

インドネシア国  
公共事業・国民住宅省  
水資源総局灌漑・沼沢局

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

ファイナルレポート

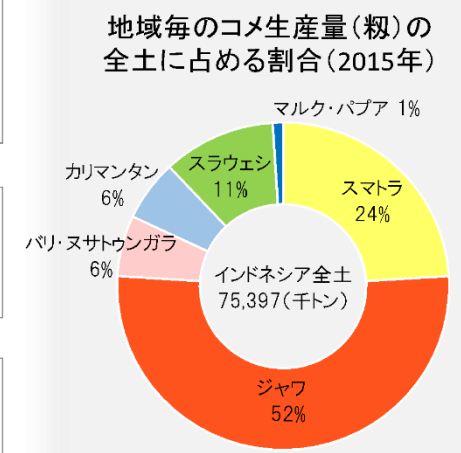
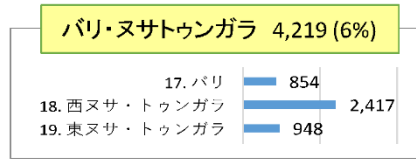
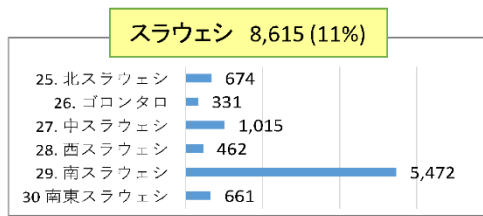
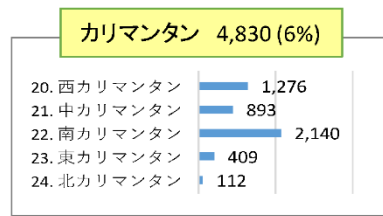
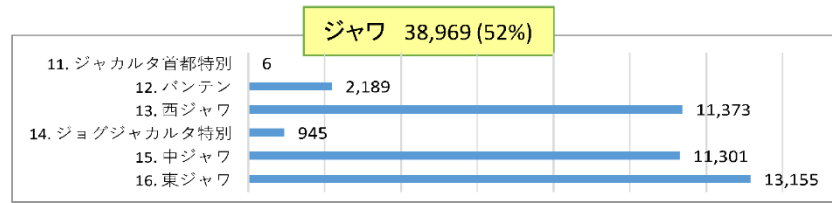
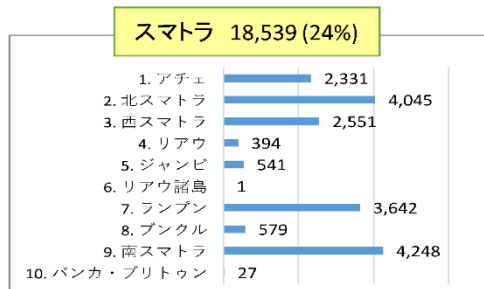
令和4年5月  
(2022年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 三祐コンサルタンツ



# 調査対象地域：インドネシア国全土

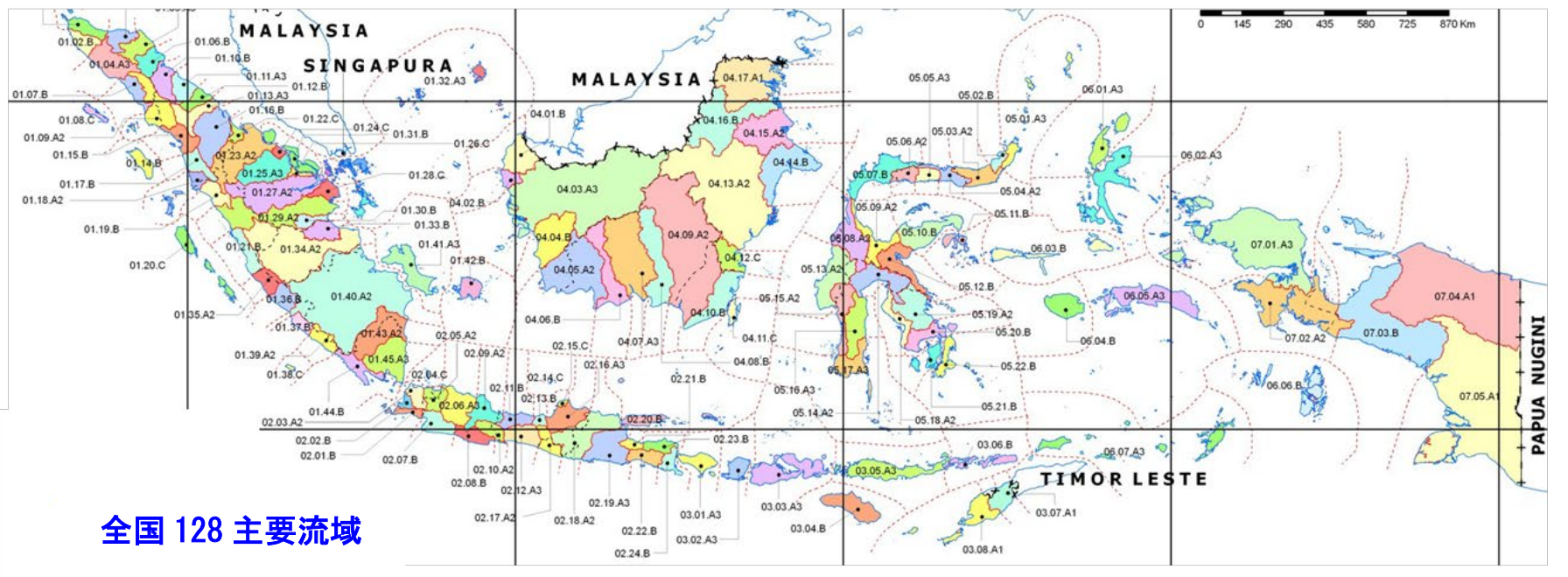


注) 数字は2015年の各州のコメ生産量(粍)、( )内は全土に占める割合



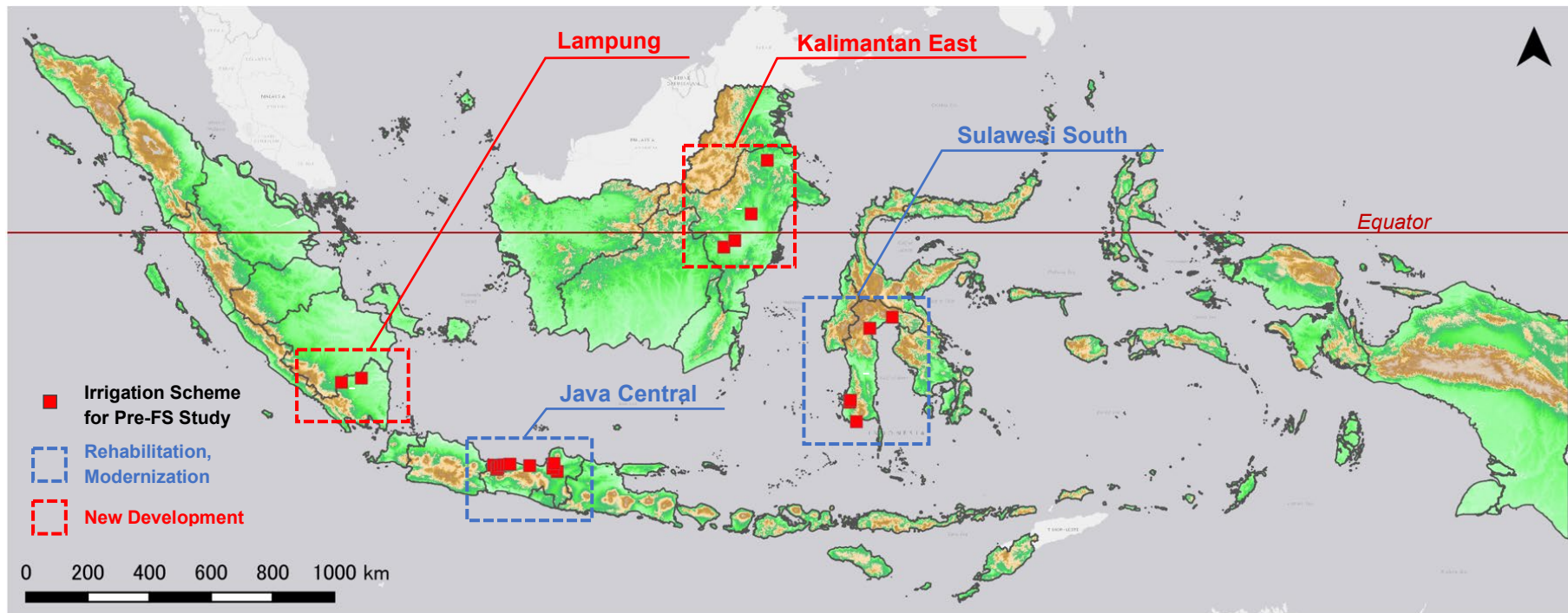


# インドネシア国の州および主要流域 (River Territory) 一覧図

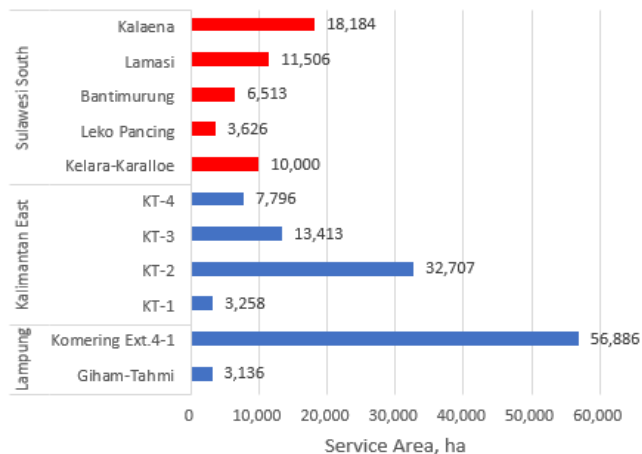
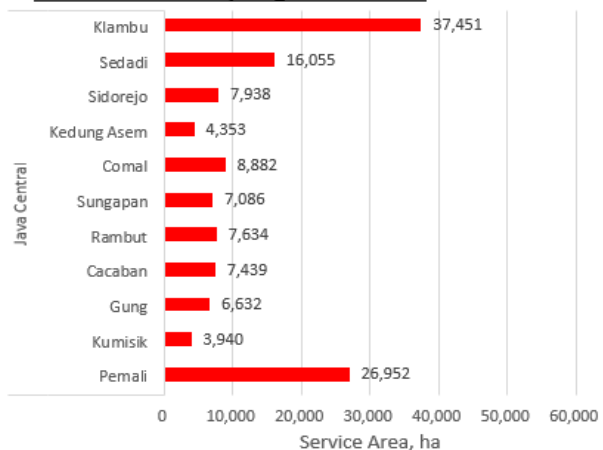




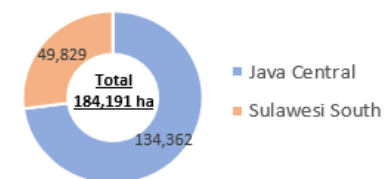
## プレ・フィージビリティスタディー対象 4 優先地区位置図



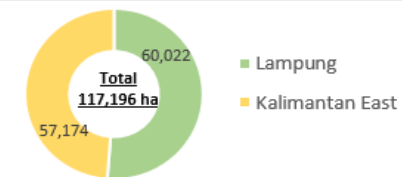
**Net Service Area by Irrigation Scheme**



**Service Area for Rehabilitation/Modernization**



**Beneficiary Area (Net\*) for New Development**



\* Net area for new development is calculated as 90% of gross area

受益面積出典：BBWS Mesuji Sekampung, BBWS Pemali Juana, BBWS Pompengan Jeneberang, BWS Kalimantan III and JICA Project Team



# 要約



## 序論

0.1 本報告書は、「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」の全調査の完了に伴い作成した最終報告書である。大きくは、「第1編：新規開発と施設改修を含む灌漑開発・管理戦略」、および「第2編：4優先地区におけるプレ・フィージビリティ調査」に取りまとめている。また、各編の最期には結論と提言を記している。

## 第1編 新規開発と施設改修を含む灌漑開発・管理戦略

### 1. 調査業務の目的等

1.1 インドネシア政府は日本政府に対し、食料安全保障のための灌漑開発・管理長期戦略策定に係る技術支援を要請した。この要請を受け、JICAは2017年3月にプロジェクトの枠組みを定めるために調査団を派遣した。調査結果を基に双方はプロジェクト概要を定め、2018年3月9日にRD (Record of Discussions) の合意および署名を行った。このRDを基に、JICA調査団が2019年1月上旬より本件業務を開始した。

1.2 本プロジェクトの目的は、新規灌漑開発と既存灌漑施設の改修および近代化の双方を網羅する灌漑開発・管理の長期計画を策定することである。この目的を達成するために、JICA調査団がインドネシア側カウンターパートと共に実施した主な成果および主な活動は以下のとおりである。

- 1) インドネシアの将来における米需要とコメ生産に関する長期ロードマップの策定
  - 2) 新規灌漑開発、および既存灌漑施設の改修・近代化によるコメ増産のための灌漑開発・管理戦略の策定
- ✓ 活動1：食料安全保障のための長期的なコメ自給にかかる戦略立案
  - ✓ 活動2：近代化を含む灌漑開発・管理の中長期戦略策定
  - ✓ 活動3：活動1と活動2に係る合意形成
  - ✓ 活動4：技術交流プログラム実施にあたっての調整

1.3 プロジェクトの対象地域はインドネシア全土（総面積 195km<sup>2</sup>）である。インドネシアは大小 17,000 以上の島々で構成され、これらの島々は Sumatera、Java、Bali Nusa Tenggara、Kalimantan、Sulawesi、Maluku-Papua などの 6 つの区域に大別される。これらの島にはジャカルタ、ジョグジャカルタ、アチェの 3 つの特別州を含む 34 の州がある。さらに 98 の“Kota”と呼ばれる市と、“Kabupaten”と呼ばれる 416 の県が展開している。

1.4 行政区域とは別途に、水資源総局 (DGWR) によって水文的に分けられた地域がある。これらの地域は River Territory (RT) と呼ばれるが、全国には 2019 年 12 月時点で 128 の RT が存在している。水資源総局は水資源開発、灌漑施設を含む水利施設の計画と建設、またそれら施設の運営・維持管理に責を有する事務所を主要な RT に配置している。主要な流域を担当する BBWS (Balai Besar Wilayah Sungai) とそれ以外の流域をカバーする BWS (Balai Wilayah Sungai) と呼ばれる 2 種類の事務所があるが、2019 年 8 月時点では 12 の BBWS と 22 の BWS が存在する。

1.5 プロジェクトのカウンターパート機関は、公共事業・国民住宅省に配置されている 6 つの総局の一つである水資源総局 (DGWR) である。DGWR が擁する灌漑・沼沢局 (Department of Irrigation and Lowland: DILL) が業務実施にあたっての窓口となる。本件業務を円滑に実施するため、RD

(2018年3月9日締結)では共同調整委員会 (Joint Coordination Committee : JCC) の設置が合意されている。水資源総局の総局長 (Director General) がプロジェクトディレクターとして議長を、また灌漑・沼沢局の局長 (Director) がプロジェクトマネージャーとして任命されている。

## 2. インドネシアの食料安全保障における枠組み

2.1 2004年に国家開発計画システム法 (法律第25号、2004年10月) が制定された。この法律では、長期開発計画 (20年)、中期開発計画 (各5年)、各省・各政府機関の戦略計画 (5年)、政府活動計画 (毎年)、各省・各政府機関活動計画 (毎年) と、異なる時間枠で5段階の開発計画を策定することが定められている。

2.2 本プロジェクト開始時点における国家中期5ヵ年開発計画 (2015-2019) は、2015年1月に大統領規則 (2015年第2号) により制定された RPJMN-III と呼ばれる計画である。2004年以降の一連の国家開発計画の中で、初めて「食料主権」という言葉が使われた。RPJMN-III で掲げられた食料主権に沿って、灌漑分野においては拡張を含む新規灌漑開発 100 万 ha、既存灌漑施設改修 300 万 ha といういずれもインドネシアの灌漑開発史上最大の目標が設定された。

2.3 水資源総局 (DGWR) 配下の灌漑・低地局 (DILL) は、灌漑開発と管理、さらには水稲生産のための湿地帯開発を担当している。灌漑・沼沢局は、地表水灌漑、ポンプ灌漑、養魚池灌漑<sup>1</sup>、地下水灌漑<sup>2</sup>などの灌漑を扱っている。灌漑・沼沢局には、技術計画を担当する部署に加えて、Region I (スマトラ島、カリマンタン島)、Region II (ジャワ島、バリ・ヌサテンガラ島)、Region III (スラウェシ島、マルク島、パプア州) などを管轄する部署が置かれている。

2.4 2019年現在、インドネシアは合計 128 の River Territory に分割されており、その水資源管理は River Territory の規模に応じて中央政府、州政府、または地方政府によって管轄されている。中央政府は BBWS と BWS と呼ばれる 2 種類の流域管理事務所を設立し、計 34 の流域管理事務所によって計 64 の River Territory を管理している (139,105,472km<sup>2</sup>、74%)。また、州政府は 23 の事務所を設置し、52 の河川区域 (46 百万 km<sup>2</sup>、25%) をカバーしている。地方政府 (Kabupaten) は残りの 2% を管轄している。

## 3. インドネシアにおける農業、灌漑および食料安全保障

### 3.1 農業と灌漑

3.1 インドネシアの農地面積は「利用別土地面積 2015 (BPS, 2016)」によると約 3,700 万 ha、そのうち約 20% (約 809 万 ha) が水稲栽培が行われている湿地帯に分類される。島別に見ると、湿地帯の約 4 割がジャワ島 (約 322 万 ha) に分布し、次いでスマトラ島 (約 220 万 ha)、カリマンタン島 (約 106 万 ha)、スラウェシ島 (約 101 万 ha) となる。湿地帯のうち、灌漑水田は約 475 万 ha であり、湿地全体の水田面積の約 60% を占めている。島別に見ると、灌漑面積の 50% がジャワ島 (約 224 万 ha) に分布し、次いでスマトラ島 (約 106 万 ha)、スラウェシ島 (約 69 万 ha) となる。

3.2 灌漑水田および非灌漑水田からなる水田面積は、過去 10 年間でわずかに増加傾向にあるが、近年、灌漑水田面積は徐々に減少している。過去 20 年間における最大灌漑面積は 2012 年の 493 万 ha であり、2015 年はそれよりも 18 万 ha 減少している。一方、非灌漑水田の面積は 1999 年に

<sup>1</sup> 養魚池に水を供給する用水路は DILL が企画・設計・建設を担当し、養魚池そのものは養殖業者を含む民間組織が建設する。

<sup>2</sup> 地下水の開発と管理は、DGWR に属する Directorate of Groundwater and Raw Water と呼ばれる別の局で行われている。Raw Water とは、インドネシアで生活用水や工業用水として使用される水を指す。



顕著な減少を記録した後、やや増加傾向にある。過去 20 年間で記録された非灌漑面積の最大値は 1996 年の 391 万 ha であり、2015 年の面積はそれより 57 万 ha 減少している。

3.3 水田面積はこの 20 年間で約 40 万 ha 減少し（年間 2 万 ha の減少）、2015 年には全国で 809 万 ha となった。増減の程度は島ごとに異なっているが、水田の減少程度はカリマンタン島が約 32 万 ha と最も大きく、次いでスマトラ島、ジャワ島と続く。いずれの島でも非灌漑水田での水田面積の減少が顕著であり、灌漑水田での増減の程度は小さいが、スラウェシ島とバリ・ヌサテングラ島では過去 20 年間に灌漑水田面積の増加が確認されている。

3.4 2015 年までの過去 20 年間の水稲生産を見ると、2013 年から 2015 年までの期間の水稲の年平均生産量は 6,900 万トンであり、収穫面積は 1993 年から 1995 年と比較して全国で 300 万 ha 増加し、ジャワ島で 98 万 ha（33%）、次いでスマトラ島、そしてスラウェシ島と続いている。単収は、全国で 0.74 トン/ha 増加したが、マルクパプアの収量の伸びが大きく、ジャワ島、バリ・ヌサテングラ島の収量の伸びは小さかった。水稲生産は 20 年間で全国で 2300 万トン増加したが、ジャワ島での増加がその 40% を占め、次いでスマテラ島、スラウェシ島と続く。

3.5 インドネシアでは農地から他用途への転用が進んでいる。2003 年の農業センサスによれば、1999 年から 2002 年までの間に年平均 188,000ha の水田が他用途に転用され、他方、新規開発された水田は年間平均で 46,000ha であった（年間約 14 万 ha の水田の減少）。また、最近の研究成果として高解像度の衛星画像を用いた土地利用変化のサンプル調査により、土地転用が推定されている。この調査結果によると、2012 年から 2013 年にかけての土地転用率は全国平均で 1.19% と推定され、失われた水田面積は年間 9 万 6,000ha に上る。この 2 つの調査結果より、毎年 10～15 万 ha の水田が消失している可能性があると言える。

3.6 インドネシアの灌漑開発は、灌漑面積の規模に応じて 3,000ha 以上は中央政府、1,000ha 以上 3,000ha 未満は州政府、1,000ha 未満は Kabupaten や Kota 等の地方政府が管轄する。灌漑施設は 1960 年代から 1970 年代にかけて多く建設され、その多くが老朽化により劣化し、一部機能を喪失していると言われている。このため、インドネシア政府は「灌漑近代化」というコンセプトのもと、灌漑施設の更新を行うことを基本方針としている。

3.7 水資源総局内の運営・維持管理総局が灌漑施設の機能評価を担当しており、最新の評価結果は 2017 年のものである。この 2017 年の機能調査では、BBWS 管轄の 45 灌漑地区、BWS 管轄の 238 灌漑地区、計 283 地区の評価がなされた。その結果、全 283 地区のうち優れたパフォーマンスを保証する 80 点以上を獲得した地区はわずか 4 地区であり、大部分のスキームは 55～69 点の範囲にあり、留意を要する中程度の状態であった。

## 3.2 インドネシア国の食料安全保障に関する政策方針

3.8 2012 年に食料法が制定され、食料主権、食料自給自足、食料安全保障の 3 つのレベルの食料安全保障が定められている。同法では、食料主権を「国家が独立して食料政策を策定すること」、食料安全保障を「国家が個人のレベルまで食料の充足を図ること」、食料自給を「多様な食料を自国で生産する能力」と定義している。すなわち、食料主権政策の実施により国内生産を増加させ食料自給率を向上させることで、食料安全保障を確保する方針である。

3.9 インドネシアには、肥料に対する補助金、種子に対する補助金、農業機械に対する補助金、信用供与支援などいくつかの食料安全保障に係る施策が存在する。このうち、食料安全保障関連予算における肥料補助の割合は極めて大きい。肥料補助事業が再開された 2003 年時点で 7,940 億

Rp であった補助金額は、2008 年時点で 15 兆 Rp と急速に増大、その後も増加し 2014 年時点では 21 兆 Rp となっている。このように、同国の肥料消費において政府補助肥料は非常に重要な役割を担っており、全肥料の 70～80%が政府補助肥料で賄われている。

3.10 2005 年以降、公社である BULOG が政府備蓄米の管理を管轄している。BULOG は全国に 26 の地方部局、101 の地方支部局、463 の倉庫を有しており、2019 年時点の備蓄能力は約 3.6 百万トンである。BULOG は、精米で 100 万トンの在庫を常時保有することが義務付けられており、これを下回ることが予想される場合には、国内調達や輸入などの手段をとることとなる。BULOG を通じた米の流通はインドネシア全体の 5～10%程度を占める。

3.11 食料法（2012）においては「食料主権、食料自給、食料安全保障の実現のため、政府は国家備蓄に関する決定を行うこと、その国家備蓄とは、政府備蓄、地方備蓄、コミュニティ備蓄から構成される」とされている。政府備蓄米の在庫量については、いずれの年も BULOG の備蓄米目標である 100 万トンを下回っていない。2008 年から 2017 年までの平均調達量は年間 330 万トン程度、政府備蓄量は年間 150 万トン程度である。

3.12 インドネシアでは農地の転用が進んでおり、特に食料安全保障の観点から農業セクターの最大の課題と認識されている。この農地転用の深刻な現状に対処するため、インドネシア政府は持続可能な農業のための農地保護法（LP2B: Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan）を 2009 年に発効している。LP2B の対象は主に灌漑農地であり、コメを含む主要作物の持続的な保護を主な目的としている。本法による農地保護には、農地転換の規制（禁止）が含まれる。

#### 4. 土地資源ポテンシャル評価

4.1 灌漑水田開発のための土地資源ポテンシャル評価にあたっては、1) 既存灌漑水田、2) 既存天水田（陸稲を除く）、3) 最適エリア、4) 適エリア、5) やや適エリア、6) 不適エリアの 6 種類に土地を分類した。本調査では、1) 既存灌漑水田を灌漑施設の改修および近代化の対象とし、6) 不適エリア以外を新規灌漑開発の対象としている。ポテンシャル評価の結果、既存の水田面積は 330 万 ha、最適エリアは 660 万 ha と豊富な土地資源があることが判明した。なお、約 140 万 ha の天水田と約 210 万 ha の最適エリアは湿地帯に分布していることが判明した。

4.2 島別の土地資源ポテンシャルについては、スマトラ島が湿地帯 740 万 ha、非湿地帯 360 万 ha と最も大きく、次いでカリマンタン島（湿地帯 480 万 ha、非湿地帯 300 万 ha）、マルク・パプア（湿地帯 430 万 ha、非湿地帯 80 万 ha）であった。この傾向は湿地帯、非湿地帯を考慮しない場合であっても同様であり、優先度の高い土地区分についていえば、他の島においても十分に大きなポテンシャルを有している。例えば、ジャワ島では天水田が 80 万 ha、最適エリアが 72 万 ha、スラウェシ島ではそれぞれ 32 万 ha、85 万 ha である。

表 4.1 湿地帯分布を考慮した島別の土地資源ポテンシャル一覧表

No	Island	Land	Existing Paddy	Fully Suitable Area	Conditionally Suitable Area	Marginally Suitable Area	Total Area
1	Sumatera	Non-lowland	455,090	1,011,564	2,732,075	3,229,029	7,427,758
		Lowland	688,387	912,060	1,907,012	99,010	3,606,469
2	Java	Non-lowland	805,341	715,768	264,764	1,493,987	3,279,860
		Lowland	0	0	0	0	0
3	Bali Nusa Tenggara	Non-lowland	128,942	395,153	217,002	2,079,988	2,821,086
		Lowland	0	0	0	0	0
4	Kalimantan	Non-lowland	220,005	715,622	2,100,048	1,767,200	4,802,874
		Lowland	670,918	893,807	1,217,409	189,260	2,971,394
5	Sulawesi	Non-lowland	318,628	848,085	363,568	2,340,288	3,870,569
		Lowland	0	0	0	0	0

No	Island	Land	Existing Paddy	Fully Suitable Area	Conditionally Suitable Area	Marginally Suitable Area	Total Area
6	Maluku-Papua	Non-lowland	13,297	762,798	1,346,416	2,177,757	4,300,268
		Lowland	35,694	189,886	469,699	77,292	772,570
Nationwide		Non-lowland	1,941,303	4,448,990	7,023,873	13,088,248	26,502,414
		Lowland	1,394,999	1,995,752	3,594,120	365,562	7,350,433

出典：JICA 調査団

4.3 流域別の分析結果は、土地資源のポテンシャルをより詳細に示す。湿地帯の優先ポテンシャルエリア（天水田および最適エリア）を考える場合、湿地帯に位置する土地資源ポテンシャル面積は、まとめて分布することが多いという利点があり、Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau (1.40.A2) や Barito (4.9.A2) には 40 万 ha の土地ポテンシャルエリアが存在している。

4.4 湿地帯以外の天水田面積については、スラウェシ島とジャワ島の流域が天水田および最適エリアとして土地ポテンシャルの高い上位 10 位にランクインしている。例えば、Walanae-Cenranae (5.16.A3) は 32 万 ha と最も大きなポテンシャルを持ち、Bengawan Solo (2.18.A2) の 30 万 ha がそれに続く。非湿地帯での灌漑開発を考える場合、特に南スラウェシに分布する流域 (5.14.A2, 5.16.A3 および 5.17.A3) が有力な候補となり得る。

表 4.2 流域ごとの非湿地帯と湿地帯における土地資源ポテンシャル（上位 10）

Non-lowland, ha					Lowland, ha				
No.	Code	Existing Paddy	Fully Suitable	Total	No.	Code	Existing Paddy	Fully Suitable	Total
1	05.16.A3	123,548	195,953	319,501	1	01.40.A2	396,089	256,896	652,986
2	02.18.A2	184,974	123,226	308,200	2	04.09.A2	412,816	223,625	636,441
3	07.01.A3	2,263	274,766	277,030	3	04.13.A2	27,744	191,839	219,583
4	01.40.A2	79,485	159,392	238,877	4	07.05.A1	32,848	176,696	209,543
5	05.17.A3	68,724	131,897	200,621	5	04.03.A3	66,202	126,596	192,797
6	01.34.A2	20,352	156,960	177,312	6	04.08.B	34,007	51,740	85,746
7	02.16.A3	129,805	43,529	173,334	7	01.16.B	11,383	26,755	82,833
8	01.45.A3	91,909	75,118	167,027	8	01.43.A2	56,078	54,888	79,335
9	02.20.B	68,641	88,969	157,610	9	04.07.A3	24,446	63,190	74,573
10	05.14.A2	8,724	123,395	132,119	10	04.04.B	21,178	48,817	69,995

出典：JICA 調査団

## 5. 水資源ポテンシャル評価

5.1 将来の灌漑水田開発のための水資源ポテンシャルを評価する。水資源ポテンシャルは、水量を 2 期作における耕作可能面積に換算した ha あたりの水資源ポテンシャル面積として評価する。解析においては、評価のためのすべてのデータを月別、流域別に時系列的、空間的に整理して水資源ポテンシャルを算出する。水資源ポテンシャルは、降水量から利用可能な表流水と定義され、その確率率は 5 年とする。これはダムなどの人工的な貯水施設による影響を除いた、自然条件下での水の利用可能量である。

5.2 降雨量解析の結果、インドネシアの年間降雨量の 80%超過率 (P80%) は 1,521mm であり、スマトラ島が 1,656mm と最も高く、バリ・ヌサテンガラ島が 866mm と最も低いことが示された。また、雨季と乾季がはっきりしているのはジャワ島とバリ・ヌサテンガラ島であるが、他の島では降雨は年間を通じて分布していることがわかる。このことから、ジャワ島とバリ・ヌサテンガラ島のほぼすべての河川域が同じ気候型 (モンスーン型) であるのに対し、その他の地域は混合型であることがわかる。

表 5.1 流域別 80%降水量 (P80%)

Islands	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Annual
Sumatera	146	122	160	169	132	96	92	92	114	146	200	188	1,656
Java	199	189	165	132	73	43	30	19	22	55	132	184	1,244

Islands	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Annual
Bali Nusa Tenggara	177	167	124	68	29	17	11	9	11	31	80	141	866
Kalimantan	162	140	162	162	148	116	92	70	78	112	169	181	1,593
Sulawesi	146	133	141	141	127	115	83	47	47	56	96	142	1,275
Maluku/Papua	149	147	156	149	137	135	118	106	111	104	113	150	1,575
<b>Indonesia</b>	<b>156</b>	<b>141</b>	<b>157</b>	<b>153</b>	<b>129</b>	<b>107</b>	<b>90</b>	<b>77</b>	<b>86</b>	<b>106</b>	<b>149</b>	<b>170</b>	<b>1,521</b>

出典：JICA 調査団

5.3 5年確率流出量(Q80%)について、スマトラ(27%)、カリマンタン(27%)、マルク/パプア(27%)では水資源が豊富である。これに対し、ジャワ(6%)、バリ・ヌサテンガラ島(3%)、スラウェシ(9%)ではかなり少なく、島によって大きく偏りがあることが示された。

表 5.2 島ごとの 80%超過確率年間降水量と年間流出量

Island	P80% (mm)	Q80% (mm)	Q80% (MCM)	
Sumatera	1,656	1,050	499,486	27%
Java	1,244	849	109,448	6%
Bali Nusa Tenggara	866	629	61,810	3%
Kalimantan	1,593	1,004	514,014	27%
Sulawesi	1,275	842	175,491	9%
Maluku / Papua	1,575	1,051	514,028	27%
Indonesia	1,521	987	1,874,276	100%

出典：JICA 調査団

5.4 水需要は、RKI(家庭用、都市用、工業用)、養魚池、畜産、河川維持、灌漑の5つの要素から構成される。各要素は、BPS統計(Kabupaten/Kotaまたは州別)、灌漑計画基準、関連する政府規制等に基づいて推定され、月単位で集計されたものである。計算結果を見ると、インドネシアの灌漑用水需要は年間99,488MCMでありジャワ島が全体の50%以上を占めている。またジャワ島はRKIについても全体の68%を占める。最大の需要量となる河川維持用水は年間617,156MCMであり、水資源全体の約33%を占めている。

表 5.3 島別の各項目における年間水需要量

Island	Annual Water Demand (MCM/year)					Total Water Demand
	Irrigation	RKI	River Maintenance	Livestock	Fishpond	
Sumatera	19,712	2,958	142,519	136	2,165	167,451
Java	55,180	11,686	33,624	436	1,319	102,251
Bali Nusa Tenggara	9,027	706	19,547	60	117	29,456
Kalimantan	2,686	787	174,477	59	477	178,491
Sulawesi	12,440	876	53,061	74	553	66,914
Maluku/ Papua	443	266	193,929	11	204	194,856
Indonesia	99,488	17,279	617,156	776	4,834	739,419

出典：JICA 調査団

5.5 水資源と水需要の差、および水稲生産の単位水消費量に基づいて、水資源ポテンシャル面積を推定した。推計結果は、1期作、2期作、3期作の3つの作付体系から構成される。例えば、2期作は年二回作付けを行う場合の水資源ポテンシャルである。中長期的な灌漑整備を考えると、今後新たに開発される水田では少なくとも2期作が必要であるため、本検討においては主として2期作に対する水資源ポテンシャルを対象とする。

5.6 水資源ポテンシャルの観点から理想的な灌漑開発が可能な地域は4000万haであり、カリマンタン(1690万ha)、マルク/パプア(1290万ha)、スマトラ(800万ha)に多くの水資源ポテンシャル地域が存在する。一方、ジャワ島とバリ・ヌサテンガラ島では、将来の開発のための水資源ポテンシャル地域がほとんどない(両地域ともそれぞれ10万ha以下)。これは、乾期においては、すでに広く灌漑が行われているためであると考えられる。

5.7 流域別では、主にカリマンタンのKapuas(4.3.A3、440万ha)、パプアのEinlanden-Digul-Bikuma(7.5.A1、290万ha)といった流域で大きな水資源ポテンシャルが見られる。スマトラ島は

最大の水資源を有しているが、トップ 10 にランクされた流域は Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau (1.40.A2) の 170 万 ha の 1 つだけである。これは、カリマンタンやパプアと比較して、乾期の降雨量が比較的少ないスマトラでは乾期の灌漑に多くの水が必要とされるためである。

表 5.4 流域別水資源ポテンシャル面積（上位 10 流域）

No.	Code	River Territory	Water Potential Area ha	Unit Water Potential Area, ha/km <sup>2</sup>
1	04.03.A3	Kapuas (Kalimantan)	4,430,188	43.0
2	07.05.A1	Einlanden-Digul-Bikuma (Maluku-Papua)	2,870,214	21.9
3	07.03.B	Wapoga-Mimika (Maluku-Papua)	2,625,856	39.1
4	07.04.A1	Mamberamo-Tami-Apauvar (Maluku-Papua)	2,558,254	23.5
5	04.13.A2	Mahakam (Kalimantan)	2,131,009	25.0
6	07.01.A3	Kamundan-Sebyar (Maluku-Papua)	2,085,045	30.8
7	04.09.A2	Barito (Kalimantan)	1,912,703	23.9
8	01.40.A2	Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau (Sumatra)	1,710,202	19.8
9	07.02.A2	Omba (Maluku-Papua)	1,481,105	40.2
10	04.05.A2	Jelai-Kendawangan (Kalimantan)	1,345,524	41.0

出典：JICA 調査団

5.8 ジャワ島、バリ・ヌサテンガラ島、スラウェシ島については、灌漑水田開発のための水資源ポテンシャルは高くないことが分かった。特に、ジャワ島、バリ島のほとんどの流域とスラウェシ島の 1 つの流域 (5.16.A3) では、水資源ポテンシャルの観点からは新規開発の可能性はほとんどないとみなせる。しかし、貯水効果を考慮すれば開発の可能性を有するものもあり、例えば、Cisadea-Cibareno (2.7.B), Ciwulan-Cilaki (2.8.B), Citanduy (2.10.A2), Madura-Bawean (2.20.B)などは、ダムによる貯水効果で 10 万 ha 以上のポテンシャルを有することとなる。

5.9 貯水効果の高い流域はスラウェシ島で見られる。例えば、Pompengan-Larona (5.14.A2)では、65 万 ha の貯水効果が見込まれる地域がある。ヌサテンガラ州とスマトラ州の流域でも、ヌサテンガラ州の Flores (3.5.A3) で 51 万 ha、スマテラ州の Mesuji-TulangBawang (1.43.A2) で 62 万 ha の貯留効果のある流域があることが分かった。これらの流域は、ダムや貯水池の建設を行えば新たな灌漑水田開発の有力な候補となり得る。

表 5.5 貯留効果を見込んだ流域別単位水資源ポテンシャル面積

Rank	Code	River Territory	Incremental Water Potential Area, ha	Incremental Unit Water Potential Area ha/km <sup>2</sup>
1	05.14.A2	Pompengan-Larona (Sulawesi)	647,976	49.9
2	01.43.A2	Mesuji-TulangBawang (Sumatra)	622,257	35.7
3	03.05.A3	Flores (Bali Nusa Tenggara)	511,731	34.6
4	01.45.A3	Seputih-Sekampung (Sumatra)	407,376	27.6
5	05.13.A2	Kalukku-Karama(Sulawesi)	401,428	25.7
6	05.19.A2	Lasolo-Konaweha(Sulawesi)	388,278	28.5
7	05.17.A3	Jeneberang(Sulawesi)	313,524	32.8
8	05.16.A3	Walanae-Cenranae(Sulawesi)	311,519	26.2
9	05.20.B	Poleang-Roraya(Sulawesi)	281,860	37.4
10	05.15.A2	Saddang(Sulawesi)	243,154	24.6
16	02.07.B	Cisadea-Cibareno	146,067	21.5
19	02.20.B	Madura-Bawean	134,286	24.1
20	02.08.B	Ciwulan-Cilaki	104,051	19.4
21	02.10.A2	Citanduy	101,545	22.6

出典：JICA 調査団

## 6. 米需給に関する長期の国家ロードマップ

### 6.1 米の需要予測

6.1 コメの需要予測は、食料としての消費（家庭での調理、惣菜）、飼料としての利用、産業用途、そして廃棄分からなる国内総需要をもとに行う必要がある。需給分析の基準年は 2015 年とした。これは、地区

(Kabupaten, Kota) ベースの水田面積データ(県別の水田面積)が 2015 年までしか入手できないこと、2015 年は現在の中期開発期間である 2015-2019 年の初年であるためである。一方、最終年は次の長期開発期間の最終年である 2044 年であり、検討期間は合計 30 年となる。

6.2 伊藤ら(1989)<sup>3</sup>が提案した、一人当たりのコメの消費量があるレベルまで所得と正の相関を持つというモデルに基づいて、一人当たりの食料用米の消費量を推定した。「飽和点」までは一人当たりのコメ消費量は所得と正の相関を示し、それ以降は逆相関となる。需要予測における検討要素は、人口増加、都市化、経済成長などであるが、中でも人口増加はコメの需要シミュレーションの結果に最も影響を与える。コメの需要計算では、それぞれ 4 ケース、3 ケース、2 ケース、合計 24 ケースの試算を行った。

6.3 24 ケースに基づき、2015 年から 2044 年までの一人当たりコメ需要と総需要を試算した。計算結果より、一人当たりのコメ消費に影響を与える要素となる経済成長は、将来のコメ需要への影響は大きくないことが分かった。また、コメの家庭消費の減少は、外食を含む加工食品消費の伸びで代替されることがわかった。経済成長率が高いシナリオと低いシナリオでは、家庭での消費は 2044 年に向かって一人当たり 24.8kg/年と 18.0kg/年減少し、加工食品消費はそれぞれ 17.4kg/年と 11.1kg/年増加すると予測された。その結果、一人当たり消費の純減は、高成長シナリオで 7.85kg/年、低成長シナリオで 6.98kg/年になると予想される。

6.4 一人当たり消費量に人口を乗じることで、国レベルの需要を推定することができる(都市部と農村部では別々に試算)。単純化のため、24 ケースを 2044 年の総需要量を基準に 4 グループに類型化する(高、中の上、中の下、低)。また、都市人口比率で定義される都市化は、将来のコメの需要を予測する上で決定的な要因とはなりえなかった。いずれのシナリオでも、都市部と農村部の消費格差は縮小していく、すなわち、農村部のコメ消費減退が都市部のそれよりも将来的に速くなることが予想される。以下は、各シナリオの典型的な 4 つのケースについての結果の要約である。

- ✓ 最も楽観的なケース(調査団のベースケース)では、2044 年における国全体の粳米の需要量は 56.3 百万トンに達する(2015 年と比べて 7.4%増加)。このシナリオでは、21.6%の人口増加が予測されている。一人当たりのコメ消費量(精米換算、国全体)は、今後 30 年間で 7.85kg 減少する。
- ✓ コメの需要が 2 番目に少ない中の中の下ケースでは、2044 年における国全体の粳米の需要量は 59.1 百万トンに達する(2015 年と比べて 12.7%増加)。このシナリオでは、28.1%の人口増加が予測されている。一人当たりのコメ消費量(精米換算、国全体)は、今後 30 年間で 6.98kg 減少する。
- ✓ コメの需要が 2 番目に多い中の中の上ケースでは、2044 年における国全体の粳米の需要量は 62.4 百万トンに達する(2015 年と比べて 19.0%増加する)。このシナリオでは、38.7%の人口増加が予測されている。一人当たりのコメ消費量(精米換算、国全体)は、今後 30 年間で 7.85kg 減少する。
- ✓ 人口が最も早く増加する悲観的なケースでは、2044 年における国全体の粳米の需要量が 65.1 百万トンに達する(2015 年と比べて 24.2%増加)。このシナリオでは、45.0%もの人口増加が予測されている。一人当たりのコメ消費量(精米換算、国全体)は、今後 30 年間で 6.98kg 減少する。

<sup>3</sup> Ito et al (1989): "Rice in Asia: Is It Becoming an Inferior Good?", American Journal of Agricultural Economics 71(1)

## 6.2 コメ供給量の分析

6.5 本シミュレーションでは、主に収量の違いから、水稲と陸稲を区別する必要がある。そのため、ベースラインデータは、まず水稲の生産量のみとし、その後に陸稲の生産量を水稲に 5% 上乘せすることとする。種子を除いた水稲の生産量は 48,269,000 トンとなるが、これをシミュレーションで用いる基準年 2015 年の全国レベルの水稲の初期生産量とする(種子は農家で保管され市場には出回らないため、2015 年のベースライン水稲生産量は種子(60kg/ha)を除外したものである)。

6.6 シミュレーションケースの設定は、中期開発計画 2015~2019 年にて進行している新規開発や将来の施設改修等を主要な課題として考慮した。すなわち、2019 年までの 5 カ年において実施予定である 100 万 ha の新規灌漑開発、2019 年時点で計画している計 464,886ha のダム灌漑事業、そして将来の施設改修につきそれぞれを考慮するか否かについて、計 8 ケースを設定した。また、米の生産量は農地転用や収量増加の影響を大きく受ける。そこで、コメ供給シミュレーションでは、農地転用 4 ケース、収量増加パターン 3 ケース(変化なし、増加、減少)の組み合わせで複数のシナリオを設定した。これにより、コメ供給のシミュレーションは合計 96 ケース(8×4×3)となる。

6.7 水田農地減少については、ケース 1) 経済成長予測の影響を考慮した ESA-GLC の結果(年間約 4 万 ha の損失)、ケース 2) 高解像度衛星画像解析に基づく結果(年間約 10 万 ha の損失)、ケース 3 とケース 4 は農地転用による損失面積が、2015~19 年について採用しているケース 1 の面積から、それぞれ中期開発計画 2 期分(10 年)と中期開発計画 1 期分(5 年)の期間をかけてケース 2 の面積の水準にまで減少するもので、合計 4 ケースでコメ供給シミュレーションを実施した。なお、JICA 調査団は、将来の農地転用による水田損失の基準面積について、ケース 3 を目標とすべきと考える。

6.8 将来の収量増加について、JICA 調査団は収量が維持されるシナリオに加えて、シナリオ 1 では 1980 年から近年(2017 年時点)までの収量変化を対数曲線で表現し、長期的に緩やかに増加することを設定した。また、シナリオ 2 では政策支援等により短期的に収量増加が進行することを設定している。この収量は、1997 年から 2015 年までのほぼ直線的な増加を適用している。JICA 調査団は、対数曲線に基づく収量増加、すなわちシナリオ 1 をベースケースとしている。

6.9 2015 年のスタート時点では、インドネシアの水稲総生産量は 4,826.9 万トン(粳米換算)とされ、これには陸稲や種子生産は含まれていない。シミュレーションによると、2015 年~2019 年にかけて行われる 100 万 ha の新規灌漑開発と 2019 年時点で計画されているダム灌漑開発等により、一旦は供給量が増加し、その後農地転用の進行に応じて供給量は徐々に減少に転じる。種々のシミュレーションケースの中で、農地転用率が 10 年間で約 10 万 ha/年から約 4 万 ha/年に変化するベースケースを基準に、灌漑施設の整備や維持管理の介入等の組み合わせによるケースを想定してコメ供給量(粳米生産量)を予測すると、以下の通りである。

- ✓ 適切に既存灌漑施設が維持管理されない(灌漑下での作付率が 50 年間かけて天水の水準に低下すると仮定)、また 2015~2019 年中期計画において実施中の 100 万 ha の新規開発を考慮せず、かつ単収の増加がない場合、2044 年の水稲供給量は 3,082 万 6 千トン(基準年 2015 年の 64%)と大きく減少することが予測される。
- ✓ 次に、既存の灌漑施設が維持管理され、現在の作付率を維持したまま、他の介入を行わない場合、2044 年の水稲供給量は 3,736 万 4 千トン(基準年 2015 年の生産量の 77%)まで減少すると予測される。
- ✓ また、上記の前提(施設維持管理)に加え、2015~2019 年中期開発期間中に進行中の 100 万



ha の新規開発を考慮すると、2044 年の水稲供給量は 4,134 万 3 千トン（基準年 2015 年の生産量の 86%）に減少すると予測される。

- ✓ さらに、現在計画中のダム灌漑開発を加えると、2044 年の水稲供給量は 4,311 万 3 千トン（基準年 2015 年の生産量の 89%）に減少することが予測される。
- ✓ 上記の介入に加え、反収を対数近似で増加させると、2044 年の水稲供給量は 4,514 万 6 千トン（基準年 2015 年の生産量の 94%）に減少し、収量を線形近似で増加させると、2044 年の水稲生産量は 4,761 万 8 千トン（基準年 2015 年の生産量の 99%）に減少すると予測される。

### 6.3 食料安全保障にかかる全国長期コメ生産ロードマップ

6.10 インドネシアの食料安全保障のためのロードマップを策定するためには、コメ需要量とコメ供給量の差分よりコメ需要－供給ギャップを算出する必要がある。JICA 調査団のベースケースでは、2015 年の基準年において陸稲が考慮されない場合は 8%、陸稲が考慮される場合は 3%の供給不足となる。しかしながら、この比率は、2044 年に向けて農地転用による水田の損失および増加する米需要のために年が経つにつれて増加する。目標年 2044 年において、陸稲が考慮されない場合は 20%～34%になり、陸稲が考慮される場合は 16～30%と算定される。

6.11 種子は市場で取引されないために、上記のコメ需要、すなわちギャップには種子の生産量が含まれないこととなる。したがって、算定されたコメ需要に種子需要を加えたものが、必要なコメ（粳米）の生産量となる。インドネシアにおける種子需要量は 60kg/ha とされているが、2015 年の全国平均粳単収 5.51 トン/ha の 1.09%に相当する。この率を用いて種子需要量を加えることによって、必要とされるコメ（粳米）の生産量を算出することになる。

6.12 生産量に基づきコメ生産ロードマップとして 4 ケースを示す（図 6.1 参照）。ベースケースは最も生産量の少ない（Lowest）ケースで、必要とされる粳生産量は、54,416 千トン（2020）、55,979 千トン（2030）、56,787 千トン（2040）、56,960 千トン（2044）となる（GKG 表示、全国ベース）。

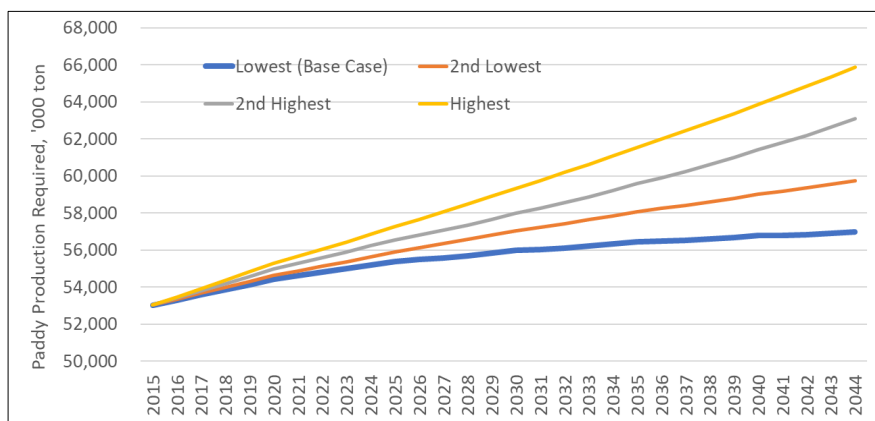


図 6.1 インドネシア全国における必要コメ生産量 (GKG 換算)  
出典：JICA 調査団

6.13 インドネシアとして管理すべき最適な備蓄量について提言を行うため、1)FAO の備蓄・利用率 (Stock-to-Utilization Ratio)、2)不作への対処に必要な量、3)災害に対処するために必要な量、4)輸入元国の不作に対処するために必要な量、といった複数の事例を基に必要な備蓄量を検討した。その結果、JICA 調査団として総需要の 6～7%程度に相当する約 240 万トンを全国備蓄米とすることを提案する。これを達成するためには、以下のステップが推奨される。

- ✓ 第 1 段階として、地方備蓄を先ず農業省省令にて定めている必要量にまで増やす。すなわち現在の 2 万 3 千トンのコメ備蓄から 14 万 3 千トン、もしくは 15 万トン程度にすることが望ましい。他方で、BULOG は省令にて述べられている 1.5 百万トンの在庫を維持することが求



められる。しかしながら、仮に 1.6～1.7 百万トン程度の在庫を保有できた場合でも、推奨量である 2.4 百万トンには未だ達していない。

- ✓ 第 2 段階として、BULOG の備蓄量を 220 万トンに増やし、地域政府が備蓄すべき分を含めて国全体で 230～240 万トンとすることが望ましい。実際、BULOG は 2013 年に 230 万トン確保しており、その備蓄能力は 360 万トンと推定される。したがって、必要な予算措置がなされた場合には、この備蓄量は達成しうると考えられる。

## 7. 灌漑開発・管理戦略

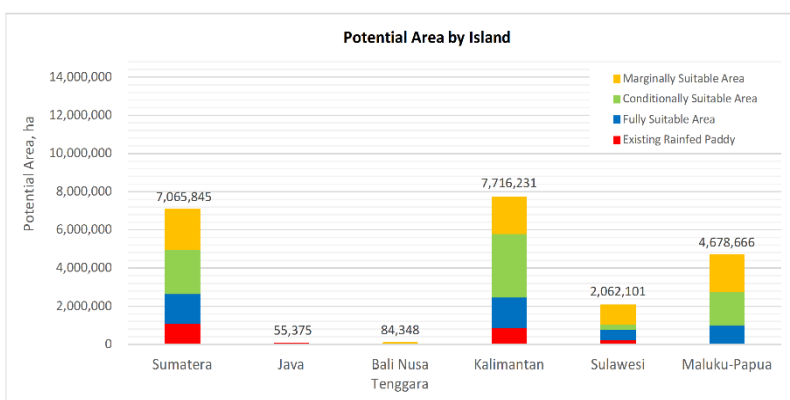
7.1 食糧安全保障に必要な灌漑開発について、国レベル、州レベル、流域レベルで検討を行う。具体的には、コメの需要と供給のギャップを埋めるためのコメ増産のために、先に述べた土地および水資源ポテンシャルを参考に、規模や場所の観点から灌漑水田開発を提案する。そして、必要とされる灌漑整備面積を年度ごとに算出し、5 年間の中期開発期間ごとに整理する。

### 7.1 灌漑開発ポテンシャル

7.2 灌漑開発ポテンシャル面積は、土地資源ポテンシャル面積および水資源ポテンシャル面積のうち、小さい方のポテンシャル面積を上限として設定する。灌漑開発適地の優先順位に基づき、天水田、最適エリア (Fully Suitable)、適エリア (Conditionally Suitable)、やや適エリア (Marginally Suitable) の順で水資源が利用されるものとしてポテンシャル面積を算出する。また、収穫ポテンシャル面積をそれぞれの灌漑開発面積の 2 倍として算出するが、天水田においては開発前から 1 期作が行われているため、収穫ポテンシャル面積は灌漑開発面積と同じとする。

7.3 今後の灌漑開発ポテンシャル面積としては、天水田で約 240 万 ha、最適エリアで 470 万 ha、これに適エリアとやや適エリアを加えた約 2,170 万 ha となる。島別に見ると、図 7.1 に示すように、優先度の高い土地分類 (天水田と最適エリア) の灌漑開発可能面積は、スマトラ島 (270 万 ha) が最も多く、次いでカリマンタン島 (250 万 ha)、マルク・パプア地域 (100 万 ha) である。

7.4 流域別の灌漑可能面積については、優先度の高いエリア (天水田と最適エリア) の灌漑ポテンシャル面積上位 10 流域のうち、カリマンタン島 (5 流域) とスマ



ID	Island Name	Land Potential x Water Potential for Double Cropping			Total	
		Existing Rainfed Paddy	Fully Suitable Area	Conditionally Suitable Area		Marginally Suitable Area
1	Sumatera	1,110,128	1,552,425	2,325,537	2,077,755	7,065,845
2	Java	55,375	0	0	0	55,375
3	Bali Nusa Tenggara	27,801	34,631	6,745	15,172	84,348
4	Kalimantan	890,923	1,609,428	3,317,456	1,898,424	7,716,231
5	Sulawesi	249,904	544,083	286,369	981,746	2,062,101
6	Maluku-Papua	48,991	952,684	1,766,923	1,910,068	4,678,666
7	Indonesia	2,383,122	4,693,250	7,703,029	6,883,165	21,662,567

図 7.1 島ごとの灌漑開発ポテンシャル

出典：JICA 調査団

トラ島やパプア (それぞれ 2 流域) が多くを占めている。今後の灌漑開発が最も期待されるのは Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau (1.40.A2) と Barito (4.9.A2) で、総灌漑可能面積は 89 万 ha と 76 万 ha である。Kapuas (4.3.A3) と Walanae-Cenranae (5.16.A3) はそれぞれ約 13 万 ha の水田があり、全流域中 4 位と 9 位の大きな灌漑開発ポテンシャルを示している。

表 7.1 天水田と最適エリアにおける流域ごとの灌漑開発ポテンシャル（上位 10）

No.	Code	River Territory Name	Irrigation Potential Area, ha		
			Existing Paddy	Fully Suitable	Total
1	01.40.A2	Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau (Sumatra)	475,574	416,288	891,862
2	04.09.A2	Barito (Kalimantan)	456,306	300,120	756,426
3	04.13.A2	Mahakam (Kalimantan)	35,078	305,909	340,987
4	04.03.A3	Kapuas (Kalimantan)	130,897	185,305	316,202
5	07.01.A3	Kamundan-Sebyar (Maluku-Papua)	2,263	274,766	277,030
6	07.05.A1	Einlanden-Digul-Bikuma (Maluku-Papua)	36,585	240,156	276,741
7	01.34.A2	Batanghari (Sumatra)	40,510	198,854	239,364
8	04.07.A3	Mentaya-Katingan (Kalimantan)	27,781	126,213	153,994
9	05.16.A3	Walanae-Cenranae (Sulawesi)	123,548	23,847	147,395
10	04.01.B	Sambas (Kalimantan)	75,216	68,020	143,236

出典：JICA 調査団

7.5 次期中期(2020～2014)における灌漑水田開発を考慮すると、灌漑整備の優先度が高い地域、すなわち天水田と最適エリアのみを開発対象として選択することが望ましい。このため、流域を A(最優先)～E(最下位)の 5 つに分類した。その結果、表 7.2、図 7.2 に示すように、天水田を考慮した優先順位はスマトラ島が最も高く(グループ A)、次いでカリマンタン島とスラウェシ島(各 3 流域)、ジャワ島(1 流域)となっている。

表 7.2 天水田開発優先度の最も高い流域

Code	Name	Irrigation Potential Area of Existing Paddy		Priority Considering Existing Paddy	Priority Considering Fully Suitable
		Ha	100ha/km <sup>2</sup>		
01.40.A2	Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau (Sumatra)	475,574	552	A	A
04.09.A2	Barito (Kalimantan)	456,306	570	A	A
05.16.A3	Walanae-Cenranae (Sulawesi)	123,548	1,038	A	A
01.43.A2	Mesuji-TulangBawang (Sumatra)	105,716	606	A	A
04.01.B	Sambas (Kalimantan)	75,216	685	A	A
01.45.A3	Seputih-Sekampung (Sumatra)	73,875	500	A	B
01.16.B	Barumun-Kualuh (Sumatra)	57,940	328	A	A
04.10.B	Cengal-Batulicin (Kalimantan)	48,050	332	A	A
05.15.A2	Saddang (Sulawesi)	38,362	388	A	A
05.13.A2	Kalukku-Karama (Sulawesi)	28,243	181	A	C
01.10.B	Wampu-Besitang (Sumatra)	28,021	369	A	A
01.11.A3	Belawan-Ular-Padang (Sumatra)	24,899	412	A	C
01.06.B	Tamiang-Langsa (Sumatra)	24,068	383	A	B
01.14.B	Nias (Sumatra)	19,495	475	A	B
02.08.B	Ciwulan-Cilaki (Java)	17,846	333	A	C

出典：JICA 調査団

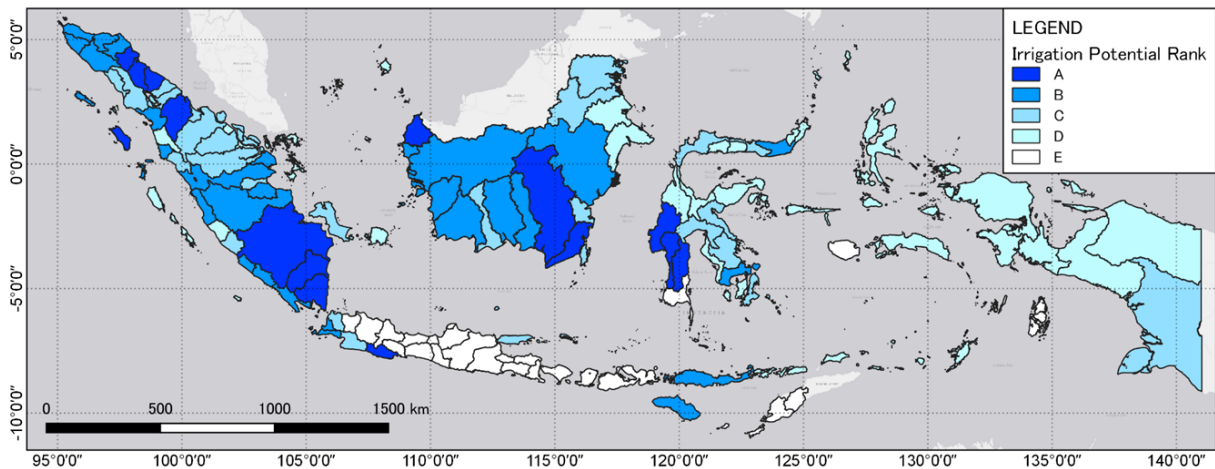


図 7.2 流域ごとの灌漑開発ポテンシャル区分

出典：JICA 調査団

7.6 州別の灌漑ポテンシャル区分を図 7.3 に示す。灌漑開発のポテンシャルが高い州は、Sumatera

Utara (630 千 ha, 8.9ha/km<sup>2</sup>)、Sumatera Selatan (916 千 ha, 10.6ha/km<sup>2</sup>)、Kalimantan Barat (647 千 ha, 4.4ha/km<sup>2</sup>)、Kalimantan Tengah (594 千 ha, 3.9ha/km<sup>2</sup>)、Kalimantan Selatan (644 千 ha, 17.4 ha/km<sup>2</sup>)、Papua (429 千 ha, 1.4ha/km<sup>2</sup>)となっている。

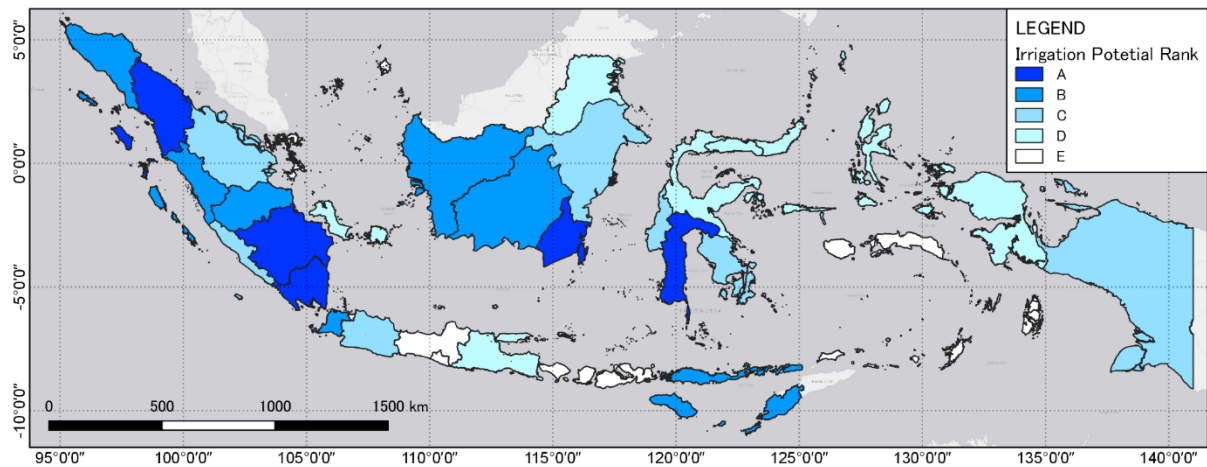


図 7.3 州ごとの灌漑開発ポテンシャル

出典：JICA 調査団

7.7 ジャワ島やバリ・ヌサテンガラ島は、非常に小さなポテンシャルとなっており、水田の新規開発は難しい状況である。これらの地域では既に灌漑開発が広く集中的に行われてきたため、灌漑施設の改修計画を立てることが推奨される。このような近代化を伴う施設改修は、灌漑水資源の節減に寄与し、既存の天水田地帯における新規灌漑開発の可能性を高めることとなる。

## 7.2 灌漑開発・管理戦略策定

7.8 インドネシアで今後必要とされる灌漑開発面積を算出するために、いくつかの条件とシナリオを適用した。その中で、JICA 調査団が推奨するベースケースの条件は、1)BPS が推奨する人口増加率を参考とした最も低いコメ需要を想定、2)2015-2019 年における年間約 10 万 ha の農地転換を 10 年間かけて 2030-2034 年には年間 4 万 ha まで抑える条件、3)既存灌漑施設の維持管理および 2014-2019 年に予定されている 100 万 ha 新規開発など様々なものを考慮、4)計画されているダム灌漑を考慮、そして 5)対数近似による単収増を考慮する等である。

7.9 表 7.4 は、5 年間の開発期間ごとに推奨される灌漑開発面積を示したものである。2015～2019 年に予定された面積は、2019 年時点では既に開発されているべきであるが、未実施分は次の中期開発期間である 2020～2024 年に持ち越されることとなる。したがって、JICA 調査団は水資源総局に対し、正味 50 万 ha、安全率 10%を考慮した場合 55 万 ha の全国的な灌漑水田開発を、次期 5 ヵ年中期開発計画 (2020-2024)に組み込むことを推奨する。

7.10 農地の多用途への転換面積 10 万 ha/年から 4 万 ha/年への削減は、2020-2029 年の 2 期にわたって行われると仮定している。そのため、少なくとも 2020-2024 年の次期中期開発期間の間は、ベースケースと参考ケース (転換面積は減少しないケース)における灌漑水田開発面積の差はさほど大きくない (548,446ha と 589,488ha)。しかしながら、第 3 期中期 5 ヵ年計画以降、その差は大きくなる。したがって、農地転換を抑えるために LP2B の実施など、土地転換を抑制する強い施策を実施しなければ、第 2 期中期開発以降に必要とされる灌漑開発はほぼ倍増することとなる。

表 7.4 全国ベースでの将来必要とされる灌漑開発面積、ha

Rice Demand	Conditions	2015-19	2020-24	2025-29	2030-34	2035-39	2040-44
		0 term	1 <sup>st</sup> term	2 <sup>nd</sup> term	3 <sup>rd</sup> term	4 <sup>th</sup> term	5 <sup>th</sup> term
Lowest Rice Demand	Base Case						
	LC from 100,000 to 40,000 ha/yr	261,673	236,914	225,106	252,555	256,538	255,277
	0 <sup>th</sup> term carried over to the 1 <sup>st</sup> term		498,587 (Say 500,000)				
	Above x 1.1 (safety factor)	287,840	260,605	247,617	277,809	282,192	280,805
	0 <sup>th</sup> term carried over to the 1 <sup>st</sup> term	-	548,446 (Say 550,000)				
	Ref. Case (safety factor not cons' d)						
	LC of 100,000 ha/year to continue	261,673	327,815	481,582	589,019	588,962	584,784
	1 <sup>st</sup> term carried over to the 2 <sup>nd</sup> term	-	589,488				
Following are only reference against 2 <sup>nd</sup> lower, 2 <sup>nd</sup> highest and highest rice demands (safety factor not considered)							
2 <sup>nd</sup> Lowest Rice Demand	LC from 100,000 to 40,000 ha/yr	290,513	281,921	312,874	343,770	354,221	359,731
	0 <sup>l</sup> term carried over to the 1 <sup>st</sup> term	-	572,434				
	LC of 100,000 ha/year to continue	290,513	372,822	569,350	680,235	686,645	689,238
	0 <sup>l</sup> term carried over to the 1 <sup>st</sup> term	-	663,335				
2 <sup>nd</sup> Highest Rice Demand	LC from 100,000 to 40,000 ha/yr	336,413	336,582	355,231	428,042	488,717	550,190
	0 <sup>l</sup> term carried over to the 1 <sup>st</sup> term	-	672,995				
	LC of 100,000 ha/year to continue	336,413	427,482	611,707	764,507	821,141	879,697
	0 <sup>l</sup> term carried over to the 1 <sup>st</sup> term	-	863,895				
Highest Rice Demand	LC from 100,000 to 40,000 ha/yr	377,432	396,987	459,914	527,041	574,848	615,171
	0 <sup>l</sup> term carried over to the 1 <sup>st</sup> term	-	774,419				
	LC of 100,000 ha/year to continue	377,432	487,888	716,390	863,506	907,273	944,678
	0 <sup>l</sup> term carried over to the 1 <sup>st</sup> term	-	865,320				

出典：JICA 調査団 備考：LC (Land Conversion、農地転換)

7.11 灌漑水田の開発は、十分なポテンシャルがある地域や流域で優先的に実施されるべきである。上記の必要灌漑開発面積を次期中期開発期間（2020-2024）において、どのような場所（州、流域）でどの程度の開発面積を確保すべきかについて、以下に述べる。

- 1) 天水田を優先的に開発する。灌漑開発目標（約 50 万 ha、安全率 10%を考慮すれば約 55 万 ha）を達成するために、既存天水田面積に対して一律 22%の開発比率を適用する。島ごとに存在する既存天水田面積の 22%を開発した場合、2020～24 年に必要とされる総灌漑開発面積の 548,446ha を確保可能である。
- 2) 必要面積を開発するために、上記 1) とは別に天水田と最適エリアとを組み合わせることも考えられる。例えば、5 万 ha 以上のポテンシャルを持つ天水田が 60%、5 万 ha 以上の最適エリアが 40%開発されるように計画する。その結果を表 7.5 の「15% of >50,000 Rain-fed, ha」と「2.2% of 50,000 ha Fully Suitable, Harvested ha」の欄に示す。すなわち、天水田の 15%、最適エリアの 2.2%を開発すれば 548,446ha の目標が達成できることになる。なお、最適エリアでは 2 期作が可能であるため、実際の開発面積は最適エリアの半分となる。

表 7.5 水資源総局の次期中期開発計画（2020～24 年）における灌漑開発面積へのインプット、ha

No.	Island	Potential of Rain-fed Paddy, ha	Potential of Fully Suitable (harvest area), ha	Required Irrigated Area, ha	22% of Rain-fed, ha	15% of >50,000ha Rain-fed, ha	2.2% of > 50,000ha Fully Suitable, Harvest ha	2.2% Actual Area to develop Fully Suitable, ha
1	Sumatera	1,143,477	3,613,426	-191,055	247,817	158,619	79,472	39,736
2	Java	55,281	0	979,559	11,981	0	0	0
3	Bali Nusa Tenggara	73,336	21,562	-38,600	15,894	10,870	0	0
4	Kalimantan	890,923	3,218,857	101,600	193,083	123,316	71,525	35,762
5	Sulawesi	318,628	1,196,660	-457,393	69,054	36,262	26,043	13,021
6	Maluku & Papua	48,991	1,905,368	154,336	10,617	0	42,338	21,169
7	Indonesia	<b>2,530,636</b>	<b>9,955,873</b>	548,446	<b>548,446</b>	<b>329,067</b>	<b>219,378</b>	<b>109,689</b>
<b>% of Required Irrigation Development Area</b>				<b>Total Deficit</b>	<b>100%</b>	<b>60%</b>	<b>40%</b>	<b>Half</b>
						100%		

注：安全率として 10%増を考慮している。また、農地転用面積は 2015～19 年は約 10 万 ha/年、2030 年以降は約半分の 4 万 ha/年を想定している。出典：JICA 調査団

7.12 施設改修については、現行の中期開発期間（5年間）と同様に、次の中期開発期間（2020-2024年）においても既存施設の改修を行う必要があり、対象面積は合計 250 万 ha となる。これまでに実施されてきた改修事業における工事単価は約 3,000 万 Rp/ha である。施設改修を実施した上で、新たな灌漑開発の進捗に合わせてアセットマネジメントの概念に基づくさらなる改修を実施する必要がある。

7.13 アセットマネジメントに基づく施設改修については、10年毎、15年毎、20年毎の3つのケースについて、年率5%の割引率を考慮し、現在の価格で割引いたコストと、最終年（2044年）の残存価額である減価償却費を試算した。アセットマネジメントの考え方に基づくと、10年ごとにリハビリを行うケースが最も費用が小さくなる。したがって、JICA 調査団としては定期的なメンテナンスとは別に、10年ごとの施設改修実施を推奨し、アセットマネジメントの概念に基づく改修の全体コストを最小にすることを提案する。

## 8. 結論と提言：灌漑開発・管理戦略

8.1 本プロジェクトでは、インドネシアの将来の灌漑開発・管理戦略として必要となる新規開発面積および改修面積を国家開発計画年毎に策定した。この戦略は、以下の点を考慮して、同国の食料安全保障（目標年 2044年）を達成する上で最も適切かつ包括的なアプローチであると結論づける。インドネシア政府は、この戦略に沿って新規灌漑開発、既存灌漑施設の改修および灌漑近代化に取り組むよう提言する。

- 1) インドネシアでは、現行の国家中期開発計画（2014-2019）および国家長期開発計画（2005-2020）において食料主権政策に高い優先度を与えている。同国政府は、この政策に基づき、2014年から2019年の間に100万haの新規灌漑開発と300万haの改修を目標とする事業を実施し、その目標は概ね達成されている。本プロジェクトで提示した戦略は、上記の政策と整合しており同国の食料安全保障に貢献するものである。
- 2) 前述の新規灌漑開発とリハビリの実施をもってしても、インドネシアの食料安全保障（コメの自給）は達成できていない。インドネシア国は過去20年間、ほぼ毎年コメを輸入しており、その量は年間平均で約100万トンに上る。この輸入量は、自給達成目標の約3~4%に相当する。したがって、コメの自給率を100%にするには、新しい灌漑水田を整備するための灌漑開発と、開発された灌漑スキームを維持するための定期的なリハビリが必要となる。同戦略は、食料安全保障を満足するために必要な開発とリハビリのための指針を提供するものである。
- 3) 提案した戦略は土地資源と水資源ポテンシャル、そして社会および経済条件に基づいた灌漑開発の具体的な指針を提供していることから、関係する中央政府、州政府、および地方政府が食料安全保障の強化に向けて灌漑開発を実施する際の基礎となり得る。また、同戦略は、関係する開発パートナーの協調を促すための開発プラットフォームとしても機能するものである。

表 8.1 必要となる新規灌漑開発面積およびリハビリ面積 (ha)

New/ Rehab	Land Conversion	Other Conditions	2015-19	2020-24	2025-29	2030-34	2035-39	2040-44
			1 <sup>st</sup> term	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	4 <sup>th</sup>	5 <sup>th</sup>	6 <sup>th</sup>
New Dev't	LC change from 100,000 ha/yr to 40,000 ha/yr	Net Required-	261,673	236,914	225,106	252,555	256,538	255,277
		1 <sup>st</sup> term to the 2 <sup>nd</sup>	-	498,587	(Say, 500,000ha)			
	With 10% safety	287,840	260,605	247,617	277,809	282,192	280,805	
	1 <sup>st</sup> term to the 2 <sup>nd</sup>	-	548,446	(Say, 550,000ha)				
	Continuous LC of 100,000 ha/yr	Net Required-	261,673	327,815	481,582	589,019	588,962	584,784
		1 <sup>st</sup> term to the 2 <sup>nd</sup>	-	589,488				
Rehabilitation (Based on Asset Management)			3,000,000	2,500,000	3,020,000	2,470,000	3,790,000	3,270,000

\*LC: Land conversion, 農地転用、出典: JICA 調査団

8.2 本調査で提案する灌漑開発・管理戦略を実施する際に留意すべき事項を以下に示す。これらは、



灌漑開発・管理戦略の適切な実施に際して示唆を与えるものである。

- 1) 将来のコメ需要予測にあたり、人口増加率、都市化率、および経済成長に代表される家計収入の増加などの要因を考慮したが、このうち人口増加率がコメ需要には最も強い影響を与える。本調査における予測では、人口増加はBPSによって示された人口増加予測に基づいて推定したものの、インドネシアではBPSよりも高い予測結果を提示する研究もある。したがって、将来の実際の人口をモニタリングする必要があり、その結果が本調査で予測した値と乖離する場合、代替ケースにおけるコメ需要および灌漑開発面積を参照する必要がある。
- 2) コメ供給面で最も影響を与える要因は農地転換である。インドネシアでは、現在、他用途に転換される水田が年間約10万haほど存在する。農地転換率が現状のまま続く場合、灌漑開発への投資は意味をなさなくなる恐れがある。そのため、コメの供給予測では、強力な施策を講じることにより、2期分の中期開発計画期間（10年間）にわたって、土地の転換が現在の10万ha/年から4万ha/年に減少するものと想定して算出を行った。これを念頭に置いて農地転換を十分にモニタリングすべきであり、例えば農地転換の速度を下げるにはLP2B等の施策を強く推進していく必要がある。
- 3) 灌漑開発ポテンシャルの算定にあたっては、土地資源と水資源双方のポテンシャルを評価した。土地資源ポテンシャルは、水田栽培に適した地域を特定する目的でGISによって空間的に評価し、水資源ポテンシャルは、流域および州単位での灌漑利用可能な河川流量に基づいて評価した。さらに、2つのうちより小さい方を灌漑ポテンシャルとして設定している。なお、地形的な条件により重力による用水供給が困難な場合も想定されることから、候補となる灌漑地区の特定後には、物理的に配水が可能であることを確認する必要がある。
- 4) 水資源総局は、潮汐による低湿地（沼地）の灌漑地域を灌漑地域の一部とみなしているが、BPSの公表統計データではそれら地域を非灌漑地域に分類している。したがって、BPSデータによる天水田面積は実態よりも過大に報告されている可能性がある。加えて、灌漑・沼沢局では、現時点でスマトラ島の南部を除き低湿地灌漑地域の空間データが未整備の状態である。このことから、低湿地開発の際には現状の灌漑施設の有無を確認する必要がある。また、灌漑・沼沢局による低湿地灌漑地域の空間データの早急な整備が求められる。

## 第2章 優先地区におけるプレフィージビリティ調査

### 1. 開発優先地区の選定

1.1 インドネシア側との協議により、プレフィージビリティ (Pre-FS) 調査対象となる最優先地区として、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)、南スラウェシ州 (BBWS Pompengan Jeneberang) の4地区を選定した。前者の2地区は新規開発対象の地区であり、後者の2地区は改修あるいは近代化を対象とする地区である。優先開発地区の概要は以下の通りである。

表 1.1 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	Komering 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 調査団、DILL

### 2. プレフィージビリティ調査：スマトラ島・ランブン州

2.1 ランブン州での調査は BBWS の開発計画に基づく候補地区の現地視察から開始し、BBWS Mesuji Sekampung との協議により、新規灌漑開発候補地として6地区が特定された。このうち、4地区は開発可能な面積が小さいため候補地から除外し、結果として JICA 調査団、BBWS 事務所、DILL 本部による協議を経て、Komering Extension 地区と Giham-Tahmi 地区の開発可能性を検討することで合意した。

表 2.1 ランブン州の灌漑開発候補地

No.	Name of Irrigation Scheme	Potential Area*, ha	Remarks
1	Komering Extension (Extension No.4 area)	Over 70,000 <b>Ext. No.4-1; over 50,000</b> Ex. No.4-2: about 10,000 Ex. No.4-4: about 10,000	Extension from existing Komering DI in BBWS Sumatra VIII (Extension. No.4 areas are located in BBWS Mesuji Sekampung)
2	Giham-Tahmi	About 6,700 + 2,600	Completely new area, but very hilly

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

2.2 当該地区の年平均降水量は 2,100mm～2,500mm/年 (80%確率降水量 1,300mm～1,400mm/年) である。6月から10月にかけて乾季のある典型的なモンスーン型の降水パターンがジャワ島からスマトラ島南部にかけて広がっている。流域の河川流量は、雨季には約 100mm/月 (Q80%)、乾季には 30mm/月～50mm/月 (Q80%) と、降雨パターンと同様の傾向を示し、年間約 910～960mm が流出している。

2.3 地形条件を考慮すると、Giham-Tahmi 地区 (表 2.1 の No.2) は急峻な地形条件により新規開発が困難であると判断された。したがって、最も大きな受益面積 (約 57,000ha) を有する Komering Extension No.4-1 地区を最優先とすることとした。これにより、取水施設と幹線水路の概略設計は、Komering Extension Scheme No.4-1 のみを対象としている。

2.4 最優先候補地周辺の農業の現状としては、Way Kanan 県と Tulang Bawang Barat 県 (Kabupaten) で灌漑開発が進み、それぞれ 65%、72% が灌漑水田農地となっている。一方、Komering Extension 地区の下流に位置する Tulang Bawang 県は、これまで灌漑開発が行われていない。なお、Komering Extension 地区周辺には、広大な面積を持つパームやゴムのプランテーション農園が多数存在している。

2.5 水資源ポテンシャルと現在の作付パターンを考慮し、将来的には新規灌漑地区に2期作を導入する。導入される2期作システムは、水稲が1作期目の作物として栽培され、水稲またはパラウイジャが2期作目の作物として栽培されることとなる。水資源ポテンシャルにより、水稲とパラウイ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(下表2.2参照)。

**表 2.2 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 Komeri ng 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

2.6 プロジェクト地域がある3つのKabupaten(県)の水稲の平均単収は4.92トン/haであり、天水栽培の影響を強く受けていることが判る。一方、ランブン州内のKabupaten(県)における最大単収は5.90トン/haであり、現在のランブン州平均単収5.23トン/haより12.8%高い。この増加率をプロジェクト地域(Komeri ng Ext.4-1)に適用し、上限収量を設定する。また、パラウイジャ(水田裏作)にはメイズを導入することとし、基準単収は現状と同レベルの4.35トン/haに設定する。

2.7 本開発候補地区においては、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。その結果、Komeri ng Ext. No.4-1、4-2、4-3において、それぞれ56,886ha、11,137ha、10,023haが受益面積として算出された。Komeri ng Ext. No.4-1はネットで約57,000haを占めており、ランブン州の新規灌漑開発計画にあたっては、Ext.No.4-1地区を最も優先させるべきであると結論づける。

**表 4.3 受益面積算定結果一覧 (Komeri ng Extension 地区)**

Area	Target Area	(1) Protection Forest	(2) Peat	(3) High Flood Risk	(4) Sugarcane Plantation	(5) Palm Plantation
Komeri ng Ext 4-1	100,290 ha	12 ha	0 ha	118 ha	9,577 ha	12,605 ha
Komeri ng Ext 4-2	26,807 ha	0 ha	0 ha	0 ha	4,898 ha	8,698 ha
Komeri ng 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)	
Komeri ng Ext 4-1	100,290 ha	6,673 ha	11,418 ha	3,023 ha	<b>63,207 ha</b>	<b>56,886 ha</b>
Komeri ng Ext 4-2	26,807 ha	N/A	1,391 ha	146 ha	11,950 ha	11,137 ha
Komeri ng 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

2.8 Komeri ng Extension No.4-1においては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に隣接して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Komeri ng 幹線水路右岸側に新たに建設される幹線水路を流下する。新たに建設されるKomeri ng Extension 地区 No.4-1への幹線水路は、4つの灌漑ブロックをカバーする。

2.9 幹線水路の設計においては、水路長が非常に長いこと、また費用対効果の観点から工法を選択する。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。水路網の計画については、幹線水路は地形条件に基づいて配置され、二次および三次水路はそれぞれ受益地1000haと100haをカバーするよう配置する。その結果、プロジェクト地区には51の二次水路と569の三次水路が敷設され、総受益農民数は約32,500人と見込まれる。



2.10 Komeriing Ext. No.4-1 の事業費は、既存の天水田に新しい灌漑用水路網を建設する従来のケースよりも相対的に高くなる。これは、Komeriing Ext. No.4-1 灌漑スキームの開発には、土地の新規開拓、区画造成、5%以上の傾斜地における棚田化が必要となるためである。また、開拓や造成を必要としない従来のケースと比較して事業の実施期間が長期化することが予想される。

2.11 Komeriing Extension No.4-1 灌漑計画は新規開発であるため、水資源総局による灌漑事業の先行事例を参考に最も高い開発単価である 108 百万 Rp/ha を適用する。この単価に加え、新規灌漑システムの開発には、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。全体の開発単価は 1 億 6400 万 Rp/ha (11,714 米ドル/ha) と算定される。総開発面積は 56,886ha であることから、新規開発の総投資額は 9 兆 3,290 億 Rp (約 6 億 6,600 万米ドル) に相当する。

2.12 JICA 調査団は Komeriing Extension No.4-1 における開発事業に、一般的な慣行よりも長い計 8 年間の実施期間を提案する。これは、最初の 2 年間で土地取得と並行して調査と設計を完了させ、その後の 6 年間で工事を行うことを意味している。コメの作付けは工事完了後の 9 年目からとなる。場合によっては 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 Pre-FS 段階では実施スケジュールの簡略化のため部分稼働については考慮しない。

2.13 本事業の経済的妥当性を評価するため、EIRR、B/C、NPV を算出した。基本シナリオにおける EIRR は 10.68%、B/C は 1.08、NPV は 4,680 億 Rp と算出された。また、将来の単収増を考慮しない代替シナリオにおいては、EIRR が 10.57%、B/C が 1.07%、NPV が 3940 億 Rs という結果であった。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%) を上回り、また代替シナリオでも EIRR 10.57% であることから、経済的実現可能性があると判断される。

### 3. プレフィージビリティ調査：ジャワ島・中部ジャワ州

3.1 中部ジャワ州では、BBWS Pemali Juana 事務所と連携し、施設改修や近代化を実施する必要がある既存の灌漑設備を特定した。BBWS との協議や現地調査を経て、Kedung Ombo Dam 係りの Sidorejo、Sedadi、Klambu の 3 地区の近代化計画地区を含む、合計 11 の灌漑地区を改修対象として選定した。

表 3.1 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	Water provided 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.

3.2 対象地域の年平均降水量は場所によって異なり、1,700mm から 2,600mm の範囲である (80%超過確率の降水量はおよそ 850mm から 1,700mm)。スマトラ島・ランプン州と同様、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。河川流量については、ランプン州の流量パターンと比較して、流量が少なく、乾季の期間が長いため、乾季の水不足がより深刻となる傾向がある。

3.3 州内の主要作物は米であり、その他にトウモロコシ、キャッサバ、緑豆などのパラウイジャ(水田裏作)が栽培されている。収穫面積は近代化予定サイトの位置する2つのKabupatenでやや高く、改修サイトの位置する5つのKabupatenでは低い傾向にある。単収はKabupaten別に4.64トン/haから6.16トン/haとなり、2018年度の州平均は5.66トン/haであった。中部ジャワ州全体では、水稻の作付率は187%であり、ほぼすべての灌漑地区で1年間に複数回の作付けが行われていることが分かる。

3.4 既存の灌漑地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期目はパラウイジャ栽培(同地域ではメイズ)が主体となっている。現在の作期と作付けパターンを維持したまま、米とパラウイジャの作付面積を増やすことを計画する。近代化事業対象地域の水稲総面積は5,207ha増加し、パラウイジャの面積は3,199ha増加する見込みである。また、改修の対象地では水稻面積が5,878ha、パラウイジャ面積が4,708ha増加する見込みである。

3.5 Kabupaten(県)の水稲平均単収(2015-2019)は5.11トン/haから6.18トン/haであり、州平均は5.80トン/haである。これらの単収をベースに、優良な栽培方法を適用することで、中部ジャワの最大単収を現在の州平均5.80トン/haから12.6%増加させた6.53トン/haと設定する。既存の灌漑地域では、すでに灌漑稲作が長く行われており、稲作農家は一定の栽培ノウハウを有しているため、栽培管理技術としては先進的な技術の導入が可能と思量される。

3.6 対象となる11の灌漑地区において、JICA調査団はBBWS事務局の協力の下、既存灌漑施設の構造的・機能的健全性の調査を実施した。健全性を評価するための評価指標を導入することで、改修や長寿命化の必要性を確認した。評価指標は、更新が必要なS-1から対策不要なS-5まで、5段階のランク付けがされている。評価結果を表3.2のとおり取りまとめる。

表 3.2 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
<b>Total</b>		<b>134,362</b>	-	-	<b>3.62</b>	<b>1,312,108</b>	-	-

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

3.7 各灌漑地区の施設健全性の平均指標値によれば、地区全体で施設の劣化が中程度進行しており、中でもRambut地区の劣化が最も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は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、これらの地域の施設の劣化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。

3.8 1991年に完成したKedung Ombo damの直下流に位置する1)Sidorejo、2)Sedadi、3)Klambuの3つの地区において近代化を計画する。近代化計画は、前述の改修工事に加えて、1)水資源確保、2)灌

溉施設整備、3)水管理強化、4)制度強化、5)能力開発という5つの柱に基づいて実施される。Pre-FS 段階では、柱1と柱3に沿って、流量実測に基づく水管理改善と衛星画像解析の導入を提案する。また、柱3と柱4に沿ってIMT(灌漑管理移転)の導入が推奨される。

3.9 水資源総局は、2015年～2019年の過去5年間の中期開発期間において、全国で約300万haの大規模な改修工事を実施した。これらの大規模改修工事の事業単価を、改修対象である11の灌漑地区における改修単価として参照する。調査設計費、事務費、物理予備費、物価上昇予備費を考慮すると、事業単価は2,800万Rp/ha(2000米ドル/ha)となる。総改修面積134,362haの場合、総事業費は3兆7,620億Rp(約2億6,900万米ドル)となる。

3.10 一般的な改修事業は、営農を止めることなくできるだけ早い時期に便益を発現させるため、また経済的な観点、すなわち便益の発生が早いほど事業が大きな効果を生むという点から、通常5年以内に完了するよう計画される。本事業は技術的に困難な土木工事を必要とすることはほとんどないため、地元業者を含む多くの請負業者と契約することができ、事業期間を短縮することができる。このため、中央ジャワ州における改修事業の期間を、一般的な慣行に従って5年とし、最初の1年間に調査と設計に、残りの4年間に改修事業の実施に充てることとする。

3.11 本事業の経済的妥当性を検証するため、EIRR、B/C、NPVを算出した。基本シナリオのEIRRは16.22%、B/Cは1.75、NPVは2.0兆Rsと算出された。また、目標収量の増加分を20%減じた代替シナリオでは、EIRRが15.11%、B/Cが1.60、NPVが1.6兆Rsとなった。これより、基本シナリオ(EIRR16.22%)および代替シナリオ(EIRR15.11%)であっても経済的実現可能性があると判断される。

#### 4. プレフィージビリティ調査：東カリマンタン州

4.1 東カリマンタン州では、BWS Kalimantan IIIとの連携および協議の基、地域の開発計画に基づく候補地について現地視察をはじめとする種々の調査を実施した。東カリマンタン州には4つの候補地区があり、そのうちKT-3地区はさらに4つに細分される。JICA調査団、BWS事務所、DILL本部は、この7カ所すべての開発可能性を調査することに合意し、Pre-FSを実施した。

表 4.1 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	Water Source	Potential Area*, ha	Remarks
1	KT-1	Kalangpuhu	4,000	Small area, thus not considered
2	KT-2	Belayan	38,000	
3	KT-3 (KT-31 - 34)	Kelinjau	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	Berau	9,540	
	Total of KT2, 31, 32, 4	-	79,417	DGWR's target is 50,000 ha in Kalimantan East Province

注：\* 上表のポテンシャル面積は暫定的なものであり、あくまでも指標としての扱いである。

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

4.2 対象地域の年平均降水量は約2,500mmから3,200mmであり(80%超過確率の降水量は約1,600mmから2,100mm)、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。流出量は流域によって異なる傾向を示すが、候補地区として選定された流域の流出量は非常に大きく、洪水対策は水不足対策以上に重要であると言える。

4.3 東カリマンタン州の食用作物は、主に湿地帯の水田で栽培されている。水稻に加えて、トウモロコシ、キャッサバ、サツマイモも水田裏作として栽培されているが、その面積は非常に限られている。対象地

域も例外ではなく、ATR/BPN の提供する土地利用図によれば、KT-2 と KT-3 は低地（疎林・森林）、KT-4 については疎林や森林が大部分を占めている。いずれの地域も農業生産活動は低調であり、新たに土地を開拓する必要がある。なお、この州では地下油田の開発が進んでおり、石油や天然ガスの生産基地になっている。

4.4 利用可能水量と現在の作付けパターンを考慮し、将来的には新規農地に 2 期作を導入することを計画する。導入される 2 期作システムでは、豊富な灌漑水源を利用して、1 期作目に水稲を栽培し、2 期作目に再び水稲を栽培することとする。これにより、水稲の作付率は 1 期作目 100%、2 期作目 100%となり、合計の作付率は 200%に達する(下表 4.2 参照)。

**表 4.2 事業対象地区内の土地利用計**

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

出典：JICA 調査団

4.5 BPS 統計によると、3 つの対象地区がある Kabupaten(県)の平均単収は 4.23~4.74 トン/ha であり、東カリマンタン州の平均(4.82 トン/ha)を若干下回っている。東カリマンタン州の最大単収は 5.30 トン/ha であり、これは平均値よりも 10.0%大きい。この増加率を対象地区(KT-2, KT-3, KT-4)に適用し、KT-2, KT-3, KT-4 の 3 地区でそれぞれ 5.16、5.21、4.65 トン/ha を上限単収として設定する。

4.6 灌漑区域の設定に関しては、地形条件と洪水履歴を考慮する。また、東カリマンタン州には水稲耕作を目的とした開発ができないプランテーション権益地区や鉱業権益地が多いため、BWS Kalimantan III が所有する植林・鉱業権益地域に関するデータも考慮した。ただし、プランテーション権益地区として登録されている面積のうち、未植林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、灌漑水田開発にあたっては土地利用転換に係る協議が必要となる。

4.7 土地条件から見た灌漑開発可能面積は合計 59,202ha に達する。このうち、KT-1 は約 3,000ha に過ぎず、KT-33 と KT-34 はさらに小さい面積となる。水資源総局は、新首都移転計画にあわせて東部 Kalimantan 地区において 50,000ha 以上の開発面積を求めている。KT-1、KT-33、KT-34 地区を除いても必要面積を確保可能であることから、JICA 調査団は KT-2、KT-31、KT-32、KT-4 の合計 53,915ha を開発対象とすることを提案する。

**表 4.3 東カリマンタン州の受益面積**

Area	Beneficial Area (Net: 90% of Gross Area)	Area	Beneficial Area (Net: 90% of Gross Area)
KT1	3,258 ha	KT-3 (excluding KT33 & KT34)	13,413 ha
KT2	32,707 ha	KT-4	7,796 ha
Total	59,202 ha	Sub-Total (KT2+KT31+KT32+KT4)	<b>53,915 ha</b>

出典：JICA 調査団

4.8 取水堰の概略設計においては、基礎を浸透性地盤と仮定してフローティングタイプを選択する。また、堰が低平地に設置されることを考慮し自然河川と同じ断面積を確保するとともに、洪水時の河道変化を最小限に抑えるために水門と放水路を含めて可動式タイプを採用する。そして、堰および下流運河堤の洪水の超過確率年、KP-02(MPWH 2013)に準拠して 25 年を設定する。



4.9 幹線水路を含む一次水路は、分水点から受益地まで設計用水量を送水できるよう計画する。用水路の延長は長くなるため、費用対効果の観点から台形の土水路が選択する。用水路網の計画については、一次用水路は地形条件に基づいて配置し、二次および三次用水路はそれぞれ受益地の平均面積 1,000ha、100ha をカバーするように計画する。結果として、3 地区で計 69 の二次水路と 676 の三次水路にて農地を灌漑することで、約 38,000 人の農民の入植が想定される。

4.10 優先地域(合計 53,915ha)の事業費は、天水田に新たな灌漑用水路網を建設する従来型のケースに比べて相対的に高くなることが予想される。対象地区は新規開発となるため、過去の新規灌漑地区の開発コストの上限である 1 億 800 万 Rp/ha を適用する。土地取得や開発などの関連コストを加味すると、事業単価は 1 億 6400 万 Rp/ha(11,714 米ドル/ha)となる。また、総開発面積が 53,915ha であることから、新規開発の総事業費は 8 兆 8,420 億 Rp(約 6 億 3,200 万米ドル)と算定される。

4.11 本事業の経済的妥当性を検証するため、EIRR、B/C、NPV を算出した。基本シナリオにおける EIRR は 13.62%、B/C は 1.50、NPV は 2.6 兆 Rs と算出された。また、将来の単収増を考慮しない代替シナリオにおいては、EIRR が 13.47%、B/C が 1.47、NPV が 2.4 兆 Rs という結果となった。これより、基本シナリオ(EIRR13.62%)および代替シナリオ(EIRR13.47%)ともに、経済的実現可能性があると判断される。

## 5. プレフィージビリティ調査：スラウェシ島・南スラウェシ

5.1 南スラウェシ州において、JICA 調査団と BBWS Pompengan Jeneberang は施設改修の必要がある既存の灌漑設備を特定した。BBWS および DILL 本部との協議を経て、複数の候補地から既に他ドナーの資金提供を受けている地区を除き、州南部に 3 つ、北部に 2 つ、合計 5 つの対象地を選定した(表 5.1 参照)。

表 5.1 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
	<b>Total</b>	<b>49,829</b>

出典：BBWS Pompengan Jeneberang

5.2 対象地域の年間平均降水量は、WS Jeneberang(南スラウェシ州南側)の流域で 1,650mm～2,050mm、WS Pompengan Larona(南スラウェシ州北側)の流域で 2,750mm～3,200mm と地域によって大きな差がある。月降水量の分布も 2 流域で異なっており、Jeneberang 流域では乾季(7月～10月)と雨季(11月～3月)が明確であるが、Pompengan Larona 流域では特に乾季の傾向が明確でない。降水量分布の傾向と同様に、流出量分布パターンも Kelara-Karalloe、Leko Pancing、Bantimurung 灌漑地区のモンスーン型と、Lamasi、Kalaena 灌漑地区の赤道型に分類される。

5.3 州内の湿地帯では水稲とパラウイジャが栽培されており、そのうち 61%(38 万 ha)は灌漑農地として分類されている。米の単収は、該当 Kabupaten で 4.93トン/ha から 5.90トン/ha であり、州平均は 5.32トン/ha である。南スラウェシ州の平均作付率は 164%であり、1年に複数回の作付けが広く行われていることがわかる。Jeneponto を除く 3 つの Kabupaten では州全体の平均より高い作付率を示し、Maros では 200%の作付率を達成している。一方、Jeneponto では 115%にとどまっており、他地区に比べて利用可能水量が少ないことから作付率が低くなっていると示唆される。

5.4 南スラウェシ州の既存灌漑地域における現行の作付けパターンはコメ・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イジャ(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。灌漑施設の改修により灌漑効率が向上し、

作付面積増加が見込まれる。その結果、既存灌漑地域の水稲生産面積は 2,780ha 増加し、パラウイジャの作付面積は 105ha 増加する見込みである。

5.5 水稲平均単収(2015-2018)は 4.95トン/ha から 5.73トン/ha であり、州平均は 5.30トン/ha である。これらの単収をベースに、優良な栽培方法を適用することで、南スラウェシ州の最大単収を現在の州平均 5.30トン/ha から 11.3%増加させた 5.90トン/ha と設定する。既存の灌漑地区では、すでに灌漑稲作が長く行われており、稲作農家は一定の栽培ノウハウを有しているため、栽培管理技術は先進的な技術の導入が望まれる。

5.6 対象となる 5 つの灌漑地区において、JICA 調査団は BBWS 事務局の協力の下、既存の灌漑施設の構造的・機能的健全性を調査した。そして、健全性を評価するための評価指標を導入することで改修や長寿命化の必要性を確認した。評価指標は、更新が必要な S-1 から対策不要である S-5 まで、5 段階のランク付けがされている。評価結果は下表のとおりである。

表 5.2 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 Kiri	( 4,618 )		2.60	4.09		46,915		
<b>Total</b>			<b>49,829</b>	-	-	<b>3.02</b>	<b>328,956</b>			

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

5.7 各灌漑スキームの施設健全性の平均指標値より、スキーム全体で灌漑施設の劣化が中程度に進行しており、中でも Lamasi 地区や Lekopancing 地区の劣化が顕著であることが分かる(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、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。

5.8 改修単価は、2015～2019 年に実施された大規模改修事業の実績を基に試算する。調査設計費、事務費、物理予備費、物価上昇予備費を考慮すると、改修単価は 2800 万 Rp/ha (2,000US\$/ha)となる。合計改修面積は 49,829ha であることから、総事業費は 1 兆 3,950 億 Rp (約 1 億米ドル)となる。

5.9 実施スケジュールについては、南スラウェシ州における改修事業の一般的な慣行に従って、最初の 1 年間に調査と設計に、残りの 4 年間に改修工事の実施に充てることを提案する。そのため、改修工事は 2 年目から開始され、3 年目以降に前年度に完了した地域から部分的に利益が生じることとなる。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。

5.10 本事業の経済的妥当性を検証するため、EIRR、B/C、NPV を算出した。基本シナリオにおいて、EIRR は 11.68%、B/C は 1.19、NPV は 1,870 億 Rs と算出された。また、単収の増加率を 2 割減とした代

替シナリオでは、EIRR が 10.25%、B/C が 1.03、NPV で 26,718 百万 Rs と算出された。評価結果によれば、基本シナリオ (EIRR11.68%) および代替シナリオ (EIRR10.25%) とともに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。

## 6. 結論と提言：4 優先地区の Pre-FS 結果と提言

6.1 4つの優先地区は、Pre-FS レベルでの検討を行った結果、技術的および経済的観点からいずれも事業の実現性があると結論付けられる。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 優先地区について実施の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 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、食料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、コメ増産のために新規灌漑開発が望まれ、大規模な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 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可能である。
- 2) インドネシアでは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 地区については灌漑近代化も提案している。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) 事業経済評価の結果、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% を上回っていることから、経済的収益性の観点からは事業実施による便益を見込めるものと判断する。

6.2 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の実施可能性は高いと判断される。しかしながら、事業を実施に移す前には環境社会配慮や事業実施体制を含めて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、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。住民移転計画 (Resettlement Action Plan: RAP) の作成が必要となる。
- 2) **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ため、ランブン州を対象とした FS では、プランテーション栽培範囲の詳細な特定を行うことが必要である。

- 3) **東カリマンタン州におけるプランテーション用地**：東カリマンタン州においては新規開発面積として約 54,000ha が見込まれるが、いまだ植樹がなされていないプランテーション用地も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、未植樹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灌漑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ることなく 54,000ha の広大な灌漑開発面積を確保することは困難である。
- 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。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く、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であるためである。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、施設改修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。



# 目 次

位置図	
要約	
目 次	
略記・略号	
単位換算、通貨換算	
図表リスト	

## 第 I 編 灌漑開発・管理戦略

第 1 章 序論	I-1-1
1.1 調査の背景	I-1-1
1.2 調査業務の目的および成果	I-1-1
1.3 プロジェクトの対象地域	I-1-2
1.4 カウンターパート機関	I-1-3
第 2 章 インドネシア国食料安全保障における枠組み	I-2-1
2.1 国家開発計画	I-2-1
2.1.1 現行国家長期開発計画（2005－2024）	I-2-1
2.1.2 現行国家中期開発計画（RPJMN-III、2015-2019）	I-2-2
2.2 農業および灌漑に関連する法律と政策	I-2-5
2.2.1 農業および灌漑に関連する主要な法律・規則	I-2-5
2.2.2 農業および灌漑に関連する政策	I-2-6
2.3 食料安全保障、農業および灌漑分野への投資の状況	I-2-6
2.3.1 食料安全保障に関する国家予算	I-2-6
2.3.2 農業省への予算配分	I-2-7
2.4 農業・灌漑セクターにおける制度	I-2-8
2.4.1 農業セクターにおける制度	I-2-8
2.4.2 水資源・灌漑セクターにおける制度	I-2-10
2.5 ドナー支援プロジェクト	I-2-13
2.5.1 世界銀行（WB）	I-2-13
2.5.2 アジア開発銀行（ADB）	I-2-14
2.5.3 日本政府（JICA）	I-2-14
第 3 章 インドネシアにおける農業、灌漑および食料安全保障	I-3-1
3.1 インドネシア国の農業	I-3-1
3.1.1 農業土地利用	I-3-1
3.1.2 作物生産：水田稲作	I-3-2
3.1.3 陸稲	I-3-5
3.1.4 主要食用作物	I-3-5
3.1.5 エステート作物	I-3-6
3.1.6 農業生産活動にかかる諸課題	I-3-7

3.2	インドネシア国における灌漑開発	I-3-10
3.2.1	灌漑開発のタイプ	I-3-10
3.2.2	政府管理の灌漑開発	I-3-11
3.2.3	灌漑スキームの現状	I-3-13
3.2.4	灌漑における課題	I-3-15
3.3	インドネシア国および隣国における食料安全保障の枠組み	I-3-18
3.3.1	インドネシア国の食料安全保障に関する政策方針	I-3-18
3.3.2	インドネシア国における食料安全保障にかかる施策	I-3-19
3.3.3	現在の食料（コメ）安全保障の枠組み	I-3-21
3.3.4	ASEAN 諸国における食料安全保障とインドネシアとの関係	I-3-23
3.3.5	インドネシアにおける農地転用規制と日本の事例	I-3-24
3.4	灌漑開発計画 FIDP（1993）のレビュー	I-3-26
3.4.1	コメ需要量予測と現状	I-3-26
3.4.2	計画水田面積と達成水田面積	I-3-27
3.4.3	計画生産量と達成生産量	I-3-29
3.4.4	FIDP（1993）の灌漑開発計画とその達成状況	I-3-30
第4章	土地資源ポテンシャル評価	I-4-1
4.1	アプローチと手法	I-4-1
4.1.1	稲作水田の開発優先性	I-4-1
4.1.2	参照資料および評価フロー	I-4-1
4.1.3	土地資源ポテンシャル評価における制約	I-4-4
4.2	土地利用状況	I-4-5
4.2.1	既存水田	I-4-5
4.2.2	既存灌漑水田	I-4-7
4.2.3	土地利用	I-4-8
4.3	灌漑水田開発の土地適性	I-4-11
4.3.1	傾斜および標高	I-4-11
4.3.2	洪水リスク	I-4-12
4.3.3	土壌適性	I-4-13
4.3.4	低湿地帯	I-4-14
4.4	将来のコメ生産のための土地資源ポテンシャル	I-4-15
4.4.1	島別の土地資源ポテンシャル	I-4-16
4.4.2	流域別の土地資源ポテンシャル	I-4-20
4.4.3	州別の土地資源ポテンシャル	I-4-23
4.4.4	湿地分布を考慮した土地資源ポテンシャル	I-4-25
4.4.5	湿地帯分布を考慮した流域別の土地資源ポテンシャル	I-4-26
4.4.6	湿地帯分布を考慮した州別の土地資源ポテンシャル	I-4-28
第5章	水資源ポテンシャル評価	I-5-1

5.1	水資源ポテンシャル評価手法	I-5-1
5.1.1	水資源	I-5-2
5.1.2	水需要	I-5-4
5.1.3	水収支計算と水資源ポテンシャル面積の算出	I-5-8
5.2	水資源ポテンシャル評価結果	I-5-9
5.2.1	降水量	I-5-9
5.2.2	流出量	I-5-9
5.2.3	灌漑用水量	I-5-10
5.2.4	その他の水需要	I-5-12
5.2.5	水資源ポテンシャル量	I-5-15
5.3	水資源ポテンシャル面積	I-5-19
5.3.1	島別水資源ポテンシャル面積	I-5-19
5.3.2	流域別水資源ポテンシャル面積	I-5-19
5.3.3	州別水資源ポテンシャル面積	I-5-26
第6章	トゥンタン川流域における水資源開発の可能性評価	I-6-1
6.1	検討内容の背景および流域の概要	I-6-1
6.1.1	背景	I-6-1
6.1.2	トゥンタン川流域の概要	I-6-1
6.2	収集データ	I-6-1
6.2.1	水文データ	I-6-2
6.2.2	気象データ（気温、風速、湿度、日照時間）	I-6-4
6.2.3	トゥンタン川における水利用	I-6-6
6.3	流出計算の実施	I-6-9
6.3.1	MIKE SHE モデルの概要	I-6-9
6.3.2	MIKE SHE の支配方程式	I-6-10
6.3.3	計算条件	I-6-10
6.4	現状の水収支計算	I-6-14
6.4.1	計算条件	I-6-14
6.4.2	計算結果	I-6-14
6.5	将来の水収支計算	I-6-17
6.5.1	計算条件	I-6-17
6.5.2	計算結果	I-6-17
6.6	クドウオンボダムへの導水可能性	I-6-19
第7章	食料安全保障のためのロードマップ	I-7-1
7.1	米の需要予測	I-7-1
7.1.1	過去20年間の米需要量の傾向（1996-2016）	I-7-1
7.1.2	需要予測の方法	I-7-5
7.1.3	需要要因：人口増加、都市化、経済成長	I-7-8

