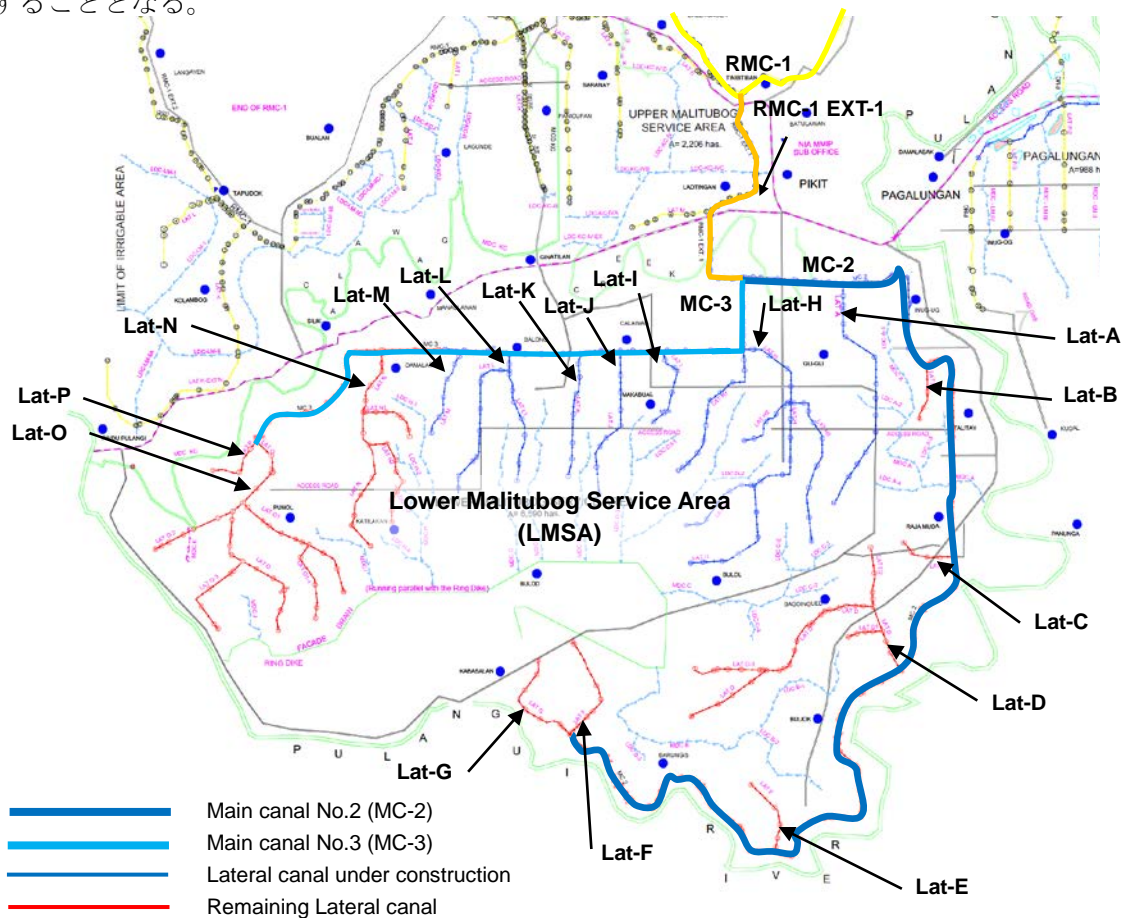


図 4.3.7 LMSAの灌漑水路網計画

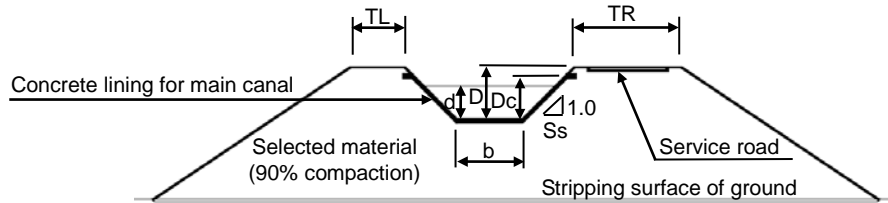
出典: NIA-PMO

表 4.3.6 LMSA の灌漑水路と灌漑可能面積

No	Canal	Case-1		Case-2		Difference		Remarks
		Canal length (m)	Irrigable area (ha)	Canal length (m)	Irrigable area (ha)	Canal length (m)	Irrigable area (ha)	
1-1	RMC-2(~St. 8+680)	8,680	768	8,680	768	0	0	On going
1-2	RMC-2(St.8+660~)	2,920	162	14,109	796	11,189	634	Remaining
2	RMC-3(~St.11+386)	11,386	464	11,386	464	0	0	On going
3	LATERAL A	4,442	251	4,442	251	0	0	On going
4	LATERAL B	1,369	96	1,369	96	0	0	On going
5	LATERAL C	1,677	101	1,677	101	0	0	Remaining
6	LATERAL D	3,820	259	6,341	419	2,521	160	Remaining
7	LATERAL D-1	1,299	67	1,299	67	0	0	Remaining
8	LATERAL D-2	2,250	226	2,250	226	0	0	Remaining
9	LATERAL D-3	0	0	2,288	194	2,288	194	Remaining
10	LATERAL E	0	0	1,948	121	1,948	121	Remaining
11	LATERAL F	0	0	1,990	214	1,990	214	Remaining
12	LATERAL G	0	0	2,653	134	2,653	134	Remaining
13	LATERAL H	5,987	382	5,987	382	0	0	On going
14	LATERAL H-1	3,037	168	3,037	168	0	0	On going
15	LATERAL H-2	1,248	126	1,248	126	0	0	On going
16	LATERAL H-3	3,007	184	3,007	184	0	0	On going
17	LATERAL H-4	1,606	72	1,606	72	0	0	On going
18	LATERAL I	1,648	76	1,648	76	0	0	On going
19	LATERAL J	1,200	30	2,849	193	1,649	163	On going
20	LATERAL K	1,300	34	2,302	197	1,002	163	On going
21	LATERAL L	2,360	43	2,360	370	0	327	On going
22	LATERAL L-1	1,000	31	2,114	155	1,114	124	On going
23	LATERAL M	1,702	83	1,702	83	0	0	On going
24	LATERAL N	2,500	38	3,510	240	1,010	202	On going
26	LATERAL N-1	1,120	63	1,120	63	0	0	On going
27	LATERAL N-2	1,000	28	1,921	114	921	86	On going
28	LATERAL O	1,400	27	4,542	214	3,142	187	On going
29	LATERAL O-1	0	0	2,320	247	2,320	247	On going
30	LATERAL O1-1	0	0	1,077	88	1,077	88	On going
31	LATERAL O-2	0	0	1,210	105	1,210	105	On going
32	LATERAL O-3	0	0	1,794	80	1,794	80	On going
33	LATERAL P	1,488	146	1,488	146	0	0	On going
Total		69,446	3,925	107,274	7,154	37,828	3,229	
Total (on going portion)		57,480	3,110	72,719	4,882	15,239	1,772	
Total (Reaming portion)		11,966	815	34,555	2,272	22,589	1,457	

出典: NIA PMO of MMIP-2

注: Case-1 : 灌漑対象面積を 3,688ha として一部の水路を建設しない案、
Case-2 : 灌漑対象面積を 6,590ha として全ての水路を建設する案



Station		Q	V	A	b	d	D	Dc	R	TR	TL	Ss	S	n
From	to	m ³ /s	m/s	m	m	m	m	m	m	m	m			
0+000	1+867	5.80	0.92	6.29	2.80	1.47	2.10	1.80	0.90	4.00	2.00	1.0	0.00025	0.0016
1+867	4+911	5.26	0.90	5.83	2.60	1.44	2.00	1.70	0.87	4.00	2.00	1.0	0.00025	0.0016
4+911	9+018	5.06	0.89	5.65	2.50	1.40	2.00	1.70	0.86	4.00	2.00	1.0	0.00025	0.0016
9+018	11+586	4.84	0.88	5.47	2.50	1.40	2.00	1.70	0.86	4.00	2.00	1.0	0.00025	0.0016
11+586	17+198	3.31	0.86	3.85	2.10	1.17	1.70	1.50	0.71	4.00	2.00	1.0	0.00030	0.0016
17+198	22+789	3.05	0.84	3.61	2.00	1.15	1.60	1.40	0.69	4.00	2.00	1.0	0.00030	0.0016

Source: NIA PMO of MMIP-2

Note: Q: Discharge, V: Velocity, A: Flow area, b: Canal bed width, d: water depth, D: canal depth, TR: Width of right canal bank, TL: Width of left canal bank, Ss: Slope of canal side slope, S: Slop of canal, n: Coefficient of friction

図 4.3.8 幹線水路 MC-2 の標準断面図



MC-2&MC-3 の分岐地点。この地点の水路堤防の高さは灌漑用水を 22.8km 先まで運ぶため約 8.5m ある。



幹線水路はコンクリートライニングが計画されている。写真は MC-2、MC-3 に接続する RMC-1 EXT-1 である。

4.3.4 排水改善コンポーネント

LMSA の排水路システムは、11 本の幹線排水路と 31 本の支線排水路で構成されている (図 4.3.9 および表 4.3.7 参照)。幹線排水路 27.9km、支線排水路 24.7km、Façade 排水路 14.7km、Kalawag 排水路 8.5km、総延長は合計 75.8km である。灌漑対象地域の設定に関わらず、LMSA 全体の排水改善のため全排水路を建設する。なお、LMSA の低平地は Pulangi 川の洪水位よりも低いため、排水路と Pulangi 川との合流地点では逆流防止のため、フラップゲートを有する排水樋門を設置する。

表 4.3.7 LMSA の排水路と掘削量

No.	Drainage Canal	Length (m)	Excavation (m3)	Remarks
1	Lateral Drainage Canal A (LDC-A1)	547	1,283	Remaining
2	LDC-A2	1,079	3,833	Remaining
3	LDC-A3	1,275	3,165	Remaining
4	LDC-A4	882	5,478	Remaining
5	LDC-B1	2,746	11,727	Remaining
6	LDC-B2	1,941	8,437	Remaining
7	LDC-B3	651	2,092	Remaining
8	LDC-C1	1,082	4,425	Remaining
9	LDC-C2	874	3,378	Remaining
10	LDC-C3	1,161	7,711	Remaining
11	LDC-C4	689	1,554	Remaining
12	LDC-D1	1,760	4,840	On going
13	LDC-D2	1,220	3,303	On going
14	LDC-D3	940	1,674	On going
15	LDC-F	3,116	15,831	On going
16	LDC-H1	1,824	7,680	Remaining
17	LDC-H2	1,091	4,722	Remaining
18	LDC-H3	883	1,166	Remaining
19	LDC-H4	896	1,449	Remaining
20	Main Drainage Canal A (MDC-A)	4,540	61,070	
21	MDC-B	4,294	102,797	Remaining
22	MDC-C	2,871	56,366	Remaining
23	MDC-D	2,412	19,270	On going
24	MDC-E	2,562	8,109	On going
25	MDC-F	3,116	15,866	On going
26	MDC-G	2,871	7,137	On going
27	MDC-H	2,296	21,289	Remaining
28	MDC-I	1,908	6,341	Remaining
29	MDC-J	1,066	2,083	Remaining
	Sub-total of MDC	27,936	300,328	
	Sub-total of LDC	24,657	93,748	
30	FAÇADE DRAIN	14,748	1,288,535	Remaining
31	KALAWAG CREEK	8,460	675,077	On going
	Total	75,801	2,357,688	
	on going	30,997	812,177	
	Remaining Portion	44,804	1,545,511	

出典: NIA PMO of MMIP II

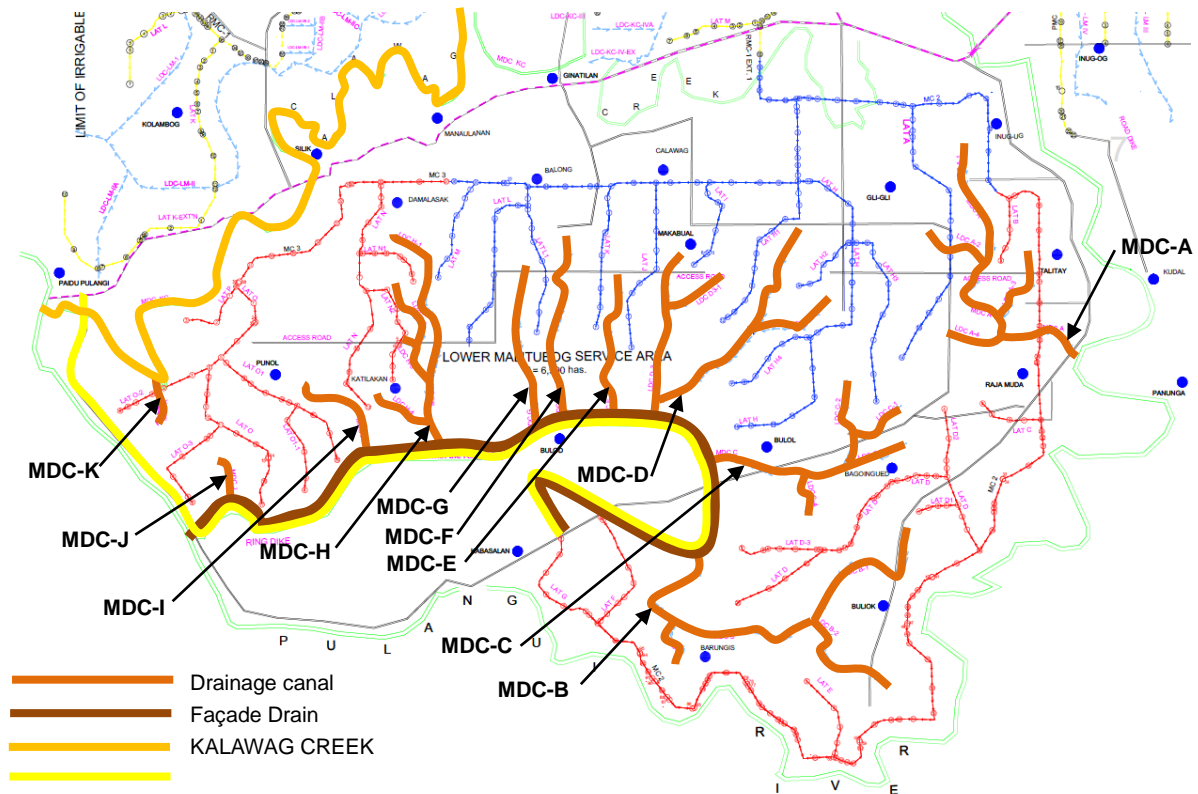


図 4.3.9 LMSA の排水システム

出典: NIA-PMO, JICA 調査団



排水能力を向上させるために 2011 年に掘削した支線排水路 (LDC-PR-III) (写真は NIA-PMO の提供)



排水路が灌漑水路を横断するための設備 (MC-3 の 0 + 120 地点の排水管) (写真は NIA-PMO の提供)

4.3.5 洪水湛水による水路損傷に対する防止策

ケース 2 については、LMSA の全灌漑水路を建設することから、湛水地域を通る土水路は湛水や洪水の浸食を受けやすく、大きな損傷を防ぐための対策が必要である。よって、1) 水路盛土の天端嵩上げ、2) 水路盛土の法面保護工の追加、3) 水路のコンクリートライニング、4) Lateral 水路末端や圃場内水路での土水路からコンクリート水路への変更等を追加する。

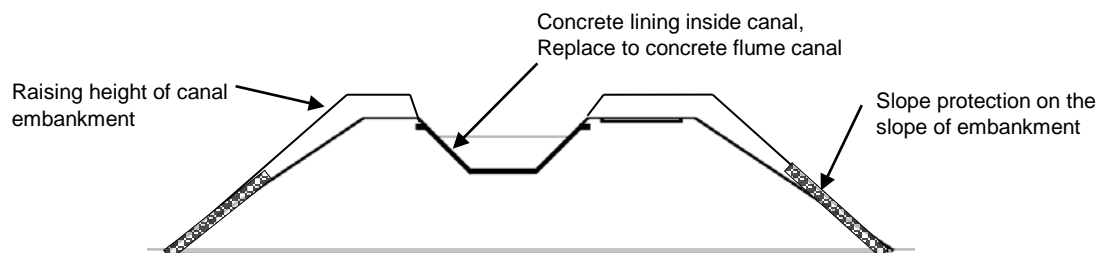


図 4.3.10 洪水湛水による水路損傷に対する防止策

4.3.6 LMSAに係る灌漑開発および排水改善コンポーネントの建設費用

LMSA における2つの選択肢、湛水域を考慮した LMSA 北側で 3,688ha のみを灌漑開発対象とした案（ケース1）、当初計画通り LMSA 全域で 6,590 ha の灌漑開発対象とした案（ケース2）、この両案における ha 当たりの灌漑開発費用を比較するため、土木工事の直接工事費を積算した。

表 4.3.9 に示すように、LMSA の灌漑開発の総費用は、ケース1で ████████ PhP (██████ 円)、ケース2で ████████ PhP (██████ 円) である。ケース1では 3,688ha の灌漑面積が開発されるので、1ha 当たり灌漑開発費は ████████ PhP (██████ 円) になる。一方、ケース2では 5,950 ha の灌漑面積が開発されるので、1 ha 当たり灌漑開発費は ████████ PhP (██████ 円) になる。

表 4.3.8 LMSA の灌漑開発に係る土木工事の比較

No	Item	Portion	Original Plan		Case-1		Case-2		Difference between Case-1 & 2	
			(M. Peso)	(M. JPY)	(M. Peso)	(M. JPY)	(M. Peso)	(M. JPY)	(M. Peso)	(M. JPY)
1	Construction of the MC-2	On going	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
		Remain	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
2	Construction of the MC-3	On going	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
		Remain	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
3	Construction n of the Lateral, MC-2	On going	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
		Remain	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
4	Construction of the Lateral, MC-3	On going	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
		Remain	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
5	Construction of the Main Drainage (MDC)	On going	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
		Remain	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
6	Construction of the Main Drainage (LDC)	On going	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
		Remain	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
7	FAÇADE DRAIN	On going	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
8	KALAWAG CREEK	On going	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
9	Protection Dike	Remain	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
10	Ring Dike	Remain	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
11	Countermeasure for the damage of canal by flood	Additional					██████	██████	██████	██████
Total	Whole	On going	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
		Remain	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
Irrigable area (ha)	Whole	On going	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
		Remain	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
Irrigable area in dry and rainy season (ha)	Whole	On going	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
		Remain	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
Unit cost per irrigable area (000 Peso/ha) (000 JPY/ha)			██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
Unit cost per irrigable area of dry and rainy season (000 Peso/ha) (000 JPY/ha)			██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████

データ出典: NIA PMO of MMIP-2

- 注: 1) Original plan は堤防建設(基礎処理案は考慮せず)を含んでいた当初の事業計画
 Case-1: 洪水湛水域を考慮して LMSA の灌漑開発対象を 3,688ha とし、灌漑水路の一部を建設しない場合
 Case-2: LMSA の灌漑開発対象を当初通り 6,590ha とし、灌漑水路を全線建設する場合
 2) 灌漑水路構造物および排水路構造物の工事費は、それぞれ灌漑水路および排水路の工事費に含まれている。

4.3.7 灌漑システムの運営維持管理

MMIP I で建設された灌漑システムの運用および施設の維持管理は、NIA Region XII 事務所の Cotabato 灌漑管理事務所の運営維持管理部門に属する MRIS 管理事務所が担っている。MMIP II 事業の施設についても工事完了後、全ての施設が PMO から MRIS 管理事務所へと引き渡される。

表 4.3.9 に、MRIS 管理事務所の現在の職員数を示す。職員数の不足による O&M への制約は実施機関からは報告されていないが、事業完了後は、現在の約 2 倍の灌漑面積に拡大されるため、対象エリアの規模や作業量に応じて人員を増やす必要がある。

