

パート II

優先地区 Pre-FS

第1章 開発優先地区の選定

「インドネシア国食料安全保障のための灌漑開発・管理長期戦略策定プロジェクト」において、2044年までをカバーする米自給のための灌漑開発計画を策定した（第1編参照）。同プロジェクトにおいては、あわせて全国を俯瞰した上で優先地区を複数選定し、そこでの予備的なFS調査の実施が要請されている。灌漑開発・管理長期戦略策定プロジェクトで推定したインドネシア国の全国における灌漑ポテンシャルを参照しつつ、また、CP機関（水資源総局）との一連の協議を通して4つの優先地区を選定した。これら地区の選定について以下に述べる。

1.1 4 優先地区選定の基準

優先地区は大きくは新規灌漑開発地区、そして既存のリハビリ地区（あるいは近代化地区）から構成される。以下に灌漑沼沢局と協議のうえ合意した優先地区の選定にあたっての基準を示す。

- 1) 開発規模： 新規地区に関しては1地区1万ha以上、リハビリ地区（あるいは近代化対象の地区）に関しては1地区5万ha以上を対象とする。
- 2) 投資規模： 1優先地区あたり1億\$以上（約1.5兆Rsに相当）を対象とする。
- 3) 新規開発地区： 1箇所のみで1万ha以上を確保できない場合、隣接する地区や同じ流域内の複数の地区を纏めて取り扱うことを可とする。また、新規地区の開発優先は、第一に既存の天水水田地区とし、続いて「最適な開発地区：fully suitable area」とする。なお、重力灌漑可能な地区を原則とする。
- 4) リハビリ地区： 1箇所のみで5万ha以上を確保できない場合、隣接する地区や同じ流域管理事務所が管轄する3～5カ所、あるいはそれ以上の複数の地区を纏めて取り扱うことを可とする。
- 5) ダム事業： 水源に関し、ダムの新規開発を含む地区は、社会・環境面から優先地区としては原則として取り上げない。
- 6) 他ドナー： 他のドナーによって既に介入計画がある場合、優先地区として取り上げない。
- 7) 新首都計画： インドネシア国政府はカリマンタン島の東部に新首都を建設する計画を有している。新首都への主食供給の観点から、カリマンタン島の東部周辺において新規灌漑開発のポテンシャルが存在する場合、これを優先地区として取り上げる。

インドネシア国政府は2015～2019年の5カ年計画において約13万haの新規開発（年間当たり約2.7万ha）、また67万haものリハビリ事業（年間当たり約13万ha）を実施してきた。当該実績を参照しつつ、また優先地区の事業実施においてはドナーの関与も考えられることから、今回の優先地区に関する開発規模は新規地区で1万ha以上、リハビリ地区で5万ha以上、そして投資規模については一地区あたり1億\$以上を想定するものである（上記基準の1および2）。

ただし、過年度より多くの灌漑開発事業が実施されてきたインドネシア国においては、上記のような大型の事業地区を一箇所のみで確保することはほとんど困難である（大型の地区は既に開発済みである）。そのため、隣接する地区、あるいは同じ流域内の数カ所の地区を纏めてグループとして開発することを可とするものである（上記基準の3と4）。

灌漑水源として新規のダム建設を必要とする地区は、近年のダム建設における社会・環境面の

問題から事業実現までに多くの年数を要することが想定される。すなわち、事業実施において当初計画から大幅に遅延することが予想されることから、今回の優先地区の選定にあたってはダム建設を要する地区は除外する（上記基準の5）。なお、水源としてのダム建設をインドネシア国政府側で実施する場合であって、受益地の新規開発、また受益地の拡大・リハビリ事業等を行う場合は優先地区として除外しない。また、既に他ドナーによって支援がコミットされている地区も除く（上記基準の6）。

インドネシア国政府は、カリマンタン島の東部に位置する Penajam Paser 県と Kutai Kartanegara 県に跨がる地区に新首都を建設する計画を有している。新首都計画に関連し、水資源総局は新規の灌漑開発ポテンシャルが存在するとの前提の下、当該カリマンタン島の東部において新規開発の優先地区の特定につき JICA 調査団まで要請を行っている。すなわち、新首都への居住者に対する主食供給を目的とするものであるが、当該要請に留意する（上記基準の7）。

1.2 4 優先地区の選定

上記の選定クライテリア、また CP 機関との協議を通じて選定した4地区が位置する州、管轄する流域管理事務所（BWS、BBWS）、また受益面積の要約を以下に示す。4地区は、ランブン州（BBWS Mesuji Sekampung）、東カリマンタン州（BWS Kalimantan I）、中部ジャワ州（BBWS Pemali Juana）、そして南スラウェシ州（BBWS Pompengan Jeneberang）である。前者の2地区は新規開発対象の地区であり、後者の2地区はリハビリあるいは近代化を対象とする地区である。

表 1.2.1 選定された優先4地区の要約

Province	B/BWS	Service Area (Net), ha	Mode of Development	Remarks
Lampung	Mesuji Sekampung	56,886	New Development	Komerling extension (4-1)
Kalimantan East	Kalimantan I	53,915	New Development	3 places (KT2, 31&32, 4)
Central Java	Pemali Juana	134,362	Rehab./ Modernization	Total 11 schemes
South Sulawesi	Pompengan Jeneberang	49,829	Rehabilitation	Total 5 schemes

出典：JICA プロジェクトチーム

1.2.1 新規開発に係る優先地区の選定

灌漑開発・管理長期戦略策定にあたっては、全国を対象として水資源ポテンシャルと土地資源ポテンシャルの推定、そして両者の重複部分として表現される灌漑開発ポテンシャルを特定している（第1編8.2章参照）。全国を対象として灌漑開発ポテンシャルを図1.2.1に示すが、新規灌漑開発のための優先地区選定にあたっては、図に示される灌漑開発ポテンシャルを第一に参照する。

図1.2.1に示す‘A’は最も灌漑開発ポテンシャルが高い地域、また‘E’は最も低い地域を示している。これより、スマトラ島の南部（ランブン州）、そしてカリマンタン島の東部（東カリマンタン州）の2箇所を選定する（カリマンタン島では南東部のポテンシャルが最も高いが、新首都計画との関連にてポテンシャル‘B’を有する東部地区を選定する）。

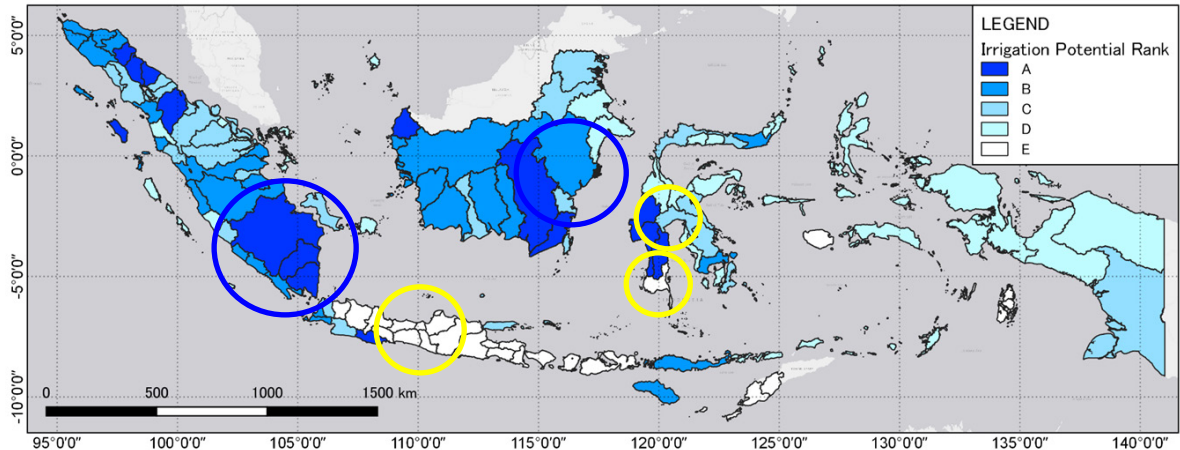


図 1.2.1 インドネシア国における灌漑開発ポテンシャル（5つに区分）と開発優先地区

出典：JICA プロジェクトチーム

備考：青の円は新規灌漑開発に係る優先地区、また黄色の円はリハビリ（あるいは近代化）に関する優先地区を示している。

1.2.2 リハビリ・近代化に係る優先地区の選定

リハビリや近代化に関する優先地区は、これまでに多くの灌漑地区が開発され、それらの一部あるいは多くに老朽化が見られる地域から選択される。そのため、第一の優先地区はジャワ島、続いてスラウェシ島などが対象となる。前者（ジャワ島）の水田地区の既に 75%には灌漑施設が整備されており、また後者のスラウェシ島においても 68%の水田地帯に灌漑施設が建設されてきた（いずれも 2015 年時点、BPS 公表値）。

リハビリ優先地区の選定についてはジャワ島とスマトラ島を対象とすることを前提として、灌漑沼沢局と一連の協議を行った。協議を通じて、多くの灌漑施設が過去に建設されてきた地区、また灌漑施設に老朽化が散見される地区として、ジャワ島では中部ジャワ州、スラウェシ島では南スラウェシ州が提案された（図 1.2.1 の黄色の円を参照）。JICA 調査団は 2020 年 2 月～3 月にかけて、これら 2 つの州内の既存灌漑施設を管轄する流域管理事務所（BBWS）を訪問して関連情報の収集・確認、関係者との協議等を行った。

BBWS 関係者との協議、またサイトの視察を行って老朽化の程度を確認した後、最終的には表 1.2.1 と表 1.2.2 に示す灌漑地区をリハビリあるいは近代化の対象とすることとした。表 1.2.1 は中部ジャワ州内の対象灌漑スキームを示しているが、全 11 灌漑スキームにて計 13.4 万 ha ほどを対象とする。南スラウェシ州内の対象灌漑スキームは表 1.2.2 に示しているが、計 5 つの灌漑スキームにて合計約 5 万 ha を対象としたリハビリ事業を予定する。

表 1.2.1 に示す中部ジャワ州内にて対象とする全 11 灌漑スキームのうち 8 スキームはリハビリ対象（No.1～8）、3 スキーム（No.9、10、11）は近代化の対象となる。近代化の対象となる 3 スキームは上流に Kedung Ombo ダムを擁しており、年間を通じて比較的安定した灌漑用水の確保が可能である。また、当該地区においては 2014～19 年の 5 カ年において緊急的なりハビリ事業は既に実施されてきた。このことから、必要に応じた追加のリハビリとあわせて、より高度な水管理を念頭に近代化を行うものである。

表 1.2.2 中部ジャワ州におけるリハビリ・近代化を対象とする灌漑スキーム

DI_ID	Scheme Name	Type	Service Area, ha	Water Resource
1	DI Pemali	Rehabilitation	26,952	Sungai Pemali
2	DI Kumisik	ditto	3,940	Sungai Kluwut
3	DI Gung	ditto	6,632	Waduk Cacaban
4	DI Cacaban	ditto	7,439	Waduk Cacaban

DI_ID	Scheme Name	Type	Service Area, ha	Water Resource
5	DI Rambut	ditto	7,634	Waduk Cacaban
6	DI Sungapan	ditto	7,086	Sungai Waluh
7	DI Comal	ditto	8,882	Sungai Comal
8	DI Kedung Asem	ditto	4,353	Sungai Kuto
9	DI Sidorejo	Modernization	7,938	Waduk Kedung Ombo
10	DI Sedadi	ditto	16,055	Waduk Kedung Ombo
11	DI Klambu	ditto	37,451	Waduk Kedung Ombo
	Total		134,362	

出典：BBWS Pemali Juana, DGWR

表 1.2.3 南スラウェシ州におけるリハビリを対象とする灌漑スキーム

DI_ID	Scheme Name	Type	Service Area, ha	Water Resource
1	DI Kelara Karalloe	Rehabilitation	10,000	Sungai Kelara & Sungai Karalloe
2	DI Lekopancing	ditto	3,626	Sungai Lekopancing
3	DI Bantimurung	ditto	6,513	Sungai Bantimurung
4	DI Lamasi	ditto	11,506	Sungai Lamasi
5	DI Kalaena	ditto	18,184	Sungai Kalaena & Sungai Singgeni
	Total		49,829	

出典：BBWS Pompengan Jeneberang, DGWR

第2章 プレフィージビリティ調査：スマトラ島・ランプン州

優先新規灌漑開発地区のうち、スマトラ島における優先地区は BBWS Mesuji Sekampung および Sumatera VIII の管轄内にあり、主としてランプン（Lampung）州内に位置している。ここでは Pre-FS レベルでの土地および水ポテンシャルの検討結果、およびそれら結果を踏まえた農業開発、灌漑開発、また予備的な事業費積算と経済評価を含めた検討結果を報告する。

2.1 新規灌漑地区候補の特性

2.1.1 地理特性

ランプン州はスマトラ島の最南端に位置する州である。面積は 35,376.5km²（スマトラ島全体面積の 7.5%）を占めているが、2つの River Territory（Mesuji Sekampung: 01.45.A3、Sumatera VIII: 01.43.A2）内に位置している。また、他州との境界を2つ持ち、南西の海岸線から Barisan 山脈までの短い区間で Bengkulu 州と、それ以东の長い区間で南スマトラ州との境界を有する。

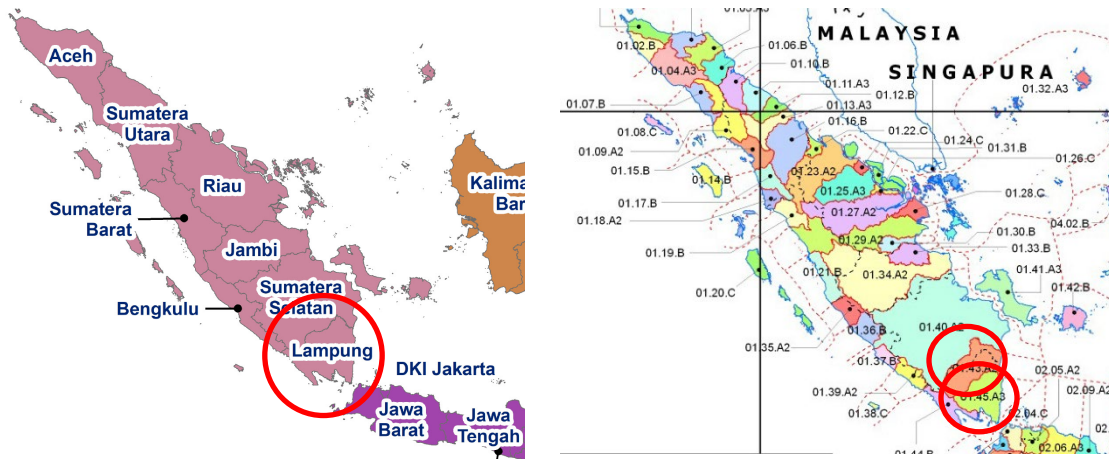


図 2.1.1 スマトラ島の州域および流域境界図（赤丸は開発対象地区を含むエリアを示す）

出典：水資源総局 (Directorate General of Water Resources)

ランプン州の地形は西側の海岸からスマトラ島を南北に貫く Barisan 山脈までの丘陵や山岳地帯から、それ以东の湿地帯を中心とした比較的緩やかなエリアとに分かれる。州の中央部のほとんどが低地であり、東側の海岸線沿い付近には広く湿地帯が展開している。このような地形により、同州では主として、大規模なプランテーションによるコーヒー、カカオ、ココナッツなどが栽培されている。

JICA 調査団は、Mesuji Sekampung 流域管理事務所および DILL 本部との協議、また現地踏査を通じて開発候補地を特定した（表 2.1.1 および図 2.1.2 参照）。開発可能面積や開発の進捗状況を考慮した結果、No.3～No.6 の候補地については本業務の優先地区から除外することとし、No.1 および No.2 のエリアを対象として Pre-FS 調査を実施することに合意した。さらに、Pre-FS 調査の結果、JICA 調査団は No.1 地区（Komerling Extension Area No.4-1、開発可能面積：約 70,000ha）の開発を推奨することとした。

表 2.1.1 ランプン州の灌漑開発候補地一覧

No.	Name of Irrigation Scheme	Potential Area*, ha	Remarks
1	Komerling Extension (Extension No.4 area)	Over 90,000 Ext. No.4-1: over 70,000 Ex. No.4-2: about 12,000 Ex. No.4-4: about 12,000	Extension from existing Komerling DI in BBWS Sumatra VIII (Ext. No.4 is located in BBWS Mesuji Sekampung)

No.	Name of Irrigation Scheme	Potential Area*, ha	Remarks
2	Giham-Tahmi**	About 6,700 + 2,600	Completely new area, but very hilly
3	Pidada Tulang Bawang (extension)	About 2,000-3,000	Lowland
4	Dente Teladas	About 3,500	DD finished in 2015
5	Rumbia Extension	About 15,000	On-going by the Government fund
6	Sekampung (modernization, under study)	-	Only modernization

備考：* ここに示すポテンシャル面積はいずれも詳細な検討前の予備的な面積である。 ** Giham 地区と Tahmi 地区はお互いに隣接していることから、両者を一つの灌漑地区として取り扱う。

出典：BBWS Mesuji Sekampung

2.1.2 降水量と河川流量

本節では水源量を算定するための基礎資料として、Pre-FS 対象地区である Komerling Extension 地区と Giham-Tahmi 地区について、流域降雨量と河川流量をそれぞれ整理する。図 2.1.3 に灌漑開発候補地とその流域、また周辺の雨量・流量観測所の位置を示す。流域は Badan Informasi Geospasial (BIG)の公表する DEMNAS をベースに、水源となる河川にある取水堰を起点として算定した。

開発候補地区周辺は実測のデータが比較的多く存在し、開発候補地区の水源となる Komerling 川、Giham 川の流量記録も利用可能である (DI. Komerling Extension 地区内を流れる Tulang Bawang 川は円借款事業を実施中である DI. Komerling とは別水源であるが、本検討では、水源を DI. Komerling と同じ Komerling 川に求めて水ポテンシャル量を算出する)

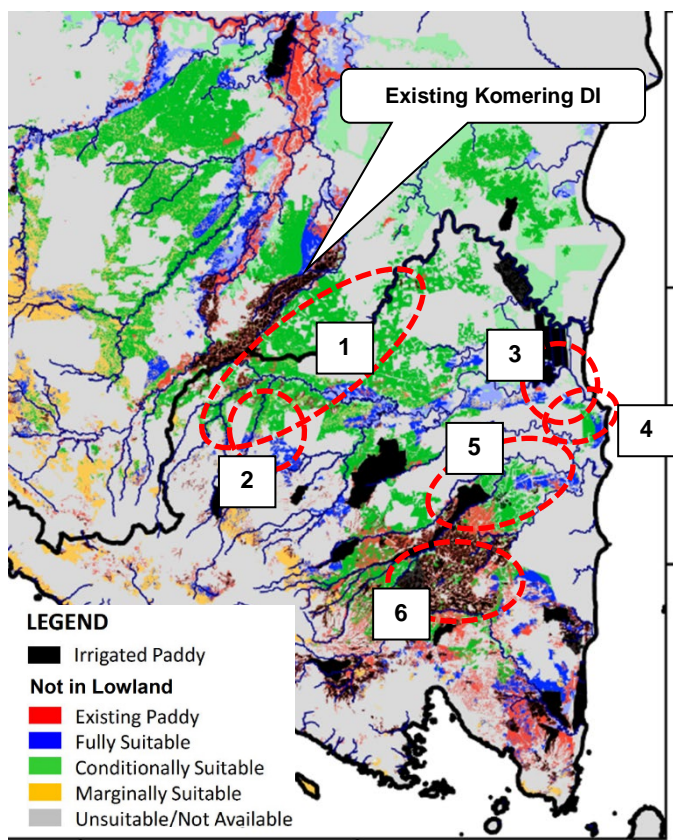


図 2.1.2 新規開発候補地区の土地ポテンシャル図

出典：BBWS Mesuji Sekampung

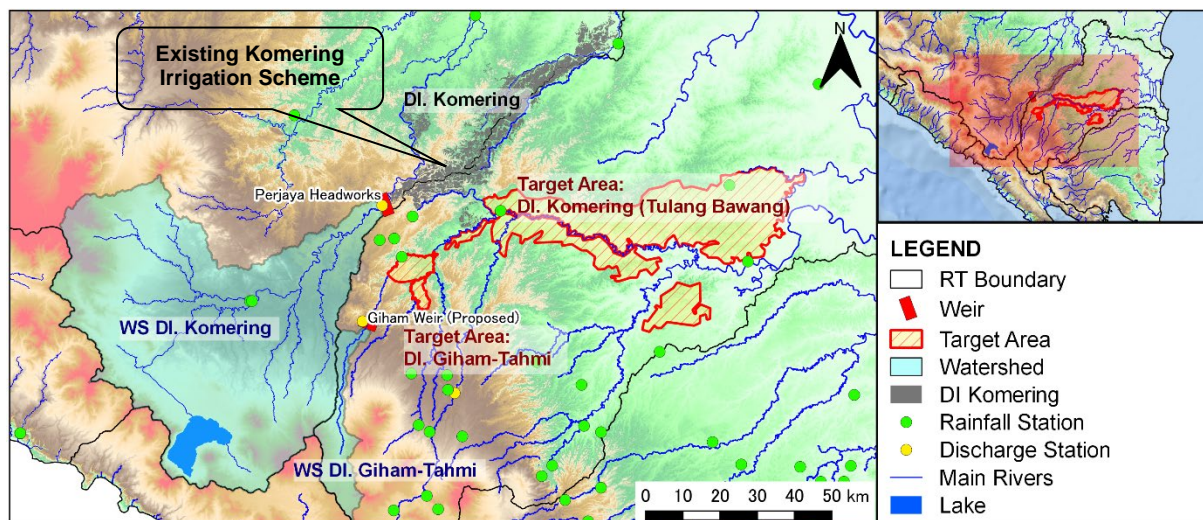


図 2.1.3 灌漑開発候補地区の受益地、流域、および周辺観測所位置図

出典：JICA 調査団

1) 降水量

平年時の降水量 (Pave) および 80%確率降水量 (5年確率渇水年降水量、P80%) を下表に整理する。各灌漑開発地区の平年時降水量は 2,100mm~2,500mm/年、80%確率降水量は 1,300mm~1,400mm/年程である。6月から10月にかけて乾季のあるジャワ島からスマトラ島南部にかけて広がる典型的なモンスーン型の降水パターンを示している。

表 2.1.2 各灌漑開発地区および River Territory の平年時降水量 (単位: mm)

Code	Name	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
1.40.A2	WS MSBL*	261	253	301	266	208	166	160	152	172	241	300	306	2787
-	Komering	254	276	282	252	179	142	110	140	131	147	275	263	2451
1.43.A2	WS Mesuji Tulangbawang	240	255	286	202	151	128	119	100	107	139	189	274	2190
-	Giham	240	276	271	232	137	112	92	88	105	114	216	236	2120

備考: MSBL (Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau)

出典: JICA 調査団

表 2.1.3 各灌漑開発地区および River Territory の 80%確率降水量 (単位: mm)

Code	Name	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
1.40.A2	WS MSBL*	166	162	200	179	126	85	76	56	62	120	197	207	1635
-	Komering	157	188	175	153	106	70	44	43	41	69	180	171	1396
1.43.A2	Mesuji Tulangbawang	158	199	185	136	100	62	44	28	39	63	127	192	1331
-	Giham	157	217	174	151	91	53	31	22	40	50	148	165	1298

備考: MSBL (Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau)

出典: JICA 調査団

2) 河川流量

MPWH の定める Standard of Irrigation Planning - Irrigation Network Planning, MPWH 2013 (以降、KP-01 と記載) では、水源としての設計流量は 80%超過確率流量 (Q80%) が適用される。また、河川環境維持のための河川維持流量は河川に関する政府規則 (No.38, 2011) で制定された 95%超過確率流量 (Q95%) が適用される。したがって、ここでは各灌漑開発候補地区の水源河川の実測記録に基づいて、平均流量 (Qave)、80%超過確率流量 (Q80%)、95%超過確率流量 (Q95%) を算出する。

月別確率流量の算出結果を表 2.1.4、表 2.1.5 に示し、月別の P80%と Q80%の関係を図 2.1.4 に示す。各流域とも降水・流量パターンともに同様の傾向が確認され、雨期には Q80%で約 100mm/月、乾季には 30~50mm/月、年間流量は 910mm~960mm 程であることが確認できる。

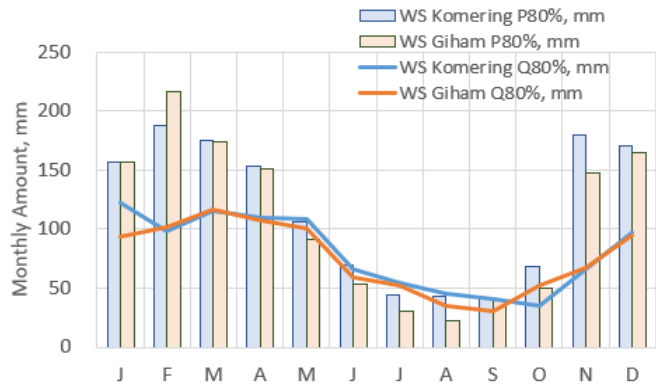


図 2.1.4 開発候補地区の月別降水量 (P80%) と流量 (Q80%)

出典: JICA 調査団

表 2.1.4 Komering 地区流域の月別流量 (流域面積: 4,305km²)

Item	Unit	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Qave	mm	159	134	155	151	150	93	73	66	69	91	114	153	1407
Q80%	mm	122	99	115	110	109	66	55	45	41	35	66	98	959
	m ³ /s	196	176	185	182	174	110	88	73	68	56	109	157	-
Q95%	mm	89	76	89	87	70	50	43	33	28	19	22	71	677

出典: JICA 調査団

表 2.1.5 Giham-Tahmi 地区流域の月別流量 (流域面積 : 290km²)

Item	Unit	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Qave	mm	207	193	180	158	145	100	95	66	64	102	120	209	1639
Q80%	mm	94	101	116	108	101	59	52	35	31	53	67	94	911
	m ³ /s	10.0	11.9	12.4	11.8	10.7	6.5	5.5	3.8	3.4	5.6	7.3	10.0	-
Q95%	mm	55	64	83	80	76	40	34	6.1	1.1	5.8	44	55	543

出典: JICA 調査団

2.1.3 ランプン州の土地利用および農業現況

ランポン州の農業は最も重要な産業部門として位置付けられており、2018 年時点の名目 GRDP の 30%が農業部門からの貢献である¹。食用作物の栽培は主に湿地での水田でなされており、トウモロコシやキャッサバもパラウイジャとして栽培されている。また、ランポン州では、ゴム、コーヒー、アブラヤシなどのエスレート作物も広く栽培されている。以下に、ランポン州全体と、新規開発地区 (Komerling Extension 地区) が位置する 3 つの Kabupaten (Tulang Bawang、Tulang Bawang Barat、Way Kanan) の農業 (特に水稲とパラウイジャの栽培) について概説する。

1) 農業土地利用

表 2.1.6 にランポン州全体と新規開発地区が位置する 3 つの Kabupaten の農業土地利用を示す。2015 年時点において、ランポン州には 120 万 ha の農地があり、そのうち 31% (38 万 ha) が湿地に分類される。水稲とパラウイジャはこの湿地で栽培されており、そのうち 51% (19 万 ha) が灌漑農地に分類される。Kabupaten 別に見ると、Way Kanan と Tulang Bawang Barat において灌漑整備が進展しており、それぞれ 65%と 72%が灌漑農地となっている。他方、Tulang Baowang では 2015 年時点においては、灌漑整備はなされていない。

表 2.1.6 ランプン州および関係する 3 Kabupaten の農業土地利用 (2015)、単位 : 1,000 ha

Kabupaten	Wetland (湿地帯)			Agricultural dryland (畑地)				Total
	Irrigation	Non-irrigation	Sub-total	Dry field/Garden	Unirrigated/Shifting cultivation	Temporarily unused	Sub-total	
Tulang Bawang	0	36.8	36.8	68.1	0	2.9	71.0	107.8
Tulang Bawang Barat	8.0	3.1	11.1	41.7	0	2.9	44.5	55.6
Way Kanan	12.7	6.7	19.4	91.8	0	21.6	113.4	132.8
ランポン州	191.9	185.5	377.5	749.1	0	69.9	819.0	1196.5

出典: Land Area by Utilization 2015 (BPS, 2016)

図 2.1.5 は新規灌漑地区における現況の土地利用を視覚的に表している (Google Earth 基図上に ART/BPN によって作成された土地利用を重ねている)。現況においては多くがパームのプランテーションを含む天水農地 (56,832 ha) であり、一部に疎林 (6,375 ha) が広がっていることが判る。

¹ BPS-Statistics of Lampung Province, Lampung Province in Figures, 2019

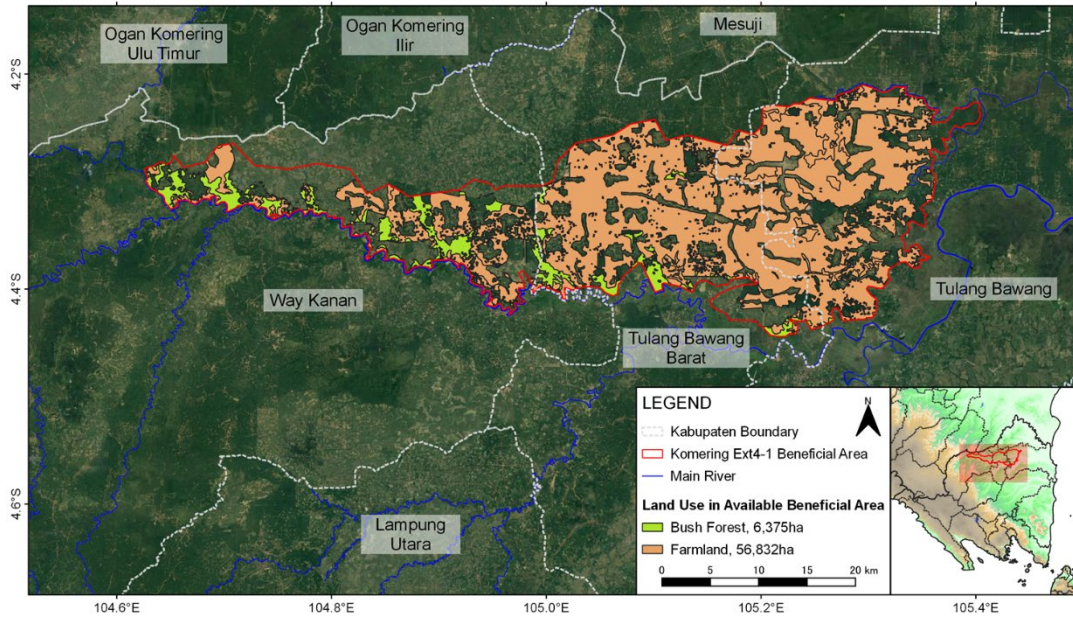


図 2.1.5 事業対象地区の土地利用図 (Komer ing Ext. 4 地区)

出典：ATR/BPN

2) 稲作栽培

表 2.1.7 に過去 3 年間 (2015~2017 年) の湿地水田の収穫面積、収量、生産量を示す。収穫面積は、3 つの Kabupaten すべてで年々増加の傾向にある。一方、収量については、Way Kanan と Tulang Bawang Barat において 2017 年時点でランブンプ州の平均 (5.18t/ ha) 以上の収量を達成しているものの、Tulang Bawang の収量は低い値を示している (4.49t/ ha)。これは灌漑整備の進展によるものと考えられ、基本的に天水による稲作栽培を行っている Tulang Bawang の収量は他に比べて低く推移している。

表 2.1.7 ランプン州および関係する 3 Kabupaten の稲作栽培状況 (収穫面積、単収、生産量)

Kabupaten	Harvested area (1,000 ha)			Yield (ton/ha)			Production (1,000 ton)		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Tulang Bawang	50.1	63.2	73.4	4.85	4.60	4.49	242.7	291.0	329.2
Tulang Bawang Barat	18.2	18.6	21.6	4.87	5.15	5.15	88.4	95.8	111.3
Way Kanan	31.9	38.3	40.8	4.67	5.47	5.37	149.2	209.1	219.3
ランブンプ州	660.6	736.9	789.3	5.29	5.20	5.18	3496.5	3831.9	4090.7

出典：Lampung Province in Figures (BPS-Statistics of Lampung Province 2016-2018)

図 2.1.6 は、2015 年時点のランブンプ州と 3 つの Kabupaten の湿地水田の水稻作付率を示している。ランブンプ州全体で見ると水稻作付率は 175% であり、1 年に複数回の稲作付けが広く行われていることが判る。Way Kanan と Tulang Bawang Barat の場合、州全体の値よりも低いものの、作付率は 164% に達している。他方、天水による稲作栽培を基本とする Tulang Bawang の作付率はわずか 136% であり、利用できる水が他の地区

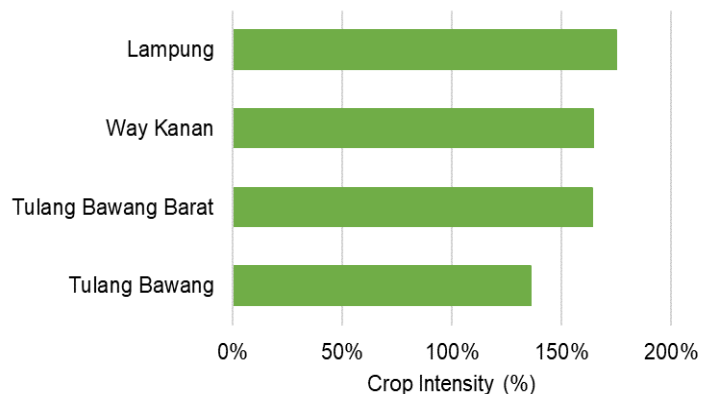


図 2.1.6 ランプン州および関係県の稲作の作付率 (2015)

出典：BPS-Statistics of Lampung Province, 2016

に比して少なく、結果、作付け率が低いことが分かる。

近年、インドネシアにおける改良米の生産と普及は目覚ましく、水稻の収量増加に大きく貢献している。図 2.1.7 には、2017 年時点におけるランプン州で栽培されているイネ品種のシェアを示している。同地域において最も使用されているイネ品種は **Ciherang** で 46% のシェアを占め、**Mekongga** (11.3%) と **Inpari 30 Ciherang Sub 1** (10.8%) がそのあとに続く。これらの上位 3 品種は、すべて 2000 年代にリリースされた高収量品種である。これまでインドネシアにおいて主要なイネ品種であった **IR64** のシェアは 4.6% にとどまっており、ランプン州においては高収量品種への代替が大きく進展していることがうかがえる。

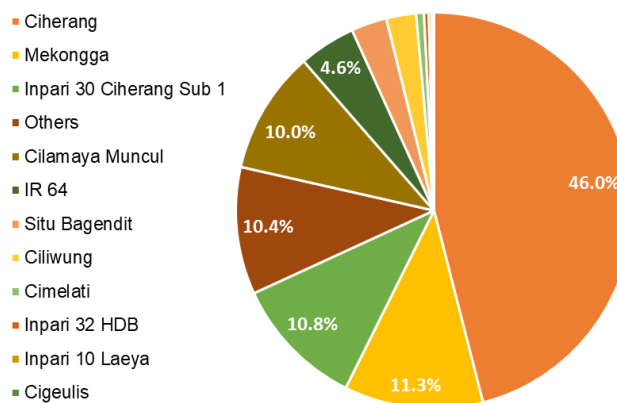


図 2.1.7 ランプン州における稲品種の構成率 (2017)

出典：Planted area of new superior paddy varieties year 2017 (Directorate of Seedling, Directorate General of Food Crops, Ministry of Agriculture, 2018)

3) パラウィジャ栽培

水稻の裏作であるパラウィジャの種類は、地域の作付体系によって異なっている。図 2.1.8 は、ランプン州の上位 3 つのパラウィジャ作物の収穫面積を示している。ランプン州においては、上位 2 品目はトウモロコシとキャッサバであり、収穫面積は同程度、それぞれ 290,000ha と 280,000ha となっている。3 番目にはダイズが位置しているが、約 8,000ha で栽培されている。ダイズはコメやトウモロコシと同様に国内の戦略的

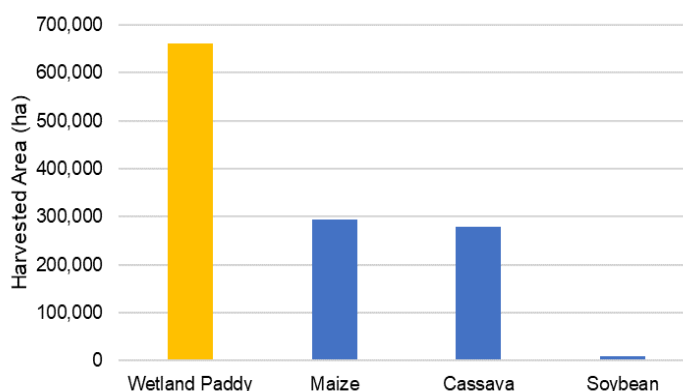


図 2.1.8 ランプン州の上位 3 種のパラウィジャ作付面積 (2015)

Source: BPS-Statistics of Lampung Province, 2016

食用作物として数えられているものの、同地域では収穫面積については減少傾向にあり、さらに単収の伸びも鈍化しており、同作物の生産振興は必ずしもうまくいっていない。

4) 農業生産活動における課題

ランプン州の農業は、GRDP の 30% を占める主要な産業部門である。同州では水田稲作が主要な栽培作物であり、灌漑開発の進展と高収量イネ品種の戦略的導入により、収穫面積、収量、生産量は着実に伸びている。他方、ランプン州ではコミュニティが主に農業活動に依存している農村地域の貧困が依然として課題として捉えられており、農家の資本、土地、技術などにアクセスする際に直面する複雑な制約がその要因とされている (Fitriani et al.2017²)。そのため、同地域では特に農村地域の農家の生計向上の観点からの農業振興が重要となる。また、本事業では新たな灌漑開発 (Komerling Extension 地区) が計画されていることを考慮し、新たな農業開拓に伴う課題

² Fitriani et al., Lampung Rural Agriculture: Opportunities and Challenges, JoFSA Vol.1, No.2, 2017

についても考慮する必要がある。以下に考えられ得る課題を示す。

- ✓ 農業投入資機材の購入、農地、施設、農業機械確保のための農家資本が限られている
- ✓ 新規就農者や移住者の未熟な水田栽培管理技術や灌漑水利用経験
- ✓ 同地域で盛んに行われているエステート作物や園芸作物栽培と比して、稲作栽培の収益性の低さ（生産コストにおける高い労務費率）
- ✓ 市場への低いアクセシビリティ（農道、集出荷システム、流通システム等の未整備）

2.2 農業開発計画

本項ではランブン州での新規灌漑開発実施のための農業開発計画について記載する。農業開発計画は、土地利用計画、作付計画、および目標単収で構成され、本計画を実行、実現するために必要な活動についても提案する。

2.2.1 土地利用計画

ランブン州の新規灌漑地区は、Tulang Bawang、Tulang Bawang Barat、および Way Kanan の3つの Kabupaten を跨いで位置している。事業においては新規の灌漑開発（Komerling Extension 地区）を通じて 56,886 ha の灌漑農地を開発する。表 2.2.1 に新規灌漑地区の土地利用計画案を示す。灌漑施設の整備に伴い、将来的には新たに灌漑された農地に 2 期作を導入することが可能となる。導入される 2 期作システムは、水稻が 1 作期目の作物として栽培され、水稻またはパラウィジャが 2 期作目の作物として栽培されることとなる。その結果、水稻とパラウィジャの作付率はそれぞれ 113% と 87% となることを見込まれ、総作付率は 200% に達する。

表 2.2.1 事業対象地区内の土地利用計画

Kabupaten	DI Name	Type	Service Area (ha)	Period	Crop	Current /Plan	Area Planted (ha)	Cropping Intensity (%)	Increment (%)
Tulang Bawang Tulang Bawang Barat Way Kanan	DI Komerling Ext 4	New	56,886	1st	Paddy	Plan	56,886	100	100
				2nd	Paddy	Plan	7,413	13	13
					Palawija	Plan	49,473	87	87

出典: JICA 調査団

2.2.2 作付計画

表 2.2.2 に新規灌漑地区の作付計画案を示す。作付計画は、農業生産環境（地域の気候、気象条件など）と対象地域における灌漑用水の使用可能量に応じて決定される。灌漑整備の実施により、対象地域の最初の作付けは 2 月上旬に開始できるようになる。最初の作期に水稻栽培を導入することにより、作付率は 100%（56,886ha）に達すると見込まれる。また、2 作期目は、10 月上旬に開始できるようになり、水稻栽培を導入することにより、水稻の作付率は 13%（7,413ha）に達すると見込まれる。加えて、パラウィジャの栽培を導入することにより、パラウィジャの作付率は 87%（49,473ha）に達すると見込まれている。以上から、2 作期の水稻およびパラウィジャの合計で、200% の作付率が達成可能となる。

表 2.2.2 事業対象地区における計画作付けパターン

Cropping Period	2nd				1st				-				Cropping Intensity
	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	
Plan													Paddy 113% Palawija 87% Total 200%

出典: JICA 調査団

2.2.3 上限単収（目標単収）の設定

1) 基準単収の設定

表 2.2.3 に新規灌漑地区における水稲の基準単収を示す。この地域は新規灌漑開発を行うことから、ベースラインである水稲単収は 0 t/ha と設定する。なお、BPS が発行するランブン州の年次統計によると、過去 4 年間（2014～2017 年）の水田の平均収量はランブン州全体で 5.23t/ha となっている。他方、天水による作付面積の割合が比較的大きい新規灌漑地区が位置する 3 つの Kabupaten の単収平均は 4.92t/ha となっている。

表 2.2.3 事業対象地区におけるベース単収

Kabupaten	DI Name	Type	Avg. Yield (t/ha)	Base Yield (t/ha)
Tulang Bawang Tulang Bawang Barat Way Kanan	DI Komerling Ext 4	New	4.92	0.0
Lampung Province	-	-	5.23	-

出典 : Lampung Province in Figures (BPS-Statistics of Lampung Province, 2015-2018)

2) 上限単収（目標単収）の設定

水稲単収は灌漑整備条件のみならず、栽培品種および施肥量によって有意に異なることが BPS の坪刈り調査結果等から明らかとなっている（第 1 編第 3 章参照）。すなわち、灌漑整備に加えて適切な水稲の栽培管理技術が水稲単収の増加には必要となる。なお、新規灌漑地区においては新たに灌漑稲作栽培が導入されることから、栽培管理技術もベーシックな農法からのスタートとなる。このことから、上限単収については表 2.2.4 に示すシナリオ 1 を用いて設定する。

表 2.2.4 事業対象地区における上限単収（目標単収）の設定シナリオ

Type	Scenario	Assumption	Setting Criteria
New Development	1. Conventional agricultural practice	<u>Maintain the conventional agricultural management practices as it is.</u> Newly introduction of superior seeds and fertilizer inputs beyond the current condition <u>are not expected.</u>	Using data from the SURVEI UBINAN TANAMAN PANGAN 2014, 2016, 2017 (BPS, 2014, 2016 and 2017), the upper limit has been set to the average of the top 25% yield (75th percentile of Tukey's Hinges) for each island under irrigation and non-irrigation in 2014, 2016 and 2017.

出典: JICA 調査団

表 2.2.4 に示すシナリオを適用した場合、ランブン州の最大収量は 5.90 t/ha であり、現在の平均である 5.23 t/ha から 12.8%増加している。この増加率を新規灌漑地区（Komerling Extension 地区）の位置する 3 つの Kabupaten の平均値（4.92 t/ha）に適用し、上限単収を 5.55 t/ha として設定する（表 2.2.5 参照）。

表 2.2.5 事業対象地区におけるベース目標単収の設定

Kabupaten	DI Name	Type	Avg. Yield (t/ha)	Base Yield (t/ha)	Increment (%)
Tulang Bawang Tulang Bawang Barat Way Kanan	DI Komerling Ext 4	New	4.92	5.55	-
Lampung Province	-	-	5.23	5.90	12.81

出典：Lampung Province in Figures (BPS-Statistics of Lampung Province, 2015-2018)

3) 経時による単収増加の設定

水稻の経時的な単収増加は上限単収と同様に、適切な水稻の栽培管理技術導入の有無により異なるものと想定される。このことから、経時による単収増加について、新規開発地区については表 2.2.6 に示すシナリオ 1 を用いて設定することとする。

表 2.2.6 事業対象地区における経時による単収増加の設定シナリオ

Type	Scenario	Assumption	Setting Criteria
New Development	1. Conventional agricultural practice	The yield growth will <u>change gradually</u> , without relying on short-term policy support such as further R&D, extension support, and subsidy.	Gradual growth is assumed to be logarithmic: the yield curve will be connected by a logarithmic curve for the yield from 1980 to the present (2017), and the yield will be increased to the upper limit yield along this curve.

出典：JICA 調査団

新規開発地区における事業開始後の単収の推移を表 2.2.7 に示す。単収の増加は設定した上限単収に達した時点で増加しないものとみなす。なお、経時による単収増加の推定に際しては、8 年間の事業実施期間（設計含む）に本来は部分通水がなされて実態としては栽培開始となるが、安全側を考慮し、事業開始 8 年間は単収をゼロに設定する（作付けはなされない）。また、9 年目より全受益面積において稲作生産は見込むものの、新規開拓農地における地力低下や営農不備を考慮し、9 年目は目標単収を 1/3、10 年目は目標単収を 2/3 程度に下方修正を行うこととした。

表 2.2.7 事業対象地区における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started															Max Yield (t/ha)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.64	3.28	4.92	4.93	4.95	4.96	4.98	5.55
Stage	Design + Project Implementation								Operation & Maintenance								-

出典：JICA 調査団

4) パラウィジャの単収設定

水稻の裏作であるパラウィジャの種類はその地域の作付体系によりさまざまである。図 2.1.8 に示す通り、ランブン州ではメイズとキャッサバの作付面積が同程度となっており、この 2 つが主要な裏作物となっている。灌漑開発における裏作はメイズを見込むこととし、現況レベルの単収を設定する（すなわち、灌漑改善による作付面積増は見込むが単収の増は見込まない）。

表 2.2.8 事業対象地区におけるパラウィジャ（メイズ）の作付け計画

Kabupaten	DI Name	Type	Type of Palawija	Base Yield (t/ha)
Tulang Bawang Tulang Bawang Barat Way Kanan	DI Komerling Ext 4	New	Maize	4.35

出典：Lampung Province in Figures (BPS-Statistics of Lampung Province,2015 and 2016)

2.2.4 農業開発のための推奨活動

上述した農業開発計画（土地利用計画、作付け計画、目標単収）を達成、実現するためには、対象開発地区の現状の課題と新規灌漑開発に伴って顕在化する課題に対して対応策を講じる必要がある。以下に対応策となりうる農業開発のためのアプローチを提案する。

表 2.2.9 に、新規灌漑地区における農業開発の課題と考えられ得る対応策を示す。同地区では、灌漑農地の新規開拓とともに、新規就農者や移住者の参入が想定される。そのため、特段留意する必要がある課題として考えられるのは農家資本の不足である。この課題に対する対応策として、補助金やローンプログラムの導入による行政サポートが考えられる。さらに、新規就農者や移住者にとっては新しい灌漑農地における作物栽培管理や水管理の技術を習得する必要があるため、政府や民間による技術普及サービスの拡充が必要不可欠となる。

ランプン州の地域的特徴として、エステート作物（コーヒー、ゴムノキ、アブラヤシなど）や園芸作物（果樹：マンゴー、バナナ、野菜：トウガラシ、トマト等）の栽培が活発である。このことから、新規灌漑開発が行われる同地区での水稲やパラウィジャの栽培はそれらの栽培に比して収益性が低いことが懸念される。この収益性の低さは専ら生産コストにおける労務費率の高さによるものであり、人件費を削減するための農業機械（トラクターや収穫機など）の導入や、労働生産性を高めるための ICT ツールの導入が効果的であると考えられる。

加えて、農村部では市場へのアクセスが問題となることが多く、集約的な集出荷システムや精米設備の改善により市場競争力を強化し、農道や流通システムの改善により市場アクセス性を向上させることが望まれる。本事業では、灌漑開発と並行してこれらのうち優先度の高い対策を実施することにより（表 2.2.9 参照）、土地利用計画、作付け計画、目標単収を実現することが可能となり、ひいては同地域の農業振興に貢献することが期待できる。

表 2.2.9 事業対象地区における農業開発における課題と対策

課題	対策	期待される効果
➢ 農業資機材、農地、施設、農機等を確保するための資金の不足	➢ 新規就農者、移住者、および/または農民グループが必要とする農業投入物（高品質の種子、肥料など）を確保するための補助金プログラムの導入	➢ 初期投資（投入資金）の確保
	➢ 農業活動の開始に不可欠な運転資金を確保するための融資プログラムの導入	➢ 運転資金の確保
➢ 新規就農者や移住者の未熟、もしくは未経験となる灌漑稲作栽培管理技術および灌漑用水管理技術	➢ 新規就農者、移住者、および/または農民グループの基本的な栽培管理技術習得のための政府または民間の農業普及サービスの強化	➢ 農業生産管理能力の向上
	➢ 水管理組織の能力強化	➢ 水管理能力の向上
➢ 水稲栽培は、エステート作物や園芸作物に比べて収益性が低い（生産コストにおける労務比率が高いため）	➢ 機械化農業の推進	➢ 労務費の削減
	➢ ICT ツールの利用による近代的農業生産管理技術の導入	➢ 労働生産性の向上
➢ 市場へのアクセスの低下（未開発の農道、集約システム、出荷施設など）	➢ 市場志向型アプローチの導入	➢ 市場競争力の向上
	➢ 集出荷システム強化	
	➢ 精米施設整備	➢ マーケットアクセスの改善
	➢ 農道整備	

課題	対策	期待される効果
	➤ 流通システム強化	

出典：JICA 調査団

2.3 灌漑開発計画（新規）

2.3.1 受益地の設定：Komerling Extension 地区（Extension No. 4-1～No. 4-3）

受益地は Mesuji-Tulangbawang 流域に位置し、Komerling Extension 4-1, Extension 4-2, Extension 4-3 の 3 地区から構成される。対象地域の標高分布を図 2.3.1 に示す。Komerling Extension 地区は、平均標高が EL.23.5m、平均傾斜は 2.7%であり比較的緩やかな土地が広がっている。ここでは土地ポテンシャルの観点から種々の資料を用いて受益地の絞り込みを行った結果を報告する。

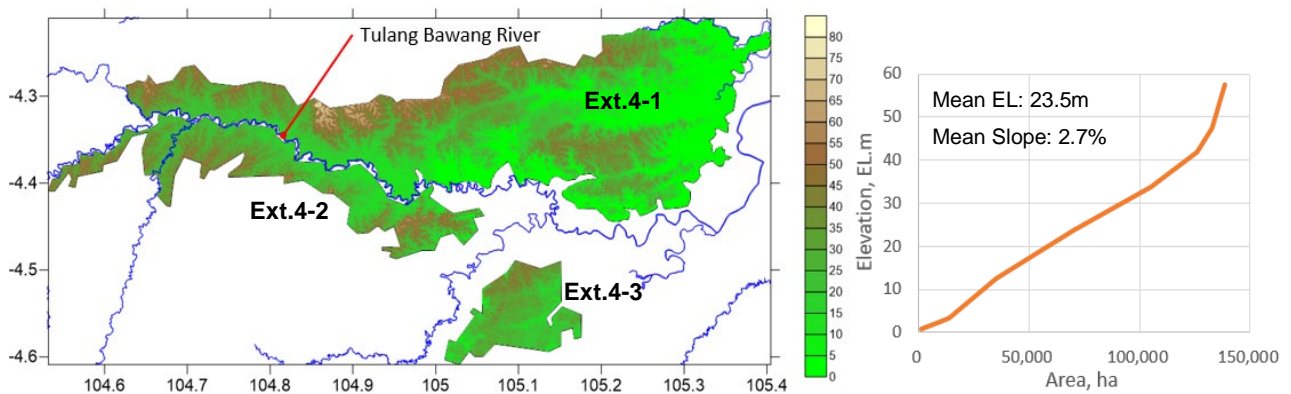


図 2.3.1 Kmerling Extension 地区の標高分布図

出典：JICA 調査団

受益地の絞り込みに用いた条件を表 2.3.1 に示す。本開発候補地区は、ATR/BPN の提供する土地利用図に反映されていないサトウキビやパームのプランテーションが多く存在していることが明らかになっている。このことから、衛星画像による目視確認によりプランテーションエリアの特定を行い、それらの地区を開発可能エリアから除外することとした。また、純開発面積 (Net Area) の算定は MPWH の規定する灌漑開発計画マニュアル (KP-01, 2013) に則り、総面積 (Gross Area) の 90%を正味の開発可能面積として計上した。

表 2.3.1 受益地の絞り込みに用いた情報一覧

Factors	Explanation	Source
(1) Protection Forest	保護林は、タイプに関わらず、開発対象から除外する（保護林データの詳細は Part1 の 4 章を参照）	Ministry of Environment and Forestry and Statistics of Ministry of Forestry (2013)
(2) Peat	泥炭層の層厚が 200cm 以上であるエリアは開発対象から除外する。	Sub Directorate of Lowland, DILL
(3) Flood Risk	BNPB の実施した洪水リスク評価結果を用い、ハイリスクと判断される 0.6 以上の指標値のエリアを特定し開発地区から除外する。	Indonesian National Board for Disaster Management (BNPB 2016)
(4) Sugarcane Plantation	衛星画像を用いてサトウキビおよびパームのプランテーションエリアを目視確認により特定し開発地区から除外する。	Google Earth and JICA Project Team
(5) Palm Plantation		
(6) Plantation Concession (Cultivation Right)	プランテーション農業区域（栽培権：Hak Guna Usaha、土地利用権：Hak Pakai）を ATR/BPN の提供する Web-GIS (BHUMI. atrbpn) を参照し開発地区から除外する。	Ministry of Agrarian and Spatial Planning / National Land Agency (ATR/BPN) available at https://bhumi.atrbpn.go.id/
(7) Residential Area	ATR/BPN の 1:50,000 の土地利用分布図から、住宅域を特定し、受益地から除外する。	National land use data (1:50,000) provided by ATR/BPN
(8) Water Body	河川や湖、ため池などの水域を受益地から除外する。	

出典：JICA 調査団

Komering Extension 地区の各条件該当面積を表 2.3.2 に整理する。対象エリア内は (1) 保護林、(2) 泥炭、(3) 高洪水リスクに該当するエリアはほとんど存在せず、大部分が灌漑開発に利用可能であると判断できる。一方でサトウキビプランテーション、パームプランテーションが対象エリア内に広く分布することが確認された (Komering Extension 4-1 地区でそれぞれ 9,579ha、12,599ha 分布する)。これに加え、ATR/BPN の提供する Web ベースの空間データセットからプランテーション開発承認地区を抽出した結果、6,673ha が確認された。

これら全ての条件に該当するエリアを空間処理し、全ての条件に該当しないエリアを受益地として算出した結果、Komering Extension 地区の受益面積 (Net Area) は、Extension 4-1 地区で 56,886ha と算定された。このように Extension 4-1 地区では 50,000ha 以上のまとまった開発可能地区が存在することから、ランブン州における新規灌漑開発地区は Extension 4-1 地区を最優先とすることを提言する。

表 2.3.2 受益面積算定結果一覧 (Komering Extension 地区)

Area	Target Area	(1) Protection Forest	(2) Peat	(3) High Flood Risk	(4) Sugarcane Plantation	(5) Palm Plantation
Komering Ext 4-1	100,290 ha	12 ha	0 ha	118 ha	9,577 ha	12,605 ha
Komering Ext 4-2	26,807 ha	0 ha	0 ha	0 ha	4,898 ha	8,698 ha
Komering Ext 4-3	12,908 ha	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha	25 ha

Area	Target Area	(6) Plantation Concession (Cultivation Right)	(7) Building Area	(8) Water Body	Beneficial Area (Gross)	Beneficial Area (Net: Gross * 0.9)
					Considering factors (1) to (8)	
Komering Ext 4-1	100,290 ha	6,673 ha	11,418 ha	3,023 ha	63,207 ha	56,886 ha
Komering Ext 4-2	26,807 ha	N/A	1,391 ha	146 ha	11,950 ha	11,137 ha
Komering Ext 4-3	12,908 ha	N/A	1,747 ha	0 ha	10,755 ha	10,023 ha

出典：JICA 調査団

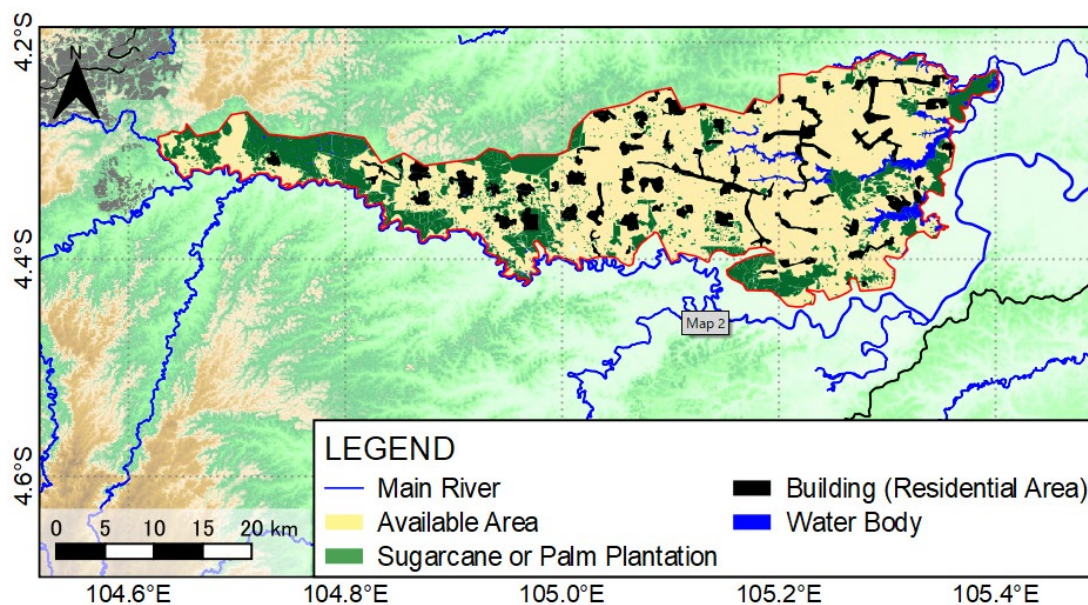


図 2.3.2 Komering Extension 4-1 地区の受益位置図 (图中黄色のエリア)

出典：JICA 調査団

2.3.2 受益地の設定：Giham-Tahmi Irrigation Scheme

Giham-Tahmi 地区は Way Kanan 県内を流れる Giham 川上流域の山岳地帯に位置している。標高分布を確認すると、平均標高は EL.67.2m、平均勾配は 13.0% (図 2.3.3 参照) であり、Komering Extension 地域の 2.7% よりもかなり急勾配である。このため、灌漑稲作の実施のためには大規模な

切土・盛土を伴う農地造成が必要となることから、灌漑開発は非常に困難な地域といえる。

Pre-FS 調査では、河川縦断面、用水路長、周辺地形等を考慮して、Giham 川の標高 80m の地点に取水堰を計画する。この取水堰より重力式灌漑が可能な EL.70m 以下程度の標高で、かつ切土・盛土による開墾の容易さから勾配が 5% 以下の地域のみを受益地対象とする。さらに、これらの条件に加え、保護林、泥炭分布、洪水リスク地域、プランテーション地区などの要因を検討して、受益地の絞り込みを行う。

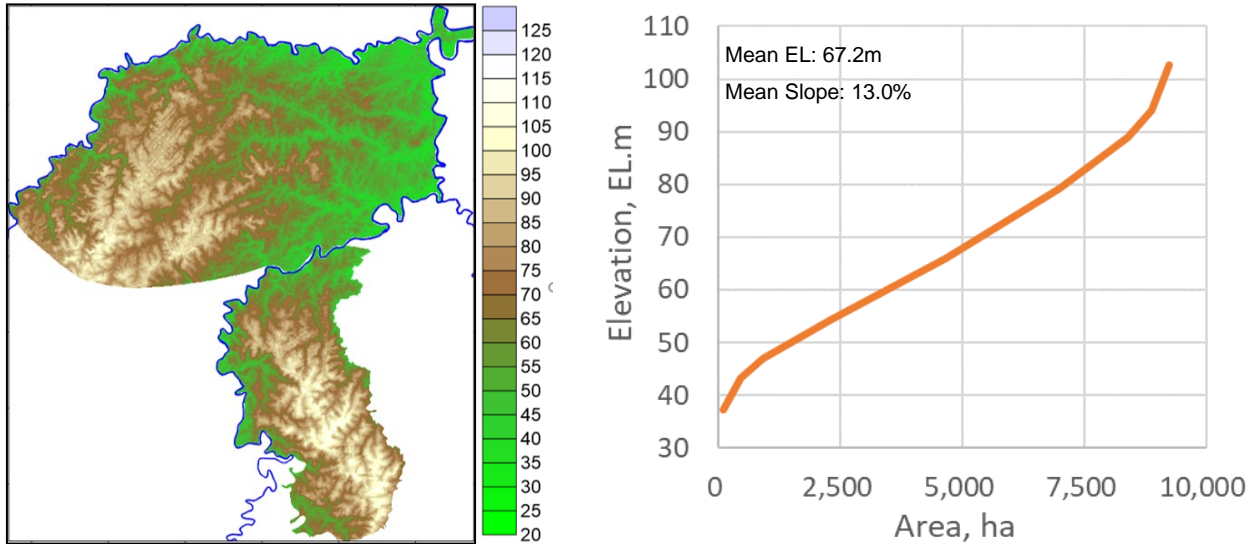


図 2.3.3 Giham-Tahmi 地区の標高分布図

出典：JICA 調査団

表 2.3.3 に示すとおり、Giham-Tahmi 地区内には表中(1)～(5)の条件に該当するエリアはほとんど存在しないものの、表中(6)および(7)のような地形的制約に該当するエリアが多く分布している。したがい、多くのエリアが灌漑開発に利用できない状況である。これら条件を空間処理し、最終的な開発可能面積 (Net Area) を算出した結果、Giham-Tahmi 地区では 3,136ha であることが確認された (表 2.3.4 を参照)。これは、全体面積の約 3 分の 1 程度であり、図 2.3.4 に示すように、Giham-Tahmi 地区の上流部の大部分が開発不可、あるいは開発困難地区であることが判る。