7.1.4	米需要量の予測	I-7-11
7.2	コメ供給量の分析	I-7-15
7.2.1	インドネシアにおける過去の米供給	I-7-15
7.2.2	コメ供給予測の手法	I-7-17
7.2.3	水田面積減少・農地転用予測：湿地水田	I-7-18
7.2.4	反収予測	I-7-21
7.2.5	コメ生産量予測	I-7-22
7.3	食料安全保障にかかる全国長期コメ生産ロードマップの提案	I-7-26
7.3.1	コメ需要 - 供給ギャップの特定（2015年～2044年）	I-7-26
7.3.2	コメに替わる補助的食用作物	I-7-28
7.3.3	全国長期コメ生産ロードマップ	I-7-29
7.3.4	備蓄による充足	I-7-33
第8章	灌漑開発・管理戦略	I-8-1
8.1	灌漑開発計画策定の枠組み	I-8-1
8.1.1	開発計画目標年	I-8-1
8.1.2	コメ目標生産量、およびベースケース	I-8-1
8.2	灌漑開発ポテンシャル	I-8-3
8.2.1	灌漑開発ポテンシャル評価手法	I-8-3
8.2.2	島別の灌漑開発ポテンシャル面積（ケースA）	I-8-4
8.2.3	流域別の灌漑開発ポテンシャル面積（ケースA）	I-8-6
8.2.4	州別の灌漑開発ポテンシャル面積（ケースA）	I-8-11
8.2.5	湿地帯分布を考慮した灌漑開発ポテンシャル面積（ケースB）	I-8-12
8.2.6	貯留効果を考慮した灌漑開発ポテンシャル面積（ケースC）	I-8-14
8.3	灌漑開発・管理戦略策定	I-8-16
8.3.1	全国および島別の灌漑開発面積	I-8-16
8.3.2	次期中期開発における灌漑開発面積へのインプット	I-8-20
8.3.3	ポテンシャルを考慮した開発面積の算定	I-8-21
8.4	社会・経済条件による新規灌漑開発の優先度	I-8-23
8.4.1	考慮すべき社会・経済条件	I-8-23
8.4.2	灌漑開発に係る社会・経済条件のランク付け	I-8-24
8.4.3	社会・経済条件によるグループ分け	I-8-26
8.4.4	社会・経済条件による新規灌漑開発の優先度	I-8-27
8.4.5	社会・経済条件を含む灌漑開発計画	I-8-28
8.5	灌漑開発：リハビリおよびアセットマネジメント	I-8-31
8.5.1	次期中期開発計画（2020-2024）におけるリハビリ計画	I-8-31
8.5.2	長期開発計画期間（2020-2044）における改修	I-8-33
8.6	灌漑開発およびリハビリコスト	I-8-37
8.6.1	次期国家中期開発計画（2020-2024）のための単位コストの算定	I-8-37
8.6.2	次期国家中期開発計画のための単位コスト算定	I-8-40

8.6.3	次期中期国家開発計画および国家長期開発計画のための予算額	I-8-40
8.7	灌漑農業近代化	I-8-41
8.7.1	灌漑農業近代化のための5つの柱	I-8-41
8.7.2	灌漑農業近代化の実施プロセス	I-8-43
8.7.3	想定される開発プログラム・コンポーネント	I-8-45
8.8	灌漑開発計画策定における合意形成	I-8-46
8.8.1	第1期調査期間における合意形成	I-8-46
8.8.2	優先開発地区における地域レベルでの合意形成 (スマトラ島、ランブン州)	I-8-48
8.8.3	優先開発地区における地域レベルでの合意形成 (ジャワ島、中部ジャワ州)	I-8-50
8.8.4	優先開発地区における地域レベルでの合意形成 (カリマンタン島、東カリマンタン州)	I-8-51
8.8.5	優先開発地区における地域レベルでの合意形成 (スラウェシ島、南スラウェシ州)	I-8-53
<b>第9章</b>	<b>結論と提言：灌漑開発・管理戦略</b>	I-9-1
9.1	結論	I-9-1
9.2	提言	I-9-1
<b>第II編</b>	<b>優先地区におけるプレフィージビリティ調査</b>	
<b>第1章</b>	<b>開発優先地区の選定</b>	II-1-1
1.1	4優先地区選定の基準	II-1-1
1.2	4優先地区の選定	II-1-2
1.2.1	新規開発に係る優先地区の選定	II-1-2
1.2.2	リハビリ・近代化に係る優先地区の選定	II-1-3
<b>第2章</b>	<b>プレフィージビリティ調査：スマトラ島・ランブン州</b>	II-2-1
2.1	新規灌漑地区候補の特性	II-2-1
2.1.1	地理特性	II-2-1
2.1.2	降水量と河川流量	II-2-2
2.1.3	ランブン州の土地利用および農業現況	II-2-4
2.2	農業開発計画	II-2-7
2.2.1	土地利用計画	II-2-7
2.2.2	作付計画	II-2-7
2.2.3	上限単収（目標単収）の設定	II-2-8
2.2.4	農業開発のための推奨活動	II-2-10
2.3	灌漑開発計画（新規）	II-2-11
2.3.1	受益地の設定：Komerang Extension 地区（Extension No.4-1～No.4-3）	II-2-11
2.3.2	受益地の設定：Giham-Tahmi Irrigation Scheme	II-2-12
2.3.3	各灌漑開発地区の水ポテンシャル	II-2-14

2.3.4	灌漑施設基本設計 (Komerang Extension 地区 No.4-1).....	II-2-19
2.4	事業費概算、実施計画、事業評価.....	II-2-21
2.4.1	事業費積算.....	II-2-21
2.4.2	実施工程.....	II-2-23
2.4.3	事業の経済性評価.....	II-2-23
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.....	II-3-1
3.1	改修・近代化対象地区の特性.....	II-3-1
3.1.1	地理特性.....	II-3-1
3.1.2	降水量と河川流量.....	II-3-2
3.1.3	中部ジャワ州の土地利用および農業現況.....	II-3-5
3.2	農業開発計画.....	II-3-8
3.2.1	土地利用計画.....	II-3-8
3.2.2	作付計画.....	II-3-10
3.2.3	上限単収（目標単収）の設定.....	II-3-12
3.2.4	農業開発のための推奨活動.....	II-3-15
3.3	灌漑開発・管理計画.....	II-3-16
3.3.1	受益地の設定.....	II-3-16
3.3.2	利用可能な水資源量と灌漑可能面積.....	II-3-17
3.3.3	灌漑開発計画（改修）.....	II-3-19
3.3.4	灌漑近代化計画.....	II-3-26
3.4	事業費概算、実施計画、事業評価.....	II-3-30
3.4.1	事業費積算.....	II-3-30
3.4.2	実施工程.....	II-3-31
3.4.3	事業の経済性評価.....	II-3-31
第4章	プレフィージビリティ調査：東カリマンタン州.....	II-4-1
4.1	新規灌漑地区候補の特性.....	II-4-1
4.1.1	地理特性.....	II-4-1
4.1.2	降水量と河川流量.....	II-4-2
4.1.3	東カリマンタン州の土地利用および農業現況.....	II-4-4
4.2	農業開発計画.....	II-4-7
4.2.1	土地利用計画.....	II-4-7
4.2.2	作付計画.....	II-4-7
4.2.3	上限単収（目標単収）の設定.....	II-4-8
4.2.4	農業開発のための推奨活動.....	II-4-10
4.3	灌漑開発計画（新規）.....	II-4-11
4.3.1	受益地の設定.....	II-4-11
4.3.2	各灌漑開発地区の水ポテンシャル.....	II-4-15
4.3.3	灌漑施設基本設計.....	II-4-22

4.4	事業費概算、実施計画、事業評価	II-4-29
4.4.1	事業費積算	II-4-29
4.4.2	実施工程	II-4-30
4.4.3	事業の経済性評価	II-4-30
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	II-5-1
5.1	改修対象地区の特性	II-5-1
5.1.1	地理特性	II-5-1
5.1.2	降水量と河川流量	II-5-2
5.1.3	南スラウェシ州の土地利用および農業現況	II-5-4
5.2	農業開発計画	II-5-7
5.2.1	土地利用計画	II-5-7
5.2.2	作付計画	II-5-8
5.2.3	上限単収（目標単収）の設定	II-5-9
5.2.4	農業開発のための推奨活動	II-5-11
5.3	灌漑開発・管理計画	II-5-12
5.3.1	受益地の設定	II-5-12
5.3.2	利用可能な水資源量と灌漑可能面積	II-5-13
5.3.3	灌漑開発計画（改修）	II-5-15
5.4	事業費概算、実施計画、事業評価	II-5-18
5.4.1	事業費積算	II-5-18
5.4.2	実施工程	II-5-19
5.4.3	事業の経済性評価	II-5-19
第6章	灌漑施設 O&M および水利用者協会(WUA)	II-6-1
6.1	インドネシアの灌漑スキームの O&M について	II-6-1
6.2	水利組織（WUA）および関連組織	II-6-2
6.2.1	水利組織（WUA）の現在の組織構造	II-6-2
6.2.2	その他の灌漑管理に係る関連組織	II-6-3
6.2.3	中部ジャワ州の水利組合	II-6-4
6.2.4	南スラウェシ州における水利組合	II-6-6
6.3	直面している問題とそれに対する提言	II-6-9
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	II-6-9
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	II-6-10
6.3.3	水路末端まで配水することの難しさ	II-6-12
6.3.4	三次水路による広大な灌漑エリア	II-6-12
第7章	結論と提言：4 優先地区の Pre-FS 結果と提言	II-7-1
7.1	結論	II-7-1
7.2	提言	II-7-1

### 第 III 編 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）	.....III-1-1
1.1	日本側派遣調査団の構成、全体行程および活動等	.....III-1-1
1.2	技術交流セミナーの開催	.....III-1-1
1.3	現地視察	.....III-1-2
第 2 章	第 2 回日尼灌漑・排水技術交流（2019 年 8 月 5 日～9 日）	.....III-2-1
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	.....III-2-1
2.2	技術交流セミナーの開催	.....III-2-1
2.3	現地視察	.....III-2-2
第 3 章	第 3 回日尼灌漑・排水技術交流（2019 年 11 月 25 日～29 日）	.....III-3-1
3.1	日本側派遣調査団の構成、全体行程および活動	.....III-3-1
3.2	技術交流セミナーの開催	.....III-3-1
3.3	現地視察	.....III-3-2



## 略記・略号

ADB	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations (アセアン・東南アジア諸国連合)
BAPPENAS	Ministry of National Development Planning Agency (Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah) (国家開発計画庁)
BAPPEDA	Regional Development Planning Agency (Badan Perencana Pembangunan Daerah) (地方開発計画庁)
BIG	Geospatial Information Agency (Badan Informasi Geospasial) (地理空間情報庁)
BULOG	Logistics Bureau (Badan Urusan Logistik) (食糧調達庁)
BMKG	Indonesian Agency for Meteorology, Climatology and Geophysics (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) (気象気候地球物理庁)
BNPB	National Agency for Disaster Contermeasure (Badan National Penanggulangan Bencana) (国家防災庁)
BPS	Statistics Indonesia (Badan Pusat Statistik) (中央統計庁)
CMoEA	Coordinating Ministry of Economic Affairs (経済担当調整省)
C/P	Counterpart (カウンターパート)
CREST	Core Research for Evolutional Science and Technology (科学技術振興機構)
DILL	Directorate of Irrigation and Lowland (灌漑沼沢局)
DGWR	Directorate General of Water Resources (水資源総局)
DOM	Directorate of Operation and Maintenance (維持管理局)
EPA	Economic Partnership Agreement (経済連携協定)
ESA	European Space Agency (欧州宇宙機関)
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (国際連合食糧農業機関)
FIDP	Formulation of Irrigation Development Plan (全国灌漑開発プログラム形成計画調査)
FS	Feasibility Study (フィジビリティスタディ)
GIS	Global Information System (地理情報システム)
GOI	Government of Indonesia (インドネシア政府)
GOJ	Government of Japan (日本政府)
GPM	Global Precipitation Measurement (全球降水観測)
GSMaP	Global Satellite Mapping of Precipitation (衛星全球降水マップ)
IRRI	International Rice Research Institute (国際稲研究所)
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency (宇宙航空研究開発機構)
JCC	Joint Coordinating Committee (合同調整委員会)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
JST	Japan Science and Technology Agency (科学技術振興機構)
LCC	Life Cycle Cost (ライフサイクルコスト)
LID	Land Improve District (土地改良区)
MCM	Million Cubic Meter (百万立方メートル)
MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (of Japan) (国土交通省)
MoA	Ministry of Agriculture (農業省)
MoHA	Ministry of Home Affairs (内務省)
MPWH	Ministry of Public Works and Housing (公共事業・国民住宅省)
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index (正規化差植生指数)
NDWI	Normalized Difference Water Index (正規化差水指数)
PCC	Per-capita Consumption (of rice) (一人当たり消費)
PSD	Production, Supply and Distribution (生産、供給、流通)
Pusair	Research Center for Water Resources (Pusat Litbang uber Daya Air) (水資源研究センター)
RD	Record of Discussion (実施協議合意書)

RePPPProT	Regional Physical Planning Project for Transmigration (移住事業のための地域プログラム)
SCADA	Supervision Control And Data Acquisition (監視制御システム)
TRMM	Tropical Rainfall Measuring Mission (熱帯降雨観測衛星)
WB	World Bank (世界銀行)
WG	Working Group (ワーキンググループ)
WS	Workshop (ワークショップ)

### 単位換算

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

### 通貨換算 (2022年1月時点)

1 US\$	=	114.674 Japanese Yen (TTB)
1 IDR	=	0.00807 Yen
1 US\$	=	14,210 IDR

### インドネシアの財政年度

1月1日～12月31日

## 表リスト

### 第 I 編 灌漑開発・管理戦略

表 1.3.1	インドネシアの行政区画および数	I-1-2
表 1.3.2	水資源総局が区分けしている河川流域	I-1-3
表 2.1.1	国家開発計画の構成	I-2-1
表 2.1.2	第三次中期計画 食料主権関連達成度評価	I-2-4
表 2.1.3	第三次中期計画灌漑関連の中間評価	I-2-4
表 2.3.1	食料主権関連予算 (2013 年-2018 年)	I-2-6
表 2.3.2	農業省予算 (2011 年から 2018 年)	I-2-7
表 2.3.3	農業省農業インフラ設備総局予算 (2014 年-2018 年)	I-2-7
表 2.4.1	作業単位に基づく農業インフラ設備総局の従業員構成	I-2-9
表 2.4.2	作業単位に基づく食料作物総局従業員構成	I-2-9
表 2.4.3	水資源総局の従業員構成 (2016 年時点、DILL は 2019 年時点)	I-2-11
表 2.4.4	灌漑低地局の従業員構成 (2019 年 3 月時点)	I-2-12
表 2.4.5	河川流域区域とその管轄機関 (2019 年 3 月時点)	I-2-13
表 3.1.1	インドネシアの農地面積 (2015 年)	I-3-1
表 3.1.2	全国および島別の水田面積の推移 (過去 20 年)	I-3-2
表 3.1.3	全国および島別の水稲収穫面積、収量および生産量の変遷 (過去 20 年)	I-3-3
表 3.1.4	全国および島別の水稲収穫面積、収量および生産量の年増減率の変化 (過去 20 年)	I-3-3
表 3.1.5	インドネシアの水田における島別作付体系	I-3-4
表 3.1.6	全国および島別の灌漑水田面積割合および作付率の推移 (過去 20 年)	I-3-4
表 3.1.7	全国および島別の水田面積、水稲作付率および収穫面積の年増減率の変化 (過去 20 年)	I-3-5
表 3.1.8	全国および島別の陸稲収穫面積、収量および生産量の変遷 (過去 20 年)	I-3-5
表 3.1.9	全国および島別のメイズ収穫面積、収量および生産量の変遷 (過去 20 年)	I-3-6
表 3.1.10	全国および島別のアブラヤシ収穫面積、収量および生産量の変遷 (過去 20 年)	I-3-7
表 3.1.11	コメ、メイズ、赤タマネギおよびアブラヤシの生産額と生産コストの内訳 (2014 年)	I-3-8
表 3.1.12	全国および島別のコモディティ別労働力人口の変遷 (2008 年~2015 年)	I-3-9
表 3.1.13	全国および島別の農地転用面積 (1999 年~2002 年)	I-3-9
表 3.2.1	灌漑タイプ別灌漑面積 (インドネシア, 1,000 ha)	I-3-10
表 3.2.2	島別の灌漑タイプ別の灌漑面積割合(2005)	I-3-11
表 3.2.3	灌漑に係る政府の管轄区分	I-3-11
表 3.2.4	島別、管轄別の灌漑タイプ別の灌漑スキーム数と灌漑面積(2015)	I-3-12
表 3.2.5	州別の灌漑タイプ別の灌漑スキーム数と灌漑面積 (2015)	I-3-13
表 3.2.6	灌漑スキーム評価の点数付け基準	I-3-14
表 3.2.7	得点と灌漑スキームの評価	I-3-14
表 3.2.8	B/BWS の下で実施した灌漑スキームの評価結果 (2017 年)	I-3-15
表 3.2.9	農地面積、湿地面積、非灌漑水田面積 (BPS)	I-3-15
表 3.2.10	水資源総局および BPS による灌漑水田面積値の比較 (右欄 2 列)	I-3-15
表 3.2.11	DILL による表流水灌漑面積の検証結果と BPS の灌漑面積の比較	I-3-17
表 3.2.12	水資源総局と BPS の灌漑水田面積とその比較(右 2 列)	I-3-18
表 3.3.1	プログラム別の種苗補助金額の推移 (2005 年~2010 年)	I-3-20
表 3.3.2	機種別の農業機械助成台数の推移 (2007 年~2015 年)	I-3-21
表 3.3.3	ASEAN 諸国におけるコメを巡る状況	I-3-23
表 3.3.4	ASEAN 諸国のコメ備蓄量 (2017-2019)	I-3-23

表 3.3.5	地域別の LP2B を含む RTRW 規制の発行状況 (2015 年)	I-3-25
表 4.1.1	土地資源評価フローにおける条件判断の基準	I-4-3
表 4.1.2	将来の稲作に利用可能な土地の分類	I-4-4
表 4.2.1	統計と土地空間データ (検証済水田) の既存水田面積の比較 (ha)	I-4-6
表 4.2.2	17 州における統計データと空間データによる天水田面積と 灌漑水田面積の比較 (ha)	I-4-7
表 4.2.3	土地利用図上で水田開発に利用可能とした地目	I-4-8
表 4.2.4	森林機能の分類	I-4-9
表 4.2.5	保護林マップのリスト	I-4-10
表 4.2.6	利用可能な土地 (ha)	I-4-10
表 4.3.1	洪水リスクインデックス算定要素一覧表	I-4-12
表 4.3.2	デジタル土壌図 (DMSW) に基づいた土壌分類	I-4-13
表 4.4.1	島毎の土地資源ポテンシャル (ha)	I-4-16
表 4.4.2	湿地帯分布を考慮した島別の土地資源ポテンシャル一覧表	I-4-26
表 4.4.3	湿地／非湿地帯それぞれの流域別土地資源ポテンシャル (上位 20 流域)	I-4-28
表 4.4.4	湿地／非湿地帯それぞれの州別土地資源ポテンシャル	I-4-28
表 5.1.1	検討に用いた降水量記録一覧	I-5-2
表 5.1.2	検討に用いた流量観測所	I-5-4
表 5.1.3	稲およびパラウィジャの作物係数	I-5-5
表 5.1.4	パラウィジャの有効降水量算定表	I-5-6
表 5.1.5	家庭用水単位消費水量一覧表	I-5-7
表 5.1.6	都市活動用水量算出表	I-5-7
表 5.1.7	工業用水量算出表	I-5-7
表 5.1.8	単位畜産用水量一覧	I-5-7
表 5.1.9	ポテンシャル面積の算出例 (上段: 一期作、中段: 二期作、 下段: 三期作ポテンシャル面積)	I-5-8
表 5.1.10	ポテンシャル面積算出条件一覧表	I-5-9
表 5.2.1	島別の月間降水量 (平均降水量、Pave)	I-5-9
表 5.2.2	島別の月間降水量 (超過確率 80%、P80%)	I-5-9
表 5.2.3	島別の年間流量 (Q80%: 80%超過降水量時)	I-5-10
表 5.2.4	2015 年における各月の島別灌漑作付面積	I-5-10
表 5.2.5	年間灌漑用水量	I-5-11
表 5.2.6	島別月間および年間灌漑用水量	I-5-11
表 5.2.7	島別月間単位必要灌漑用水量	I-5-12
表 5.2.8	淡水養魚池面積の推移	I-5-14
表 5.2.9	島別年間および月間水収支 (2015 年) 1/2	I-5-16
表 5.2.10	島別年間および月間水収支 (2015 年) 2/2	I-5-17
表 5.3.1	州別水資源ポテンシャル面積および単位水資源ポテンシャル面積	I-5-26
表 6.2.1	雨量データ一覧	I-6-2
表 6.2.2	年間総雨量	I-6-2
表 6.2.3	月平均雨量	I-6-3
表 6.2.4	流量データ一覧	I-6-3
表 6.2.5	月平均流量	I-6-4
表 6.2.6	気象データ一覧	I-6-4
表 6.2.7	蒸発散量算定結果	I-6-5
表 6.2.8	トゥンタン川流域の灌漑面積	I-6-7
表 6.2.9	トゥンタン川流域の灌漑取水量	I-6-7

表 6.3.1	計算条件一覧	I-6-10
表 6.3.2	蒸発散量の設定結果	I-6-11
表 6.3.3	モデル化した地質層	I-6-13
表 6.4.1	現状の水需要	I-6-14
表 6.5.1	将来の水需要	I-6-17
表 6.6.1	クドゥンオンボダムの諸元	I-6-19
表 6.6.2	流域間導水	I-6-20
表 7.1.1	2011 年から 2017 年における米の供給量、需要量、および 1 人あたりの可用量 (千トン、粳米換算)	I-7-3
表 7.1.2	2011 年から 2017 年における米の供給量、需要量、1 人あたりの可用量 (kg/人/年、精米換算)	I-7-4
表 7.1.3	BPS による 2015 年の州別の予測人口値と調査団による修正値の比較 (’ 000)	I-7-8
表 7.1.4	2015 年から 2044 年までの州別の予測人口,(’ 000)	I-7-9
表 7.1.5	2015 年から 2044 年までの予測都市人口比率	I-7-10
表 7.1.6	世帯支出に対する GDP 弾性値を推定するためのパネル回帰分析の結果 (2010-2016)	I-7-10
表 7.1.7	複数の機関によって推計された経済成長率の将来予測(2015-2044, %)	I-7-11
表 7.1.8	需要予測に用いる 24 のケースの要約	I-7-11
表 7.2.1	異なる算定手法による 2015 年から 2018 年におけるコメ生産量データ	I-7-17
表 7.2.2	コメ供給量のシミュレーションケース (下記ケースごとに農地転用の 4 ケースを考慮)	I-7-18
表 7.2.3	近年の Google Earth Image により把握された水田農地減少	I-7-19
表 7.2.4	予想経済成長率に基づく将来の予想農地転用面積, ha/年	I-7-20
表 7.2.5	高分解能衛星データ利用に基づく将来の調整水田農地減少面積, ha/年	I-7-21
表 7.2.6	将来のコメ供給量予測にて用いられる将来の水田転用面積, ha/年	I-7-21
表 7.2.7	反収増加概算値 (対数および線形)	I-7-22
表 7.3.1	ギャップ分析に供するコメ需要側主要 4 ケース	I-7-26
表 7.3.2	ギャップ分析に供するコメ供給側主要 4 ケース	I-7-26
表 7.3.3	コメ需要－供給ギャップ (代表的な 4 ケース) ’ 000 tons	I-7-28
表 7.3.4	2015 年におけるインドネシア平均およびパプア州の日当たりカロリー摂取, kilo calories	I-7-28
表 7.3.5	パプア州におけるコメ需要－供給ギャップ (代表的な 4 ケース), ’ 000 tons	I-7-29
表 7.3.6	全国におけるコメ需要－供給ギャップ (代表的な 4 ケース) －パプア州におけるサツマイモを考慮, ’ 000 tons	I-7-29
表 7.3.7	州別必要コメ生産量 (2015－2029)、ベースケース (Lowest Case) (GKG 換算)、 , ’ 000tons (1)	I-7-31
表 7.3.8	州別必要コメ生産量 (2030－2044)、ベースケース (Lowest Case) (GKG 換算)、 , ’ 000tons (2)	I-7-32
表 7.3.9	インドネシア国のコメ通常在庫量	I-7-33
表 7.3.10	BULOG による備蓄米の調達・流通量 (2008-2016)	I-7-33
表 7.3.11	最低必要備蓄量 (MSS) および備蓄量の実績値	I-7-34
表 7.3.12	特定の緊急事態への備えとしての必要備蓄量の要約	I-7-35
表 7.3.13	低栄養状態にある人口割合、貧困線以下の人口の割合、RASTRA の受給世帯数 およびコメの配給量	I-7-35
表 8.1.1	中期開発計画、および長期開発計画の設定	I-8-1
表 8.1.2	インドネシア国開発計画タームと本件業務との時系列関係	I-8-1
表 8.1.3	将来の灌漑開発面積予測に用いるコメ需要のケース	I-8-2

表 8.2.1	灌漑ポテンシャル面積検討ケース概要表 .....	I-8-4
表 8.2.2	天水田開発優先度の最も高い流域一覧 .....	I-8-11
表 8.2.3	天水田開発優先度の最も高い州一覧 .....	I-8-12
表 8.2.4	湿地帯／非湿地帯の流域別灌漑ポテンシャル面積（抜粋） .....	I-8-13
表 8.2.5	湿地帯／非湿地帯の州別灌漑ポテンシャル面積（抜粋） .....	I-8-14
表 8.3.1	将来に必要なとされる灌漑開発面積（農地転用：10万 ha／年から2030年以降 4万 ha／年に減少）、ha .....	I-8-17
表 8.3.2	将来に必要なとされる灌漑開発面積（農地転用：10万 ha／年が将来ともに 継続するケース）、ha .....	I-8-19
表 8.3.3	将来に必要なとされる灌漑開発面積（ha） .....	I-8-19
表 8.3.4	全国ベースでの将来必要とされる灌漑開発面積、ha .....	I-8-20
表 8.3.5	島別に将来必要とされる灌漑開発面積、ha .....	I-8-20
表 8.3.6	州別に将来必要とされる灌漑開発面積、ha .....	I-8-21
表 8.3.7	水資源総局の次期中期開発計画（2020～24年）における灌漑開発面積への インプット、ha .....	I-8-22
表 8.3.8	水資源総局の次期中期開発計画（2020～24年）における州別の灌漑開発面積への インプット、ha .....	I-8-22
表 8.4.1	実施優先度付けのための社会・経済条件指標 .....	I-8-23
表 8.4.2	社会・経済条件指標のスコアリングおよび優先順位付け .....	I-8-25
表 8.4.3	社会・経済条件に係る3つのグループ分けによる州の分類 .....	I-8-26
表 8.4.4	社会・経済条件に係る3つのグループ分けによる州の分類 .....	I-8-27
表 8.4.5	社会・経済条件を考慮した次期中期計画（2020-24）のための推奨灌漑開発、ha .....	I-8-30
表 8.5.1	現行の中期開発計画（2015-2019）における改修事業面積 .....	I-8-32
表 8.5.2	中央政府直轄灌漑システムのハードコンポーネントにかかる機能診断結果 （2017年） .....	I-8-32
表 8.5.3	改修対象面積の推定（2020-2024） .....	I-8-33
表 8.5.4	リハビリ計画のための面積設定（既存および新規開発）、000ha .....	I-8-33
表 8.5.5	公共事業と建設に係るインドネシアのインフレ率 .....	I-8-34
表 8.5.6	改修、再度の改修および新規開発面積、000ha .....	I-8-35
表 8.5.7	健全度、施設条件および改修コスト単価、百万 Rp/ha .....	I-8-35
表 8.5.8	改修コストの総計（割引率および減価償却を考慮）、10億 Rp .....	I-8-36
表 8.5.9	実際の改修コスト（割引率および減価償却を考慮しない）、10億 Rp .....	I-8-36
表 8.5.10	実際の改修面積（2020-2024）、000ha .....	I-8-36
表 8.6.1	中期開発計画(2015-2019)における新規開発および改修事業の達成面積と 配分された予算額 .....	I-8-37
表 8.6.2	国家中期開発計画(2015-2019)における新規開発事業および改修事業の達成面積と 配分された予算額と単位コスト .....	I-8-39
表 8.6.3	現行の国家中期開発計画(2015-19)における面積と配分された予算額 .....	I-8-40
表 8.6.4	次期中期開発計画および長期開発計画における新規開発事業の面積目標と 必要な予算額 .....	I-8-41
表 8.6.5	次期中期開発計画および長期開発計画における改修事業の目標面積と 必要な予算額 .....	I-8-41
表 8.7.1	5柱の開発管理の基本方向 .....	I-8-42
表 8.7.2	IKSI項目と点数付けによる評価方法 .....	I-8-43
表 8.7.3	BBWS および BWS 管理下の IKSI の点数区分 .....	I-8-43
表 8.7.4	近代化準備度指標（IKMI）作成のための調査検討項目 .....	I-8-44
表 8.7.5	各柱の IKMI 得点の配分基準 .....	I-8-44

表 8.7.6	IKMI の得点に基づく 3 レベルの評価	I-8-44
表 8.7.7	計画ステージのための 5 柱の調査・分析項目	I-8-45
表 8.7.8	5 柱において想定される開発プログラム及びコンポーネント	I-8-45
表 8.8.1	全国レベルセミナーの参加機関リスト	I-8-46
表 8.8.2	全国レベルセミナーでの必要灌漑開発面積 (2019 年 8 月時点暫定版)	I-8-47
表 8.8.3	インドネシア全国レベルでの灌漑開発ポテンシャル (2019 年 8 月暫定版)	I-8-48
表 8.8.4	地域レベルセミナー (ランブン州) の参加者リスト	I-8-48
表 8.8.5	ランブン州の灌漑開発候補地一覧	I-8-49
表 8.8.6	地域レベルセミナー (中部ジャワ州) の参加者リスト	I-8-50
表 8.8.7	プレ FS 対象の灌漑スキーム一覧 (中部ジャワ州)	I-8-51
表 8.8.8	地域レベルセミナー (東カリマンタン州) の参加者リスト	I-8-51
表 8.8.9	現地視察対象の灌漑地区一覧 (東カリマンタン州)	I-8-53
表 8.8.10	地域レベルセミナー (南スラウェシ州) の参加者リスト	I-8-53
表 8.8.11	現地視察対象の灌漑地区一覧 (南スラウェシ州)	I-8-54
表 9.1.1	必要となる新規灌漑開発面積およびリハビリ面積 (ha)	I-9-1

## 第 II 編 優先地区 Pre-FS

表 1.2.1	選定された優先 4 地区の要約	II-1-2
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	II-1-3
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	II-1-4
表 2.1.1	ランブン州の灌漑開発候補地一覧	II-2-1
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)	II-2-3
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)	II-2-3
表 2.1.4	Komering 地区流域の月別流量 (流域面積: 4,305km <sup>2</sup> )	II-2-3
表 2.1.5	Giham-Tahmi 地区流域の月別流量 (流域面積: 290km <sup>2</sup> )	II-2-4
表 2.1.6	ランブン州および関係する 3 Kabupaten の農業土地利用(2015)、単位: 1,000 ha	II-2-4
表 2.1.7	ランブ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)	II-2-5
表 2.2.1	事業対象地区内の土地利用計画	II-2-7
表 2.2.2	事業対象地区における計画作付けパターン	II-2-8
表 2.2.3	事業対象地区におけるベース単収	II-2-8
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	II-2-8
表 2.2.5	事業対象地区におけるベース目標単収の設定	II-2-9
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	II-2-9
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	II-2-9
表 2.2.8	事業対象地区におけるパラウイジャ (メイズ) の作付け計画	II-2-10
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	II-2-10
表 2.3.1	受益地の絞り込みに用いた情報一覧	II-2-11
表 2.3.2	受益面積算定結果一覧 (Komering Extension 地区)	II-2-12
表 2.3.3	各絞り込み条件該当面積一覧 (Giham-Tahmi 地区)	II-2-13
表 2.3.4	受益面積算定結果 (Giham-Tahmi 地区)	II-2-13
表 2.3.5	水収支計算計算に用いたデータの比較	II-2-14
表 2.3.6	水需要の算定に適用したデータ一覧 (Komering Extension 地区 No.4-1)	II-2-14
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 (Komering Extension 地区 No.4-1)	II-2-15
表 2.3.8	水収支計算結果 (Komering Extension 地区 No.4-1)	II-2-16
表 2.3.9	水需要の算定に適用したデータ一覧 (Giham-Tahmi 地区)	II-2-17



表 2.3.10	水ポテンシャル面積算出結果 (Giham-Tahmi 地区) .....	II-2-17
表 2.3.11	水収支計算結果 (Giham-Tahmi 地区) .....	II-2-18
表 2.3.12	設計流量 (Komerling Extension Scheme No.4-1) .....	II-2-19
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) .....	II-2-20
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 .....	II-2-21
表 2.4.1	Komerling Extension 地区 No.4-1 の開発単価の推定 .....	II-2-22
表 2.4.2	事業実施スケジュール (8 年工期) .....	II-2-23
表 2.4.3	事業評価にて考慮する 2 つのケース (Komerling Extension No.4-1) .....	II-2-24
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 (ランプン州) .....	II-2-25
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 (ランプン州) .....	II-2-25
表 2.4.6	コメとトウモロコシに係る営農コストの算定 (ランプン州) .....	II-2-25
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) .....	II-2-26
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 .....	II-2-26
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) .....	II-3-2
表 3.1.2	対象灌漑地区の流域面積 (中部ジャワ州) .....	II-3-3
表 3.1.3	対象流域の月間平均降水量 (Pave) (単位 : mm) .....	II-3-3
表 3.1.4	対象流域の 80%確率降水量 (P80%) (単位 : mm) .....	II-3-4
表 3.1.5	改修・近代化候補地区の月別 80%確率流量 (Q80%) (単位 : m <sup>3</sup> /s) .....	II-3-4
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 .....	II-3-5
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) .....	II-3-6
表 3.2.1	事業対象地区内 (近代化事業) の土地利用計画 .....	II-3-8
表 3.2.2	事業対象地区内 (リハビリ事業) の土地利用計画 .....	II-3-9
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 .....	II-3-10
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 .....	II-3-11
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) .....	II-3-12
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 .....	II-3-12
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) .....	II-3-13
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 .....	II-3-13
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 .....	II-3-13
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 .....	II-3-14
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 .....	II-3-14
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 .....	II-3-14
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 .....	II-3-14
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 .....	II-3-14
表 3.2.15	事業対象地区(DI Cacaban)における経時による単収増加の設定 .....	II-3-14
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 .....	II-3-14
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 .....	II-3-15
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 .....	II-3-15
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 .....	II-3-16
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) .....	II-3-16
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) .....	II-3-17
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) .....	II-3-17
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) .....	II-3-18
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) .....	II-3-18
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) .....	II-3-18

表 3.3.7	改修対象地区における水利施設一覧	II-3-19
表 3.3.8	各地区における健全度調査対象施設	II-3-21
表 3.3.9	施設の健全度評価指標施設の健全度評価指標	II-3-21
表 3.3.10	各灌漑地区における施設の健全度評価結果	II-3-22
表 3.3.11	水路の改修による水深の変化	II-3-24
表 3.3.12	灌漑近代化の5つの柱	II-3-26
表 3.3.13	一般公開されている衛星画像システム	II-3-28
表 3.3.14	人材育成のために必要となる研修プログラム	II-3-30
表 3.4.1	中部ジャワ州の改修単価の推定	II-3-31
表 3.4.2	事業実施スケジュール(5年工期)	II-3-31
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)	II-3-32
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)	II-3-32
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)	II-3-33
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)	II-3-33
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)	II-3-33
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	II-3-34
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	II-4-2
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)	II-4-3
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)	II-4-3
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)	II-4-4
表 4.1.5	各灌漑開発地区の月別80%流量(単位:m <sup>3</sup> /sec)	II-4-4
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	II-4-4
表 4.1.7	新規開発地区における現行の土地利用	II-4-5
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)	II-4-5
表 4.2.1	事業対象地区内の土地利用計画	II-4-7
表 4.2.2	事業対象地区における計画作付けパターン	II-4-8
表 4.2.3	事業対象地区におけるベース単収	II-4-8
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	II-4-8
表 4.2.5	事業対象地区におけるベース目標単収の設定	II-4-9
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	II-4-9
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	II-4-9
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	II-4-10
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	II-4-10
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	II-4-10
表 4.3.1	受益地の絞り込みに用いた情報一覧	II-4-11
表 4.3.2	開発面積に係る絞り込み条件の分布面積	II-4-13
表 4.3.3	受益面積算定結果一覧	II-4-14
表 4.3.4	水収支計算計算に用いたデータの比較	II-4-16
表 4.3.5	水需要の算定に適用したデータ一覧	II-4-16
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	II-4-17
表 4.3.7	水収支計算結果(KT-1地区)	II-4-18
表 4.3.8	水収支計算結果(KT-2地区)	II-4-19
表 4.3.9	水収支計算結果(KT-3地区)	II-4-20
表 4.3.10	水収支計算結果(KT-4地区)	II-4-21
表 4.3.11	計画用水量(東カリマンタン州)	II-4-22

表 4.3.12	取水堰地点での洪水量	II-4-23
表 4.3.13	DI KT-2 の取水堰地点での水理パラメータ	II-4-24
表 4.3.14	DI KT-3 の取水堰地点での水理パラメータ	II-4-24
表 4.3.15	DI KT-4 の取水堰地点での水理パラメータ	II-4-24
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	II-4-25
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)	II-4-26
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	II-4-27
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	II-4-28
表 4.3.20	水路ネットワークの設定と受益農民の予想数	II-4-29
表 4.4.1	東カリマンタン州の開発単価の推定	II-4-29
表 4.4.2	事業実施スケジュール (8 年工期)	II-4-30
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)	II-4-31
表 4.4.4	基本反収と目標反収 (東カリマンタン州)	II-4-31
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)	II-4-31
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)	II-4-32
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)	II-4-32
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	II-4-32
表 5.1.1	Pre-FS 調査対象灌漑地区の受益面積	II-5-2
表 5.1.2	改修対象灌漑地区名および流域面積	II-5-3
表 5.1.3	対象流域の月間平均降水量 (Pave) (単位: mm)	II-5-3
表 5.1.4	対象流域の 80%確率降水量 (P80%) (単位: mm)	II-5-4
表 5.1.5	各改修候補地区の月別 80%確率流量 (Q80%) (単位: m <sup>3</sup> /s)	II-5-4
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	II-5-5
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)	II-5-5
表 5.2.1	事業対象地区内の土地利用計画	II-5-7
表 5.2.2	事業対象地区における計画作付けパターン	II-5-8
表 5.2.3	事業対象地区におけるベース単収	II-5-9
表 5.2.4	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	II-5-9
表 5.2.5	事業対象地区におけるベース目標単収の設定	II-5-10
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	II-5-10
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	II-5-10
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	II-5-10
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	II-5-11
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	II-5-11
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	II-5-11
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	II-5-11
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	II-5-12
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)	II-5-13
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)	II-5-13
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)	II-5-13
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)	II-5-14
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)	II-5-14
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)	II-5-14
表 5.3.7	改修対象地区における水利施設一覧	II-5-15
表 5.3.8	各地区における健全度調査対象施設	II-5-16

表 5.3.9	施設の健全度評価指標	II-5-16
表 5.3.10	各灌漑地区における施設の健全度評価結果	II-5-17
表 5.4.1	南スラウェシ州の改修単価の推定	II-5-18
表 5.4.2	事業実施スケジュール（5年工期）	II-5-19
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）	II-5-19
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）	II-5-20
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）	II-5-20
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）	II-5-20
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）	II-5-21
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	II-5-21
表 6.2.1	水利組合と灌漑エリア（中部ジャワ州）	II-6-4
表 6.2.2	水利費と使途（中部ジャワ州）	II-6-6
表 6.2.3	水利組合と灌漑エリア（南スラウェシ州）	II-6-7
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）	II-6-8
表 6.3.1	調査対象水利組合における組合員数の規模	II-6-9
表 6.3.2	代表者総会の提案	II-6-10

### 第III編 技術交流プログラム

表 1.1.1	全体行程および活動（第1回）	III-1-1
表 1.2.1	技術交流セミナーアジェンダ（第1回）	III-1-1
表 1.3.1	現地視察行程表（第1回）	III-1-2
表 2.1.1	全体行程および活動（第2回）	III-2-1
表 2.2.1	技術交流セミナーアジェンダ（第2回）	III-2-1
表 2.3.1	現地視察行程表（第2回）	III-2-2
表 3.1.1	全体行程および活動（第3回）	III-3-1
表 3.2.1	技術交流セミナーアジェンダ（第3回）	III-3-1
表 3.3.1	現地視察行程表（第3回）	III-3-2

### 図リスト

#### 第I編 灌漑開発・管理戦略

図 1.2.1	プロジェクト目標達成に係る模式図	I-1-1
図 1.4.1	プロジェクト実施体制: JCCメンバー	I-1-3
図 2.1.1	第三次中期開発計画ビジョン、ミッション、開発アジェンダの流れ	I-2-2
図 2.1.2	第三次中期開発計画における食料主権政策グループ	I-2-2
図 2.4.1	農業インフラ設備総局の組織図（主要部門のみ示す）	I-2-8
図 2.4.2	食料調達公社の組織（主要部門のみ示す）	I-2-10
図 2.4.3	DGWRの組織図（主要部門のみ示す）	I-2-11
図 2.4.4	DILLの組織図（主要部門のみ示す）	I-2-12
図 3.1.1	インドネシアの農地面積の推移（過去10年）	I-3-1
図 3.1.2	インドネシアの水田面積の推移（過去20年）	I-3-1
図 3.1.3	世界のコメ生産量の推移（過去20年）	I-3-2
図 3.1.4	主要食用作物の収穫面積（左）および生産量（右）（2015年）	I-3-6
図 3.1.5	エステート作物の収穫面積（左）および生産量（右）（2015年）	I-3-7
図 3.1.6	農家および非農家の世帯一人当たり税引後所得の推移	I-3-7
図 3.1.7	農業従事者人口およびセクター別労働力人口シェアの推移（過去10年）	I-3-8
図 3.2.1	島別の灌漑タイプ別灌漑面積（2005）	I-3-11
図 3.2.2	灌漑近代化戦略の5柱	I-3-13

図 3.2.3	面積の重なるの図例 .....	I-3-16
図 3.2.4	灌漑水田と非灌漑水田の区分 .....	I-3-18
図 3.3.1	肥料補助金額および尿素価格の推移（2003年～2014年） .....	I-3-19
図 3.3.2	インドネシアにおける肥料消費量およびコメ生産量の推移 .....	I-3-19
図 3.3.3	コメ認証種子使用料の推移 .....	I-3-20
図 3.3.4	BULOG を通じた市場介入政策の枠組み .....	I-3-21
図 3.3.5	精米所平均価格および政府買取価格の推移 .....	I-3-22
図 3.3.6	全輸入量および BULOG と民間部門による輸入量の内訳 .....	I-3-22
図 3.3.7	日本における農地転用規制 .....	I-3-25
図 3.4.1	FIDP（1993）の予測 PPC と WB 調査に基づく実態 PPC .....	I-3-26
図 3.4.2	計画水田面積と達成水田面積(1/2) .....	I-3-27
図 3.4.3	FIDP(1993)で想定した既存水田面積と算定した既存水田面積 .....	I-3-27
図 3.4.4	計画水田面積と達成水田面積 (2/2) .....	I-3-28
図 3.4.5	島別の計画水田面積と実際の水田面積の対比 .....	I-3-28
図 3.4.6	計画生産量と現状の生産量 .....	I-3-29
図 3.4.7	島別の計画生産量および現状の生産量 .....	I-3-29
図 3.4.8	島別の計画生産量と現状の生産量の対比 .....	I-3-29
図 3.4.9	3 州の収穫面積、作付率、反収 .....	I-3-30
図 3.4.10	FIDP(1993)計画水田と事業実施後の達成水田面積の比較 .....	I-3-31
図 4.1.1	土地資源評価のアプローチ .....	I-4-1
図 4.1.2	低地灌漑ポテンシャル評価のフローチャート .....	I-4-2
図 4.1.3	土地資源ポテンシャル評価フロー .....	I-4-3
図 4.2.1	灌漑水田と天水田を含む既存水田マップ（検証済水田） .....	I-4-5
図 4.2.2	農業地域の分類 .....	I-4-6
図 4.2.3	リモートセンシングで検出されなかった水田 .....	I-4-7
図 4.2.4	3 州の低地灌漑水田地域 .....	I-4-8
図 4.2.5	土地利用図に基づく利用可能地マップ .....	I-4-9
図 4.2.6	森林分類マップ .....	I-4-10
図 4.2.7	将来の水田開発に利用可能な土地と既存水田 .....	I-4-11
図 4.3.1	土地傾斜区分図 .....	I-4-11
図 4.3.2	標高別の区分図 .....	I-4-12
図 4.3.3	洪水リスクマップ（リスクインデックス 0.6 以上の高リスク地域を表示） .....	I-4-13
図 4.3.4	水稻栽培に適した土壌の分布図 .....	I-4-14
図 4.3.5	泥炭土壌の分布図 .....	I-4-14
図 4.3.6	干潟および陸域低地帯の分布図 .....	I-4-15
図 4.4.1	島毎の土地資源ポテンシャル（ha） .....	I-4-16
図 4.4.2	スマトラ島におけるポテンシャルエリア分布図 .....	I-4-17
図 4.4.3	ジャワ島におけるポテンシャルエリア分布図 .....	I-4-17
図 4.4.4	バリ・ヌサトゥンガラ島におけるポテンシャルエリア分布図 .....	I-4-18
図 4.4.5	カリマンタン島におけるポテンシャルエリア分布図 .....	I-4-18
図 4.4.6	スラウェシ島におけるポテンシャルエリア分布図 .....	I-4-19
図 4.4.7	マルク・パプア島におけるポテンシャルエリア分布図 .....	I-4-19
図 4.4.8	流域別の土地資源ポテンシャルマップ .....	I-4-21
図 4.4.9	流域別の土地資源ポテンシャル .....	I-4-22
図 4.4.10	州別の土地資源ポテンシャルマップ .....	I-4-24
図 4.4.11	州別の土地資源ポテンシャル .....	I-4-25
図 4.4.12	湿地帯分布を考慮した島別の土地資源ポテンシャル .....	I-4-25

図 4.4.13	湿地分布を考慮した流域別の土地資源ポテンシャル (スマトラ島、カリマンタン島、パプア島) .....	I-4-27
図 4.4.14	湿地帯分布を考慮した州別の土地資源ポテンシャル .....	I-4-30
図 5.1.1	水資源ポテンシャル評価フロー .....	I-5-1
図 5.1.2	測候所位置図 .....	I-5-5
図 5.2.1	月間平均降水量と観測平均流量の相関図 .....	I-5-10
図 5.2.2	島別年間都市用水量 (2015) .....	I-5-12
図 5.2.3	島別年間河川維持流量 .....	I-5-13
図 5.2.4	島別年間畜産用水量 (2015) .....	I-5-14
図 5.2.5	島別年間養魚池用水量 (2015) .....	I-5-15
図 5.2.6	流域別年間水資源ポテンシャル量および単位水資源ポテンシャル量 (2015) .....	I-5-18
図 5.3.1	島別水資源ポテンシャル面積 (2015) .....	I-5-19
図 5.3.2	流域別年間水資源ポテンシャル面積および単位水資源ポテンシャル面積 (2015) .....	I-5-22
図 5.3.3	流域別水資源ポテンシャル面積 .....	I-5-23
図 5.3.4	流域別単位水資源ポテンシャル面積 .....	I-5-24
図 5.3.5	貯水効果を見込んだときの流域別乾季作付ポテンシャル面積 .....	I-5-25
図 5.3.6	州別の二期作水資源ポテンシャル面積および単位水資源ポテンシャル面積 .....	I-5-27
図 5.3.7	州別水資源ポテンシャル面積および単位水資源ポテンシャル面積 .....	I-5-28
図 6.1.1	トゥンタン川流域図 .....	I-6-1
図 6.2.1	雨量観測所位置図 .....	I-6-2
図 6.2.2	年間降水量 .....	I-6-3
図 6.2.3	月平均降水量 .....	I-6-3
図 6.2.4	流量観測所位置図 .....	I-6-3
図 6.2.5	月平均流量の時系列変化 .....	I-6-4
図 6.2.6	月平均流量 .....	I-6-4
図 6.2.7	気象観測所位置図 .....	I-6-4
図 6.2.8	気温 .....	I-6-5
図 6.2.9	湿度 .....	I-6-5
図 6.2.10	風速 .....	I-6-5
図 6.2.11	日照時間 .....	I-6-5
図 6.2.12	蒸発散量算定結果 (1/2) .....	I-6-6
図 6.2.12	蒸発散量算定結果 (2/2) .....	I-6-6
図 6.2.13	取水堰の位置図 .....	I-6-6
図 6.2.14	Glapan 堰の灌漑エリア .....	I-6-7
図 6.2.15	スマラン市の人口推移 .....	I-6-7
図 6.2.16	Glapan 堰実績取水水量ハイドログラフ (左図: 左岸側取水、右図: 右岸側取水) ....	I-6-8
図 6.2.17	トゥンタン川流域の現状での上水・工業用水の計画図 .....	I-6-8
図 6.2.18	トゥンタン川流域の将来の上水・工業用水の計画図 .....	I-6-8
図 6.2.19	Glapan 地点における維持流量算定結果 .....	I-6-9
図 6.3.1	MIKE-SHE 計算プロセス概略図 .....	I-6-9
図 6.3.2	標高データ .....	I-6-10
図 6.3.3	ティーセン分割図 .....	I-6-11
図 6.3.4	各小流域における流域平均日雨量 .....	I-6-12
図 6.3.5	地質層の厚さ(Qc1,Qalt,Qtd-1,Qtd-2,Qtd-3) .....	I-6-13
図 6.4.1	検証計算結果 .....	I-6-15
図 6.4.2	検証計算結果 (半月平均値) .....	I-6-15

図 6.4.3	水収支計算結果（現況）	I-6-16
図 6.5.1	水収支計算結果（将来）	I-6-18
図 6.6.1	流域間導水	I-6-19
図 6.6.2	流域間導水時の水収支	I-6-20
図 7.1.1	米の長期的な消費傾向（精米、kg/capita）	I-7-1
図 7.1.2	日当たり総カロリー摂取量および調理形態別内訳	I-7-2
図 7.1.3	日当たり総カロリー摂取に占める調理済み食品の割合	I-7-2
図 7.1.4	長期米需要分析の概念図	I-7-5
図 7.1.5	関係式のプロットと、対応する所得（支出）弾力性との関係性	I-7-6
図 7.1.6	粳米から人が消費する精米への換算の概念図	I-7-7
図 7.1.7	高成長シナリオ下での一人当たり米消費量の予測結果	I-7-12
図 7.1.8	低成長シナリオ下での一人当たり米消費量の予測結果	I-7-12
図 7.1.9	24 シナリオ下での需要予測結果	I-7-13
図 7.1.10	需要予測における典型 4 類型	I-7-13
図 7.1.11	楽観的（最小需要量）シナリオにおける米の総需要量（粳米ベース）	I-7-13
図 7.1.12	中の下シナリオにおける米の総需要量（粳米ベース）	I-7-14
図 7.1.13	中の上シナリオにおける米の総需要量（粳米ベース）	I-7-14
図 7.1.14	悲観的（最大需要量）シナリオにおける米の総需要量（粳米ベース）	I-7-14
図 7.2.1	水稻生産量、作付面積、および収穫面積の長期的傾向	I-7-15
図 7.2.2	灌漑率の長期的傾向	I-7-16
図 7.2.3	乾地水稻生産量割合の長期的傾向	I-7-16
図 7.2.4	コメ輸入量および総コメ生産量に占める割合	I-7-16
図 7.2.5	島別の水田農地転用	I-7-19
図 7.2.6	水田転用面積の予測, ha/年	I-7-20
図 7.2.7	年間当たり調整済水田転用面積, ha/年	I-7-20
図 7.2.8	水田面積減少(Case 3), ha/年	I-7-21
図 7.2.9	水田面積減少(Case 4), ha/年	I-7-21
図 7.2.10	島別の水稻反収の推移と近似曲線（対数）（2015 年反収に調整）	I-7-22
図 7.2.11	島別の水稻反収の推移と近似曲線（線形）（1997 年～2015 年）	I-7-22
図 7.2.12	96 ケースのコメ供給予測（種子必要量考慮せず、水稻生産量のみ）	I-7-23
図 7.2.13	農地転用の主要な 4 シナリオにおけるコメ供給予測	I-7-23
図 7.2.14	コメ供給予測:最も低い場合（年間 100,000 ha の農地転用）	I-7-24
図 7.2.15	コメ供給予測: 2 番目に低い場合（10 年間かけて年間 100,000ha から 40,000ha に農地転用面積が変化）	I-7-24
図 7.2.16	コメ供給予測: 2 番目に高い場合（5 年間かけて年間 100,000ha から 40,000ha に農地転用面積が変化）	I-7-24
図 7.2.17	コメ供給予測: 最も高い場合（年間 40,000ha の農地転用）	I-7-24
図 7.2.18	コメ供給予測: 2 番目に低い場合（他の介入なし）	I-7-25
図 7.2.19	コメ供給予測: 2 番目に低い場合（施設が維持管理される場合）	I-7-25
図 7.2.20	コメ供給予測: 2 番目に低い場合（施設が維持され、100 万 ha の 新規灌漑開発を考慮）	I-7-25
図 7.2.21	コメ供給予測: 2 番目に低い場合（施設が維持され、100 万 ha の 開発とダム灌漑を考慮）	I-7-25
図 7.2.22	コメ供給予測: 2 番目に低い場合（施設が維持され、100 万 ha の 開発とダム灌漑、および対数近似による反収増加を考慮）	I-7-25
図 7.2.23	コメ供給予測: 2 番目に低い場合（施設が維持され、100 万 ha の 開発とダム灌漑、および線形近似による反収増加を考慮）	I-7-25



図 7.3.1	需要 - 供給ギャップ（粳米ベース）陸稲考慮せず	I-7-27
図 7.3.2	需要 - 供給ギャップ（粳米ベース）陸稲考慮	I-7-27
図 7.3.3	食用作物による日当たりカロリー摂取	I-7-28
図 7.3.4	インドネシア全国における必要コメ生産量（GKG 換算）	I-7-30
図 8.2.1	灌漑開発ポテンシャル面積算出例	I-8-3
図 8.2.2	収穫ポテンシャル面積算出例	I-8-4
図 8.2.3	島別の土地および水資源ポテンシャル面積比較図	I-8-5
図 8.2.4	島別の灌漑開発ポテンシャル面積	I-8-5
図 8.2.5	島別の収穫ポテンシャル面積	I-8-6
図 8.2.6	流域別の灌漑開発ポテンシャル面積	I-8-8
図 8.2.7	流域別の単位灌漑開発ポテンシャル面積	I-8-9
図 8.2.8	流域別の収穫ポテンシャル面積	I-8-10
図 8.2.9	州別の灌漑開発ポテンシャル面積（上図）および単位灌漑開発ポテンシャル （下図）	I-8-12
図 8.2.10	湿地帯／非湿地帯の島別灌漑ポテンシャル面積	I-8-13
図 8.2.11	湿地帯／非湿地帯の流域別灌漑ポテンシャル面積（抜粋）	I-8-14
図 8.2.12	貯留効果を考慮した時の流域別灌漑開発ポテンシャル面積の増加 （ケース C-ケース A）	I-8-15
図 8.2.13	貯留効果を考慮した時の州別灌漑開発ポテンシャル面積の増加 （ケース C-ケース A）	I-8-16
図 8.2.14	ポテンシャル面積の増分を灌漑するのに必要な貯水容量	I-8-16
図 8.3.1	コメの需要と供給予測（農地転用：10 万 ha/年から 4 万 ha/年に減少）	I-8-17
図 8.3.2	コメの需要と供給予測（農地転用：10 万 ha/年が将来ともに継続）	I-8-17
図 8.3.3	将来必要とされる灌漑開発面積（農地転用：10 万 ha/年から 4 万 ha/年に減少） （コメ需要：Lowest ケース）	I-8-18
図 8.3.4	将来必要とされる灌漑開発面積（農地転用：10 万 ha/年から 4 万 ha/年に減少） （コメ需要：2 番目 Lowest ケース）	I-8-18
図 8.3.5	将来必要とされる灌漑開発面積（農地転用：10 万 ha/年から 4 万 ha/年に減少） （コメ需要：2 番目 Highest ケース）	I-8-18
図 8.3.6	将来必要とされる灌漑開発面積（農地転用：10 万 ha/年から 4 万 ha/年に減少） （コメ需要：Highest ケース）	I-8-18
図 8.3.7	島別の将来必要とされる灌漑開発面積（農地転用：10 万 ha/年から 4 万 ha/年 に減少）、ha	I-8-19
図 8.3.8	島ベースでの灌漑開発必要面積（2020-24）、ha	I-8-22
図 8.4.1	灌漑開発に係る社会・経済条件のランク付け結果	I-8-24
図 8.5.1	灌漑システムの建設後年数	I-8-31
図 8.5.2	経年と施設の健全度の関係	I-8-34
図 8.5.3	施設の健全度と改修コストの関係	I-8-35
図 8.5.4	改修コスト（割引率および減価償却を考慮）	I-8-35
図 8.5.5	実際の改修コスト（割引率および減価償却考慮せず）	I-8-36
図 8.6.1	新規開発事業の地区数と単位コストの頻度分布	I-8-37
図 8.6.2	改修事業の地区数と単位コストの頻度分布	I-8-37
図 8.6.3	新規開発面積と単位コストの年変動	I-8-38
図 8.6.4	改修面積と単位コストの年変動	I-8-38
図 8.7.1	灌漑農業近代化のための 5 つの柱	I-8-41
図 8.7.2	灌漑農業近代化の実施の流れ	I-8-42
図 8.7.3	想定される各ステージの実施スケジュール	I-8-45

## 第 II 編 優先地区 Pre-FS

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	II-1-3
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）	II-2-1
図 2.1.2	新規開発候補地区の土地ポテンシャル図	II-2-2
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	II-2-2
図 2.1.4	開発候補地区の月別降水量（P80%）と流量（Q80%）	II-2-3
図 2.1.5	事業対象地区の土地利用図(Komering Ext.4 地区)	II-2-5
図 2.1.6	ランブン州および関係県の稲作の作付け率（2015）	II-2-5
図 2.1.7	ランブン州における稲品種の構成率（2017）	II-2-6
図 2.1.8	ランブン州の上位 3 種のパラウィジャ作付面積（2015）	II-2-6
図 2.3.1	Kmering Extension 地区の標高分布図	II-2-11
図 2.3.2	Komering Extension 4-1 地区の受益位置図（図中黄色のエリア）	II-2-12
図 2.3.3	Giham-Tahmi 地区の標高分布図	II-2-13
図 2.3.4	開発可能エリア分布図（Giham-Tahmi 地区）	II-2-13
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	II-2-19
図 2.3.6	一次水路の典型的な断面図（Komering Extension No.4-1）	II-2-20
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）	II-2-21
図 2.4.1	新規灌漑地区開発単価（2015-2019）	II-2-22
図 3.1.1	中部ジャワ州の州域および流域境界図	II-3-1
図 3.1.2	灌漑改修および近代化対象の灌漑地区位置図	II-3-2
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）	II-3-3
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）	II-3-3
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%）	II-3-4
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）	II-3-6
図 3.1.7	中部ジャワ州における稲品種の構成率（2017）	II-3-6
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）	II-3-7
図 3.1.9	中部ジャワ州の農業労働人口推移	II-3-7
図 3.3.1	各地区における主要水利施設位置	II-3-20
図 3.3.2	水路改修標準断面図	II-3-23
図 3.3.3	コンクリートライニング水路の標準断面	II-3-23
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	II-3-23
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	II-3-24
図 3.3.6	水位低下対策の概念図	II-3-25
図 3.3.7	灌漑近代化の 5 つの柱	II-3-26
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	II-3-27
図 3.3.9	観測点の位置図	II-3-27
図 3.3.10	地区における栽培状況の衛星画像例	II-3-28
図 3.3.11	水管理ステム概念図	II-3-29
図 3.3.12	IMT の模式図	II-3-29
図 3.4.1	2015-2019 年の改修地区の改修単価	II-3-30
図 4.1.1	カリマンタン島の州域および流域境界図	II-4-1
図 4.1.2	灌漑開発地区候補位置図	II-4-2
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%）	II-4-3
図 4.1.4	東カリマンタン州および関係県の稲作作付け率（2015）	II-4-5
図 4.1.5	東カリマンタン州における稲品種の構成率（2017）	II-4-6

図 4.1.6	東カリマンタン州の上位 3 種のパラウイジャ作付面積 (2015) .....	II-4-6
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.....	II-4-11
図 4.3.2	KT-1 地区の標高プロファイルおよび標高分布 .....	II-4-12
図 4.3.3	KT-2 地区の標高プロファイルおよび標高分布 .....	II-4-12
図 4.3.4	KT-3 地区の標高プロファイルおよび標高分布 .....	II-4-13
図 4.3.5	KT-4 地区の標高プロファイルおよび標高分布 .....	II-4-13
図 4.3.6	各灌漑開発地区における開発可能エリア分布 .....	II-4-15
図 4.3.7	DI KT-2 取水点の基本諸元と河川縦断.....	II-4-22
図 4.3.8	DI KT-3 取水点の基本諸元と河川縦断.....	II-4-23
図 4.3.9	DI KT-4 取水点の基本諸元と河川縦断.....	II-4-23
図 4.3.10	堰の標準断面図 (KT-3 地区取水工の例) .....	II-4-25
図 4.3.11	堰の一般平面図 (KT-3 地区取水工の例) .....	II-4-26
図 4.3.12	幹線水路標準断面図 (DI KT-2).....	II-4-27
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).....	II-4-28
図 5.1.1	スラウエシ島の州域および流域境界図 .....	II-5-1
図 5.1.2	改修対象の灌漑地区位置図 .....	II-5-2
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) .....	II-5-2
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) .....	II-5-3
図 5.1.5	改修候補地区の月別降水量 (P80%) と流量 (Q80%) .....	II-5-4
図 5.1.6	南スラウエシ州・関係県の稲作の作付け率 (2015) .....	II-5-5
図 5.1.7	南スラウエシ州における稲品種の構成率 (2017) .....	II-5-6
図 5.1.8	南スラウエシ州の上位 3 種のパラウイジャ作付面積 (2015) .....	II-5-6
図 5.1.9	南スラウエシ州の農業労働人口推移 .....	II-5-6
図 5.3.1	Kelara Karalloe 地区と Lamasi 地区における主要水利施設位置 .....	II-5-15
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 .....	II-6-1
図 6.2.1	P3A の構造 (Sidorejo Scheme) .....	II-6-2
図 6.2.2	GP3A の構造 (Sidorejo Scheme) .....	II-6-3
図 6.2.3	IP3A の構造 (Sidorejo 灌漑スキーム).....	II-6-3
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 .....	II-6-10
図 6.3.2	P3A の構造案 (水利組合) .....	II-6-11
図 6.3.3	GP3A の構造案 (Secondary C Level).....	II-6-11
図 6.3.4	水路に見られる一般的な配水状況 .....	II-6-12



本 文



# パート I

## 灌漑開発・管理戦略





## 第1章 序論

インドネシア国水資源総局（Directorate General of Water Resources (DGWR)）と国際協力機構（JICA）の間において、2018年3月9日に「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」に係る RD（Record of Discussion）が合意・署名交換されている。本報告書は、この RD に基づいて作成したファイナル・レポートである。

### 1.1 調査の背景

インドネシア国の主食はコメである。コメの持続的な安定生産には灌漑施設が欠かせないが、1960年代から1970年代にかけて多く建設された灌漑施設については老朽化が見られる。加えて、近年の同国における急速な経済発展に伴う社会経済条件の変化から、農業の担い手や労働力不足も懸念されており、灌漑稲作の近代化を念頭に置いた灌漑排水施設の整備を行うことが重要な課題となっている。

こうした背景を踏まえ、インドネシア国政府は、JICA の支援により 1993 年に策定した灌漑開発マスタープランを全面的に見直すこととし、食料安全保障のための灌漑開発・管理長期戦略策定に係る支援を日本に要請した。これに応じて JICA は、2018 年 3 月にプロジェクトの枠組み等について取りまとめた RD をインドネシア国政府と合意・署名し、今般「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」を実施することとなった。

### 1.2 調査業務の目的および成果

本件業務のプロジェクト目標は、「プロジェクトで作成する戦略を基に、インドネシア公共事業・国民住宅省水資源総局が灌漑開発及び既存灌漑施設の改修・近代化に係る事業計画を策定する」ことである。この目標達成のため、本件業務を通じて、主として下記 2 つの成果の達成が求められている。

- 1) 灌漑面積の推移予測を含むコメ生産とコメ備蓄の長期ロードマップが策定される。
- 2) 新規灌漑開発のポテンシャル、改修及び近代化によるコメ増産の可能性・見通しを明らかにすると共に、それらを具現化するための灌漑施設開発・管理の長期戦略が策定される。

上記成果を達成しプロジェクト目標に到達するための模式を図 1.2.1 に、また主たる活動を以下に示す。すなわち、大きな活動としては、コメの長期的な需給バランスの分析を行い、コメ自給に係る戦略を立案していく。あわせて灌漑開発・改修に係る土地資源と水資源ポテンシャルを評価し、必要なコメ生産のため

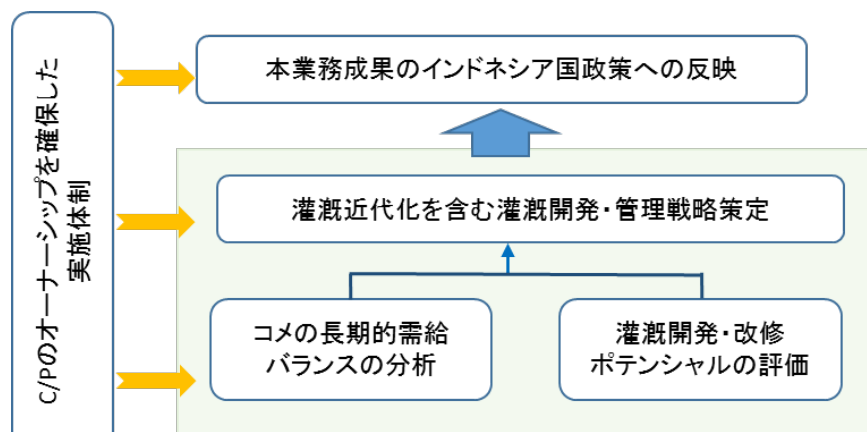


図 1.2.1 プロジェクト目標達成に係る模式図

出典：JICA 調査団

のための水田面積の算定を行い、これらを基に近代化を含む灌漑施設開発・管理の中長期戦略を策定する。そして、これら戦略がインドネシア国政策（国家中期・長期計画、食料安全保障政策等）

に反映されることを目指す。

### 活動Ⅰ：食料安全保障のための将来的なコメ生産目標の設定と灌漑排水整備の方向性検討

I-1 2015年時点における灌漑開発マスタープラン(FIDP, 1993年)達成状況のレビュー

I-2 灌漑に関する現状分析

I-3 食料安全保障に関する政策のレビュー

I-4 長期的なコメの需要分析

I-5 長期的なコメの供給分析

I-6 長期的なコメの需給バランスの分析

I-7 将来的に必要なとなるコメ供給量に対する灌漑水田面積の設定

I-8 灌漑面積、施設整備水準及び社会経済などに基づく対象地域の類型化及び課題分析

上記による食料安全保障のための将来的なコメ生産目標の設定と灌漑排水整備の方向性確立

### 活動Ⅱ：新規灌漑開発・管理のための中長期戦略の策定

II-1 新規灌漑開発の高ポテンシャルエリアの選定と中長期戦略の策定

II-2 既存灌漑改修の高ポテンシャルエリアの選定と中長期戦略の策定

II-3 対象エリアに対する近代化戦略の策定

II-4 食料安全保障政策への提言

上記による新規灌漑開発・管理のための中長期戦略の策定

### 活動Ⅲ：活動1及び2についての合意形成

III-1 活動1の成果について、全国レベルのセミナーを開催し合意形成する。

III-2 活動2の成果について、全国及び地域レベルのセミナーを開催し合意形成する。

#### 共通活動：

I 本邦土地改良区関係者のインドネシア訪問

II インドネシア関係者の本邦招聘

## 1.3 プロジェクトの対象地域

プロジェクトの対象地域は、インドネシア国全土である。インドネシア国は、南北へ長さ1,888km、東西へ幅5,110km、その総面積は195km<sup>2</sup>に及び、大小17,000以上の島々で構成されている。これらの島々は、Sumatera、Java、Bali Nusa Tenggara、Kalimantan、Sulawesi、Maluku-Papuaなどの6つの区域に大別される。これら6区域はそれぞれの行政管轄権を持たないが、本業務においては理解を容易にするために、これら区域ごとにまとめた情報も提示していく。

インドネシア国における行政単位は、表1.3.1に示すように4段階に区分されている。最上位の地方行政単位である州は、ジャカルタとジョグジャカルタの2特別州を含めて34州ある。この34の州の下に、98の“Kota”と呼ばれる市と、“Kabupaten”と呼ばれる416の県が展開している。これら市や県の下には、全国に合計7,217の郡に相当する行政単位が置かれ、さらにその配下には計83千あまりの町場の区、あるいは農村部の村が存在している(2017年時点)。

表1.3.1 インドネシアの行政区画および数

レベル	インドネシア	日本	2015	2017
レベル 1	Provinsi	州	34	34
	Daerah istimewa	特別州		
レベル 2	Kota	市(都市部)	98	98
	Kabupaten	県(地方)	416	416
レベル 3	Kecamatan	郡(都市部、地方)	7,071	7,217
	Distrik	郡(Papua and West Papuaのみ)		
レベル 4	Kelurahan	区(町場の最小行政単位)	81,936	83,344
	Desa	村(農村部の最小行政単位)		

出典：Statistical Yearbook of Indonesia 2018 (BPS, 2018)

上記の行政区画とは別途に、水資源総局（DGWR）によって水文学的に区分けされた地域がある。River Territory（RT）と呼ばれるが、全国には2019年12月時点で128のRTが存在している（表1.3.2参照）。水資源総局は水資源開発、灌漑施設を含む水利施設の計画と建設、またそれら施設の運営・維持管理に責を有する事務所を主要なRTに配置している。主要な流域を担当するBBWS（Balai Besar Wilayah Sungai）とそれ以外の流域をカバーするBWS（Balai Wilayah Sungai）と呼ばれる2種類の事務所があるが、2019年8月時点では12のBBWSと22のBWSが存在する。

表 1.3.2 水資源総局が区分けしている河川流域

地域	面積 (km <sup>2</sup> )	流域数	流域あたりの平均面積 (km <sup>2</sup> )
スマトラ	474,034	45	10,534
ジャワ	132,595	24	5,525
バリヌサテンガラ	71,664	8	8,958
ボルネオ	534,427	17	31,437
スラウェシ	186,039	22	8,456
マルクパプア	489,317	12	40,776
全国	1,888,076 (/1)	128	14,751

出典: Directorate General of Water Resources

### 1.4 カウンターパート機関

本件業務のカウンターパート機関は、公共事業・国民住宅省に配置されている3つの総局（General Directorate）のうちの1つ、水資源総局（DGWR）である。水資源総局には5つの技術局に加え3つのセンターがある。この5つの局（directorate）の一つに灌漑・沼沢局（Department of Irrigation and Lowland: DILL）があるが、本件業務実施に関係するCPが配置されている。この灌漑・沼沢局には、5つの課（sub-directorate）が置かれているが、技術指導課（Sub-directorate of Technical Guidance）がJICAチームが日常的に業務を行う上での直接の窓口となる。

本件業務を円滑に実施するため、RD（2018年3月9日締結）には共同調整委員会（Joint Coordination Committee: JCC）の設置が合意されている。JCCは本件業務に関係する組織によって設立されており、国家開発企画庁（BAPPENAS）、経済担当調整大臣府（CMEA）、内務省（MHA）、農地・空間計画省（MLASP）、農業省（MA）等が構成員である。JCCでは、水資源総局の総局長（Director General）がプロジェクトディレクターとして議長を、また灌漑・沼沢局の局長（director）がプロジェクトマネージャーとして任命されている。

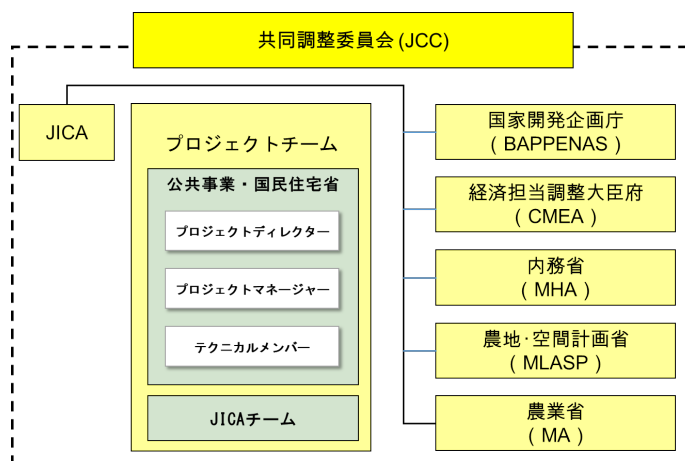


図 1.4.1 プロジェクト実施体制: JCCメンバー

出典: RD (2018年3月9日署名)



## 第2章 インドネシア国食料安全保障における枠組み

本章では、インドネシア国における開発計画、また食料安全保障に係る枠組みについて述べる。長期開発計画（2005-2024）、中期開発計画（2015-2019）、そして政策と関連する法律と農業・灌漑分野への投資、その他、水資源総局（DGWR）が配置されている公共事業・国民住宅省等の制度的枠組みについて述べる。

### 2.1 国家開発計画

インドネシア国の開発計画は、最初の25ヵ年開発計画が策定された1969年に遡る。同計画の下で、五ヵ年開発計画（REPELITA）が第一期（1969-1973）から第五期（1989-1993）まで実施された。第二次の25ヵ年開発計画が1994年に2018年までを対象に策定されたが、第六期五ヵ年計画（REPELITA IV）が実施されたのみで中断された。

2004年に国家開発計画システム法（法律第25号、2004年10月）が制定され、表2.1.1に示すように計画は5つの階層で、かつ中央政府レベルおよび地方政府レベルで策定されることとなった。その階層とは、長期開発計画（20年）、中期開発計画（各5年）、各省・各政府機関の戦略計画（5年）、政府活動計画（毎年）、各省・各政府機関活動計画（毎年）等である。

表 2.1.1 国家開発計画の構成

Central Government	Regional Governments	Period
National Long Term Development Plan (RPJPN)	Regional Long Term Development Plan (RPJPD)	20 years (present 2005-2025)
National Mid Term Development Plan (RPJMN)	Regional Mid Term Development Plan (RPJMD)	Every 5 years (present: 2015-2019)
Strategic Plan of Ministry/Agency (RENSTRA-KL)	Strategic Plan of Regional Government Work Unit (Renstra-SKPD)	Every 5 years (present 2015-2019)
Government Work Plan (RKP)	Regional Government Work Plan (RKPD)	Every year
Ministry/Agency Work Plan (RENJA-KL)	Regional Government Work Unit Work Plan (RENJA-SKPD)	Every year

出典：National Development Planning System Law (Law No. 25, 2004)

#### 2.1.1 現行国家長期開発計画（2005—2024）

現行の国家開発長期計画（RPJPN）は、その位置づけにつき導入部分で次のように述べている：“RPJPNは、1945年の憲法前文に含まれている、インドネシア共和国政府のゴールについてより詳細に記述した政府の開発計画文書である。それは、2005年から2024年までの20年間におけるビジョン、ミッション、そして開発の方向を明示したものである。”

RPJPNは、2007年2月に国家長期開発計画法の付属文書として策定された。同文書は、序章、全般の状況、ビジョンとミッション、方向・実施段階および優先政策、そして終章の計5章から構成されている。RPJPNには、食料安全保障、灌漑、あるいは農業など個別セクターに関する具体的な目標数値は見当たらないが、食料安全保障に係る文章は相当数が散見される。下記はその一例である。

- 1) 食料安全保障を担うシステムは、国内の生産力の開発によって、国家の食料安全保障と自立を維持することを目指すものである。国内生産力は食料安全保障に係る関係機関の支援によって、かつ地域の多様性に従う食料資源によりもたらされるものである。家庭のレベルまで量、質、安全性、そして妥当な価格という観点から適切な食料が入手可能であることを実現しなければならない（第4章1-5-14）。
- 2) 地域における食料安全保障を支援するという文脈、また農業生産を促進し、かつ地域開発を

支援するという文脈において、ダムや貯水池、ため池やその他の水源などの貯水機能を有する施設の開発が必要である。現在、わずか10%の灌漑システムのみが、そうした貯水施設からの適切な給水を受けており、残りは、河川からの導水に依存している状況にある（第2章-1-現状-D）。

### 2.1.2 現行国家中期開発計画（RPJMN-III、2015-2019）

現行の第三次国家中期開発計画（RPJMN-III）は、2015年から2019年の五カ年を対象に、2015年1月に大統領規則（2015年第2号）で制定された。大統領規則の第二条では、“国家中期開発計画は、大統領のビジョン、ミッションおよびプログラムを具現化したものである。その開発計画は、国家開発戦略、公的政策、それぞれの省・政府関連機関、地方の開発プログラム、さらに年次計画における予算などが指標的に示されたマクロ経済枠組等で構成される”、と記述されている。

ジョコ・ウィドド大統領とユスフ・カラ副大統領のビジョン、七つのミッション、そして九つの優先項目（アジェンダ）が第一部の第五条に謳われている。これらビジョン、ミッション、優先アジェンダ（NAWACITA）の下、多様な開発プログラムが策定されている。同中期開発計画の中では、“食料主権”という用語が初めて使われている。これは“主権を有し、自立したインドネシア国”という大統領が主唱するビジョンを反映したものと考えられる。ビジョン、ミッション、優先アジェンダ（NAWACITA、サンスクリット語で9つの希望）、食料主権の強化および灌漑に関する開発プログラムの関連を図2.1.1に示す。

食料主権の開発プログラムに関しては、調整役となっているBAPPENASが概念図を作成している（図2.1.2参照）。プログラム全体の構成と、関係する省・関係機関の関連が図化されている。図の中心には、計画の調整を担当するBAPPENASとプログラム実施の調整を担当する経済調整省（MENKO）が置かれてい

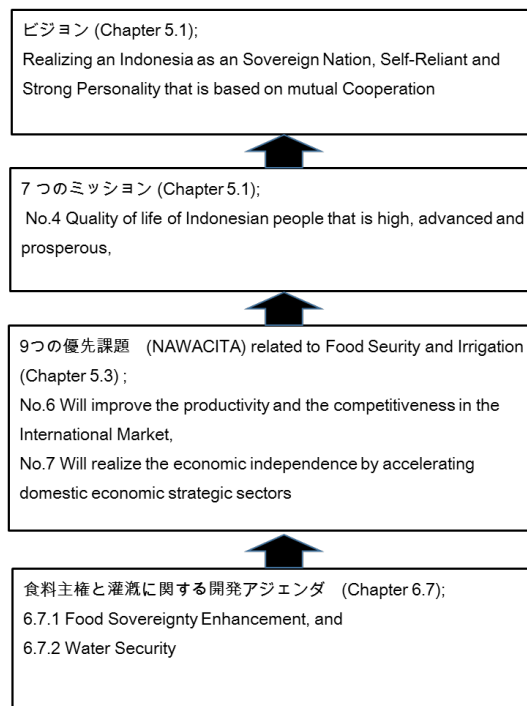


図 2.1.1 第三次中期開発計画ビジョン、ミッション、開発アジェンダの流れ  
出典：RPJMN-III 本文より要約

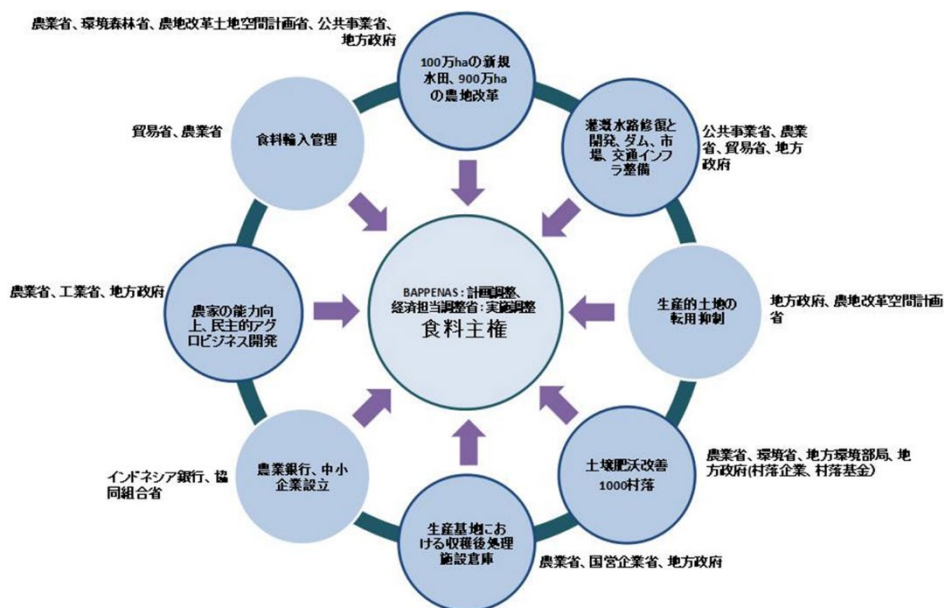


図 2.1.2 第三次中期開発計画における食料主権政策グループ  
出典：BAPPENUS



る。時計回りに以下の省庁が、各々の担当分野と共に配置されている。

- ✓ 12時の位置には、農業省、環境林業省、農地・空間計画省、公共事業・国民住宅省、地方政府がグループとして配置されている。その目標としては、100万 ha の新規水田開発と、900万 ha の農地改革が設定されている。
- ✓ その右側には、“灌漑水路網の修復（リハビリ）とダム、市場、運輸インフラの整備”が目標として設定され、その担当は公共事業・国民住宅省、農業省、商業省と地方政府等である。
- ✓ その下、3時の位置には、“生産的土地の転用を止める”という目標の下、農地・空間計画省と地方政府が配置されている。
- ✓ 第四の政策目標は、“1000村独立種子プログラムにおける土壌肥沃度の回復”であるが、農業省、地方環境部局、村落企業、村落基金等がグループを構成している。
- ✓ 6時の位置には、第五の政策目標である“主要生産地における倉庫、収穫後処理施設の整備”が置かれ、農業省、国営企業省、地方政府が担当することとなる。
- ✓ 六番目の政策グループの目標は、“農業銀行と中小規模企業の創設”とされており、インドネシア国銀行と協同組合・中小企業省が担当する。
- ✓ 9時の位置には、“農家の能力を高め、民主的なアグリビジネスを開発する”が目標として設定され、農業省、工業省、地方政府が担当することとなる。
- ✓ 最後に、“食料輸入管理”が目標設定されており、農業省と商業省が担当する。

上記より、9つの省庁が中央レベルで関与し、また地方政府および国営企業など政府関係機関が垂直的、かつ横断的に関連・調整しつつ、食料主権に関する政策と施策を実施していくことを謳っている。

### 1) 食料安全保障に関連する目標と達成度

RPJMN-III は 2019 年時点で実施中の計画であり、2019 年が計画の最終年に当たる。BAPPENAS は、計画の中間年である 2017 年に中間評価を実施し報告書を発行している。同報告書においては、開発目標に対する進捗状況が記されている。食料主権に関しては、以下 3 つの観点に分けて評価が行われている。

第 1：主要食料品であるコメ（粳）、トウモロコシ、大豆、砂糖、牛肉と魚の生産量

第 2：カロリー消費量と魚肉消費量に関する消費グループ

第 3：望ましい食事パターン（穀類、肉類、油脂類、果実、ナッツ類などの摂取バランス）

生産量トレンドを見てみると、コメ生産は 2014 年から 2016 年にかけて安定的に増加しており、生産目標 8,200 万トン、想定外の生産減や災害等が起きない限りは達成可能としている。トウモロコシもコメ同様、毎年の目標値を上回って推移している。よって、コメとトウモロコシについては、計画通りの進捗という評価がされている。

一方、他の 4 品目は、2016 年段階で目標数値に達しておらず、特に大豆と砂糖は 2014 年のベースライン値を下回っている。こうした状況から、大豆は達成が困難（Difficult to achieve）との評価がなされ、砂糖、牛肉、魚類については活動の強化が必要（Need to hard work）という評価となっている。



主要食料品目と対比して、その他の3つの目標値は、毎年の目標値を順調に達成している。カロリー消費量は、2016年時点で2,040キロカロリーと目標である2,150キロカロリーの95%を達成している。同様に魚類消費は、80.5%、「望ましい食事パターン」ポイントは、目標の93%に達成していることから、達成可能あるいは計画通りの進捗と評価している。

**表 2.1.2 第三次中期計画 食料主権関連達成度評価**

Particulars	Unit	2014	2015		2016		2019	Achievement prediction
		Baseline	Target	Realized	Target	Realized*	Target	
1. Production								
1) Paddy	Mt	70.60	73.40	76.23	75.40	79.14	82.00	Achieved/on track
2) Corn	Mt	19.10	20.00	21.35	19.60	23.16	24.10	Achieved/on track
3) Soybean	Mt	0.92	0.90	1.82	0.96	0.88	2.60	Difficult to achieve
4) Sugar	Mt	2.60	2.90	2.49	3.27	2.22	3.80	Need hard work
5) Beef meat	'000t	452.70	476.80	540.00	590.00	560.00	755.10	Need hard work
6) Fish	Mt	10.76	13.60	10.87	14.80	11.81	18.76	Need hard work
2. Consumption								
1) Calorie consumption	Kcal	1,967	2,011	2,096	2,040	2,040	2,150	Achieved/on track
2) Fish consumption	Kg/cap/y	38.14	40.90	41.11	43.88	43.88	54.49	Achieved/on track
3. Desirable Dietary Pattern	PPH	81.80	82.90	85.20	86.20	86.20	92.50	Achieved/on track

出典：EVALUASI PARUH WAKTU RPJMN 2015-2019 (BAPPENAS 2017) \*Estimate

## 2) 灌漑に関連する目標と達成度

灌漑は国内食料生産の増加を促進し、食料安全保障の推進に貢献する主要なインフラに位置づけられている。中間評価報告書では、灌漑開発に関連して6つの指標を設定しており第一の指標は、灌漑システムの開発およびリハビリである。計画期間内に約100万haの灌漑システムの開発が予定されている。この目標は達成できる見込みと評価している。

**表 2.1.3 第三次中期計画灌漑関連の中間評価**

Indicators	Unit	2014	2015		2016		2019	Achievement
		Baseline	Target	Realized	Target	Realized*	Target	
1) Development & Improvement of surface water, GW and swamp irrigation networks (cumulative)	Mha	8.90	8.94	9.11	9.20	9.26	9.89	Achieved/on track
2) Rehabilitation of surface, groundwater and swamp irrigation networks (per year)	Mha	2.71	0.05	1.46	1.89	1.21	3.01	Achieved/on track
3) Development and improvement of pond irrigation	'000 ha	189.75	1.60	4.24	5.58	1.85	304.75	Achieved/on track
4) Construction of reservoirs (new)	Unit	0	13	13	8	8	49	Achieved/on track
5) Construction of reservoirs (continued)	Unit	16	16	16	24	24	39	Achieved/on track
6) Irrigation water available from reservoirs (water resilience)	%	11	11	11	11	11	19	Need hard work

出典：EVALUASI PARUH WAKTU RPJMN 2015-2019 (BAPPENAS 2017)

第二の指標は、既存灌漑システム（地表、沼沢地、地下水）のリハビリである。同指標の目標値は計301万haのリハビリであるが、2016年までに267万ha、すなわち目標値の89%がリハビリ済である。これが達成された理由の一つとしては、初年度の2015年に146万haものリハビリが実施されたことによると考えられる。

第三の指標はため池（養殖池）への水供給水路の開発・改良で、中間評価段階では目標は達成可能／順調に推移している。第四の指標については、今期中期開発期間中における49の新規ダム建設開始が目標であり、2016年までに21ヶ所で建設を開始している。第五の指標は過去の中期開発期間中からのダム建設の数であるが、2016年までに24ヶ所でダム建設が行われている。この両指標について報告書は、達成可能／順調に推移、との評価を行っている。

六番目の指標は、灌漑用水の中で貯水池から水が供給されている割合である。この指標は水の安全保障を評価する指標であるが、上記の項目 4、項目 5 のダムに関する指標と関連が強い。この指標は、数多くのダム建設に加えて、それが完成し新しく生み出された水を灌漑に利用するまでの期間を短縮するものである。

## 2.2 農業および灌漑に関連する法律と政策

### 2.2.1 農業および灌漑に関連する主要な法律・規則

食料安全保障の視点から見たときの農業と灌漑に関する重要な法律・規則には以下のようなものがある。

#### 1) 食料法

食料法は 2012 年 11 月に法制化された。同法は、インドネシア国の食料に関する基本法となるが、同法の導入部分には次のような記述がある。

- ✓ 食料は人間の基本的ニーズであり、その充足は 1945 年インドネシア国憲法で、質の高い人的資源を創生する基礎要素の一つとして保障された人間の権利の一部である。
- ✓ 国家は、量的に十分、安全で、かつ栄養的にバランスが取れた食料消費が、国家レベルと個人レベルまで充足可能であるという状態を達成する義務がある。
- ✓ 多くの人口を抱え、その一方で多様な天然資源、食料源を有する国家として、インドネシア国が主権を有し独立した形で食料需要を満たせることが必要である。

#### 2) 水資源法

水資源法は 2004 年に策定されている。同法においては、小規模農家の水利用の権利が保障されている。また灌漑システムの開発と管理に関する権限と責任を定義している。例えば、一次水路と二次水路については、中央／州／県政府が管理の権限と責任を有し、一方、三次水路の開発と管理は水利組合とされている。

しかしながら、2015 年 2 月、憲法裁判所は、水資源法の一部規定が憲法の規定に反するとして、同法を無効とし 1974 年の灌漑法を再度有効と宣言した。そのため、現段階では水資源法は無効となっており、1974 年灌漑法が適応されている。なお、無効宣言は当該法全体の否定ではなく、いくつかの条文で水の商業的利用に偏った内容が含まれていることが主要因といわれている。

#### 3) 灌漑規則（2006 年）

灌漑規則（2006 年政府規則）は、上記の水資源法第 41 条第 6 項の規定に基づき制定された。同規則には、灌漑委員会の設立、一次水路、二次水路に関する政府間の権限と責任の仕分け<sup>1</sup>、灌漑システムの開発管理に農家グループが参加することや、農家水利組合の強化などの条項がある。また、三次水路灌漑システムに関する権利と責任が農家グループ、すなわち農家水利組合にあることも規定されている。

#### 4) 灌漑法

灌漑法は約 45 年前の 1974 年に制定された法律であり、一度は水資源法の制定に伴い無効化さ

<sup>1</sup> 3,000ha を超える灌漑システムは中央政府が、1,000ha から 3,000ha までの灌漑システムは州政府が、1,000ha 未満のシステムは県／市政府が、それぞれ開発、維持管理の権限と責任を有する。

れた。前述の通り、憲法委員会が水資源法の無効を宣言したため、再度、この灌漑法が適用されることとなった。灌漑法は、灌漑の機能、権利と権限、開発、利用等の総括的な規定で構成されており、法の詳細な運用については、政府の規則に委ねている。

## 5) 灌漑地域分類基準に関する規則

灌漑地域分類基準に関する規則は、公共事業・国民住宅省の省規則として2012年に制定されている。同規則の第9条から第11条では、灌漑開発および管理の所掌分担につき、中央政府は3,000haを超える灌漑地域、州政府は1,000haから3,000haの範囲の灌漑地域、県／市政府が1,000ha未満の灌漑地域であると規定している。また、第15条には、三次水路レベルの灌漑システムの開発と管理は、農家水利組合（P3Aの略称が用いられる）の権限と責任であるとの規定がある。

## 6) 農民水利組合の振興と強化に関する規則

農民水利組合の振興と強化に関する規則は、農業省の省規則として2015年に制定されている。農業省は、水利組合に関連する様々な活動の支援に責任を有する官庁である。本規則が必要な背景として、序章に次のように説明がなされている。

- ✓ 食料安全保障は、政府が灌漑農地、天水農地の食料生産を向上させることを通じて、農業開発を行う主要な目的の一つである。
- ✓ 政府が食料増産を図る上で直面しているもう一つの課題は、圃場レベルでの灌漑システムの劣化である。

## 2.2.2 農業および灌漑に関連する政策

農業に関連する政策に関しては、農業省の五ヵ年開発計画に詳しい記述がある。また、灌漑に関しては、公共事業・国民住宅省水資源総局が開発計画を策定している。これら二つの政策群は、国の食料安全保障を前進させる上で主要な枠組みとなる。これらの政策群は、食料主権（食料安全保障）の政策群に組み込まれている。

## 2.3 食料安全保障、農業および灌漑分野への投資の状況

### 2.3.1 食料安全保障に関する国家予算

食料主権政策は現行の2015年～2019年の国家中期計画において強調されている。食料安全保障に関連する予算については、財務省が表2.3.1に示す予算概要を報告している。本表から、食料安全保障予算は、省と省以外の機関の2つに分配されていることが分かる。省の予算は3つの省に分配されており、DAK（地方政府への使途明示補助金）は省庁以外の予算に分類されている。

表 2.3.1 食料主権関連予算（2013年-2018年）（兆 Rp）

Description	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>I Ministry</b>	<b>27.0</b>	<b>23.1</b>	<b>44.1</b>	<b>31.2</b>	<b>36.6</b>	<b>59.3</b>
1 018 Ministry of Agriculture	15.9	13.2	28.7	21.1	21.9	23.8
2 032 Ministry of Marine Affairs and Fisheries	4.8	4.3	6.7	4.6	4.2	4.3
3 033 Ministry of Public Works and Housing	6.3	5.7	8.6	5.5	8.9	10.3
4 027 Ministry of Social Affairs			-	-	1.6	20.8*
<b>II Non Ministry/Agency</b>	<b>42.4</b>	<b>44.2</b>	<b>66.1</b>	<b>68.2</b>	<b>56.7</b>	<b>39.4</b>
<b>1. Subsidies</b>	<b>38.3</b>	<b>39.5</b>	<b>53.3</b>	<b>49.4</b>	<b>49.1</b>	<b>28.5</b>
a. Food Subsidies	20.3	18.2	21.8	22.1	19.5	-
b. Fertilizer Subsidies	17.6	21.0	31.3	26.9	28.8	28.5
c. Seed Subsidies	0.4	0.3	0.1	0.4	0.8	-
d. Warehouse receipt credit interest subsidies	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>2. Miscellaneous Expenditure</b>			<b>1.5</b>	<b>3.4</b>	<b>2.5</b>	<b>5.0</b>
a. Government Rice Reserves			1.5	2.0	2.5	2.5
b. Food Price Stabilization Reserves & Food Security			-	1.4	-	2.5

Description	2013	2014	2015	2016	2017	2018
c. National Seed Reserves			-	-	-	-
d. Food Security Reserves			-	-	-	-
<b>3. Transfer to Regions (DAK)</b>	<b>4.0</b>	<b>4.7</b>	<b>11.4</b>	<b>15.5</b>	<b>5.1</b>	<b>5.9</b>
a. DAK Irrigation	1.6	2.2	-	12.0	3.6	4.3
b. DAK Agriculture	2.5	2.5	-	3.4	1.5	1.7
<b>Total</b>	<b>69.4</b>	<b>67.3</b>	<b>110.2</b>	<b>99.4</b>	<b>93.3</b>	<b>98.7</b>

注：\*/ 食料支給に関する補助金支給は、2017年まで食料調達公社（BULOG）によって実施されていたが、その後、社会福祉省の管轄となった。そのため、同省の2018年の予算は急激に伸びた。

出典：Ministry of Finance

上記の表から、2016年から2018年における食料安全保障予算の国家予算に占める割合は約4.5%であることが分かる。食料安全保障予算の中では肥料補助金が最も多く、次いで農業省予算、食料補助金が続いている。なお、種子補助金の割合は少ない。

### 2.3.2 農業省への予算配分

農業省は、大臣官房、監察局、5つの総局、4つの内庁、その他多くの研究機関や専門センターで構成されている。表2.3.2に農業省予算を示すが、2014年から2015年にかけて全体予算が倍増している。この急激な増加は、大統領の食料安全保障に対する政策の方向性を反映している。特に顕著な予算の増加を示しているのが、農業インフラ設備総局（Directorate General of Agricultural Infrastructure and Facilities）で、2014年の約3.2兆Rpから2015年は14.4兆Rpへと4.5倍の増加となった。なお、その後は2018年の5.8兆Rpまで緩やかに減少している。

表 2.3.2 農業省予算（2011年から2018年） 単位：10億Rp

Organization	2013	2014	2015	2016	2017	2018
DG of Food Crops	3,138	2,722	2,882	7,607	7,162	6,675
DG of Horticulture	810	624	1,149	1,050	1,443	1,243
DG of Estate Crops	1,773	1,567	4,505	1,192	1,149	1,636
DG of Livestock & Animal health	2,292	1,644	3,151	2,161	1,877	2,029
DG of Agriculture Infrastructure & Facilities	3,773	3,195	14,392	9,105	6,926	5,835
Agency for Agriculture Research & Development	1,778	1,601	1,990	1,842	1,640	2,093
Agency for Extension & HRD	1,434	1,150	1,286	1,423	1,205	1,265
Agency for Food Security	692	526	635	704	452	600
<b>Total</b>	<b>17,820</b>	<b>15,471</b>	<b>32,813</b>	<b>27,631</b>	<b>24,146</b>	<b>24,039</b>

出典：Planning Bureau, Ministry of Agriculture

農業インフラ設備総局の予算を見ると、2015年にはほぼ全てのプログラムの予算が増加している。特に急増したのは、農業のための灌漑水管理プログラム（0.56兆Rpから4.7兆Rp）、農地拡張プログラム（1.5兆Rpから4.1兆Rp）、農業機械関連（0.5兆Rpから3.3兆Rp）である。

2016年以降を見ると、灌漑と農地拡張プログラム関連予算は急激に減少し、一方、農業機械関連プログラムの予算は2018年の段階まで高い支援レベルを維持していることが分かる。土地および水に関連する予算（第一と第二）に限れば、予算は明らかに縮小している（表2.3.3）。農業機械関連予算については、近年大きなシェアを占めていることが分かる。

表 2.3.3 農業省農業インフラ設備総局予算（2014年－2018年） 単位：10億Rp

Program	2014	2015	2016	2017	2018 (plan)
1 Irrigation Water Management for Agriculture	564	4,698	1,339	352	394
2 Agricultural Land Extensification	1,500	4,105	2,816	1,788	595
3 System Management of Agri. Machineries & Monitoring	538	3,304	3,713	3,720	3,677
4 Support for Management and Technology	168	1,300	714	796	856
5 Facilitation of Fertilizer and Pesticides	283	461	342	82	85
6 Agricultural Finance Service	240	524	185	188	425
<b>Total</b>	<b>3,294</b>	<b>14,392</b>	<b>9,110</b>	<b>6,926</b>	<b>6,031</b>

注：上表の数値は表2.3.2のそれとは若干の相違があるが、これは実際に支出された金額によるものである。

出典：Ministry of Agriculture

## 2.4 農業・灌漑セクターにおける制度

### 2.4.1 農業セクターにおける制度

インドネシア国の農業開発は農業省の管轄である。農業省は5つの総局、および4つの庁によって構成されている。それらは、1) 農業インフラ設備総局、2) 食料作物総局、3) 園芸総局、4) エステート作物総局、5) 家畜・動物健康総局の5総局、また、1) 農業研究開発庁、2) 農業普及人材開発庁、3) 食料安全保障庁、4) 農業検疫庁の4庁である。

これら総局および庁のうち、灌漑や食料作物に最も責任のある部局は、農業インフラ設備総局、食料作物総局、農業研究開発庁、および食料安全保障庁である。これらの詳細について以下に述べる。

#### 1) 農業インフラ設備総局 (DGAIF)

農業省に関する大統領令 2015 年第 45 号によると、農業インフラ設備総局の責務は農業インフラと施設供給に関する政策の策定と実施を行うことであると明記している。この責務を実行するために農業インフラ設備総局は以下の役割を担っている。

- ✓ 農地拡大および保護、三次水路開発とリハビリ、肥料、農薬、収穫前の農業機械の供与、これらに関する政策の策定と実施
- ✓ 上記分野における、規則や基準、実施手段や指標の設定
- ✓ 上記分野における技術的指導の提供と管理
- ✓ 上記分野における評価と報告
- ✓ 農業インフラ設備総局の監理
- ✓ 大臣が指示するその他の職務の実施

農業インフラ設備総局は、1) 農地拡大保護局、2) 農業灌漑局、3) 農業資金局、4) 農業機器・機械局、5) 肥料農薬局の5つの局から構成されている。一次および二次水路の開発・改修の担当である公共事業・国民住宅省と異なり、農業インフラ設備総局は、圃場レベルの灌漑、すなわち三次水路以下に責を有する。組織構成と職員構成を図 2.4.1、表 2.4.1 に示す。

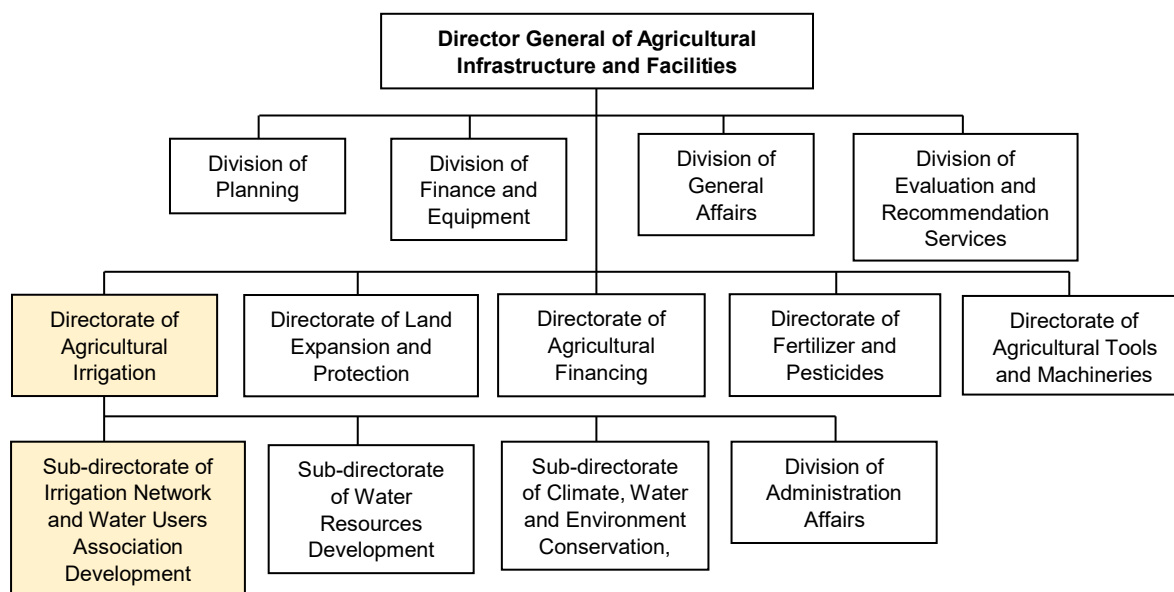


図 2.4.1 農業インフラ設備総局の組織図 (主要部門のみ示す)

出典: DGAIF Annual Report 2017



表 2.4.1 作業単位に基づく農業インフラ設備総局の従業員構成

No.	Working Unit	Number of Staff
1	Director General of Agricultural Infrastructures and Facilities	1
2	Secretariat of DGAIF	82
3	Directorate of Land Expansion and Protection	60
4	Directorate of Agricultural Irrigation	65
5	Directorate of Agricultural Financing	42
6	Directorate of Fertilizer and Pesticides	58
7	Directorate of Agricultural Tools and Machineries	53
	Total	361

出典: DGAIF Annual Report 2017

## 2) 食料作物総局 (DGFC)

農業省に関する 2015 年大統領令第 45 号には、食料作物総局の責務はコメ、トウモロコシ、大豆、および他の食料作物生産の改善に関する政策の策定と実施を行うことと明記している。この責務を実行するために食料作物総局は以下の役割を担っている。

- ✓ 苗の提供、栽培、収穫前処理改良、コメ、トウモロコシ、大豆、およびその他の作物の加工・マーケティング、病害虫や病気の抑制、食料作物保護における政策の策定と実施
- ✓ 上記分野における、規則や基準、実施手段や指標の準備
- ✓ 上記分野における技術的指導の提供と管理
- ✓ 上記分野における評価と報告
- ✓ 農業インフラ設備総局の監理
- ✓ 大臣が指示するその他職務の実施

食料作物総局は、1) 食料作物種子局、2) 穀物局、3) 豆類・芋類局、4) 食料作物保護局、5) 食料作物加工流通局の 5 つの部局から構成される。加えて、食料作物総局は害虫発生予測、および食料作物や園芸作物の種子の品質向上を担当する 2 つの技術機関を有している。2018 年において総職員数は 636 人である。

表 2.4.2 作業単位に基づく食料作物総局従業員構成

No.	Working Unit	Number of Staff
1	Secretariat of Directorate General of Food Crops	168
2	Directorate of Food Crops Seedling	62
3	Directorate of Cereals	57
4	Directorate of Nuts and Tubes	47
5	Directorate of Food Crops Protection	59
6	Directorate of Processing and Marketing of Food Crops Products	67
7	Balai Besar of Plant-disturbing Organism Forecasting	85
8	Balai Besar of Seed Quality Testing Development for Food and Horticultural Crops	57
9	Balai of Crop Products Quality Testing	34
	Total	636

出典: DGFC Annual Report 2018

## 3) 食料調達公社 (BULOG)

食料供給の保障を目的として、食料調達公社 (BULOG) が 1967 年に設立された。食料調達公社の職務と権限は、基本的な食品の物流やビジネスに係る事業を支援することにある。2016 年に発行された規則 PP 第 13 号によると、食料調達公社の責務を国家の食料安全保障の文脈において以下のように規定している。

- ✓ 生産者および消費者レベルでのコメの価格の保護
- ✓ 政府調達米の管理
- ✓ 特定のグループ（貧困層）の人々へのコメの供給・配給
- ✓ 法の規定に沿ったコメの輸入
- ✓ コメ・穀物生産、穀物加工およびコメ加工を含む米ベース産業の促進
- ✓ 米穀倉庫の設置

食料調達公社の運営は、公益企業省（Ministry of State-owned Enterprises）大臣によって任命された理事会（Board）によって行われている。食料調達公社の業務執行においては、最高経営責任者（CEO）および6人の執行役、すなわち1）調達担当、2）運営および公共サービス担当、3）商業担当、4）ビジネス・産業開発担当、5）財務担当、6）人事総務担当が配置されている（図 2.4.2 参照）。執行役に加えて、CEO の下に 26 の地域事務所があり、インドネシア国全土に展開している。総職員数は 2017 年時点で 4,526 人である。