表 4.3.9 Maridagao River Irrigation System (MRIS)に係る管理スタッフの事業完了後の増員計画

Nr	Title	Major Responsibilities	Planned	Appointed	Future Plan
1	Principal Engineer A	Direct supervision of the implementation and O&M	1	1	1
2	Senior Engineer A	Assistance in supervisory activities	1	1	1
3	Senior Irrigators Development Officer	Training/capacity building, strengthening of Irrigators' Associations	1	1	2
4	Senior Water Resources Facilities Technician	Maintenance of machinery and other mechanical equipment	4	4	4
5	Collection Representative A	Collection of irrigation service fees, developing plans and strategies to improve collection rates	1	1	0
6	Plant Electrician B	O&M of plant electrical system	1	1	1
7	Heavy Equipment Operator	Operation of heavy equipment	1	1	2
8	Accounting Processor A (Billing Check)	Accounting	1	1	1
9	Industrial Security Guard A	Safeguarding of properties, facilities and compounds	4	4	4
10	Data Encoder	Data input related to various acquired data and information	1	1	1
11	Driver Mechanic B	Mechanic maintenance and driving service	1	1	2
12	Water Resources Facilities Operator B	Operation of gates to regulate amount of water to store/needed	3	3	10
13	Utility Worker	Office maintenance	1	1	1
Total			21	21	30

出典: NIA-Region XII organizational structure and it's authorized positions (as of May 2017)

注: Future plan は調査団の提案である。

MRIS 管理事務所は、灌漑用水路、排水路、維持管理用道路の維持管理のため、表 4.3.10 に示す維持管理機材を自前で所有している。MRIS 管理事務所によると、現在の所有台数では、全ての施設の維持管理に対して維持管理機材が不足しており、2017 年に MRIS 管理事務所に引き渡される UMSA の維持管理を考慮すると、維持管理機材の追加が必要との事である。表 4.3.11 に MRIS 管理事務所が要望している維持管理機材を示す。

表 4.3.10 MRIS 管理事務所が所有する維持管理機材

No	item	Specification	Year of procurement	unit	Quantity
1	Dump Truck	Nissan Dump Truck, UD model CPC14HHLT	2004	unit	2
2	Backhoe	Hydraulic Walking Excavator, Euromack Mdl, 650M, wheeled type, hydraulic operated Kubota Engine, Model V3300 turbocharged, 80HO at 2200 rpm, fully air-conditioned	2001	unit	1
3	Grade	Komatsu Model GD510R Hydraulic operated Kumatsu diesel engine Model S6D95L 125 HP	2002	unit	1
4	Loader	Front end loader, Furukawa FL 150-1, 6BD1 engine	2002	unit	1
5	Crane			unit	1

出典: MRIS Management Office

表 4.3.11 MRIS 管理事務所が要望している維持管理機材

No	Item	Specification	unit	Quantity
1	Dump Truck	332HP(246kW), Loading Cap. 10 ton	unit	6
2	Hydraulic Excavator	Bucket 0.8m3(0.6m3), 20 ton	unit	1
3	Hydraulic Excavator	Bucket 0.4m3(0.3m3), 22 ton	unit	1
4	Motor Grader	120 HP (89kW), 10 ton	unit	1
5	Wheel Loader (Front-End Loader)	Bucket 1.3~1.4m3, 6.9 ton	unit	1
6	Compactor (Tamping Roller)	10 ton, Vibratory	unit	1

出典: JICA 調査団

注: 維持管理機材の項目と台数は、要請に基づき JICA 調査団が計画した。

4.3.8 水利組合（IAs）および灌漑管理移管（IMT）

灌漑施設の整備と併せて、末端地区まで灌漑用水を確実に供給するためには、施設の運営維持管理（O&M）が極めて重要となる。灌漑システムの上流・中流・下流のいずれにおいても灌漑の効果を均等に発現させるためには、灌漑管理移管（IMT: Irrigation Management Transfer）を通して NIA および受益農民組織が共同して施設を運営・管理していくことが一つの解決策となる。

IMT の主な利点は、受益者志向の灌漑管理がなされること、灌漑管理にかかる政府人員の削減と費用の削減が可能である事が挙げられる。支線水路の末端施設の状況やニーズに対して、灌漑施設を利用する受益農民が直接関わる事が可能となる。灌漑施設の簡易なメンテナンスを受益農民自らが繰り返す事で、政府が行う灌漑施設の大規模な改修工事の頻度を減らす事が可能となる。

幹線水路、大規模な支線水路、大規模支線水路の一部および灌漑施設は原則として NIA によって管理され、小さい支線水路（Lateral）、サブ支線水路、分土工、圃場水路の管理は農民組織である水利組合により実施されることとなる。なお、管理範囲は水路延長や灌漑面積によって NIA と協議調整することが必要である。

以下の表は MMIP の灌漑地区に既に設立された水利組合の概要を示している。水利組合（IAs）の平均灌漑面積は 350 ha であり、平均 266 人の農民が参加している。この規模の水利組合は、分土工掛かりグループ（TSAG : Turnout Service Area Group）から始まる組織構造がしっかりしている場合、管轄範囲の運営維持管理が可能と思われる。MSA の TSAG 総数が 174 個、MSA の IAs 総数が 11 個であることから、一つの水利組合は平均 16 個の TSAG を持つことになる。

表 4.3.12 水利組合と分土工掛かりグループ

No	Name of IA	Service Area	Service Area, ha	Membership	Area/ FHH	Remarks	No. of TSAG
1	Gagdanen Baya	MSA	349	379	0.92	MMIP I	174
2	Tafia	MSA	211	180	1.17	MMIP I	
3	Katingkongan	MSA	395	400	0.99	MMIP I	
4	Morning Light	MSA	378	240	1.57	MMIP I	
5	Basbia	MSA	437	330	1.32	MMIP I	
6	Mansapa	MSA	202	200	1.01	MMIP I	
7	Kipan	MSA	377	330	1.14	MMIP I	
8	Nasgia	MSA	215	185	1.16	MMIP I	
9	MRIS IA DIV. 5 Inc.	MSA	904	134	6.75	MMIP I	
10	Nasfia	MSA	168	165	1.02	MMIP I	
11	MRIS Div. 6	MSA	354	202	1.75	MMIP I	16
12	Edufia	UMSA (P1)	186	124	1.50	MMIP I	
13	Bagonabati	UMSA (P1)	642	680	0.94	MMIP I	
14	Balatican	UMSA (P1)	398	333	1.20	MMIP I	
15	Crislam, 1/	UMSA (P2)	339	316	1.07	MMIP II	
16	Nalapani, 1/	UMSA (P2)	52	62	0.84	MMIP II	
Total			5,608	4,260	1.32		
Average			350	266	1.32		
No.	Service Area	Stage	Area, ha	No. of Laterals	Ave Area/ IA	Memberships/ IA	No. of TSAG
1	Upper Malitubog	MMIP II	2,958	11	269	204	-
2	Pagalungan Ext.	MMIP II	988	3	329	250	28
3	Lower Malitubog	MMIP II	6,590	16	412	313	262
			to add +	3	347	263	No./IA
Total/ Average of MMIP II			10,536	33	319	243	14

注: 1/ Crislam IA および Nalapani IA は MMIP II の UMSA に含まれる。これらは表下部の Upper Malitubog に含まれている（表下部 No.1 参照）。

出典: JICA 調査団

MMIP II の灌漑地区に関しては、UMSA における水利組合の設立はほぼ完了しており、1つの水利組合が所有する灌漑面積の平均は 269ha、組合員数の平均は 204 人となる。PESA、LMSA では

現在水利組合を設立しているところである。PESA には 3 つの支線水路があるので、現在 3 つの水利組合を設立中である。

LMSA では、6,590 ha の灌漑面積に対して計 16 個の支線水路がある。支線水路毎に水利組合を割り当てると 16 の水利組合を設立することになるが、1 つの水利組合が所有する灌漑面積の平均は 412 ha になり、組合員数の平均は 313 人になる。この規模は農家グループが管理するには少々大きいと思われるため、大きな支線水路 (Lateral-D、H、O) は 2 つに分割されるべきである。結果、計 19 の水利組合となり、組合員数の平均は 263 人、灌漑面積の平均は 347 ha となる。

水利組合の設立手順は次のとおりである。分土工位置の確認、農家を巻き込んでの受益者のリストアップ、地籍図の更新、水利組合活動の紹介等の手続きは、灌漑施設の建設と並行して開始することが望ましい。このプロセスでは、NIA-PMO と農民が主な実施主体として行動することが必要となる。水利組合設立の全プロセスには約 1~2 年が必要となる。

- 1) 分土工の位置確認
- 2) 各分土工の利用者のリストアップ
- 3) 水利用者に対する水利組合の紹介
- 4) 分土工掛かりのグループ設立 (TSAG の設立) 責任者、共同責任者の決定
- 5) 全 TSAG の責任者による第 1 回の会合の開催 (Board of Directors: BOD 設立)
- 6) 全水利組合員 (General Assembly: GA の設立) による第 1 回総会の開催
- 7) 選ばれた 5~8 人の役員 (Management Board: MB スタートアップ) による第 1 回会合の開催
- 8) 企画委員会の第 1 回会合 (Planning Committees 立ち上げ)
- 9) 第 2 回総会会合 (水利組合としての活動の承認と立ち上げ)
- 10) 水利組合の法的登録の準備
- 11) O&M その他の研修

4.3.9 MMIP II 後の将来計画

1) MMIP I の灌漑施設の改修

MMIP I は 1990 年に工事が開始されて 2011 年に完成したが、プロジェクト開始時に建設された施設は既に 20 年以上が経過しており、補修や改修が必要な施設がある。MRIS 管理事務所が挙げている改修項目、および調査団の現地調査による改修項目を表 4.3.13 に示す。

表 4.3.13 MMIP I 地区の灌漑・排水施設の改修項目

No	Proposed Item	Description	Recommendation
1	Construction of shade to the gate lifting mechanisms (at diversion dam)	To protect the gate lifting mechanism at 8 spillways from rain & sunlight to avoid immediate drying up of greasing & oiling	To be included in Japanese ODA Loan
2	Installation of trash rack at the entrance of 3 intakes (at diversion dam)	To avoid accumulation of debris that slows down the distribution of water.	To be included in Japanese ODA Loan
3	Repair and rehabilitation of riprap of the tail end of wing dike (at diversion dam)	To avoid scouring of riprap.	To be included in Japanese ODA Loan
4	Painting of the dam & accessories (at diversion dam)	To prevent some accessories from rusting.	To be included in Japanese ODA Loan
5	Repair & Rehabilitation of Drainage Canal (LDC- PR II) Construction of the additional new drainage canal from lateral a-1 to Pulangi River	Frequent flooding This will enhance the water to flow smoothly & prevent submergence of the Irrigation area. Service area of Bagonabati IA	To be included in Japanese ODA Loan
6	Improvement of existing drainage to be	To prevent frequent flooding of the area from	To be included in

No	Proposed Item	Description	Recommendation
	provided 3 unit control gates at MDC-2. Extension of canal at Lateral I-2.	MDC-2 (target area 46ha) Service area of Tafia IA	Japanese ODA Loan
7	Construction of the farm canal (MFD, SFD) and turn out and farm structure Lateral D (1- unit Turn out; 4.80 km MFD) Lateral D-1 (2.5 km. MFD) Lateral D-4 (2- units T.O; 3 km. MFD) Lateral C (3.4 kms. MFD) Lateral A-2 (1.20 kms. MFD) Lateral A (2.50 kms. MFD) Lateral A1-1 (1- unit T.O; 2.00 kms. MFD)	Some of the area after the construction of MDC-1 was not irrigated due to lack of irrigation facilities. Service area of Nasf IA, Nasf IA Mrisia div. 5 IA, Kipan IA Mansapa IA, Basbia IA Morning light IA	To be included in Japanese ODA Loan
8	Rehabilitation/improvement of the service roads along canals (141.191 km)	Most of the service roads for OM of the irrigation facilities were damaged due to earth road	To be included in Japanese ODA Loan
9	Rehabilitation of canal structures (Steel gates for Head gates and Turn-outs)	Some of gates and turn-outs lack lifting mechanism, steel plate frames and other gates accessories which are vital for O&M especially in water distribution activities.	To be included in Japanese ODA Loan
10	Improvement of the canal by lining MC-2 (no lining portion): 2.0 km RMC-1 (no lining portion): 0.980 km. Laterals (unlined canal): 10 km	To enhance smooth delivery and distribution of water to irrigated areas and reducing water convey loss, unlined canals will be lined.	To be included only MC-2, RMC-1 in Japanese ODA loan

出典: JICA 調査団

2) MMIP II の灌漑施設の改善

NIA-PMO は、維持管理の負荷を軽減するために、Lateral 水路にコンクリートライニングを実施したいと考えている。さらに、LMSA 全域で 6,590ha の灌漑開発を行う場合、土地収用等の間接費を含めて、灌漑用水路、排水路、水路の洪水被害防止対策工全てを建設するには残予算では不十分である。最初に除かれるのは水路の洪水被害防止対策工となり、次に一部の排水路が外されることとなる。一部の灌漑水路も下流部分については、建設費の増加等によって外されることもありうる。そうした事業から外されたコンポーネントは、他の将来のプロジェクトで実施する必要がある (表 4.3.11 参照)。

表 4.3.14 MMIP II で建設された施設の改善計画

No	Proposed Item	Description
1	Upgrading of Lateral Canal in UMSA, LMSA and PESA	Canal Lining will be introduced to Lateral canals to reduce the maintenance load. Lateral Canals at LMSA (Total Length = 22 km) Lateral Canals at LMSA (Total Length = 82 km) Lateral Canals at PESA (Total Length = 8.8 km)
2	Countermeasure for the damage of irrigation canals by flood	1) Raising height of canal embankment, 2) slope protection on the slope of embankment, 3) concrete lining inside canal and 4) replacement to the concrete flume canal at end portion of Lateral canals and field canals from the earth canal.
3	Construction of the cancelled works which are planned to construct under MMIP II	D/S portion of irrigation canals and canal structures Some drainage canals and drainage structures Improvement of maintenance road
4	Rehabilitation of damaged irrigation and drainage facilities constructed under MMIP II	Some of the facilities will be damaged after starting operation for some years and will be repaired. In case of minor damage, it will be repaired by MRIS maintenance office by using annual budget In case of large damage, It will be rehabilitated of replaced

出典: JICA 調査団

3) 維持管理機材の調達

MRIS 管理事務所は、灌漑用水路、排水路、維持管理用道路の維持管理のため、自前の維持管理機材を所有している。MRIS 管理事務所によると、現在の所有台数では全ての施設の維持管理に対して維持管理機材が不足しており、2017 年に MRIS 管理事務所へ引き渡される UMSA の維持管理を考慮すると、維持管理機材の追加が必要である。表 4.3.15 に示した維持管理機材は、将来

の調達来計画として考慮する必要がある。

表 4.3.15 維持管理機材の将来調達計画

No	Item	Specification	unit	Quantity	Remark
1	Dump Truck	332HP(246kW), Loading Capa. 10 ton	unit	6	NIA's Request
2	Hydraulic Excavator	Bucket 0.8m3(0.6m3), 20 ton	unit	1	NIA's Request
3	Long Armed Hydraulic Excavator	Bucket 0.4m3(0.3m3), 22 ton	unit	1	NIA's Request
4	Motor Grader	120 HP (89kW), 10 ton	unit	1	NIA's Request
5	Wheel Loader (Front-End Loader)	Bucket 1.3~1.4m3, 6.9 ton	unit	1	NIA's Request
6	Compactor (Tamping Roller)	10 ton, Vibratory	unit	1	NIA's Request
7	Track Dozer	90HP (67kW), 10 ton	unit	1	Recommend
8	Hydraulic Excavator	Bucket 0.28m3(0.20m3), 7 ton	unit	4	Recommend
9	Steel Wheel Static Roller	76HP (56kW), 3 Wheels, 10~12t	unit	1	Recommend
10	Vibratory Roller	Hand Guide, 12HP (9kW), 0.6t	unit	2	Recommend
11	Vibratory Plate Compactor	4HP (3kW), 0.06t	unit	2	Recommend
12	Forklift	41HP(30kW), Loading Capa. 2.0 ton	unit	1	Recommend
13	Generator Set	20 kVA	unit	2	Recommend
14	Concrete Mixer	HP10 (7.5kW), 0.35m3	unit	1	Recommend
15	Concrete Mixer	HP15 (11kW), 0.20m3	unit	1	Recommend
16	Jeep	4 Wheel Drive	unit	2	Recommend
17	Pick-up	2t	unit	2	Recommend
18	Farm Tractor	HP24 (718kW), Crawler (Rear Wheel)	unit	1	Recommend
19	Track Dozer	90HP (67kW), 10 ton	unit	1	Recommend

出典: JICA 調査団

4.4 道路および橋梁の整備

4.4.1 水路管理用道路の整備

表 4.4.1 は既設および本事業（MMIP II）で新規に建設する水路の延長を示している。水路管理用道路は水路に併設されるため、全水路を建設するケース 2 の場合、幹線用水路の管理用道路の総延長は 72 km、支線用水路の管理用道路の総延長は 109 km となる。同様にケース 2 の場合で LMSA に限れば、幹線用水路の管理用道路の延長は 34 km、支線用水路の管理用道路の延長は 73 km となり、総延長は 107 km となる。なお、雨期に水没する灌漑用水路を建設しない場合（ケース 1）についても、表 4.4.1 に示してある（Case-1 欄を参照）。

表 4.4.1 水路管理用道路一覧

No.	Service Area	Canal Type	Length, km			Irrigable area (ha)	Road Density, km/sq.km	
			Case-1 *1)	Case-2 *2)	Difference		Case-1 *1)	Case-2 *2)
1	Upper Malitubog	Main Canal	24.65			2,958	1.94	
		Laterals	23.91					
2	UM Ext.	Main Canal	5.36			988	1.63	
		Laterals	3.36					
3	Pagalungan Ext.	Main Canal	7.44			6,590	1.05	
		Laterals	8.67					
4	Lower Malitubog (LMSA)	Main Canal (No.2)	11.60	22.79	11.19	10,536	1.36	
		Main Canal (No.3)	11.39	11.39	0.00			
		Laterals	46.46	73.10	26.64			
		MMIP II	60.44	71.62	11.19			
		Laterals	82.40	109.04	26.64			
		Grand total	142.84	180.66	37.83			

*1) Case-1: 雨期に水没する灌漑用水路は建設しない計画。

*2) Case-2: すべての灌漑用水路を建設する計画

出典: NIA-PMO, JICA 調査団

4.4.2 水路管理用道路の設計

フィリピン国内の主要な道路（National Road および Provincial Road）の設計・施工監理は DPWH が行っており、DPWH が定めた基本的な道路設計（舗装構成等）に関わる基準・法令等の大部分

は AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) に準拠している。NIA が設計・施工監理する水路管理用道路についても DPWH の基準、すなわち AASHTO の設計手法が採用されているが、水路維持管理用道路などは NIA 独自の基準も設けられている。

1) 砂利舗装の設計

水路管理用道路の舗装は砂利舗装となっており、その舗装厚は DPWH の設計基準に準拠している。表 4.4.2 に示される砂利舗装厚は、道路交通量および下層路盤の品質（土質）に応じて決められている。水路管理用道路の日交通量は 200 台以下と想定される。また、水路堤防を兼ねた路盤材（盛土材）は MMIP II 地区周辺の土取り場から採取されるが、必ずしも良好な土質であるとは限らないため、A4～A7 クラスに分類されると想定する。上記を踏まえ、水路管理用道路の舗装厚は表 4.4.2 に示すように 200mm としている。