表 2.3.3 各絞り込み条件該当面積一覧 (Giham-Tahmi 地区)

Area	Target Area	(1) Protection Forest	(2) Land Use*: Plantation
Giham-Tahmi	9,337 ha	116 ha	709 ha
Area	(3) Land Use*: Mining	(4) Peat	(5) High Flood Risk
Giham-Tahmi	0 ha	0 ha	0 ha
Area	(6) Elevation (> EL.70m)	(7) Slope (> 5%)	
Giham-Tahmi	4,094 ha	2,821 ha	

* 出典：ATR/BPN (プランテーションについては既に植林されているかどうかの情報はなし)

表 2.3.4 受益面積算定結果 (Giham-Tahmi 地区)

Area	Beneficial Area (Gross)	Beneficial Area (Net: Gross * 0.9)
	Considering factors (1) to (7), applied value	
Giham-Tahmi	3,485 ha	3,136 ha

出典：JICA 調査団

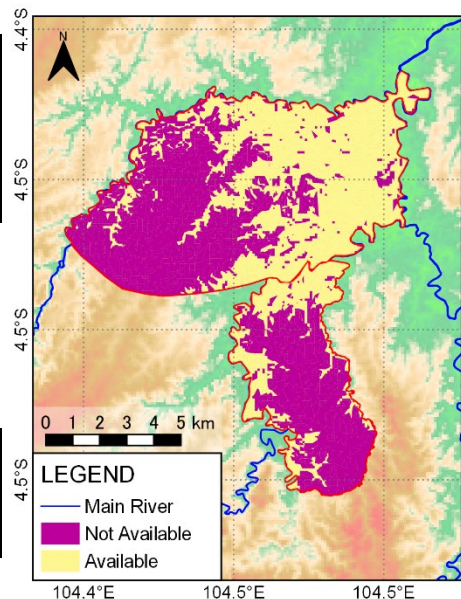


図 2.3.4 開発可能エリア分布図 (Giham-Tahmi 地区)

出典：JICA 調査団

2.3.3 各灌漑開発地区の水ポテンシャル

本節では 80%確率流量および現行の各種水資源使用量から、各作付期の作付可能面積を算定する。具体的な手法はマスタープラン時と同様であるが、使用するデータとしてより詳細なものを適用し、灌漑地区スケールでの水ポテンシャルを算出した。マスタープラン時との適用データの違いを表 2.3.5 に示す。

表 2.3.5 水収支計算に用いたデータの比較

Item	Part 1 (MP)	Part 2 (Pre-FS)
Design Rainfall (P80, P95) Effective Rainfall (P _E)	By River Territory	By Watershed of intake facilities and beneficial area
Design Cropping Pattern	Based on BPS record by province (2015)	Based on actual cropping pattern by Kabupaten and rainfall pattern, or design cropping pattern based on past report (Rencana)
Design Discharge (Q80) River Maintenance Flow (Q95)	Based on the linear equation between rainfall and discharge	Based on the actual record, or Study result on Rencana by watershed
Water Demand	RKI, river maintenance, fishpond, livestock and irrigation water demand by River Territory	Based on Rencana data (Kabupaten-wise or sub-basin-wise data)
Potential Area	Cropping pattern which makes largest potential is applied	Followed by the design cropping pattern

出典：JICA 調査団

1) Komerling Extension 地区 No. 4-1

水収支計算に適用した資料を表 2.3.6 に整理する。適用した資料のほとんどは、Rencana PSDA Musi Sugihan Banyuasin Lemau (2017)から収集した Kabupaten (県) レベルのデータである (本検討では、Komerling Extension 地区に関連するデータとして、Ogan Komerling Ulu (OKU)、Ogan Komerling Ilir (OKI)、Ogan Komerling Ulu Selatan (OKU Selatan) のデータを適用した)。また、既存の Komerling 地区の灌漑面積は、進行中の円借款プロジェクト (フェーズ 3) 完成後の灌漑面積 (72,639ha) として算出した。

表 2.3.6 水需要の算定に適用したデータ一覧 (Komerling Extension 地区 No. 4-1)

No.	Data	Source	Remarks
1	RKI Demand	Rencana PSDA Musi Sugihan Banyuasin Lemau, 2017	Monthly estimated value in 2021 by Kabupaten (values in OKI, OKU Timur, and OKU Selatan are selected)
2	Fishpond Water Demand	Rencana PSDA Musi Sugihan Banyuasin Lemau, 2017	There are more than 30,000 ha of fishpond in OKI, but it is not considered because fishpond area is located on a different basin.
3	Livestock Water Demand	Rencana PSDA Musi Sugihan Banyuasin Lemau, 2017	There is no water demand based on the source.
4	River Maintenance	Government regulation concerning river, No.38, 2011	Q95% of the actual measurement records is applied
5	Command Area of DI. Komerling	Sub Directorate of Lowland (DILL)	72,639 ha is applied considering after the ongoing project in DI. Komerling.
6	Cropping Pattern	Rencana PSDA Musi Sugihan Banyuasin Lemau, 2017	Paddy-Paddy-Palawija (Cropping Intensity = 300%)
7	Irrigation Water Demand	Standard of Irrigation Planning (KP-01), 2013	Monthly base Calculation

出典：JICA 調査団

月毎の水収支計算結果を表 2.3.8 に示す。この結果から、ため池やダムなどの貯水施設がない条件でも、年間 2 回の作付けが可能な水源量が残されていることが判る (表 2.3.8 の「3. Water Balance」の行を参照)。また、表 2.3.8 の「4. Potential Area」から、2 期作条件下での最大灌漑可能面積を算出すると、雨期に 97,922ha の水田が開発可能と算定される。一方、乾季に開発可能な水田面積は

7,413ha に過ぎず、2.3.1 で求めた土地ポテンシャルからの開発可能面積（Net Area：58,795ha）の約 12%程度となる。

乾季の潜在水量が少ない主な理由は、水収支に余裕の少ない 10 月に多量の水を必要とする代掻きが始まることにある。そこで、10 月から 1 月まで稲作を行う作付体系（表 2.3.7 の Case 1）に代えて、11 月から 1 月までの 3 ヶ月で Palawija（水田裏作）を栽培するケース（表 2.3.7 の Case 2）を加えて作付け可能面積を算定した。その結果、乾季においても 200,055 ha もの Palawija を追加で作付けすることが可能となる。すなわち、11 月～1 月においては水稲に代えて Palawija を作付けすれば、土地ポテンシャル面積すべてにおいて作付けが可能となる。

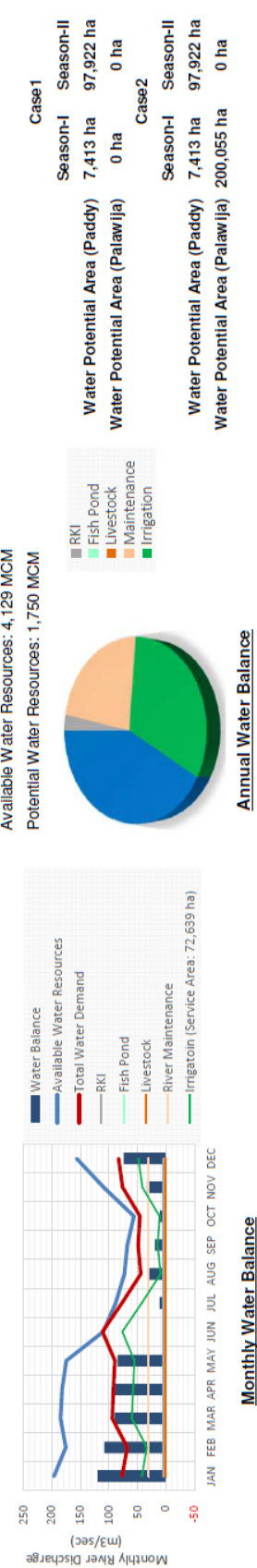
表 2.3.7 作付けケース別の水ポテンシャル面積算出結果（Komer ing Extension 地区 No. 4-1）

Case	Season (Month)	Beneficial Area (1) (Net ha)	Water Potential Area (2)			
			Paddy, (ha)	Palawija, (ha)	Paddy, (ha)	Ratio (2)/(1) (%)
Case 1	Season I (Oct to Jan)	56,886	7,413	0	7,413	12.6%
	Season II (Feb to May)	56,886	97,922	0	97,922	>100%
Case 2	Season I (Oct to Jan)	56,886	7,413	200,055	207,468	>100%
	Season II (Feb to May)	56,886	97,922	0	97,922	>100%

出典：JICA 調査団

表 2.3.8 水収支計算結果 (Komer ing Extension 地区 No. 4-1)

Irrigation Scheme Name: DI Komer ing (Modified cropping pattern)	(Unit)	DI Watershed Area: 4,305 km ²												Annual	
		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC		
Water Source: Sungai Komer ing Considering Komer ing Irrigation Project (Phase3)															
1 Available Water Resources															
1.1 Rainfall P _{ave}	(mm)	254	276	282	252	179	142	110	140	131	147	275	263	2,451	
1.2 Rainfall P _{60%}	(mm)	157	188	175	153	106	70	44	43	41	69	180	171	1,396	
1.3 Discharge Q _{ave}	(m ³ /sec)	255.00	239.00	249.00	250.00	241.00	155.00	117.00	106.00	114.00	145.00	190.00	246.00	192.12	
1.4 Discharge Q _{60%}	(m ³ /sec)	196.35	175.59	184.66	182.27	174.43	109.90	87.87	72.79	67.58	56.17	109.25	156.75	130.92	
2 Water Demand															
2.1 RKI															
Population	(10 ³ /person)	1,844	1,844	1,844	1,844	1,844	1,844	1,844	1,844	1,844	1,844	1,844	1,844	-	
Demand	(m ³ /sec)	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	
2.2 Fish Pond															
Pond Area	(ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Demand	(m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.3 Livestock															
Demand	(m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.4 River Maintenance															
Demand (Q _{min5%})	(m ³ /sec)	30.64	30.64	30.64	30.64	30.64	30.64	30.64	30.64	30.64	30.64	30.64	30.64	30.64	
2.5 Irrigatoin (Service Area: 72,639 ha)															
Irrigated Paddy Planted Area	(ha)	72,639	72,639	72,639	72,639	72,639	72,639	36,320	0	0	0	36,320	72,639	-	
Irrigated Palawija Planted Area	(ha)	0	0	0	0	0	0	0	72,639	72,639	72,639	0	0	-	
Demand for Paddy Production	(m ³ /sec)	42.13	33.22	59.52	57.53	54.97	76.64	42.09	0.00	0.00	0.00	41.35	48.12	-	
Demand for Palawija Production	(m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.49	14.24	10.99	0.00	0.00	-	
Demand (Net)	(m ³ /sec)	42.13	33.22	59.52	57.53	54.97	76.64	42.09	9.49	14.24	10.99	41.35	48.12	40.85	
3 Water Balance	(m ³ /sec)	119.62	107.78	90.54	90.15	84.87	(1.33)	11.19	28.70	18.75	10.58	33.30	74.04	55.48	
4 Potential Area															
4.1 Case 1 (Paddy-Paddy)															
Unit Water Demand of Paddy	(m ³ /sec/1000ha)	0.66	1.10	0.38	0.73	0.83	-	-	-	-	-	0.42	0.60	-	
Potential Area	(ha)	182,236	97,922	239,293	124,041	102,488	-	-	-	-	-	79,957	122,815	-	
4.2 Case 2 (Paddy with Palawija-Palawija)															
Unit Water Demand of Paddy	(m ³ /sec/1000ha)	0.66	1.10	0.38	0.73	0.83	-	-	-	-	-	0.42	0.60	-	
Potential Area	(ha)	7,413	97,922	239,293	124,041	102,488	-	-	-	-	-	7,413	7,413	-	
Unit Water Demand of Palawija	(m ³ /sec/1000ha)	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	0.23	-	
Potential Area	(ha)	665,289	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200,055	304,138	-	



2) Giham-Tahmi 地区

表 2.3.9 に水収支計算に用いたデータを整理する。Giham-Tahmi 地区の水源である Giham 川は、Komerling Extension 地区内を流れる Tulang Bawang 川の支流であるが、Komerling Extension 地区は別流域を水源としているため、Komerling Extension 地区の灌漑面積を考慮せずに、独立して水収支計算を行う。

表 2.3.9 水需要の算定に適用したデータ一覧 (Giham-Tahmi 地区)

No.	Data	Source	Remarks
1	RKI Demand	Rencana PSDA Mesuji Tulang Bawang, 2016	Monthly estimated value in Kabupaten Way Kanan (2024) is applied
2	Fishpond Water Demand	Rencana PSDA Mesuji Tulang Bawang, 2016	There is no information on the source
3	Livestock Water Demand	Rencana PSDA Mesuji Tulang Bawang, 2016	There is no information on the source
4	River Maintenance	Government regulation concerning river, No.38, 2011	Q95% of based on the actual measurement records is applied

出典：JICA 調査団

水ポテンシャル面積の算出結果と受益面積との比較結果を表 2.3.10 に示す(水収支の詳細計算結果は表 2.3.11 参照)。Rencana (2016) によると、対象流域では 2026 年から 2035 年にかけて貯水池の建設が計画されているが、貯水施設がない場合でも雨季・乾季ともに受益地全域で稲作を行うのに十分な水資源を確保できることが確認された。

表 2.3.10 水ポテンシャル面積算出結果 (Giham-Tahmi 地区)

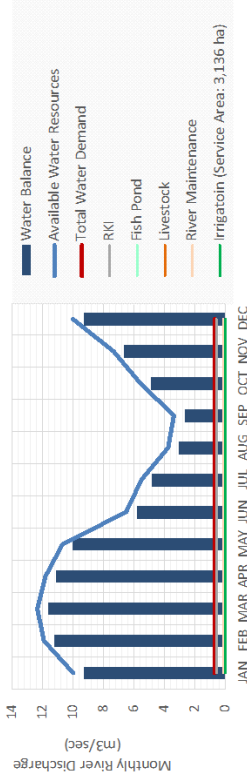
Case	Season (Month)	Beneficial Area (1) (ha)	Water Potential Area (2)			
			Paddy, (ha)	Palawija, ha	Total, ha	Ratio (2)/(1) (%)
Case 1	Season I (Nov to Feb)	3,136	5,486	0	5,486	>100%
	Season II (Mar to Jun)	3,136	5,707	0	5,707	>100%

出典：JICA 調査団

表 2.3.11 水収支計算結果 (Giham-Tahmi 地区)

Irrigation Scheme Name: Di Giham		290 km2												Water Source: Way Giham		
		DI Watershed Area:														
		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Annual		
1 Available Water Resources																
1.1	Rainfall P _{ave} (mm)	240	276	271	232	137	112	92	88	105	114	216	236	2,120		
1.2	Rainfall P _{90%} (mm)	157	217	174	150	91	53	31	22	40	50	148	165	1,298		
1.3	Discharge Q _{ave} (m ³ /sec)	22.00	22.68	19.13	17.32	15.41	10.96	10.07	7.03	7.06	10.78	13.22	22.16	14.78		
1.4	Discharge Q _{90%} (m ³ /sec)	9.99	11.90	12.35	11.81	10.71	6.53	5.52	3.77	3.38	5.58	7.34	10.00	8.22		
2 Water Demand																
2.1 RKI																
	Population (10 ³ person)	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432		
	Demand (m ³ /sec)	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58		
2.2 Fish Pond																
	Pond Area (ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Demand (m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
2.3 Livestock																
	Demand (m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
2.4 River Maintenance																
	Demand (Q _{MIN95%}) (m ³ /sec)	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12		
2.5 Irrigatoin (Service Area: 3,136 ha)																
	Irrigated Paddy Planted Area (ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Irrigated Palawija Planted Area (ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Demand for Paddy Production (m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Demand for Palawija Production (m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Demand (Net) (m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
3 Water Balance																
	(m ³ /sec)	9.29	11.20	11.65	11.11	10.00	5.82	4.81	3.06	2.68	4.87	6.64	9.30	7.52		
4 Potential Area																
4.1	Case 1 (Paddy-Paddy) (m ³ /sec/1000ha)	0.75	0.36	1.06	0.47	0.91	1.02	-	-	-	-	-	1.21	0.38		
	Unit Water Demand of Paddy Potential Area (ha)	12,381	31,107	10,988	23,638	10,990	5,707	-	-	-	-	-	5,486	24,475		

Available Water Resources: 259 MCM
Potential Water Resources: 237 MCM



Annual Water Balance

2.3.4 灌漑施設基本設計 (Komer ing Extension 地区 No. 4-1)

本節では、Komer ing Extension 地区 No.4-1 の受益面積と単位用水量から算定した設計流量に基づいて、取水施設と幹線水路の基本諸元を検討する。表 2.3.12 に、Komer ing Extension 地区 No.4-1 のネット受益面積 56,886ha の設計流量を示す。必要単位用水量については、有効雨量を考慮し、年間で最大となる月の値を適用する。

表 2.3.12 設計流量 (Komer ing Extension Scheme No. 4-1)

DI Name	Beneficial Area (Net), ha	Unit Water Demand (m ³ /s/1000ha)	Design discharge (Max Water Demand), m ³ /s	Remarks
	(1)	(2)	(3) = (1) * (2) / 1000	
Komer ing Ext. 4-1	56,886	1.10 (Nov)	62.61	

出典：JICA 調査団

1) 取水堰の基本設計

新規開発地域である Komer ing Extension 地区 No.4-1 の取水源は、既存の Komer ing 灌漑地区の水源でもある Komer ing 川とする。よって、Komer ing Extension 地区 No.4-1 への灌漑用水は、Komer ing 川に建設されている既設の Perjaya Headworks から取水される。図 2.3.5 に示すように、既設取水口の直上流部に新規の取水口を建設することを提案する。

取水後、灌漑用水は既設沈砂池横に新たに建設される沈砂池へと流入する。沈砂池を経て、灌漑用水は既設の Komer ing 幹線水路に沿ってその右岸側に新たに建設される幹線水路を流下していく。新たに建設される Komer ing Extension 地区 No.4-1 への幹線水路は、4 つのセクションで構成される (幹線水路のレイアウトは図 2.3.7 を参照)。

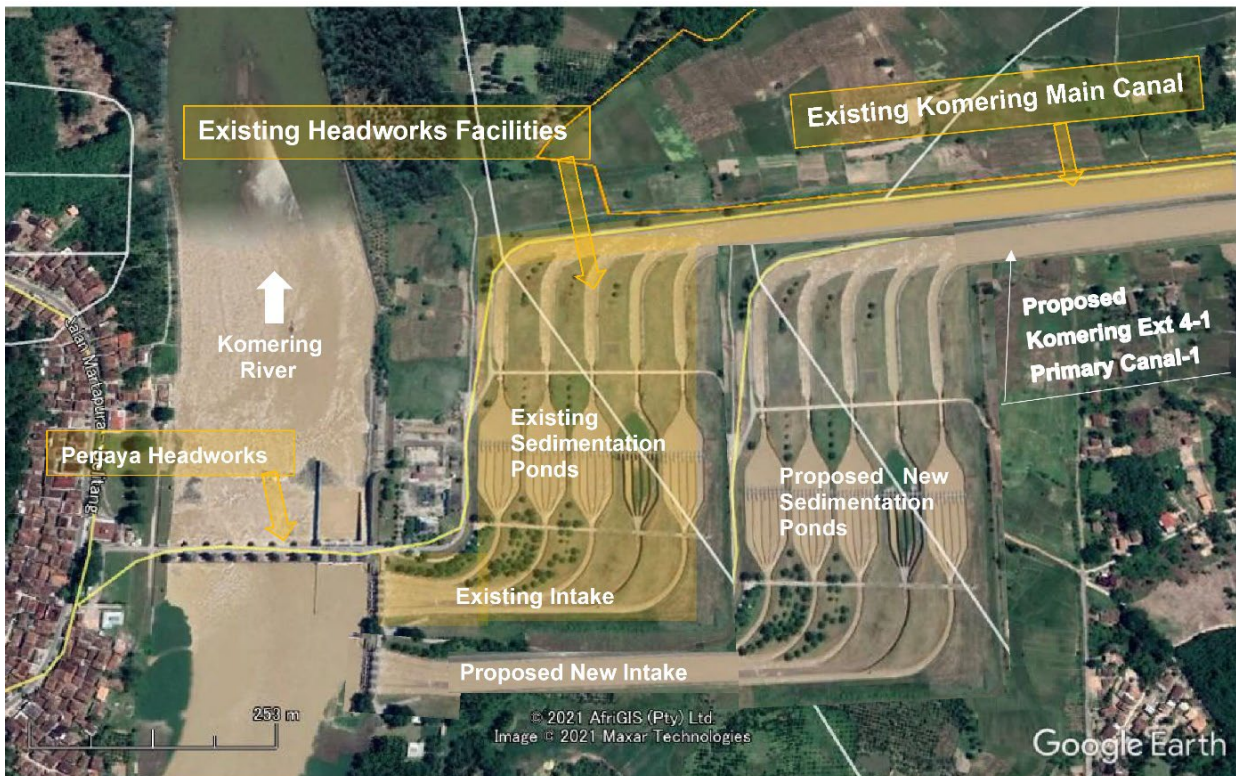


図 2.3.5 コメリング拡張スキーム No. 4-1 の取水工と幹線水路の計画平面図

出典：JICA 調査団 (基図は Google Earth map)

2) 幹線水路の基本設計

幹線水路は、設計流量を取水堰地点から受益地域に送水可能なように設計する。幹線水路は延長が非常に長いため、費用対効果の観点から台形断面の土水路を選択する。水路の縦断および横断面形状は灌漑計画基準—水路（KP-03、MPWH 2013）に準拠して設計する。これにより、幹線水路の基本的な設計パラメータを表 2.3.13 のように決定し、あわせて幹線水路の標準断面図を示す。

表 2.3.13 コメリング Ext4-1 の幹線水路の設計パラメータ（基本設計レベル）

DI Name	Canal Name	Canal Length Km	Design Discharge Q m ³ /s	Strickler roughness Coefficient K (1/n) m ^{1/3} /s	Water Depth h m	Free board w m	Total Height D m	Side Slope 1:m	Ratio B/h	Bed Width B m	Levee Width		Bed Gradient S	Velocity V m/s
											IW m	NIW m		
Komerling Ext4-1	Primary -1	33.7	62.61	45.0	2.15	1.00	3.15	2.00	9.31	20.00	5.00	3.50	1/3000	1.20
	Primary -2	44.7	62.61	45.0	2.15	1.00	3.15	2.00	9.31	20.00	5.00	3.50	1/3000	1.20
	Primary -3	34.6	25.0	45.0	1.80	1.00	2.80	2.00	5.26	12.00	5.00	3.50	1/4000	0.89
	Primary -4	35.9	25.0	45.0	1.80	1.00	2.80	2.00	5.26	12.00	5.00	3.50	1/4000	0.89
Remarks				KP-03 Table 3-1		KP-03 Table 3-5	D = h+w	KP-03 3.3.2 Sandy loam	KP-03 Table A.2.1	KP-03 Table A.2.2	Pavement with 3.0m			

出典：JICA 調査団（KP-03；MPWH2013 を元に計算）

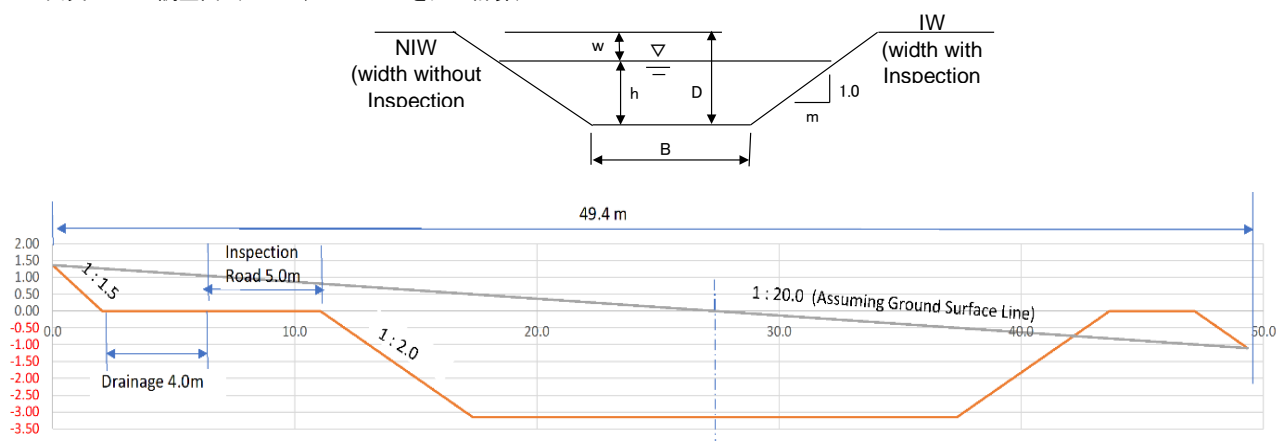


図 2.3.6 一次水路の典型的な断面図（Komerling Extension No. 4-1）

出典：JICA 調査団

3) 水路ネットワークの基本計画

幹線水路の配置は、地形条件によってほぼ決定される。すなわち、水路は受益地の最も高いカ所を通るように配置する必要がある。したが、幹線水路はほとんどの場合、河川から遠く離れて配置される。次に、幹線水路から分岐し、より低い標高方向、すなわち多くの場合は河川の方方向に向かう、多くの二次水路が配置される。三次水路は二次水路から分岐し、再び標高の低い方向に向けて配置される。

インドネシアでは、典型的な三次水路は 100 ha の受益地域を灌漑するように設計されており、これは他のアジア諸国の慣行と比較して比較的広いといえる。インドネシアでは 1 本の二次水路による標準的な支配灌漑面積は定義されておらず、他のアジア諸国でも同様である。そのため、中部ジャワ州と南スラウェシ州における既存の灌漑スキームの例を参照し、ここでは、標準として各二次水路に 1,000ha の支配面積を割り当てることとする。

一つの二次水路に 1,000ha の受益面積を割り当てた場合の二次水路の数量を、また各 100ha に

割り当てられる三次水路の数量をあわせて表 2.3.14 に示す。各二次水路に 1,000ha の受益面積配分を適用すると、合計 57 本の二次水路が必要となるが、地形条件を考慮の上、図 2.3.7 に示すように合計 51 本の二次水路を配置する。

表 2.3.14 には、各 100ha が割り当てられた場合の三次水路の予想本数と、各入植者に 1.75ha³の農地を与えるという政府の再定住ガイドラインに基づく受益農民の予想数も示している。Komerling Extension 地区 No.4-1 には 569 本の三次水路が配置される予定であり、事業運用時には約 32,500 人の受益農民が見込まれる。

表 2.3.14 予想される受益農民数と水路ネットワークの基本設定

Irrigation Scheme	Gross Area, ha	Net Area, ha	No. of Secondary	No. of Tertiary	No. of Farmers
Komerling Ext.4-1	63,207	56,886	51 * (57)	569	32,500

注：* 各二次水路に 1,000 ha を適用すると、58 本の二次水路ができるが、地形条件を考慮して、チームは次のマップのように合計 51 本の二次水路を提案する。

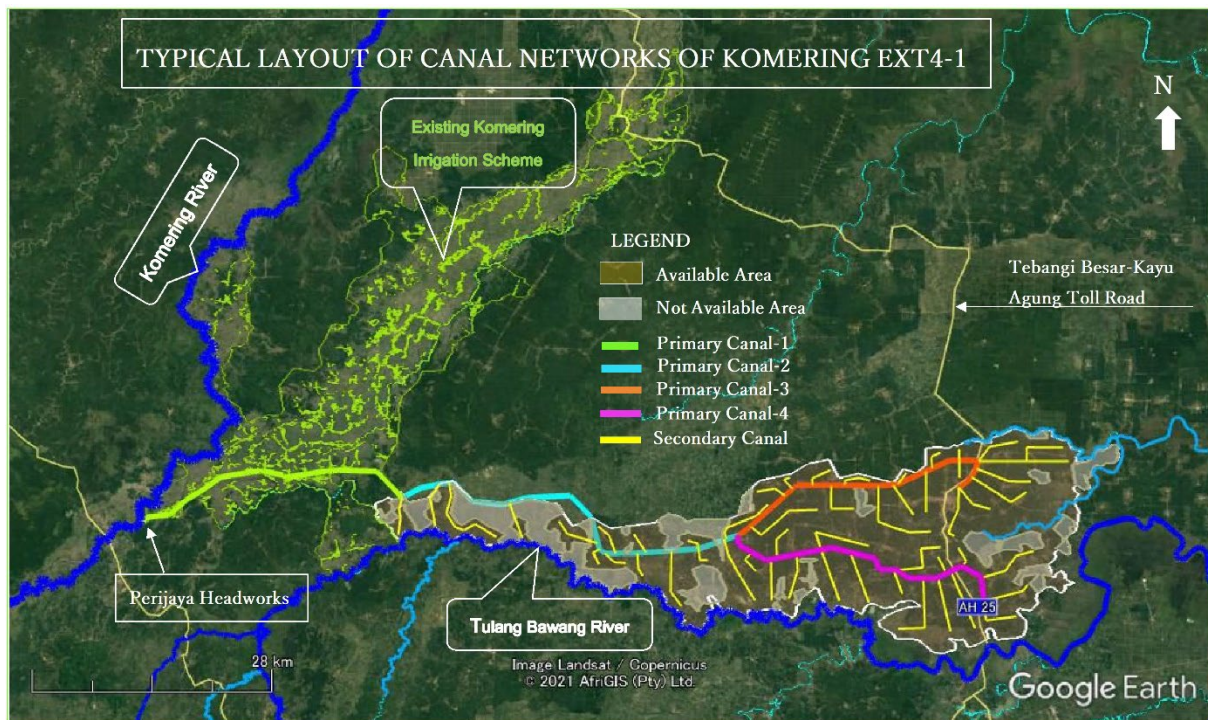


図 2.3.7 幹線水路および二次水路の代表的レイアウト (コメリング Extension No.4-1)

出典：JICA 調査団 (基図は Google Earth map)

2.4 事業費概算、実施計画、事業評価

2.4.1 事業費積算

開発優先地区とされた Komerling Extension 地区 No.4-1 (純灌漑面積 56,886 ha) は、現在多くが森林や低木地となっている。なお、一部が許可を得て栽培されているパームヤシやサトウキビなどのプランテーション地域や保護林となっているが、これらは全て灌漑可能面積から除外している。当該地域における灌漑地区開発には、水田の新規開拓が必要であり、それらには 5% 以上の傾斜地における棚田化も含まれる。

³ 第 XVII 章：移住 - Bappenas、および Rukmadi (1984 : 67)、によると、農民の移住者は少なくとも 2ha の土地を取得する権利があり、その使用は家屋と敷地に 0.25ha、耕作地または水田利用として 1.75ha となる。

以上のことから、Komeri ng Extension 地区 No.4-1 の開発には、既存天水水田を対象とした新規灌漑施設の整備を行う場合と比して、多くの工事費が必要となる。同様に、開拓や水田開発が不要である通常の灌漑整備工事と比べて、事業の実施期間が長期化する。

水資源総局は前期 5 カ年計画の期間（2014 年から 2019 年）において、百万 ha の新規灌漑地区開発を完了している。これには表流水灌漑地区と低湿地の潮汐灌漑地区が含まれ、総事業費は 29.6 兆 Rs である。この事業費のうち、表流水灌漑事業費用について、開発単価が 28 百万 Rs/ha（約 2,000 \$/ha）を下回る非常に安価なもの、および 420 百万 Rs/ha（約 30,000 \$/ha）を上回る非常に高価なものを除くと、図 2.4.1 に示す開発単価が推定できる（詳細は第 1 編 8.6.1 節 次期国家中期開発計画（2020-2024）のための単位コストの算定参照）。

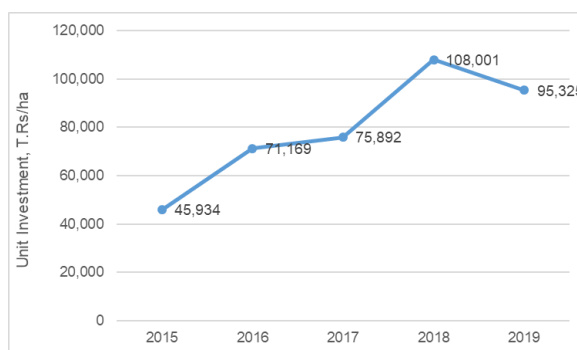


図 2.4.1 新規灌漑地区開発単価 (2015-2019)
出典：DGWR

Komeri ng Extension 地区 No.4-1 は新規灌漑開発地区であるため、最も高い開発単価である 108 百万 Rs/ha を採用する。新規開発においては、この開発単価に加え、関連費として、開拓費、水田の整備費、調査設計費、事務費、および予備費を計上する必要がある。ここでは一般的な事例に倣い、これらの関連費を下記の通り開発単価の一部の費用として追加計上する。表 2.4.1 にそれぞれの費用を示す。

- 1) 開発単価： 108,001 千 Rs/ha
- 2) 土地収用／開発： 開発単価の 20%
- 3) 調査設計： 開発単価、土地収用／開発費の和の 10%
- 4) 事務費： 開発単価、土地収用／開発、調査設計費の和の 5%
- 5) 物理的予備費： 開発単価、土地収用／開発、調査設計費の和の 5%
- 6) 予備費（物価上昇）： 開発単価、土地収用／開発、調査設計費の和の 5%

上記により Komeri ng Extension 地区 No.4-1 の総開発単価は 164 百万 Rs/ha（11,714 \$/ha）となる。純開発面積が 65,886 ha であることから、新規灌漑地区の総開発費は 9,329 十億 Rs（666 百万 US\$）となる。

表 2.4.1 Komeri ng Extension 地区 No. 4-1 の開発単価の推定

	Particulars	Cost, thousand Rs/ha	Multiplier	Remarks
1	Unit Development Cost (original)	108,001	-	Refer to Figure 2.4.1
2	Land Acquisition/Development	21,600	20%	Against above No.1
3	Survey and Design	12,960	10%	Against above sum No.1- No.2
4	Administration, etc.	7,128	5%	Against above sum No.1- No.3
5	Contingency (Physical)	7,128	5%	Against above sum No.1- No.3
6	Contingency (Price Inflation)	7,128	5%	Against above sum No.1- No.3
7	Total of above	163,946	152%	Sum of No.1-6
8	Say (thousand Rs/ha)	164,000	152%	Rounded up
9	@14000	11,714	\$/ha	
10	Total Net Irrigation Area (ha)	56,886	ha	Net irrigable area
11	Total Cost in Rs	9,329 billion Rs		Whole project cost for 56,886 ha
12	Total Cost in US\$ (@14,000)	666 million US\$		Whole project cost for 56,886 ha

出典：開発単価は DGWR による。その他は JICA 調査団による推定。

2.4.2 実施工程

ある開発事業にかかる工事期間は開発規模により決定される。すなわち、開発規模が大きいほど、より長期の工事期間が必要となる。しかしながら、新規灌漑開発事業では、可能な限り早期に開発効果を発現させ受益者の裨益を早めるため、開発期間が5年に設定されることが多い。また、便益の発生が早ければ、大きな事業効果が得られるため、経済面からも短期での工事期間が求められる。

Komering Extension 地区は開発規模が約 57,000 ha と非常に大きい上、土地の開拓と水田の整備が必要である。このような大規模開発においては長期の工事期間が必須となるため、一般的に採用される5年より長い8年の実施期間を提案する。最初の2年間に土地収用と並行して調査・設計を完了した後、3年目より工事を開始する。工事は8年目の末までに完了し、9年目よりコメの作付が開始される工程を提案する（表 2.4.2 参照）。

表 2.4.2 事業実施スケジュール（8年工期）

Construction Year	1	2	3	4	5	6	7	8	-	-	-	-	-	Remarks
Benefit Year	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3	4	5	
Survey & Design									Paddy planting to start, and the yield reaches the current level at the 3rd year.					
Construction														
Construction for Upstream Parts														
Construction for Midstream Parts														
Construction for Downstream Parts									Paddy yield gradually to increase.					
Land Acquisition														

出典：JICA 調査団

工事期間中、例えば6年目に上流部分の灌漑を開始し、7年目に中流部の通水を開始するなど、一部施設の稼働を開始することも検討できる。しかしながら、本調査では、事業実施スケジュールを単純にするため、工期中の部分稼働の開始については考慮しない。したがって、コメの作付は全受益面積 56,886 ha において、9年目から開始することを想定する。

2.4.3 事業の経済性評価

事業の経済性評価では、プロジェクトを実施することによって得られるプロジェクトの便益と、プロジェクトの実施に必要なコストを比較する。以下では、経済評価の前提条件、事業の実施によって得られる便益、および EIRR で表される経済的リターンについて述べる。

1) 事業評価の前提条件

事業評価を行うための前提条件は、以下の通りである。

- ✓ 灌漑・農業分野における他の類似プロジェクトを参考に、本事業の経済的耐用年数を 35 年（建設 8 年、操業 27 年）とする。すなわち、初期投資コスト、操作・維持管理コスト、期待される便益を考慮し、この期間での経済評価を実施する。
- ✓ 評価基準には EIRR（経済的内部収益率）を適用する。投資に係る経済性の判断基準である資本の機会費用については、世界銀行、ADB、JICA などの国際的なドナー機関の慣行を参考に、10%を適用する。また、B/C 比（Benefit Cost Ratio）、NPV（Net Present Value）もあわせて算出し参考とする。
- ✓ 財務価格から経済価格への換算率は、農村経済における不完全競争的な労働市場を考慮し、農民の労賃については 0.6 を採用するが、他のすべての価格については標準換算係数（0.9）を適用する。

- ✓ 事業コストおよび便益はすべてルピア（IDR）建てで表記することとし、2022年1月時点の為替レート 1USD=14,000IDR を適用する。価格は2019年度時点の物価水準に標準化した金額である。
- ✓ 灌漑施設の運営維持管理費については、財務価格 500,000IDR/ha⁴（経済価格 450,000IDR/ha）を適用する。
- ✓ 税金や借入金などの移転コストは、関係者間のすべてのコストと便益を集約すると「ゼロサム」になるため、経済評価では考慮しない。

2) 期待される便益と検討ケース

経済効果の算定にあたっては、灌漑農地での作物栽培開始後の作付面積の増加、水稻および水稻裏作物（パラウィジャ）の収量増加による便益を考慮する。灌漑農地での作物栽培開始後、水稻およびパラウィジャ作物の収量が増加する場合の効果、事業対象地域で展開される農業の将来像に応じて、以下の2つの評価ケースで検討する。

- ✓ 灌漑可能地域の拡大効果：本事業により、灌漑システム建設後の灌漑用水の導水により、受益農家が水稻やパラウィジャを栽培できる灌漑可能地域が新たに開発・拡大される。
- ✓ 収量増加の効果：本事業では、水利組合（WUA）の組織化や農業普及活動により、適期植付けや適切な水管理が可能となり、収量の増加につながる。

基本シナリオ（ケース0）では、灌漑可能地域の拡大効果と、優良種子や肥料の投入によって慣行農業レベルまでの収量が増加するといった効果の双方を考慮している。代替シナリオ（ケース1）では、灌漑可能地域の開墾に対する効果のみを考慮した評価ケースとする。すなわち、代替シナリオでは、研究開発や普及サービスの停滞などの外的要因により、収量が期待通りに増加しないことを想定している。このシナリオでは、当初の反収が将来も継続することを想定している。

表 2.4.3 事業評価にて考慮する2つのケース（Komer ing Extension No. 4-1）

ケース	シナリオ	考慮する効果
Case 0	ベースケース	便益は灌漑農地の開発による新規作付けによるコメおよび裏作物の生産、また反収は慣行農業が実施された場合の増収を考慮する。
Case 1	代替シナリオ (反収の将来増は無し)	便益は灌漑農地の開発による新規作付けによるコメおよび裏作物の生産とし、経年的な増収（反収の増）は見込まない。すなわち、周辺で営まれている営農と同様の反収が将来ともに継続すると仮定する。

出典：JICA 調査団

3) 事業便益の算出と経済への換算

事業評価にあたっては、1) コメの基本反収と目標反収はランブン州の BPS-Statistics, 2015-2018（詳細は2.2章参照）を参照し、あわせて2) コメやパラウィジャの代表作物であるトウモロコシの価格はBPS ランブン州の価格モニタリング結果（2018-2020）を参照する（表 2.4.4 と表 2.4.5 参照）。

⁴ 中部ジャワ州の BBWS Pemali Juana へのインタビューによると、AKNOP（Irrigation Operation and Maintenance Unit）では、人件費、浚渫費用、補修費用を含む灌漑施設の標準的で望ましい O&M 費用として 1ha あたり 50 万 IDR を提案している。

表 2.4.4 事業評価便益算定に用いるコメとトウモロコシの単収（ランブン州）

Irrigation Scheme	Type	Service Area (Ha)	Paddy Rice						Maize	
			Base Yield (t/ha)	Years after project has been started (till 35 years)						
				(1st~8th)	(9th)	(10th)	(11th)	(12th)		(13th)
DI Komering Ext 4	Rehabilitation	56,886	0.0	1.64	3.28	4.92	4.93	4.95	4.96	4.35
All Lampung Province		56,886	0.0	1.64	3.28	4.92	4.93	4.95	4.96	4.35

出典：JICA プロジェクトチーム

表 2.4.5 事業評価便益算定に用いるコメとトウモロコシの価格（ランブン州）

Months and Average	Paddy Rice				Maize (Palawija)				
	2018	2019	2020	Average	2018	2019	2020	Average	
January	-	5,547	5,571	5,559	2,500	2,900	3,918	3,106	
February	-	5,305	5,700	5,503	2,500	2,900	3,814	3,071	
March	-	-	5,704	5,704	2,500	2,900	3,301	2,900	
April	-	4,600	4,942	4,771	2,500	2,900	2,600	2,667	
May	-	-	4,671	4,671	2,500	2,900	2,335	2,578	
June	-	4,694	4,567	4,631	2,900	2,900	2,434	2,745	
July	-	5,023	5,032	5,028	2,900	2,900	2,582	2,794	
August	-	5,127	5,190	5,159	2,900	2,900	2,471	2,757	
September	-	5,361	5,185	5,273	2,900	2,900	2,469	2,756	
October	-	5,381	-	5,381	2,900	2,920	2,773	2,864	
November	-	5,416	-	5,416	2,900	2,980	2,831	2,904	
December	5,379	5,291	-	5,335	2,900	2,980	-	2,940	
Average	5,379	5,175	5,174	5,243	2,733	2,915	2,866	2,838	
In Economic Price (x 0.9)				4,718	In Economic Price (x 0.9)				2,554
Rounded				4,720	Rounded				2,550

出典：Results of price monitoring by BPS Lampung Province (2018-2020)

BPS「湿地水稲・トウモロコシの 1ha 当たり作期別生産額および生産費 2017」に示される比率を参照し、単位面積あたりの営農コストを推計する。これは、収量水準に応じて農業コストが比例的に増加することを意味する。表 2.4.6 にコメとトウモロコシに関する基準収量における代表的な営農コストを示す。

表 2.4.6 コメとトウモロコシに係る営農コストの算定（ランブン州）

Item	(Wetland) Paddy		Palawija (Maize)	
	Financial	Economic	Financial	Economic
Standard Profit Ratio per Revenue	0.31	0.71	0.35	0.64
Standard Cost Ratio per Revenue	0.69	0.29	0.65	0.36
Base Yield per Ha (ton per ha)	4.92	4.92	4.35	4.35
The Local Prices of Paddy and Maize (IDR per kg)	5,243	4,720	2,838	2,550
Estimated Revenue per ha (000' IDR per ha)	25,796	23,222	12,345	11,093
Estimated Cost per ha (000' IDR per ha)	17,799	6,734	8,024	3,993
Estimated Profit per ha (000' IDR per ha)	7,997	16,488	4,321	7,099

出典：JICA 調査団、BPS, “Value of Production and Cost of Production per Planting Season per Hectore of Wetland Paddy and Maize 2017”

作物別の目標耕作面積は、対象灌漑地区の土地利用計画および作付パターンに沿って設定している（詳細は 2.2 章を参照）。事業実施により開発される灌漑地区では、基準年から 35 年目まで水稲とパラウィジャの生産を通じて便益が得られると想定する。

4) 事業コストの経済価格換算

事業評価においては、事業コストは標準的な換算係数（0.9）を適用して経済価格に変換する。将来の価格上昇に不確実性があるため、経済分析では価格上昇は考慮しない。表 2.4.7 に経済評価で用いる換算後の経済コストを示す。

表 2.4.7 建設コストと O&M コストおよび経済価格 (Komerling Extension No. 4-1)

No.	Particulars	Cost, thousand Rs/ha	Multiplier	Remarks
1	Unit Development Cost (original)	108,001	-	Refer to Figure 2.4.1
2	Land Acquisition/Development	21,600	20%	Against above No.1
3	Survey and Design	12,960	10%	Against above sum No.1- No.2
4	Administration, etc.	7,128	5%	Against above sum No.1- No.3
5	Contingency (Physical)	7,128	5%	Against above sum No.1- No.3
6	Contingency (Price Inflation)	7,128	5%	Against above sum No.1- No.3
7	Total of above	163,946	152%	Sum of No.1-6
8	Total without Price Contingency	156,818	145%	Deduction of No.6 from No.7
9	Unit Economic Development Cost	141,136	130%	No. 8 x 0.9
10	Total Net Irrigation Area (ha)	56,886	ha	Net irrigable area
11	Total Financial Cost in Rs	8,920 billion Rs		Whole project cost for 56,886 ha
12	Total Economic Cost in Rs (x 0.9)	8,029 billion Rs		Whole project cost for 56,886 ha
13	Unit O&M Cost per ha	500		Suggested O&M cost by AKNOP
14	O&M Cost in Rs	28,443 million Rs		Whole O&M cost for 56,886 ha
15	Economic O&M Cost in Rs (x 0.9)	25,599 million Rs		Whole O&M cost for 56,886 ha

出典：建設に関する事業単価は水資源総局、他は JICA 調査団

5) 事業評価結果

本事業の経済的妥当性を検討するため、EIRR、B/C、NPV を算出した。基本シナリオ（ケース 0）の EIRR は 10.68%、B/C は 1.08、また NPV は 467,965 百万 IDR である。反収の増加を考慮しない代替シナリオ（ケース 1）では、EIRR が 10.57%、B/C が 1.07%、NPV で 394,098 百万 IDR と算出された（表 2.4.8 参照）。この評価結果によれば、基本シナリオでは EIRR（10.68%）が資本の機会費用（10.0%）を上回っており、また代替シナリオ（EIRR：10.57%）でも経済的実現可能性があると判断される。

表 2.4.8. ランプン州 Komerling Extension No. 4-1 地区に係る事業評価結果

Particulars	Case 0	Case 1 (no yield increase)
EIRR, %	10.68	10.57
B/C Ratio	1.08	1.07
NPV, million IDR	467,965	394,098

出典：JICA 調査団

第3章 プレフィージビリティ調査：ジャワ島・中部ジャワ州

本章では、灌漑開発にかかる優先4地区のうち、中部ジャワ州の灌漑改修および近代化についての Pre-FS レベルの検討結果を示す。Pre-FS 調査では、灌漑改修・近代化を実施すべき灌漑地区の選定をまず行い、土地および水資源ポテンシャルや営農の観点から、既存の灌漑施設の改修・近代化により灌漑面積や作付率の改善可能性について検討している。あわせて、Pre-FS レベルの概略事業費の算定結果と経済分析結果について報告する。

3.1 改修・近代化対象地区の特性

3.1.1 地理特性

中部ジャワ州はジャワ島の中央部に位置し、Semarang 市に行政首都を持つ州である。総面積は 32,548 平方 km²、人口は 34,552,500 人 (BPS 2019) で、ジャワ島内、インドネシア内ともに西ジャワ州、東ジャワ州に次いで3番目の人口を有する。同州の流域管理事務所は BBWS Pemali Juana であり、古くから開発された既存の灌漑システムが多く存在する同州の北部をカバーしている (図 3.1.1 参照)

中部ジャワ州の大部分は肥沃な農地であり、主な食用作物であるコメは雨期に作付けされる。当該地域では、古くから灌漑ネットワークが整備されており、何世紀にもわたって中部ジャワの米生産に貢献してきた。その他の作物としては、乾季に作付けされるパラウイジャ作物 (トウモロコシ、キャッサバ、落花生、大豆、サツマイモ) があり、少量の灌漑用水や土壌内の残存水で栽培されることが多い。

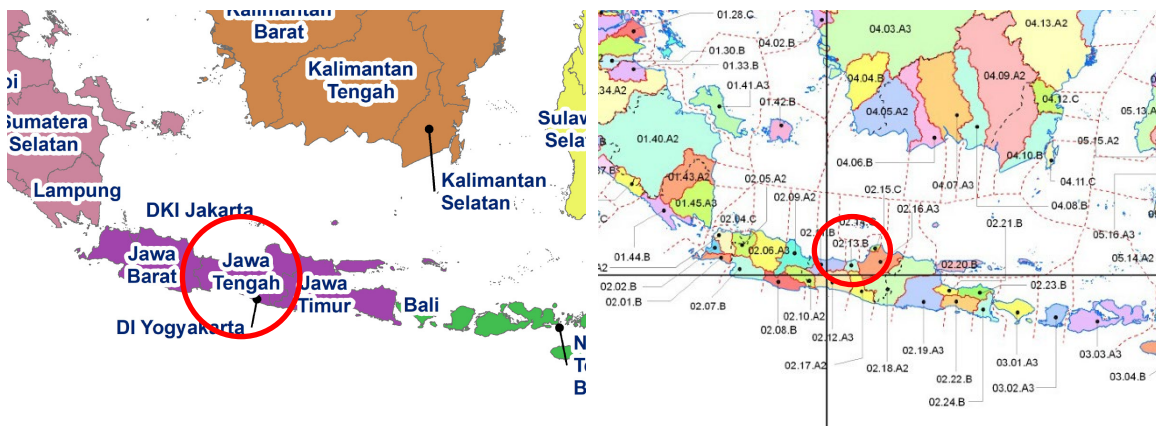


図 3.1.1 中部ジャワ州の州域および流域境界図 (赤丸は開発対象地区を含むエリアを示す)

出典: Directorate General of Water Resources

JICA 調査団は、中部ジャワ州北部流域を担当する BBWS Pemali Juana 流域管理事務所に連絡を取り、灌漑改修や近代化プロジェクトを実施する必要がある既存の灌漑地区を特定した。当該流域には多くの灌漑地区が存在することから、改修および近代化のための候地を選定することとし、BBWS の職員とともに、改修・近代化候補となる灌漑地区の現状を確認するため、一連の現地視察を実施した。

BBWS から得た情報では、西部に位置する灌漑地区は植民地時代に建設された古いものが多く、大規模な改修工事は現在も行われていないこと、また東部では過去5年間の国家中期開発 (2014-2019) において一定程度の改修が実施済みであり、ここでは近代化が必要であることが示唆された。調査団は、ADB が改修工事を計画している灌漑地区 (5箇所) を除いた中から、図 3.1.2 と表

3.1.1 に示す灌漑地区を対象として選定した。このうち、近代化の対象となる地区は Kedung Ombo Dam 係りの Sidorejo、Sedadi、Klambu の3地区（図 3.1.2 の赤丸部）である。

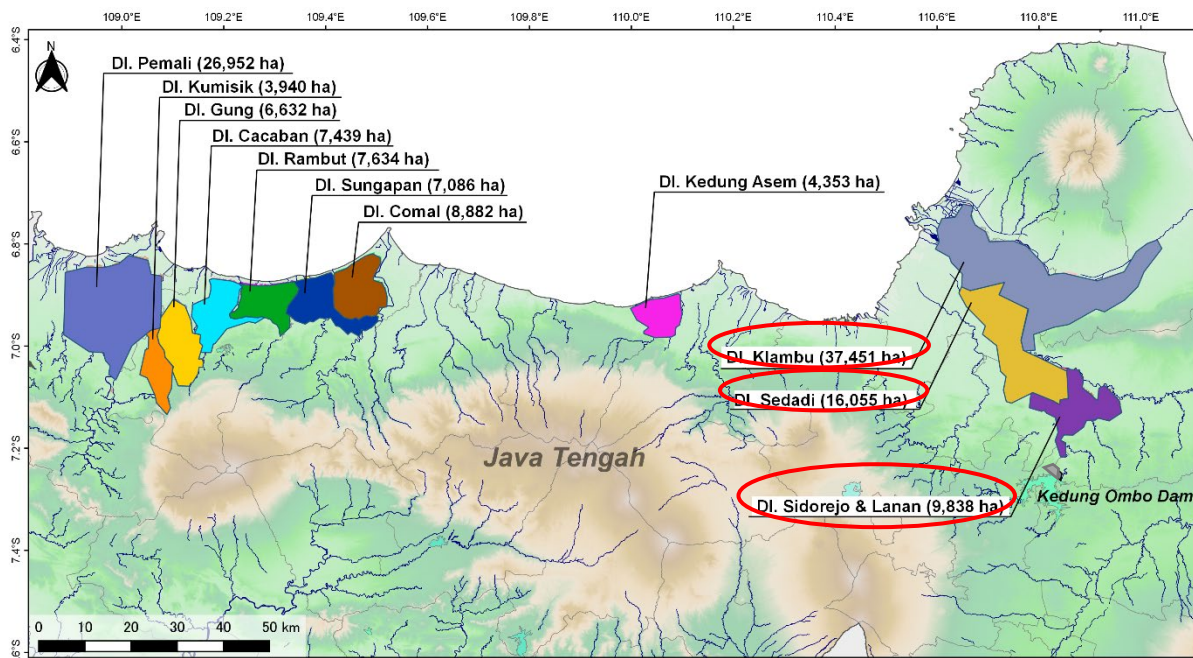


図 3.1.2 灌漑改修および近代化対象の灌漑地区位置図（赤丸は近代化対象地区を示す）

注：図では Sidorejo&Lanan の受益面積合わせて表示（9,838 ha）している。Sidorejo 単体での受益面積は 7,938ha である。
出典：BBWS Pemali Juana, and JICA Project Team

表 3.1.1 灌漑改修・近代化対象の灌漑地区一覧（中部ジャワ州）

No.	Irrigation Scheme	Service Area (ha)	Remarks
1	Pemali	26,952	
2	Comal	8,882	
3	Sungapan	7,086	
4	Rambut	7,634	Provided water from Cacaban dam
5	Gung	6,632	Ditto
6	Cacaban	7,439	Ditto
7	Kumisik	3,940	Ditto
8	Kedung Asem	4,353	
9	Sidorejo	7,938	Modernization, provided water from Kedung Ombo dam
10	Sedadi	16,055	Modernization, provided water from Kedung Ombo dam
11	Klambu	37,451	Modernization, provided water from Kedung Ombo dam
Total		134,362	

出典：BBWS Pemali Juana,

3.1.2 降水量と河川流量

本節では、改修・近代化対象となる灌漑地区に関する流域の水源量を推定するための基礎資料として、流域ごとに降水量と河川流量の状況を整理する。流域は、既存の堰の位置を起点に Badan Informasi Geospasial（BIG）が提供する DEMNAS データに基づいて設定した。それぞれの流域面積を表 3.1.2 に、流域および灌漑地区の位置図を図 3.1.3 と図 3.1.4 に示す。Kuimisik 地区、Sidorejo 地区、Sedadi 地区のように、ダムを水源とし、同じ流域を共有する灌漑地区も存在する。

河川流量データについては、特に州西部には利用可能な流量観測所が限られていることから、データの信頼性（観測記録年数や流域面積より判断）を考慮して、参考とするべき流量観測所を選定した。その結果、州西部の Pemali Comal 流域に位置する灌漑地区は Pemali Notog 観測所を、また、州中央から東部における Bodri Kuto 流域と Jratonseluna 流域に位置する灌漑地区は Kedung

Ombo 観測所の河川流量を選定し、流域面積に応じて各灌漑地区の河川流量を算定した。

表 3.1.2 対象灌漑地区の流域面積（中部ジャワ州）

DI Name	Area, km ²	Remarks	DI Name	Area, km ²	Remarks
Pemali	856		Comal	514	
Kumisik	91	part of Pamali watershed	Kedung Asem	341	
Gung	156		Sidorejo	620	Including Kedung Ombo dam, part of Klambu watershed and Sedadi watershed
Cacaban	157	Including Cacaban dam	Sedadi	847	part of Klambu watershed
Rambut	158		Klambu	3,041	
Sungapan	160				

出典：JICA 調査団

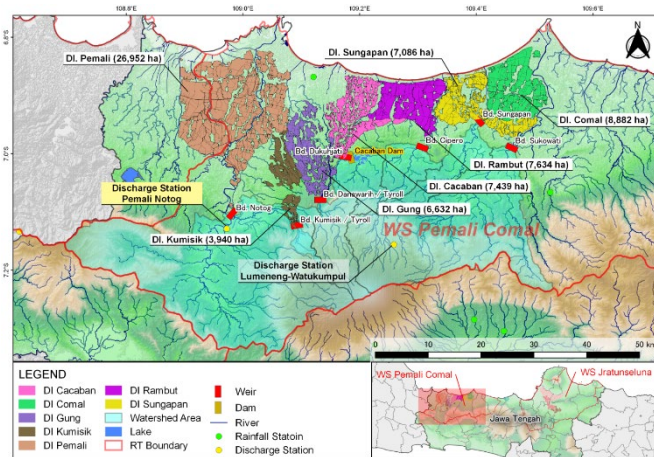


図 3.1.3 雨量観測所および流量観測所位置図
(州西部：Pemali Comal 流域)

出典：JICA 調査団

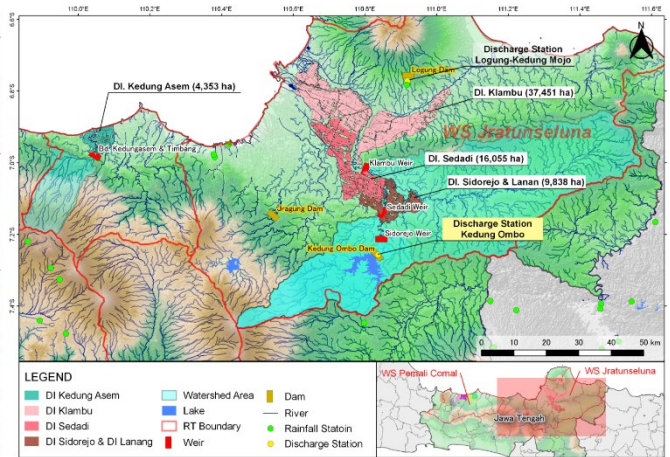


図 3.1.4 雨量観測所および流量観測所位置図
(州中央～東部：Bodri Kuto 流域及び Jratunseluna 流域)

出典：JICA 調査団

1) 降水量

月間平均降水量 (Pave) と 80%超過確率降水量 (P80%) を、灌漑スキーム別にして表 3.1.3、表 3.1.4 に示す。対象地域の降水量は、平均降水量に注目すると、1,700mm から 2,600mm (80%降水量で 850mm から 1,700mm) ほどの年間降水量であり、場所により異なっている。スマトラ島・ランブン州と同様、降水パターンは乾季 (6月～10月) と雨季 (11月～4月) ではっきりと分かれる「モンスーン型」と呼ばれる典型的な降雨分布を示す。

表 3.1.3 対象流域の月間平均降水量 (Pave) (単位：mm)

Code	Watershed	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2.11.B	WS Pemali Comal	343	322	273	229	177	144	124	104	114	190	265	292	2577
-	Pemali	293	347	242	231	164	151	162	106	145	199	250	312	2603
-	Comal	215	253	164	158	123	115	113	84	111	137	174	219	1868
-	Sungapan	256	305	198	177	140	122	123	93	126	144	186	252	2122
	Rambut	306	289	202	131	96	66	58	37	32	55	126	211	1611
	Gung	265	321	208	201	150	142	150	108	138	173	217	278	2347
	Cacaban	347	334	232	151	108	73	68	40	35	63	141	244	1835
	Kumisik	253	301	203	194	146	140	147	106	134	167	207	266	2264
2.13.B	WS Bodri Kuto	332	313	223	196	146	106	76	70	98	165	228	274	2228
-	Kedung Asem	186	233	143	148	111	96	95	77	102	118	147	177	1632
2.16.A3	WS Jratunseluna	305	282	209	184	131	100	83	74	93	140	196	259	2056
-	Sidorejo	209	259	153	167	101	92	87	72	112	108	165	182	1707
	Sedadi	205	255	152	162	100	90	85	71	107	107	162	180	1676

Code	Watershed	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
	Klambu	253	321	196	192	121	103	89	76	112	122	187	222	1994

注：WS Pemali Comal や WS Bodri Kuto は River Territories (現地語では Wilayah Sungai) と呼ばれる大流域を指し、大流域全体の降水量を指すのに対し、それ以外は灌漑地区にかかる流域の降水量を指す

出典：JICA 調査団

表 3.1.4 対象流域の 80% 確率降水量 (P80%) (単位：mm)

Code	Name	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2.11.B	WS Pemali Comal	231	217	189	157	96	50	37	24	21	74	162	210	1468
-	Pemali	195	250	172	157	97	60	48	25	26	82	148	237	1499
-	Comal	146	182	116	116	68	44	31	18	21	58	120	163	1083
-	Sungapan	175	205	137	119	68	37	33	19	20	59	111	175	1157
	Rambut	208	199	141	81	49	18	18	9	5	22	61	146	957
	Gung	175	235	148	142	91	62	44	25	26	72	140	217	1376
	Cacaban	236	230	162	90	54	18	23	10	5	25	62	167	1081
	Kumisik	167	223	145	140	91	63	42	25	26	70	138	211	1341
2.13.B	WS Bodri Kuto	212	196	144	137	81	34	26	20	30	61	148	182	1270
-	Kedung Asem	128	139	83	102	57	34	30	19	27	39	90	121	868
2.16.A3	WS Jratunseluna	178	168	128	110	57	30	20	16	21	52	110	162	1052
-	Sidorejo	134	151	106	103	43	30	24	12	15	42	99	113	873
	Sedadi	131	146	106	99	43	29	24	12	15	41	99	113	859
	Klambu	155	201	115	105	47	33	21	16	22	45	101	128	989

注：WS Pemali Comal や WS Bodri Kuto は River Territories (現地語では Wilayah Sungai) と呼ばれる大流域を指し、大流域全体の降水量を指すのに対し、それ以外は灌漑地区にかかる流域の降水量を指す

出典：JICA 調査団

2) 河川流量

MPWH の定める灌漑開発に係る基準 (Standard of Irrigation Planning, Irrigation Network Planning、以下 KP-01) によると、灌漑開発計画時に考慮する水ポテンシャル量は、80% 超過確率の河川流量 (Q80%) を基準とすることが明記されている。したが、ここでは参考とする 2 つの流量観測所 (Pemali Notog と Kedung Ombo) の観測記録を基に確率処理を行い、Q80% を算出した。