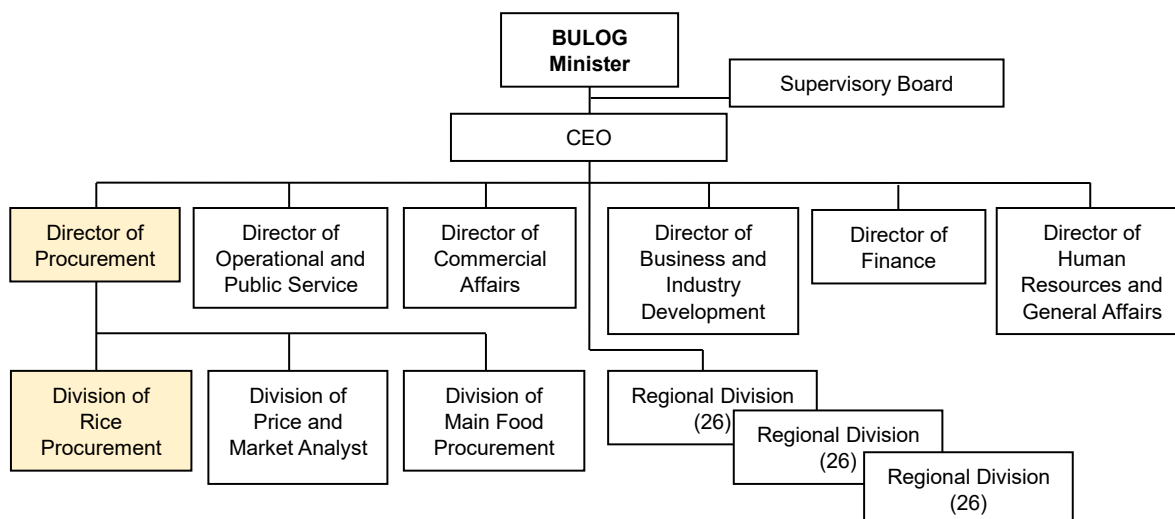


図 2.4.2 食料調達公社の組織（主要部門のみ示す）

出典：BULOG Annual Report 2017

## 2.4.2 水資源・灌漑セクターにおける制度

インドネシア国の水資源開発と管理は、公共事業・国民住宅省の管轄である。この省は1）住宅総局、2）基幹道路総局、3）水資源総局、そして研究開発のための3機関等から構成されている。このうち、水資源総局（DGWR）が灌漑を含む水資源の開発と管理を担当している。

### 1) 水資源総局

大統領令「公共事業・国民住宅省に関する 2015 年第 15 号」は、水資源総局の責務を次のように規定している。すなわち、水資源総局は水資源開発・管理の分野における政策・施策を策定し実行することを担っている。

- ✓ 水資源の保全、水資源の利用、洪水等の自然災害の制御、および地下水の利用の分野における政策の策定
- ✓ 統合された持続可能な水資源管理における政策の実施
- ✓ 水資源管理における規則、基準、実施細則および指標の作成
- ✓ 水資源管理における技術指導の提供と管理
- ✓ 水資源管理における評価と報告の実施

✓ 大臣が指示するその他職務の実施

水資源総局は、本局にある 2 つの関連センターに加え、5 つの部局を有している。5 つの部局は、水資源管理、水資源ネットワーク開発（関連機関との調整担う）、河川・沿岸、運営・維持管理、そして灌漑・沼沢地開発を担当している。さらに、水資源総局は BBWS（大きな流域を担当）または BWS（小さな流域を担当）と呼ばれる水文学的に分けられた地域事務所を展開している。

表 2.4.3 水資源総局の従業員構成（2016 年時点、DILL は 2019 年時点）

No.	Office Assigned	Central Office	Field Office	From Others 1/	Contract Staff	Total (2/)
1	Secretariat of DG General of Water Resources	119	0	6	59	184
2	Directorate of Water Res. Network Development	79	0	0	30	109
3	Directorate of Water Resources Management	62	0	0	40	102
4	Directorate of River and Coastal	59	0	1	33	93
5	Directorate of Operation and Maintenance	75	0	1	18	94
6	Directorate of Irrigation and Lowland (3/)	52	0	0	27	79
7	Center for Ground Water and Raw Water	37	0	0	19	56
8	Dam Center	34	0	0	16	50
9	Secretariat of National Water Resources Council	16	0	0	6	22
	Sub-total of Headquarters	533	0	8	248	789
10	BBWS (total 12), Large River Territory Organization	3,801	377	400	1,841	6,419
11	BWS (total 22), Small/ordinary River Territory Organization	3,858	587	53	3,724	8,222
	Sub-total of BBWS and BWS	7,659	964	453	5,565	14,641
	<b>Grand Total</b>	<b>8,192</b>	<b>964</b>	<b>461</b>	<b>5,813</b>	<b>15,430</b>

出典：Annual Performance Report 2016 (LaKIP 2016), DG of Water Resources

注：1/ 職員数は他の部局から支援のために派遣されている人数を意味している。

注：2/ 職員数は 2016 年時点で配置されている人数を示す。ただし、灌漑・沼沢局においては 2019 年時点の職員数である。

注：3/ 2019 年時点の職員数を示す。

上表に示されるように、水資源総局には約 15,000 人の職員・管理職が配置されているが、そのうち 90%以上の職員・管理職は BBWS および BWS に配置されている。代わって、水資源総局の本局に配置されているのは約 800 人のみである。一例として、灌漑・沼沢局 (DILL) の職員数は、わずか 79 人に留まっている。よって、水資源総局は、職員配置の観点からは、地方の流域を管理する BBWS および BWS に重点を置いているといえる。

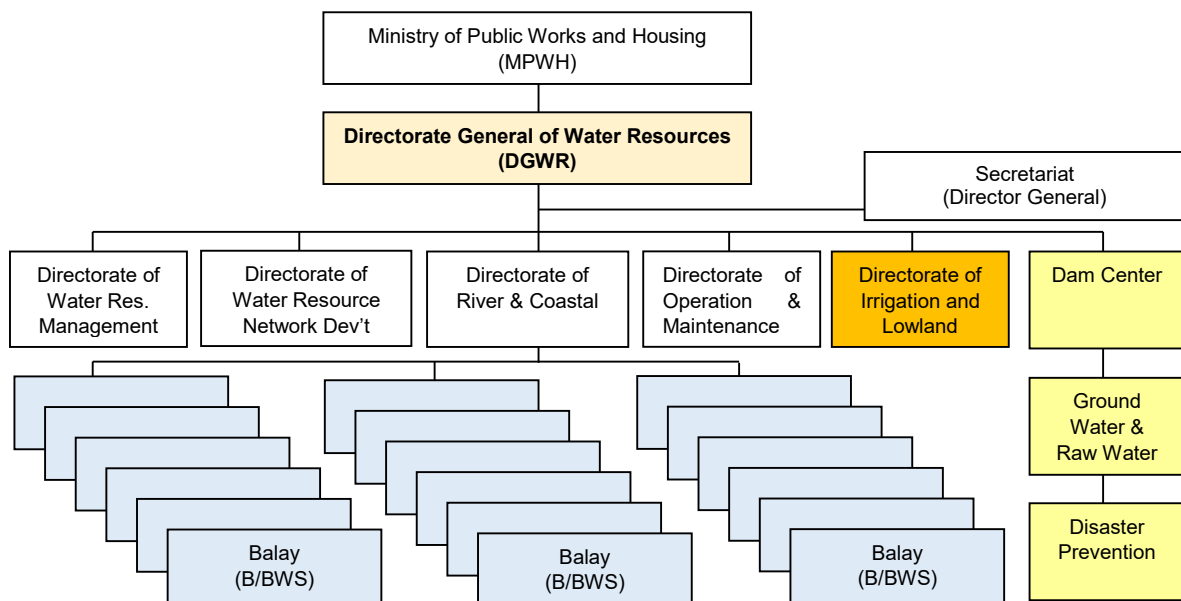


図 2.4.3 DGWR の組織図（主要部門のみ示す）

出典：Directorate General of Water Resources, Ministry of Public Works and Housing



## 2) 灌漑・沼沢局 (DILL)

水資源総局には5つの部局があるが、そのうち灌漑・沼沢局 (DILL) が中央レベルでの灌漑開発と管理、さらには水田耕作に向けた湿地帯開発を担当している。灌漑・沼沢局は、地表水灌漑、ポンプ灌漑、ため池灌漑等を管轄しているが、地下水開発は地下水・原水局と呼ばれる別の部局が担当している。

公共事業・国民住宅省に関する公共事業・住宅大臣「15/PRT/M/2015」の規則によると、灌漑・沼沢局は、「以下の規則、基準、実施手順および指標の設定、開発および実施、計画、ならびに灌漑および湿地帯の維持管理に係る責務を負う」とされている。

- ✓ 灌漑と湿地帯に関する規則、基準、実施手順、指標の策定
- ✓ 灌漑と湿地帯での活動実施についての評価
- ✓ 灌漑および湿地帯開発計画の策定
- ✓ 灌漑と湿地帯管理の促進
- ✓ 灌漑用地および湿地帯における施設の運営・維持管理の促進
- ✓ 総局内での行政業務の実施

灌漑・沼沢局 (DILL) には、計画、西部地域灌漑、東部地域灌漑、低地および技術指導を責務とする5つの課が配置されている。図 2.4.4 に灌漑・沼沢局の組織構造を、表 2.4.4 に灌漑・沼沢局の職員数を示す。52名の正職員と27名の契約職員からなる合計79名の職員・管理職が配置されていることになるが、各課あたりではわずか10名程の職員が配置されているに過ぎない。

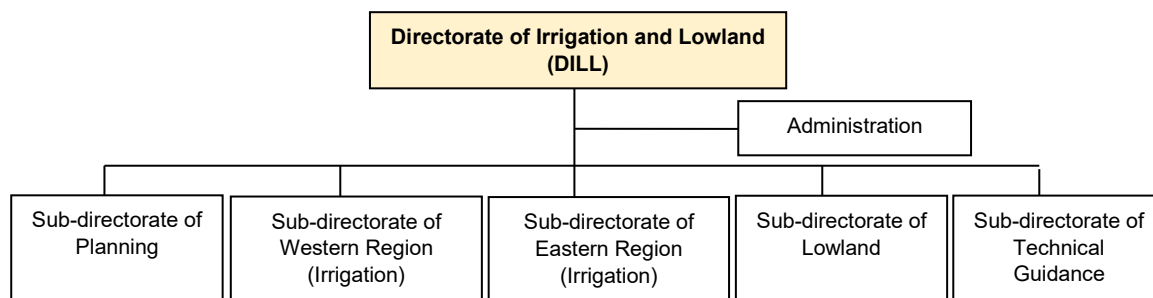


図 2.4.4 DILL の組織図 (主要部門のみ示す)

出典: DILL, Directorate General of Water Resources

表 2.4.4 灌漑低地局の従業員構成 (2019年3月時点)

Office Assigned	Civil Servant	Contract Staff	Total
Director's office	3	0	3
Administration	10	10	20
Planning	7	3	10
Western Region (Irrigation)	6	4	10
Eastern Region (Irrigation)	7	3	10
Lowland	7	3	10
Technical Guidance	7	2	9
Conditional (kind of task force base)	5	2	7
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>27</b>	<b>79</b>

出典: Administration Sub-directorate, Directorate of Irrigation and Lowland (2019)

## 3) 河川流域局 (River Basin Territory Authorities: Balay)

水資源総局は、インドネシア国を主要な大流域ごとに“wilayah sungai”と呼ばれる包括的水資

源管理単位（River Territory）に分割している。2019年現在、インドネシア国は合計128のRiver Territoryに分割されており、その水資源管理はRiver Territoryの規模に応じて中央政府、州政府、または地方政府によって管轄されている。

中央政府は、Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) または Balai Wilayah Sungai (BWS) という2種類の流域管理事務所を設立しているが、計34の流域管理事務所によって計64のRiver Territoryを管理している(139,105,472km<sup>2</sup>、74%)。州政府は計23の事務所を設けているが、合わせて52のRiver Territoryを管轄している(46百万km<sup>2</sup>、25%)。地方政府(Kabupaten)は残りのRiver Territoryを管轄するが、面積的には全河川流域のわずか2%である。

表 2.4.5 河川流域区域とその管轄機関 (2019年3月時点)

Authority	No. of River Territory Organization	Share, %	No. of River Territories	Share, %	Area, sq.km	Share, %
Central Control, BBWS	12	50%	18	50%	26,251,882	74%
Central Control, BWS	22		46			
Sub-total	(34)		(64)		(139,105,472)	
Provincial Control	23	34%	52	41%	46,548,598	25%
District Control	11	16%	12	9%	2,844,286	2%
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>100%</b>	<b>128</b>	<b>100%</b>	<b>188,498,356</b>	<b>100%</b>

出典: Directorate of Water Resources Management, Directorate General of Water Resource (2019)

## 2.5 ドナー支援プロジェクト

水資源開発・管理、また灌漑開発や灌漑管理に関する主要なドナーには、世界銀行、アジア開発銀行、および日本政府がある。2000年代中期より開始した主要な援助プロジェクトを以下にまとめる。

### 2.5.1 世界銀行 (WB)

世界銀行は、1) Strategic Irrigation Modernization and Urgent Rehabilitation Project (実施中)、2) Water Resources and Irrigation Sector Management Program 2 (実施済み)、3) Farmer Empowerment through Agriculture Technology and Information (FEATI) Project (実施済み)、4) Water Resources and Irrigation Sector Management Program (実施済み) 等の事業を支援している。

#### 1) Strategic Irrigation Modernization and Urgent Rehabilitation Project

本事業では、灌漑サービスの改善、および灌漑スキーム管理の強化を目的に、「A. 組織強化・緊急改修」、「B. Jatiluhur 灌漑管理近代化」、「C. プロジェクト管理」の3コンポーネントを実施している。コンポーネントAでは、14スキーム、計10万haの農地を対象に灌漑管理近代化を実施している。コンポーネントBは、西ジャワ州に位置するJatiluhurにて、計17万6千haを対象に用水路の保守管理強化を支援している。プロジェクト経費は5億7,800万\$で、プロジェクト実施期間は2018年8月から2024年6月である。

#### 2) Water Resources and Irrigation Sector Management Program 2

本プロジェクトは、対象地域における流域水資源と灌漑管理のキャパシティ強化、および灌漑農業の生産性向上を目的としたものであり、1) 流域水資源管理強化、2) 参加型灌漑管理の促進、3) ジャティルイ灌漑管理の改善、4) プロジェクト管理・実施支援の4つのコンポーネントから構成されている。プロジェクト経費は計約1億6,093万\$で、プロジェクト実施期間は2011年から2018年である。

### 3) Farmer Empowerment through Agriculture Technology and Information (FEATI) Project

本プロジェクトは、農民組織、公共機関、民間セクター間のパートナーシップをベースに需要主導型、市場志向型の農業サービスシステムを構築することを目的としている。これまで、約 3,000 村において、農家に対する生産の商業化に向けた活動を支援してきた。プロジェクト経費は計 1 億 2,300 万 \$ で、プロジェクト期間は 2007 年から 2013 年である。

### 4) Water Resources and Irrigation Sector Management Program

本事業の目的は、水資源および灌漑管理に係るセクター改革を実施することであり、1) 地表水資源の持続可能で公平な管理、2) 灌漑農家の収入増加と地域の食料安全保障の向上、3) より効率的で財政的に持続可能な関連機関の能力向上の 3 つを目的としている。プロジェクト経費は 1 億 1,560 万 \$、プロジェクト実施期間は、2007 年 12 月から 2014 年 12 月までである。

## 2.5.2 アジア開発銀行 (ADB)

アジア開発銀行は、1) Integrated Participatory Development and Management of Irrigation Program (実施中)、2) Accelerating Infrastructure Delivery through Better Engineering Services Project (実施中)、3) Indonesia Country Water Assessment (TA), April 2016 (実施済み) 等の事業を実施している。

### 1) Integrated Participatory Development and Management of Irrigation Program

本事業の目的は、16 州 74 地区において、灌漑農業の持続性および高い生産性を実現することである。本事業の成果として、1) 適正な灌漑農業のためのシステムおよび組織能力強化、2) 灌漑運用、維持、管理改善、3) 灌漑施設改修の 3 つを目指している。プロジェクト経費は 16 億 7,900 万 \$ で (内、インドネシア国政府 10 億 51 百万 \$、ADB 5 億 \$) プロジェクト実施期間は 2017 年から 2020 年までである。

### 2) Accelerating Infrastructure Delivery through Better Engineering Services Project

本事業は、公共投資プログラムを効率よく計画、および実施するための能力強化を目的としており、1) インフラプロジェクト実施のための、質が高く時宜のかなったスタートアップ、2) 公共投資管理の能力強化、3) 投資金融計画の立案 3 つを成果としている。プロジェクト経費は 1 億 6,760 万 \$ で、プロジェクト期間は 2016 年 12 月から 2019 年 12 月までである。

### 3) Indonesia Country Water Assessment (TA), April 2016

本プロジェクトは、ジャワ島、スマトラ島、スラウェシ島からなる主な 3 つの経済発展回廊に焦点を当て、水資源開発計画、管理、発展 (一層の経済発展への投資を含む) に向けた基礎的支援を行うものである。

## 2.5.3 日本政府 (JICA)

日本政府 (JICA) は、Rentang Irrigation Modernization Project (実施中)、Komerang Irrigation Project (Phase 3、実施中) 等を実施中である。これらの内容は以下のとおりである。

### 1) Rentang Irrigation Modernization Project

本事業は、西ジャワ州 Rentang 地区において、地方の所得および食料安全保障の向上を上位目標として、灌漑施設の改修および維持管理システムの強化を通じた水稻生産の向上を目的としている。プロジェクト経費は 604 億 1,700 万円で、事業実施期間は 2017 年 3 月から 2024 年 4 月までである。

## 2) Komerling Irrigation Project

本事業は、スマトラ島南部の **Komerling** 地区において、地方の所得および食料安全保障の向上を上位目標に、灌漑施設の改修および維持管理システムの強化を通じた水稲生産の向上を目的として実施される。プロジェクト経費は 158 億 9,600 万円で、プロジェクト実施期間は 2018 年 4 月から 2023 年 5 月までである。



### 第3章 インドネシアにおける農業、灌漑および食料安全保障

本章では、インドネシアにおける農業、灌漑および食料安全保障について概説する。稲作を中心とした農業土地利用および農業生産について、過去からの変遷と現況を概観する。加えて、同国におけるタイプ別／時系列別の灌漑開発、および食料安全保障にかかる措置および現況について述べる。さらに、後段では 1993 年に策定された灌漑開発マスタープラン (FIDP) に対するレビューを行う。

#### 3.1 インドネシア国の農業

##### 3.1.1 農業土地利用

インドネシア国の農地区分に準じた農地面積を表 3.1.1 に示す。2015 年時点のプランテーションを含まない農地面積は約 3,700 万 ha であり、このうちの 2 割程度(約 809 万 ha)が湿地(wetland)として区分され、水田稲作が行われている。島別では、湿地の 4 割程度はジャワ島(約 322 万 ha)に分布、次いでスマトラ島(約 220 万 ha)、カリマンタン島(約 106 万 ha)、スラウェシ島(約 101 万 ha)がこれに続く。

表 3.1.1 インドネシアの農地面積 (2015 年) 単位 : 1,000 ha

Island	Wetland (水田)			Agricultural dryland (畑地)				Total
	Irrigation	Non-irrigation	Sub-total	Dry field/ Garden	Unirrigated/ Shifting cultivation	Temporarily unused	Sub-total	
Sumatera	1,057	1,143	2,201	3,571	1,488	2,362	7,421	9,622
Java	2,418	805	3,224	2,684	321	41	3,046	6,269
Bali-Nusa Tenggara	389	129	519	897	429	846	2,173	2,690
Kalimantan	165	891	1,056	1,672	692	3,846	6,210	7,266
Sulawesi	691	319	1,009	1,621	736	878	3,236	4,245
Maluku-Papua	31	49	80	1,402	1,505	3,973	6,881	6,961
<b>Indonesia</b>	<b>4,751</b>	<b>3,336</b>	<b>8,087</b>	<b>11,847</b>	<b>5,173</b>	<b>11,946</b>	<b>28,965</b>	<b>37,053</b>

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

水田稲作が行われている湿地のうち、灌漑が行われている水田面積は約 475 万 ha であり、全水田面積の 6 割程度を占める。島別では、灌漑水田面積の 5 割がジャワ島(約 242 万 ha)に分布しており、スマトラ島(約 106 万 ha)、スラウェシ島(約 69 万 ha)がこれに続く。なお、近年の農地面積の推移(図 3.1.1)を見ると、乾地面積(畑)において漸減の傾向にあり、特に 2014 年以降の減少程度が大きく、過去 10 年間で約 340 万 ha の減少となっている。他方、水田稲作の行われる湿地面積は微増傾向、過去 10 年間で約 30 万 ha の増加となっている。

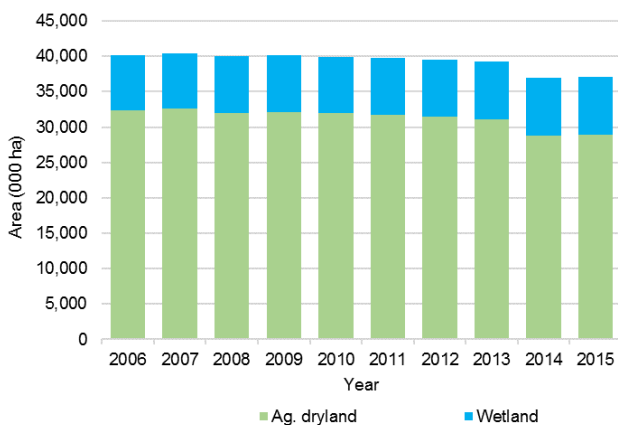


図 3.1.1 インドネシアの農地面積の推移 (過去 10 年)

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

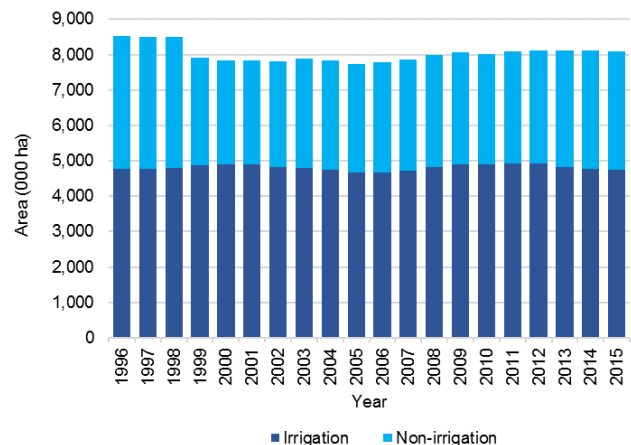


図 3.1.2 インドネシアの水田面積の推移 (過去 20 年)

出典 : Land Area by Utilization 1996~2015 (BPS, 1997~2016)

過去 10 年間で微増傾向にあった水田面積について、灌漑水田および非灌漑水田別の長期間（過去 20 年）での推移を図 3.1.2 に示す。灌漑水田面積は微増、微減を繰り返し、2015 年までの近年では漸減の傾向にある。過去 20 年間で最大の面積が記録されたのは 2012 年の 493 万 ha となっており、2015 年の面積は最大値に比して 18 万 ha の減少となっている。

水田面積の推移をさらに詳しく見るため、表 3.1.2 に島別の水田面積の推移を示す。2015 年の水田面積は全国で約 809 万 ha、20 年の間に約 40 万 ha が減少（年 2 万 ha 減少）している。増減程度は島ごとに大きく異なっており、水田の減少程度はカリマンタン島で最も大きく、約 32 万 ha が減少、次いでスマトラ島、ジャワ島と続く。この水田面積の減少はいずれの島においても非灌漑水田において顕著に見られ、灌漑水田における増減程度は小さく、スラウェシ島およびバリ・ヌサテンガラ島においては灌漑水田面積の増加が確認できる。

表 3.1.2 全国および島別の水田面積の推移（過去 20 年） 単位：1,000 ha

Island	Irrigation			Non-irrigation			Total		
	1995	2015	Diff.	1995	2015	Diff.	1995	2015	Diff.
Sumatera	1,049	1,057	8	1,364	1,143	▲221	2,413	2,201	▲212
Java	2,450	2,418	▲31	912	805	▲107	3,362	3,224	▲138
Bali-Nusa Tenggara	319	389	70	75	129	53	394	518	124
Kalimantan	178	165	▲13	1,194	891	▲304	1,372	1,056	▲316
Sulawesi	580	691	110	362	319	▲43	942	1,009	67
Maluku/Papua	-	31	-	-	49	-	-	80	--
<b>Indonesia</b>	<b>4,576</b>	<b>4,751</b>	<b>175</b>	<b>3,908</b>	<b>3,336</b>	<b>▲572</b>	<b>8,484</b>	<b>8,087</b>	<b>▲396</b>

出典：Land Area by Utilization 1995 and 2015 (BPS, 1996 and 2016)

### 3.1.2 作物生産：水田稲作

インドネシア国は中国、インドに次ぐ世界第 3 位のコメ生産大国である。1968 年以降の半世紀にわたりその地位を維持し続けており、近年においては世界シェアの約 10%を生産している（図 3.1.3）。過去 10 年間（2006 年～2015 年）のコメ生産量は 5,000～7,500 万トンで推移しており、年率 3.7%で堅調な増加を示している。なお、インドネシア国において生産されるコメの多くは水田を用いた水稲稲作である。すなわち、近年においてコメの全生産量の 95%は水稲が占め、全生産量における陸稲のシェアは僅か 5%程度となっている（BPS, 2015<sup>1</sup>）。

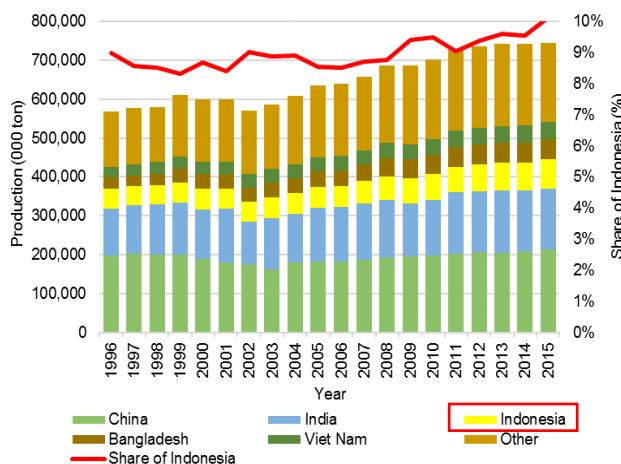


図 3.1.3 世界のコメ生産量の推移（過去 20 年）

出典：FAOSTAT (Accessed May 2019)

インドネシア国のコメの大半を占める水稲について、全国および島別の過去 20 年間の収穫面積、収量および生産量の変遷を表 3.1.3 に示す（生産に影響を及ぼす気候その他の干渉を避けるため連続した 3 年間の平均値で見ると）。2013 年～2015 年における水稲の平均年間生産量は 6,900 万トンであり、1993 年～1995 年に比して、収穫面積は全国で 300 万 ha の増加、その内、ジャワ島においては 98 万 ha（33%）増加している。反収は全国で 0.74 トンの増加、マルク・パプアの伸びが大きく、比較的収量の高かったジャワ島およびバリ・ヌサテンガラ島での伸びは小さい。コメ生産量は全国で 2,300 万トン増加、ジャワ島での増加が 900 万トンと全体の 4 割を占め、次い

<sup>1</sup> Production of Food Crops 2015, BPS, 2015

でスマトラ島、スラウェシ島が続いている。

表 3.1.3 全国および島別の水稲収穫面積、収量および生産量の変遷（過去 20 年）

Island	Harvested area (1,000 ha)			Yield (ton/ha)			Production (1,000 ton)		
	'93-'95	'13-'15	Diff.	'93-'95	'13-'15	Diff.	'93-'95	'13-'15	Diff.
Sumatera	2,414	3,321	908	4.04	4.98	0.94	9,743	16,546	6,803
Java	5,063	6,026	984	5.31	5.87	0.56	26,772	35,951	9,180
Bali-Nusa Tenggara	498	705	207	4.53	5.06	0.53	2,257	3,567	1,310
Kalimantan	732	1,071	340	2.81	3.95	1.14	2,054	4,232	2,178
Sulawesi	1,074	1,584	510	4.21	5.12	0.91	4,519	8,119	3,600
Maluku/Papua	18	82	64	2.83	4.40	1.57	52	361	310
<b>Indonesia</b>	<b>9,778</b>	<b>12,789</b>	<b>3,012</b>	<b>4.64</b>	<b>5.38</b>	<b>0.74</b>	<b>45,396</b>	<b>68,776</b>	<b>23,380</b>

出典：Production of Food Crops 1993-2015 (BPS, 1993-2015)

続いて、水稲の収穫面積、反収、および生産量の年増減率の変化を表 3.1.4 に示す。過去 20 年間の水稲生産量は全国で年 2.1%の増加率であり、前期（1993 年～2004 年）の増加率（1.1%）よりも後期（2005 年～2015 年）の増加率（3.2%）が高いことがわかる。他方、島別で見た場合、ジャワ島は前期、後期ともに低い増加率となっている。

生産量は収穫面積と収量の積で求められ、増減率（変化率）そのものが寄与度<sup>2</sup>と似た傾向を示す。このことから、生産量の増加に対する収穫面積と反収の貢献を見てみると、前期、後期ともに反収よりも収穫面積の貢献（寄与度）が高いことがわかる。反収および収穫面積の寄与度は、ジャワ島の後期を除き、前・後期ともに全ての島において同様の傾向にある。

表 3.1.4 全国および島別の水稲収穫面積、収量および生産量の年増減率の変化（過去 20 年） 単位：%

Island	Harvested area			Yield			Production		
	1 <sup>st</sup> half	2 <sup>nd</sup> half	Avg.	1 <sup>st</sup> half	2 <sup>nd</sup> half	Avg.	1 <sup>st</sup> half	2 <sup>nd</sup> half	Avg.
Sumatera	1.74	1.87	1.80	0.36	1.82	1.09	2.10	3.74	2.92
Java	0.42	1.16	0.79	0.08	1.37	0.73	0.43	2.54	1.49
Bali-Nusa Tenggara	0.79	3.02	1.91	0.39	0.90	0.64	1.17	3.96	2.57
Kalimantan	2.15	1.95	2.05	1.94	1.27	1.61	4.34	3.28	3.81
Sulawesi	1.17	3.20	2.18	0.70	1.39	1.04	1.88	4.63	3.26
Maluku/Papua	11.31	7.51	9.41	1.82	2.69	2.26	13.92	10.34	12.13
<b>Indonesia</b>	<b>0.95</b>	<b>1.73</b>	<b>1.34</b>	<b>0.21</b>	<b>1.38</b>	<b>0.80</b>	<b>1.13</b>	<b>3.15</b>	<b>2.14</b>

出典：Production of Food Crops 1993-2015 (BPS, 1993-2015)

インドネシア国は熱帯性気候で赤道付近に位置するため、年間を通じて温暖な気候にあり、一般的に季節は乾期と雨期の 2 つに区分される（雨期は 10 月～3 月、乾期は 4 月～9 月）。湿地における作物栽培はコメをベースとした作付体系が確立されており、灌漑や降雨による水の供給が保証されている地域では最大 3 期作（雨期作、第 1 乾期作、第 2 乾期作）が可能となっている。なお、インドネシア国においては乾期に十分な水を供給できない場合、パラウイジャ<sup>3</sup>と総称される二次作物（水稲の裏作）の栽培を行っている。

湿地における島別の作付体系を表 3.1.5 に示す（作付期間はコメの品種や二次作物の種類によって異なるが、ここではコメは 4 ヶ月、二次作物は 3 ヶ月として描写している）。雨期作はいずれの島においても水稲栽培を基本としており、3 つの作期の中で作付面積は最も大きい。第 1 乾期作は水稲もしくはパラウイジャが栽培され、バリ・ヌサテンガラおよびマルク・パプアを除き、作付面積は水稲が大勢を占める。第 2 乾期はスマトラ島を除き、パラウイジャの作付面積が水稲の作付面積よりも大きい。

<sup>2</sup> 寄与度：ある変数の変動に対し、各要因がどれだけ貢献しているかを表したものの。

<sup>3</sup> パラウイジャ：メイズ、キャッサバ、ダイズ、ソルガム等の食用作物およびジャガイモ、サツマイモ、キュウリ、ニンジン等の園芸作物を含むコメの裏作に該当する作物の総称。



表 3.1.5 インドネシアの水田における島別作付体系

Island	Rainy season						Dry season						Total area (ha)	Irrigation Rate (%)							
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9									
<b>Sumatera</b>													2,200,950	48.0							
Planted Area (ha)	Rice	2,133,533						1,875,220							1,367,967						
	Palawija	4,980						153,113							422,198						
Share (%)	Rice	39.7						34.9							25.4						
	Palawija	0.9						26.4							72.8						
Crop Intensity for paddy (%)		96.9						85.2						62.2							
<b>Java</b>													3,223,503	75.0							
Planted Area (ha)	Rice	3,011,433						1,611,589							229,458						
	Palawija	0						937,495							911,520						
Share (%)	Rice	62.1						33.2							4.7						
	Palawija	0.0						50.7							49.3						
Crop Intensity for paddy (%)		93.4						50.0						7.1							
<b>Bali Nusa Tenggara</b>													517,826	75.1							
Planted Area (ha)	Rice	444,369						19,258							0						
	Palawija	453						136,929							250,095						
Share (%)	Rice	95.8						4.2							0.0						
	Palawija	0.1						35.3							64.5						
Crop Intensity for paddy (%)		85.8						3.7						0.0							
<b>Kalimantan</b>													1,055,877	15.6							
Planted Area (ha)	Rice	869,577						667,490							0						
	Palawija	0						12,034							596,254						
Share (%)	Rice	56.6						43.4							0.0						
	Palawija	0.0						2.0							98.0						
Crop Intensity for paddy (%)		82.4						63.2						0.0							
<b>Sulawesi</b>													1,009,453	68.4							
Planted Area (ha)	Rice	888,406						523,376							0						
	Palawija	0						47,174							756,983						
Share (%)	Rice	62.9						37.1							0.0						
	Palawija	0.0						5.9							94.1						
Crop Intensity for paddy (%)		88.0						51.8						0.0							
<b>Maluku/Papua</b>													79,784	38.6							
Planted Area (ha)	Rice	50,373						25,942							0						
	Palawija	0						38,045							13,717						
Share (%)	Rice	66.0						34.0							0.0						
	Palawija	0.0						73.5							26.5						
Crop Intensity for paddy (%)		63.1						32.5						0.0							

出典： Integrated Cropping Calendar (Katam Terpadu Modern versi 2.7) (Ministry of Agriculture-Indonesian Agency for Agricultural Research and Development, accessed 2019)、Land Area by Utilization 2015 (BPS, 2016)

全水田面積に占める灌漑水田面積割合（灌漑率）と水稲作付率の推移を表 3.1.6 に示す。水田面積の減少とは対照的に、灌漑率は増加しており、2015 年では全国において 58.7%の水田において灌漑整備がなされている。島別にみると、灌漑率の変化はスラウェシ島で最も伸びが大きく、他方、バリ・ヌサテンガラの灌漑率は減少に転じている。

水稲作付率は 2013 年～2015 年において全国平均 158%であり、1993 年～1995 年の全国平均 115%から大きな伸びを示している。2013 年～2015 年の水稲作付率を島別にみるとジャワ島で最も高く 186%、次いでスラウェシ島 157%、スマトラ島 150%の順で高い値となっている。島別の水稲作付率の変化と灌漑率の変化は同様の傾向を示しており、水稲作付率の増加は灌漑整備の進展の結果によるものと推定される。

表 3.1.6 全国および島別の灌漑水田面積割合および作付率の推移（過去 20 年） 単位：%

Island	Irrigation rate			Crop Intensity for paddy		
	1995	2015	Diff.	'93-'95	'13-'15	Diff.
Sumatera	43.5	48.0	4.5	98.8	149.6	50.8
Java	72.9	75.0	2.1	148.5	186.3	37.8
Bali-Nusa Tenggara	80.9	75.1	▲5.8	125.1	138.8	13.7
Kalimantan	13.0	15.6	2.6	55.1	100.9	45.8
Sulawesi	61.6	68.4	6.8	118.7	157.3	38.6
Maluku/Papua	-	38.6	-	-	105.4	-

Island	Irrigation rate			Crop Intensity for paddy		
	1995	2015	Diff.	'93-'95	'13-'15	Diff.
<b>Indonesia</b>	<b>53.9</b>	<b>58.7</b>	<b>4.8</b>	<b>115.4</b>	<b>157.7</b>	<b>42.3</b>

出典：Production of Food Crops 1995 and 2015 (BPS, 1995 and 2015)、Land Area by Utilization 1995 and 2015 (BPS, 1996 and 2016)

同国の過去 20 年間のコメ生産量の増加は、収穫面積増および反収増の双方により達成されてきた。この収穫面積はさらに水田面積と水稲作付率に分解される。水田面積と水稲作付率それぞれの貢献（寄与度）を表 3.1.7 に示す。水稲の収穫面積の増加への貢献（寄与度）は前期、後期ともに水稲作付率の増加によることが分かる（バリ・ヌサテンガラの後期を除く）。つまりは水稲作付率の増加に寄与した灌漑率の増加（灌漑整備の進展）による貢献が大きいと推察される。

表 3.1.7 全国および島別の水田面積、水稲作付率および収穫面積の年増減率の変化（過去 20 年） 単位：%

Island	Wetland area			Crop Intensity for paddy			Harvested area		
	1 <sup>st</sup> half	2 <sup>nd</sup> half	Avg.	1 <sup>st</sup> half	2 <sup>nd</sup> half	Avg.	1 <sup>st</sup> half	2 <sup>nd</sup> half	Avg.
Sumatera	▲1.07	▲0.02	▲0.55	2.65	1.91	2.28	1.74	1.87	1.80
Java	▲0.37	▲0.19	▲0.28	0.80	1.36	1.08	0.42	1.16	0.79
Bali-Nusa Tenggara	▲0.33	2.08	0.88	1.38	0.91	1.15	0.79	3.02	1.91
Kalimantan	▲1.95	0.86	▲0.54	5.51	1.15	3.33	2.15	1.95	2.05
Sulawesi	0.43	1.05	0.74	0.95	2.12	1.53	1.17	3.20	2.18
Maluku/Papua	-	2.64	-	-	5.60	-	11.31	7.51	9.41
<b>Indonesia</b>	<b>▲0.70</b>	<b>0.28</b>	<b>▲0.21</b>	<b>1.72</b>	<b>1.45</b>	<b>1.59</b>	<b>0.95</b>	<b>1.73</b>	<b>1.34</b>

出典：Production of Food Crops 1993-2015 (BPS, 1993-2015)、Land Area by Utilization 1995-2015 (BPS, 1996-2016)

### 3.1.3 陸稲

インドネシア国では水稲とともに陸稲の栽培もジャワ島、スマトラ島、カリマンタン島を中心に伝統的に行われている。陸稲の全国および島別の過去 20 年間の収穫面積、収量および生産量の変遷を表 3.1.8 に示す。収穫面積は全国で 14 万 ha の減少、ジャワ島、バリ・ヌサテンガラ、スラウェシ島における若干の増加に対し、スマトラ島では 21 万 ha の減少となっている。反収は全国で 1.2 トンの増加、ジャワ島における伸びが大きい。2013 年～15 年における陸稲の平均年間生産量は 375 万トンであり、1993 年～1995 年に比して 100 万トン程度の増加がみられる。なお、この陸稲の全コメ生産量におけるシェアは 5%程度となる。

表 3.1.8 全国および島別の陸稲収穫面積、収量および生産量の変遷（過去 20 年）

Island	Harvested area (1,000 ha)			Yield (ton/ha)			Production (1,000 ton)		
	'93-'95	'13-'15	Diff.	'93-'95	'13-'15	Diff.	'93-'95	'13-'15	Diff.
Sumatera	450	240	▲210	2.21	2.91	0.70	993	699	▲294
Java	348	407	58	2.57	4.38	1.81	894	1780	886
Bali-Nusa Tenggara	88	130	43	1.98	2.88	0.90	174	375	201
Kalimantan	307	261	▲47	1.77	2.34	0.57	544	611	67
Sulawesi	58	78	20	1.89	3.29	1.40	110	258	148
Maluku/Papua	15	11	▲4	2.12	2.95	0.83	31	32	1
<b>Indonesia</b>	<b>1,266</b>	<b>1,127</b>	<b>▲140</b>	<b>2.17</b>	<b>3.33</b>	<b>1.16</b>	<b>2,746</b>	<b>3,755</b>	<b>1,009</b>

出典：Production of Food Crops 1993-2015 (BPS, 1993-2015)

### 3.1.4 主要食用作物

コメに準ずる主要な食用作物はメイズ、キャッサバ、ダイズ等である。これら食用作物はパラウイジャ作物と総称される二次作物に分類され、多くの場合は水田地帯の裏作として乾期に十分な水を供給できない場合、次いで降雨や地形条件等においてコメ栽培に適さない畑作地帯において栽培が行われている。

図 3.1.4 に 2015 年における主要食用作物 6 作目（メイズ、キャッサバ、ダイズ、ラッカセイ、リョクトウ、サツマイモ）について収穫面積および生産量を示す。収穫面積はメイズが最も大き

く約 380 万 ha、キャッサバ、ダイズがそれに続く。生産量はキャッサバ、メイズ、サツマイモの順となっている。いずれの作目においても収穫面積の半数もしくはそれ以上がジャワ島に集中していることから、主たる栽培体系がコメの裏作であることが伺える。

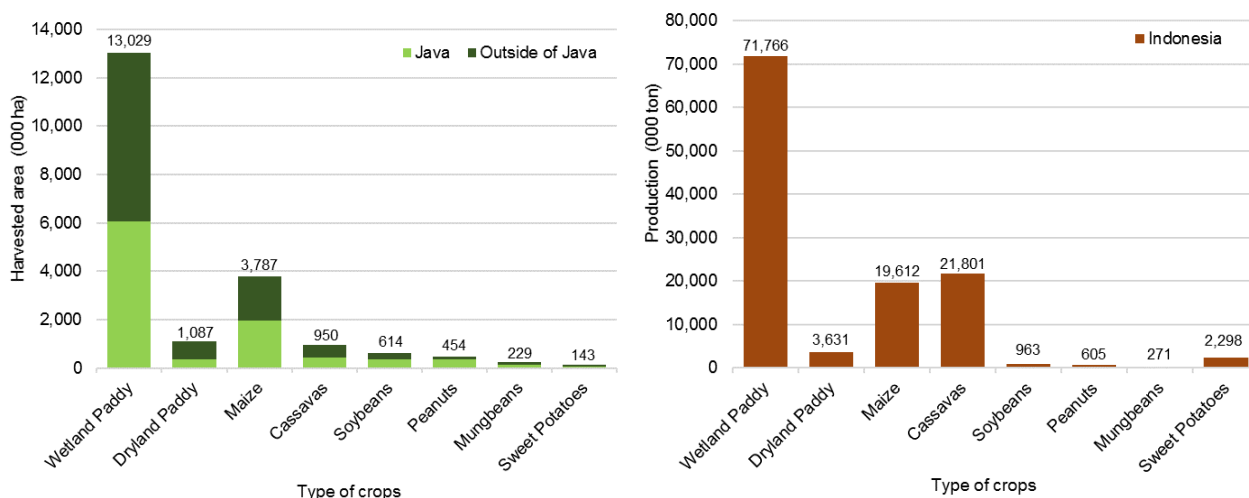


図 3.1.4 主要食用作物の収穫面積（左）および生産量（右）（2015 年）

出典：Production of Food Crops 2015 (BPS, 2015)

メイズは収穫面積においてコメに次ぐ主要食用作物である。表 3.1.9 に過去 20 年間の島別のメイズ収穫面積、収量および生産量の変遷を示す。2013 年～15 年におけるメイズの平均年間生産量は 1,900 万トンであり、1993 年～1995 年の生産量に比して 2.7 倍ほどの増加を示している。メイズは半数以上がジャワ島において生産されており、収穫面積の約 50%がジャワ島に分布している。収穫面積は過去 20 年間で全国において 64 万 ha の増加を示しており、スマトラ島やスラウェシ島での面積の拡大が著しい。反収は全国で 2.23 トン/ha から 4.99 トン/ha と大きく増加しており、適正な肥培管理や高収量品種の導入の成果が認められる。

表 3.1.9 全国および島別のメイズ収穫面積、収量および生産量の変遷（過去 20 年）

Island	Harvested area (1,000 ha)			Yield (ton/ha)			Production (1,000 ton)		
	'93-'95	'13-'15	Diff.	'93-'95	'13-'15	Diff.	'93-'95	'13-'15	Diff.
Sumatera	535	751	216	2.22	5.45	3.22	1,188	4,088	2,900
Java	1,835	1,955	120	2.41	5.26	2.85	4,422	10,290	5,867
Bali-Nusa Tenggara	303	410	107	1.78	3.7	1.92	540	1,519	980
Kalimantan	44	63	19	1.35	4.2	2.85	59	266	207
Sulawesi	439	620	181	1.93	4.58	2.64	848	2,839	1,990
Maluku/Papua	20	15	▲5	1.28	2.85	1.57	26	42	16
<b>Indonesia</b>	<b>3,175</b>	<b>3,814</b>	<b>639</b>	<b>2.23</b>	<b>4.99</b>	<b>2.76</b>	<b>7,083</b>	<b>19,044</b>	<b>11,961</b>

出典：Production of Food Crops 1993-2015 (BPS, 1993-2015)

### 3.1.5 エステート作物

エステート作物はインドネシア国のアグリビジネスにおいて重要な役割を果たしており、輸出による外貨獲得のみならず生産地域における雇用機会の提供などに大きく貢献している。概してエステート作物は多年生作物であることからプランテーションにより大規模に行われることが多く、栽培地域の偏りも大きい（島によって生産状況が大きく異なっている）。

図 3.1.5 に 2015 年の主要エステート作物 10 作目（収穫面積順にアブラヤシ、ゴムノキ、ココヤシ、カカオ、コーヒー、クローブ、カシュー、サトウキビ、タバコ、サゴヤシ）の収穫面積と生産量を示す。収穫面積および生産量はアブラヤシが卓越しており、次いでゴムノキ、ココヤシが続く。ココヤシを除き、いずれの作目も外島（スマトラやカリマンタン）で多く栽培されており、

ジャワでの生産は限定的となっている。

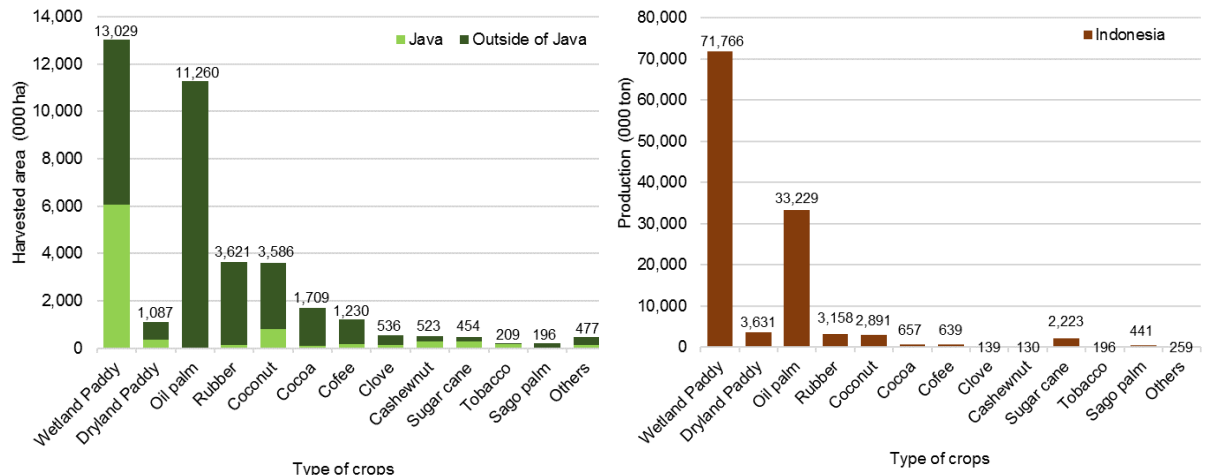


図 3.1.5 エステート作物の収穫面積（左）および生産量（右）（2015 年）  
出典：Agricultural Statistics 2017 (Ministry of Agriculture, 2017)

近年のインドネシア国において最も重要なエステート作物はアブラヤシであり、その生産量は世界一を誇る。表 3.1.10 に過去 20 年間の島別のアブラヤシ収穫面積、収量および生産量の変遷を示す。2013 年～2015 年におけるアブラヤシの平均年間生産量は 2,940 万トンであり、1993 年～1995 年の生産量に比して 7.4 倍の増加を示している。全体の生産量のうち、68%がスマトラ島、27%がカリマンタン島で生産されており、ほぼ全ての生産量を占めている。収穫面積は過去 20 年間で全国において 900 万 ha の増加、スマトラ島、カリマンタン島での面積の拡大が著しい。

表 3.1.10 全国および島別のアブラヤシ収穫面積、収量および生産量の変遷（過去 20 年）

Island	Harvested area (1,000 ha)			Yield (ton/ha)			Production (1,000 ton)		
	'93-'95	'13-'15	Diff.	'93-'95	'13-'15	Diff.	'93-'95	'13-'15	Diff.
Sumatera	1,496	6,840	5,343	2.46	2.96	0.50	3,687	20,264	16,577
Java	15	33	19	1.73	1.77	0.04	25	59	34
Bali-Nusa Tenggara	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Kalimantan	238	3,491	3,253	0.76	2.35	1.58	181	8,191	8,010
Sulawesi	53	347	294	0.82	2.01	1.19	43	697	654
Maluku/Papua	13	116	103	2.63	1.43	▲1.19	33	166	132
<b>Indonesia</b>	<b>1,814</b>	<b>10,827</b>	<b>9,013</b>	<b>2.19</b>	<b>2.71</b>	<b>0.53</b>	<b>3,970</b>	<b>29,377</b>	<b>25,407</b>

出典：Database Agricultural Statistics—Ministry of Agriculture Website (Accessed May 2019)

### 3.1.6 農業生産活動にかかる諸課題

#### 1) 農家収益性

農業生産活動にかかる課題として第一に考慮すべきは農家の収益性である。図 3.1.6 に農家および非農家の世帯一人あたりの所得（税引き後）の推移（2000 年～2008 年）を示す。農業を生業とする農業労働者および農業経営者の所得は、いずれの調査時点においても、都市部および農村部の非農業労働従事者の所得よりも低い値となっている。農業労働者と農村部の低所得非農業労働従事者の所得の差は、2000 年に

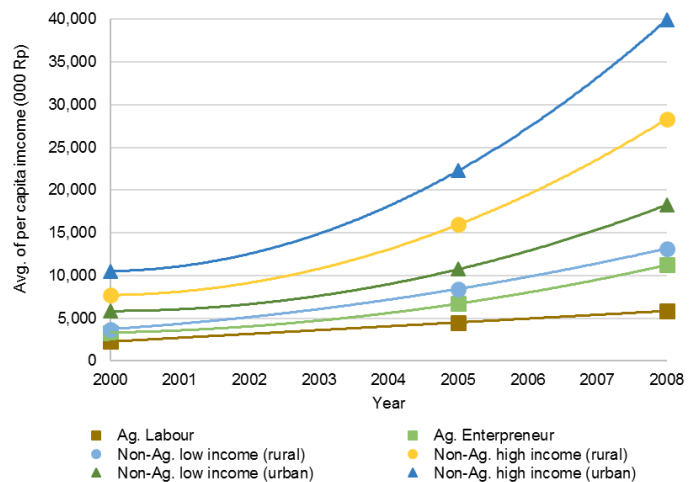


図 3.1.6 農家および非農家の世帯一人当たり税引後所得の推移  
出典：Statistical Yearbook of Indonesia 2018 (BPS, 2018)

1.6 倍であったものが 2008 年調査時点において 2.2 倍に拡大している。また、都市部の低所得非農業労働従事者との所得差は 2000 年に 2.6 倍であったものが 2008 年調査時点において 3.1 倍となっている。すなわち、近年になるにつれ農業労働者と非農業労働者の所得、そして農村部と都市部の所得の格差が広がっている。

さらに、同じ農業従事者であっても栽培する作物の違いにより農業収益が異なることが明らかとなっている。表 3.1.11 に 2014 年時点の水稻を含む主要食用作物（メイズ）、園芸作物（赤タマネギ）およびエステート作物（アブラヤシ）の単位面積当たりの生産額と生産コストの内訳を示す。

表 3.1.11 コメ、メイズ、赤タマネギおよびアブラヤシの生産額と生産コストの内訳（2014 年）

Description	Wetland Paddy		Maize		Shallot		Oil Palm	
	Value (million Rp)	%	Value (million Rp)	%	Value (million Rp)	%	Value (million Rp)	%
Value of Production	17.2		12.0		77.2		17.0	
Cost of Production	12.7	100	9.1	100	67.2	100	9.7	100
Seed	0.4	3.2	0.7	8.0	25.9	38.6	0.1	1.1
Fertilizer	1.3	10.4	1.1	12.0	5.4	8.0	1.8	18.4
Pesticides	0.2	1.9	0.1	1.2	5.2	7.7	0.2	2.3
Wage	4.5	35.9	3.7	40.9	20.4	30.3	3.1	31.7
Rent of Land	3.8	29.9	2.5	27.7	6.2	9.3	3.0	31.0
Rent of Ag. Equipment	0.3	2.6	0.2	1.9	0.6	0.9	0.2	2.4
Fuel	0.1	0.7	0.1	0.9	0.7	1.0	0.2	1.5
Others	0.4	3.2	0.3	3.4	2.8	4.2	1.2	11.6

出典：Statistical Yearbook of Indonesia 2015 (BPS, 2015)

これら作物のうち、生産額が最も大きいのは園芸作物である赤タマネギとなっており、主要食用作物とアブラヤシの生産額に大きな違いは見られない。他方、生産コストを見てみると、アブラヤシ生産にかかる労賃に比して、水稻およびメイズの労賃が高くなっており、生産額からコストを差し引いた農業収益はアブラヤシ（730 万 Rp/ha）が水稻（430 万 Rp/ha）およびメイズ（290 万 Rp/ha）よりも高くなっている。赤タマネギについては生産コストも生産額と同様に高いものの、最も高い農業収益（1,000 万 Rp/ha）となっている。

2) 農業者労働力人口

インドネシア全国の農業従事者人口とセクター別労働力人口シェアの過去 10 年にわたる推移を図 3.1.7 に示す。農業従事者数は 2006 年時点において 4,014 万人であったものが 2015 年時点では 3,724 万人に減少しており、年間約 30 万人の減少となっている。セクター別の労働力人口シェアの推移をみても農業従事者人口のシェアは減少しており、2006 年時点において 42%と最も大きなシェアを示していたが、2008 年時点でサービス業にシェアを追い抜かれ、2015 年時点においては 33%にまで減少している。

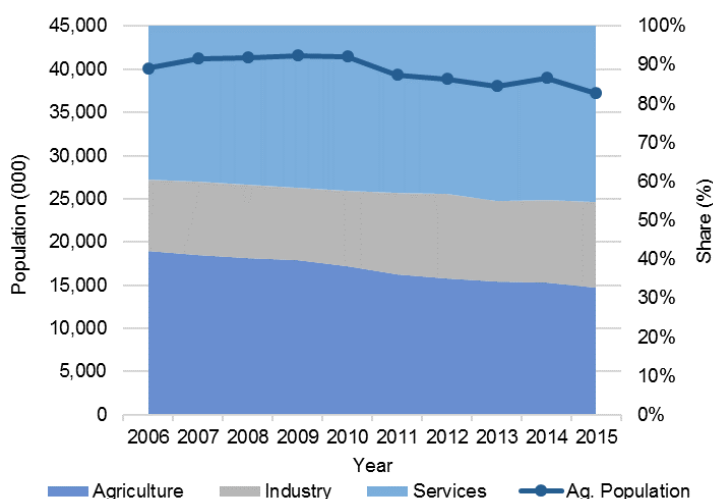


図 3.1.7 農業従事者人口およびセクター別労働力人口シェアの推移（過去 10 年）

出典：Statistical Yearbook of Indonesia 2006-2015 (BPS, 2006-2015)

減少傾向にある農業従事者人口であるが、農業従事者人口の減少程度（もしくは増加程度）は

島およびコモディティのタイプにより大きな違いを見せている。表 3.1.12 に島およびコモディティ別（食用作物、園芸作物、エステート作物）の労働力人口の変遷を示す。食用作物栽培に従事する人口は 2008 年時点の 2,000 万人に対し、2015 年時点では 1,540 万人と 460 万人の減少となっている。

食用作物栽培に従事する人口の減少は、そのうちの半数以上がジャワ島における減少である。また、減少程度はカリマンタン島で最も大きく、ジャワ島、スラウェシ島が次に続く。食用作物とは対照的に、園芸作物およびエステート作物の栽培に従事する人口は増加傾向にある。園芸作物はカリマンタン島を除きすべての島において従事者人口は増加しており、エステート作物ではジャワ島を除きすべての島において従事者人口は増加している。すなわち、農業従事者人口の減少はコメを含む食用作物の栽培従事者の減少により表されていることがわかる。

表 3.1.12 全国および島別のコモディティ別労働力人口の変遷（2008 年～2015 年） 単位：1000 人

Island	Food Crops			Horticulture			Estate Crops		
	2008	2015	Diff.	2008	2015	Diff.	2008	2015	Diff.
Sumatera	3,584	2,725	▲859	519	585	66	5,451	6,499	1,048
Java	10,936	8,050	▲2,886	1,679	1,806	127	2,582	2,460	▲122
Bali-Nusa Tenggara	1,561	1,234	▲327	209	256	47	621	628	7
Kalimantan	1,231	880	▲351	146	136	▲10	1,430	1,586	157
Sulawesi	1,781	1,327	▲454	151	195	44	1,185	1,352	167
Maluku/Papua	959	1,201	242	72	191	119	223	301	78
<b>Indonesia</b>	<b>20,052</b>	<b>15,417</b>	<b>▲4,635</b>	<b>2,776</b>	<b>3,168</b>	<b>392</b>	<b>11,493</b>	<b>12,827</b>	<b>1,334</b>

出典：Agricultural Statistics 2009 and 2016 (Ministry of Agriculture, 2009 and 2016)

### 3) 農地転用

2003 年に行われた農業センサスによる水田の農地転用面積を表 3.1.13 に示す。この結果によると、1999 年から 2002 年の間、年間平均で 18 万 8 千 ha の水田が他用途に転用され、そのうち、農業以外の工業用地や住居に転用されたものが 11 万 ha（約 60%）、水田以外の農地に転用されたものが 7.8 万 ha（約 40%）と報告されている。また、新規に加わった水田が年間平均で 4.6 万 ha であり、そのバランス（つまりは水田の減少面積）は年間当たり 14 万 ha となっている。

島別にみると、水田の転用面積の 30%はジャワ島が占めており、ジャワ島では特に農業目的以外の工業用地や住宅地などへの転用の割合が 78%と大きな割合を占めている。加えて、ジャワ島において新規に加わる水田面積は全体のわずか 13%と限られており、水田の消失は特にジャワ島において顕著となっている。

表 3.1.13 全国および島別の農地転用面積（1999 年～2002 年）

Island	Unit	Conversion			Addition	Balance
		Wetland	Allocation		Wetland	Total wetland loss
			Non-Paddy	Non-Agricul.		
Java	ha/yr	55,720	12,120	43,600	6,008	49,712
	%		21.8	78.2		
Outside of Java	ha/yr	132,010	65,440	66,560	40,426	91,584
	%		49.6	50.4		
<b>Indonesia</b>	<b>ha/yr</b>	<b>187,720</b>	<b>77,560</b>	<b>110,160</b>	<b>46,434</b>	<b>141,286</b>
	<b>%</b>		<b>41.3</b>	<b>58.7</b>		

出典：Bambang Irawan (2008) 4 and Fahmuddin Agus and Irawan (2008) 5, original data : Agriculture Census 2003 (BPS, 2003)

また、近年の研究において、高解像度の衛星画像（google earth）を用いた土地利用変化のサン

<sup>4</sup> Bambang Irawan, Improving the Efficiency of Land Conversion Policy, 2008

<sup>5</sup> Fahmuddin Agus and Irawan, Agricultural land conversion as a threat to food security and environmental quality, 2008

プル調査（9州 67村落）による農地転用の推定がなされている。その調査結果では、2012年から2013年の間の農地転用率を全国平均で1.19%、水田の消失を約9.6万haとして推定している（Anny Mulyani et al. 2016<sup>6</sup>）。これらの結果を鑑みると、10～15万haの水田が毎年消失しており、既存水田の保護・振興および戦略的な水田開発がなされない限り、水稻農地の他用途転用は今後も続いていくものと懸念される。

### 3.2 インドネシア国における灌漑開発

#### 3.2.1 灌漑開発のタイプ

インドネシア国における灌漑タイプは、1) テクニカル灌漑、2) セミテクニカル灌漑、3) 非テクニカル灌漑、および4) 伝統的灌漑の4タイプに分類される。この区分の中で伝統的灌漑タイプは、水資源総局の直接関与は小さく地区の受益者によって管理されている。よって、このタイプの灌漑面積は非テクニカル灌漑タイプの面積に含めて整理されている。伝統的灌漑を非テクニカル灌漑に含めた3タイプ別の全国における灌漑面積を表3.2.1に示す。なお、これらタイプ別の面積整理は2005年以降行われなくなったためそれ以降のタイプ別面積の推移は不明である。

表 3.2.1 灌漑タイプ別灌漑面積（インドネシア, 1,000 ha）

Year	Paddy Area ha	Irrigated Area				Rate of Irrigation Area %	Non- Irrigated Area ha
		Technical ha	Semi-Tech. ha	Non-Tech. ha	Total ha		
1993	8,499	2,022	906	1,670	4,598	54	3,901
1994	8,439	2,031	898	1,653	4,582	54	3,858
1995	8,485	2,097	917	1,674	4,688	55	3,797
1996	8,519	2,136	935	1,690	4,760	56	3,759
1997	8,490	2,110	982	1,679	4,771	56	3,719
1998	8,505	2,178	956	1,651	4,784	56	3,720
1999	8,106	2,240	1,067	1,726	5,032	62	3,074
2000	7,848	2,214	979	1,675	4,869	62	2,980
2001	7,841	2,244	982	1,641	4,867	62	2,974
2002	7,810	2,209	989	1,587	4,785	61	3,025
2003	7,877	2,362	1,120	1,758	4,797	61	3,080
2004	7,844	2,187	1,042	1,330	4,735	60	3,109
2005	7,763	2,186	990	1,576	4,673	60	3,090
2006	7,791				4,673	60	3,118
2007	7,856				4,728	60	3,128
2008	7,991	After 2005, not compiled by three irrigation types			4,828	60	3,163
2009	8,068				4,905	61	3,163
2010	8,003				4,893	61	3,109
2011	8,096				4,925	61	3,171
2012	8,127				4,928	61	3,199
2013	8,128				4,817	59	3,311
2014	8,112				4,763	59	3,348
2015	8,087				4,751	59	3,336

注：

Technical：用排水整備がなされた水田。一般的に幹線および二次水路の建設および維持管理はDGWRにより行われている。

Semi-tech：部分的にDGWRにより整備がなされた水田、末端水路は土水路である。

Non-Tech：ダム・取水施設のみDGWRにより整備がなされた水田、幹線から末端までは未整備である。

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

マルク・パプアを除く5島の2005年におけるタイプ別灌漑面積を整理し図3.2.1および表3.2.2に示す。これらから以下が判る。なお、灌漑効率の観点からは、テクニカル灌漑タイプが最も効率的な灌漑タイプである。2005年以降の推移は不明であるが、スマトラ島やカリマンタン島のように非テクニカル灌漑タイプの割合が大きい島の灌漑地区では、非テクニカルをテクニカルやセ

<sup>6</sup> Anny Mulyani et al., Analysis of Paddy Field Conversion: The Utilization of High Resolution Spatial Data Shows an Alarming Conversion Rate, Jurnal Tanah dan Iklim vol. 40 No. 2, 2016



ミテクニカルの灌漑タイプに更新することが必要といえる。

- ✓ テクニカルタイプの灌漑面積は 2.19 百万 ha で全灌漑面積 4.67 百万 ha の 47% を占めている。なお、全灌漑面積の全水田面積に占める割合は約 60%である。
- ✓ ジャワ島においては、テクニカル灌漑タイプの灌漑面積は 1.47 百万 ha で同島の灌漑面積 2.47 百万 ha の 60%を占めている。
- ✓ スマトラ島をみると、テクニカル灌漑タイプの灌漑面積は 0.33 百万 ha で同島の灌漑面積 1.13 百万 ha のわずか 29%、また非テクニカル灌漑タイプの灌漑面積は 0.53 百万 ha で 47%を占めている。ジャワ島の非テクニカル灌漑タイプ面積割合 29%に比べて大きいことが判る。
- ✓ カリマンタン島をみると、テクニカル灌漑タイプの灌漑面積は 0.19 百万 ha、同島の灌漑面積のわずか 13%である。非テクニカル灌漑タイプがほとんどで 71%を占めている。

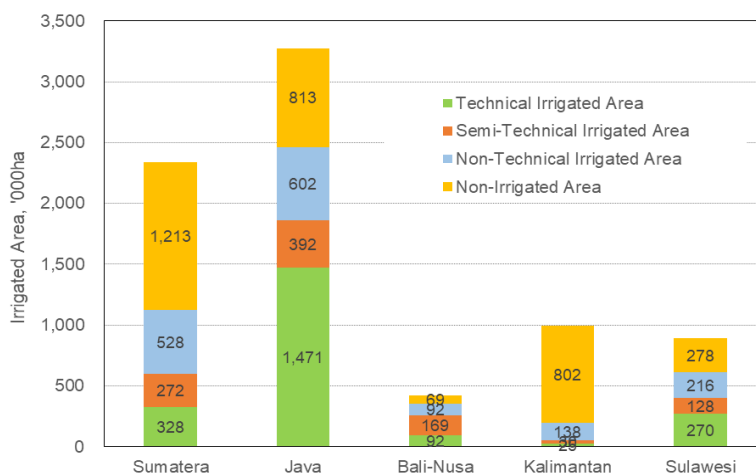


図 3.2.1 島別の灌漑タイプ別灌漑面積 (2005)  
出典: Land Area by Utilization 2015, BPS (2016)

表 3.2.2 島別の灌漑タイプ別の灌漑面積割合 (2005)

Region	Unit	Paddy Area	Irrigated Area				Rate of Irrigation Area (%)	Non-Irrigated Area
			Technical	Semi-Tech.	Non-Tech.	Total		
Sumatera	ha(1,000ha)	2,341	328	272	528	1,127	48%	1,213
	%		29	24	47	100		
Java	ha(1,000ha)	3,278	1,471	392	602	2,465	75%	813
	%		60	16	24	100		
Bali Nusa Tenggara	ha(1,000ha)	422	92	169	92	353	84%	69
	%		26	48	26	100		
Kalimantan	ha(1,000ha)	996	25	30	138	194	19%	802
	%		13	16	71	100		
Sulawesi	ha(1,000ha)	892	270	128	216	614	69%	278
	%		44	21	35	100		
Indonesia	ha(1,000ha)	7,763	2,186	990	1,576	4,673	60%	3,090
	%		47	21	34	100		

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

### 3.2.2 政府管理の灌漑開発

灌漑開発は表 3.2.3 に示すように灌漑面積の規模に基づいて、中央政府、州政府および県・市政府 (kabupaten, kota) の 3 レベルで管轄区分されている。

表 3.2.3 灌漑に係る政府の管轄区分

Management organization	Covering area	
Central government (中央政府)	More than 3,000 ha	(A > 3,000ha)
Provincial government (州政府)	More than 1,000ha and less than 3,000 ha	(1,000ha < A < 3,000ha)
Local governments (地方政府) (Kabupaten and Kota, or district and city)	Less than 1,000 ha	(A < 1,000ha)

出典: Directorate General of Water Resources



灌漑スキームの地区数と灌漑面積の管轄区分別、および島別、州別の集計を表 3.2.4 と表 3.2.5 に纏める。各表において灌漑スキームは、i) 表流水（重力灌漑）、ii) 地下水、iii) ポンプ、iv) 潮汐、および v) ため池の 5 タイプに分類されている。これらから伺える要点は次のとおりである。

- ✓ 灌漑地区の総数は 56,291、灌漑面積は 9.14 百万 ha<sup>7</sup>である。灌漑タイプ別では表流水灌漑が 7.15 百万 ha で総灌漑面積の 78%を占め、次いで潮汐灌漑タイプが 1.64 百万 ha（18%）を示している。
- ✓ 中央政府は 3.15 百万 ha（全灌漑面積の 34%）、州政府は 1.63 百万 ha（18%）、県・市政府は 4.36 百万 ha（48%）を管轄している。表流水灌漑 7.15 百万 ha（48,028 地区）の管轄区分は、中央政府が 2.38 百万 ha（283 地区）、州政府が 1.11 百万 ha（984 地区）、県・市政府が 3.66 百万 ha（46,761 地区）である。
- ✓ 島別の灌漑面積では、ジャワ島が 3.14 百万 ha でインドネシア全土の灌漑面積の 34%を占めている。このうち表流水灌漑が 3.00 百万 ha を占め、その多くが Jawa Barat、Jawa Tengah および Jawa Timur の 3 州にある。
- ✓ ジャワ島における中央政府管轄面積 1.12 百万 ha は、中央政府管轄の全面積 3.14 百万 ha の 36%を占めている。ほとんど全てが表流水灌漑である。
- ✓ ジャワ島に次ぐ灌漑面積は、スマトラ島が 2.66 百万 ha、スラウェシ島が 1.25 百万 ha である。なお、マルク・パプアについては広大な開発可能地があると思われるが、人口が希薄な上に開拓が困難な森林が広がっている。よって、開発ポテンシャルとしては小さいと思量される。

表 3.2.4 島別、管轄別の灌漑タイプ別の灌漑スキーム数と灌漑面積(2015) 単位: '000ha

Region	Surface		Groundwater		Pump		Tidal		Pond		Total	
	No	Ha	No	Ha	No	Ha	No	Ha	No	Ha	No	Ha
1) Managed by the Central Government (A>3,000ha)												
Sumatera	68	574.8					53	396.8	1	7.0	122	978.6
Java	93	1,117.4							1	3.3	94	1,120.7
Bali-Nusa Tenggara	51	220.2			0.0						51	220.2
Kalimantan	9	40.1			1	6.0	53	288.4			63	334.5
Sulawesi	47	364.6			0.0		4	18.1	5	15.6	56	398.4
Maluku- Papua	15	59.5			5	30.7					20	90.2
Indonesia	283	2,376.5			6	36.7	110	703.4	7	25.9	406	3,142.5
2) Managed by the Provincial Government (1,000ha<A<3,000ha)												
Sumatera	251	311.7					118	226.5	6	7.3	375	545.5
Java	443	388.6			2	2.3			12	15.5	457	406.4
Bali-Nusa Tenggara	91	127.7									91	127.7
Kalimantan	28	30.0					108	167.6	2	2.6	138	200.2
Sulawesi	110	168.2					10	20.8	49	78.0	169	266.9
Maluku- Papua	61	79.2					5	8.5	0	0.0	66	87.7
Indonesia	984	1,105.5			2	2.3	241	423.3	69	103.4	1,296	1,634.5
3) Managed by the Regional Government / Cities (A<1,000ha)												
Sumatera	9,532	988.8	313	6.8			434	135.8	23	5.3	10,302	1,136.7
Java	27,587	1,495.3	2,637	74.4	37	5.2	21	1.6	150	31.5	30,432	1,608.0
Bali-Nusa Tenggara	3,134	339.1	1,674	17.9							4,808	357.0
Kalimantan	1,759	251.0	0	0.0			1,239	365.3	17	6.7	3,015	623.0
Sulawesi	4,554	548.4	934	14.0			24	4.8	66	16.9	5,578	584.1
Maluku- Papua	195	40.6	101	0.4			158	9.1			454	50.1
Indonesia	46,761	3,663.2	5,659	113.6	37	5.2	1,876	516.6	256	60.4	54,589	4,359.0
Total No. of Sites and irrigation Area Managed by Government (1)+ 2)+ 3)												
Sumatera	9,851	1,875.3	313	6.8			605	759.0	30	19.6	10,799	2,660.9
Java	28,123	3,001.3	2,637	74.4	39	7.5	21	1.6	163	50.3	30,983	3,135.1
Bali-Nusa Tenggara	3,276	686.9	1,674	17.9			0	0.0			4,950	704.8

<sup>7</sup> この数値と BPS による Wet land 8.1 百万 ha との間には大きな数値差がある。この数値差の発生要因についてはセクション 3.2.4 “灌漑における課題”で述べる。

Region	Surface		Groundwater		Pump		Tidal		Pond		Total	
	No	Ha	No	Ha	No	Ha	No	Ha	No	Ha	No	Ha
Kalimantan	1,796	321.1			1	6.0	1,400	821.4	19	9.3	3,216	1,157.8
Sulawesi	4,711	1,081.3	934	14.0			38	43.7	120	110.5	5,803	1,249.5
Maluku- Papua	271	179.3	101	0.4	5	30.7	163	17.6			540	228.0
Indonesia	48,028	7,145.2	5,659	113.6	45	44.2	2,227	1,643.3	332	189.7	56,291	9,136.0

出典：Directorate of Irrigation and Lowland (DILL), 水資源総局

表 3.2.5 州別の灌漑タイプ別の灌漑スキーム数と灌漑面積 (2015)

No.	Island	Province	Total No. of Sites and Irrigation Area 1)+ 2)+ 3) as of 2015, by DGWR											
			Surface		Groundwater		Pump		Tidal		Pond		Total	
			No.	Ha	No.	Ha	No.	Ha	No.	Ha	No.	Ha	No.	Ha
1	Sumatera	Aceh	1,400	363,292	66	1,858	0	0	3	5,724	30	19,644	1,499	390,518
2		Sumatera Utara	2,010	420,405	86	1,139	0	0	51	78,871	0	0	2,147	500,415
3		Sumatera Barat	3,209	364,306	49	994	0	0	19	19,720	0	0	3,277	385,020
4		Riau	73	24,269	0	0	0	0	187	189,371	0	0	260	213,640
5		Jambi	468	49,767	0	0	0	0	142	50,340	0	0	610	100,107
6		Sumatera Selatan	731	197,685	0	0	0	0	168	326,040	0	0	899	523,725
7		Bengkulu	787	106,606	0	0	0	0	7	4,389	0	0	794	110,995
8		Lampung	1,117	333,201	112	2,857	0	0	8	52,573	0	0	1,237	388,631
9		Bangka Belitung	48	14,069	0	0	0	0	20	32,017	0	0	68	46,086
10		Kepulauan Riau	8	1,726	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1,726
Sub-total			9,851	1,875,326	313	6,848	0	0	605	759,045	30	19,644	10,799	2,660,863
11	Java	DKI Jakarta												
12		Jawa Barat	5,038	850,044	234	5,722	0	0	0	0	17	15,921	5,289	871,687
13		Jawa Tengah	11,542	953,804	679	16,872	0	0	21	1,556	73	6,295	12,315	978,527
14		DI Yogyakarta	1,279	64,433	151	6,550	3	45	0	0	0	0	1,433	71,028
15		Jawa Timur	8,911	934,683	1,573	45,288	25	6,175	0	0	18	13,806	10,527	999,951
16		Banten	1,353	198,368	0	0	11	1,283	0	0	55	14,279	1,419	213,930
Sub-total			28,123	3,001,332	2,637	74,432	39	7,503	21	1,556	163	50,301	30,983	3,135,123
17	Bali- Nusa Tenggara	Bali	697	107,617	140	2,729	0	0	0	0	0	0	837	110,346
18		Nusa Tenggara Barat	491	230,759	485	7,767	0	0	0	0	0	0	976	238,526
19		Nusa Tenggara Timur	2,088	348,557	1,049	7,413	0	0	0	0	0	0	3,137	355,969
Sub-total			3,276	686,933	1,674	17,909	0	0	0	0	0	0	4,950	704,841
20	Kalimantan	Kalimantan Barat	943	92,632	0	0	0	0	248	178,862	1	1,350	1,192	272,844
21		Kalimantan Tengah	43	15,460	0	0	0	0	498	342,403	3	1,000	544	358,863
22		Kalimantan Selatan	411	115,481	0	0	1	5,987	583	238,122	0	0	995	359,590
23		Kalimantan Timur	341	80,019	0	0	0	0	58	35,257	10	4,246	409	119,522
24		Kalimantan Utara	58	17,464	0	0	0	0	13	26,739	5	2,738	76	46,941
Sub-total			1,796	321,056	0	0	1	5,987	1,400	821,383	19	9,334	3,216	1,157,760
25	Sulawesi	Sulawesi Utara	304	81,461	184	3,747	0	0	0	0	0	0	488	85,208
26		Sulawesi Tengah	481	158,083	178	1,873	0	0	2	11,500	0	0	661	171,457
27		Sulawesi Selatan	2,572	581,692	225	3,135	0	0	4	4,394	84	58,274	2,885	647,495
28		Sulawesi Tenggara	629	148,279	214	1,978	0	0	32	27,808	24	34,695	899	212,761
29		Gorontalo	120	40,947	133	3,277	0	0	0	0	0	0	253	44,224
30		Sulawesi Barat	605	70,805	0	0	0	0	0	0	12	17,500	617	88,305
Sub-total			4,711	1,081,267	934	14,010	0	0	38	43,702	120	110,469	5,803	1,249,450
31	Maluku- Papua	Maluku	148	68,723	23	57	0	0	0	0	0	0	171	68,780
32		Maluku Utara	59	54,426	0	0	0	0	0	0	0	0	59	54,426
33		Papua Barat	30	30,047	0	0	0	0	2	800	0	0	32	30,847
34		Papua	34	26,059	78	345	5	30,740	161	16,797	0	0	278	73,941
Sub-total			271	179,255	101	402	5	30,740	163	17,597	0	0	540	227,994
Indonesia			48,028	7,145,169	5,659	113,601	45	44,230	2,227	1,643,283	332	189,748	56,291	9,136,031

出典：Directorate of Irrigation and Lowland (DILL), 水資源総局

### 3.2.3 灌漑スキームの現状

上記の灌漑スキームは、その多くが 1960 年代から 1970 年代の灌漑開発プロジェクトによって建設されてきた。そのため劣化が進み、機能不全に陥っている施設が多く報告されており、政府はこれら施設の更新を迫られている。一方で、工業用水セクターや上水道セクターによる水利用の需要増の中で、灌漑用水のより効率的な利用を進めるように求められている。しかしながら、従来の施設整備を対象にしたガイドラインやマニュアルでは、施設の更新と効率的な水利用を包括

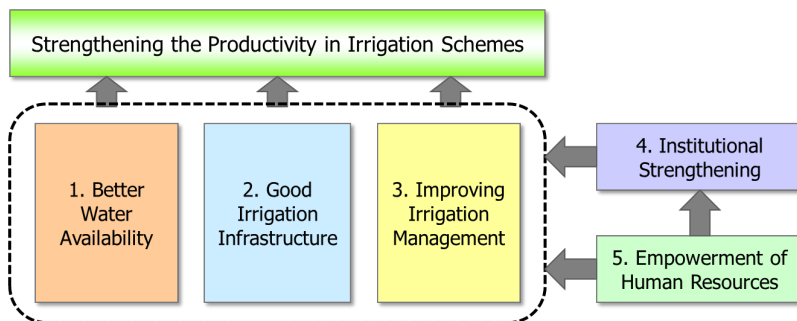


図 3.2.2 灌漑近代化戦略の 5 柱

出典：Directorate General of Water Resources

的に進めることが難しい状況にある。

上記を背景に、インドネシア国政府は、灌漑近代化のコンセプトの下、施設の更新を進める方針としている。灌漑近代化にあたっては、1) 水源の確保、2) 灌漑施設整備、3) 管理強化、4) 組織強化、5) 人材育成、といった5つの柱で進めることとしている（図 3.2.2 参照）。

水資源総局は近代化を進めるためのガイドラインを策定している。この中で、灌漑近代化を判定する指標として灌漑スキーム毎に現状の点数付けを行い、近代化を進める際の判断資料としている。

点数付けは、①灌漑インフラ施設の状況、②水稻の生産性、③運用・維持管理に係る支援施設の状況、④運用・維持管理体制、⑤基礎資料等の整備、⑥水利組合の活動状況といった面から行うこととしている。点数付けの基準を表 3.2.6 に示す。

現行の灌漑スキームは得点に応じて表 3.2.7 に示すように4段階で評価される。そして、灌漑近代化はこの評価に基づいて各政府レベル（中央政府、州政府、地方政府）で取り組むことになっている。

表 3.2.6 灌漑スキーム評価の点数付け基準

No	Description	Score (%)
<b>I</b>	<b>Physical infrastructure</b>	<b>45</b>
1	Main infrastructure	13
2	Waterway	10
3	Building in waterway	9
4	Drainage channels and building	4
5	Entry access	4
6	Office, house, and warehouse	5
<b>II</b>	<b>Planting productivity</b>	<b>15</b>
1	Fulfilling irrigation water demand (k factor)	9
2	Realization of planting area	4
3	Paddy productivity	2
<b>III</b>	<b>Supporting facilities for operation and maintenance</b>	<b>10</b>
1	Operation and maintenance equipment	4
2	Transportation	2
3	Operation and maintenance organizational supplies	2
4	Communication devices	2
<b>IV</b>	<b>Personnel organization</b>	<b>15</b>
1	Operation and maintenance organizational structure	5
2	Personalia (Employment)	10
<b>V</b>	<b>Documentation</b>	<b>5</b>
1	Book of Irrigation Scheme Data	2
2	Maps and pictures	3
<b>VI</b>	<b>P3A/GP3A/IP3A</b>	<b>10</b>
1	GP3A/ IP3A has 'Incorporated' status	1.5
2	GP3A/ IP3A institutional condition	0.5
3	Frequency of meeting	2
4	P3A participation during the survey	1
5	P3A participation in network maintenance and nature disasters	2
6	P3A fund allocation for tertiary canal rehabilitation/ maintenance	2
7	P3A participation in cropping planning and water allocation	1
	<b>Total</b>	<b>100</b>

出典：PEDOMAN TEKNIS MODERNISASI IRRIGASI, DGWR 2018

表 3.2.7 得点と灌漑スキームの評価

得点	Performance Assessment
80 - 100	Excellent
70 - 79	Fair
55 - 69	Moderate and need attention
<55	Need special rehabilitation

出典：PEDOMAN TEKNIS MODERNISASI IRRIGASI, 水資源総局、2018

上記の評価手法を適用して 2017 年に中央政府管轄の 283 灌漑スキームが評価された。評価の結果を表 3.2.8 に示す。283 スキームの内、4 スキームが“Excellent”で、76 スキームが“Fair”、154 スキームが“Moderate and need attention”、49 スキームが“Need special rehabilitation”であった。次期の国家中期開発計画（2020-2024）においては、“Need special rehabilitation”のスキームでは改修に向けた事業が、また、“Moderate and need attention”のスキームでは改修に向けた検討が行われる必要がある。

表 3.2.8 B/BWS の下で実施した灌漑スキームの評価結果 (2017 年)

Score	By BBWS	By BWS	BBWS+BWS	Share	Performance Assessment
80 - 100	1	3	4	1%	Excellent
70 - 79	10	66	76	27%	Fair
55 - 69	30	124	154	54%	Moderate and need attention
<55	4	45	49	17%	Need special rehabilitation
Total	45	238	283	100%	

出典 : Directorate of Operation and Maintenance, 水資源総局

### 3.2.4 灌漑における課題

#### 1) 灌漑面積の計上に係る問題点

水資源総局が示している灌漑面積は、BPS が公表している灌漑水田面積よりかなり大きい。水資源総局による灌漑面積は、中央政府、州政府、県・市政府の 3 レベル毎に分けて整理されている。一方、統計局 (BPS) では農地面積を、農地 (farmland area)、湿地水田 (wetland paddy area)、灌漑水田 (wet-irrigated) および非灌漑水田 (non-irrigated lowland)、あるいは天水田 (rain-fed area) に区分し、それと共に収穫面積、単位収量に基づく生産量を統計値として公表している。

BPS の 2015 年の統計データから島別の農地、湿地水田、灌漑水田、非灌漑水田を表 3.2.9 に、水資源総局による 2015 年 4 月時点の灌漑水田面積と BPS の灌漑水田面積の値の比較を表 3.2.10 に示す。BPS の値は県・市の最小行政単位の値を州や島別に集計したもの、水資源総局の値は州別にまとめられている灌漑タイプ別の値である。

表 3.2.9 農地面積、湿地面積、非灌漑水田面積 (BPS)

No.	Island	Agricultural Land, ha	Wet-lowland, ha	%/ AL	Wet-Irrigated, ha	%/W.I.	Wet non-irrigated, ha
1	Sumatera	9,621,780	2,200,950	23	1,057,473	48	1,143,477
2	Java	6,269,062	3,223,503	51	2,418,162	75	805,341
3	Bali-Nusa-Tenggara	2,690,418	517,826	19	388,884	75	128,942
4	Kalimantan	7,265,582	1,055,877	15	164,954	16	890,923
5	Sulawesi	4,245,138	1,009,453	24	690,825	68	318,628
6	Maluku-Papua	6,960,596	79,784	1	30,793	39	48,991
	Nationwide	37,052,576	8,087,393	22	4,751,091	59	3,336,302

出典 : BPS (2015), BPS stands for Badan Pusat Statistik (Organization Central Statics)

表 3.2.10 水資源総局および BPS による灌漑水田面積値の比較 (右欄 2 列)

No	Island	Province	Total Irrigation Area by Type as of 2015, by DILL, 水資源総局					Total (by BPS)		
			Surface	G. water	Pump	Tidal	Pond	Total	Irrigated Lowland	Comparison
			ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	
1	Sumatera	Aceh	363,292	1,858	0	5,724	19,644	390,518	191,263	49%
2		Sumatera Utara	420,405	1,139	0	78,871	0	500,415	263,943	53%
3		Sumatera Barat	364,306	994	0	19,720	0	385,020	183,374	48%
4		Riau	24,269	0	0	189,371	0	213,640	10,382	5%
5		Jambi	49,767	0	0	50,340	0	100,107	35,222	35%
6		Sumatera Selatan	197,685	0	0	326,040	0	523,725	115,687	22%
7		Bengkulu	106,606	0	0	4,389	0	110,995	62,420	56%
8		Lampung	333,201	2,857	0	52,573	0	388,631	191,932	49%
9		Bangka Belitung	14,069	0	0	32,017	0	46,086	3,124	7%
10		Kepulauan Riau	1,726	0	0	0	0	1,726	126	7%
		Sub-total	1,875,326	6,848	0	759,045	19,644	2,660,863	1,057,473	40%
11	Java	DKI Jakarta						529		
12		Jawa Barat	850,044	5,722	0	0	15,921	871,687	736,635	85%
13		Jawa Tengah	953,804	16,872	0	1,556	6,295	978,527	682,237	70%
14		DI Yogyakarta	64,433	6,550	45	0	0	71,028	44,694	63%
15		Jawa Timur	934,683	45,288	6,175	0	13,806	999,951	851,123	85%
16		Banten	198,368	0	1,283	0	14,279	213,930	102,944	48%
		Sub-total	3,001,332	74,432	7,503	1,556	50,301	3,135,123	2,418,162	77%
17	Bali-Nusa Tenggara	Bali	107,617	2,729	0	0	0	110,346	75,360	68%
18		Nusa Tenggara Barat	230,759	7,767	0	0	0	238,526	209,622	88%



No	Island	Province	Total Irrigation Area by Type as of 2015, by DILL, 水資源総局					Total (by BPS)		
			Surface	G. water	Pump	Tidal	Pond	Total	Irrigated Lowland	
			ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	Comparison
19		Nusa Tenggara Timur	348,557	7,413	0	0	0	355,969	103,902	29%
<b>Sub-total</b>			<b>686,933</b>	<b>17,909</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>704,841</b>	<b>388,884</b>	<b>55%</b>
20	Kalimantan	Kalimantan Barat	92,632	0	0	178,862	1,350	272,844	80,389	29%
21		Kalimantan Tengah	15,460	0	0	342,403	1,000	358,863	17,220	5%
22		Kalimantan Selatan	115,481	0	5,987	238,122	0	359,590	47,877	13%
23		Kalimantan Timur	80,019	0	0	35,257	4,246	119,522	13,417	11%
24		Kalimantan Utara	17,464	0	0	26,739	2,738	46,941	6,051	13%
<b>Sub-total</b>			<b>321,056</b>	<b>0</b>	<b>5,987</b>	<b>821,383</b>	<b>9,334</b>	<b>1,157,760</b>	<b>164,954</b>	<b>14%</b>
25	Sulawesi	Sulawesi Utara	81,461	3,747	0	0	0	85,208	45,761	54%
26		Sulawesi Tengah	158,083	1,873	0	11,500	0	171,457	113,508	66%
27		Sulawesi Selatan	581,692	3,135	0	4,394	58,274	647,495	383,507	59%
28		Sulawesi Tenggara	148,279	1,978	0	27,808	34,695	212,761	85,701	40%
29		Gorontalo	40,947	3,277	0	0	0	44,224	27,066	61%
30		Sulawesi Barat	70,805	0	0	0	17,500	88,305	35,282	40%
<b>Sub-total</b>			<b>1,081,267</b>	<b>14,010</b>	<b>0</b>	<b>43,702</b>	<b>110,469</b>	<b>1,249,450</b>	<b>690,825</b>	<b>55%</b>
31	Maluku-Papua	Maluku	68,723	57	0	0	0	68,780	12,359	18%
32		Maluku Utara	54,426	0	0	0	0	54,426	9,213	17%
33		Papua Barat	30,047	0	0	800	0	30,847	6,873	22%
34		Papua	26,059	345	30,740	16,797	0	73,941	2,348	3%
<b>Sub-total</b>			<b>179,255</b>	<b>402</b>	<b>30,740</b>	<b>17,597</b>	<b>0</b>	<b>227,994</b>	<b>30,793</b>	<b>14%</b>
<b>Nationwide</b>			<b>7,145,169</b>	<b>113,601</b>	<b>44,230</b>	<b>1,643,283</b>	<b>189,748</b>	<b>9,136,031</b>	<b>4,751,091</b>	<b>52%</b>

出典：Irrigated area by type: 水資源総局 (2015), Irrigated lowland indicated in the 2nd column from the right: BPS (2015)

BPS データによると、全農地面積 37,052,576 ha (国土の約 19%) の中で、湿地水田は 8,087,393 ha (全農地面積の 22%)、灌漑水田は 4,751,091 ha (湿地水田の 59%) を示している。したがって、非灌漑水田は 3,336,301 ha (湿地水田の 41%) と算定される。他方、表 3.2.10 によると、水資源総局は、インドネシア全国の表流水の灌漑面積は 7,145,169 ha で、灌漑タイプ別の面積を合算すると全灌漑面積は 9,136,031 ha と報告している。すなわち、BPS と水資源総局が報告する灌漑総面積については、約 2 倍もの差があることになる。

水資源総局はこの数値の不一致を認識しており、これは、灌漑面積が重複して計上されていることによるとしている。すなわち、灌漑スキームの面積規模によって異なる運用・管理体制間のデータ計上に重複があるとしている。例えば、3,000ha 以上の灌漑スキームは中央政府が運用・管理するが、実際には取水施設のみを運用・管理し、取水後の幹線水路やそれに続く支線水路以下の管理は地方政府が代行している場合が多い。その場合、BBWS/BWS は中央政府管理の面積として報告する一方で、州政府や県・市政府は、代行しているそれぞれの面積範囲を灌漑面積として報告している。この結果、2 重計上となっている。

図 3.2.3 に管理面積の重なりの実例を示す。ピンクでハッチされた範囲は中央政府による管理範囲、黄色のハッチ部分は県・市政府単独の管理範囲である。両方のハッチが重なったところは両政府が各々灌漑面積として報告した範囲である。実際のとこ

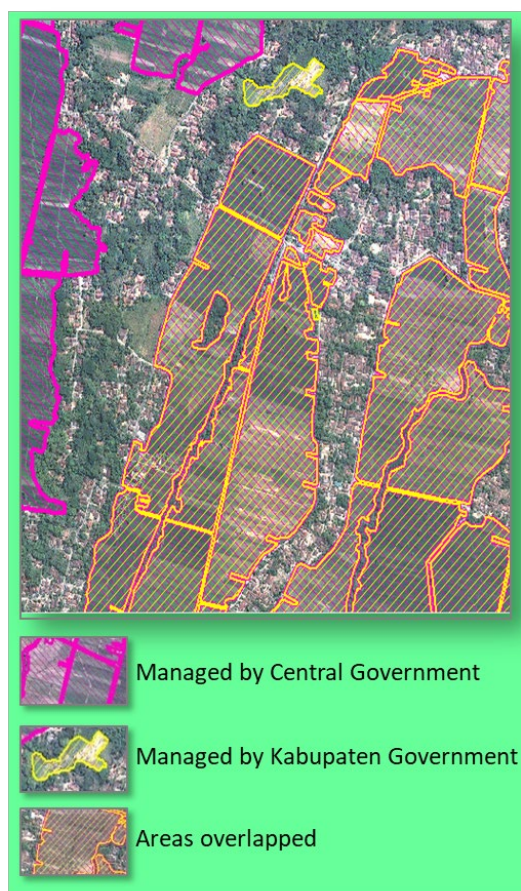


図 3.2.3 面積の重なり図例

出典：DILL, DGWR

ろ、ピンクと黄色の重なり部分は中央政府が開発したが、その後、運用・管理は県・市政府に移管されている状況にある。

水資源総局は灌漑地区にはこのような面積の多重計上があるとの認識の下、BBWS/BWS、州政府および県・市政府から灌漑面積の情報収集を始めている。2018～2019年現在、GIS上で検証作業を実施中である。2018年末には全土34州の中から15州の表流水灌漑スキームの検証作業を完了した。2019年7月時点では19州が未作業であるが、既に作業を終了した15州にはインドネシア全土の灌漑面積の約80%が分布しているとされている。

表3.2.11は、15州の検証結果を水資源総局の元データやBPSのデータと合わせて示したものである。なお、この表に示す水資源総局の元データは表流水の灌漑面積のみである。また、BPSのデータ分類によると、潮汐灌漑は灌漑水田ではなく天水田とされている。よって、この表に示すBPSの灌漑データには潮汐灌漑地区は含まれていない。

表3.2.11 DILLによる表流水灌漑面積の検証結果とBPSの灌漑面積の比較

Province	DILL Original (2015), ha 1/	BPS (2015), ha	DILL Verified (2018), ha 2/	Comparison b/w DILL Original, DILL Verified, and BPS	
	(a)			(b)	(c)
<b>Sumatera</b>					
Aceh	363,292	191,263	157,022	43%	82%
Sumatera Utara	420,405	263,943	155,561	37%	59%
Sumatera Barat	364,306	183,374	154,266	42%	84%
Sumatera Selatan	197,685	115,687	83,529	42%	72%
Lampung	333,201	191,932	182,013	55%	95%
<b>Java</b>					
Jawa Barat	850,044	736,635	633,146	74%	86%
Jawa Tengah	953,804	682,237	674,420	71%	99%
DI Yogyakarta	64,433	44,694	36,341	56%	81%
Jawa Timur	934,683	851,123	851,568	91%	100%
Banten	198,368	102,944	101,474	51%	99%
<b>Bali Nusa Tenggara</b>					
Bali	107,617	75,360	72,150	67%	96%
Nusa Tenggara Barat	230,759	209,622	149,102	65%	71%
<b>Kalimantan</b>					
Kalimantan Barat	92,632	80,389	30,244	33%	38%
Kalimantan Selatan	115,481	47,877	73,186	63%	153%
<b>Sulawesi</b>					
Sulawesi Selatan	581,692	383,507	388,150	67%	101%
<b>Total for 15 Provinces</b>	<b>5,808,402</b>	<b>4,160,587</b>	<b>3,742,171</b>	<b>64%</b>	<b>90%</b>

Note 1/ 表流水灌漑を示す。2/ 2018年末時点でDILLの実証作業は表流水灌漑のみを行っている。  
出典：DILL (2015, 2018), BPS (2015)

上表の検証結果によると、水資源総局の検証後の灌漑面積は水資源総局の元データの64%であった。これは面積の重なりを含む元データの約2/3である。このことから、表流水灌漑面積の約1/3は灌漑面積が重複して報告されていた部分であったことを示唆している。水資源総局の検証後の灌漑面積とBPSの灌漑面積を比較すると、15州の総計で90%の値を示し比較的良好な結果といえる。ただし、個別にみると、大きな差がある州としてSumatera Utara (59%)、Kalimantan Barat (38%)、Kalimantan Selatan (153%) 等がある。

## 2) 灌漑タイプ分類における不整合；潮汐灌漑

水資源総局は灌漑スキームを、1) 表流水、2) 地下水、3) ポンプ、4) 潮汐、および5) ため池<sup>8</sup>の灌漑タイプに分類している。ここで、潮汐灌漑タイプの面積は表流水タイプの灌漑面積に次い

<sup>8</sup> ここでいうため池とは農地のための灌漑用ため池ではなく、養殖池のことである。水資源総局は養殖池（多くは汽水）への

で大きい。この潮汐を利用した灌漑は、水資源総局では灌漑面積として計上しているが、他方、BPS の統計データでは、この潮汐灌漑地区は灌漑面積としては勘定しておらず、天水田の面積に含めている（図 3.2.4 参照）。

表 3.2.12 に水資源総局と BPS の灌漑面積の比較を島別に示す。潮汐の影響を受ける沼沢地の分布はスマトラ島やカリマンタン島に最も多く、次いでスラウェシ島やパプア・マルク島で、ジャワ島やバリ・ヌサテンガラ島にはほとんどない。

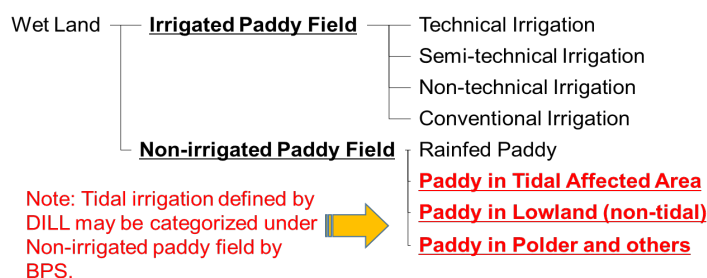


図 3.2.4 灌漑水田と非灌漑水田の区分

出典：Land Area by Utilization, BPS (2015)

表 3.2.12 水資源総局と BPS の灌漑水田面積とその比較(右 2 列)

Island	Total Irrigation Area by Type as of 2015, by DILL, 水資源総局						Total (by BPS)	
	Surface	G. water	Pump	Tidal	Pond	Total	Irrigated Lowland	
	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	Comparison
Sumatera	1,875,326	6,848	0	759,045	19,644	2,660,863	1,057,473	40%
Java	3,001,332	74,432	7,503	1,556	50,301	3,135,123	2,418,162	77%
Bali/ Nusa Tenggara	686,933	17,909	0	0	0	704,841	388,884	55%
Kalimantan	321,056	0	5,987	821,383	9,334	1,157,760	164,954	14%
Sulawesi	1,081,267	14,010	0	43,702	110,469	1,249,450	690,825	55%
Maluku-Papua	179,255	402	30,740	17,597	0	227,994	30,793	14%
Nationwide	7,145,169	113,601	44,230	1,643,283	189,748	9,136,031	4,751,091	52%

出典：Irrigated area by type: 水資源総局 (2015), Irrigated lowland (BPS 2015)

島別に灌漑タイプ別の灌漑面積を明確にすることは難しいが、潮汐水田が広く分布しているスマトラ島とカリマンタン島では、BPS の灌漑面積は DILL の灌漑面積の 40% および 15% となっている。このような面積差が生じた理由は水資源総局による灌漑面積の多重計上に加えて、BPS は潮汐水田を灌漑水田として計上していないことが挙げられる。

### 3.3 インドネシア国および隣国における食料安全保障の枠組み

#### 3.3.1 インドネシア国の食料安全保障に関する政策方針

インドネシア国においては 2012 年に食料法が制定され、食料主権、食料自給自足、食料安全保障の 3 つのレベルの食料安全保障が定められている。同法では、食料主権を「国家が独立して食料政策を策定すること」、食料自給を「多様な食料を自国で生産する能力」、そして食料安全保障を、「国家が個人のレベルまで食料の充足を図ること」、と定義している。

##### 1) 農業省の食料安全保障に関する政策

農業省の政策については、同省の中期戦略計画 (2015-2019 年) に記述がある。大統領の政策優先アジェンダである NAWACITA に基づき、農業における最優先課題の一つが食料主権である。食料主権の政策的方向については、主食の生産増加、食料価格の安定化、栄養化の高い安全で良質な保証された食材の提供、食品事業の活発化を通じて食料自給に向けた食料安全保障の安定化を目指すとしている。

##### 2) 公共事業住宅省水資源総局の政策

水資源総局の 2015 年～2019 年の 5 ヶ年戦略計画では、同総局の戦略目標として、“食料主権、

用水供給にも責を有している。したが、ため池灌漑として面積 (ha) が報告されているが、農地面積ではなく、ため池の表面積が報告されている。



水主権、エネルギー主権を実現するために、水資源インフラの信頼性を高める”ことを謳っている。この目標を達成するために、1) 灌漑に関する業務能力の向上、2) 原水供給の施設とインフラの向上、3) 水源容量の向上、4) 水源からのエネルギー生産可能量の向上、5) 被害を受けた発電制御施設能力の向上、6) 水資源保全に関する努力の向上、7) 水資源管理統合の向上等を施策として挙げている。

### 3.3.2 インドネシア国における食料安全保障にかかる施策

インドネシア国の食料安全保障に係る施策としては、肥料に対する補助、種子に対する補助、農業機械に対する補助等がある。この内、最も投入資金が多いのが種子に関する補助である。食料安全保障関連予算における肥料補助の割合は極めて大きく、毎年、概ね 25%から 30%を占めている。またその規模は農業省の全予算に匹敵する。

#### 1) 肥料に対する補助

同国における肥料補助は長い歴史を持っているが、現在の補助事業が導入されたのは 2003 年からである。本補助事業は国内生産された肥料（尿素等）を 2ha 以下の農地を持つ農家<sup>9</sup>の需要に応じ、政府により設定された小売価格（HET: Harga Eceran Tertinggi）で供給するものである。政府により設定される HET は COGS (Cost of Goods Sold) よりも低く設定されることから、小規模農家は必要な量の肥料を安価で入手することが出来るシステムとなっている。

図 3.3.1 に肥料補助金額および尿素における HET と COGS の推移を示す。肥料補助事業が再開された 2003 年時点で 7,940 億 Rp であった補助金額は、2008 年時点で 15 兆 Rp と急速に増大、その後も増加し、2014 年時点では 21 兆 Rp となっている。

引き続き増加傾向にある肥料補助であるが、政府補助による肥料を含むインドネシア全国における肥料消費量の推移について図 3.3.2 に示す。肥料の総消費量は 2012 年時点で 1,170 万トンであり、2007 年時点から年率平均 6.5%で堅調に増加している。また、この総消費量のうち、例年 70~80%は政府補助による肥料であることから、同国における肥料消費には政府の補助金が非常に大きな役割を果たして

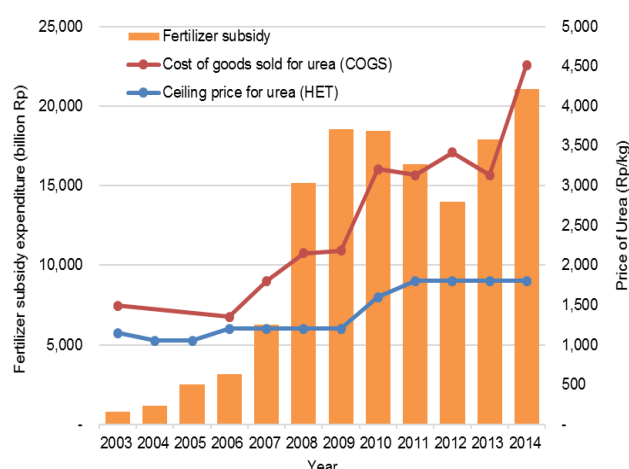


図 3.3.1 肥料補助金額および尿素価格の推移 (2003 年～2014 年)  
 出典：OECD Review of Agricultural Policies: Indonesia 2012 (OECD, 2012) and Fertilizer Subsidies-Which Way Forward? (IFDC/FAI Report, 2017)

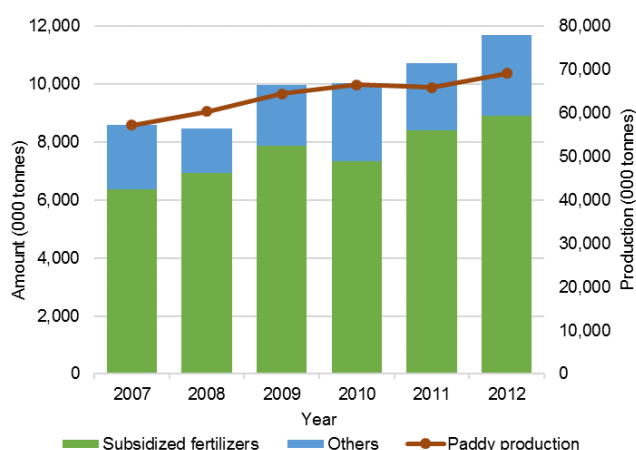


図 3.3.2 インドネシアにおける肥料消費量およびコメ生産量の推移

Notes: Fertilizer includes urea, SP-36, ZA, NPK and organic  
 出典：Indonesia Fertilizer Producer Association, 2014 and Production of Food Crops 2007-2012 (BPS, 2007-2012)

<sup>9</sup> 肥料補助は作付面積 2ha 以下の農家、1ha 以下の養殖を行う農家に限る（2008 年農業省令に基づく）



いることが判る。なお、図中の赤線で示したコメの生産量の推移が示す通り、コメの生産量の増加と肥料の消費量には明らかな相関関係があることが判る。

### 2) 種子に対する補助

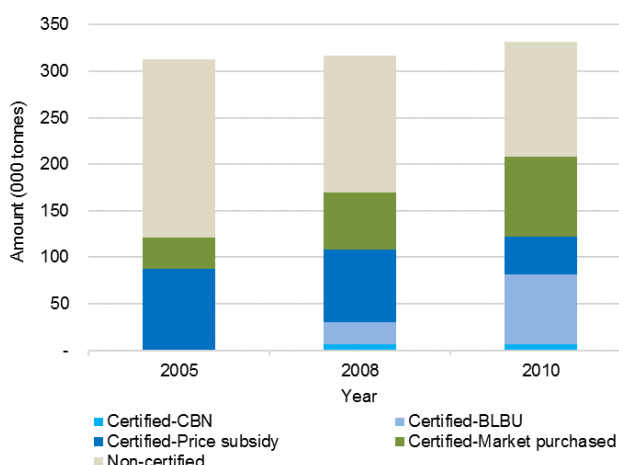
肥料と同様に種苗も農業生産活動を行っていくうえで重要な投入物である。インドネシア国において食用作物生産における種苗コストは総生産コストの3~8%を占めている。また、農産物の生産性を向上させるためには良質の種子の使用を促進していくことが肝要である。そのため、インドネシア政府は農家のインセンティブを高めることと農産物の生産性を高めることを目的に、3種類の種苗補助プログラムの下で優良な種子の供給を行っている（表 3.3.1）。

**表 3.3.1 プログラム別の種苗補助金額の推移（2005年～2010年） 単位: billion Rp**

Particulars	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1) Price subsidy	80.0	99.0	71.3	110.0	120.5	93.7
2) National Seed Reserve (CBN)	-	37.9	86.1	177.0	372.2	261.1
3) Direct Superior Seed Aid (BLBU)	-	-	222.5	597.5	1,035.2	1,642.6
<b>Total</b>	<b>80.0</b>	<b>136.9</b>	<b>379.8</b>	<b>884.5</b>	<b>1,527.9</b>	<b>1,997.4</b>