表 4.4.2 砂利舗装の舗装厚

Traffic Volume in Both Directions (per day)	Classification of Subgrade Soil *	Recommended Minimum Thickness of Gravel Pavement
< 200	A1, A2, A3 soils or CBR > 7	150 mm
	A4, A5, A6, A7, soils or CBR is between 3 and 7	200 mm
> 200	A1, A2, A3 soils or CBR > 7	200 mm
	A4, A5, A6, A7, soils or CBR is between 3 and 7	250 mm

*一般的にCBRテストは管理用道路の設計・施工にあたっては実施されない。

出典: DPWH Design Guidelines, Criteria and Standards (Volume 4, Highway Design, 2015)

2) 水路管理用道路の標準断面

NIA が管轄する MMIP II 地区内の水路管理用道路は、主として4つのタイプ（標準断面）に分かれている。これらのタイプは灌漑用水路の規模、すなわち設計流量の違いによって分かれており、タイプ別に車道幅員と路肩の幅が決められている（表 4.4.3 参照）。

表 4.4.3 水路管理用道路の幅員

Canal Design Discharge (Q)	Width of Canal Maintenance Road		
	Roadway Width	Shoulder Width	Total Width
Q > 30 (m ³ /s)	5.00m	1.00m (both side)	7.00m
Q = 30 to 10 (m ³ /s)	4.50m	0.75m (both side)	6.00m
Q = 10 to 0.3 (m ³ /s)	3.00m	0.50m (both side)	4.00m
Q < 0.3 (m ³ /s)	2.00m	0.50m (both side)	3.00m

出典: NIA-PMO, JICA 調査団

断面形状の大きい灌漑用水路はメンテナンスや補修に重機（バックホー、ロングアーム・バックホー、ダンプトラック等）が必要となるので、管理用道路の幅員はそれら重機の通行に支障がないよう設定される。一方、小規模な灌漑用水路のメンテナンスや補修は小型の機材（ミニ・バックホーや軽トラック等）、もしくは人力での作業で十分なため、管理用道路の幅員は前者よりも狭くする。

通常の道路では道路表面水（降雨等）を排除するため、道路中心から両端に向かって横断勾配を付けているが（道路横断面が凸形状）、水路管理用道路の場合は、道路表面水の水路への流入を防ぐために、堤外地（水路側）から堤内地（農地等）に向かって 2.0% の一定勾配を付けることとする。すなわち、水路管理用道路の標準断面は、通常の道路とは違った設計思想で計画する。

4.4.3 アクセス道路網と用地買収

NIA-PMOはMMIP II地区内で先行したUMSAとPESAにおいてアクセス道路を建設している。本事業の対象地域となるLMSAにも敷設予定のアクセス道路は3路線あり、ケース2の場合の総延長と用地取得面積は15.945 ha 用地取得は15.945 haが予定されている。このうち、1.65 kmは既設道路を拡幅し、残りの16.80 kmは新規に建設(コンクリート舗装)する計画である。なお、North to South Access Road-1は雨期に水没するため、ケース1においては橋梁も含め、建設しない計画とする。

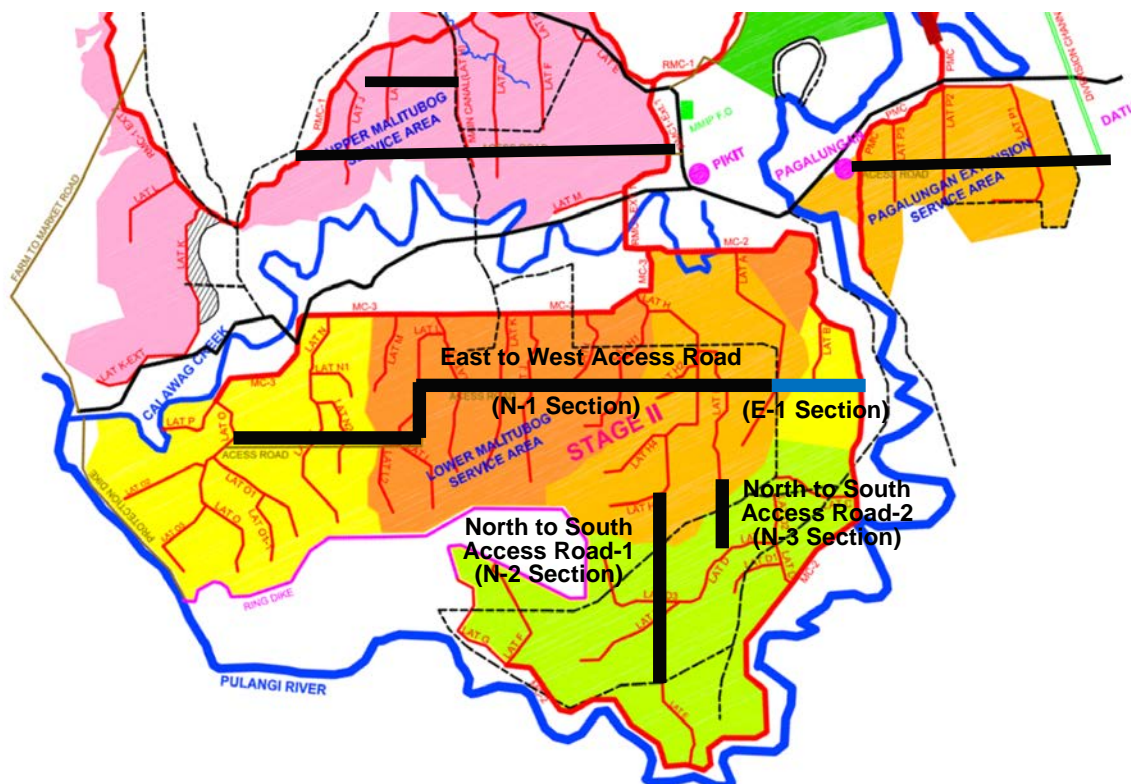


図 4.4.1 Access Road 位置図

出典: NIA-PMO, JICA 調査団

表 4.4.4 アクセス道路リスト (LMSA)

(1) ケース 1 の場合

No.	Road Name	Section of Access Road	Station	Road Length	Width of Acquisition *	Land Acquisition
1-1.	East to West Access Road	E-1 Section (Widening of Existing Road)	No.0+000 ~No.1+650	1,650m (1.65km)	W=2.5 (m) × 2 = 5.0(m) (widening of both sides)	8,250 sq. m
1-2.		N-1 Section (New Construction)	No.1+650 ~No.13+450	11,800m (11.80km)	7.0 (m) +1.0 (m)×2 (both sides)=9.0 (m)	106,200 sq. m
2.	North to South Access Road-1	N-2 Section (New Construction)	No.0+000 ~No.3+500	Non-construction (Located in inundated area)		
3.	North to South Access Road-2	N-3 Section (New Construction)	No.0+000 ~No.1+500	1,500m (1.50km)	7.0 (m) +1.0 (m)×2 (both sides)=9.0 (m)	13,500 sq. m
Total				14,950m (14.95km)	-	127,950 sq. m (12.80ha)

(2) ケース 2 の場合

No.	Road Name	Section of Access Road	Station	Road Length	Width of Acquisition *	Land Acquisition
1-1.	East to West Access Road	E-1 Section (Widening of Existing Road)	No.0+000 ~No.1+650	1,650m (1.65km)	W=2.5 (m) × 2 = 5.0(m) (widening of both sides)	8,250 sq. m

No.	Road Name	Section of Access Road	Station	Road Length	Width of Acquisition *	Land Acquisition
1-2.		N-1 Section (New Construction)	No.1+650 ~No.13+450	11,800m (11.80km)	7.0 (m) +1.0 (m)×2 (both sides)=9.0 (m)	106,200 sq. m
2.	North to South Access Road-1	N-2 Section (New Construction)	No.0+000 ~No.3+500	3,500m (3.50km)	7.0 (m) +1.0 (m)×2 (both sides)=9.0 (m)	31,500 sq. m
3.	North to South Access Road-2	N-3 Section (New Construction)	No.0+000 ~No.1+500	1,500m (1.50km)	7.0 (m) +1.0 (m)×2 (both sides)=9.0 (m)	13,500 sq. m
Total				-	-	159,450 sq. m (15.95ha)

*E-1 Section は、車道の拡幅、路肩、側溝（排水路）および余裕幅（盛土・切土等）として左右に 2.5m 拡幅する。N-1~N3 Section は、道路幅員（車道と路肩：7.0m）と左右の余裕幅 1.0m（側溝（排水路）および余裕幅（盛土・切土等））を見込む。

出典: NIA-PMO, JICA 調査団

4.4.4 アクセス道路の設計

1) アクセス道路の舗装タイプ

Pikit Municipality 内の公道の改修においては、アスファルト舗装ではなく、コンクリート舗装への改修が一般的に行われている。これは、地元の建設会社は主としてコンクリート舗装の施工実績を有していること、また、コンクリート舗装はアスファルト舗装の施工方法に比べて容易であること、その他、現地ではアスファルト舗装材料の入手が比較的困難である等による。

上記に加え、アスファルト舗装のライフサイクルコスト（建設費+メンテナンス費+補修費等）はコンクリート舗装に比べると割高になる傾向がある。それゆえ、DPWH や地方政府がアスファルト舗装の導入を検討する場合には、公共の利益や将来の交通需要の見通しを考慮し、交通量の多い道路や病院・学校等の公共施設に通じる道路を優先的に選定している。これらに鑑み、MMIP II 地区内のアクセス道路はコンクリート舗装として計画する。

2) アクセス道路の標準断面

地方政府管轄の地方道は DPWH の設計基準に則って設計されている。将来的に地方政府に移管されるアクセス道路の設計は、地方道と同様に DPWH の設計基準に準拠して行う必要がある。DPWH の設計基準では、フィリピン国内の主要な道路舗装形式を“Flexible（アスファルト舗装）”、“Rigid（コンクリート舗装）”、“その他舗装（未舗装、土舗装、砂利舗装等）”に 3 分類している。以上より、アクセス道路は“Rigid（コンクリート舗装）”の設計基準（DPWH 基準）に従うこととする。標準断面を以下に示す。

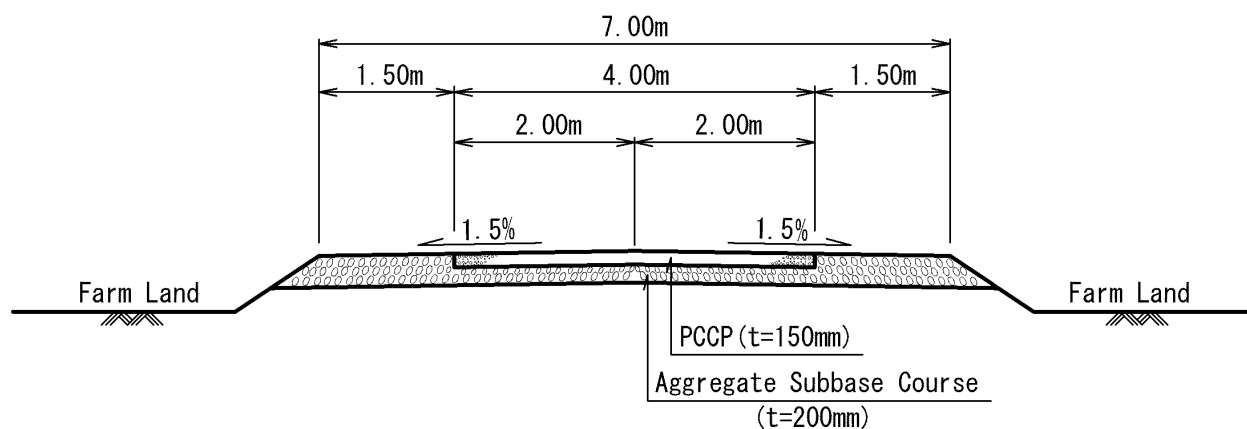


図 4.4.2 アクセス道路の標準断面

出典: DPWH (Department Order No.11, Series of 2014), JICA 調査団

4.4.5 アクセス道路の橋梁配置計画

East to West Access Road の路線は灌漑用水路 12 路線と排水路 10 路線と交差し、North to South Access Road-1 および 2 の路線も複数の灌漑用水路および排水路と交差する計画である。また、アクセス道路は、プロジェクト地区全域に張り巡らされている各圃場の小排水路網も縦断する計画となっている。これら用水路および排水路と交差する横断構造物（コンクリート橋、鋼製桁橋、コンクリートボックスカルバート、横断管等）の構造形式は、過年度の施工実績等を考慮して決定する。

通常、比較的大規模な用水路と排水路は、安全に灌漑用水・排水・洪水を流下させるために橋梁形式を採用している。また、コンクリートボックスカルバートや横断管（コンクリート）は比較的中小規模の用水路と排水路で用いられることが多い。なお、各圃場の小排水路との横断部構造は、ほとんどの場合、横断管（コンクリート管）で十分と考えられる。次図にケース 2 におけるアクセス道路の橋梁および横断工の位置を示す。

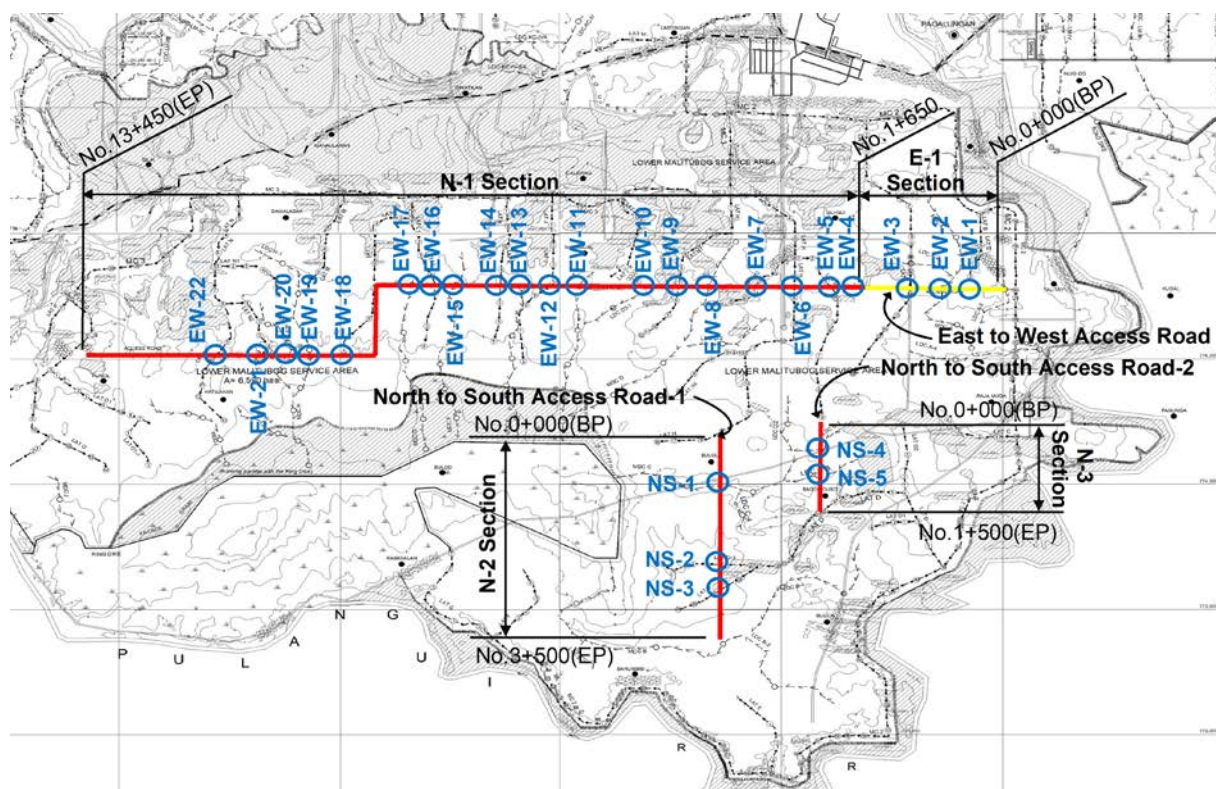


図 4.4.3 アクセス道路位置図 (ケース 2)
出典: JICA 調査団

第5章 事業費および事業実施体制

(本章の一部情報は、今後フィリピン国内で調達手続き予定であるため、3年間の間、非公表)

5.1 事業コンポーネントおよび実施機関

本事業の実施にあたっては、NIA が主実施機関、農業省管轄の ATI が副実施機関となる。表 5.1.1 は、2019 年以降に実施予定の MMIP II 事業および将来に必要な各コンポーネントをまとめたものである。NIA および ATI は、下表の各コンポーネントに関連して生ずる工事費、その他、用地取得、管理費および税金等にかかる間接費のコストを負担することになる。なお、将来計画としては、老朽化した MMIP I 地区と早期に建設された MMIP II 地区の灌漑・排水施設のリハビリ、そして、維持管理に必要なメンテナンス機材の調達为主要なコンポーネントとなる。

表 5.1.1 MMIP II 事業コンポーネントと実施機関

No.	Component	Sub-component	Agency
1	Irrigation and Drainage Development	1-1. Construction of MC 2 1-2. Construction of Lateral Canals under MC 2 1-3. Construction of MDCs 1-4. Construction of LDC 1-5. Construction of FAÇADE drain 1-6. Flood Protection Works (canal slope protection, etc.) 1-7. Urgent Works for MMIP I Area (gates and drainages, etc.)	NIA
2	Distribution Infrastructure Improvement	2-1. Access Road (intra-site road) Construction 2-2. Bridge Construction (along access road)	NIA
3	Agriculture & Extension Development	3-1. Technical Assistance for Irrigated Rice Production 3-2. Enhancement of Agriculture Extension Services at Municipality Level 3-3. Development of Seed Production	ATI
4.	Other Related Activities	4-1. Parcellary Mapping/ Survey 4-2. Institutional Development Program (IA establishment) 4-3. Field Support for Supervision and Monitoring 4-4. Project Service Facilities 4-5. Detailed Engineering 4-6. Other Administrative Works	NIA
MMIP III	In future, to be required 将来計画	III-1. Rehabilitation of MMIP I Area (MSA & UMSA) III-2. Improvement of MMIP II Area (UMSA, LMSA and PESA) III-3. Procurement of Machineries (for maintenance)	NIA

出典：JICA 調査団

5.2 事業コンポーネント別の調達方式

事業コンポーネント別の調達方式を表 5.2.1 に示す。調達方式の計画にあたり、以下の事項を考慮する。

- 1) 幹線・支線用水路、排水路、アクセス道路の建設、洪水対策（水路護岸の補修等）工事および MMIP I & II 事業施設の改修工事は、主として LCB を予定するが、小規模な工事においては直営工事（Direct Force Account: DFA）を予定する。
- 2) NIA-PMO 実施による地籍図作成、測量、IA 設立、施工管理とモニタリング、また NIA-PMO による実施設計（表中 4-1～4-6 参照）、加えて ATI による農業普及（表中 3. Agricultural & Extension Development）は直営（Direct Force Account: DFA）方式を予定する。
- 3) 将来必要となる維持管理用建設機械の調達は、LCB を予定するが、フィリピン国外からの調達が必要な機材については ICB とする。

表 5.2.1 事業コンポーネント別の調達方式

No.	Component	Sub-component	Procurement
1	Irrigation and Drainage Development (NIA)	1-1. Construction of MC 2	LCB
		1-2. Construction of Lateral Canals under MC 2	LCB
		1-3. Construction of MDCs	LCB

No.	Component	Sub-component	Procurement
		1-4. Construction of LDCs	LCB
		1-5. Construction of FAÇADE drain	LCB
		1-6. Flood Protection Works (canal slope protection, etc.)	LCB
		1-7. Urgent Works for MMIP I Area (gates and drainages etc.)	DFA/LCB
2	Distribution Infrastructure Improvement	2-1. Access Road (intra-site road) Construction	LCB
		2-2. Bridge Construction (along access road)	LCB
3	Agriculture & Extension Development	3-1. Technical Assistance for Irrigated Rice Production	DFA
		3-2. Enhancement of Agriculture Extension Services at Municipality Level	DFA
		3-3. Development of Seed Production	DFA
4	Other Related Activities	4-1. Parcellary Mapping/ Survey	DFA
		4-2. Institutional Development Program (IA establishment)	DFA
		4-3. Field Support for Supervision and Monitoring	DFA
		4-4. Project Service Facilities	DFA
		4-5. Detailed Engineering	DFA
		4-6. Other Administrative Works	DFA
MMIP III	In future, to be required 将来計画	III-1. Rehabilitation of MMIP I Area (MSA & UMSA)	LCB
		III-2. Improvement of MMIP II Area (UMSA, LMSA and PESA)	LCB
		III-3. Procurement of Maintenance Machineries	ICB/LCB

出典: JICA 調査団

5.3 事業実施スケジュール

5.3.1 季別の実施スケジュール

事業対象地域では、年間を通じて降雨があることから施工の作業効率が低くなると同時に、雨期のピークでの施工は困難である。また、LMSA 南部では、Pulangi 川からの洪水の侵入が考えられ、この地域で予定されている灌漑水路および排水路の建設工事では、非常に短い期間での施工が必要である。季別の実施スケジュールを以下に示す。

表 5.3.1 期別の実施スケジュール

Component	Agency	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Rainfall	100mm												
	50mm												
	0mm												
1. Irrigation and Drainage Development													
(1) Construction of MC 2/ Laterals under MC 2	NIA												
(2) Construction of MDCs/ LDCs/ FAÇADE drain	NIA												
(3) Flood Protection Works (canal slope protection, etc.)	NIA												
(4) Urgent Works for MMIP I Area (Gates and drainages etc.)	NIA												
2. Distribution Infrastructure Improvement	NIA												
3. Agriculture & Extension Development Activities	ATI												
4. Other Supportive Activities (IA establishment, etc.)	NIA												

出典: JICA 調査団

Construction/ implementation can be done.