表 3.1.5 に月間 80% 確率流出量を、また主要流域の降水量と河川流量の関係を図 3.1.5 に示す。確率計算手法は KP-01 に則り算出している (詳細は第 I 編を参照)。スマトラ島・ランブン州の河川流量の分布と比較 (図 2.1.3 を参照) すると、全体に流出量が少なく、乾季の期間が長い傾向にあり、乾季の水不足がより深刻になりやすい傾向が確認できる。

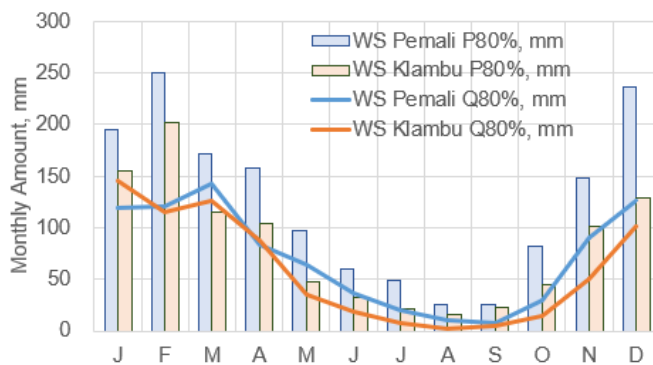


図 3.1.5 中部ジャワ州の代表流域における 80% 超過確率降水量 (P80%) 及び河川流量 (Q80%) 出典：JICA 調査団

表 3.1.5 改修・近代化候補地区の月別 80% 確率流量 (Q80%) (単位：m³/s)

Name	Area, km ²	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Pemali	856	38.2	42.8	45.7	27.3	20.5	12.3	6.3	3.2	2.7	9.4	29.9	40.5
Comal	514	23.0	25.7	27.5	16.4	12.3	7.4	3.8	1.9	1.6	5.7	18.0	24.3
Sungapan	160	7.1	8.0	8.5	5.1	3.8	2.3	1.2	0.6	0.5	1.8	5.6	7.6
Rambut	158	7.1	7.9	8.4	5.0	3.8	2.3	1.2	0.6	0.5	1.7	5.5	7.5

Name	Area, km ²	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Gung	156	6.9	7.8	8.3	5.0	3.7	2.2	1.1	0.6	0.5	1.7	5.4	7.4
Cacaban	157	7.0	7.9	8.4	5.0	3.8	2.3	1.2	0.6	0.5	1.7	5.5	7.4
Kumisik	91	4.1	4.6	4.9	2.9	2.2	1.3	0.7	1.3	0.3	1.0	3.2	4.3
Kedung Asem	341	18.6	16.2	16.0	11.4	4.5	2.4	0.9	0.2	0.7	1.8	6.6	12.9
Sidorejo	620	33.8	29.4	29.2	20.8	8.2	4.4	1.7	0.4	1.3	3.3	12.0	23.4
Sedadi	847	46.1	40.2	39.8	28.4	11.2	6.0	2.6	0.5	1.7	4.5	16.4	32.0
Klambu	3,041	166	144	143	102	40.1	21.5	8.2	1.9	6.2	16.0	59.0	115

出典：JICA 調査団

3.1.3 中部ジャワ州の土地利用および農業現況

中部ジャワ州はインドネシアにおける穀倉地帯として知られている。同州において農業は重要な産業部門の一つとして位置付けられており、2018年時点の名目 GRDP の14%が農業部門からの貢献であり¹、全国平均の12.5%を上回っている。また、同州では農業セクターが最も雇用を吸収する役割を果たしており、420万人（24.4%）の雇用を担っている。

食用作物の栽培は主に湿地の水田でなされており、トウモロコシ、キャッサバ、リョクトウなどがパラウィジャとして栽培されている。また、中部ジャワ州は園芸作物栽培についても高いポテンシャルを有しており、タマネギ、キャベツ、ジャガイモの栽培が盛んである。アブラヤシなどのエステート作物も広く栽培されている。以下に、中部ジャワ州全体と、既存灌漑地区（近代化サイトおよび改修サイト）が位置する7つのKabupaten（近代化サイト：Grobogan、Demak、改修サイト：Pemalang、Tegal、Brebes、Kendal、Batang）の農業について概説する。

1) 農業土地利用

表 3.1.6 に中部ジャワ州全体と既存灌漑地区が位置する7つのKabupatenの農業土地利用を示す。2015年時点において、中部ジャワ州には170万haの農地があり、そのうち半数以上の57%（97万ha）が湿地に分類されている。水稲とパラウィジャはこの湿地で栽培されており、そのうち71%（68万ha）が灌漑農地に分類される。Kabupaten別に見ると、改修対象地区が位置する5つのKabupatenはすべて州平均以上の高い灌漑整備率となっており、KendalとBatangにおいては9割を超える。他方、灌漑近代化候補のサイトが位置するGroboganとDemakはそれぞれ41.5%と68.4%となっている。

表 3.1.6 中部ジャワ州および関係する7つのKabupatenの農業土地利用(2015)、単位：1,000 ha

Kabupaten	Wetland (湿地帯)			Agricultural dryland (畑地)				Total
	Irrigation	Non-irrigation	Sub-total	Dry field/Garden	Unirrigated/Shifting cultivation	Temporarily unused	Sub-total	
Grobogan	33.2	46.9	80.2	19.1	-	0.0	19.1	99.3
Demak	33.5	15.5	49.0	12.4	-	0.0	12.4	61.4
Pemalang	30.9	6.8	37.7	15.8	1.1	0.3	17.2	54.9
Tegal	29.8	7.0	36.9	8.4	-	-	8.4	45.2
Brebes	46.8	15.4	62.3	14.6	-	0.0	14.7	77.0
Kendal	23.8	1.5	25.3	22.8	-	-	22.8	48.1
Batang	18.7	1.6	20.4	21.2	-	-	21.2	41.5
中部ジャワ州	682.2	283.0	965.3	712.1	18.5	3.6	734.3	1,699.5

出典：Land Area by Utilization 2015 (BPS, 2016)

¹ BPS-Statistics of Jawa Tengah Province, Jawa Tengah Province in Figures, 2019

2) 稲作栽培

表 3.1.7 に過去 3 年間（2015 年、2017 年、2018 年）の水稻の収穫面積、収量、生産量を示す。収穫面積は、近代化サイトの位置する 2 つの Kabupaten において微増、改修サイトの位置する 5 つの Kabupaten では減少傾向にある。また、収量については、概して高い収量であるものの全体的に低下傾向にある。なお、いずれの年次においても近代化サイトの位置する Grobogan および Demak の収量は中部ジャワ州の平均以上の収量を達成している一方、改修サイトの位置する 5 つの Kabupaten の収量は平均以下となっている。

表 3.1.7 中部ジャワ州および関係する 7 つの Kabupaten の稲作栽培状況（収穫面積、単収、生産量）

Kabupaten	Harvested area (1,000 ha)			Yield (ton/ha)			Production (1,000 ton)		
	2015*	2017	2018	2015*	2017	2018	2015*	2017	2018
Grobogan	123.4	135.9	125.5	6.37	6.25	5.83	786.0	848.9	732.2
Demak	94.9	95.7	113.1	6.67	6.52	6.10	632.8	623.4	689.9
Pemalang	82.0	90.4	74.8	5.31	5.03	4.82	435.3	454.5	360.2
Tegal	62.4	65.7	32.5	6.03	5.69	5.63	376.0	373.5	182.8
Brebes	99.9	103.2	91.0	5.78	5.56	5.24	576.7	573.7	477.1
Kendal	43.3	45.3	36.3	6.65	5.31	5.16	287.9	240.4	187.2
Batang	40.6	45.9	34.0	4.87	4.86	4.64	197.6	223.0	158.0
中部ジャワ州	1,804.6	1,933.6	1,680.4	6.10	5.74	5.66	11,006.6	11,067.6	9,512.4

注：*2016 年のデータは未公表であるため 2015 年のデータを用いる。

出典：Jawa Tengah Province in Figures (BPS-Statistics of Jawa Tengah Province 2016-2019)

図 3.1.6 は、2015 年時点の中部ジャワ州と 7 つの Kabupaten の湿地水田の水稻作付率を示している。中部ジャワ州全体で見ると水稻作付率は 187% であり、ほぼすべての地区で 1 年に複数回のコメの作付けが行われていることが分かる。特に近代化候補サイトの Demak（194%）、改修サイトの Pemalang（218%）および Batang（199%）については州平均よりも高い作付け率を達成している。

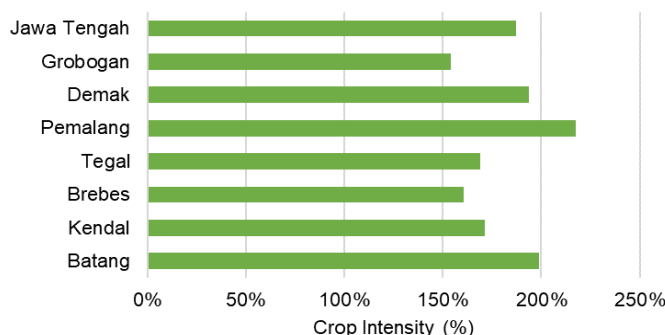


図 3.1.6 中部ジャワ州および関係県の稲作の作付け率 (2015)

出典：BPS-Statistics of Jawa Tengah Province, 2016

近年、インドネシアにおける改良米の生産と普及は目覚ましく、水稻の収量増加に大きく貢献している。図 3.1.7 は、2017 年時点における中部ジャワ州で栽培されているイネ品種のシェアを示している。同地域において最も使用されているイネ品種は Ciherang で 40.3% の高いシェアを占めている。他方、中部ジャワ州では IR64 が好まれて使われており、高いシェアを占めている（22.9%）。Situ Bagendit（14.2%）、Mekongga（8.4%）がそのあとに続く。これら上位品種は IR64 を除き、すべて

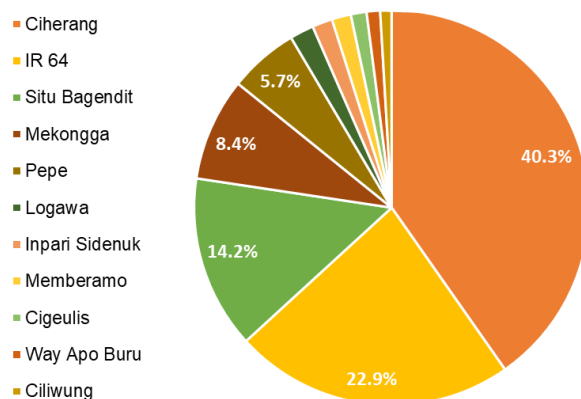


図 3.1.7 中部ジャワ州における稲品種の構成率 (2017)

出典：Planted area of new superior paddy varieties year 2017 (Directorate of Seedling, Directorate General of Food Crops, Ministry of Agriculture, 2018)

が 2000 年代にリリースされた高収量品種であり、高収量品種への代替が進展しているものの、インドネシアの穀倉地帯として古くから稲作振興を行っている同州では IR64 のシェアも依然として根強く残っていることがうかがえる。

3) パラウィジャ栽培

水稻の裏作であるパラウィジャの種類は、地域の作付体系によって異なっている。図 3.1.8 は、中部ジャワ州の上位 3 つのパラウィジャ作物の収穫面積を示している。中部ジャワ州においては、最も面積が大きいのはトウモロコシであり、542,800ha となっている。2 番目はキャッサバ (15 万 ha)、続いてリョクトウ (8.2 万 ha) が続く。ダイズはコメやトウモロコシと同様に国内の戦略的食用作物として数えられているものの、同地域ではラッカセイに続く 5 番目の収穫面積となっており、同作物の生産振興はやや低調であるといえる。

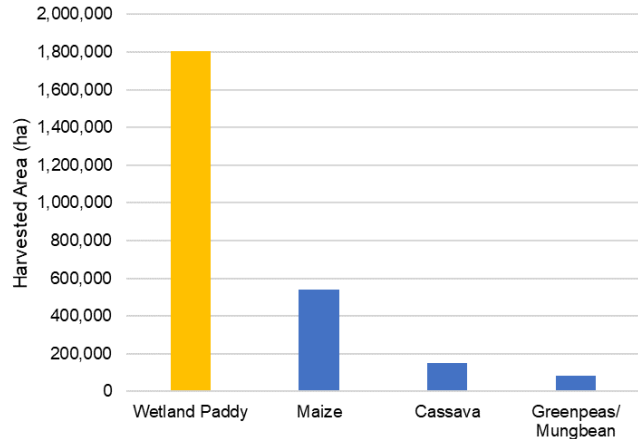


図 3.1.8 中部ジャワ州の上位 3 種のパラウィジャ作付面積 (2015)
出典：BPS-Statistics of Jawa Tengah Province, 2016

4) 農業生産活動における課題

中部ジャワ州の農業は、GRDP の 14% が農業部門からの貢献であり、全国平均の 12.5% を上回っている。同州では水田稲作が主要な栽培作物であり、灌漑開発が既に進展しており、高い水稻作付率となっている。ただし、近年においては作付面積、収量、生産量の伸びは鈍化、地域によって減少傾向にある。さらに、インドネシア全域において、農業の機械化を推進しているものの、依然として現場レベルでの導入事例は限定的となっており、特に収穫から精米に至るまでの機械化（集約化・効率化）に改善の余地がある。

中部ジャワ州の農業労働人口の過去 10 年の推移を図 3.1.9 に示す。州全体の労働人口は 10 年間で堅調な増加を示しているものの、農業労働人口は減少傾向にある。例えば、2008 年は 37% が農業セクターに従事していたものの、2017 年時点においては 25% に減少している。都市化の進展が進むにつれ、農業離れが進んでおり、農業セクターにおける農業労働力の確保は課題となっている。加えて、労働力の減少のみならず、農地の他用途転用も近年の課題となっており、食料安全保障の観点から既存水田の保護政策をとっていく必要がある。以下に考えられ得る課題を整理する。

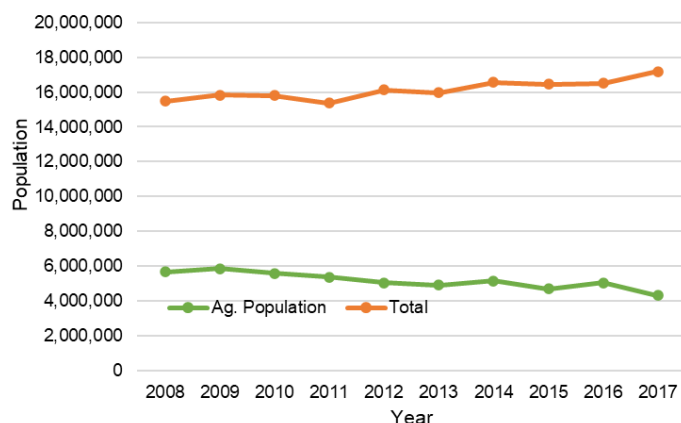


図 3.1.9 中部ジャワ州の農業労働人口推移
出典：Statistical Yearbook of Indonesia 2008-2017 (BPS, 2008-2017)

- ✓ 農業労働力の減少
- ✓ 農地の他用途転用による農地の減少

- ✓ エステート作物や園芸作物栽培と比して、稲作栽培の収益性の低さ（生産コストにおける高い労務費率）
- ✓ 低いポストハーベスト品質

3.2 農業開発計画

本項では中部ジャワ州での新規灌漑開発実施のための農業開発計画について記載する。農業開発計画は、土地利用計画、作付計画、および目標単収で構成され、本計画を実行、実現するために必要な活動についても提案する。

3.2.1 土地利用計画

中部ジャワ州の既存灌漑地区は、7つの Kabupaten（近代化サイト：Grobogan、Demak、リハビリサイト：Pemalang、Tegal、Brebes、Kendal、Batang）に位置している。事業においては既存灌漑地区のうち、Kedung Ombo 地区（Sidorejo、Sedadi、Klambu 灌漑スキーム）を対象に灌漑施設の近代化事業を、Pemali、Kumisik 灌漑スキーム、Cacaban 地区（Gung、Cacaban、Rambut 灌漑スキーム）、Sungapan、Comal、Kedung Asem 灌漑スキームにおいて灌漑施設のリハビリ事業を計画する。

表 3.2.1 に近代化事業の土地利用計画案、表 3.2.2 にリハビリ事業の土地利用計画案を示す。灌漑施設の近代化やリハビリに伴い、灌漑効率が改善され作付面積の増加を見込むことが出来る。その結果、近代化事業の対象地区全体の水稻の作付面積とパラウイジャの作付面積はそれぞれ 5,207ha と 3,199ha の増加が見込まれる。リハビリ事業の対象地区全体の水稻の作付面積とパラウイジャの作付面積はそれぞれ 5,878ha と 4,708ha の増加が見込まれる。

表 3.2.1 事業対象地区内（近代化事業）の土地利用計画

Kabupaten	DI Name	Type	Service Area (ha)	Period	Crop	Current /Plan	Area Planted (ha)	Cropping Intensity (%)	Increment (%)	
Grobogan	DI Sidorejo	Modern	7,938	1st	Paddy	Current	7,938	100		
						Plan	7,938	100	-	
				2nd	Paddy	Current	7,938	100		
						Plan	7,938	100	-	
				3rd	Palawija	Current	5,579	73		
						Plan	6,283	79	6	
Grobogan-Demak	DI Sedadi	Modern	16,055	1st	Paddy	Current	11,757	73		
						Plan	12,826	80	7	
					Palawija	Current	206	1		
						Plan	225	1	0	
				2nd	Paddy	Current	15,230	95		
						Plan	15,950	99	-	
					Palawija	Current	105	1		
						Plan	105	1	-	
				3rd	Palawija	Current	11,321	71		
						Plan	12,350	77	6	
					1st	Paddy	Current	28,932	77	
							Plan	31,562	84	7
Palawija	Current	1,222	3							
	Plan	1,333	4	1						
2nd	Paddy	Current	34,857	93						
		Plan	35,378	99	6					
	Palawija	Current	2,073	6						
		Plan	2,073	6	-					
	3rd	Paddy	Current	2,941	8					
			Plan	3,208	9	1				
Palawija		Current	16,680	45						
		Plan	18,196	49	4					

出典：JICA 調査団

表 3.2.2 事業対象地区内（リハビリ事業）の土地利用計画

Kabupaten	DI Name	Type	Service Area (ha)	Period	Crop	Current /Plan	Area Planted (ha)	Cropping Intensity (%)	Increment (%)	
Tegal - Brebes	DI Pemali	Rehab	26,952	1st	Paddy	Current	20,537	76		
						Plan	22,591	84	8	
					Palawija	Current	4,339	16		
						Plan	4,361	16	-	
					2nd	Paddy	Current	8,747	32	
							Plan	9,622	36	4
				Palawija		Current	14,979	56		
						Plan	16,475	61	6	
				3rd	Paddy	Current	131	0		
						Plan	144	1	1	
					Palawija	Current	16,994	63		
						Plan	18,691	69	6	
Tegal - Brebes	DI Kumisik	Rehab	3,940	1st	Paddy	Current	3,687	94		
						Plan	3,890	99	5	
					Palawija	Current	50	0		
						Plan	50	0	-	
				2nd	Paddy	Current	3,167	80		
						Plan	3,484	88	8	
					Palawija	Current	81	2		
						Plan	86	2	-	
				3rd	Paddy	Current	341	9		
						Plan	375	10	1	
					Palawija	Current	478	12		
						Plan	526	13	1	
Tegal	Cacanan DI Gung DI Cacaban DI Rambut	Rehab	21,705	1st	Paddy	Current	17,644	81		
						Plan	18,207	84	3	
					Palawija	Current	3,068	14		
						Plan	3,121	14	-	
				2nd	Paddy	Current	9,396	43		
						Plan	10,069	46	3	
					Palawija	Current	6,344	29		
						Plan	6,514	30	1	
				3rd	Paddy	Current	1,941	9		
						Plan	2,135	10	1	
					Palawija	Current	8,525	39		
						Plan	9,137	42	3	
Pemalang	DI Sungapan	Rehab	7,086	1st	Paddy	Current	5,668	80		
						Plan	6,235	88	8	
					Palawija	Current	440	6		
						Plan	483	7	1	
				2nd	Paddy	Current	6,737	95		
						Plan	6,760	95	-	
					Palawija	Current	326	5		
						Plan	326	5	-	
				3rd	Palawija	Current	390	6		
						Plan	407	6	0	
Pemalang	DI Comal	Rehab	8,882	1st	Paddy	Current	3,710	42		
						Plan	4,081	46	4	
					Palawija	Current	133	1		
						Plan	141	2	1	
				2nd	Paddy	Current	8,775	99		
						Plan	8,775	99	-	
					Palawija	Current	107	1		
						Plan	107	1	-	
				3rd	Palawija	Current	320	4		
						Plan	333	4	-	
Kendal - Batang	DI Kedung Asem	Rehab	4,353	1st	Paddy	Current	4,303	99		

Kabupaten	DI Name	Type	Service Area (ha)	Period	Crop	Current /Plan	Area Planted (ha)	Cropping Intensity (%)	Increment (%)
					Palawija	Plan	4,303	99	-
						Current	50	1	
				2nd	Paddy	Current	3,454	79	
						Plan	3,454	79	-
					Palawija	Current	899	21	
						Plan	899	21	-
				3rd	Palawija	Current	4,353	100	
						Plan	4,353	100	-

出典: JICA 調査団

3.2.2 作付計画

作付計画は、農業生産環境（地域の気候、気象条件など）と対象地域における灌漑用水の使用可能量に応じて決定される。表 3.2.3 に近代化事業地区の作付計画案を示す。近代化事業の既存灌漑地区における現行の作付けパターンは 1 期（10～1 月）、2 期（2 月～5 月）、3 期（6 月～9 月）の 3 期作体系が確立されている。1 期および 2 期目は稲作栽培、3 期目はパラウィジャ栽培（同地域ではメイズ）が主体となっている。営農作付け計画としては、作付け時期および作目などの作型は現状を維持しつつ、灌漑施設のリハビリによる送水機能の改善や水管理の向上等により未耕作となっている水田の高度利用を目指し、コメおよびパラウィジャの作付面積の増加を図る計画とする。

表 3.2.4 にリハビリ事業地区の作付計画案を示す。現況における作付けパターンは近代化事業の対象灌漑地区と同様に 3 期作体系が確立されている。1 期および 2 期目は稲作栽培、3 期目はパラウィジャ栽培（同地域ではメイズ）が主体となっている。営農作付け計画としては、近代化事業と同様に灌漑施設のリハビリや浚渫等による送水機能の改善、また水管理の向上等により未耕作となっている水田の高度利用を目指し、コメおよびパラウィジャの作付面積の増加を図る計画とする。

表 3.2.3 事業対象地区（近代化事業）における計画作付けパターン

Cropping Period	1st				2nd				3rd				Cropping Intensity
	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	
DI Sidorejo Current	Paddy (C.I.100%)				Paddy (C.I.100%)				Palawija (C.I.73%)				Paddy 200% Palawija 73%
DI Sidorejo Plan	Paddy (C.I.100%)				Paddy (C.I.100%)				Palawija (C.I.79%)				Paddy 200% Palawija 79%
DI Sedadi Current	Paddy (C.I.73%) Palawija (C.I.1%)				Paddy (C.I.95%) Palawija (C.I.1%)				Palawija (C.I.71%)				Paddy 168% Palawija 73%
DI Sedadi Plan	Paddy (C.I.80%) Palawija (C.I.1%)				Paddy (C.I.99%) Palawija (C.I.1%)				Palawija (C.I.77%)				Paddy 179% Palawija 79%

DI Klambu Current	Paddy (C.I.77%) Palawija (C.I.13%)	Paddy (C.I.93%) Palawija (C.I.6%)	Paddy (C.I.8%) Palawija (C.I.45%)	Paddy 178% Palawija 54%
DI Klambu Plan	Paddy (C.I.84%) Palawija (C.I.4%)	Paddy (C.I.94%) Palawija (C.I.6%)	Paddy (C.I.9%) Palawija (C.I.49%)	Paddy 187% Palawija 59%

出典: JICA 調査団

表 3.2.4 事業対象地区（リハビリ事業）における計画作付けパターン

Cropping Period	1st				2nd				3rd				Cropping Intensity
	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	
DI Pemali Current	Paddy (C.I.76%) Palawija (C.I.16%)				Paddy (C.I.32%) Palawija (C.I.56%)				Palawija (C.I.63%)				Paddy 108% Palawija 135%
DI Pemali Plan	Paddy (C.I.84%) Palawija (C.I.16%)				Paddy (C.I.36%) Palawija (C.I.61%)				Paddy (C.I.1%) Palawija (C.I.69%)				Paddy 121% Palawija 146%
DI Kumisik Current	Paddy (C.I.94%)				Paddy (C.I.80%) Palawija (C.I.2%)				Paddy (C.I.9%) Palawija (C.I.12%)				Paddy 183% Palawija 14%
DI Kumisik Plan	Paddy (C.I.99%)				Paddy (C.I.88%) Palawija (C.I.2%)				Paddy (C.I.10%) Palawija (C.I.13%)				Paddy 197% Palawija 15%
Cacaban Current	Paddy (C.I.81%) Palawija (C.I.14%)				Paddy (C.I.43%) Palawija (C.I.29%)				Paddy (C.I.9%) Palawija (C.I.39%)				Paddy 133% Palawija 82%
Cacaban Plan	Paddy (C.I.84%) Palawija (C.I.14%)				Paddy (C.I.46%) Palawija (C.I.30%)				Paddy (C.I.10%) Palawija (C.I.42%)				Paddy 140% Palawija 86%
DI Sungapan Current	Paddy (C.I.80%) Palawija (C.I.6%)				Paddy (C.I.95%) Palawija (C.I.5%)				Palawija (C.I.6%)				Paddy 175% Palawija 17%
DI Sungapan Plan	Paddy (C.I.88%) Palawija (C.I.7%)				Paddy (C.I.95%) Palawija (C.I.5%)				Palawija (C.I.6%)				Paddy 183% Palawija 18%
DI Comal Current	Paddy (C.I.42%) Palawija (C.I.1%)				Paddy (C.I.99%) Palawija (C.I.1%)				Palawija (C.I.4%)				Paddy 141% Palawija 6%
DI Comal Plan	Paddy (C.I.46%) Palawija (C.I.2%)				Paddy (C.I.99%)				Palawija (C.I.4%)				Paddy 145% Palawija 7%

DI Kedung Asem Current				Paddy 178% Palawija 122%
DI Kedung Asem Plan				Paddy 178% Palawija 122%

出典: JICA 調査団

3.2.3 上限単収（目標単収）の設定

1) 基準単収の設定

表 3.2.5 に中部ジャワ州の既存灌漑地区における水稻の基準単収を示す。BPS が発行する州毎の年次統計資料を用い、直近 5 年間（2014 年～2018 年）の水稻平均単収を基準単収として設定する。BPS 統計では灌漑水稻と天水田水稻の区別はなされていないものの、既存灌漑地区の位置する Kabupaten/Kota の水稻作付の大半は灌漑地区における灌漑水稻であることから、同水稻単収は灌漑水稻単収と概ね同程度とみなす。なお、水稻単収について、州平均は 5.80t/ha となっている

表 3.2.5 事業対象地区におけるベース単収（中部ジャワ州）

Kabupaten	DI Name	Type	Avg. Yield (t/ha)
Grobogan	DI Sidorejo	Modernization	5.99
Grobogan-Demak	DI Sedadi		6.18
Grobogan-Demak	DI Klambu		6.18
Tegal - Brebes	DI Pemali	Rehabilitation	5.64
Tegal - Brebes	DI Kumisik		5.64
Tegal	DI Cacaban		5.65
Pemalang	DI Sungapan		5.11
Pemalang	DI Comal		5.11
Kendal - Batang	DI Kedung Asem		5.27
Central Java Province	-	-	5.80

出典：Jawa Tengah Province in Figures (BPS-Statistics of Jawa Tengah Province, 2015-2019)

2) 上限単収（目標単収）の設定

水稻単収は灌漑整備条件のみならず、栽培品種および施肥量によって有意に異なることが BPS の坪刈り調査結果等から明らかとなっている（第 1 編第 3 章参照）。すなわち、灌漑整備に加えて適切な水稻の栽培管理技術（優良品種、適切な肥培管理）が水稻単収の増加には必要となる。なお、既存灌漑地区においては既に灌漑稲作栽培が導入されており稲作農家はある程度の栽培ノウハウを持っていることから、栽培管理技術としては先進的な技術の導入が望まれる。このことから上限単収については表 3.2.6 に示すシナリオ 2 を用いて設定する。

表 3.2.6 事業対象地区における上限単収（目標単収）の設定シナリオ

Type	Scenario	Assumption	Setting Criteria
Modernization Rehabilitation	2. Good agricultural practice	Agricultural management practice is improved. Under policy support such as further R&D, extension support, and subsidy, it is expected that new introduction of high-yielding superior seeds and increase	1. Using data from the SURVEI UBINAN TANAMAN PANGAN 2014, 2016, 2017 (BPS, 2014, 2016 and 2017), extract farmers who are using fertilizer at 430 kg/ha or more and using superior or hybrid seeds. 2. Using the data of the extracted

		of fertilization input <u>is promoted.</u>	farmers, the upper limit has been set to the average of top 25% yield (75th percentile of Tukey's Hinges) for each island under irrigation and non-irrigation in 2014, 2016 and 2017.
--	--	--	---

出典: JICA 調査団

表 3.2.6 に示すシナリオを適用した場合、中部ジャワ州の最大収量は 6.53 t/ha となり、現在の平均である 5.80 t/ha から 12.6%増加する。この増加率をすべての灌漑地区に適用し、各灌漑地区の上限単収として設定する（表 3.2.7 参照）。

表 3.2.7 事業対象地区におけるベース目標単収の設定（中部ジャワ州）

Kabupaten	DI Name	Type	Avg. Yield (t/ha)	Base Yield (t/ha)	Increment (%)
Grobogan	DI Sidorejo	Moderniz'n	5.99	6.74	12.59
Grobogan-Demak	DI Sedadi		6.18	6.96	
Grobogan-Demak	DI Klambu		6.18	6.96	
Tegal - Brebes	DI Pemali	Rehab.	5.64	6.35	
Tegal - Brebes	DI Kumisik		5.64	6.35	
Tegal	DI Cacaban		5.65	6.36	
Pemalang	DI Sungapan		5.11	5.75	
Pemalang	DI Comal		5.11	5.75	
Kendal - Batang	DI Kedung Asem		5.27	5.93	
Jawa Tengah Province	-		-	5.80	

出典 : Jawa Tengah Province in Figures (BPS-Statistics of Jawa Tengah Province, 2015-2019)

3) 経時による単収増加の設定

水稻の経時的な単収増加は上限単収と同様に、適切な水稻の栽培管理技術導入の有無により異なるものと想定される。このことから、経時による単収増加について、既存灌漑地区については表 3.2.8 に示すシナリオ 2 を用いて設定することとする。

表 3.2.8 事業対象地区における経時による単収増加の設定シナリオ

Type	Scenario	Assumption	Setting Criteria
Modernization Rehabilitation	2. Good agricultural practice	<u>The yield growth is rapidly progressed</u> by strategic policy support such as further R & D, extension services and subsidy, which encourages new introduction of high-yielding superior seeds and increase of fertilizer input.	The recent rapid progress in yield increase is assumed to be continued in future, the yield will be increased to the upper limit by the linear slope of the yields as of 1997 and 2015.

出典: JICA 調査団

既存灌漑地区における事業開始後の単収の推移を表 3.2.9～表 3.2.17 に示す。単収の増加はそれぞれの灌漑地区における上限単収に達した時点で増加しないものとみなした（ただし、本推定では事業開始後 10 年で上限単収に達する灌漑地区は無し）。なお、本目標単収の推定に際しては、5 年間の事業実施期間（設計含む）を想定し、最初の 2 年間の収量増は見込まず、3 年目より上述の経時による単収増加のシナリオ 2 に基づき目標単収を設定した。

表 3.2.9 事業対象地区 (DI Sidorejo) における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started										Max Yield (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5.99	5.99	5.99	6.03	6.06	6.10	6.14	6.17	6.21	6.25	6.28	6.74
Stage	Design + Project Implementation					Operation & Maintenance					-

出典: JICA 調査団

表 3.2.10 事業対象地区(DI Sedadi)における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started										Max Yield (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
6.18	6.18	6.18	6.22	6.25	6.29	6.33	6.37	6.41	6.44	6.48	6.96
Stage	Design + Project Implementation					Operation & Maintenance					-

出典: JICA 調査団

表 3.2.11 事業対象地区(DI Klambu)における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started										Max Yield (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
6.18	6.18	6.18	6.22	6.25	6.29	6.33	6.37	6.41	6.44	6.48	6.96
Stage	Design + Project Implementation					Operation & Maintenance					-

出典: JICA 調査団

表 3.2.12 事業対象地区(DI Pemali)における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started										Max Yield (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5.64	5.64	5.64	5.67	5.71	5.74	5.78	5.81	5.85	5.88	5.92	6.35
Stage	Design + Project Implementation					Operation & Maintenance					-

出典: JICA 調査団

表 3.2.13 事業対象地区(DI Kumisik)における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started										Max Yield (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5.64	5.64	5.64	5.67	5.71	5.74	5.78	5.81	5.85	5.88	5.92	6.35
Stage	Design + Project Implementation					Operation & Maintenance					-

出典: JICA 調査団

表 3.2.14 事業対象地区(DI Cacaban)における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started										Max Yield (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5.65	5.65	5.65	5.68	5.72	5.75	5.79	5.82	5.86	5.89	5.93	6.36
Stage	Design + Project Implementation					Operation & Maintenance					-

出典: JICA 調査団

表 3.2.15 事業対象地区(DI Sungapan)における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started										Max Yield (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5.11	5.11	5.11	5.14	5.17	5.20	5.23	5.27	5.30	5.33	5.36	5.75
Stage	Design + Project Implementation					Operation & Maintenance					-

出典: JICA 調査団

表 3.2.16 事業対象地区(DI Comal)における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started										Max Yield (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5.11	5.11	5.11	5.14	5.17	5.20	5.23	5.27	5.30	5.33	5.36	5.75
Stage	Design + Project Implementation					Operation & Maintenance					-

出典: JICA 調査団

表 3.2.17 事業対象地区 (DI Kedung Asem) における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started										Max Yield (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5.27	5.27	5.27	5.30	5.33	5.37	5.40	5.43	5.46	5.50	5.53	5.93
Stage	Design + Project Implementation					Operation & Maintenance					-

出典: JICA 調査団

4) パラウィジャの単収設定

水稻の裏作であるパラウィジャの種類は、その地域の作付体系によりさまざまである。前出の図 3.1.8 に示す通り、中部ジャワ州ではトウモロコシが主要な裏作物となっている。灌漑改善、あるいは灌漑開発における裏作はトウモロコシを見込むこととし、現況レベルの単収を設定する（すなわち、灌漑改善による作付面積増は見込むが単収の増は見込まない）。

表 3.2.18 事業対象地区におけるパラウィジャ（メイズ）の作付け計画

Kabupaten	DI Name	Type	Type of Palawija	Base Yield (t/ha)
Grobogan	DI Sidorejo	Modernization	Maize	5.91
Grobogan-Demak	DI Sedadi		Maize	6.79
Grobogan-Demak	DI Klambu		Maize	6.79
Tegal - Brebes	DI Pemali	Rehabilitation	Maize	6.49
Tegal - Brebes	DI Kumisik		Maize	6.49
Tegal	DI Cacaban		Maize	6.76
Pemalang	DI Sungapan		Maize	3.51
Pemalang	DI Comal		Maize	3.51
Kendal - Batang	DI Kedung Asem		Maize	6.58

出典: Jawa Tengah Province in Figures (BPS-Statistics of Jawa Tengah Province, 2015 and 2016)

上記のようにパラウィジャとしてはメイズを選定したが、水利用や土壌などの農業生産環境に加え、農家収益性も考慮してパラウィジャを導入することが望ましい。実際、現状において戦略的作物にも関わらずダイズの生産面積が伸び悩んでいる要因の一つは農家収益性の低さであり、メイズやリョクトウなどよりも低い収益性によるものである（2021, Krisdiana, R et al.²）赤玉ねぎやトウガラシのような市場性の高い園芸作物や、近年輸出向け加工用で付加価値化を図ることのできるサツマイモ（2021, SK Dermoredjo et. Al.³）など市場性や農家収益性を鑑みた作物を選定し導入していくことも重要である。

3.2.4 農業開発のための推奨活動

上述した農業開発計画（土地利用計画、作付計画、目標単収）を達成、実現するためには、対象開発地区の現状の課題に対して対応策を講じる必要がある。以下に対応策となりうる農業開発のためのアプローチを提案する。

表 3.2.19 に中部ジャワ州の既存灌漑地区における農業開発の課題と考えられ得る対応策を示す。同地区では、近年の都市化に伴い、農業労働力の流出・減少が顕在化しており、特段留意する必要がある課題として考えられるのは農業労働力の不足である。この課題に対する対応策として、補助金やローンプログラムの導入による新規就農者の参入にかかる行政サポートが考えられる。

² Krisdiana, R. et al., Financial Feasibility and Competitiveness Levels of Soybean Varieties in Rice-Based Cropping System of Indonesia. Sustainability 2021, 13, 8334.

³ SK Dermoredjo et. al., Sweet potato agribusiness development strategy to improve farmers' income. 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 653 012003

加えて、労働力を特に必要とする耕うん、収穫、加工作業など作業のアウトソースを促すための農業サービスプロバイダーの育成・登録を推進していくことで、労働力の減少に対応することが可能となる。また、同じく都市化に起因する農地転用による農地の減少を抑えるため、アグロポリタン空間計画を推進し、地域ぐるみで戦略的に稲作振興を図っていくことや、持続可能な食料農地政策（LP2B）の適切な実施による農地転用規制を進めていくことが必要な施策となる。

稲作栽培管理においては収益性を高めるための取り組みとして、人件費を削減するための農業機械（トラクターや収穫機など）の導入や、労働生産性を高めるための ICT ツールの導入が効果的であると考えられる。加えて、集出荷システムや精米設備の改善することで付加価値化による市場競争力の強化が見込まれる。

本事業では、灌漑開発（近代化およびリハビリ事業）と並行してこれらのうち優先度の高い対策を実施することにより、土地利用計画、作付計画、目標単収を実現することが可能となり、ひいては同地域の農業振興に貢献することが期待できる。

表 3.2.19 事業対象地区における農業開発における課題と対策

課題	対策	期待される効果
➢ 農業労働力の減少	➢ 女性・若者を含む新規就農者、および/または農民グループが必要とする農業投入物(高品質の種子、肥料など)を確保するための補助金プログラムの導入	➢ 初期投資(投入資金)のサポートによる新規参入の増加
	➢ 農業サービスプロバイダー(賃耕ビジネス)の育成・登録	➢ 作業のアウトソース
➢ 農地の他用途転用による農地の減少	➢ アグロポリタン空間計画の推進	➢ インセンティブの付与
	➢ 持続可能な食料農地(LP2B)の適切な実施による農地の保護	➢ 転用規制とインセンティブの付与
➢ 水稻栽培は、エステート作物や園芸作物に比べて収益性が低い(生産コストにおける労務比率が高いため)	➢ 機械化農業の推進(近代化・省力化)	➢ 労務費の削減
	➢ ICT ツールの利用による近代的農業生産管理技術の導入	➢ 労働生産性の向上
➢ 低いポストハーベスト品質	➢ 集出荷システム強化	➢ 付加価値化による市場競争力の強化
	➢ 精米施設整備	

出典：JICA 調査団

3.3 灌漑開発・管理計画

3.3.1 受益地の設定

中部ジャワ州では、新規開発や拡張可能な土地がなく、新規開発や拡張は行わない方針としており、対象となる灌漑地区は改修と近代化を目的としたものを選定している。対象地区で改修・近代化事業が実施されることにより灌漑効率が向上した結果、新たに水が得られるようになれば、灌漑地区内で特に乾季において作付面積が増加することが期待される。灌漑地区の位置および面積は DILL の提供する空間データを用いて定義した(図 3.1.2 および図 3.1.3 を参照)。また DEMNAS データから各灌漑地区の平均標高と傾斜を算出し、表 3.3.1 に整理する。

表 3.3.1 各灌漑地区の平均標高および傾斜（中部ジャワ州）

DI Name	Mean Elevation (EL.m)	Mean Slope (%)	DI Name	Mean Elevation (EL.m)	Mean Slope (%)
Pemali	9.1	1.7	Comal	6.5	3.0
Kumisik	70.7	2.6	Kedung Asem	6.0	1.6
Gung	59.4	2.3	Sidorejo	6.1	1.6
Cacaban	19.4	1.9	Sedadi	11.6	1.4
Rambut	10.7	2.4	Klambu	26.3	1.4
Sungapan	9.9	2.5	-	-	-

出典：JICA 調査団

3.3.2 利用可能な水資源量と灌漑可能面積

新たに利用可能となる水資源量は施設改修・近代化による灌漑効率の改善の結果、節約された水量と定義する。本検討では MPWH の定める基準 (KP-01) に準拠して、改修事業による全体灌漑効率が 50% から 55% に改善、また近代化事業による灌漑効率は 55% から 60% に改善されると仮定して、利用可能な水資源量を算定した。なお、対象灌漑地区のうち、Kedung Ombo Dam 係りの Sidorejo 地区、Sedadi 地区および Klambu 地区が近代化対象地区であり、その他が改修対象地区である。

水資源量計算のためのその他の要素については、表 3.3.2 に整理したとおりである。各灌漑地区の受益面積と作付シーズンごとの作付け面積などは、関連する BBWS から提供されたデータを適用している。

表 3.3.2 作物の水消費量の算定に適用したデータ一覧 (中部ジャワ州)

Input	Description
Irrigation Efficiency	Assuming it improves from 50% to 55% on the irrigation schemes for rehabilitation, and 55% to 60% on the one for modernization (improvement in irrigation efficiency is assumed to realize on water conveyance phase).
Functional Area	Applying the values defined in the Ministry Regulation PUPR No 14 / PRT / M / 2015
Planted area	Applying actual planted area in 2019/2020 based on the Form 2B-RTI provided by BBWS
Cropping Pattern	Applying actual cropping pattern in 2019/2020 based on the Form 2B-RTI provided by BBWS in addition to the interview result from BBWS Staff for details
Others (eg. Evapotranspiration, Crop Consumptive Use, etc)	Applying the same as the one described in Part 1

出典：JICA 調査団

灌漑施設の改修により節約される水資源量の計算結果を表 3.3.3 に示す (月別の作付面積、水消費量などの詳細な計算結果は Appendix に記載する)。改修や近代化事業による効果は、計画上代掻き期にあたる 10 月や有効降雨量が少ない 2 月～5 月により大きくなる可能性が示唆されている。これらの結果を総合すると、中部ジャワ州の対象灌漑地区 (総受益面積：134,362 ha) の年間節約水資源量は 189.7 MCM に達すると算出された。

表 3.3.3 灌漑施設の改修により新たに利用可能な水資源量 (中部ジャワ州)

DI Name	Service Area (ha)	Monthly Saving Water Amount with Improvement (MCM)												Total
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
Pemali	26,952	0.00	1.59	1.24	2.32	2.21	0.71	1.02	0.82	0.05	8.11	4.17	1.30	23.54
Comal	8,882	0.74	2.62	1.71	2.35	2.69	0.01	0.02	0.02	0.01	1.55	0.81	0.87	13.40
Sungapan	7,086	0.87	1.73	1.12	1.75	1.99	0.02	0.02	0.02	0.01	2.35	1.24	1.11	12.24
Rambut	7,634	0.38	0.25	0.20	0.34	0.35	-	-	-	-	2.32	1.28	0.69	5.81
Gung	6,632	0.11	0.63	0.30	1.04	1.36	0.76	0.65	0.80	0.58	2.21	1.14	0.35	9.93
Cacaban	7,439	0.16	0.54	0.49	0.87	0.85	0.36	0.35	0.39	0.24	2.59	1.42	0.53	8.80
Kumisik	3,940	0.06	0.37	0.11	0.56	0.82	0.15	0.11	0.16	0.13	1.41	0.66	0.15	4.70
Kedung Asem	4,353	0.72	0.90	0.65	0.75	0.89	0.17	0.25	0.20	-	1.80	0.73	0.87	7.93
Sidorejo	7,938	1.46	2.09	1.37	1.80	2.13	0.18	0.27	0.22	-	2.78	1.49	1.68	15.46
Sedadi	16,055	2.08	3.61	2.37	3.06	3.90	0.37	0.53	0.42	-	4.05	2.04	2.23	24.65
Klambu	37,451	5.26	8.75	5.94	7.37	9.16	1.53	1.55	1.64	0.96	10.0	5.33	5.71	63.21
Total	134,362	11.8	23.1	15.5	22.2	26.4	4.3	4.8	4.7	2.0	39.2	20.3	15.5	189.7

出典：JICA 調査団

上記により算出された新規に利用可能な水資源量から、追加の灌漑可能面積、すなわち追加の作付け面積を算出する。最大作付け面積は、省令 (PUPR No.14/PRT/M/2015) で定義されている受益面積としているが、BBWS から入手した最新の作付け面積に関するデータによると、特に乾季において、対象となる灌漑地区のほとんどが十分に作付けされていない状況であった。また、農地が

十分に活用されている状況にあっても、当該地区はエルニーニョ等の影響により深刻な干ばつが発生しやすい地区であるため、安定的な作付け面積を得るのに改修・近代化事業は有効であると考えられる。

表 3.3.4 に、改善前の灌漑スキーム別の作付面積を、表 3.3.5 に改修・近代化による灌漑効率の改善後の作付可能面積を示す。灌漑効率の改善により、表 3.3.6 に示すように作付面積が増加していることがわかる。対象となる灌漑地区の改修・近代化により、年間作付面積は 18,474ha（シーズン 1：7,712ha、シーズン 2：4,798ha、シーズン 3：5,964ha）増加すると予想され、全体で 14% の作付率の増加が期待される。

表 3.3.4 施設改修地区の作付面積一覧表：施設改修前（中部ジャワ州）

DI Name	Service Area (ha)	Cropping Pattern			Planted Area (Paddy), ha			Planted Area (Palawija + Sugarcane), ha			Planted Area (Total), ha			CI, %
		S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	
Pemali	26,952	10E	2E	6E	20537	8747	131	4339	14979	16994	24876	23726	17125	244
Comal	8,882	10E	2E	6E	3710	8775	0	133	107	320	3843	8882	320	147
Sungapan	7,086	10E	2E	6E	5668	6737	0	440	326	390	6108	7063	390	191
Rambut	7,634	10E	2E	6E	5628	1181	0	1013	1146	0	6641	2327	0	117
Gung	6,632	10E	2E	6E	5616	5202	1431	1016	1176	4756	6632	6378	6187	289
Cacaban	7,439	10E	2E	6E	6400	3013	510	1039	4022	3769	7439	7035	4279	252
Kumisik	3,940	10E	2E	6E	3687	3167	341	50	81	478	3737	3248	819	198
Kedung Asem	4,353	10E	2E	6E	4303	3454	0	50	899	4353	4353	4353	4353	300
Sidorejo	7,938	10E	2E	6E	7938	7938	0	0	0	5759	7938	7938	5759	273
Sedadi	16,055	10E	2E	6E	11757	15230	0	206	105	11321	11963	15335	11321	241
Klambu	37,451	10E	2E	6E	28932	34857	2941	1222	2073	16680	30154	36930	19621	232
Total	134,362	-	-	-	104176	98301	5354	9508	24914	64820	113684	123215	70174	229

備考：S はシーズンを意味しており、S1 は 10 月上旬より開始、S2 は 2 月上旬より開始、S3 は 6 月上旬より開始される。
出典：BBWS Pemali Juana

表 3.3.5 施設改修地区の作付面積一覧表：施設改修後（中部ジャワ州）

DI Name	Service Area (ha)	Cropping Pattern			Planted Area (Paddy), ha			Planted Area (Palawija + Sugarcane), ha			Planted Area (Total), ha			CI %
		S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	
Pemali	26,952	10E	2E	6E	22591	9622	144	4361	16475	18691	26952	26096	18835	267
Comal	8,882	10E	2E	6E	4081	8775	0	141	107	333	4222	8882	333	151
Sungapan	7,086	10E	2E	6E	6235	6760	0	483	326	407	6718	7086	407	201
Rambut	7,634	10E	2E	6E	6191	1299	0	1066	1213	0	7257	2512	0	128
Gung	6,632	10E	2E	6E	5616	5456	1574	1016	1176	5058	6632	6632	6632	300
Cacaban	7,439	10E	2E	6E	6400	3314	561	1039	4125	4079	7439	7439	4640	262
Kumisik	3,940	10E	2E	6E	3890	3484	375	50	86	526	3940	3569	901	213
Kedung Asem	4,353	10E	2E	6E	4303	3454	0	50	899	4353	4353	4353	4353	300
Sidorejo	7,938	10E	2E	6E	7938	7938	0	0	0	6283	7938	7938	7938	279
Sedadi	16,055	10E	2E	6E	12826	15950	0	225	105	12350	13051	16055	12350	258
Klambu	37,451	10E	2E	6E	31562	35378	3208	1333	2073	18196	32895	37451	21405	245
Total	134,362	-	-	-	111632	101430	5863	9764	26583	70276	121396	128013	76138	242

備考：S はシーズンを意味しており、S1 は 10 月上旬より開始、S2 は 2 月上旬より開始、S3 は 6 月上旬より開始される。
出典：JICA 調査団

表 3.3.6 施設改修による作付面積の増加量（中部ジャワ州）

DI Name	Service Area (ha)	Cropping Pattern			Planted Area (Paddy), ha			Planted Area (Palawija + Sugarcane), ha			Planted Area (Total), ha			CI, %
		S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	
Pemali	26,952	10E	2E	6E	2045	875	13	22	1496	1697	2076	2370	1710	23
Comal	8,882	10E	2E	6E	371	0	0	8	0	13	379	0	13	4

DI Name	Service Area (ha)	Cropping Pattern			Planted Area (Paddy), ha			Planted Area (Palawija + Sugarcane), ha			Planted Area (Total), ha			CI, %
		S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	
Sungapan	7,086	10E	2E	6E	567	23	0	43	0	17	610	23	17	9
Rambut	7,634	10E	2E	6E	563	118	0	53	67	0	616	185	0	10
Gung	6,632	10E	2E	6E	0	254	143	0	0	302	0	254	445	11
Cacaban	7,439	10E	2E	6E	0	301	51	0	103	310	0	404	361	10
Kumisik	3,940	10E	2E	6E	203	317	34	0	5	48	203	321	82	15
Kedung Asem	4,353	10E	2E	6E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sidorejo	7,938	10E	2E	6E	0	0	0	0	0	524	0	0	524	7
Sedadi	16,055	10E	2E	6E	1069	720	0	19	0	1029	1088	720	1029	18
Klambu	37,451	10E	2E	6E	2630	521	267	111	0	1516	2741	521	1784	13
Total	134,362	-	-	-	7456	3129	509	256	1669	5456	7712	4798	5964	14

備考：Sはシーズンを意味しており、S1は10月上旬より開始、S2は2月上旬より開始、S3は6月上旬より開始される。
 出典：JICA 調査団

3.3.3 灌漑開発計画（改修）

1) 対象地区内の灌漑施設

灌漑施設改修の対象となる11地区内には分水堰、分土工、幹線水路、二次水路、三次水路、水位調整堰やゲート、落差工、サイホン、余水吐、水位計などが設けられている。表3.3.7に各灌漑地区の主要な施設の総数を示す。また、各地区における主な水利施設の位置を図3.3.1に例示する。

表 3.3.7 改修対象地区における水利施設一覧

Item	Unit	Pemali	Comal	Sungapan	Rambut	Gung	Cacaban	Kumisik	Kedung Asem	Sidorejo	Sedadi	Klambu
Dam	Nos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Weir	Nos	5	1	1	1	1	1	3	4	2	1	1
Division Structure	Nos	1	2	2	1	4	4	1	9	5	8	19
Drop Structure	Nos	68	25	12	31	45	7	8	34	5	15	11
Gate	Nos	10	8	3	0	4	1	2	7	10	3	9
Intake	Nos	177	57	57	39	150	68	35	144	125	118	411
Pump	Nos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aqueduct	Nos	9	8	1	1	7	7	18	9	25	5	27
Culvert	Nos	96	50	9	3	38	45	10	126	158	12	115
Slope Channel	Nos	0	0	1	0	3	1	1	0	0	0	0
Spillway	Nos	25	25	13	5	13	18	2	31	81	32	53
Syphon	Nos	13	0	2	2	0	3	4	6	26	3	14
Tunnel	Nos	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0
Water Gauge	Nos	48	1	5	0	26	8	0	33	19	22	19
Primary Canal	km	8.5	9.5	14.6	12.9	8.8	0.5	15.5	6.9	6.3	13.4	91.7
Secondary Canal	km	200.2	56.2	43.6	34.8	97.6	39.4	16.7	54.0	34.0	17.3	272.7
Tertiary & Quarter Canal	km	120.4	144.3	2.9	2.4	5.2	3.8	0.0	74.4	64.7	57.7	19.1
Supply Canal	km	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.2	2.0	0.1	0.0	0.6	0.0
Drainage Canal	km	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	5.4	3.9	0.8

注：上表は地区内のすべての施設を網羅したものではない。主要な施設のみを示している。
 出典：PUPR ePAKSI database (2022.1.27 時点)

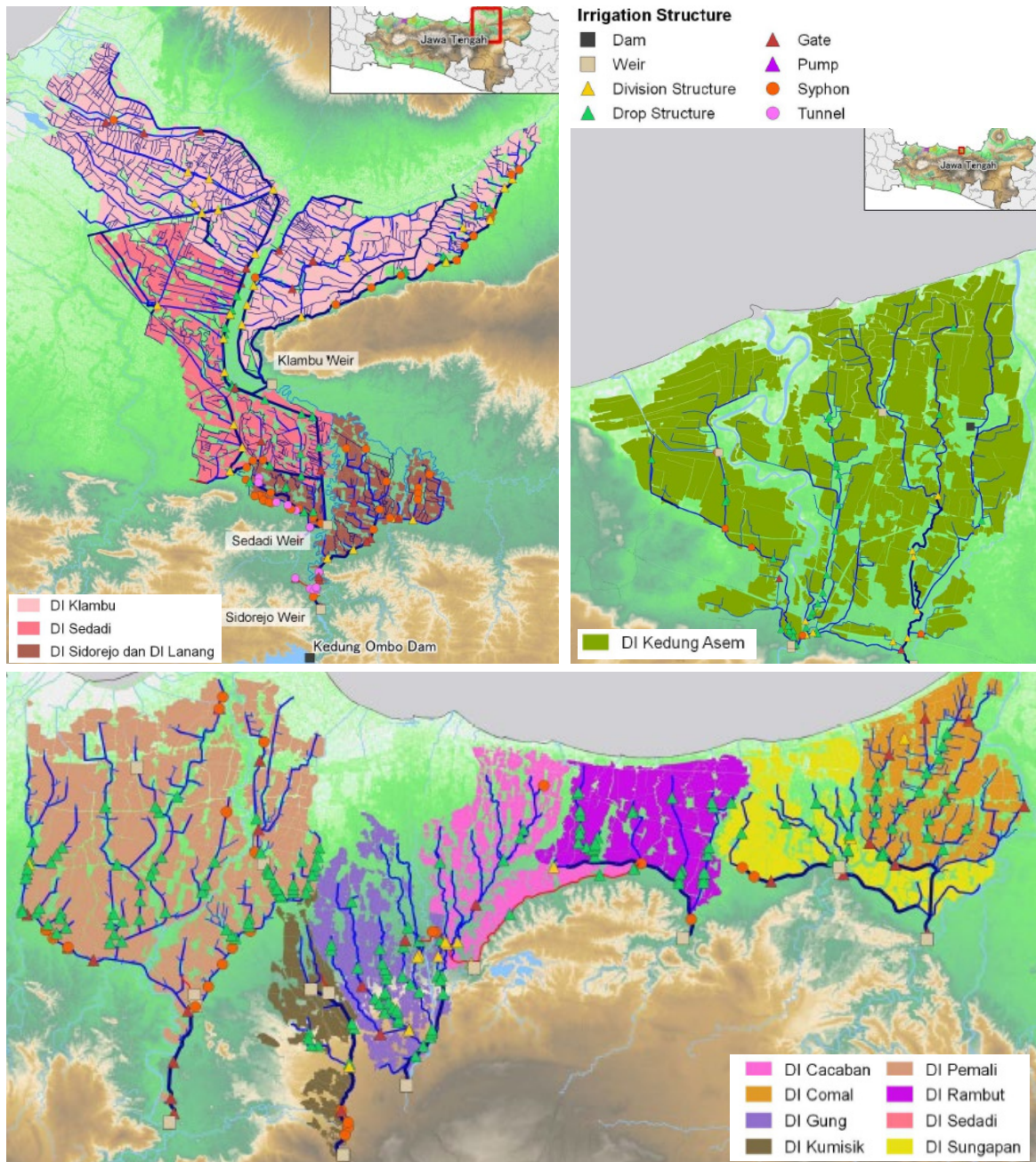


図 3.3.1 各地区における主要水利施設位置

出典：PUPR ePAKSI database*

*ePAKSI は PUPR が運営管理を行う、灌漑地区と灌漑施設を対象とした地理空間データベースである (URL: <http://103.211.51.198/>)。PUPR の許可を得て Web サイトにアクセスすることで、国内の灌漑地区ごとの施設 (点)、水路 (ポリライン)、灌漑区 (ポリゴン) データを取得することができる。データベースは順次登録および更新がなされている段階であり、本項に用いたものは 2022 年 1 月 27 日に取得したデータである。

2) 改修対象となる灌漑施設および設備

対象地区において改修の必要性を評価するために、BBWS の協力のもと既存施設および設備の健全度調査を実施した。下表は、調査対象となった灌漑施設 (幹線水路、二次水路、堰や管理用道路等の構造物、ゲートや管理設備等の機械施設) を整理したものである。

表 3.3.8 各地区における健全度調査対象施設

Items	DI Name	Pemali	Comal	Sungapan	Rambut	Gung	Cacaban	Kumisik	Kedung Asem	Sidorejo	Sedadi	Klambu	
	Area (ha)	26,952	8,882	7,086	7,634	6,632	7,439	3,940	4,353	7,938	16,055	37,451	
Canal & IP Road	Primary Canal	Nos	1	1	2	1	1	1	1	2	2	3	
		Length (m)	8,638	8,999	19,701	13,357	8,850	454	15,547	5,550	24,247	48,955	102,776
	Secondary Canal	Nos	30	9	8	9	14	9	5	9	20	22	61
		Length (m)	185,527	100,388	43,114	31,278	121,114	38,232	19,643	51,628	68,537	89,780	307,793
Inspection Road	Length (m)	192,165	109,387	62,815	44,635	129,964	38,686	35,190	57,178	92,784	138,735	410,569	
Civil Structure & Mechanical	Weir	Nos	5	1	1	1	2	1	3	5	2	1	
	Off-take Structure	Nos	23	58	61	39	104	60	36	105	112	168	
	Others (Culvert, Syphon, etc.)	Nos	66	26	18	18	26	56	37	56	247	71	
	Mechanical Structure	Nos	26	66	69	40	106	59	45	108	114	106	

出典：BBWS Pemali Juana、JICA 調査団

3) 施設の健全度評価指標

既存構造物および施設の調査にあたり、施設の長寿命化に向けて改修の必要性や対策の程度を判断するために、各施設の構造および機能性の健全度に対する評価指標を導入した。評価指標は、日本の農業水利施設の機能保全の手引きに示されている健全度指標を適用するとともに、2014年にBBWSで実施された主要構造物の健全度調査（DAFTARINVENTARISASI ASET IRRIGASI）で用いられた5段階の評価指標を対応させた（下表参照）。

表 3.3.9 施設の健全度評価指標

Soundness (Rank)	Facility Condition		Estimated Measures (Proposed Works)
	Canal & Civil Facilities (Turnout, Syphon, Culvert, Drop, Bridge, etc.)	Machinery Equipment (Gates, Motors, O/M equipment, etc.)	
S-5 (PR)	Almost no deformation Status	No abnormality is found	No measures required
S-4 (PB)	A state in which minor deformation is observed	Minor deformation is observed, but the machine No hindrance to	Observation required (Continuous monitoring)
S-3 (PS)	Deformation is noticeable	If left unattended, the function will be hindered. A state that requires countermeasures when it comes out.	Repair・reinforcement (Countermeasures against deterioration)
S-2 (RB)	Conditions with deformations that affect the structural stability of the facility	A state in which the function is impaired. A state that requires urgent measures due to significant performance degradation	Required Reinforcement・repair (Urgent deterioration measures)
S-1 (PA)	A condition in which there are multiple alterations that significantly affect the structural stability of the facility. There is a high risk that facility functions will be lost or significantly reduced in the near future. Reinforcement is difficult to deal with economically and the facility needs to be renewed	The reliability of equipment, etc. have declined significantly, making it difficult to provide financial support for repairs. There is a high risk that equipment will lose its function in the near future. A state in which the performance of the original function and the social function is significantly reduced overall.	Update (Renew)

出典：BBWS Jeneberang and BBWS Pompengan Larona、JICA 調査団

インドネシアにおける健全度評価指標 （水路延長に対する改修率は調査団が設定した）	
PA : = Asset Renewal (Pembaruan Aset) :	水路延長の100%を改修する
RB : = Heavy Rehabilitation (Rehab Berat) :	水路延長の約70%を改修する
PS : = Medium Repair (Perbaikan Sedang) :	水路延長の約30%を改修する
PB : = Periodic Maintenance (Pemeliharaan Berkala) :	水路延長の約10%を改修する
PR : = Routine Maintenance (Pemeliharaan Rutin) :	改修は不要

4) 健全度評価の結果

各灌漑地区における健全度評価の結果を下表に整理する（個々の構造物に関する調査結果の詳細は Appendix に示す）。また、参考として 2017 年に実施された IKSI のスコアを併記する。なお、これらの値は施設の現況を把握するために算出したものであり、地区ごとに改修実施の優劣をつけることが目的ではないことに留意が必要である。