出典：OECD Review of Agricultural Policies: Indonesia 2012 (OECD, 2012)

上表の1つ目は政府による国営種子会社への補助金の支払いを通じた価格支持である。農家は国営種子会社で生産された種子を指定された店舗にて安価で購入することが可能である。二つ目の国家種子備蓄（CBN: Cadangan Benih Nasional）は政府が無償で認証種子を配布するもので、自然災害を受けた農家および村落で新しい種子を広めたいとする農家に対して提供されている。最後の優良種子直接援助についても無償で認証種子（コメ、メイズおよびダイズ）を配布するプログラムである。この3つの種苗補助金額の合計は2005年時点の800億Rpから2010年時点の2兆Rpへと大きく増加している。これらのプログラムの推進により、2005年時点では植えられたコメのわずか40%が認証種子によるものであったものの、2010年時点で63%近くにまで増加している（図 3.3.3）。



**図 3.3.3 コメ認証種子使用量の推移**

出典：OECD Review of Agricultural Policies: Indonesia 2012 (OECD, 2012)

### 3) 農業機械に対する補助

肥料や種苗の供給と並び、農業における生産性を維持していくためにカギとなるのが農業機械の導入である。農業従事者人口が減少している昨今の状況においては、農作業の負担を軽減すること、かつ労働生産性を高めるために農業の機械化が必要不可欠となっている。他方、OECDの報告によると、インドネシア国の農業機械の導入程度は周辺の東南アジアよりも低く、トラクターの導入台数も増加傾向にあるものの2010年時点ではわずか3.1台/1,000人に留まっている。

このことからインドネシア政府は農業機械の農家および農家グループに対する助成を積極的に推進している。表 3.3.2 に機種別の農業機械助成台数の推移を示す。特に近年においては機械化程度の低い播種/移植作業や収穫作業をターゲットに移植機やコンバインハーベスターの導入に力を入れている。

表 3.3.2 機種別の農業機械助成台数の推移 (2007年～2015年) 単位: 台数

Particulars	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
2w Tractor	6,166	1,198	3,895	4,365	2,131	18,343	3,996	7,635	27,749
4w Tractor	16	9	0	7	47	80	141	0	1,429
Rice Transplanter	N.A.	N.A.	N.A.	30	174	0	153	279	5,879
Combine Harvester	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0	0	0	3,235

出典: Agricultural infrastructure and facilities in 2007-2011, 2009-2013, 2010-2014 and 2012-2016 (Ministry of Agriculture, 2012, 2014, 2015 and 2017)

### 3.3.3 現在の食料(コメ)安全保障の枠組み

食料安全保障庁は農業省の一総局として、大統領 177 号/2001 年に従って発足した組織である。食料安全保障と食の多様化に関する政策面での調整・政策形成を担うことが、農業省の省令第 43 号 2015 年で定められている。また、2005 年以降、政府備蓄米の管理は、公社である食料調達公社 (Perum BULOG、以下 BULOG) が担っている (大統領令第 48 号 2016 年)。

食料安全保障上の BULOG の役割は大きく分けて 3 つあり、1 つ目は、政府買取価格 (GPP) として規定されている価格にてコメ (粳米・精米の両方) の買い付けを実施すること、2 つ目は、貧困者に対する支援プログラム (RASKIN) にて低所得者層に対して政府補助金によるコメの低価格での販売を行うこと、3 つ目は、緊急・災害時やその他の食料安全保障上の危機に際して、BULOG が管理している政府備蓄米の配給や流通を担うことにより、価格の安定化に寄与することである。

BULOG は 26 の地方部局、101 の地方支部局、463 の倉庫を全国に持っており、聞き取りによると、全倉庫を合わせた備蓄能力は約 3.6 百万トンである。BULOG は、精米で 100 万トンの在庫を常時保有することが義務付けられており、これを下回ることが予想される場合には、国内調達や輸入などの手段をとることとなる。

コメの流通量のうち BULOG を通じて取引される量について図示すると、図 3.3.4 の通りである。

BULOG を通じて流通しているコメ

は全体の 5～10%程度であると想定されるが、したがって政府のコメ市場に対する統制力は限定的であるといえる。BULOG が調達し流通されるコメは、主として貧困削減政策と市場介入政策に用いられる。以下では、市場介入の各手段に関しての概要を記載する。

#### 1) 価格安定化政策

価格安定化政策は、食糧安全保障政策上コメ生産農家がコメ生産を継続することが不可欠であることから、生産を担う農家の安定的な収益確保を目指して行っている。具体的には、貿易大臣が定める天井 (Ceiling) 価格を市場価格が上回る際には、BULOG は天井価格を上限として販売し、反対に最低 (Floor) 価格を市場価格が下回っている際には、政府買取価格にて買取を行っている。

最低価格の導入は、大統領令 6 号/2002 年に規定されている政府が定めた買取価格にて BULOG が調達を行うことによって農家の収入を一定程度保障するための制度である。その後コメの国内

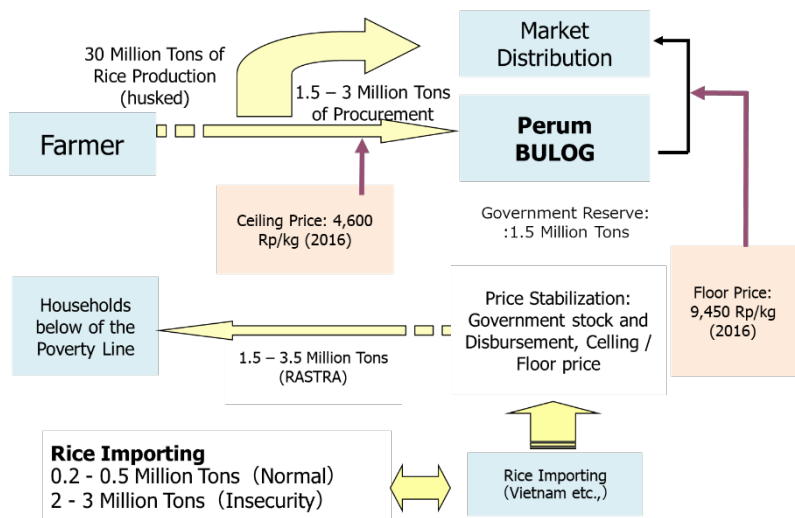


図 3.3.4 BULOG を通じた市場介入政策の枠組み

出典: BULOG への聞き取りを基に JICA プロジェクトチームが作成

市場の状況に応じて1~2年に1回程度価格の更新がなされている。なお、近年の精米所価格は常に政府買取価格を上回る状況が続いているため、BULOGが市場でコメを調達することは難しくなっている(図3.3.5参照)。そのため、不足分の備蓄米を補うためのコメの輸入が実施されている。

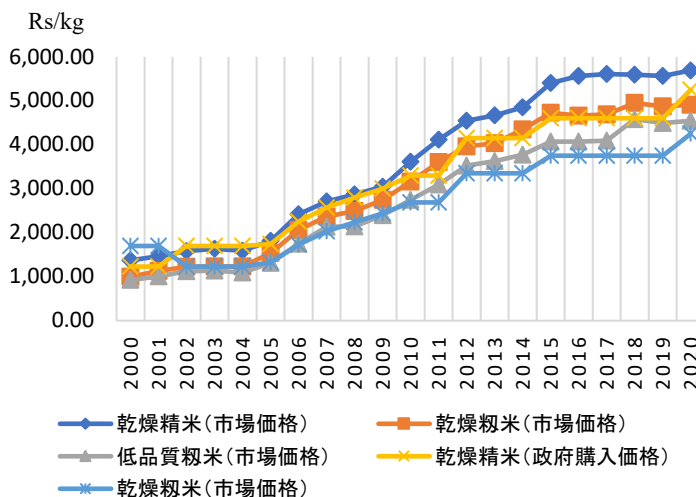


図 3.3.5 精米所平均価格および政府買取価格の推移  
出典: BPS のウェブサイトに基づき JICA チーム作成

## 2) 政府食料備蓄

食料法 2012 には、「食料主権、食料自給、食料安全保障の実現のため、政府は国家備蓄に関する決定を行うこと、その国家備蓄とは、政府備蓄、地方備蓄、コミュニティ備蓄から構成される」と記載されている。上述の通り、中央政府の備蓄については BULOG が調達・流通・管理を担っている。地方備蓄は、州と県などの各段階における地方政府が管理を担い、そしてコミュニティ備蓄は食料備蓄コミュニティ (LBM) と呼ばれる農村部の組織が管理している。

上記3つの形態でのコメ備蓄を合わせると、インドネシア国のコメの国家備蓄量は合計で約1.55百万トンであると推定される。これらのほとんどは BULOG によって管理される政府備蓄米である。すなわち、州や地方政府においても備蓄が定められているものの、実際には定められている備蓄のわずか17%程度しか達成されていない(2018年時点)。

上記3つの形態でのコメ備蓄を合わせると、インドネシア国のコメの国家備蓄量は合計で約1.55百万トンであると推定される。これらのほとんどは BULOG によって管理される政府備蓄米である。すなわち、州や地方政府においても備蓄が定められているものの、実際には定められている備蓄のわずか17%程度しか達成されていない(2018年時点)。

## 3) 輸入規制および BULOG を通じた輸入

輸入に関しては、BULOG とライセンス保有の民間業者に主体を限定している。BULOG は通常のコメ輸入に加えて、米粉ともち米粉を含む国内産業の材料としてのコメの輸入を行う。対する、特定消費用(和食などの外国食提供用等)<sup>10</sup>にインドネシア国内で生産されていないコメの調達を目的とした輸入は、民間業者が担っている。

図 3.3.6 は、2008 年~2015 年の全輸入量のうち、BULOG による輸入分と民間部門(その他)による輸入分の内訳を示している。民間部門による輸入は50万トン前後で安定している。他方、BULOG の輸入量は国内生産量の作況により、0~数百万トン規模まで年によって大きく変動することが特徴である。8年間の平均をとると、約3分の2が BULOG による輸入、3分の1が民間部門(その他)

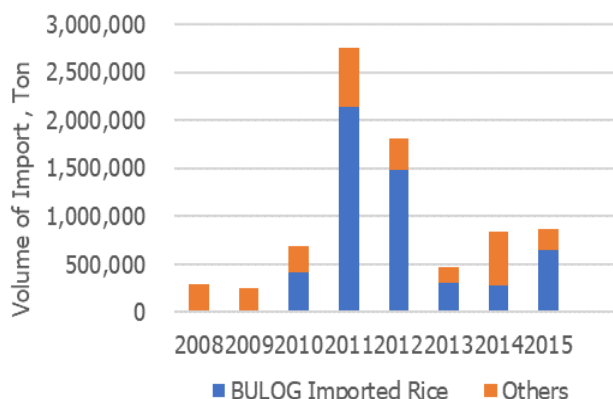


図 3.3.6 全輸入量および BULOG と民間部門による輸入量の内訳  
出典: 各年度の BULOG 年次報告書と BPS ウェブサイトから整理

<sup>10</sup> 農業省省令第48号2017年には、特定の特徴を持った特別米の定義と、特別米として販売するにあたって満たすべき条件について定められている。この省令によると、特別米とは次のいずれかに該当するコメのことをいう。a. もち米、赤米、黒米; b. 健康食品米; c. 有機栽培米; d. 地理的表示米; e. ローカル品種; f. 国内で生産することのできない特定のコメ(第3条)

による輸入となっている。

### 3.3.4 ASEAN 諸国における食料安全保障とインドネシアとの関係

#### 1) ASEAN の食料安全保障の概観

表 3.3.3 は、2015 年～2019 年までの ASEAN におけるコメを巡る状況である。域内のコメ生産は 1.3 億トンから 1.47 億トンで、域内の国内消費量（1.02 億トン～1.1 億トン）を常に 20～30% 上回っている。その差分は、輸出もしくは備蓄に勘定される。域内のコメ輸出量は、1,900 万トンから 2,200 万トンで比較的安定しているが、輸入量は、180 万トンから 440 万トンの間でかなり変動している。年初備蓄量の国内消費量に対する比は、2015 年の 35%から 2017 年の 76%まで差がある。

表 3.3.3 ASEAN 諸国におけるコメを巡る状況

Items	2015	2016	2017	2018	2019*	2019 / 2015
1. Supply	171.67	191.55	214.27	192.74	197.74	115%
1.1 Beginning Stock (BS)	38.03	57.58	78.10	45.82	48.54	128%
1.2 Production	131.83	130.98	133.76	142.57	146.99	111%
1.3 Import	1.82	2.99	2.41	4.35	2.20	121%
2. Demand	171.67	191.55	214.27	175.81	178.11	104%
2.1 Domestic Utilization (DU)	109.50	103.56	102.11	105.77	107.37	98%
2.2 Export	21.25	19.27	19.79	21.50	21.27	100%
2.3 Ending Stock	40.93	68.72	92.37	48.54	49.46	121%
3. Production/DU	120.39	126.47	130.99	134.79	136.90	114%
4. Beginning Stock/DU	34.73	55.60	76.49	43.32	45.21	130%

出典: Highlights of Rice Outlook, ASEAN Agricultural Commodity Outlook Report (based on Report issued in December each year)

ブルネイとシンガポールを除いた 8 カ国のコメの備蓄量（2017 年～2019 年）に関しては（表 3.3.4）、カンボジアとタイの率が常に 200%程度（180%～260%）と高く、ミャンマー（40%～50%）、ラオスとマレーシア（20%～30%）、フィリピンとベトナム（14%～20%）と続き、インドネシア国は 3%～7%となっている。インドネシア国の場合は、備蓄政策で定められる範囲（100 万トン～200 万トン）に含まれている。

表 3.3.4 ASEAN 諸国のコメ備蓄量（2017-2019） 単位：百万トン

Country	2017			2018			2019*		
	Beginning Stock	Domestic Utilization	%	Beginning Stock	Domestic Utilization	%	Beginning Stock	Domestic Utilization	%
ASEAN	45.74	104.86	44	45.82	105.77	43	48.54	107.37	45
Brunei	N/A								
Cambodia	7.99	4.24	189	9.85	4.38	225	11.46	4.40	261
Indonesia	1.73	34.95	5	0.98	35.39	3	2.42	35.92	7
Lao PDR	0.81	2.57	31	0.66	2.66	25	0.54	2.74	20
Malaysia	0.53	2.40	22	0.47	2.38	20	0.71	2.55	28
Myanmar	5.81	14.05	41	7.64	14.67	52	7.46	14.71	51
Philippines	2.76	13.97	20	2.29	13.56	17	1.97	13.90	14
Singapore	0.00	0.26	0	0.00	0.30	0	0.00	0.32	0
Thailand	21.78	10.80	202	20.40	10.92	187	21.04	11.33	186
Vietnam	4.32	21.62	20	3.54	21.50	16	2.94	21.51	14

出典: ASEAN Agricultural Commodity Outlook No. 20, Dec. 2018, \* AFSIS Secretariat Estimate

#### 2) ASEAN における食料安全保障政策の枠組

ASEAN における食料安全保障に関しては、1979 年に ASEAN 食料安全保障備蓄協定への署名が行われ、同協定の中で地域の緊急的な要求に応えることを目的として、「ASEAN 緊急コメ備蓄 (AERR)」が設立された。現在、87,000 トンの備蓄量がブルネイ 3,000 トン、インドネシア 12,000 トン、マレーシア 6,000 トン、フィリピン 12,000 トン、シンガポール 5,000 トン、タイ 15,000 トン

ン、ベトナム 14,000 トン、カンボジア 3,000 トン、ラオス 3,000 トン、そしてミャンマー 14,000 トンとして割り当てられている。

これまで AERR システムは一度も発動されていない。これは、87,000 トンという量が ASEAN の域内流通を含めた平均の輸入量（200～300 万トン）に比べて極めて小さい（3%～4%）こと、また、緊急時の定義が、“加盟国が極端で予測していない自然災害、人災の影響を受け、国家備蓄でも対応が出来ず、通常の貿易でも必要な供給が調達できないような場合（協定第 4 条 5 項）”、と厳格な規定となっているためと考えられる。

### 3) ASEAN プラス 3 緊急コメ備蓄協定

日本、中国、韓国 3 カ国の農林業大臣を加えた第 2 回の ASEAN 農林業大臣会合（AMAF）において、地域の食料安全保障を強化するとともに貧困撲滅を図ることを目的に、東アジア緊急コメ備蓄（EAERR）設立に係るパイロットプロジェクトの開始が決定された。同プロジェクトでは、既に ASEAN 加盟国に割当てされている量（コメ 87,000 トン）に加えて、日本が 25 万トン、中国が 30 万トン、韓国が 15 万トンの割当備蓄を表明した。

その後、第 9 回の AMAF（ASEAN 農林業大臣会合）+3 カ国会合において、EAERR パイロットプロジェクトを終了し、恒久的な仕組みである ASEAN+3 緊急コメ備蓄（APTERR）への改変を決定した。第 11 回の ASEAN+3 農林業大臣会合では、地域の長期の食料安全保障と住民の生計を確保するため、2011 年 10 月 7 日に APTERR 協定に署名している。APTERR の基本的な仕組みは、イアマーク（申告式）緊急コメ備蓄と現物備蓄で構成されており、EAERR から大きく変わっていない。

### 4) 日本の食料備蓄政策

日本の食料供給政策は、国内生産を主として、輸入と備蓄とを適切に組み合わせることを基本としている。備蓄に関して日本の農林水産省は、緊急事態食料安全保障指針（平成 27 年 10 月改訂）を取りまとめ、その中でコメ、食用小麦および飼料用穀物（トウモロコシと高粱）の 3 品目について備蓄のレベルを設定している。コメの備蓄に関しては、10 年に一度想定される不作時に対応できるよう、100 万トンの備蓄がなされている。

### 3.3.5 インドネシアにおける農地転用規制と日本の事例

#### 1) 持続可能な食料農地（LP2B: Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan）

農業セクターは土地利用を基礎としたセクターである。他方で近年の人口増加と都市化・工業化の進展により農地の他用途転用が進行しており、農業生産活動にかかる最も大きな課題として認識されている。この農地の他用途転用の現状に対処するため、インドネシア国政府は空間計画に基づいて進められる持続可能な食料農地（LP2B: Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan）に関する法律 2009 年第 41 号を発行している。

LP2B の対象は、灌漑農地、潮汐および非潮汐の干拓地、もしくは非灌漑農地であり、コメを含む主要作物の農地の持続的な保護を主目的としている。本法律における農地保護は 2 つの主要なメカニズムで構成されており、第一は、LP2B となる地域に関する地域法（PERDA）を発行することで農地転換を規制（禁止）するものであり、第二は、農民に農業活動を維持するためのインセンティブを与えることによって農地転換を防止するものである。

インセンティブとして具体的には、土地税の削減、農業インフラの整備、高収量品種への研究開発の資金調達、農業情報や技術へのアクセスのし易さ、農業投入材の提供、農業投入材の確保



などが挙げられる。すなわち、これらインセンティブを付与することによって農業の経済的価値を高め、農家が土地を他の用途に転換する可能性を減らしていくことを目論んでいる。

LP2B が適切に実施されることで農地転用の減少、ひいては国家の食料安全保障の維持が期待される。しかしながら、2009 年に制定された LP2B の実施進捗は必ずしも順調とは言えない状況にある。BAPENAS による 2015 年に行われた LP2B の実施状況評価の報告によると、州の空間計画に LP2B を設定している州は 4 州のみとなっている（表 3.3.5）。さらに、Kabupaten/Kota レベルの空間計画では LP2B を設定した Kabupaten は 174 のみ（全国では 416）、Kota では 18（全国では 98）のみの設定に留まっている。

表 3.3.5 地域別の LP2B を含む RTRW 規制の発行状況（2015 年）

Administrative level	No.	No. of RTRW regulations	No. of local regulations that stipulate LP2B	LP2B land area (ha)	Wetland area (ha)
Province	34	25	4	2,410,299.89	2,389,078.00
Kabupaten	416	329	174	5,482,338.34	4,306,406.76
Kota	98	84	18	20,172.25	29,774.76

出典：Evaluasi Implementasi Kebijakan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) (BAPPENAS, 2015)

## 2) 農地転用規制にかかる日本の事例

日本においては、住宅、工業、商業目的などの他目的への農地転換のためには、以下の 2 つの施策の下で指定された設定基準をクリアすることが必要となる。

- ✓ 農業上の土地利用のゾーニング（農業振興地域制度、「農業振興地域の整備に関する法律」法律第 58 号、1969 年）
- ✓ 個別転用を規制（農地転用許可制度、「農地法」法律第 229 号、1952 年）

農業振興区域<sup>11</sup>のゾーニングの下、農業振興区域開発法に基づき、市町村行政は「排他的農業区域 (EAA)」を含む農業振興区域開発計画を策定しなければならない。この EAA 内においては、農地の転用は許可されないこととなる。原則として、灌漑や排水事業、圃場整備事業、また農地防災事業などの農業開発のための政府支援事業は EAA ゾーン内でのみ実施される。

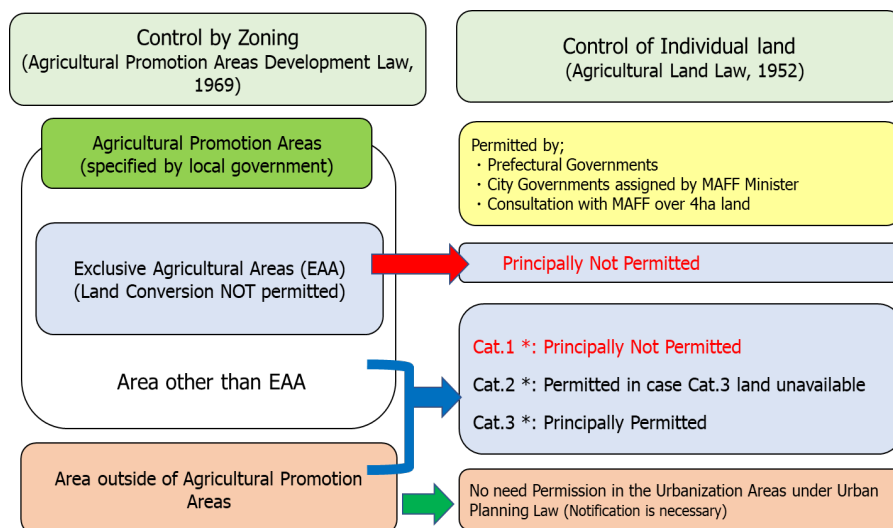


図 3.3.7 日本における農地転用規制

出典：農林水産省

農地の転用を希望する場合には、上記のゾーニングによる規制とは別途に、農地法に基づき都道府県（または指定市町村）の許可を得ることが必要となる。農地の転用が出来るかどうかは、

<sup>11</sup> 農業振興地域は、自然、経済、社会条件などを考慮して総合的な農業振興が必要な地域であり、都道府県によって定められている。農業振興地域は、「包括的農業地域 (EAA)」とそれ以外の地域で構成されている。

その地域の農業状況、場所、都市化の程度など様々な要因によって判断される。例えば、生産性が低く都市化の可能性が高い農地などは、農地転用が許可される場合が多い。

### 3.4 灌漑開発計画 FIDP(1993)のレビュー

本節では、コメ需給達成のための灌漑開発マスタープラン；FIDP（Formulation of Irrigation Development Plan、1993）で計画された様々な要素の計画内容とそれらの達成状況を分析する。

#### 3.4.1 コメ需要量予測と現状

FIDP（1993）のコメの一人当たり消費量（Per Capita Consumption：PCC）の予測を図 3.4.1 に示す。都市部の PCC は 1990 年代中期に 140 kg のピークに達しその後は徐々に減少すると予測している。対する、農村部の PCC は 2010 年中期まで上昇して最大 167kg となり、その後は減少すると予測している。全国 PCC（図では FIDP Urban+Rural）は、2005 年に最大 154kg となり 2015 年の 151kg に減少すると予測している。

PCC の実態を示す実測データはないため、WB が行った食料の家庭消費量の調査からコメの消費量を推定し、これを実態に近い“実態 PCC”とする。推定結果を図 3.4.1 に示す。これによると実態 PCC は FIDP（1993）の予測 PCC より少なく、2000 年代初期から減少傾向で推移し、2015 年の実態 PCC は 123kg となっている。すなわち、予測 PCC は常に実態 PCC を上回っており、2015 年の全国平均 PCC（Urban+Rural）を見ると予測 PCC が 151kg に対し、実態 PCC は 123kg である。

予測 PCC を見ると、緩やかな上昇と下降のカーブを示しているが、一方、実態 PCC は明確なピークがないまま減少傾向にあることが判る。FIDP（1993）策定時以降の経済状況の変化を考えると、1993 年に予測した予測 PCC は実態 PCC に比べ過大であったと思われる。これは、都市化の進行と共に食料の多様化が進み、コメの消費が FIDP（1993）の予想以上に減少傾向になったことによるとと思われる。国民のコメ嗜好は減少傾向で推移していたと思われる。

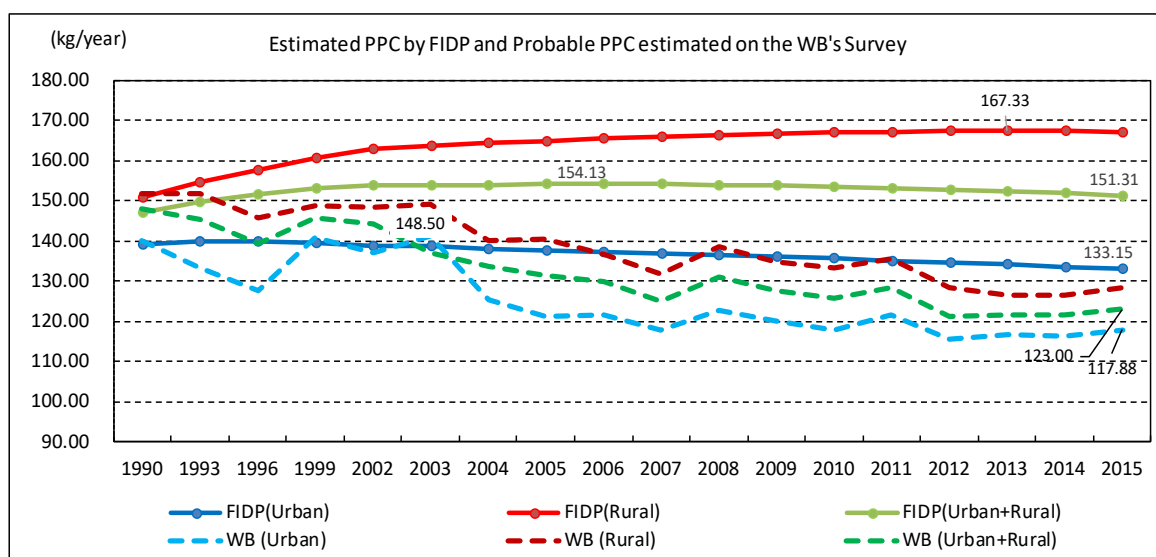


図 3.4.1 FIDP（1993）の予測 PCC と WB 調査に基づく実態 PCC

出典：PPC of the FIDP; Table 4. 6, FIDP（1993）. WB 調査に基づいて想定した PCC(実態 PCC) は家庭消費量にロスや工業用消費量を含めた調整係数 1.25 を乗じて算出した。

### 3.4.2 計画水田面積と達成水田面積

#### 1) FIDP (1993) の計画水田面積

FIDP (1993) では、粳の需給バランス計算から、粳供給量を 1990 年の 45.2 百万トンから 2020 年には 66.7 百万トンまで増産することが必要であるとしている。すなわち、1990 年から 2020 年までの増加量を 21.5 百万トンとして計画している。また、FIDP (1993) では、コメの需要量を満たすための灌漑開発地区をカテゴリー分けしている。主要な灌漑開発のカテゴリーを、1) 新規開発面積、2) 既存灌漑地区の開発面積（拡張あるいは改修）、および 3) 既存灌漑地区の維持管理面積に区分している。そして新規開発面積は 1,296 千 ha、既存灌漑地区の開発面積は 1,283 千 ha と計画している。これらの開発面積はコメの需給バランスに基づき国家中期開発計画（Repelita）期間ごとに計画された。

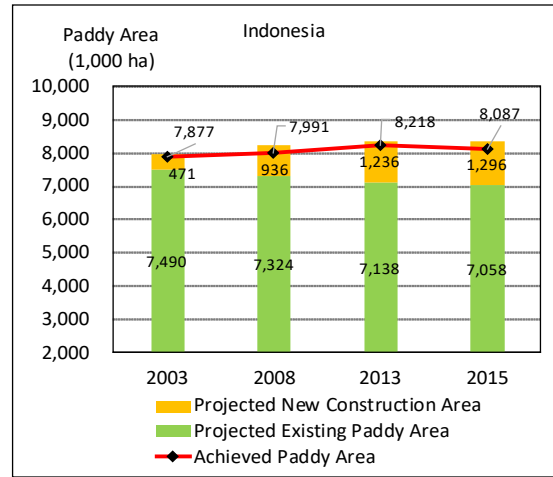


図 3.4.2 計画水田面積と達成水田面積(1/2)  
出典：FIDP (1993), BPS

ここで、長期にわたっては、既存水田の一部は他の非水田利用に転用されることが想定される。FIDP (1993) では 1990 年から 2018 年における既存水田の転用を予測したが、図 3.4.2 に 2003 年から 2015 年における転用を考慮した計画の既存水田面積の推移を示す。これによると、2003 年から 2015 年の間に既存水田は 7,490 百万 ha から 7,058 百万 ha に減少すると予測している。減少面積は 43 万 2 千 ha であるが、この間の減少を年率に換算すると、33,230ha/年である。

既存水田の非水田への転用面積を時系列で実測したデータは存在しないが、研究分析データとして 9 州のコメ生産州における既存水田の非水田利用への転用を、高精度衛星画像を用いて分析した結果がある。この研究<sup>12</sup>では、2012 年から 2014 年の SOPT6 画像解析によって水田減少面積率を 96,512 ha/年と算出している。この減少率と FIDP (1993) で計画した水田減少率 33,000ha/年には大きな差がある。

既存水田の減少率の精度を比較すると、衛星画像解析から得た値が 1993 年に算定した値より精度が良いと思われる。したがって、この減少率を適用して新たに予測した既存水田面積の推移を図 3.4.3 に示す（なお、図で適用した水田面積減少率は、2012 年までは 64,300ha/年、それ以降は上述の 96,500ha/年とした。これは、長期のデータを利用可能な ESA GLC 衛星画像の解析結果によると、2012 年以前の減少面積のほぼ 2/3 で推移したことによる）。これらの水田減少率を適用すると、2015 年の既存水田面積は 5,679 百万 ha と予測され、FIDP (1993) の既存水田面積の予測 7,018 百万 ha との間に 1,339 百万 ha の差

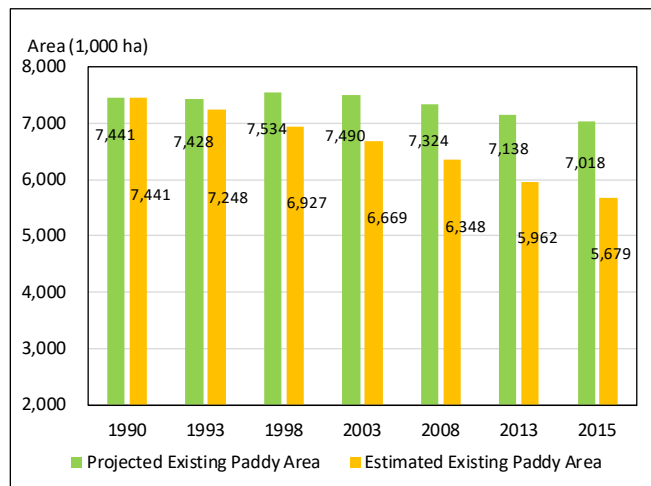


図 3.4.3 FIDP(1993)で想定した既存水田面積と算定した既存水田面積  
出典：FIDP (1993), ESA GLC

<sup>12</sup> The Utilization of High Resolution Data Shows an Alarming Conversion Rate”, 2016. Writer: Anny Mulyani\*, Dwi Kuncoro, Dedi Nursyamsi, dan Fahmuddin Agus: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Jawa Barat.



が生じることとなる。

FIDP (1993) の計画水田面積は、FIDP (1993) で予測した既存水田面積に FIDP で計画した新規開発面積を加えた面積となる(図 3.4.2)。計画水田面積は 2003 年時点で 7.96 百万 ha (7.490+0.471)、2015 年時点で 8.35 百万 (7.058+1.296) と計画されている。また、FIDP (1993) の島別の計画水田面積を図 3.4.4 に示す。各島別には以下のように予測している。

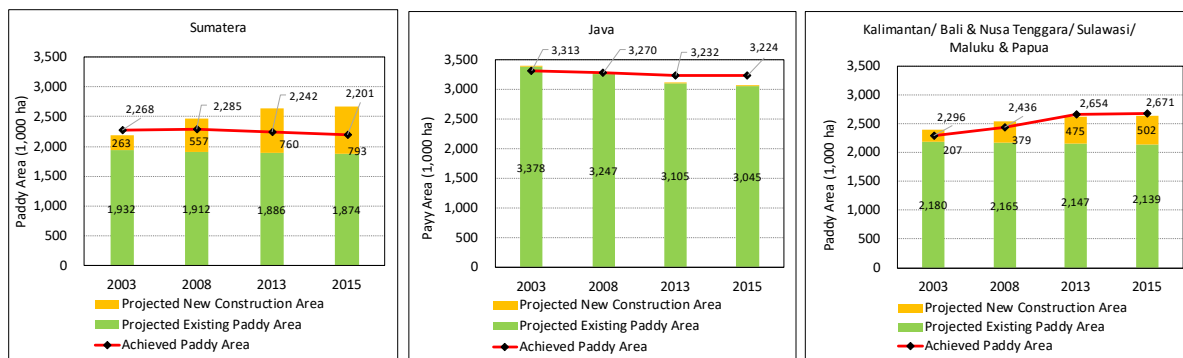


図 3.4.4 計画水田面積と達成水田面積 (2/2)  
出典：Projected: FIDP (1993), Achieved: BPS

- ✓ ジャワ島では、新たな水田開発用地の確保が見込めないことから新規水田開発面積は計画されていない。さらに、既存水田は農地転用のために年間約 30,000ha 減少すると予測している。
- ✓ スマトラ島ではジャワ島と同様に減少する予測であるが、一方で減少分以上の新規の開発面積が計画されている。
- ✓ 他の 4 島では既存水田面積の維持を基本に、新規の開発面積を加えて水田面積増が計画されている。

2) 達成水田面積

達成水田面積は、BPS が公表している wetland の面積 (水田面積) とする。これらの推移を図 3.4.5 に計画水田面積と対比して示す。これによると達成水田面積は計画水田面積より少なく推移していることが判る。2015 年の計画水田面積は 8.35 百万 ha であったが、達成水田面積は 8.09 百万 ha であった。インドネシア全国の 67%の水田面積を占めるスマトラ島とジャワ島ではいずれも達成水田面積が減少傾向にあった。特に、スマトラ島では、2008 年以降、達成水田面積と計画水田面積の差が大きくなっている。

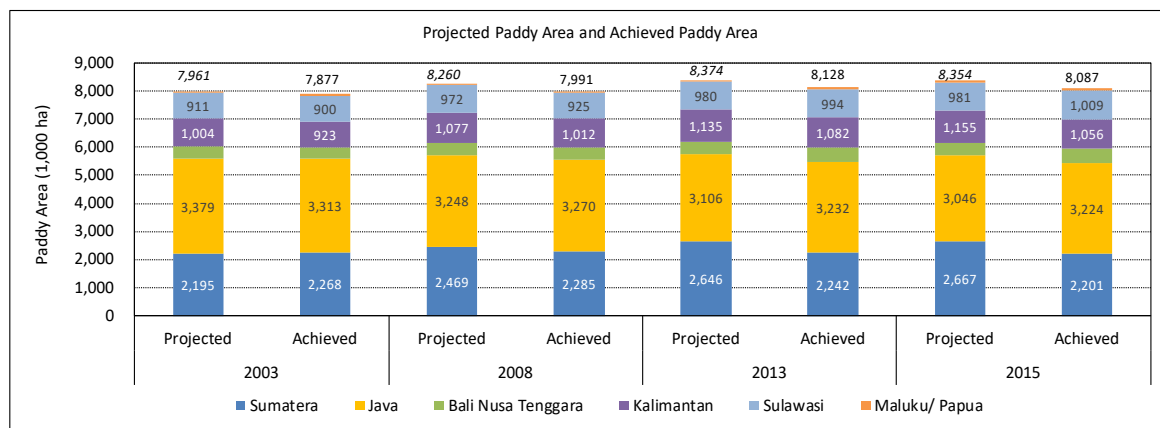


図 3.4.5 島別の計画水田面積と実際の水田面積の対比  
出典：Projected: FIDP (1993), Achieved: BP

### 3.4.3 計画生産量と達成生産量

#### 1) 計画生産量と達成生産量の推移

FIDP（1993）の計画生産量は、計画水田面積に計画した作付率と反収を乗じて算出している。一方、達成生産量はBPSの公表している生産量とする。2015年までの5年毎の計画生産量と達成生産量を対比して図3.4.6に示す。計画生産量は1995年49.6百万トン、2015年66.2百万トンに対して、達成生産量は1995年49.7百万トン、2015年75.4百万トンであった。

達成生産量は2005年までは微増、また計画生産量より少なかったが、2010年以降になると逆に達成生産量が急激に増加し計画生産量を上回っている。超過量（達成－計画）は2010年には2.6百万トン（66.5 - 63.9）であったが、2015年には9.2百万トン（75.4 - 66.2）となっている。

島ごとの傾向を図3.4.7に示す。スマトラ島では2000年以降、達成生産量が計画生産量を下回った。ジャワ島では達成生産量は2005年まで計画量を超えなかったが、2010年から急激に増加し計画生産量を上回った。島別の生産量の対比を図3.4.8に示すが、2015年の超過量を算出すると、ジャワ島の超過量が8.1百万トンであるのに対し、他の5島の合計超過量は1.1百万トンに過ぎなかった。すなわち、ジャワ島での超過量が合計超過量9.2百万トンの約90%を占めている。ジャワ島における生産の増がインドネシア全国増産に大きく寄与しているといえる。

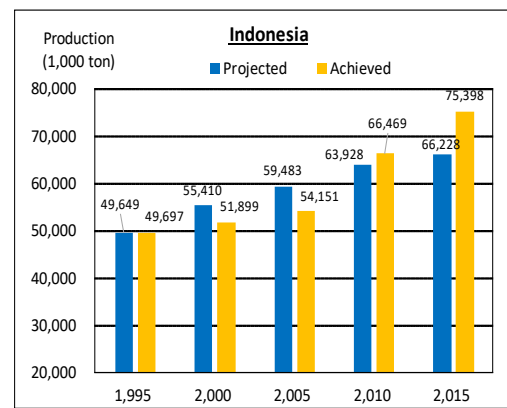


図 3.4.6 計画生産量と現状の生産量  
出典：FIDP（1993）、BPS

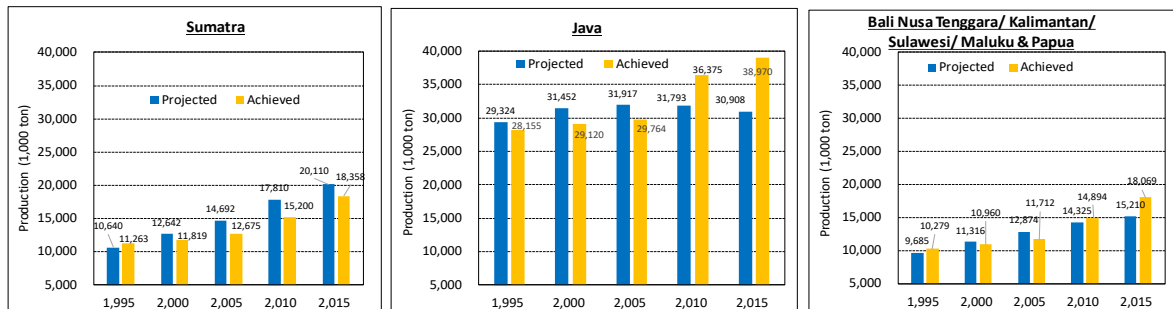


図 3.4.7 島別の計画生産量および現状の生産量  
出典：FIDP（1993）、BPS

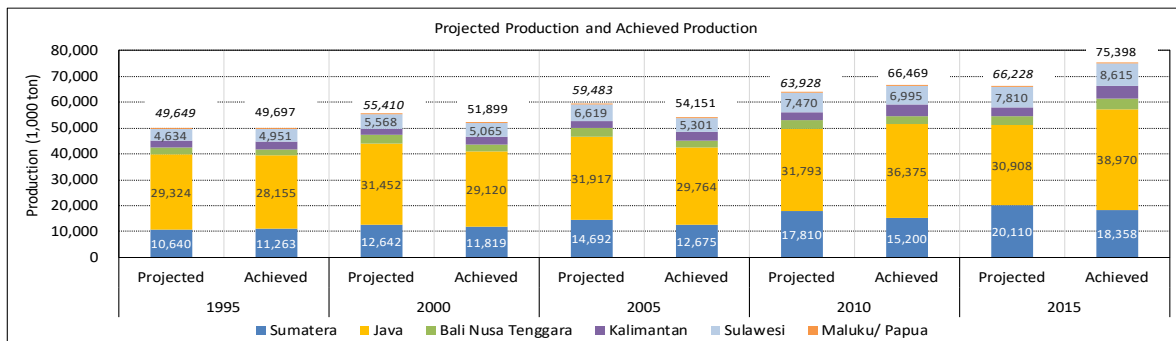


図 3.4.8 島別の計画生産量と現状の生産量の対比  
出典：FIDP（1993）、BPS

## 2) 達成生産量が FIDP(1993) の計画生産量を上回った要因

2010 年以降、達成水田面積が計画水田面積を下回ったにも係わらず、達成生産量は FIDP(1993) の計画生産量を上回った。これには様々な要因が考えられるが、作付率の増加、それに加えて反収の増が最も大きな要因であるといえる。新規の水田開発が多く見通せない状況下で生産量を増加させるには、作付率の改善や反収の増加が有効であり、効率的な水利用と灌漑施設の改善・拡張を通じて既存水田の耕作面積を拡大したことが寄与したものと思われる。

一例として、コメ生産量が多いジャワ島の Jawa Barat、Jawa Tengah および Jawa Timur の 3 州を取り出して考察する (図 3.4.9 参照)。2000 年代以降、達成収穫面積は計画収穫面積を上回っている。特に Jawa Timur では、2015 年には計画収穫面積を 1.36 百万 ha 上回り、その結果、達成作付率は 2008 年までは 140%程度であったが 2015 年には約 185%まで上昇している。他の 2 州の達成作付率も同様な増加傾向を示し、2015 年には約 190%を達成している。

反収については、FIDP の計画では 3 タイプの水田別に目標設定していることから、BPS データの達成値との間で正確な比較はできない。しかしながら、3 州では灌漑面積が 80%程度を占めていることから灌漑水田との比較を行えば、傾向の概略の把握は可能である。図 3.4.9 の 3 州の反収を見ると、達成反収は 1998 年 5.0 トン/ha から 2015 年には約 6.1 トン/ha に増加している。

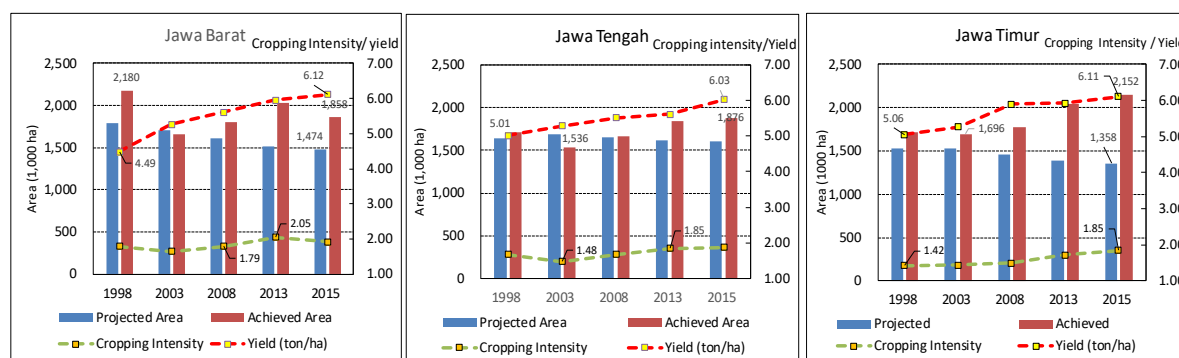


図 3.4.9 3 州の収穫面積、作付率、反収  
出典：Projected: FIDP (1993), Achieved: BPS

対する計画反収 (2018) は、灌漑水田で 6.5 トン/ha、天水田で 5.46 トン/ha、沼沢水田等で 3.0 トン/ha と設定されている。2015 年の達成値と 2018 年の計画値を比較すると、灌漑面積の占めている割合 (約 80%) を考慮すると、達成反収 (6.1 トン/ha) と計画反収 (灌漑水田 6.5 トン/ha+天水田 5.46 トン/ha) との間の反収に明確な差はないと思われる。すなわち、計画反収はほぼ達成されたと考えられる

### 3.4.4 FIDP(1993) の灌漑開発計画とその達成状況

FIDP (1993) の計画面積と政府事業の達成面積 (新規の水田開発面積+既存水田面積) を対比して、図 3.4.10 に示す。ここで、達成水田面積の元になる既存水田面積は、新たに算定した水田面積の減少率 (年間約 96,000ha) から算定している。算定結果によると、達成水田面積は FIDP (1993) の計画水田面積より小さい。

2015 年の例では、FIDP の計画面積 (既存水田面積+新規水田開発面積) は 8.314 百万 ha (7.018+1.296) であったが、達成面積は 7.681 百万 ha (5.769+1.912) となる。ただし、新規の水田開発面積は、計画 1.296 百万 ha に対して、達成は 1.912 百万 ha である。すなわち、計画以上の水田灌漑開発が進められたが、実際に達成した合計水田面積は FIDP (1993) の設定した面積に達

しなかったといえる。

この状況は、新規の水田開発面積が計画した水田開発面積を上回ったとしても、既存の水田面積が計画以上に減少したことが原因と思われる。今後このような状況を避けるためには、水田減少を法的に規制する必要があると思量される。また、他方では、生産量の維持拡大を継続するために、開発ポテンシャルを有する農地を特定することや既存水田において反収や作付率を改善することが求められる。

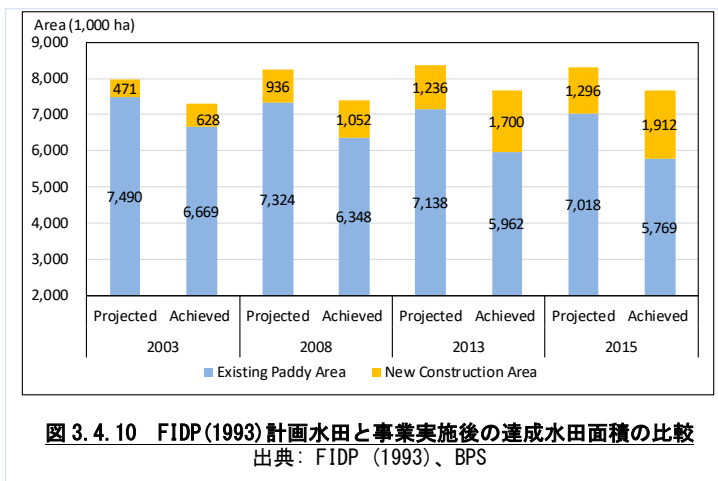


図 3.4.10 FIDP(1993)計画水田と事業実施後の達成水田面積の比較  
出典: FIDP (1993)、BPS



## 第4章 土地資源ポテンシャル評価

本章においては、インドネシア全土を対象とした土地資源ポテンシャル評価の手法と結果について述べる。土地資源は州別、流域別に分析・集計を行い、その評価結果として稲作灌漑開発が可能かつ適地である土地面積 (ha) を示すものである。評価結果は第5章に後述する水資源ポテンシャル評価と比較され、その結果は第8章において述べる灌漑開発の優先地域の選定に用いられている。

### 4.1 アプローチと手法

#### 4.1.1 稲作水田の開発優先性

土地資源の観点から灌漑開発あるいは水田開発を考える場合、2つの可能性がある。一つは灌漑用水を既存の天水田に供給することであり、もう一つは水田以外の土地を水田へと転換することである。前者は後者よりも低コストであり、水田以外の土地を転換し新たに水田として耕作する必要がない。また、既存の天水田がすでに灌漑稲作に適した土地に存在していることも期待できる。

よって稲作水田のための灌漑開発においては、天水田地域が最優先されるべきである。さらに、特定地域に天水田が集中した地域があれば灌漑開発にはより好ましい。散在する天水田は単一の灌漑システムでカバーすることが困難である。現状では既存の灌漑システムの恩恵を受けていない灌漑可能な天水田も灌漑開発の対象として焦点を当てるべきである。これらの灌漑されていない水田では、既存の灌漑施設の改修や拡大により米の生産性が増加する可能性がある。

天水田に次ぐ優先地域は、既存の天水田以外で新たな水田開発が可能な地域から特定する必要がある。開発可能な地域は、灌漑開発と稲作への適性に基づいて特定されるべきである。

本土地資源ポテンシャル評価においては、いくつかの適性に基づいて、稲作開発可能地域を3つのグループに分類する。すなわち完全に稲作開発に適した地域（最適エリア：Fully suitable）、条件付きで利用可能な地域（適エリア：Conditionally suitable）、限定的に利用可能な地域（やや適エリア：Marginally suitable）である。既存の天水田からの灌漑水田への転換を考慮すると、最適エリアが主な対象となる、適エリア、やや適エリアがそれ続くこととなる。

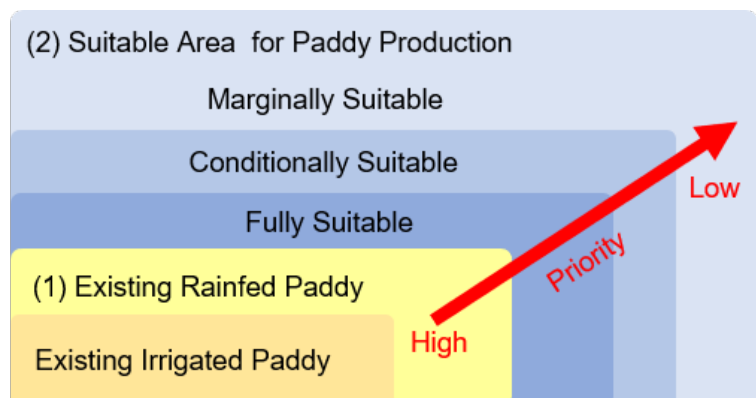


図4.1.1 土地資源評価のアプローチ

出典：JICA 調査団

#### 4.1.2 参照資料および評価フロー

土地資源ポテンシャル評価では、既存の天水田面積の評価と、既存水田を除く水田稲作に適した面積の評価を別々の方法で行う。既存の天水田面積は、BPS 発行の統計データに基づいて評価を実施する。すなわち、各州または流域毎の天水田面積は、各市町村の水田面積の統計値から集計する。一方、既存水田を除く水田稲作の開発適地は GIS を利用して、土地空間データに基づいて特定する。以下、既存水田を除く水田稲作に適した地域を評価する方法について述べる。



インドネシア国の水田稲作に利用可能かつ適した地域を把握するために、いくつかの要素を考慮する。これらの要素は FIDP、即ち 1993 年マスタープランで考察している要素を参照するだけでなく、灌漑・沼沢局が実施した調査<sup>1</sup>を併せて参照することにより決定する。灌漑・沼沢局の当該調査は、低地水田開発の観点から水田稲作のための潜在的適合地域の選定に焦点を当てている。

灌漑・沼沢局はこの調査で、低湿地、森林地域、土地利用図、泥炭土壌分類、地方空間計画、および既存の低地水田の 6 つの要素を低地水田開発のための潜在的地域の特定に適用すべきであると結論づけている。加えて、光学衛星画像を利用して潜在的な土地を視覚的に確認することも必要としている。各データから水田耕作に利用可能、または適した地域が抽出され、それらが他のデータと重複する部分が低地水田開発の潜在的地域であると判断される（図 4.1.2 参照）。

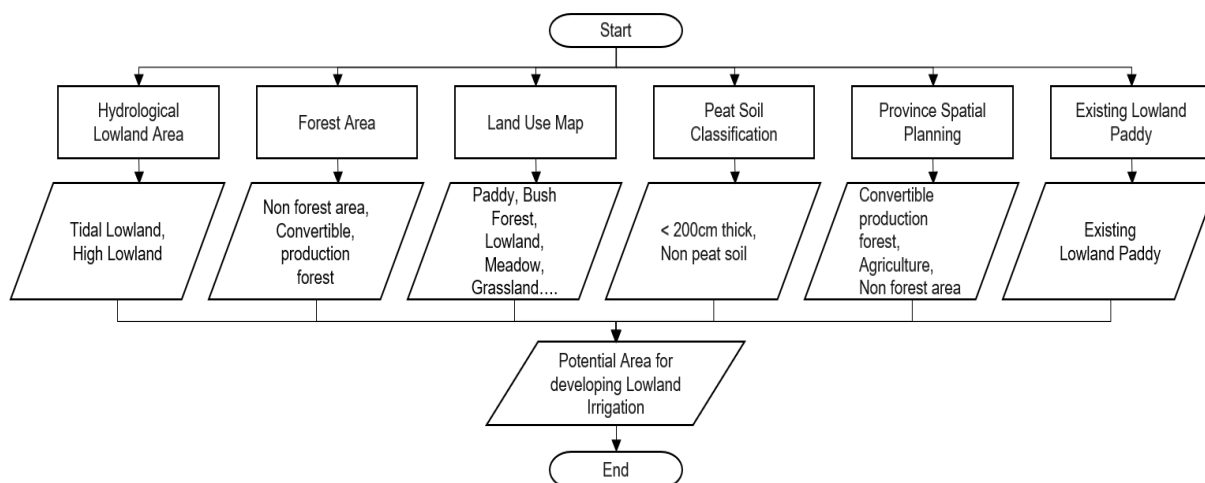


図 4.1.2 低地灌漑ポテンシャル評価のフローチャート

出典：灌漑・沼沢局（2015）

灌漑・沼沢局から提供された上記の要素に加え、JICA 調査団は土地傾斜と土壌適合性を考慮に入れる。FIDP（1993）では”Regional Physical Planning Project for Transmigration Study”（RePPPProT、1985-1990、Ministry of Transmigration）で報告されたデータを参照しているが、本評価においては、国際機関によりウェブ上で公表されている傾斜や標高、また土壌適合性の土地空間データを用いる。図 4.1.2 の泥炭土、土地利用、森林分類の土地空間データは、例えば農地空間計画省や、環境森林省など関連する局・省庁から入手する。

以上より、本土地資源評価では、i) 土地利用、ii) 森林分類、iii) 土地傾斜、iv) 土壌適合性、v) 泥炭土厚、vi) 標高、および vii) 洪水リスクの合計 7 つの要素を考慮し、これら 7 つの空間データを灌漑・水田開発の土地ポテンシャル評価のフローに適用する。このフローに沿って、インドネシア全土の土地を、水田開発の観点から利用不可/不適切エリア、最適エリア、適エリア、やや適エリアの 4 つの地域に分類する。なお、このうち最適/適/やや適エリアは既存の水田の外側にある潜在的な水田開発地域を指す。

i) 土地利用と ii) 森林分類の空間データは、水田耕作に利用できるエリアを特定するために用いる。v) 泥炭土壌の厚さのデータは、低地水田開発に適した地域を特定するために利用する。稲作のための灌漑開発の必要条件を満たす平坦な地域は、iii) 傾斜のデータにより特定できる。iv) 土壌適合性と vi) 標高および vii) 洪水リスクは稲作に適した地域かどうかの判断に用いられる。表 4.1.1 に要素別の条件判断の要約、また図 4.1.3 に土地資源評価のフローを示す。

<sup>1</sup> Studi Identifikasi Potensi Pengembangan Daerah Rawa Kawasan Sumatera Bagian Timur (DILL, 2015)

表 4.1.1 土地資源評価フローにおける条件判断の基準

Purpose (for identifying)	Factor	Judgement		Reference/ Remark
		Yes	No	
Existing Paddy	Existing Paddy	Existing Paddy	Not Existing Paddy	表 4.2.1 図 4.2.1
Irrigated Lowland Paddy	Irrigated Lowland Paddy	Existing Irrigated Lowland Paddy	Not Existing Irrigated Lowland Paddy	図 4.2.4 南 Sumatera 州、 Jambi 州および Lampung 州のみ
Available Area	Forest	Convertible Production Forest, Non-forest Area	Protection Forest, Production Forest, Customary Forest, etc.	図 4.2.6
	Land Use	Bush Forest, Field, Open Field, Field/Moor, Paddy Fields, etc.	Dense Forest, Housing, Village, Livestock Farm, Plantation, etc.	図 4.2.5
Suitable Area for Irrigation Dev./ for Paddy Cultivation	Slope	Less than 2% slope	More than 2% slope	図 4.3.1
Suitable Area for Rice Production	Soil Type	Suitable Soil, Conditionally Suitable Soil	Unsuitable Soil	図 4.3.3
	Elevation	Less than EL.1,500m	More than EL.1,500m	図 4.3.2
	Flood Risk	Not high flood risk (risk index is less than 0.6)	High flood risk (risk index is more than 0.6)	表 4.3.4
Suitable Area for Lowland Dev.	Peat Soil	Less than 200cm thickness, Non-peat soil	More than 200cm thickness	図 4.3.4

出典：JICA 調査団

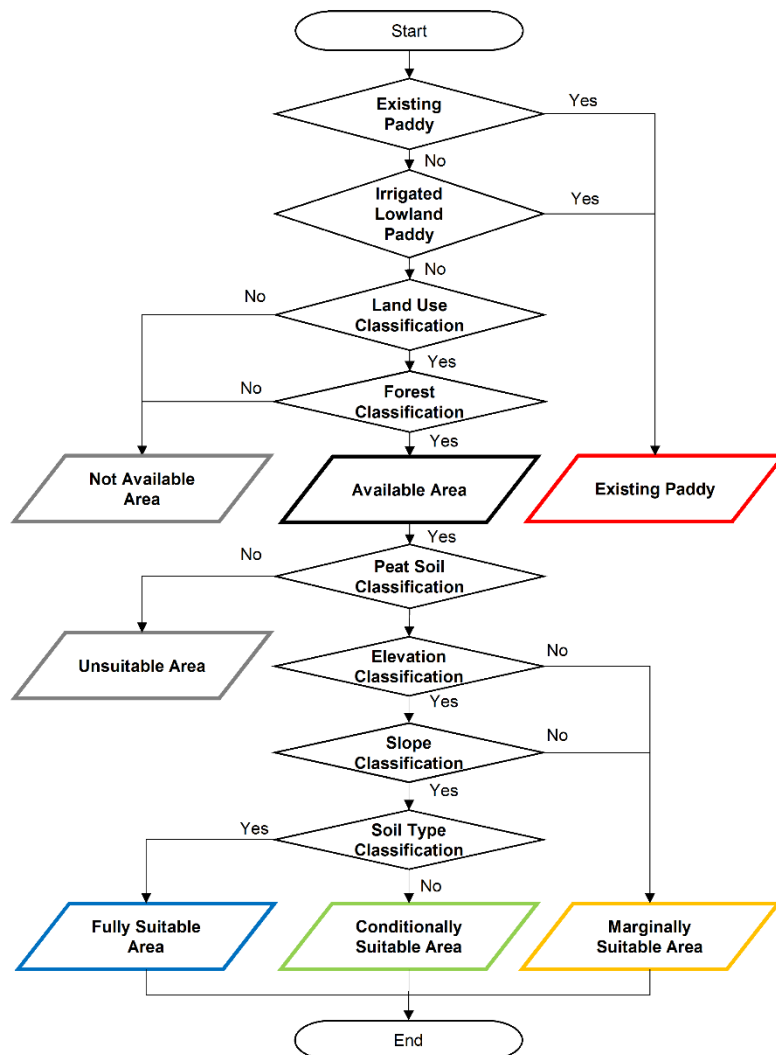


図 4.1.3 土地資源ポテンシャル評価フロー

出典：JICA 調査団



図 4.1.3 の処理フローは、既存の水田、灌漑低地水田地域、土地利用分類、および森林分類に基づいて、水田耕作に利用可能な地域を選択することから始まる。ある土地が既存水田エリアの外にあり、利用可能／転換可能な土地利用であり、かつ転換可能な森林分類にある場合は、水田開発に利用可能であると判断される。

利用可能地の特定後、泥炭土壌厚により泥炭土壌厚 200cm 以上のエリアを除外し、標高と傾斜により「やや適」エリアを定義する。標高が低く（1,500m 以下）、傾斜が小さい（2%以下）エリアは、最終的に土壌分類および洪水リスクを参照しながら「最適」または「適」に分類される。

表 4.1.2 に分類後の各エリアの定義を示す（既存水田エリアは灌漑開発可能な天水田と既存の灌漑水田の両者を含んでいる）。灌漑水田開発の最優先は既存の天水田に与えられるが、最適エリアは既存水田地域の外側に位置しており、将来において新規の水稲生産地域として優先される地域である。続いて、適／やや適エリアが新規の灌漑水田開発にあたって優先されることとなる。

表 4.1.2 将来の稲作に利用可能な土地の分類

Category	Definition
1. Existing Paddy Area	The area currently covered by the existing paddy including Irrigated lowland paddy
2. Fully Suitable Area (最適エリア)	The area with less than 5% slope, suitable/ conditionally suitable soil and where the elevation is lower than EL.1,500m in the available area
3. Conditionally Suitable Area (適エリア)	The area with less than 5% slope and unsuitable soil in the available area where the elevation is lower than EL. 1,500m or high flood risk index (more than or equal to 0.6)
4. Marginally Suitable Area (やや適エリア)	The area with more than 5% slope in the available area or the area where the elevation is higher than EL.1,500m, and not high flood risk index (less than 0.6)

出典：JICA 調査団

### 4.1.3 土地資源ポテンシャル評価における制約

#### 1) 利用不可データ

灌漑・沼沢局において、低地水田開発に適した地域の特定のために利用が推奨されている 6 つの要素（図 4.1.2 参照）のうち、今回の土地資源評価に採用していない要素が 2 つある。1 つは各州の空間計画データ、もう 1 つは既存の低地水田データである（図 4.1.2 の最右端と次右端のデータ）。州レベルの空間計画データは州レベルで作成されることから、いまだ未作成の州が多くある。また、既存低地水田については、BWS/BBWS が各河川流域内の開発済地域を特定することになっているが、当該データの作成も遅れている。したがって、これら 2 つのデータは 2019 年 11 月時点の評価作業には使用していない（2022 年 2 月時点での低地水田データ作成の進捗状況は 27.9% である）。

#### 2) 異なるデータソースによる既存水田面積の評価

評価に利用した水田地域のデータソースは、天水田面積の評価と水田開発適地の評価で異なる。天水田面積の評価は BPS の統計値を利用し、GIS 上で行った最適／適／やや適エリアの選定には、農地空間計画省の水田データを用いている。BPS の統計データでは総水田面積は 808 万 ha である一方、農地空間計画省の水田データは 722 万 ha を示している（表 4.2.1 参照）。

#### 3) 土地利用図に定義された水田の扱い

4.2.3 節に示すように、土地利用図は水田として利用可能できるエリアの特定のために用いる。当該土地利用図上では、灌漑水田、天水田、潮汐灌漑水田といった複数の種類の水田エリアが定義されている。一方、農地空間計画省では 2018 年の既存水田は 720 万 ha であると公表し、その算出と基となる土地空間データを作成している（以下「検証済水田」という。4.2.1 節参照）。

2つのソース、すなわち土地利用図と検証済み水田の空間データを重ね合わせると、土地利用図内のいくつかの水田地域は検証済み水田に含まれていないことがわかる。本評価においては、表 4.1.1 の通り、土地利用図上の水田は利用可能な地域であるとし、検証済み水田を真の既存水田とした。よって、JICA 調査団が特定した最適/適/やや適エリアには、土地利用図で水田とされているが、検証済み水田マップの 720 万 ha には含まれていないエリアが一部含まれることとなる。

#### 4) One Map Policy Geoportal

One Map Policy Geoportal<sup>2</sup>のアイデアは 2016 年に発議された。当時、インドネシアの各国家機関はそれぞれ独自の土地利用図を利用していたが、それぞれが他の機関の土地利用図とは異なっている場合が多々あった。この問題を解決するために、One Map Policy Geoportal が 2018 年 12 月に立ち上げられた。そしてこのポータルサイトを通じてインドネシアの土地利用データを共有し統一するよう各機関に指示が発せられている。

ただし、このジオポータルサイトは立ち上げられて日が浅いことから、種々の GIS データが入手できない場合もある。したがって、本件業務では灌漑・沼沢局を通じて関係機関から直接データを入手した。本評価で利用された地理空間データは、このジオポータルサイトにアップロードされていなくても、各機関の公式なデータであり、本評価で採用することは各省庁から承認されている。

## 4.2 土地利用状況

### 4.2.1 既存水田

農地空間計画省は地理空間情報局 (BIG) と国立航空宇宙研究所 (LAPAN) のデータをもとに 2018 年にインドネシア全土の水田地域の検証を行い、既存水田マップ (検証済み水田) を作成した。作成された空間データから求められるインドネシア全土の水田面積は約 720 万 ha である。このデータは One Map Policy に基づき関係機関に共有されており、灌漑・沼沢局や水資源総局も当該データを真の水田エリアとして取り扱うことになっている。図 4.2.1 にインドネシア全土の既存水田分布 (検証済み水田) を示す。

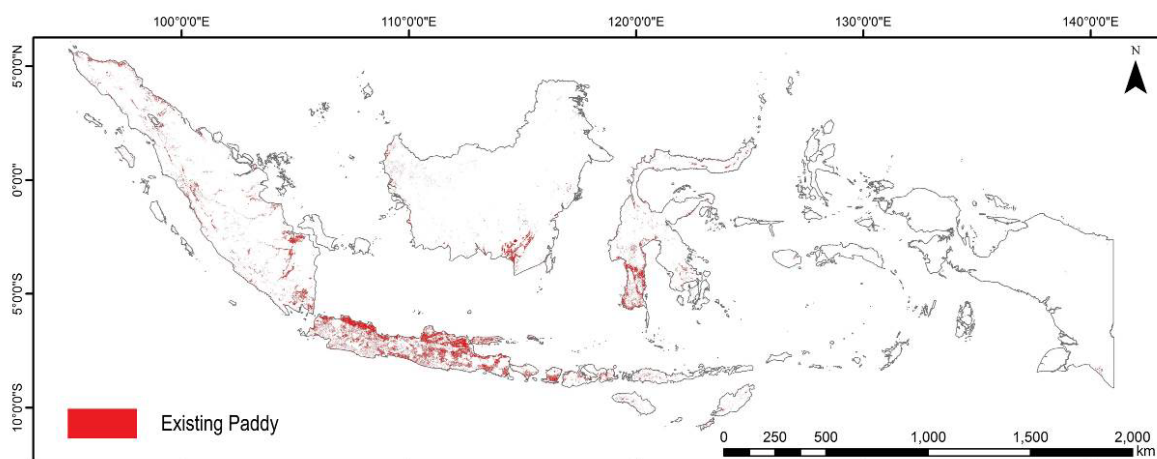


図 4.2.1 灌漑水田と天水田を含む既存水田マップ (検証済み水田)

出典：土地空間計画省(2018)より JICA 調査団作成

加えて、2019 年 7 月の時点で灌漑・沼沢局と同じく水資源総局配下の維持管理局は GIS を使ってインドネシア全土の地表灌漑スキームを特定中である。1) 中央政府管理、2) 州政府管理、3)

<sup>2</sup> <http://portal.ina-sdi.or.id/home/>

地方政府管理のそれぞれの管理レベルごとに地表灌漑地区の特定が行われている。灌漑・沼沢局はこの灌漑エリアと管理者の特定作業を約 80%の地表灌漑地域が集中する 17 州の地表灌漑システムの特定から開始している（アチェ特別州、北スマトラ州、西スマトラ州、南スマトラ州、ランブン州、バンテン州、西ジャワ州、中部ジャワ州、ジョグジャカルタ特別州、東ジャワ州、バリ州、西ヌサ・トゥンガラ州、西カリマンタン州、南カリマンタン州、東カリマンタン州、北カリマンタン州、南スラウェシ州）。

灌漑・沼沢局はこの 17 州において、中央、州、県レベルの灌漑エリアの管理者の重複確認作業を完了していないものの、大部分の灌漑エリアそのものの特定を終えている。その土地空間データによると 17 州全域で地表灌漑は約 374 万 ha 存在する（表 4.2.2 参照）。

以上より全 34 州のうち 17 州においては、灌漑・沼沢局の地表灌漑面積データと農地空間計画省が特定した既存水田マップ（検証済水田、天水・灌漑水田を含む）の 2 つの土地空間データを使って、天水田面積を算出することは可能である。しかしながら、全地表灌漑の 20%を占める他 17 州の天水田面積は GIS 上にて算出できない状況である。また、ポンプ灌漑、潮汐灌漑、地下水灌漑、貯水池灌漑などの他の灌漑スキームの特定作業は未だ開始されていない（2022 年 2 月時点での進捗状況は地表灌漑で 99.7%、潮汐灌漑等が 27.9%である）

したがって、全国を包括するに必要な既存天水田・灌漑水田の土地空間データが未完成であることから、本土地資源ポテンシャル評価においては、灌漑水田と天水田面積の評価に、2015 年に中央統計庁（BPS）が発行した統計書<sup>3</sup>を活用する。灌漑水田と天水田を合わせた水田面積はインドネシア全体で約 800 万 ha であり、このうち 470 万 ha を灌漑水田が占めている。表 4.2.1 は BPS 統計と土地空間計画省の空間データ（検証済水田）による水田面積を島ごとに比較したものである。なお、天水田面積の評価には統計書を用いたが、GIS 上での天水田以外の開発適地の分析にあたっては、農地空間計画省が作成した既存水田マップ（検証済水田）を利用した。

表 4.2.1 統計と土地空間データ（検証済水田）の既存水田面積の比較（ha）

No	Island	Statistic (2015)			Spatial Data (2018)	Ratio, %
		Non-irrigated Paddy	Irrigated Paddy	All Paddy (a)	All Paddy (b)	(b)/(a)*100
1	Sumatera	1,143,477	1,057,473	2,200,950	1,528,693	69
2	Java	805,341	2,418,162	3,223,503	3,471,914	108
3	Bali Nusa Tenggara	128,942	388,884	517,826	442,681	85
4	Kalimantan	890,923	164,954	1,055,877	644,481	61
5	Sulawesi	318,628	690,825	1,009,453	1,083,937	107
6	Maluku-Papua	48,991	30,793	79,784	48,445	61
Nationwide		3,336,302	4,751,091	8,087,393	7,220,151	89

出典：BPS（2015）と農地空間計画省（2018）

図 4.2.2 の通り、BPS は灌漑農地と非灌漑農地を分類している。中央、州、県、市政府もしくは地元コミュニティが一括して、または部分的に灌漑施設を管理している水田地域のことを灌漑水田地域として定義している。一方で非灌漑水田は全ての天水田地域のことを指しており、BPS の統計においては潮汐灌漑がおこな

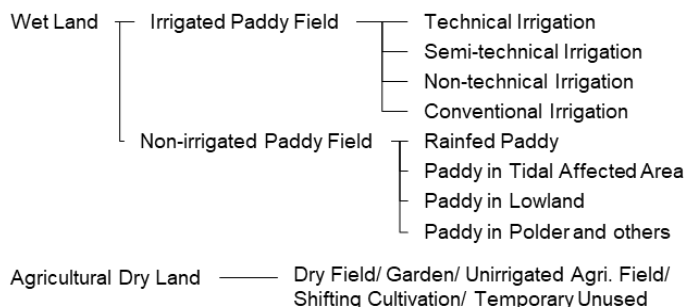


図 4.2.2 農業地域の分類

出典：BPS, 2015

<sup>3</sup> Land Area by Utilization (Badan Pusat Statistik, 2015)

われている低地の水田も非灌漑水田（天水田）として分類されている。

スマトラ島、カリマンタン島、マルク諸島の空間データに基づく水田面積は統計データに基づく水田面積よりも小さい。これらの3島には低湿地があることが共通しているため、空間データを作成した衛星画像の分析過程で低湿地にある水田を検出できなかったことが推測される。例えば南スマトラ州の低湿地エリアを Google Earth で見てみると、農地空間計画省のデータでは検出されない水田があることがわかる（下図参照）。したがって、インドネシア全土の既存水田面積を720万 ha とした農地空間計画省の検証済水田データは、実際の水田面積を過小評価している可能性がある。

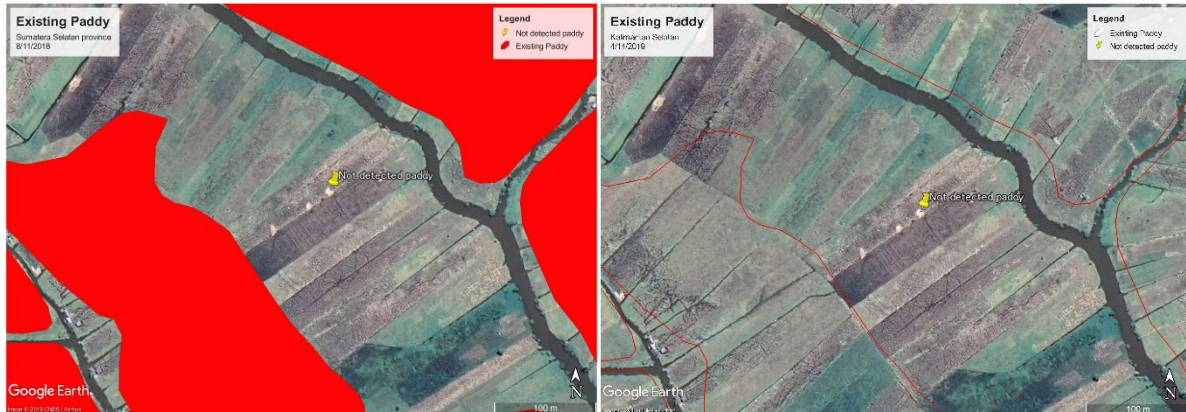


図 4.2.3 リモートセンシングで検出されなかった水田  
出典：農地空間計画省と Google Earth

#### 4.2.2 既存灌漑水田

##### 1) 地表灌漑エリア

表 4.2.2 に統計データ（BPS、2015）と土地空間データ（検証済水田、灌漑・沼沢局、2018）に基づく17州の灌漑面積を比較する。4.2.1 節で述べた通り、特に低地の水田地域において、リモートセンシングによって得られた空間データ（検証済水田）は実際の水田面積を過小評価している（低地水田が特定されていない）可能性が高い。

しかしながら One Map Policy に従い、灌漑・沼沢局は土地空間計画省が作成した同水田マップを正とし、灌漑エリアの土地空間データを作成している。そのため灌漑エリアの土地空間データには、現実には灌漑されているが、リモートセンシングによって特定されていないがために、結果として灌漑水田であったとしても除外されてしまった地域が含まれている可能性がある。

表 4.2.2 は17州におけるBPS統計データと空間データによる灌漑／天水田面積の比較を示している。灌漑面積について、東ジャワ州、南カリマンタン、東カリマンタン、北カリマンタン、南スラウェシ州では空間データに基づく灌漑面積が統計値を上回っている。その他の州では統計値がより大きい値となっている。

表 4.2.2 17州における統計データと空間データによる天水田面積と灌漑水田面積の比較 (ha)

Province	Existing Irrigated Paddy			Existing Rainfed Paddy		
	(a) BPS	(b) 灌漑・沼沢局	(b)/(a)*100	(c) BPS	(d) 灌漑・沼沢局 <sup>1</sup>	(d)/(c)*100
<b>Sumatera</b>						
Aceh	191,263	157,022	82	99,074	36,231	37
Sumatera Utara	263,943	155,561	59	159,522	90,143	57
Sumatera Barat	183,374	154,266	84	43,003	43,517	101

Province	Existing Irrigated Paddy			Existing Rainfed Paddy		
	(a) BPS	(b) 灌漑・沼沢局	(b)/(a)*100	(c) BPS	(d) 灌漑・沼沢局 <sup>1</sup>	(d)/(c)*100
Sumatera Selatan	115,687	83,529	72	504,945	303,322	60
Lampung	191,932	182,013	95	185,531	71,486	39
<b>Java</b>						
Java Barat	736,635	633,146	86	176,159	297,083	169
Java Tengah	682,237	674,420	99	283,025	305,781	108
DI Yogyakarta	44,694	36,341	81	8,859	39,512	446
Java Timur	851,123	851,568	100	240,629	435,345	181
Banten	102,944	101,474	99	96,548	96,793	100
<b>Bali Nusa Tenggara</b>						
Bali	75,360	72,150	96	562	-3,123	-
Nusa Tenggara Barat	209,622	149,102	71	55,044	78,631	143
<b>Kalimantan</b>						
Kalimantan Barat	80,389	30,244	38	250,335	125,571	50
Kalimantan Selatan	47,877	73,186	153	402,275	179,227	45
Kalimantan Timur	13,417	40,484	302	43,583	13,499	31
Kalimantan Utara	6,051	12,221	202	15,397	7,924	51
<b>Sulawesi</b>						
Sulawesi Selatan	383,507	388,150	101	244,641	253,291	104
<b>合計</b>	<b>4,160,587</b>	<b>3,742,172</b>	<b>1,316</b>	<b>2,750,152</b>	<b>2,352,810</b>	<b>1,640</b>

出典：BPS (2015)、灌漑・沼沢局計画部 (2018)、農地空間計画省 (2018)

注釈：天水田面積は灌漑・沼沢局の空間データによる地表灌漑エリアと土地空間計画省の検証済水田を重ね合わせて算出した。

## 2) 低地灌漑水田

灌漑・沼沢局配下の低地課 (Sub-directorate of Lowland) はスマトラ島の南スマトラ州、ジャンビ州、ランブン州のみの低地灌漑水田地域の空間データを所有している。図 4.2.4 に同州の低地灌漑水田地域の位置を示す。このデータは、図 4.1.3 のフローで示した通り、検証済水田データとともに、既存水田地域を除外するために用いた (図 4.2.4 参照)。

### 4.2.3 土地利用

水田開発に利用可能な土地を特定するために、土地利用図と森林分類図の 2 種のデータを利用する。関係機関から得たマップを土地利用の可能性に基づいて分類することが第一段階となる。

#### 1) 土地利用図

農地空間計画省が作成した土地利用図を利用する。表 4.2.3 にそれぞれの島の土地利用図において、水田開発に利用可能とした土地の地目を示す。例えば密林、家屋、村、プランテーション農場、牧場、菜園、鉱区などの、表に記載されていない地目は将来の灌漑水田開発には利用不可とする。また、この土地利用図における水田エリアは検証済水田エリアとは一致しない。検証済水田と一致しない土地利用図上の水田は、本評価においては利用可能地として扱う。表 4.2.3 に基づき、灌漑水田開発に活用可能/不可能な土地の分布と面積を算出した (図 4.2.5 参照)

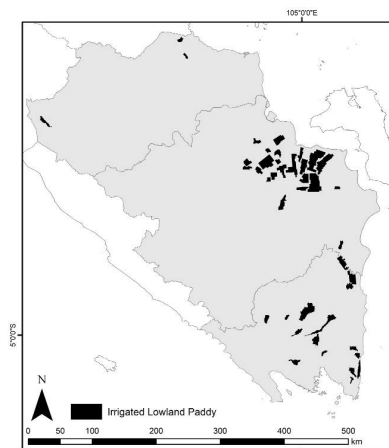


図 4.2.4 3州の低地灌漑水田地域  
出典：DILL 低地課

表 4.2.3 土地利用図上で水田開発に利用可能とした地目

No	Island	Scale	Available Land Use for Future Paddy Cultivation Development
1	Java	1:10,000	Bush Forest, Shrubbery/Bush, Savanna, Field/Moor Not-yet productive farmland, Damaged Land, Other Open Field, Barren Land, Reeds, Meadow/Grassland, Lowland, Open Field, Other Open Field



No	Island	Scale	Available Land Use for Future Paddy Cultivation Development
			Irrigated Paddy Field 2x Paddy/year, 2x Paddy + secondary crop per year, Tidal 2x Paddy /year Irrigated Paddy Field 1x Paddy/year, 1x Paddy/year + secondary crop/year Irrigated Paddy Field more than 2x Paddy/year, Irrigated Paddy Field, Tidal 2x Paddy + secondary crop/year, Tidal 1x Paddy/year, Tidal 1x Paddy + secondary crop/year
2	Bali Nusa Tenggara	1:25,000	Bush Forest, Field, Open Field, Field/Moor, Paddy Fields
3	Sumatera Kalimantan Sulawesi Maluku Papua	1:50,000	Reeds, Bush Forest, Field, Meadow/Grassland Not-yet productive farmland, Bush/Shrubbery Damaged Land, Barren Land, Open Field Other Open Field, Field/Moor Paddy Fields, Rainfed Paddy Field, Irrigated Paddy Field Irrigated Paddy Field 1x Paddy/year, Tidal Paddy Field 1x paddy/year Irrigated Paddy Field 2x Paddy/year

出典：JICA 調査団、および農地空間計画省

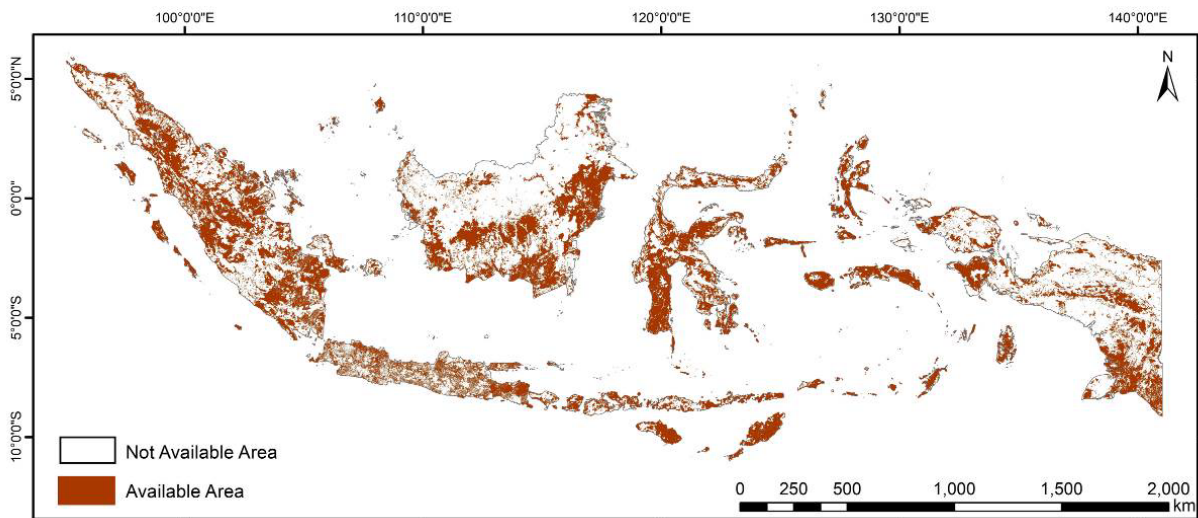


図 4.2.5 土地利用図に基づく利用可能地マップ

出典：JICA 調査団および農地空間計画省

## 2) 森林分類図

環境森林省はインドネシア全土の森林をその機能によって分類している。保護林と生産林、限定生産林、転換可能生産林、保護区域／自然保護区と非森林地域の 6 分類である。環境森林省の法令によると、森林地域のうち転換可能生産林のみを他用途に活用することができる。土地資源ポテンシャル評価においては、転換可能生産林（HPK）と非森林地域（APL）のみが水田に転換可能であるとする。

表 4.2.4 森林機能の分類

Category	Abbreviation (Indonesian)	Purpose	Permission of Conversion
Protection Forest	HL	To protect the watershed	Not-permitted
Production Forest	HP	To produce timber	Not-permitted
Limited Production Forest	HPT	To produce timber (young trees)	Not-permitted
Convertible Production Forest	HPK	To produce timber currently, but can be converted for other purposes	Permitted
Sanctuary Reserve Area/ Nature Conservation Area	KSA/ KPA	To conserve the genes	Not-permitted
Non-forest area	APL	-	Permitted

出典：環境森林省と森林省の統計（2013）

加えて、環境森林省から表 4.2.5 に示す地図データを手入れし利用した。これらのマップは 1:50,000 のスケールで作成されており、前述の森林機能を示すマップよりも詳細である。これらデータに

より示される森林地域の土地転換は許可されておらず、保護林として登録されている。ここに示す森林が上記の HPK や APL エリアに含まれる場合、それを除外し、利用可能地を特定していく。

表 4.2.5 保護林マップのリスト

No	Map	Scale	Definition
1	Forest Area of Utilization Permit	1:50,000	Forest area with license issued for the business of wood production, industrial plantation, and ecosystem restoration
2	Social Community Forestry	1:50,000	Forest area with the management priority for developing/ handling the society, culture, and environment.
3	Campus Education Forest	1:50,000	Research forest that acts as field laboratories for forestry research and development activities.
4	Customary Forest	1:50,000	Forest area in indigenous territories
5	Conservation Forest	1:50,000	Forest area with a characteristic that is useful for maintaining the continuity of various animals and plants including its ecosystem

出典：環境森林省（2019）及び森林省の統計（2013）

森林分類に基づき利用可能と分類された地域を図 4.2.6 に示す。インドネシア国では国土の約 40%（約 730 万 ha）が将来の水田開発に利用可能であるとみなされる。なお、ここでは 720 万 ha を占める既存水田は示されていない（既存水田以外で将来の水田開発に利用可能な土地を示す）。

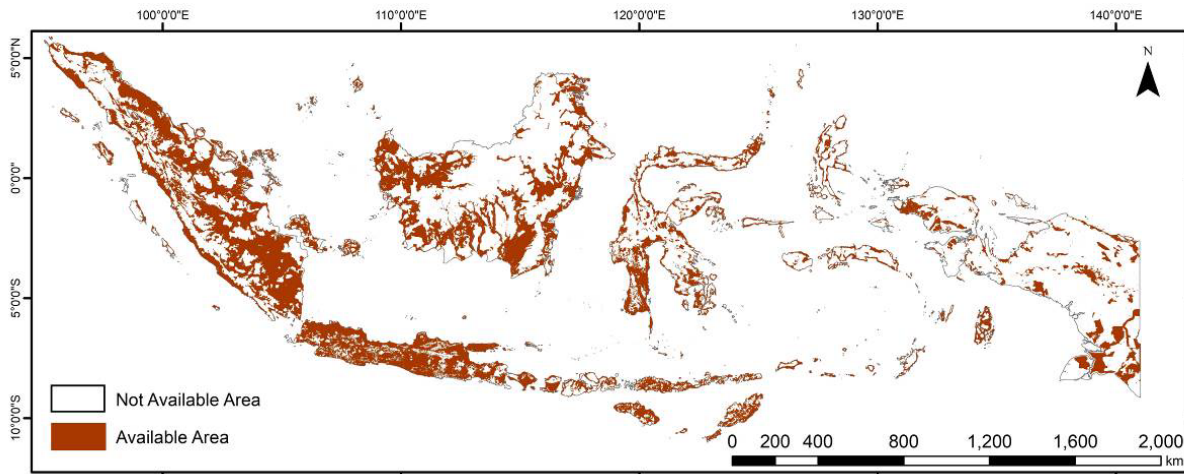


図 4.2.6 森林分類マップ

出典：JICA 調査団と灌漑・沼沢局、環境森林省

### 3) 将来の灌漑水田開発に利用可能な土地

将来の水田開発に利用可能な土地は既存水田マップ（検証済水田）、灌漑低地水田マップ、土地利用マップ、森林分類マップを重ね合わせることで特定することができる。表 4.2.6 は利用可能な土地の総面積と総開田可能面積を示している（分布については図 4.2.7 参照）。既存水田を含む総面積は約 3,600 万 ha である。そのうち 550 万 ha はすでに既存水田が占めているため、総開田可能面積は約 3,100 万 ha となる。

表 4.2.6 利用可能な土地 (ha)

No	Island	Available Area for Future Paddy Development			Not Available Area	Total
		Gross	Covered by Paddy	Net		
1	Sumatera	11,626,266	1,333,557	10,292,709	37,063,147	47,355,856
2	Java	5,173,168	2,614,445	2,558,723	10,686,091	13,244,814
3	Bali Nusa Tenggara	2,990,430	294,330	2,696,100	4,454,186	7,150,286
4	Kalimantan	7,614,682	468,596	7,146,086	46,272,609	53,418,695
5	Sulawesi	4,328,437	824,780	3,503,657	15,055,428	18,559,085
6	Maluku-Papua	5,107,698	30,805	5,076,893	43,692,726	48,769,619
Nationwide		36,840,681	5,566,513	31,274,168	157,224,187	188,498,356

出典：JICA 調査団

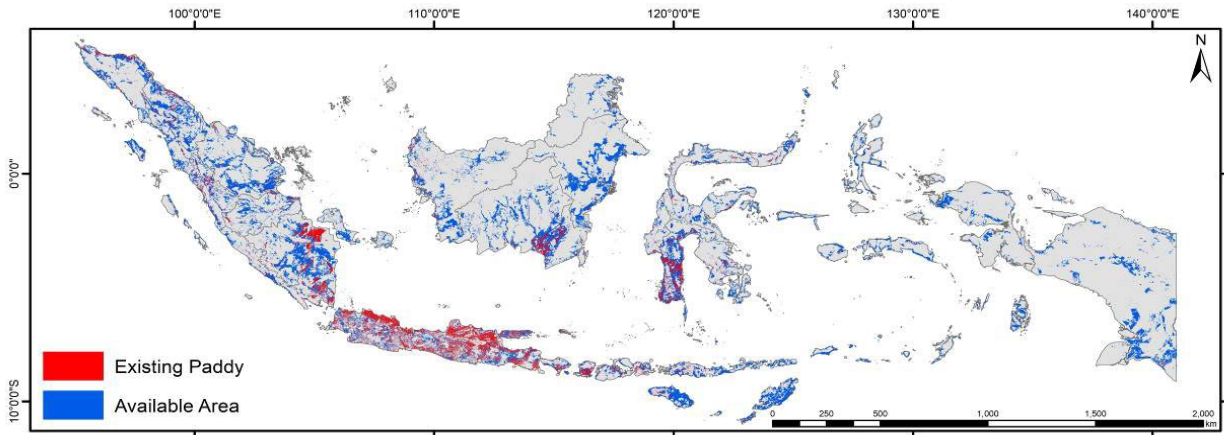


図 4.2.7 将来の水田開発に利用可能な土地と既存水田  
出典：JICA 調査団

### 4.3 灌漑水田開発の土地適性

#### 4.3.1 傾斜および標高

STRM (Shuttle Radar Topography Mission) によって作成されたデジタル標高モデル (DEM) を用いて、インドネシア全土の標高および土地傾斜の算定を行った。傾斜は DEM の 2 地点 (ピクセル) 間の標高差 (%) によって算定できる。本検討においては、公共事業・国民住宅省の公表する灌漑開発計画マニュアル KP-05 (2013) に則り、水田開発における傾斜の閾値を 5% と定義し、5% よりも傾斜が小さい区域は水田開発により適した平坦な地域とみなした。それよりも急傾斜な地域は、水田農業の開発にはやや劣る地域、すなわち「やや適エリア」とした。

傾斜が 5% 未満および 5% 以上地域の面積を算出すると、インドネシア国には多くの丘陵地、山岳地域、火山が存在するため、5% 未満の平坦な地域は国土の 44% 程度である。特に、バリ・ヌサテンガラ島では、わずか 17.6% の地域が傾斜 5% よりも平坦な地域、すなわち灌漑農業の開発に適した土地ということになる。スラウェシ島も急峻であり、同島の 370 万 ha (島面積の約 20%) が開発適地と算定された。

図 4.3.1 に示す通り、スマトラ島、カリマンタン島、パプアには比較的広い平坦地域があり、これらの地域は水田稲作や灌漑農業の開発に適していることがわかる。一方、このような平坦地はジャワ島、スラウェシ島、バリ・ヌサテンガラ島、マルク島では限られている。

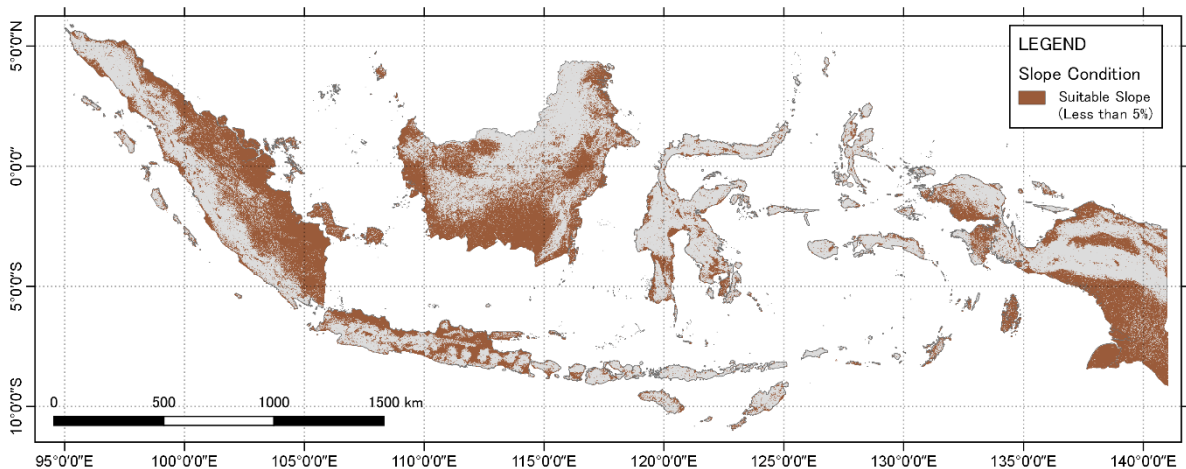


図 4.3.1 土地傾斜区分図  
出典：SRTM 3arcsec プロダクトより JICA 調査団作成



土地標高の評価にあたっては、傾斜の判定に用いた SRTM の DEM データを用いた。年平均気温が 18.7 度を下回る標高 1,500m を閾値とし<sup>4</sup>、それ以下を「適」、そして標高 1,500m を上回る地域を「やや適」エリアに分類する。インドネシア全土で標高 1,500m を上回る土地面積は少なく、国土の 5% に及ばない。標高の高いエリアはたいてい傾斜の大きいエリアに属するため、本土地資源評価へのインパクトは小さいこととなる。

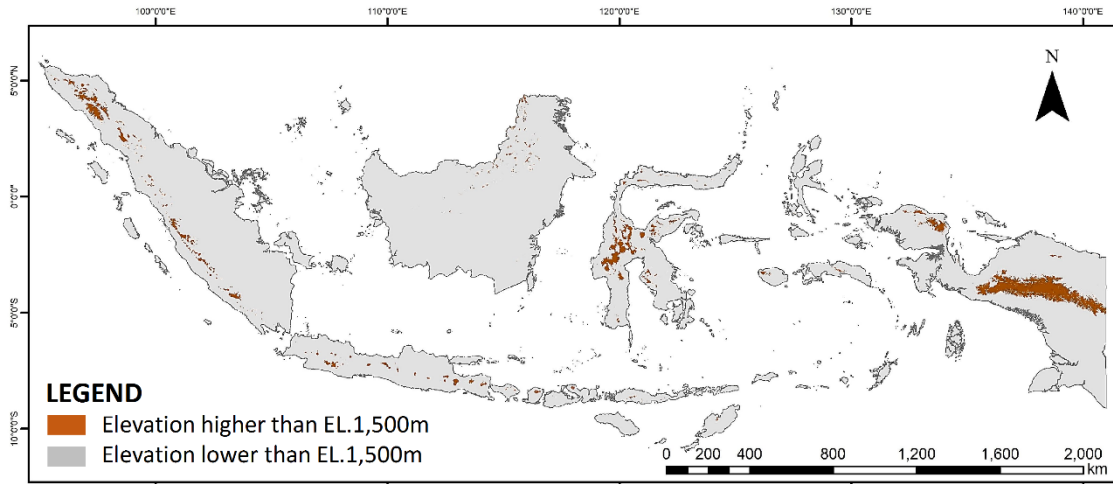


図 4.3.2 標高別の区分図  
出典：JICA 調査団、SRTM 1arcsec Product

### 4.3.2 洪水リスク

洪水リスクは、国家防災庁が 2016 年に公表した「Risiko Bencana Indonesia」に記載の洪水リスクマップの値を採用する。これは、表 4.3.1 に示すように、洪水に対する危険指数 (H)、脆弱指数 (V) および許容指数 (C) を基に 0 から 1 で洪水リスクを評価しており、0.6 以上の地域をリスクの高い地域とみなしている。本検討においても、0.6 以上の地域を洪水頻発地域として「最適」エリアから除外する。

表 4.3.1 洪水リスクインデックス算定要素一覧表

Index	Factors	Remarks
Hazard Index (H) (危険指数)	a. Topography b. Resolution of DEM c. Distance from River Network	Basically, considering the area where the slope is less than 15% and distance from the river is less than 300m, and calculating the hazard index with fuzzy logic method.
Vulnerability Index (V) (脆弱指数)	a. Social vulnerability defined by population density parameters (gender ratio, age groups, poverty ratio, disable population, etc) b. Physical vulnerability defined by number of houses, public facilities, critical facilities c. Economic vulnerability defined by GDRP and area of productive land. d. Environment vulnerability defined by land use such as protection forest, mangrove and lowland, etc.	Those factors are collected in village/Kelurahan scale. Regarding the physical vulnerability, danger class is also evaluated based on the regulation of BNPB No.2 (2012). Critical facilities described on factor b include infrastructure such as road, bridge, hospital, airport, harbor, etc..
Capacity Index (C) (許容指数)	Availability of the following factors; a. Priority of risk reduction b. Hazard monitoring system c. Education system on resiliency building d. Basic hazard risk reduction e. Disaster preparedness	After holistic evaluation, the capacity index values is classified into five levels; from Level 1 (small achievement to reduce disaster risk) to Level 5 (comprehensively achieved at all levels of community to reduce disaster risk)
Risk Index (R)	Hazard Index, Vulnerability Index, and Capacity Index	$R = (H \times V \times (1-C))^{1/3}$

出典：国家防災庁 2016

<sup>4</sup> RePPPProT National Overview (1990)

洪水に対する高リスク地域の分布を図 4.3.3 に示す。インドネシア全国では、全体の 1.9%にあたる 370 万 ha が高リスク地域に分類された。全体に占める洪水頻発地域の面積は小さく、多い地区でもスマトラ島の 2.2%程度であるが、スマトラ、カリマンタン、パプアなどの低湿地に分類される箇所に集中して分布する傾向にある。ジャワやバリ・ヌサテンガラ、スラウェシなどでは、高リスク地域は極めて小さく全体の 1%未満にとどまっている。

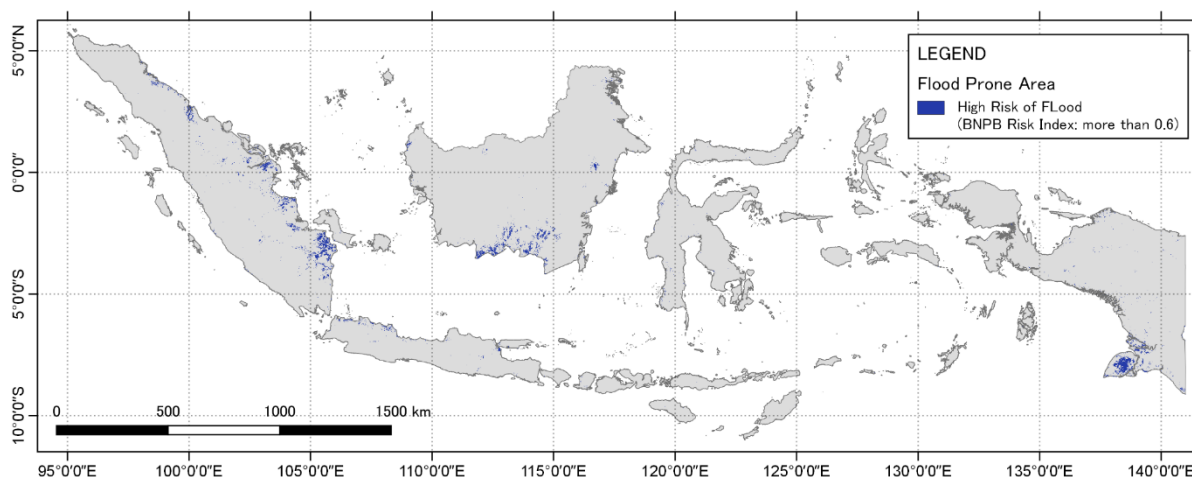


図 4.3.3 洪水リスクマップ (リスクインデックス 0.6 以上の高リスク地域を表示)

出典：国家防災庁

### 4.3.3 土壌適性

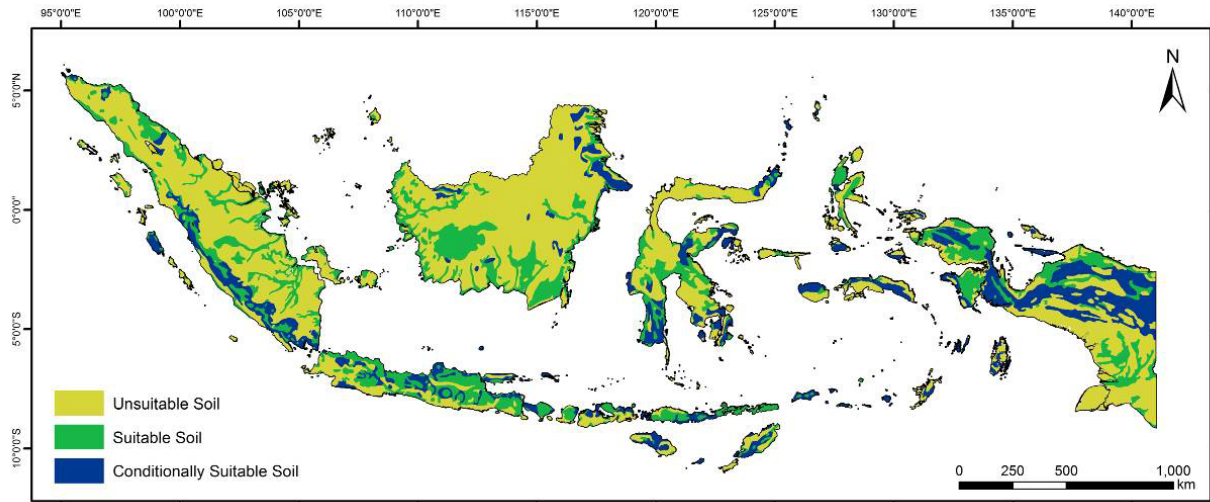
デジタル土壌図 (DSMW; Digital Soil Map of the World, FAO2007 年) は FAO ウェブサイトから入手可能であり<sup>5</sup>、データはユネスコの世界土壌図を基に作成されている。インドネシア国の土壌は同データ上で 15 のタイプに分類されている。これらの 15 種類の土壌を水田稲作適性の観点から、「適土壌」、「やや適土壌」、「不適土壌」の 3 種類に分類する (表 4.3.2 および図 4.3.4 参照)。

表 4.3.2 デジタル土壌図 (DSMW) に基づいた土壌分類

Category	Soil Type	Agricultural evaluation/ Soil Characteristics
Suitable Soil (適)	FERRALSOLS	High potential for various crops
	GLEYSOLS	In case well drained, this is a good soil for producing various crops.
	FLUVISOLS	The soil is suitable for many crops if irrigated.
	ANDOSOLS	If terraced, these soils are excellent for many crops, including various horticultural crops. With good management, it is suitable for continuous cropping. This is one of the best soils in the tropics.
Conditionally Suitable Soil (やや適)	VERTISOLS	Very heavy clay soils with deep and wide cracks in the dry season, with a specific microrelief (gilgai relief), and with slickensides in the subsoil.
	CAMBISOLS	Most Cambisols are good for agriculture if there are no specific limiting factors such as stoniness or steep slopes.
	LUVISOLS	Because of the dry summer season, this soil is only suitable for cereal winter crops, grapes and olives. If irrigation water is available, the soil is suitable for many crops.
Unsuitable Soil (不適)	NITOSOLS	At present it is a tall grass savanna, but the potential for various crops is good if farm management is improved.
	ACRISOLS	The present use is secondary forest. There is potential for grazing, not for arable crops because of susceptibility to soil erosion.
	RENDZINAS	Soils without soil development.
	LITHOSOLS	Very thin soils (< 10 cm thick) over hard rock
	HISTOSOLS	All organic soils or peat soils with an organic layer of more than 40 cm
	PODZOLS	A very poor soil, suitable only for extensive grazing. It has no agricultural potential.
	ARENOSOLS	Suitable only for extensive grazing, because of the very long dry season and the low water-holding capacity.
REGOSOLS	Soils without soil development.	