灌漑・排水施設および道路・橋梁の工事は、9月から5月までの施工を想定する。9~11月の間は主として工事準備に充てる。また、水利組合 (IA) 設立や農業普及などの支援活動については、LMSA の一部において雨期にアクセスの困難があるものの、年間を通じた活動が可能である。

5.3.2 全体の実施スケジュール

事業全体の実施期間については、LMSA に係る残事業の事業開始を 2019 年度と想定し、2022 年度の完工 (4 年間) として計画する。なお、NIA-PMO が実施する灌漑・排水施設および Access Road (橋梁含む) の調査・詳細設計の一部および 2019 年度発注の入札準備 (LCB) は、2018 年内に完了させる必要がある。また、用地買収や農業普及サービスの手続きおよび準備等についても必要に応じて建設工事開始前に開始することとする。

5.4 事業費積算と支出計画

5.4.1 事業費の積算条件

各コンポーネントの事業費積算にあたっての基本事項および積算条件は以下の通りである。

- 1) 灌漑・排水施設：事業費の大部分は新規の用水路（Main Canal No.2 とその支線水路）、新規の排水路（幹線排水路とその支線排水路）が占める。また、用水路の補修（洪水による浸食等）、取水施設や水位調整施設等のゲート補修、排水路施設および MMIP I 事業地区の灌漑施設の補修（緊急性の高いもの）も含まれている。
- 2) アクセス道路：過去の MMIP 事業において農村道路の建設および改修が NIA-PMO によって行われている。アクセス道路の積算は、それらの工事实績を踏まえて行う。なお、アクセス道路の舗装形式はコンクリート舗装とする。
- 3) 農業普及サービス：事業費の大部分はモデル圃場の設立と農業普及員の現場での活動支援に充てられる。また、Municipality の農業普及員へのトレーニングと営農資材の調達に要する費用も計上される。農業普及員は地方事務所（Regional Office）の農業専門員によるトレーニングを受けた後、現場に赴いて農家に対して普及活動を行う。

事業の直接経費は、土木工事（灌漑・排水施設）、農業普及サービス、事業全体を管理・サポートするための諸費用（事務所設置や IA の設立等含む）等で構成される。また、間接経費は予備費（物価上昇含む）、および管理費支出、用地取得費、VAT 等で構成される。事業費は以下の積算条件を基に算出した。

- ✓ 為替レート: 1) US\$ 1 = ¥ 108.81, 2) US\$ 1 = PhP 52.57, 3) PhP 1 = ¥ 2.07
- ✓ 物価上昇率: 1) 外貨分: 1.7%, 2) 内貨分: 1.9% (過去 3 年間の平均)
- ✓ 予備費: 5.0%,
- ✓ 税率: 1) VAT: 12.0%, 2) 輸入税: 0.0%
- ✓ 先方政府負担経費: 5.0% (調査・設計費用を含む)

5.4.2 事業費積算

1) MMIP II（ケース 1 およびケース 2）の事業費

2019 年以降に実施予定の MMIP II に係る残事業は、2 つの建設計画（ケース 1 およびケース 2）に応じた灌漑施設の施工範囲を設定し、それぞれについて事業費を積算した。ケース 1 は雨期に 50cm を超えて水没してしまう地域の灌漑用水路を建設しない計画で、ケース 2 は灌漑用水路を従来の計画通り全線建設する計画である。なお、排水路については、ケース 1、ケース 2 とともに全線を建設する計画とする。各ケースの年度別支出計画と事業費内訳を以下に示す。

表 5.4.1 事業費の年度別支出計画（ケース 1 およびケース 2）

Year	Annual Budget					
	Case-1			Case-2		
	(million PHP)	(million JPY)	Ratio	(million PHP)	(million JPY)	Ratio
2019						
2020						
2021						
2022						
Total						

為替レート: 2.07 円/ PhP

出典: JICA 調査団

表 5.4.2 事業費内訳 (ケース1およびケース2)

Particulars	Project Cost			
	Case-1		Case-2	
	Million PHP	Million JPY	Million PHP	Million JPY
A. Direct Cost				
1. Irrigation and Drainage Development				
1-1. Construction of the MC-2				
1-2. Construction of the Lateral under MC-2				
1-3. Construction of the Main Drainage (MDC)				
1-4. Construction of the Main Drainage (LDC)				
1-5. Construction of FAÇADE DRAIN				
1-6. Flood Protection Works (canal slope protection, etc.)	*	*		
1-7. Urgent Works for MMIP I Area				
(1) Supply and delivery of steel gates				
(2) Drainage Structures				
2. Distribution Infrastructure Improvement				
2-1. Access Road (Intra-site Road) Construction				
2-2. Bridge Construction (along Access Road)				
3. Agriculture & Extension Development				
3-1. Technical Assistance for Irrigated Rice Production				
3-2. Enhancement of Agriculture Extension Services at Municipality Level				
3-3. Development of Seed Production				
4. Other Related Activities				
4-1. Parcellary Mapping/ Survey				
(1) Parcellary Survey				
(2) Construction Survey				
4-2. Institutional Development Program (IA establishment)				
(1) On-Farm Development				
(2) IA Strengthening/Organizing				
4-3. Field Support for Supervision and Monitoring				
4-4. Project Service Facilities				
4-5. Detailed Engineering				
4-6. Other Administrative Works				
Total of Direct Cost (A)				
B. Indirect Cost				
Land Acquisition				
VAT				
Price Escalation				
Physical Contingency				
Total Indirect Cost (B)				
Total Project Cost (A)+(B)				

為替レート: 2.07 円/ PhP

出典: JICA 調査団

2) 将来計画 (MMIP III) の事業費

将来計画 (MMIP III) の主要な事業内容は、MMIP I 地域 (MSA、UMSA) および MMIP II 地域 (UMSA、LMSA、PESA) の老朽化した灌漑排水施設の補修 (土木工事、LCB) と維持管理用の建設機材等の調達 (ICB もしくは LCB) である。特に、維持管理用機材については、地区全体の灌漑・排水施設等の維持管理に支障が無いように、NIA の要望等も踏まえ、十分な機種および台数を調達することが必要である。将来計画 (MMIP III) の事業費内訳は以下の通りである。

表 5.4.3 MMIP III 事業費内訳

Particulars	Procurement Method	Project Cost	
		Million PhP	Million JPY
A. Direct Cost			
III-1. Rehabilitation of MMIP I Area (MSA & UMSA)	LCB		
III-2. Improvement of MMIP II Area (UMSA, LMSA and PESA)	LCB		
III-3. Procurement of Machineries (for maintenance)	ICB/LCB		

Particulars	Procurement Method	Project Cost	
		Million PhP	Million JPY
Total of Direct Cost (A)	-		
B. Indirect Cost			
VAT	-		
Physical Contingency	-		
Administration Cost	-		
Total Indirect Cost (B)	-		
Total Project Cost (A) +(B)	-		

為替レート: 2.07 円/ PhP

出典: JICA 調査団

3) コストと段階的实施計画

2018 年末時点で残予算は [redacted] PhP である。下表に示すように、Case-1 であれば残予算での工事完工が可能である。しかしながら、Case-2 の場合、残予算では賅えない。よって、JICA 調査団は Case-1 を第一に提言するものであるが、もし NIA が Case-2 の実現を考えるならば、別途の予算処理の上で進めるべきである。また、Case-2 の予算確保とあわせて上記 MMIP III 予算を確保し、Case-2 の工事实施と MMIP I 地区のリハビリ、MMIP II 地区の改善、また維持管理機材の調達等を合わせておこなうことも考えられる。

表 5.4.4 残予算と段階的实施に必要な資金要約

Remaining Budget	Project Cost *1 (million PHP)			Remarks
	Case-1 (First Priority)	Case-2 (2 nd stage)	MMIP III	
[redacted] Million PHP	[redacted] *2	-	-	Irrigation & Drainage + Road and Bridge, *3
	[redacted]	-	-	+ Agriculture Component
	-	[redacted]	-	NIA Portion (Irrigation & Drainage Facilities) only (including Flood Protection Works *4)
	-	[redacted]	-	+ Road and Bridge
	-	[redacted]	-	+ Agriculture Component
	-	-	[redacted]	Rehab of MMIP I, Improvement of MMIP II, and procurement of maintenance machineries.
	-	-	[redacted]	Combine Case-2 and MMIP III

*1: 間接経費を含む

*2: 括弧内の数値は残予算との差額である。

*3: 洪水対策工に係るコストは Case-1 では見込まない(必要としない)。

*4: 洪水対策(Flood Protection Works)とは Canal Slope Protection, Concrete Flume Introduction, Sluice Gates Introduction 等。

5.5 事業実施体制

5.5.1 NIA 本部の組織体制および能力

本事業の実施機関である国家灌漑公社 (NIA) の 2017 年 5 月時点の正規職員の数約 9,000 人である。この他、非正規職員として灌漑施設の維持管理職員約 400 人、契約社員約 4,000 人が配置されていることから、NIA 全体の職員数は約 14,000 人に達する。

図 5.5.1 に NIA 本部の組織図を示す。NIA 本部は大きく技術部門 (Engineering and Operations Sector) と管理部門 (Administration and Finance Sector) とに分かれており、技術部門はそれぞれ Engineering Department と Operation Department に分かれる。MMIP II 事業は、現在進行中のプロジェクトであるため、MMIP II の NIA-PMO 事務所は、Engineering Department 下部の Construction

Management Division (CMD) へ事業の進捗を報告する義務を負う。

NIA 本部の人員配置数を表 5.5.1 に示す。Construction Management Division (CMO) の職員数は、2017 年 5 月時点において 37 人である。また、表 5.5.2 に過去 8 年間の NIA の予算内訳を示す。プロジェクト予算とプログラム予算とに分かれており、プログラム予算の中には、NIA が行う調査・設計等にかかる経費、維持管理機材の購入、灌漑管理移管 (IMT) の推進にかかる経費等が含まれる。

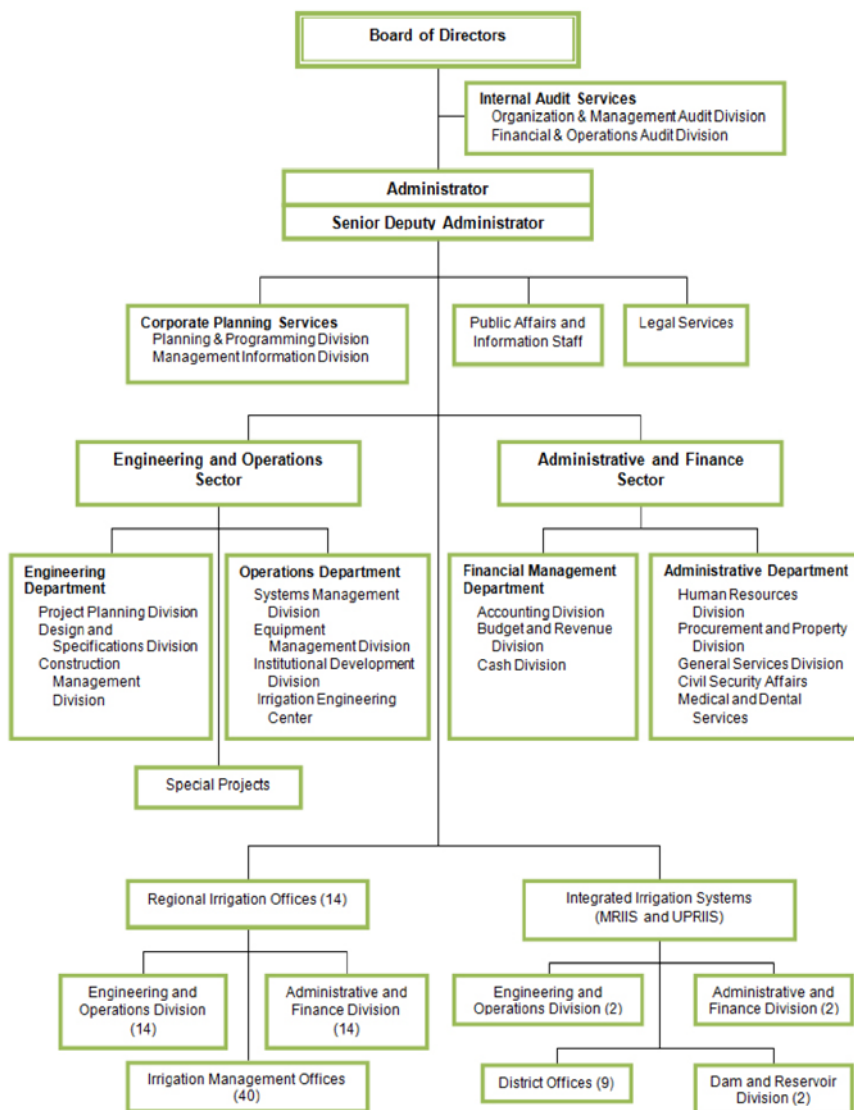


図 5.5.1 NIA 組織図

出典: NIA Headquarters

表 5.5.1 NIA 本部の職員配置 (2017 年 5 月時点)

Division/ Position	Vacant Positions	Monthly/ Permanent Positions	Daily/ Casual Position	Contract of Service Positions	Total	Filled Positions
Office of the Corporate Board Secretary	1	2	-	-	3	2
Internal Audit Services	7	18	8	0	33	26
Office of the Administrator	6	9	3	3	21	15
Office of the Senior Deputy Administrator	1	6	-	-	7	6
Corporate Planning Services	5	23	11	1	40	35
Public Affairs and Information Staff	5	5	8	-	18	13
Legal Services	2	9	1	-	12	10
Office of the Deputy Administrator for E&O	2	6	-	-	8	6

Division/ Position	Vacant Positions	Monthly/ Permanent Positions	Daily/ Casual Position	Contract of Service Positions	Total	Filled Positions
Engineering Department						
Office of the Depart Manager – Eng. Dept	1	2	1	-	4	3
Construction Management Division	3	14	22	-	39	36
Design and Specifications Division	7	13	15	-	35	28
Project Planning Division	3	24	22	3	52	49
Operations Department						
Office of the Depart Manager – Ope. Dept	1	2	2	-	5	4
Institutional Development Division	1	15	4	2	22	21
Irrigation Engineering Center	3	17	3	-	23	20
Equipment Management Division	2	12	7	-	21	19
Systems Management Division	2	18	7	1	28	26
Office of the Deputy Administrator for A&F	2	6	3	-	11	9
Financial Management Department	18	44	16	0	78	60
Administrative Department	21	59	54	6	140	119
Commission on Audit (COA)	-	-	3	-	3	3
Office of the Ombudsman	-	-	1	-	1	1
TOTAL	116	421	274	22	833	717

出典: NIA Headquarters, as of May 31, 2017

表 5.5.2 NIA の年間予算内訳

Fiscal Year	NIA's Projects 1)					NIA's Programs 2)				Total (1)+(2)
	Local Fund Projects	Foreign Assisted Projects	International Agency Projects	Other Source	Sub-total (1)	General Administration and Support	Support to Operations	Operations	Sub-total (2)	
2010	10,815,986	4,144,324	661,613	-	15,621,923	NA			NA	15,621,923
2011	7,837,623	5,448,431	448,985	2,433,671	16,168,710	NA			NA	16,168,710
2012	20,328,649	4,125,403	609,756	-	25,063,808	NA			NA	25,063,808
2013	23,314,142	4,015,153	-	-	27,329,295	NA			NA	27,329,295
2014	14,253,209	2,479,215	-	-	16,732,424	-	-	4,379,425	4,379,425	21,111,849
2015	15,424,674	2,278,699	-	-	17,703,373	1,642,973	575,481	8,828,614	11,047,068	28,750,441
2016	10,860,750	3,757,074	-	-	14,617,824	7,288,561	563,285	10,273,514	18,125,360	32,743,184
2017	9,554,575	3,170,129	-	-	12,724,704	10,711,537	140,500	14,799,700	25,651,737	38,376,441

出典: NIA Headquarters, May 2017

図 5.5.2 は NIA の年間予算の経年変化である (2014 年以前のプログラム予算については、不明であるため加算されていない)。過去 2 年間のプロジェクト予算の推移を見ると、120 億 PhP から 140 億 PhP 程度の予算が計上されている。

MMIP II 事業の年間予算は最大でも [] ~ [] PhP となり (表 5.4.1 参照)、上述の過去 2 年間の年間予算 (プロジェクト予算) の 6% 程度に相当する。また、将来必要となる MMIP III の事業 (総額 [] PhP) を 2 年間で実施する場合、1 年間のディスバースメントは [] PhP となり、同じく NIA の年間予算の 2% 以下となる。このように、資金の観点では、NIA は本事業を管理していく事が可能であると思慮される。

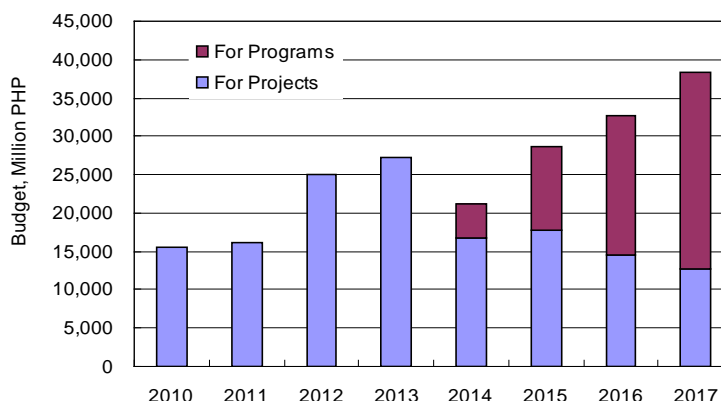


図 5.5.2 NIA の年間予算の推移
出典: NIA Headquarters (May 2017)

5.5.2 NIA の地方および現場事務所の組織体制

NIA は全国 14 カ所の地域事務所 (Region Office) を有しているが、MMIP を管轄する事務

所は NIA 第 12 地域事務所 (NIA Region XII Office) である。地域事務所の下には、各灌漑システムを直接的に管理する維持管理事務所が設けられており、MMIP I の灌漑システムを管理する Cotabato 灌漑管理事務所 (Cotabato Irrigation Management Office) は、Cotabato 州の州都である Kidapawan 市に位置している。