表 3.3.10 各灌漑地区における施設の健全度評価結果

No.	DI Name	Beneficial Area (ha)	Soundness Ranking			Inspection Road Length to be Asphalt Pavement (m)	IKSI score (2017)	
			Canal	Civil & Mech	Over All		Facility	Total
1	Pemali	26,952	3.90	4.27	4.02	192,165	31.38	70.88
2	Comal	8,882	3.40	4.14	3.65	109,387	33.00	78.25
3	Sungapan	7,086	3.00	3.03	3.01	62,815	29.39	74.88
4	Rambut	7,634	2.90	2.94	2.91	44,635	29.91	69.80
5	Gung	6,632	2.80	4.45	3.35	129,964	38.43	79.73
6	Caycaban	7,439	3.80	3.27	3.62	38,686	31.09	73.06
7	Kumisik	3,940	3.40	3.79	3.53	35,190	31.79	72.97
8	Kedung Asem	4,353	3.00	3.21	3.07	57,178	30.39	73.35
9	Sidorejo	7,938	3.30	3.79	3.46	92,784	31.92	74.94
10	Sedadi	16,055	3.80	3.82	3.81	138,735	31.34	74.24
11	Klambu	37,451	3.60	3.81	3.67	410,569	31.39	71.13
Total		134,362	-	-	3.62	1,312,108	-	-

注：IKSI スコアの“Total”には施設だけでなく社会面の評価も含まれている。

出典：BBWS Pemali Juana、JICA 調査団

各灌漑地区における水路の健全度評価結果は、水路の区間ごとの評価指標に各区間の水路延長を考慮して算出した平均値である。また、土木水利施設およびゲート、管理設備などの機械電気施設の評価結果は、指標を個所数で平均したものである。各灌漑地区の平均指標は、一般的な事業費の内訳を考慮し水路の評価結果と土木水利施設・機械電気施設の評価結果を 2:1 として算定した。また、灌漑地区がいくつかの灌漑区に分かれている場合は、各灌漑区の平均指標に灌漑区の面積を乗じて平均化して灌漑地区全体の総合指標とした。

算定された灌漑地区ごとの施設健全度の平均指標値から判断すると、地域全体として灌漑施設の劣化が中等程度に進んでおり、中でも Rambut 地区が最も劣化が顕著であると判断される（評価指標 2.91）。なお、11 の灌漑地区の総合指標が 3.62 であり、南スラウェシにおける同値が 3.02 であることを考慮すれば（5.3.3 参照）、これらの地域の施設は劣化の程度は比較的深刻ではなく、改修とともに近代化を推進することが望ましいと考えられる。

5) 管理用道路の改修

灌漑施設改修計画においては、灌漑施設と併せて水路の管理用道路の改修も必要と考えられることから、維持管理用道路についても健全度を評価した。前掲の表には管理用道路の評価結果を基に、改修対象となる道路延長も併せて示している（最右列を参照）。管理道路の舗装の更新延長は水路延長と同等とし、コンクリートまたはアスファルト舗装がなされている既存道路で“S-5”と評価された場合は舗装の更新は不要とし、その他については評価結果に応じて延長の 10~100% の更新が必要であると判断した。

6) 水路の改修計画

DGWR が過去に実施した施設改修事業を参考とすれば、既設水路の改修は他の施設と比較してより大きな事業費を要する。既存水路の改修に関しては、以下を考慮して計画することとする。

- a) 既設水路の規模、断面形状およびライニング（工法および材料）を踏襲する。
- b) 施設の劣化、機能不全や事故などの要因を推定し、それに対応した改修を計画する。
- c) 既存の用地内での改修とする。
- d) 水路勾配は改修後にライニングや土砂の堆積等に対し適切な流速と底幅水深比が得られるように選定し、必要に応じて水位調整施設等を新設する。
- e) 幹線水路と二次水路については、水路側面と底面にライニングを行う。
- f) ライニングの工法は現況および設計基準 Kp-03 Channel-eng, 4.2 を勘案して選定する。幹線水路においては粗石練石積によるライニングが多く見られるが、多くの箇所で見られることから、流量が大きくまた水深が深い場合にはコンクリートライニングでの改修が望ましい。二次水路については、石材が容易に入手できる場合には、現況で多く見られる粗石練石積での改修が適切であると考えられる。また、農作業に支障を与えないように、原則として水路に水が少ない時期に工事を行う。工期短縮のためにプレキャストコンクリートパネル等を事前に準備することも一案である。
- g) 幹線水路および二次水路においては、管理用道路を整備することとする。管理用道路の幅員（全幅）は設計基準 Kp-03Channel-eng, 3.3.5 に準拠し、幹線水路では 5.0m、二次水路では 3.0m を基本とする。また、舗装の材料はアスファルトとし舗装幅員は 3.0m とする。

以下に、水路改修標準断面およびコンクリートライニング、粗石練石積ライニングの標準断面図を示す。

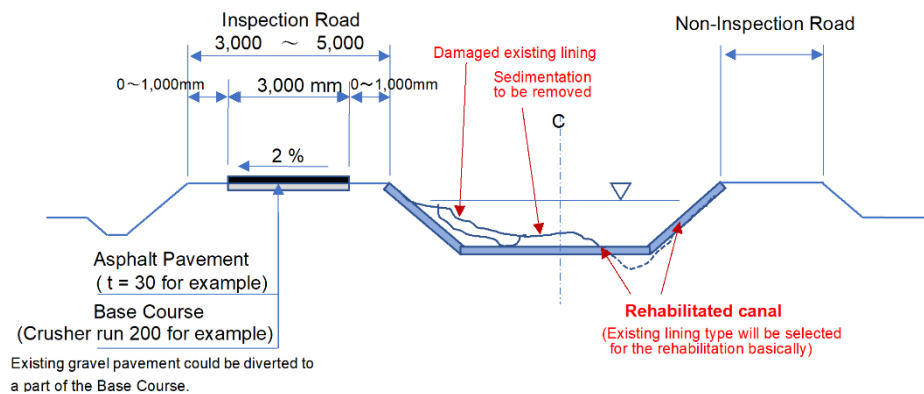


図 3.3.2 水路改修標準断面図

出典：JICA 調査団

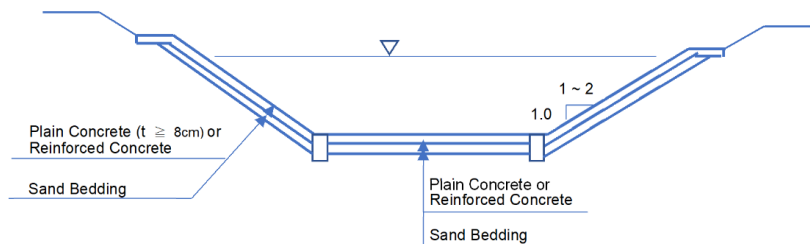


図 3.3.3 コンクリートライニング水路の標準断面

出典：JICA 調査団

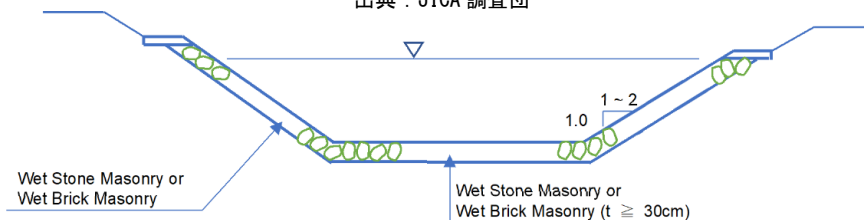


図 3.3.4 粗石練石積によるライニング水路の標準断面図

出典：JICA 調査団

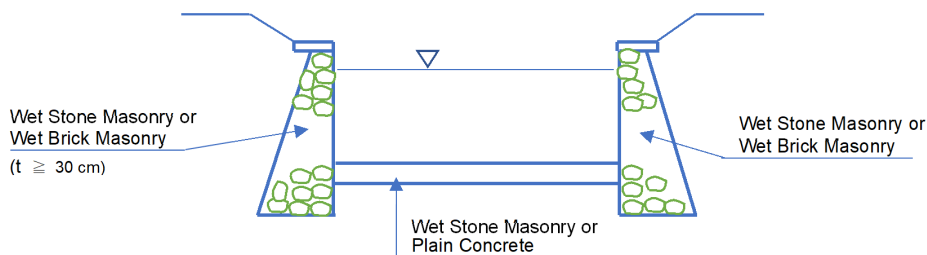


図 3.3.5 粗石練石積による擁壁型ライニング水路の標準断面図

出典：JICA 調査団

前述のとおり、現況の水路は素掘り水路あるいは粗石練石積など、全体的に粗度係数が大きい水路である。水路改修にあたっては、水路からの漏水防止を目的として、水密性の高い材料でライニングする計画としている。ここで、コンクリートのような表面を平滑に仕上げた粗度係数の小さな材質でのライニングを行う場合、水路内の流速が大きくなり、水深が小さくなることで分水などの水管理に支障をきたす可能性がある。

水深 2.5m、底幅 10.0m の土水路を代表的現況水路断面と仮定したとき、以下の改修方法および改修後の底幅を 10.0m、8.6m、7.0m、6.0m、5.8m に変化させた場合の水深を試算し下表に示す。

Rehab-1 全面をコンクリートでライニングする場合

Rehab-2 全面を粗石練石積でライニングする場合

Rehab-3 側壁をコンクリートで、底面を粗石練石積でライニングする場合

Rehab-4 側壁を粗石練石積で、底面をコンクリートでライニングする場合

Rehab-5 側壁をコンクリートでライニングし、底面は土水路とする場合

Rehab-6 側壁を粗石練石積でライニングし、底面は土水路とする場合

表 3.3.11 水路の改修による水深の変化

Lining Type	Concrete Lining	Wet Masonry	Earth w/certain grass	出典：水路工 (H26)				
Coefficient of roughness n	0.015	0.025	0.030					
Case	Side Wall	Base	Water Depth H (m, % for Original 2.5m)					
			B=10.0m	B=8.6m	B=7.0m	B=6.0m	B=5.8m	
Original	Earth w/certain grass	Earth w/certain grass	2.50 100%	2.84 114%	3.47 139%	4.07 163%	4.22 169%	
Rehab-1	Concrete Lining	Concrete Lining	1.56 63%	1.76 70%	2.10 84%	2.41 97%	2.49 100%	
Rehab-2	Wet Masonry	Wet Masonry	2.21 88%	2.50 100%	3.03 121%	3.53 141%	3.66 147%	
Rehab-3	Concrete Lining	Wet Masonry	2.02 81%	2.26 90%	2.68 107%	3.07 123%	3.17 127%	
Rehab-4	Wet Masonry	Concrete Lining	1.81 72%	2.06 83%	2.52 101%	2.97 119%	3.08 123%	
Rehab-5	Concrete Lining	Earth w/certain grass	2.24 89%	2.50 100%	2.97 119%	3.40 136%	3.51 140%	
Rehab-6	Wet Masonry	Earth w/certain grass	2.41 96%	2.72 109%	3.29 132%	3.83 153%	3.97 159%	

出典：JICA 調査団

現況水路（土水路）の水深を 100%としたとき、全面をコンクリートで改修すると、63%程度 of 水深に低下する（Rehab-1、B=10.0m）。同様に粗石練石積で全面を改修する場合には 88%程度 of 水深となり（Rehab-2、B=10.0m）、いずれのケースでも改修による水位低下が生じる。水路改修により流速、水深などの水理条件がどのように変化するか、またその変化が利水管理、維持管理などにどのように影響するかは、水路改修の詳細計画において十分に検討する必要がある。一般的に、

改修にともなう水位低下への対策としては、以下のような方法が考えられる。

- a) 水路全線を改修する場合には、適切な流速と底幅水深比が得られるように水路断面および勾配を選定する。また、必要な分水位が得られるように、必要に応じて敷高を調整するための落差工、水位を上げるための越流堰、ゲートを備えた水位調整施設などの水利構造物等を新設する（図 3.3.6 参照）。
- b) 部分改修の場合に、改修により水路内の流速が部分的に速くなり、水位低下が生じる場合には、以下の対策が考えられる。

- ✓ 粗度の大きいライニング工法（粗石練石積等）を選定する。
- ✓ 既存の水利施設（幹線分土工、ゲートなど）を利用して、水位と流速を適切に調整する。
- ✓ 適切な位置に水位調整施設などの水利施設を新設し、水位と流速を調整する。
- ✓ ライニング時に水路の底幅を縮小し、水位上昇を図る。この場合、改修区間の上下流にどのような影響が発生するか水理的な検討を行う必要がある。

前掲の表においては、現況の水路底幅 $B=10.0\text{m}$ を $8.6\sim 5.8\text{m}$ に縮小させた場合の水深とその変化率を併記している（水路の流量、勾配などの計算条件は現況水路と同様である）。コンクリートで改修する場合には、水路底幅を 5.8m に縮小すると現況水路と同程度の水深が得られることが判る。同様に、粗石練石積で改修する場合には 8.6m に縮小することで現況と同程度の水深が得られる。

水路底幅の縮小にあたっては一定区間を改修対象とすることになるが、改修後は水路用地を他の目的で利用することができる（例えば、管理用道路等）。一方、部分的な改修に比べ、盛土などの土工量が増加し、工事費が増大する可能性がある。既存水位を確保するための水路底面の縮小幅は、ライニングの種類とその改修率（改修延長比）により大きく変化するため、水利条件、維持管理および経済性等の面から改修計画には十分な検討が必要である。

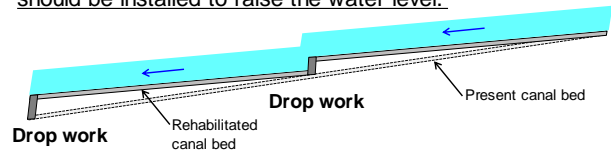
今回の水路改修計画においては、現況水路の一部に既にライニング工が導入されている場合は同様のライニング方法を踏襲する方針とするが、比較的規模の大きい用水路（概ね計画流量が $5\text{m}^3/\text{s}$ 以上）の場合には、水路全面にコンクリートによるライニングを計画し、小規模の場合は粗石練石積でのライニングを基本とする。ライニングにより水位低下が懸念される場合は、ライニング工法の変更や既存水利施設の利用を検討するとともに、水路幅の縮小および水位調節施設などの水利施設新設を検討することが必要となる。

7) 土木水利施設・機械電気施設の改修計画

既設土木およびゲートを含む機械施設の改修においては、以下の留意事項と手順を考慮して計画する。

- a) 既設施設の規模、形状、材質および機能を踏襲する。
- b) 改修施設の劣化、機能不全や事故などの要因を推定し、それに対応した改修を計画する。（例えば、水路内のごみの滞留が問題となる場合はスクリーン設置を検討する。）
- c) 既存の用地内での改修とする。

In the case of changing the canal gradient, drop works should be installed to raise the water level.



In the case of lining to present surface, gates or weirs should be installed to control the water level.

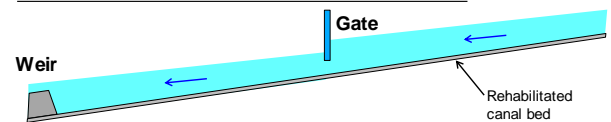


図 3.3.6 水位低下対策の概念図

出典：JICA 調査団

- d) 改修施設周辺の地盤の変状等を確認し、仮設や環境対策のために必要な対策を計画する。
- e) 改修施設周辺の異常水理現象発生の有無等を確認し、施設改修に必要な対策を計画する。
- f) 機械設備などの摩耗、腐食、振動、騒音、作動不良、異常動作などを確認し、必要な対策を計画する。

3.3.4 灌漑近代化計画

灌漑近代化計画の対象となるのは、Kedung Ombo ダムがかりの 3 灌漑地区（Sidorejo、Sedadi、Klambu）である。前項までに述べた施設改修に次ぐ計画として、以下に灌漑近代化について整理する。

1) 近代化計画に関する 5 つの柱

インドネシア政府は、施設の更新を「灌漑農業の近代化」のコンセプトの下で進める方針を掲げている。この方針を受けて水資源総局は、図 3.3.7 および表 3.3.12 に示す 5 つの柱の下で「灌漑農業近代化」を進めることとしている。施設の改修に加えて人材育成等を含めたソフト面の対策も網羅されている。これらの柱は灌漑システムの高度化に寄与するものであり、対象となる 3 地区はこの柱に沿って近代化を計画する。

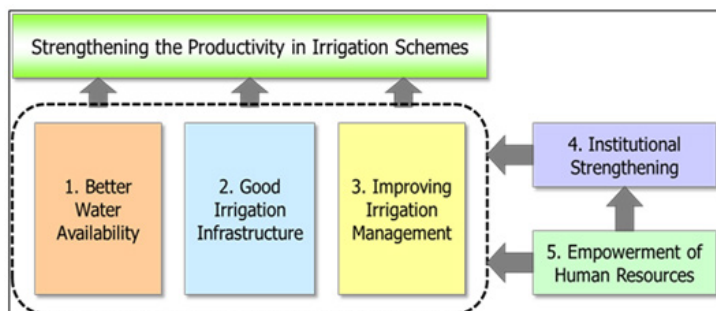


図 3.3.7 灌漑近代化の 5 つの柱

出典：Directorate General of Water Resources

表 3.3.12 灌漑近代化の 5 つの柱

Pillars	Basic Policy
1) Water availability	To secure necessary water resources stably in the watershed and irrigation area.
2) Infrastructure	To improve irrigation facilities in view of better irrigation management.
3) Irrigation management	To improve information and communication networks required for better irrigation management.
4) Institutions	To strengthen related irrigation organizations, e.g., government/ farmers/ related agencies.
5) Human recourses	To develop human resources in view of better irrigation management.

出典：POKOK- POKOK Modernisasi Irrigasi, DGWR (2014)

2) 柱 1：水資源確保に沿った近代化

柱 1 は必要な水資源を安定的に確保すること、すなわち利用可能な水資源の維持・拡大を目的としている。流域内における利用可能水量の創出のために最も優先されることは、水資源の効率的な利用、すなわち非利用量の削減である。作物の需要水量と灌漑施設による実供給水量の乖離を示す事例を図 3.3.8 に示す。図 3.3.8 は Lampung 州に建設されている灌漑地区にて実測された水位（水量）と作物の需要水量の比較を示したものであるが、以下が判る。

- ✓ Lampung 州内の灌漑地区において実測された水路においては、作物の需要水量から策定された月別の水供給計画と実際の供給水量には乖離がある。上図に示されるように、4～5 月の実供給水量（WL-FC1）は計画水量（Plan-WL）より小さく、逆に 7～8 月の実供給水量は計画水量よりも大きい。
- ✓ 下図は、作物が実際に必要とする需要水量に応じた供給計画案を示しているが、供給計画を見直すことで乾期においては約 10%の節水が可能であると推察される。

近代化の対象である3地区内には図3.3.9に示されるように多くの水位観測点が設けられている。柱1に沿った近代化の手順は、①水位と流量の関係を示したH-Q曲線を作成もしくは実測に基づいて調整する、②実供給量と計画流量を比較するための水位観測等の調査を実施する、③作物が実際に必要とする需要水量との乖離がなくなるように配水計画を再考する、とすることが望ましい。この手順を導入することで、灌漑用水の効率的利用と非利用水の削減が可能となる。

加えて、柱2にも関連して、施設の改修により利用可能水量を増加させることも可能である。既存施設の改修と水管理システムの整備を行うことで送水・配水効率の向上が見込まれ、新たな利用可能水量が創出される。創出される水量の割合は以下のとおりと推定される。

施設改修による供給水量増加率：現状の灌漑効率=50%、リハビリ後の灌漑効率=55%、増分=5%、増加率=10% (5/50)

近代化（施設改修の後に実施）による供給水量増加率：現状の灌漑効率=55%、近代化後の灌漑効率=60%、増分=5%、増加率=9% (5/55)

新たな利用可能水量を確保することは灌漑区内で未耕作となっている水田の高度利用、すなわちコメおよびパラウィジャの作付面積の増加につながる。新たに得られた水量については、現状の水稲作付率が100%に満たない地域への供給を優先させ、次にパラウィジャ作りに供給することが望ましい。なお、設計上の受益面積を超える余剰水が生まれた場合はKedung Omboダムに貯留し、翌年以降に利用することができる。

2) 柱2：施設整備に沿った近代化

本項目の基本方針は灌漑管理改善と連携した灌漑施設（水源施設、取水施設、幹線水路、支線水路、水制御施設、O&M施設、管理用道路、3次水路）を整備することである（施設の改修については3.3.3を参照）。基本となるのは既存施設の改修であり、低下した機能の回復やライニングによる漏水の低減に加え、操作や維持管理の手間を低減させることができる。また、改修に併せて施設の運用状態を監視・制御するための設備の整備（水位・流量観測設備の設置、観測データ集積のための通信網の整備など）を行うことが必要である。なお、長期的な灌漑施設の供用のためには、改修・更新計画を策定することも重要である。

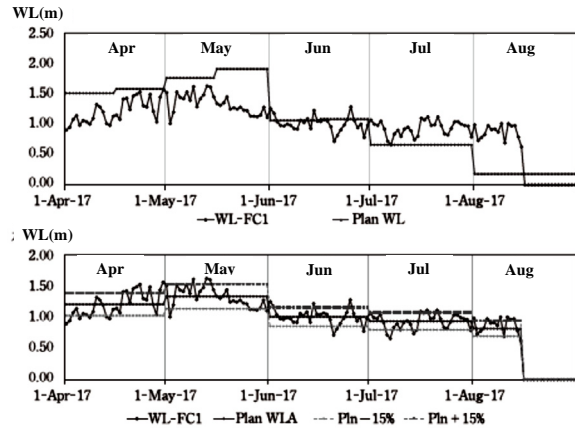


図3.3.8 Lampung州の水路における灌漑計画水位と実際の供給水位

出典：東南アジアへの簡易な灌漑用テレメトリシステムの導入、2018、松原ら

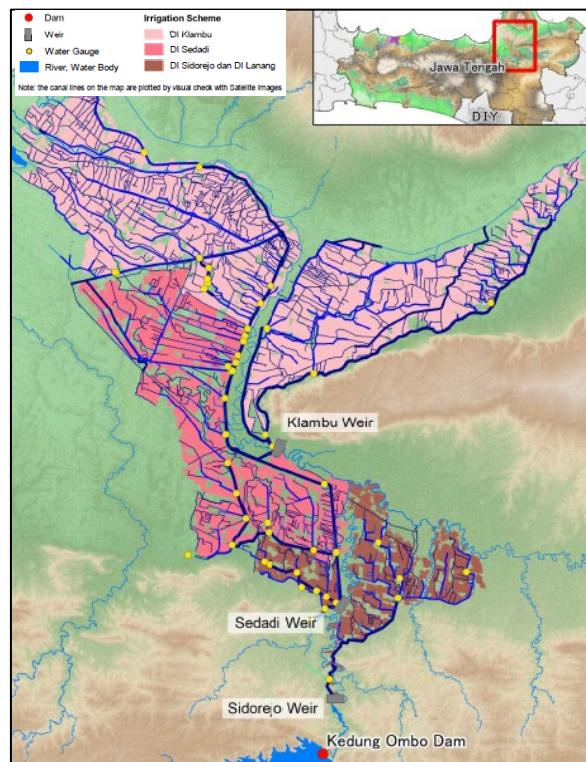


図3.3.9 観測点の位置図

出典：PUPR ePAKSI database、JICA 調査団

3) 柱3：灌漑管理改善に沿った近代化

本項目の基本方針は灌漑管理改善のために必要な情報の通信・連絡体制を整備することである。なお、既存の灌漑地区において情報の通信・連絡体制を改善することは、効率的な水利用すなわち余剰水の創出を目的とすることから、柱1につながると言える。

具体的な改善方法として、衛星画像分析の導入を提案する。これにより、BBWSは代掻きや作付け状況、また収穫が行われた面積の情報を取得し水管理システムに反映させることが可能となる。現在、一般に公開されている衛星画像（SARや光学画像）を取得することで直近の代掻き状況や作付け状況を把握することが可能である。この情報を用い、作付け範囲の変遷や作物の生育段階を考慮して灌漑水の供給を管理することを提案する。また、衛星画像解析により生育不良といったより多くの用水供給を必要とする範囲を把握することも可能である。

表3.3.13は無料で一般公開されている衛星画像システムをまとめたものである。多くの場合、およそ1日で衛星画像が取得可能であり、図3.3.10に例示するように、灌漑システムを運営するBBWSは代掻きや作付けの状況を迅速に把握することができる。また、衛星画像を参照することで圃場の状態に応じた水管理、すなわち水不足地域の把握、そこへの配水量の増加といった管理を行うことが可能となる。

表 3.3.13 一般公開されている衛星画像システム

Operation	Name	Method	Type	Resolution	Interval	Data release	Remarks
USGS	Landsat-8	Optical	Level1	30m	16days	Within 24 hours	TOA
USGS	Landsat-8	Optical	Level2	30m	16days	14-16 days later	SR
ESA	Sentinel-2	Optical	Level-1C	10m	5days	Within 6 hours	TOA
ESA	Sentinel-2	Optical	Level-2A	10m	5days	Within 8 hours	BOA
ESA	Sentinel-1	SAR	SLC	5m×20m	12days	Within 24 hours	Northbound orbit (or Southbound orbit)
ESA	Sentinel-1	SAR	GRD	10m	12days	Within 24 hours	Northbound orbit (or Southbound orbit)

TOA: Top of Atmosphere BOA: Bottom of Atmosphere SR: Surface Reflectance
出典：JICA 調査団

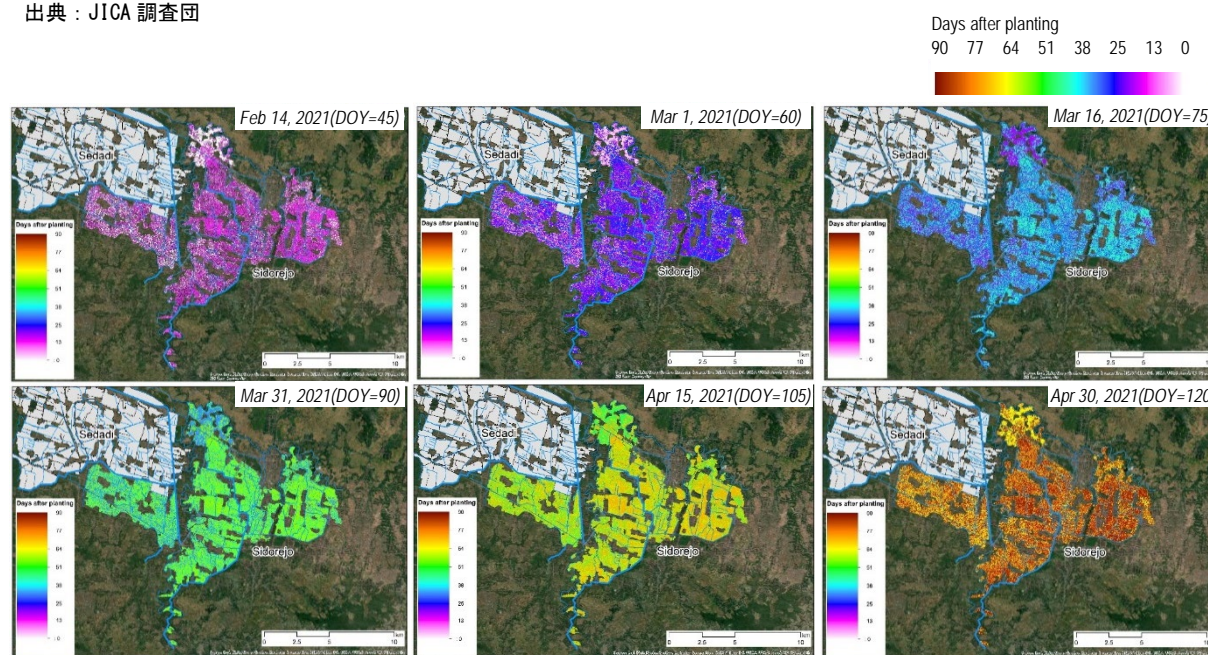


図 3.3.10 地区における栽培状況の衛星画像例
注：DOYは年の初めからの経過日数を示す（2/14の場合はDOY45となる） 出典：JICA 調査団

衛星データや計器の観測データを蓄積することで、翌年以降の灌漑計画策定や供給水量の精緻化に役立てることができる。前述の報告（東南アジアへの簡易な灌漑用テレメトリーシステムの導入, 2018, 松原ら）においては、調査地域では過年度の供給実績を考慮して翌年の灌漑計画を策定することで乾期の供給水量を 10%以上削減できることが見込まれている。

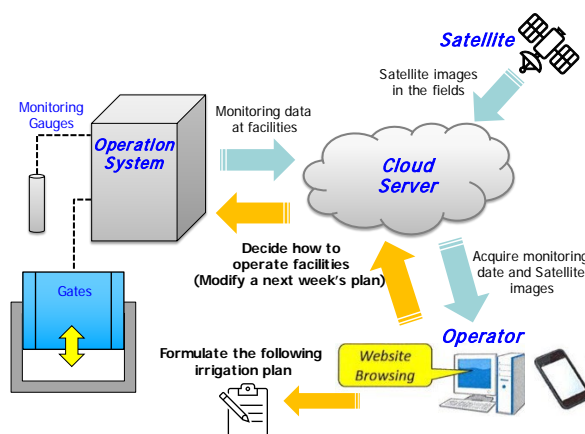


図 3.3.11 水管理システム概念図
出典：JICA 調査団

図 3.3.11 に示されるとおり、衛星画像解析と監視管理システムの統合は用水の効率的利用と非利用水量の削減による高度な灌漑管理を実現する。このような適切な灌漑管理を継続させるためには、運用マニュアル・ガイドラインの整備と人材育成が必須である。

4) 柱 3, 4 : 組織強化と人材育成に沿った近代化

これらの柱の基本方針は、灌漑管理における組織強化と人材の能力開発である。組織強化や人材開発により灌漑を高度化する方策としては、①政府による管理、②農家による管理、そして③人材育成を含めた政府と農家による共同管理、の 3 つが挙げられる。大規模な灌漑システムを有する国においては、政府と受益農家による共同管理を行っている例が多く見られるが、そこでは灌漑管理に関する責任の一部が政府から受益農家組織に移管されている。灌漑管理の権限の譲渡は IMT (Irrigation Management Transfer) として知られており、施設改修を終えた灌漑地区においてその機能の発揮に大きく貢献することが期待される。

IMT においては、上流域の基幹施設（ダム、取水工、幹線水路、支線水路、大規模な二次水路およびそれらに付随する施設）の管理を政府が行い、下流域の施設（中～小規模の二次水路、三次水路、二次水路以降の取水工、圃場内水路を含めた付帯施設）の管理を農家組織が行うことが多い。現在の BBWS と農家組織 (P3A や GP3A) による灌漑管理を見ると、農家組織の規約には、多くの場合、農家組織がその管轄区域の運営・維持管理を担当することが記載されている。すなわち、P3A は三次水路とその付帯施設を管理し、GP3A が水源となる二次水路とその付帯施設を管理することになる。しかしながら、後者のケースは現在に至るまで実施されていない。したがって、IMT は具体的には二次水路以降の範囲に導入されるべきであると言える。

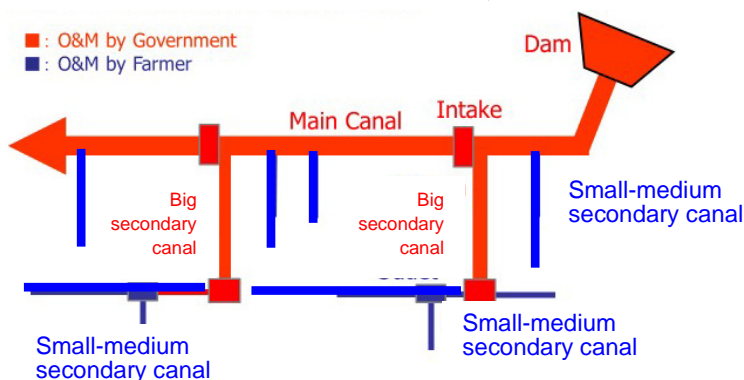


図 3.3.12 IMT の模式図
出典：JICA 調査団

図 3.3.12 は水路系における IMT の例を示している。施設改修が完了した後、幹線水路や大規模な二次水路といった赤に着色された施設は基本的に BBWS によって維持管理が行われ、中小規模の二次水路などの青に着色された施設は農家組織によって維持管理がなされることとなる。

IMT の利点としては、効果的な維持管理とそのコスト削減が挙げられる。政府にとっては、末

端受益者が頻繁に小規模な維持管理を行うことで、政府が実施すべき大規模で広範囲に及ぶ施設改修を削減することができる。これにより、政府による維持管理費が削減され、地区内外の主要構造物の建設や改修をより多く実施できるようになる。最終的には、農業生産性の向上のみならず灌漑農業に関係する全体的な利益の増加にも寄与する。

人材育成の観点からは、IMT の導入に伴い、政府と農家組織がそれぞれ実施する運用、定期点検、維持管理のマニュアルを作成し、それを共有・普及させるシステムを構築する必要がある。さらに、以下のような技術および管理能力向上を目的とした一連の研修プログラムを導入することも必要である。

表 3.3.14 人材育成のために必要となる研修プログラム

Program	Description
O&M	Learning about the role, structure, how to operate, inspect, and maintain for each facility.
Organizational Management	Learning about the appropriate organizational management, cooperation, and coordination systems.
Water Management	Learning about the modernized water management method using new-technology (e.g. satellite images) which can reflect the field condition almost seamlessly.

出典：JICA 調査団

3.4 事業費概算、実施計画、事業評価

3.4.1 事業費積算

中部ジャワ州では改修対象の 8 灌漑地区および近代化対象の 3 灌漑地区を併せて 11 灌漑地区を選定した。現状では、対象地区の全体で作付がなされており、雨期には雨期稲作の作付がなされ、乾期には灌漑稲作あるいは、十分な灌漑水の得られない地域ではパラウィジャが作付されている。なお、地域によっては水不足により乾期に作付がなされない場合もある。

水資源総局は前期 5 年計画の期間（2015 年から 2019 年）において、約 3 百万 ha に及ぶ大規模な改修工事を完了した。これらの大規模工事における改修単価をみると、必要最低限のものから非常に高価なものまで、大きな幅がみられる。開発単価が 7 百万 Rp/ha（約 500 \$/ha）を下回る非常に安価なもの、および 140 百万 Rp/ha（約 10,000 \$/ha）を上回る非常に高価なものを除くと、図 3.4.1 に示す改修単価が推定できる（詳細は第 1 編 8.6.1 節 次期国家中期開発計画(2020-2024)のための単位コストの算定参照）。

図 3.4.1 に示す通り、改修単価は約 14 百万 Rp/ha から 40 百万 Rp/ha の間であり、2015-2019 年の期間には改修が容易な施設の事業から開始し、徐々に複雑な工事を要する施設を対象にしたものと思われる。この 5 年間には小規模な改修工事や緊急的な修繕工事も実際に行われている。したがって、本調査における基本の改修費用としては平均単価となる 22,142 千 Rp/ha を提案する。また、この改修単価は 3 つの近代化対象地区の単価としても採用する。

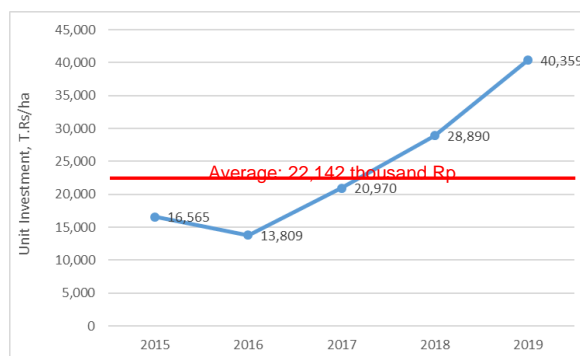


図 3.4.1 2015-2019 年の改修地区の改修単価
出典：水資源総局 (DGWR)

改修事業においては、この改修単価に加え、関連費として調査設計費、事務費、物理予備費、物価上昇予備費を計上する必要がある。ここでは一般的な事例に倣い、これらの関連費を下記の通り改修単価の一部の費用として追加計上する。表 3.4.1 にそれぞれの費用を示す。

- 1) 改修単価： 22,142 千 Rp/ha
- 2) 調査設計： 改修単価の 10%
- 3) 事務費： 改修単価、調査設計費の和の 5%
- 4) 物理的予備費： 改修単価、調査設計費の和の 5%
- 5) 予備費（物価上昇）： 改修単価、調査設計費の和の 5%

上記により中部ジャワ州の計 11 灌漑地区の総改修単価は 28 百万 Rp/ha (2,000 \$/ha) となる。純改修面積が 134,362 ha であることから、総改修費は 3,762 十億 Rp (269 百万 US\$) となる。

表 3.4.1 中部ジャワ州の改修単価の推定

No.	Particulars	Cost, thousand Rp/ha	Multiplier	Remarks
1	Unit Rehabilitation Cost (original)	22,142	-	Refer to Figure 3.4.1
2	Survey and Design	2,214	10%	Against above No.1
3	Administration, etc.	1,218	5%	Against above sum No.1-2
4	Contingency (Physical)	1,218	5%	Against above sum No.1-2
5	Contingency (Price Inflation)	1,218	5%	Against above sum No.1-2
6	Total of above	28,018	126%	Sum of No.1-5
7	Say (thousand Rp/ha)	28,000	126%	Rounded up
8	@14000	2,000	\$/ha	
9	Total Net Irrigation Area (ha)	134,362	ha	Net irrigable area
10	Total Cost in Rp	3,762 billion Rp		Whole project cost for 134,362 ha
11	Total Cost in US\$	269 million US\$		Whole project cost for 134,362 ha

出典：改修単価は DGWR による。その他は JICA 調査団による推定。

3.4.2 実施工程

ある開発事業にかかる工事期間は開発規模により決定される。すなわち、開発規模が大きいほど、より長期の工事期間が必要となる。しかしながら、一般的な灌漑改修事業では、可能な限り早期に開発効果を発現させ受益者の裨益を早めるため、開発期間が 5 年に設定されることが多い。また、便益の発生が早ければ、大きな事業効果が得られるため、経済面からも短期での工事期間が求められる。加えて、改修事業の場合は技術的に困難な土木工事が必要となることが少ないことや、ローカル施工業者であっても対応可能であるため、事業期間を短縮することが可能である。

以上により、本調査では通常の事例に倣い、5 年の工期を提案する。この工期のうち最初の 1 年は調査設計、残りの 4 年が改修工事に充てられる。改修工事が 2 年目に開始され、改修が完了した地域から運用が可能となるため、3 年目から順々に便益が発生する。工事は 5 年目の末までに完了し、対象地区の全域が 6 年目から便益を得ることとなる。

表 3.4.2 事業実施スケジュール（5 年工期）

Rehabilitation Year	1	2	3	4	5	-	-	-	-	-	Remarks
Benefit Year	-	-	1	2	3	4	5	6	7	8	
Survey & Design											
Rehabilitation Works											
Benefit on the 1st one-quarter area											
Benefit on the 2nd one-quarter area											
Benefit on the 3rd one-quarter area											
Benefit on the 4th one-quarter area											

出典：JICA 調査団

3.4.3 事業の経済性評価

事業の経済性評価では、プロジェクトを実施することによって得られるプロジェクトの便益と、プロジェクトの実施に必要なコストを比較する。以下では、事業の実施によって得られる便益、

および EIRR で表される経済的リターン等について述べる。なお、事業評価を行う前提条件は 2.3.3 に記述のとおりであるが、建設期間を 5 年間、そして運用期間を 30 年間、計 35 年間にわたっての事業評価を行うものとする。

1) 期待される便益と検討ケース

経済効果の算定にあたっては、灌漑農地での作物栽培開始後の作付面積の増加、水稲および水稲裏作物（パラウィジャ）の収量増加による便益を考慮する。灌漑農地での作物栽培開始後、水稲およびパラウィジャ作物の収量が増加する場合の効果、事業対象地域で展開される農業の将来像に応じて、以下の 2 つの評価ケースで検討する（表 3.4.3 参照）。

表 3.4.3 事業評価にて考慮する 2 つのケース（中部ジャワ州）

ケース	シナリオ	考慮する効果
Case 0	ベースケース	便益は灌漑効率の向上による灌漑可能面積の増加に伴う、コメおよび裏作物の生産増、また反収は GAP に基づく進歩的な農業が実施された場合の増加を考慮する。
Case 1	代替シナリオ (将来の反収増はベースケースの 8 割とする)	便益は灌漑効率の向上による灌漑可能面積の増加に伴う、コメおよび裏作物の生産増とするが、経年的な増収（反収の増）は上記ベースケースの 8 割に設定する。

出典：JICA 調査団

基本シナリオ（ケース 0）では、灌漑可能面積の拡大効果と、GAP に基づく優良種子や肥料の投入等の進歩的な農業レベルまでの収量が増加するといった効果の双方を考慮している。代替シナリオ（ケース 1）では、研究開発や普及サービスの停滞などの外的要因により、収量が期待通りに増加しないことを想定している。このシナリオでは、反収の増はベースケースの 8 割と設定する。

2) 事業便益の算出と経済への換算

事業評価にあたっては、1) コメの基本反収と目標反収は中部ジャワ州の BPS-Statistics, 2015-2018（詳細は 3.2 章参照）を参照し、あわせて 2) コメやパラウィジャの代表作物であるトウモロコシの価格は BPS 中部ジャワ州の価格モニタリング結果（2018-2020）を参照する（表 3.4.4、表 3.4.5 参照）。

表 3.4.4 事業評価便益算定に用いるコメとトウモロコシの反収（中部ジャワ州）

Irrigation Scheme	Type	Service Area (Ha)	Paddy Rice					Maize Base Yield (t/ha)	
			Base Yield (t/ha)	Years after project has been started (till 35 years)					
				1st	2nd	3rd	4th		5th
DI Sidorejo	Modernization	7,938	5.99	5.99	5.99	6.03	6.06	6.10	5.91
DI Sedadi		16,055	6.18	6.18	6.18	6.22	6.25	6.29	6.79
DI Klambu Kanan		37,451	6.18	6.18	6.18	6.22	6.25	6.29	6.79
DI Klambu Wilalung			6.18	6.18	6.18	6.22	6.25	6.29	6.79
DI Klambu Kiri			6.18	6.18	6.18	6.22	6.25	6.29	6.79
All Modernization	61,444	6.16	6.16	6.16	6.16	6.20	6.23	6.27	
DI Pemali	Rehabilitation	26,952	5.64	5.64	5.64	5.67	5.71	5.74	6.49
DI Comal		8,882	5.11	5.11	5.11	5.14	5.17	5.20	3.51
DI Sungapan		7,086	5.11	5.11	5.11	5.14	5.17	5.20	3.51
DI Rambut		7,634	5.65	5.65	5.65	5.68	5.72	5.75	6.76
DI Gung		6,632	5.65	5.65	5.65	5.68	5.72	5.75	6.76
DI Cacaban		7,439	5.65	5.65	5.65	5.68	5.72	5.75	6.76
DI Kumisik		3,940	5.64	5.64	5.64	5.67	5.71	5.74	6.49
DI Kedung Asem		4,353	5.27	5.27	5.27	5.3	5.33	5.37	6.58
All Rehabilitation	72,918	5.50	5.50	5.50	5.50	5.53	5.57	5.60	
All Central Java	134,362	5.85	5.85	5.85	5.85	5.88	5.92	5.95	

出典：JICA 調査団

備考：基本反収と目標反収は Kabupaten 単位の反収を基に、灌漑地区の面積の大きさによって平均化して求めている。

表 3.4.5 事業評価便益算定に用いるコメとトウモロコシの価格（中部ジャワ州）

Months and Average	Paddy Rice				Maize (Palawija)				
	2018	2019	2020	Average	2018	2019	2020	Average	
January	6,539	4,904	5,519	5,654	3,850	4,845	-	4,348	
February	5,586	4,851	5,537	5,325	3,697	4,711	-	4,204	
March	5,061	4,688	5,150	4,966	3,645	4,669	-	4,157	
April	4,926	4,709	4,675	4,770	3,676	4,703	-	4,189	
May	4,984	4,924	4,725	4,878	3,783	4,726	-	4,255	
June	4,866	4,945	4,923	4,911	3,791	4,677	-	4,234	
July	4,860	4,959	5,010	4,943	3,831	4,658	-	4,245	
August	5,205	5,110	4,685	5,000	3,953	4,706	-	4,329	
September	5,305	5,540	4,769	5,205	4,154	4,788	-	4,471	
October	5,324	5,778	4,789	5,297	4,191	4,811	-	4,501	
November	5,731	5,810	4,920	5,487	4,336	4,755	-	4,546	
December	5,836	5,885	4,950	5,557	4,496	4,794	-	4,645	
Average	5,403	5,367	4,971	5,247	3,950	4,737	-	4,344	
In Economic Price (x 0.9)				4,722	In Economic Price (x 0.9)				4,263
Rounded				4,720	Rounded				4,260

出典：Results of price monitoring by BPS Central Java Province (2018-2020)

BPS「湿地水稲・トウモロコシの1ha当たり作期別生産額および生産費2017」に示される比率を参照し、単位面積あたりの営農コストを推計する。これは、収量水準に応じて農業コストが比例的に増加することを意味する。表3.4.6にコメとトウモロコシに関する基準収量における代表的な営農コストを示す。

表 3.4.6 コメとトウモロコシに係る営農コストの算定（中部ジャワ州）

Item	(Wetland) Paddy		Palawija (Maize)	
	Financial	Economic	Financial	Economic
Standard Profit Ratio per Revenue	0.31	0.71	0.35	0.64
Standard Cost Ratio per Revenue	0.69	0.29	0.65	0.36
Base Yield per Ha (ton per ha)	5.85	5.85	6.27	6.27
The Local Prices of Paddy and Maize (IDR per kg)	5,247	4,720	4,737	4,260
Estimated Revenue per ha (000' IDR per ha)	30,695	27,612	29,701	26,710
Estimated Cost per ha (000' IDR per ha)	21,180	8,007	19,306	9,616
Estimated Profit per ha (000' IDR per ha)	9,515	19,605	10,395	17,095

出典：JICA調査団、BPS，“Value of Production and Cost of Production per Planting Season per Hectore of Wetland Paddy and Maize 2017”

作物別の目標耕作面積は、対象灌漑地区の土地利用計画および作付パターンに沿って設定している（詳細は3.2章を参照）。事業実施により開発される灌漑地区では、基準年から35年目まで水稲とパラウィジャの生産を通じて便益が得られると想定する。

4) 事業コストの経済価格換算

事業評価においては、事業コストは標準的な換算係数（0.9）を適用して経済価格に変換する。将来の価格上昇に不確実性があるため、経済分析では価格上昇は考慮しない。表3.4.7に経済評価で用いる換算後の経済コストを示す。

表 3.4.7 建設コストとO&Mコストおよび経済価格（中部ジャワ州）

No.	Particulars	Cost, thousand Rp/ha	Multiplier	Remarks
1	Unit Rehabilitation Cost (original)	22,142	-	Refer to Figure 3.4.1
2	Survey and Design	2,214	10%	Against above No.1
3	Administration, etc.	1,218	5%	Against above sum No.1-2
4	Contingency (Physical)	1,218	5%	Against above sum No.1-2
5	Contingency (Price Inflation)	1,218	5%	Against above sum No.1-2
6	Total of above	28,018	126%	Sum of No.1-5
7	Say (thousand Rp/ha)	28,000	126%	Rounded up
8	Total without Price Contingency	26,800	121%	Deduction of No.5 from No.7
9	Unit Economic Development Cost	24,120	109%	No. 8 x 0.9
10	Total Net Irrigation Area (ha)	134,362	ha	Net irrigable area
11	Total Financial Cost in Rp	3,601 billion Rp		Whole project cost for 134,362 ha

No.	Particulars	Cost, thousand Rp/ha	Multiplier	Remarks
12	Total Economic Cost in Rp (x 0.9)	3,241 billion Rp		Whole project cost for 134,362 ha

出典：建設に関する事業単価は水資源総局、他は JICA 調査団

5) 事業評価結果

本事業の経済的妥当性を検討するため、EIRR、B/C、NPV を算出した。基本シナリオ（ケース 0）の EIRR は 16.22%、B/C は 1.75、また NPV は 1,981,911 百万 IDR である。反収の増加を 8 割とした代替シナリオ（ケース 1）では、EIRR が 15.11%、B/C が 1.60、NPV で 1,581,030 百万 IDR と算出された（表 3.4.8 参照）。この評価結果によれば、基本シナリオでは EIRR（16.22%）が資本の機会費用（10.0%）を上回っている。また、代替シナリオ（EIRR：15.11%）でも機会費用を上回っていることから経済的実現可能性があると判断される。

表 3.4.8 中部ジャワ州のリハビリ・近代化地区に係る事業評価結果

Particulars	Case 0	Case 1 (no yield increase)
EIRR, %	16.22	15.11
B/C Ratio	1.75	1.60
NPV, million IDR	1,981,911	1,581,030

出典：JICA 調査団

第4章 プレフィージビリティ調査：東カリマンタン州

新規灌漑開発地区の候補地として、東カリマンタン州では4箇所の優先地区が選定された。本章では、東カリマンタン州における土地ポテンシャルと水ポテンシャルにつき、各々の灌漑開発地区レベルで検討した結果を報告する。あわせて、それらの結果をベースに Pre-FS レベルでの施設計画、農業開発および事業評価に基づく開発効果等の検討結果を報告する。

4.1 新規灌漑地区候補の特性

4.1.1 地理特性

東カリマンタン州は、カリマンタン島東部に位置し、新首都の移転が計画されている州である（Kutai Kartenegara および Panajam North Paser の県境界が移転先として挙げられている）。州内には BWS Kalimantan III の管轄する Mahakam 流域（River Territory No.04.13.A2）が広がっており、数多い河川を輸送手段とした林業および鉱業が主要産業として発達している。近年では、森林資源の枯渇に伴い、同州の経済は化石資源や希少金属資源に依存するようになっている。

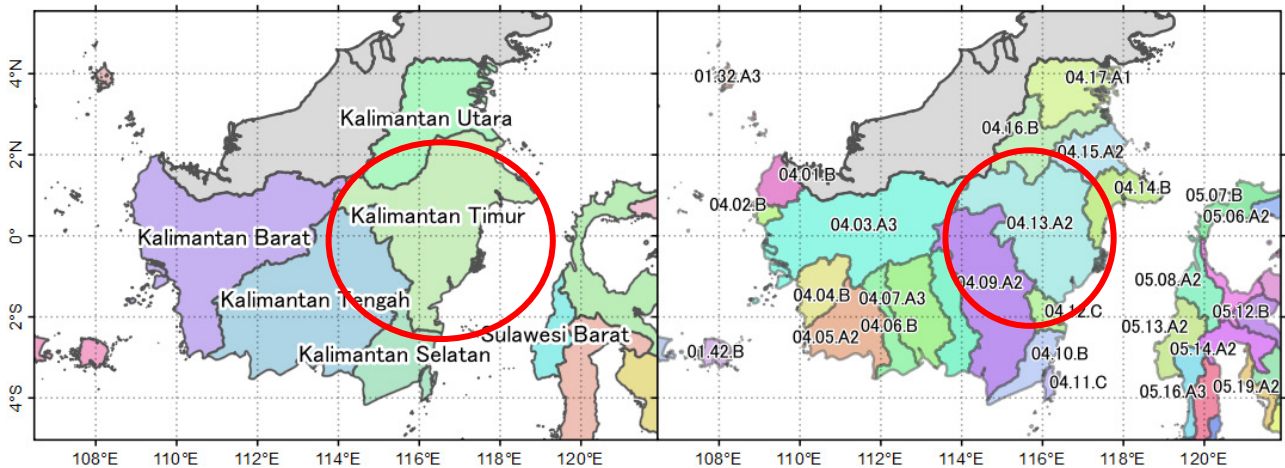


図 4.1.1 カリマンタン島の州域および流域境界図（赤丸は開発対象地区を含むエリアを示す）

出典：水資源総局（Directorate General of Water Resources）

東カリマンタン州は、スラウェシ島の他州と同じくジャワ民族の移住先として開発され、多くのジャワ民族が居住している。2010年のセンサスによれば、東カリマンタン州の人口は約303万人であり、その約30%をジャワ民族が占め、都市部から新規入植地区にかけて広く居住している。次に人口の多いBugis民族は全体の約18%を、Banjar民族は14%程の人口であることから、多くのジャワ民族が移住してきたことが分かる。

東カリマンタン州における開発ポテンシャルエリアを図4.1.2に示す。JICA調査団は、東カリマンタン州の流域を管轄する流域管理事務所（BWS Kalimantan III）からの情報を基に、州内における開発可能エリアの絞り込みを行った。さらに、その結果をもって同事務所および灌漑沼沢局の職員を交え開発適地の絞り込みを行い、BWS職員同行の下、2020年2月に開発候補地の現地調査を実施した。これらの結果に基づき、4つの新規灌漑地区を選定した（KT-3地区はさらに河川によりKT-31～KT-34に細分されるため合計では7地区となる）。

後述する土地ポテンシャルの検討により、最終的な優先開発地区をKT-2、KT-31、KT-32、KT-4の4地区とした。次表に示すとおり、これらの新規灌漑地区の開発面積は合計で50,000ha以上であると算定され、十分な開発規模を有している（各地区の位置については図4.1.2参照）。

表 4.1.1 東カリマンタン州における灌漑開発地区候補一覧

No.	Name of Irrigation Scheme	Potential Area*, ha	Remarks
1	KT-1	4,000	Small area, thus not considered
2	KT-2	38,000	
3	KT-3 (Total of KT-31, 32, 33, 34)	51,646	Total of the following 4 sub-areas
3.1	KT-31	21,501	
3.2	KT-32	10,376	
3.3	KT-33	9,824	Large protection forest and plantation areas exist
3.4	KT-34	9,945	Ditto
4	KT-4	9,540	
	Total of KT2, KT31, KT32, KT4	79,417	DGWR's target is 50,000 ha in Kalimantan East Province

Note: * the potential area in this table is tentative and indicative only.