出典：JICA 調査団、および P. Buringh, 1979, Introduction to the study of soils in tropical and subtropical regions

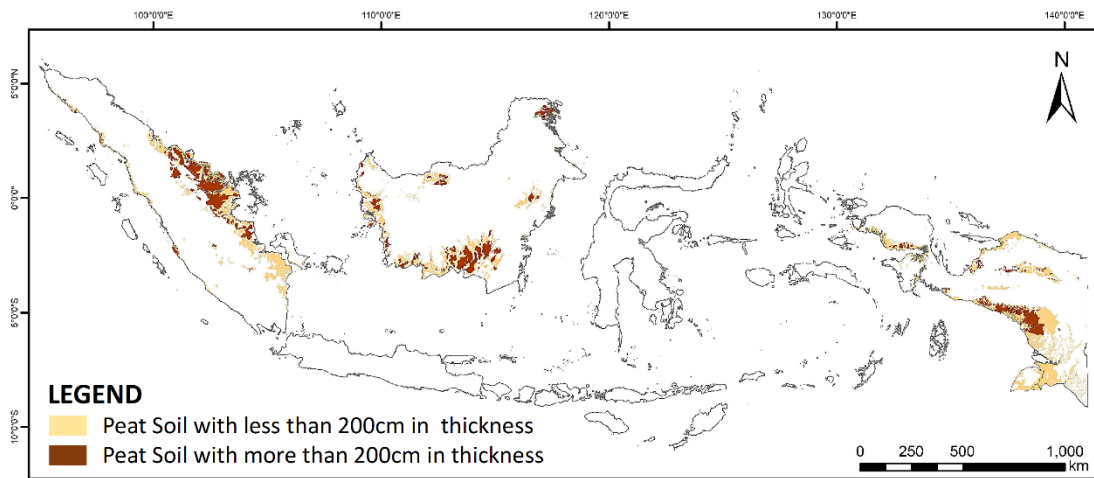
<sup>5</sup> <http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show?id=14116>



**図 4.3.4 水稲栽培に適した土壌の分布図**

出典：JICA 調査団および DSMW (FAO)

上述の通り、土地資源評価においてはヒストソル（泥炭土壌）を稲作に「不適」な土壌として分類している。一方、灌漑・沼沢局は、低湿地水田の開発において、泥炭土壌の厚さが 200cm 以下であれば「やや適」エリアとして水稲栽培に使用可能としている。そこで、灌漑・沼沢局低地部によって整理された泥炭土壌のベクターデータを評価に利用した。泥炭土壌はスマトラ島、カリマンタン島、パプアのみ分布しており、泥炭土壌厚による分類はこれら地域にのみ適用する。図 4.3.5 で茶色に示した地域が泥炭土壌の厚さが 200cm 以上存在するエリアであり、水田開発には不向きである。



**図 4.3.5 泥炭土壌の分布図**

出典：JICA 調査団および灌漑・沼沢局

#### 4.3.4 低湿地帯

インドネシアにおける低湿地帯は、干潟および内陸湿地帯の 2 種類に区分される。公共事業・国民住宅省は低湿地帯を法令<sup>6</sup>に基づいて次のように定義している。

干潟：

- ✓ 海沿いに分布する、もしくは海岸／河口域に隣接している。
- ✓ 河川沿いに分布し、潮／海の影響を受けている。

<sup>6</sup> Decree of Lowland, No. 29/PRT/M/2015, MPWH

- ✓ 潮や海、雨によって湛水している、あるいは農地造成のため排水され、干陸化している。
- ✓ 運河、河川、あるいは潮汐に影響される海から構成される。自然排水機能を有している。

内陸低湿地帯：

- ✓ 海から十分に距離がある。
- ✓ 河川流域に存在し、潮汐に関係なくある季節に河川水の影響を受ける。
- ✓ 一時的もしくは継続的に河川洪水や降雨の影響を受けて湛水する。
- ✓ 雨季に最高水位に達する、陸域の河川によって排水される。

低湿地帯は主にスマトラ島、カリマンタン島、パプアのみが存在するため、灌漑・沼沢局はそれ以外の島の低湿地帯の空間データは管理していない。本調査においては、スマトラ島、カリマンタン島、パプアの低湿地帯のみを水田開発に可能な地域とした。図 4.3.4 に、上記 3 島における低湿地帯の分布図を示す。これと傾斜を示した図 4.3.1 と比較すると、低湿地帯の分布は 2%に満たない平坦な地域に該当することがわかる。

低湿地帯はその地形条件から、非湿地帯と比較して排水が困難となる一方で、まとまった水田開発ポテンシャルエリアを確保しやすいなどの特徴を有する。したがって本検討では、適正を含めた土地ポテンシャルの分類に加え、追加ケースとして湿地帯／非湿地帯の分類を行った。すなわち、本ケースでは土地ポテンシャルとして、天水田および新規水田開発最適／適／やや適エリアの 4 分類にそれぞれ湿地帯／非湿地帯の 2 分類を乗じた合計 8 分類での評価となる。

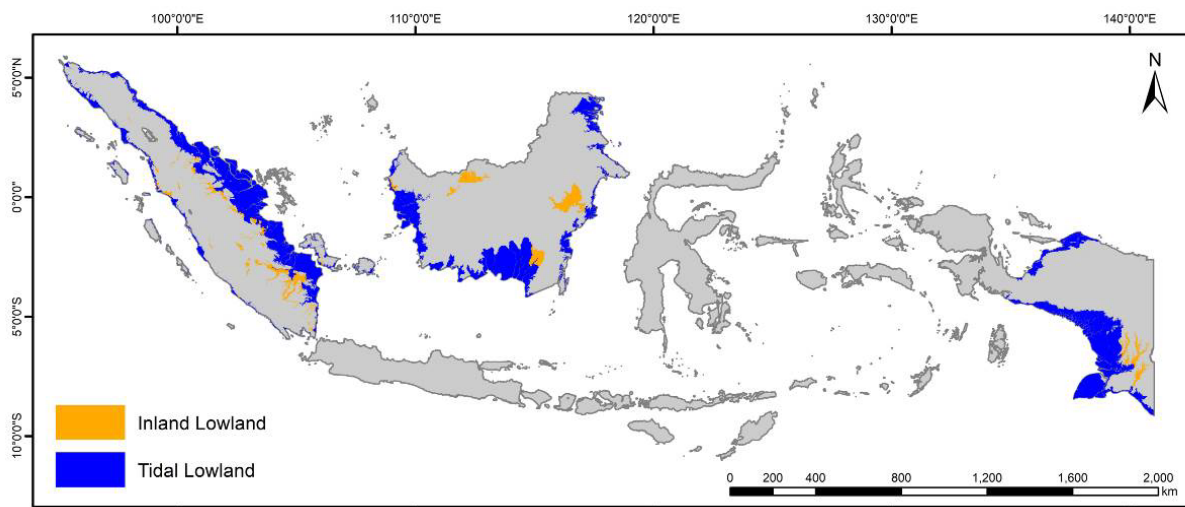


図 4.3.6 干潟および陸域低湿地帯の分布図

出典：JICA 調査団および 灌漑・沼沢局

図 4.3.6 に低湿地帯の分布図を示す。スマトラ島、カリマンタン島、パプアの 3 島を合計すると、3,300 万 ha の低湿地帯が存在する。その内、1,200 万 ha はスマトラ島に分布しており、同島の全体面積の 26%を占めている。その低湿地帯のほとんどが干潟であり、内陸低湿地帯は 15%を占めるに過ぎない。

#### 4.4 将来のコメ生産のための土地資源ポテンシャル

本節では、将来の灌漑水田面積開発を目的とした土地資源ポテンシャル評価の結果について述べる。前述の方法とデータに従い、土地ポテンシャルを天水田面積、新規水田開発最適／適／やや適エリアに分類し島別、州別、さらに流域別にて評価した。ここに示す結果は、水資源との比



較を行った上で、水田稲作のための灌漑開発ポテンシャル評価のために利用される。

#### 4.4.1 島別の土地資源ポテンシャル

表 4.4.1 および図 4.4.1 は各島における土地資源ポテンシャル (ha) を示している。インドネシア全土には約 330 万 ha の既存天水田があり、これらはコメ生産増のための灌漑開発優先度の最も高いエリアとなる。それに加え、640 万 ha の新規水田開発最適エリアと、1,060 万 ha の適エリア、1,350 万 ha のやや適エリアが存在する。これらのうち、既存天水田および新規水田開発最適を開発対象とすると、合計で 980 万 ha ものポテンシャルエリアが存在する。

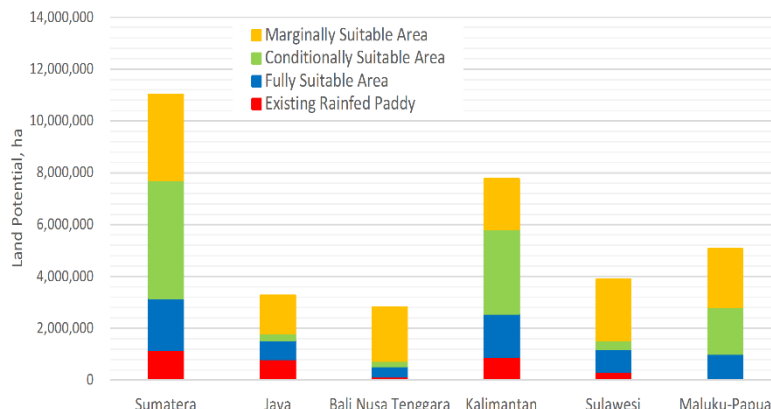


図 4.4.1 島毎の土地資源ポテンシャル (ha)

出典：JICA 調査団

スマトラ島、ジャワ島およびカリマンタン島には多くの既存天水田が存在する。バリ・ヌサテンガラ島やスラウェシ島の天水田面積は他の 3 島と比べると小さいが、それでも合計で 40 万 ha の天水田が存在している。一方、ジャワ島、バリ・ヌサテンガラ島およびスラウェシ島における、新規水田開発最適/適エリアの面積は比較的小さく、コメ生産開発の可能性は限られている。スラウェシ島には新規水田開発最適/適エリアは約 120 万 ha 存在する。

スマトラ島、カリマンタン島およびマルク・パプア島では、新規水田開発最適/適エリアが大きい。マルク・パプア島におけるほとんどの適正地はパプアに位置している。スマトラ島およびカリマンタン島の最適/適エリアはそれぞれ約 650 万 ha、490 万 ha に及ぶ。これにマルク・パプア島の最適/適エリアを加えると、約 1,420 万 ha となる。これらの島は、土地資源の視点において新規水田開発の多大なポテンシャルを有していると考えられる。

表 4.4.1 島毎の土地資源ポテンシャル (ha)

No	Island	Existing Paddy	Fully Suitable Area	Conditionally Suitable Area	Marginally Suitable Area
1	Sumatera	1,143,477	1,923,624	4,639,087	3,328,038
2	Java	805,341	715,768	264,764	1,493,987
3	Bali Nusa Tenggara	128,942	395,153	217,002	2,079,988
4	Kalimantan	890,923	1,609,428	3,317,456	1,956,460
5	Sulawesi	318,628	848,085	363,568	2,340,288
6	Maluku-Papua	48,991	952,684	1,816,115	2,255,048
Nationwide		3,336,302	3,336,302	6,609,151	6,444,743

出典：JICA 調査団

図 4.4.2～図 4.4.7 の地図は、最適/適/やや適エリアの分布を島毎に示している（地図上にて赤色で表示されている既存水田（検証済水田）は灌漑水田と天水田を含み、天水田面積の評価に使用された BPS 統計値と同じではない）。2019 年 12 月時点で、灌漑エリアの特定が全州において完了してないため、灌漑・非灌漑の区別は地図上では表示されていない。

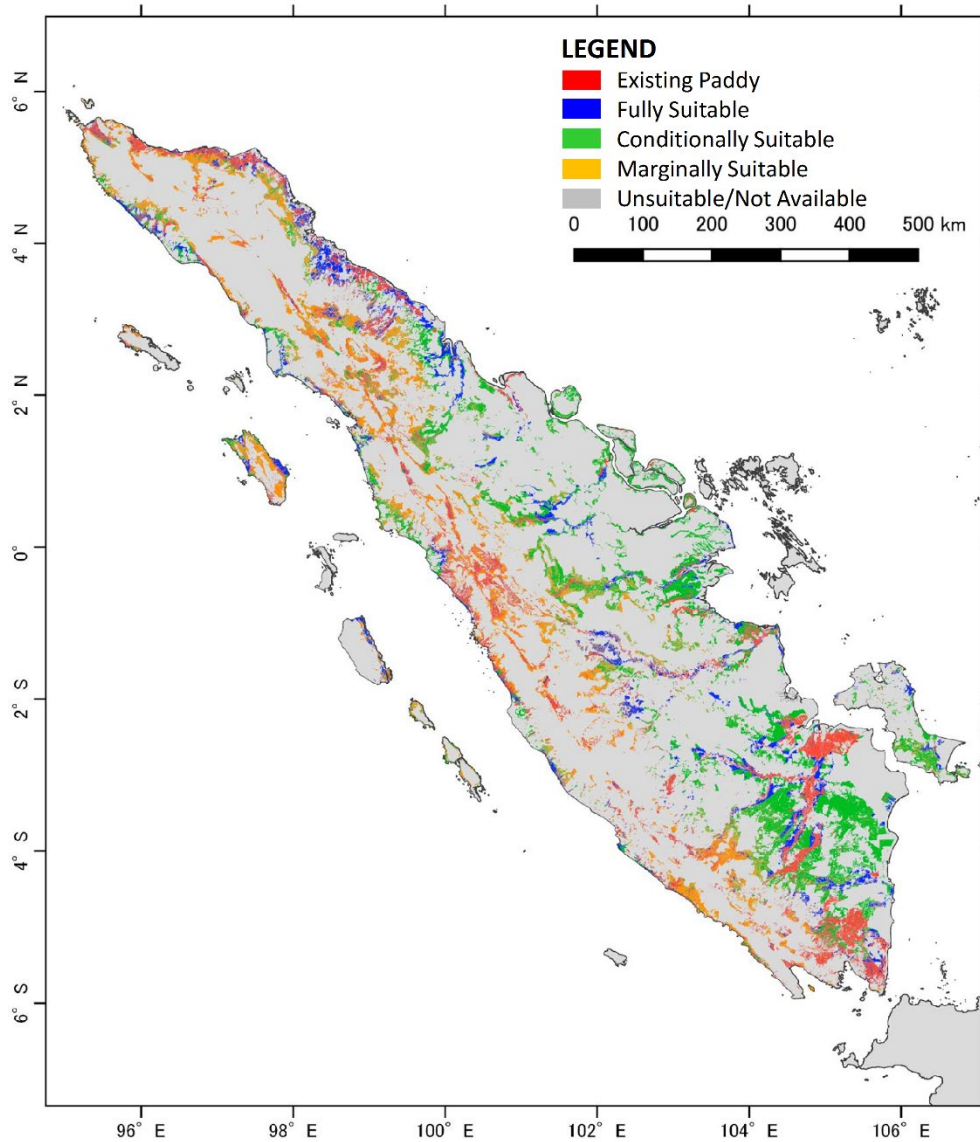


図 4.4.2 スマトラ島におけるポテンシャルエリア分布図  
出典：JICA 調査団

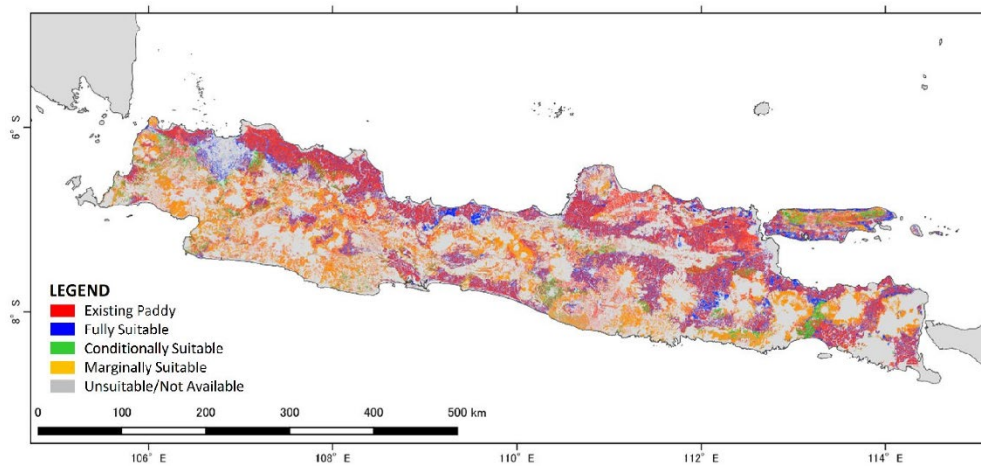


図 4.4.3 ジャワ島におけるポテンシャルエリア分布図  
出典：JICA 調査団

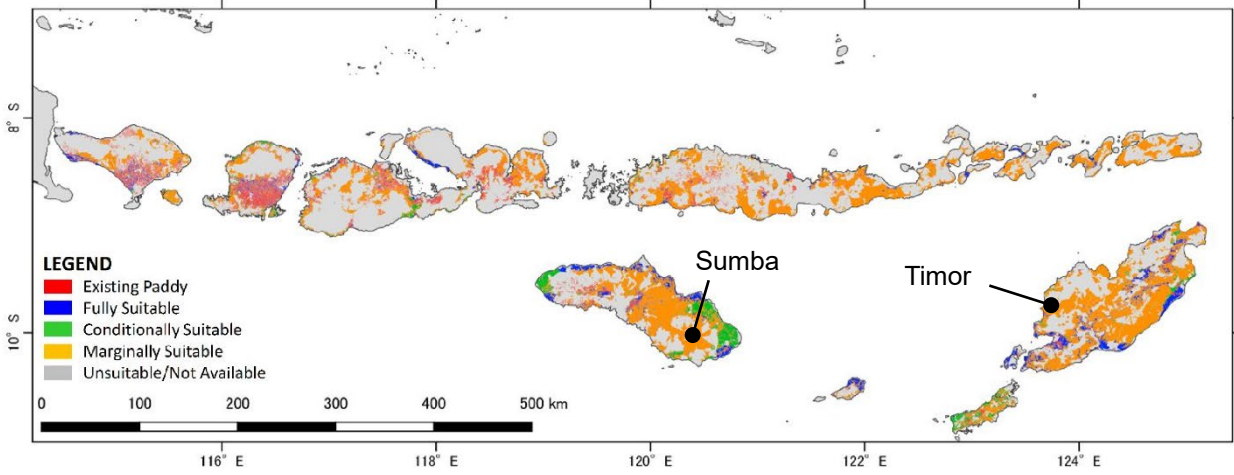


図 4.4.4 バリ・ヌサトゥンガラ島におけるポテンシャルエリア分布図

出典：JICA 調査団

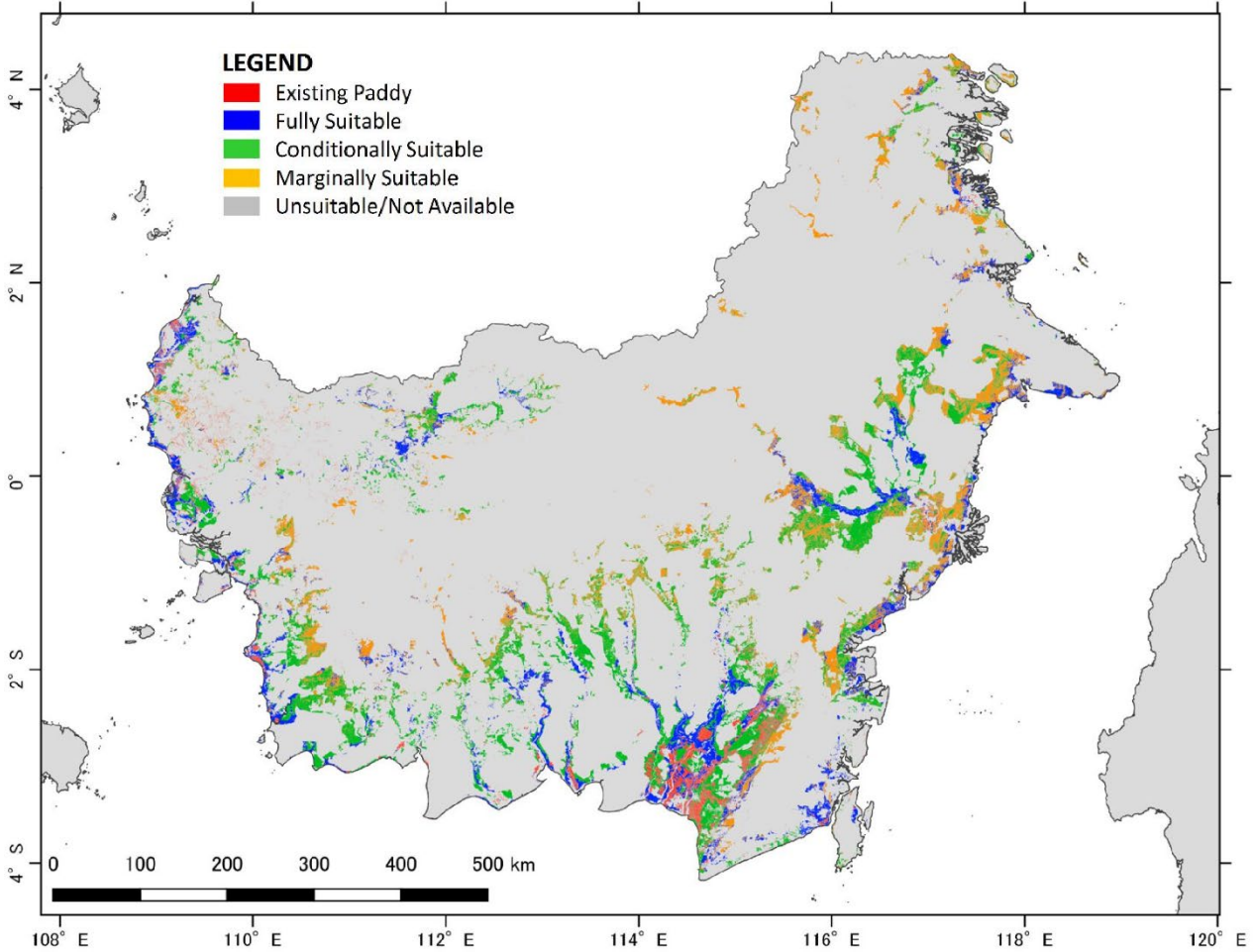


図 4.4.5 カリマンタン島におけるポテンシャルエリア分布図

出典：JICA 調査団



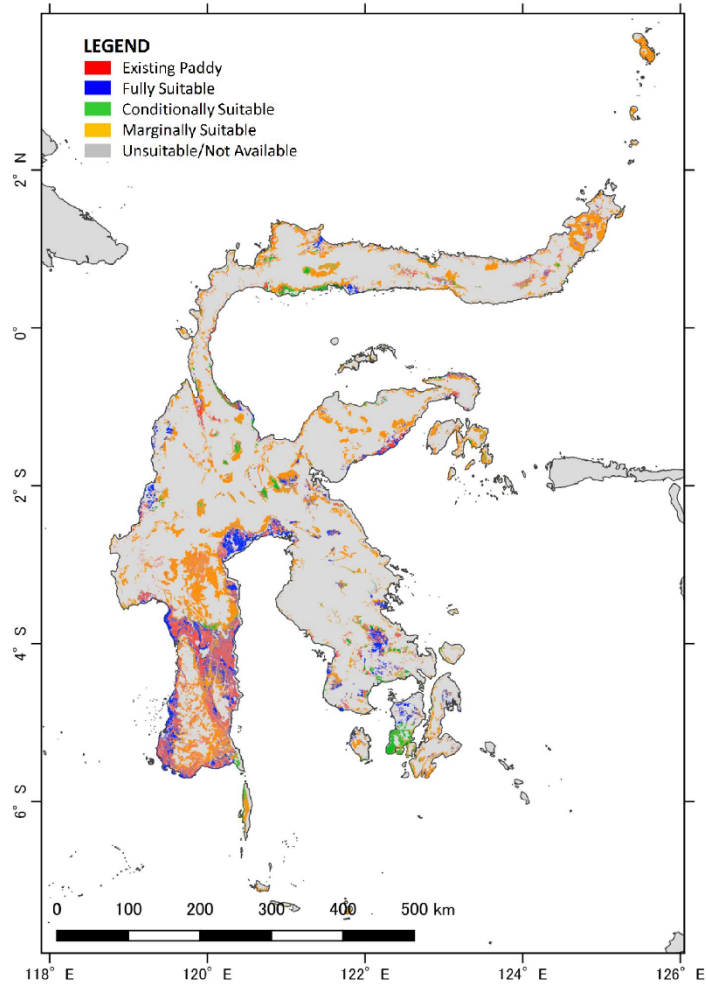


図 4.4.6 スラウェシ島におけるポテンシャルエリア分布図  
出典：JICA 調査団

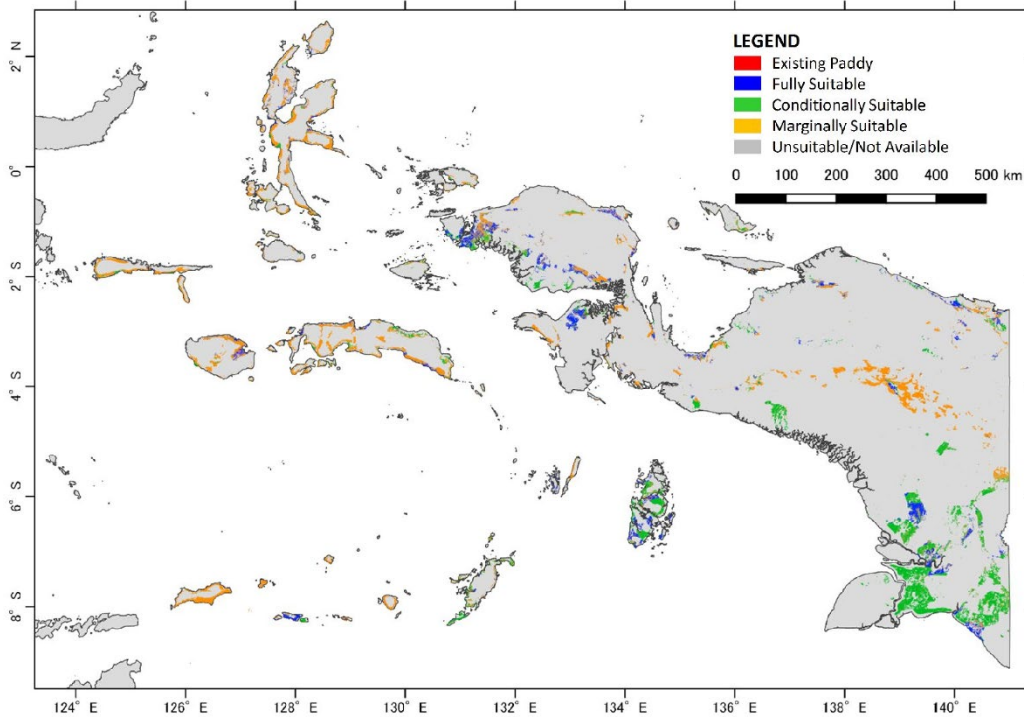


図 4.4.7 マルク・パプア島におけるポテンシャルエリア分布図  
出典：JICA 調査団

#### 4.4.2 流域別の土地資源ポテンシャル

図 4.4.8 および図 4.4.9 は、ha 単位で流域毎の将来のコメ生産のための土地資源ポテンシャルを示している。グラフ横軸は公共事業・国民住宅省の法令 No. 04/PRT/M/2015 に定められている 128 の流域の番号を示している。

##### 1) スマトラ島

スマトラ島においては、Barumun-Kualuh (1.16.B) などの島の北側に位置する流域も土地ポテンシャルを有するが、ほとんどの既存天水田が南側の流域に存在している。Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau (1.40.A2)、Mesuji-Telang-Bawang (1.43.A2)、Seputih-Sekampu (1.45.A3) にある広大な既存天水田エリアは注目に値する。特に Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau (1.40.A2) においては、47 万 5 千 ha もの天水田がある。これらの流域は、灌漑開発／拡大に向けて高い優先度を与えられるべきである。

##### 2) ジャワ島

ジャワ島における天水田以外の開発適エリアは限られていることが分かる。そのため、既存の灌漑施設の改修、または天水田を活用した灌漑面積拡大の優先度が高い。Jratunseluna (2.16.A3)、Bengawan-Solo (2.18.A2)、および Madura-Bawean (2.20.B) には多くの天水田があり、それらはジャワ島の東に分布している。それらのうち、Bengawan-Solo (2.18.A2) には 18 万 5 千 ha もの天水田が存在する。

##### 3) バリ・ヌサテンガラ島

バリ・ヌサテンガラ島における土地ポテンシャルは、全ての島において非常に限られている。新規水田開発最適／適エリアは既に僅かとなっている。各流域の天水田面積および新規水田開発最適／適エリアの合計を比較すると、Sumba (3.4.B) は約 22 万 1 千 ha のポテンシャルエリアを有している。土地資源ポテンシャルの観点からは、バリ・ヌサテンガラ島の流域においては既存灌漑施設の改修に注力することが推奨される。

##### 4) カリマンタン島

カリマンタン島に関しては、天水田の 45 万 6 千 ha 以上が Barito (4.9.A2) に分布している。このうち、Barito (4.9.A2) のほとんどは平坦な土地（傾斜 5%以下）に分類され、新規水田開発最適／適エリアも多くなっている。Barito (4.9.A2) は、コメ生産のための新規灌漑施設開発のカリマンタン島における優先地区となることが予想される。

##### 5) スラウェシ島

スラウェシ島に関しては、南スラウェシ州内の流域が注目に値する。Saddang (5.15.A2)、Walanae-Cenranae (5.16.A3)、および Jeneberang (5.17.A3) において合計で 23 万 ha もの天水田面積を有している。特に、Walanae-Cenranae (5.16.A3) では天水田面積のクラスター（まとまり）が東側の地域に確認できる。また、新規水田開発最適エリアは、Saddang (5.15.A2) の西海岸に広がっている。

##### 6) マルク・パプア島

マルク島においては、天水田が 3 万 6 千 ha、新規水田開発最適／適エリアがそれぞれ 22 万 6 千 ha、30 万 3 千 ha しか存在しない。多くの利用可能地は、傾斜が 5%以上であるため「やや適」エリアに分類され、その面積は 107 万 ha である。

パプア島に関しては、Einlanden-Digul-Bukuma (7.5.A1) の土地ポテンシャルが顕著である。天

水田は3万6千haしかないにも関わらず、流域内には142万haもの新規水田開発最適/適エリアが存在する。その最適/適エリアは流域の南側に位置し、ほとんどが低湿地帯および平地に分布している。Einlanden-Digul-Bukuma (7.5.A1) はパプア島における開発優先地区とされるべきである。

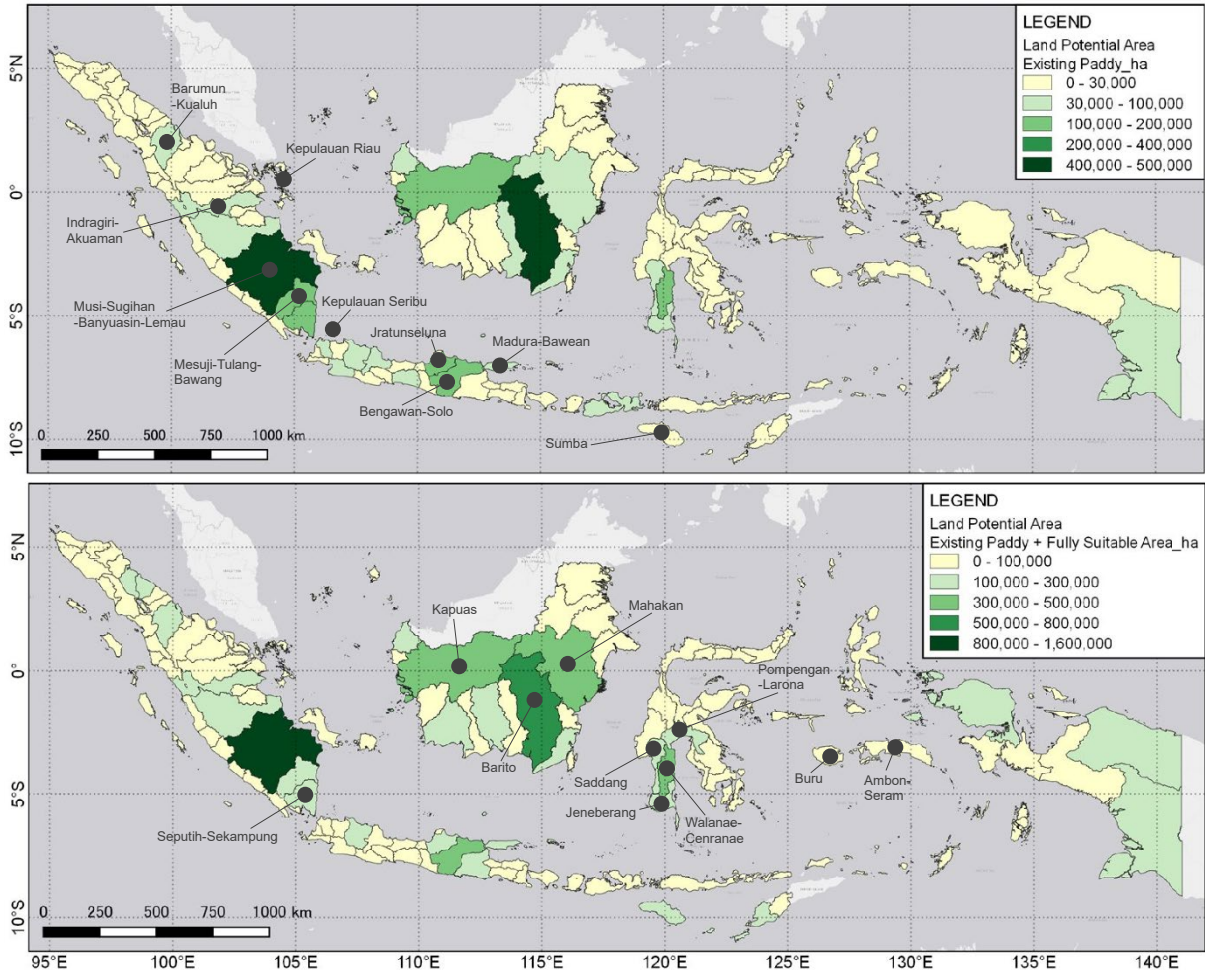


図 4.4.8 流域別の土地資源ポテンシャルマップ  
 出典: JICA 調査団

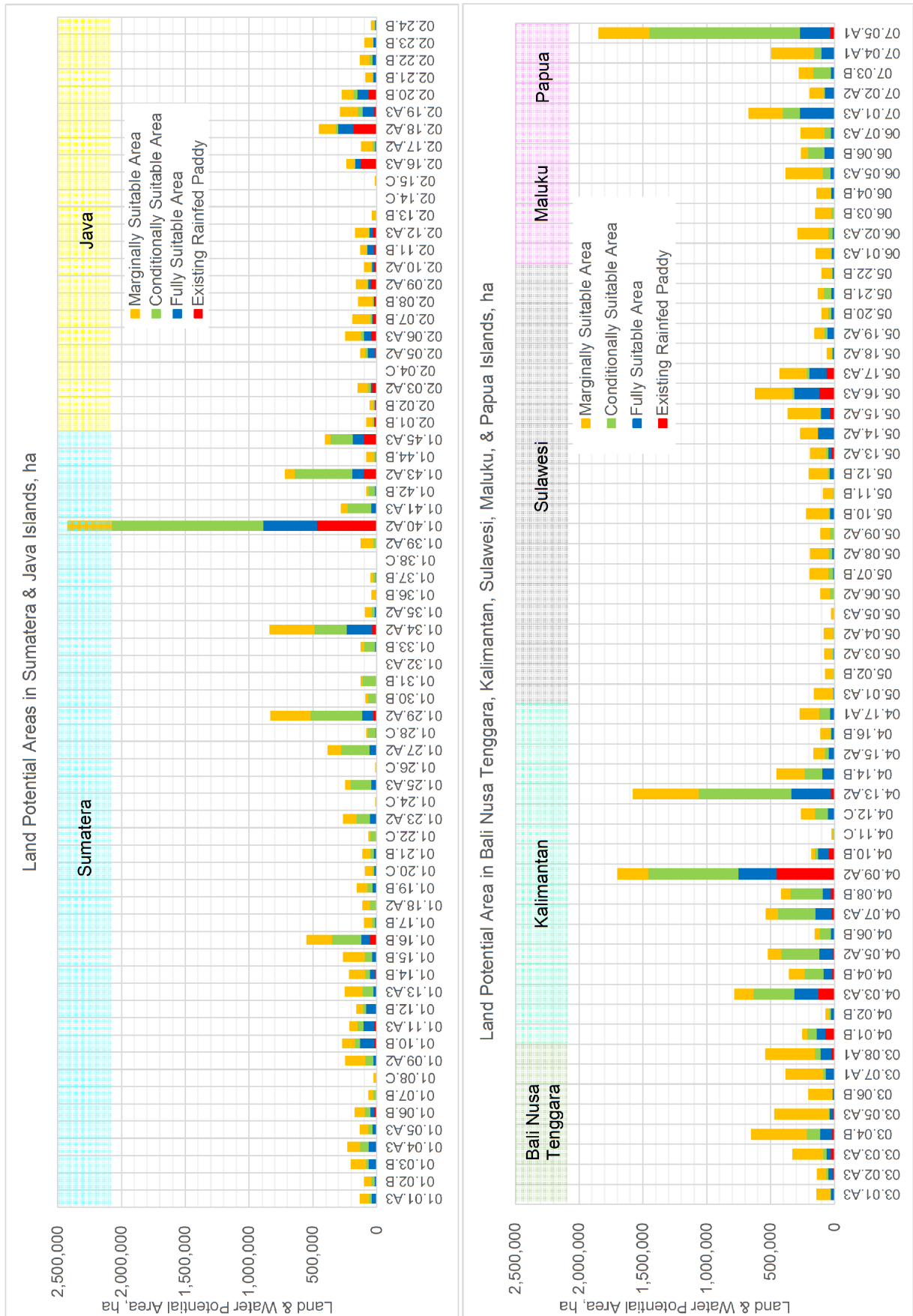


図 4.4.9 流域別の土地資源ポテンシャル

出典：JICA 調査団

#### 4.4.3 州別の土地資源ポテンシャル

図 4.4.10 および図 4.4.11 に州ごとの土地資源ポテンシャル (ha) を示した。天水田、新規水田開発最適/適/やや適エリアを考慮すると、最大でスマトラ島の南スマトラ州において 1,690 万 ha、最小でスマトラ島のケブラウアン・リアウ州において 120ha のポテンシャルが存在する。スマトラ島、カリマンタン島、およびパプア島にポテンシャルエリアが集中している。

##### 1) スマトラ島

南スマトラ州、ランブン州および北スマトラ州には、それぞれ 50 万 4 千 ha、18 万 5 千 ha、15 万 9 千 ha の天水田がある。これらの州は新規灌漑施設開発において優先度が高いと予測される。新規水田開発最適/適エリアに関しては、南スマトラ州、リアウ州および北スマトラ州において、それぞれ 178 万 ha、135 万 ha、109 万 ha を占めている。

##### 2) ジャワ島

ジャワ島においては、天水田への灌漑水供給が第一優先となる。西ジャワ州、中央ジャワ州、および東ジャワ州を合計すると、約 70 万 ha もの天水田が存在する。その中でも、中央ジャワは最も高いポテンシャル、すなわち 28 万 3 千 ha の天水田を有しており、本地域への灌漑の優先度は高いと言える。

新規水田開発最適エリアに注目すると、38 万 ha のエリアが東ジャワ州に存在する。それに加え、西ジャワ州および中央ジャワ州においてそれぞれ 12 万 ha、16 万 ha がある。ジャワ島のほとんどの地域において農業およびその他の目的のために既にかんりの開発が行われていることから、新規で水田を開発する余地はあまりないと言える。

##### 3) バリ・ヌサテンガラ島

バリ州の水田はほとんどが灌漑水田であり、天水田はほとんど西ヌサテンガラ州と東ヌサテンガラ州にしか確認されない。バリ州には 562ha しか天水田が存在しない。一方で、西ヌサテンガラ州および東ヌサテンガラ州では合計 12 万 8 千 ha の天水田が存在する。当該地域には、約 58 万 ha の新規水田開発最適/適エリアが存在するが、そのうちの 21 万 ha が適エリアである。将来の水田開発における開発最適エリアは 36 万 ha しか残っていない。

##### 4) カリマンタン島

南カリマンタン州、西カリマンタン州および中央カリマンタン州には広い天水田が存在する(それぞれ、40 万 2 千 ha、25 万 ha、17 万 9 千 ha)。北カリマンタン州や東カリマンタン州等の他の州には合計して 5 万 9 千 ha しか天水田が存在しない。

一方で新規水田開発のための土地適正をみると、最適/適エリアは東カリマンタン州および中央カリマンタン州でそれぞれ 148 万 ha 存在する。西カリマンタン州および南カリマンタン州においても、それぞれ 116 万 ha、64 万 ha もの広大な最適/適エリアがある。一方、北カリマンタン州では最適/適エリアは 16 万 ha と限られている。

##### 5) スラウェシ島

スラウェシ島においては、南スラウェシ州以外では灌漑開発のための土地ポテンシャルは非常に限られている。森林分布図に基づいて、スラウェシ島の広範な部分が開発不可能なエリアに分類されているためである。さらに、本島は平坦でないため、多くの開発可能エリアは「やや適」



エリアに限られる。

本島の天水田面積に注目すると、約 77% (24 万 4 千 ha) が南スラウェシ州に集中していることが確認される。土地の傾斜と灌漑・沼沢局によって特定された灌漑エリアを比べると、平地における水田は既に灌漑開発が実施済みと思われ、残りの天水田の灌漑開発を行うことは難しいと考えられる。

6) マルク・パプア島

マルク・パプア島における土地ポテンシャルはパプア州に集中している。パプア州には 176 万 ha の新規水田開発の「最適/適エリア」が存在する。天水田面積は 4 万 9 千 ha しかないため、マルク・パプア島においては、新規水田開発によってのみ新たなコメ生産が期待できる。

パプア州の新規水田開発「最適/適エリア」のほとんどは低地と平地に分布している。当該州の海岸地域ではある程度の低地と平地があり、それらはコメ生産に適正な土壌を有している。これら以外の地域では、森林分布と急な傾斜により非開発地区に分類されていることから、灌漑開発の可能性は低い。

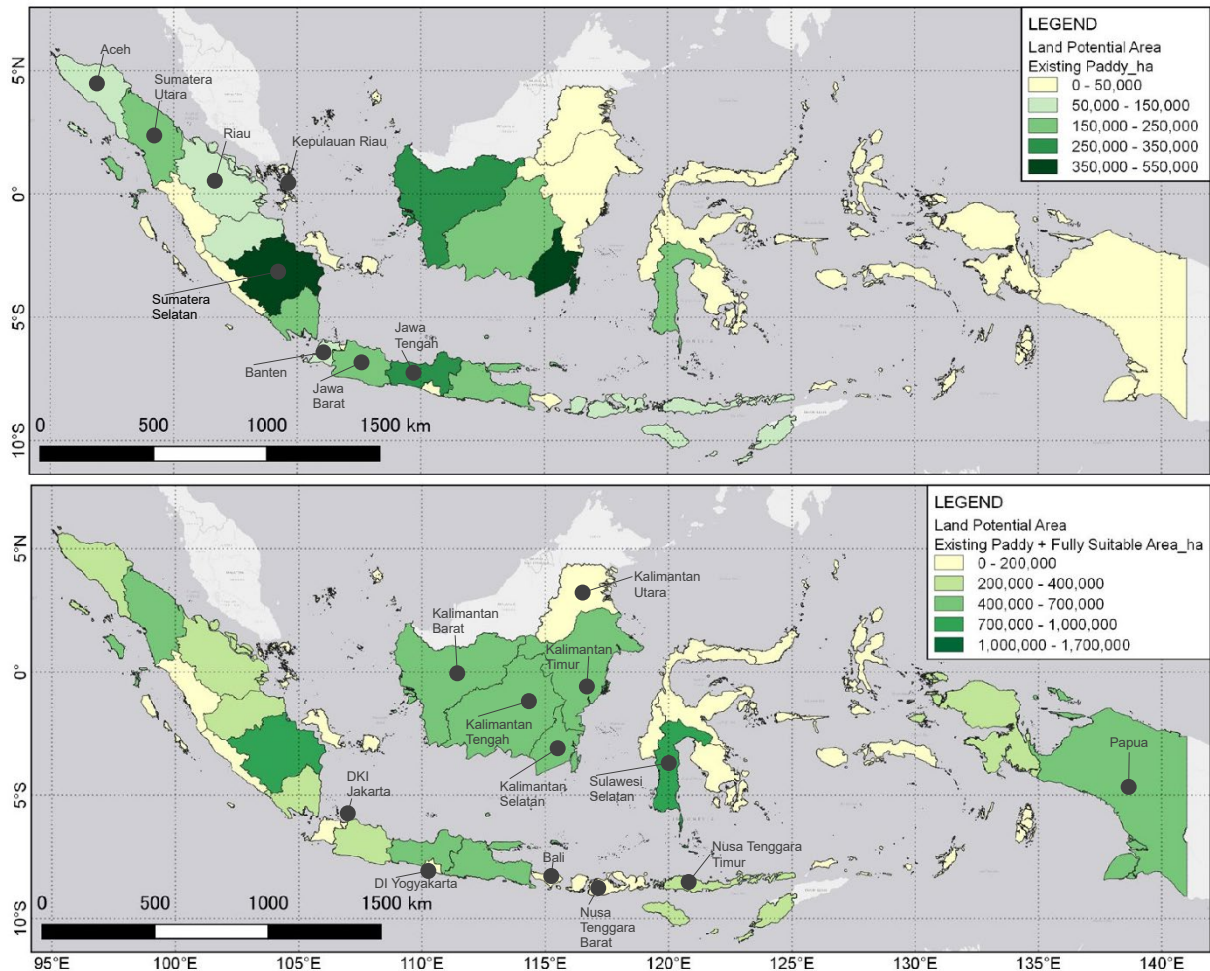


図 4.4.10 州別の土地資源ポテンシャルマップ

出典: JICA 調査団

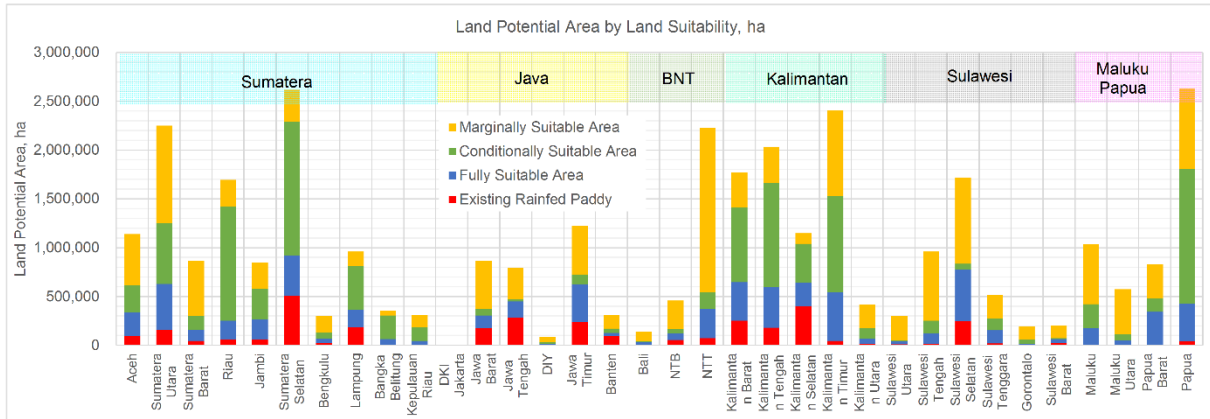


図 4.4.11 州別の土地資源ポテンシャル  
出典：JICA 調査団

#### 4.4.4 湿地分布を考慮した土地資源ポテンシャル

4.3.4 節で述べたように、それぞれのポテンシャルエリアが湿地帯に属するかどうかは灌漑開発計画上で重要な情報である。本節では、島別の土地資源ポテンシャル分布について、湿地帯と非湿地帯ごとに取りまとめた結果を示す。

湿地分布を考慮した場合においても、土地資源ポテンシャル面積の大小の傾向は考慮しない場合と比較して同様であった。非湿地帯／湿地帯どちらにおいてもポテンシャル面積が最も大きい順からスマトラ島（湿地帯：740 万 ha、非湿地帯：360 万 ha）、カリマンタン島（湿地帯：480 万 ha、非湿地帯：300 万 ha）、パプア島（（湿地帯：430 万 ha、非湿地帯：77 万 ha）となる。

しかしながら、水田開発において最も優先度の高い開発適正を示す天水田／最適エリアのみに注目した場合、非湿地帯のポテンシャルで最も大きなポテンシャル面積を有する地域はジャワ島の 152 万 ha であり、次いでスマトラ島の 146 万 ha、そしてスラウェシ島の 116 万 ha が続くこととなる。

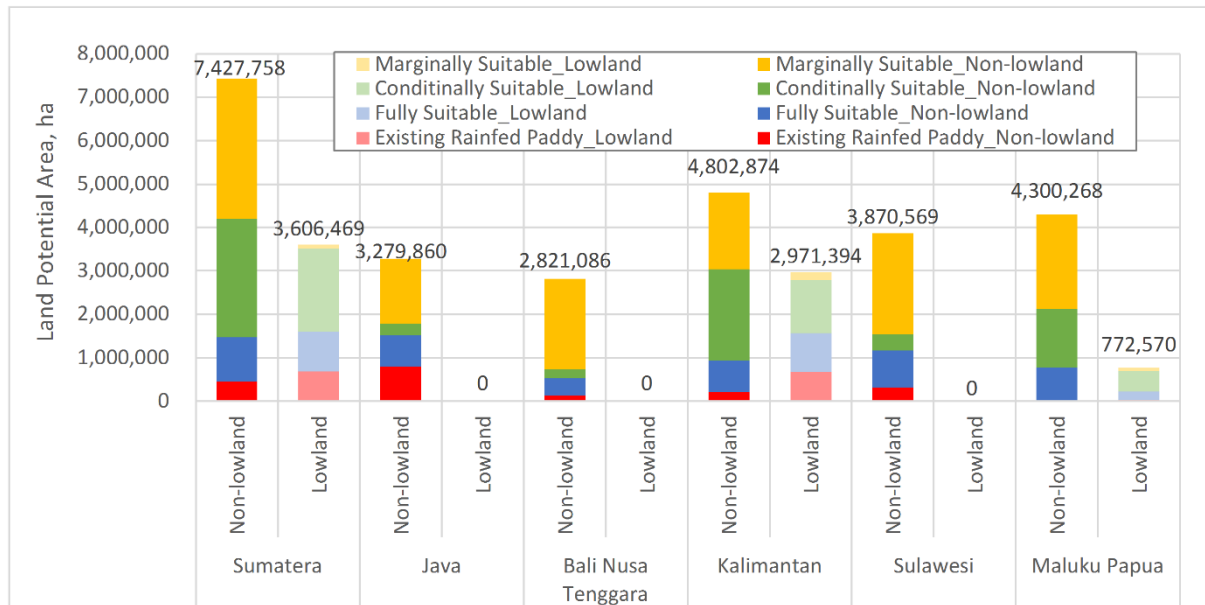


図 4.4.12 湿地帯分布を考慮した島別の土地資源ポテンシャル  
出典：JICA 調査団



表 4.4.2 湿地帯分布を考慮した島別の土地資源ポテンシャル一覧表

No	Island	Land	Existing Paddy	Fully Suitable Area	Conditionally Suitable Area	Marginally Suitable Area	Total Area
1	Sumatera	Non-lowland	455,090	1,011,564	2,732,075	3,229,029	7,427,758
		Lowland	688,387	912,060	1,907,012	99,010	3,606,469
2	Java	Non-lowland	805,341	715,768	264,764	1,493,987	3,279,860
		Lowland	0	0	0	0	0
3	Bali Nusa Tenggara	Non-lowland	128,942	395,153	217,002	2,079,988	2,821,086
		Lowland	0	0	0	0	0
4	Kalimantan	Non-lowland	220,005	715,622	2,100,048	1,767,200	4,802,874
		Lowland	670,918	893,807	1,217,409	189,260	2,971,394
5	Sulawesi	Non-lowland	318,628	848,085	363,568	2,340,288	3,870,569
		Lowland	0	0	0	0	0
6	Maluku-Papua	Non-lowland	13,297	762,798	1,346,416	2,177,757	4,300,268
		Lowland	35,694	189,886	469,699	77,292	772,570
Nationwide		Non-lowland	1,941,303	4,448,990	7,023,873	13,088,248	26,502,414
		Lowland	1,394,999	1,995,752	3,594,120	365,562	7,350,433

出典：JICA 調査団

#### 4.4.5 湿地帯分布を考慮した流域別の土地資源ポテンシャル

図 4.4.13 に湿地帯分布を考慮した流域別の土地資源ポテンシャルを示す（湿地帯の広く分布するスマトラ島、カリマンタン島、パプア島の流域に限定する）。また表 4.4.3 には、湿地／非湿地分類別の土地資源ポテンシャルに関し上位 20 流域を示す。

湿地帯に位置する土地資源ポテンシャル面積は、まとめて分布する傾向にあり、特に Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau (1.40.A2) や Barito (4.9.A2) で 60 万 ha 以上の突出したポテンシャル（天水田および最適エリアの合計面積）を有することが確認される。また、湿地帯には天水田／最適エリアが多く分布する傾向にあることから、大型の新規開発地区の選定に有利であると考えられる。しかしながら、湿地帯における天水田は、潮汐による灌漑が既に実施されている可能性があるため、ポテンシャル面積の評価には注意を要する（BPS の定義によると、潮汐灌漑地区は非灌漑エリアとして計上されている。詳細は 4.2.1 節を参照。）。

まとめて突出したポテンシャルが確認された湿地帯の土地資源ポテンシャルと比較して、非湿地帯の土地資源ポテンシャルは、分散して分布する傾向にある。最も多くの非湿地帯土地ポテンシャル面積を有する流域は南スラウェシ州に位置する Waranae-Cenranae (05.16.A3) の 32 万 ha（天水田：12 万 ha、最適エリア：20 万 ha）であり、続いて中央ジャワ州の Bengawan Solo (2.18.A2) で 30 万 ha（天水田：18 万 ha、最適エリア 12 万 ha）である。その他、スマトラ島、カリマンタン島、パプア島の流域も均等に分布する結果となっている。これらの中でも特に 5.14A2～5.17.A3 などの南スラウェシ州に分布する流域のポテンシャルエリアはまとめて存在しており、開発有望地であるといえる。

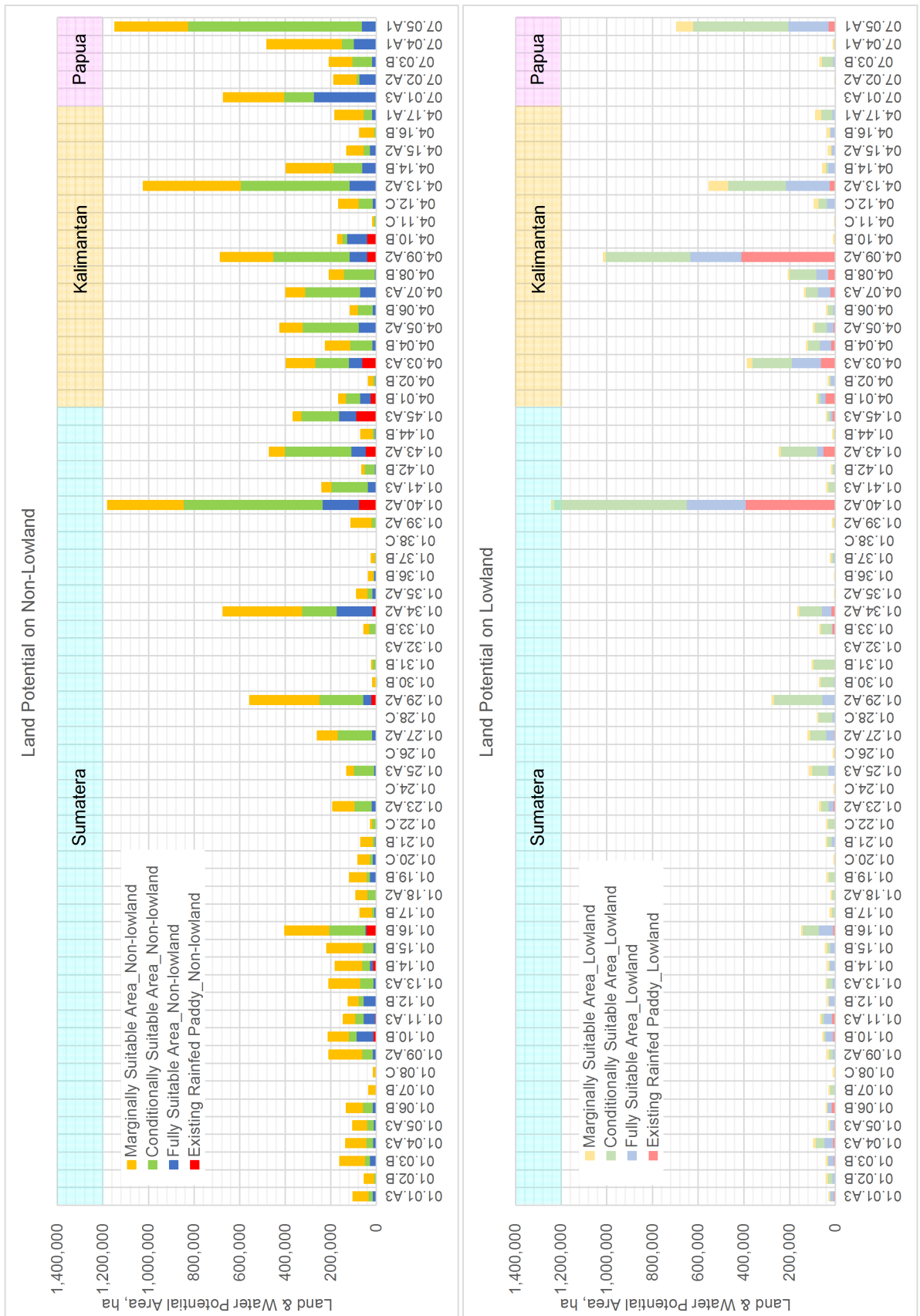


図 4.4.13 湿地分布を考慮した流域別の土地資源ポテンシャル (スマトラ島、カリマンタン島、パプア島)

出典：JICA 調査団

表 4.4.3 湿地／非湿地帯それぞれの流域別土地資源ポテンシャル（上位 20 流域）

Non-lowland					Lowland				
No.	Code	Existing Rainfed Paddy	Fully Suitable Area	Total	No.	Code	Existing Rainfed Paddy	Fully Suitable Area	Total
1	05.16.A3	123,548	195,953	319,501	1	01.40.A2	396,089	256,896	652,986
2	02.18.A2	184,974	123,226	308,200	2	04.09.A2	412,816	223,625	636,441
3	07.01.A3	2,263	274,766	277,030	3	04.13.A2	27,744	191,839	219,583
4	01.40.A2	79,485	159,392	238,877	4	07.05.A1	32,848	176,696	209,543
5	05.17.A3	68,724	131,897	200,621	5	04.03.A3	66,202	126,596	192,797
6	01.34.A2	20,352	156,960	177,312	6	04.08.B	34,007	51,740	85,746
7	02.16.A3	129,805	43,529	173,334	7	01.43.A2	56,078	26,755	82,833
8	01.45.A3	91,909	75,118	167,027	8	04.07.A3	24,446	54,888	79,335
9	02.20.B	68,641	88,969	157,610	9	01.16.B	11,383	63,190	74,573
10	05.14.A2	8,724	123,395	132,119	10	04.04.B	21,178	48,817	69,995
11	04.10.B	45,159	86,411	131,570	11	04.01.B	46,139	21,819	67,958
12	04.03.A3	64,696	58,709	123,404	12	01.34.A2	20,158	41,894	62,052
13	04.13.A2	7,334	114,070	121,404	13	01.29.A2	7,525	52,542	60,067
14	04.09.A2	43,489	76,495	119,985	14	01.11.A3	16,017	35,197	51,213
15	03.04.B	22,951	95,668	118,619	15	01.04.A3	11,859	38,325	50,184
16	02.19.A3	28,497	89,357	117,854	16	01.10.B	11,850	35,072	46,922
17	03.08.A1	27,918	86,802	114,720	17	01.27.A2	7,798	35,017	42,816
18	01.43.A2	49,637	62,965	112,602	18	04.05.A2	10,982	28,948	39,930
19	05.15.A2	38,362	71,056	109,419	19	04.12.C	4,517	34,990	39,508
20	02.06.A3	47,488	58,068	105,556	20	01.06.B	17,957	19,027	36,984

出典：JICA 調査団

#### 4.4.6 湿地帯分布を考慮した州別の土地資源ポテンシャル

湿地帯分布を考慮した州別の土地資源ポテンシャル面積を表 4.4.4 および図 4.4.14 に示す（開発優先度の高い天水田および新規水田開発の最適エリアのみの結果を示す）。湿地帯のポテンシャルエリアは、南スマトラ州に最も集中して存在しており、約 43 万 ha もの天水田および約 26 万 ha の新規水田開発最適エリアが存在する。その他、西／中央／南カリマンタン州においても湿地帯のポテンシャルが広く存在していることから、湿地帯の開発を考慮する上で土地資源ポテンシャルの観点から最優先地域になると考えられる。

非湿地帯におけるポテンシャルエリアで最も広い面積を有するのは南スラウェシ州の 77 万 ha であり、次いで東ジャワ州の 62 万 ha となる。これらの州のポテンシャル面積は、他州と比較しても著しく高いことから、灌漑開発において有望地であると考えられる。一方、湿地／非湿地のポテンシャル面積を合計した 4.4.3 節のケースでポテンシャル面積の大きかった南スマトラ州やランブン州、北スマトラ州、カリマンタン島の各州（北カリマンタン州等）でも 20 万 ha 弱～35 万 ha 程度の土地資源ポテンシャルを有していることから、開発有望地として考えられる。

表 4.4.4 湿地／非湿地帯それぞれの州別土地資源ポテンシャル

No.	Province	Non-lowland			Lowland		
		Existing Rainfed Paddy	Fully Suitable Area	Total	Existing Rainfed Paddy	Fully Suitable Area	Total
1	Aceh	30,810	97,021	127,831	68,264	141,658	209,922
2	Sumatera Utara	111,744	238,681	350,425	47,778	231,862	279,640
3	Sumatera Barat	34,005	80,913	114,918	8,998	37,905	46,903
4	Riau	14,657	55,444	70,101	46,871	137,891	184,762
5	Jambi	20,343	157,963	178,306	39,170	47,447	86,617
6	Sumatera Selatan	74,637	152,791	227,428	430,308	258,220	688,528
7	Bengkulu	15,200	39,001	54,201	7,511	9,065	16,576
8	Lampung	151,573	143,193	294,766	33,958	36,147	70,105
9	Bangka Belitung	4,330	46,558	50,888	3,200	11,864	15,064

No.	Province	Non-lowland			Lowland		
		Existing Rainfed Paddy	Fully Suitable Area	Total	Existing Rainfed Paddy	Fully Suitable Area	Total
10	Kepulauan Riau	120	0	120	0	0	0
11	DKI Jakarta	121	6,883	7,004	0	0	0
12	Jawa Barat	176,159	128,109	304,268	0	0	0
13	Jawa Tengah	283,025	165,439	448,464	0	0	0
14	DI Yogyakarta	8,859	4,806	13,665	0	0	0
15	Jawa Timur	240,629	380,047	620,676	0	0	0
16	Banten	96,548	30,485	127,033	0	0	0
17	Bali	562	32,359	32,921	0	0	0
18	NTB	55,044	65,618	120,662	0	0	0
19	NTT	73,336	297,177	370,513	0	0	0
20	Kalimantan Barat	102,600	157,548	260,148	147,735	239,329	387,064
21	Kalimantan Tengah	21,810	170,798	192,608	157,523	244,405	401,928
22	Kalimantan Selatan	46,963	139,788	186,751	355,312	102,419	457,731
23	Kalimantan Timur	9,712	225,017	234,729	33,871	276,310	310,181
24	Kalimantan Utara	6,600	22,470	29,070	8,797	31,343	40,140
25	Sulawesi Utara	10,059	27,647	37,706	0	0	0
26	Sulawesi Tengah	14,815	109,193	124,008	0	0	0
27	Sulawesi Selatan	244,641	523,574	768,215	0	0	0
28	Sulawesi Tenggara	18,111	137,008	155,119	0	0	0
29	Gorontalo	4,992	12,322	17,314	0	0	0
30	Sulawesi Barat	26,010	38,341	64,351	0	0	0
31	Maluku	1,035	175,048	176,083	0	0	0
32	Maluku Utara	2,589	50,498	53,087	0	0	0
33	Papua Barat	3,253	340,316	343,569	0	0	0
34	Papua	8,406	196,936	205,342	33,708	189,886	223,594
	Indonesia	3,336,302	4,448,990	6,362,289	1,423,004	1,995,752	3,418,756

出典：JICA 調査団

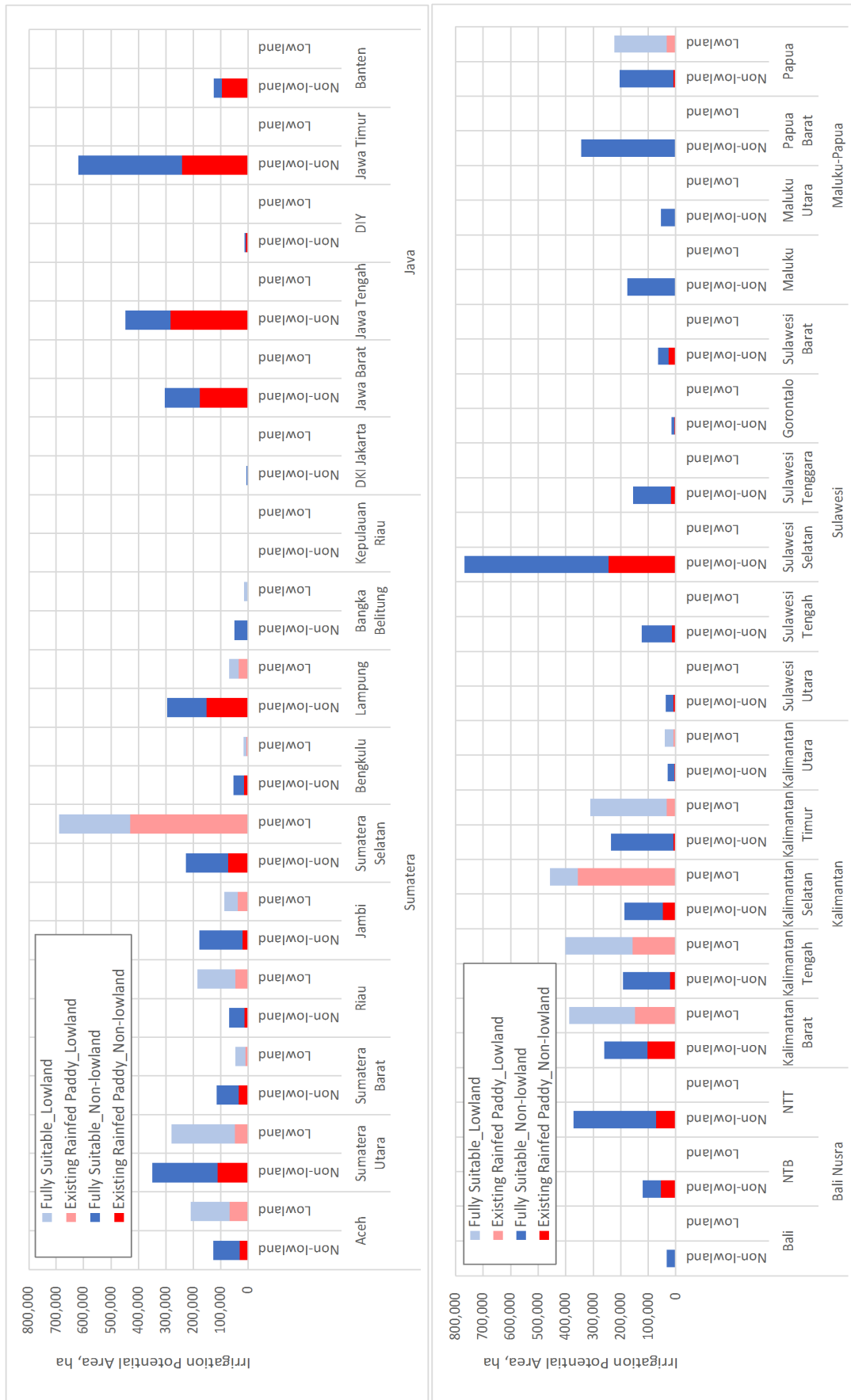


図 4.4.14 湿地帯分布を考慮した州別の土地資源ポテンシャル

出典：JICA 調査団

## 第5章 水資源ポテンシャル評価

水資源ポテンシャルは、土地資源と同様に灌漑開発を行うにあたって考慮すべき主要な制約条件である。そこで、本章では全国 128 流域での自然状態における水資源ポテンシャルの評価方法およびその結果について示す。加えて、州別の水ポテンシャル換算も行ったが、同結果についても以下に述べる。

### 5.1 水資源ポテンシャル評価手法

本節では、水資源量・水需要の算出方法、また算出のための典拠資料を示すとともに、水資源ポテンシャル量および水資源ポテンシャル面積の算出方法について記述する。最初に、本検討で用いる主要な用語を以下に定義する。

- ✓ **水資源ポテンシャル量 (Water Potential)** : 新規水利用のための水資源の利用可能量であり、以下に定義される水資源量と水需要量の差分により得られる。
- ✓ **水資源量 (Water Resources)** : 降水を起源とする表流水のうちの理論上の最大利用可能量を指す。本検討では、ダム等の人工的な貯留効果を見込まない、自然状態における水資源量として定義する。
- ✓ **水需要量 (Water Demand)** : 都市用水や畜産用水、養魚池用水および灌漑用水等の経済活動による水利用量に、河川の水質および河川周辺の生態系保全のための河川維持流量 (正常流量) を加えた水量を指す。
- ✓ **水資源ポテンシャル面積 (Water Potential Area)** : 稲作を目的とした灌漑開発を行うにあたり開発可能な面積 (ha) であり、水資源ポテンシャルを稲作にかかる単位必要水量で除することにより得られる。

水資源ポテンシャル評価の作業フローを下図に示す。後述のとおり、いくつかのデータは州別あるいは毎日の記録となっているため、全てのデータを月間データおよび流域毎のデータとして整理した後に水資源ポテンシャルを算出する。

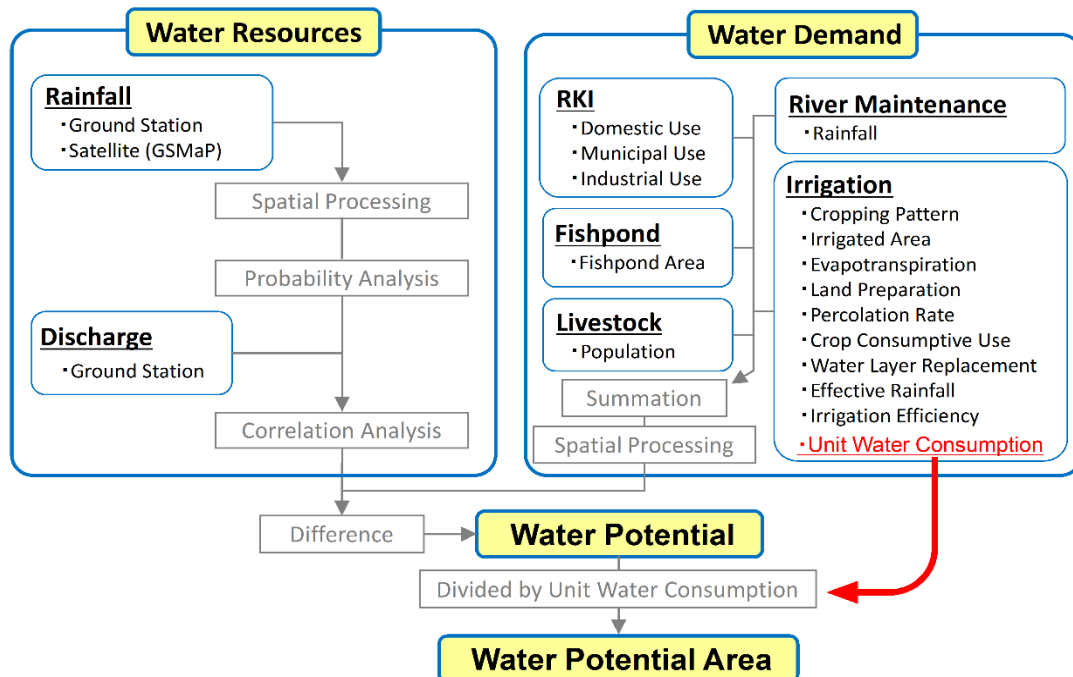


図 5.1.1 水資源ポテンシャル評価フロー  
出典：JICA 調査団

水資源ポテンシャル量および水資源ポテンシャル面積を算定するにあたっては、いくつかの制約条件が存在する。以下に制約条件について述べる。

- ✓ 水資源量は各流域での利用可能水量の最大値を指す。この時、微地形による影響を考慮していない。そのため、例えば圃場が河川から離れている場合や、周辺河川よりも高地に存在する場合などは、実際の利用可能量は計算よりも小さくなる。
- ✓ 水ポテンシャル量は、公共事業・国民住宅省により 2015 年に発令された「河川流域の基準と決定に係る省令第 4 号」に基づいた 128 流域別で評価を行っている。したがって、平均流域面積は約 15,000km<sup>2</sup> もの大流域であり、いくつもの小流域から構成されている。このことから流域内の降水量は観測点により異なることが想定されるため、詳細検討の際 (FS 等) には、同一流域内の雨量分布および小流域ごとの分布についての検討が必要である。
- ✓ ダムや貯水池などの貯留効果を見込んでいない。したがって、本評価手法では、雨季の雨を乾季に利用することを考慮しない場合のポテンシャル量および面積を表すこととなる。
- ✓ 反復水または流域を超えた水の移動を考慮しない。
- ✓ 灌漑水田および天水田の面積は、BPS<sup>1</sup>の公開する Land Use by Utilization (2015) を基に決定している。現在、農地空間計画省は、One Map Policy の下、衛星画像を用いた灌漑水田面積の特定を進めており 2020 年中の完了を予定している。農業用水は他用途と比較して利用量が多いため、水資源ポテンシャル算定に与える影響が大きいことに留意することが必要である。

上記より、本検討から得られた水資源ポテンシャル面積については、他流域との比較による水資源賦存量の比較には有効である。しかしながら、地方レベルの詳細な灌漑開発計画の策定等にあたっては、上記条件に留意し、より詳細な水資源ポテンシャルに係る調査を行う必要がある。

### 5.1.1 水資源

#### 1) 降水量

##### 1.1) 利用データ

ポテンシャル評価に使用した降水量データを表 5.1.1 に示す。実観測データは全国 900 箇所の観測所記録 (1980 年 1 月～) に加え、全国 19,120 点の衛星データ (2014 年 3 月～) を活用し、流域平均の降水量を算出する。

表 5.1.1 検討に用いた降水量記録一覧

Data	Source	Data Type		Remarks
		Spatial Scale	Time Scale	
Ground Stations	BMKG <sup>2</sup>	181 Stations	Daily (1980-2019)	
	MPWH	737 Stations	Daily (1980-2019)	
GSMaP	EORC/JAXA	19,120 Stations	Hourly (2014-2019)	Resolution: 0.1 degree

出典：JICA 調査団

##### 1.2) 観測記録の妥当性評価

上記で得られたデータの内容につき、観測年数 (10 年以上の観測記録を有するものを適用)、異常な外れ値および人為的ミスデータの除去、過去のマスタープラン (FIDP 1993) 時の雨量記録との比較を全観測点で行い、記録の妥当性を評価する。さらに、各地上観測点の領域 (各領域はボ

<sup>1</sup> BPS (Badan Pusat Statistik) : 中央統計局

<sup>2</sup> BMKG: Meteorology Climatology and Geophysics Council (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika)



ロノイ分割により定義)において衛星データとの相関を確認し、直線近似式の相関係数(R)が0.6以上を有する地点のみを適用する。

### 1.3) 流域平均降水量の算出

各地上観測点(計300点)の降水量をボロノイ分割したものをベースに、衛星による観測データ(計19,120点)および上記算出の直線近似式を用いて、詳細なインドネシア国内の降水量分布を再現する。これを各流域の境界線で分割することにより流域平均の降水量を算出する。

### 1.4) 確率計算

公共事業・国民住宅省が2013年に改定した灌漑開発計画マニュアル(KP-01)では、超過確率80%の水資源ポテンシャルを適用することを推奨している。また、確率分布関数は正規分布および対数正規分布のうち整合度が高いものを適用すると指定しており、本検討でも左記条件によって検討を行うこととする。

確率計算は月別で行い、確率分布関数の整合度の評価はAIC(赤池情報量基準)により行う。よって、300箇所×12ヶ月=3,600ケースの確率計算を行い、超過確率80%の降水量(以降P80%と記載)を算出する。

### 1.5) 流域別80%降水量(P80%)の算定

上記で算出した確率降水量P80%、および上記観測記録の妥当性評価で記載の相関式を用いてインドネシア全国のP80%の分布を再現、さらに流域の境界線で分割することにより流域別のP80%を算出する。

## 2) 流出量

降水量と河川流量の関係性を把握するためには、貯留効果を有するダムやため池などの構造物や湖沼地形、大きな灌漑スキームを有する灌漑施設などによる影響を除外する必要がある。したがって、河川流量観測点の選定には上記構造物、地形や施設が観測点上流にない箇所とすることが望ましい。本検討における河川流量観測点の選定条件を以下のとおり整理する。

- ✓ ダムやため池などの貯留構造物や湖沼などが観測点上流に存在しないこと。
- ✓ 大規模の灌漑スキームへの分流施設が観測点上流に存在しないこと。
- ✓ 最低10年の流量記録が存在すること。

各河川の流量を月間平均流量に換算した後、河川流域面積で除して比流量に換算し、当該流域の降水量との比較により降水量と比流量の相関を算出する。降水の発生時は土壌などに存在する不飽和層への飽和が起こるため、降水量が少ないときと比較して、降水量が多いときの方が一般に大きな比流量が観測される。そのため、降水量と河川流量の相関を算出する際には、降水量の多い時期(雨季)と少ない時期(乾季)の2期間で相関を取り雨量から流量への換算を行うこととする。以下に流域流量の算出手順を示す。

### 2.1) 流量観測点の選出

適切な流量観測点を選出する。流量観測点は全国で2,000箇所以上存在するが、多くは定期的な管理がなされていない。そのため、信頼できるレベルの流量記録は150箇所程度であるとされる(インドネシア国水資源研究所)。本調査では、インドネシア国水資源研究所の提供する流量観測点リストおよび位置情報データ、そしてMPWHの提供する灌漑施設および灌漑地区の位置情報を基に、上記自然流量の算出条件に合った観測点の絞り込みを行う。

表 5.1.2 検討に用いた流量観測所

Data	Source	Data Type		Remarks
		Spatial Scale	Time Scale	
Ground Station	MPWH	102 Stations	Daily (1980-2019)	Sumatera: 43 stations Java: 33 stations Bali Nusa Tenggara: 5 stations Kalimantan: 7 stations Sulawesi: 13 stations Maluku Papua: 1 station

出典：JICA 調査団

## 2.2) 流量観測点にかかる流域ポリゴンの作成

選出された流量各観測点における流域ポリゴンの作成を行う。流域の作成には DEM (SRTM, 解像度 3 arc second) を用い、流域面積を算出する。

## 2.3) 降水量と比流量の相関式の算出

流量記録と 1) で算出した降水量データを基に作成した流域平均の月間降水量データを用い、降水量と比流量の相関を取る。相関式は月間降水量（閾値を 150mm/月とする）に応じて作成する。

## 2.4) 流域比流量の決定

作成した相関式を用いて、流域毎の月間降水量に応じた超過確率 80%降水時の月間流量を算出する。

## 5.1.2 水需要

水需要は、1) 灌漑用水、2) 上工業用水、3) 河川維持水、4) 畜産用水、5) 養魚池用水の 5 種に分類し、各月の需要量を算出する。本節の検討では、利用可能なデータが行政界別 (Kabupaten/Kota 別および Province 別) であるため、行政界別に水需要量を算出した後、流域と行政界との重複面積の比率により各需要量を換算し、流域別の水需要量を算出する。

### 1) 灌漑用水

灌漑用水量は、BPS の出版する各月の作付記録および IAARD (Indonesian Agency of Agricultural Research and Development) の公表する作付けカレンダーをベースに各月の作付面積を推定する。灌漑用水量の算定に必要な各項目の推定手法について、以下に記載する。

#### 1.1) 作付パターン

稲の作付体系については、Production of Food Crops (BPS)を参考に 2011 年～2015 年の 5 年間の各月の平均作付面積を州別で算出する。一方、上記資料では裏作物 (パラウイジャ<sup>3</sup>) について畑作と合算の作付面積のみの記載であったため、IAARD の提供する作付カレンダーを参考に各月の作付面積を週別で算出する。その他、作付体系に係る設定条件を以下に示す。

- ✓ 稲および裏作物の生育期間を 90 日 (3 ヶ月)とする。
- ✓ 稲については、30 日 (1 ヶ月)の代掻き期間を計画し、必要期間を合計 4 ヶ月とする。

#### 1.2) 灌漑作付面積 (A)

灌漑作付面積は Land Use by Utilization (BPS 2015) に記載の全水田面積および灌漑水田面積 (district レベル) を適用する。今回の灌漑水利用量の推定は表流水を対象としているため、公共

<sup>3</sup> パラウイジャは、水田で行う裏作物の総称であり、大豆・じゃがいも・キャッサバ等を栽培している。

事業・国民住宅省の公表（水資源灌漑省令第 14 号 PRT/2015）する地下水灌漑面積を除いた面積とする。

BPS の出版する Production of Food Crops には各月作付面積においては、灌漑水田・天水田の区分が存在しないため、灌漑水田での作付面積を推定する必要がある。これについては、上記 Land Use by Utilization（BPS 2015）の灌漑水田面積を上限とし、灌漑水田を優先に作付がなされると仮定、すなわち灌漑用水量を最も多く必要とする安全側のケースを適用し推定を行うこととする。

### 1.3) 蒸発散量 (ET0)

灌漑開発計画マニュアル (KP-01) により、修正ペンマン式を用いて蒸発散量を算出する。蒸発散量の算出に必要な各種気候パラメータは、BMKG の提供する測候所の記録 (1980 年～2019 年) とする。検討に用いた測候所の位置を図 5.1.3 に示す。

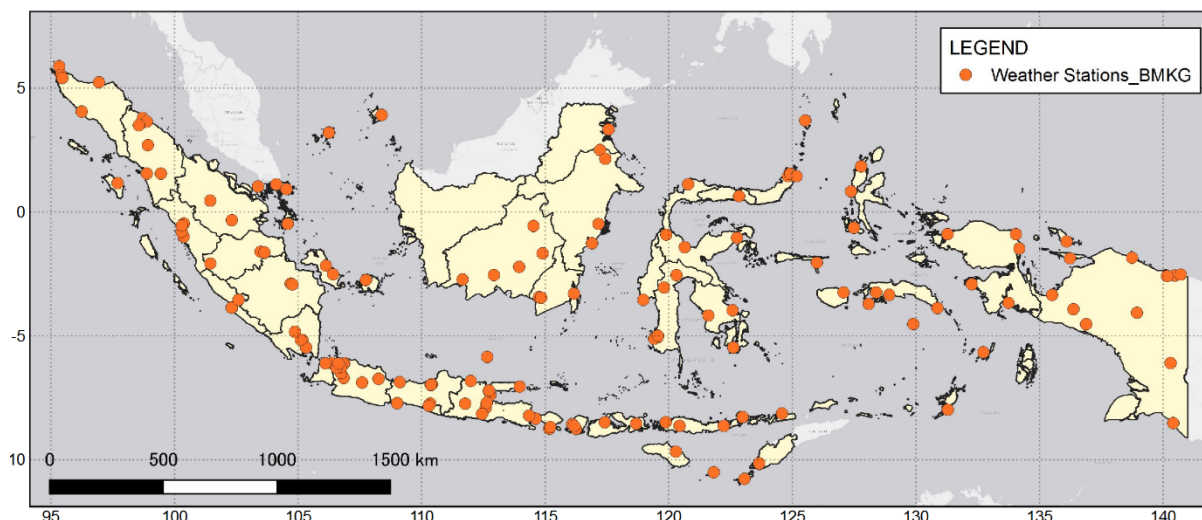


図 5.1.2 測候所位置図  
出典：BMKG 2019

### 1.4) 代掻き (LP)

灌漑開発計画マニュアル KP-01 (MPWH 2013) により、Vande Goor and Zijlstra 式を用いて推定する。

### 1.5) 地下浸透量 (P)

灌漑開発計画マニュアル KP-01 (MPWH 2013) および FIDP (1993) を参考とし、2mm/日の浸透量とする。

### 1.6) 作物水消費量 (ETc)

作物消費量は、上記 1.3) で求めた蒸発散量に右表に示す係数 (KP-01 で推奨している FAO が提供する係数) を乗ずることで推定する。

表 5.1.3 稲およびパラウィジャの作物係数

Period	Paddy	Palawija
First Month	1.10	0.59
Second Month	1.10	0.96
Third Month	1.00	0.67

出典：KP-01 (MPWH 2013)

### 1.7) 中干しによる張替水量 (WLR)

苗の移植後、一ヶ月後および二ヶ月後に、中干しによる水の張替えを考慮する。KP-01 (MPWH 2013) により、水の張替えによる使用水量は 50mm/月とする。

### 1.8) 有効降水 (Re)

灌漑開発計画マニュアル KP-01 (MPWH 2013) により、各月の降水量から稲およびパラウイジャの有効降水量を以下のとおり算定する。

- ✓ 水田：超過確率 80%降水量の 70%を有効降水量とする。
- ✓ パラウイジャ：KP-01 (MPWH 2013) で指定の FAO ガイドラインにより、作物の消費水量および月間降水量に応じた有効降水量 (表 5.1.4 参照) を適用する。

表 5.1.4 パラウイジャの有効降水量算定表

Monthly rainfall (mm)	Monthly crop consumptive use (mm)					
	50	75	100	125	150	175
Monthly crop effective rainfall (% of rainfall)						
12.5	64.0	69.6	72.0	73.6	80.0	84.0
25.0	64.8	70.0	72.0	74.0	78.8	82.0
37.5	64.0	69.9	73.3	75.2	77.9	81.3
50.0	64.4	69.0	71.4	73.4	78.0	81.0
62.5	63.5	68.0	71.2	73.6	77.6	80.8
75.0	61.6	66.3	70.3	73.3	76.7	80.3
87.5	57.1	64.8	68.8	72.8	75.4	79.7
100.0		63.7	67.7	72.0	74.2	78.7
112.5		62.7	66.7	71.3	73.3	77.5
125.0		60.0	65.2	70.2	72.4	76.6
137.5			64.5	69.2	71.8	75.6
150.0			63.5	68.0	70.7	74.7
162.5			61.5	67.1	69.5	73.8
175.0				65.7	68.6	72.6
187.5				64.5	67.2	71.5
200.0				62.5	66.5	70.0
225.0					64.0	67.1
250.0					60.0	64.4
275.0						62.2
300.0						58.3

出典：Effective rainfall in Irrigated Agriculture, Irrigation and Drainage Paper No.25 (FAO 1976)

### 1.9) 灌漑効率 (IE<sub>1</sub> および IE<sub>2</sub>)

灌漑効率については、代掻き用水等は末端圃場までの送水効率のみを考慮した灌漑効率 (IE<sub>1</sub>) を適用し、水稻栽培に必要な用水量を求める場合には圃場内で必要とされる水量を含めた全体の灌漑効率 (IE<sub>2</sub>) をそれぞれ適用する。インドネシアにおける既往報告書 (Binny and Partners 1976) から送水効率は 80%、そして KP-01 (2013) に基づき水稻の全体灌漑効率は 55%とする。なお、パラウイジャは 50%とする。

### 1.10) 灌漑用水量

以下の式を適用して算出した。

$$\text{灌漑用水量} = \{ (LP + WLR - Re_1) / IE_1 + (ETc + P - Re_2) / IE_2 \} \times A$$

ここで

LP：代掻き用水量 (mm/月)

WLR：中干しにより水の張替水量 (mm/月)

Re<sub>1</sub>：代掻き期および水の張替え期に係る有効降水量 (mm/月) \*

IE<sub>1</sub>：灌漑効率 (送水効率のみ考慮、%)

ETc：作物消費水量 (mm/月)

P：地下浸透量 (mm/月)

Re<sub>2</sub>：作物消費水量および地下浸透量に係る有効降水量\*

IE<sub>2</sub>：全体灌漑効率 (%)

A：灌漑作付面積 (ha)

\*Re<sub>1</sub> と Re<sub>2</sub> については、それぞれの必要水量の比率に応じて有効降水量を割り振って算出した。

利用できるデータの制限から上記計算は州ごとで行うが、最終的には面積比率に応じ流域ごとの灌漑用水量を算出する (灌漑面積については district レベルで流域灌漑面積への変換を行う)。

### 1.11) 単位必要灌漑用水量

単位必要灌漑用水量は、水資源ポテンシャル量をポテンシャル面積へと変換するために必要となる。この用水量は、各月の灌漑用水量を総作付面積で除することにより算出できる。

## 2) 都市用水

## 2.1) 家庭用水

家庭における生活用水は、都市部についてはインドネシア国内の水道事業を所管する水資源総局の人間居住総局が定める単位水量（右表を参照）および、BPS の公表する人口センサス（2010）から 2015 年推定都市人口を用いて算出する。

表 5.1.5 家庭用水単位消費水量一覧表

Size of District (person)		Water Consumption (L / person / day)		Linear Equation (y = ax + b)	
Min	Max	Min	Max	a	b
3,000	20,000	60	90	1.77E-03	54.7
20,000	100,000	90	100	1.25E-04	87.5
100,000	500,000	100	120	5.00E-05	95.0
500,000	1,000,000	120	150	6.00E-05	90.0
1,000,000	4,300,000	150	210	1.82E-05	131.8

出典：人間居住総局（2006）

都市部から郊外部の単位消費水量については、水資源総局の発出した省令 2006 年第 20 号に基づく目標最低供給量および国家基準（SNI 19-6728. 1-2002）で定められる 60L/日/人と設定する。

## 2.2) 都市活動用水

都市活動用水は、ホテルやモール等の商業施設および病院や公園などの公共施設に使用される水を意味する。この必要量については人間居住総局の定める水量（右表を参照）を適用し算出する。

表 5.1.6 都市活動用水量算出表

Size of Urban (person)		Water Consumption (% of domestic use)
Min	Max	
0	100,000	25%
100,000	500,000	35%
500,000	2,000,000	40%

出典：人間居住総局（2006）

## 2.3) 工業用水

工業用水は、国家空間計画に係る政令（2008 年第 26 号）により類別された都市システム形態に応じた水量を与えることで算定する。上記政令では、全国の地方を種別に応じて PKN（国家の核となる活動）、PKW（地域の核となる活動）、PKL（地方の核となる活動）、そして PKSN（国家戦略において核となる活動）の 4 種類の都市活動システムに分類している。過去の水資源計画報告書（Pola, Rencana）では、右表の割合で工業用水が推定されており、本検討でも同様の手法を採用する。

表 5.1.7 工業用水量算出表

Type of Service Area	Water Consumption (% of total RK consumption)
PKN	50%
PKW	40%
Others	30%

出典：Rencana WS Halmaheara Utara (2017), 他

## 3) 河川維持水

河川維持水量は、河川に係る政令 2011 年第 38 号に準拠し、年間の最低流量月における超過確率 95%流量（20 年に 1 度の渇水流量）とする。これは、河川の水質のみならず生態系保護の観点から定められた基準であり、河川管理者の最低河川水量確保基準の閾値となっている。

## 4) 畜産用水

畜産用水量は、BPS の公表する 2015 年の家畜飼育数に表 5.1.8 の単位消費水量を乗ずることにより推定する。単位消費水量は BSN<sup>4</sup>の定めるインドネシア国家基準（SNI 19-6728. 1-2002）に基づき 1 頭毎の日当たり水消費量を設定する。

表 5.1.8 単位畜産用水量一覧

BPS category	SNI category	Unit Consumption (L/tail/day)
Buffalo	Cow/Buffalo	40
Horse	Cow/Buffalo	40
Dairy Cattle	Cow/Buffalo	40
Beef Cattle	Cow/Buffalo	40
Sheep	Sheep/Goats	5
Goat	Sheep/Goats	5
Pig	Pigs	6
National Chicken	Poultry	0.6
Broiler Chicken	Poultry	0.6
Laying Race	Poultry	0.6
Manila Ducks/Ducks	Poultry	0.6

出典：SNI 19-6728 1-200 (BSN 2002)

<sup>4</sup> BSN : 国家標準化機構 (Badan Standardisasi Nasional)



## 5) 養魚池用水

養魚池用水量は畜産用水量と同様に、BPS の公表する 2015 年の養魚池面積に単位消費水量を乗ずることにより推定する。単位消費量は国家基準 (SNI 19-6728. 1-2002) に基づき 7mm/日とする。

### 5.1.3 水収支計算と水資源ポテンシャル面積の算出

#### 1) 水収支計算

月間および年間水収支をこれまでに算出した水需要量を用いて算出する。月間の水収支がマイナスとなる月については、現時点で河川維持水量を満たせていないとの解釈の下、水資源ポテンシャル量をゼロとし以降の計算を行うこととする。

#### 2) 水資源ポテンシャル面積の推定

水資源ポテンシャル面積は、各月の水資源ポテンシャル量を単位必要灌漑用水量で除することにより推定する。本検討では、それぞれ一期作・二期作・三期作を想定した場合の水資源ポテンシャル面積を算出する。算出手法を以下に示す。

- ✓ **一期作ポテンシャル面積 (Water Potential Area for Single Cropping)** : 各月の水資源ポテンシャル面積から、最大面積が期待できる連続する 4 ヶ月を抽出 (全 12 ケース) する。表 5.1.9 の例では、9 月～12 月の 416,561 ha が一期作ポテンシャル面積となる。
- ✓ **二期作ポテンシャル面積 (Water Potential Area for Double Cropping)** : 最大面積が期待できる連続する 4 ヶ月を年間 2 回設定し、全 48 ケースから最大の面積が期待できる時期の面積とする。表 5.1.9 の例では、9 月～12 月を第一期作、2 月～5 月を第二期作とする 218,125 ha が二期作のポテンシャル面積となる。
- ✓ **三期作ポテンシャル面積 (Water Potential Area for Triple Cropping)** : コメの作付けは 4 ヶ月を要するため、三期作のポテンシャルを行う場合の検討ケース数は 1 ケースとなる。したがって年間の最低ポテンシャル月を三期作のポテンシャル面積とする。表 5.1.9 の例では、172,172 ha となる。

**表 5.1.9 ポテンシャル面積の算出例 (上段 : 一期作、中段 : 二期作、下段 : 三期作ポテンシャル面積)**

Month	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Potential Area (ha)	214,212	218,125	302,590	427,944	252,586	172,172	276,696	342,232	497,848	532,563	677,131	416,561
Month	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Potential Area (ha)	214,212	218,125	302,590	427,944	252,586	172,172	276,696	342,232	497,848	532,563	677,131	416,561
Month	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Potential Area (ha)	214,212	218,125	302,590	427,944	252,586	172,172	276,696	342,232	497,848	532,563	677,131	416,561

出典 : JICA 調査団

灌漑開発の観点から国家灌漑開発計画を行う際のポテンシャル面積の算定には、二期作以上を前提とした開発とすることが望ましい。よって、土地資源ポテンシャルとの比較時には二期作での水資源ポテンシャル面積を適用し、灌漑開発ポテンシャルを算出する。

上記に加え、貯留効果を含んだポテンシャル面積の算定も行う。算定条件を表 5.1.10 に示す。本検討においては、1) 雨季と乾季が明瞭である、そして 2) 灌漑水田が十分に発達しており、乾季の昨付が多くなされている地域の天水田を主な対象とし、雨季に貯留した水を乾季の昨付に利用した場合の昨付ポテンシャル面積を表すこととする。

表 5.1.10 ポテンシャル面積算出条件一覧表

ケース	対象地域	水収支	稲作の単位消費水量	備考
1	インドネシア全域	月間収支	各月の消費水量	インドネシア全域を対象としたベースケース 水収支は各月で算出される。
2	雨季/乾季が明瞭な気候であり、かつ乾季の昨付が盛んな灌漑が発達した地域	年間収支	乾季の消費水量	水利施設による貯留効果を見込んだケース。 天水農地の乾季1期作を想定しているが、現在農地ではない土地についても、2期作を行う前提で水資源ポテンシャルを算出する。 年間の水収支を基にポテンシャルを算出するため、利用可能な水を全て有効利用した場合のポテンシャルを表す。

出典：JICA 調査団

## 5.2 水資源ポテンシャル評価結果

### 5.2.1 降水量

島別の月間平均降水量（Pave）および80%超過確率降水量（P80%）を表5.2.1および表5.2.2に示す。ジャワ島およびバリ・ヌサテンガラ島においては、雨季（12月～3月）・乾季（6月～9月）を明瞭に有するモンスーン型の月間雨量分布を示すのに対し、他地域においては様々な降水量パターンが存在するために雨季・乾季の堺が明瞭ではない。年間降水量（P80%）はスマトラ島およびカリマンタン島で最も多く（1,656mm、1,593mm）、マルク・パプア島（1,575mm）がそれに続いている。一方、灌漑の盛んなジャワ島およびバリ・ヌサテンガラ島では年間降水量が少なく、それぞれ1,244mmおよび866mm程度である。

表 5.2.1 島別の月間降水量（平均降水量、Pave）単位：mm

島	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
Sumatera	243	215	259	255	219	177	180	186	216	259	304	291	2,803
Java	310	293	270	224	162	124	106	88	103	158	243	290	2,370
Bali Nusa Tenggara	269	255	211	137	76	53	44	39	52	78	147	227	1,589
Kalimantan	240	224	249	243	226	197	181	161	169	206	252	261	2,610
Sulawesi	243	233	236	231	220	223	190	139	133	148	187	245	2,427
Maluku/Papua	225	224	240	233	212	215	218	205	206	195	197	218	2,589
<b>全国平均</b>	<b>243</b>	<b>229</b>	<b>248</b>	<b>237</b>	<b>210</b>	<b>189</b>	<b>181</b>	<b>167</b>	<b>178</b>	<b>203</b>	<b>240</b>	<b>257</b>	<b>2,579</b>

出典：JICA 調査団

表 5.2.2 島別の月間降水量（超過確率80%、P80%）単位：mm

島	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
Sumatera	146	122	160	169	132	96	92	92	114	146	200	188	1,656
Java	199	189	165	132	73	43	30	19	22	55	132	184	1,244
Bali Nusa Tenggara	177	167	124	68	29	17	11	9	11	31	80	141	866
Kalimantan	162	140	162	162	148	116	92	70	78	112	169	181	1,593
Sulawesi	146	133	141	141	127	115	83	47	47	56	96	142	1,275
Maluku/Papua	149	147	156	149	137	135	118	106	111	104	113	150	1,575
<b>全国平均</b>	<b>156</b>	<b>141</b>	<b>157</b>	<b>153</b>	<b>129</b>	<b>107</b>	<b>90</b>	<b>77</b>	<b>86</b>	<b>106</b>	<b>149</b>	<b>170</b>	<b>1,521</b>

出典：JICA 調査団

### 5.2.2 流出量

検討に用いる流量観測所の選定は、Pusairの所有する観測記録および観測所位置データ、そして水資源総局の所有するダムや灌漑施設位置図（SISDA<sup>5</sup>）を基に行った。5.1.1に示した条件から選定された102の観測所における観測平均月間流量と各観測所の流域平均月間降水量を比較した結果を図5.2.2に示す。その結果、月間降水量の閾値を150mmとしてそれぞれの近似直線を取り、

<sup>5</sup> SISDA: Sistem Informasi Sumber Daya Air accessible at <http://103.122.35.6/pdsdav6/pemetaan/>



以下の相関を得た。

月間降水量 150mm 未満の時：  
 $a = 0.3665, b = 24.129$

月間降水量 150mm 以上の時：  
 $a = 0.3839, b = 42.859$

ここで、流出係数を  $a$ 、基底流量を  $b$  としたとき、上記の降雨量条件での相関の違いに注目すると、以下のことが示唆される。

- 流出係数 ( $a$ ) は、月間降雨量が多い方が若干大きくなる傾向にあるが(月間降水量が 150mm 未満で 36.7%に対し、150mm 以上で 38.4%)、その差は僅かである。
- 基底流量 ( $b$ ) は、月間降水量が小さい方が小さく、150mm を閾値としたときの差は 2 倍弱程度である (月間降水量が 150mm 未満で 24mm 程であるのに対し、150mm 以上では 43mm 程)。

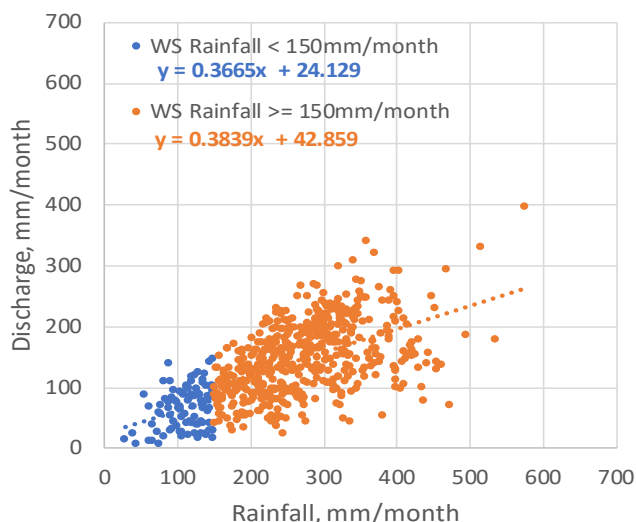


図 5.2.1 月間平均降水量と観測平均流量の相関図

出典：JICA 調査団

上記相関式をベースに算出した島別の 80%超過降水量時の流量(Q80%)を表 5.2.3 に記載する。

インドネシア国全体の水資源のうち、カリマンタン島、マルク・パプア島、スマトラ島で水資源量全体の 8 割強を占め、ジャワ島 (6%) やバリ・ヌサテンガラ諸島 (3%) では流出量が極端に小さく水資源の分布状況に大きな偏りがあることが分かる。

表 5.2.3 島別の年間流量 (Q80% : 80%超過降水量時)

Islands	P80% (mm)	Q80% (mm)	Q80% (MCM)	
			Value	Percentage
Sumatera	1,656	1,050	499,486	27%
Java	1,244	849	109,448	6%
Bali Nusa Tenggara	866	629	61,810	3%
Kalimantan	1,593	1,004	514,014	27%
Sulawesi	1,275	842	175,491	9%
Maluku-Papua	1,575	1,051	514,028	27%
<b>Nationwide</b>	<b>1,521</b>	<b>987</b>	<b>1,874,276</b>	<b>100%</b>

出典：JICA 調査団

### 5.2.3 灌漑用水量

#### 1) 灌漑作付面積

2015 年の各月島別灌漑作付面積を表 5.2.4 に示す。灌漑により乾季においてもジャワ島やバリ・ヌサテンガラ島で作付がなされており、年間を通した作付けがなされていることが確認できる。

表 5.2.4 2015 年における各月の島別灌漑作付面積 (単位：ha)

Island	Irrigated Area	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Monthly Distribution											
														1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sumatera	1,057	975	957	879	682	632	804	929	909	875	621	682	920												
Java	2,418	2,251	2,334	2,305	2,070	2,101	2,119	2,001	2,177	2,121	1,771	1,221	1,833												
Bali & Nusa Tenggara	389	283	328	347	350	323	287	235	310	348	344	191	206												
Kalimantan	165	137	118	104	106	120	135	163	153	144	115	129	143												
Sulawesi	691	518	591	614	498	490	532	646	669	509	277	249	396												
Maluku/Papua	31	17	19	17	15	12	20	27	27	21	11	11	14												
Name	Irrigated Area	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Monthly Distribution											
Indonesia	4,751	4,181	4,347	4,267	3,721	3,678	3,897	4,000	4,244	4,019	3,140	2,483	3,512												

出典：JICA 調査団

## 2) 灌漑用水量

水資源ポテンシャル評価手法で記載の手法に基づき、灌漑水田に係る種々の年間水需要量および、灌漑効率までを考慮した年間合計灌漑用水量を島別にまとめたものを表 5.2.5 に示す。また、月毎の島別合計灌漑用水量を表 5.2.6 に示す。インドネシア全国で年間 98,488 MCM もの水が利用され、そのうちの 55%程度がジャワ島で消費されている。続いてスマトラ島（全体の約 20%）スラウェシ島（全体の約 12%）となり、偏りが大きいことが確認される。

**表 5.2.5 年間灌漑用水量**（単位：MCM）

Island	Land Preparation (Net)	Crop Consumptive Use (Net)	Water Layer Replacement (Net)	Percolation (Net)	Effective Rainfall	Total Demand (Gross)
Sumatera	7,955	7,899	2,330	4,245	9,519	19,712
Java	16,804	21,143	4,851	8,822	16,797	55,180
Bali Nusa Tenggara	2,095	3,405	594	1,078	1,653	9,027
Kalimantan	1,226	1,198	361	658	1,671	2,686
Sulawesi	4,435	4,944	1,292	2,352	5,015	12,440
Maluku/ Papua	147	171	43	78	155	443
Indonesia	32,662	38,761	9,471	17,233	34,810	99,488

出典：JICA 調査団

**表 5.2.6 島別月間および年間灌漑用水量**（単位：MCM）

Island	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Annual	Monthly Distribution											
														1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sumatera	1,829	1,895	1,729	1,171	1,421	2,055	2,085	2,211	1,856	1,134	913	1,412	19,712												
Java	3,121	2,900	4,450	4,407	5,407	6,032	6,057	6,171	6,189	4,334	2,587	3,526	55,180												
Bali & Nusa Tenggara	558	540	800	880	902	805	781	895	1,060	926	405	476	9,027												
Kalimantan	193	166	152	165	216	257	321	371	331	231	154	130	2,686												
Sulawesi	754	828	1,075	850	1,066	973	1,328	1,846	1,423	868	668	760	12,440												
Maluku/ Papua	39	38	36	28	21	35	42	61	50	32	29	31	443												
Name	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Annual	Monthly Distribution											
Indonesia	6,494	6,366	8,241	7,501	9,032	10,155	10,615	11,556	10,911	7,524	4,757	6,335	99,488												

出典：JICA 調査団

## 3) 単位必要灌漑用水量

月毎の単位必要灌漑用水量を島別にまとめたものを表 5.2.7 に示す。インドネシア国では年間を通じて気温の変動が小さいため、有効降水量の多少に応じて必要灌漑用水量が変動する傾向にある。すなわち、乾季の明瞭なジャワ・バリ・ヌサテンガラ島で必要用水量が多い傾向があり、コメの生育に必要な灌漑用水量は同地域の乾季で、350mm/月～430mm/月程度である一方、降雨の多いスマトラ島の降水量の多い時期では 100mm/月程度となる。

本検討では代掻き期を合わせてコメの生育期間を 4 ヶ月としていることから、1 作期に必要な水量は、多い地域で 1,600mm 程度、少ない地域で 600mm 程度であり、地域によって大きく必要水量が異なる結果となっている。

表 5.2.7 島別月間単位必要灌漑用水量 (単位: mm)

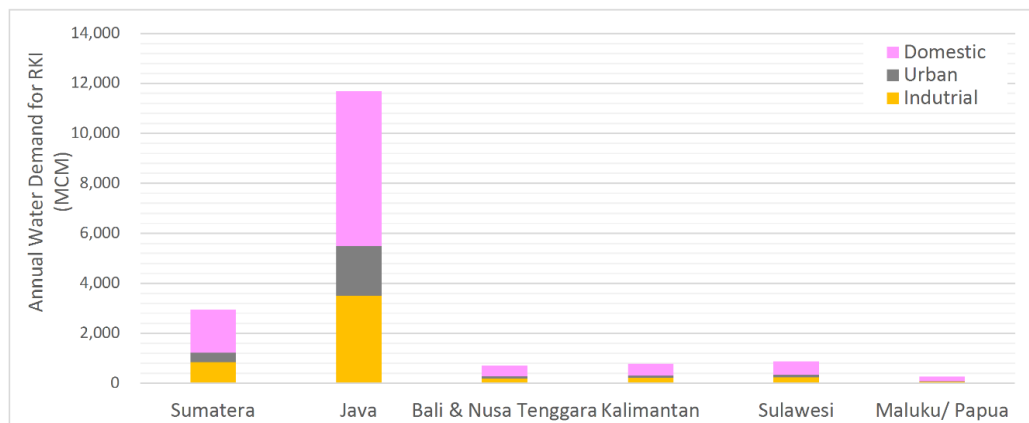
Island	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Monthly Distribution											
													1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sumatera	176	201	179	154	193	223	233	237	206	176	103	126												
Java	159	154	214	239	298	318	349	389	396	377	261	205												
Bali & Nusa Tenggara	193	190	257	296	350	359	385	420	428	426	316	222												
Kalimantan	146	158	169	191	227	245	293	332	325	288	188	134												
Sulawesi	199	208	233	215	212	217	269	330	342	330	237	198												
Maluku/ Papua	220	199	195	190	177	164	199	260	254	274	234	201												
Name	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Monthly Distribution											
Indonesia	181	185	191	191	214	225	258	296	287	272	193	164												

出典: JICA 調査団

### 5.2.4 その他の水需要

#### 1) 都市用水量

都市用水量は年間 17,292 MCM であり、その約 67%をジャワ島が占め、それにスマトラが続く(全体の約 17%)。日本の国土交通省の統計結果<sup>6</sup>によれば 2015 年における日本での年間都市用水量は約 25,900 MCM となっている。インドネシア国の都市用水量は日本の 2/3 程度であるが、経済の発展および人口の増に伴い、今後も需要が拡大していくものと考えられる。