上記に加えて、さらに現場レベルの支所である MRIS 管理事務所 (MRIS: Maridagao River Irrigation System) が設けられており、上記の Cotabato 灌漑管理事務所の管轄となる。MMIP I および MMIP II により整備された施設については、竣工に伴い NIA-PMO よりこれらの管理事務所へ引渡しが行われる。

表 5.5.3 に NIA Region XII 事務所および Cotabato 灌漑管理事務所の人員配置を示す。NIA Region XII 事務所には 名、Cotabato 灌漑管理事務所には 名の職員がそれぞれ配置されている。この内、MRIS 管理事務所 (MRIS: Maridagao River Irrigation System) には計 名の職員が配置されている。

表 5.5.3 NIA 第 12 リージョン事務所及びコタバト灌漑管理事務所の職員配置

Division/ Section	Authorized	Filled Positions
NIA Region XII		
Office of the Regional Manager (Region XII)		
Engineering and Operation Division		
Planning and Design Section		
Construction Management Section		
Operation Section		
Institutional Development Section		
Equipment Management Section		
Sub total of Engineering and Operation Division		
Administrative & Finance Division		
Finance Section		
Administrative Section		
Sub total of Administrative & Finance Division		
Total of NIA Region XII		Grand total is for the region
Cotabato Irrigation Management Office		
Office of the Division Manager		
Engineering Section		
Administrative and Finance Section		
Operation Maintenance Section		
Kabacan River Irrigation System (RIS)		
Libungan RIS		
M'lang-Masila RIS		
Maridagao RIS		In charge of MMIP completed area
Total of Cotabato Irrigation Management Office (Region XII)		

出典: NIA Region XII and Cotabato Irrigation Management Office, May, 2017

5.5.3 NIA の MMIP II プロジェクト管理事務所 (PMO) の組織体制

NIA の MMIP II プロジェクト管理事務所 (PMO: Project Management Office) は、MMIP II の進行中の建設工事を管理する事務所である。PMO は、NIA 本部のエンジニアリング部門 (Engineering and Operation Sector) に属する。PMO 事務所は MMIP プロジェクト対象地域に近い Midsayap に位置し、計 名の職員が従事している (図 5.5.3 参照)。

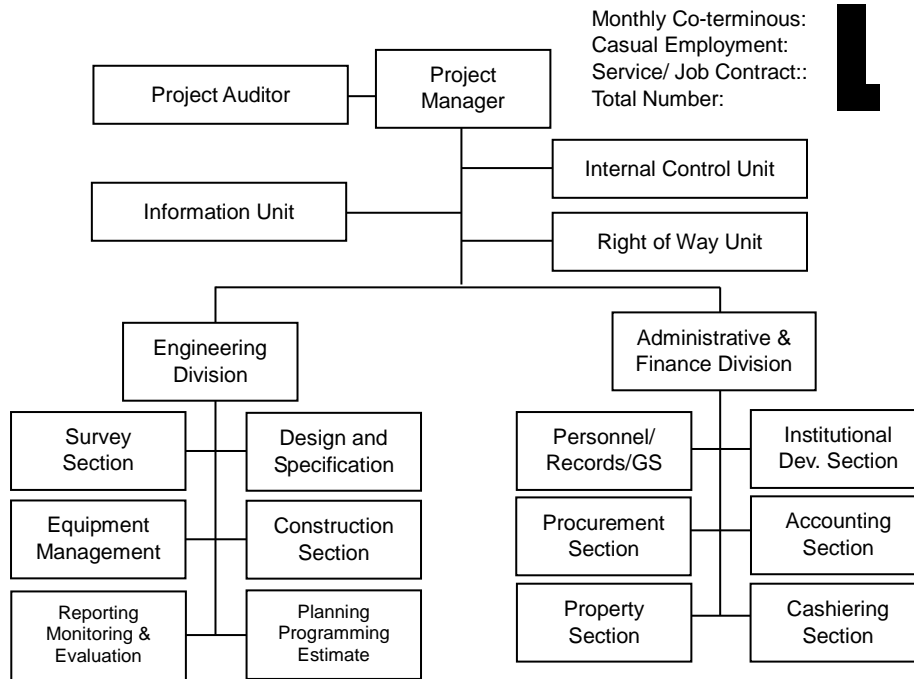


図 5.5.3 MMIP II PMO の組織図

出典: NIA MMIP II PMO

5.5.4 事業実施体制の設立

本事業の事業実施体制を図 5.5.4 に示す。NIA 本部の関連部局および ATI 本局から構成されるステアリングコミッティー (SC) を中央レベルで設置することが必要である。現場レベルでは、プロジェクト管理事務所 (PMO) が設置されているが、各関連組織との連携を行いながら事業竣工に責を負う。

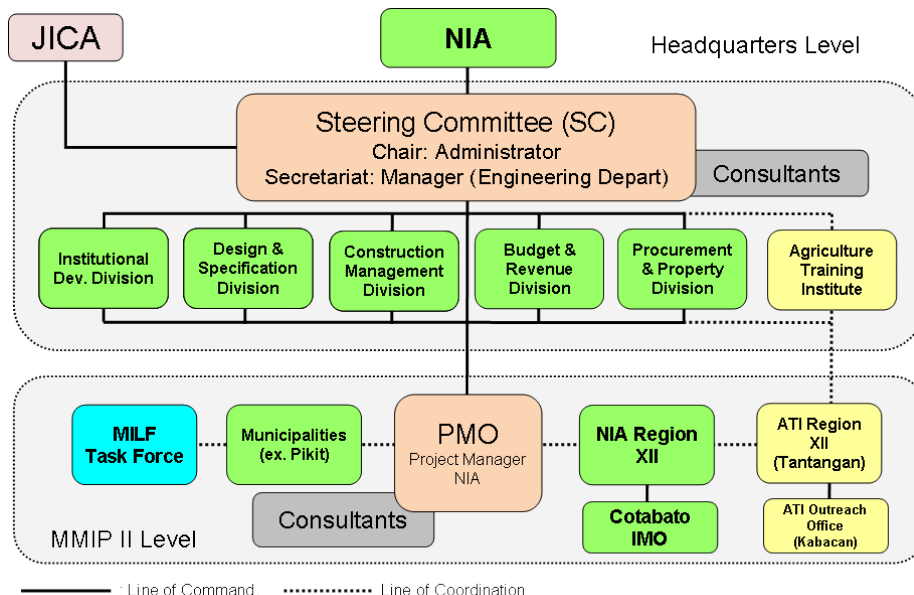


図 5.5.4 MMIP II の事業実施体制

出典: JICA 調査団

SC は、事業全体の予算・ディスバースメント管理および評価・モニタリング等を担当し、PMO は現地の MILF タスクフォース、Municipality、NIA Region XII 事務所、ATI Region XII 事務所、ATI

支所（ATI outreach office）等と連携し、プロジェクトの現場レベルにおける実施・管理に責を有する。MILF タスクフォースおよび Municipality との連携は、事業実施の際の治安面の確保と併せて地元住民とのコミュニケーションを図る際に必須となる事項である。

第6章 事業評価

(本章の一部情報は、今後フィリピン国内で調達手続き予定であるため、3年間の間、非公表)

投下した資本に対する収益性の観点から事業の妥当性を検証するため、経済分析を行なう。経済性の判断に当たっては、一般的に用いられる経済的内部収益率（EIRR）に加え、純現在価値額（NPV）、および総費用総便益比（B/C）を推計する。

6.1 事業評価の基本的条件

事業評価の基本的条件を以下に述べる。

- 1) 灌漑／農業部門の類似案件を参考にし、プロジェクトの評価期間は30年とする。すなわち、初期投資・維持管理費等を含めた30年間の間に発生する全ての費用が事業評価の対象となる。
- 2) 事業費と事業便益は全てフィリピン・ペソ（Php）に換算して評価する。着工年と現時点での物価の違いを考慮するため、費用と便益は全て消費者物価指数（CPI）と建設資材卸売価格指数（CMWPI）を用いて2018年6月時点の価格水準に換算する。
- 3) 維持管理費用は初期投資額の1%（ケース1の場合）と2%（ケース2の場合）をそれぞれ仮定する。
- 4) 為替レートは2018年6月時点での1Php=2.07円を適用する。
- 5) 社会的割引率に関する基準はフィリピン国において確立されていないが、NEDAによれば灌漑／農業案件では一般的に10%が用いられているとのことである。よって、本事業評価ではEIRRが10%を上回るかどうかで事業の妥当性を判断する。
- 6) 輸入税・消費税・利子などの移転項目は経済費用に含めない。また、物理的予備費は経済費用に含めるが価格予備費は含めないものとする。
- 7) 事業評価で用いる換算係数を表6.1.1に示す。これらの諸元は世界銀行（2014）“Philippine Rural Development Project”から引用した。

表 6.1.1 事業評価で用いる換算係数

項目	値	出展
標準換算係数 (SCF)	0.90	世界銀行（2014），“Philippine Rural Development Project”
熟練労働	1.00	完全競争市場下にあることを仮定する。
非熟練労働・家族労働	0.60	世界銀行（2014），“Philippine Rural Development Project”

出典：JICA 調査団

6.2 MMIP II 地域およびLMSAに対する事業評価

6.2.1 基本ケース

1) 事業評価の基本ケース

建設オプションとして、2通りのケースにて事業評価を行なう。ケース1は、計画している水利施設の一部と全ての排水施設の建設を行なうもので、雨期におけるLMSAの湛水が50cm以上に達する中～下流域を除くエリアが灌漑されるようになる。対してケース2は、NIA原案に基づくもので、計画している全ての水利施設および排水施設の建設を行い、乾期においてはLMSA全体が灌漑される計画である（雨期においては50cm以上湛水地は受益とはならない）。

表 6.2.1 事業評価の基本ケース

ケース	標記	受益地	詳細
ケース 1	C1	LMSA の一部	計画している水利施設の一部と全ての排水施設の建設
ケース 2	C2	LMSA 全域	計画している全ての水利施設および排水施設の建設

出典：JICA 調査団

2) 対象地域

MMIP-II 灌漑地区は合計で 10,536ha あり、Malitubog 灌漑地区上流域 (UMSA) と下流域 (LMSA) から構成されている。当初円借款事業要請があったのは下流域の東側部分 2,133ha であり、この地区に投下された費用と発生する便益との比較により事業評価を行なうことが、円借款の事業評価としての目的であった。

しかしながら、2018 年 6 月 20 日に開催された日フィリピン経済協力インフラ合同委員会の第 5 回会合にてフィリピン政府より MMIP-II 事業の借款要請を取り下げる旨の通知がなされたことを以って、ODA 事業としての評価が不要となった。そこで、NIA 原案に基づいて現行および将来計画されている事業についての費用便益を評価することとする。その際の対象地域は、LMSA 事業地区、もしくは MMIP-II 事業地区全域となる。

3) 洪水の影響に対する取り扱い

受益地域内には、雨期に洪水の影響を受ける地域と影響を受けない地域がある。影響を受ける地域には、湛水深が 50cm 以上になり作付を行なうことが難しい地域と、湛水深が 50cm 以下で作付は可能であるが、慢性的な減収被害が予想される地域とがある。後者については、確実な被害量が予想できないため、4 つのシナリオに基づいて弾力的な評価を行なう。すなわち、1) 無被害 (D00 として標記)、2) 一部損害 (30%の減収、D30 として標記)、3) 半壊 (50%の減収、D50 として標記)、そして 4) ほぼ全壊 (80%の減収、D80 として標記) の 4 つのシナリオを想定した。

6.2.2 事業費と事業便益の経済価格換算

1) 事業費の経済価格換算

事業費は外貨と内貨に整理し、内貨はさらに費目に分けた上で対応する換算係数を乗じ経済価格に換算している。事業費の費目は、建設費 (熟練労働費、非熟練労働費、その他資材費)、土地収用費、管理費、物理的予備費から構成されている。費用は全て税抜き表記であり、移転項目である利子や税収などは除外している。また、価格予備費については将来のインフレーションは予測不可能であることから、事業評価上は考慮していない。表 6.2.2 は建設卸売価格指数を用いて 2018 年 6 月水準に換算したケース別の財務・経済価格を要約したものである。

表 6.2.2 事業評価ケース別財務・経済費用 (2018 年 6 月価格水準), 百万 PHP

ケース	財務費用			経済費用		
	外貨	内貨	合計	外貨	内貨	合計
ケース 1: LMSA						
ケース 2: LMSA						
ケース 1: MMIP-II						
ケース 2: MMIP-II						

注：上記事業費は灌漑排水施設建設とそれに関連する費用、および農業普及関連費用が計上されている。

出典：JICA 調査団

2) 事業便益の経済価格換算

本事業の主な事業便益は 2 つの項目から構成されている。第 1 は、灌漑水が供給され、農業普

及活動が実施されることに伴う単収の増加による便益であり、第2は、十分な灌漑水がもたらされることによる作付作物の変更および作付面積の増加による便益である。年間の効果額は、対象地域の総純益額について、事業ありせばと事業なかりせばの差を取ったものに相当する。

前者の便益については、水利施設が建設された翌年より、単収が天水水準（1.7 トン/ha）から灌漑稲水準（3.4 トン/ha）まで増収されることを想定している。それ以上の増加については、農業普及により段階的に達成されていき、4年間かけて最終的に計画単収（4.7 トン/ha）にまで増収すると設定している。工事前から農業普及完了後までの目標単収を表6.2.3に示す。

表 6.2.3 営農普及完了後までの目標単収

年 作期	工事完了前		工事完了後1年目		工事完了後2年目		工事完了後3年目		農業普及完了後	
	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期
パーセント, %	0%	0%	0%	0%	30%	30%	60%	60%	100%	100%
目標単収, トン/ha	2.5	2.5	3.4	3.4	3.8	3.8	4.2	4.2	4.7	4.7

注：「工事完了前」と「工事完了後1年目」の単収の差は、天水コメと灌漑コメの平均単収の差に等しい

出典：JICA 調査団

現況では、LMSA 地区では主に天水によるコメもしくはコーンの作付が行なわれている。事業完了後、天水のコメ・コーンから灌漑のコメへの作付転換が想定され、灌漑コメの作付の方が、天水コメ・コーンよりも ha 当たりでより大きな収益を上げられることが期待できる。表 6.2.3 は天水コメ・コーンの、表 6.2.4 は灌漑コメの費用収益計算を行なった表であるが、灌漑コメの方が、天水コメに比べて平均で ha あたり 13,619 PhP、コーンに比べて ha あたり 22,234 PhP 収益が大きい計算となっている。

上記は農家が以前と同じ面積の作付を行なったとしても、より多くの収益を上げることができることを意味しているが、それに加えて、表 6.2.4 と表 6.2.5 に示されているとおり、作付面積が増えることによる所得の増加についても、事業便益として考慮している。

表 6.2.4 LMSA 地区のケース別作付面積と総生産高

ケース	作物	乾期			雨期			総生産量 (ton)
		作付面積 (ha)	単収 (ton/ha)	生産量 (ton)	作付面積 (ha)	単収 (ton/ha)	生産量 (ton)	
-	事業なかりせば							
-	灌漑コメ	457	1.7	777	367	1.7	624	1,401
-	コーン	795	2.1	1,670	1,087	2.1	2,283	3,953
C1	事業ありせば(ケース1)							
C1-LM-D00	灌漑コメ	3,688	4.7	17,334	2,810	4.7	13,207	30,541
C1-LM-D30	30%減収	3,688	4.7	17,334	870	4.7	4,089	27,631
					1,940	3.2	6,208	
C1-LM-D50	50%減収	3,688	4.7	17,334	870	4.7	4,089	25,885
					1,940	2.3	4,462	
C1-LM-D80	80%減収	3,688	4.7	17,334	870	4.7	4,089	23,169
					1,940	0.9	1,746	
C2	事業ありせば(ケース2)							
C2-LM-D00	灌漑コメ	6,590	4.7	30,973	3,810	4.7	17,907	48,880
C2-LM-D30	30%減収	6,590	4.7	30,973	870	4.7	4,089	44,470
					2,940	3.2	9,408	
C2-LM-D50	50%減収	6,590	4.7	30,973	870	4.7	4,089	41,824
					2,940	2.3	6,762	
C2-LM-D80	80%減収	6,590	4.7	30,973	870	4.7	4,089	37,708
					2,940	0.9	2,646	

出典：JICA 調査団

表 6.2.5 MMIP-2 地区のケース別作付面積と総生産高

ケース	作物	乾期			雨期			総生産量 (ton)
		作付面積 (ha)	単収 (ton/ha)	生産量 (ton)	作付面積 (ha)	単収 (ton/ha)	生産量 (ton)	
-	Without Project							
-	灌漑コメ	731	1.7	1,242	587	1.7	997	2,240
-	コーン	1,271	2.1	2,669	1,738	2.1	3,650	6,319
C1	事業ありせば(ケース 1)							
C1-M2-D00	灌漑コメ	7,634	4.7	35,880	6,756	4.7	31,753	67,633
C1-M2-D30	30%減収	7,634	4.7	35,880	4,816	4.7	22,635	64,723
					1,940	3.2	6,208	
C1-M2-D50	50%減収	7,634	4.7	35,880	4,816	4.7	22,635	62,977
					1,940	2.3	4,462	
C1-M2-D80	80%減収	7,634	4.7	35,880	4,816	4.7	22,635	60,261
					1,940	0.9	1,746	
C2	事業ありせば(ケース 2)							
C2-M2-D00	灌漑コメ	10,536	4.7	49,519	7,756	4.7	36,453	85,972
C2-M2-D30	30%減収	10,536	4.7	49,519	4,816	4.7	22,635	81,562
					2,940	3.2	9,408	
C2-M2-D50	50%減収	10,536	4.7	49,519	4,816	4.7	22,635	78,916
					2,940	2.3	6,762	
C2-M2-D80	80%減収	10,536	4.7	49,519	4,816	4.7	22,635	74,800
					2,940	0.9	2,646	

出典：JICA 調査団

6.2.3 経済分析の結果

経済分析の結果を表 6.2.6 に要約する。MMIP-II 事業全体としては、EIRR は比較的良好な数値となっている。ケース 1 の一部損害シナリオ（30%の減収）で 10.07%、ケース 2 の一部損害シナリオで 10.73%という結果になった。一方、LMSA 地区に限定した事業評価では、いずれも社会的割引率 10%を下回っており、「事業性は低い」という評価になった。これらの地区では単位面積あたりの工事費が割高になっており、他の地区に比べて経済性が確保しづらい点が要因となっている。

半壊（50%の減収）、ほぼ全壊（80%の減収）のシナリオでは、いずれも「事業性が低い」という結論となった。例えば、MMIP-II 事業全体のケース 1、半壊のシナリオでは、EIRR は 9.68%という結果となっている。このことから、洪水被害の大きさは事業性を判断する上で重要な要因であることを示している

NIA の事業としての妥当性を検証する際には、MMIP-II 事業全体での評価を行なうのが望ましいと考えられる。損壊率 30%の場合、社会的割引率の 10%を上回っているため、経済性の観点からは MMIP-II 事業に係る投資は「妥当である」といえよう。