出典：BWS Kalimantan III および衛星画像解析をベースに JICA 調査団が作成

4.1.2 降水量と河川流量

各灌漑開発地区別の降水量と流量を算定した。灌漑開発地区の集水面積は、設定した取水点の位置と BIG の提供する DEM データ (DEMNAS) を基に特定した。図 4.1.2 に示す水色のエリアが各灌漑開発地区の集水面積となる。集水面積はそれぞれ 708km²、6,104km²、3,299km²、1,277km² と算定された。

降水量の算定は、マスタープラン作成時と同様の手法を用いた (観測所の降水量記録を用いて GSMaP による衛星降水量を修正して流域雨量を算出)。河川流量については観測所が存在しないことから、公共事業・国民住宅省が過去に実施した報告書 (Pola WS Mahakam および Rencana WS Berau Kelai) の検討結果を参考にして推定した。

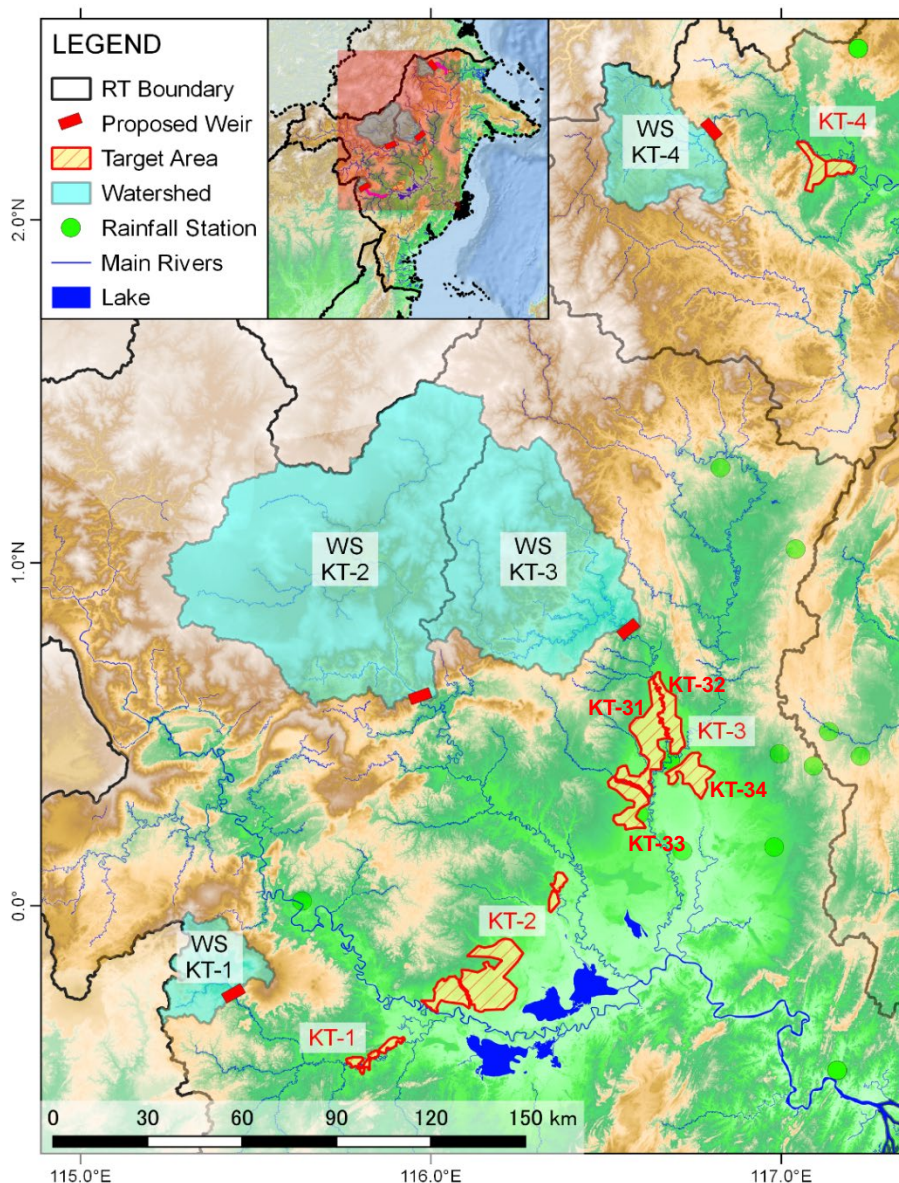


図 4.1.2 灌漑開発地区候補位置図

出典：JICA 調査団、BWS Kalimantan III Office

1) 降水量

平年時の降水量 (Pave) および 80%確率降水量 (5年確率渇水年降水量、P80%) を下表に整理する。各灌漑開発地区の平年時降水量は 2,500mm~3,200mm/年、80%確率降水量は 1,600mm~2,100mm/年程であり、10月~5月にかけて降水量が多くなる赤道型の降水パターンを示している。

表 4.1.2 各灌漑開発地区および River Territory の平年時降水量 (単位: mm)

Code	Name	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
4.13.A2	WS Mahakam	250	233	261	258	249	215	200	181	189	220	261	269	2787
-	KT-1	296	283	272	306	309	244	210	198	166	229	361	338	3212
-	KT-2	278	246	248	255	248	213	198	177	189	239	272	286	2848
-	KT-3	278	214	236	240	237	214	193	162	189	242	241	287	2732
4.15.A2	WS Berau Kelai	250	226	236	204	212	199	180	170	184	212	230	240	2544
-	KT-4	254	218	213	217	208	209	214	200	227	248	234	257	2699

出典: JICA 調査団

表 4.1.3 各灌漑開発地区および River Territory の 80%確率降水量 (単位: mm)

Code	Name	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
4.13.A2	WS Mahakam	170	141	173	169	165	130	102	81	97	126	170	184	1709
-	KT-1	222	196	196	221	221	140	100	86	82	133	261	249	2106
-	KT-2	199	158	164	170	169	127	107	89	94	138	186	203	1804
-	KT-3	192	129	151	154	152	129	110	89	96	140	161	200	1703
4.15.A2	WS Berau Kelai	177	145	135	123	143	126	113	99	91	122	150	167	1590
-	KT-4	180	144	96	107	148	142	146	115	111	135	130	168	1624

出典: JICA 調査団

2) 河川流出量

河川流量の算出結果を表 4.1.4、表 4.1.5 に、各 River Territory の代表的な灌漑開発地区における月別降水量と流量の関係図を図 4.1.3 に示す。各地区の流量は過去の報告書 (Pola WS Mahakam および Rencana WS Berau Kelai) に記載の流量を参考に算定した。右図に示すように、流量のパターンは流域により異なる挙動を示しており、WS Mahakam 内に位置する KT-3 地区と WS Berau Kelai 内に位置する KT-4 地区で比較すると、特に 2月から 6月において流量が大きく異なる。本検討では、下記の理由から取水点を Mahakam 川の支川に設置する計画としている。

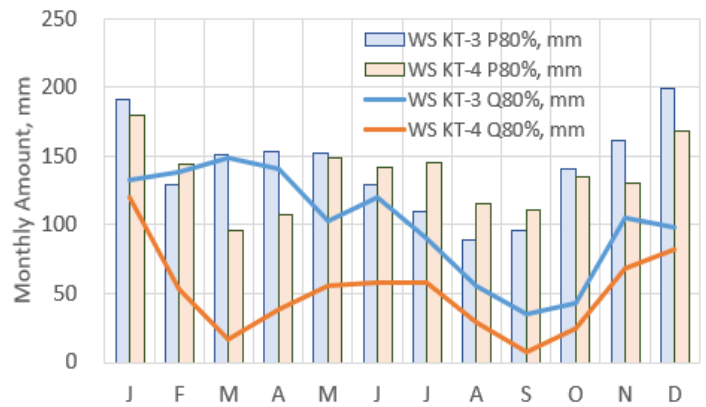


図 4.1.3 KT-3 地区および KT-4 地区の月別降水量 (P80%) と流量 (Q80%)

出典: JICA 調査団

- ✓ Mahakam 川は輸送手段として河川舟運が盛んに行われていること。すなわち、船運を妨げる取水構造物の設置は困難である。
- ✓ 多くの川イルカが生息しており魚道の確保が困難であること。また、自然環境面からイルカの行動に支障となる大型の取水堰の建設は困難と目されること。

したがって、KT-1 地区~KT-4 地区の水源は支川からの取水を想定して河川流量を算出しているが、表 4.1.5 に示すとおり Mahakam 本川からの取水ではなくても十分に大きな集水面積、流量

を有していることが分かる。

表 4.1.4 各灌漑開発地区および River Territory の月別 80%流量 (単位: mm)

Code	Name	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
4.13.A2	WS Mahakam	118	151	170	154	112	120	84	51	36	38	110	91	1236
-	KT-1	154	210	192	202	150	130	82	54	30	41	169	123	1536
-	KT-2	138	170	160	155	114	118	88	56	35	42	120	100	1297
-	KT-3	133	138	148	140	103	120	90	56	35	43	105	99	1211
4.15.A2	WS Berau Kelai	118	53	23	44	53	51	45	25	6	22	79	81	602
-	KT-4	121	53	16	38	55	58	58	29	8	24	69	82	611

出典: JICA 調査団

表 4.1.5 各灌漑開発地区の月別 80%流量 (単位: m3/sec)

Name	Area, km ²	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
KT-1	708	40.3	61.4	50.7	55.1	39.7	35.6	21.7	14.3	8.2	10.7	46.3	32.5
KT-2	6,030	310.0	423.1	361.0	361.4	257.8	274.3	198.7	125.9	81.0	94.7	280.2	225.2
KT-3	3,190	158.3	182.2	176.8	172.7	123.0	147.4	107.5	66.6	43.6	51.0	128.8	117.3
KT-4	1,210	54.4	26.5	7.4	17.8	25.0	27.0	26.4	13.0	3.6	11.0	32.1	36.9

出典: JICA 調査団

4.1.3 東カリマンタン州の土地利用および農業現況

東カリマンタン州はこれまで地下油田の開発が進められ、今日では石油、天然ガスの給油基地となっている。そのため、最も重要な産業部門は鉱業部門であり、2018年時点の名目 GRDP のおよそ半分を占め、加工業、建設業が次に続き、農業は僅か 8% となっている¹。

食用作物の栽培は主に湿地での水田でなされている。トウモロコシ、キャッサバおよびサツマイモがパラウイジャとして栽培されているがその面積は限定的となっている。また、東カリマンタン州では、ゴム、ココヤシ、コーヒー、コショウ、ココア、アブラヤシなどのエステート作物も広く栽培されており、政府系、民間および農家すべての栽培面積は 2018 年時点で 135 万 ha に及ぶ。以下に、東カリマンタン州全体と、新規開発地区 (KT 地区) が位置する 4 つの Kabupaten (Kutai Barat, Kutai Kartanegara, Kutai Timur, Berau) の農業について概説する。

1) 農業土地利用

表 4.1.6 に東カリマンタン州全体と新規開発地区が位置する 4 つの Kabupaten の農業土地利用を示す。2015 年時点において、東カリマンタン州には 111 万 ha の農地があり、そのうち湿地に分類されるのは僅か 5% (5.7 万 ha) である。水稻とパラウイジャはこの湿地で栽培されており、湿地のうち 23.5% (19 万 ha) が灌漑農地に分類される。Kabupaten 別に見ると、Berau のみ灌漑面積割合が 5 割を超えているものの、他の Kabupaten では 2~3 割程度となっており、湿地においても多くの農地が天水に依存した農業土地利用となっている。

表 4.1.6 東カリマンタン州および関係する 4 つの Kabupaten の農業土地利用 (2015)、単位: 1,000 ha

Kabupaten	Wetland (湿地帯)			Agricultural dryland (畑地)				Total
	Irrigation	Non-irrigation	Sub-total	Dry field/Garden	Unirrigated/Shifting cultivation	Temporarily unused	Sub-total	
Kutai Barat	1.1	4.0	5.1	28.2	57.1	199.4	284.7	289.8
Kutai Kartanegara	5.7	16.2	21.9	49.0	13.7	253.4	316.1	338.0

¹ BPS-Statistics of Kalimantan Timur Province, Kalimantan Timur Province in Figures, 2019

Kabupaten	Wetland (湿地帯)			Agricultural dryland (畑地)				Total
	Irrigation	Non-irrigation	Sub-total	Dry field/Garden	Unirrigated/Shifting cultivation	Temporarily unused	Sub-total	
Kutai Timur	2.1	3.9	6.0	41.6	29.5	74.7	145.8	151.8
Berau	2.8	2.1	4.9	31.1	15.2	81.1	117.3	122.3
東カリマンタン州	13.4	43.6	57.0	200.0	162.5	695.1	1,057.7	1,114.7

出典：Land Area by Utilization 2015 (BPS, 2016)

表 4.1.7 に新規開発地区の現状の土地利用を示す。対象地区は KT-2 および KT-3 については低地（疎林・森林）および Dryland（疎林）から成り、KT-4 については Dryland（疎林・森林）から成る。いずれにおいても現状農業生産活動は行っておらず、新たに開拓を行う土地となる。

表 4.1.7 新規開発地区における現行の土地利用

DI	Wetland (湿地帯)		Dryland		Others	Total
	Bush	Forest	Bush	Forest		
KT-2	9,658	17,594	9,089	0	0	36,341
KT-3	5,123	679	8,309	626	166	14,903
KT-4	0	0	2,191	6,471	0	8,662
Total	14,780	18,274	19,589	7,097	166	59,906

出典：ATR/BPN

2) 稲作栽培

表 4.1.8 に過去 3 年間（2015～2017 年）の湿地水田の収穫面積、収量、生産量を示す。収穫面積は増加傾向にはなく、一定もしくは微減傾向にある。他方、収量（2015 年のデータのみ）については、Kutai Kartanegara と Berau において東カリマンタン州の平均（4.78 t/ha）以上もしくは同程度の収量を達成しているものの、Kutai Barat と Kutai Timur の収量は低い値を示している。

表 4.1.8 東カリマンタン州および関係する 4 つの Kabupaten の稲作栽培状況（収穫面積、単収、生産量）

Kabupaten	Harvested area (1,000 ha)			Yield (ton/ha)			Production (1,000 ton)		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Kutai Barat	1.0	1.3	1.1	4.29	-	-	4.5	-	-
Kutai Kartanegara	34.0	26.4	33.3	5.11	-	-	173.8	-	-
Kutai Timur	5.6	3.0	4.4	4.96	-	-	27.6	-	-
Berau	4.9	4.7	4.8	4.23	-	-	20.9	-	-
東カリマンタン州	69.1	54.4	71.4	4.78	-	-	330.0	-	-

出典：Kalimantan Timur Province in Figures (BPS-Statistics of Kalimantan Timur Province 2016-2018)

図 4.1.4 は、2015 年時点の東カリマンタン州と 4 つの Kabupaten の湿地水田の水稻作付率を示している。東カリマンタン州全体で見ると水稻作付率は 121% であり、1 年に複数回の稲作付けが行われている地域は限定的であると言える。さらに対象となる Kabupaten の作付率を見ると、水稻を 1 回以上作付け出来ているのは Kutai Kartanegara のみであり、その他 3 つの Kabupaten の作付率は 100% に満たない。つまり、多くの地区において水要求量の多いコメ栽培ではなく水要求量の少ないパラウィジャ栽培を採

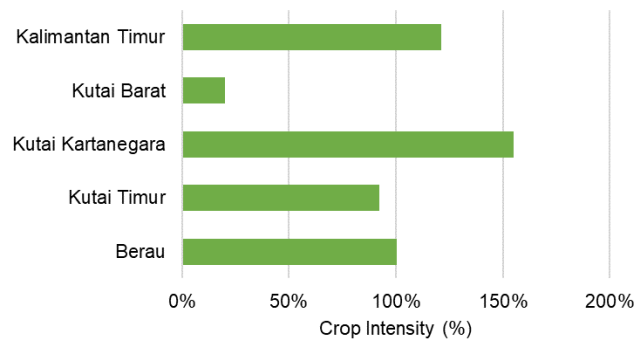


図 4.1.4 東カリマンタン州および関係県の稲作作付率（2015）

出典：BPS-Statistics of Kalimantan Timur Province, 2016

用していることが分かる。

図 4.1.5 は、2017 年時点における東カリマンタン州で栽培されているイネ品種のシェアを示している。同地域において最も使用されているイネ品種は **Ciherang** で 48.2% のシェアを占め、**Cibogo** (19.2%) と **Mekongga** (11.7%) がそのあとに続く。これらの上位 3 品種は、すべて 2000 年代に普及された高収量品種である。これまでインドネシアにおいて主要なイネ品種であった **IR64** のシェアは 7.7% にとどまっており、東カリマンタン州においては高収量品種への代替が進展していることがうかがえる。

3) パラウィジャ栽培

水稲の裏作であるパラウィジャの種類は、地域の作付体系によって異なっている。図 4.1.6 は、東カリマンタン州の上位 3 つのパラウィジャ作物の収穫面積を示している。東カリマンタン州においては、パラウィジャ栽培は限定的となっている。上位 2 品目はトウモロコシとキャッサバであり、収穫面積は同程度、それぞれ 2,307ha と 2,384ha となっている。3 番目にはサツマイモが位置しているが、978ha で栽培されている。パラウィジャ栽培は概してコメの裏作としての位置付けにあるが、収穫面積の数値から同州では年 1 作のコメ作もしくはパラウィジャ作が作付けパターンの基本となっていることが分かる。

4) 農業生産活動における課題

東カリマンタン州の農業は、地域 GDP の僅か 8% の産業であり、食料増産の観点から、今後の稲作振興が望まれている。ただし、水利用の観点から、水要求量の多いコメの栽培は現時点においては限定的であり、灌漑開発による作付面積の拡大が必要となる。さらに、同州ではエステート作物（ゴム、ココヤシ、コーヒー、コショウ、ココア、アブラヤシ）や園芸作物（キュウリ、トウガラシ）の栽培が盛んに行われていることから、食用作物栽培は現時点では市場優位性に劣る。

そのため、同地域では特に政策的観点から、新規稲作就農者に対する政府による手厚い補助をおこなったうえでの稲作振興が必要となる。また、本事業では新たな灌漑開発が計画されていることを考慮し、新たな農業開拓に伴う課題についても考慮する必要がある。以下に考えられ得る課題を示す。

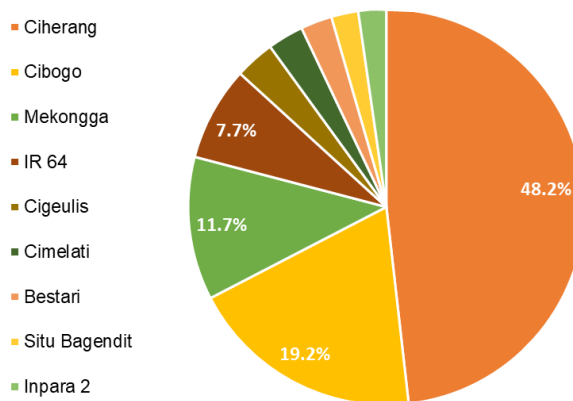


図 4.1.5 東カリマンタン州における稲品種の構成率 (2017)
 出典: Planted area of new superior paddy varieties year 2017 (Directorate of Seedling, Directorate General of Food Crops, Ministry of Agriculture, 2018)

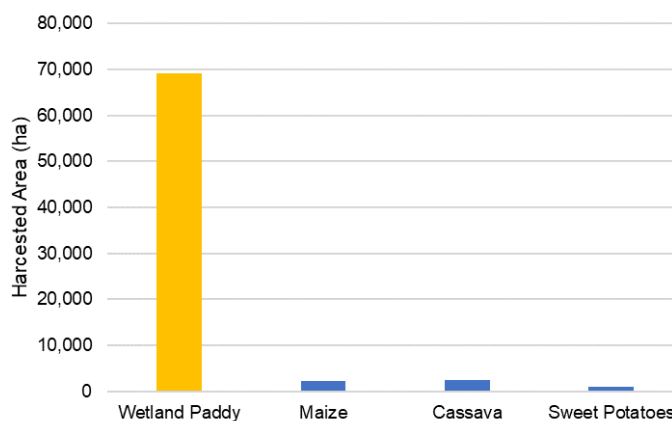


図 4.1.6 東カリマンタン州の上位 3 種のパラウィジャ作付面積 (2015)
 Source: BPS-Statistics of Kalimantan Timur Province, 2016

- ✓ 新規稲作就農にかかる農業投入資機材の購入、農地、施設、農業機械確保のための農家資本が限られている
- ✓ 新規就農者や移住者の未熟な水田栽培管理技術や灌漑水利用経験
- ✓ 同地域で盛んに行われているエステート作物や園芸作物栽培と比して、稲作栽培の収益性の低さ（生産コストにおける高い労務費率）
- ✓ 市場への低いアクセシビリティ（農道、集出荷システム、流通システム等の未整備）

4.2 農業開発計画

本項では東カリマンタン州での新規灌漑開発実施のための農業開発計画について記載する。農業開発計画は、土地利用計画、作付計画、および目標単収で構成され、本計画を実行、実現するために必要な活動についても提案する。

4.2.1 土地利用計画

東カリマンタン州の新規灌漑地区は、4つの Kabupaten (Kutai Barat, Kutai Kartanegara, Kutai Timur, Berau) に位置している。事業においては新規の灌漑開発 (KT 地区) を通じて 53,915 ha の灌漑農地を開発する。表 4.2.1 に新規灌漑地区の土地利用計画案を示す。灌漑施設の整備に伴い、将来的には新たに灌漑された農地に 2 期作を導入することが可能となる。導入される 2 期作システムは、水稲 - 水稲であり、その結果、作付率はそれぞれ 1 期作目 100% と 2 期作目 100% となることが見込まれ、総作付率は 200% に達する。

表 4.2.1 事業対象地区内の土地利用計画

Kabupaten	DI Name	Type	Service Area (ha)	Period	Crop	Current /Plan	Area Planted (ha)	Cropping Intensity (%)	Increment (%)
Kutai Barat Kartanegara	DI KT-2	New	32,707	1st	Paddy	Plan	32,707	100	100
				2nd	Paddy	Plan	32,707	100	100
Kutai Timur	DI KT-3	New	13,413	1st	Paddy	Plan	13,413	100	100
				2nd	Paddy	Plan	13,413	100	100
Berau	DI KT-4	New	7,796	1st	Paddy	Plan	7,796	100	100
				2nd	Paddy	Plan	7,796	100	100

出典: JICA 調査団

4.2.2 作付計画

表 4.2.2 に新規灌漑地区の作付計画案を示す。作付計画は、農業生産環境（地域の気候、気象条件など）と対象地域における灌漑用水の使用可能量に応じて決定される。灌漑整備の実施により、対象地域の最初の作付けは 3 月上旬に開始できるようになる。最初の作期に水稲栽培を導入することにより、作付率は 100% (53,915ha) に達すると見込まれる。また、2 作期目は、11 月上旬に開始できるようになり、水稲栽培を導入することにより、水稲の作付率は 100% (53,915ha) に達すると見込まれる。以上から、2 作期の水稲 - 水稲の栽培システムの導入により 200% の作付率が達成可能となる。

表 4.2.2 事業対象地区における計画作付けパターン

Cropping Period	2nd					1st							Cropping Intensity	
	Month	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug		Sep
Plan		Paddy (C.I.100%)					Paddy (C.I.100%)							1 st Paddy 100%
														2 nd Paddy 100%
														Total 200%

出典: JICA 調査団

4.2.3 上限単収（目標単収）の設定

1) 基準単収の設定

表 4.2.3 に新規灌漑地区における水稻の基準単収を示す。この地域は新規灌漑開発を行うことから、ベースラインである水稻単収は 0 t/ha と設定する。なお、BPS が発行する東カリマンタン州の年次統計によると、過去 2 年間（2014～2015 年）の水田の平均収量は東カリマンタン州全体で 4.82t/ha となっている。他方、新規灌漑地区が位置する Kabupaten の単収平均は DI KT-2 において 4.69t/ha、DI KT-3 において 4.74t/ha、DI KT-4 において 4.23t/ha となっている。

表 4.2.3 事業対象地区におけるベース単収

Kabupaten	DI Name	Type	Avg. Yield (t/ha)	Base Yield (t/ha)
Kutai Barat Kartenegro	DI KT-2	New	4.69	0.0
Kutai Timur	DI KT-3	New	4.74	0.0
Berau	DI KT-4	New	4.23	0.0
Kalimantan Timur Province (Avg.)	-	-	4.82	-

出典: Kalimantan Timur Province in Figures (BPS-Statistics of Lampung Province, 2015-2016)

2) 上限単収（目標単収）の設定

水稻単収は灌漑整備条件のみならず、栽培品種および施肥量によって有意に異なることが BPS の坪刈り調査結果等から明らかとなっている（第 1 編第 3 章参照）。すなわち、灌漑整備に加えて適切な水稻の栽培管理技術が水稻単収の増加には必要となる。なお、新規灌漑地区においては新たに灌漑稲作栽培が導入されることから、栽培管理技術もベーシックな農法の導入からスタートとなる。このことから、上限単収については表 4.2.4 に示すシナリオ 1 を用いて設定する。

表 4.2.4 事業対象地区における上限単収（目標単収）の設定シナリオ

Type	Scenario	Assumption	Setting Criteria
New Development	1. Conventional agricultural practice	<u>Maintain the conventional agricultural management practices as it is.</u> Newly introduction of superior seeds and fertilizer inputs beyond the current condition <u>are not expected.</u>	Using data from the SURVEI UBINAN TANAMAN PANGAN 2014, 2016, 2017 (BPS, 2014, 2016 and 2017), the upper limit has been set to the average of the top 25% yield (75th percentile of Tukey's Hinges) for each island under irrigation and non-irrigation in 2014, 2016 and 2017.

出典: JICA 調査団

表 4.2.4 に示すシナリオを適用した場合、東カリマンタン州の最大収量は 4.60t/ha となる。他方、

現況の州平均は 4.82t/ha となっており、既に上限単収より高い値となっている。このことから、東カリマンタン州については、便宜的に増加率 10%を採用し、各灌漑地区の上限単収を算出した。(表 4.2.5 参照)。

表 4.2.5 事業対象地区におけるベース目標単収の設定

Kabupaten	DI Name	Type	Avg. Yield (t/ha)	Base Yield (t/ha)	Increment (%)
Kutai Barat Kartenegara	DI KT-2	New	4.69	5.16	-
Kutai Timur	DI KT-3	New	4.74	5.21	-
Berau	DI KT-4	New	4.23	4.65	-
Kalimantan Timur Province (Avg.)	-	-	4.82	4.60	10.0

出典：Kalimantan Timur Province in Figures (BPS-Statistics of Lampung Province, 2015-2016)

3) 経時による単収増加の設定

水稻の経時的な単収増加は上限単収と同様に、適切な水稻の栽培管理技術導入の有無により異なるものと想定される。このことから、経時による単収増加について、新規開発地区については表 4.2.6 に示すシナリオ 1 を用いて設定することとする。

表 4.2.6 事業対象地区における経時による単収増加の設定シナリオ

Type	Scenario	Assumption	Setting Criteria
New Development	1. Conventional agricultural practice	The yield growth will <u>change gradually</u> , without relying on short-term policy support such as further R&D, extension support, and subsidy.	Gradual growth is assumed to be logarithmic: the yield curve will be connected by a logarithmic curve for the yield from 1980 to the present (2017), and the yield will be increased to the upper limit yield along this curve.

出典：JICA 調査団

新規開発地区における事業開始後の単収の推移を表 4.2.7～表 4.2.9 に示す。単収の増加は設定した上限単収に達した時点で増加しないものとみなす（なお、本推定ではいずれの灌漑地区においても事業開始後 15 年間で上限単収には達しない）。なお、経時による単収増加の推定に際しては、8 年間の事業実施期間中（設計含む）に本来は部分通水がなされて実態としては栽培開始となるが、安全側を考慮し、事業開始 8 年間は単収をゼロに設定する（作付けはなされない）。また、9 年目より全受益面積において稲作生産は見込むものの、新規開拓農地における地力低下や営農不備を考慮し、9 年目は目標単収を 1/3、10 年目は目標単収を 2/3 程度に下方修正を行うこととした。

表 4.2.7 事業対象地区 (DI KT-2) における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started															Max Yield (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.56	3.13	4.69	4.71	4.72	4.74	4.75	5.16
Stage	Design + Project Implementation								Operation & Maintenance							-

出典：JICA 調査団

表 4.2.8 事業対象地区 (DI KT-3) における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started															Max Yield (t/ha)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.58	3.16	4.74	4.76	4.77	4.79	4.80	5.21
Stage	Design + Project Implementation								Operation & Maintenance								-

出典: JICA 調査団

表 4.2.9 事業対象地区 (DI KT-4) における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started															Max Yield (t/ha)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.41	2.82	4.23	4.25	4.26	4.27	4.29	4.65
Stage	Design + Project Implementation								Operation & Maintenance								-

出典: JICA 調査団

4.2.4 農業開発のための推奨活動

上述した農業開発計画（土地利用計画、作付計画、目標単収）を達成、実現するためには、対象開発地区の現状の課題と新規灌漑開発に伴って顕在化する課題に対して対応策を講じる必要がある。以下に対応策となりうる農業開発のためのアプローチを提案する。

表 4.2.10 に、新規灌漑地区における農業開発の課題と考えられ得る対応策を示す。同地区は現在疎林・森林の広がる土地であり、灌漑農地の整備とともに新規開拓・入植が図られる土地である。そのため、特段留意する必要がある課題として考えられるのは、開拓・入植へのインセンティブとなるような新規稲作就農者に対する政府による手厚い補助が優先されるべきである。この対応策としては、補助金やローンプログラムの導入による行政サポートが考えられる。さらに、新規就農者や移住者にとっては新しい灌漑農地における作物栽培管理や水管理の技術を習得する必要があるため、政府や民間による技術普及サービスの拡充が必要不可欠となる。

さらに、東カリマンタン州の地域的特徴として、エステート作物（ゴム、ココヤシ、コーヒー、コショウ、ココア、アブラヤシ）や園芸作物（キュウリ、トウガラシ）の栽培が活発であり、新規灌漑開発が行われている同地区での水稲の栽培はそれらの栽培に比して収益性が低いことが懸念される。この収益性の低さは専ら生産コストにおける労務費率の高さによるものであり、人件費を削減するための農業機械（トラクターや収穫機など）の導入や、労働生産性を高めるための ICT ツールの導入が効果的であると考えられる。

加えて、新規開拓地ということから市場へのアクセスが問題となることが考えられる。そのため、灌漑整備と並行して集約的な集出荷システムや精米設備の改善により市場競争力を強化することが必要である。また、農道や流通システムの改善により市場アクセス性を向上させることが望ましい。本事業では、灌漑開発と併せて、これらのうち優先度の高い対策を実施することにより（表 4.2.10 参照）、土地利用計画、作付計画、目標単収を実現することが可能となり、ひいては同地域の稲作振興に貢献することが期待できる。

表 4.2.10 事業対象地区における農業開発における課題と対策

課題	対策	期待される効果
✓ 農業資機材、農地、施設、農機等を確保するための資金の不足	✓ 新規就農者、移住者、および/または農民グループが必要とする農業投入物（高品質の種子、肥料など）を確保するための補助金プログラムの導入	✓ 初期投資（投入資金）の確保

課題	対策	期待される効果
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 農業活動の開始に不可欠な運転資金を確保するための融資プログラムの導入 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 運転資金の確保
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 新規就農者や移住者の未熟、もしくは未経験となる灌漑稲作栽培管理技術および灌漑用水管理技術 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 新規就農者、移住者、および/または農民グループの基本的な栽培管理技術習得のための政府または民間の農業普及サービスの強化 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 農業生産管理能力の向上
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 水管理組織の能力強化 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 水管理能力の向上
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 水稲栽培は、エステート作物や園芸作物に比べて収益性が低い(生産コストにおける労務比率が高いため) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 機械化農業の推進 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 労務費の削減
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ICT ツールの利用による近代的農業生産管理技術の導入 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 労働生産性の向上
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 市場へのアクセスの低下(未開発の農道、集約システム、出荷施設など) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 市場志向型アプローチの導入 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 市場競争力の向上
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 集出荷システム強化 	
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 精米施設整備 	
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 農道整備 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ マーケットアクセスの改善
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 流通システム強化 	

出典: JICA 調査団

4.3 灌漑開発計画 (新規)

4.3.1 受益地の設定

BWS Kalimantan III より提供された資料を用いて、前述に設定した KT-1 地区~KT-4 地区における受益地の絞り込み(境界線の特定)を行った。受益地の絞り込みのための資料として考慮した情報は、保安林の有無、プランテーション農業および鉱山区域の登録の有無、泥炭の分布状況、そして標高データ等である。表 4.3.1 に検討に用いた

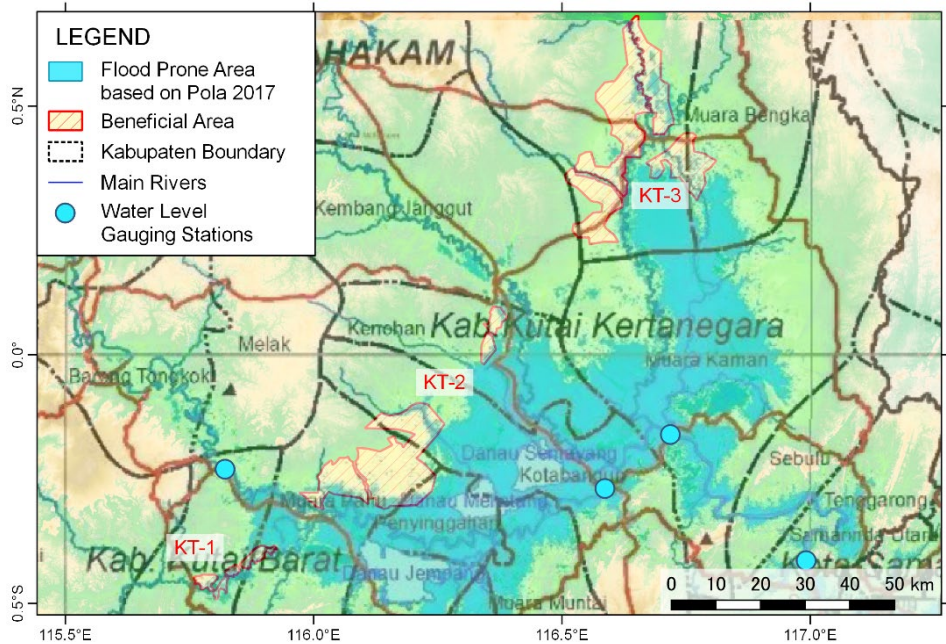


図 4.3.1 Mahakam 流域における 2007 年に発生した 50 年確率洪水の影響範囲

出典: Pola WS Mahakam (2017)

情報を示す。標高データは、洪水の影響の小さいエリアを特定するために参照しており、2007 年に同流域で発生した洪水の規模および影響範囲から、EL.10m 未満のエリアを受益地候補から除外することとした。

表 4.3.1 受益地の絞り込みに用いた情報一覧

Factors	Explanation	Source
(1) Protection Forest (保護林)	環境・林業省の提供する保安林分布データを用い、保安林指定域は全て受益地から除外した。	Ministry of Environment and Forestry and Statistics of Ministry of Forestry (2013)
(2) Plantation Concession (already planted) (プランテーション許可地域)	BWS から提供されたデータを用い、プランテーション地区を特定し、受益地から除外した。なお、CP との協議の結果、データ上「not planted」	BWS Kalimantan III

Factors	Explanation	Source
(3) Plantation Concession (not planted yet) (プランテーション許可地域)	yet」と分類される地区については、灌漑地への転換が可能とみなし、灌漑開発可能面積としての算出を行った。	BWS Kalimantan III
(4) Mining Concession (鉱山開発許可済み・開発中地区)	BWS からの提供されたデータを用い、鉱山地区 (石炭事業契約地区: PKP2B および鉱業事業許可地区: IUP) を特定し、受益地から除外した。	BWS Kalimantan III
(5) Peat Distribution (泥炭分布地区)	泥炭の分布図を用い、泥炭の層厚が 200cm 以上と判断される地域を受益地から除外した。	Sub Directorate of Lowland (DILL)
(6) Elevation (標高)	2007 年に発生した 50 年確率の洪水の影響範囲図から、標高 10m 未満のエリアを洪水被害を受けやすい地域とみなし、洪水対策が必要な地区として区別した。	Pengelolaan SDA Danau Kaskade Jempang, Semayang, Melintang di Provinsi Kalimantan Timur (BWS Kalimantan III, 2017) Pola WS Mahkam (2017)

出典: JICA 調査団

KT-1~KT-4 地区の標高分布を次図に示す。KT-1~KT-3 地区は Mahakam 湖群に広がる低湿地帯の周縁に位置しているため、平均標高は EL.10m~EL.14m と全体的に低い。勾配もなだらかであることから、水稻耕作のための受益地の均平化は比較的容易と考えられるものの、洪水の影響を受けやすいエリアである。一方、KT-4 は Mahakam 流域系とは異なる位置にあり、比較的標高の高い、勾配の大きなエリアである。ここでは土地の均平化が課題となる。

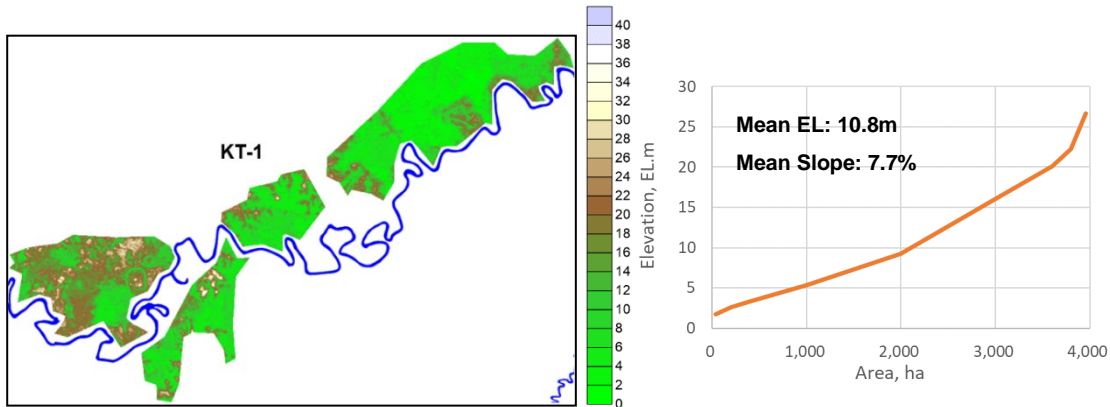


図 4.3.2 KT-1 地区の標高プロファイルおよび標高分布

出典: JICA 調査団

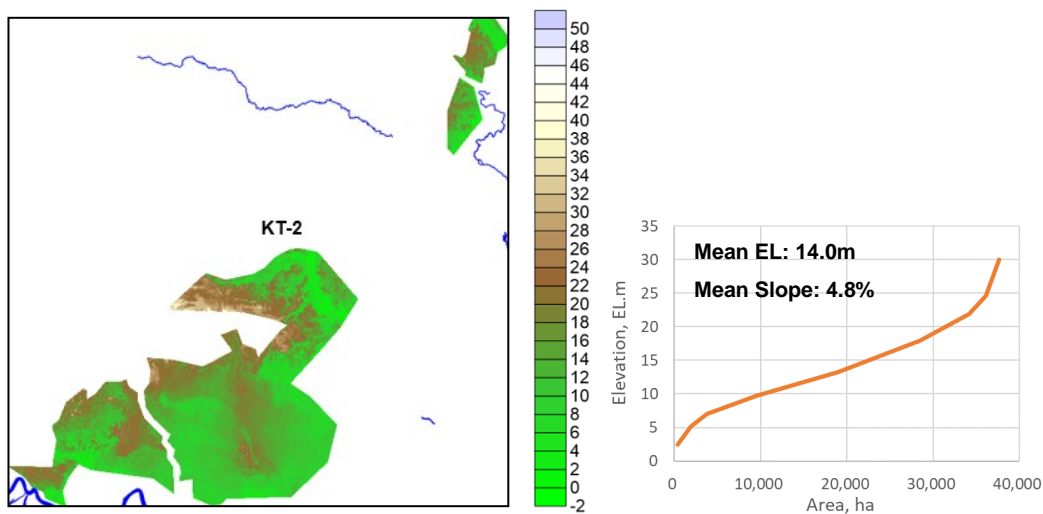


図 4.3.3 KT-2 地区の標高プロファイルおよび標高分布

出典: JICA 調査団

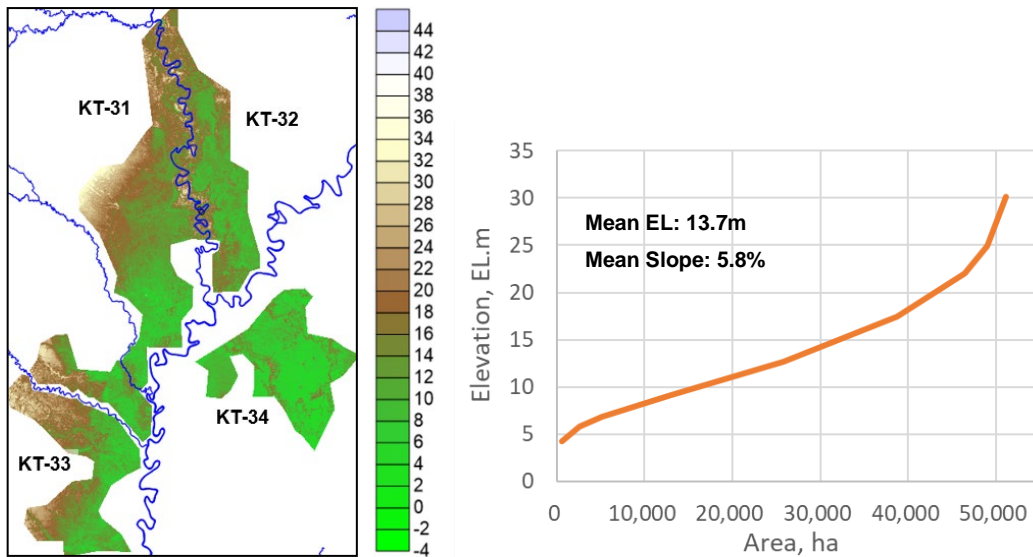


図 4.3.4 KT-3 地区の標高プロファイルおよび標高分布
出典：JICA 調査団

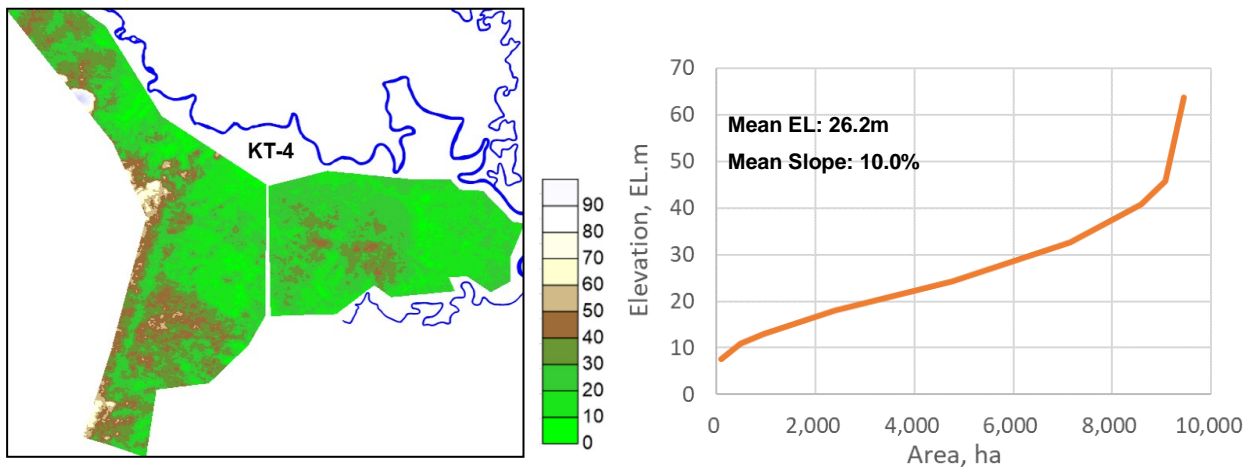


図 4.3.5 KT-4 地区の標高プロファイルおよび標高分布
出典：JICA 調査団

表 4.3.1 の条件で受益地の絞り込みを行った結果を表 4.3.2、表 4.3.3 に示す。各条件の位置データの出典が異なるため、一部に重複が生じており、開発候補地の面積から各条件の面積（開発不可の面積）を除いた数字が最終的に一致しない場合がある。またプランテーション地区として登録されている面積のうち、未植栽のエリアについては灌漑開発可能な地区として受益面積を計上しているため、今後、土地転換に係る協議を必要とする点に注意が必要である。

表 4.3.2 の結果から、(1) 保安林区域、(2) プランテーション区域（既植林エリア）、および(4) 鉱山区域が開発候補地区内に多く分布していることが確認される。加えて、特に KT-33 および KT-34 では大部分が保安林指定地区であるため開発の難しい地域であると判断される（KT-33 では 9,824ha 中 383ha、KT-34 では 9,945ha 中 1,870ha のみが開発可能面積と算定される。表 4.3.3 参照）。

表 4.3.2 開発面積に係る絞り込み条件の分布面積

Area	Target Area (ha)	Protection Forest	Plantation Concession (already planted)	Plantation Concession (not planted yet)	Mining Concession	Peat Distribution (less than 200cm)	Elevation (less than EL.10m)
		(1)	(2)	(3)			
KT-1	4,000 ha	0 ha	294 ha	677 ha	515 ha	867 ha	2,133 ha
KT-2	38,000 ha	0 ha	978 ha	21,878 ha	1,315 ha	31,541 ha	10,191 ha

Area	Target Area (ha)	Protection Forest	Plantation Concession (already planted)	Plantation Concession (not planted yet)	Mining Concession	Peat Distribution (less than 200cm)	Elevation (less than EL.10m)
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
KT-3	51,646 ha	9,200 ha	23,797 ha	8,192 ha	3,408 ha	15,453 ha	16,181 ha
KT-31	21,501 ha	1,390 ha	10,828 ha	5,460 ha	3,408 ha	4,661 ha	4,402 ha
KT-32	10,376 ha	0 ha	2,739 ha	2,732 ha	0 ha	4,970 ha	1,839 ha
KT-33	9,824 ha	5,147 ha	4,802 ha	0 ha	0 ha	3,661 ha	2,271 ha
KT-34	9,945 ha	2,663 ha	5,429 ha	0 ha	0 ha	2,161 ha	7,555 ha
KT-4	9,540 ha	19 ha	869 ha	1,441 ha	0 ha	0 ha	342 ha
Total	103,186 ha	9,220 ha	25,939 ha	32,188 ha	5,238 ha	47,861 ha	28,847 ha

出典：JICA 調査団

表 4.3.3 受益面積算定結果一覧

Area	Beneficial Area (Gross-1)	Beneficial Area (Net-1: Gross-1 * 0.9)	Beneficial Area (Gross-2)	Beneficial Area (Net-2: Gross-2 * 0.9)
	Considering factors (1), (2) & (4), applied value		Considering factors (1), (2), (4) & (6), reference value	
KT-1	3,620 ha	3,258 ha	3,620 ha	3,258 ha
KT-2	36,341 ha	32,707 ha	26,774 ha	24,096 ha
KT-3	17,156 ha	15,441 ha	11,863 ha	10,676 ha
KT-31	7,266 ha	6,540 ha	4,636 ha	4,173 ha
KT-32	7,637 ha	6,873 ha	6,537 ha	5,883 ha
KT-33	383 ha	345 ha	69 ha	62 ha
KT-34	1,870 ha	1,683 ha	621 ha	559 ha
KT-4	8,662 ha	7,796 ha	8,365 ha	7,529 ha
Total	65,780 ha	59,202 ha	50,622 ha	45,560 ha
KT2+KT31+KT32+KT4	59,906 ha	53,915 ha	46,312 ha	41,681 ha
Area	Beneficial Area (Gross-3)	Beneficial Area (Net-3:Gross-3*0.9)	Beneficial Area (Gross-4)	Beneficial Area (Net-4: Gross-4 * 0.9)
	Considering factors (1) to (4) & (6), reference value		Considering all factors, reference value	
KT-1	2,943 ha	2,649 ha	2,568 ha	2,311 ha
KT-2	10,574 ha	9,516 ha	2,128 ha	1,916 ha
KT-3	6,579 ha	5,921 ha	4,643 ha	4,179 ha
KT-31	1,641 ha	1,477 ha	1,593 ha	1,434 ha
KT-32	4,249 ha	3,824 ha	2,505 ha	2,255 ha
KT-33	69 ha	62 ha	36 ha	32 ha
KT-34	621 ha	559 ha	509 ha	458 ha
KT-4	6,976 ha	6,278 ha	6,976 ha	6,278 ha
Total	27,072 ha	23,364 ha	16,316 ha	14,684 ha
KT2+KT31+KT32+KT4	23,439 ha	21,716 ha	13,202 ha	12,373 ha

出典：JICA 調査団

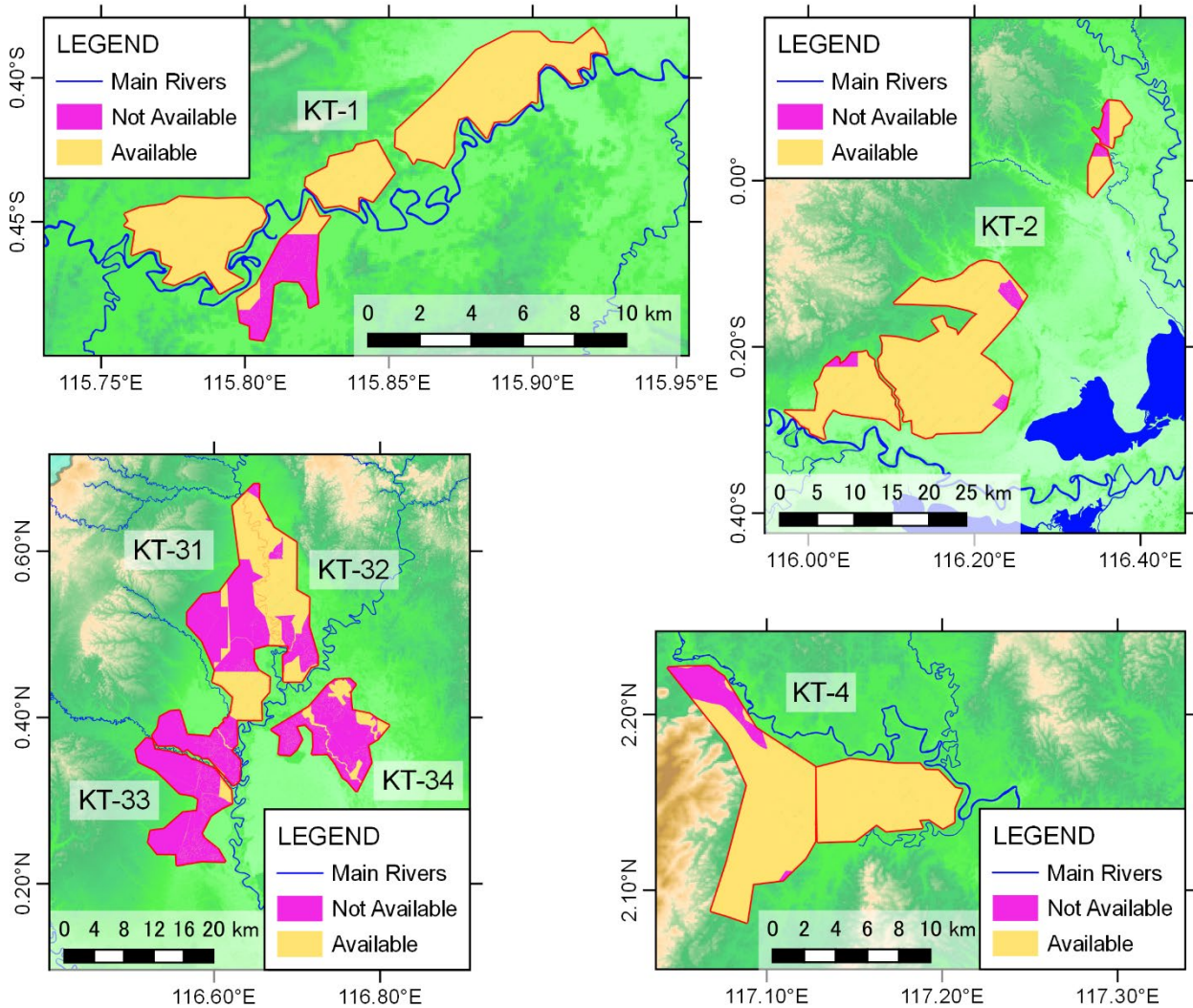


図 4.3.6 各灌漑開発地区における開発可能エリア分布

出典：JICA 調査団

図 4.3.6 に KT-1～KT-4 を開発可能エリアと開発不可エリアに分類した結果を示す。KT-1 地区では、川を挟んだ南側のエリアに開発不可エリアが広がるが、北側のエリアのほとんどは開発可能と判断される。KT-2 地区および KT-4 地区も大部分が開発可能地区であるが、KT-3 は多くのエリアが開発不可地区に分類され、特に南側の KT-33 と KT-34 地区のほとんどは開発不可地区である。

前出の表 4.3.3 は絞り込み後の開発可能面積を示している。純面積（Net Area）の算定は公共事業・国民住宅省の規定する灌漑開発計画マニュアル（KP-01, 2013）に則り、総面積（Gross Area）の 90%を正味の開発可能面積として計上した。検討の結果から、各受益地の開発可能面積（Net Area）は、KT-1～KT-4 でそれぞれ 3,258ha、32,707ha、15,441ha、7,796ha と算定され、比較的受益面積の小さな KT-1、KT-33、KT-34 を開発対象から除外した時の総面積は合計で 53,915ha となる。新首都移転に伴い、水資源総局は 50,000ha 以上の開発面積を求めているが、これら地区を除いても受益面積（Net Area）は確保可能と試算されている。

4.3.2 各灌漑開発地区の水ポテンシャル

80%確率流量および現行の各種水資源使用量から、各作付期の作付可能面積を算定する。具体的な手法はマスタープラン時（第 1 編参照）と同様であるが、使用するデータとしてより詳細なものを適用し、灌漑地区スケールでの水ポテンシャルを算出している。マスタープラン時との適

用データの違いを表 4.3.4 に、また水需要の算定に用いたデータの詳細を表 4.3.5 に示す。

表 4.3.4 水収支計算に用いたデータの比較

Item	Part 1 (MP)	Part 2 (Pre-FS)
Design Rainfall (P80, P95) Effective Rainfall (P _E)	By River Territory	By Watershed of intake facilities and beneficial area
Design Cropping Pattern	Based on BPS record by province	Existing cropping pattern is not necessary to be applied because there is no major irrigation schemes around the beneficial area. Only water demand for plantation is considered as constant value.
Design Discharge (Q80) River Maintenance Flow (Q95)	Based on the linear equation between rainfall and discharge	Based on the available analysis result based on Pola study
Water Demand	RKI, river maintenance, fishpond, livestock and irrigation water demand by River Territory	Based on Pola data (sub-basin-wise and Kabupaten-wise data)
Potential Area	Cropping pattern which makes largest potential is applied	Assuming two times paddy cropping, minimum potential values on each crop season are applied

出典：JICA 調査団

表 4.3.5 水需要の算定に適用したデータ一覧

No.	Data	Source	Remarks
1	RKI Demand	Pola PSDA WS Mahakam (2017) and Pola PSDA WS Berau Kelai (2019)	Monthly estimated value in 2016 by relevant sub-basin (KT1 to KT-3: DAS Mahakam, KT-4: values in Sub-DAS Laay Mahakam, Segah Hulu and Segah). Water Demand for Tourism is incorporated into the Industry sector.
2	Fishpond Water Demand	Pola PSDA WS Mahakam (2017) and Pola PSDA WS Berau Kelai (2019)	DAS-wise data (KT-1 to KT-3) or Kabupaten-wise data (KT-4) described in Pola is utilized
3	Livestock Water Demand	Pola PSDA WS Mahakam (2017) and Pola PSDA WS Berau Kelai (2019)	DAS-wise data (KT-1 to KT-3) or Kecamatan-wise data (KT-4) described in Pola is utilized.
4	River Maintenance	Government regulation concerning river, No.38, 2011	Q95% of the actual measurement records is applied
5	Water Demand for Plantation	Pola PSDA WS Mahakam (2017)	Irrigation Demand for plantation is utilized if specified in Pola.
6	Irrigation Water Demand	Standard of Irrigation Planning (KP-01), 2013	Monthly base Calculation

出典：JICA 調査団

水収支計算の算出結果を次頁以降に示す。水供給との比較から、KT-1 地区～KT-4 地区すべてで既存の都市用水量および灌漑用水量は水供給量全体の 1%以下²であること、また最も需要の大きな項目は河川維持流量（水供給量全体の 1%～25%程度）であることを確認できる。計算の結果、最終的な各地区の年間水ポテンシャル量は、KT-1 から順に、28.76m³/s、194.45m³/s、95.49m³/s、23.40m³/s と算定される。

さらに、月毎の水ポテンシャル量から栽培可能面積を算定した結果を表 4.3.6 に示す（KT-3 の受益面積は、土地ポテンシャルの観点から KT-31、KT-32 のみを計上している）。作付パターンは、州内の現行作付けパターンと月別流量を参考に設定し、作付シーズン（水田の場合 4 か月）中の最低作付可能面積をシーズンごとの作付可能面積とした。その結果、全ての新規灌漑地区でシーズン I、シーズン II とともに受益地全域に灌漑用水を供給するのに十分な水資源を有することが確認された。

² 流域面積が非常に大きく、また現行では大型の都市や灌漑施設がさほど建設されていないことから、現行で利用されている河川流出量はわずかな量に過ぎない。換言すれば、取水地点における河川流出量は、新規の灌漑利用水量に比較して十分な余裕がある。

表 4.3.6 各新規灌漑地区の受益面積と水ポテンシャル量から算定される栽培可能面積

DI Name	Season (Month)	Beneficial Area (1)*, (ha)	Water Potential Area (2)			
			Paddy, ha	Palawija, ha	Total (ha)	Ratio (2)/(1) (%)
KT-1	Season I (Nov to Feb)	3,258	39,033	0	39,033	>100%
	Season II (Mar to Jun)	3,258	44,029	0	44,029	>100%
KT-2	Season I (Nov to Feb)	32,707	164,766	0	164,766	>100%
	Season II (Mar to Jun)	32,707	242,411	0	242,411	>100%
KT-3 (KT-31 & KT-32)	Season I (Nov to Feb)	13,413	78,389	0	78,389	>100%
	Season II (Mar to Jun)	13,413	132,585	0	132,585	>100%
KT-4	Season I (Nov to Feb)	7,796	27,952	0	27,952	>100%
	Season II (Apr to Jul)	7,796	14,493	0	14,493	>100%

*受益面積は表 4.3.3 に示す正味面積を表す（総面積 53,915ha）。

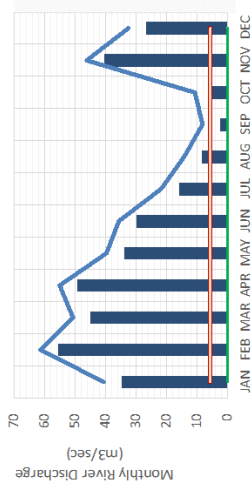
出典：JICA 調査団

表 4.3.7 水収支計算結果 (KT-1 地区)

Calculation Sheet on Water Potential by DI (1 / 4)		Water Source: Nyuatan												
Irrigation Scheme Name: KT-1		DI Watershed Area: 708 km ² Service Area: 3,258 ha						Nyuatan						
	(Unit)	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Annual
1 Available Water Resources														
1.1	Rainfall P _{ave} (mm)	296	283	272	306	309	244	210	198	166	229	361	338	3,212
1.2	Rainfall P _{80%} (mm)	222	196	196	221	221	140	100	86	82	133	261	249	2,106
1.3	Discharge Q _{ave} (m ³ /sec)	54.32	88.68	70.37	76.34	55.33	61.96	45.61	32.83	16.80	18.47	63.94	44.14	52.07
1.4	Discharge Q _{80%} (m ³ /sec)	40.59	61.40	50.73	55.08	39.71	35.63	21.72	14.27	8.24	10.71	46.28	32.50	34.50
2 Water Demand														
2.1	RKI (10 ³ person)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	-
	Demand (m ³ /sec)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
2.2	Fish Pond Area (ha)	713	713	713	713	713	713	713	713	713	713	713	713	-
	Demand (m ³ /sec)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2.3	Livestock Demand (m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.4	River Maintenance Demand (Q _{MIN(50%)}) (m ³ /sec)	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65
2.5	Irrigatoin (Service Area: 3,258 ha) Irrigated Plantation Area (ha)	2,883	2,883	2,883	2,883	2,883	2,883	2,883	2,883	2,883	2,883	2,883	2,883	-
	Demand for Palawija Production (m ³ /sec)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	-
	Demand for Palawija Production (m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
	Demand (Net) (m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Water Balance (m³/sec)	34.85	55.65	44.98	49.34	33.96	29.88	15.98	8.52	2.50	4.96	40.54	26.75	28.76
4 Potential Area														
4.1	Case 1 (Paddy-Paddy) Unit Water Demand of Paddy Potential Area (m ³ /sec/1000ha)	Paddy - I	Paddy - I	Paddy - I	Paddy - I	Paddy - I	Paddy - I	Paddy - I	Paddy - I	Paddy - I	Paddy - I	Paddy - I	Paddy - I	Paddy - I
		0.52	0.59	1.02	0.24	0.49	0.62	-	-	-	-	1.04	0.08	-
		67,260	94,278	44,029	204,412	69,586	48,113	-	-	-	-	39,033	326,079	-

Available Water Resources: 1,088 MCM

Potential Water Resources: 907 MCM



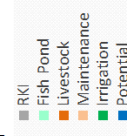
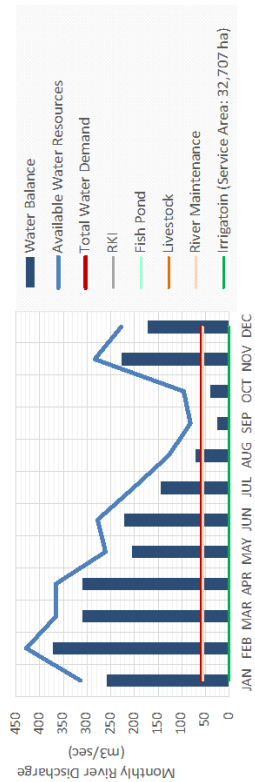
Annual Water Balance

表 4.3.8 水収支計算結果 (KT-2 地区)

Calculation Sheet on Water Potential by DI (2 / 4)

Irrigation Scheme Name: KT-2		Water Source: Belayan												
		DI Watershed Area: 6,030 km ²						Service Area: 32,707 ha						
(Unit)		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Annual
1 Available Water Resources														
1.1	Rainfall P _{ave} (mm)	278	246	248	256	248	213	198	177	189	239	272	286	2,848
1.2	Rainfall P _{80%} (mm)	199	158	164	170	169	127	107	89	94	138	186	203	1,804
1.3	Discharge Q _{ave} (m ³ /sec)	438.60	663.54	553.59	550.09	382.73	465.10	371.72	253.41	164.45	166.00	414.91	321.97	393.27
1.4	Discharge Q _{80%} (m ³ /sec)	313.84	428.30	365.41	365.88	260.94	277.70	201.11	127.46	81.99	95.85	283.65	227.96	251.06
2 Water Demand														
2.1	RKI (10 ³ person)	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	-
	Demand (m ³ /sec)	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
2.2	Fish Pond Area (ha)	6,075	6,075	6,075	6,075	6,075	6,075	6,075	6,075	6,075	6,075	6,075	6,075	-
	Demand (m ³ /sec)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
2.3	Livestock Demand (m ³ /sec)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2.4	River Maintenance Demand (Q _{MIN95%}) (m ³ /sec)	55.81	55.81	55.81	55.81	55.81	55.81	55.81	55.81	55.81	55.81	55.81	55.81	55.81
2.5	Irrigatoin (Service Area: 32,707 ha) Irrigated Plantation Area (ha)	24,554	24,554	24,554	24,554	24,554	24,554	24,554	24,554	24,554	24,554	24,554	24,554	-
	Demand for Plantation (m ³ /sec)	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	-
	Demand for Palawija Production (m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
	Demand (Net) (m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Water Balance (m³/sec)	257.23	371.69	308.79	309.26	204.33	221.08	144.49	70.84	25.38	39.24	227.03	171.35	194.45
4	Potential Area (m³/sec/1000ha)													
4.1	Case 1 (Paddy-Paddy) Unit Water Demand of Paddy Potential Area (ha)	334,861	374,537	242,411	625,120	284,725	317,707	-	-	-	-	-	-	-
	Paddy - I	0.77	0.99	1.27	0.49	0.72	0.70	-	-	-	-	-	-	-
	Paddy - II	0.77	0.99	1.27	0.49	0.72	0.70	-	-	-	-	-	-	-

Available Water Resources: 7,918 MCM
Potential Water Resources: 6,132 MCM

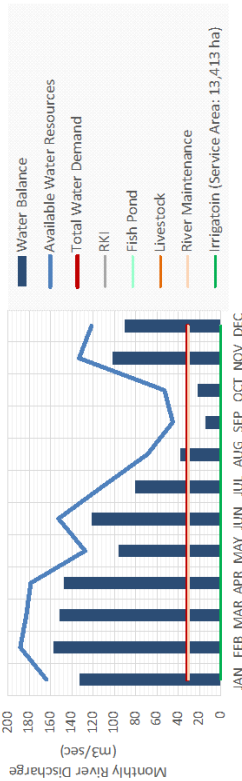


Annual Water Balance

表 4.3.9 水収支計算結果 (KT-3 地区)

Calculation Sheet on Water Potential by DI (3 / 4)		Water Source: Kelimjau												
		DI Watershed Area: 3,190 km ² Service Area: 13,413 ha						Water Source: Kelimjau						
Irrigation Scheme Name: KT-3		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Annual
1 Available Water Resources														
1.1	Rainfall P _{ave} (mm)	278	214	236	240	237	214	193	162	189	242	241	287	2,732
1.2	Rainfall P _{50%} (mm)	192	129	151	154	152	129	110	89	96	140	161	200	1,703
1.3	Discharge Q _{ave} (m ³ /sec)	236.94	312.87	284.76	278.44	197.79	253.26	195.10	125.27	88.81	90.86	198.78	174.72	202.21
1.4	Discharge Q _{50%} (m ³ /sec)	163.70	188.39	182.87	178.58	127.24	152.41	111.21	68.92	45.12	52.78	133.24	121.35	126.64
2 Water Demand														
2.1	RKI (10 ³ person)	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	-
	Demand (m ³ /sec)	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
2.2	Fish Pond (ha)	3,214	3,214	3,214	3,214	3,214	3,214	3,214	3,214	3,214	3,214	3,214	3,214	-
	Demand (m ³ /sec)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
2.3	Livestock (m ³ /sec)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2.4	River Maintenance Demand (Q _{MIN5%}) (m ³ /sec)	30.73	30.73	30.73	30.73	30.73	30.73	30.73	30.73	30.73	30.73	30.73	30.73	30.73
2.5	Irrigatoin (Service Area: 13,413 ha) Irrigated Plantation Area (ha)	12,990	12,990	12,990	12,990	12,990	12,990	12,990	12,990	12,990	12,990	12,990	12,990	-
	Demand for Palawija Production (m ³ /sec)	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	-
	Demand for Palawija Production (m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
	Demand (Net) (m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3 Water Balance	(m ³ /sec)	132.54	157.23	151.71	147.43	96.08	121.25	80.05	37.76	13.96	21.62	102.08	90.19	95.49
4 Potential Area	(ha)													
4.1	Case 1 (Paddy-Paddy) Unit Water Demand of Paddy Potential Area (m ³ /sec/1000ha)	0.64	0.91	1.14	0.44	0.66	0.61	-	-	-	-	-	-	-
	Potential Area (ha)	207,954	172,662	132,585	338,566	144,652	198,804	-	-	-	-	-	-	-

Potential Water Resources: 3,994 MCM



Water Potential Area (Case-1): 78,389 ha

Paddy - I 132,585 ha

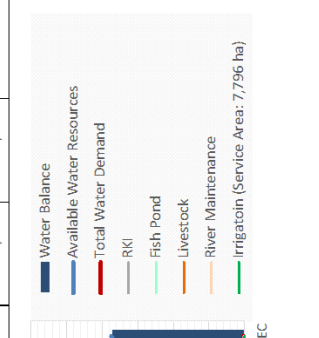
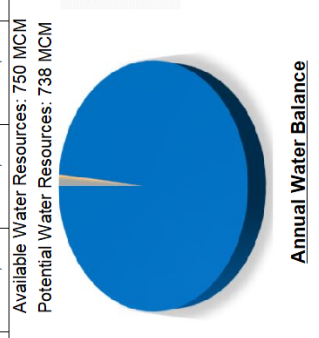
Paddy - II 132,585 ha

Available Water Resources: 3,994 MCM

Potential Water Resources: 3,011 MCM

表 4.3.10 水収支計算結果 (KT-4 地区)

Irrigation Scheme Name: KT-4		DI Watershed Area: 1,210 km ² Service Area: 7,796 ha												Water Source: Berau															
		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Annual			JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Annual
1 Available Water Resources																													
1.1	Rainfall P _{ave} (mm)	254	218	213	217	208	209	214	200	227	248	234	257	2,699			254	218	213	217	208	209	214	200	227	248	234	257	2,699
1.2	Rainfall P _{80%} (mm)	180	144	96	107	148	142	146	115	111	135	130	168	1,624			180	144	96	107	148	142	146	115	111	135	130	168	1,624
1.3	Discharge Q _{ave} (m ³ /sec)	78.02	40.61	16.57	36.55	35.60	40.21	39.45	22.88	7.45	20.57	58.48	57.25	37.80			78.02	40.61	16.57	36.55	35.60	40.21	39.45	22.88	7.45	20.57	58.48	57.25	37.80
1.4	Discharge Q _{60%} (m ³ /sec)	55.23	26.87	7.50	18.07	25.38	27.39	26.78	13.21	3.65	11.21	32.55	37.45	23.79			55.23	26.87	7.50	18.07	25.38	27.39	26.78	13.21	3.65	11.21	32.55	37.45	23.79
2 Water Demand																													
2.1	RKI (10 ³ person)	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	-			31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	-
	Demand (m ³ /sec)	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24			0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
2.2	Fish Pond Area (ha)	1,461	1,461	1,461	1,461	1,461	1,461	1,461	1,461	1,461	1,461	1,461	1,461	-			1,461	1,461	1,461	1,461	1,461	1,461	1,461	1,461	1,461	1,461	1,461	1,461	-
	Demand (m ³ /sec)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02			0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
2.3	Livestock Demand (m ³ /sec)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02			0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
2.4	River Maintenance Demand (Q _{MIN95%}) (m ³ /sec)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10			0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	
2.5	Irrigation (Service Area: 7,796 ha) Irrigated Palawija Planted Area (ha)	4,927	4,927	4,927	4,927	4,927	4,927	4,927	4,927	4,927	4,927	4,927	4,927	-			4,927	4,927	4,927	4,927	4,927	4,927	4,927	4,927	4,927	4,927	4,927	4,927	-
	Demand for Plantation (m ³ /sec)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Demand for Palawija Production (m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Demand (Net) (m ³ /sec)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Water Balance (m ³ /sec)	54.84	26.49	7.12	17.69	25.00	27.00	26.40	12.83	3.27	10.82	32.17	37.07	23.40			54.84	26.49	7.12	17.69	25.00	27.00	26.40	12.83	3.27	10.82	32.17	37.07	23.40
4	Potential Area (ha)	Paddy - I																											
4.1	Case 1 (Paddy-Paddy) Unit Water Demand of Paddy (m ³ /sec/1000ha)	0.46	0.68	-	1.22	0.51	0.80	0.73	-	-	-	-	0.17	-			0.46	0.68	-	1.22	0.51	0.80	0.73	-	-	-	-	0.17	-
	Potential Area (ha)	120,085	38,957	-	14,493	48,723	33,947	36,145	-	-	-	-	216,125	-			120,085	38,957	-	14,493	48,723	33,947	36,145	-	-	-	-	216,125	-