Island	Population in 2015		Annual Water Demand for RKI (MCM/year)			
	Urban	Rural	Domestic	Urban	Industrial	Total
Sumatera	22,832,257	32,189,602	1,743	376	839	2,958
Java	90,814,570	53,877,702	6,208	1,976	3,502	11,686
Bali & Nusa Tenggara	6,000,431	8,049,013	426	87	192	706
Kalimantan	6,905,211	8,367,637	465	100	222	787
Sulawesi	6,922,760	11,662,884	539	95	242	876
Maluku/ Papua	2,132,677	4,758,392	181	24	61	266
Indonesia	135,607,907	118,905,230	9,562	2,658	5,059	17,279

図 5.2.2 島別年間都市用水量 (2015) \*桃色: 家庭用水、灰色: 都市活動用水、橙色: 工業用水  
出典: JICA 調査団

<sup>6</sup> 国土交通省 HP ([https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/mizukokudo\\_mizsei\\_tk2\\_000014.html](https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/mizukokudo_mizsei_tk2_000014.html)) を参照。

## 2) 河川維持流量

図 5.2.4 に年間の島別河川維持流量（Q95%MIN）および水資源量（Q80%）を示す。河川維持流量は年間で 617,156 MCM（灌漑用水量の 8 倍弱）と推定され、降水の多いカリマンタン島およびマルク・パプア島で特に多くの流量が必要とされる。

水資源量と河川維持流量の割合は島の年間降水量パターンにより様々である。最も平均降水量の少ないバリ・ヌサテングラ島において、河川維持流量の水資源量に占める割合が大きく 39%程度であり、年間を通じて雨の期待できるカリマンタン島では 27%程度である。

日本での河川維持流量（正常流量）の決定には、河川水質の保全に加え、流域生態系の保全および景観や舟運等多くの事項が考慮されており、画一的な基準値は存在しない。しかしながら、既往の検討結果から 1/10 確率渇水流量よりも若干多くの流量で正常流量を設定している実績があり、1/20 確率渇水流量であるインドネシアの基準は、日本の基準と比較して緩和的であるといえる。

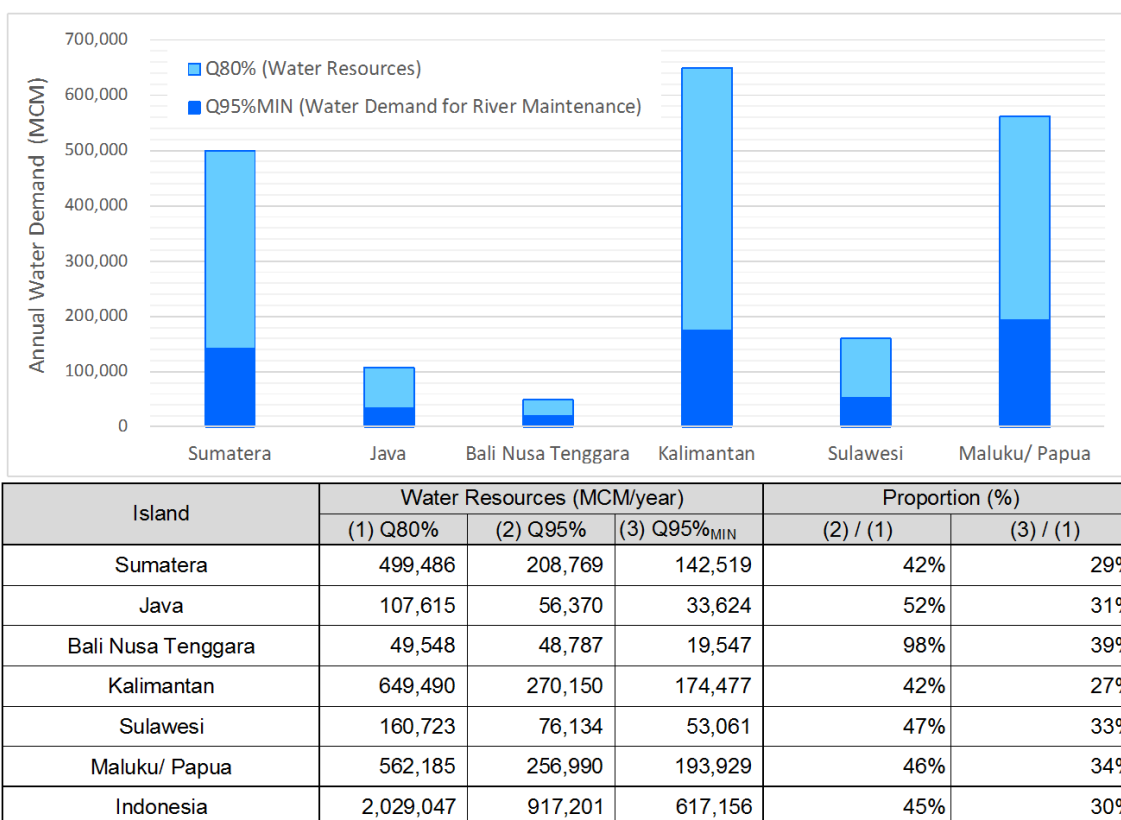


図 5.2.3 島別年間河川維持流量 \*水色：水資源量（Q80%）、青色：河川維持流量（Q95%MIN）  
出典：JICA 調査団

## 3) 畜産用水量

島別年間畜産用水量を図 5.2.5 に示す。2015 年時のインドネシア全国の畜産用水量は年間約 776 MCM であり、他需要と比較して非常に小さいといえる（灌漑用水量の 1%未満）。島別にその量を比較すると、人口の多いジャワ島がインドネシア全体の過半数（56.1%）を占めており、次いでスマトラ島（17.6%）、スラウェシ島（9.6%）の順となる。

インドネシア全体での種別の消費水量は、鶏・鴨への消費が最も多く全体の 56.8%を占めており、次いで牛馬（32.5%）が挙げられる。これらで全体の 9 割弱を占めている。

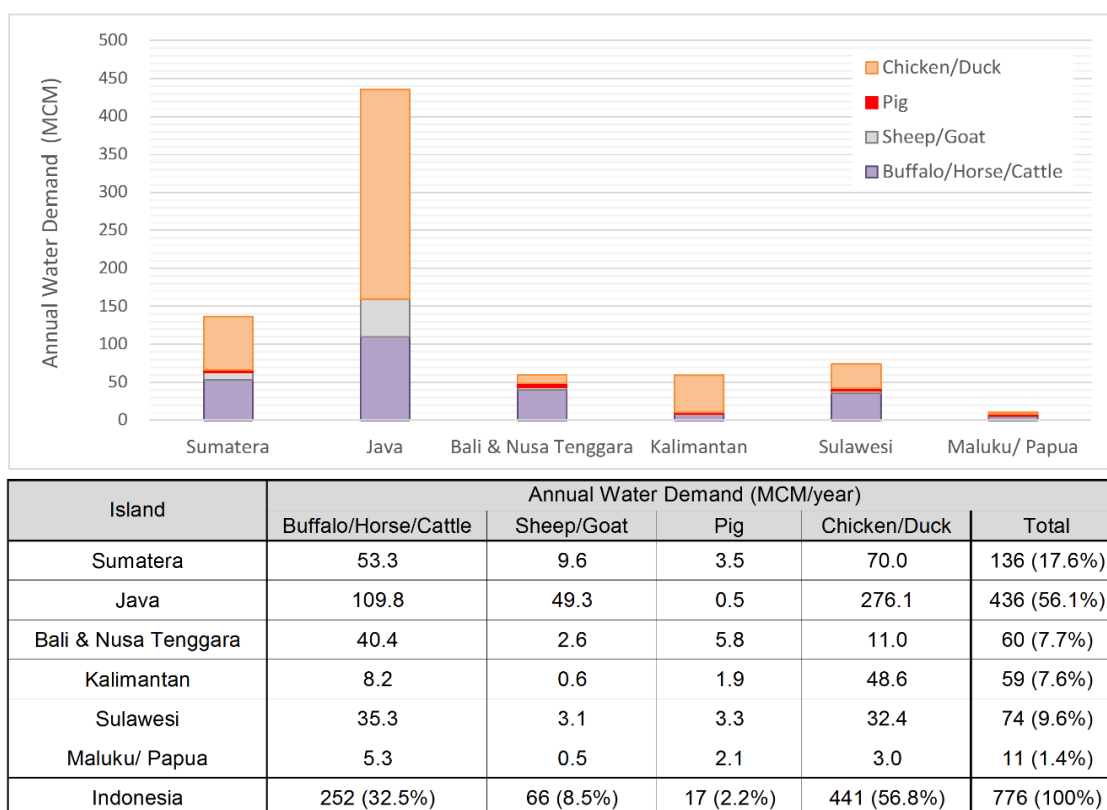


図 5.2.4 島別年間畜産用水量 (2015)  
出典：JICA 調査団

#### 4) 養魚池用水量

水産養殖業は国内消費・輸出のために生産が大きく伸びている分野である。養魚池面積が大きく増加する傾向にある。水産養殖総局の公表する中期開発計画（2015-2019）では、栽培漁業用途のポテンシャル面積は 220 万 ha と算定<sup>7</sup>されており、養殖水田面積と併せて淡水養魚池全体の 18% を占めている。

表 5.2.8 に淡水養魚池面積の 2005 年～2015 年までの 5 年毎の面積推移を示す。ジャワ島およびバリ・ヌサテンガラ島を除き養魚池面積が増加傾向にある。面積の伸びはスマトラ島で特に大きく、2005 年からの 10 年間で 2 倍以上の面積に増加しており、ジャワ島を抜いて全国一の水産養殖産地となっている。

表 5.2.8 淡水養魚池面積の推移

Island	Freshwater fishpond area (ha)		
	2005	2010	2015
Sumatera	36,403	55,398	84,736
Java	49,666	56,519	51,634
Bali Nusa Tenggara	7,988	3,389	4,567
Kalimantan	4,402	11,410	18,658
Sulawesi	7,274	14,178	21,630
Maluku/Papua	2,052	5,685	7,973
Indonesia	107,785	146,579	189,198

出典：BPS Record  
(<https://www.bps.go.id/subject/24/peternakan.html#subjekViewTab4> browsed in 2019)

養魚池用水量を図 5.2.6 に示すが、インドネシア全国で年間 4,834 MCM と算定された。これは現灌漑用水量の約 5% 程度であり大きな割合ではないが、World Fish (2015)<sup>8</sup> によると、インドネシアにおける水産養殖業の成長率はベースケースで年間 5.6% 程度になると想定されている。したがって、豊富な土地資源と相まって、今後も淡水養魚池の水需要が増加するものと考えられる。

<sup>7</sup> 調査団が行ったポテンシャル面積の算定結果も 217 万 ha であり同様であった (Appendix XIII を参照)。

<sup>8</sup> Exploring Indonesian Aquaculture Futures (available at [http://pubs.iclarm.net/resource\\_centre/2015-39.pdf](http://pubs.iclarm.net/resource_centre/2015-39.pdf))

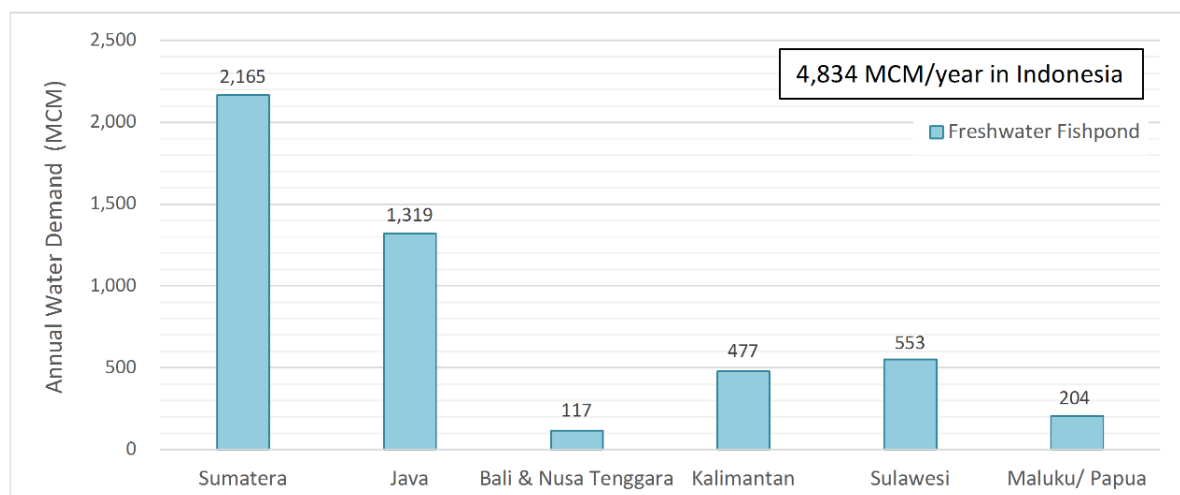


図 5.2.5 島別年間養魚池用水量 (2015)

出典：JICA 調査団

## 5.2.5 水資源ポテンシャル量

### 1) 島別水資源ポテンシャル量

2015年の島別年間水ポテンシャル量（水収支計算結果）を図 5.2.7、表 5.2.9 に示す。最も水資源ポテンシャル量が大きい地域は、カリマンタン島（471,003 MCM/年）であり、次いでマルク・パプア島（367,337 MCM/年）、スマトラ島（332,070 MCM/年）で水資源ポテンシャル量が大きい。それに対してジャワ島やバリ・ヌサテンガラ島ではポテンシャルが小さく、それぞれ 5,768 MCM/年、20,118 MCM/年である。

表 5.2.9 には島別の年間水資源量、各種年間水需要量および月間水収支を示している。水収支計算結果から、インドネシア全国の水資源量ポテンシャル量のうち年間で約 63%の水資源が利用可能であると推定される。また、灌漑用水量の使用量が水資源ポテンシャル量全体の 5%にも満たないことから水資源の観点から見た開発の余地は大きいと考えられる。

灌漑用水の占める割合は、ジャワ島およびバリ・ヌサテンガラ島で非常に大きく、特にジャワ島では、全水資源ポテンシャル量の約 50%が灌漑用水として利用されており、灌漑開発が進んでいることが判る。このような地域では利用可能な水資源ポテンシャル自体が元々小さいこともあり（ジャワ島：811 mm/年、バリ・ヌサテンガラ島：691 mm/年）、主に乾季に月間水収支がマイナスとなる。これは既存のダムあるいは貯水池により供給されている、もしくは河川維持用途の水資源を灌漑用水として利用しているものと考えられる。

このように、ジャワ島とバリ・ヌサテンガラ島の両地域では灌漑開発の余地が比較的小さいが、スマトラ島、カリマンタン島およびマルク・パプア島などでは水ポテンシャル上、非常に大きな開発余地が残されている。



表 5.2.9 島別年間および月間水収支 (2015年) 1/2

Island	Water Resources & Demand	Monthly Water Balance
スマトラ	<p>499,486 MCM/year (1,050 mm/year)</p>	
ジャワ	<p>107,615 MCM/year (811 mm/year)</p>	
バリ ヌサテンガラ	<p>49,548 MCM/year (691 mm/year)</p>	
カリマンタン	<p>649,490 MCM/year (1,214 mm/year)</p>	

出典：JICA 調査団



表 5.2.10 島別年間および月間水収支 (2015 年) 2/2



出典：JICA 調査団

## 2) 流域別水資源ポテンシャル量

流域別水資源ポテンシャル量を図 5.2.8 に示す。ジャワ島およびバリ島の一部で年間水収支がマイナスとなる流域が存在するが、これは、乾季の灌漑用水量および都市用水量が非常に大きいことに起因する。これらの流域では超過確率 80%の水資源量時に（エルニーニョなどを考慮した 5 年に 1 度の渇水年等）、河川維持水量を確保できていない状況にある、あるいは昨付面積が減少する傾向にあるか、別流域からの導水により水需要を満たしている可能性があると考えられる。

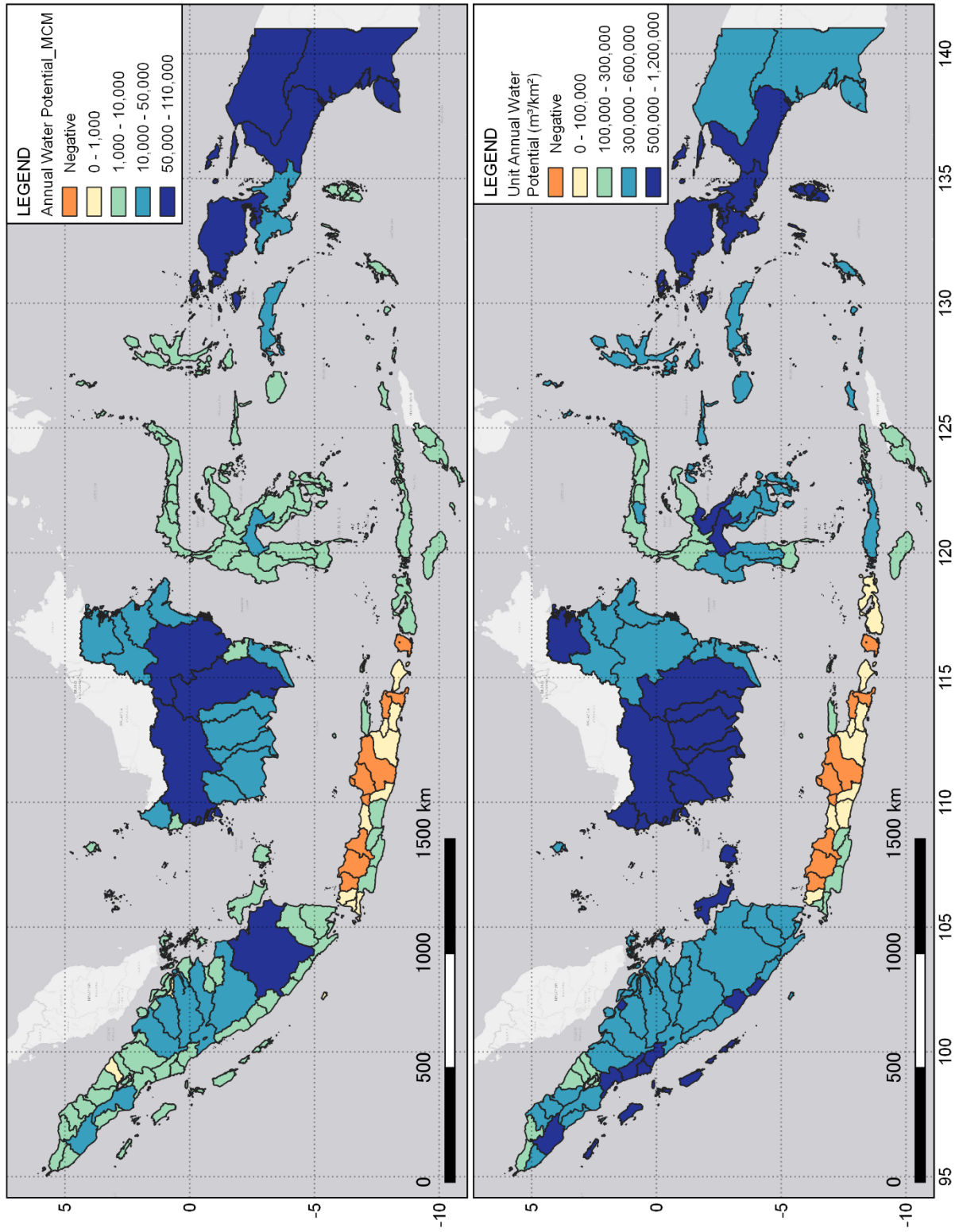


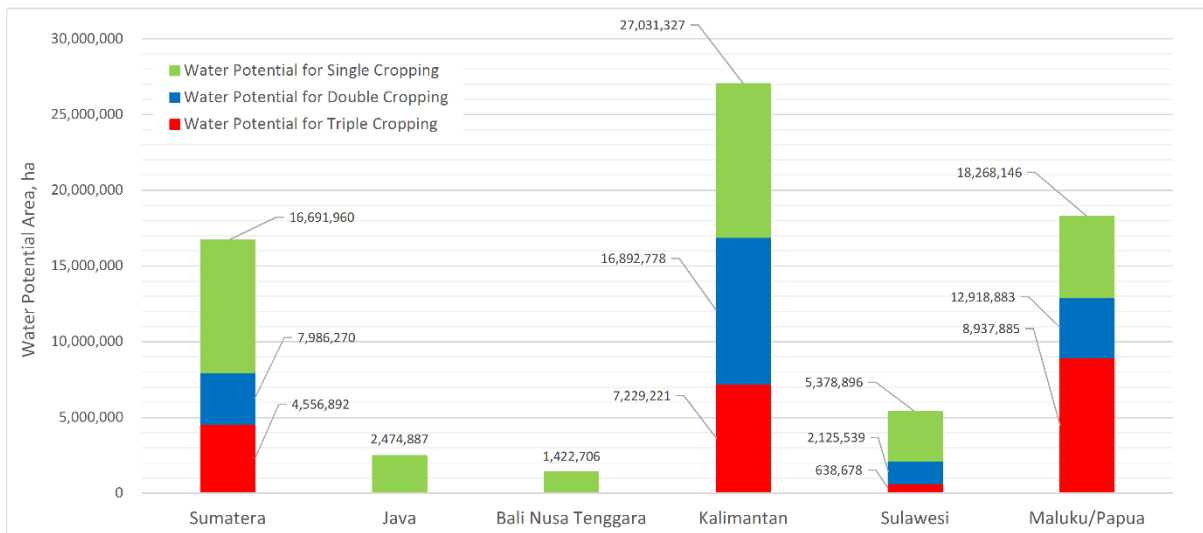
図 5.2.6 流域別年間水資源ポテンシャル量および単位水資源ポテンシャル量 (2015)  
 出典：JICA 調査団

### 5.3 水資源ポテンシャル面積

水資源ポテンシャル面積は灌漑水田としての開発可能面積を表すが、水資源ポテンシャル量を単位必要灌漑用水量で除することによって得られる。さらに水資源ポテンシャル面積は、毎月の水資源ポテンシャル分布に基づいて、一期作から三期作ポテンシャル面積に分類される。本検討においては、これら3つの面積を算出するが、提案する水資源ポテンシャル面積としては二期作ポテンシャル面積を基本とする。

#### 5.3.1 島別水資源ポテンシャル面積

図 5.3.1 に島別の水資源ポテンシャル面積（一期作ポテンシャル面積～三期作ポテンシャル面積）を示す。水資源ポテンシャル面積はインドネシア全土で約 4,000 万 ha（二期作ポテンシャル面積ベース）であると推定され、カリマンタン島で最も多く（約 1,690 万 ha）、次いでマルク・パプア島（約 1,290 万 ha）およびスマトラ島（約 800 万 ha）である。一方、ジャワ島およびバリ・ヌサテンガラ島では、二期作分（乾季の灌漑）の水ポテンシャルが存在せず、ダムなどの貯留施設なしでの灌漑ポテンシャルは 10 万 ha 未満と試算される。



Item	Sumatera	Java	Bali Nusa Tenggara	Kalimantan	Sulawesi	Maluku/Papua	Indonesia
(1) Island Area (ha)	47,576,556	13,272,510	7,171,105	53,502,021	18,634,377	48,917,661	189,074,229
(2) Potential for Single Crop (ha)	16,691,960	2,474,887	1,422,706	27,031,327	5,378,896	18,268,146	71,267,922
(3) Potential for Double Crop (ha)	7,986,270	55,465	84,348	16,892,778	2,125,539	12,918,883	40,063,283
(4) Potential for Triple Crop (ha)	4,556,892	0	2,764	7,229,221	638,678	8,937,885	21,365,624
Ratio (Indonesia=100%)	23.4%	3.5%	2.0%	37.9%	7.5%	25.6%	100%

図 5.3.1 島別水資源ポテンシャル面積 (2015) \*緑色：一期作、青色：二期作、赤色：三期作  
出典：JICA 調査団

#### 5.3.2 流域別水資源ポテンシャル面積

流域別の二期作ポテンシャル面積および単位二期作ポテンシャル面積（水資源ポテンシャル面積を流域面積で除したもの）を図 5.3.2～図 5.3.4 に示す。また、併せて貯留効果を見込んだ時の水資源ポテンシャル面積の算出結果を図 5.3.5 に示す（対象地域をスマトラ島南部、ジャワ島全域、バリ・ヌサテンガラ諸島全域及びスラウェシ島南部とした）。パプア島全域、カリマンタン島西部および北部、そしてスマトラ島南西部で水資源ポテンシャルが大きく、30 ha/km<sup>2</sup> 以上のポテンシャルを有している。以下に流域別の水資源ポテンシャルを地域ごとに記述する（水資源ポテンシャル面積一覧表は Appendix を参照）。

## 1) スマトラ島

水資源ポテンシャル量では、スマトラ南東部に位置する大流域 Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau (1.40.A2) が約 170 万 ha、次いで同流域の北東側に隣接する Batanghari (1.34.A2) が約 90 万 ha と大きなポテンシャルがあることが確認される。しかし、上記流域は 40,000km<sup>2</sup> 以上の大流域であるために、供給源である降水分布に大きな偏りがあることが想定されるため、具体的な開発計画の立案時には現地情報の確認を行い、より詳細なスケールでの水資源ポテンシャルの検討が求められる。

その点、単位水資源ポテンシャル量の観点から有望と判断される流域（例として Nias (1.14.B)、Sibudong-Batang-Toru (1.15.B)、Batang-Angkola-Batang-Gadis (1.17.B)、Masang-Pasaman (1.19.B) 等）は、単位水資源ポテンシャルが 18~28 ha/km<sup>2</sup> と大きいことから水資源分布の偏りが比較的小さいと考えられるため、開発適地の選定に有利である。

## 2) ジャワ島

上記の水資源ポテンシャル（水収支計算結果）でも記載のとおり、ジャワ島ではほとんどの流域で二期作（乾季の灌漑）分の水資源ポテンシャルがなく、15,000 ha 以上のポテンシャルを有する流域は Cibaliung-Cisawarna (2.1.B) 及び Ciwuan-Cilaki (2.8.B) のみである。

しかしながら、1 期作の昨付ポテンシャルは、ある程度のポテンシャルが認められており、例えば Cimanuk-Cisanggarung (2.9.A2) や Brantas (2.19.A3) では 25 万 ha 以上と算出されている。これらポテンシャルは、雨季の水を利用した 2 期作は可能であることを示唆していることから、貯留効果を考慮した時のポテンシャルの算出を行っている。

図 5.3.5 に貯水効果を見込んだ時の乾季昨付ポテンシャル面積の算出結果を示す。Cisadea-Cibareno (2.7.B)、Ciwulan-Cilaki (2.8.B)、Citanduy (2.10.A2)、Madura-Bawean (2.20.B) の流域で 10 万 ha 以上の乾季の昨付が可能であると算出されている。ただし、このポテンシャル計算は、天水田を利用した灌漑開発を想定しており、乾季に昨付されていない天水田を対象とした開発面積を示していることから、第 4 章で議論した土地ポテンシャル（天水田）の分布と併せて考慮して開発可能面積を算出する必要がある（第 8 章を参照）。

## 3) バリ・ヌサテンガラ島

ジャワ島同様、多くの流域でゼロもしくは非常に小さな水資源ポテンシャル面積である。最も大きなポテンシャルを有する流域は Flores (3.5.A3) であるが、その面積は 7 万 ha 程度であることから水資源の観点からのポテンシャル面積は比較的小さい。

しかしながら、雨季乾季が明瞭である同地域では 1 期作を前提としたポテンシャルは確認されている。したがって、ジャワ島同様、貯水効果を最大限見込んだときの乾季の昨付ポテンシャル面積を算出した結果、ヌサテンガラ諸島のほとんどの流域において、10 万 ha 以上の乾季の昨付ポテンシャル面積が認められる（図 5.3.5 を参照）。特に Flores (3.5.A3) や Noel Mina (3.8.A1) では、それぞれ約 60 万 ha、約 20 万 ha の水ポテンシャル面積が存在することを示しており、ダムやため池等の貯留施設を条件とした場合の、灌漑開発の可能性を示唆する結果となっている。

## 4) カリマンタン島

カリマンタン島の流域はその面積に対し流域数が少なく、流域あたりの平均面積は約 6.5 万 km<sup>2</sup> と非常に大きい。また、単位水資源ポテンシャル量も大きい流域が多く、平均で 47 ha/km<sup>2</sup> であることから全体として水資源ポテンシャルが非常に大きい地域である。

さらに月間降水量の分布形態から、年中降水が期待でき、水資源ポテンシャル上三期作を可能とする流域も多い。特に Kapuas (4.3.A3)、Barito (4.9.A2)、Mahakam (4.13.A2)、Sesayap (4.17.A1) ではそれぞれ三期作ポテンシャルで 160 万 ha (16 ha/km<sup>2</sup>)、78 万 ha (9.7ha/km<sup>2</sup>)、96 万 ha (11 ha/km<sup>2</sup>)、99 万 ha (31 ha/km<sup>2</sup>) を有することから、高ポテンシャルエリアであると判断できる。ただし Sesayap (4.17.A1) は国境をまたぐ流域であることから水利用に際しては国家間での協議が必要となる。

## 5) スラウェシ島

高ポテンシャル流域として Laa-Tambalako (5.12.B, 21 万 ha)、Kalukku-Karama (5.13.A2, 24 万 ha)、Pompengan-Larona (5.14.A2, 24 万 ha)、Saddang (5.15.A2, 13 万 ha)、Walanae-Cenranae (5.16.A3, 15 万 ha)、Lasolo-Konawehea (5.19.A2, 16 万 ha) が挙げられる。上記のうち、Saddang (5.15.A2) および Walanae-Cenranae (5.16.A3) は既存の水田面積割合が大きく、灌漑開発が比較的容易であると考えられる。

また、スラウェシ南部の流域は、貯留効果を見込んだ時の水資源ポテンシャルも大きく、流域により 20 万 ha から 90 万 ha もの面積が開発可能であると算出されている。特に Jeneberang (5.17.A3) では、乾季の昨付面積が大きいため貯留効果を見込まないベースケースではポテンシャル面積が 0 であったのに対して、30 万 ha 以上のポテンシャル面積に増加しており、貯留施設による効果が大きいことが確認できる。

## 6) マルク・パプア島

マルク・パプア島は多量の降水に恵まれていること、また灌漑面積が非常に小さく未開発地が多い（最も灌漑面積の大きな流域で Ambon-Seram (6.5.A3) の約 8 千 ha)。このことから、水ポテンシャルは非常に豊富である。中でも、パプア島の流域は特に大きな水ポテンシャル面積を有しており（二期作ポテンシャルで 150 万～290 万 ha）、水資源ポテンシャル面積の観点から有望地であるといえる。

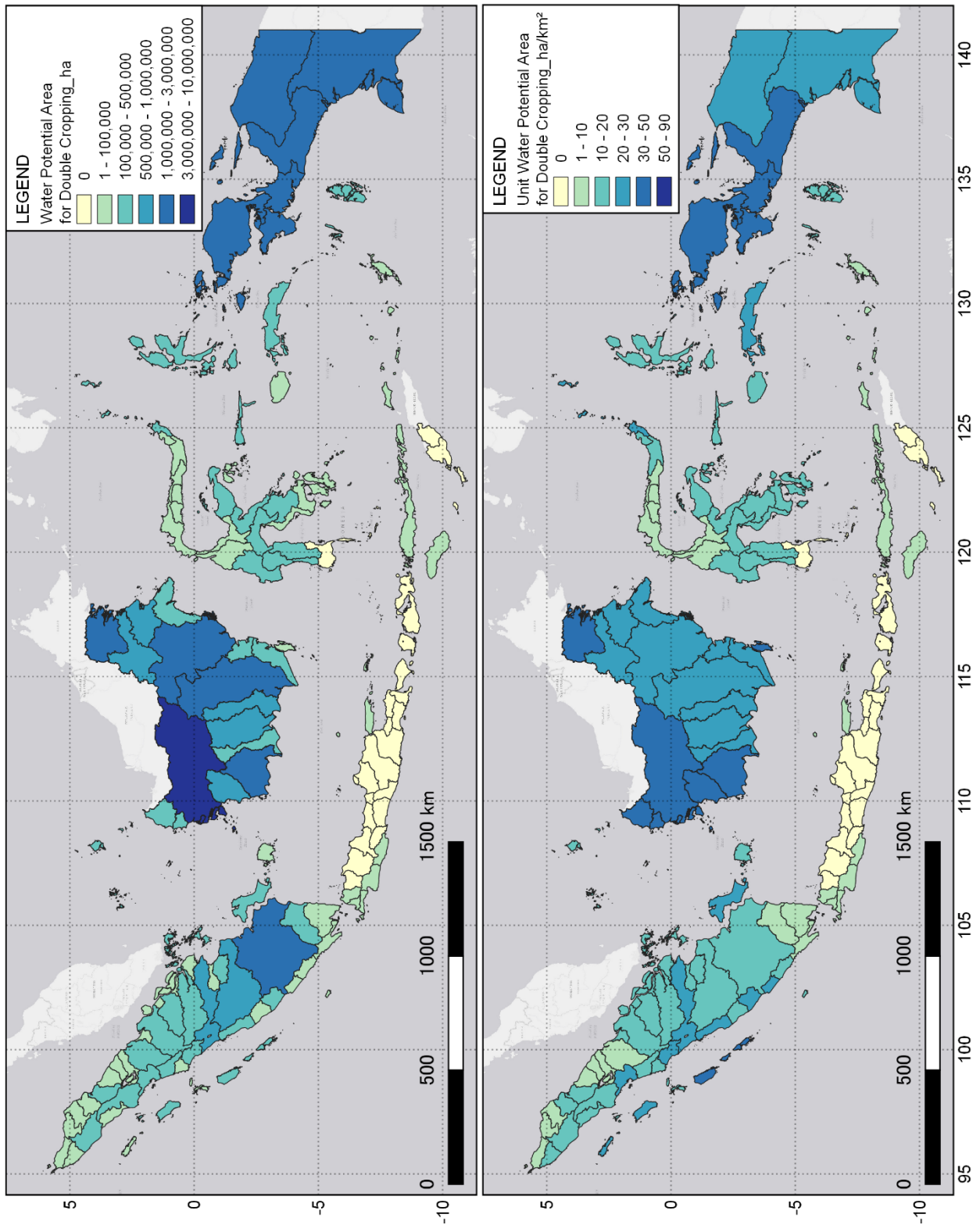


図 5.3.2 流域別年間水資源ポテンシャル面積および単位水資源ポテンシャル面積 (2015)

出典：JICA 調査団



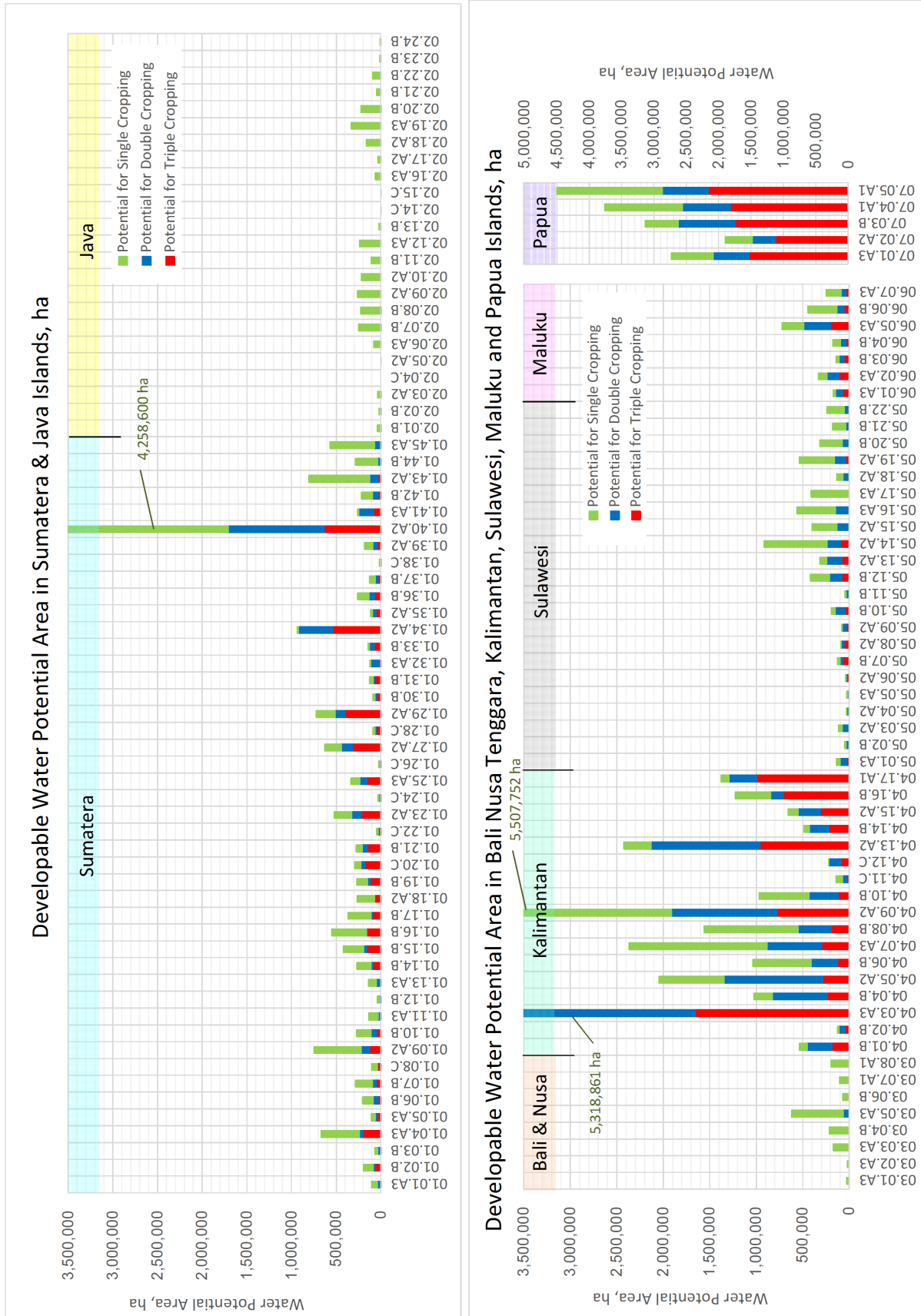


図 5.3.3 流域別水資源ポテンシャル面積 \*緑色：一期作、青色：二期作、赤色：三期作  
出典：JICA 調査団



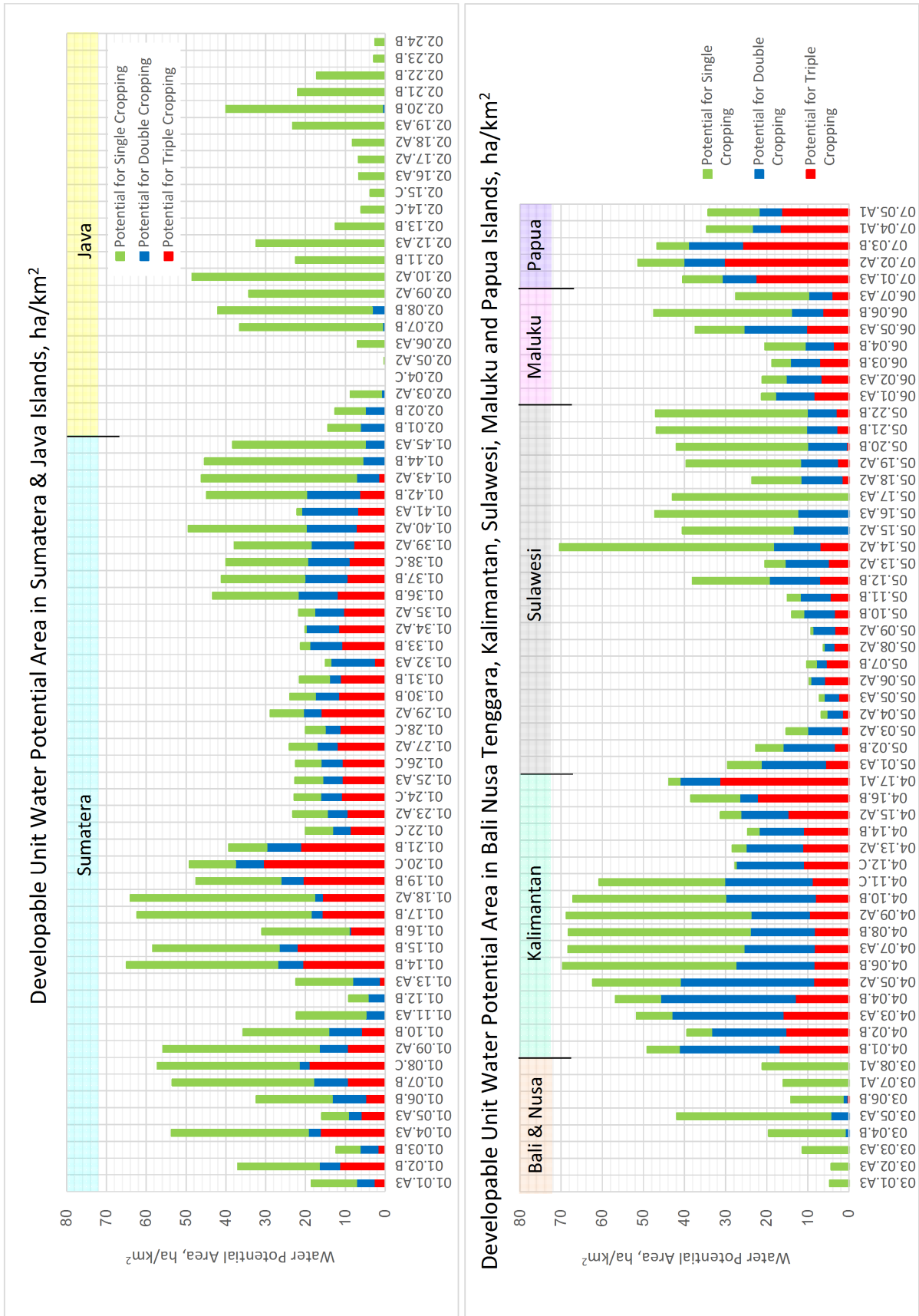


図 5.3.4 流域別単位水資源ポテンシャル面積 \*緑色：一期作、青色：二期作、赤色：三期作  
出典：JICA 調査団

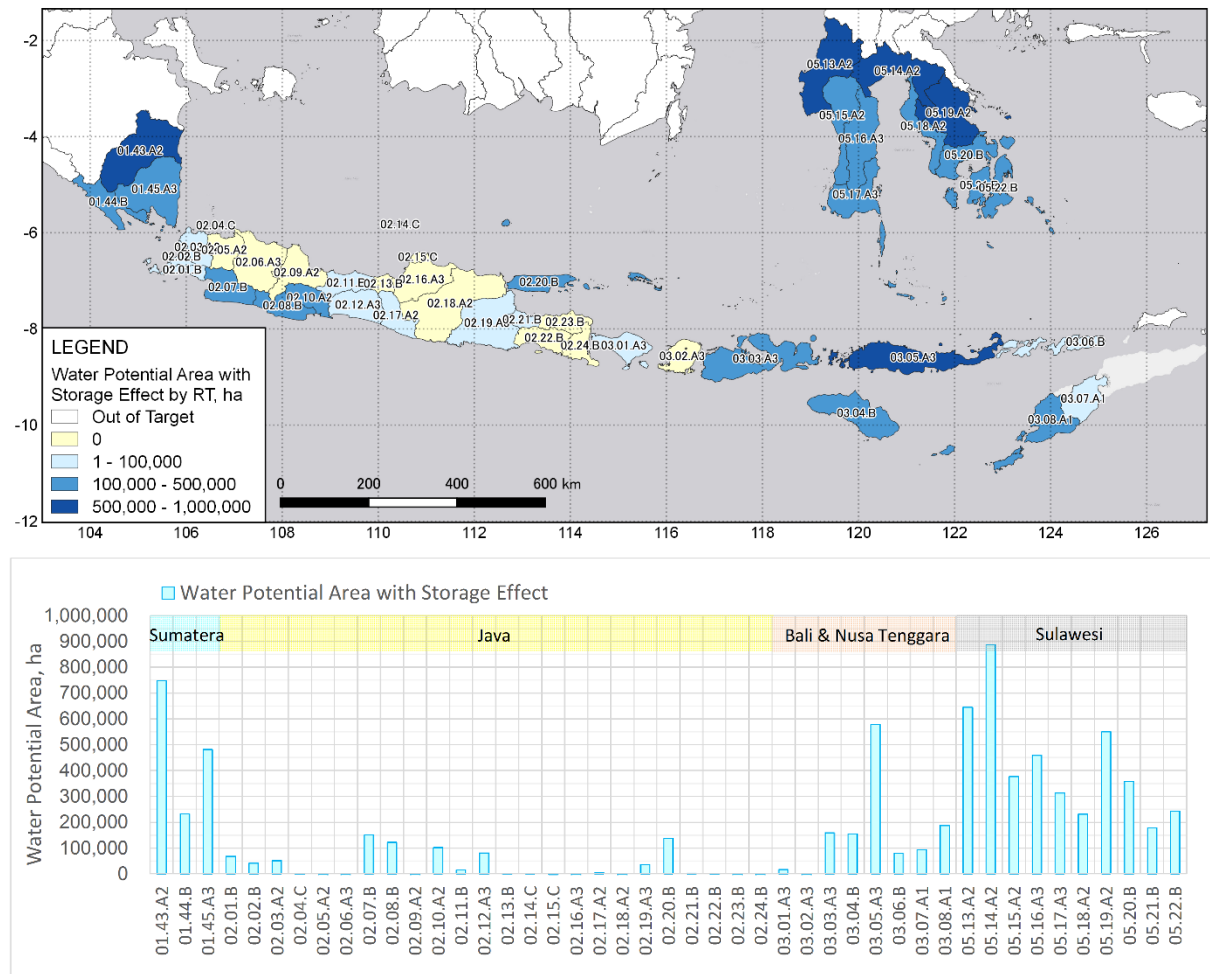


図 5.3.5 貯水効果を見込んだときの流域別乾季作付ポテンシャル面積  
出典：JICA 調査団

## 5.3.3 州別水資源ポテンシャル面積

流域別の水資源ポテンシャル面積を元に、それぞれの面積の比率で州別の水資源ポテンシャル面積および単位水資源ポテンシャル面積へ換算した結果を表 5.3.2 および図 5.3.5～図 5.3.6 に示す。パプア島・カリマンタン島のほぼ全ての州やスマトラ島の北部の州において、100 万 ha 程度、あるいはそれ以上の 2 期作を可能とする水資源ポテンシャル面積が確認される。対して、ジャワ島、バリ・ヌサテンガラ島の全ての州では 10 万 ha 未満の水資源ポテンシャル面積となる。

表 5.3.1 州別水資源ポテンシャル面積および単位水資源ポテンシャル面積

ID	Province	Area (km <sup>2</sup> )	Water Potential Area, ha			Unit Water Potential Area, ha/km <sup>2</sup>		
			Single	Double	Triple	Single	Double	Triple
1	Aceh	56,771	2,164,935	810,911	519,597	38.13	14.28	9.15
2	Sumatera Utara	72,299	2,789,111	981,666	685,664	38.58	13.58	9.48
3	Sumatera Barat	42,220	1,431,237	1,026,394	759,289	33.90	24.31	17.98
4	Riau	89,936	2,147,580	1,478,943	1,061,347	23.88	16.44	11.80
5	Jambi	49,136	1,097,656	972,510	561,248	22.34	19.79	11.42
6	Sumatera Selatan	86,829	4,249,783	1,652,482	609,849	48.94	19.03	7.02
7	Bengkulu	20,008	766,546	396,701	197,506	38.31	19.83	9.87
8	Lampung	33,601	1,430,737	203,988	22,487	42.58	6.07	0.67
9	Bangka-belitung	16,707	479,193	344,042	112,996	28.68	20.59	6.76
10	Kepulauan Riau	8,257	121,146	110,121	21,768	14.67	13.34	2.64
11	Dki Jakarta	659	207	0	0	0.31	0.00	0.00
12	Jawa Barat	37,069	928,268	23,013	0	25.04	0.62	0.00
13	Jawa Tengah	34,437	603,245	0	0	17.52	0.00	0.00
14	D.I.Yogyakarta	3,173	22,213	0	0	7.00	0.00	0.00
15	Jawa Timur	48,030	820,640	3,757	0	17.09	0.08	0.00
16	Banten	9,357	97,380	28,600	184	10.41	3.06	0.02
17	Bali	5,585	26,433	0	0	4.73	0.00	0.00
18	Nusa Tenggara Barat	19,704	191,944	0	0	9.74	0.00	0.00
19	Nusa Tenggara Timur	46,422	1,201,009	84,117	2,752	25.87	1.81	0.06
20	Kalimantan Barat	147,344	7,763,225	6,308,042	2,234,008	52.69	42.81	15.16
21	Kalimantan Tengah	153,437	10,375,425	4,138,754	1,382,225	67.62	26.97	9.01
22	Kalimantan Selatan	37,193	2,501,603	989,888	337,821	67.26	26.61	9.08
23	Kalimantan Timur	126,945	3,598,056	3,152,071	1,499,496	28.34	24.83	11.81
24	Kalimantan Utara	70,102	2,782,594	2,296,459	1,771,353	39.69	32.76	25.27
25	Sulawesi Utara	14,524	302,065	210,926	48,718	20.80	14.52	3.35
26	Sulawesi Tengah	61,136	967,003	652,162	286,149	15.82	10.67	4.68
27	Sulawesi Selatan	45,278	2,170,920	520,604	99,152	47.95	11.50	2.19
28	Sulawesi Tenggara	36,545	1,477,806	412,555	88,942	40.44	11.29	2.43
29	Gorontalo	12,035	95,824	82,899	39,314	7.96	6.89	3.27
30	Sulawesi Barat	16,826	350,718	242,233	75,128	20.84	14.40	4.47
31	Maluku	46,298	1,580,857	799,580	328,351	34.15	17.27	7.09
32	Maluku Utara	31,487	644,342	492,883	230,863	20.46	15.65	7.33
33	Papua Barat	98,715	4,308,339	3,315,954	2,463,226	43.64	33.59	24.95
34	Papua	312,678	11,677,682	8,273,388	5,889,687	37.35	26.46	18.84

出典：JICA 調査団

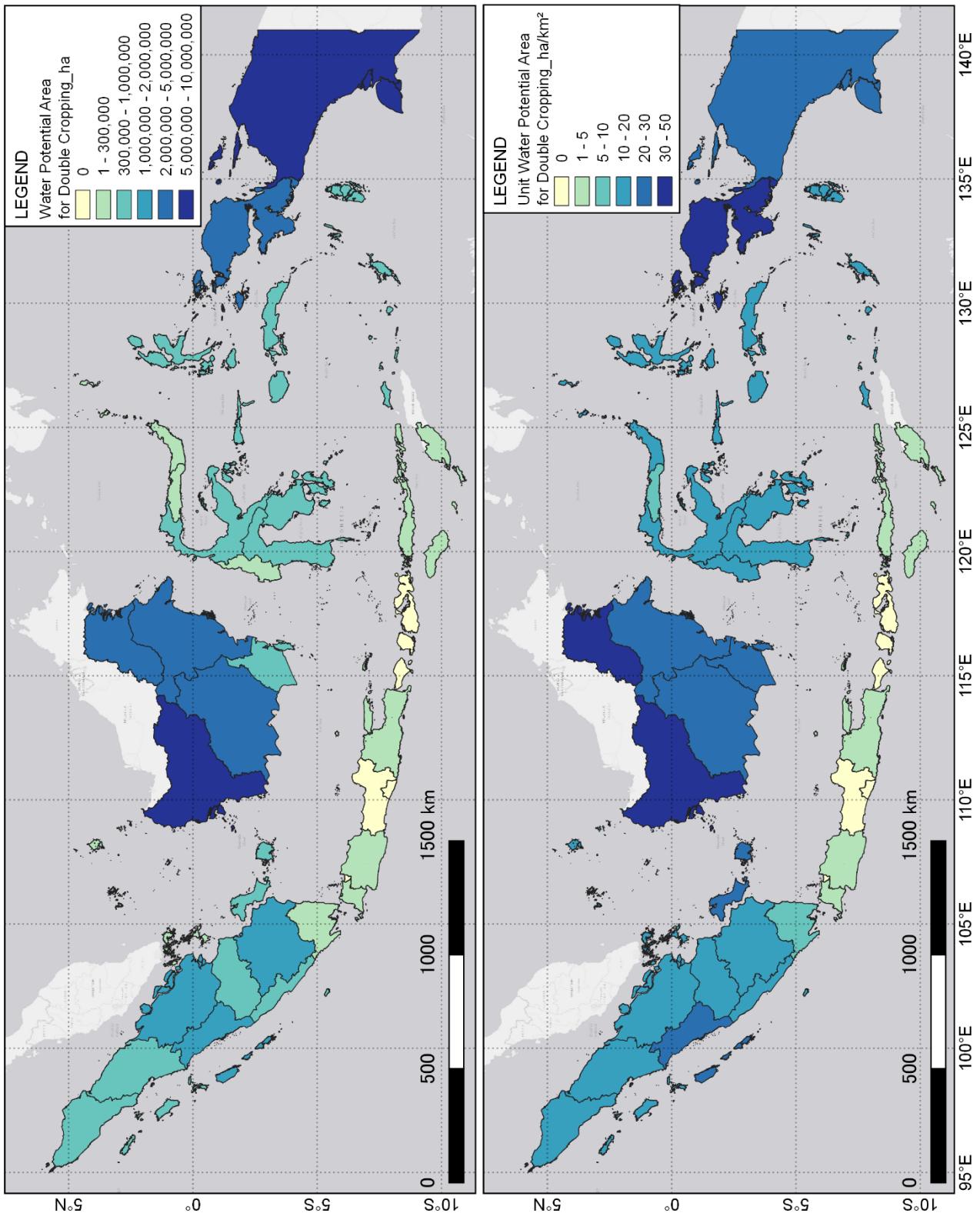


図 5.3.6 州別の二期作水資源ポテンシャル面積および単位水資源ポテンシャル面積

出典：JICA 調査団

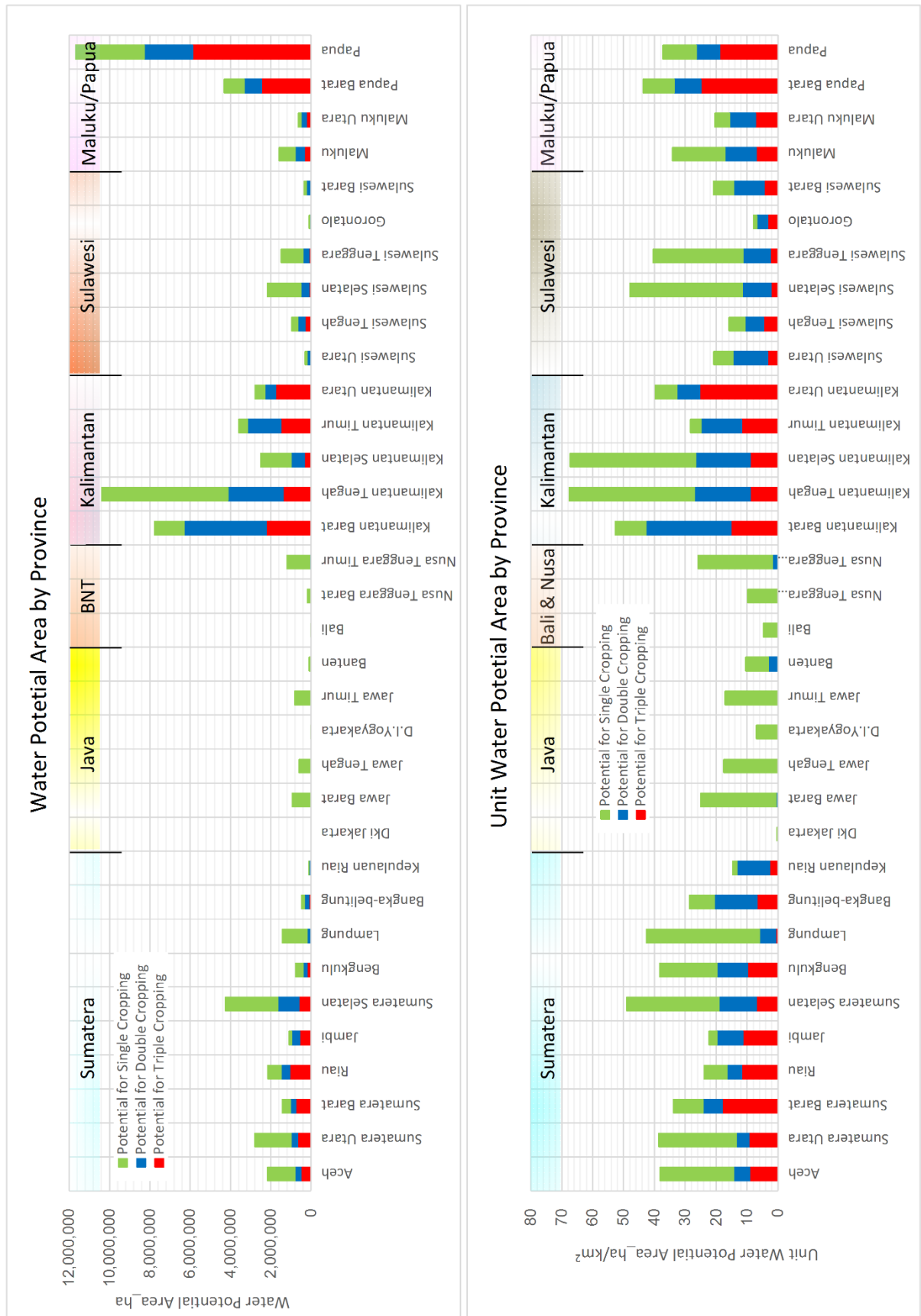


図 5.3.7 州別水資源ポテンシャル面積および単位水資源ポテンシャル面積  
 (\*緑色：一期作、青色：二期作、赤色：三期作)

出典：JICA 調査団



## 第6章 トウンタン川流域における水資源開発の可能性評価

インドネシア国では人口が急速に増加しており、都市部およびその周辺では水利用の需要量が増加している。中部ジャワ州の州都であるスマラン市は、インドネシア国の5大都市の1つであり、人口は150万人以上である。インドネシア国の都市部では水不足が課題となっており、スマラン市についても同様の状況である。本章ではスマラン市に関する水資源開発の可能性について検討を行う。

### 6.1 検討内容の背景および流域の概要

#### 6.1.1 背景

スマラン市は、トウンタン川流域および東側に隣接しているクドゥンオンボダム流域から、水が供給されている。スマラン市への水供給量は現時点で十分ではなく、今後は更に水不足が懸念されることから、水資源開発は喫緊の課題である。対応策の1例として、ダム建設により雨期に貯水した水を乾期に利用することが挙げられる。しかし既往調査によると、トウンタン川流域でのダム建設の実現可能性は低いことが報告されている。一方、トウンタン川流域の東側に隣接する流域では、クドゥンオンボダムが稼働中である。既往調査によると、クドゥンオンボダム流域での水資源量は概ね全量が利用されており、スマラン市への水供給を増加させることは困難であることが報告されている。

以上の背景および既往調査結果から、スマラン市への水供給を増加するための代替案として、トウンタン川流域からクドゥンオンボダムへの流域間導水を検討する。クドゥンオンボダムは経年貯留ダムであり、平均的な流況の年では貯水池が満水にならないため、隣接するトウンタン川流域に余剰水が存在すれば、それを導水することで新たな水資源を生むことが期待できる。すなわち、トウンタン川流域の水需要量と供給量を分析したうえで、トウンタン川流域からクドゥンオンボダムへの流域間導水の実現可能性について検討を行う。

#### 6.1.2 トウンタン川流域の概要

トウンタン川流域は、Rawa Pening 湖を上流端とし、Semarang 市の東側を流下し、途中Demak 市を通ってJava Sea に流下する、流域面積1,001 km<sup>2</sup>、河川延長111.5 kmの河川である。図6.1.1にトウンタン川流域の概要図を示す。

### 6.2 収集データ

トウンタン川流域における河川流量を算定するため、BMKG、Pusair、PSDA bodri から水

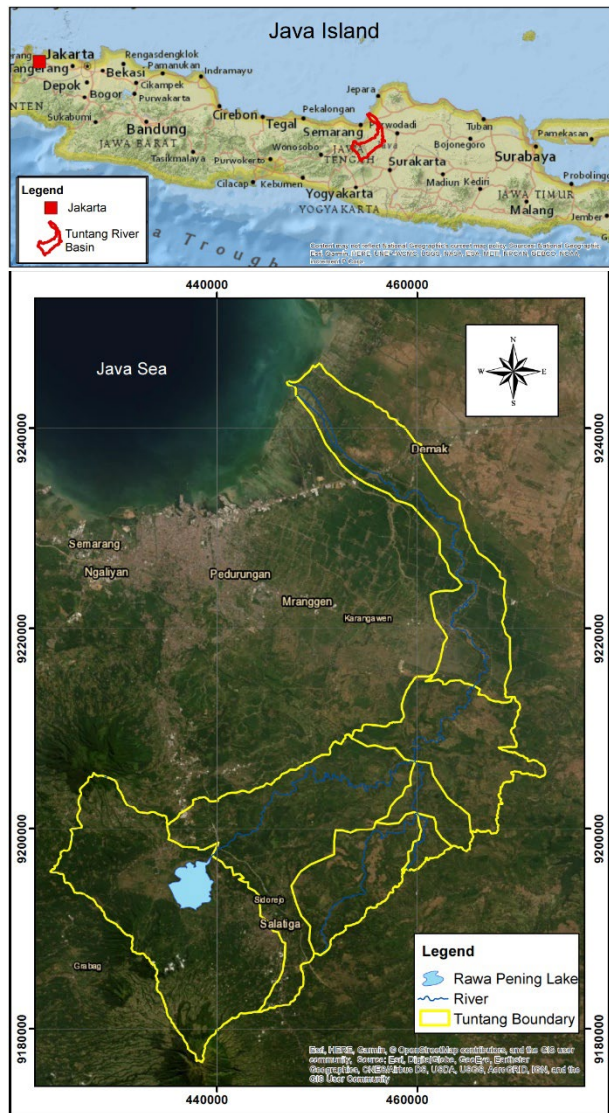


図 6.1.1 トウンタン川流域図  
出典：JICA 調査団, Google map

文データ（日降水量、日流量、気象データ）を収集した。また、灌漑および上水・工水に関する水需要量についても同機関よりデータを収集した。以上のデータを用いて、トゥンタン川流域の水収支に関する検討を行う。

### 6.2.1 水文データ

#### 1) 降雨量

水収支計算を行うために 1999 年～2018 年の日雨量データ収集した。トゥンタン川流域周辺の観測所のうち、欠測データの少ない 10 観測所を対象とした。表 6.2.1 に各観測所名およびデータ期間を、図 6.2.1 に雨量観測所位置図を示す。

表 6.2.1 雨量データ一覧

観測所	データ期間	提供者
Ambarawa	Daily (1999 to 2018)	BMKG,Pusair
Bawen	Daily (1999 to 2018)	BMKG,Pusair
Candi Dukuh	Daily (1999 to 2018)	BMKG,Pusair
Kalianyar	Daily (2012 to 2018)	BMKG,Pusair
Karang Gede	Daily (1999 to 2018)	BMKG,Pusair
Karangsari	Daily (1999 to 2016)	BMKG,Pusair
Ngablak	Daily (1999 to 2018)	BMKG,Pusair
Purwodadi	Daily (1999 to 2018)	BMKG,Pusair
Semen	Daily (1999 to 2018)	BMKG,Pusair
Sukorejo	Daily (1999 to 2016)	BMKG,Pusair

出典：BMKG, Pusair

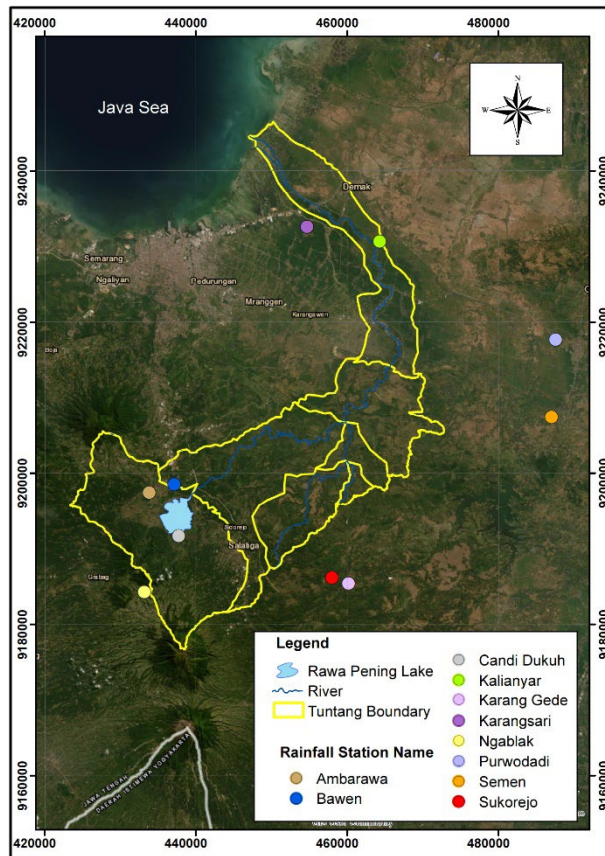


図 6.2.1 雨量観測所位置図

出典：JICA 調査団, Google map

各観測所の年間総雨量を表 6.2.2、図 6.2.2 に、月平均雨量を表 6.2.3、図 6.2.3 に示す。年間総雨量は多い年で約 4,000mm、少ない年で約 1,000mm であり、平均すると年当たり約 2,000mm である。月平均雨量は観測所によっては多い月で約 450mm、少ない月で約 10mm であり、平均すると雨期の月あたり降雨量は約 200mm、乾期では約 35mm となる。トゥンタン川流域は熱帯モンスーン気候帯に属しており、雨期と乾期が明瞭に区別される地域である。

表 6.2.2 年間総雨量

Year	Amba-rawa	Bawen	Candi-Dukuh	Kalian-yar	Karang-Gede	Karang-sari	Ngablak	Purwo-dadi	Semen	Suko-rejo
1999	2,622	2,424	1,730	no data	2,728	2,271	2,012	2,210	2,083	3,591
2000	2,236	1,961	2,284	no data	1,465	3,351	1,247	2,332	2,050	2,756
2001	1,915	no data	2,041	no data	2,385	1,585	1,135	2,116	1,386	3,628
2002	1,489	no data	1,670	no data	no data	1,824	1,606	2,052	1,466	2,883
2003	no data	1,781	1,649	no data	no data	2,568	2,186	1,654	1,693	3,044
2004	no data	2,004	1,226	no data	no data	2,541	2,143	1,837	1,918	2,945
2005	2,128	1,814	2,178	no data	no data	1,809	1,878	1,426	1,672	3,596
2006	no data	1,449	no data	no data	2,124	1,999	2,206	1,994	2,137	2,800
2007	1,473	1,477	1,247	no data	1,685	1,245	2,534	1,855	2,089	2,711
2008	1,985	1,583	1,714	no data	1,788	2,563	2,430	1,711	1,738	3,291
2009	1,811	2,496	1,544	no data	2,470	no data	2,096	1,323	1,474	3,252
2010	2,858	3,741	1,844	no data	3,926	2,693	4,519	2,450	2,696	3,252
2011	2,101	2,118	2,075	no data	2,290	1,810	2,782	1,951	2,254	no data
2012	1,835	1,799	1,881	1,110	4,009	2,022	2,543	1,623	1,762	3,262
2013	2,550	2,084	2,330	1,472	2,323	2,644	2,925	1,869	1,952	3,303
2014	no data	1,760	2,022	1,243	2,512	2,570	1,648	1,358	1,974	no data
2015	1,780	1,608	1,241	1,085	2,266	1,853	no data	1,280	1,618	1,963
2016	2,691	2,613	1,860	1,577	2,514	1,874	3,381	1,597	2,025	4,127
2017	no data	2,004	1,538	1,832	2,700	no data	no data	1,693	2,073	no data



Year	Amba-rawa	Bawen	Candi-Dukuh	Kalian-yar	Karang-Gede	Karang-sari	Ngablak	Purwo-dadi	Semen	Suko-rejo
2018	no data	1,409	909	1,395	1,798	no data	no data	1,225	1,789	no data
Max	2,858	3,741	2,330	1,832	4,009	3,351	4,519	2,450	2,696	4,127
Min	1,473	1,409	909	1,085	1,465	1,245	1,135	1,225	1,386	1,963
Ave	2,105	2,007	1,736	1,388	2,436	2,190	2,310	1,778	1,892	3,150

出典：JICA 調査団, BMKG・Pusair 提供データ

表 6.2.3 月平均雨量

Month	Amba-rawa	Bawen	Candi-Dukuh	Kalian-yar	Karang-Gede	Karang-sari	Ngablak	Purwo-dadi	Semen	Suko-rejo
Jan	233.3	237.5	218.8	119.9	367.1	428.2	294.2	257.9	286.7	451.8
Feb	183.4	210.3	218.5	120.7	309.3	378.0	286.1	227.0	221.3	451.8
Mar	251.3	271.6	244.6	75.0	243.9	221.6	289.5	232.7	232.9	331.1
Apr	203.1	225.9	179.4	52.1	228.4	153.0	209.1	212.8	203.0	254.2
May	129.1	134.2	119.3	29.7	104.9	66.4	134.7	94.4	94.2	186.8
Jun	81.6	76.3	90.9	22.1	57.9	41.2	57.4	43.7	61.1	101.5
Jul	44.2	47.3	36.5	1.7	35.5	19.7	36.4	19.4	21.9	65.0
Aug	32.4	19.6	17.2	0.0	18.4	9.6	20.1	13.4	16.7	15.4
Sep	37.1	41.0	31.4	9.7	16.6	35.8	45.8	43.6	61.1	37.5
Oct	104.7	107.6	84.4	54.4	161.0	121.5	123.8	152.6	181.0	145.9
Nov	178.6	220.8	181.5	48.8	231.4	193.1	209.7	229.6	226.7	212.2
Dec	203.5	214.4	227.0	81.0	232.2	276.4	257.1	251.0	286.1	317.1

出典：JICA 調査団, BMKG・Pusair 提供データ

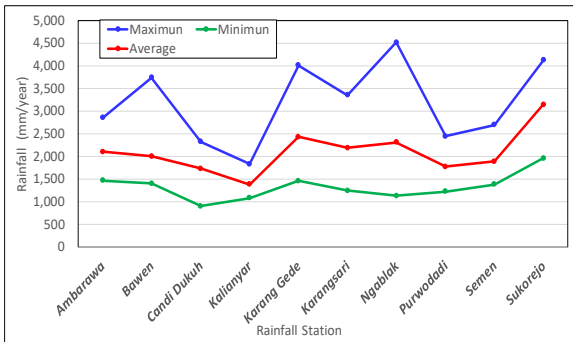


図 6.2.2 年間降水量

出典：JICA 調査団, BMKG・Pusair 提供データ

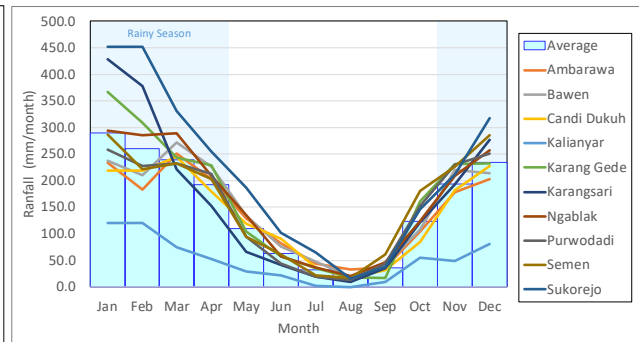


図 6.2.3 月平均降水量

出典：JICA 調査団, BMKG・Pusair 提供データ

2) 流量

トゥンタン川流域で流量観測を行っている、Rawa Pening (2014~2018)、Glapan (2008~20018) の 2 観測所について日流量データを収集した。データ期間を表 6.2.4 に、流量観測所位置図を図 6.2.4 に示す。

表 6.2.4 流量データ一覧

観測所	データ期間	提供者
Rawa Pening	Daily (2014 to 2018)	PSDA Bodri Kuto
Glapan	Daily (2008 to 2018)	PSDA Bodri Kuto

出典：PSDA Bodri Kuto

Rawa Pening 観測所は、トゥンタン川の上流端である Rawa Pening 湖からの放流量を観測し、Glapan 観測所は、トゥンタン川の間地点に位置する Glapan 堰における流量を観測している。Glapan 堰には取水施設が整備されており、灌漑用水および上水・工水が取水されている。

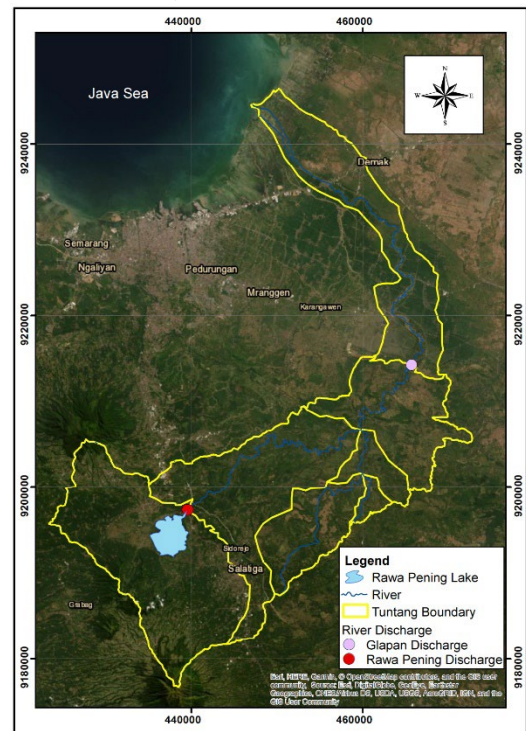


図 6.2.4 流量観測所位置図

出典：JICA 調査団, Google map

収集した 2 観測所の月平均流量を図 6.2.5、表 6.2.5、図 6.2.6 に示す。雨期の流量は、Glapan において多い月で約 40 m<sup>3</sup>/s、Rawa Penin では多い月で約 15 m<sup>3</sup>/s であり、Rawa Pening の流量は Glapan の約 38%に相当する。一方、乾期の流量は、Rawa Pening の流量が Glapan の流量の半分以上を占めている。

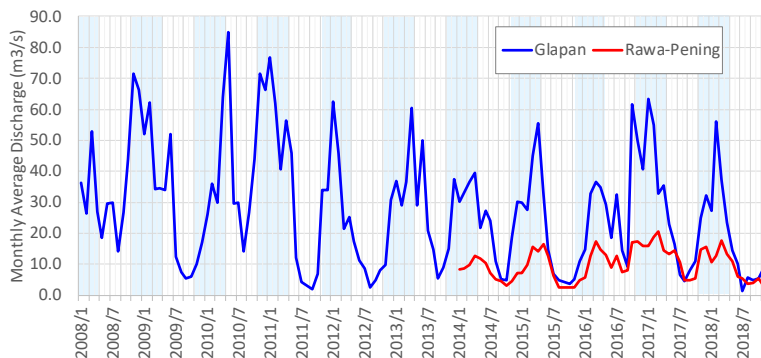


図 6.2.5 月平均流量の時系列変化

出典：JICA 調査団, PSDA Bodri Kuto 提供データ

表 6.2.5 月平均流量

Month	Glapan (m <sup>3</sup> /s)	Rawa Pening (m <sup>3</sup> /s)
Jan	31.5	9.7
Feb	40.2	12.7
Mar	36.0	15.7
Apr	42.6	14.3
May	24.9	13.1
Jun	16.5	10.5
Jul	13.8	8.0
Aug	8.2	4.4
Sep	6.3	4.6
Oct	17.3	6.8
Nov	21.6	8.4
Dec	27.1	11.0

出典：JICA 調査団, PSDA Bodri Kuto 提供データ

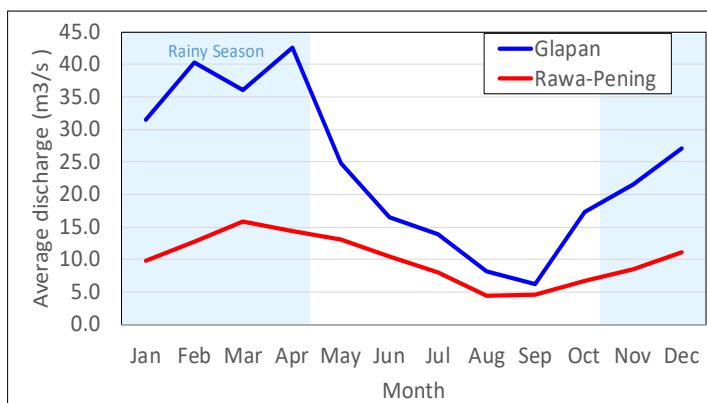


図 6.2.6 月平均流量

出典：JICA 調査団, PSDA Bodri Kuto 提供データ

## 6.2.2 気象データ (気温、風速、湿度、日照時間)

### 1) 観測所および傾向分析

水収支計算にて考慮する蒸発散量を算出するため、気象データ (気温、風速、湿度、日照時間) を収集した。表 6.2.6 に気象観測所名および収集データを、図 6.2.7 に気象観測所位置図を示す。Rawa Pening 観測所はトゥンタン川流域の上流端に位置し、Juwero 観測所はスマラン市の西側に位置している。

表 6.2.6 気象データ一覧

観測所	データ期間	提供者
Dangi	Daily (2004 to 2018)	PSDA Bodri Kuto
Jragung	Daily (2004 to 2018)	PSDA Bodri Kuto
Juwero	Daily (2010 to 2018)	PSDA Bodri Kuto
Rawa Pening	Daily (2004 to 2018)	PSDA Bodri Kuto

出典：PSDA Bodri Kuto

気象データを図 6.2.8～図 6.2.11 に示す。Rawa Pening 観測所は他の観測所に比べて標高が高いため、気温は 10℃程度低く、18℃前後で推移している。トゥンタン川流域は熱帯モンスーン気候帯に

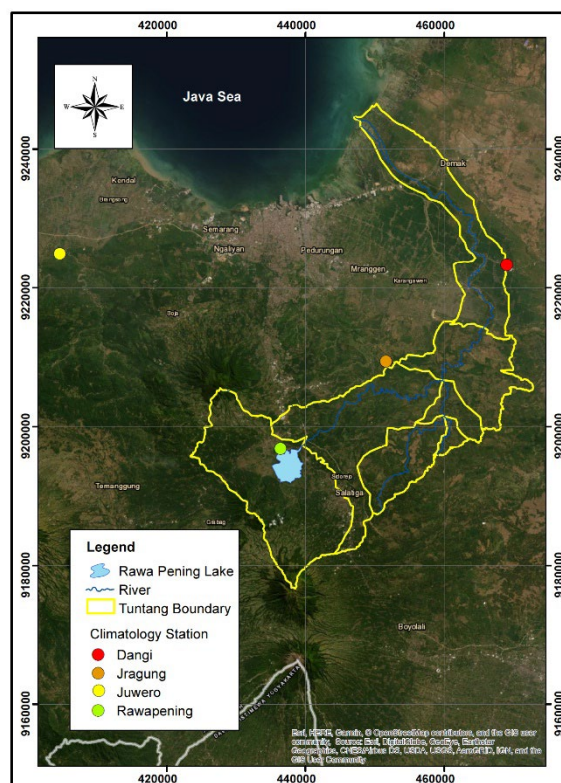


図 6.2.7 気象観測所位置図

出典：JICA 調査団, Google map

属しているため、気温および湿度は一年を通して高く、湿度は70%~100%で推移している。風速は観測所によって傾向が異なり、Jragung 観測所の風速はおおよそ 0.5 m/s 未満で推移し、一方で Dangi 観測所では 1 m/s~2 m/s で推移している。日照時間は全観測所で概ね同様の傾向であるが、時期（雨期・乾期）によって傾向が異なる。雨期の日照時間は1日あたり2時間未満であるが乾期の日照時間は1日あたり最大約6時間である。

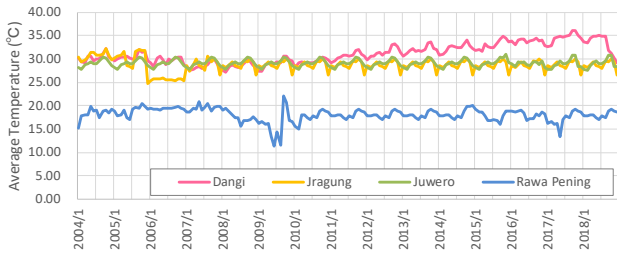


図 6.2.8 気温

出典：JICA 調査団, PSDA Bodri Kuto 提供データ

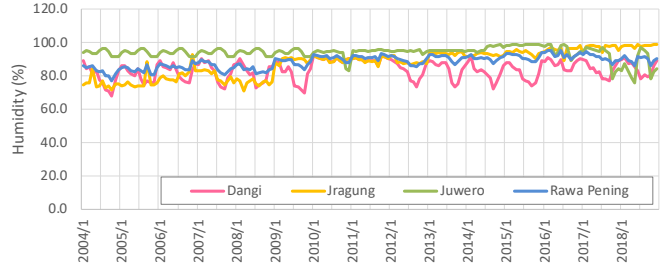


図 6.2.9 湿度

出典：JICA 調査団, PSDA Bodri Kuto 提供データ

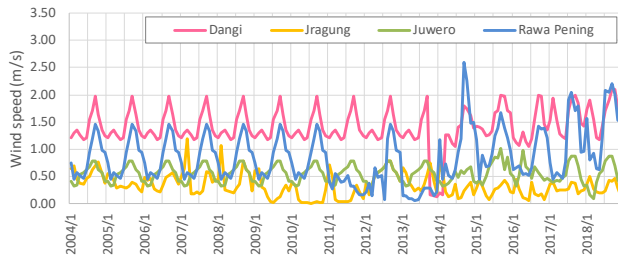


図 6.2.10 風速

出典：JICA 調査団, PSDA Bodri Kuto 提供データ

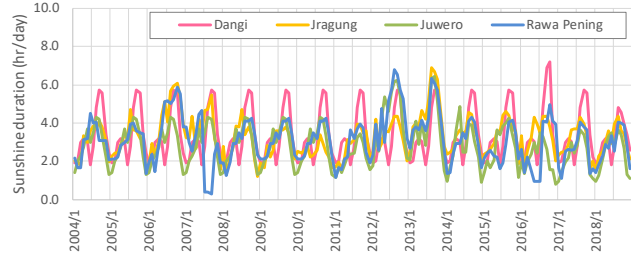


図 6.2.11 日照時間

出典：JICA 調査団, PSDA Bodri Kuto 提供データ

## 2) 蒸発散量の算定

蒸発散量の算定は、灌漑開発計画マニュアル (KP-01) に基づき、気象データ（気温、風速、湿度、日照時間）から実蒸発散量が推定できる修正ペンマン式により算定する。入手した気象データから、観測所ごとの平均蒸発散量を算定するが、欠測データがある場合には、使用可能なデータで補完して平均蒸発散量を算出する。各観測所での蒸発散量算定結果を表 6.2.7、図 6.2.12 に示す。これより、月平均蒸発散量は 71 mm/月~106 mm/月、日平均では、2.3 mm/日~3.5 mm/日である。

表 6.2.7 蒸発散量算定結果

観測所	月平均蒸発散量 (mm/月)				日平均蒸発散量 (mm/日)			
	Dangi	Jragung	Juwero	Rawa Pening	Dangi	Jragung	Juwero	Rawa Pening
Jan	93.4	93.9	82.2	70.5	3.01	3.03	2.65	2.27
Feb	86.2	85.9	78.7	65.3	3.08	3.07	2.81	2.33
Mar	105.6	94.0	89.5	71.6	3.41	3.03	2.89	2.31
Apr	100.0	89.8	85.0	68.6	3.33	2.99	2.83	2.29
May	93.6	87.2	89.7	62.6	3.02	2.81	2.89	2.02
Jun	77.5	79.0	74.4	57.8	2.58	2.63	2.48	1.93
Jul	95.4	83.2	80.9	62.5	3.08	2.68	2.61	2.02
Aug	120.5	100.3	96.2	71.0	3.89	3.24	3.10	2.29
Sep	139.4	104.7	104.0	79.3	4.65	3.49	3.47	2.64
Oct	143.6	110.0	105.5	88.7	4.63	3.55	3.40	2.86
Nov	111.9	101.6	90.2	79.0	3.73	3.39	3.01	2.63
Dec	102.2	85.2	83.9	75.4	3.30	2.75	2.71	2.43
Max	143.6	110.0	105.5	88.7	4.65	3.55	3.47	2.86
Min	77.5	79.0	74.4	57.8	2.58	2.63	2.48	1.93
Ave	105.8	92.9	88.3	71.0	3.48	3.06	2.90	2.34

出典：JICA 調査団, PSDA BodriKuto 提供データ



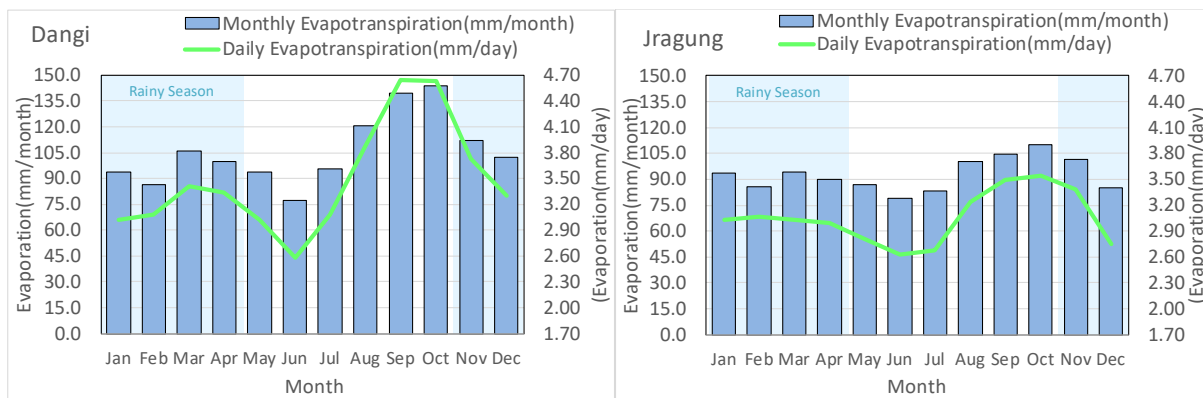


図 6.2.12 蒸発散量算定結果 (1/2)

出典：JICA 調査団, PSDA Bodri Kuto 提供データ

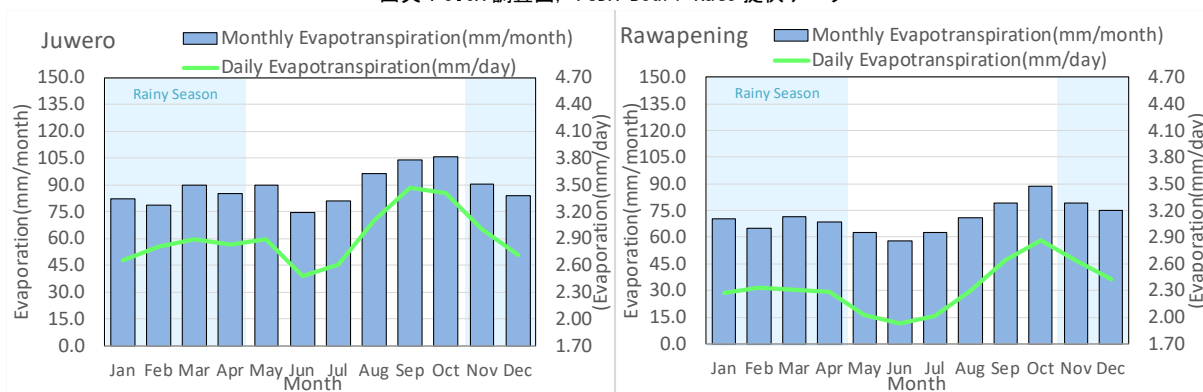


図 6.2.12 蒸発散量算定結果 (2/2)

出典：JICA 調査団, PSDA Bodri Kuto 提供データ

### 6.2.3 トウンタン川における水利用

#### 1) 取水地点

トウンタン川では、3つの取水堰が設けられている。発電用水およびスマラン市への上水・工水を取水するための Jelok 堰、270 ha の灌漑用水を取水する Susukan 堰、主に灌漑用水を取水するための Glapan 堰である。また、トウンタン川支川の Senjoyo 川において、主に灌漑用水の取水をしている Senjoyo 堰がある。図 6.2.13 に取水堰の位置図を示す。

#### 2) 灌漑エリア

トウンタン川流域の灌漑エリアを表 6.2.8 に示す。また、Glapan 堰から取水している主要な灌漑エリアを図 6.2.14 に示す。Glapan 堰から取水している灌漑面積は、左岸側が 10,113 ha、右岸側が 8,627 ha、合計 18,740 ha である。この他、Susukan 堰から取水している 270 ha の灌漑エリア、Senjoyo 堰から取水している 2,335 ha の灌漑エリアがある。

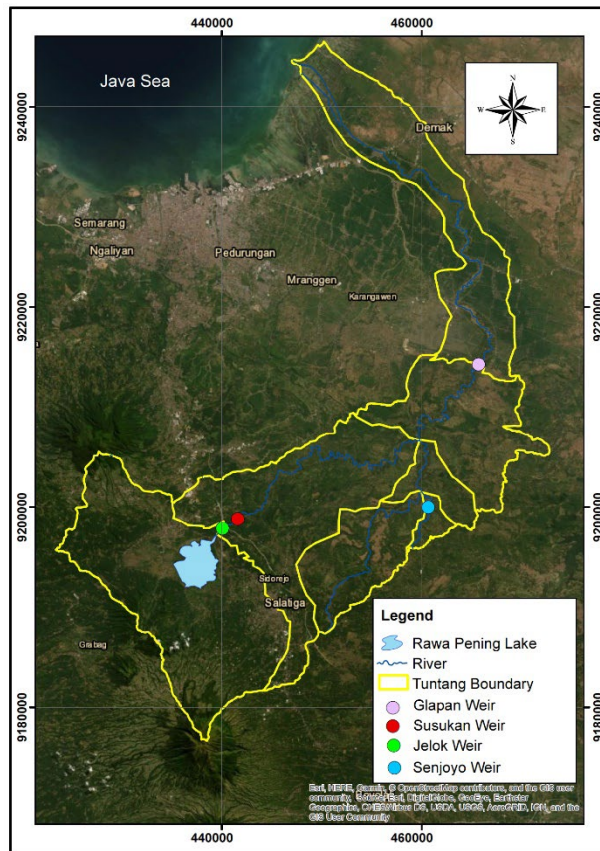


図 6.2.13 取水堰の位置図

出典：JICA 調査団, Google map

スマラン市では図 6.2.15 に示すとおり人口が増加傾向であり、トゥンタン川流域も都市化が進んでいる。しかしながら、灌漑エリアの将来計画は現在の灌漑面積を維持する計画としており、都市化による灌漑面積の減少を防ぐ方針である。

表 6.2.8 トウンタン川流域の灌漑面積

取水堰	灌漑面積
Susukan 堰	270 ha
Senjoyo 堰	2,335 ha
Glapan 堰 左岸	10,113 ha
Glapan 堰 右岸	8,627 ha

出典：JICA 調査団, PSDA Bodri Kuto 提供データ

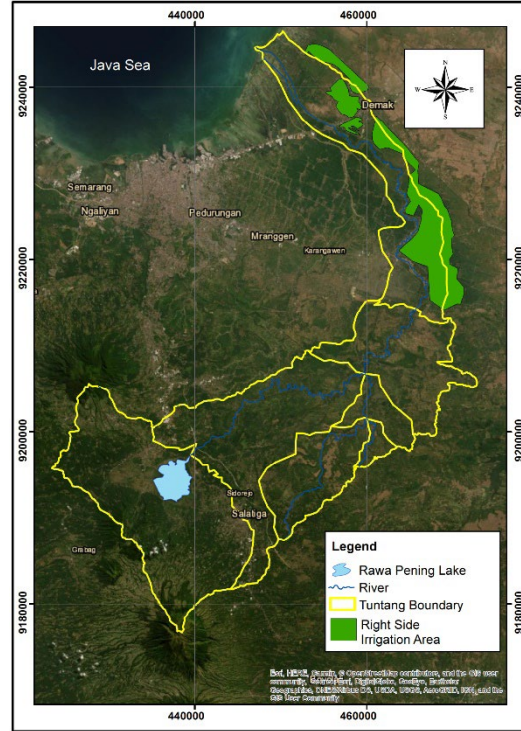
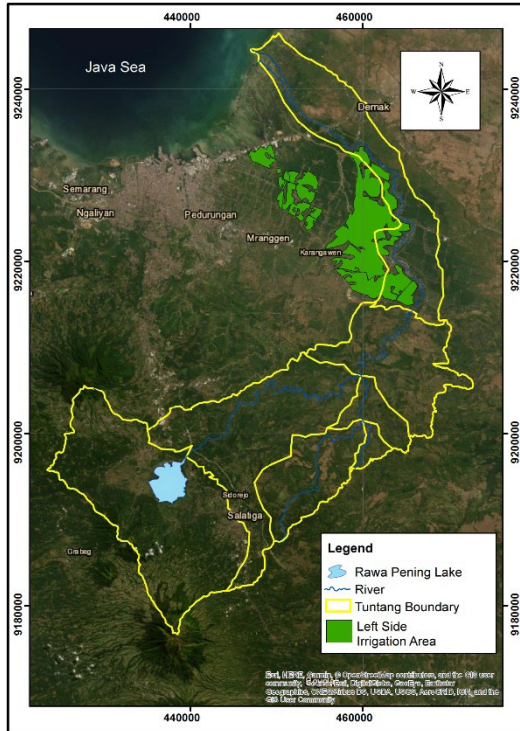


図 6.2.14 Glapan 堰の灌漑エリア

出典：JICA 調査団, BBWS 提供データ

### 3) 灌漑用水

各取水堰における灌漑取水量を、表 6.2.9 に示す。流量観測所の Glapan 堰では、左右岸に取水ゲートが設けてあり、左岸側最大 5.4 m<sup>3</sup>/s、右岸側最大 4.6 m<sup>3</sup>/s、合計 10.0 m<sup>3</sup>/s を取水する計画となっている。取水する期間は、11 月～2 月の 1 作期、3 月～6 月の 2 作期であり、休耕期間である 7 月～10 月は取水しない計画である。なお、灌漑取水量の将来計画として左岸で 15.75 m<sup>3</sup>/s、右岸で 13.76 m<sup>3</sup>/s が設定されているが、Glapan 堰から取水している灌漑面積に対して過大な計画であると考えられる。

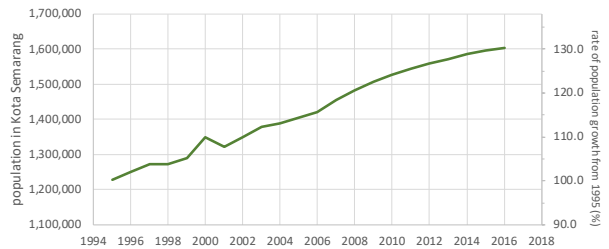


図 6.2.15 スマラン市の人口推移

出典：Statistics of Semarang municipality

図 6.2.16 に左岸側および右岸側の実績取水量のハイドログラフを示す。農耕期である 11 月～6 月においても、一部期間で現在の計画取水量が取水できていないことが確認できる。また、休耕期である 7 月～10 月の計画取水量は 0 m<sup>3</sup>/s であるが、実際には 2～3 m<sup>3</sup>/s 程度取水されていることが判る。

表 6.2.9 トウンタン川流域の灌漑取水量

取水堰	灌漑取水量
Glapan 堰 左岸側	5.4 m <sup>3</sup> /s
Glapan 堰 右岸側	4.6 m <sup>3</sup> /s

出典：BBWS, PSDA Bodri Kuto

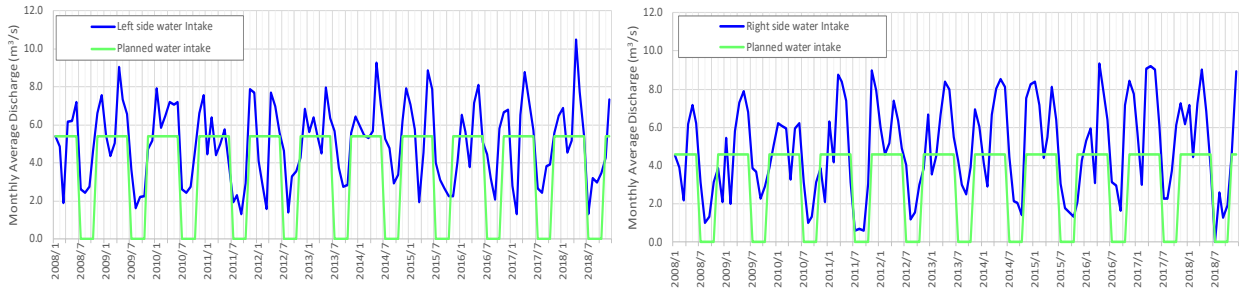


図 6.2.16 Glapan 堰実績取水水量ハイドログラフ (左図：左岸側取水、右図；右岸側取水)  
出典：JICA 調査団, BBWS・PSDA 提供データ

4) 工業用水および上水

トゥンタン川流域における上水・工水の現況計画図を図 6.2.17 に示す。Rawa Pening 湖下流の Jelok 堰では発電用の取水を行っているが、取水した全量が約 1 km 下流でトゥンタン川に戻っている。また、Jelock 堰ではスマラン市への上水・工水として 0.25 m<sup>3</sup>/s、Glapan 堰ではスマラン市への上水・工水として 3 月～5 月の 3 ヶ月間のみ 0.4 m<sup>3</sup>/s (将来計画は 1.2 m<sup>3</sup>/s に増量予定) の取水を行っている。支川の Senjoyo 堰では、上水・工水として 0.495 m<sup>3</sup>/s の他、繊維会社へ 0.01 m<sup>3</sup>/s、建設会社へ 0.012 m<sup>3</sup>/s の取水 (計：0.517 m<sup>3</sup>/s) を行っている。

取水量の将来計画を図 6.2.18 に示す。これによると、現在の取水量に加え、Glapan 堰からスマラン市へ配水する上水・工水の供給量を 1.2 m<sup>3</sup>/s まで増やすとともに、トゥンタン川流域の東側に隣接する Jajar 川流域に 0.2 m<sup>3</sup>/s の導水を行う計画がある。

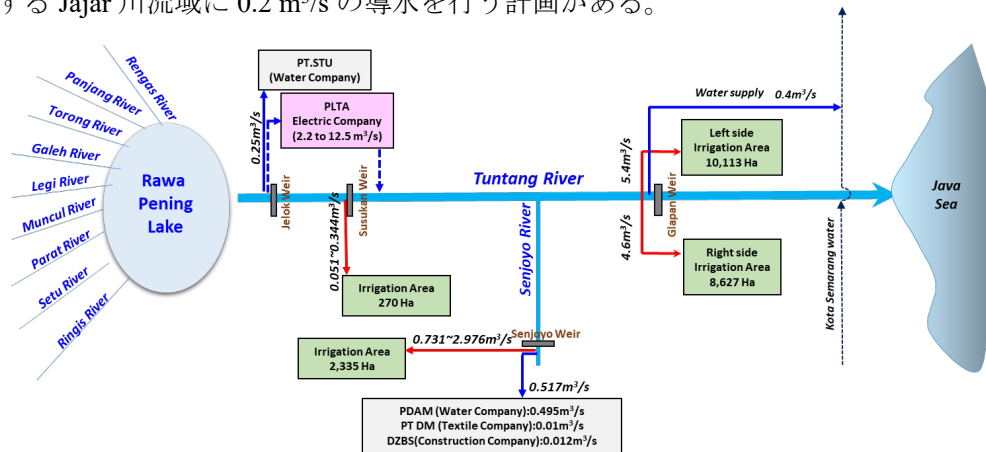


図 6.2.17 トゥンタン川流域の現状での上水・工業用水の計画図

出典：JICA 調査団, BBWS・PSDA 提供データ

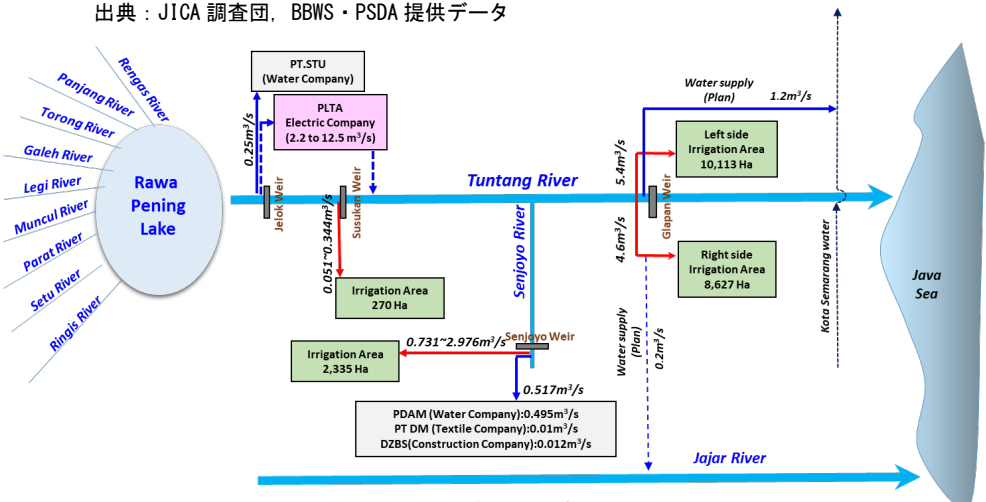


図 6.2.18 トゥンタン川流域の将来の上水・工業用水の計画図

出典：JICA 調査団, BBWS・PSDA 提供データ



5) 維持流量

維持流量は、河川に係る政令 2011 年第 38 号に準拠し、年間の 95% 流量（20 年に 1 度の渇水流量）とする。Glapan の 2008 年～2018 年の実績流量から維持流量を算出した結果を図 6.2.19 に示すが、Glapan における維持流量は 1.6 m<sup>3</sup>/s となる。

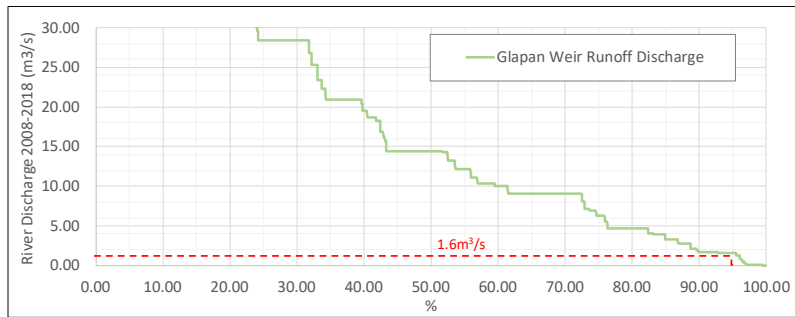


図 6.2.19 Glapan 地点における維持流量算定結果  
出典：JICA 調査団, PSDA Bodri Kuto 提供データ

6) その他の水需要量

その他の水需要量として、養魚池用水、畜産用水が考えられる。BBWS Pemali Juana で流域内の水利用実態について確認したところ、トゥンタン川流域では、養魚池は Rawa Pening 湖内および最下流端の Jawa 海沿いのみであり、トゥンタン川から養魚池への取水はない。また、畜産用水についてもトゥンタン川流域では行われていない。

6.3 流出計算の実施

トゥンタン川流域の取水堰における水収支を評価するため、流出計算により各地点の流量を算定する。本検討では、河川流量を精度よく表現し、降雨～流出～蒸発散といった水収支の過程を表現可能であり、かつ計算時間やモデルの構築の容易性を踏まえて DHI が開発した MIKE-SHE モデルを採用する。

6.3.1 MIKE SHE モデルの概要

MIKE-SHE はメッシュベースのモデルであり、流域全体を水平方向は直交するメッシュに、鉛直方向は柱状の複数の土壌・地層に分ける。分割されたブロック毎に、降雨等の観測値と透水係数等のパラメータ値を与え、流域全体における水の流れを解析する。

降雨・蒸発散、土地利用（植生による蒸散、灌漑）、表面流と河道流、不飽和流、飽和流から構成され、水循環過程を表現している。各項目が独立に計算でき、それぞれ最適な時間スケールに合わせた時間ステップで計算し、共通の時刻で全ての計算結果を更新するように設定されている。これにより、長時間

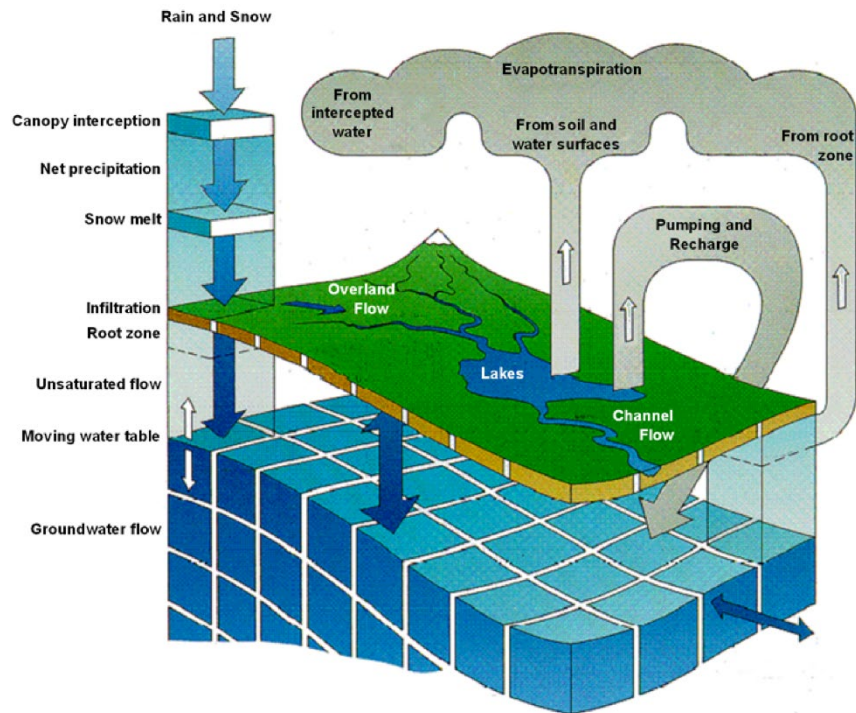


図 6.3.1 MIKE-SHE 計算プロセス概略図  
出典：MIKE SHE User's Manual

の計算でも効率よく計算ができるようになっている。

### 6.3.2 MIKE SHE の支配方程式

MIKE-SHE は流域モデル（表層、不飽和層、地下水層）および河道モデルから構成される。また同モデルは流域をグリッドに分割し、鉛直・水平方向の水移動量を算出しつつ、河道（1次元不定流モデル）との水移動量を計算する。MIKE-SHE に適用されている流域モデル（表層、不飽和層、地下水層）、河道モデル、また支配方程式を以下に示す。

- ① 表層モデル : 平面 2次元 diffusive wave モデル
- ② 不飽和層モデル : 1次元 Richards 方程式
- ③ 地下水層モデル : 平面 2次元/3次元地下水流動モデル
- ④ 河道モデル : 1次元 dynamic wave/ diffusive wave/ kinematic wave モデル

### 6.3.3 計算条件

MIKE-SHE における計算条件の一覧表を表 6.3.1 に示す。

表 6.3.1 計算条件一覧

項目		概要
対象範囲		対象範囲はRawa Pening 湖を含むトゥンタン川流域とした
グリッドサイズ		計算時間を考慮し、1km 四方のグリッドサイズとした
計算期間		20 年間（1999 ~ 2018）
地形	標高データ	90m SRTM DEM (NASA) に基づき、1km 四方の標高データを作成した
気象	蒸発散	蒸発散は、修正ペンマン式により算出した各観測所の日蒸発散量の平均値とした
	降水量	10 観測所の降水量から算定した各小流域の流域平均雨量を設定した
河川	河道	90m-DEM により設定した
	取水堰	4 地点の取水堰を対象とした
地下水層	地質層	インドネシアの国家機関 (ESDM) や既往情報により得られたデータに基づき地質層を設定した
	地下水の初期条件	地下水の初期条件は、地質層の土地標高と同条件として設定した
	地下水の境界条件	流域境界における流入・流出は行われぬものとし、海岸線は平均潮位 0.6 m の固定水頭として設定した
	地下水の汲み上げ	トゥンタン川流域では地下水の汲み上げは多くないため考慮しない