表 6.2.6 事業評価結果の一覧

番号	ケース	年効果額	IRR (%)	NPV (百万 PhP)	B/C
1	C1-LM-D00	244.2	6.57%	-787.6	0.74
2	C1-LM-D30	217.7	5.40%	-1,030.6	0.65
3	C1-LM-D50	201.7	4.66%	-1,175.8	0.61
4	C1-LM-D80	176.9	3.43%	-1,402.6	0.53
5	C2-LM-D00	402.2	8.19%	-533.6	0.87
6	C2-LM-D30	364.6	6.96%	-876.9	0.79
7	C2-LM-D50	340.5	6.14%	-1,097.9	0.74
8	C2-LM-D80	302.9	4.79%	-1,441.4	0.65
9	C1-M2-D00	562.2	10.90%	423.6	1.07
10	C1-M2-D30	535.7	10.07%	35.1	1.01
11	C1-M2-D50	519.7	9.68%	-150.8	0.98
12	C1-M2-D80	494.9	9.07%	-440.3	0.93
13	C2-M2-D00	729.7	11.87%	940.8	1.13
14	C2-M2-D30	689.5	10.73%	374.0	1.05
15	C2-M2-D50	665.3	10.18%	91.5	1.01
16	C2-M2-D80	627.7	9.32%	-347.4	0.95

出典：JICA 調査団

第7章 環境社会配慮

7.1 フィリピンの環境社会配慮制度

7.1.1 組織的枠組み

フィリピンにおける環境行政は、1987年設立の環境自然資源省（Department of Environment and Natural Resources：DENR）が担っており、その管轄下の環境管理局（Environment Management Bureau：EMB）が環境アセスメントを担当している。このEMBには下部組織として地方に事務所があり、Regionごとに事務所が設置されている。

7.1.2 法的枠組み

1) 環境影響評価

フィリピンでは環境影響評価の一連の手続きをEnvironmental Impact Statement（EIS：環境影響評価報告書）システムと呼ぶ。1977年の大統領令1586号以降、当該システムに関する法令が次々に作成、改定され、1992年のDENR省令第21号によって現行の政策、目的、手続、公聴会、環境適合証（Environmental Compliance Certificate：ECC）、モニタリングの各項目が規定されている。2014年にはRevised Guidelines for Coverage Screening and Standardized Requirementsが公表され、全ての事業はカテゴリA～Dに分類されることになった。

2) 本事業のECC取得経緯

本事業に対しては、2003年7月にECCが発行されたものの、治安の影響で着工が遅れたためNIAは2007年8月にECCを再取得した。これに基づいて、MMIP-IIは2011年から実施中であり、MMIP-II全体地域での事業は2007年のECCが有効と解釈される。

3) 環境基準

フィリピン国では、大気、水質、騒音などに関する環境基準が整備されている（各基準値の詳細は英文報告書Chapter7を参照）。

4) 住民移転／用地取得にかかる法律

1991年共和国令（Republic Act：RA）No.7160、1992年RANo.7279、2000年RANo.8974およびその細則、2016年RANo.10752等が主要な関連法令である。

5) 環境影響評価に関する法令のギャップ分析

フィリピン国の環境影響評価の法令とJICAの環境社会配慮ガイドライン（以下、JICAガイドライン）との間に大きな乖離は見られない。ただし、補償金支払いのタイミングについては、具体的な規定がない。また、RA10752（2016年）の実施細則の第18項には、各実施機関が用地取得・住民移転計画の策定を含めたProcedureを作成することとなっているが、2018年7月時点で、NIAによるProcedure策定は完了していない。

7.2 対象地域および対象地域周辺の概況

対象地域Pikit Municipalityの年間平均雨量は約900mmであり（於：Pikit観測所）、5月から10月までの雨期に比較的雨量が多い。一方、気温は年間を通じて大きな季節的变化は見られない。平均標高は10m程度であるが、LMSA南部は周辺よりも標高が低い。雨期にはLMSAの大部分

の地域で湛水が見られるが、乾期には湛水地域はほとんどない。乾期・雨期ともに作付面積は 40% 未満であり、主要作物はコメとメイズ、果樹（主にココナツ）である。

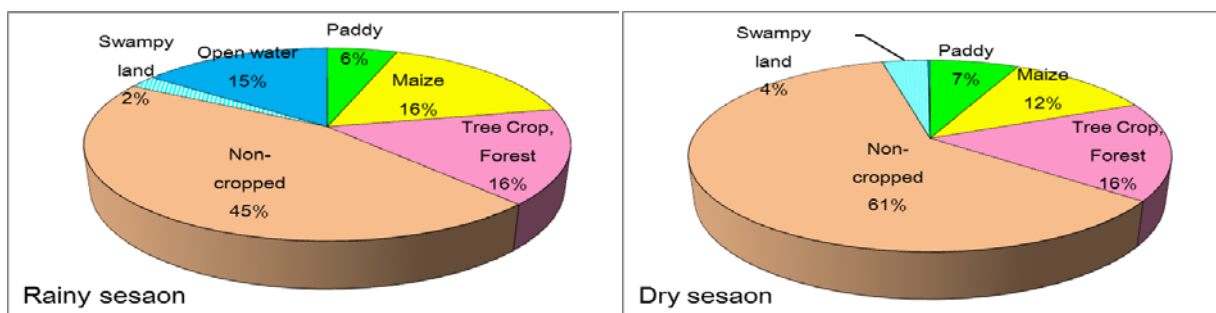


図 7.2.1 LMSA における土地利用状況

出典：JICA 調査団

MMIP-I エリアと LMSA エリアで社会経済調査を実施した。MMIP-I 地域の主な収入源は農業であり、平均年間収入は 206,305 PhP である。一方、LMSA 地域は漁業、畜産、自営業、海外からの送金などの農業外収入が主要収入源であり、平均年間収入も 88,786 PhP と MMIP-I 地域よりもかなり低いものであった。なお、88,786 PhP を世帯員数 5.25 で除すと、16,911 PhP となり、フィリピン国家統計局が定めた貧困ライン 21,025 PhP (Region XII)、21,563 PhP (ARMN) を下回る。

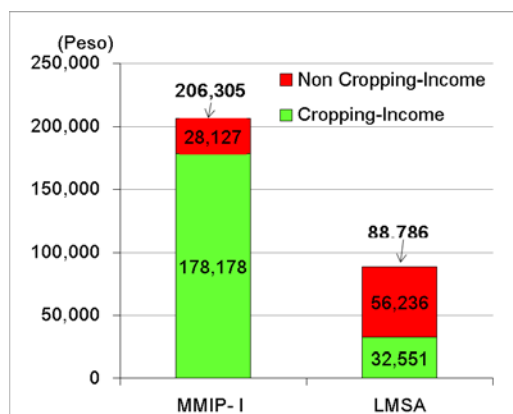


図 7.2.2 MMIP-I と LMSA の年間収入額

出典：JICA 調査団

Liguasan 湿地は Mindanao 川の流域に位置し、その一部は MMIP-II 対象地域と接している（図 7.2.3 参照）。小規模の湖、池、湿地、農地から構成される湿地の全面積は 28 万 ha になるが、主要部分の面積は約 8 万 ha（湿地帯 6.8 万 ha、農地 1.1 万 ha）である¹。



図 7.2.3 MMIP 地域と Liguasan 湿地

出典：JICA 調査団

Mindanao 川は延長 373km とフィリピンで二番目に長い河川であり、21,503km²の流域を持つ大河である。一方、Pulangi 川は、その延長が 353.2 km、流域面積は 4,099 km² と、Mindanao 川の最大の支流である²。Pulangi 川は Bukidnon 州北部の山中から南に流下し、Liguasan 湿地に入ったところで、Mindanao 川へと名前を変える。Mindanao 川は Liguasan 湿地から出た後は西北へ向かい、最終的に Illana 湾へと注ぐ。

フィリピンでは自然資源の持続的利用のために保全区が設けられ、本件が位置する Region XII には、5箇所の保全区が分布している。最も対象地域に近いのが Libungan 森林保全区で、対象地域から約 25km 北に位置する。この森林保全区は Libungan 川流域にあり、本事業対象地域とは流域が異なるため、本事業により Libungan 森林保全区に影響が及ぶことは想定されない。

¹ 出典：Liguasan Marsh Development Masterplan（1997 年）

² 流域面積 4,099km² は Upper Pulangi 川と Lower Pulangi 川の流域の合計である。

7.3 スコーピング

本事業による環境への影響として、工事前／工事期間中には、大気汚染、水質汚濁、騒音、廃棄物、住民移転・用地取得などが、運用期間には、水質汚濁、地域内の対立などが想定される。事業により、環境への影響が想定される項目とその内容について次表に示す。

表 7.3.1 環境影響が想定される項目とその内容

環境項目	工事前/工事期間中の影響	運用中の影響
1. 大気汚染	粉塵、排気ガスなどが発生する。ただし、工事現場周辺は主に農地、湿地であり、住宅地への甚大な影響は想定されない。	新規に道路が建設されるが、その主要目的は農作物の搬出である。また、その周辺は主に農地であり、住宅地面積は限られているため、甚大な影響は想定されない。
2. 水質汚濁	工事現場からの排水（濁水）が発生する。	農地面積の増加に伴い、農薬や化学肥料の施用量が増加する可能性がある。ただし、現時点での化学肥料や農薬施用量は、フィリピン全国平均を下回ることから、甚大な影響は想定されない。
3. 廃棄物	工事による廃材やゴミ、残土が発生する。	廃棄物の発生は想定されない。
4. 騒音・振動	工事による騒音、振動が懸念される。	アクセス道路建設により交通量増加が想定されるが、道路周辺部は農地であるため、住民に対する騒音・振動被害はほとんど発生しない。
5. 水文・水象	MMIP-I の工事において、既に Diversion Dam および灌漑水路の一部は建設されている。本事業では灌漑水路を延長し、排水路を建設するものであるため、工事中に自然河川への影響はない。	本事業により、乾期に Maridagao 川の Diversion Dam (MMIP-I の Maridagao 地域の直上流) から取水するため、Maridagao 川の流量は減少する。ただし、この Maridagao 川は取水地点から約 10km 下流で Pulangi 川と合流する。Pulangi 川は Kabacan 川との合流地点で年間を通じて平均 200~300m ³ /s の流量を有しており、本事業による Pulangi 川全体の影響は限定的と考えられる。 この Pulangi 川と Maridagao 川の合流地点からさらに下流 5km 周辺から Liguasan 湿地 (Liguasan 湿地のメイン部分) に流入するが、この湿地には、Pulangi 川に加え、複数の河川からの流入がある。この状況下で Maridagao 川から 30m ³ /s 取水しても、湿地への流入総量に大きな影響は想定されない。
6. 生態系	新規に構造物が建設される地域は、既に農地として開発されており、手つかずの自然ではないことから、工事中の影響は想定されない。	水路や排水路、アクセス道路の建設が、Liguasan 湿地の生態系への甚大な影響を及ぼすとは考えられないが現状を確認する必要がある。
7. 住民移転・用地取得	道路、堤防、水路の建設により、用地取得や作物への損傷、家屋への影響が発生する。この影響範囲や規模については、堤防の位置や規模によるが、それは現在検討中である。	影響は想定されない。
8. 貧困層	現時点では不明であるため、確認が必要である。	現時点では不明であるため、確認が必要である。
9. 少数民族・先住民	現時点では不明であるため、確認が必要である。	現時点では不明であるため、確認が必要である。
10. 雇用や生計手段等の地域経済	工事労働者としての雇用機会の増加が想定されるため、正の影響が発生する。 一方、用地取得や移転が必要となる住民には生計手段に影響が生じる。	灌漑水の安定供給および湛水被害の削減により農業生産性が向上する。また、道路建設により農産物の搬送が容易になり、労働力が節減される。
11. 土地利用や地域資源利用	灌漑水路建設のために用地取得が必要となり、農地から、道路、水路、土取場、道路に変換される。	影響は想定されない。
12. 水利用	工事中には影響は発生しない。	LMSA のための灌漑水取水により Maridagao 川の流量が減少することから、同河川を利用している住民には影響が発生する可能性がある。
13. 既存の社会インフラや社会サービス	車両の増加により交通渋滞が発生する可能性がある。	想定される問題はない。
14. 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	現時点では不明であるため、確認が必要である。	現時点では不明であるため、確認が必要である。
15. 被害と便益の偏在	用地取得や移転など負の影響を被る住民が居る一方、工事労働者として所得の機会を得る住民が居り、正負の影響の偏在が発生する。	被害と便益の偏在は存在しない。
16. 地域内の利害対立	上記「被害と便益の偏在」で述べたように、同じ地域で正負の影響が偏在する。ただし、用地取得は工事実施前に実施されるため、両者の直接的な対立には発展しない。	灌漑サービス開始後、水配分を巡って紛争が発生する可能性がある。
17. 文化遺産	現時点では不明であるため、現場の状況を確認	現時点では不明であるため、現場の状況を確認する必

環境項目	工事前/工事期間中の影響	運用中の影響
	認する必要がある。	要がある。
18. HIV/AIDS 等の感染症	労働者は地元住民を優先的に雇用するが、外部から労働者を雇用する可能性もあるため、感染症の影響も想定される。	特に問題は発生しない。
19. 労働環境(労働安全を含む)	工事現場での事故が懸念される。	労働環境に関連する問題は発生しない。
20. 事故	交通事故の発生が懸念される。	道路が建設されることから、交通事故の発生が懸念される。

上記で、負の影響が想定される、あるいは現時点では不明と判断される項目については、下記の現地踏査、情報収集を実施し、詳細な環境影検討のための判断材料とする。

- ✓ 大気汚染、水質汚濁、騒音・振動にかかるフィリピンの環境基準の確認
- ✓ 工事サイト周辺の状況確認（学校、病院、宅地などの既存の施設、土地利用状況）
- ✓ 類似案件における大気汚染、水質汚濁、騒音・振動、廃棄物処理方法、便益と被害の偏在やそれに伴う地域内対立、工事中の事故、交通事故の発生状況などについての情報収集
- ✓ 現地踏査（地形、Maridagao川およびPulangi川の状況、Liguasan湿地の現況）
- ✓ 住民移転・用地取得に関する法令の収集・検討
- ✓ 現在進行中のLMSAの住民移転・用地取得の補償状況の確認
- ✓ 現地の既存組織、少数民族の存在の有無、文化遺産の有無、貧困層の存在、河川の水利用状況について聞き取り調査の実施

7.4 環境調査結果

Liguasan 湿地における生態系調査を実施した。魚類調査は 15 地点において魚を捕獲しその種を同定した。一方、鳥類調査は①10 地点でのスポット調査、②トランゼクト調査を実施し、Liguasan 湿地に生息する鳥類の同定を行った。これらの調査地点は次図に示すとおりである

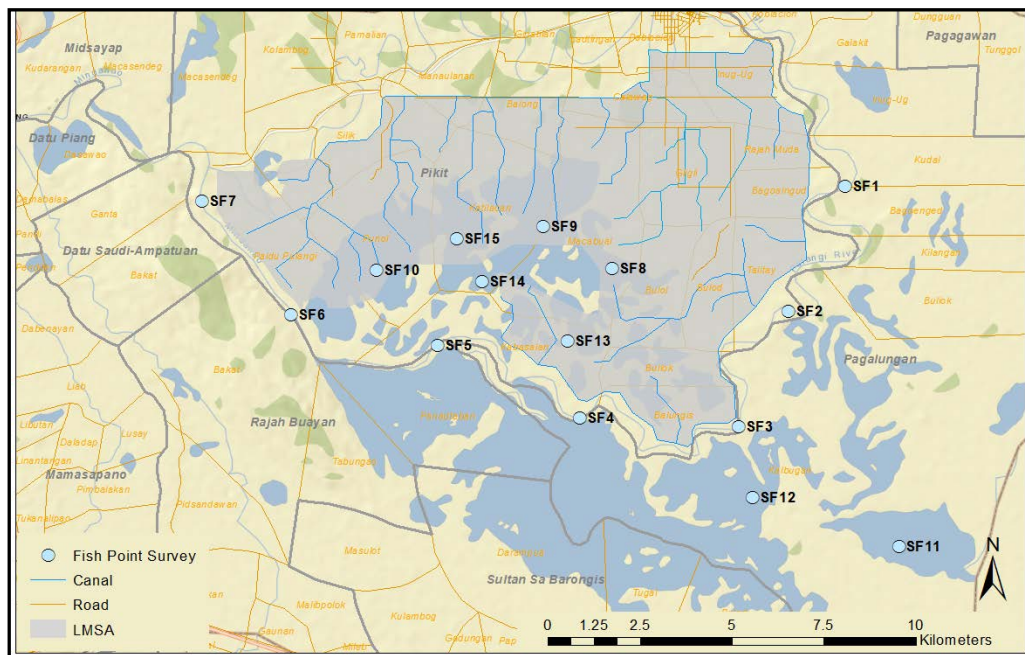


図 7.4.1 魚類調査位置図

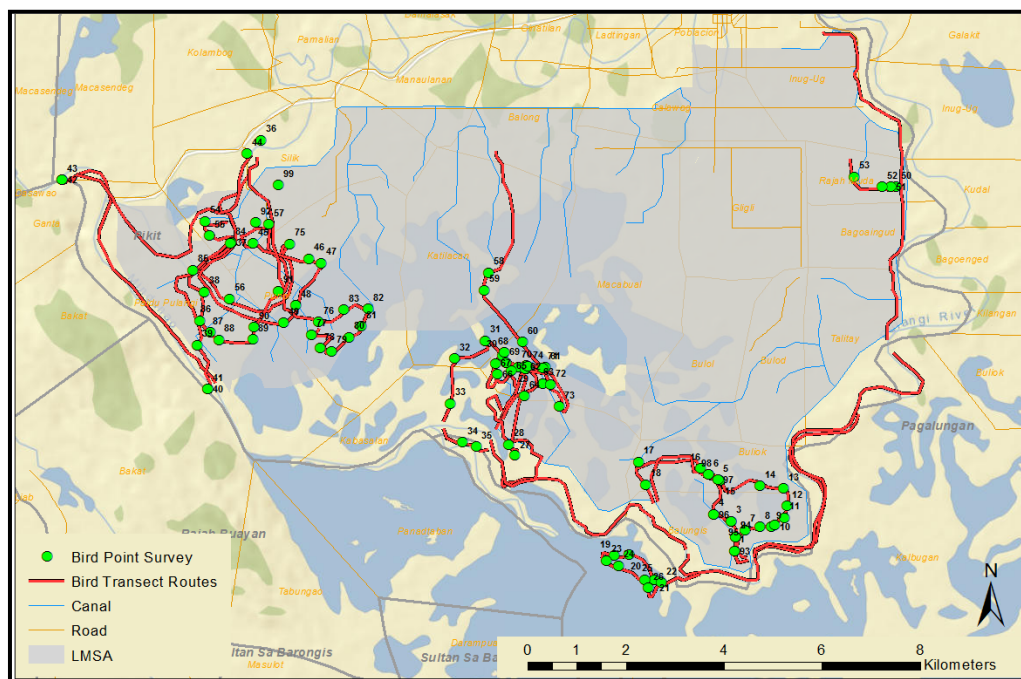


図 7.4.2 鳥類調査位置図

7.4.1 魚類調査結果

上図で示した 15 地点で同定された魚種は 10 種類であり、住民への聞き取り調査でさらに 2 種類の生息が確認され、合計 12 種の魚類が生息していることが明らかになった。この 12 種のうち、The International Union for Conservation of Nature (IUCN) のレッドリストで一連の絶滅危惧種に指定されているのはコイ、ウナギ類、*Barbodes sirang* (Sirang) の 3 種類である。本調査で生息が確認された魚種を次表に示す。

表 7.4.1 生態系調査により同定された魚種

Fish species	No. of caught fish	No. of caught sites	Category in IUCN Red list
1. <i>Cyprinus carpio</i> (Common Carp)	79	13 sites	VU: Vulnerable
2. <i>Channa striata</i> (Mudfish)	54	7 sites	LC: Least concern
3. <i>Helostoma temminckii</i> (Kissing Gourami)	15	7 sites	LC: Least concern
4. <i>Oreochromis niloticus</i> (Nile Tilapia)	198	All 15 sites	Not categorized in IUCN Red List
5. <i>Anguilla</i> sp. (Eel)	1	1 site	CR: Critically Endangered
6. <i>Anabas testudineus</i> (Climbing Perch)	7	3 sites	Not categorized in IUCN Red List
7. <i>Barbodes sirang</i> (Sirang)	32	5 sites	VU: Vulnerable
8. <i>Mesopristes</i> sp (Cross-Barred Grunter)	3	1 site	LC: Least concern
9. <i>Hypostomus placostomus</i> (Janitor fish /Suckermouth catfish)	4	2 sites	Not categorized in IUCN Red List
10. <i>Clarias batrachus</i> (Catfish)	3	1 site	LC: Least concern
11. <i>Labeo rohita</i> (Indian rohu carp)			LC: Least concern
12. <i>Trichopodus pectoralis</i> (Siamese gourami)			LC: Least concern