4.3.3 灌漑施設基本設計

本節では、受益面積および必要単位用水量から算定された計画用水量により取水堰や灌漑水路の検討、予備的な設計を行う。表 4.3.11 に 3 地区の灌漑スキームの計画用水量を示す。必要単位用水量には有効雨量を考慮し、年間で最大となる月の流量を計画用水量としている。

表 4.3.11 計画用水量 (東カリマンタン州)

DI Name	Beneficial Area (Net), ha	Unit Water Demand (m ³ /s/1000ha)	Design discharge (Max Water Demand), m ³ /s	Remarks
	(1)	(2)	(3) = (1) * (2) / 1000	
KT-2	32,707	1.38 (Nov)	45.14	
KT-3	13,413	1.30 (Nov)	17.44	Sum of (KT-31 + KT-32)
KT-4	7,796	1.22 (Apr)	9.51	

出典: JICA 調査団

1) 取水堰の計画

取水堰の位置は、①水源河川の選定、②幹線水路の路線と延長の概定、③受益地に灌漑用水を導水するための必要取水位の概定、④想定取水点における取水可能水源量の確認、⑤貯水池の必要性あるいは取水堰のみでの取水形式の概定、などを検討して選定する。検討の結果から設定された堰位置、取水位、幹線水路の延長などの概要を以下にまとめる (図 4.3.7~図 4.3.9 および表 4.3.12~表 4.3.16 を参照)。

- ✓ 灌漑スキーム KT-2 への取水堰位置は、受益地の上流 165km 地点、流域面積 6,100 km² が選定される。取水位は約 38.5m であり、標高 10m から 20m に広がる受益地に導水する。
- ✓ 灌漑スキーム KT-31 および KT-32 の取水堰位置は、受益地始点から上流 22.4km 地点が選定される。取水位は約 27.6m であり、灌漑スキーム KT-31 および KT-32 にはそれぞれの幹線水路により導水する。
- ✓ 灌漑スキーム KT-4 の取水堰位置は、受益地始点の上流約 69km 地点が選定される。取水位は比較的高位の約 52.8m であり、標高 10m から 40m に広がる受益地に導水する。

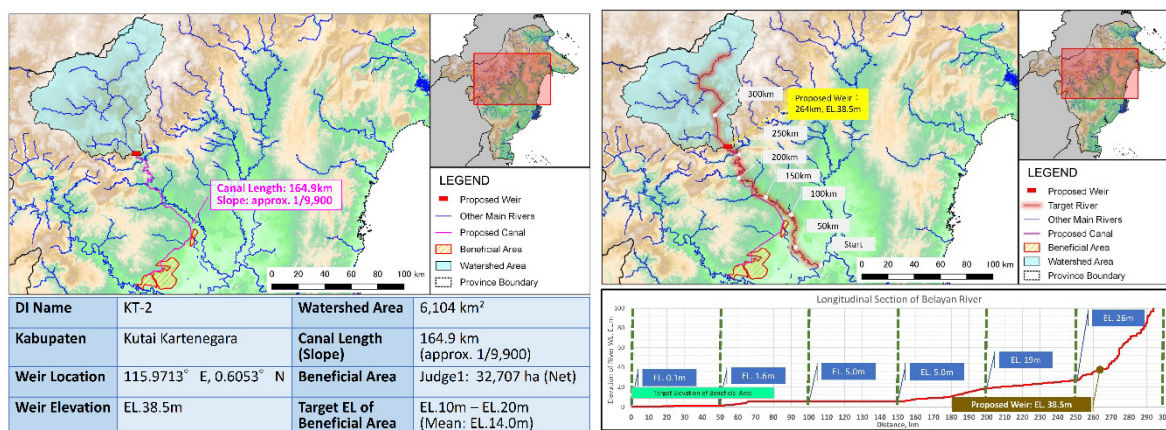


図 4.3.7 DI KT-2 取水点の基本諸元と河川縦断

出典: JICA 調査団

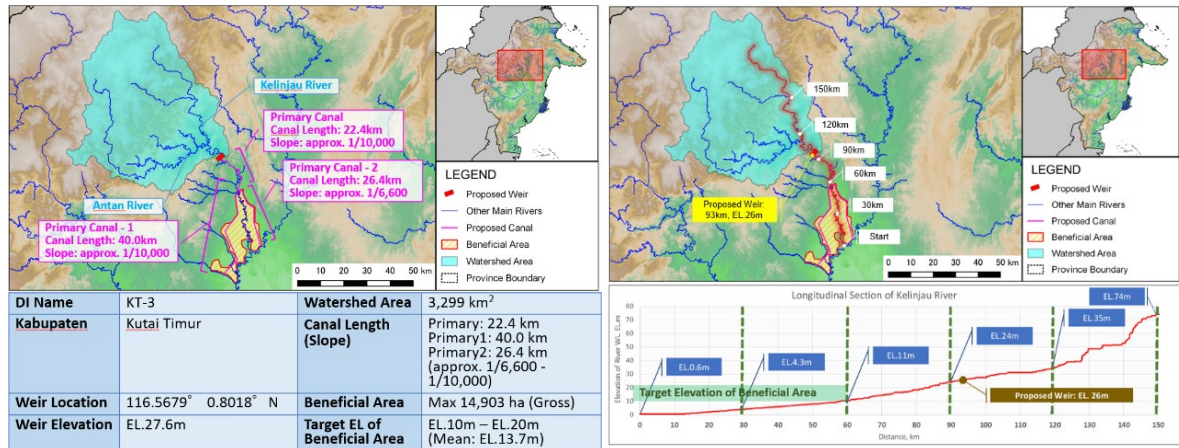


図 4.3.8 DI KT-3 取水点の基本諸元と河川縦断

出典：JICA 調査団

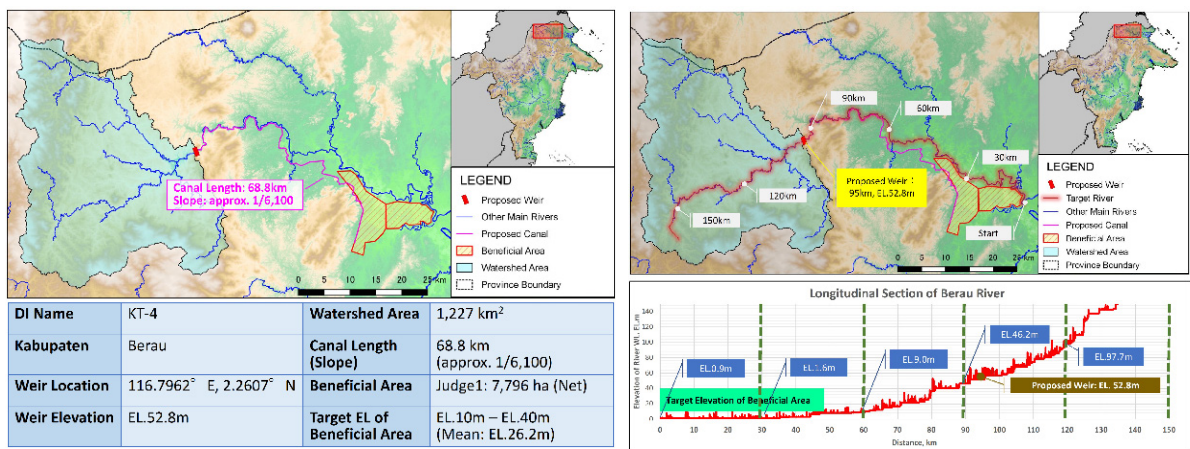


図 4.3.9 DI KT-4 取水点の基本諸元と河川縦断

出典：JICA 調査団

取水堰地点での洪水量は KP-01 (MPWH 2013) に基づき、“Melchior method” を用いて算定する。“Melchior method” は降雨量と流量の相関関係を求めるもので、流域面積が 100 km² 以上の場合に適用し、雨量、流域形状と面積、河川延長と勾配などのパラメータにより洪水量が算定される。計算結果を表 4.3.12 に示すが、堰の計画では超過確率 25 年 (Q25) を適用する (KP-02, MPWR 2013)。

表 4.3.12 取水堰地点での洪水量

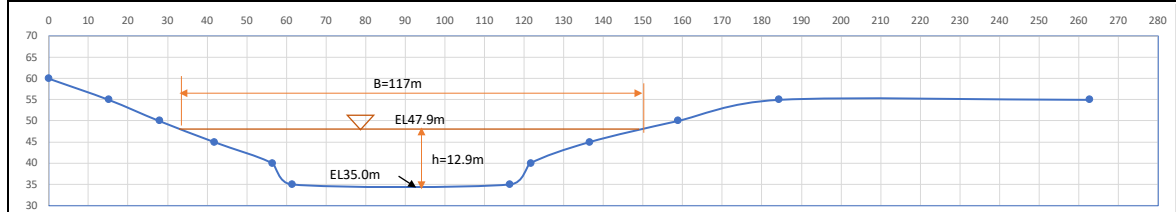
DI Name	Beneficial Area, ha	Watershed Area, sq.km	Peak Flood Discharge, cum/s				
			Q5	Q25	Q50	Q100	Q1000
KT-2	32,707	6,030	2,194	2,724	2,909	3,076	3,522
KT-3	13,413	3,190	1,604	1,992	2,127	2,248	2,574
KT-4	7,796	1,210	581	793	891	995	1,396

出典：KP-01 (MPWH 2013)

各取水堰地点での水理パラメータを、前述の洪水量と仮定される河川横断面図に基づいて算定する。それぞれの確率年に相当する洪水位を、粗度係数を 0.040、砂礫河床とし、各堰地点の河床勾配に基づきマンニングの式により算定する。各堰地点における算定された水理パラメータを次表に示す。

表 4.3.13 DI KT-2の取水堰地点での水理パラメータ

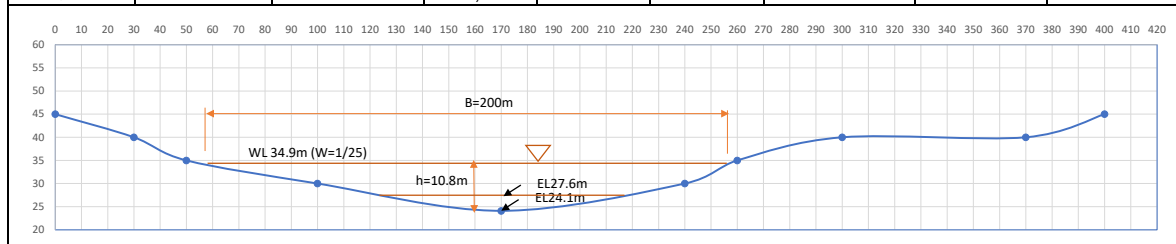
Return Period	Discharge	Roughness Coefficient	Riverbed Slope	Water Level	Water Depth	Cross Section Area	Breadth of River	Flow Velocity
	Q m ³ /s	n s/m ^{1/3}	S (-)	WL (EL.m)	h (m)	A (m ²)	B (m)	V (m/s)
Q5	2,194	0.04	1/1,400	45.9	10.9	796.98	112.09	2.47
Q25	2,724	0.04	1/1,400	47.9	12.9	1,012.12	127.99	2.67
Q50	2,909	0.04	1/1,400	48.4	13.4	1,073.02	131.29	2.71
Q100	3,076	0.04	1/1,400	48.7	13.7	1,119.02	134.10	2.75
Q1000	3,522	0.04	1/1,400	49.7	14.7	1,238.19	140.96	2.84
Qave	295.3	0.04	1/1,400	38.3	3.3	170.30	40.73	1.73



注：河川断面は DEMNAS (Badan Informasi Geospasial (BIG), <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/>) より設定
出典：JICA 調査団

表 4.3.14 DI KT-3の取水堰地点での水理パラメータ

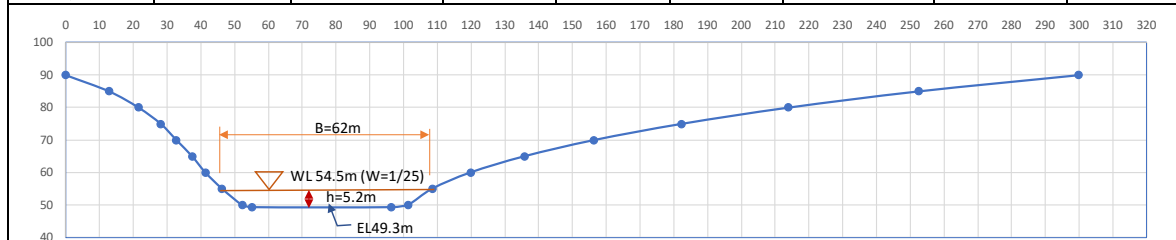
Return Period	Discharge	Roughness Coefficient	Riverbed Slope	Water Level	Water Depth	Cross Section Area	Breadth of River	Flow Velocity
	Q m ³ /s	n s/m ^{1/3}	S (-)	WL (EL.m)	h (m)	A (m ²)	B (m)	V (m/s)
Q5	1,604	0.04	1/2,500	34.0	9.9	1,047.56	195.48	1.53
Q25	1,992	0.04	1/2,500	34.9	10.8	1,216.72	205.35	1.64
Q50	2,127	0.04	1/2,500	35.1	11.0	1,273.23	208.48	1.67
Q100	2,248	0.04	1/2,500	35.4	11.3	1,323.03	211.19	1.70
Q1000	2,574	0.04	1/2,500	36.0	11.9	1,453.73	218.15	1.77
Qave	125.8	0.04	1/2,500	27.2	3.1	165.75	88.63	0.76



注：河川断面は DEMNAS (Badan Informasi Geospasial (BIG), <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/>) より設定
出典：JICA 調査団

表 4.3.15 DI KT-4の取水堰地点での水理パラメータ

Return Period	Discharge	Roughness Coefficient	Riverbed Slope	Water Level	Water Depth	Cross Section Area	Breadth of River	Flow Velocity
	Q m ³ /s	n s/m ^{1/3}	S (-)	WL (EL.m)	H (m)	A (m ²)	B (m)	V (m/s)
Q5	581	0.04	1/800	53.5	4.2	226.89	46.01	2.56
Q25	793	0.04	1/800	54.5	5.2	282.88	50.08	2.80
Q50	891	0.04	1/800	54.9	5.6	307.70	51.89	2.90
Q100	995	0.04	1/800	55.3	6.0	333.48	53.77	2.98
Q1000	1,396	0.04	1/800	56.7	7.4	428.94	60.71	3.25
Qave	31.0	0.04	1/800	50.1	0.8	33.93	32.28	0.91



注：河川断面は DEMNAS (Badan Informasi Geospasial (BIG), <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/>) より設定
出典：JICA 調査団

取水堰は次の条件を考慮して計画した。これらの条件に基づき算定された設計諸元を表 4.3.16 に、また堰の標準断面図および一般平面図を図 4.3.10、図 4.3.11 に示す。

- ✓ 堰は浸透性地盤（砂礫性地盤）上に築造されると仮定しフローティングタイプとする。
- ✓ 堰は低平地の河道に設置されるため、自然河川と同等以上の流積を確保でき、洪水時の河道への影響を最小とする全可動堰（全可動ゲート形式）とし、洪水吐ゲートおよび土砂吐ゲートを装備する。
- ✓ 堰施設および下流盛土の設計洪水量の超過確率年は Kp-02（MPWH 2013）を参照し、25 年（Return Period: W=1/25）とする。

表 4.3.16 東カリマンタンの新規開発地区の取水堰の計画諸元

DI Name	Design Intake Discharge	Elevation of Beneficial Area	Primary Canal Length	Planned Canal Bed Slope	Canal Head Loss	Required WL at Weir	Required Riverbed EL	Location of Intake Weir (Coordination)	
	Q	EL	L	S	H	WL	EL	Lat.	Lon
	m ³ /s	M	km	-	m	m	m	Degree	Degree.
KT-2	45.14	20.0	164.9	1/9,900	17.5	38.5	35.0	0.605317	115.97133
KT-3	Total	17.44	-	91.6	-	6.6	27.6	0.801816	116.56794
	Primary	17.44	20.0	22.4	1/10,000	2.4			
	Primary-1	8.50	20.0	41.4	1/10,000	4.2			
	Primary-2	8.94	20.0	27.8	1/6,600	4.2			
KT-4	9.51	40.0	68.8	1/6,100	11.8	52.8	49.3	2.260640	116.79620

注：5%の水路ヘッドロスを考慮（サイフォン等の水路構造物等を考慮）、また、堰地点の必要水位は取水や配水に伴うロスを考慮して 1m の付加を行っている（参照：KP-03、MPWH 2013）

出典：JICA 調査団

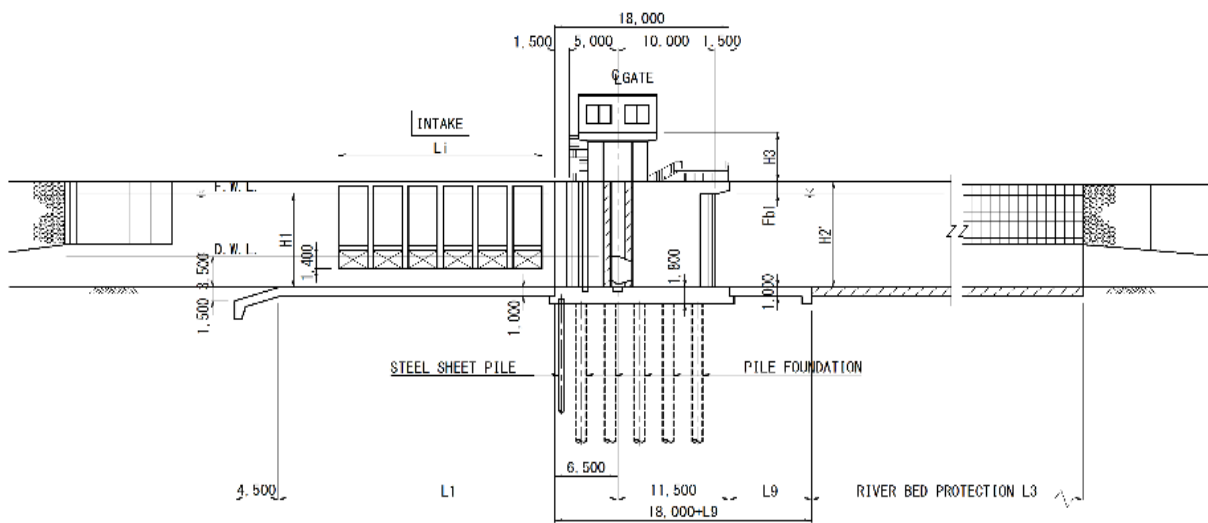


図 4.3.10 堰の標準断面図 (KT-3 地区取水工の例)

出典：JICA 調査団

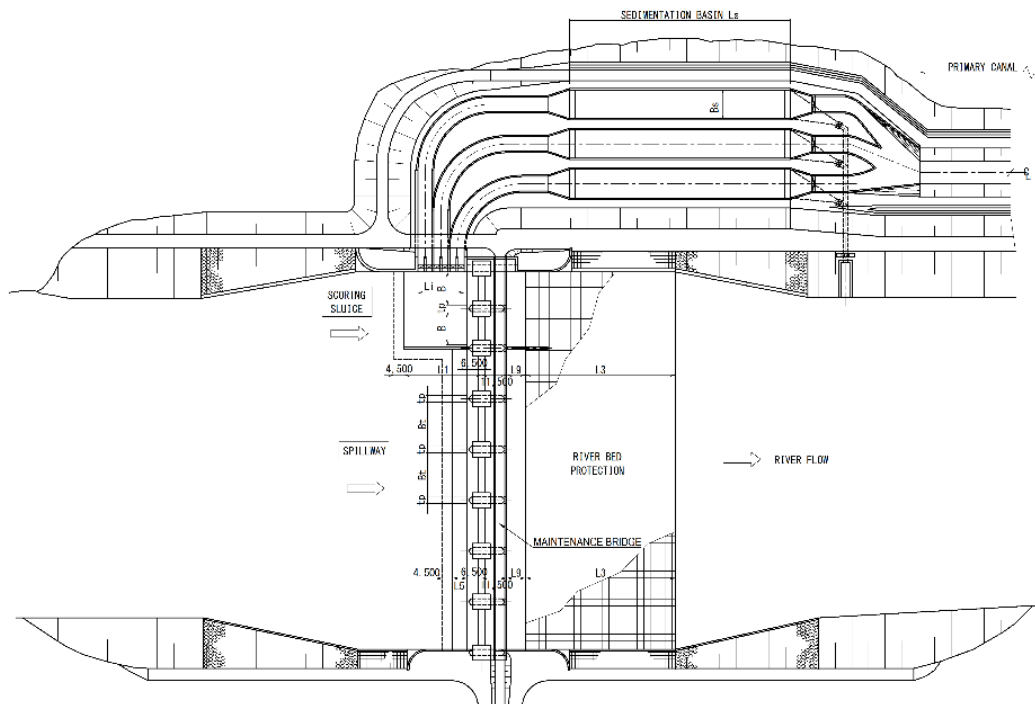


図 4.3.11 堰の一般平面図 (KT-3 地区取水工の例)

出典：JICA 調査団

2) 幹線水路の基本設計

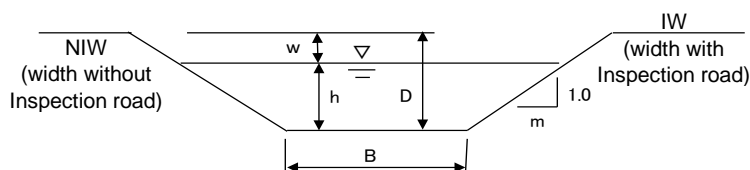
幹線水路は計画灌漑用水量を取水堰地点から受益地まで送水できるように計画される。長大な水路の効率的建設費の観点から台形断面の土水路が選定される。また、水路の縦断および横断面は灌漑計画の標準水路設計に準じた計画とする (KP-03, MPWH 2013)。

設計基準 KP-03 (MPWH 2013) を参照して、表 4.3.17 に示す幹線水路の横断面の基本パラメータを決定する。KT-3 における水路勾配は、設計基準 KP-03 での標準値に対しわずかに緩勾配側で選定されている。これは、水路勾配をより急勾配の標準値にとった場合、水源となる取水計画地点が、Antan 支川と Kelinjau 川との合流点のさらに上流となるため、十分な水源量が得られる流域面積の確保が困難となるためである (図 4.3.8 参照)。

表 4.3.17 Kalimantan Timur における幹線水路の設計諸元 (基本設計レベル)

DI Name	Design Discharge	Strickler roughness Coefficient	Water Depth	Free board	Total Height	Side Slope	Ratio B/h	Bed Width	Levee Width		Bed Gradient	Velocity	
	Q	K (1/n)	h	w	D	1:m	n	B	IW	NIW	S	V	
	m ³ /s	m ^{1/3} /s	m	m	m	-	-	m	m	m	-	m/s	
KT-2	45.14	45.0	2.33	1.00	3.33	2.00	9.90	23.00	5.00	3.50	1/9,900	0.701	
KT-31&32	Primary	17.44	45.0	2.02	1.00	3.02	2.00	5.25	10.60	5.00	3.50	1/10,000	0.591
	Primary1	8.50	42.5	1.83	0.75	2.58	1.50	3.56	6.50	5.00	2.00	1/10,000	0.504
	Primary2	8.94	42.5	1.70	0.75	2.45	1.50	3.71	6.30	5.00	2.00	1/6,600	0.594
KT-4	9.51	40.0	1.70	0.75	2.45	1.50	3.80	6.50	5.00	2.00	1/6,100	0.620	
Remarks		KP-03 Table3-1	KP-03 3.3.1 b/h ≥ 10, Table3-5	D = h+w	KP-03 3.3.2 Sandy loam	KP-03 Figure A.2.1			Pavement with 3.0m				

出典：JICA 調査団 (KP-3、MPWH2013 を参照)



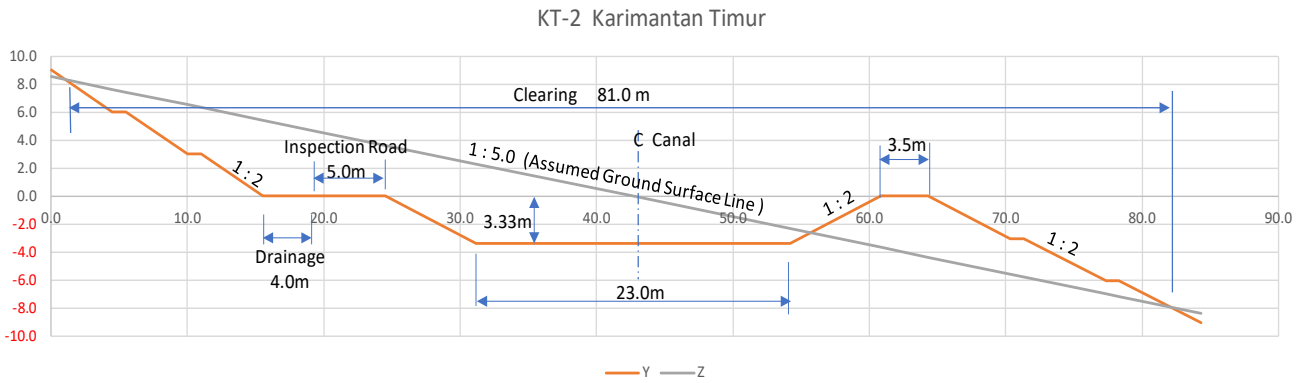


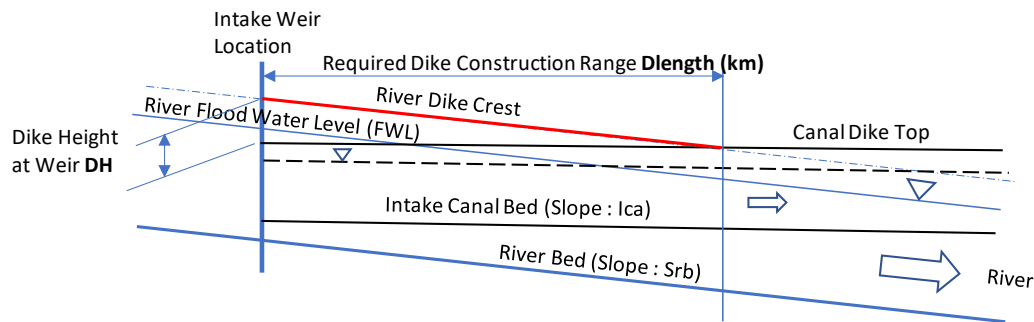
図 4.3.12 幹線水路標準断面図 (DI KT-2)
出典：JICA 調査団

取水堰から下流の、幹線水路のある区間においては、幹線水路両肩部のてんば高より洪水の方が高くなる。この区間においては、幹線水路を河川洪水による損傷を防止するための堤防を併設する必要がある。洪水防御堤防の必要な建設区間長は河川勾配、洪水水深 (W=1/25)、幹線水路の勾配、幹線水路の高さから下表のように求められる。

表 4.3.18 洪水防御のための幹線水路洪水防御堤防の基本設計

DI Name	Flood water level (1/25) at weir	Freeboard for flood dike	River dike crest elevation at weir	Riverbed slope	Intake water level at weir	Free board pf canal	Canal dike elevation at weir	Required dike height at weir	Canal bed slope	Required dike length
	FWL (m)	Fbr (m)	Dike EL (m)	Srb	IWK (m)	D (m)	CLE (m)	DH (m)	Ica	Dlen (km)
KT-2	47.9	1.2	49.1	1/1,400	38.50	1.00	39.50	9.60	1/9,900	15.7
KT-3	34.9	1.0	35.9	1/2,500	27.60	1.00	28.60	7.30	1/10,000	24.3
KT-4	54.5	1.0	55.5	1/800	52.80	0.75	53.55	1.95	1/6,100	1.8

出典：JICA 調査団 (KP-3、MPWH2013 を参照)



3) 灌漑水路ネットワークの計画

インドネシアにおける水路ネットワーク計画には、一般的に幹線水路、二次水路および三次水路が含まれる。幹線水路は、取水地点から受益地の始点まで、さらには受益地終点付近までに灌漑水を送水する水路である。そして二次水路は幹線水路から分岐し、低位標高部に広がっている受益地に灌漑水を配水する水路である。さらに農民が灌漑水を利用できるように水路を接続展開したものが三次水路である。

幹線水路の配置は、地形条件によってほぼ決定される。すなわち、水路は受益地の最も高いカ所を通るように配置する必要がある。したが、幹線水路はほとんどの場合、河川から遠く離れて配置される。次に、幹線水路から分岐し、より低い標高方向、すなわち多くの場合は河川の方方向に向かう、多くの二次水路が配置される。三次水路は二次水路から分岐し、再び標高の低い方向に向けて配置される。

インドネシアでは、標準的な三次水路は 100 ha の受益地域を灌漑するように設計されており、これは他のアジア諸国の慣行に比べ比較的広い配置となる。例えば、ミャンマーでは 100 エーカー (40ha)、フィリピンでは 50ha に一本の三次水路が配置されている。他方、二次水路については、インドネシアでは 1 つの二次水路による標準的な受益面積は定義されておらず、また他のアジア諸国でも定義されていない。したがって、中部ジャワ州と南スラウェシ州の既存の灌漑スキームの例を参照し (表 4.3.19 参照)、これらの標準的な事例から、平均して各々の二次水路に 1,000ha の受益地を割り当てることとする。

表 4.3.19 中部ジャワ州と南スラウェシ州の二次水路の典型的な例

Particulars	Central Java Province			South Sulawesi Province			
	SIDOREJO	SEDADI	KLAMBU-KIRI	Kelara Karraloe	Bantimurung	Lamasi	Kalaena
Farmland Area (ha)	7,938	16,055	20,709	7,815	6,513	11,456	16,946
No. of Secondary Canals	8	8	4	3	6	11	3
Av. Area of Secondary C	992	2,007	5,177	2,605*	1,086	1,041	5,649
*No. of Tertiary Canals	63	63	110	51	58	235	102
Av. Area of Tertiary Canals	126	255	188	153	112	49	166

*注：Klambu-Kiri と Kelara Karraloe の平均面積は、5,000ha を超える非常に大きなもので、二次水路の下流に第二の二次水路があることから、これら 2 つのスキームの面積は参照しない。

出典：BBWS Pemali Juana (中部ジャワ州)、Pompengan Jeneberang (南スラウェシ州)

一つの二次水路に 1,000ha の受益面積を割り当てた場合の二次水路の数量を、また各 100ha に割り当てられる三次水路の数量をあわせて表 4.3.20 に示す。あわせて、KT-31 と KT-32 の水路ネットワークを一例として図 4.3.13 に示す。表 4.3.20 には、1.75ha³の農地が入植者に与えられるという政府の再定住ガイドラインに基づく受益農民の入植予想数も示す。3 つのスキームでは、計 69 の二次水路と 676 の三次水路にて農地を灌漑し、約 38,000 人の農民の入植が想定される。

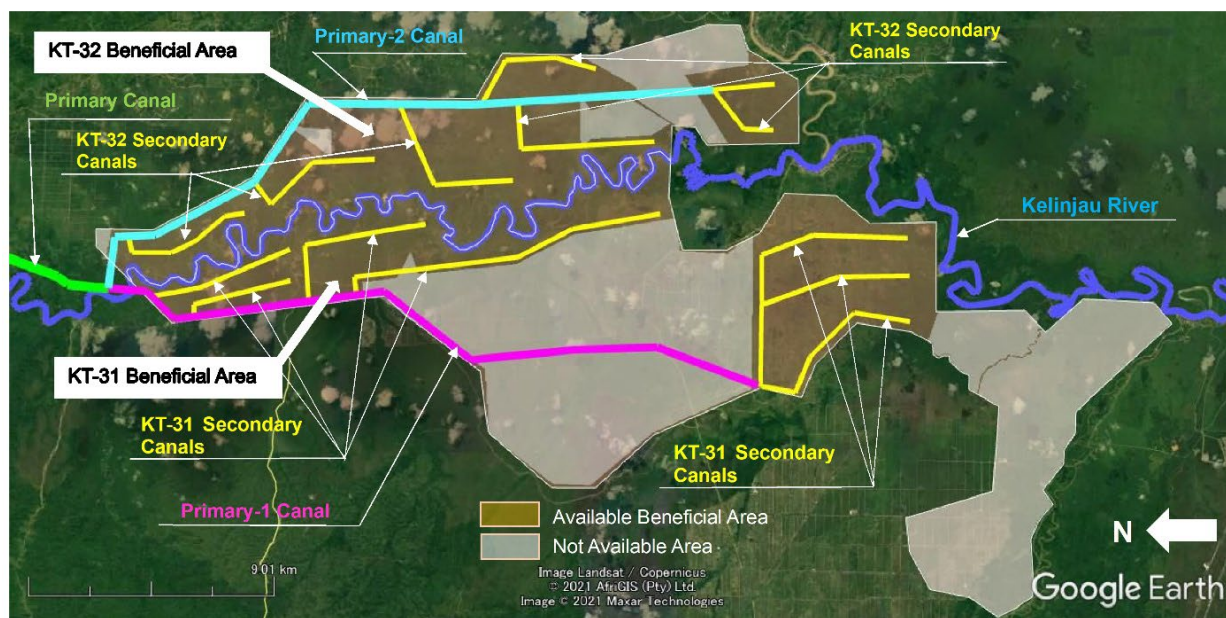


図 4.3.13 幹線水路と二次水路の水路ネットワーク (DI KT-31 & KT-32)

出典：JICA 調査団

³ Bab XVII:Transmigrasi-Bappenas, and Rukmadi(1984 : 67)によると、農民の移住者は少なくとも 2ha の土地を取得する権利があり、その利用は家屋と敷地に 0.25 (1/4) ha、耕作地や水田に 1.75 (3/4) ha が割り当てられる。

表 4.3.20 水路ネットワークの設定と受益農民の予想数

Irrigation Scheme	Gross Area, ha	Net Area, ha	No. of Secondary	No. of Tertiary	No. of Farmers
KT-2	36,341	32,707	33	328	18,690
KT-31&32	14,903	13,413	14	135	7,665
KT-31	7,266	6,540	7	66	3,737
KT-32	7,637	6,873	7	69	3,927
KT-4	8,662	7,796	8	78	4,455
Total	59,906	53,915	55	541	30,810

出典： JICA 調査団

4.4 事業費概算、実施計画、事業評価

4.4.1 事業費積算

東カリマンタン州で開発優先地区とされた KT-2、KT-31、KT-32 および KT-4 (純灌漑面積 53,915 ha) は、現在多くが森林や低木地となっている。なお、一部が許可を得て栽培されているパームヤシやサトウキビなどのプランテーション地域や保護林となっているが、これらは全て灌漑可能面積から除外している。当該地域における灌漑地区開発には、水田の新規開拓が必要であり、それらには 5%以上の傾斜地における棚田化も含まれる。

以上のことから、東カリマンタン州の対象地区の開発には、既存天水水田を対象とした新規灌漑施設の整備を行う場合と比して、多くの工事費が必要となる。同様に、開拓や水田開発が不要である通常の灌漑整備工事と比べて、事業の実施期間が長期化する。

水資源総局は前期 5 年計画の期間 (2014 年から 2019 年) において、百万 ha の新規灌漑地区開発を完了している。これには表流水灌漑地区と低湿地の潮汐灌漑地区が含まれ、総事業費は 29.6 兆 Rs である。東カリマンタン州の対象地区は新規灌漑開発地区であるため、最も高い開発単価である 108 百万 Rs/ha を採用する。この開発単価に加え、関連費として下記の通り開発単価の一部の費用として追加計上する。表 4.4.1 にそれぞれの費用を示す。

- 1) 開発単価： 108,001 千 Rs/ha
- 2) 土地収用／開発： 開発単価の 20%
- 3) 調査設計： 開発単価、土地収用／開発費の和の 10%
- 4) 事務費： 開発単価、土地収用／開発、調査設計費の和の 5%
- 5) 物理的予備費： 開発単価、土地収用／開発、調査設計費の和の 5%
- 6) 予備費 (物価上昇)： 開発単価、土地収用／開発、調査設計費の和の 5%

上記により東カリマンタン州の対象地区の総開発単価は 164 百万 Rs/ha (11,714 \$/ha) となる。純開発面積が 53,915 ha であることから、新規灌漑地区の総開発費は 8,842 十億 Rs (632 百万 US\$) となる。

表 4.4.1 東カリマンタン州の開発単価の推定

	Particulars	Cost, thousand Rs/ha	Multiplier	Remarks
1	Unit Development Cost (original)	108,001	-	Refer to Figure 2.4.1
2	Land Acquisition/Development	21,600	20%	Against above No.1
3	Survey and Design	12,960	10%	Against above sum No.1- No.2
4	Administration, etc.	7,128	5%	Against above sum No.1- No.3
5	Contingency (Physical)	7,128	5%	Against above sum No.1- No.3
6	Contingency (Price Inflation)	7,128	5%	Against above sum No.1- No.3
7	Total of above	163,946	152%	Sum of No.1-6
8	Say (thousand Rs/ha)	164,000	152%	Rounded up

	Particulars	Cost, thousand Rs/ha	Multiplier	Remarks
9	@14000	11,714	\$/ha	
10	Total Net Irrigation Area (ha)	53,915	ha	Net irrigable area
11	Total Cost in Rs	8,842 billion Rs		Whole project cost for 68,493 ha
12	Total Cost in US\$ (@14,000)	632 million US\$		Whole project cost for 68,493 ha

出典：開発単価は DGWR による。その他は JICA 調査団による推定。

4.4.2 実施工程

ある開発事業にかかる工事期間は開発規模により決定される。すなわち、開発規模が大きいほど、より長期の工事期間が必要となる。しかしながら、新規灌漑開発事業では、可能な限り早期に開発効果を発現させ受益者の裨益を早めるため、開発期間が 5 年に設定されることが多い。また、便益の発生が早ければ、大きな事業効果が得られるため、経済面からも短期での工事期間が求められる。

東カリマンタン州の対象地区は開発規模が約 50,000 ha を上回り、非常に大きい上、土地の開拓と水田の整備が必要である。このような大規模開発においては長期の工事期間が必須となるため、一般的に採用される 5 年より長い 8 年の実施期間を提案する。最初の 2 年間に土地収用と並行して調査・設計を完了した後、3 年目より工事を開始する。工事は 8 年目の末までに完了し、9 年目よりコメの作付が開始される工程を提案する（表 2.4.2 参照）。

表 4.4.2 事業実施スケジュール（8 年工期）

Construction Year	1	2	3	4	5	6	7	8	-	-	-	-	-	Remarks
Benefit Year	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Survey & Design														
Construction														
Construction for Upstream Parts														
Construction for Midstream Parts														
Construction for Downstream Parts														
Land Acquisition														

出典：JICA 調査団

工事期間中、例えば 6 年目に上流部分の灌漑を開始し、7 年目に中流部の通水を開始するなど、一部施設の稼働を開始することも検討できる。しかしながら、本調査では、事業実施スケジュールを単純にするため、工期中の部分稼働の開始については考慮しない。したがって、コメの作付は全受益面積 53,915 ha において、9 年目から開始することを想定する。

4.4.3 事業の経済性評価

事業の経済性評価では、プロジェクトを実施することによって得られるプロジェクトの便益と、プロジェクトの実施に必要なコストを比較する。以下では、事業の実施によって得られる便益、および EIRR で表される経済的リターン等について述べる（なお、事業評価の前提条件については、前出 2.4.3 を参照）。

1) 期待される便益と検討ケース

経済効果の算定にあたっては、灌漑農地での作物栽培開始後の作付面積の増加、水稻の収量増加による便益を考慮する。灌漑農地での作物栽培開始後、水稻の収量が増加する場合の効果、事業対象地域で展開される農業の将来像に応じて、以下の 2 つの評価ケースで検討する（表 4.4.3 参照）。

表 4.4.3 事業評価にて考慮する2つのケース（東カリマンタン州）

ケース	シナリオ	考慮する効果
Case 0	ベースケース	便益は灌漑農地の開発による新規作付けによるコメの生産、また反収は慣行農業が実施された場合の増収を考慮する。
Case 1	代替シナリオ (反収の将来増は無し)	便益は灌漑農地の開発による新規作付けによるコメの生産とし、経年的な増収（反収の増）は見込まない。すなわち、周辺で営まれている営農と同様の反収が将来ともに継続すると仮定する。

出典：JICA 調査団

基本シナリオ（ケース0）では、灌漑可能地域の拡大効果と、優良種子や肥料の投入によって慣行農業レベルまでの収量が増加するといった効果の双方を考慮している。代替シナリオ（ケース1）では、当初期待された収量を確保した上で、灌漑可能地域の開墾に対する効果のみを考慮した評価ケースとする。すなわち、代替シナリオでは、研究開発や普及サービスの停滞などの外的要因により、収量が期待通りに増加しないことを想定している。このシナリオでは、当初の反収が将来も継続することを想定している。

2) 事業便益の算出と経済への換算

事業評価にあたっては、1) コメの基本反収と目標反収は東カリマンタン州のBPS-Statistics, 2015-2018（詳細は4.2章参照）を参照し、あわせて2) コメの価格はBPS 東カリマンタン州の価格モニタリング結果（2018-2020）を参照する（表4.4.4と表4.4.5を参照）。

表 4.4.4 基本反収と目標反収（東カリマンタン州）

Irrigation Scheme	Type	Service Area (Ha)	Base Yield (t/ha)	Paddy Rice					
				Years after Project has been started (till 35 years)					
				(1 st ~8 th)	(9 th)	(10 th)	(11 th)	(12 th)	(13 th)
DI KT-2	New Development	32,707	4.69	0	1.56	3.13	4.69	4.71	4.72
DI KT-31		6,540	4.74	0	1.58	3.16	4.74	4.76	4.77
DI KT-32		6,873	4.74	0	1.58	3.16	4.74	4.76	4.77
DI KT-4		7,796	4.23	0	1.41	2.82	4.23	4.25	4.26
All East Kalimantan		53,915	4.64	0	1.54	3.09	4.64	4.66	4.67

出典：JICA 調査団

備考：基本反収と目標反収は Kabupaten 単位の反収を基に、灌漑地区の面積の大きさによって平均化して求めている。

表 4.4.5 事業評価便益算定に用いるコメの価格（東カリマンタン州）

Months and Average	Paddy Rice			
	2018	2019	2020	Average
January	5,810	6,000	-	5,905
February	5,550	6,015	-	5,783
March	5,488	5,717	-	5,602
April	4,783	5,463	-	5,123
May	4,888	5,147	-	5,017
June	4,981	5,229	-	5,105
July	4,862	5,671	-	5,266
August	4,977	5,520	-	5,248
September	5,150	5,257	-	5,204
October	5,069	5,533	-	5,301
November	5,731	5,692	-	5,712
December	5,871	5,914	-	5,893
Average	5,263	5,597	-	5,430
In Economic Price (x 0.9)				5,037
Rounded				5,040

出典：Results of price monitoring by BPS Kalimantan East Province (2018-2020)

BPS「湿地水稻の1ha当たり作期別生産額および生産費2017」に示される比率を参照し、単位面積あたりの営農コストを推計する。これは、収量水準に応じて農業コストが比例的に増加することを意味する。表4.4.6にコメに関する基準収量における代表的な営農コストを示す。

表 4.4.6 コメに係る営農コストの算定（東カリマンタン州）

Item	(Wetland) Paddy	
	Financial	Economic
Standard Profit Ratio per Revenue	0.31	0.71
Standard Cost Ratio per Revenue	0.69	0.29
Base Yield per Ha (ton per ha)	4.64	4.64
The Local Prices of Paddy and Maize (IDR per kg)	5,597	5,040
Estimated Revenue per ha (000' IDR per ha)	25,970	23,386
Estimated Cost per ha (000' IDR per ha)	17,919	6,782
Estimated Profit per ha (000' IDR per ha)	8,051	16,604

出典：JICA 調査団、BPS, “Value of Production and Cost of Production per Planting Season per Hectare of Wetland Paddy and Maize 2017”

作物別の目標耕作面積は、対象灌漑地区の土地利用計画および作付パターンに沿って設定している（詳細は 4.2 章を参照）。事業実施により開発される灌漑地区では、基準年から 35 年目まで水稲の生産を通じて便益が得られると想定する。

3) 事業コストの経済価格換算

事業評価においては、事業コストは標準的な換算係数（0.9）を適用して経済価格に変換する。将来の価格上昇に不確実性があるため、経済分析では価格上昇は考慮しない。表 4.4.7 に経済評価で用いる換算後の経済コストを示す。

表 4.4.7 建設コストと O&M コストおよび経済価格（東カリマンタン州）

No.	Particulars	Cost, thousand Rs/ha	Multiplier	Remarks
1	Unit Development Cost (original)	108,001	-	Refer to Figure 2.4.1
2	Land Acquisition/Development	21,600	20%	Against above No.1
3	Survey and Design	12,960	10%	Against above sum No.1- No.2
4	Administration, etc.	7,128	5%	Against above sum No.1- No.3
5	Contingency (Physical)	7,128	5%	Against above sum No.1- No.3
6	Contingency (Price Inflation)	7,128	5%	Against above sum No.1- No.3
7	Total of above	163,946	152%	Sum of No.1-6
8	Total without Price Contingency	156,818	145%	Deduction of No.6 from No.7
9	Unit Economic Development Cost	141,136	130%	No. 8 x 0.9
10	Total Net Irrigation Area (ha)	53,915	ha	Net irrigable area
11	Total Financial Cost in Rs	8,455 billion Rs		Whole project cost for 53,915 ha
12	Total Economic Cost in Rs (x 0.9)	7,609 billion Rs		Whole project cost for 53,915 ha
13	Unit O&M Cost per ha	500		Suggested O&M cost by AKNOP
14	O&M Cost in Rs	26,958 million Rs		Whole O&M cost for 53,915 ha
15	Economic O&M Cost in Rs (x 0.9)	24,262 million Rs		Whole O&M cost for 53,915 ha

出典：建設に関する事業単価は水資源総局、他は JICA 調査団

4) 事業評価結果

本事業の経済的妥当性を検討するため、EIRR、B/C、NPV を算出した。基本シナリオ（ケース 0）の EIRR は 13.62%、B/C は 1.50、また NPV は 2,594,162 百万 IDR である。反収の増加を考慮しない代替シナリオ（ケース 1）では、EIRR が 13.47%、B/C が 1.47、NPV で 2,448,455 百万 IDR と算出された（表 4.4.8 参照）。この評価結果によれば、基本シナリオでは EIRR（13.62%）が資本の機会費用（10.0%）を上回っている。また、代替シナリオ（EIRR：13.47%）でも機会費用を上回っており、経済的実現可能性があると判断される。

表 4.4.8 東カリマンタン州の新規灌漑地区に係る事業評価結果

Particulars	Case 0	Case 1 (no yield increase)
EIRR, %	13.62	13.47
B/C Ratio	1.50	1.47
NPV, million IDR	2,594,162	2,448,455

出典：JICA 調査団

第5章 プレフィージビリティ調査：スラウェシ島・南スラウェシ州

本章では、4箇所 の優先灌漑開発地区の中から南スラウェシ州を対象とし、Pre-FS の検討を行った結果を報告する。具体的には、土地・水資源のポテンシャルや農業の観点から、既存灌漑施設の改修により灌漑可能面積や作付率を拡大できる可能性につき検討し、さらに灌漑施設改修に係る費用・便益試算を行い、経済分析までを実施した。

5.1 改修対象地区の特性

5.1.1 地理特性

南スラウェシ州（Sulawesi Selatan Province）はスラウェシ島の南部に広がる州で、州面積が46,717.48km²、北に中部スラウェシ州と西スラウェシ州、東側に Bone 湾、西側に Makassar 海峡、南に Flores 海に州境を持つ。スラウェシ島で最も人口の多い州であり、2010年の国勢調査結果ではスラウェシ島全体の46%に相当する8,032,551人が居住していると報告されている（BPS 統計によれば2019年時の人口は8,851,200人にまで増加したと推定されている）。

優先開発地区の位置する流域管理局（BBWS）はPompengan Jeneberangが該当し、水資源開発、灌漑開発および施設管理を担当している。BBWS Pompengan Jeneberangの本部はMakassar市に位置するが、図5.1.1の右図に示すとおり南スラウェシ州はいくつかの流域界に分かれており、流域管理局はこれらの流域をまとめて統括している。

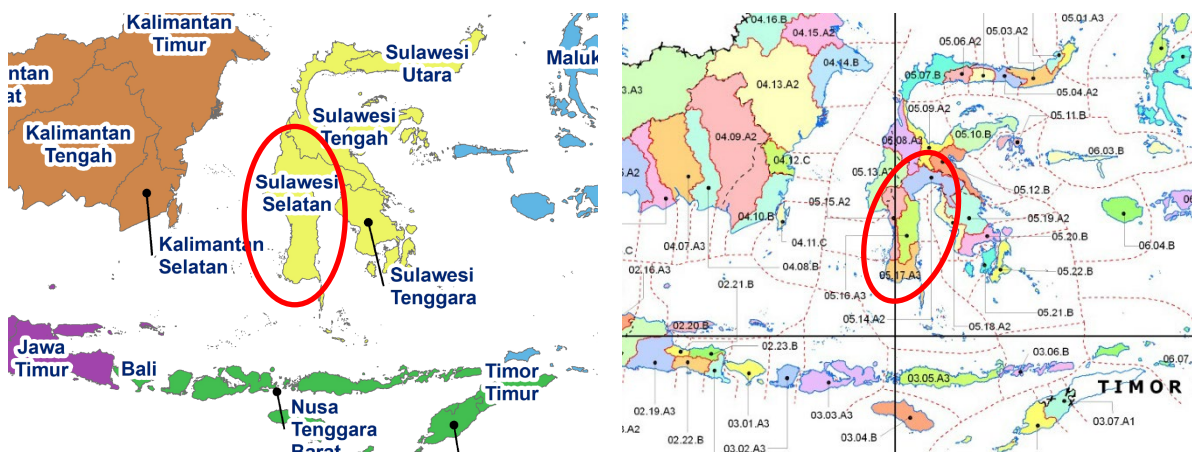


図 5.1.1 スラウェシ島の州域および流域境界図（赤丸は開発対象地区を含むエリアを示す）

出典：Directorate General of Water Resources

南スラウェシ州の経済は、農業、漁業、そして鉱業（金、マグネシウム、鉄等）により成り立っている。2017年には610万トンもの米を生産しており（BPS, 2018）、地元での消費に加え、島の東部地域への流通、さらにはマレーシア、フィリピン、パプアニューギニアへの輸出も行われているなど穀倉地帯の一つである。本章で実施するPre-FSの候補地となるBone地区とLuwu地区は同州の中で最もコメの生産量が多い地区である。

JICA調査団はBBWS Pompengan Jeneberang事務所に連絡を取り、灌漑施設改修および近代化を実施する必要がある灌漑地区のリストを入手した。さらにBBWS事務所やDILL本部との協議を通じて、改修候補地の絞り込みを行った。その後、JICA調査団は灌漑地区の現状を確認するため、BBWS職員同行のもと、現地調査を実施した。

BBWSから提供された灌漑改修計画のうち、世銀やADBが資金提供する灌漑計画地区をPre-

FS の調査対象から外し、かつほとんどの灌漑地区で大規模な改修を行っていない現状を鑑みて、近代化よりも施設改修を優先することとし、州南部に3つ、北部に2つ、計5つの灌漑地区を選定した（表 5.1.1 および図 5.1.2 を参照）。

表 5.1.1 Pre-FS 調査対象灌漑地区の受益面積

No.	Scheme Name	Beneficial Area, ha
1	Kelara-Karalloe	10,000
2	Leko Pancing	3,626
3	Bantimurung	6,513
4	Lamasi	11,506
5	Kalaena	18,184

注：番号は右図に示される位置を表す。

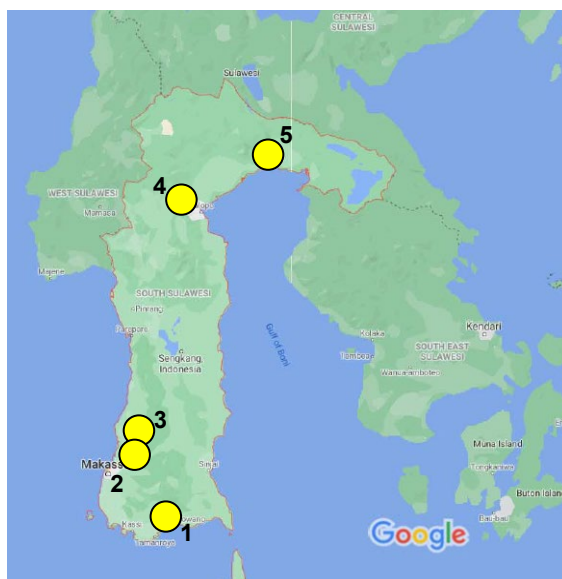


図 5.1.2 改修対象の灌漑地区位置図

出典：BBWS 及び JICA 調査団（基図：Google）

5.1.2 降水量と河川流量

本節では、改修対象となる灌漑地区に関する流域の水源量を推定するための基礎資料として、それぞれの流域における降雨量と河川流量を整理する。流域は既存の堰の位置を起点とし、BIG が提供する DEMNAS データに基づき設定した。図 5.1.3 と図 5.1.4 に各灌漑地区の流域位置図を、表 5.1.2 に流域面積を整理する。

対象となる受益地とその流域は、Lamasi 地区と Kalaena 地区の灌漑地区では WS Pompengan Larona に、Kallaroe 地区、Leko Pancing 地区、Bantimurung 地区は WS Jeneberang に属している。なお、Kerala-Karalloe 地区に水を供給するために2つの分水堰があり、Karalloe 地区の流域にはダムの建設計画がある。図 5.1.3 および図 5.1.4 に、降雨量、流量観測所の位置を示す。Kelara-Karalloe 地区と Lamasi 地区については、水源となる河川に流量観測所が存在しないため、最も近い流量観測所（Kelara Karalloe 地区では Papa-Bontocinde 観測所、Lamasi 地区では Kanjiro-Pompalangit 観測所）を参考に流量の推定を行った。

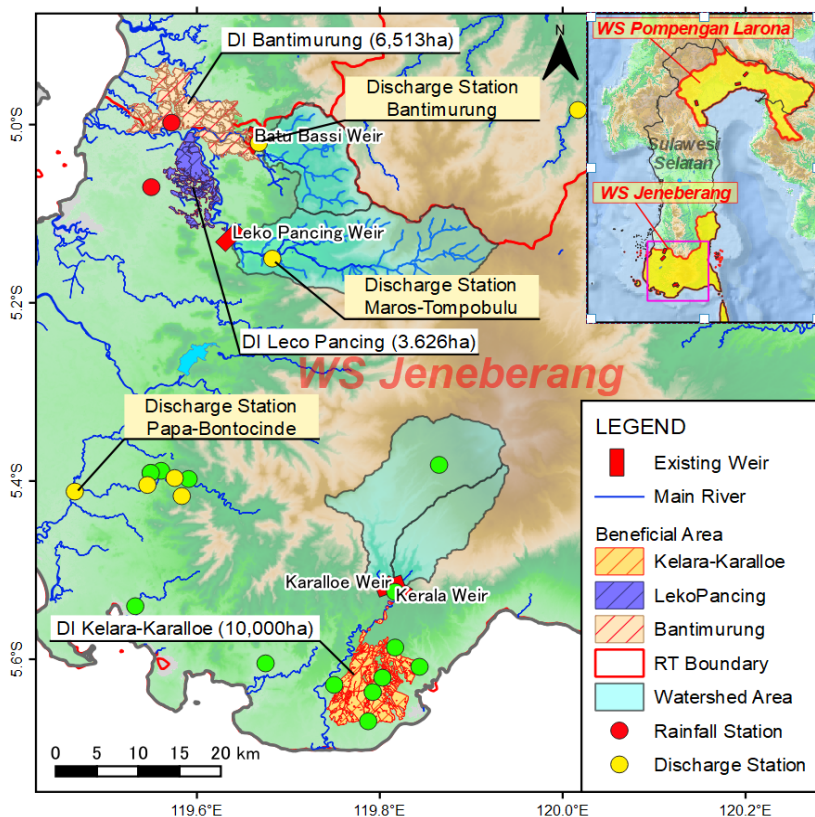


図 5.1.3 対象地区の流域図、降水量及び流量観測所位置図 (WS Jeneberang)

出典：JICA 調査団

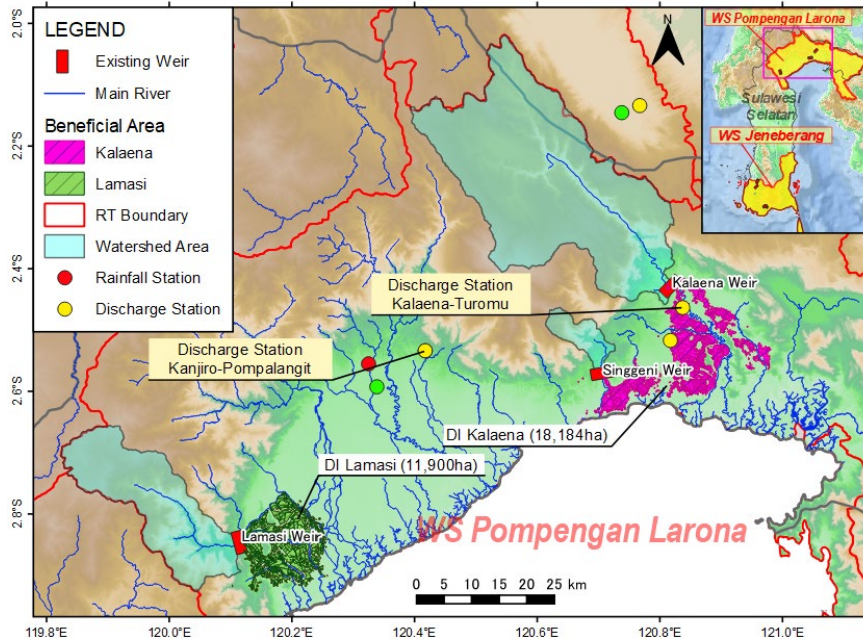


図 5.1.4 対象地区の流域図、降水量及び流量観測所位置図 (WS Pompengan Larona)

出典：JICA 調査団

表 5.1.2 改修対象灌漑地区名および流域面積

Scheme Name	Area, km ²	Remarks	Scheme Name	Area, km ²	Remarks
Kelara-Karalloe	281	Total area of WS Kelara & WS Karalloe	Lamasi	399	
Leko Pancing	278		Kalaena	1,062	
Bantimurung	111		Singgeni	62	Supplemental water resource on DI Karaena

出典：JICA 調査団

1) 降水量

平年時の降水量 (Pave) および 80%確率降水量 (5年確率渇水年降水量、P80%) を下表に整理する。年平均降水量は南スラウェシ州南部と北部で大きく異なり、南部 (WS Jeneberang) では 1,650mm/年から 2,050mm/年、北部 (WS Pompengan Larona) では 2,750mm/年から 3,200mm/年程である。降水パターンも北部と南部で大きく異なり、南部 (WS Jeneberang) では乾季 (7月から10月まで) と雨季 (11月から3月まで) がはっきりしているモンスーン型であるのに対し、北部 (WS Pompengan Larona) では乾季にもある程度の降水が確認される赤道型に分類される降水パターンを示す。

表 5.1.3 対象流域の月間平均降水量 (Pave) (単位: mm)

Code	Name	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
5.14.A2	WS Pompengan Larona	409	371	312	287	242	220	177	150	158	196	286	391	3200
-	Lamasi	216	270	274	293	253	271	189	152	156	209	209	284	2775
-	Kalaena	208	282	297	307	281	270	203	160	165	217	224	263	2878
-	Singgeni*	225	312	308	318	329	312	225	191	191	256	236	287	3190
5.17.A3	WS Jeneberang	153	170	186	192	188	181	173	151	140	131	159	163	1987
-	Kerala	319	224	198	121	66	100	40	29	40	83	132	328	1679
-	Kallaloe	320	226	198	126	67	98	40	29	41	79	136	330	1689
-	Leco Pancing	347	264	219	143	70	99	41	29	43	82	19	342	1829
-	Bantimurung	355	310	232	158	88	115	62	48	62	106	172	356	2065

出典：JICA 調査団

表 5.1.4 対象流域の 80%確率降水量 (P80%) (単位: mm)

Code	Name	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
5.14.A2	WS Pompengan Larona	241	201	167	135	111	99	66	43	43	75	125	213	1519
-	Lamasi	153	186	195	205	176	191	106	64	70	87	117	190	1741
-	Kalaena	147	195	211	215	197	190	114	68	74	91	126	176	1803
-	Singgeni	159	216	219	223	230	220	126	81	85	107	133	192	1990
5.17.A3	WS Jeneberang	91	85	101	117	86	109	92	64	66	57	90	86	1046
-	Kerala	200	135	137	68	29	32	7	3	6	23	78	208	926
-	Kallaloe	202	136	137	70	29	32	7	3	6	22	80	209	933
-	Leco Pancing	243	169	145	95	40	34	9	4	7	28	85	240	1099
-	Bantimurung	246	218	154	104	49	54	15	7	8	40	96	272	1263

出典: JICA 調査団

2) 河川流量

BBWS Pompengan Jeneberang の管轄する改修対象の灌漑地区とその周辺の観測所における流量記録を基に、80%確率河川流量 (Q80%) を算出した。Kalaena 地区、Leco Pancing 地区、Bantimurung 地区については、水源となる河川の流量記録から月別の 80%確率河川流量を算定した。一方、Lamasi 地区、Kelara Karalloe 地区については、水源となる河川上に観測所が存在しないため、近隣の観測所を用いて流量を推定している。