出典：JICA 調査団

#### 1) 対象エリア

トゥンタン川流域における水収支計算を行うため、当該流域を対象エリアとする。

#### 2) グリッドサイズ

計算時間と解像度のバランスを考慮し、解像度は、標高と土地利用の空間分布ができるだけ明確に表現できるサイズとして 1 km の正方格子のメッシュサイズとする。

#### 3) 計算期間

計算期間は実績の雨量データが入手できた 1999 年～2018 年の 20 年間とする。

#### 4) 標高データ

標高データは、SRTM (NASA) により入手した 90m-DEM から 1 km 四方のグリッド標高データ

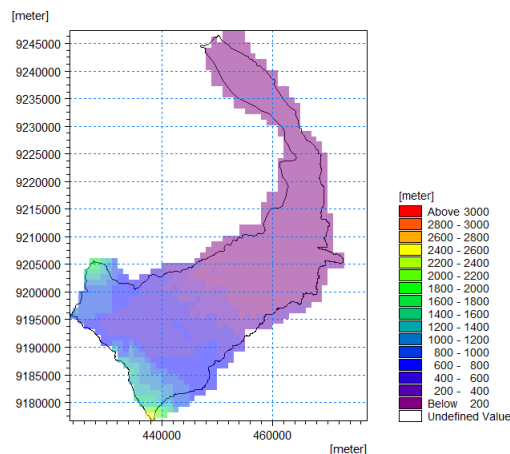


図 6.3.2 標高データ

出典：JICA 調査団, 90m SRTM DEM (NASA)

を作成した。図 6.3.2 に示すように、標高の範囲は 0 m～約 2,400 m である。

5) 蒸発散

4 観測所の気象データより求めた日蒸発散量のうち、表 6.3.2 に示す 3 観測所 (Dangi, Jragung、Rawa Pening) の平均値 2.96 mm/day を蒸発散量として設定する。Juwero 観測所の観測期間は他の観測所より短く、またトゥンタン川流域から離れた地域に位置しているため、対象から除外する。

表 6.3.2 蒸発散量の設定結果

項目	日蒸発散量 (mm/day)				3 観測所の平均値
	Dangi	Jragung	Juwero	Rawa Pening	
平均値	3.48	3.06	2.90	2.34	2.96
データ期間	2004 to 2018	2004 to 2018	2010 to 2018	2004 to 2018	—

出典：JICA 調査団, PSDA Bodri Kuto 提供データ

6) 降雨

10 観測所から得た降雨データを用い、ティーセン法によって算定した流域平均雨量を、降水量として設定する。降雨データの存在状況を考慮し、全 5 ケースのティーセン係数を用いる。ティーセン分割図 6.3.3 に、算定した流域平均雨量を図 6.3.4 に示す。

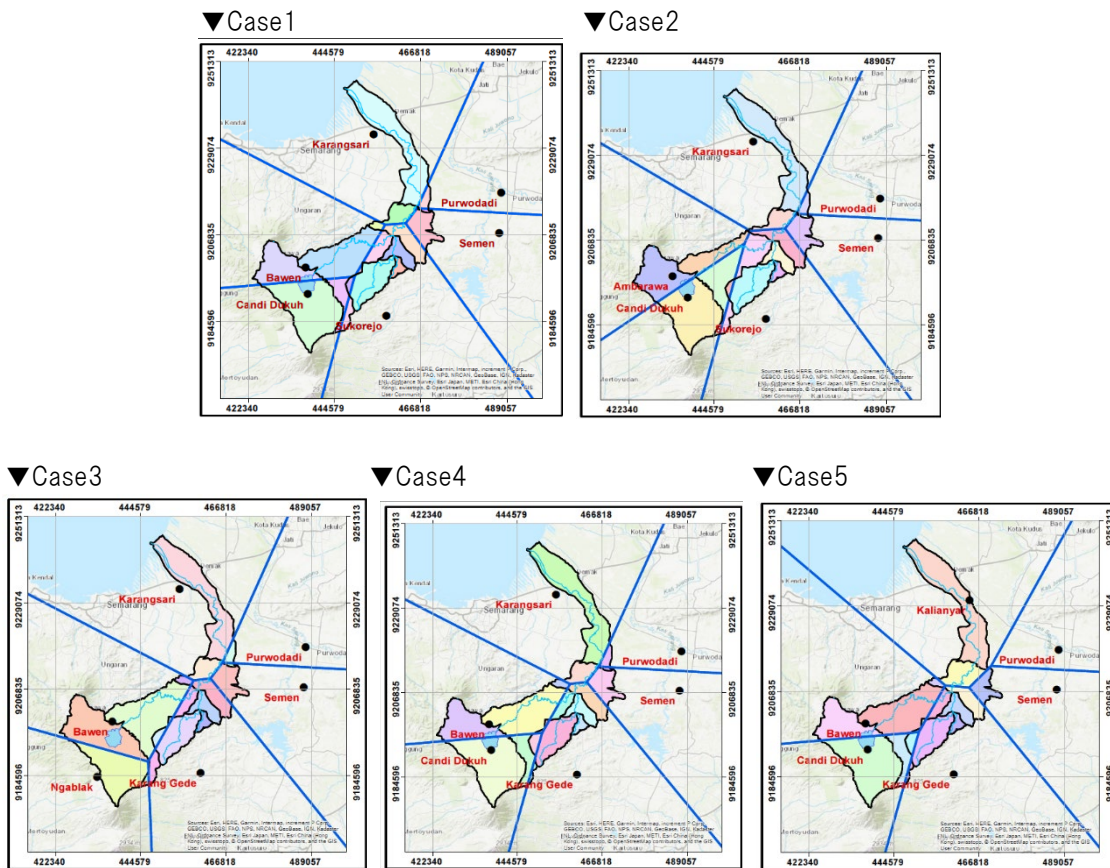
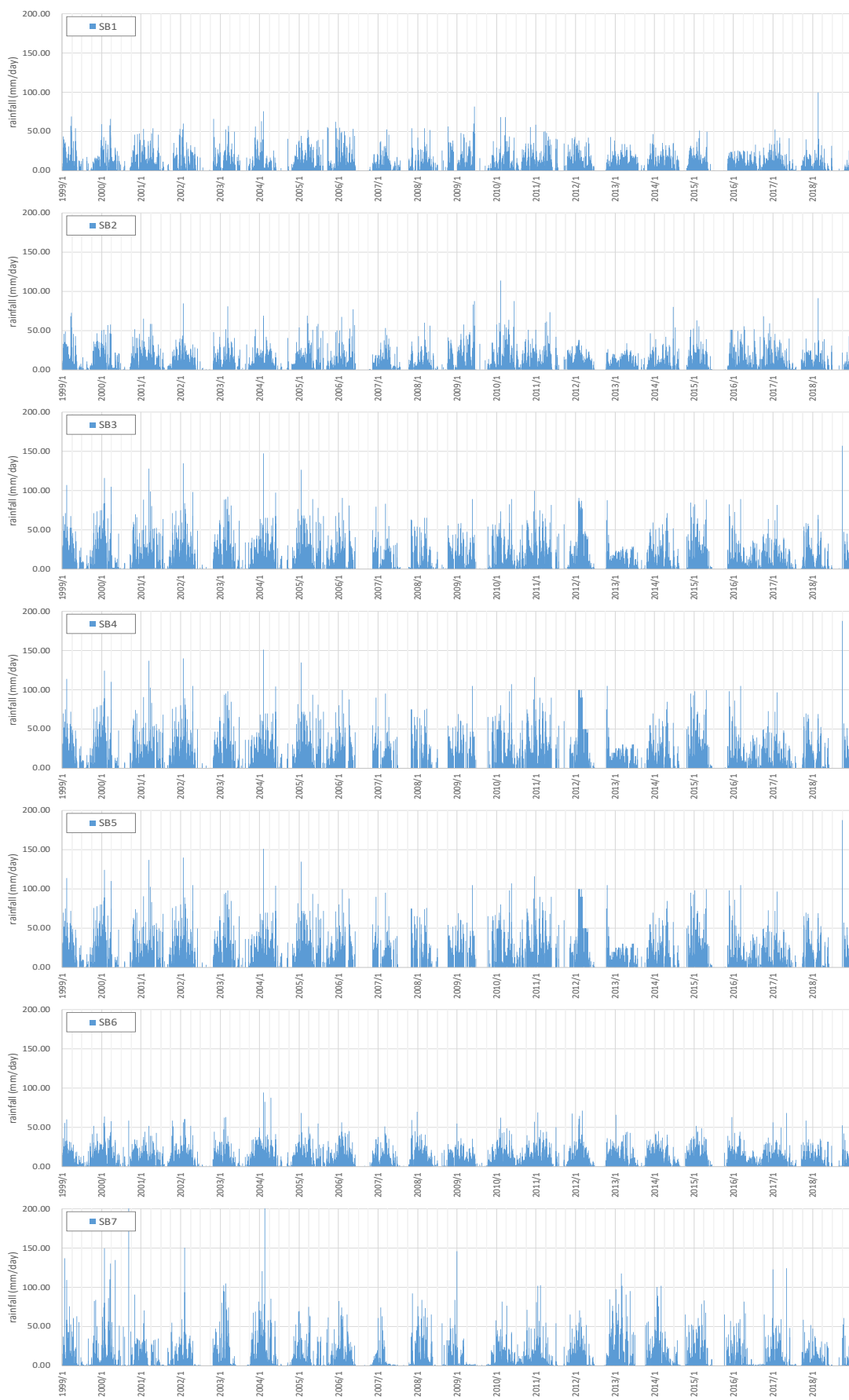


図 6.3.3 ティーセン分割図

出典：JICA 調査団, Google map



**図 6.3.4 各小流域における流域平均日雨量**  
 出典：JICA 調査団, PSDA Bodri Kuto 提供データ



7) 河川

河川ネットワークは、トゥンタン川本川およびトゥンタン川に流入する支川をモデル化する。

8) 取水堰

取水堰は、トゥンタン川および支川で稼働している Glapan 堰、Jelok 堰、Susukan 堰、Senjoyo 堰の4ヶ所を対象とする。

9) 地質層

ボアホール調査、微動アレイ探査、インドネシアの国家機関 (ESDM) による調査結果に基づき、表 6.3.3 に示すように5つの地質層に分類する。各地質層の厚さを図 6.3.5 に示す。

表 6.3.3 モデル化した地質層

モデル化した地質層	岩層	モデル化	最低標高 (MSL +m)	深さ (m)
Qc1	粘土	不圧帯水層	-27 - -60	30 - 60
Qalt	砂・粘土の互層	不圧帯水層	-27 - -60	30 - 50
Qtd-1	粘土	半帯水層	-55 - -80	15 - 50
Qtd-2	砂、礫、凝灰岩の互層	被圧帯水層	-80 - -125	30 - 40
Qtd-3		被圧帯水層	-120 - -200	25 - 80

出典：JICA 調査団, ESDM 提供データ

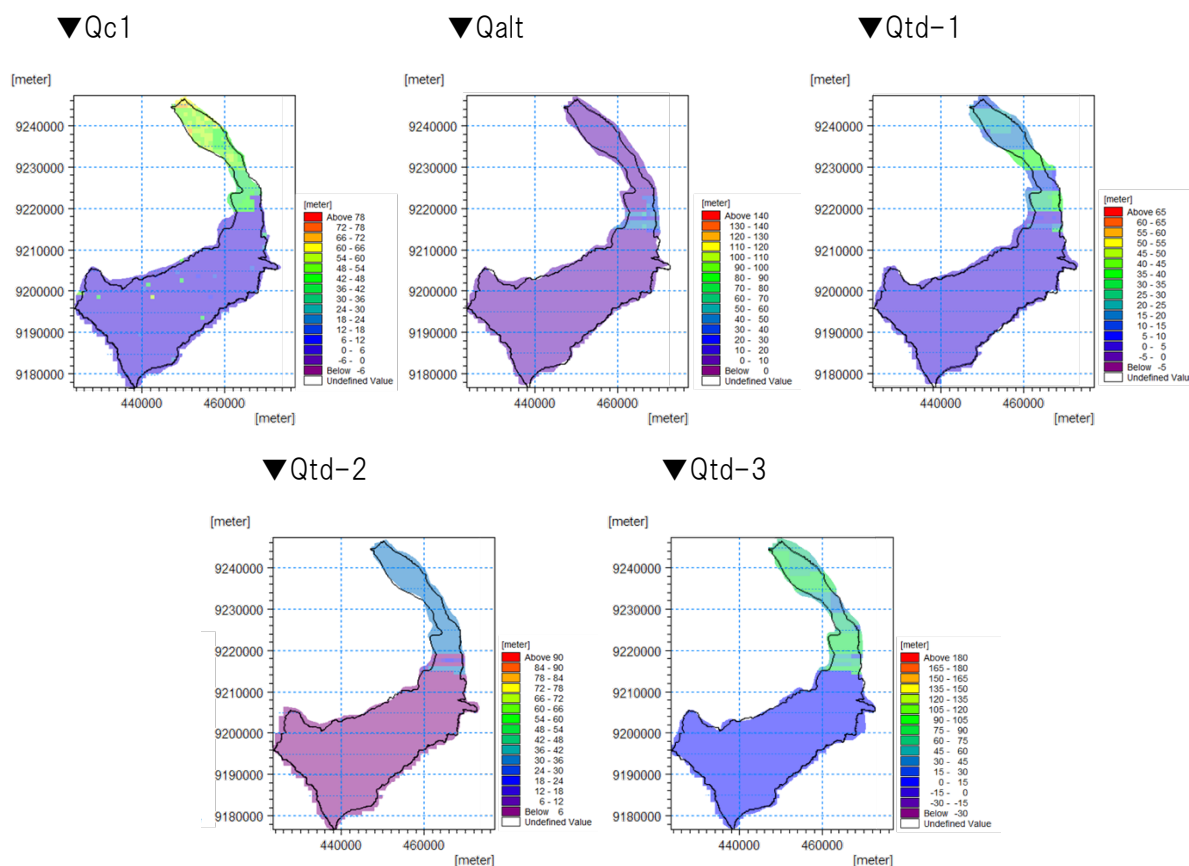


図 6.3.5 地質層の厚さ (Qc1, Qalt, Qtd-1, Qtd-2, Qtd-3)

出典：JICA 調査団, ESDM 提供データ

### 10) 境界条件

流域境界における流入・流出は行われぬものとし、海岸線は平均潮位 0.6 m の固定水頭として設定する。

### 11) 地下水の汲み上げ

トゥンタン川流域では大規模な地下水の汲み上げは確認されていないことから、地下水の汲み上げは考慮しない。

## 6.4 現況の水収支計算

### 6.4.1 計算条件

現況の水需要について、BBWS および PSDA より収集した実績データを基に、灌漑用水、RKI（都市、産業及び家庭用水）、維持流量を表 6.4.1 に示すとおり設定する。また、水収支の計算期間は、1999～2018 年の 20 年間を対象とする。ただし、計算結果の妥当性を検証する期間については、Glapan 堰における実績の日流量が入手できた 2008 年～2018 年（11 年間）を対象としている。

表 6.4.1 現況の水需要

項目		需要量	
灌漑用水	Glapan 堰	*実績日データ 0.00～24.2 m <sup>3</sup> /s	
	Susukan 堰	農耕期間 11～6 月	* 単位用水量×面積 0.14～0.34 m <sup>3</sup> /s
		休耕期間 7～10 月	* 2018 年実績データ平均値 0.05 m <sup>3</sup> /s
	Senjoyo 堰	農耕期間 11～6 月	* 単位用水量×面積 1.23～2.98 m <sup>3</sup> /s
		休耕期間 7～10 月	* 2018 年実績データ平均値 0.73 m <sup>3</sup> /s
RKI (都市、産業 及び家庭用水)	Jelok 堰	0.25 m <sup>3</sup> /s	
	Glapan 堰 (3～5 月のみ)	0.40 m <sup>3</sup> /s	
	Senjoyo 堰	*2018 年実績データ 0.52 m <sup>3</sup> /s	
	小計	1.17 m <sup>3</sup> /s	
維持流量 ※Glapan における 維持流量を基に、 流域面積比で設定	Glapan 堰	1.60 m <sup>3</sup> /s	
	Jelok 堰	0.61 m <sup>3</sup> /s	
	Susukan 堰	0.61 m <sup>3</sup> /s	
	Senjoyo 堰	0.02 m <sup>3</sup> /s	

出典：JICA 調査団、BBWS・PSDA 提供データ

Jelok 堰においては発電用の取水が行われているが、取水地点の 1 km 下流において全量がトゥンタン川へ還元されているため、各取水堰における水収支の計算では発電取水は考慮しない。また、Susukan 堰および Senjoyo 堰における灌漑用水量について、農耕期間は Jratunseluna 流域の単位用水量より算定した値を設定し、休耕期間は BBWS より収集した 2018 年度の実績値から休耕期間の平均値を設定した。Senjoyo 堰における RKI 需要量は、収集した 2018 年度の実績値から設定している。

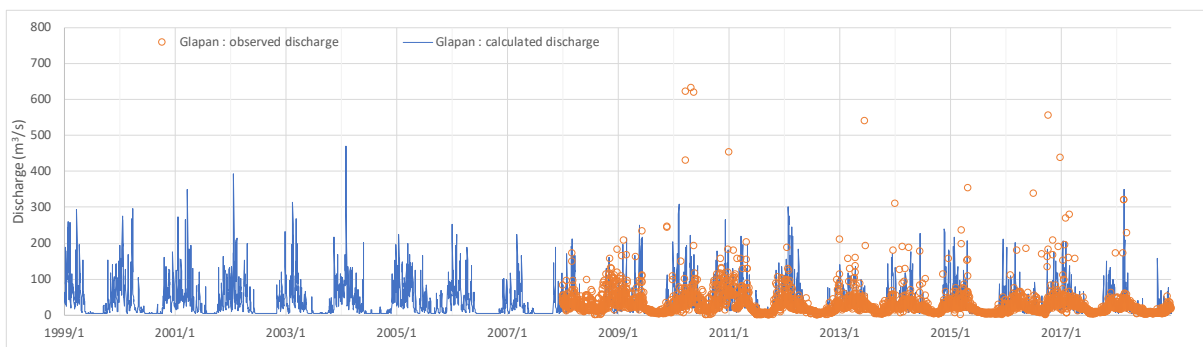
### 6.4.2 計算結果

#### 1) 検証計算結果

Glapan 堰における検証計算結果を図 6.4.1 に、半月平均値の検証比較図を図 6.4.2 に示す。本検討では流域間導水が可能な期間および量の評価が主目的であるため、平常時～比較的流量の少ない低水期間に着目して計算結果のキャリブレーションを行った。また、実績の日データは 1 日あたり 1 回の観測結果であり、出水時など流量ピーク時の流量を捉えていない可能性があるため、雨期の実際の流量は、観測値より大きいことが考えられる。以上より、乾期の流量や、乾期と雨期の移行時期など、計算結果は概ね実績データの傾向を示しているため、モデルの精度が確認さ

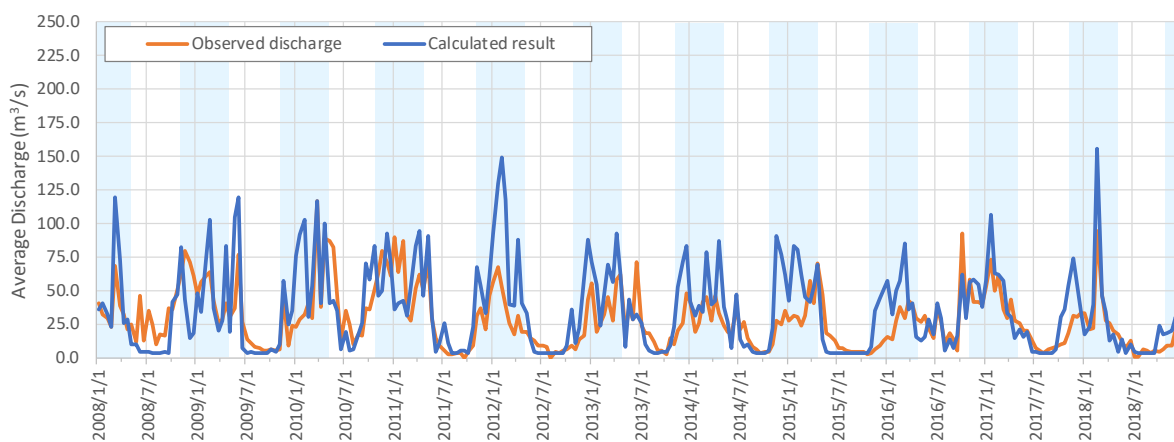


れた。



**図 6.4.1 検証計算結果**

出典：JICA 調査団



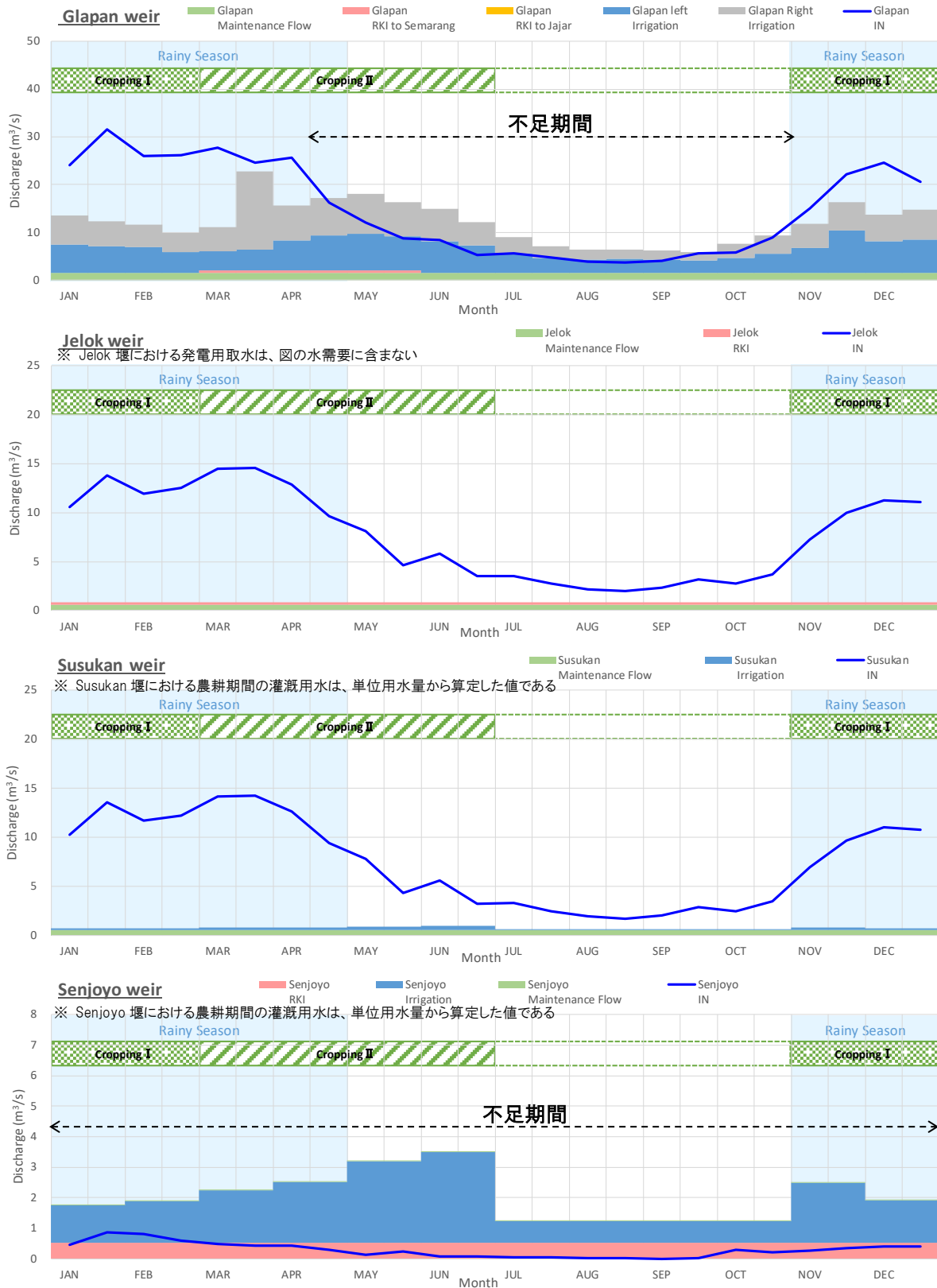
**図 6.4.2 検証計算結果（半月平均値）**

出典：JICA 調査団

## 2) 水収支結果

各取水堰（Glapan 堰、Jelok 堰、Susukan 堰、Senjoyo 堰）の下流地点における 80%確率流量について、年間の水収支を算定した。算定結果を図 6.4.3 に、各地点の傾向を以下に示す。

- ✓ Glapan 堰： 堰上流における流量は、4 月後半～10 月にかけて Glapan 堰における水需要量以下であり、6.5 カ月間は水不足が課題である。一方、雨期である 11 月～4 月前半の流量は水需要量を満足している。
- ✓ Jelok 堰： 堰上流における流量は、年間を通して水需要量を満足している。
- ✓ Susukan 堰： 堰上流における流量は、年間を通して水需要量を満足している。
- ✓ Senjoyo 堰 堰上流における流量は、年間を通して Senjoyo 堰における水需要以下であり、水不足が深刻な課題である。



※ 青実線—: 各取水堰直上流における80%確率流量の計算値

図 6.4.3 水収支計算結果 (現況)

出典: JICA 調査団

## 6.5 将来の水収支計算

### 6.5.1 計算条件

将来の水需要について、BBWS および PSDA より提供された実績データやヒアリング調査を踏まえた将来計画に基づき、灌漑用水、RKI（都市、産業及び家庭用水）、維持流量を表 6.5.1 に示すとおり設定した。

Jelok 堰、Susukan 堰、Senjoyo 堰における将来の水需要量の条件は、6.4.1 章に示した現況条件と同様である。一方で Glapan 堰においては、灌漑用水および RKI について将来計画が策定されており、現況よりも水需要量が増加する。Glapan 堰における将来の灌漑用水は、左右岸合計で農耕期間に 10 m<sup>3</sup>/s の取水が計画されているほか、RKI は 1.2 m<sup>3</sup>/s に増加し、また新たに 0.2 m<sup>3</sup>/s が東側に隣接している Jajar 流域へ導水される計画である。なお、水収支の計算期間は、1999～2018 年の 20 年間を対象とした。

表 6.5.1 将来の水需要

項目		需要量
灌漑用水	Glapan 堰	農耕期間 11～6 月 右岸側 : 4.6 m <sup>3</sup> /s 左岸側 : 5.4 m <sup>3</sup> /s 小計 : 10.0 m <sup>3</sup> /s
		休耕期間 7～10 月 * 2018 年実績データ平均値 右岸側 : 2.5 m <sup>3</sup> /s * 2018 年実績データ平均値 左岸側 : 3.2 m <sup>3</sup> /s 小計 : 5.7 m <sup>3</sup> /s
	Susukan 堰	農耕期間 11～6 月 * 単位用水量×面積 0.14～0.34 m <sup>3</sup> /s
		休耕期間 7～10 月 * 2018 年実績データ平均値 0.05 m <sup>3</sup> /s
	Senjoyo 堰	農耕期間 11～6 月 * 単位用水量×面積 1.23～2.98 m <sup>3</sup> /s
		休耕期間 7～10 月 * 2018 年実績データ平均値 0.73 m <sup>3</sup> /s
RKI (都市、産業 及び家庭用水)	Jelok 堰	0.25 m <sup>3</sup> /s
	Glapan 堰	1.2 m <sup>3</sup> /s
	Glapan 堰から Jajar 流域への導水量	0.2 m <sup>3</sup> /s
	Senjoyo 堰	* 2018 年実績データ最大値 0.52 m <sup>3</sup> /s
	小計	2.17 m <sup>3</sup> /s
維持流量 ※Glapan における 維持流量を基に、 流域面積比で設定	Glapan 堰	1.60 m <sup>3</sup> /s
	Jelok 堰	0.61 m <sup>3</sup> /s
	Susukan 堰	0.61 m <sup>3</sup> /s
	Senjoyo 堰	0.02 m <sup>3</sup> /s

出典：JICA 調査団、BBWS・PSDA 提供データ

### 6.5.2 計算結果

各取水堰（Glapan 堰、Jelok 堰、Susukan 堰、Senjoyo 堰）の下流地点における 80%確率流量について、年間の水収支を算定した。算定結果を図 6.5.1 に、各地点の傾向を以下に示す。トゥンタン川における雨期の余剰水を有効に活用すること、灌漑用水および RKI をより効率良く活用することで、現在および将来の水不足を改善可能であると考えられる。

- ✓ Glapan 堰： 堰上流における流量は、5 月～10 月上旬にかけて Glapan 堰における水需要量以下であり、5.5 カ月間は水不足が課題である。一方、雨期である 10 月後半～4 月の流量は水需要量を満足している。
- ✓ Jelok 堰： 堰上流における流量は、年間を通して水需要量を満足している。
- ✓ Susukan 堰： 堰上流における流量は、年間を通して水需要量を満足している。
- ✓ Senjoyo 堰： 堰上流における流量は、年間を通して Senjoyo 堰における水需要以下であり、水不足が深刻な課題である。

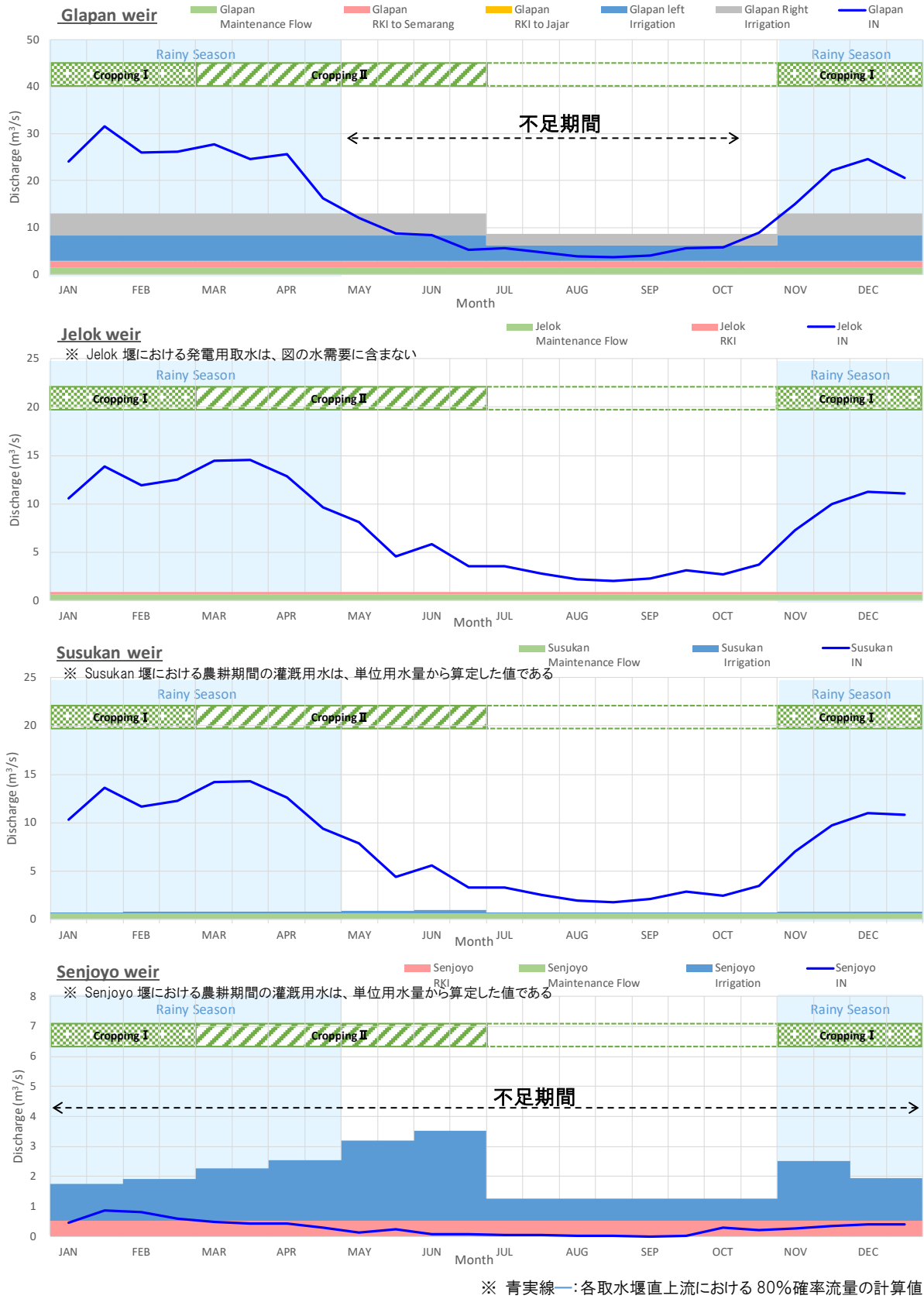


図 6.5.1 水収支計算結果 (将来)

出典：JICA 調査団

### 6.6 クドゥンオンボダムへの導水可能性

国土交通省による既往検討報告書（平成 29 年度海外防災・水インフラに関する基礎情報収集・協力可能性検討業務）では、クドゥンオンボダムの現貯留量は概ね全量が利用されている。そのため、クドゥンオンボダムからスマラン市への水供給を増加させるためには、図 6.6.1 に示すように西側に隣接するトゥンタン川流域からの導水が適切であることとしている。同既往検討では、トゥンタン川の支川であるバンチャック川から導水トンネルにより取水することが検討されている。

表 6.6.1 クドゥンオンボダムの諸元

ダム名	Kedung Ombo
完成年	1989
ダム管理者	BBWS Pemali Juwana
ダムタイプ	Embankment rockfill clay core dam
ダム高	60 m
堤頂長	1,600 m
目的	多目的（発電、上水、灌漑、治水）
流域面積	614 km <sup>2</sup>
総貯水容量	703 MCM（in 2003）
有効貯水容量	632 MCM（in 2003）

バンチャック川での維持流量を満足する条件で、クドゥンオンボダムへ流域間導水を行った場合の計算を行った。Glapan 堰における水収支を図 6.6.2 に示す。導水する期間は 11 月～4 月の 6 カ月間で可能であるが、5 月～10 月の 6 カ月はトゥンタン川流域において水不足となるため、導水不可能である。年間導水量は約 34.2 MCM であり、半月毎の最大流量は 1 月後半に 2.5 m<sup>3</sup>/s と推定される。

クドゥンオンボダムの有効容量は 632 MCM であるため、バンチャック川からの推定年間導水量はそのうち約 5%にあたる。また、RENCANA (2016) に記載されているスマラン市における RKI は、2017 年から 2032 年の 15 年間で 50.5 MCM 増加することが予測されており、バンチャック川からの推定可能年間導水量はそのうち約 68%にあたる。

なお、流域間導水量については、バンチャック川の導水地点およびその下流に位置する Glapan 堰における実績流量を継続的にモニタリングし、その結果を基に設定することが望ましい。また、本検討では既往調査に基づき、バンチャック川から導水することを検討したが、Glapan 堰やトゥンタン川上流では雨期の水量に余力があるため、これらの地点から導水する可能性についても検討する余地があると考えられる。

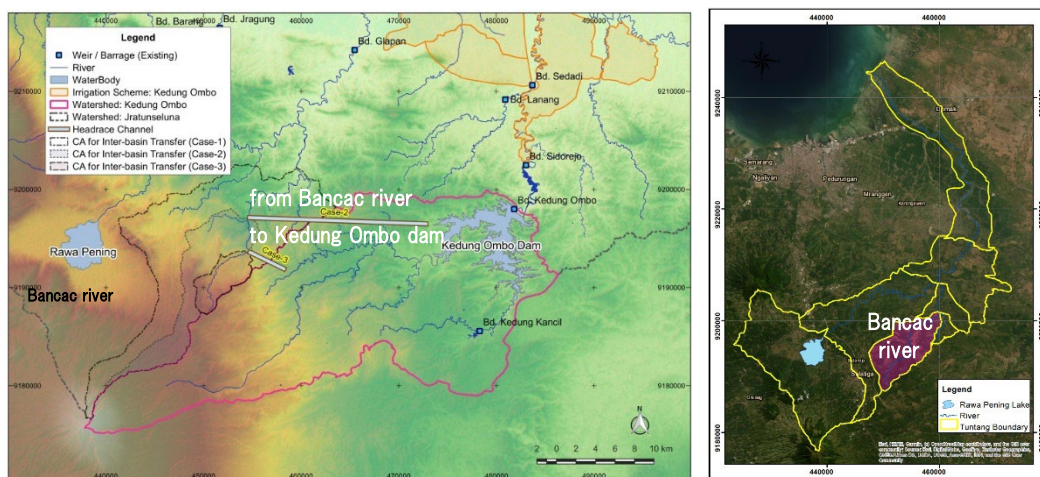


図 6.6.1 流域間導水

出典：平成 29 年度 海外防災・水インフラに関する基礎情報収集・協力可能性検討業務

表 6.6.2 流域間導水

年間導水量	クドゥンオンボダム 有効容量	スマラン市 RKI 需要量 ※RENCANA 2016		
		2017	2032	増加量 2032 - 2017
<b>34.2 MCM</b>	632 MCM	165.9 MCM (5.26 m <sup>3</sup> /s)	216.3 MCM (6.86 m <sup>3</sup> /s)	<b>50.5 MCM</b>

出典：JICA 調査団, RENCANA 2016

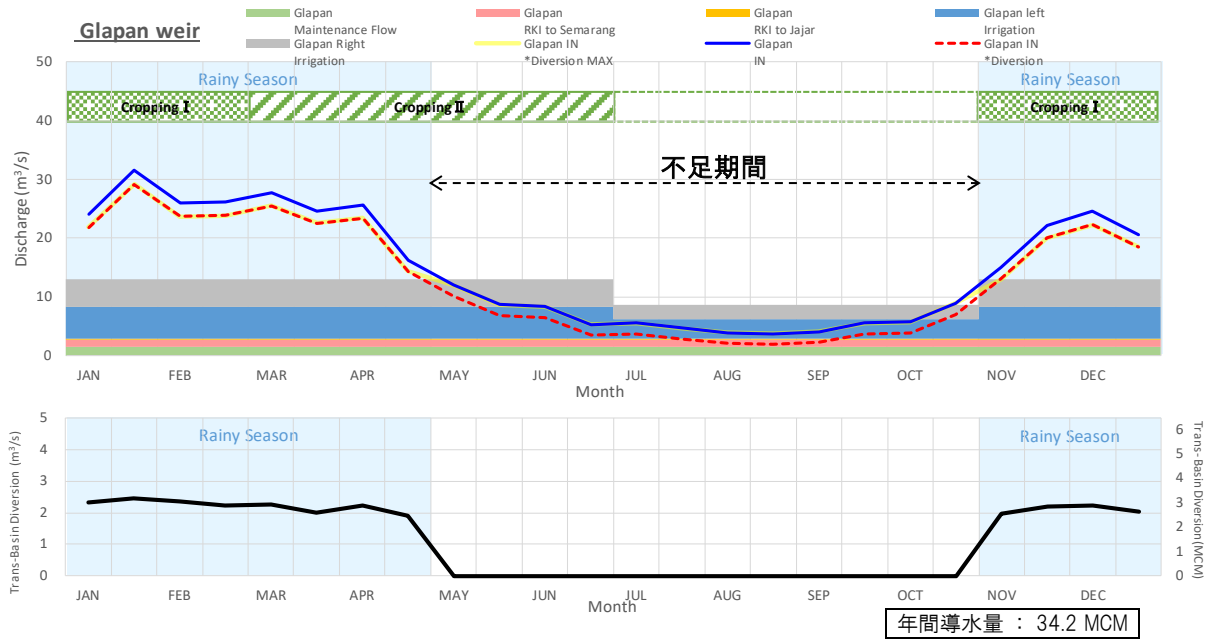


図 6.6.2 流域間導水時の水収支

出典：JICA 調査団



## 第7章 食料安全保障のためのロードマップ

本章では、米需給に関する長期の国家ロードマップを提示する。本章は3つの節から構成されている。すなわち、1) 米の需要分析、2) 米の供給分析、そして3) インドネシア国の食料安全保障—具体的にはコメの自給—に関するロードマップについての提言である。本章は米需要の将来予測から始まり、複数のシナリオ下での米供給の将来予測と、そしてその需給ギャップを埋めるための方策について提言を行う。

### 7.1 米の需要予測

米の需要予測は、食料安全保障のための長期的な枠組みを構築する際の基本となるが、あわせて備蓄量の設定や灌漑開発の長期戦略を策定するための基本的な方向性を指し示す。本章にて実施する米需要量の予測結果は、2019年現在策定が進められている次期中期・長期国家計画の重要な参考資料の1つとなることが期待されている。よって、人口・経済成長率・都市人口比率などの基本的な設定は、インドネシア国の関連する国家計画と齟齬が生じないように、インドネシア国政府によって定められた公式値を優先的に使用する。

#### 7.1.1 過去20年間の米需要量の傾向（1996–2016）

分析に先立ち、JICA調査団はインドネシア国の過去20年間の米の需要量の推移の実績値と、インドネシア国の食料消費量およびカロリー摂取量の一般的な傾向についての調査を実施した。その後、用途別の米の需要量についての検討を行った。

図7.1.1は米消費量（自家調理分のみ）について、1996年から2017年までの長期的傾向を3年ごとに示している。2017年までの間、米消費量は継続して低下してきており、21年間で、30.6kgあるいは27%減少していることが判る。この減少は、米の消費量そのものが減少していることと、家庭内での調理が減少していることの、両方の要因が含まれている。2017年に、農村部の人々は年間で一人当たり90.2kgの米を消費している一方、都市部の人々は72.9kg消費している（いずれも、自家で調理し消費された分のみ）。

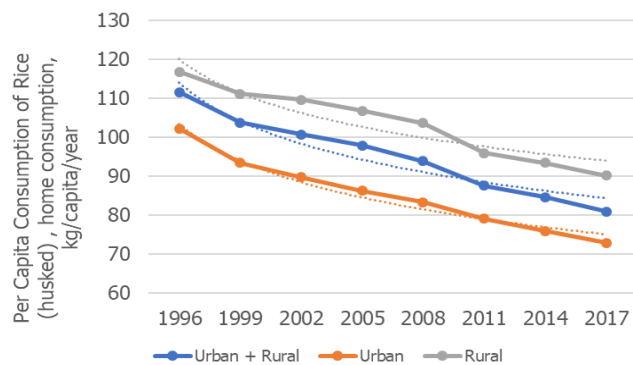


図7.1.1 米の長期的な消費傾向（精米、kg/capita）  
出典：SUSENAS

図7.1.2には、調理済み食品が全体のカロリー摂取に占める割合を、1996年から2017年までの期間について3年ごとに示している。オレンジの棒グラフは自宅調理食品のカロリー摂取量を、灰色の棒グラフは調理済み食品カロリー摂取量を、またオレンジの棒グラフと灰色の棒グラフの合計が一人当たりの日あたり総カロリー摂取量を示している。この図から、日あたり一人当たり総カロリー摂取量は既に2,000キロカロリー前後に達しているが、年により若干の変動があることが判る。また、1,000キロカロリー前後、もしくは総カロリー摂取量の約半分程度は米消費によっているが、その割合は緩やかに低下していることが確認できる。

図7.1.3は調理済み食品が総カロリー摂取量に占める割合を、1996年から2017年までの期間について3年おきに示したものである。この割合は1996年以降継続的に増加しているが、2014年から2017年の期間の増加が特に大きいことが判る。この図から、調理済み食品に対する消費者の

嗜好が高まっていることが判る。調理済み食品からの 1 人当たり日カロリー摂取量の平均値は、1996 年は 170.6 キロカロリー（8.4%）であったが、2017 年には 509.4 キロカロリー（23.8%）まで伸びている。外食を含む調理済み食品としての米の消費量についても、同じように増加傾向にあるものと想定される。

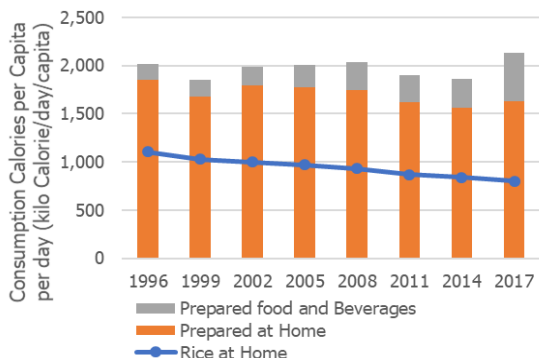


図 7.1.2 日当たり総カロリー摂取量  
および調理形態別内訳  
出典：SUSENAS

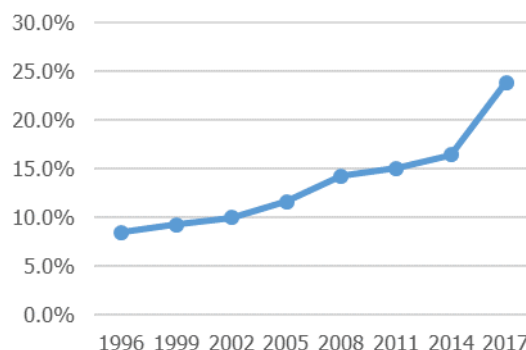


図 7.1.3 日当たり総カロリー摂取に占める調理済み食品の割合  
出典：SUSENAS

前段までの議論は食品としての米や米以外の消費に焦点を当てていた。以下、米の様々な用途での需要を検討するが、議論の前提として、米の生産量は 1997 年以降多くの先行研究によって不正確であるという疑念が呈されていた。そのため、BPS と関連機関との協力による米の生産量の計算方法についての改善が、2015 年以降なされている。米の生産量の計算においては、以下のような変更が 2019 年時点で行われている最中である。

- ✓ 2017 年以降、稲作面積の算出について 2 段階の検証システムが導入されている。第 1 段階では、高解像度の衛星画像を用いた検証であり、2 段階目は関連省庁による現地調査に基づく検証である。
- ✓ BPS は米の収穫面積の計算について ASF（Area Sampling Framework）と呼ばれる観測方法を導入した。この方法では 300 メートル四方の定点観測地点を 24,224 箇所として、それぞれの定点観測地点において 9 点のセグメントにて現地調査を行い、アンドロイド端末の携帯電話アプリケーションを用いて代掻きなどの農作業の状況を確認するものである。
- ✓ 米のヘクタール当たり反収の計算について、農家世帯への聞き取り結果から ASF に基づく坪刈り結果を参照することとなった。それにより、記憶違いによる結果の歪みが生じる危険性が少なくなり、より精度の高い結果が得られることが期待されている。
- ✓ 乾燥収穫米（GKP）から乾燥粳米（GKG）および乾燥粳米（GKG）から精白米（GKG）への換算についての換算係数の更新がなされた。なお、GKP は圃場レベルにおける粳米生産量、GKG は軒先レベルでの粳米生産量を表している。GKG から次期作付用種子として農家が保管しておく種粳量を除いた分が、市場で入手でき国家として消費できる粳米の量として解される。

新方法のもと、報告された 2018 年の国全体のコメ生産量は 56.5 百万トン、一方、旧方法の元で算出した場合のコメ生産量は 83.0 百万トンと報告されている（BPS 年次統計、2019 年）。両者の差は 31.9%にも及ぶ。農業省によると、今後、新しい方法での算出結果が省の公式統計値として参照される方針であるとのことである。したが、JICA 調査団も、新しい方法に基づく産出量にて計算を行う。

表 7.1.1 は国全体のコメの総需要量を、粳米換算にて示したものである。上記の変更により、2015年と2016年の生産量は非連続的である。2015年には国内の粳米生産量は75.4百万トンだったものが、2016年には54.0百万トンにまで落ち込んでいる。この統計上の非連続性を修正するために、換算係数68.0%を2015年以前の全ての年について適用する。修正された値は括弧内に示している。以後の議論については、特段の記載がない限り修正後の値を参照する。

- ✓ 総供給量は国内生産、純在庫放出量<sup>1</sup>、および純輸入量の合計として示され、2015年はおおよそ52.5百万トンであった。その内、国内生産は51.3百万トン<sup>2</sup>なので、2015年を基準にした重量ベースでの食料需給率は97.7%となる(51.3百万トン/52.5百万トン)<sup>3</sup>。この統計を基にすれば、同国の米生産量は概ね100%近い自給率を平年では達成していることになる。
- ✓ 総需要量は家庭での消費、調理済み食品としての消費、飼料用、種子用、産業用、および廃棄分の合計として標記される。2015年の合計は45.9百万トン(乾燥粳米換算)で、うち、39.2百万トン(85%)が食品として消費されている。11百万トン(3%)はその他食品以外の用途に供され、5.5百万トン(12%)程度が廃棄分となる。
- ✓ 1人当たりの年間のコメ需要量は、精米換算でおおよそ2015年に115.1kgであった。これには85.0kgの自宅調理による消費と、13.3kgの調理済み食品としての消費、そして16.7kgのその他用途および廃棄分が含まれている(表7.1.2)。

表 7.1.1 2011年から2017年における米の供給量、需要量、および1人あたりの可用量(千トン、粳米換算)

Form of Demand	Year						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>(I) Total Supply (Unhusked Rice Basis)</b>	<b>69,953.9</b>	<b>70,210.9</b>	<b>71,755.9</b>	<b>72,799.5</b>	<b>77,145.3</b>	<b>55,407.6</b>	<b>56,927.9</b>
	(47,638.6)	(47,813.6)	(48,865.7)	(49,576.5)	(52,536.0)	(55,407.6)	(56,927.9)
<b>1. Domestic Production</b>	<b>65,857.0</b>	<b>69,056.0</b>	<b>71,280.0</b>	<b>70,846.0</b>	<b>75,398.0</b>	<b>54,031.0</b>	<b>55,252.0</b>
	(44,848.6)	(47,027.1)	(48,541.7)	(48,246.1)	(51,346.0)	(54,031.0)	(55,252.0)
<b>2. International Trade &amp; Stock Balance</b>	<b>4,096.9</b>	<b>1,154.9</b>	<b>475.9</b>	<b>1,953.5</b>	<b>1,747.3</b>	<b>1,376.6</b>	<b>1,675.9</b>
Stock Exchange	195.3	1,658.9	256.2	-638.9	-404.6	624.8	-1,204.3
Export	1.6	1.6	4.7	3.1	1.6	1.6	6.2
Import	4,293.7	2,815.3	736.7	1,317.8	1,344.3	2,002.9	477.9
<b>(II) Domestic Demand</b>							
<b>1. Home Consumption</b>	<b>34,080.7</b>	<b>33,599.3</b>	<b>33,416.2</b>	<b>33,523.8</b>	<b>33,934.6</b>	<b>35,145.5</b>	<b>33,704.6</b>
Rice	33,822.9	33,438.7	33,233.2	33,338.3	33,878.7	35,082.5	33,386.3
Glutinous Rice	98.7	59.8	60.6	61.5	55.9	63.0	120.7
Rice Flour	139.5	100.8	102.2	103.6	-	-	183.3
Other	19.7	-	20.2	20.5	-	-	14.3
<b>2. Eating Out</b>	<b>4,803.7</b>	<b>3,829.7</b>	<b>4,437.4</b>	<b>4,780.1</b>	<b>5,317.5</b>	<b>5,494.4</b>	<b>6,151.1</b>
Rice Noodle	19.7	18.0	12.0	12.2	-	-	35.6
Porridge in package	14.7	18.0	15.2	24.8	40.3	38.0	33.5
Others	15.9	16.1	12.0	14.6	-	-	-
Boil or steam cake	187.5	141.8	167.1	171.4	310.9	326.1	344.0
A plate of rice accompanied by a mixture of dishes	3,823.9	2,938.1	3,526.0	3,789.7	3,854.8	3,929.8	4,391.6
Fried Rice	199.6	220.0	223.1	233.6	392.7	429.1	506.9
Rice	352.7	281.7	295.7	343.1	316.5	345.5	456.1
Rice steamed in a banana leaf or coconut leaf	189.8	195.9	186.2	190.7	402.3	425.9	383.3
<b>3. Industrial Usage and Waste</b>	<b>6,255.2</b>	<b>6,255.2</b>	<b>6,467.2</b>	<b>6,667.2</b>	<b>6,673.7</b>	<b>7,094.0</b>	<b>5,527.7</b>

<sup>1</sup> ここでの在庫放出量とは、1年間における期首在庫から期末在庫までの純在庫量の減少分を意味する。

<sup>2</sup> 本章では、粳米生産量は乾燥粳米(GKG)として標記する。食料需給表では種粳生産量も含まれているが、農家によって一般的に保管されることから、国家として消費できる粳米の量について検討するという意味でGKGから種粳を除いた分にて分析を行う。

<sup>3</sup> JICA調査団が確認できた限り、インドネシア政府は公式の米自給率を公表していない。値はJICA調査団による推定値であり、参考値として扱う。また、インドネシア国政府の見解とは無関係である。

Form of Demand	Year						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Feed	398.3	398.3	413.3	424.9	426	452.3	323.9
Seed	658.0	658.0	676.0	661.0	680.0	700.0	816.0
Manufactured	45.3	45.3	42.2	92.2	75.0	103.1	209.3
Waste	5,153.6	5,153.6	5,335.7	5,489.1	5,492.7	5,838.6	4,178.5
<b>(III) Sub-Total (1 + 2 + 3)</b>	<b>45,139.7</b>	<b>43,684.3</b>	<b>44,320.8</b>	<b>44,971.1</b>	<b>45,925.8</b>	<b>47,734.0</b>	<b>45,383.4</b>
<b>4. Surpluses</b>	<b>24,814.3</b>	<b>26,526.6</b>	<b>27,435.0</b>	<b>27,828.4</b>	<b>31,219.6</b>	<b>7,673.6</b>	<b>11,544.5</b>
	<b>(2,499.0)</b>	<b>(4,129.3)</b>	<b>(4,544.9)</b>	<b>(4,605.3)</b>	<b>(6,610.2)</b>	<b>(7,673.6)</b>	<b>(11,544.5)</b>
<b>(IV) Total ((III)+4)</b>	<b>69,953.9</b>	<b>70,210.9</b>	<b>71,755.9</b>	<b>72,799.5</b>	<b>77,145.3</b>	<b>55,407.6</b>	<b>56,927.9</b>
	<b>(47,638.6)</b>	<b>(47,813.6)</b>	<b>(48,865.7)</b>	<b>(49,576.5)</b>	<b>(52,536.0)</b>	<b>(55,407.6)</b>	<b>(56,927.9)</b>
Population (million)	242.0	245.4	248.8	252.2	255.5	258.7	261.9
Milling Rate	0.6402	0.6402	0.6402	0.6402	0.6402	0.6402	0.6402

出典：STATISTIK KONSUMSI PANGAN TAHUN 2018，農業省、農業情報システム総局

籾米・精米別に供給量、需要量、可用量がそれぞれ整理されており、JICA 調査団は籾米・精米別に単位を統一するために再整理を行っている。精米率は 0.6402% を用いた。

注：“-” はゼロもしくは非常に小さい値、0.0 は 50 トン以下ではあるが、ゼロではないことを意味している。食料消費量は社会経済センサス調査 (SUSENAS) の年 2 回の結果 (3 月と 9 月) を、平均値を取って年換算している。2016 年から 2018 年までの籾米生産量のデータは、KSA サンプルングフレームに基づいて BPS と BKP が実施した坪刈りの結果を引用している。

表 7.1.2 2011 年から 2017 年における米の供給量、需要量、1 人あたりの可用量 (kg/人/年、精米換算)

Form of Demand	Year						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>(I) Supply in Statistic (Husked Rice Basis)</b>	<b>185.1</b>	<b>183.2</b>	<b>184.6</b>	<b>184.8</b>	<b>193.3</b>	<b>137.1</b>	<b>139.2</b>
	<b>(126.0)</b>	<b>(124.7)</b>	<b>(125.7)</b>	<b>(125.8)</b>	<b>(131.6)</b>	<b>(137.1)</b>	<b>(139.2)</b>
<b>1. Domestic Production</b>	<b>174.2</b>	<b>180.2</b>	<b>183.4</b>	<b>179.8</b>	<b>188.9</b>	<b>133.7</b>	<b>135.1</b>
	<b>(118.6)</b>	<b>(122.7)</b>	<b>(124.9)</b>	<b>(122.5)</b>	<b>(128.7)</b>	<b>(133.7)</b>	<b>(135.1)</b>
<b>2. International Trade and Stock Balance</b>	<b>10.8</b>	<b>3.0</b>	<b>1.2</b>	<b>5.0</b>	<b>4.4</b>	<b>3.4</b>	<b>4.1</b>
Stock Exchange	0.5	4.3	0.7	-1.6	-1.0	1.5	-2.9
Export	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Import	11.4	7.3	1.9	3.3	3.4	5.0	1.2
<b>(II) Domestic Demand</b>							
<b>1. Home Consumption</b>	<b>90.2</b>	<b>87.7</b>	<b>86.0</b>	<b>85.1</b>	<b>85.0</b>	<b>87.0</b>	<b>82.4</b>
Rice	89.5	87.2	85.5	84.6	84.9	86.8	81.6
Glutinous Rice	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3
Rice Flour	0.4	0.3	0.3	0.3	-	-	0.4
Other	0.1	-	0.1	0.1	-	-	0.0
<b>2. Eating Out</b>	<b>12.7</b>	<b>10.0</b>	<b>11.4</b>	<b>12.1</b>	<b>13.3</b>	<b>13.6</b>	<b>15.0</b>
Rice Noodle	0.1	0.0	0.0	0.0	-	-	0.1
Porridge in package	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Others	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
Boil or steam cake	0.5	0.4	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8
A plate of rice accompanied by a mixture of dishes	10.1	7.7	9.1	9.6	9.7	9.7	10.7
Fried Rice	0.5	0.6	0.6	0.6	1.0	1.1	1.2
Rice	0.9	0.7	0.8	0.9	0.8	0.9	1.1
Rice steamed in a banana leaf or coconut leaf	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.1	0.9
<b>3. Industrial Usage and Waste</b>	<b>16.5</b>	<b>16.3</b>	<b>16.6</b>	<b>16.9</b>	<b>16.7</b>	<b>17.6</b>	<b>13.5</b>
Feed	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	0.8
Seed	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	2.0
Manufactured	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.5
Waste	13.6	13.4	13.7	13.9	13.8	14.4	10.2
<b>(III) Sub-Total (1 + 2 + 3)</b>	<b>119.4</b>	<b>114.0</b>	<b>114.0</b>	<b>114.2</b>	<b>115.1</b>	<b>118.1</b>	<b>110.9</b>
<b>4. Surpluses</b>	<b>65.6</b>	<b>69.2</b>	<b>70.6</b>	<b>70.6</b>	<b>78.2</b>	<b>19.0</b>	<b>28.2</b>
	<b>(6.6)</b>	<b>(10.8)</b>	<b>(11.7)</b>	<b>(11.7)</b>	<b>(16.6)</b>	<b>(19.0)</b>	<b>(28.2)</b>
<b>(IV) Total ((III)+4)</b>	<b>185.1</b>	<b>183.2</b>	<b>184.6</b>	<b>184.8</b>	<b>193.3</b>	<b>137.1</b>	<b>139.2</b>
	<b>(126.0)</b>	<b>(124.7)</b>	<b>(125.7)</b>	<b>(125.8)</b>	<b>(131.6)</b>	<b>(137.1)</b>	<b>(139.2)</b>
Population (million)	242.0	245.4	248.8	252.2	255.5	258.7	261.9
Milling Rate	0.6402	0.6402	0.6402	0.6402	0.6402	0.6402	0.6402

出典：STATISTIK KONSUMSI PANGAN TAHUN 2018，農業省、農業情報システム総局

籾米・精米別に供給量、需要量、可用量がそれぞれ整理されており、JICA 調査団が籾米・精米別に単位を統一するために再整理を行っている。精米率は 0.6402% を用いた。

注：“-” はゼロもしくは非常に小さい値、0.0 は 50 トン以下ではあるが、ゼロではないことを意味している。食料消費量は社会経済センサス調査 (SUSENAS) の年 2 回の結果 (3 月と 9 月) を、平均値を取って年換算している。2016 年から 2018 年までの籾米生産量のデータは、KSA サンプルングフレームに基づいて BPS と BKP が実施した坪刈りの結果を引用している。



### 7.1.2 需要予測の方法

ここでは、コメの需要予測を行うための基本的な手法を紹介する。将来予測は米の総需要量に基づいており、国内で流通され失われた米の総量として定義される。これは、食品としての消費量のみならず、飼料用途、工業用、廃棄分等から構成される。なお、次期作付用の種子については需要予測においては考慮せず、7.3章において独立して考慮するものとする。

需要供給分析の基準年は2015年である。これは、県や市（Kabupaten、Kota）別に稲作面積のデータが得られるのが2015年までであるためと、2015年が現行の中期計画（2015-2019）の開始年にあたるためである。すなわち、貨幣価値は全て2015年時点のものに標準化して分析を行っている。一方終了年は、2025年から始まる20年間の長期計画の最終年にあたる2044年とする。

長期需要分析の概念図を図7.1.4に示す。本需要分析のモデルでは、一人当たりのコメ消費量は支出額の増加と消費者の嗜好の変化から予測を行う。前者はGDP成長率の関数であり、後者はコメに対する支出弾力性として表現される。人口成長率は国家のコメ総需要量を決める上でのもう一つの重要な要因である。一人当たりコメ消費量がさほど変化しない場合、食料生産は人口と同じ程度の速度で増加していく必要がある。都市・農村間の人口構成も米の需要量を決定づける主要な要因の一つである。多くの国

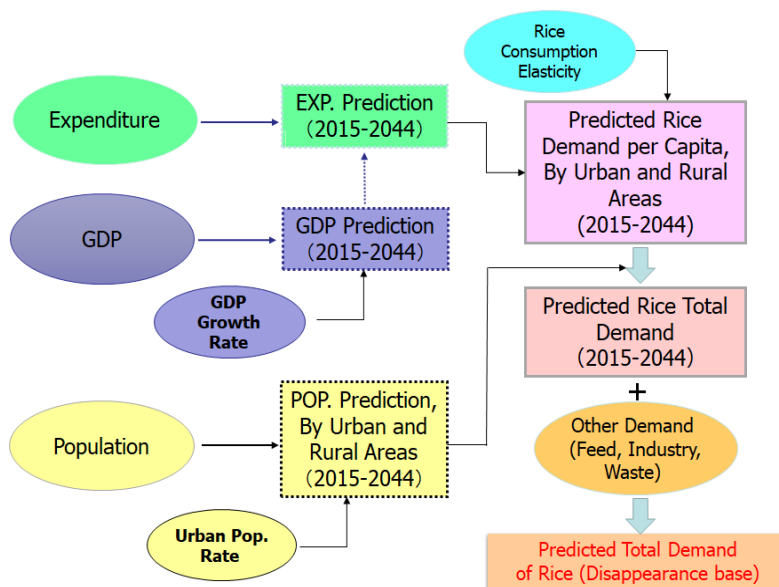


図 7.1.4 長期米需要分析の概念図

出典：JICA 調査団

で、農村人口の主食からのカロリー摂取量は、都市人口のそれに比べて顕著に大きい傾向が見られる。議論の出発点として、基本的な前提と条件を以下に記載する。

- ✓ 本分析は、最も重要な主食作物である米の需要・供給量のギャップから将来の灌漑開発の規模を推定することを目的としている。シミュレーションは、国内需要を賄うために将来どれだけの粳米（コメ）を供給するべきか、ということ推定することを意図している。
- ✓ 分析において、インドネシア国の農業・食料安全保障政策は将来大幅に変更されることがないことを想定している。その想定の下、本分析は主食作物としてのコメの重要性は向こう30年間変化しないことを仮定している。すなわち、政府は農業保護政策と介入を継続し、消費者は現在の緩やかな価格安定化政策のもと、今まで通りコメを消費することが可能であると想定している。
- ✓ 社会経済・人口動態の傾向が将来の米の需要に与える影響を考慮するため、最も悲観的・最も楽観的なものを含む24の組み合わせからなるシナリオを設定する。需要予測は、各シナリオそれぞれの状況下において実施する。
- ✓ 食に関する行動変容は需要を決定づけるその他の重要な要因である。特に、調理済み食品の

消費や外食向け消費は、将来においてより一般的になってくるであろうことが想定される。これに関して、自宅で調理するコメと、調理済み食品としてのコメ消費は今後異なる動向を示す可能性があることから、本分析では両者の形態による消費を明確に区別して取り扱う。

- ✓ 本分析は食料安全保障の観点から必要なコメの量を算定することに主眼をおいている。すなわち、本分析では輸出上の必要量は考慮しない。2012年の食糧法によると、「主食作物の輸出は国内の主食作物の消費と国内食料備蓄の必要性を満たした後、初めて実施される」と規定しており、同方針の下、また過去5年間の米の輸出量は無視しうるほどに小さい(1万トン以下)ことから、コメ輸出のための必要量は算定しない。

### 1) 家庭内米消費量/外食米消費量

一人当たりの米消費量は、州別、都市・農村別の類型にて予測する。予測のための関係式を(1)に示す。

$$Q_t = \text{EXP}(a - b * (PCE_t^{-1})PCE_t^{-c})$$

$$\text{or } \ln Q_t = a - b * PCE_t^{-1} - c * \ln PCE_t \quad \dots (1)$$

Q：一人当たりの家庭内/調理済み米消費量、a：切片、b、c：係数(回帰分析によってそれぞれ算出)、PCE：年間個人支出総額の予測値(2015～2044年)(注：添え字のtは当該年を表す)。

図7.1.5は関係式をプロットし、対応する所得(支出)弾力性との関係性を示したものである。本分析には「弾力性」という概念を導入するが、これは、一方が変化した場合のもう一方の変化について評価するための指標である。このモデルでは、弾性値は一定ではなく時間を通じて変化するものと仮定している。これは、伊藤(1993)<sup>4</sup>が提案したもので、コメの消費量は、当初は所得水準の増加と正の関係を持つが、所得水準が所定の「飽和点」に達した後は、逆の関係性に転換することを想定している。

米消費の支出弾性値の計算は(2)式に従って行う。もし $b > 0$ かつ $c > 0$ である場合、弾性値( $E_t$ )は所得水準が増加するにつれて小さくなる。他方で、 $b < 0$ かつ $c < 0$ である場合、弾性値( $E_t$ )は所得水準が増加するにつれて大きくなる。アジアの経験では、米の支出弾性値は前者の傾向に従っている。直感的には、典型的な世帯が脂質・たんぱく質等を豊富に含んだ食品、例えば乳製品、魚、肉等を消費するのに十分に豊かになるにつれて、米は劣等財に転落する、ということを意味している。

他方で、調理済み食品の消費や外食自体は、調理に関する時間を節約するために追加的なお金を支払うことが出来るという意味で、豊かな世帯でより一般的であると想定される。この議論が

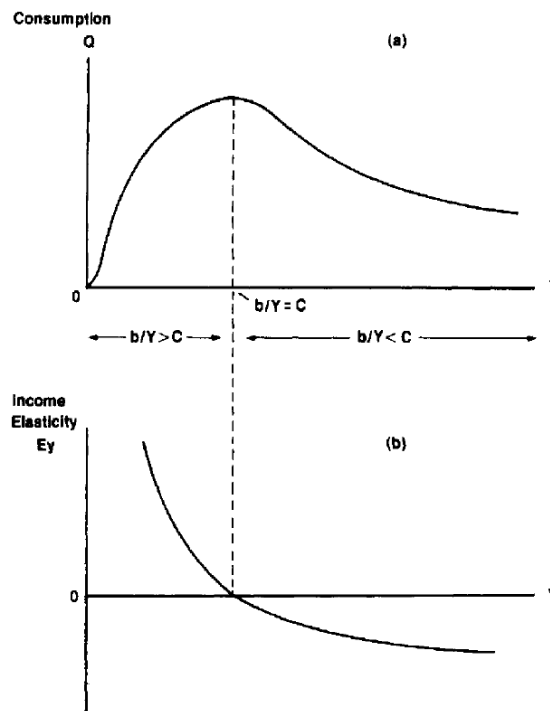


図7.1.5 関係式のプロットと、対応する所得(支出)弾力性との関係性  
出典：Ito et al (1989)

<sup>4</sup> Ito et al (1989) "Rice in Asia: Is It Becoming an Inferior Good?", American Journal of Agricultural Economics 71(1)



成り立つ場合、弾性値( $E_t$ ) は所得水準が増加するにつれて大きくなる。すなわち上記で述べた後者に従うと考えられる。いずれにせよ、米の支出弾性値は次の関係式によって表記される。

$$E_t = (\Delta Q_t / Q_t) / (\Delta PCE_t / PCE_t) = b / PCE_t - c \dots (2)$$

Q：一人当たりの家庭内/調理済み米消費量、PCE：年間個人支出総額の予測値（2015～2044年）（注：添え字のtは当該年を表す）、b、c：係数（回帰分析によって算出される）

パラメータ a, b, c の推定には、パネルデータ分析を適用する。BPS が実施した SUSENAS 調査（2012-2017）を出典として使用している。このセンサス調査は1年間に2回（3月と9月）、世帯主の記憶に基づく過去1週間の食料消費をインタビューにより収集している。また、BPS は標準栄養換算表を公表しており、例えば米の換算率は 3,622 Kcal = 1kg である。2回の調査の平均値を取り、年換算することによって年間の消費量を算出する。

パネル形式の回帰分析を（1）式について実施した所、理論上想定された通り、世帯内で調理された米については  $b > 0$ 、 $c > 0$  を（ $b = 0.24$ 、 $c = 1,160$ ）、調理済み食品と外食としての米消費量は  $b < 0$ 、 $c < 0$  となった（ $b = -0.52$ 、 $c = -627.1$ ）。この結果と後述の1人当たり年世帯支出額の予測値（2015-2044）より、2044年までの1人当たり米消費量を推定する。

## 2) その他需要量

家庭内消費と外食消費の合計である食料消費量から総需要量への変換には、その他の用途による需要を加味する必要がある。BPS（中央統計局）の Survey on Conversion from Unhusked Rice to Milled Rice（2018年）では、サンプリング調査の結果をもとにして、粳米と精米別にその他用途による需要および損失分を算出するための換算率が算出されている。この換算率を粳米と精米それぞれの需要分を合算した値に改定し、乾燥粳（GKG (2)）に対する係数を求めた。以下の係数を用いて総需要量への変換を行った。なお、この係数は予測期間中を通じて変化しないものと仮定している。

1. 精米率 : 乾燥粳からの精米率は 64.02%
2. 次期作付け用種子 : 生産量から差し引くこととし、需要量としては考慮しない。
3. 飼料用消費 : 精米前は約 0.44%、精米後は 0.17%（GKG (2) の約 0.53%）
4. 産業用消費 : 精米前は約 0.56%、精米後は 0.66%（GKG (2) の約 0.94%）
5. 損失 : 精米前は約 5.21%、精米後は 2.17%（GKG (2) の約 6.62%）

乾燥粳米から消費者の手に渡る精米までの換算についての概念図を、図 7.1.6 に示す。

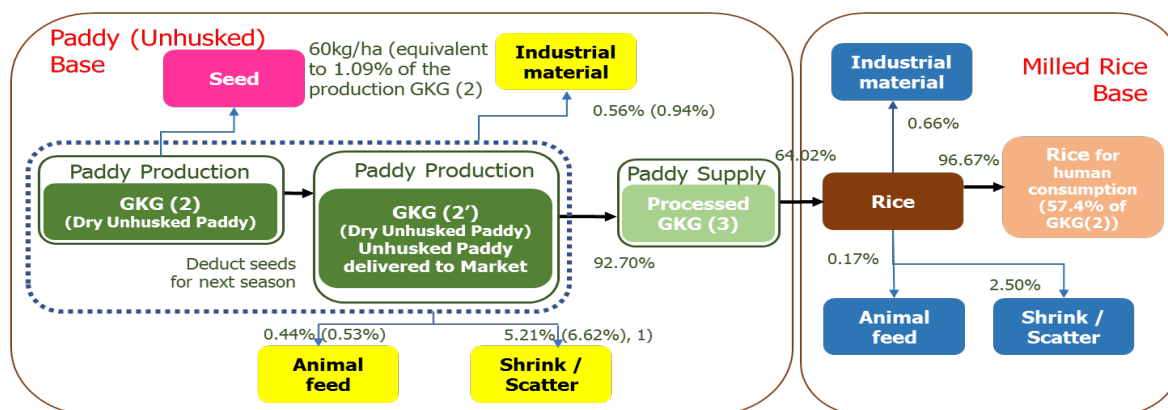


図 7.1.6 粳米から人が消費する精米への換算の概念図

出典：JICA 調査団

### 3) 余剰量

上記1～5に該当する係数をそれぞれ2015年の生産量（種籾を除く）に適用した所、飼料用消費は0.26百万トンと推定される。同様に、0.46百万トンの産業用消費、3.2百万トンの損失が推定される（いずれも、乾燥籾米換算）。総生産量と総需要量を比較した所、2015年には乾燥籾米で1千万トンの余剰が発生していた計算になる。

余剰分が最終的にどのようにして消えていったのかは不明であるが、統計上捕捉されないまま国内市場にて何等かの形で流通され、消費されていったはずである。したがって、本分析では、この余剰も需要要因の一つとして考慮する。すなわち、2015年から2044年までの間、1千万トンの余剰を一律に計上する。

#### 7.1.3 需要要因：人口増加、都市化、経済成長

本節では人口、都市化、経済成長といった需要要因をどのように定義し、計算したかを説明する。詳細な出典や、手法に関する説明をまず行い、次に、24通りの組み合わせからなる一連のシナリオについて述べる。

##### 1) 人口予測

本調査における予測は農村と都市に分けた州別の人口を基本単位としている。ベース年である2015年の人口は、州別にBPSが公表しているが、以前の行政区分に基づいた値であり、2012年に新たに誕生したKalimantan Utara州の人口が欠損している。そのため、直近の人口センサスである2010年の結果をもとに、BPSが公表している州別の2010～2015年の人口成長率を適用して2015年の推定人口を算出することとする。

その他、2010年以降、合併・分割による行政区分の変更が生じており、県・市の数は497地区から2015年には514地区に増えている。これらを考慮するため、分割前の県・市の人口を分割後の県・市に組み入れる等の修正を行う。県・市別に整理し、行政区分の変更についても修正を行った本調査による人口推計値を2015年のベースライン値として採用する（表7.1.3参照）。

表 7.1.3 BPSによる2015年の州別の予測人口値と調査団による修正値の比較（'000）

Province	Modification by the Team			BPS Projection (Feb 2014)			Ratio
	Urban	Rural	Total	Urban	Rural	Total	
Aceh	1,516,850	3,453,422	4,970,272	1,525,600	3,476,400	5,002,000	0.994
Sumatera Utara	7,300,593	6,587,467	13,888,060	7,331,300	6,606,500	13,937,800	0.996
Sumatera Barat	2,290,101	2,886,557	5,176,658	2,296,800	2,899,500	5,196,300	0.996
Riau	2,494,184	3,808,641	6,302,824	2,512,400	3,832,000	6,344,400	0.993
Jambi	1,082,554	2,302,758	3,385,312	1,088,700	2,313,400	3,402,100	0.995
Sumatera Selatan	2,925,671	5,093,043	8,018,714	2,939,100	5,113,200	8,052,300	0.996
Bengkulu	591,082	1,276,652	1,867,734	594,300	1,280,600	1,874,900	0.996
Lampung	2,289,398	5,800,686	8,090,085	2,297,200	5,820,100	8,117,300	0.997
Bangka Belitung	716,867	648,229	1,365,096	720,700	652,100	1,372,800	0.994
Kepulauan Riau	1,624,958	332,147	1,957,106	1,637,600	335,400	1,973,000	0.992
DKI Jakarta	10,143,469	0	10,143,469	10,177,900	0	10,177,900	0.997
Jawa Barat	33,911,845	12,610,420	46,522,265	34,051,300	12,658,300	46,709,600	0.996
Jawa Tengah	16,321,903	17,388,443	33,710,346	16,346,700	17,427,400	33,774,100	0.998
DI Yogyakarta	2,587,717	1,080,863	3,668,580	2,593,800	1,085,400	3,679,200	0.997
Jawa Timur	19,798,080	18,957,439	38,755,519	19,851,100	18,996,500	38,847,600	0.998
Banten	8,051,548	3,840,531	11,892,079	8,093,700	3,861,500	11,955,200	0.995
Bali	2,708,789	1,426,323	4,135,112	2,720,100	1,432,700	4,152,800	0.996
Nusa Tenggara Barat	2,188,935	2,629,653	4,818,588	2,195,400	2,640,200	4,835,600	0.996
Nusa Tenggara Timur	1,102,715	3,993,044	5,095,759	1,105,900	4,014,200	5,120,100	0.995
Kalimantan Barat	1,580,526	3,192,335	4,772,861	1,585,400	3,204,200	4,789,600	0.997
Kalimantan Tengah	908,734	1,576,480	2,485,213	913,200	1,581,800	2,495,000	0.996
Kalimantan Selatan	1,789,795	2,182,498	3,972,292	1,799,400	2,190,400	3,989,800	0.996

Province	Modification by the Team			BPS Projection (Feb 2014)			Ratio
	Urban	Rural	Total	Urban	Rural	Total	
Kalimantan Timur	<b>2,272,566</b>	<b>1,173,004</b>	<b>3,445,570</b>	<b>2,685,300</b>	<b>1,383,300</b>	<b>4,068,600</b>	<b>0.847</b>
Kalimantan Utara	<b>353,591</b>	<b>243,321</b>	<b>596,912</b>	<b>N.A</b>	<b>N.A</b>	<b>N.A</b>	<b>N.A</b>
Sulawesi Utara	1,197,740	1,206,837	2,404,577	1,201,200	1,210,900	2,412,100	0.997
Sulawesi Tengah	779,897	2,084,854	2,864,751	782,500	2,094,200	2,876,700	0.996
Sulawesi Selatan	3,444,863	5,048,351	8,493,214	3,459,200	5,061,100	8,520,300	0.997
Sulawesi Tenggara	775,645	1,711,585	2,487,230	779,800	1,719,700	2,499,500	0.995
Gorontalo	439,996	688,175	1,128,172	441,900	691,300	1,133,200	0.996
Sulawesi Barat	291,825	983,825	1,275,650	293,600	988,600	1,282,200	0.995
Maluku	637,960	1,039,359	1,677,319	640,900	1,045,600	1,686,500	0.995
Maluku Utara	321,434	835,058	1,156,492	323,100	839,200	1,162,300	0.995
Papua Barat	280,169	585,776	865,945	281,500	590,000	871,500	0.994
Papua	885,907	2,237,457	3,123,364	894,400	2,255,000	3,149,400	0.992
Indonesia	135,607,907	118,905,230	254,513,137	136,161,000	119,300,700	255,461,700	0.996

出典：BPS のホームページおよび JICA 調査団による計算

2016～2035年の人口予測については、BPSが公開している州別人口推計値（2015～2035）から5年ごとの州別平均人口成長率を算出し、上記にて求めた2015年の人口に対して州別に同じ成長率を適用し2035年までの予測を行う。Kalimantan Utara州の予測人口成長率は、BPSは公開していないので、分割される元となった州であるKalimantan Timurと同じ人口成長率を適用する。2036～2044年の人口予測値はBPSも公開を行っていないため、2016～2035年までの伸び率の傾向を元に近似曲線を作成して増加率を予測する。そのようにして算出した全国ベースの2044年の予測人口は約3億1千万人となる（表7.1.4）。29年間の平均人口成長率は、約0.68%となる。

表7.1.4 2015年から2044年までの州別の予測人口、('000)

Region	Category	2015	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2044
Sumatera	Urban	22,832	24,689	25,934	29,043	32,136	35,144	37,878	39,880
	Rural	32,190	32,721	32,975	33,254	33,043	32,377	31,159	29,861
	All	55,022	57,410	58,910	62,298	65,180	67,521	69,037	69,741
Java	Urban	90,815	97,039	101,109	110,851	119,866	127,753	133,769	137,044
	Rural	53,878	51,970	50,587	46,793	42,435	37,765	33,453	30,514
	All	144,692	149,009	151,696	157,644	162,302	165,519	167,222	167,559
Bali Nusa Tenggara	Urban	6,000	6,541	6,909	7,849	8,822	9,826	10,818	11,623
	Rural	8,049	8,062	8,053	7,971	7,788	7,495	7,114	6,733
	All	14,049	14,603	14,962	15,819	16,609	17,321	17,933	18,356
Kalimantan	Urban	6,905	7,603	8,085	9,343	10,657	12,007	13,342	14,392
	Rural	8,368	8,506	8,561	8,562	8,377	8,009	7,411	6,792
	All	15,273	16,109	16,646	17,905	19,035	20,017	20,753	21,184
Sulawesi	Urban	6,930	7,630	8,114	9,373	10,668	11,953	13,228	14,226
	Rural	11,724	11,737	11,705	11,484	11,076	10,516	9,767	9,058
	All	18,654	19,367	19,819	20,857	21,744	22,469	22,995	23,284
Maluku/Papua	Urban	2,125	2,328	2,469	2,841	3,245	3,673	4,121	4,493
	Rural	4,698	4,880	4,991	5,225	5,383	5,465	5,448	5,367
	All	6,823	7,208	7,460	8,066	8,628	9,138	9,570	9,860
National	Urban	135,607	145,830	152,620	169,300	185,394	200,356	213,156	221,658
	Rural	118,907	117,876	116,872	113,289	108,102	101,627	94,352	88,325
	All	254,513	263,706	269,493	282,589	293,498	301,985	307,510	309,984

出典：BPS のホームページおよび JICA 調査団による計算

## 2) 都市化

都市化を表す変数として、都市人口比率の予測をBPSが2016年から2035年までの期間について行っている（2019年6月時点での最終更新日は2014年2月18日）。JICA調査団はこの値を2035年までについて適用する。2036年から2044年までの将来の都市人口比率については、前期からの増加分について線形近似を取るという方法で予測を行うこととする。結果は表7.1.5の通りであるが、2044年にはインドネシア国の全人口の72.6%は都市部に居住すると予測される。

表 7.1.5 2015 年から 2044 年までの予測都市人口比率

Region	Year						
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2044
National	0.533	0.567	0.600	0.634	0.666	0.697	0.726

出典：BPS のホームページおよび JICA 調査団による計算

## 3) 世帯支出および経済成長

一人当たり総世帯支出の増加は、世帯の購買力の向上を通じて米消費量に影響を及ぼす。1 人当たりの総世帯支出額は、GDP と支出に対する GDP の弾性値の関数として表現することが出来る。単純化のため弾性値は時間を通じて一定と仮定する。係数  $b$  を推定するため、double-log 型の関数のもとで回帰分析を実施した。

$$\ln PCE_t = a + b * \ln GDP_t \quad \dots (3)$$

a: 切片、b: 支出に対する GDP の弾性値、PCE: 一人当たり総世帯支出額、GDP: 一人当たり GDP もしくは一人当たり RGP (添字の  $t$  は  $t$  年における値であることを表す。)

世帯総世帯支出額は、2012 年から 2017 年の SUSENAS 調査の結果を引用する。一方、一人当たり RGDP は 2010 年から 2016 年の、Statistical Yearbook と BPS のウェブサイトを用いている (2019 年 6 月時点での最終更新日は 2018 年 8 月 3 日)。この結果から、表 7.1.6 に示されている通り 2015 年の弾性値は 1.0564 ( $\approx 1.06$ ) となった。感覚的には、RGDP が 1% 増加するにつれ、その州に属する典型的な世帯の総世帯支出額は 1.06% 増加することを意味している。

表 7.1.6 世帯支出に対する GDP 弾性値を推定するためのパネル回帰分析の結果 (2010-2016)

Dependent Variables	Fixed Effect Model		Random Effect Model	
	Estimated Coefficient	t-statistics	Estimated Coefficient	z-statistics
Idiosyncratic	-	-	0.178812	0.5432
	( - )		( 0.329179 )	
Lngdp	1.05647	38.029	0.85191	27.052
	(0.02778)		(0.031492)	
<b>Diagnostic Test</b>				
Number of Observation	231		231	
Number of groups	33		33	
Year	7		7	
Total Sum of Squares	9.5086		10.068	
Residual Sum of Squares	1.1399		2.3997	
R-Sq	0.88011		0.76166	
adj. R-Sq	0.86003		0.76062	
F test	F(1,197)=1446.23 p-value <2.22e-16		F(1,197)=731.802 p-value <2.22e-16	
Hausman specification test	chi2(1) = 190.22 Prob>chi2 = 2.2e-16, Fixed Model is selected			

出典：231 標本 (33 州 x 7 年間) のパネル回帰分析結果に基づいて、JICA プロジェクトチームが算出した。

2016 年から 2019 年の経済成長率については、ベースライン年 (2015 年) の地域別 GDP 成長率と同程度とした。2020 年から 2025 年の経済成長率は、BAPPENAS が次期 5 年計画 (2020-2025) のために推計を行っている目標成長率 (2019 年 2 月時点の暫定値) の地域別の値を用い、属する州に対して同じ成長率を適用した。2026 年から 2044 年については BAPPEAS が検討を行っている最中であり、暫定値も含め目標値が定められていない (2019 年 11 月時点)。

他の機関による推計としては、OECD が各国の GDP の長期予測を行っており、インドネシア国においても全国レベルであれば 2060 年までの予測値が存在する。OECD の予測データによれば経済成長率は緩やかに低下し、2025 年に約 4.36% の成長率なのが緩やかに鈍化し、2045 年には約 3.4% にまで減少するとしている。設定したシナリオでは、2025 年時点の BAPPENAS の予測値から、OECD が予測している傾向に従って成長率が鈍化していくことを想定する (表 7.1.7 参照)。

表 7.1.7 複数の機関によって推計された経済成長率の将来予測 (2015-2044, %)

Source	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2044
F-IDAMS <sup>1)</sup>	5.32	5.46	6.2	5.92	5.68	5.44	5.24
	(-)	(0.14)	(0.74)	(-0.28)	(-0.24)	(-0.24)	(-0.20)
BAPPENAS <sup>2)</sup>	5.32	5.4	6.1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	(-)	(0.08)	(0.70)	(-)	(-)	(-)	(-)
OECD <sup>3)</sup>	5.32	5.00	4.36	4.08	3.84	3.6	3.4
	(-)	(-0.32)	(-0.64)	(-0.28)	(-0.24)	(-0.24)	(-0.20)

出典：1) BAPPENAS と OECD のデータを基に JICA プロジェクトチームが作成；2) BAPPENAS から提供を受けたプレゼンテーション資料、この中には、2020 年から 2025 年までの経済成長率の州別目標値が設定されている（2019 年 2 月時点での暫定値）。3) OECD による試算（ウェブサイトから入手）

注：JICA プロジェクトチームが設定した 2020 年の成長率と BAPPENAS が設定している目標値は、わずかに異なっているが、これは、両方で地域区分が異なっており、地域（島）別に同じ成長率を適用した場合に重みづけが変わってくる結果、国レベルの成長率が異なっている。用いている数値そのものは、両者は同じである。

#### 4) 複数シナリオの設定

人口、都市化率、経済成長率の予測結果の信頼性を検証するため文献調査を実施する。農業分野の長期戦略に関する報告書（SIPP：Strategy Induk Pembengunan Pertanian 2015-2045）は、複数の人口成長と都市化に関するシナリオについて述べており、これらは BPS とインドネシア大学の人口予測機関（LD-UI）によって提示されたものである。文献調査を踏まえて、最も楽観的・悲観的なシナリオを含む、計 24 のケースを提案する（人口増加：4 シナリオ、都市化：3 シナリオ、経済成長率：2 シナリオ）。次節に示す試算は、表 7.1.8 に示すこの 24 ケースに基づいて実施している。

表 7.1.8 需要予測に用いる 24 のケースの要約

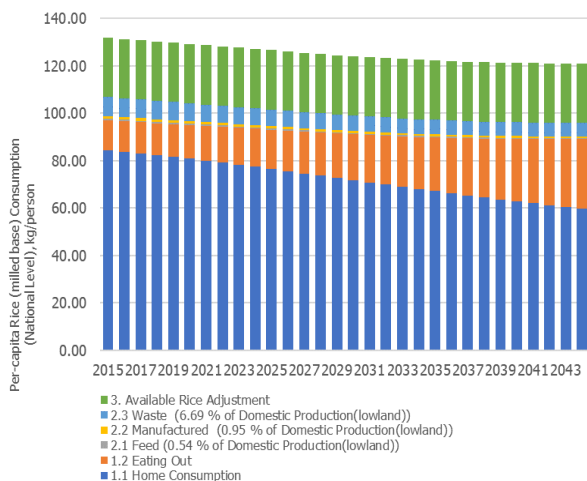
S.N	Case	Population	Urbanization	Economic Growth
1	P0-U0-G0	Slow	First	High
2	P0-U0-G1	Slow	First	Low
3	P0-U1-G0	Slow	Moderate	High
4	P0-U1-G1	Slow	Moderate	Low
5	P0-U2-G0	Slow	Slow	High
6	P0-U2-G1	Slow	Slow	Low
7	P1-U0-G0	Lower-Middle	First	High
8	P1-U0-G1	Lower-Middle	First	Low
9	P1-U1-G0	Lower-Middle	Moderate	High
10	P1-U1-G1	Lower-Middle	Moderate	Low
11	P1-U2-G0	Lower-Middle	Slow	High
12	P1-U2-G1	Lower-Middle	Slow	Low
13	P2-U0-G0	Upper-Middle	First	High
14	P2-U0-G1	Upper-Middle	First	Low
15	P2-U1-G0	Upper-Middle	Moderate	High
16	P2-U1-G1	Upper-Middle	Moderate	Low
17	P2-U2-G0	Upper-Middle	Slow	High
18	P2-U2-G1	Upper-Middle	Slow	Low
19	P3-U0-G0	Fast	First	High
20	P3-U0-G1	Fast	First	Low
21	P3-U1-G0	Fast	Moderate	High
22	P3-U1-G1	Fast	Moderate	Low
23	P3-U2-G0	Fast	Slow	High
24	P3-U2-G1	Fast	Slow	Low

出典：JICA 調査団

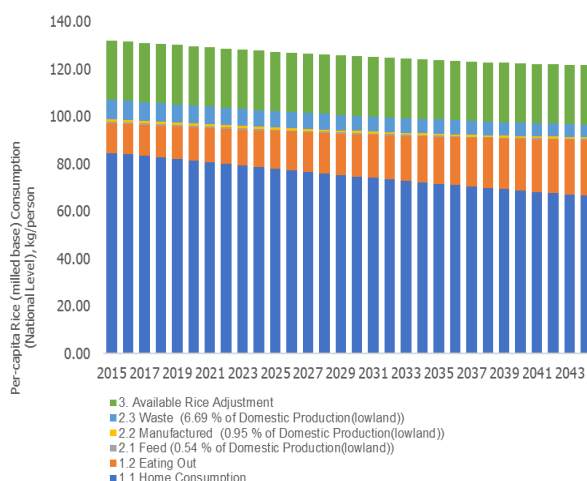
#### 7.1.4 米需要量の予測

先に示されている 24 のケースについて、1 人当たりおよび合計の米需要量を 2015 年から 2044 年までの期間について推定する。経済成長率は、1 人当たりの米消費量の要因であるが、総需要量を決定する上であまり大きな影響は与えていない。分析結果では、家庭内米消費量の減少は調理済みの米消費量の増加によってほぼ相殺されており、全体として 1 人当たり米消費量は減少するものの、年々の減少量はごく僅かになると予測される（図 7.1.7、図 7.1.8 参照）。

高成長と低成長のシナリオそれぞれで、自宅調理分の年間米消費量が 24.8kg と 18kg 落ち込むと予測されている一方、調理済み食品としての年間米消費はそれぞれ 17.4kg と 11.1kg 増加すると予測されている。その結果、ネットでの一人当たり年間米消費量の減少は、高成長シナリオで 7.85kg (図 7.1.7)、低成長シナリオで 6.98kg (図 7.1.8) という予測結果になった。



**図 7.1.7 高成長シナリオ下での一人当たり米消費量の予測結果**  
出典：JICA 調査団



**図 7.1.8 低成長シナリオ下での一人当たり米消費量の予測結果**  
出典：JICA 調査団

図 7.1.9 は、全国ベースでの 24 ケースの需要予測結果を纏めて示したものである。単純化のため、図 7.1.10 に示すように、24 ケースを 2044 年の総需要量を基準に 4 グループに類型化する(高、中の上、中の下、低)。この類型化は、将来のコメの需要のほとんどは人口成長によって決まっており、結果、人口増、都市化、経済成長といった 3 つの要因の中で、人口増加が将来のコメ需要に最も影響を与えることを意味している。各シナリオタイプの典型的な 4 つのケースについて、結果を以下に要約する。

- ✓ 最も楽観的なケース (P0-U0-G0) では、2044 年における国全体の粳米の需要量は 56.3 百万トンに達する。もしくは 2015 年と比べて 7.4%増加する。このシナリオでは、21.6%の人口増加が予測されている。一人当たりの米消費量 (精米換算、国全体) は、今後 30 年間で 7.85 kg 減少する (図 7.1.11)。
- ✓ 中の中のケース (P1-U2-G1) では、2044 年における国全体の粳米の需要量は 59.1 百万トンに達する。これは 2015 年と比べて 12.7%増加することとなる。このシナリオでは、28.1%の人口増加が予測されている。一人当たりの米消費量 (精米換算、国全体) は、今後 30 年間で 6.98 kg 減少する (図 7.1.12)。
- ✓ 中の上のケース (P2-U0-G0) では、2044 年における国全体の粳米の需要量は 62.4 百万トンに達する。もしくは 2015 年と比べて 19.0%増加する。このシナリオでは、38.7%の人口増加が予測されている。一人当たりの米消費量 (精米換算、国全体) は、今後 30 年間で 7.85 kg 減少する (図 7.1.13)。
- ✓ 最も悲観的なケース (P3-U2-G1) では、2044 年における国全体の粳米の需要量が 65.1 百万トンに達する。もしくは 2015 年と比べて 24.2%増加する。このシナリオでは、45.0%もの人口増加が予測されている。一人当たりの米消費量 (精米換算、国全体) は、今後 30 年間で 6.98 kg 減少する (図 7.1.14)。



前マスタープランである FIDEP (1993) には、需要予測の精度は人口増加予測の精度に大きく影響を受けることが述べられている。そのため、例えば 5 年ごとなど、人口成長については定期的にモニタリングを行い需要予測シミュレーションのモデルを更新していくことが提案されている。JICA 調査団の提言も同様である。灌漑開発と食料安全保障における政策立案を行う上で、人口増加については定期的にモニタリングしていくことが重要である。

今後の数年間 (5~10 年程度) の人口増加については、非常に精度の高い推定が可能である。しかし、10 年以上の長期にわたる将来予測については、僅かな予測上の誤差が累積する結果、実際の動向とかけ離れた予測になってしまう懸念がある。したがって、人口増加については 5 年おきなど定期的にモニタリングを行うことが求められる。また、その結果に基づいて、米の需要量についても定期的に見直しを行うことが望ましい。

結論として、2044 年の全国レベルでの粳米ベースでの需要量予測の結果は、56.3 百万トンから 65.1 百万トンの間に収まるという結果になった。ただし、この量は種籾に必要な量として農家が保管する分を除いた需要量であり、BPS が公表している統計値の基本単位である乾燥粳米 (GKG(2)) とは異なる。BPS の統計データと比較可能にするには、BPS の公表値から種籾 60kg/ha に相当する量、もしくは BPS の統計データにある粳米生産量から、約 1%を種籾量として控除する必要がある。

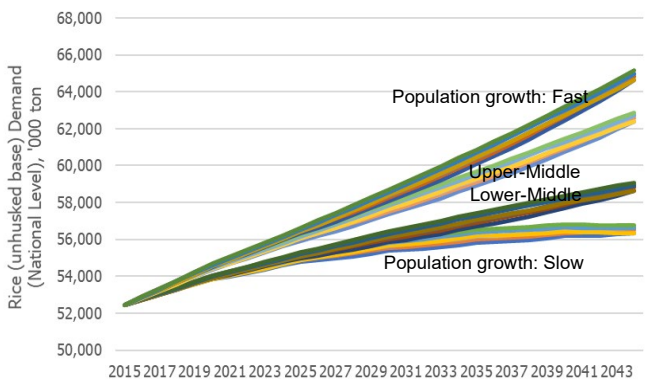


図 7.1.9 24 シナリオ下での需要予測結果  
出典：JICA 調査団

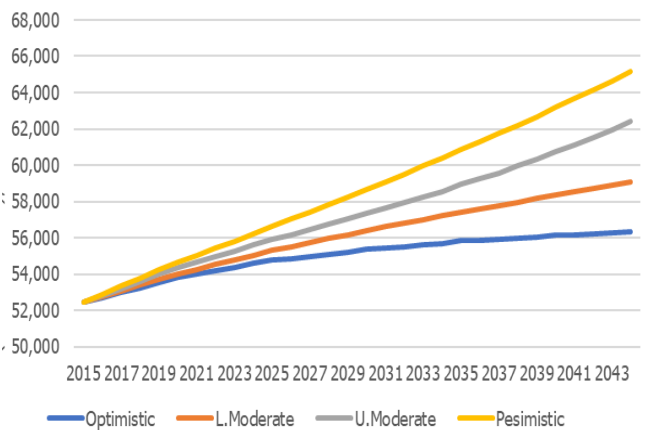


図 7.1.10 需要予測における典型 4 類型  
出典：JICA 調査団

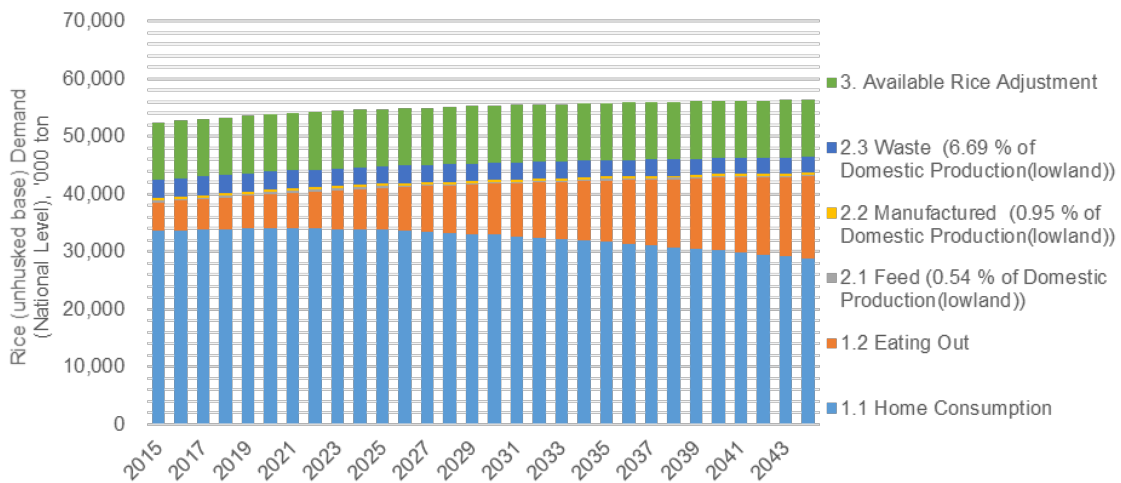


図 7.1.11 楽観的 (最小需要量) シナリオにおける米の総需要量 (粳米ベース)  
出典：JICA 調査団

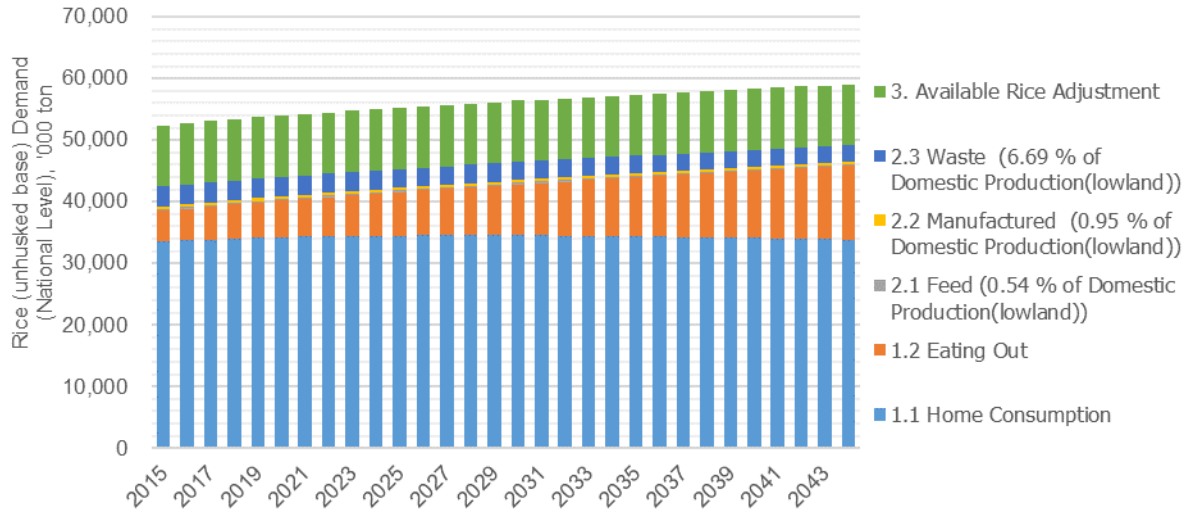


図 7.1.12 中の下シナリオにおける米の総需要量（粳米ベース）  
出典：JICA 調査団

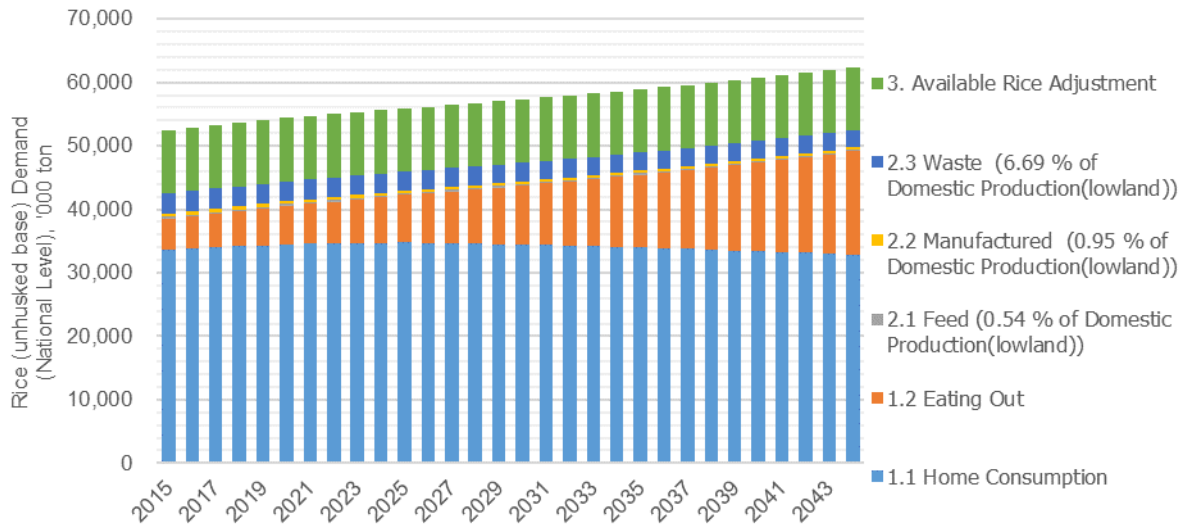


図 7.1.13 中の上シナリオにおける米の総需要量（粳米ベース）  
出典：JICA 調査団

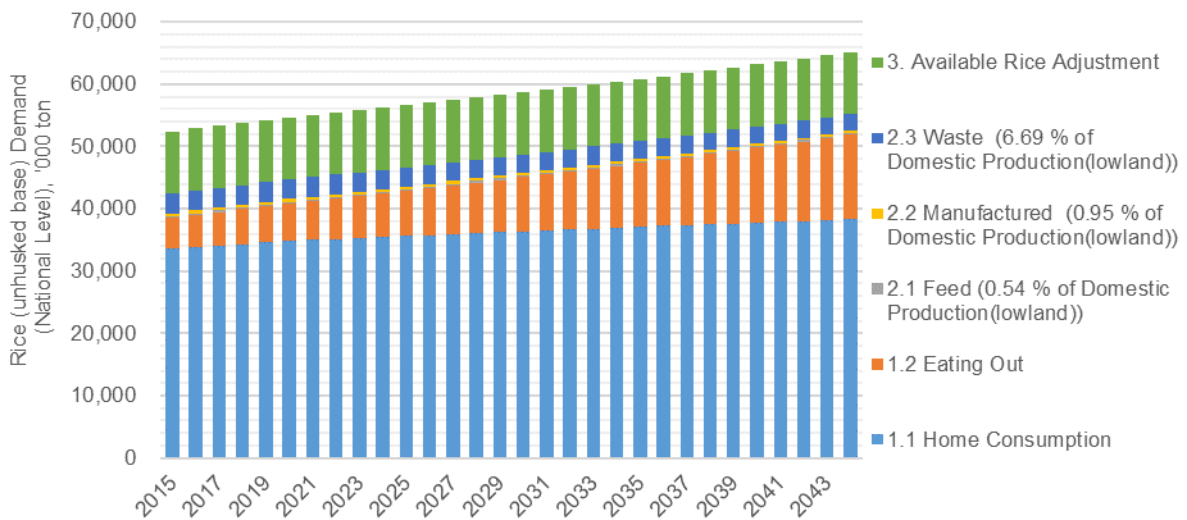


図 7.1.14 悲観的（最大需要量）シナリオにおける米の総需要量（粳米ベース）  
出典：JICA 調査団

## 7.2 コメ供給量の分析

本節では、2015 年の基準年から 2044 年の目標年までの期間に渡るコメ供給分析について取り上げる。供給予測の手法、将来の土地転用の設定、過去の増加傾向を基にした収量予測、そして将来の米生産予測の各項目から本節は構成される。なお、インドネシア国における、実績水田面積、実績水田灌漑面積、政府機関による灌漑面積の分類方法などの基礎データに関しての不整合についても議論する。

### 7.2.1 インドネシアにおける過去の米供給

稲作は湿地水田と乾地（または畑地）稲作の 2 つのタイプに分けられる。BPS から入手可能な農業統計データは、湿地水田および乾地稲作の両方の合計の生産量と収穫面積を示している。さらに、BPS が公表しているデータは、灌漑農地からのものと他の天水農地からのもの（非灌漑水田）の間で生産量と収量が区別されていない。そのため、灌漑および非灌漑別の収量を知るために、BPS によって毎年行われている”Production of Food Crops”というサンプリング調査結果を参照する。

#### 1) インドネシアにおける長期の米生産

図 7.2.1 に、インドネシア国における 1980 年からの湿地および乾地両方を含めた稲生産の傾向を示す。下図に示されているように、米生産は長期にわたって年々増加しているが、前述の 7.1 章「米の需要分析」で述べたように、米生産の推定方法は 2016 年に改訂された。そのため、2016 年以降は、それ以前の手法に基づいて推定された生産量から 32% の下方修正を適用している（過去 3 年間で生産が急激に落ち込む結果となっている）。

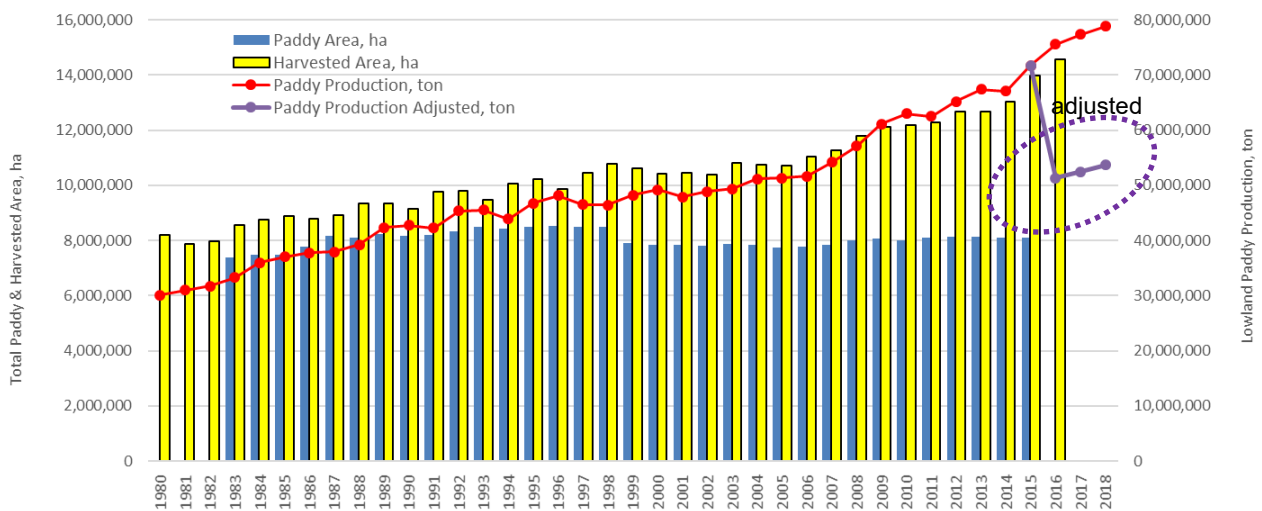


図 7.2.1 水稲生産量、作付面積、および収穫面積の長期的傾向

出典: Statistics Indonesia (Badan Pusat Statistik: BPS)

図 7.2.1 には水田面積は何年にもわたって大きく変化していないが、収穫面積は継続的に増加していることが示されている。そのため、収穫面積の増加がコメ生産量の増加に大きく貢献していると思われる。このことを念頭に、図 7.2.2 に図 7.2.1 と同じ水田面積と、灌漑水田面積、および両者の比を取ることで得られる灌漑比率を示す。

図 7.2.2 から分かるように、灌漑水田は 2000 年頃まで増加してきたが、その後大きな変化は見られない。灌漑率については 2000 年に急増しているが、これは水田面積が約 850 万 ha から 800 万 ha 未満に突然減少したためである。これらのことを考慮すれば、水稲生産量の増加につながる

収穫面積の増加は、灌漑水田の開発の進行によるものというよりも、一年中降雨量が多い地域での天水条件下での2期作の導入、さらに既存の灌漑地区における灌漑用水の有効利用による作付面積の増加である可能性が高い。さらに、補助金による施肥による収量の増加も、生産量増加に寄与しているといえる。

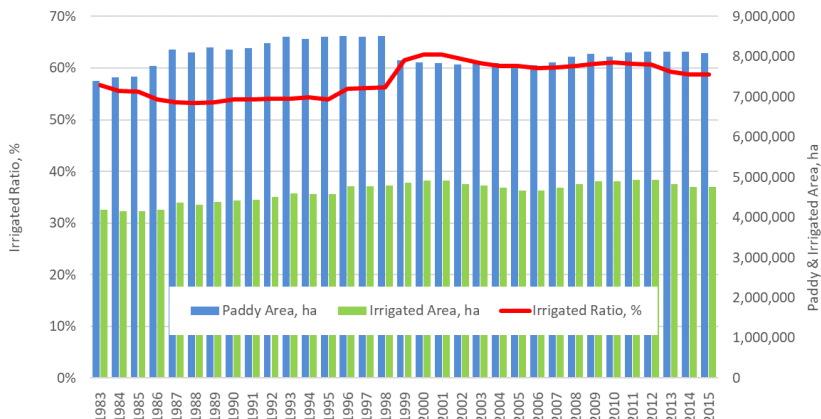


図 7.2.2 灌漑率の長期的傾向

出典: Statistics Indonesia (Badan Pusat Statistik; BPS)

## 2) 水稻生産における乾地水稻生産の占める割合

前述のように、BPS で入手可能な統計データは、湿地と乾地の合計のコメ生産データとなる。生産量の詳細が分かるサンプリング調査結果から、図 7.2.3 に全水稻生産量に占める陸稲（乾地水稻）生産量の割合を示す。グラフに示されるように、陸稲のシェアは2015年まで5~6%の範囲であり、2016年と2017年の最後の2年間でシェアは5%をわずかに下回っている。このことから、湿地水稻は米生産の大部分を占めており、水稻生産量の増加のためには湿地水田の強化が優先されるべきである。

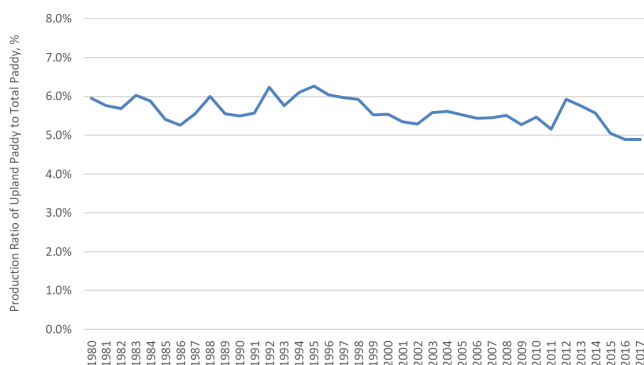


図 7.2.3 乾地水稻生産量割合の長期的傾向

出典: Statistics Indonesia (Badan Pusat Statistik; BPS)

## 3) インドネシア国の主食の自給レベル

インドネシア国は食料安全保障に高い優先度を与えてきたが、米の純輸入国でもある。図 7.2.4 はインドネシア国の総水稻生産量に占める割合と共に輸入米量（精白米ベース）を示している。なお、この比率は、以前の方法で推定された元のコメ生産量と、BPS の新しい方法による調整されたコメ生産量（2016年と2017年の生産量の調整に適用された32%の削減量）の両者に対して示す。

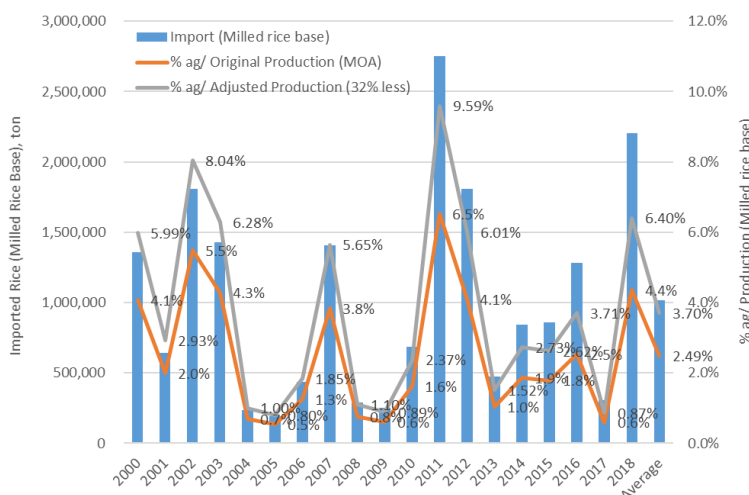


図 7.2.4 コメ輸入量および総コメ生産量に占める割合

出典: Statistics Indonesia (Badan Pusat Statistik; BPS)

図より、インドネシア国は毎年最低20万トンから270万トンを超える精米を輸入しており、年間平均輸入量は約100万トンであることが分かる。この輸入量は、インドネシア国の総水稻生産量の約3%に相当する。換言すれ

ば、インドネシア国のコメの自給率は約 97%に達している。

## 7.2.2 コメ供給予測の手法

### 1) 2015 年（基準年）におけるコメ生産量

本業務では、コメの需要・供給予測に係る基準年を 2015 年としている。他方、基準年である 2015 年を境にして、インドネシア政府ではコメ生産に係るデータの大幅な見直しが図られている。現在、BPS による新しい算定手法により、2016 年～2018 年の 3 年間のコメ生産量が再計算されており、その値は表 7.2.1 に示すとおり、一律 32%の下方修正となっている。このことから、2015 年（基準年）におけるコメ生産量についても BPS による新しい算定手法に準拠し、32%の下方修正を行うこととする。

BPS の統計データによると、コメ生産量には来シーズンに種子として利用される量が含まれている。しかしながら、この種子については農家が保有しているため消費用に市場には放出されない。したがって、コメの供給予測においては、BPS 統計の生産データから種子の必要量 60kg/ha を差し引く必要がある。さらに、コメ供給予測は、水稲と陸稲を区別して行う。陸稲は全コメ生産量の 5%を占めるものと仮定して、水稲供給量に加えて、全体のコメ供給量を推定する。

以上の検討の結果、表 7.2.1 に基準年 2015 年の調整前の生産量と、換算係数 32%削減を利用した調整後の生産量、そして、湿地および乾地からのコメの生産量、種子の必要量および種子を除いた生産量を示す。種子を除いた湿地水田生産量（水稲生産量）は 48,269,000 トンに達する。これを、基準となる 2015 年時点での全国レベルでの湿地水田生産量の初期値として採用する。

表 7.2.1 異なる算定手法による 2015 年から 2018 年におけるコメ生産量データ

Yr	Particulars	Previous methodology applied	New methodology applied	Diff. (% change)
2015	Harvested area (1,000 ha)	14,117	N.A.	-
	Yield (ton/ha)	5.34	N.A.	-
	<b>Production (1,000 ton)</b>	<b>75,398</b>	<b>51,270 (adjusted) 50,694 (less seed) 48,269 (less UpP*)</b>	JICA estimate See Table 7.2.2 for detail
2016	Harvested area (1,000 ha)	15,156	N.A.	-
	Yield (ton/ha)	5.24	N.A.	-
	<b>Production (1,000 ton)</b>	<b>79,355</b>	<b>54,032</b>	<b>▲25,323 (▲31.9)</b>
2017	Harvested area (1,000 ha)	15,712	N.A.	-
	Yield (ton/ha)	5.17	N.A.	-
	<b>Production (1,000 ton)</b>	<b>81,149</b>	<b>55,255</b>	<b>▲25,894 (▲31.9)</b>
2018	Harvested area (1,000 ha)	N.A.	10,904	-
	Yield (ton/ha)	N.A.	5.19	-
	<b>Production (1,000 ton)</b>	<b>83,040</b>	<b>56,538</b>	<b>▲26,502 (▲31.9)</b>

出典：Agricultural Statistics 2018 (Ministry of Agriculture, 2018), Statistics of Food Consumption 2018 (Ministry of Agriculture, 2018), and LUAS PANEN DAN PRODUKSI BERAS DI INDONESIA 2018 (BPS, 2018), \*/ UpP stands for upland paddy.