出典：JICA 調査団

*桃色で網掛けされた種は、The Liguasan Marsh Development Master Plan 1999-2025 (NEDA XII、1998 年) においても生息が確認されている。

魚種によって、捕獲数・捕獲地点数に大きな差があり、ナイルティラピアやコイ、泥魚はほとんどの地点で多数が確認されたが、ウナギ類や *Mesopristes* sp (Cross-Barred Grunter)、ナマズはそれぞれ 1 地点でのみ生息が確認され、捕獲数も限定的であった。ナイルティラピアは 1998 年の

NEDA による調査でも確認されているが、Liguasan 湿地にさらに流入・繁殖している可能性もある。よって、現時点で、既に Liguasan 湿地の魚類生態系が影響を受けている可能性もある。

Liguasan 湿地内外の湛水面積は季節的に変動していることが衛星画像解析から確認されている。LMSA 南部では1年間の1~20% (=0~73日間)が湛水している。すなわち、年間300日近くは干陸化され、それが毎年繰り返されているということになる。このような条件下で適応可能な魚種のみが生き残り、それらが本調査で同定されたと考えられる。したがって、本事業による魚類への影響はほとんど想定されない。

7.4.2 鳥類調査結果

本調査により、計63種の鳥類が同定された。本調査で同定された種のうち、*Haliastur indus* (Philippine duck) および *Anhinga melanogaster* (Oriental darter) は IUCN のレッドデータでそれぞれ、“Vulnerable”、“Near threatened”に分類されている。住民によると、前者が観察されるのは近年まれになってきており、その原因は狩猟とのことであった。IUCN も狩猟を Philippine duck の脅威として挙げており、そのデータが現地で裏付けられる結果となった。また、フィリピン国内の法令 DAO 2004-15 の2014年版 Appendix によると、本調査で同定された種のうち *Haliastur indus* (Brahminy Kite) など5種が EN II (取引が制限される必要がある種) に分類されている。これらの鳥類種を次表に示す。

表 7.4.2 生態系調査で確認された鳥類絶滅危惧種

No	Name of Fish	IUCN Red list	DAO 2004 (As of 2014)
1	<i>Haliastur indus</i> (Brahminy Kite)	LC: Least Concern	EN II*
2	<i>Elanus caeruleus</i> (Black-winged Kite)	LC: Least Concern	EN II*
3	<i>Circus melanoleucos</i> (Pied Harrier)	LC: Least Concern	EN II*
4	<i>Anas luzonica</i> (Philippines duck)*	VU: Vulnerable	VU
5	<i>Anhinga melanogaster</i> (Oriental Darter)*	NT: Near Threatened	VU
6	<i>Loriculus philippensis</i> (Philippine Haninging-parrot)	LC: Least Concern	EN II*
7	<i>Bolbopsittacus lunulatus</i> (Guaiabero)	LC: Least Concern	EN II*

出典：JICA 調査団

*EN II: Species not necessarily threatened with extinction, but in which trade must be controlled in order to avoid utilization incompatible with their survival

7.5 環境評価

これまでの調査結果や収集データに基づき、環境項目ごとの影響は次のようにまとめられる。

表 7.5.1 環境影響が想定される項目とその内容

環境項目	工事前/工事期間中の影響	運用中の影響
1. 大気汚染	工事用車両の稼働により、粉塵、排気ガスなどが発生する。ただし、工事現場周辺は主に農地、湿地であり、住宅地への甚大な影響は想定されない。	新規に道路が建設されるが、その主要目的は農作物の搬出である。また、そのアクセス道路は主に農地の中を通過する計画であり、住宅地が存在する道路を数回横断する程度であり、住宅地を縦断するような路線は計画されていない。よって、甚大な影響は想定されない。
2. 水質汚濁	工事現場からの排水（濁水）が発生する。	農地面積の増加に伴い、農業や化学肥料の施用量が増加する可能性がある。ただし、現時点での化学肥料や農業施用量は、フィリピン全国平均を下回ることから、甚大な影響は想定されない。
3. 廃棄物	工事による廃材やゴミ、残土が発生する。	廃棄物の発生は想定されない。
4. 騒音・振動	工事による騒音、振動が懸念される。	アクセス道路建設により交通量増加が想定されるが、道路周辺部は農地であるため、住民に対する騒音・振動被害はほとんど発生しない。
5. 水文・水象	影響は想定されない。	Liguasan 湿地の範囲や湛水面積は、季節変動や年ごとの変動が大きく、LMSA のための灌漑水を取水することによる影響はそれに比べると極めて限定的である。また、排水路建設により、乾期初期の干陸化が現時点よりも早

環境項目	工事前/工事期間中の影響	運用中の影響
		くなるが、湛水面積が大幅に変化するわけではない。よって、本件による水文・水象への影響はほとんど想定されない。
6. 生態系	新規に構造物が建設される地域は、既に農地として開発されており、手つかずの自然ではないことから、工事中の影響は想定されない。	本件により Liguasan 湿地の水文状況への影響はほとんど想定されないことから、生態系への影響も同様に想定されない。
7. 住民移転・用地取得	道路、堤防、水路の建設により、用地取得や作物の損傷、家屋への影響が発生する。	影響は想定されない。
8. 貧困層	貧困層は存在するが、工により貧困層が負の影響を受けることはない。工事期間中には、労働者として雇用される機会がある。	貧困層が負の影響を受けることは想定されない。また、貧困層が営農に携わっている場合、事業実施により安定的な灌漑農業を営むことが可能になる。
9. 少数民族・先住民	独自の文化や生活スタイルを維持している先住民は対象地域内に分布しない。	独自の文化や生活スタイルを維持している先住民は対象地域内に分布しない。
10. 雇用や生計手段等の地域経済	工事労働者としての雇用機会の増加が想定されるため、正の影響が発生する。 一方、用地取得や移転が必要となる住民には生計手段に影響が生じる。	灌漑水の安定供給および湛水被害の削減により農業生産性が向上する。また、道路建設により農産物の搬送が容易になり、労働時間が節減される。
11. 土地利用や地域資源利用	灌漑水路建設のために用地取得が必要となり、農地から、道路、水路、土取場、道路に変換される。	影響は想定されない。
12. 水利用	工事中には影響は発生しない。	LMSA 用に灌漑水を導水する許認可は取得済みであり、他地域の水利用を阻害するものではない。一方、本件により、乾期に灌漑水を利用できるようになる。
13. 既存の社会インフラや社会サービス	車両の増加により交通渋滞が発生する可能性がある。	想定される問題はない。
14. 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	地域内には農業、福祉、教育に関する既存組織があり、水利組合もすでに立ち上げられている。これらの組織は工事による影響は想定されない。	既存組織への影響は想定されない。
15. 被害と便益の偏在	用地取得や移転など負の影響を被る住民が居る一方、工事労働者として所得の機会を得る住民が居り、正負の影響の偏在が発生する。	影響は想定されない。
16. 地域内の利害対立	上記「被害と便益の偏在」で述べたように、同じ地域で正負の影響が偏在する。ただし、用地取得は工事実施前に実施されるため、両者の直接的な対立には発展しない。	灌漑水の配分をめぐる紛争が発生する可能性がある。
17. 文化遺産	Pikit にはスペイン統治時代に建設された石造りの砦があるが、本事業による負の影響は想定されない。	特に問題は発生しない。
18. HIV/AIDS 等の感染症	労働者は地元住民を優先的に雇用するが、外部から労働者を雇用する可能性もあるため、感染症の影響も想定される。	特に問題は発生しない。
19. 労働環境(労働安全を含む)	工事現場での事故が懸念される。	労働環境に関連する問題は発生しない。
20. 事故	交通事故の発生が懸念される。	道路が建設されることから、交通事故の発生が懸念される。

出典：JICA 調査団

7.6 緩和策

本事業により、用地取得、大気汚染、水質汚濁、騒音/振動、地域内の利害対立、事故などが想定される。これらの環境影響に対し、次の緩和策の実施が推奨される。

表 7.6.1(1) 緩和策：工事前/工事期間

環境項目	緩和策	責任機関	費用
1. 大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> 工車用車両の定期点検、全面的なメンテナンス 工事地域周辺での散水 	NIA	工事費用に含む
2. 水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> 沈砂池の設置による濁水の流出防止 	NIA	工事費用に含む
3. 廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 残土は水路沿いに放置 残土以外のゴミはフィリピン国法令に則って処理 	NIA	工事費用に含む
4. 騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> 夜間工事の見合わせ 	NIA	工事費用に含む
7. 住民移転・用地取得	<ul style="list-style-type: none"> 用地取得、被影響作物/建物への補償 	NIA	未定であるが NIA の予算で賄われる
10. 雇用や生計手段等の	<ul style="list-style-type: none"> 用地取得、被影響作物/建物への補償 	NIA	未定であるが NIA

環境項目	緩和策	責任機関	費用
地域経済			の予算で賄われる
13. 既存の社会インフラや社会サービス	<ul style="list-style-type: none"> • 工事用車両の分散化、スケジュールの調整 	NIA	工事費用に含む
15. 被害と便益の偏在	<ul style="list-style-type: none"> • 用地取得、被影響作物/建物への補償 	NIA	未定であるが NIA の予算で賄われる
18. HIV/AIDS 等の感染症	<ul style="list-style-type: none"> • 地域住民に対し、感染症に関する情報・教育・コミュニケーションの提供 	NIA	工事費用に含む
19. 労働環境（労働安全を含む）	<ul style="list-style-type: none"> • 労働者の健康管理 • 労働者に対する感染症に関する情報・教育・コミュニケーションの提供 	NIA	工事費用に含む
20. 事故	<ul style="list-style-type: none"> • 労務管理（過度な労働の回避） • 交通規制 • 労働者に対する安全管理の説明 	NIA	工事費用に含む

出典：JICA 調査団

表 7.6.1(2) 緩和策：運用期間

環境項目	緩和策	責任機関	費用
2. 水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> • 農業および化学肥料の適切な施用にかかる研修の開催、デモ圃場の設置 	ATI	ATI 予算
12. 水利用 16. 地域内の利害対立	<ul style="list-style-type: none"> • 水利組合の設立 • 水配分にかかるルール設定 • Water Tender の配置 	NIA	NIA 予算

出典：JICA 調査団

7.7 モニタリング計画

上記で提案した緩和計画に基づき、適切に緩和策が実施されているか確認するためのモニタリングを実施する。モニタリング結果に基づき、何らかの対策を講じる必要がある場合には、その対策を実施し、実施内容や結果を記録する。特に、用地取得については、補償単価に被影響者が合意していないことを考慮して、被影響者からのクレームに適切に対応する必要がある（モニタリングフォーマット（案）は英文報告書の Table 7.9.1 を参照されたい）。

7.8 ステークホルダー会議

LMSA の一部では既に建設工事が開始されているが、それ以前にプロジェクトや補償について説明するステークホルダー会議が NIA によって開催済みである。これらの開催日程を次表に示す。

表 7.8.1 ステークホルダー会議の開催日程

Date	Target Barangay	Municipality
July 23, 2014	Bulod	Pikit
July 9, 2015	Gligli	Pikit
Jan. 20, 2016	Macabual	Pikit
Jan. 26, 2016	Damalasak	Pikit
Jan. 27, 2016	Balong	Pikit
Jan. 28, 2016	Manaulanan	Pikit
Feb.5, 2018 *1	Talitay	Pikit

*1: 2018 年 2 月 5 日の農民参加者数は男性 84 名、女性 19 名である。

出典：MMIP PMO

上記ステークホルダー会議における主な質疑応答は次のとおりである。

Q1. 影響を受ける土地の所有権を保有していない場合どのような手続きが必要か？

A1. まず、権利証書を手に入れる必要がある。それに基づいて補償支払いが行われる。

Q2. 我々は小作人だが、補償を受ける権利があるのか？

A2. あなたが植栽した永年作物に対してのみ補償が行われる。

Q3. 永年作物に対する補償はいくらか？

A3. 県の査定事務所に料金表があり、それに基づいて支払われる。

Q4. 本事業は MILF に既に承認されているのか？

A4. 本件は既に MILF の認可を受けている。

Q5. 私自身は正式な土地所有者ではないが、前のバラングイキャプテンから土地所有を認められていた。その場合、作物補償を受けられるのか？

A5. 前バラングイキャプテンから正式に認められる機会があるのであれば手続きを進めてほしい。

7.9 住民移転計画

本事業実施により、住民移転・用地取得が発生する。しかし、フィリピン政府側は日本 ODA ローンへの要請を取り下げ、フィリピン政府が自身で事業実施することとなったため、JICA 調査団による住民移転計画 (RAP) 作成は行わない。今後、NIA が RAP を作成することが望まれる。

7.9.1 建設工事の進捗と用地取得

LMSA の一部は既に用地取得や工事が進行中である。LMSA における工事の進捗は図 7.9.1 に示すとおりであり、これに伴う用地取得の2018年7月時点の進捗は以下の通りである。

- ✓ 2019年からの工事が予定されている LMSA 南東部（当初 ODA 要請地域）については、被影響者、被影響作物および構造物の確認から補償支払いまで含めて全て未着手。
- ✓ その他の地域における灌漑水路建設による作物補償や建物補償は約半分が完了。ただし、用地取得に関する補償単価が折り合わず、用地補償は未着手。
- ✓ 排水路については、用地取得に対する補償は実施しない方針。作物補償と建物補償は実施するが、被影響者の確認は未着手であり、補償も未実施。
- ✓ 道路については、構想段階であり設計が終了していないため調査自体が未着手。

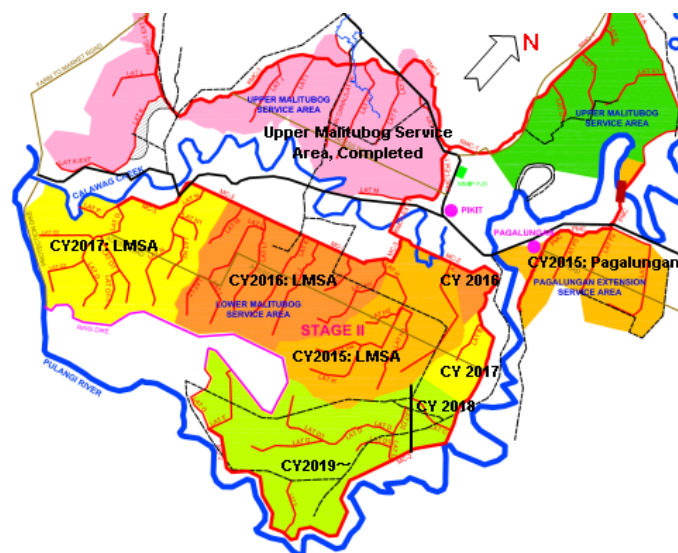


図 7.9.1 事業の進捗度合い
出典：NIA-PMO、MMIP II

7.9.2 用地取得面積と移転家屋数

本事業では、ケース1とケース2の2つのケースが検討されている。前者は、排水路はケース2と同じ路線・延長であるが、灌漑水路やアクセス道路については水没のおそれがあることから一部の建設を行わないものである。後者は堤防を除くすべての構造物を当初計画通り建設する計画である。ケース1の用地取得面積は198haであり、LMSAにおけるケース2の用地取得面積は253haである。排水路はケースに拘わらず同一延長であることから、取得面積に違いはない。

表 7.9.1 用地取得面積

Works	Area Required (ha)	
	Case 1	Case 2
1. Canals (LMSA)	133	185
2. Drains (LMSA)	52	52
3. Access Road (LMSA)	13	16
Total	198	253

Case-1: Construct the part of the irrigation system and all drainage system without dikes

Case-2: Construct the irrigation system and drainage system without the dikes

出典: NIA-PMO, JICA 調査団

2018年7月時点では、110の家屋について取り壊しが必要であることが明らかになっており、既にその半数について補償が支払われている。なお、家屋の取り壊し後、同じ敷地内、もしくは近傍に家屋を新たに建設するケースが大半であり、見知らぬ土地への移転というケースは確認されていない。

既にLMSA内での工事は一部開始されているが、用地取得に関する補償単価が低すぎるとして、ほとんどの被影響者は補償金額に同意しておらず、用地取得の補償金支払いが未完了である。フィリピン国の関連法規では補償の支払い時期を明示していないが、補償未了のままに工事を開始することはJICAガイドラインに反するものであり、すみやかに被影響者が納得できる補償単価を設定し、補償金を支払う必要がある。

7.10 先住民族への配慮

7.10.1 関連法と行政機関

1) 関連法

1987年の憲法ならびに1997年の共和国法 No.8371（先住民族の権利法）は、先住民族の文化や伝統に裏付けられた権利を尊重している。また、先住民族の権利法は、先住民族に関する各種用語の定義づけを行っていると同時に、先住民族の権利保護を主要機能とする行政機関として、国家先住民族委員会（NCIP）の設置も規定している。NCIPは、各種行政命令を発行し、先住民族の権利法の実施に必要なコンセプトを定義すると共に、先祖伝来の土地の認定手続きを初め、各種申請の手続き詳細を規定している。

2) 行政機関：国家先住民族委員会（NCIP）

NCIPは、先住民族の権利や文化の保護と周知を目的とする政策、計画、プログラムを立案、実施する機関として、1997年の先住民族の権利法の施行によって設置された。特に、先住民族の土地を巡る権利の保護に関しては、先祖伝来の土地の証明書を発行している。なお、当初要請のODA対象地域を含むLMSAはRegion XIIに属することから、今回の調査の管轄は、NCIP地区事務所（Region XII）の担当となった。

7.10.2 事業実施によって影響を受ける先住民族の存在の確認

1) 先住民族の概要

先住民族委員会（NCIP）によるとフィリピン国には全人口の10～15%に相当する1,200～1,500万人³の先住民族が住んでおり、民族・言語グループは110にも上る。先住民族は全国に散らば

³ Cariño. 2012. "Country Technical Notes on Indigenous Peoples' Issues: REPUBLIC OF THE PHILIPPINES"

っているもののその約 60%がミンダナオ島、また 33%がルソン島北部に集中している⁴。ミンダナオ島には、イスラム系先住民族と、イスラム教徒でもキリスト教徒でもない先住民族 Lumad が居住している。

2) 対象候補地における先住民族の存在に関する関係者の認識

MMIP-II 実施に関係する主要機関である NIA-PMO および Pikit 市役所職員、また MILF は調査団との会議の場において、それぞれ、当初要請の ODA 地域および LMSA 内には先住民族は存在しないと発言している。これら関係者の認識を踏まえて、NCIP による「十分な情報が提供された上での自由な事前の合意形成のプロセス (Free and Prior Informed Consent: FPIC プロセス)」を通して、事業によって悪影響を被る先住民族がいないことを公式に確認する手続きを開始した。

3) FPIC プロセス

ある計画、プログラム、プロジェクトあるいは活動によって、先住民族やその先祖伝来の土地に負の影響が及ぶ場合は、その計画、プログラム、プロジェクトあるいは活動の実施について、事前に対象となる先住民族から、FPIC を取り付ける必要がある。この FPIC プロセス概要は図 7.10.1 に示す通りであり、当該プロセスは前半の現地調査プロセス (Field-based Investigation: FBI プロセス) と、後半の合意形成プロセスに大きく 2 つに分けることができる。