80%超過確率の月別河川流量を表 5.1.5 に示す。流量の分布は、降雨量分布の傾向と同様であり、州南部の Kerala-Karalloe 地区、Leco Pancing 地区、Bantimurung 地区のモンスーン型と州北部の Lamasi 地区、Kalaena 地区の赤道型の 2 種類に分類される。図 5.1.5 に分布パターンの違いを示すが、州北部の WS Karaena 流域の流量は、州南部の WS Kelara Karalloe 流域の流量と比較して、特に 5月から 11月の乾季に大きな差があることが確認される。

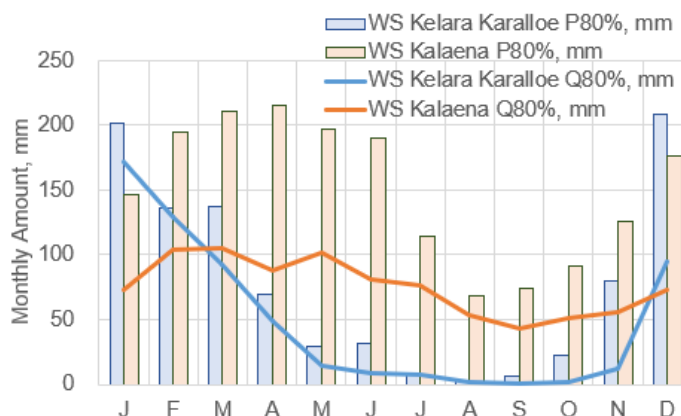


図 5.1.5 改修候補地区の月別降水量 (P80%) と流量 (Q80%)

出典: JICA 調査団

表 5.1.5 各改修候補地区の月別 80%確率流量 (Q80%) (単位: m³/s)

DI Name	Area, km ²	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Lamasi	399	24.5	25.3	31.2	25.1	21.7	18.0	16.2	10.5	8.9	9.0	12.4	24.7
Kalaena	1,062	29.0	45.5	41.5	36.2	40.5	33.3	30.4	21.4	17.7	20.2	23.0	28.9
Kerala-Karalloe	211	18.0	15.0	9.7	5.3	1.5	1.0	0.8	0.2	0.1	0.2	1.3	10.0
Leco Pancing	278	34.2	19.1	19.9	12.0	8.0	4.9	2.5	1.3	0.9	1.5	3.1	17.4
Bantimurung	111	13.6	7.6	7.9	4.8	3.2	2.0	1.0	0.5	0.4	0.6	1.2	6.9

出典: JICA 調査団

5.1.3 南スラウェシ州の土地利用および農業現況

南スラウェシ州の農業は最も重要な産業部門として位置付けられており、2018 年時点の名目 GRDP の 22.5%が農業部門からの貢献である¹。食用作物の栽培は主に湿地での水田でなされてお

¹ BPS-Statistics of Sulawesi Selatan Province, Sulawesi Selatan in Figures, 2019

り、トウモロコシやキャッサバもパラウィジャとして栽培されている。また、南スラウェシ州では、ココア、ココヤシ、コーヒーなどのエステート作物も広く栽培されている。以下に、南スラウェシ州全体と、既存灌漑地区（DI Kelara Karraloe、DI Lekopancing、DI Bantimurung、DI Lamasi、DI Kalaena）が位置する4つのKabupaten（Jeneponto、Maros、Luwu、Luwu Timur）の農業について概説する。

1) 農業土地利用

表 5.1.6 に南スラウェシ州全体と既存灌漑地区が位置する4つのKabupatenの農業土地利用を示す。2015年時点において、南スラウェシ州には134万haの農地があり、そのうち約半数の47%（63万ha）が湿地に分類される。水稲とパラウィジャはこの湿地で栽培されており、そのうち61%（38万ha）が灌漑農地に分類される。Kabupaten別に見ると、LuwuとLuwu Timurにおいて灌漑整備が進展しており、それぞれ88%と95%が灌漑農地となっている。なお、JanepontoおよびMarosについても州平均より高くそれぞれ68%と63%が灌漑農地となっている。

表 5.1.6 南スラウェシ州および関係する4つのKabupatenの農業土地利用(2015)、単位：1,000 ha

Kabupaten	Wetland (湿地帯)			Agricultural dryland (畑地)				Total
	Irrigation	Non-irrigation	Sub-total	Dry field/ Garden	Unirrigated/ Shifting cultivation	Temporarily unused	Sub-total	
Janeponto	11.5	5.4	16.8	36.0	1.0	0.0	37.1	53.9
Maros	16.4	9.6	25.9	12.8	12.1	1.5	26.4	52.4
Luwu	32.7	4.4	37.0	29.0	3.4	11.8	44.1	81.2
Luwu Timur	21.6	1.3	22.9	31.3	10.5	1.2	43.0	65.9
南スラウェシ州	383.5	244.6	628.1	526.7	106.7	83.0	716.4	1,344.6

出典：Land Area by Utilization 2015 (BPS, 2016)

2) 稲作栽培

表 5.1.7 に2015年における水稲の収穫面積、収量、生産量を示す（なお、南スラウェシ州については2015年以降には水田の収穫面積、収量、生産量の統計データを更新していない）。収量については、MarosとLuwu Timurにおいて南スラウェシ州の平均（5.32t/ha）以上の収量を達成しているものの、JanepontoとLuwuの収量は低い値を示している。

表 5.1.7 南スラウェシ州および関係する4つのKabupatenの稲作栽培状況（収穫面積、単収、生産量）

Kabupaten	Harvested area (1,000 ha)	Yield (ton/ha)	Production (1,000 ton)
	2015	2015	2015
Janeponto	19.4	4.96	96.2
Maros	52.4	5.90	309.2
Luwu	61.9	4.93	305.2
Luwu Timur	37.6	5.56	209.2
南スラウェシ州	995.3	5.32	5,292.2

出典：Sulawesi Selatan Province in Figures (BPS-Statistics of Sulawesi Selatan Province 2018)

図 5.1.6 は、2015年時点の南スラウェシ州と4つのKabupatenの湿地水田の水稲作付率を示している。南スラウェシ州全体で見ると水稲作付率は164%であり、1年に複数回の稲作付けが広く行われていることが分かる。Janepontoを除く3つのKabupatenは、州全体の平均値よりも高く、

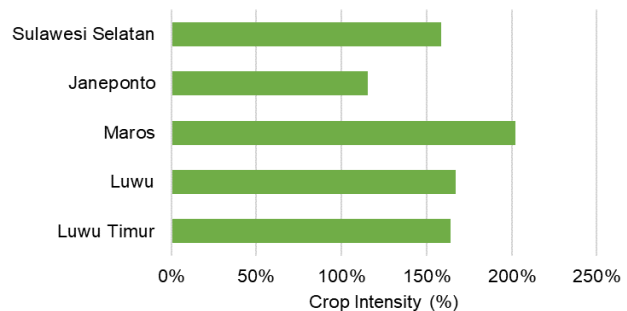


図 5.1.6 南スラウェシ州・関係県の稲作の作付け率(2015)
出典：BPS-Statistics of Sulawesi Selatan Province, 2016

なかでも Maros については作付率 200%を達成している。他方、Janeponto の作付率はわずか 115% であり、利用できる水が他の地区に比して少なく、結果、作付け率が低いことが推測される。

近年、インドネシアにおける改良米の生産と普及は目覚ましく、水稻の収量増加に大きく貢献している。図 5.1.7 は、2017 年時点における南スラウェシ州で栽培されているイネ品種のシェアを示している。同地域において最も使用されているイネ品種は Ciherang で 29.1% のシェアを占め、Cigeulis (21.6%) と Ciliwung (11.7%) がそのあとに続く。これらの上位 3 品種のうち、Ciherang と Cigeulis は 2000 年代にリリースされた高収量品種である。他方、Ciliwung (11.7%) は 1980 年代から使われている品種であり、以前として高いシェアを保っている。

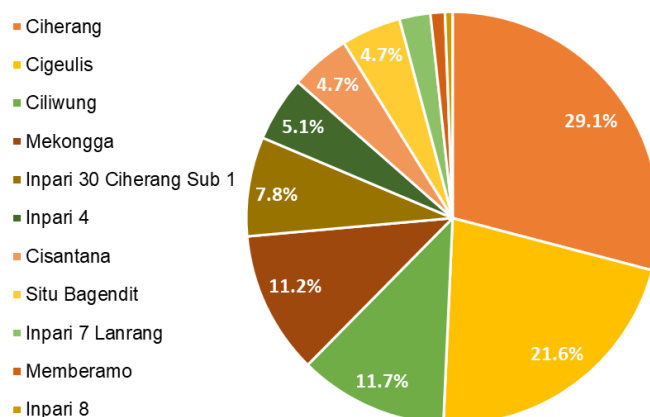


図 5.1.7 南スラウェシ州における稲品種の構成率 (2017)
 出典: Planted area of new superior paddy varieties year 2017 (Directorate of Seedling, Directorate General of Food Crops, Ministry of Agriculture, 2018)

3) パラウィジャ栽培

水稻の裏作であるパラウィジャの種類は、地域の作付体系によって異なっている。図 5.1.8 は、南スラウェシ州の上位 3 つのパラウィジャ作物の収穫面積を示している。南スラウェシ州において、最も作付面積が大きいのはトウモロコシであり 295,000ha となっている。2 位以降の作付面積は限定的であり、ダイズが 3.8 万 ha、キャッサバが 2.7 万 ha となっている。同州では灌漑整備の進展によりコメの作付率が 164%と高く、コメの 2 期作が湿地における作付けパターンの基本となっていることが分かる。

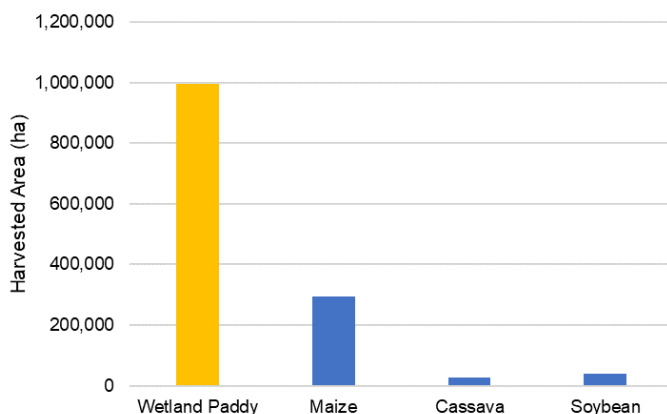


図 5.1.8 南スラウェシ州の上位 3 種のパラウィジャ作付面積 (2015)
 出典: BPS-Statistics of Sulawesi Selatan Province, 2016

4) 農業生産活動における課題

南スラウェシ州の農業は、GRDP の 22.5%を占める主要な産業部門である。同州では水田稲作が主要な栽培作物であり、灌漑開発の進展により高い水稻作付率を維持しており、近年の高収量イネ品種の戦略的導入により、生産量は着実に伸びている。

南スラウェシ州の農業労働人口には近年変化が見られている。図 5.1.9 に南スラウェシ州の過去 10 年間の農業労働

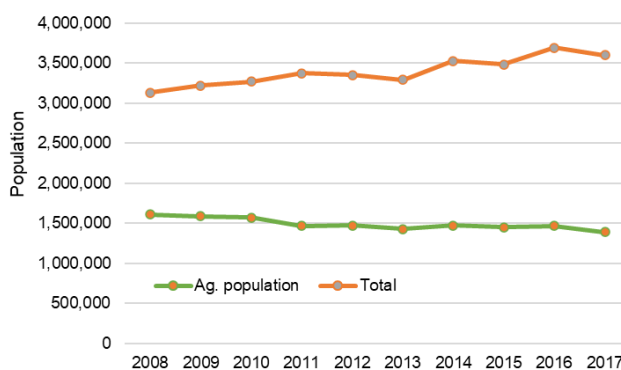


図 5.1.9 南スラウェシ州の農業労働人口推移
 出典: Statistical Yearbook of Indonesia 2008-2017 (BPS, 2008-2017)

人口の推移を示す。州全体の労働人口は10年間で堅調な増加を示しているものの、農業労働人口は減少傾向にある。例えば、2008年には総労働人口のおよそ半数（51%）が農業セクターに従事していたものの、2017年時点においては38%に減少している。

都市化の進展が進むにつれ、農業離れが進んでいることから、農業セクターにおける農業労働力の確保は課題となってくる。加えて、労働力の減少のみならず、農地の他用途転用も近年の課題となっており、食料安全保障の観点から既存水田の保護政策をとっていく必要がある。以下に考えられ得る課題を整理する。

- ✓ 農業労働力の減少
- ✓ 農地の他用途転用による農地の減少
- ✓ エステート作物や園芸作物栽培と比して、稲作栽培の収益性の低さ（生産コストにおける高い労務費率）
- ✓ 低いポストハーベスト品質

5.2 農業開発計画

本項では南スラウェシ州での既存灌漑施設のリハビリ事業実施のための農業開発計画について記載する。農業開発計画は、土地利用計画、作付計画、および目標単収で構成され、本計画を実行、実現するために必要な活動についても提案する。

5.2.1 土地利用計画

南スラウェシ州の既存灌漑地区は4つのKabupaten（Jeneponto、Maros、Luwu、Luwu Timur）を跨いで位置している。事業においては、既存灌漑地区（Kelara Karraloe、Lekopancing、Bantimurung、Lamasi および Kalaena 灌漑スキーム）を対象に、リハビリを主要コンポーネントとした事業計画が策定される。表5.2.1に既存灌漑地区の土地利用計画案を示す。灌漑施設のリハビリに伴い、灌漑効率が改善され作付面積の増加を見込むことが出来る。その結果、同既存灌漑地区全体の水稻の作付面積とパラウィジャの作付面積はそれぞれ2,780haと105haの増加が期待される。

表 5.2.1 事業対象地区内の土地利用計画

Kabupaten	DI Name	Type	Service Area (ha)	Period	Crop	Current /Plan	Area Planted (ha)	Cropping Intensity (%)	Increment (%)
Jeneponto	DI Kelara Karraloe	Rehab	10,000	1st	Paddy	Current	5,500	55	
						Plan	6,050	61	6
					Palawija	Current	1,045	10	
						Plan	1,150	11	1
				2nd	Paddy	Current	7,199	72	
						Plan	7,919	79	7
Maros	DI Lekopancing	Rehab	3,626	1st	Paddy	Current	2,463	68	
						Plan	3,626	100	32
				2nd	Paddy	Current	2,463	68	
						Plan	2,709	75	7
					Palawija	Current	146	4	
						Plan	146	4	-
				3rd	Paddy	Current	25	1	
						Plan	28	1	-
Maros	DI Bantimurung	Rehab	6,513	1st	Paddy	Current	6,122	94	
						Plan	6,122	94	-
					Palawija	Current	391	6	
						Plan	391	6	-
				2nd	Paddy	Current	6,513	100	
						Plan	6,513	100	-

Kabupaten	DI Name	Type	Service Area (ha)	Period	Crop	Current /Plan	Area Planted (ha)	Cropping Intensity (%)	Increment (%)
				3rd	Paddy	Current	980	15	
						Plan	1,078	17	2
Luwu	DI Lamasi	Rehab	11,506	1st	Paddy	Current	11,506	100	
						Plan	11,506	100	-
				2nd	Paddy	Current	11,506	100	
						Plan	11,506	100	-
Luwu Timur	DI Kalaena Singgeni	Rehab	18,184	1st	Paddy	Current	18,184	100	
						Plan	18,184	100	-
				2nd	Paddy	Current	18,184	100	
						Plan	18,184	100	-

出典: JICA 調査団

5.2.2 作付計画

表 5.2.2 に改修候補灌漑地区の作付計画案を示す。作付計画は、農業生産環境（地域の気候、気象条件など）と対象地域における灌漑用水の使用可能量に応じて決定される。南スラウェシ州の既存灌漑地区における現況の作付けパターンはコメーコメの2期作体系（12月～3月、4月～7月）となっており、3期目はごくわずかな面積においてコメもしくはパラウィジャ（同地域ではメイズ、ダイズ、サツマイモ、インゲン、スイカ）の栽培が行われている。

作付け計画としては、灌漑施設のリハビリや水路内堆積土砂の浚渫等による送水機能の改善により未耕作となっている水田の高度利用を目指し、1期および2期作目の稲作作付面積の増加を図る計画とする（一部パラウィジャについても作付面積増を見込む）。

表 5.2.2 事業対象地区における計画作付けパターン

Cropping Period	3rd		2nd				1st-				3rd		Cropping Intensity
	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	
DI Kelara Karraloe			Paddy (C.I.72%)				Paddy (C.I.55%)						Paddy 127% Palawija 10%
Current							Palawija (C.I.10%)						
DI Kelara Karraloe			Paddy (C.I.79%)				Paddy (C.I.61%)						Paddy 140% Palawija 11%
Plan							Palawija (C.I.11%)						
DI Lekopancing	Paddy (C.I.1%)		Paddy (C.I.68%)				Paddy (C.I.68%)						Paddy 137% Palawija 4%
Current		Palawija (C.I.4%)											
DI Lekopancing	Paddy (C.I.1%)		Paddy (C.I.75%)				Paddy (C.I.100%)						Paddy 176% Palawija 4%
Plan		Palawija (C.I.4%)											
DI Bantimurung	Paddy (C.I.15%)		Paddy (C.I.100%)				Paddy (C.I.94%)						Paddy 209% Palawija 6%
Current							Palawija (C.I.6%)						
DI Bantimurung	Paddy (C.I.17%)		Paddy (C.I.100%)				Paddy (C.I.94%)						Paddy 211% Palawija 6%
Plan							Palawija (C.I.6%)						

表 5.2.4 に示すシナリオを適用した場合、南スラウェシ州の最大収量は 5.90 t/ha となり、現在の平均である 5.30 t/ha から 11.3%増加する。この増加率をすべての灌漑地区に適用し、各灌漑地区の上限単収を設定する（表 5.2.5 参照）。

表 5.2.5 事業対象地区におけるベース目標単収の設定

Kabupaten	DI Name	Type	Avg. Yield (t/ha)	Base Yield (t/ha)	Increment (%)
Jeneponto	DI Kelara Karraloe	Rehab	5.11	5.69	
Maros	DI Lekopancing		5.73	6.38	
Maros	DI Bantimurung		5.73	6.38	
Luwu	DI Lamasi		4.95	5.51	
Luwu Timur	DI Kalaena		5.44	6.06	
South Sulawesi Province	-	-	5.30	5.90	11.32

出典：Sulawesi Selatan Province in Figures (BPS-Statistics of Sulawesi Selatan Province, 2015-2018)

3) 経時による単収増加の設定

水稻の経時的な単収増加は上限単収と同様に、適切な水稻の栽培管理技術導入の有無により異なるものと想定される。このことから、経時による単収増加について、既存灌漑地区については表 5.2.6 に示すシナリオ 2 を用いて設定することとする。

表 5.2.6 事業対象地区における経時による単収増加の設定シナリオ

Type	Scenario	Assumption	Setting Criteria
Rehabilitation	2. Good agricultural practice	<u>The yield growth is rapidly progressed</u> by strategic policy support such as further R & D, extension services and subsidy, which encourages new introduction of high-yielding superior seeds and increase of fertilizer input.	The recent rapid progress in yield increase is assumed to be continued in future, the yield will be increased to the upper limit by the linear slope of the yields as of 1997 and 2015.

出典：JICA 調査団

既存灌漑地区における事業開始後の単収の推移を表 5.2.7～表 5.2.11 に示す。単収の増加はそれぞれの灌漑地区における上限単収に達した時点で増加しないものとみなす（ただし、本推定では事業開始後 10 年で上限単収に達するの灌漑地区は無し）。なお、本目標単収の推定に際しては、5 年間の事業実施期間（設計含む）を想定し、最初の 2 年間の収量増は見込まず、3 年目より上述の経時による単収増加のシナリオ 2 に基づき目標単収を設定した。

表 5.2.7 事業対象地区 (DI Kelara Karraloe) における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started										Max Yield (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5.11	5.11	5.11	5.15	5.18	5.22	5.25	5.29	5.33	5.37	5.40	5.69
Stage	Design + Project Implementation					Operation & Maintenance					-

出典：JICA 調査団

表 5.2.8 事業対象地区 (DI Lekopancing) における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started										Max Yield (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5.73	5.73	5.73	5.77	5.81	5.85	5.89	5.93	5.97	6.02	6.06	6.38
Stage	Design + Project Implementation					Operation & Maintenance					-

出典：JICA 調査団

表 5.2.9 事業対象地区 (DI Bantimurung) における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started										Max Yield (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5.73	5.73	5.73	5.77	5.81	5.85	5.89	5.93	5.97	6.02	6.06	6.38
Stage	Design + Project Implementation					Operation & Maintenance					-

出典: JICA 調査団

表 5.2.10 事業対象地区 (DI Lamasi) における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started										Max Yield (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4.95	4.95	4.95	4.98	5.02	5.05	5.09	5.13	5.16	5.20	5.23	5.51
Stage	Design + Project Implementation					Operation & Maintenance					-

出典: JICA 調査団

表 5.2.11 事業対象地区 (DI Kalaena) における経時による単収増加の設定

Base Yield (t/ha)	Years after project has been started										Max Yield (t/ha)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5.44	5.44	5.44	5.48	5.52	5.56	5.59	5.63	5.67	5.71	5.75	6.06
Stage	Design + Project Implementation					Operation & Maintenance					-

出典: JICA 調査団

4) パラウィジャの単収設定

水稻の裏作であるパラウィジャの種類はその地域の作付体系によりさまざまである。図 5.1.9 に示す通り、南スラウェシ州ではトウモロコシが主要な裏作物となっている。灌漑改善、あるいは灌漑開発における裏作はトウモロコシを見込むこととし、現況レベルの単収を設定する（すなわち、灌漑改善による作付面積増は見込むが単収の増は見込まない）。

表 5.2.12 事業対象地区におけるパラウィジャ（メイズ）の作付け計画

Kabupaten	DI Name	Type	Type of Palawija	Base Yield (t/ha)
Jeneponto	DI Kelara Karraloe	Rehab	Maize	5.49
Maros	DI Lekopancing	Rehab	Maize	4.67
Maros	DI Bantimurung	Rehab	Maize	4.67

出典: Sulawesi Selatan Province in Figures (BPS-Statistics of Sulawesi Selatan Province, 2015 and 2016)

上記のようにパラウィジャとしてはメイズを選定したが、水利用や土壌などの農業生産環境に加え、農家収益性も考慮してパラウィジャを導入することが望ましい。実際、現状において戦略的作物にも関わらずダイズの生産面積が伸び悩んでいる要因の一つは農家収益性の低さであり、メイズやリョクトウなどよりも低い収益性によるものである（2021, Krisdiana, R et.al.²）赤玉ねぎやトウガラシのような市場性の高い園芸作物や、近年輸出向け加工用で付加価値化を図ることのできるサツマイモ（2021, SK Dermoredjo et. Al.³）など市場性や農家収益性を鑑みた作物を選定し導入していくことも重要である。

5.2.4 農業開発のための推奨活動

上述した農業開発計画（土地利用計画、作付計画、目標単収）を達成、実現するためには、対象開発地区の現状の課題に対して対応策を講じる必要がある。以下に対応策となりうる農業開発の

² Krisdiana, R. et al., Financial Feasibility and Competitiveness Levels of Soybean Varieties in Rice-Based Cropping System of Indonesia. Sustainability 2021, 13, 8334.

³ SK Dermoredjo et. al., Sweet potato agribusiness development strategy to improve farmers' income. 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 653 012003

ためのアプローチを提案する。

表 5.2.13 に南スラウェシ州の既存灌漑地区における農業開発の課題と考えられ得る対応策を示す。同地区では、近年の都市化に伴い農業労働力の流出・減少が顕在化しており、特段留意する必要のある課題として考えられるのは農業労働力の不足である。この課題に対する対応策として、補助金やローンプログラムの導入による新規就農者の参入にかかる行政サポートが考えられる。

さらには、労働力を特に必要とする耕うん、収穫、加工作業など作業のアウトソースを促すための農業サービスプロバイダーの育成・登録を推進していくことで、労働力の減少に対応することが可能となる。また、同じく都市化に起因する農地転用による農地の減少を抑えるため、アグロポリタン空間計画を推進し、地域ぐるみで戦略的に稲作振興を図っていくことや、持続可能な食料農地政策（LP2B）の適切な実施による農地転用規制を進めていくことが農地減少を食い止める施策となる。

稲作栽培管理においては収益性を高めるための取り組みとして、人件費を削減するための農業機械（トラクターや収穫機など）の導入や、労働生産性を高めるための ICT ツールの導入が効果的であると考えられる。加えて、集出荷システムや精米設備の改善することで付加価値化による市場競争力の強化が見込まれる。

本事業では、灌漑開発（リハビリ事業）と並行してこれらのうち優先度の高い対策を実施することにより、土地利用計画、作付計画、目標単収を実現することが可能となり、ひいては同地域の農業振興に貢献することが期待できる。

表 5.2.13 事業対象地区における農業開発における課題と対策

課題	対策	期待される効果
➢ 農業労働力の減少	➢ 女性・若者を含む新規就農者、および/または農民グループが必要とする農業投入物（高品質の種子、肥料など）を確保するための補助金プログラムの導入	• 初期投資（投入資金）のサポートによる新規参入の増加
	➢ 農業サービスプロバイダー（賃耕ビジネス）の育成・登録	• 作業のアウトソース
➢ 農地の他用途転用による農地の減少	➢ アグロポリタン空間計画の推進	• インセンティブの付与
	➢ 持続可能な食料農地（LP2B）の適切な実施による農地の保護	• 転用規制とインセンティブの付与
➢ 水稻栽培は、エステート作物や園芸作物に比べて収益性が低い(生産コストにおける労務比率が高いため)	➢ 機械化農業の推進（省力化）	• 労務費の削減
	➢ ICT ツールの利用による近代的農業生産管理技術の導入	• 労働生産性の向上
➢ 低いポストハーベスト品質	➢ 集出荷システム強化	• 付加価値化による市場競争力の強化
	➢ 精米施設整備	

出典: JICA 調査団

5.3 灌漑開発・管理計画

5.3.1 受益地の設定

南スラウェシ州の BBWS Pompengan Jeneberang の管轄する灌漑地区では、新規灌漑開発に活用可能な土地が存在しないため、拡張や新規開発ではなく、灌漑施設の改修を目的とした調査を行った。したが、ここでは受益面積の増加ではなく、改修事業の結果、灌漑効率が改善し、新たに利用可能な水資源が増え、作付率が増加することとなる。すなわち、作付率の増加によって増える作付面積を改修効果として考慮する。灌漑地区の位置および面積は DILL の提供する空間データを用いて算定した（図 5.1.3 および図 5.1.4 を参照）。また DEMNAS データから各灌漑地区の平均標高と傾斜を算出し、表 5.3.1 に整理する。

表 5.3.1 各灌漑地区の平均標高および傾斜（南スラウェシ州）

DI Name	Mean Elevation (EL.m)	Mean Slope (%)	DI Name	Mean Elevation (EL.m)	Mean Slope (%)
Lamasi	17.8	2.0	Kalaena	14.9	0.7
Kerala-Karalloe	64.1	1.8	Leko Pancing	8.7	0.4
			Bantimurung	4.2	0.4

出典：JICA 調査団

5.3.2 利用可能な水資源量と灌漑可能面積

新たに発生する水資源量は、施設改修による灌漑効率改善の結果、節約された水量と定義する。本検討では、MPWH の公表する Standard of Irrigation Planning - Irrigation Network Planning の基準に準拠し、灌漑地区の全体的な灌漑効率を施設改修により 50%から 55%に改善されると仮定して算出した。

作物の水消費量を算定するためのその他の要素（蒸発散量等）については、第 I 編で示したデータを用い、各灌漑地区の受益面積と標準作付けパターンおよび作期ごとの作付面積については BBWS Pompengan Jeneberang から提供されたデータを用いた。水消費量計算に用いたデータの出典を表 5.3.2 に示す。

表 5.3.2 作物の水消費量の算定に適用したデータ一覧（南スラウェシ州）

Input	Description
Irrigation Efficiency	Assuming it improves from 50% to 55% on the irrigation schemes for rehabilitation (improvement in irrigation efficiency is assumed to realize on water conveyance phase.
Functional Area	Applying the values defined in Ministry Regulation PUPR No 14 / PRT / M / 2015
Planted Area	Applying actual planted area in 2019/2020 based on the Form 2B-RTI provided by BBWS
Cropping Pattern	Applying actual cropping pattern in 2019/2020 based on the Form 2B-RTI provided by BBWS in addition to the interview result from BBWS Staff for details
Others (eg. Evapotranspiration, Crop Consumptive Use, etc)	Applying the same as the one described in Part 1

出典：JICA 調査団

灌漑施設の改修により節約される水資源量の計算結果を表 5.3.3 に示す（月別の作付面積、水消費量などの詳細な計算結果は Appendix に記載する）。施設改修による効果は、水消費量の多い乾季（6月～8月）に大きく現れる傾向にある。対象となる灌漑地区（総受益面積 49,829ha）での新たに利用できる年間水量は、74.48MCM と算定された。本検討では、いずれの灌漑地区でもダムなどの貯水施設がない条件としているが、ダムが建設中の Kerala Karalloe 地区については、新ダムによる安定配水が実現されれば、施設改修による改善効果が大きくなることが予想される。

表 5.3.3 灌漑施設の改修により新たに利用可能な水資源量（南スラウェシ州）

DI Name	Service Area (ha)	Monthly Saving Water Amount after Improvement (MCM)												Total
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
Lamasi	11,506	1.93	1.22	0.44	1.83	1.35	0.79	2.49	1.15	-	-	2.58	1.63	15.41
Kalaena	18,184	3.52	1.98	1.88	1.89	0.64	2.98	3.78	5.42	5.92	1.81	-	-	29.82
Kerala-Karalloe	10,000	1.01	1.25	1.59	2.03	1.72	1.58	1.93	0.71	-	-	-	1.23	13.05
Leko Pancing	3,626	-	0.25	0.40	0.82	0.61	0.72	0.82	0.01	0.01	0.02	0.02	0.46	4.12
Bantimurung	6,513	0.45	0.49	1.10	1.82	1.74	1.58	2.05	1.04	0.38	0.36	0.25	0.81	12.07
Total	49,829	6.91	5.19	5.42	8.39	6.06	7.65	11.06	8.33	6.30	2.19	2.85	4.13	74.48

出典：JICA 調査団

BBWS が提供する各灌漑地区の作付面積および作付パターンを表 5.3.4 に、施設改修後の灌漑可能面積を表 5.3.5 にそれぞれ示す。Leko Pancing 灌漑地区は 3,626ha のうち、1,055ha が河川からの接続水路が機能していない状況であるが、施設改修後は同接続水路が修繕され、十分な水資源が

あれば 3,625ha すべての受益地で灌漑が可能であると仮定して算定している。

表 5.3.4 施設改修地区の作付面積一覧表：施設改修前（南スラウェシ州）

DI Name	Service Area (ha)	Cropping Pattern			Planted Area (Paddy), ha			Planted Area (Palawija), ha			Planted Area (Total), ha			CI, %
		S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	
Lamasi	11,506	11M (9E*)	4M		11,506	11,506					11,506	11,506		200
Kalaena	18,184	1M	6M		18,184	18,184					18,184	18,184		200
Kelara-Karalloe	10,000	12M	4M (5M*)		7,199	5,500			1,045		7,199	6,545		137
Leko Pancing	3,626	12E (10E*)	4E (5E*)	8E	2,463	2,463	25	146			2,609	2,463	25	141
Bantimurung	6,513	12M	4M	8M	6,513	6,122	980		391		6,513	6,513	980	215
Total	49,829	-	-	-	45,865	43,775	1,005	146	1,436	0	46,011	45,211	1,005	185

備考：S はシーズンを意味しており、S1 は 10 月上旬より開始、S2 は 2 月上旬より開始、S3 は 6 月上旬より開始される。また、(*) で示される作付けは Palawija (水稲裏作) を示す。

出典：JICA 調査団

表 5.3.5 施設改修地区の作付面積一覧表：施設改修後（南スラウェシ州）

DI Name	Service Area (ha)	Cropping Pattern			Planted Area (Paddy), ha			Planted Area (Palawija), ha			Planted Area (Total), ha			CI, %
		S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	
Lamasi	11,506	11M (9E*)	4M		11,506	11,506					11,506	11,506		200
Kalaena	18,184	1M	6M		18,184	18,184					18,184	18,184		200
Kelara-Karalloe	10,000	12M	4M (5M*)		7,919	6,050			1,150		7,919	7,200		151
Leko Pancing	3,626	12E (10E*)	4E (5E*)	8E	2,709	3,626	28	146			2,855	3,626	28	180
Bantimurung	6,513	12M	4M	8M	6,513	6,122	1,078		391		6,513	6,513	1,078	217
Total	49,829	-	-	-	46,831	45,488	1,106	146	1,541		46,977	47,029	1,106	191

備考：S はシーズンを意味しており、S1 は 10 月上旬より開始、S2 は 2 月上旬より開始、S3 は 6 月上旬より開始される。また、(*) で示される作付けは Palawija (水稲裏作) を示す。

出典：JICA 調査団

施設改修前後の作付け面積の増加量を表 5.3.6 に整理する。年間総作付面積は、2,885ha (シーズン 1 : 966ha、シーズン 2 : 1,818ha、シーズン 3 : 101ha) の増加が見込まれ、全体で 6% の作付強度の増加になると算定された。

表 5.3.6 施設改修による作付面積の増加量（南スラウェシ州）

DI Name	Service Area (ha)	Cropping Pattern			Planted Area (Paddy), ha			Planted Area (Palawija), ha			Planted Area (Total), ha			CI, %
		S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	
Lamasi	11,506	11M (9E*)	4M		0	0		0	0		0	0		0
Kalaena	18,184	1M	6M		0	0		0	0		0	0		0
Kelara-Karalloe	10,000	12M	4M (5M*)		720	550		105	0		720	655		14
Leko Pancing	3,626	12E (10E*)	4E (5E*)	8E	246	1,163	3	0	0		246	1,163	3	39
Bantimurung	6,513	12M	4M	8M	0	0	98	0	0		0	0	98	2
Total	49,829	-	-	-	966	1,713	101	105	0		966	1,818	101	6

備考：S はシーズンを意味しており、S1 は 10 月上旬より開始、S2 は 2 月上旬より開始、S3 は 6 月上旬より開始される。また、(*) で示される作付けは Palawija (水稲裏作) を示す。

出典：JICA 調査団

5.3.3 灌漑開発計画（改修）

1) 対象地区内の灌漑施設

灌漑施設改修の対象となる5つの地区内には分水堰、分水工、幹線水路、二次水路、参事水路、水位調整堰やゲート、落差工、サイホン、余水吐、水位計などが設けられている。Kelara Karalloe 地区と Lamasi 地区における主な水利施設の設置状況を下図に例示する。また、表 5.3.7 には各灌漑地区の施設総数を整理している。

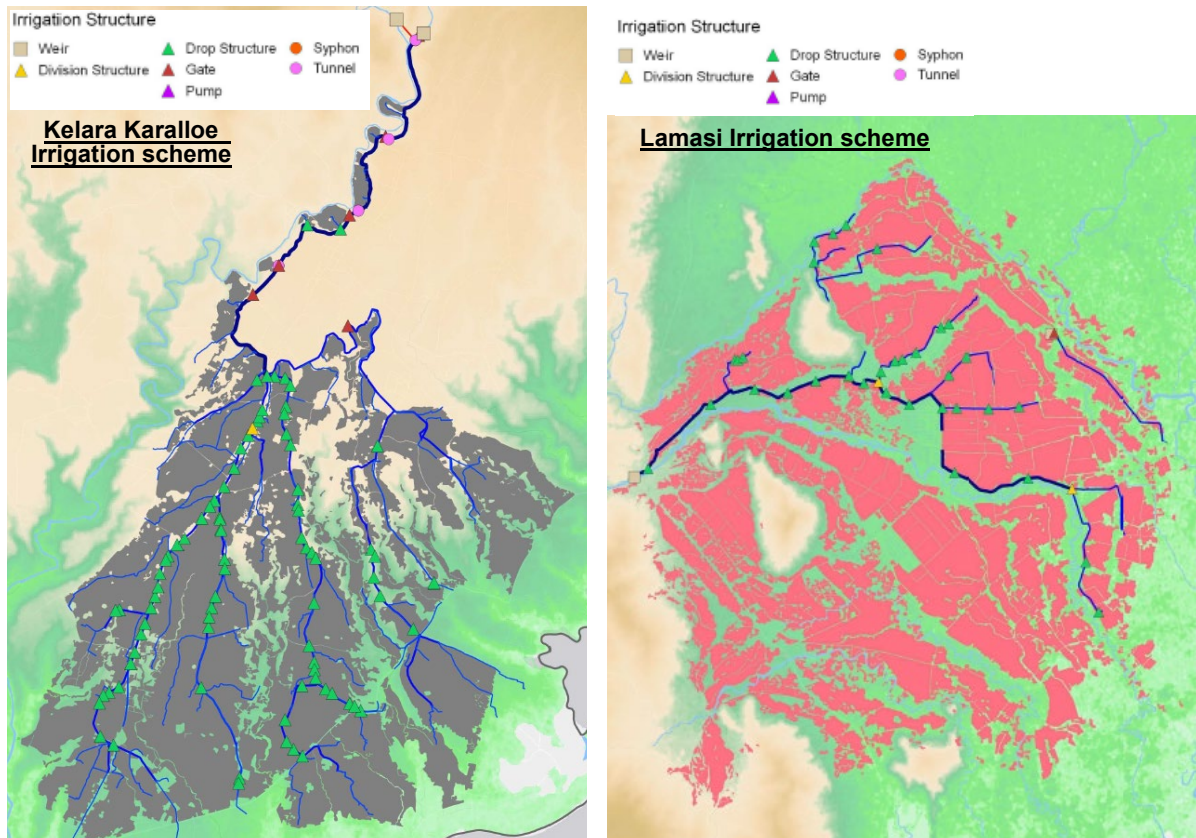


図 5.3.1 Kelara Karalloe 地区と Lamasi 地区における主要水利施設位置

出典：PUPR ePAKSI database*

*ePAKSI は PUPR が運営管理を行う、灌漑地区と灌漑施設を対象とした地理空間データベースである（URL：<http://103.211.51.198/>）。PUPR の許可を得て Web サイトにアクセスすることで、国内の灌漑地区ごとの施設（点）、水路（ポリライン）、灌漑区（ポリゴン）データを取得することができる。データベースは順次更新がなされている段階であり、本項に用いたものは 2022 年 1 月 27 日に取得したデータである。

表 5.3.7 改修対象地区における水利施設一覧

Item	Unit	Kelara-Karalloe	Leko Pancing	Bantimurung	Lamasi	Kalaena
Dam	Nos	0	0	0	0	0
Weir	Nos	2	0	1	2	1
Division Structure	Nos	1	0	0	3	0
Drop Structure	Nos	84	22	0	33	4
Gate	Nos	6	0	0	1	0
Intake	Nos	148	33	5	60	80
Pump	Nos	0	0	0	0	0
Aqueduct	Nos	11	0	0	7	3
Culvert	Nos	73	43	0	21	23
Slope Channel	Nos	14	0	1	1	0
Spillway	Nos	211	0	0	9	0
Syphon	Nos	0	0	0	0	2
Tunnel	Nos	5	0	0	0	0

Item	Unit	Kelara-Karalloe	Leko Pancing	Bantimurung	Lamasi	Kalaena
Water Gauge	Nos	2	0	1	7	4
Primary Canal	km	10.5	5.5	3.0	15.7	19.3
Secondary Canal	km	49.8	29.8	2.5	32.0	27.8
Tertiary & Quarter Canal	km	121.1	1.6	0.0	0.6	2.4
Supply Canal	km	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Drainage Canal	km	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

注：上表は地区内のすべての施設を網羅したものではない。主要な施設のみ示している。

出典：PUPR ePAKSI database (as of 27.1.2022)

2) 改修対象となる灌漑施設および設備

対象地区において改修の必要性を評価するために、BBWS の協力のもと既存施設および設備の健全度調査を実施した。下表は、調査対象となった灌漑施設（幹線水路、二次水路、堰や管理用道路等の構造物、ゲートや管理設備等の機械施設）を整理したものである。

表 5.3.8 各地区における健全度調査対象施設

Items	ID	Kalara-Karalloe	Leko-pancing	Banti-murung	Lamasi		Karaena			
					Kanan	Kiri	UPT Kalaena	UPT Kalaena Kanan	Kalaena Kiri	
Canal & Road	Primary Canal	Nos	1	1	2	2	2	1	2	1
		Length (m)	10,815	5,756	13,825	14,074	22,147	16,137	19,679	19,257
	Secondary Canal	Nos	13	6	11	9	9	6	12	9
Length (m)		64,438	29,852	40,777	52,715	29,402	27,662	39,632	27,658	
Inspection Road	Length (m)	64,500	23,791	45,418	56,756	45,581	42,871	51,289	44,768	
Civil Structure & Mechanical	Weir	Nos	1	1	1	2	2	1	1	1
	Off-take Structure	Nos	79	32	48	58	60	44	57	35
	Drop Structure	Nos	8	-	-	36	21	21	53	5
	Bridge	Nos	32	-	98	32	27	39	31	14
	Others (Culvert, Syphon, etc.)	Nos	123	6	23	8	38	51	35	31
Mechanical Structure (Gate & others)	Nos	84	33	46	57	62	56	29	36	

出典：BBWS Jeneberang and BBWS Pompengan Larona, and JICA Project Team

3) 施設の健全度評価指標

既存構造物および施設の調査にあたり、施設の長寿命化に向けて改修の必要性や対策の程度を判断するために、各施設の構造および機能性の健全度に対する評価指標を導入した。評価指標は、日本の農業水利施設の機能保全の手引きに示されている健全度指標を適用するとともに、2014年に Lekopancing 地区で実施された主要構造物の健全度調査（DAFTARINVENTARISASI ASET IRRIGASI）で用いられた5段階の評価指標を対応させた。

表 5.3.9 施設の健全度評価指標

Soundness (Rank)	Facility Condition		Estimated Measures (Proposed Works)
	Canal & Civil Facilities (Turnout, Syphon, Culvert, Drop, Bridge, etc.)	Machinery Equipment (Gates, Motors, O/M equipment, etc.)	
S-5 (PR)	Almost no deformation Status	No abnormality is found	No measures required
S-4 (PB)	A state in which minor deformation is observed	Minor deformation is observed, but the machine No hindrance to	Observation required (Continuous monitoring)
S-3 (PS)	Deformation is noticeable	If left unattended, the function will be hindered. A state that requires countermeasures when it comes out.	Repair・reinforcement (Countermeasures against deterioration)
S-2 (RB)	Conditions with deformations that affect the structural stability of the facility	A state in which the function is impaired. A state that requires urgent measures due to significant performance degradation	Required Reinforcement・repair (Urgent deterioration measures)

S-1 (PA)	A condition in which there are multiple alterations that significantly affect the structural stability of the facility. There is a high risk that facility functions will be lost or significantly reduced in the near future. Reinforcement is difficult to deal with economically and the facility needs to be renewed	The reliability of equipment, etc. have declined significantly, making it difficult to provide financial support for repairs. There is a high risk that equipment will lose its function in the near future. A state in which the performance of the original function and the social function is significantly reduced overall.	Update (Renew)
----------	--	--	-------------------

インドネシアにおける健全度評価指標 (水路延長に対する改修率は調査団が設定した)

- PA : = Asset Renewal (Pembaruan Aset): 水路延長の 100%を改修する
- RB : = Heavy Rehabilitation (Rehab Berat): 水路延長の約 70%を改修する
- PS : = Medium Repair (Perbaikan Sedang): 水路延長の約 30%を改修する
- PB : = Periodic Maintenance (Pemeliharaan Berkala): 水路延長の約 10%を改修する
- PR : = Routine Maintenance (Pemeliharaan Rutin): 改修は不要

出典: BBWS Jeneberang and BBWS Pompengan Larona, JICA 調査団

4) 健全度評価の結果

各灌漑地区における健全度評価の結果を下表に整理する (個々の構造物に関する調査結果の詳細は Appendix に示す)。また、参考として 2017 年に実施された IKSI のスコアを併記する。なお、これらの値は施設の現況を把握するために算出したものであり、地区ごとに改修実施の優劣をつけることが目的ではないことに留意が必要である。

表 5.3.10 各灌漑地区における施設の健全度評価結果

No.	Scheme Name	DI Name	Beneficial Area (ha)		Soundness Ranking			Inspection Road Length to be Asphalt Pavement (m)	IKSI score (2017)	
					Canal	Civil & Mech	Over All		Facility	Total
1	Kelara-Karalloe	Kelara Karalloe	10,000		2.90	3.79	3.20	54,371	28.75	3.51
2	Lekopancing	Lekopancing	3,626		2.80	3.04	2.88	25,524	29.68	3.58
3	Bantimurung	Bantimurung	6,513		3.10	3.97	3.39	19,748	29.21	3.47
4	Lamasi	Lamasi Kanan	(6,617)	11,506	2.61	3.29	2.87	66,789	29.35	3.27
		Lamasi Kiri	(4,665)		2.60	3.57		41,395		
5	Kalaena	UPT Kalaena	(7,413)	18,184	2.70	3.30	2.91	21,283	29.35	3.45
		UPT Kalaena Kanan	(6,222)		2.70	2.95		52,931		
		Kalaena Kanan	(4,618)		2.60	4.09		46,915		
		Kalaena Kiri	(4,618)							
Total			49,829		-	-	3.02	328,956		

注: () 内の受益面積は BBWS から提供された見込みの値である。

IKSI スコアの "Total" には施設だけでなく社会面の評価も含まれている。

出典: BBWS Jeneberang and BBWS Pompengan Larona, JICA 調査団

各灌漑地区における水路の健全度評価結果は、水路の区間ごとの評価指標に各区間の水路延長を考慮して算出した平均値である。また、土木水利施設およびゲート、管理設備などの機械電気施設の評価結果は、指標を個所数で平均したものである。各灌漑地区の平均指標は、一般的な事業費の内訳を考慮し水路の評価結果と土木水利施設・機械電気施設の評価結果を 2:1 として算定した。また、灌漑地区がいくつかの灌漑区に分かれている場合は、各灌漑区の平均指標に灌漑区の面積を乗じて平均化して灌漑地区全体の総合指標とした。南スラウェシ州の 5 つの灌漑地区の総合指標も同様に面積を考慮し平均して算出した。

算定された灌漑地区ごとの施設健全度の平均指標値から判断すると、地域全体として灌漑施設の劣化が中等程度に進んでおり、中でも Lamasi 地区や Lekopancing 地区が最も劣化が顕著であると判断される (評価指標 2.87 と 2.88)。なお、5 つの灌漑地区の総合指標は 3.02 であり、中部ジャワ州における同値が 3.62 であることを考慮すれば (3.3.3 参照)、これらの地域の施設は劣化の程

度が比較的大きく、近代化よりも基本的な改修がより求められていると言える。

5) 管理用道路の改修

※中部ジャワ州灌漑開発計画（改修）の項を参照（3.3.3 5）

6) 水路の改修計画

※中部ジャワ州灌漑開発計画（改修）の項を参照（3.3.3 6）

7) 土木水利施設・機械電気施設の改修計画

※中部ジャワ州灌漑開発計画（改修）の項を参照（3.3.3 7）

5.4 事業費概算、実施計画、事業評価

5.4.1 事業費積算

南スラウェシ州では改修対象の5灌漑地区を選定した。現状では対象地区の全体で作付がなされており、雨期には雨期稲作の作付がなされ、乾期には灌漑稲作あるいは、十分な灌漑水の得られない地域ではパラウイジャが作付されている。なお、地域によっては水不足により乾期に作付がなされない場合もある。

水資源総局は前期5カ年計画の期間（2015年から2019年）において、約3百万haに及ぶ大規模な改修工事を完了した。これらの大規模工事における改修単価をみると、必要最低限のものから非常に高価なものまで、大きな幅がみられる。改修単価が7百万Rp/ha（約500\$/ha）を下回る非常に安価なもの、および140百万Rp/ha（約10,000\$/ha）を上回る非常に高価なものを除くと、平均の改修単価は22,142千Rp/haとなる。

本調査における基本の改修費用として、平均改修単価の22,142千Rp/haの採用を提案する。改修事業においては、この改修単価に加え、関連費として調査設計費、事務費、物理予備費、物価上昇予備費を計上する必要がある。ここでは一般的な事例に倣い、これらの関連費を下記の通り改修単価の一部の費用として追加計上する。表5.4.1にそれぞれの費用を示す。

- | | |
|---------------|------------------|
| 1) 改修単価： | 22,142 千 Rp/ha |
| 2) 調査設計： | 改修単価の 10% |
| 3) 事務費： | 改修単価、調査設計費の和の 5% |
| 4) 物理的予備費： | 改修単価、調査設計費の和の 5% |
| 5) 予備費（物価上昇）： | 改修単価、調査設計費の和の 5% |

上記により南スラウェシ州の5灌漑地区の総改修単価は28百万Rp/ha（2,000\$/ha）となる。純改修面積が49,829haであることから、総改修費は1兆3,950億Rp（1億US\$）となる。

表 5.4.1 南スラウェシ州の改修単価の推定

No.	Particulars	Cost, thousand Rp/ha	Multiplier	Remarks
1	Unit Rehabilitation Cost (original)	22,142	-	Refer to Figure 3.4.1
2	Survey and Design	2,214	10%	Against above No.1
3	Administration, etc.	1,218	5%	Against above sum No.1-2
4	Contingency (Physical)	1,218	5%	Against above sum No.1-2
5	Contingency (Price Inflation)	1,218	5%	Against above sum No.1-2
6	Total of above	28,018	126%	Sum of No.1-5
7	Say (thousand Rp/ha)	28,000	126%	Rounded up
8	@14000	2,000	\$/ha	
9	Total Net Irrigation Area (ha)	49,829	ha	Net irrigable area

No.	Particulars	Cost, thousand Rp/ha	Multiplier	Remarks
10	Total Cost in Rp	1,395 billion Rp		Whole project cost for 134,362 ha
11	Total Cost in US\$	100 million US\$		Whole project cost for 134,362 ha

出典：改修単価は DGWR による。その他は JICA 調査団による推定。

5.4.2 実施工程

本調査では通常の事例に倣い、5年の工期を提案する。この工期のうち最初の1年は調査設計、残りの4年が改修工事に充てられる。改修工事が2年目に開始され、改修が完了した地域から運用が可能となるため、3年目から順次に便益が発生する。工事は5年目の末までに完了し、対象地区の全域が6年目から便益を得ることとなる（表 5.4.2 参照）。

表 5.4.2 事業実施スケジュール（5年工期）

Rehabilitation Year	1	2	3	4	5	-	-	-	-	-	Remarks
Benefit Year	-	-	1	2	3	4	5	6	7	8	
Survey & Design											
Rehabilitation Works											
Benefit on the 1st one-quarter area											
Benefit on the 2nd one-quarter area											
Benefit on the 3rd one-quarter area											
Benefit on the 4th one-quarter area											

出典：JICA 調査団

5.4.3 事業の経済性評価

事業の経済性評価では、プロジェクトを実施することによって得られるプロジェクトの便益と、プロジェクトの実施に必要なコストを比較する。以下では、事業の実施によって得られる便益、および EIRR で表される経済的リターン等について述べる。なお、事業評価を行う前提条件は 2.3.3 に記述のとおりであるが、建設期間を5年間、そして運用期間を30年間、計35年間にわたっての事業評価を行うものとする。

1) 期待される便益と検討ケース

経済効果の算定にあたっては、灌漑農地での作物栽培開始後の作付面積の増加、水稻および水稻裏作物（パラウィジャ）の収量増加による便益を考慮する。灌漑農地での作物栽培開始後、水稻およびパラウィジャ作物の収量が増加する場合の効果も、事業対象地域で展開される農業の将来像に応じて、以下の2つの評価ケースで検討する（表 5.4.3 参照）。

表 5.4.3 事業評価にて考慮する2つのケース（中部ジャワ州）

ケース	シナリオ	考慮する効果
Case 0	ベースケース	便益は灌漑効率の向上による灌漑可能面積の増加に伴う、コメおよび裏作物の生産増、また反収は GAP に基づく進歩的な農業が実施された場合の増加を考慮する。
Case 1	代替シナリオ (将来の反収増はベースケースの8割とする)	便益は灌漑効率の向上による灌漑可能面積の増加に伴う、コメおよび裏作物の生産増とするが、経年的な増収（反収の増）は上記ベースケースの8割に設定する。

出典：JICA 調査団

基本シナリオ（ケース0）では、灌漑可能面積の拡大効果と GAP に基づく優良種子や肥料の投入等の進歩的な農業レベルまでの収量が増加するといった効果の双方を考慮している。代替シナリオ（ケース1）では、研究開発や普及サービスの停滞などの外的要因により、収量が期待通りに増加しないことを想定している。このシナリオでは、反収の増はベースケースの8割と設定する。

2) 事業便益の算出と経済への換算

事業評価にあたっては、1) コメの基本反収と目標反収は中部ジャワ州のBPS-Statistics, 2015-2018 (詳細は 3.2 章参照) を参照し、あわせて2) コメやパラウィジャの代表作物であるトウモロコシの価格はBPS 中部ジャワ州の価格モニタリング結果 (2018-2020) を参照する (表 5.4.4、表 5.4.5 参照)。

表 5.4.4 事業評価便益算定に用いるコメとトウモロコシの反収 (南スラウェシ州)

Irrigation Scheme	Type	Service Area (Ha)	Paddy Rice						Maize Base Yield (t/ha)
			Base Yield (t/ha)	Years after project has been started (till 30 years)					
				1st	2nd	3rd	4 th	5th	
DI Kelara Karalloe	Rehabilitation	10,000	5.11	5.11	5.11	5.15	5.18	5.22	5.49
DI Lekopancing		3,626	5.73	5.73	5.73	5.77	5.81	5.85	4.67
DI Bantimurung		6,513	5.73	5.73	5.73	5.77	5.81	5.85	4.67
DI Lamasi		11,506	4.95	4.95	4.95	4.98	5.02	5.05	5.04
DI Kalaena		18,184	5.44	5.44	5.44	5.48	5.52	5.56	6.23
All South Sulawesi		49,829	5.32	5.32	5.32	5.36	5.40	5.43	5.49

出典：JICA 調査団

備考：基本反収と目標反収は Kabupaten 単位の反収を基に、灌漑地区の面積の大きさによって平均化して求めている。

表 5.4.5 事業評価便益算定に用いるコメとトウモロコシの価格 (南スラウェシ州)

Months and Average	Paddy Rice				Maize (Palawija)				
	2018	2019	2020	Average	2018	2019	2020	Average	
January	-	-	-	-	3,004	5,071	-	4,348	
February	-	-	-	-	2,945	5,109	-	4,204	
March	-	-	-	-	2,891	5,073	-	4,157	
April	-	-	-	-	2,992	5,075	-	4,189	
May	4,600	-	-	4,600	2,971	5,120	-	4,255	
June	-	-	-	-	3,039	5,039	-	4,234	
July	-	-	-	-	3,047	5,049	-	4,245	
August	-	-	-	-	3,152	5,140	-	4,329	
September	-	-	-	-	3,234	5,204	-	4,471	
October	-	-	-	-	3,297	5,185	-	4,501	
November	-	4,925	-	4,925	3,413	5,155	-	4,546	
December	-	4,900	-	4,900	3,543	5,206	-	4,645	
Average	4,600	4,913	-	4,756	3,127	5,119	-	4,344	
In Economic Price (x 0.9)				4,421	In Economic Price (x 0.9)				4,607
Rounded				4,420	Rounded				4,610

出典：Results of price monitoring by BPS Central Java Province (2018-2020)

BPS「湿地水稲・トウモロコシの 1ha 当たり作期別生産額および生産費 2017」に示される比率を参照し、単位面積あたりの営農コストを推計する。これは、収量水準に応じて農業コストが比例的に増加することを意味する。表 5.4.6 にコメとトウモロコシに関する基準収量における代表的な営農コストを示す。

表 5.4.6 コメとトウモロコシに係る営農コストの算定 (南スラウェシ州)

Item	(Wetland) Paddy		Palawija (Maize)	
	Financial	Economic	Financial	Economic
Standard Profit Ratio per Revenue	0.31	0.71	0.35	0.64
Standard Cost Ratio per Revenue	0.69	0.29	0.65	0.36
Base Yield per Ha (ton per ha)	5.32	5.32	5.49	5.49
The Local Prices of Paddy and Maize (IDR per kg)	4,913	4,420	5,119	4,610
Estimated Revenue per ha (000' IDR per ha)	26,137	23,514	28,103	25,309
Estimated Cost per ha (000' IDR per ha)	18,035	6,819	18,267	9,111
Estimated Profit per ha (000' IDR per ha)	8,102	16,695	9,836	16,198

出典：JICA 調査団、BPS, “Value of Production and Cost of Production per Planting Season per Hectore of Wetland Paddy and Maize 2017”

作物別の目標耕作面積は、対象灌漑地区の土地利用計画および作付パターンに沿って設定して

いる（詳細は 5.2 章を参照）。事業実施により開発される灌漑地区では、基準年から 35 年目まで水稲とパラウィジャの生産を通じて便益が得られると想定する。

4) 事業コストの経済価格換算

事業評価においては、事業コストは標準的な換算係数（0.9）を適用して経済価格に変換する。将来の価格上昇に不確実性があるため、経済分析では価格上昇は考慮しない。表 5.4.7 に経済評価で用いる換算後の経済コストを示す。

表 5.4.7 建設コストと O&M コストおよび経済価格（南スラウェシ州）

No.	Particulars	Cost, thousand Rp/ha	Multiplier	Remarks
1	Unit Rehabilitation Cost (original)	22,142	-	Refer to Figure 3.4.1
2	Survey and Design	2,214	10%	Against above No.1
3	Administration, etc.	1,218	5%	Against above sum No.1-2
4	Contingency (Physical)	1,218	5%	Against above sum No.1-2
5	Contingency (Price Inflation)	1,218	5%	Against above sum No.1-2
6	Total of above	28,018	126%	Sum of No.1-5
7	Total without Price Contingency	26,800	121%	Deduction of No.5 from No.6
8	Unit Economic Development Cost	24,120	109%	No. 7 x 0.9
9	Total Net Irrigation Area (ha)	49,829	ha	Net irrigable area
10	Total Financial Cost in Rp	1,335 billion Rp	-	Whole project cost for 49,829 ha
11	Total Economic Cost in Rp (x 0.9)	1,202 billion Rp	-	Whole project cost for 49,829 ha

出典：建設に関する事業単価は水資源総局、他は JICA 調査団

5) 事業評価結果

本事業の経済的妥当性を検討するため、EIRR、B/C、NPV を算出した。基本シナリオ（ケース 0）の EIRR は 11.68%、B/C は 1.19、また NPV は 187,051 百万 IDR である。反収の増加を 8 割とした代替シナリオ（ケース 1）では、EIRR が 10.25%、B/C が 1.03、NPV で 26,718 百万 IDR と算出された（表 5.4.8 参照）。この評価結果によれば、基本シナリオでは EIRR（11.68%）が資本の機会費用（10.0%）を上回っている。また、代替シナリオ（EIRR：10.25%）でも機会費用を上回っていることから経済的実現可能性があると判断される。

表 5.4.8 南スラウェシ州のリハビリ地区に係る事業評価結果

Particulars	Case 0	Case 1 (no yield increase)
EIRR, %	11.68	10.25
B/C Ratio	1.19	1.03
NPV, million IDR	187,051	26,718

出典：JICA 調査団

第6章 灌漑施設 O&M および水利利用者協会 (WUA)

本章では、インドネシアの灌漑スキームの維持管理、および受益者農家が組織する水利組織について説明する。JICA チームが実際に訪問した既存サイトの WUA を対象に、WUA の組織の実態と構造、役割、責任などについて記載する。その上で政府 (DGWR) と農家の共同管理における O&M の改善策等を提案する。

6.1 インドネシアの灌漑スキームの O&M について

典型的な灌漑システムは頭首工、幹線水路、二次水路、および三次水路で構成されている。図 6.1.1 に、現行の灌漑システムとその建設および維持管理に係る管轄を示す。灌漑システムの建設と維持管理 (O&M) は、政府と受益農家が担っている。政府は水源開発および頭首工から二次水路に係る維持管理の責任を負い、受益農家は三次水路から圃場内水路までの維持管理を担っている。

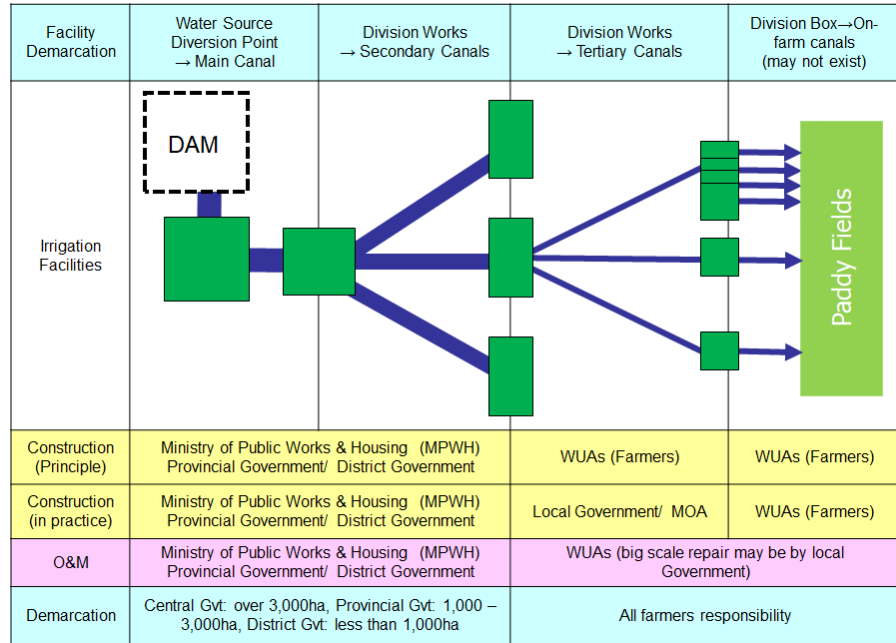


図 6.1.1 現行の灌漑システムと建設および維持管理に係る管轄機関

出典: Directorate General of Water Resources の情報をもとに JICA 調査団が作成

政府が管轄する維持管理に着目すると、灌漑受益面記の規模に応じて、政府の異なるレベルが灌漑システムの建設と維持管理を担っている。法律第 20 条 (2006 年) では以下を規定している。