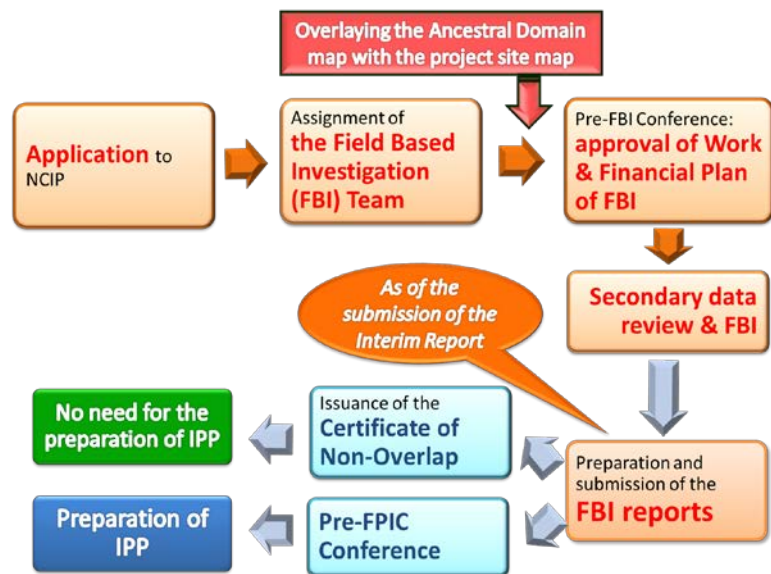


図 7.10.1 FPIC プロセス

出典：NCIP. 2012. Administrative Order No. 3

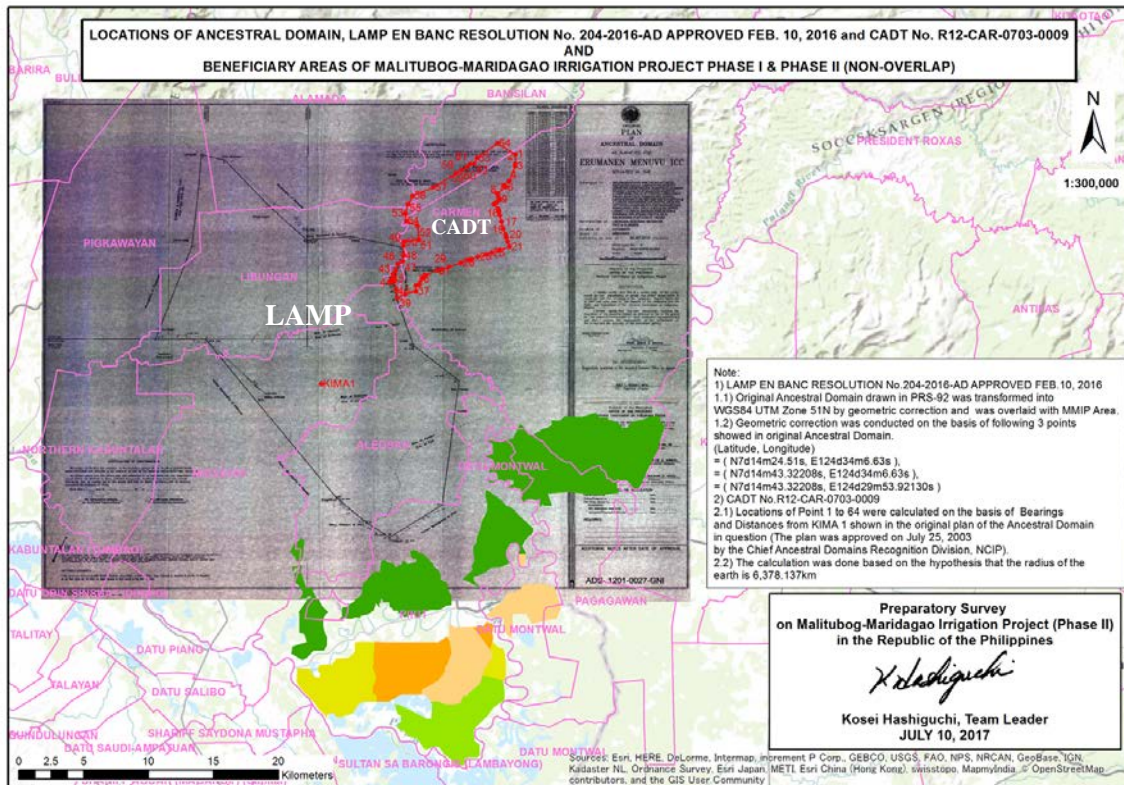
FBI では、ある事業の対象地域と先住民族の先祖伝来の土地との重複の有無、影響を被る先住民族の有無が確認される。影響が及ぶことが確認された場合は、影響を被る先住民族から事業実施への合意を得るため、合意形成プロセスに入る。逆に、影響を受ける先住民族がいない場合は、事業と先住民族の先祖伝来の土地の「非重複の証明書」(Certificate of Non-overlap: CNO) 発行手続きが開始される。

4) FBI プロセスの結果

調査団からの依頼を受けた NCIP は、FBI プロセスの遂行を提唱し、同機関の Region XII 事務所所長が、2017 年 5 月 29 日に FBI チームに NCIP 職員 3 名を任命した。まず、当初要請の ODA 対象地域近くにある、既に NCIP に認定されている先住民族の先祖伝来の土地 (Ancestral Domain: AD) 2 箇所と対象候補地の重複の有無を確認する必要があったことから、調査団がそれぞれの地図を重ねる作業を実施した。その結果、図 7.10.2 に示す通り、これらの AD2 箇所と MMIP-I および MMIP-II の対象地域全域とに、重なりは見られないことが確認された。

⁴ United Nations Development Programme (UNDP) Philippines. 2010. "Fast Facts Lagom: Indigenous Peoples in the Philippines"

2017年6月29日にFBIチームと調査団、そしてNCIPの州事務所職員ならびにRegion XII事務所所長によって今後のFBIプロセスの概要が承認された。これを受け、7月5日にFBIが実施され、FBIチームはその調査報告書を県レベルのNCIP職員の承認を得て、NCIPのRegion XII事務所に提出した。同報告書には、FBIの結論として、当該対象地域には、プロジェクトの実施によって負の影響を被ることが想定される先住民族並びにADの存在は確認されなかったこと、そのため、当該プロジェクトに対してCNOの発行が推奨されることが明記されている。



Note: KIMA 1 is the base point to locate the AD of CADT: 7° 12' 50.90295"N, 124° 34' 42.67226"E, Northing 797771.6801, Easting 453282.1548, Location Kimango.

図 7.10.2 先祖伝来の土地 2 カ所と MMIP-I、MMIP-II の対象地域の位置関係（重複なし）
出典： NCIP Region XII and NIA-PMO

7.11 提言

前述のとおり、本事業によりある程度の環境への影響は想定されるものの、その規模や程度はそれほど甚大なものではない。ただし、希少種の鳥類種が狩猟の対象となっていることが明らかになっており、事業の有無にかかわらずこれへの取り締まりが必要である。一方、LMSAでは工事に向けて用地取得が開始されており、作物および建物補償の支払いも進行中であるが、被影響者は提示された用地補償額に同意していない。すなわち、用地補償支払い前に工事が開始されている状況である。したがって、すみやかに、被影響者とは単価交渉を行い、適正な価格を設定し補償費を支払うことが必要である。

NIA-PMOは独自にステークホルダー会議を一部開催し、プロジェクトの説明を実施しているが、各会議の正式な議事録や参加者リストは作成されていない⁵。今後、ステークホルダー会議を開催する際には、これらの記録を適正に作成、保管する必要がある。

⁵ 2018年2月5日のステークホルダー会議に係る参加者リストは作成済みである。

第8章 グローバル・イシュー

8.1 貧困削減

ARMMはフィリピン国の中でも最も貧困率の高い地域であり、Region XIIはその他の地域と並んで、これに続いている。1991年から2015年までの24年間の間に、フィリピン全国の貧困率は29.7%から16.5%へと減少したものの、2015年時点のRegion XIIの貧困率は30.5%、ARMMの貧困率は48.2%である。

プロジェクトのコンポーネントの内、貧困削減に寄与するものとしては、1) 灌漑・排水水路建設と2) 農業開発と普及サービスがある。プロジェクトの実施後は、実施前と比べて受益農家の農家予算が70～89%向上する見込みで、プロジェクトは貧困削減に貢献すると考えられる。

表 8.1.1 プロジェクト前と後の推定農家予算の比較

SN	Case	Estimated No. of Farm Household without Project; MMIP II Area overall (FHHs)	Estimated No. of Farm Household with Project; MMIP II Area overall (FHHs)	household Income without Project (Php/FHH)	household Income with project (Php/FHH)	Ratio b/t with & without Project, (%)
Case-1 (irrigation canals to be constructed within areas where inundation is not more than 50cm)						
1	C1-M2-D00	1,601	6,107	90,967	172,347	1.89
2	C1-M2-D30	1,601	6,107	90,967	167,995	1.85
3	C1-M2-D50	1,601	6,107	90,967	165,384	1.82
4	C1-M2-D80	1,601	6,107	90,967	161,322	1.77
Case-2(irrigation canals to be constructed as per the original plan covering whole LMSA)						
5	C2-M2-D00	1,601	8,429	90,967	166,858	1.83
6	C2-M2-D30	1,601	8,429	90,967	162,080	1.78
7	C2-M2-D50	1,601	8,429	90,967	159,212	1.75
8	C2-M2-D80	1,601	8,429	90,967	154,752	1.70

出典：JICA 調査団

8.2 気候変動

過去の記録のレビューと、2050年までの気候変動のシミュレーションの結果から、気温上昇と、2020年までの季節雨量は増加傾向にあるものの、2050年に向けては乾期（9～2月）の降雨量が減ることが気候変動に関連する課題と言える。

1～2℃の気温上昇と低日射が重なることで、コメの受精率が落ちる可能性がある。開花期に、35度以上の気温が1時間以上続くと、通常、コメは受精しなくなり、結実しなくなる。また、高温により病虫害やネズミの害も増加する。このような高温の影響を避けるためには、高温耐性のある品種、早朝の開花、受粉を可能にする品種の導入の研究が必要となるが、IRRIのような国際研究機関による研究が期待される。

一方、事業のコンポーネントである、灌漑・排水施設の設置によって、降雨パターンの異常という気候変動の影響、すなわち集中豪雨や洪水の影響を緩和することが可能である。モンスーンシーズンの降雨量が気候変動の影響により不安定になると予想されるが、設置される灌漑システムはこの不安定な降雨量を補完する。

8.3 ジェンダー

PikitとPagalunganのヒアリング調査では、これらのMunicipalityでは、下表に示すようなジェンダーによる農作業分担が行われている。肉体労働の要素が大きい作業は男性がこなすことが多く、また、加工等農産物に付加価値を付ける作業は主に女性が担っている。一方、農作業に関する意思決定は男性が行い、通常、女性には意思決定権はない。上記の作業分担、意思決定のコン

トロールに関しては、宗教による違いは見られない。事業の実施に際しては、このようなジェンダーによるコントロールとアクセスへの配慮が重要である。

表 8.3.1 農作業におけるジェンダー分業

Particulars		Pikit			Pagalungan		
		Men only (✓)	Women only(✓)	Either or both (✓)	Men only (✓)	Women only(✓)	Either or both (✓)
1	Decisions	Land use	✓			✓	
2		Purchase of farming inputs	Labor	✓		✓	
3			Chemicals	✓		✓	
4			Equipment/machinery	✓		✓	
5		Commercialization (when, to where, to whom, how much, by which means, selling the produces)	✓			✓	
6		Others (Specify) – Post Harvest Activities such as Hauling, Drying & Milling	✓			✓	
7	Practice	Preparation of lands	✓			✓	
8		Purchase of farming inputs	Labor	✓		✓	
9			Chemicals			✓	
10			Equipment/machinery	✓			✓
11		Sowing	✓			✓	
12		Trans-planting			✓		✓
13		Watering	✓			✓	
14		Manual control of weeds			✓		✓
15		Application of fertilizers/pesticides	✓			✓	
16		Harvesting			✓		✓
17		Post-harvest treatments (Hauling, Drying & Milling)	✓			✓	
19		Marketing			✓		✓
20		Sales of the produce			✓		✓
21		Others (Value Adding to the product such as cooking of rice delicacies for additional income)		✓			✓

出典：Municipal Agriculturalist's Office of Pikit and Pagalungan

下表は、水利組合ごとに水利組合メンバーに女性の占める割合を示したものである。また、水利組合幹部メンバー（Board Directors）に女性の占める割合も纏めている。MMIP II 地域の方が MMIP I 地域よりも女性メンバーの割合が高くなっているものの、女性メンバーの割合は決して大きくなく、また、女性の幹部委員も Lagundi Pambua 水利組合を除いていずれも 1 割以下である。水利組合の設立にあたっては、女性メンバーの参加を促進するようなルールの設置が推奨される。

表 8.3.2 MMIP 地域の水利組合メンバーに占める女性メンバーの割合

Service Area	Female Ratio of Total (%)	Female Ratio in Board Members (%)
MMIP I/MSA	5.79	5.00
MMIP II/UMSA	5.73	9.09
MMIP II/UMSA	9.41	8.79
LAGUNDI PAMBUA* (MMIP II/UMSA)	47.95	11.11
MMIP II/ PESA	10.12	4.35
MMIP II/LMSA	8.61	5.74
TOTAL	9.23	6.42

Note*: LAGUNDI PAMBUA is one of IAs and it has much larger number of women than others.

出典：NIA-PMO

第9章 結論および提言

(本章の一部情報は、今後フィリピン国内で調達手続き予定であるため、3年間の間、非公表)

本調査は、MMIP-IIのうち工事未着手地域について、2017年1月にフィリピン政府から日本のODA支援が要請されたことに始まる。しかしながら、当初計画されていた洪水堤防と輪中堤防の建設は、技術的および財務的側面から妥当性は低いと判断されたため、NIAおよびフィリピン政府はこの要請を取り下げ、独自の予算で事業を推進することとなった。これに基づき、JICA調査団は今次調査結果を次のようにとりまとめる。

- 1) LMSAをPulangi川洪水から守るため、洪水堤防と輪中堤防がNIA-PMOによって設計されていたが、下記の理由からこれらの建設は行うべきではない。
 - 1.1) 洪水堤防と輪中堤防の建設予定地の地盤は非常に軟弱である。NIAは輪中堤防の最大高さを約7mとして設計しているが、仮に建設された場合、1.5m程度の地盤沈下が発生する可能性がある。地盤処理を実施しない状況下、地盤の円弧すべりを引き起こす可能性もある。これに対し地盤処理を行うと仮定すると、約■■■■PhPという膨大な費用が必要となり、経済的側面から堤防建設の妥当性は低い。
 - 1.2) 上記に加え、堤防が建設された場合、1) Liguasan湿地の湛水面積が19%~34%増加し、2) 適用する生起確率年(2、10、20、30、50および100年)にもよるが、65~81cmの水位上昇が発生する。これにより、Pulangi川の左岸にある住居の移転や、浸水防止のため住居の嵩上げが必要となる。すなわち、堤防建設により、周辺の自然環境への負の影響、および周辺住民の生活・生計への負の影響が引き起こされる。
 - 1.3) さらに、LMSA内の降雨が内部に貯留され、雨期の間LMSAの50%(80%)が2(30)年確率で湛水する。建設費■■■■PhPで高さ2m x 幅2mの水門を30箇所建設した場合、2年確率で湛水状態は11月には解除され、乾期の稲作が可能となる(30年確率では50箇所の水門要)。しかしながら、それでもLMSAの50~80%は雨期の間は作付出来ない状態になる。もし、排水ポンプが導入されれば、雨期の間でも作付可能となるが、10年確率の条件下で、■■■■PhPの追加投資が必要であり、経済性の面から妥当性がない。
 - 1.4) LMSA内の洪水を緩和するために、Pulangi川の流出量増加のための浚渫を実施するという案が考えられる。その場合、94kmの区間にわたって川幅を500m広げる必要がある。これは3億4,500万m³の土砂を除去することとなり、そのためには直接経費だけで■■■■PhPを要する。一方、LMSA西端から6~7km下流のPulangi川の川幅が非常に狭くなっている地域(ボトルネックエリア)が約13km続いている。このエリアの部分的浚渫も検討したが、500mの河岸拡幅を実施しても、100年、30年、2年の生起確率でそれぞれ198ha、206ha、339haの受益面積増加と限定的である。そして、その効果に対し、事業費はそれぞれ■■■■PhP、■■■■PhP、■■■■PhPと莫大なものとなる。
- 2) 洪水堤防と輪中堤防を建設しない場合、LMSAの灌漑開発には2つのオプションが考えられる。ケース1は、湛水被害の発生が限定的な地域のみを対象として灌漑システムも最小限とする案である(雨期に2,810ha作付け、乾期に3,688haの作付け)。ケース2は、NIA-PMOの当初設計通りの灌漑水路を建設する案である(乾期には6,590ha作付け可能であるが雨期には3,810haのみが作付け可能)。本件調査では、ケース1を推奨する。その理由は次の通り

である。

- 2.1) Case-1 の工事内容は、2018 年時点での残予算 [REDACTED] PhP 内で賄うことが可能である。代わって、LMSA 内ですべての灌漑水路を建設する場合（ケース 2）、何らかの洪水対策工事、例えば水路の法面保護、末端部におけるフルーム水路の導入等が必要である。しかしながら、これらの工事には少なくとも [REDACTED] PhP の追加経費が発生するため、NEDA が承認した当初予算を大きく超過する。さらに、ケース 2 の維持管理費はケース 1 のそれよりも 2 倍程度高くなる。
- 2.2) EIRR を見ると、ケース 2 の EIRR がケース 1 の EIRR よりも高くなっている。LMSA 受益地域面積の 0%、30%、50%、80% が雨期に湛水被害を受ける場合、ケース 1 とケース 2 の EIRR は MMIP-II 地域を対象とした場合、それぞれ 11.87% と 10.90%、10.73% と 10.07%、10.18% と 9.68%、9.32% と 9.07% である。ただし、このケース 1 とケース 2 の EIRR の違いはそれほど大きいものではない。よって、JICA 調査団は、LMSA 内部でも湛水被害が軽微な地域のみ灌漑水路を建設するケース 1 を推奨する。この場合、維持管理もケース 2 より容易となる。
- 3) MMIP-I エリアにおける灌漑施設は 20 年以上前に建設されているが、補修が必要な施設が散見される。特に、頭首工に設置されたゲートは巻き上げ装置が故障しており、洪水時の施設の安全性に問題が生じている。NIA はこれら MMIP-I 地域のリハビリ、修繕、また MMIP-II 地域の改善、さらに維持管理用機材の調達のため、別途の予算を確保することが求められる。これらの工事には [REDACTED] PhP が必要となるが、MMIP III 事業として実施すべきである。
- 4) 2018 年末時点で残予算は [REDACTED] PhP である。上述のように、Case-1 であれば残予算での工事完工が可能である。しかしながら、Case-2 の場合、残予算では賄えない。よって、JICA 調査団は Case-1 を第一に提言するものであるが、もし NIA が Case-2 の実現を考えるならば、別途の予算処理を行い、段階的な事業実施を進めるべきである。また、Case-2 の予算確保とあわせて上記 MMIP III 予算を確保し、Case-2 の工事実施と MMIP I 地区のリハビリ、MMIP II 地区の改善、また維持管理機材の調達等を合わせておこなうことも考えられる。
- 5) 環境への配慮事項として用地取得の発生が挙げられる。しかしながら、ほとんどの被影響者は NIA-PMO が提示した用地補償単価（2003 年に設定されたものが現在も適用されている）を低すぎるとして受け入れていない。その結果、補償費は支払われぬまま建設工事が開始もしくは進行中である。これに対し、NIA-PMO は被影響者と補償単価について協議し、合意形成の上、すみやかに補償を完済させることが推奨される。