- 1) 中央政府 (MPWH) は、3,000 ha 以上を擁する灌漑システムの建設および維持管理責任を負う (法律第 20 号 16 章)。
- 2) 州政府は 1,000 ha から 3,000 ha の灌漑システムの建設および維持管理責任を負う (法律第 2 号第 17 章)。
- 3) 1,000 ha 以下の灌漑システムは地方 (Kabupaten) 政府が建設および管理に責を有する (法律第 20 号第 18 章)

注釈: 上記に示した管轄によって施設の建設および O&M が担われるが、下位の政府機関が対応不可能な場合は上位の管轄レベルに支援の要請を行う場合がある。

原則として、政府による維持管理は灌漑システムの広さに従って管轄が分かれているが、本来ならば国家の管轄レベルでありながらも、地方政府によって維持管理されることがある。例えば、JICA 調査団が訪問した中部ジャワ州での Sidorejo、Sedadi、Klambu-kiri の 3 つの灌漑スキームでは、頭首工は BBWS Pemali Juana (中央政府配下の流域管理事務所) の管轄下にあるが、幹線水路など残りの部分は州政府によって管理されている。ただし上述したように、三次水路やそれ以下の支線水路は農家によって管理されている。

インドネシアでは、一般的に三次水路は 100 ヘクタールの農地を灌漑している¹。こうした三次水路は原則として農家によって建設されるべきであるが、農家は三次水路の建設費を地方政府 (Kabupaten) に要求する権利を持っている。地方政府は三次水路など農業インフラ建設を担うが、予算規模や技術力においてこれらを建設できない場合には、より高いレベルの政府機関 (例えば州政府) に建設を要求することができる。また、水利組合が二次水路の維持管理を引き受ける場合も一部ではある。

6.2 水利組織 (WUA) および関連組織

6.2.1 水利組織 (WUA) の現在の組織構造

インドネシアの水利組織は三次水路を管轄するレベル、二次水路を管轄するレベル、これらを統括する全体の 3 つのレベルで構成されている。三次水路のレベルでは P3A²、二次水路のレベルは GP3A³、全体を統括するレベルでは IP3A⁴が設立されている。P3A は基本的にすべての三次水路に設置され、三次水路以降の圃場内水路を含めて維持管理を担う。

GP3A は二次水路の維持管理を担う。基本的にはひとつの二次水路に一つの GP3A が設置されるが、ひとつの GP3A が複数の二次水路に対応する場合もある。二次水路の管理は GP3A と政府機関の B/BWS もしくは PSDA との取り決めによって管理され、そして全体をカバーして設立される IP3A は農地に必要な用水の分配 (ダムからの放流量と、幹線水路と二次水路を通じて灌漑農地への用水の配分) を政府機関に交渉する。

1) P3A の構成

図 6.2.1 に示すように、P3A は同じ三次水路を利用する農家によって構成される。1 つの P3A は基本的に 1 つの三次水路を管理するが、P3A ごとの組合員数の均衡をとるために、複数の三次水路に一つの P3A が設置されることもある。三次水路には、二次水路から三次水路への配水を制御するブロックヘッドが配置されている。また、P3A の指導者や村の代表者または受益農家によって指名された *Ulu-ulu* は、ブロックヘッドに指示を与え、二次水路に設置された三次水路への取水口で水の制御を監督している。

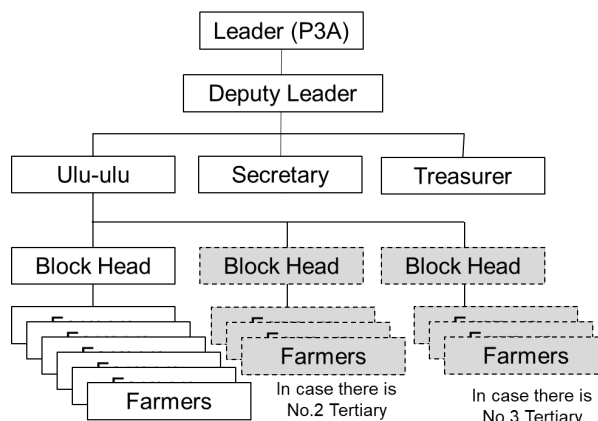


図 6.2.1 P3A の構造 (Sidorejo Scheme)
出典: P3A へのインタビューに基づき JICA 調査団が作成

P3A の理事は通常、リーダー、副リーダー、秘書、会計係、*Ulu-ulu* で構成されている。理事は P3A 会合を開催し、作物の栽培計画に基づいて必要な水量や、水路の清掃・修繕について話し合う。この会合で挙げた重要事項は P3A の代表者たちで構成される GP3A の会合においても話し合われる。

¹ 技術マニュアル 【KP.05 Tertiary Plot¹ in page 29 Chapter 4.3】に基づく情報である。

² Perkumpulan Petani Pemakai Air (Water User Farmer group)

³ Gabungan Perkumpulan Petani Pemakai Air (Association of Water User Farmer group)

⁴ Induk Perkumpulan Petani Pemakai Air (Main Association of Water User Farmer group)

での協議内容や提言内容を基に灌漑に係る政策を決定する。灌漑委員会のメンバーは5年ごとに任命される。

一方、開発計画会議（MUSRENBANG）では、灌漑に係る課題だけでなく、県内のその他の重要事項についても話し合われる。開発計画委員会の議長は県知事であり、BAPPEDA が技術的なサポートを行う。この会議に提起される課題は、灌漑委員会のレベルで解決されていないテーマか、農業や灌漑以外の他のセクターとの調整を必要とするものが対象となる。

6.2.3 中部ジャワ州の水利組合

中部ジャワ州は稲作において長い歴史を持つ。BBWS Pemali Juana の管轄下における既存の灌漑システムは、植民地化時代の19世紀後半に大部分が建設された。この地域の農家は主にジャワ人で、先祖から農地を受け継いでいる。BBWS Pemali Juana の管轄下には22の灌漑スキームがあり、そのうちのSidorejo、Sedadi、Klambu-Kiriの3つの灌漑スキームの水利組合を対象に2020年2月にインタビュー調査を実施した。

1) 3つの灌漑スキームの水利組合と管轄エリア

表6.2.1は、JICA調査団が訪問した灌漑スキーム（Sidorejo、Sedadi、Klambu-Kiri）における水利組合の組合数や管轄エリアなどを示している。組合員の数が非常に多く、Sidorejoで45,000人、Sedadiで32,000人、Klambu-Kiriで33,851人を有している。灌漑システムの管轄面積は広大で、約8,000haから20,000ha以上に及ぶ。その一方で農家あたりの平均農地面積は非常に限られており、Sidorejoでは0.2ha、Sedadiで0.5ha、そしてKlambu-Kiriでは0.6haに過ぎない。

表 6.2.1 水利組合と灌漑エリア（中部ジャワ州）

Irrigation Scheme	Sidorejo	Sedadi	Klambu-Kiri
Total No. of Members	45,000	32,000	33,851
Farmland Area, ha	7,938	16,055	20,709
Average Farmland Area (ha) per member	0.2	0.5	0.6
No. of IP3A	1	1	1
No of GP3A	8	8	4
No. of P3A	63	63	110
Average Area (ha) covered by One P3A	126	254.8	188.3
Average No. of Members in One P3A	714	507	308
Average No. of P3A under One GP3A	7.9	7.9	27.5

出典：JICA調査団（水利組合代表へのインタビューおよび、BBWSとPSDAからの関連資料に基づく）

これら3灌漑スキームにおいて、水利組合のP3Aの数は63から110に及び、GP3Aの数は4～8である。1つのP3Aには平均的に、Klambu-kiriで308人の農家が属し、Sedadiで507人、Sidorejoで714人が属している。一つのP3Aの管轄する面積は126haから255haに及んでいる。

P3Aのレベルでさえ約300～700名以上の組合員が属しており、規模が非常に大きいことが判る。P3Aが三次水路に係る問題を話し合う際は、すべての組合員を招集して総会を設ける必要があるが、こうした組合員数の多さから全組合員が参加することは困難となっている。GP3AとIP3Aのレベルでも、すべての受益農家を招集することは困難であるため、通常は代表者だけが総会に招集されている。

2) 水利組合規則

インタビュー調査の結果、3つの灌漑スキームでは、P3A、GP3A、IP3Aのそれぞれのレベルで、書面による規則を有していることが明らかとなった。新規に規則の作成を行う水利組合では、既存のスキームの規則を模倣し適宜修正しながら作成している。規則は、定款とその会則で構成さ

れている。以下に、Sidorejo 灌漑スキームの GP3A (Dharma Tirta) の組合規則 (全 10 章 25 の規定で構成) の条項を示す。これらの規則には一部重複が見られるため、今後簡素化できると考えられる。

- 第 1 章 組織の名前、設立年、所在地
- 第 2 章 原則、資産、最終目標
- 第 3 章 義務、目的、業務の範囲および制限
- 第 4 章 組合組織
- 第 5 章 資産と収入
- 第 6 章 作業手順
- 第 7 章 組織における開発/合理化
- 第 8 章 記載内容の改正
- 第 9 章 解散事項
- 第 10 章 結び

2.1) 水利組合の設立のための県知事からの承認

灌漑スキームの水管理の問題は B/BWS が主に対応をするが、水利組合の設立には県知事からの承認が必要となる。水利組合の組合員は技術的な問題に関しては BBWS のフィールドスタッフと PSDA に連絡を取るが、設立の承認などの事項は、当地の開発を担う県知事の承認を得る必要がある。

2.2) 二次水路に係る規定

GP3A Dharma Tirta では、Godongan と Genuksuran の二次水路を管理する役割が期待されているが、GP3A と BBWS および PSDA の役割分担については明確に示されていない。以下に引用される関連規制によると、二次水路の管轄エリア内の灌漑管理に対する全責任は GP3A にあるように記載されているが、實際上、GP3A が全てを担うことは困難である。また、農家は維持管理の責任の所在は BBWS/PSDA にあると考えている。

第 3 章:「義務、目的、業務の範囲および制限」における第 5 条によると GP3A の責務は次のとおりと既定されている。:1) Godongan と Genuksuran 二次水路の水管理、2) Godongan と Genuksuran 二次水路の維持管理作業に貢献、3) Godongan と Genuksuran 二次水路の運営と維持管理のために、農家の収穫から資金を徴収する。

2.3) 多数の会員数を抱える水利組織での意思決定の困難さ

GP3A Dharma Tirta では、会員の 3 分の 2 以上の参加を定足数として、年に 1~2 回の総会が実施されるべきであるとしている。しかしながら、GP3A Dharma Tirta は 1000 人を超える農家を有しているため、実際問題として全農家を対象とした総会の開催は困難である。

3) 水利費とその使途

インドネシアでは、農家が支払う水利費は基本的に組合内の活動に使用され、政府に徴収されるものではない。各 P3A はそれぞれ独自の金額を設定し、P3A リーダーが組合員から水利費を徴収している。表 6.2.2 に示した水利費の金額は、聞き取り調査を行った P3A リーダーからの回答である。P3A ごとに徴収方法も異なり、現金で徴収することもあるが、収穫された籾米で支払われることもある。現物 (籾米) で徴収するほうが、現金の不足を言い訳にできないため、徴収が容易だと言われている。

1 ha 当たりの1年間の水利費は、Sidorejo 灌漑スキームのインタビュー対象者の P3A では210,000 Rp、Sedadi 灌漑スキームでは水稲 100 キロ、また Klambu-Kiri の上流に位置する P3A では150,000Rs、下流部の P3A では 180,000Rp とされている。仮に年間 6 トン/ha の収穫量が 2 期ある場合、水利費の額はそれぞれ総生産額の 0.4%、0.8%、0.3%を占めることとなる。この程度の水利費であれば、農家にとっての負担は重くはないといえる⁵。

徴収された水利費は、主に三次水路の修繕や維持管理に活用され、それ以外には、水利組合の役員への謝礼金や組合の運営費に使われている。余剰金があれば、洪水被害への対応など社会的活動に使用されることもある。こうした使途は P3A 会議で話し合われて決定される。

インタビュー対象者によると、ほとんどの組合員は水利費を支払っているが、限られた一部の組合員は支払いを怠る場合があるという。このような場合の対策として罰則が設けられている。例えば、水利費の支払いを怠った組合員へは政府支援で供与されたトラクターの使用を許可しないよう、P3A リーダーがトラクターの管理者に働きかけることもあるという。

表 6.2.2 水利費と使途 (中部ジャワ州)

灌漑スキーム	Sidorejo	Sedadi	Klambu Kiri
水利費	210,000 Rp	籾米 100kg	Upper stream: 150,000 Rp. Downstream: 180,000 Rp.
使用用途	50 % (3 次水路の維持管理費)	40 % (3 次水路の維持管理費)	60% (3 次水路の維持管理費)
	25 % (庶務および委員への報酬)	30 % (委員の報酬)	30 % (委員の報酬)
	15 % (GP3A の活動費)	10 % (留保金)	10% (社会的行事、葬式、事故・洪水被害などへの対応)
	5 % (IP3A の活動費)	5 % (庶務費)	
	5 % (留保金)	15 % (その他、会議費等)	
罰則	トラクターの貸し出しを停止 (政府補助金で購入している P3A の所有財産)		

出典：JICA 調査団 (水利組合代表へのインタビューおよび、BBWS と PSDA からの関連資料に基づく)

4) 維持管理

P3A の組合員は三次水路の維持管理を担っている。BBWS/PSDA は組合員に対して維持管理の研修を実施しているが、こうした研修は P3A のリーダー達を対象としており、一般の組合員はリーダー達から指導を受けることとなる。維持管理に係るマニュアルは研修に参加したリーダーたちは所有しているが、一般の組合員には配布されていない。



二次水路から三次水路への取水箇所
溜まった家庭ごみ

P3A の組合員は作付時期においては毎月三次水路の清掃を行っており、水路に溜まる土砂やプラスチックごみなどを取り除いている。二次水路の清掃に関しては、PSDA が責任を持っており、そのための予算も確保している。水路に溜まる土砂やごみは水流を妨げ、灌漑を困難にしているケースも見られる (右写真を参照)。

6.2.4 南スラウェシ州における水利組合

南スラウェシ州の BBWS Pompengan Jeneberang の管轄下には 35 の灌漑スキームが存在する。このうち、JICA 調査団は、Kelara Karalloe、Bantimurung、Lamasi、Kalaena の 4 つの灌漑スキームを

⁵ 籾 100kg の出荷価格が 450,000 ルピア (2021 年 2 月時点) であるため、年間収穫量 12 トンは 5400 万ルピア相当する。これに基づく、水利費は 0.3%から 0.8%を占めることになる。

訪問し水利組合に聞き取り調査を実施した。

1) 4 灌漑スキームにおける水利組合と管轄エリアについて

4 灌漑スキームに関して設立されている水利組合の概要を表 6.2.3 に示す。一つの灌漑スキームあたりの組合員の総数は 7,000~20,000、また、灌漑農地は 6,500 ha から 17,000 ha である。一人あたりの平均の農地面積は 0.6 ha から 0.9 ha となる。P3A の管轄エリアの面積は Lamasi 灌漑スキームの 49 ha から Kalaena 灌漑スキームの 166 ha にわたる。一つの P3A の平均人数は、Lamasi で 85 人、Kelara Karraloe では 216 人となっている。

全体を統括する水利組合としては IP3A が設立されることが一般的であるが、4 つの灌漑スキームのうち Kelara Karraloe と Kalaena では IP3A が設立されていない。GP3 は、Kelara Karraloe と Kalaena で 3 つ、Lamasi で 11、Bantimurung では 6 つが設置されている。一方で、P3A の数は最小の Kelara Karraloe では 51、最大の Lamasi では 235 である。よって一つの GP3A には 9 から 34 の P3A が設立されていることになる。

表 6.2.3 水利組合と灌漑エリア（南スラウェシ州）

Irrigation Scheme	Kelara Karraloe	Bantimurung	Lamasi	Kalaena
Total number of Members	11,000	7,000	20,000	20,000
Farmland Area(ha)	7,815	6,513	11,456	16,946
Average Farmland Area(ha) per member	0.7	0.9	0.6	0.9
Average Area (ha) covered by One P3A	153	112	49	166
No. of IP3A	0	1	1	0
No. of GP3A	3	6	11	3
No. of P3A	51	58	235	102
Average No. of Members in One P3A	216	121	85	196
Average No. of P3A under One GP3A	17	9.7	21	34

出典：JICA 調査団（水利組合代表へのインタビューおよび、BBWS と PSDA からの関連資料に基づく）

2) 水利費とその用途

水利費については、Lamasi 灌漑スキームと Kalaena 灌漑スキームを除く残りの二つの水利組合では徴収されている。Lamasi 灌漑スキームでは、かつては水利費の徴収を行っていたがメガワティ政権（2001-2004 年）以降水利費の徴収を停止している⁶。近年は三次水路の維持管理のため水利費の重要性が再考され、徴収を再開することを検討している。

水利費の額に関しては、Kelara Karraloe 灌漑スキームでは、1 ha ごとに 50 キロの籾を徴収している。この籾の量は 225,000Rs に相当する（1 ha あたりの収量を 6 トンと仮定すると、50 キロの籾は総生産額の 0.8%程度に相当する）。Bantimurung 灌漑スキームでは、年間の水利費は 100,000 Rs に設定（籾の総出荷価格の 0.4%に相当）、もしくは籾 40 キロ（約 180,000 Rp に相当）が徴収されている。Bantimurung の下流エリアでは 250,000 Rp に設定されている場所もある（この場合、総出荷価格の 1%を占める）。Kalaena 灌漑スキームでは、ひとつの P3A しか水利費を徴収しておらず、金額は年間 50,000 Rp である。これは総出荷価格の 0.2%に相当する。

組合員からの水利費の徴収率は比較的高く、Kelara Karraloe ではほぼ 100%、Bantimurung 灌漑スキームでは 95%、Kalaena 灌漑スキームでは 80%程度と報告されている。現金で徴収するよりは現物で徴収するほうが水利費を徴収しやすく Kelara Karraloe 灌漑スキームではヘクタールあたり 50 キロの籾を収穫期ごとに徴収している。また、Kelara Karraloe 灌漑スキームの下流域では十分

⁶ インタビューでは、メガワティが大統領になった時期、人びとの間にはメガワティ氏が貧しい人々の代表であるという認識があったため、水利費を含め公共施設に関するものは政府が補助することが当然であると考えようになったことが背景にあるという。

な灌漑用水が得られない場合、1年に1度の水利費徴収としている。

表 6.2.4 水利費と使途（南スラウェシ州における4灌漑スキーム）

灌漑スキーム	Kelara Karraloe	Bantimurung	Lamasi	Kalaena
水利費	籾米 50kg/ha 注：下流部では年一回の徴収	100,000 Rp/ha/年（一部、籾米 40kg/ha/年）、 下流部では 250,000Rs/ha/年もしくは籾米 50kg/ha/年	現時点は徴収なし	1 P3A では 25,000Rs/作（年当たり2作）、 他の P3A では徴収なし
使用用途	50%（Mandor への支払い）	10%（Ulu-ulu への支払い）	N/A	25%（庶務）
	10%（GP3A と P3A 委員への報酬）	50%（3次水路の維持管理費）	N/A	25%（委員への報酬）
	15%（3次水路の維持管理費）	20%（会議費、事故対応や社会的活動）	N/A	50%（維持管理費）
	15%（留保金）	20%（留保金）	N/A	-
	10%（会議や社会的活動）	下流域では 20%（Ulu-ulu）40%（維持管理費）、40%（社会的活動）	N/A	-
徴収率	ほぼ 100%	95%（下流部では約 75%）	N/A	約 80%
罰則	灌漑用水の停止	特段無し（下流部では水不足による苦情が多い）	N/A	補助金付き肥料の配布禁止

出典：JICA 調査団（水利組合代表へのインタビューおよび、BBWS と PSDA からの関連資料に基づく）

水利費の使途については上表に示している。水利費は Mandor⁷や Ulu-ulu と呼ばれる三次水路の管理を行う人への支払いに使われたり、理事会メンバーに報酬として使われたりする。水利費を支払わない農家に対して2つの灌漑スキームでは罰則が存在する。Kelara Karraloe 灌漑スキームでは灌漑用水の利用を許可しない。Kalaena 灌漑スキームでは P3A リーダーが Kelompok-tani という補助金制度下の肥料配布の窓口となる農民組織に働きかけて、化学肥料を受け取れないようにしている。Kalaena 灌漑スキームでは P3A の組合員が Kelompok-tani を兼務していることがあり、水利費を支払わない農家にこうした罰則を与えることが可能となる。

3) 維持管理

施設の維持管理に係る研修については、4つの灌漑スキームのリーダーたちは、BBWS からの研修を受けている（Kelara Karraloe 灌漑スキームは 2009 年、Bantimurung scheme 灌漑スキームでは 2013 年、Lamasi 灌漑スキームでは 2011～2012 年頃、Kalaena scheme 灌漑スキームでは 2014 年以前に研修を実施）。O&M に係る研修に参加した人々のうち、一部の人びとだけが現時点で O&M マニュアルを所持している。マニュアルを所持しているのは、Kelara Karraloe では Mandor のみであり、Bantimurung 灌漑スキームでは、IP3A や GP3A のリーダー達のみであった。Lamasi 灌漑スキームでは誰も所持していなかった。水路の清掃に関しては、4つのスキームで共通しており、P3A の組合員が田植えの前に総出で、水路の土砂を取り除いている。

水量に関しては、Lamasi や Kalaena 灌漑スキームでは灌漑用水の枯渇が 10 月など乾季に起きている。Lamasi 灌漑スキームでは、三次水路に導水する際に二次水路の水位を上げる必要が発生している。ここでは盗水する農家が存在し、二次水路の盛土内に穴を掘り、二次水路から直接自分の水田に取水している。一方、Bantimurung 灌漑スキームでは洪水時に水田に溜まった水を水路に戻している例などが課題として挙げられている。Kelara Karraloe 灌漑スキームや Lamasi 灌漑スキーム、Kalaena 灌漑スキームの一部では水争いが問題となっている。

⁷ Mandor と Ulu-ulu は呼び方が異なるだけで、同じ作業を担っている

6.3 直面している問題とそれに対する提言

これまでの議論を踏まえ、水利施設の維持管理とその持続性のために、解決すべき課題を以下に示す。

- ✓ 総会で全水利組合員の意見を反映させることの難しさ（例：総会の開催）
- ✓ 水利組合における計画部門の欠如と水利組合の構造の不明確さ
- ✓ 灌漑用水を末端水路まで届けることの難しさ
- ✓ 1本の三次水路がカバーする広大な管轄エリア

6.3.1 総会で全水利組合員の意見を反映させることの難しさ

インドネシアでは三次水路の管轄範囲は100haに及ぶことが一般的であるが、ほかのアジアの国々の例⁸と比較して、非常に広い範囲を管轄しているという特徴がある。1農家あたりの保有面積が0.2haから1haと非常に狭小である一方で、表6.3.1に示したように、ひとつのP3Aに所属する平均人数は、最小で85名（Lamasi灌漑スキーム）、最大では507名（Sedadi灌漑スキーム）となっている。このように所属人数が多ければ、全員が参加するような総会の開催は事実上不可能となる。

表 6.3.1 調査対象水利組合における組合員数の規模

Particulars	Sidorejo	Sedadi	Klambu-K	K. Karraloe	Bantimurung	Lamasi	Kalaena
Total No. of Members	45,000	32,000	33,851	11,000	7,000	20,000	20,000
Av Area per Farmer, ha	0.2	0.5	0.6	0.7	0.9	0.6	0.9
Av Area per P3A, ha	126	254.8	188.3	153	112	49	166
No. of IP3A	1	1	1	0	1	1	0
No of GP3A	8	8	4	3	6	11	3
No. of P3A	63	63	110	51	58	235	102
Av. Membership per P3A	714	507	308	216	121	85	196
Av. Membership per GP3A	5,625	4,000	5,177	3,667	1,167	1,818	6,667
Av No. of P3A per GP3A	7.9	7.9	27.5	17	9.7	21	34

注釈：Av. は平均（Average）を示す。

出典：JICA調査団によるP3Aへのインタビュー結果に基づく

総会は水利組合の意思決定の最高機関であり、重要な問題が話し合われる場となる。水利組合の規則でも総会の開催が示されており、本来ならP3A、GP3A、IP3Aで総会が開催される必要がある。しかしながら、組織の擁する膨大な組合員数に対して、総会を開催することは実際上困難といえる。解決策としては、代表者総会、もしくは理事委員会という形で、代表者たちによる総会の設置が考えられる。一般的に、1本の三次水路には、10本ほどの圃場内水路が存在しているが、圃場内水路ごとに代表者を選び、代表者総会を設置することが考えられる。

上記と同様に、GP3AやIP3Aにおいても、全組合員に召集を掛けることは困難である。それゆえに、GP3A総会にはP3Aの代表者が招集され、IP3AではGP3Aの代表者が招集されるなどの代表者による総会を設ける必要がある。もしくは、その代わりに、三次水路ごとに選定された代表者がGP3A総会に召集され、二次水路ごとに選定された代表者がIP3A総会に召集される、という形にすることもできる（表6.3.2および図6.3.1を参照）。

⁸ 例えばフィリピンでは3次水路の管轄範囲は50ヘクタールで、ミャンマーでは50エーカー（20ヘクタール）から100エーカー（40ヘクタール）である。

表 6.3.2 代表者総会の提案

Level of Water Users Association	General Assembly (GA)	Representatives GA
IP3A (system level)	All the members under the IP3A	Reps of GP3A, or Reps of Each Secondary Canal
GP3A (basically secondary canal level)	All the members under the GP3A	Reps of P3A, or Reps of Each Tertiary Canal
P3A (basically tertiary canal level)	All the members under the P3A	Reps of Each On-farm Canal
On-farm Ditch Group (Newly proposed)	All the members under the On-farm Ditch	No need

出典： JICA 調査団

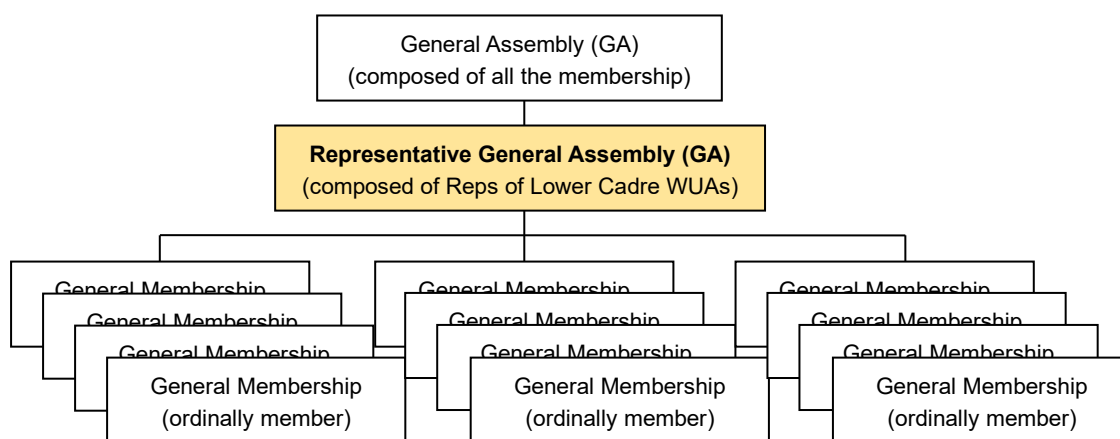


図 6.3.1 現行の大規模な水利組合に対する代表者総会設置案

出典： JICA 調査団

6.3.2 水利組合における計画部門の欠如と組織構造の不明確さ

一般的に、組織には計画部門、意思決定部門、そして実施部門の 3 つの部門が必要となる。すなわち、計画部門で計画が策定され、この計画が意思決定部門である総会あるいは代表者総会に提起され、総会の同意を得て一般の組合員によって実施に移される。こうした計画部門、意思決定部門、実施部門は組織内で独立している必要がある。

水利組合においても、計画部門、意思決定部門そして実施部門の独立性を保てるような組織構造とすべきである。そのため、まず、圃場内水路ごとにグループ化して水利グループ (WUG) を形成し、この水利グループが集まって三次水路ごとに P3A が組織されることを提案する。その上で、図 6.3.2 に示すように、計画部門、意思決定部門、実施部門にそれぞれの機能を持たせる必要がある。

- 1) P3A の最上位には総会が設置され、この総会は三次水路の利用者全員が所属することとなる。この総会は予算や規則、組織の登録や退会、水利費やその徴収方法など重要なことを決定する機能を持つこととする。
- 2) 総会の下には、代表者総会 (理事会) を設置する必要がある。代表者総会には、水利グループの全代表が集うことになるため、代表者総会は水利グループを代表することになる。これによって、すべての水利グループの意見が代表制の総会に反映されることになる。
- 3) 代表者総会のメンバーより、5 人から 8 人程度で構成される管理委員会 (Management Board: MB) を設立する。この管理委員会は総会や代表者総会による決定事項に従って日々の実施運営を担うこととなる。委員会のメンバーには、委員長、副委員長、秘書、会計、監査役、また水管理を担う Ulu-ulu などが含まれる。

4) すべての計画は計画委員会（Planning Committees : PCs）で策定されるべきである。計画委員会には、必要に応じて、財務委員会や配水委員会、農業開発委員会などを設置すべきである。そして、管理委員会のメンバーがそれぞれの委員会のリーダーを務めることが望ましい。例えば、会計係が財務委員会のリーダーを務め、Ulu-ulu が配水委員会のリーダーを、そして副議長が農業開発委員会のリーダーを務める等が考えらる。委員会のメンバーは、一般の組合員から選ばれる。

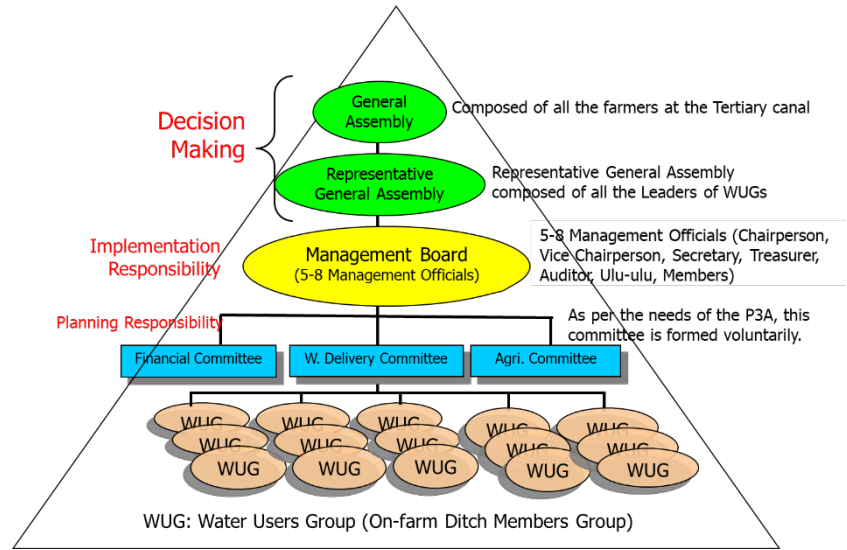


図 6.3.2 P3A の構造案 (水利組合)
出典: JICA 調査団

以上、すべての計画は、計画委員会（PC）で策定され、意思決定のために総会および代表制の総会にこの計画が上げられ、総会あるいは代表制の総会の決定のもと実施に移されることとなる。

JICA 調査団による現地調査によると、中部ジャワ州と南スラウェシ州の GP3A のメンバー数は 1,200 から 6,000 人以上であった。GP3A も P3A と同様に非常に多くの組合員を抱えるため、P3A と同様の組織構造を提案する。

- ✓ 図 6.3.2 で提案したような水利組織グループ（WUG）は、図 6.3.3 に示される P3A となる。
- ✓ 総会は二次水路を利用している全農家で構成される一方で、代表者総会は P3A の代表のみで構成されることとなる。

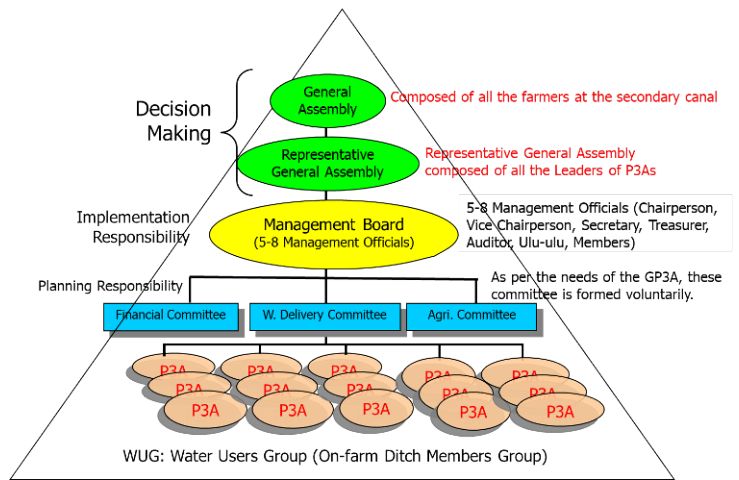


図 6.3.3 GP3A の構造案 (Secondary C Level)
出典: JICA 調査団

- ✓ GP3A 内にも P3A の内部構成で述べたように、計画委員会や管理委員会が設置される。計画委員会には、必要に応じて、財務委員会や配水委員会、農業開発委員会などが設置される。また、管理委員会は、日々の実施運営に責を有するが、委員長、副委員長、秘書、会計、監査役、Ulu-ulu などから構成される。

さらに、GP3A の上位にある IP3A は、中央ジャワ州と南スラウェシ州での調査によると、7,000 ~45,000 人が所属しており非常に大きな組織となっている。総会に組合員を招集することが困難だけでなく、日々の O&M 活動を管理することも不可能に思われる。ここで、IP3A のメンバーは GP3A のリーダーから選出されており、また GP3A と P3A のレベルで日常的な運用と管理が担

われていることから、IP3A 自体には総会、代表者総会、管理委員会、また計画委員会などを設置せず、GP3A 間の調整と B/BWS との協議のみを担うことを提案する。

6.3.3 水路末端まで配水することの難しさ

水路の上流と下流を流れる水量の不平等さは、水路の末端まで灌漑用水を届かせるという物理的な難しさだけでなく、水路を利用する農家の行動にも影響される（図 6.3.4 参照）。水管理における厳しい規制がない限り上流の農家は節水することはなく、例えばゲートを開放したまま可能な限り取水しようとする傾向が時折見られる。

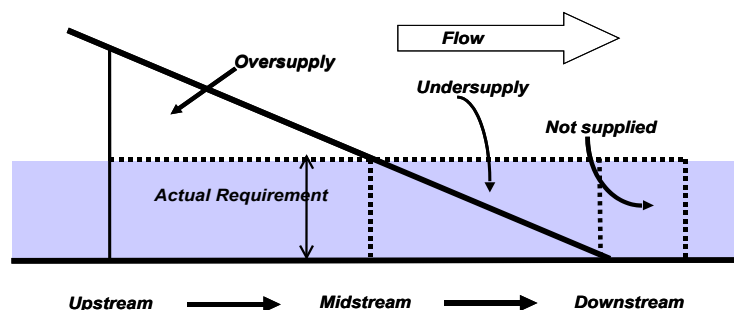


図 6.3.4 水路に見られる一般的な配水状況
出典：JICA 調査団

P3A および GP3A 内の組織規範または運用原則は、正しく水管理をするうえで強化されるべきである。そのためには、「6.3.2 水利組合における計画部門の欠如と組織構造の不明確さ」で提議したように、水利組合を再編成し、こうした状況に対応する必要がある。農家が自分の管轄内で十分な責任を果たす場合には、自分自身で管理を行うため上記のような状況は改善されることとなる。一部の農家が盗水することを、他の農家が寛容に受け入れているかもしれないが、灌漑用水が政府の管理ではなく農家自身による管理となった場合、水利用の公平性はより高まるものと思われる。

6.3.4 三次水路による広大な灌漑エリア

写真は当地の典型的な三次水路である。上述したように、インドネシアにおける三次水路の管轄エリアは大きく、南スラウェシ州の Lamasi 灌漑スキームでは 49 ha、中部ジャワ州の Sedadi 灌漑スキームでは 255 ha の規模である。こうした大きな面積の元、灌漑用水の平等な配分は困難となる。結果、二次水路や幹線水路から直接に水をくみ上げる農家も存在している。このような状況を改善するために以下の 2 つの方策を提案する。

- 1) 新たな三次水路の敷設
- 2) 密度の高い圃場内水路の設置、または 1) と 2) の組み合わせ

新たな三次水路の建設することは、より効果的な水配分、また末端圃場までの配水を可能とする。ただし、三次水路に係る用地取得は政府により補償されないため、用地取得は農家たちで解決することが必要となる。三次水路の建設に必要な土地は、幅 1~2 m 程度であるが、そもそも農家の保有面積が狭小であるため、農家は自分の農地の一部を手放すことを望まない。よって、三次水路の建設においては、地方政府等により土地補償を行うことを検討すべきである。

三次水路に加えて、あるいは三次水路の追加建設が困難な場合、その下位の圃場内水路を増設することが考えられる。圃場内水路は三次水路より小型であり、通常は土水路で、鍬などの農具で掘削・建設することが可能である。一般的な圃場内水路の幅は 50cm から最大でも 1 m 程度と限られているため、用地取得も小さな規模となる。したがって、圃場内水路が建設される農民に対してはその圃場内水路を利用する農民にて補償を行うなど、農民内での協議、合意、そして建設

が望まれる。



左側：三次水路（中部ジャワ州） 右側：土水路（西部ジャワ州）

第7章 結論と提言：4 優先地区の Pre-FS 結果と提言

7.1 結論

4 優先地区に関して、技術的および経済的観点から Pre-FS レベルでの検討を行った結果、事業の実施可能性につき実現性があると結論付けられた。インドネシア政府においては、以下に挙げる点を考慮するとともに、4 優先地区について優先順位を付した上で、ドナーとの協働も視野に入れながら最優先地区を対象とした FS の実施に着手すべきである。

- 1) インドネシア政府はこれまで長きにわたり国内で灌漑開発を行ってきた。しかしながら、コメの自国消費量を賄えるほどの生産量には達しておらず、食糧の安定供給は国家の最優先課題となっている。このような背景から、コメ増産のために灌漑地区の新規開発が望まれ、大規模な新規灌漑開発の可能性を有する地区としてランブン州と東カリマンタン州を選定した。ランブン州においては、既存の Komerling 灌漑地区を拡大することで一ヶ所に約 57,000ha の広大な開発面積を確保することができる。また、東カリマンタン州においては 3 地区 (KT2、KT31&KT32、KT4) からなる約 54,000ha において大規模な開発面積を確保できる。
- 2) インドネシアでは、長きにわたりジャワ島そしてスラウェシ島を中心として灌漑開発が実施されてきた。このうち、より多くの灌漑事業が実施されてきたのは、ジャワ島中部やスラウェシ島南部などである。これらの地区では、老朽化し改修を必要としている多くの灌漑施設が存在している。中部ジャワ州においては計 11 灌漑地区 (計 134,000ha)、南スラウェシ州においては計 5 灌漑地区 (計 49,800ha) を施設改修対象地区として特定した。なお、中部ジャワ州の 3 灌漑システムについては灌漑近代化も提案される。これらの地区については施設改修事業が完了することで生産性の向上が期待される。
- 3) 事業評価分析の結果、EIRR についてランブン州の新規灌漑開発事業で 10.68%、東カリマンタン州の新規灌漑開発事業で 13.62%、また、中部ジャワ州の施設改修および近代化事業では 16.14%、南スラウェシ州の施設改修事業では 11.68% という値が得られた。これら事業の経済性評価分析結果は Pre-FS 段階のものではあるが、EIRR が一般的な投資の機会費用である 10% を上回っている。したがって、経済的収益性の観点からは事業を実施した場合に便益を見込めるものと判断する。

7.2 提言

EIRR に基づいた事業の経済分析からは、これらの新規開発および改修計画は経済性の観点より実施可能性は高いと判断されるが、事業を実施に移す前には技術レベル、財政的実現性、経済的実現性、環境社会配慮、事業実施体制等のあらゆる側面を考慮した FS を行うべきである。FS の実施にあたっては、以下の事項を考慮すべきである。

- 1) **環境社会配慮**：ランブン州と東カリマンタン州の新規灌漑開発地区においては、新たに土地の開拓と稲作を対象とした圃場整備が必要となる。現在、これら地区の大部分は雑木林、森林、個人経営プランテーション、湿地などとなっている。土地の開拓および水田造成は自然環境の大きな変化を伴うことから (当該事業は、JICA のガイドラインにおいて環境に顕著な影響を及ぼす可能性のある “A ランク” に分類される)、環境影響評価を十分に実施する必要がある。さらに、本事業における受益者は移住者として開発対象地区に招かれることになるため、再定住プログラムが必要となる。社会的な配慮も必要であることから、住民移転計画 (Resettlement Action Plan: RAP) の作成が必要となる。

- 2) **東カリマンタン州におけるプランテーション用地**：東カリマンタンにおいては新規開発面積として約 54,000ha が見込まれるが、この面積を確保する上では、いまだ植樹がなされていないプランテーション権益取得地を灌漑のために開発可能であるとみなしている（既に植樹がなされている地区は開発可能面積から除外している）。したがって、未利用のプランテーション地区については、利用権を有する企業との交渉により開発可能な地区に変更する必要がある。実際、開発可能と算定した 54,000ha のうち、未植樹であるがプランテーション利用権が付与されている土地は約 31,500ha を占めており、土地利用規制を変えない限り 54,000ha の広大な面積を確保することは困難である。
- 3) **ランブン州におけるプランテーション地区**：ランブン州の新規開発については、衛星画像や土地利用マップ（GIS）の分析により、Komerling Extension Area No.4-1 にて 57,000ha を確保することは可能と判断した。しかしながら、サトウキビやパームなどのプランテーション栽培の有無およびその範囲を可能な限り正確に把握する必要がある（ATR/BPN 作成の土地利用マップでは栽培範囲が表示されていないが、Google Earth の衛星画像を参照すると実際には多くのサトウキビやパームがあることが判る）。JICA 調査団は、Google Earth の衛星画像を用いてサトウキビとパームの栽培範囲を推定しているが、これには誤差が含まれると考えられるため、ランブン州の事業に関する FS では、プランテーション栽培範囲の特定を行うことが必要である。
- 4) **優先度の高い施設改修および近代化計画**：南スラウェシ州と中部ジャワ州における施設改修計画は、その他の新規灌漑開発計画よりも優先的に実施されるべきであると思量する。これは、施設の改修は環境および社会へ与える影響が小さいためであり、また、新規開発と比較して非常に早く便益を生み出すことが可能となる。近代化についても同様であり、中部ジャワ州における 3 つの灌漑システムの近代化プロジェクトは、リハビリを終えた他の多くの既存プロジェクトにとってモデルケースとなりうるものである。

パート III

技術交流プログラム

第1章 第1回日尼灌漑・排水技術交流（2019年2月19日～22日）

本事業では、新規灌漑開発・管理のための中長期戦略の策定に加え、日・インドネシア両国の灌漑関係者による技術交流を行った。技術交流は、「効率的な配水操作と水利調整」をテーマとし、本邦土地改良区関係者とインドネシア政府や水利組合、灌漑委員会関係者による直接対話を通じて、両国における灌漑施設や管理に係る理解を深めることを目的に実施された。

本章では、本邦農林水産省とインドネシア公共事業・国民住宅省水資源総局による第1回日尼灌漑・排水技術交流について概説する。第1回技術交流では、インドネシア公共事業・国民住宅省水資源総局における技術対話、中部ジャワ州・Sidorejo地区の現地視察、Sidorejo 統合水利組合や中部ジャワ州灌漑委員会との意見交換を行った。

1.1 日本側派遣調査団の構成、全体行程および活動等

第1回技術交流は日本側から土地改良区関係者を派遣し、インドネシア中部ジャワ州・Sidorejo地区の現地視察等を実施した。日本から派遣された調査団の構成は、土地改良区関係者が5名、農林水産省より4名、石川県職員1名、岩手県および長野県土地改良事業団体連合会職員2名、JICAから1名である。

第1回技術交流は、2019年2月18日から22日の5日間の行程で行われた。派遣の全体行程を表1.1.1に示す。ジャカルタの公共事業・国民住宅省水資源総局において技術交流セミナーを開催したのち、中部ジャワ州 Semarang に移動し、Sidorejo 灌漑地区等の現場視察および水利組合との意見交換等を行った。

表 1.1.1 全体行程および活動（第1回）

Date	Schedule	Stay
18 Feb (Mon)	Arrival in Indonesia	Jakarta
19 Feb (Tue)	a.m. Technical Exchange Seminar at DGWR, PU p.m. Move to Semarang Jakarta (17:20) → Semarang (18:35) (GA244)	Semarang
20 Feb (Wed)	Field visit (Sedadi weir, Sidrejo Irrigation Scheme etc.) Discussion with P3A	Semarang
21 Feb (Thu)	a.m. Workshop with Irrigation Commission at Hotel Santika Premiere p.m. Move to Jakarta Move to Tokyo	

出典：JICA 調査団

1.2 技術交流セミナーの開催

技術交流セミナーは、2019年2月19日に公共事業省水資源総局において実施された（表1.2.1参照）。本セミナーは2つのセッションにより構成され、セッション1はインドネシア側の灌漑・沼沢局長より食料安全保障を支える灌漑施設のリハビリと開発について、また、維持管理局長からはインドネシアにおける灌漑の現状・制度、課題、政策、灌漑近代化等について発表があった。セッション2では日本側の大雪土地改良区理事長より大雪土地改良区の活動についての紹介、石川県行政官から効率的な水管理に資する水管理システムの改善についての説明がなされた。

表 1.2.1 技術交流セミナーアジェンダ（第1回）

Time	Agenda	Meeting Room
9:30-9:35	Opening remarks and Greetings by a) Mr. Hari Suprayogi, Director General of Water Resource, Ministry of Public Works and Housing, Indonesia b) Mr. Mitsuo Ishijima, Director Overseas Land Improvement Office, Rural Development Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan	DGWR Meeting Room (3 rd floor)

Time	Agenda	Meeting Room
	c) Mr. Takuji Tanaka, Executive Technical Advisor to the Director General, Rural Development Department, Japan International Cooperation Agency	
9:35-9:55	Rehabilitation and Development of Irrigation to Support Food Security by Director of Irrigation and Lowland	
9:55-10:15	Operation and Maintenance of Irrigation by Director of Operation and Maintenance	
10:15-10:30	Q&A Discussion	
10:30-10:50	Efficient Operation for Water Distribution and Water Use Adjustment in LID by President of Taisetsu Land Improvement District	
10:50-11:10	Role and Action for Appropriate Irrigation Management in Local Government in Japan by Expert of Agricultural Infrastructure Division, Ishikawa Prefecture	
11:10-11:30	Q&A Discussion	
11:30-12:00	Closing Remarks and Photo Session	

出典：JICA 調査団

1.3 現地視察

現地視察は、2019年2月20日から21日の2日間の行程にて中部ジャワ州の Semarang 州において実施した（表 1.3.1 参照）。初日は Sedadi および Sidorejo 灌漑地区を訪問し、水利施設の現地状況の視察とともに農家、水利組合（P3A）、県・BBWS¹職員と協議を行った。2日目は Semarang 市において、ワークショップ形式による会議を行い、インドネシア側からは州灌漑委員会の役割と Sidorejo 灌漑地区の発表があり、日本側からは都道府県水土里ネットの役割について発表がなされた。

表 1.3.1 現地視察行程表（第1回）

Date	Time	Agenda	Location
19 Feb	18:35	Arrived at Semarang Airport	Hotel Santika
20 Feb	8:00-10:00	Going to Sedadi Irrigation Area	Sedadi and Sidorejo Irrigation Area
	10:00-10:25	Sedadi Irrigation Infrastructure field visit	
	10:25-11:25	Going to Sidorejo Irrigation Area	
	11:25-12:00	Sidorejo Irrigation Infrastructure field visit	
	12:00-13:00	Lunch Break	
	13:00-13:30	Presentation of Sidorejo Irrigation area by BBWS Pemali Juana & P3A a) Role of Sidorejo IP3A b) Water distribution at Sidorejo and Sedadi Irrigation areas c) Outline of Sidorejo Irrigation Area	
	13:30-14:30	Q&A Discussion with Sidorejo WUA & IP3A	
	14:30-17:30	Going back to Semarang City	
21 Feb	9:00-9:45	Opening remarks and Greetings by a) Head of BBWS Pemali Juana b) Kepala Dinas PU SDA TaRu Central Java Province c) Mr. Yuichi Kobayachi, DG National Federation of Land Improvement Associations	Hotel Santika
	9:45-10:05	Role of Irrigation Commission of Central Java Province by Kepala Dinas PU SDA Taru Central Java Province	
	10:05-10:25	Role of BBWS Pemali Juana for Irrigation Operation and Maintenance by O&M Division, BBWS Pemali Juana	
	10:25-10:45	Role of the Prefectural Land Improvement Associations in Irrigation and Drainage Facility Management by Mr. Yukio Kobayashi DG Technique Department, Niigata Prefectural Federation of Land Improvement Associations	
	10:45-11:15	Q&A Discussion	
	11:15-12:15	Lunch	
	12:15-13:00	Wrap-up meeting	
	13:00-14:00	Going back to Semarang Airport	

出典：JICA 調査団

¹ Balai Besar Wilayah Sungai の略。大きな流域を所管する流域管理事務所

第2章 第2回日尼灌漑・排水技術交流（2019年8月5日～9日）

2.1 インドネシア側派遣調査団の構成、全体行程および活動

第2回技術交流では、インドネシア側から水利組合（P3A）代表者および政府職員を派遣し、北海道にて現地視察等を実施した。インドネシア側から派遣された調査団の構成は、水利組合代表者1名、公共事業・国民住宅省水資源総局9名を含む計10名であった。技術交流は、2019年8月5日から9日の5日間の行程で実施された。派遣の全体行程を表2.1.1に示す。8月6日に、JICA本部で技術交流セミナーを開催したのち、8月7日から8日にかけて北海道大雪土地改良区の現地視察と意見交換を行った。

表 2.1.1 全体行程および活動（第2回）

Date	Schedule	Stay
5 Aug (Mon)	<ul style="list-style-type: none"> ・ Departure from Jakarta ・ Arrive in Tokyo 	Tokyo
6 Aug (Tue)	<ul style="list-style-type: none"> a.m. ・ Courtesy call to MAFF ・ Policy Dialogue (Luncheon style) at MAFF, Tokyo p.m. ・ Technical exchange seminar at JICA Head Quarter, Tokyo 	Tokyo
7 Aug (Wed)	<ul style="list-style-type: none"> a.m. ・ Move to Hokkaido by Air p.m. ・ Arrive in Hokkaido ・ Site visit to Kamikawa Rice Processing Center ・ Visit to Taisetsu LID 	Hokkaido
8 Aug (Thu)	<ul style="list-style-type: none"> a.m. ・ Field visit p.m. ・ Field visit (cont.) ・ Departure from Hokkaido ・ Arrive in Tokyo 	
9 Aug (Fri)	<ul style="list-style-type: none"> ・ Arrive in Jakarta 	

出典：JICA 調査団

2.2 技術交流セミナーの開催

技術交流セミナーは、2019年8月6日にJICA本部において実施された。表2.2.1に技術交流セミナーのアジェンダを示す。本セミナーは2つのセッションにより構成され、セッション1は日本側ADCAより「テレメタリングを活用した効率的な水管理に関する調査」、大潟土地改良区より「効率的な配水操作と水利調整」について発表を行った。続くセッション2ではインドネシア側より「インドネシアにおける灌漑管理」、またPemali Juana流域管理事務所より「灌漑O&Mのための流域管理事務所の役割」について発表があった。

表 2.2.1 技術交流セミナーアジェンダ（第2回）

Time	Agenda	Meeting Room
14:00-14:15	Opening remarks and Greetings by a) Mr. Mitsuo Ishijima, Executive Technical Advisor to the Director General, Rural Development Department, JICA b) Mr. MOHAMAD KOTRA NIZAM LEMBAH, Head of Sub-directorate of Operation and Maintenance of Irrigation and Lowland, Directorate of Operation and Maintenance (DOM), DGWR, PUPR	JICA HQ Meeting Room
14:15-14:45	Study on the efficient water use management using telemetering system by Director of Agriculture Development Consultants Association (ADCA)	
14:45-15:15	Efficient water distribution and water use by Director General of O-gata LID	
15:15-15:45	Coffee Break	
15:45-16:15	Irrigation management in Indonesia by Head of Sub-directorate of Operation and Maintenance of Irrigation and Lowland, DOM, DGWR, PUPR	
16:15-16:45	Role of BBWS Pemali Juana for irrigation operation and maintenance by BBWS Pemali Juana	
16:45-17:00	Q&A Discussion	
17:00-17:10	Reviews by; a) Mr. MOHAMAD KOTRA NIZAM LEMBAH, Head of Sub-directorate of Operation and Maintenance of Irrigation and Lowland, DOM, DGWR, PUPR b) Mr. Yuichi Kobayachi, DG National Federation of Land Improvement Associations	

Time	Agenda	Meeting Room
17:10	Closing remark by Mr. Kenji Miyakawa, Director Overseas Land Improvement Office, Rural Development Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan	

出典：JICA 調査団

2.3 現地視察

現地視察は、2019年8月7日から8日の2日間の行程にて北海道旭川において実施された。表2.3.1に現地視察のアジェンダを示す。初日には、上川ライスセンターおよび大雪土地改良区灌漑管理事務所にて視察および関係者との協議を行った。2日目は近文頭首工、比布幹線水路等灌漑施設の現地視察を行った。

表 2.3.1 現地視察行程表（第2回）

Date	Time	Agenda	Location
Aug 7	12:10	Arrived at Asahikawa Airport	Asahikawa, Hokkaido
	12:50-13:30	Lunch Break	
	13:30-14:10	Going to Kamikawa Rice Processing Center	
	14:10-14:40	Kamikawa Rice Processing Center	
	14:40-14:55	Going to Taisetsu LID	
	14:55-16:55	Taisetsu LID site visit a) Outline of Taisetsu LID b) Outline of Water Management System (Agricultural irrigation system and facility overview, functions of each facility, maintenance and operation methods, etc.) c) Site visit for monitoring system in the office (status of images and water level data transmitted from the facility, effects of monitoring system, etc.)	
	16:55	Going back to Hotel	
Aug 8	8:40-9:30	Going to the Pippu irrigation scheme	
	9:30-10:10	Pippu main canal (Overview of float type water level adjustment gate and water level monitoring system) field visit	
	10:10-11:00	Chikabumi Head Works field visit	
	11:00-11:30	Chikabumi main canal and Paddy field art field visit	
	11:30-12:15	Lunch Break	
	12:15-13:15	Maruyama regulating reservoir field visit	
	13:15-13:55	Kitano irrigation scheme (land consolidation, pipeline system) field visit	
	13:55-14:15	Chikabumi tertiary canals field visit	
	14:15-15:15	Going to the Airport	
	16:25	Going back to Tokyo	

出典：JICA 調査団

本邦における滞在期間中、インドネシア側派遣団および日本側参加者の間にて積極的な意見交換がなされた。技術交流のテーマである「効率的な配水操作と水利調整」に関しては、インドネシア側派遣団は土地改良事務所に設置された遠隔監視システムおよび水路のフロート式水位調整ゲート等に強い関心を示した。灌漑用水を適切に送水するための技術として、これらの技術をインドネシアの灌漑システムに導入することの必要性を感じたようである。

第3章 第3回日尼灌漑・排水技術交流（2019年11月25日～29日）

3.1 日本側派遣調査団の構成、全体行程および活動

第3回技術交流は日本側から土地改良区関係者を派遣し、インドネシア国中部ジャワ州・SurakartaのColo灌漑地区の現地視察を実施した。日本から派遣された調査団の構成は、土地改良区関係者が4名、JICAから2名の計6名であり、本邦農林水産省より2名が調査団に同行した。

第3回目の派遣は、2019年11月25日から29日の5日間の行程で行われた。派遣の全体行程を表3.1.1に示す。ジャカルタの公共事業・国民住宅省水資源総局において技術交流セミナーを開催したのち、中部ジャワ州Surakartaに移動し、Colo灌漑地区等の現場視察および水利組合との意見交換等を行った。

表3.1.1 全体行程および活動（第3回）

Date	Schedule	Stay
25 Nov (Mon)	Arrival in Indonesia	Jakarta
26 Nov (Tue)	a.m. Technical Exchange Seminar at DGWR, PU p.m. Move to Surakarta	Surakarta
27 Nov (Wed)	Field visit (Colo Irrigation Scheme, Wonogiri Dam etc.) Discussion with P3A at Hapsari Hotel	Surakarta
28 Nov (Thu)	a.m. Workshop at Hotel Alana p.m. Move to Jakarta Move to Tokyo	
29 Nov (Fri)	Arrival in Tokyo	

出典：JICA調査団

3.2 技術交流セミナーの開催

技術交流セミナーは、2019年11月26日に公共事業・国民住宅省水資源総局において実施された。表3.2.1に技術交流セミナーのアジェンダを示す。本セミナーは2つのセッションにより構成され、セッション1はインドネシア側の灌漑・沼沢局長より灌漑施設のリハビリと開発の政策について、また、維持管理局长からは灌漑維持管理の効率的実施について発表があった。セッション2では日本側の東播土地改良区理事長より土地改良区による灌漑用水の効果的な送水・配水の紹介、農林水産省より日本における灌漑近代化の取り組みとその課題についての説明、JICA調査団より調査報告がなされた。

表3.2.1 技術交流セミナーアジェンダ（第3回）

Time	Agenda	Meeting Room
09:00-09:20	a) Opening Remarks and Greetings by DG of WR b) Greetings from JICA HQs (Mr. Ishijima, Executive Technical Advisor to the DG, Rural Development Department, JICA) c) Greetings from MAFF, Japan (Mr. Matsuo, Deputy Director of Overseas Land Improvement Office, Rural Development Bureau)	PU
09:20-10:15	a) Policy of Irrigation Development and Rehabilitation in Indonesia by Director of DILL b) Efficiency of Irrigation Operation and Maintenance in Indonesia by Director of O&M	
10:15-10:30	Q & A Discussions	
10:30-11:30	a) Effective Irrigation Water Distribution/Utilization and Water Use Allocation among Stakeholders in Japan (Mr. Fukuda, Director General of Toban LID) b) Modernization and Challenges in Nowadays Irrigation and Agriculture in Japan (Mr. Matsuo, Deputy Director of Overseas Land Improvement Office, Rural Development Bureau, MAFF) c) Introduction of F-IDAMS towards Food Sovereignty in Indonesia (Mr. Hashiguchi, Team leader, JICA team)	
11:30-11:45	Q & A Discussions	
11:45-12:00	a) Vote of Thanks from JICA HQs (Mr. Ishijima, Executive Technical Advisor to the DG, Rural Development Department, JICA) b) Closing Remark (DG of WR)	

Time	Agenda	Meeting Room
	c) Photo Session	

出典：JICA 調査団

3.3 現地視察

現地視察は、2019年11月27日から28日の2日間の行程にて中部ジャワ州・Surakartaにおいて実施された。表3.3.1に現地視察のアジェンダを示す。初日には、Wonogiri Dam、Colo 頭首工、および Colo 灌漑地区（東部地区）にて視察とともに農家、水利組合（P3A）、県・BBWS 職員と協議を行った。2日目は Surakarta 市において、ワークショップ形式による会議を行った。インドネシア側からは BBWS 職員より Colo 灌漑地区の概要、州職員より州灌漑委員会の役割の発表があった。日本側からは全国水土里ネット（全国土地改良事業団体連合会）より土地改良制度の概要と MAFF 行政官より日本における灌漑近代化の取り組みについて発表がなされた。

表 3.3.1 現地視察行程表（第3回）

Date	Time	Agenda	Location
Nov. 27	08:00-9:30	Going to Colo Irrigation Area (Ready by 7:45 at hotel lobby)	Colo Irrigation Area
	09:30-10:00	Wonogiri Dam Observation, including explanation	
	10:30-11:00	Colo Headworks of Colo Irrigation Scheme	
	11:30-2:00	Colo East Irrigation Area Observation	
	12:30-3:30	Lunch (at Hapsari Hotel)	
	13:30-5:00	Discussions with P3A (including P3A presentation)	
	15:00-7:00	Going back to Alana Hotel, Solo City (Surakarta City)	
Nov. 28	8:30-	Registration at Hotel Alana	Hotel Alana
	9:00-9:15	a) Greetings by BBWS Head b) Greetings by Head of Dinas PUSDATARU, Provinsi Jawa Tengah c) Greetings by JICA (Mr. Ishijima, Executive Technical Advisor to the DG, Rural Development Department, JICA) d) Greetings by MAFF, Japan (Mr. Matsuo, Deputy Director of Overseas Land Improvement Office, Rural Development Bureau, MAFF)	
	9:15-9:45	Presentation by BBWS (Effective Irrigation Water Distribution/Utilization and Water Use Allocation among Stakeholders in Case of Colo Irrigation Scheme)	
	9:45-10:00	Q & A Discussions	
	10:00-0:30	Presentation by Dinas of Provinsi (Role of Irrigation Commission in line with Effective Irrigation Water Distribution/Utilization and Water Use Allocation among Stakeholders)	
	10:30-0:45	Q & A Discussions	
	10:45-1:15	Effective Irrigation Water Distribution/Utilization and Water Use Allocation among Stakeholders in Japan (Mr. Morii, Director of Planning Research Division and Director of LID PR Center, National Federation of LID)	
	11:15-1:30	Q & A Discussions	
	11:30-2:00	Modernization and Challenges in Nowadays Irrigation and Agriculture in Japan (Mr. Matsuo, Deputy Director of Overseas Land Improvement Office, Rural Development Bureau, MAFF)	
	12:00-2:15	Q & A discussions	
	12:15-2:30	a) Vote of Thanks by Federation of LID, Japan (Mr. Morii, Director of Planning Research Division and Director of LID PR Center, National Federation of LID) b) Closing Remarks by Indonesian representative c) Photo Session	

出典：JICA 調査団

3 回にわたる技術交流を通じ、インドネシア側派遣団および日本側参加者の間にてそれぞれの課題や課題に対する取り組みについて積極的な意見交換がなされた。技術交流のテーマとして設定された「効率的な配水操作と水利調整」に基づき、日本の土地改良区や地方自治体、農林水産省の取り組みを共有し、インドネシア側からも同国における灌漑事業の取り組みの共有がなされた。

特に第2回の本邦における技術交流では日本における灌漑事業の取り組みの視察を行い、遠隔監視システムなどの灌漑近代化に係る技術についてインドネシアの灌漑システムに導入することの有効性・有用性を確認した。インドネシア側および日本側の双方にとって学びの多い機会となり有益な技術交流であったと総括する。