### 2) 水稲作付率の基準値

コメ供給のシミュレーションを始めるに当たって、水稲作付率を設定する必要がある。BPS データからは、天水田と灌漑水田における水田の各々の作付率を把握できないため、水稲作付率の基準値を次のように設定する。

- ① 非灌漑水稲の作付率を便宜的に 100%に設定
- ② 非灌漑農地面積に非灌漑水稲の作付率を掛けることで非灌漑水稲の収穫面積を算出
- ③ 全収穫面積から非灌漑水稲の収穫面積を差し引き、灌漑水稲の収穫面積を算出



④ 灌漑水稻の収穫面積を灌漑農地面積で除すことで灌漑水稻の作付率を算出

### 3) コメ供給シミュレーションにて考慮するケース設定

シミュレーションケースの設定においては農地転換に関する 4 つのケース、既存灌漑事業に関する維持管理の有無、2015～2019 年実施中の現行 100 万 ha 開発事業の有無、また 2027 年までの完了を目標としている現行のダム灌漑開発事業（計 464,886 ha）の有無、さらに反収成長パターンに関する 3 つのケース（変化なし、高成長および低成長）の組み合わせを考慮する。すなわち、計 96 のケースにつきシミュレーションを行う（表 7.2.2 参照）。

**表 7.2.2 コメ供給量のシミュレーションケース（下記ケースごとに農地転用の 4 ケースを考慮）**

S.N	Case	Existing Schemes Rehabilitation	On-going Dev't (2015-19), 1 M.ha	On-going w/Dam (till 2028)	Crop Yield
1	F0-D0-O0-Y0	Not Maintained	Not Considered	Not Considered	No Change (2015)
2	F0-D0-O0-Y1	Not Maintained	Not Considered	Not Considered	Change by LogN
3	F0-D0-O0-Y2	Not Maintained	Not Considered	Not Considered	Change by Linear T.
4	F0-D0-O1-Y0	Not Maintained	Not Considered	Considered	No Change (2015)
5	F0-D0-O1-Y1	Not Maintained	Not Considered	Considered	Change by LogN
6	F0-D0-O1-Y2	Not Maintained	Not Considered	Considered	Change by Linear T.
7	F0-D1-O0-Y0	Not Maintained	Considered	Not Considered	No Change (2015)
8	F0-D1-O0-Y1	Not Maintained	Considered	Not Considered	Change by LogN
9	F0-D1-O0-Y2	Not Maintained	Considered	Not Considered	Change by Linear T.
10	F0-D1-O1-Y0	Not Maintained	Considered	Considered	No Change (2015)
11	F0-D1-O1-Y1	Not Maintained	Considered	Considered	Change by LogN
12	F0-D1-O1-Y2	Not Maintained	Considered	Considered	Change by Linear T.
13	F1-D0-O0-Y0	Maintained	Not Considered	Not Considered	No Change (2015)
14	F1-D0-O0-Y1	Maintained	Not Considered	Not Considered	Change by LogN
15	F1-D0-O0-Y2	Maintained	Not Considered	Not Considered	Change by Linear T.
16	F1-D0-O1-Y0	Maintained	Not Considered	Considered	No Change (2015)
17	F1-D0-O1-Y1	Maintained	Not Considered	Considered	Change by LogN
18	F1-D0-O1-Y2	Maintained	Not Considered	Considered	Change by Linear T.
19	F1-D1-O0-Y0	Maintained	Considered	Not Considered	No Change (2015)
20	F1-D1-O0-Y1	Maintained	Considered	Not Considered	Change by LogN
21	F1-D1-O0-Y2	Maintained	Considered	Not Considered	Change by Linear T.
22	F1-D1-O1-Y0	Maintained	Considered	Considered	No Change (2015)
23	F1-D1-O1-Y1	Maintained	Considered	Considered	Change by LogN
24	F1-D1-O1-Y2	Maintained	Considered	Considered	Change by Linear T.

出典：JICA 調査団

### 7.2.3 水田面積減少・農地転用予測：湿地水田

水田の農地転用は、インドネシア国の食料安全保障を考える上で重要な課題の 1 つである。この課題に対処するために、インドネシア国政府は、持続可能な農業農地に関する法律 2009 年第 41 号（LP2B：Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan）を既に制定しており、これには LP2B に該当する農地に対して本来の用途と異なる不適切な利用を行った場合、その者は最高 5 年の禁固刑、または最高 1,000,000,000 Rs の罰金刑が規定されている。

水田の農地減少を推定するため、“the Utilization of High Resolution Spatial Data Shows an Alarming Conversion Rate (2016)”、および欧州宇宙機関（ESP）が公表している地球規模の土地被覆図（GLC Map）を利用する。前者は 2000 年から 2015 年間の農地減少を推定している。GLC マップは ESA の衛星画像に基づいて生成され、毎年の土地利用の時系列変化を検出することができる。以下では、水田の減少をこれらの情報源から検討し、それを 2015 年から 2044 年の期間にわたるインドネシア国の水稻供給のシミュレーションに適用する。

#### 1) インドネシア調査論文による水田面積減少（2016）

最近の研究として、Anny Mulyani 他、”Balai Besar Litbang Sumberdaya, Lahan Pertanian”が、選



定された 9 つの州において、中解像度および高解像度の衛星画像を用いて水田面積の減少について調査した。調査は 2013 年から 2015 年にかけて行われ、その成果として、‘the Utilization of High Resolution Spatial Data Shows an Alarming Conversion Rate, 2016’を公表している。

この研究は、West Java、East Java、Bali、West Nusa Tenggara、South Sulawesi、South Kalimantan、South Sumatra、North Sumatra、Gorontalo といった 9 つの主要なコメ生産州をカバーしている。地方レベルの分析には、2000 年の Landsat 画像を 2013 年のそれと比較している。一方、村レベルの分析には、8 年間から 12 年間にわたる Google Earth の IKONOS、Quickbird、および Worldview が使用されている。これらを分析し、9 州の水田の転用率は年間 54,716 ha (表 7.2.3 参照)、全国レベルでは 96,512 ha に達すると結論付けている。

表 7.2.3 近年の Google Earth Image により把握された水田農地減少

Provinces/ National	Paddy Land Conversion	Remarks
West Java	16,714	
East Java	16,654	
Bali	957	
West Nusa Tenggara	3,303	
South Kalimantan	2,797	
South Sulawesi	3,563	
Gorontalo	275	In north Sulawesi
South Sumatra	6,926	
North Sumatra	3,527	
Above Total	54,716	
<b>Nation-wide (estimated)</b>	<b>96,512</b> (divided by 0.567)	Nine provinces share 56.7% of paddy production against whole production

出典: The Utilization of High Resolution Spatial Data Shows an Alarming Conversion Rate, 2016

## 2) ESA-GLC Map に基づく水田農地減少

ESA (欧州宇宙機関) は、欧州宇宙機関気候変動イニシアチブの下で、世界中をカバーする土地被覆図を作成している。ESA の世界の土地被覆図は、1992 年から Glob Cover の Web サイトにて公開されている。気候変動イニシアチブでは、中解像度イメージングスペクトロメーター (MERIS)、表面反射率 (SR) 時系列を利用して一連の土地被覆図を作成している。解像度は 300m とそれほど高くないが、Envisat Advanced Synthetic Aperture Radar (ASAR) データの採用や、さらに精度を向上させるために、アドバンスト超高分解能放射計 (AVHRR) および PROBA-V の SR 時系列などが追加されている。

ESA-GLC で処理されたラスタデータを使用して、JICA 調査団は長期にわたる土地利用の変化を検討した。この結果、図 7.2.5 に示すように、全国ベースでは年間約 2 万~3 万ヘクタールの水田が他の用途に転用されていると推定される。水田転用はジャワ島で最も大きく、次いでスマトラ島が大きい。また水田転用の傾向は、特にスマトラ島では増加傾向にあることが示されている。

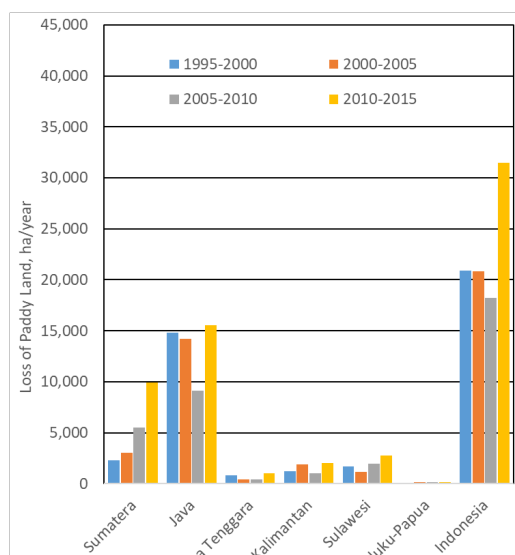


図 7.2.5 島別の水田農地転用

出典: ESA-GLC, & BPS Statistics

## 3) シミュレーションにおける水田農地減少

農地の転用については、以上の議論に沿って、ESA-GLC によって推定された水田農地減少、お

よび研究論文‘The Utilization of High Resolution Spatial Data Shows an Alarming Conversion Rate, 2016’が示している農地減少の両者を適用する。なお、後者では地域別（例えば州別）の減少が示されていないため、州ごとに算出された ESA-GLC の結果を下に、総農地転用面積に合わせて比例的に調整して用いることとする。

将来の農地転用の予測については、将来予測される経済成長の程度を考慮に入れる。JICA 調査団は、将来の水田農地転用と将来見込まれる経済成長の間で、以下の関係を仮定する。すなわち、経済成長が大きいほど、より大きな農地転用が起こることを想定している。

将来の水田面積減少:

$$= (\text{Loss 2010-15}) \wedge (1 + \text{Economic Growth Forecast, \%})$$

注：経済成長率はコメ需要で参照している成長率と同じである。

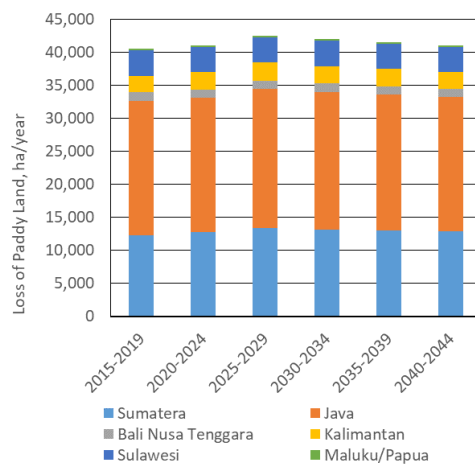


図 7.2.6 水田転用面積の予測, ha/年  
出典：JICA based on ESA-GLC, BAPPENAS

図 7.2.6 および表 7.2.4 は 2015 年から 2044 年までの 5 年毎の水田転用面積の予測を示している。転用予測面積は、年間約 40,000ha から 42,000ha/年の範囲であり、主にジャワ島、次にスマトラ島で発生すると予測されている。これら 2 つの島で予想される農地転用面積は、総農地転用面積の 80%にもなる。

表 7.2.4 予想経済成長率に基づく将来の予想農地転用面積, ha/年

No.	Islands	Projected Economic Growth, %						Projected Paddy Land Loss by E. Growth, ha/year					
		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2015-19	2020-24	2025-29	2030-34	2035-39	2040-44
1	Sumatera	4.42	5.17	6.13	5.85	5.61	5.37	12,319	12,768	13,362	13,186	13,038	12,890
2	Java	5.43	5.46	6.23	5.95	5.71	5.47	20,280	20,309	21,061	20,785	20,551	20,318
3	Bali N/ T	5.60	4.94	5.46	5.18	4.94	4.70	1,328	1,287	1,319	1,301	1,287	1,272
4	Kalimantan	3.98	5.26	5.91	5.63	5.39	5.15	2,467	2,623	2,705	2,670	2,639	2,609
5	Sulawesi	7.50	6.64	6.88	6.60	6.36	6.12	3,974	3,817	3,860	3,810	3,767	3,725
6	Maluku/Papua	6.14	5.79	6.01	5.73	5.49	5.25	228	224	227	224	221	219
7	Indonesia	5.32	5.46	6.20	5.92	5.68	5.44	40,596	41,028	42,534	41,976	41,503	41,034

出典：JICA 調査団、BAPPENAS（経済成長率）、Land loss (ESA-GLC)

将来の農地転用については、上記に加えて、研究論文‘The Utilization of High Resolution Spatial Data Shows an Alarming Conversion Rate, 2016’の結果も利用する。この研究では高解像度の衛星データを利用しているため、9 つの州のみを対象としているが、分析結果は ESA-GLC よりも正確であると推察される。インドネシア全土で年間 96,512ha の水田農地減少を示すこのデータを利用するために、ESA-GLC に基づく結果を図 7.2.7 と下表に示すように比例して増加させることとする（2015～2019 年の初期値を 96,512ha とし、州ごと転用面積、また 2020 年以降の転用率は ESA-GLC の転用面積から比例的に増加させる）。

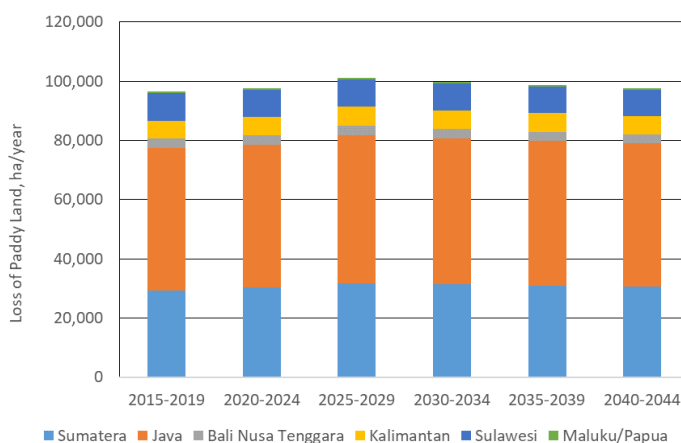


図 7.2.7 年間当たり調整済水田転用面積, ha/年  
出典：JICA 調査団、ESA-GLC、Research Paper utilizing high resolution satellite imaginaries

**表 7.2.5 高分解能衛星データ利用に基づく将来の調整水田農地減少面積, ha/年**

No.	Islands	Adjusted Paddy Land Loss, ha/year					
		2015-2019	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044
1	Sumatera	29,288	30,355	31,766	31,349	30,995	30,645
2	Java	48,213	48,282	50,070	49,414	48,857	48,305
3	Bali Nusa Tenggara	3,156	3,059	3,135	3,094	3,059	3,024
4	Kalimantan	5,866	6,236	6,431	6,347	6,275	6,204
5	Sulawesi	9,447	9,075	9,178	9,058	8,957	8,856
6	Maluku/Papua	542	533	539	531	525	519
7	Indonesia	96,512	97,540	101,119	99,793	98,667	97,552

出典: JICA 調査団、ESA-GLC、The Utilization of High Resolution Spatial Data Shows an Alarming Conversion Rate, 2016

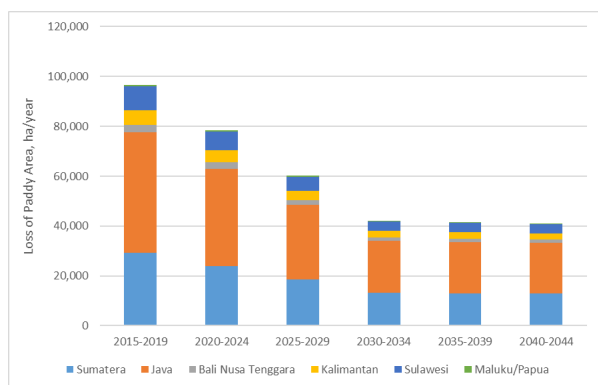
年間 10 万 ha にも及ぶ大規模な水田転用が継続するとすれば、投資の無駄につながる可能性がある。そのため、水田農地減少を抑制するための努力が今後なされるものとして、上記の 2 ケースを組み合わせた代替ケースをあわせて提案する。ここでは、水田の農地減少は、高解像度衛星画像解析に基づく減少量から、ESA-GLC に基づいて推定されている減少量へと緩やかになると仮定する。

表 7.2.6 は、将来の水田供給のシミュレーションに適用されるべき水田農地減少の計 4 ケースについてまとめている。1) ケース 1 は経済成長予測の影響を考慮した ESA-GLC の結果、2) ケース 2 は高解像度衛星画像解析に基づく結果、ケース 3 とケース 4 は農地転用による損失面積が、2015～19 年について採用しているケース 1 の面積から、それぞれ中期開発計画 2 期分（10 年）と中期開発計画 1 期分（5 年）の期間をかけてケース 2 の面積の水準にまで減少するケースである。なお、JICA 調査団は、将来の農地転用による水田損失の基準面積は、ケース 3 を目標とすべきであると考える。

**表 7.2.6 将来のコメ供給量予測にて用いられる将来の水田転用面積, ha /年**

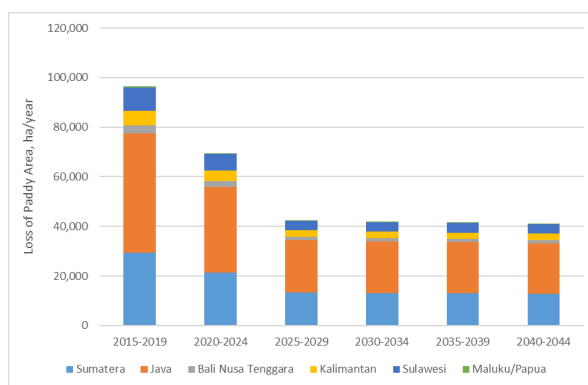
Cases	2015-2019	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044
Case 1	40,596	41,028	42,534	41,976	41,503	41,034
Case 2	96,512	97,540	101,119	99,793	98,667	97,552
Case 3	96,512	78,333	60,155	41,976	41,503	41,034
		Reduced over 2 mid-dev. Terms				
Case 4	96,512	69,523	42,534	41,976	41,503	41,034
		Over 1 term				

出典: JICA 調査団、ESA-GLC、Research Paper utilizing high resolution satellite imaginaries



**図 7.2.8 水田面積減少(Case 3), ha/年**

出典: JICA 調査団、ESA-GLC、Research Paper utilizing high resolution satellite imaginaries



**図 7.2.9 水田面積減少(Case 4), ha/年**

出典: JICA 調査団、ESA-GLC、Research Paper utilizing high resolution satellite imaginaries

### 7.2.4 反収予測

水稻の反収は過去の変遷から確認できるとおり、増加傾向にあり、今後も増加していくことが見込まれる。ただし、水稻の収量は R&D や普及、補助などの政策的な支援の有無によりその増加

程度は異なるものと想定される。このことから、二通りのシナリオのもと反収変化を設定した。図 7.2.10 にシナリオ 1 および図 7.2.11 にシナリオ 2 に用いる過去の島別の反収の変化を示す。

シナリオ 1 においては、反収の将来の増加を対数自然曲線によって推定している。なお、2015 年の開始反収は、2015 年に記録された実際の反収にあわせるよう調整を行っている。シナリオ 2 の反収予測では、1998 年に大規模なエルニーニョが発生し、水稻生産量が劇的に減少したことを考慮し、その前年の 1997 年の反収と 2015 年の反収が直線的に増加していくと仮定している。

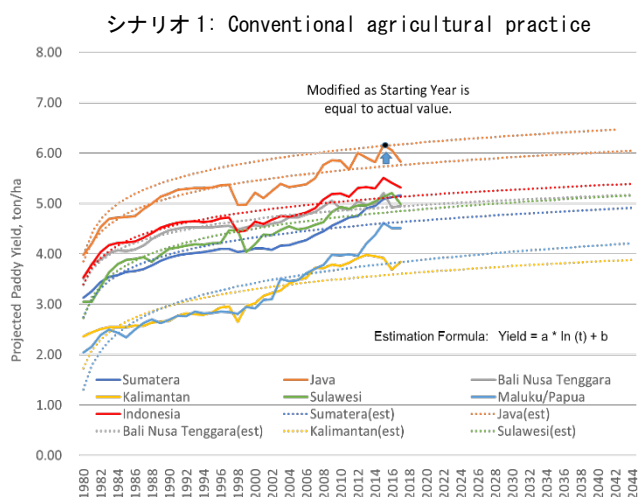


図 7.2.10 島別の水稻反収の推移と近似曲線（対数）  
（2015 年反収に調整）

出典：Production of Food Crops 1990-2015 (BPS, 1990-2015) and Database Agricultural Statistics-Ministry of Agriculture Website (Accessed May 2019)

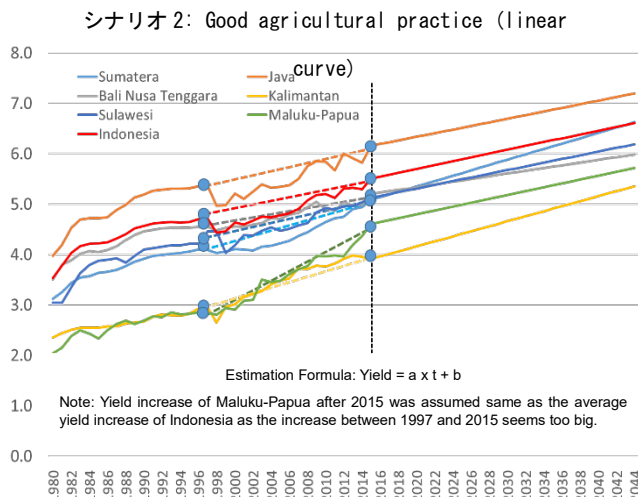


図 7.2.11 島別の水稻反収の推移と近似曲線（線形）  
（1997 年～2015 年）

出典：Production of Food Crops 1990-2015 (BPS, 1990-2015) and Database Agricultural Statistics-Ministry of Agriculture Website (Accessed May 2019)

表 7.2.7 反収増加概算値（対数および線形）

Island	Log-Nature (Year 1980 = 1st Year) Yield in year $t = a + b * \text{Log}(t)$			Linear-Line (1997=1st Year) Yield in year $t = a + b * t$		
	Slope	Intercept	Intercept (adjusted)	Slope	Intercept	Intercept (adjusted)
Sumatera	0.52	2.74	3.21	0.05	4.04	4.10
Java	0.53	3.85	4.26	0.04	5.33	5.37
Bali/Nusa Tenggara	0.43	3.39	3.66	0.03	4.53	4.55
Kalimantan	0.52	1.30	2.05	0.05	2.91	2.96
Sulawesi	0.58	2.73	3.03	0.04	4.43	4.46
Maluku-Papua	0.70	1.30	2.10	0.09	2.75	2.84

注：a: intercept, b: slope, t: year passed (=1, 2, 3, 4, ...,)

### 7.2.5 コメ生産量予測

前節で示した 96 ケースに基づき、2015 年から 2044 年までのコメ生産量を予測した。なお、ここでの生産量は乾地稲作（陸稲）を除いた湿地水田（水稻）の生産量のみを意味し、また種子として必要な量を除いている（約 60kg/ha）。図 7.2.12 は 96 ケースすべてにおけるコメ生産量を示す一方、図 7.2.13 は水稻生産にとって最も重要な決定要因である水田転用面積に基づいて設定された、4 つの基本ケースのみを示す。基本ケースの条件は以下の通りであり、将来のコメ供給予測として最も起こり得ると想定されるシナリオ（JICA 調査団の基本ケース）を示している。

- ✓ 既存灌漑施設は将来ともに維持管理される（灌漑水田での反収の低下は発生しない）。
- ✓ 2015 年から 2019 年にかけての 100 万 ha の新規灌漑開発を考慮する。
- ✓ 2027 年までに完了予定の、進行中のダム灌漑計画を考慮に入れる。
- ✓ 反収は自然対数曲線的に増加する。



図 7.2.13 に示す 4 つのケースは上記の条件をすべて当てはめたものである。最低のコメ供給量の予測値（灰色の線）は、将来ともに年間約 10 万 ha の農地転用のもとで算定されたものである。2 番目に低いコメ供給予測（赤線）は、2015 年～2019 年の中期計画期間の年間農地転用面積約 10 万 ha からその後の 2 期分の中期開発計画（10 年間）の期間を経て約 4 万 ha の農地転用がなされるという条件下で算定している。2 番目に高いコメ供給予測（薄茶色の線）は、2015 年～2019 年の中期計画の期間以降、1 期分の中期開発計画（5 年間）にわたって約 10 万 ha から約 4 万 ha の農地転用面積に移行する、という想定の下で推定されている。さらに、最大のコメ供給予測（青線）は、年間約 40,000ha の農地転用面積のもとで算定されたものである<sup>5</sup>。

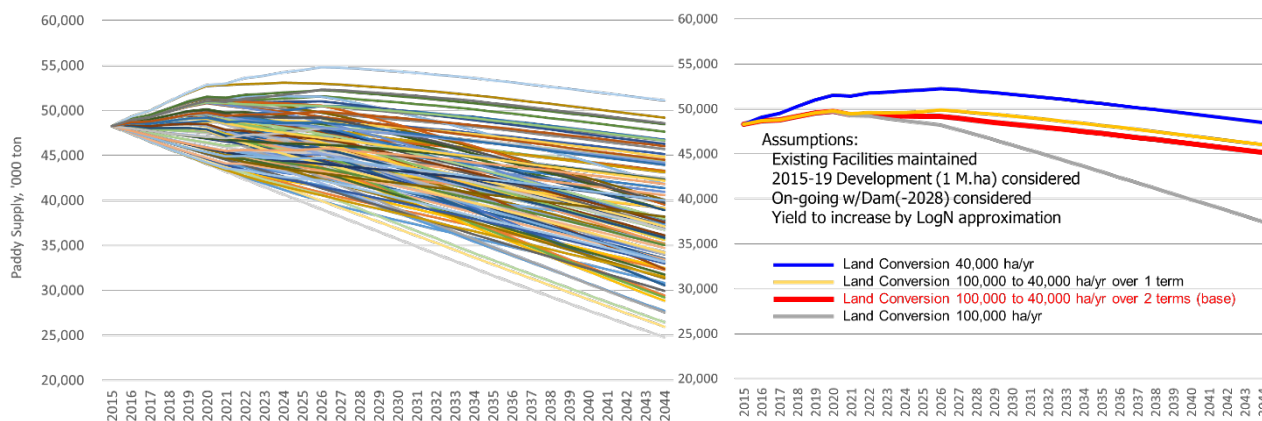


図 7.2.12 96 ケースのコメ供給予測  
(種子必要量考慮せず、水稲生産量のみ)

出典: JICA 調査団

図 7.2.13 農地転用の主要な 4 シナリオにおける  
コメ供給予測

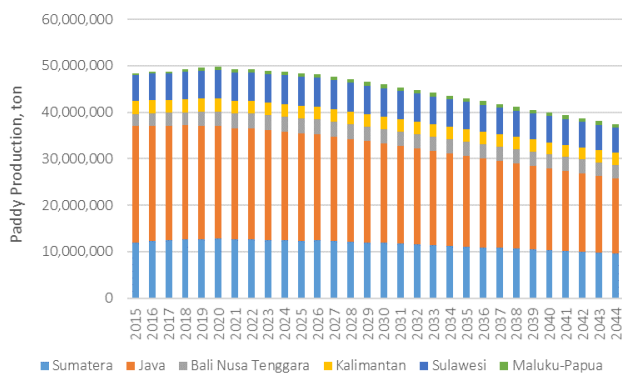
出典: JICA 調査団

図 7.2.13 に示す 4 つのケースのコメ供給量を詳細に説明するために、図 7.2.14 から図 7.2.17 に、最も低いケース（図 7.2.13 の灰色の線）、2 番目に小さいケース（図 7.2.13 の赤い線）、2 番目に高いケース（図 7.2.13 の淡い茶色の線）、そして最も高いケース（図 7.2.13 の青い線）のコメ供給予測を島別に示す。さらに、2015 年から 2019 年の年間 10 万 ha から 2030 年以降に年間 4 万 ha へと農地転用面積が変化するケースを取り出し、図 7.2.18 から図 7.2.23 に異なる介入の下での水稲供給予測を示す。これらの図から、次のことが示唆される。

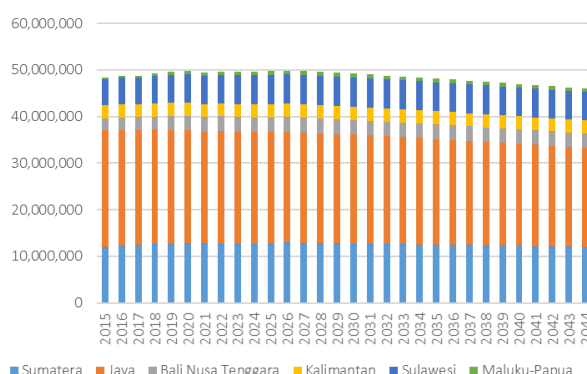
- ✓ 2015 年の初年度において、インドネシア国の総コメ生産量は 48,269,000 トンに設定されており、これには乾地稲作（陸稲）や種子生産は含まれていない。そこから、2015 年から 2019 年にかけて進行中の 100 万 ha の新規灌漑開発と進行中のダム灌漑計画により、供給は一時的に増加するが、その後農地転用の速度に応じて、コメ供給は減少し始める（図 7.2.14 から図 7.2.17 参照）。
- ✓ 農地転用の速度にもよるが、2044 年の全国のコメ供給量は 37,443,000 トン（2015 年の生産量の 78%）、45,146,000 トン（93%）、46,031,000 トン（95%）、そして 48,482,000 トン（図 7.2.14 から図 7.2.17 を参照）と見積もられる。これは、農地転用の規模が生産量にどのように影響するかを示している。
- ✓ ジャワ島からのコメ供給は大半を占めており、例えば、基準年 2015 年では全生産量の 52% を占めている。しかしながら、ジャワ島の農地転用は他の島のそれより大きいと予想されるので、ジャワ島のコメ生産のシェアは農地転用の規模に応じて、各々、43%、46%、46%、および 47% に減少することが予想される（図 7.2.14～図 7.2.17 参照）。

<sup>5</sup> 2003 年の農業センサスによると、年間平均で 18 万 8 千 ha の水田が他用途に転用され（1999-2002 年）、そのうち、農業以外の工業用地や住居に転用されたものが 11 万 ha、水田以外の農地に転用されたものが 7.8 万 ha である（3.1.6 節参照）。

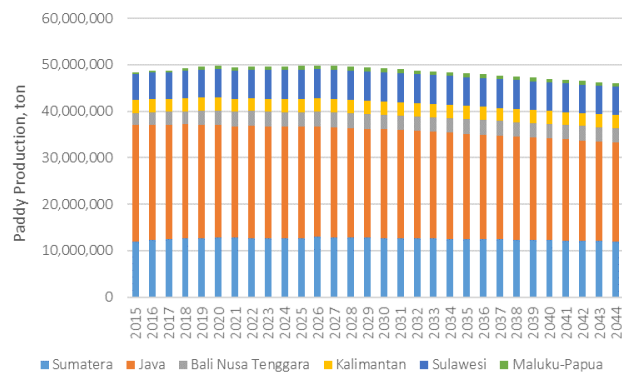
- ✓ 土地転用率が 10 年かけて約 10 万 ha/年から 40,000 ha/年に変化する場合（JICA 調査団の基本ケース）、図 7.2.18～図 7.2.23 に示すように、灌漑施設の整備状況の想定に応じて以下のようなコメ供給が予測される。
  - 図 7.2.18 は介入が行われない場合、すなわち施設が維持管理されない（灌漑下での作付率が 50 年間で天水の水準に低下する場合）、また実施中の開発を考慮せず、かつ反収の増加がないケースを示している。この場合、コメの供給量は 2044 年には 30,826,000 トンに大きく減少すると予測される（2015 年の基本生産量の 64%、図 7.2.18 参照）。
  - 次に、既存の灌漑施設の維持管理がなされることによって、現在の作付率は維持されるが、他の介入（実施中のもも含めた新規灌漑開発）が行われない場合には、2044 年のコメ供給量は 37,364,000 トンに減少すると予測される（2015 年基準生産量の 77%、図 7.2.19 参照）。
  - 上記の仮定に加えて、灌漑施設が維持管理され、実施中の約 100 万 ha の新規開発が考慮される場合、コメ供給量は 2044 年に 41,343,000 トンに減少すると予測される（基準年 2015 年の生産量の 86%、図 7.2.20 を参照）。
  - さらに、進行中のダム灌漑開発が考慮される場合、コメ供給量は 2044 年に 43,113,000 トンに減少すると予測される（基準年 2015 年の生産量の 89%、図 7.2.21 参照）。
  - 上記の介入に加えて、対数近似で収量が増加する場合、2044 年のコメ供給量は 45,146,000 トンに減少すると予測される（2015 年基準生産量の 94%、図 7.2.22 参照）。一方、収量が線形近似で増加する場合、2044 年のコメ生産量は 47,618,000 トンに減少する（2015 年の基本生産量の 99%、図 7.2.23 参照）。



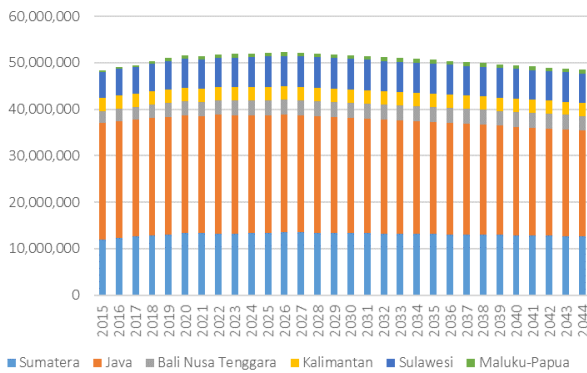
**図 7.2.14 コメ供給予測：最も低い場合  
(年間 100,000 ha の農地転用)**  
出典：JICA 調査団



**図 7.2.15 コメ供給予測：2 番目に低い場合（10 年間で  
年間 100,000ha から 40,000ha に農地転用面積が変化）**  
出典：JICA 調査団



**図 7.2.16 コメ供給予測：2 番目に高い場合（5 年間で  
年間 100,000ha から 40,000ha に農地転用面積が変化）**  
出典：JICA 調査団



**図 7.2.17 コメ供給予測：最も高い場合  
(年間 40,000ha の農地転用)**  
出典：JICA 調査団



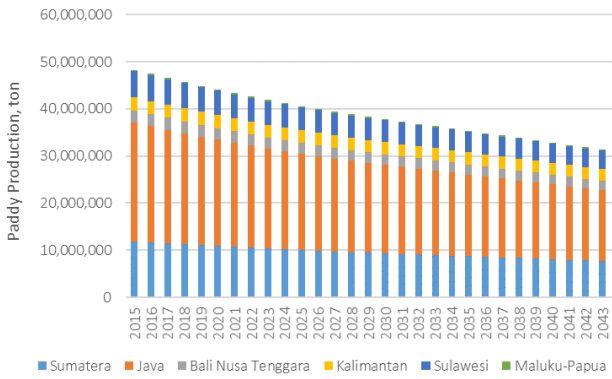


図 7.2.18 コメ供給予測：2 番目に低い場合  
(他の介入なし)  
出典：JICA 調査団

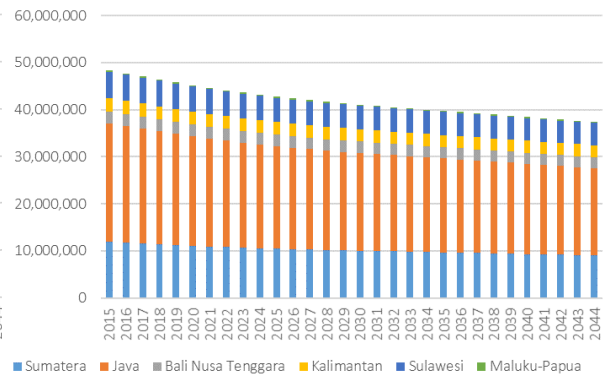


図 7.2.19 コメ供給予測：2 番目に低い場合  
(施設が維持管理される場合)  
出典：JICA 調査団

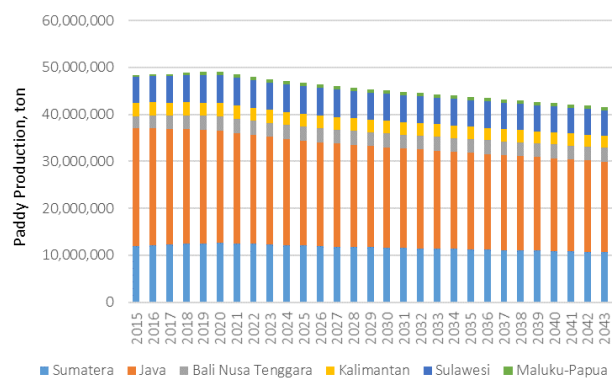


図 7.2.20 コメ供給予測：2 番目に低い場合 (施設が維持され、100 万 ha の新規灌漑開発を考慮)  
出典：JICA 調査団

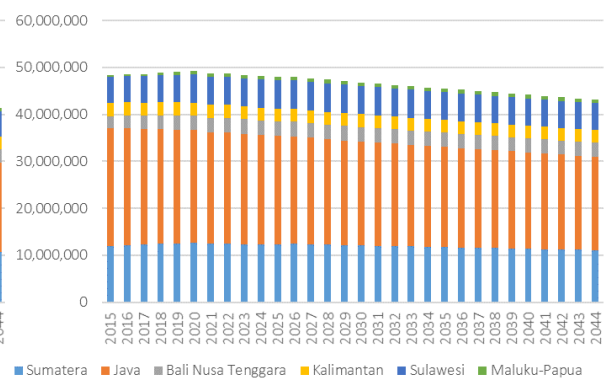


図 7.2.21 コメ供給予測：2 番目に低い場合 (施設が維持され、100 万 ha の開発とダム灌漑を考慮)  
出典：JICA 調査団

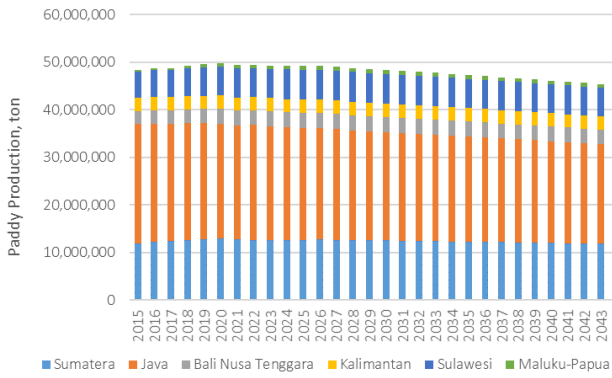


図 7.2.22 コメ供給予測：2 番目に低い場合 (施設が維持され、100 万 ha の開発とダム灌漑、および対数近似による反収増加を考慮)  
出典：JICA 調査団

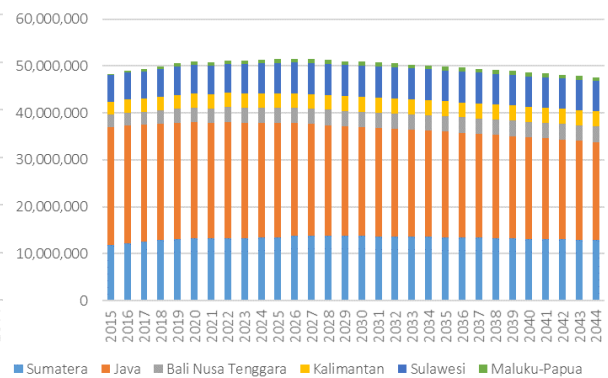


図 7.2.23 コメ供給予測：2 番目に低い場合 (施設が維持され、100 万 ha の開発とダム灌漑、および線形近似による反収増加を考慮)  
出典：JICA 調査団

### 7.3 食料安全保障にかかる全国長期コメ生産ロードマップの提案

前述の7.1では、2015年から2044年までの将来の米需要をさまざまなシナリオで試算した米需要分析について論じた。人口増加は都市化、経済成長などよりも将来の米需要において最も大きな役割を果たすことがわかった。米需要分析に続いて、7.2の米供給分析では、農地転用等様々な要因を考慮して将来の米供給を予測した。これらの議論とともに、本節ではインドネシアの食料安全保障のための長期的な全国ロードマップを提案する。

#### 7.3.1 コメ需要 - 供給ギャップの特定 (2015年~2044年)

将来のインドネシアの食料安全保障のためのロードマップを提供するためには、まず、予測されるコメ需要量から予測されるコメ供給量を差し引くことによって米需要-供給ギャップを特定する必要がある。需要と供給のバランスをギャップと定義し、インドネシア政府は、灌漑開発の推進、肥料補助金の提供、研究開発および質の高い種子の普及等を含む政策支援により、ギャップを埋めるような努力が求められる。

本節では7.1で予測したコメ需要量と7.2で予測したコメ供給量とのバランスとして、それぞれで提示した選択シナリオの組み合わせを用いてギャップを計算することとする。需要側からは、表7.3.1に示す合計4つのケースを選択し、供給側としてさらに表7.3.2に示す4つのケースを選択した。

- ✓ コメ需要は主に人口増加の影響を受けているため、将来の米需要の可能性に備えるために、人口増加に関する4つのケース、すなわち、低成長、中低成長、中高成長、高成長のすべてを検討する必要がある。また、インドネシアにおける食料安全保障の優先順位を考慮することとする。
- ✓ コメ供給では、10年間で約10万ha/年から4万ha/年までの2ケースの農地転用と対数関数と直線形による増収のような2ケースの増収の組み合わせによって合計4ケースが選択される。なお、これらのケースでは灌漑施設は適切な維持管理がなされ、また、2015~2019年における100万haの新規開発、2027年目標の現在進行中のダム建設がなされることを前提とする。

表 7.3.1 ギャップ分析に供するコメ需要側主要4ケース

No.	4 cases out of total 24 cases	Population growth	Urbanization	Economic Growth
D1	P0-U0-G0, base case	Slow	First	High
D2	P1-U2-G1	Lower-middle	Slow	Low
D3	P2-U0-G0	Upper-middle	First	High
D4	P3-U2-G1	Fast	Slow	Low

出典: JICA 調査団

表 7.3.2 ギャップ分析に供するコメ供給側主要4ケース

No.	4 cases out of total 96 cases	Land Conversion	Yield	Other Conditions
S1/ S1U*	F1-D1-O1-Y1 (LC:10/4), base case	Approx.. 100,000 to 40,000ha over 10 years	By LogN increase	All considered
S2/ S2U	F1-D1-O1-Y1 (LC:10/10)	Approx. 100,000 to continue	By LogN increase	All considered
S3/ S3U	F1-D1-O1-Y2 (LC:10/4)	Approx.. 100,000 to 40,000ha over 10 years	By Linear increase	All considered
S4/ S4U	F1-D1-O1-Y2 (LC:10/10)	Approx. 100,000 to continue	By Linear increase	All considered

Note: \*/ アスタリスク記号がない場合、湿地からの水田生産のみを示す、ある場合は、総水田生産量の5%である陸稲生産を含む

出典: JICA 調査団

コメ需要 - 供給のギャップにかかる分析により合計 16 ケースの将来のギャップが提示される。ここで提示されるギャップは総コメ生産量の約 5%を占める陸稲の貢献を含まず、分けて考慮することとした。なお、種籾量については考慮しないこととした。実際、種籾は市場に出荷される前に農家によって保管され、他方で種籾は市場で需要されないと仮定している（すなわち、バランス 0 で相殺される）。

図 7.3.1 は、陸稲の寄与なしで籾米量として表示された米の需要 - 供給ギャップの合計 16 ケースを示し、図 7.3.2 は同じ 16 ケースについて、陸稲による生産分を考慮して籾米量を 105%に増加させた値を示す。

図では、最も可能性の高い 2 つのケースがそれぞれ太字の赤い色の線で示されている。これは人口増加が低成長ですすみ、かつ 1) 10 年間で約 10 万 ha /年から 40,000ha /年への農地転用があるケース、および 2) 約 10 万 ha /年の農地転用が継続してあるケースである。さらに、これらのケースを表 7.3.3 にまとめ、最低需要に対するギャップ（JICA 調査団のベースケース）として示した。これらの図表より以下の事項が明らかとなる。

- ✓ 両図に示されているように、主に 2015～2019 年進行中の 100 万ヘクタールの新規開発の実施により、ギャップは 2019 年～2020 年に向かって狭くなり、この 2019 年～2020 年以降についてもいくつかのケースではギャップは拡大されない。これは、進行中のダム灌漑計画が 2027 年まで継続することによるものである。
- ✓ 陸稲を考慮しない場合の 2044 年における最も小さい需要 - 供給のギャップは、農地転用が 10 年間で約 10 万 ha /年から 40,000ha /年になる場合、籾米 11,201,000 トンであり、年間約 10 万ヘクタールの同じ割合で農地転用が続く場合、籾米 18,903,000 トンである。
- ✓ 陸稲を考慮した場合の 2044 年における最も小さい需要 - 供給のギャップは、農地転用が 10 年間で約 10 万 ha /年から 40,000ha /年になる場合、籾米 8,943,000 トンであり、年間約 10 万ヘクタールの同じ割合で農地転用が続く場合、籾米 17,031,000 トンとなる。
- ✓ JICA 調査団のベースケースとなる最も低いコメ需要に対するギャップ率は、2015 年の基準年においては陸稲が考慮されない場合は 8%、陸稲が考慮される場合は 3%に過ぎない。しかしながら、この比率は、2044 年に向けて農地転用による水田の損失および増加する米需要のために年が経つにつれて増加する。目標年 2044 年において、陸稲が考慮されない場合は 20% - 34%になり、陸稲が考慮される場合は 16 - 30%と算定される。

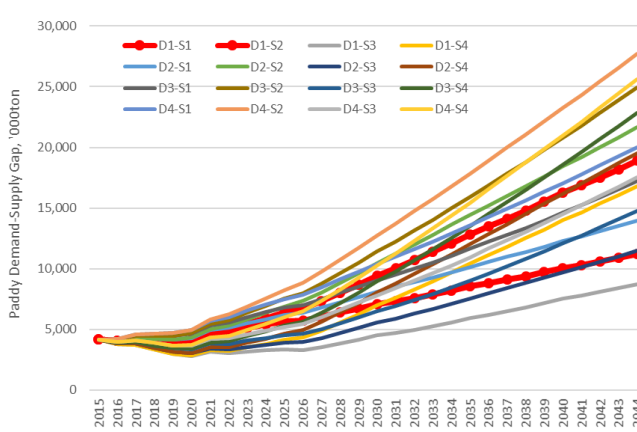


図 7.3.1 需要 - 供給ギャップ (籾米ベース)  
陸稲考慮せず  
出典: JICA 調査団

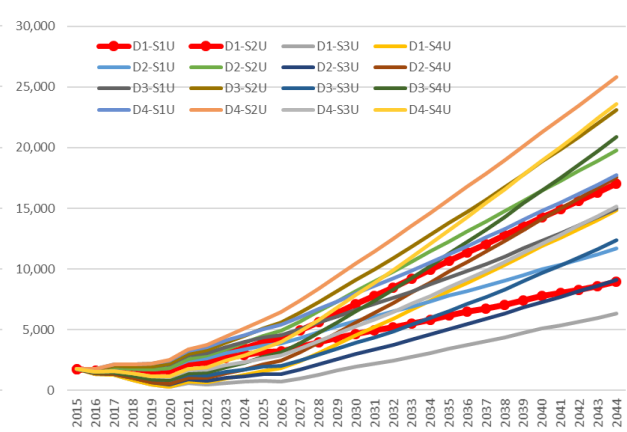


図 7.3.2 需要 - 供給ギャップ (籾米ベース)  
陸稲考慮  
出典: JICA 調査団

表 7.3.3 コメ需要－供給ギャップ（代表的な 4 ケース）'000 tons

Cases	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2044
D1-S1	4,174	4,089	5,644	7,072	8,559	10,068	11,201
D1-S2	4,174	4,126	6,378	9,421	12,838	16,253	18,903
D1-S1U	1,760	1,602	3,187	4,656	6,195	7,763	8,943
D1-S2U	1,760	1,641	3,957	7,123	10,688	14,257	17,031
<b>Demand (D1)</b>	<b>52,443</b>	<b>53,830</b>	<b>54,785</b>	<b>55,376</b>	<b>55,833</b>	<b>56,175</b>	<b>56,346</b>
D1-S1	8%	8%	10%	13%	15%	18%	20%
D1-S2	8%	8%	12%	17%	23%	29%	34%
D1-S1U	3%	3%	6%	8%	11%	14%	16%
D1-S2U	3%	3%	7%	13%	19%	25%	30%

出典：JICA 調査団

### 7.3.2 コメに替わる補助的食用作物

インドネシア国において主食は、水稻栽培および陸稲栽培から供給されるコメであることは疑いのない事実である。他方でコメ以外に、同国において利用可能な代替の食用作物はキャッサバ、サツマイモ、トウモロコシである。ただし、コメが穀物およびイモ類のカロリー摂取量の 96%を占めているという事実からもこれらの食用作物がコメに取って代わることは考え難い。

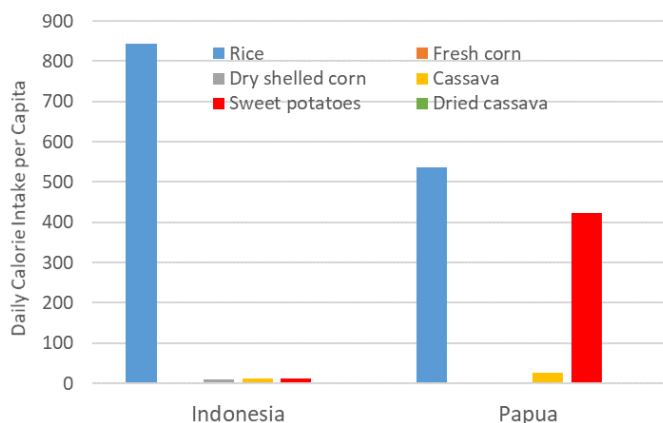


図 7.3.3 食用作物による日当たりカロリー摂取

出典：Statistics Indonesia (Badan Pusat Statistik; BPS)

しかしながら、主食の消費パターンには例外がある。パプア州では、穀物およびイモ類のカロリー摂取量のうち、サツマイモを約 43%の割合で消費している（2015 年時点、図 7.3.3 および表 7.3.4 参照、Statistik Indonesia 2015、BPS）。本節では、特にパプア州の人々にとって、サツマイモが如何にコメの代替として貢献できるかについて考察を行う。

表 7.3.4 2015 年におけるインドネシア平均およびパプア州の日当たりカロリー摂取, kilo calories

Particulars	Rice	Fresh corn	Dry shelled corn	Cassava	Sweet potatoes	Dried cassava	Total
Indonesia	844.15	1.47	10.6	12.92	11.69	2.09	882.92
Share, %	<b>96%</b>	0%	1%	1%	1%	0%	100%
Papua	537.63	1.38	0.27	25.94	422	0.03	987.25
Share, %	54%	0%	0%	3%	<b>43%</b>	0%	100%

出典：Statistik Indonesia 2015, BPS

主食の一部としてのサツマイモの貢献を考慮に入れたコメ需要の推定方法を以下に述べる。

- ✓ パプア州のコメ需要を、総カロリー摂取量の 43%がサツマイモから来ているという事実を考慮して 57%に減少させる。
- ✓ 州別にコメ需要－供給ギャップを推定し（パプア州でのコメ需要は 57%に縮小させる）、全国のギャップを算出する。

表 7.3.5 にパプア州のみのコメ需要－供給ギャップ（粳米換算）を示す。コメ需要が 57%に減少したとしても、需要に対してケースおよび年によって 69%から 20%の範囲で、パプア州内に米の不足があることが判る（表の上部参照）。サツマイモからの貢献がなければ、コメ需要に対しておよそ 80%から 50%の範囲で不足になる（表の下部参照）。不足割合を見ると、需要に対する最大の供給不足は 2015 年においてであり、その後、2020 年、2025 年、2030 年の順に不足は減少していくこととなる。このコメ需要－供給ギャップの縮小は、2015～2019 年進行中の灌漑開発（100 万

ha の新規開発)、また 2027 年目標のダム灌漑開発等によるものであり、これらの開発はパプア州も含まれている。

表 7.3.5 パプア州におけるコメ需要－供給ギャップ (代表的な 4 ケース), '000 tons

Cases	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2044
<b>Considering Sweet Potatoes Contribution</b>							
D1-S1	262.1	110.4	122.6	104.1	109.4	113.8	115.4
D1-S2	262.1	110.4	122.7	104.2	109.7	114.2	115.9
D1-S1U	256.3	95.9	108.0	87.9	93.0	97.2	98.7
D1-S2U	256.3	95.9	108.0	88.1	93.3	97.7	99.2
<b>Demand (D1)</b>	<b>378.6</b>	<b>399.3</b>	<b>415.7</b>	<b>427.3</b>	<b>437.2</b>	<b>444.8</b>	<b>449.0</b>
D1-S1	69.2%	27.6%	29.5%	24.4%	25.0%	25.6%	25.7%
D1-S2	69.2%	27.6%	29.5%	24.4%	25.1%	25.7%	25.8%
D1-S1U	67.7%	24.0%	26.0%	20.6%	21.3%	21.9%	22.0%
D1-S2U	67.7%	24.0%	26.0%	20.6%	21.3%	22.0%	22.1%
<b>Without Sweet Potatoes Contribution</b>							
D1-S1	547.7	411.6	436.2	426.4	439.2	449.3	454.1
D1-S2	547.7	411.6	436.3	426.6	439.5	449.7	454.6
D1-S1U	541.8	397.1	421.6	410.3	422.8	432.7	437.4
D1-S2U	541.8	397.1	421.6	410.4	423.1	433.2	438.0
<b>Demand (D1)</b>	<b>664.1</b>	<b>700.4</b>	<b>729.4</b>	<b>749.7</b>	<b>766.9</b>	<b>780.3</b>	<b>787.7</b>
D1-S1	82.5%	58.8%	59.8%	56.9%	57.3%	57.6%	57.6%
D1-S2	82.5%	58.8%	59.8%	56.9%	57.3%	57.6%	57.7%
D1-S1U	81.6%	56.7%	57.8%	54.7%	55.1%	55.5%	55.5%
D1-S2U	81.6%	56.7%	57.8%	54.7%	55.2%	55.5%	55.6%

Note: In the above calculation, contribution from upland paddy supply is considered, namely, supply is multiplied by 105% to the wetland paddy production.

出典: JICA 調査団

パプア州のサツマイモの貢献 (パプア州のコメ需要の 43% の減少) を全国レベルのコメ需要に取り入れることによって、全国レベルの供給不足の低減も推定することができる。推定結果を表 7.3.6 に示す。全国レベルでみると貢献度が小さいため、米需給ギャップの低下はそれほど大きくなく、1% 程度の低下にとどまっている (表 7.3.6 と表 7.3.3 を比較参照)。結論として、サツマイモはパプア州の人々のカロリー摂取量に大きな役割を果たしているものの、全国レベルでみるとカロリー摂取量の約 1% しか占めていないため、その貢献度は僅かであるといえる。

表 7.3.6 全国におけるコメ需要－供給ギャップ (代表的な 4 ケース)

－パプア州におけるサツマイモを考慮, '000 tons

Cases	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2044
D1-S1	3,888	3,788	5,330	6,749	8,229	9,732	10,862
D1-S2	3,888	3,825	6,064	9,098	12,508	15,917	18,565
D1-S1U	1,475	1,301	2,873	4,334	5,866	7,427	8,605
D1-S2U	1,475	1,339	3,644	6,800	10,358	13,921	16,693
<b>Demand (D1)</b>	<b>52,157</b>	<b>53,528</b>	<b>54,471</b>	<b>55,054</b>	<b>55,503</b>	<b>55,839</b>	<b>56,007</b>
D1-S1	7%	7%	10%	12%	15%	17%	19%
D1-S2	7%	7%	11%	17%	23%	29%	33%
D1-S1U	3%	2%	5%	8%	11%	13%	15%
D1-S2U	3%	3%	7%	12%	19%	25%	30%

Note: In the above calculation, contribution from upland paddy supply is considered, namely, supply is multiplied by 105% to the wetland paddy production.

出典: JICA 調査団

### 7.3.3 全国長期コメ生産ロードマップ

本節では、インドネシア国におけるコメ需要を完全に満たすために必要なコメ生産量について推定を行う。インドネシア国の食料安全保障に関する政策方針として、食料主権、食料自給自足、食料安全保障の 3 つのレベルの食料安全保障が定められている。食料主権に関しては、第 3 次国家中期計画 (RPJMN(2015-2019)) において、9 つの柱により達成するとしており、そのうち「百万 ha の稲作地の新規開発」と「灌漑施設の改修と新規ダム開発」の 2 つが灌漑開発に関するもの



として挙げられる。本調査では、コメに関する食料安全保障（国家が個人のレベルまで食料の充足を図ること）を達成するにあたり、先ずコメの自給自足を目指し、生産量の変動等により不足した分についてのみを輸入で賄う、また、余剰が発生した分については輸出を許可する、という想定での計画策定を行った。

コメ生産量を推定する際には、コメ生産量の約5%を占める陸稲からの寄与を考慮する。他方、サツマイモについては主にパプア州で多く消費され、国内レベルでは1%程度しか寄与していないため、推定には含まないこととする。

100%の自給率を目標とするならば、必要なコメ生産量はコメ需要量と同じであるといえる。この場合、7.1のコメ需要分析において試算したコメ需要量を、将来必要とされるコメ生産量として提示することができる。ただし、BPSの統計データはコメ生産量をGKG（乾燥籾米）として示していることから、BPSデータとの比較を容易にするためには、次シーズンのための種籾についても考慮する必要がある。

一方、前述のコメ需要分析において、種籾が市場で取引されているのではなく農家が保管しているという理由から種籾の需要は含んでいない。したがって、7.1ですでに推定されたコメ需要量と来シーズンの種籾需要の総計が国全体のコメ需要を満たすために必要なコメ生産量となる。ここでは、必要なコメ生産量は、精米ではなく、乾燥籾米で表すこととする。

種籾の必要量をヘクタールあたり60kgとすると、2015年の全国平均水田収量5.51トン/ha<sup>6</sup>のうちの1.09%に相当する。すなわち、コメ需要量（乾燥籾米換算）に1.0109の係数を掛けることで、インドネシア国で将来必要とされるコメ生産量を表すことができる。コメ需要量は人口増加程度に大きく左右されることから、前述の表7.3.1と同じ4つの主要ケースを用いてコメ生産ロードマップを作製する（図7.3.4参照）。JICA調査団のベースケースは、図7.3.4の青い線で示される最も低い生産量のケースであり、表7.3.7において州別の値を詳述する。

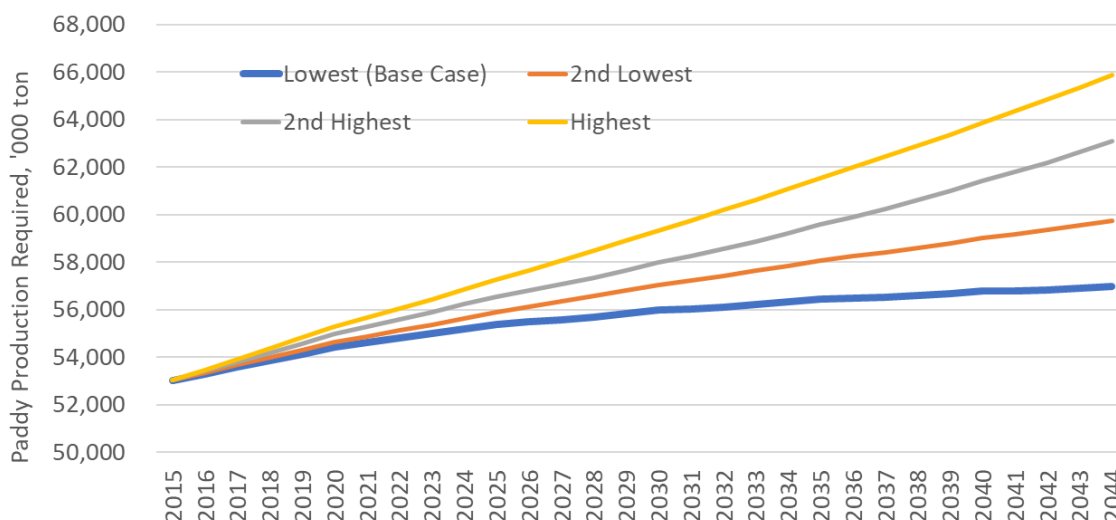


図 7.3.4 インドネシア全国における必要コメ生産量 (GKG 換算)

出典: JICA 調査団

<sup>6</sup> 同数値は 2015 年における水稲（灌漑および非灌漑）および陸稲の単収の平均値



表 7.3.7 州別必要コメ生産量 (2015-2029)、ベースケース (Lowest Case) (GKG 換算)、'000tons (1)

Province	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Aceh	1,066	1,077	1,089	1,101	1,113	1,124	1,133	1,141	1,151	1,160	1,168	1,173	1,179	1,185	1,191
Sumatera Utara	2,895	2,907	2,919	2,930	2,942	2,952	2,956	2,961	2,966	2,971	2,975	2,973	2,972	2,972	2,972
Sumatera Barat	1,091	1,095	1,100	1,104	1,109	1,114	1,116	1,119	1,121	1,124	1,127	1,127	1,128	1,129	1,130
Riau	1,336	1,359	1,383	1,407	1,432	1,455	1,476	1,498	1,520	1,543	1,564	1,582	1,601	1,620	1,640
Jambi	724	731	738	745	752	759	764	769	774	780	784	787	790	794	797
Sumatera Selatan	1,706	1,717	1,728	1,739	1,750	1,760	1,766	1,773	1,779	1,787	1,792	1,794	1,795	1,798	1,801
Bengkulu	400	403	407	410	414	418	420	423	425	428	431	432	434	436	437
Lampung	1,739	1,744	1,750	1,755	1,761	1,764	1,764	1,765	1,765	1,766	1,765	1,760	1,755	1,751	1,748
Bangka Belitung	285	288	292	296	300	304	308	311	315	318	322	324	327	330	334
Kepulauan Riau	392	400	408	416	424	433	440	447	455	462	470	478	485	493	501
DKI Jakarta	1,986	1,993	2,000	2,007	2,013	2,023	2,027	2,032	2,036	2,041	2,046	2,049	2,051	2,054	2,057
Jawa Barat	9,447	9,506	9,565	9,623	9,682	9,748	9,794	9,841	9,888	9,937	9,989	10,024	10,061	10,101	10,142
Jawa Tengah	7,066	7,068	7,069	7,071	7,073	7,081	7,075	7,070	7,066	7,063	7,063	7,047	7,034	7,022	7,012
DI Yogyakarta	747	750	753	756	759	763	765	768	770	772	775	777	778	780	782
Jawa Timur	8,095	8,084	8,072	8,061	8,050	8,042	8,018	7,996	7,974	7,954	7,934	7,899	7,866	7,836	7,807
Banten	2,431	2,463	2,495	2,527	2,560	2,590	2,615	2,640	2,665	2,691	2,715	2,733	2,753	2,773	2,793
Bali	848	851	854	857	861	865	867	869	872	874	878	879	881	883	886
Nusa Tenggara Barat	1,014	1,019	1,024	1,029	1,034	1,038	1,041	1,044	1,047	1,050	1,053	1,054	1,055	1,056	1,058
Nusa Tenggara Timur	1,105	1,115	1,125	1,135	1,146	1,157	1,167	1,176	1,186	1,196	1,206	1,214	1,222	1,231	1,239
Kalimantan Barat	1,020	1,027	1,035	1,042	1,050	1,057	1,061	1,066	1,071	1,076	1,080	1,082	1,084	1,086	1,089
Kalimantan Tengah	529	536	544	552	559	567	573	580	586	593	599	604	609	615	620
Kalimantan Selatan	836	843	850	858	865	872	877	882	887	892	897	900	903	907	910
Kalimantan Timur	706	718	730	742	754	766	777	787	798	810	821	830	840	850	861
Kalimantan Utara	123	125	128	130	132	134	136	138	140	141	143	145	147	148	150
Sulawesi Utara	503	504	506	507	508	509	510	510	510	511	511	511	510	510	509
Sulawesi Tengah	617	622	627	632	637	642	645	649	653	657	660	663	665	667	670
Sulawesi Selatan	1,798	1,802	1,807	1,811	1,816	1,820	1,820	1,821	1,822	1,824	1,824	1,821	1,819	1,817	1,815
Sulawesi Tenggara	533	540	546	553	561	567	573	579	585	591	597	602	606	611	617
Gorontalo	239	241	243	245	247	249	250	251	253	254	256	257	258	259	260
Sulawesi Barat	276	279	283	286	290	294	297	300	303	306	310	312	315	317	320
Maluku	356	360	364	368	371	375	379	382	385	389	392	394	397	400	403
Maluku Utara	249	252	255	259	262	265	268	271	274	277	280	282	284	287	289
Papua Barat	185	188	192	195	199	202	205	208	211	214	217	220	222	225	228
Papua	671	679	686	693	701	708	714	720	726	732	737	741	745	749	754
Nationwide	53,014	53,290	53,564	53,843	54,128	54,416	54,596	54,784	54,979	55,185	55,382	55,471	55,573	55,690	55,823

出典：JICA 調査団

表 7.3.8 州別必要コメ生産量 (2030-2044)、ベースケース (Lowest Case) (GKG 換算)、'000tons (2)

Province	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044
Aceh	1,198	1,202	1,207	1,213	1,219	1,223	1,225	1,228	1,232	1,236	1,239	1,239	1,240	1,242	1,245
Sumatera Utara	2,973	2,969	2,966	2,964	2,963	2,961	2,954	2,947	2,942	2,937	2,933	2,924	2,916	2,909	2,903
Sumatera Barat	1,132	1,132	1,132	1,133	1,134	1,135	1,135	1,134	1,135	1,135	1,137	1,136	1,135	1,135	1,135
Riau	1,660	1,678	1,696	1,715	1,735	1,753	1,768	1,785	1,802	1,820	1,836	1,849	1,862	1,877	1,893
Jambi	801	803	805	808	811	813	814	815	817	819	820	820	820	820	821
Sumatera Selatan	1,804	1,803	1,804	1,805	1,807	1,808	1,805	1,803	1,801	1,801	1,799	1,793	1,788	1,784	1,781
Bengkulu	439	440	441	443	445	446	446	447	448	449	450	450	450	450	451
Lampung	1,744	1,737	1,731	1,726	1,722	1,716	1,706	1,698	1,691	1,684	1,676	1,665	1,655	1,646	1,637
Bangka Belitung	337	340	342	345	348	352	354	357	360	363	366	368	371	374	377
Kepulauan Riau	510	518	526	535	543	551	559	566	573	581	589	596	603	611	618
DKI Jakarta	2,061	2,060	2,060	2,059	2,059	2,062	2,061	2,060	2,059	2,059	2,061	2,060	2,059	2,058	2,057
Jawa Barat	10,192	10,221	10,252	10,285	10,321	10,369	10,395	10,424	10,454	10,487	10,532	10,556	10,582	10,610	10,640
Jawa Tengah	7,005	6,985	6,967	6,952	6,940	6,936	6,919	6,904	6,893	6,884	6,881	6,866	6,854	6,844	6,838
DI Yogyakarta	785	787	788	790	792	795	796	798	800	802	806	808	810	812	815
Jawa Timur	7,782	7,743	7,706	7,672	7,641	7,617	7,580	7,545	7,513	7,485	7,462	7,427	7,395	7,366	7,340
Banten	2,815	2,831	2,848	2,866	2,884	2,901	2,912	2,924	2,937	2,951	2,968	2,979	2,991	3,004	3,018
Bali	889	890	892	893	895	899	900	902	904	907	911	913	915	918	920
Nusa Tenggara Barat	1,060	1,061	1,062	1,063	1,065	1,066	1,066	1,066	1,067	1,068	1,070	1,069	1,069	1,070	1,071
Nusa Tenggara Timur	1,249	1,257	1,266	1,275	1,285	1,296	1,305	1,314	1,324	1,335	1,347	1,356	1,366	1,377	1,388
Kalimantan Barat	1,092	1,093	1,094	1,096	1,098	1,099	1,099	1,099	1,099	1,100	1,100	1,098	1,097	1,096	1,096
Kalimantan Tengah	626	630	635	640	645	650	654	658	663	667	672	675	678	682	686
Kalimantan Selatan	914	917	920	923	926	929	930	931	933	935	937	937	938	939	940
Kalimantan Timur	871	881	890	900	910	920	929	938	947	956	966	974	982	991	1,000
Kalimantan Utara	152	154	155	157	159	160	162	163	165	166	168	169	171	172	174
Sulawesi Utara	509	508	508	507	507	506	505	504	503	503	503	501	500	500	499
Sulawesi Tengah	673	675	677	679	682	684	685	687	689	691	693	694	695	697	699
Sulawesi Selatan	1,815	1,811	1,808	1,805	1,803	1,802	1,798	1,794	1,791	1,789	1,787	1,782	1,778	1,775	1,773
Sulawesi Tenggara	622	627	631	636	641	647	651	655	659	664	669	673	677	681	686
Gorontalo	261	262	263	264	265	266	266	267	268	269	270	271	271	272	273
Sulawesi Barat	323	325	328	331	334	337	339	342	344	347	350	352	354	357	359
Maluku	406	408	410	413	416	419	421	423	426	429	431	433	435	438	440
Maluku Utara	292	294	296	299	302	304	306	308	310	312	314	316	317	319	321
Papua Barat	231	233	236	238	241	244	246	249	251	254	257	259	261	264	266
Papua	758	761	764	768	772	775	777	780	783	786	789	790	792	794	796
Nationwide	55,979	56,034	56,107	56,198	56,308	56,442	56,469	56,516	56,584	56,674	56,787	56,797	56,829	56,883	56,960

出典: JICA 調査団

### 7.3.4 備蓄による充足

コメ生産量は気候の影響を受けるため、ある年には豊作が期待されるものの、天候異常等により生産が大きく減少する可能性がある。これに備えるため、インドネシア国ではコメの備蓄がなされてきた。インドネシア国において、コメの現在の備蓄量が十分かどうかを検討の上、緊急事態への備えや現在の政府の市場介入政策の実施に関して必要な備蓄量の検討を以下に行う。

#### 1) 備蓄と通常在庫

国家としてのコメ在庫は、備蓄と通常在庫に分類することができる。備蓄とは、需給バランスが崩れた際や自然災害などの緊急事態に備えるために行う政府備蓄を指す。これは中央政府備蓄、地方政府備蓄、コミュニティ備蓄に区分される。他方、別の在庫として通常在庫があり、これは加工業者や小売業者が保管する在庫の他、飼料として畜産関係者が保管する在庫など、通常の業務が滞りなく実施されるために保管される在庫を指す。

適正な備蓄量を決定するにあたり、インドネシア国の通常在庫の量を確認する。インドネシア国の公社である PT Sucofindo が実施した調査では、コメの VC 関係者が管理する通常在庫量を推定しており、2015 年の合計量で約 5.4 百万トンに達すると推定している。

表 7.3.9 インドネシア国のコメ通常在庫量

調査回答者	コメ在庫量 (千トン)		
	2007年第3四半期	2010年第3四半期	2015年第3四半期
卸売業者	84.4	623.0	45.9
小売業者	79.7	100.9	126.0
流通/集荷業者	207.5	96.7	229.5
協同組合	17.0	1.6	1.9
スーパーマーケット	3.9	2.7	12.4
農家世帯	2,041.6	2,178.8	4,471.4
一般世帯	251.1	356.4	400.5
大型レストラン	6.5	5.9	7.0
小規模レストラン	10.3	16.4	6.1
特別家計	26.9	11.0	13.0
ホテル	0.4	0.6	0.3
米加工産業	0.1	0.3	28.8
精米所	446.2	-	34.9
通常在庫合計	3,175.6	3,394.4	5,377.7

出典：PT Sucofindo による調査結果（2007年、2010年、2015年）。表は” Food Reserve, A Comparative Study on Food Reserve Management and Policies in Southeast Asia”, SEARCA (2017)に記載のものを引用した。

#### 2) コメ備蓄の現況と最低備蓄量

農業省傘下にある食料安全保障庁の 2018 年度年次報告書によれば、食料調達公社 (BULOG) が管理すべきコメ備蓄量として、150 万トン以上が適切であるとしている。下表は BULOG により管理されているコメ在庫量を示したものであるが、平均として 150 万トンのコメ在庫は概ね達成されているといえる<sup>7</sup>。

表 7.3.10 BULOG による備蓄米の調達・流通量 (2008-2016)

公共サービス	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
調達 (千トン)	3,343	3,628	2,310	3,677	5,131	3,798	2,625	2,612	3,510
粳米 (精米換算量)	301	395	370	468	319	205	147	108	116

<sup>7</sup> BULOG が管理しているコメ在庫には、政府備蓄米の調達のために財務省が予算配分を行っているコメだけでなく、その他の財源を通じて市場から調達しているコメも含まれている。しかしながら、2018 年以降、備蓄米の捉え方として、BULOG が管理しているコメ全部を含むものと理解されるようになっており、本節もそのような理解の下で議論を進めている。

公共サービス	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
精米（国内生産）	3,027	3,232	1,526	1,077	3,326	3,284	2,203	1,858	2,845
輸入米	15	0	414	2,133	1,486	309	275	645	548
流通	3,399	3,135	3,244	3,720	3,720	3,631	3,104	3,555	3,213
貧困者向けコメ（Rastra）	3,239	3,003	3,074	3,365	3,373	3,432	2,775	3,202	2,782
市場操作と緊急事態への備え	31	16	52	237	214	62	196	250	312
<b>備蓄(千トン)</b>	<b>1,105</b>	<b>1,621</b>	<b>1,294</b>	<b>1,034</b>	<b>2,321</b>	<b>2,109</b>	<b>1,620</b>	<b>1,325</b>	<b>1,618</b>

注：ここでの備蓄とは緊急事態への備えや市場操作に用いられるコメだけでなく、貧困者向けコメ配布プログラム（RASTRA）に用いられるコメを含む。貧困者向けのコメを除いた場合、政府備蓄量は10～20万トン程度である。

地方レベルでは、農業省省令第65号/2010年により州・県・市政府およびコミュニティが最低限のサービスを国民に対して提供するために求められる備蓄量が規定されている。その量は州政府が各々200トン、県・市が各々100トン、またコミュニティ備蓄として30～50世帯を1つの単位とする隣組（Rukun Tetangga）あたりで500kgとしている。

表7.3.10は地方政府とコミュニティが保管すべき、また実際に管理している備蓄の量を示している。表に示されている通り、地方備蓄は主に予算不足が原因で必要量を下回っており、特に県・市政府においては顕著に少ない（約9.7%の達成状況）。さらに、地域やコミュニティごとに達成状況は大きく異なっている。

表 7.3.11 最低必要備蓄量（MSS）および備蓄量の実績値

単位	数量	MSS (t)	MSS 必要量 (t)	2018年実績 (t)	不足量 (t)	達成率 (%)
州	34	200	6,800	4,124	2,676	60.1
県 / 市	514	100	51,400	5,001	46,399	9.7
コミュニティ	1,690,000	0.5	84,500	14,655	69,845	17.3
計	-	-	142,700	23,780	118,920	16.6

注：インドネシアの平均的な家計構成員数（2015年）は3.90人（BPS）で、2018年のインドネシアの推定人口は約263.7百万人（BPSの人口予測値2015-2035を基にJICAプロジェクトチームが算出）、2018年の家計数の推定値は263.7/3.9=67.6百万家計、従って、潜在的な2018年のRTコミュニティの数は67.6/40=1.69百万世帯となる。

出典：関連する政府の法令および食料安全保障庁の年次報告書よりJICA調査団が作成

### 3) 最適備蓄量の検討

インドネシア国として管理すべき最適な備蓄量について提言を行うため、1) FAOの備蓄・利用率（Stock-to-Utilization Ratio）、2) 不作への対処に必要な量、3) 災害に対処するために必要な量、4) 輸入元国の不作に対処するために必要な量、といった複数の事例を基に必要な備蓄量を検討する（表7.3.11参照）。その結果、調査団として約2.4百万トンのコメを全国で備蓄しておくことを提案する。これは、現在での総需要に対する6～7%程度に等しい。これを達成するためには、次の2つのステップにて段階的に実施していくことが推奨される。

- ✓ 第1段階として、地方備蓄を先ず農業省省令にて定めている必要量にまで増やすことが必要である。すなわち、現在の2万3千トンのコメ備蓄から、14万3千トン、もしくは15万トン程度にすることが望ましい。他方で、BULOGは省令にて述べられている1.5百万トンの在庫を維持することが求められる。しかしながら、仮に1.6～1.7百万トン程度の在庫を保有できた場合でも、推奨量である2.4百万トンには未だ下回っている。
- ✓ 第2段階として、BULOGの備蓄量を2.2百万トン程度にまで増やすことが必要である。その場合、国の保有在庫量と地方政府が政令により定められた水準の備蓄量を合わせて2.3～2.4百万トンの備蓄量に達する。実際、BULOGは2013年に2.3百万トンもの備蓄を確保した実績がある。また、備蓄倉庫の総容量は約3.6百万トンと言われている。よって、必要な予算措置がなされた場合には、この備蓄量は達成しうると考えられる。

表 7.3.12 特定の緊急事態への備えとしての必要備蓄量の要約

在庫区分	実績在庫量 (2015)	法令上の 必要量	FAO の 世界標準 (25%)	不作への 対処のための 必要量	災害への短期 的対処のため の必要量	輸出規制への 対処のための 必要量
	'000 トン (%)	'000 トン (%)	'000 トン (%)	'000 トン (%)	'000 トン (%)	'000 トン (%)
通常在庫	5,400 (18.3%)	N.A	5,400 (18.3%)	5,400 (18.3%)	5,400 (18.3%)	5,400 (18.3%)
政府備蓄	1,400 (4.5%)	1,640 (5.2%)	2,400 (6.7%)	2,100 (7.2%)	18 (0.1%)	780 (2.7%)
通常在庫+ 政府備蓄	6,800 (22.8%)	N.A	7,800 (25.0%)	7,500 (25.5%)	5,418 (18.4%)	6,180 (21.0%)

注: 括弧()内には、種もみを含めた国内需要量に対する比率を示している。

#### 4) 在庫回転手段についての検討

コメは保管できる期間が限られているため、備蓄を定期的に新しいコメと入れ替える必要がある。インドネシア国では、RASTRA プログラムと呼ばれる貧困層への社会支援プログラムにコメ備蓄が用いられてきた<sup>8</sup>。インドネシアの国民の 10%が貧困者あるいは低栄養状態にあると区分されていることから、貧困削減プロジェクトの運用は引き続きコメ在庫の回転手段として有力な選択肢の一つと考えられる。

表 7.3.13 低栄養状態にある人口割合、貧困線以下の人口の割合、RASTRA の受給世帯数およびコメの配給量

項目	2015	2016	2017	備考
最低必要カロリー摂取量 (1,400 Kcal/人/日) を下回る人口割合 (%)	12.96	12.69	7.9	
貧困線以下の人口の割合 (%)	11.18	10.78	10.38	2015 年の貧困線は次の通り (Rp/人/月)、都市部 349,460、農村部 325,458、同様に、2016 年都市部 368,320、農村部 347,033、2017 年都市部 393,308、農村部 366,203
RASTRA プログラムの受給世帯、世帯数	15,530,897	15,530,897	14,332,212	KPM あたりの支給量は 10kg/月で、10,000Rp/kg の金額で購入することが出来る (BULOG の 2017 年年次報告書)
RASTRA プログラムを通じたコメの配給量、トン	3,202,022	2,782,326	2,542,406	

出典：最低カロリー摂取量と貧困線以下の人口の割合は、BPS のホームページから引用、RASTRA プログラムの受給世帯および RASTRA プログラムを通じたコメの配給量は BULOG の年次報告書と社会省のプレゼンテーション資料を参照した。

<sup>8</sup> 政府は配給の方法を RASTRA プログラムから、交換券を用いた非金銭的な食糧支援プログラム (BNT) へ移行することを計画しており、このプログラムは政府の出費を抑え、より栄養バランスの取れた支援を実現することを狙いとしている。なお、この交換券を用いることが出来るのは、現在のところコメと卵に限定されている。





## 第8章 灌漑開発・管理戦略

本章では、これまでの議論に基づいて、インドネシア国における主食（コメ）の将来にわたる自給体制を確保するために必要となる灌漑開発・管理戦略について述べる。全国ベースで必要となる水田開発面積を中期開発期間（5年間）ごとに示すとともに、あわせて州単位、また流域（River Territory）単位で必要となる灌漑開発面積についても述べる。

### 8.1 灌漑開発計画策定の枠組み

#### 8.1.1 開発計画目標年

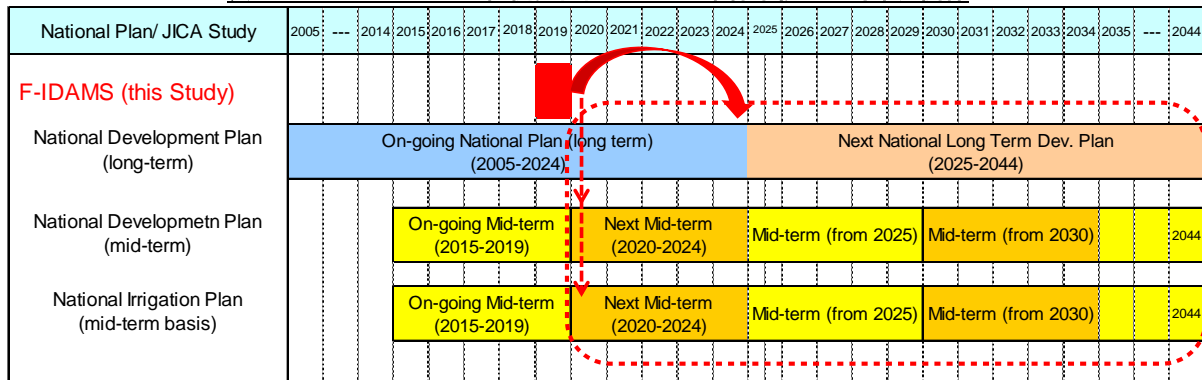
ここで策定する灌漑開発・管理戦略における目標年は、インドネシア国の次期長期開発計画に整合する2044年である。また、インドネシア国では5年単位で中期開発計画が立案され実施に移されていることから、5年単位ごとの中期開発計画における目標年もあわせて提示する。すなわち、2019年現在、現行の中期開発計画（2015-2019）が進行中であるが、その後、2020年に始まる次期中期計画を含めて2044年までの長期開発を対象とする（表8.1.1、図8.1.1参照）。

表 8.1.1 中期開発計画、および長期開発計画の設定

No.	Period	Remarks
1	2015 (base year)-2019	Current 5-year mid-term development
2	2020-2024	
3	2025-2029	
4	2030-2034	
5	2035-2039	
6	2040-2044 (end-line year)	Final target year (end-line year), specified in RD

出典：BAPPENAS 資料を基に JICA 調査団が作成

表 8.1.2 インドネシア国開発計画タームと本件業務との時系列関係



出典：JICA 調査団

#### 8.1.2 コメ目標生産量、およびベースケース

目標とするコメ生産量は、将来における米需要量を自国生産によって100%賄うことを基本とする。すなわち、コメに係る食料自給率を100%と設定した場合のコメの需要量、これに加えて、次期作付けのための種籾を含めた量を将来に必要なコメの需要量として設定する。そして、将来の反収の伸び、灌漑施設の維持管理状況、現行進行中の灌漑事業の進捗、さらに農地転用などから予測されるコメ供給量とのギャップを算定し、このギャップを埋めるために必要な灌漑水田面積について提示する。

第7章においては多くの検討ケース（需要24ケース、供給96ケース）を取り扱ったが、本章では以下の基本的なケースのみを取り扱う。すなわち、下記の基本的なケースにおけるコメの需

給ギャップを算定して、それを埋めるために必要な水田灌漑開発面積を提示する。

### 1) コメ需要（必要なコメ生産量）

将来のコメ需要量は一人当たりのコメの消費量は減少していくものの、人口が伸び続けるために全国ベースでのコメ消費量は増加していくと予測される。すなわち、人口増加の速度に将来のコメ需要は大きく作用されるが、本節では代表的な以下の4ケースを取り扱う（7章では24ケースを検討）。なお、BPSの最新の予測をベースに組み立てた、最も少ない人口増加のケースがJICA調査団のベースケースである。

表 8.1.3 将来の灌漑開発面積予測に用いるコメ需要のケース

No.	Cases	Population Growth	Urbanization	Economic Growth	Remarks
D1	P0-U0-G0 (Lowest)	Slow	Fast	High	Base Case
D2	P1-U2-G1 (Lower Middle)	Lower-Middle	Slow	Low	
D3	P2-U0-G0 (Upper Middle)	Upper-Middle	Fast	High	
D4	P3-U2-G1 (Highest)	Fast	Slow	Low	

出典：JICA 調査団

### 2) 農地転用

水田の他用途への転用は、食料自給上の大きな課題である。高精度の衛星画像分析（SPOT6等）に基づいた年間当たりの水田転用面積は、インドネシア全土で約10万haと見積もられているが、これは非常に大きな農地の消失である。したがって、ここでは以下の2ケースを取り扱う。

- ✓ 現行中期開発計画期間（2015-2019年）においては約10万ha/年の農地転用面積とするが、10年間を経た2030年以降、約半分の4万ha/年程度の農地転用面積に制限できると仮定するケース（なお、4万ha/年程度はESAの衛星画像を基にしたGLCマップより予測した転用面積である）
- ✓ 約10万ha/年の農地転用面積が最終の目標年まで継続するケース

### 2) 灌漑維持管理、灌漑整備にかかる各種の介入考慮の有無

7章のコメ供給予測において検討を行ったケースである。既存の灌漑施設の維持管理、また2019年時点で進行中の政府直轄事業につき考慮する場合としない場合を順次想定している。

- ① 既存の灌漑施設は維持管理されないケース。この場合、50年間でコメの灌漑下における反収は天水田の反収に等しくなると仮定する。
- ② 既存の灌漑施設は十分な維持管理がなされると仮定し、現行の灌漑水田における反収が将来ともに維持されるケース。なお、このケースにおいては将来の反収の増は考慮しない。
- ③ 上記に加えて、2015～2019年に実施されている、目標100万haの新規灌漑開発が計画通りに実施されたケース。
- ④ さらに上記に加えて、2019年時点で進行中、2027年末までに完工予定であるダム貯留を伴う灌漑実施を考慮するケース。

### 3) 将来の反収増

上記の②～④では反収の将来における増加は見込んでいないが、上記の反収が一定で推移するケースに加えて、さらに、1) 反収がLogN曲線にしたがって徐々に増加していくケース、2) 反収が1997～2017年の直線的増加をそのまま続けていくケースを取り扱う。

4) 陸稲の考慮

将来のコメ生産に必要な灌漑面積の算定、それに先立つコメ供給量の算定にあたっては、水稻の将来の生産量予測値に加えて、陸稲の生産量も考慮する。陸稲は過年度においては約 5%のコメ生産量を占めているため、将来必要なコメ生産量の内、5%は陸稲によって供給されると仮定する。

5) 種籾の取り扱い

コメの需給ギャップを算定する段階では種籾は考慮しない。これは、コメが農家によって生産された後、次期作付けに必要な種籾は農家によって保持され、市場に出回らないと仮定している。そして、市場で必要とされるコメには種籾は含まれていないと考える。すなわち、需給ギャップの算定、そのギャップ相当を生産する灌漑水田面積の算定までは種籾は考慮すること不要である。ただし、BPS の統計書に示されるコメ生産量は圃場で生産された量として種籾を含めている。したがって、統計書との比較のために、種籾を含めた生産量を別途に示すこととする。

8.2 灌漑開発ポテンシャル

新規灌漑開発を行うためには、第 4 章、第 5 章で述べた土地資源ポテンシャルおよび水資源ポテンシャル双方が必要不可欠である。本節では、両ポテンシャル面積の比較結果から、灌漑開発ポテンシャル面積および収穫ポテンシャル面積（開発後に期待される収穫面積）を流域別・州別に算出した結果を記述する。

8.2.1 灌漑開発ポテンシャル評価手法

本業務において灌漑開発ポテンシャル面積は、土地資源ポテンシャル面積および水資源ポテンシャル面積のうち、小さい方のポテンシャル面積を上限として設定する。また、水資源よりも土地資源の方が多く存在する開発地、すなわち水資源に制約される開発地においては、土地資源ポテンシャル算出時に定義した開発優先度に基づき、天水田、最適エリア（Fully Suitable）、適エリア（Conditionally Suitable）、やや適エリア（Marginally Suitable）の順で水資源が利用されるものとしてポテンシャル面積を算出する。以下、その手法を述べる（図 8.2.1 参照）。

- ✓ 土地および水資源ポテンシャルを比較し、小さい方のポテンシャル面積を灌漑開発ポテンシャル面積とする（図 8.2.1 左図がポテンシャル比較図、右図が灌漑開発ポテンシャル面積を表す）。
- ✓ 右図中、流域 B のような水資源に制約される流域においては、開発の優先度に基づき、天水田、最適エリア、適エリア、やや適エリアの順で水が利用されると仮定する。
- ✓ 比較対象とする水資源ポテンシャル面積は、昨付け率 200%時のポテンシャル（Double-Cropping）とする。
- ✓ 加えて、コメの生産量に対応す

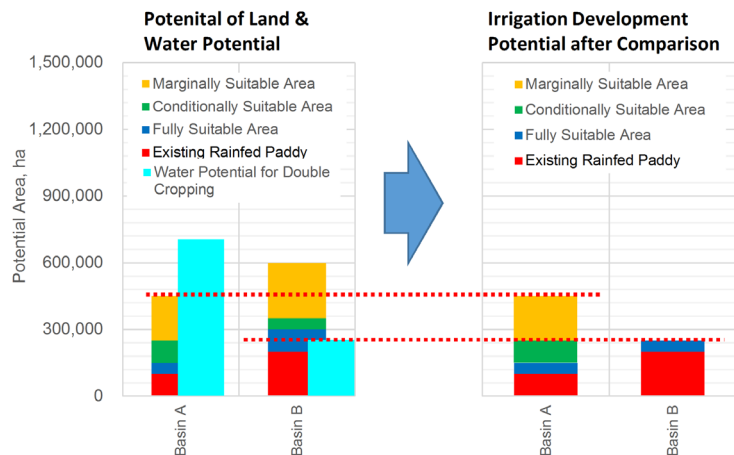


図 8.2.1 灌漑開発ポテンシャル面積算出例  
出典：JICA 調査団

る基礎データとするため開発後の収穫面積を考慮し、上記により算出された灌漑開発ポテンシャル面積をベースに、灌漑開発後の昨付け率を 200%と仮定した場合の収穫ポテンシャル面積の算出までを行う。

- ✓ 最適エリア、適エリア、やや適エリアにおける開発は新規水田開発となるため、開発後の昨付け率を 200%と想定し、収穫ポテンシャル面積をそれぞれの灌漑開発面積の 2 倍で算出する（図 8.2.2 右図を参照）。
- ✓ 天水田においては開発前から 1 期作が行われており、開発の結果 2 期作が可能になると仮定する。したがって、天水田に対しては、灌漑開発の実施による収穫ポテンシャル面積の増分は 100%として計算する。

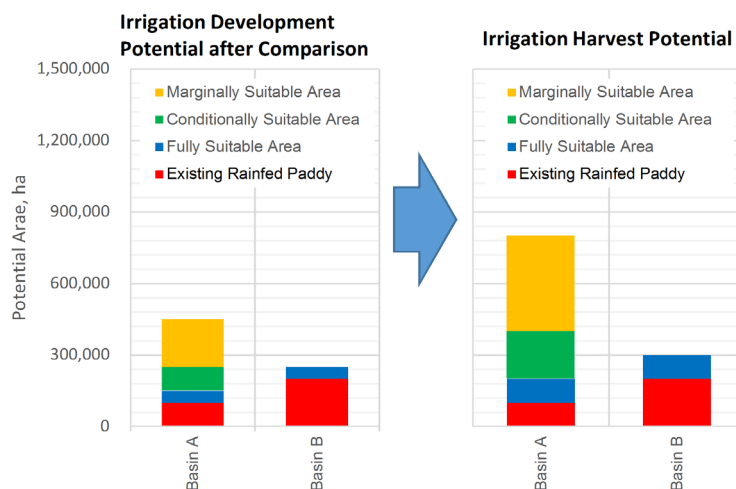


図 8.2.2 収穫ポテンシャル面積算出例  
出典：JICA 調査団

本検討により算出された灌漑開発ポテンシャル面積および収穫ポテンシャル面積については、土地資源・水資源同様の制約が生じるため、一定の不確実性を有することとなる。よって、以下に示される結果については天水田および新規水田開発地としての有望地を比較検討するための基礎指標として利用することが重要である。

本検討においては、第 4 章、第 5 章で検討した湿地帯分布および貯留効果を考慮した場合についても灌漑ポテンシャルを算出している。表 8.2.1 に検討内容の概要を示す（検討詳細については各章を参照）。ベースケースをケース A（8.2.2~8.2.4 節を参照）、湿地帯分布を区分した場合をケース B（8.2.5 節を参照）、そして貯留効果を考慮したケースをケース C（8.2.6 節を参照）としている。

表 8.2.1 灌漑ポテンシャル面積検討ケース概要表

ケース	検討条件			備考
	湿地帯分布	貯留効果	対象地域	
ケース A	一括で考慮	考慮しない	全国	全国を対象としたベースケース
ケース B	湿地帯と非湿地帯を別々に考慮	考慮しない	スマトラ島、カリマンタン島、パプア島	湿地帯分布を考慮し、エリア毎の湿地帯と非湿地帯の分布割合から、それぞれの灌漑開発ポテンシャル面積を算出したケース
ケース C	該当エリアに湿地帯なし	考慮する	スマトラ南部 ジャワ バリ・ヌサテンガラ スラウェシ南部	雨季に貯留した水を乾季に利用するケース。年間の水収支から、天水田を利用して乾季に昨付を行った場合の作付面積を表す。ただし、新規水田のポテンシャルについては、乾季の必要水量で 2 期作を行った場合のポテンシャル面積とする。

出典：JICA 調査団

### 8.2.2 島別の灌漑開発ポテンシャル面積（ケース A）

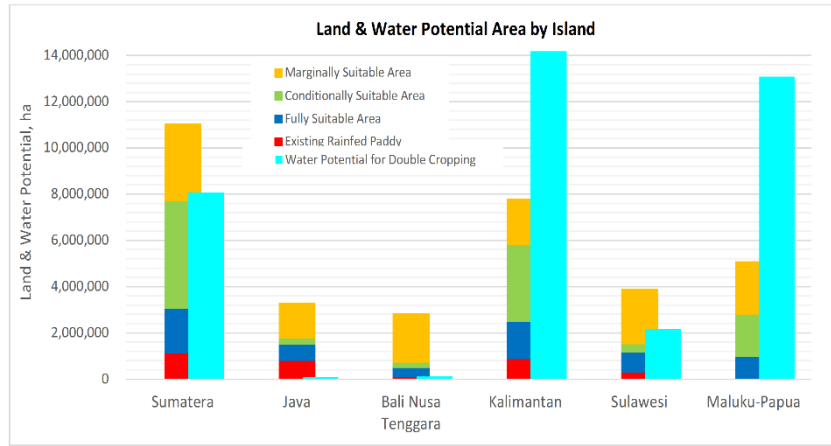
図 8.2.3 に島別の土地資源および水資源ポテンシャル面積を比較して示す。カリマンタン島およびマルク・パプア島では、水資源ポテンシャル面積が土地資源ポテンシャルよりも大きく、土地資源が開発の制約条件になっている。一方、その他の地域では水資源が制約条件となっている。

特にジャワ島やバリ・ヌサテンガラ島においては水資源ポテンシャル面積が非常に小さく土地資源ポテンシャルとの乖離が大きい。

それぞれのポテンシャル面積の比較から求まった灌漑開発ポテンシャル結果を図 8.2.4 に示す(図 8.2.4 は 128 流域の灌漑開発ポテンシャル面積を積み上げた結果であるため、図 8.2.3 で島別の比較から示した小さい方のポテンシャルよりも小さな値となる)。その結果、インドネシア国全体で灌漑開発ポテンシャル面積は天水田で約 240 万 ha、最適エリアで 470 万 ha、上記に適エリア、やや適エリアを加えた全体の灌漑開発ポテンシャル面積で約 2,170 万 ha あることが判る。

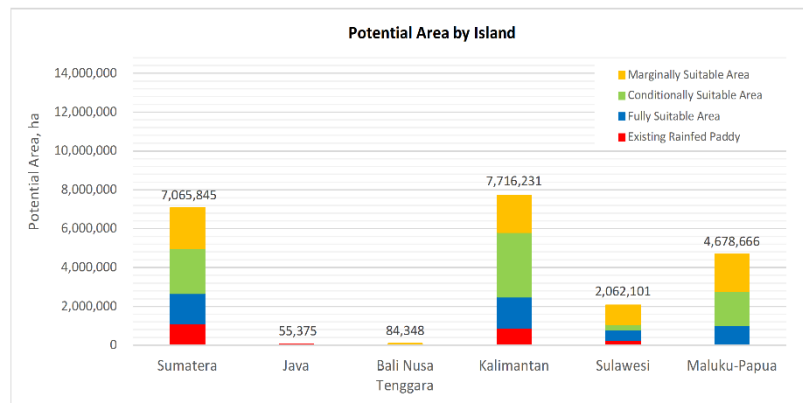
島別の比較では、カリマンタン島のポテンシャルが最も高く (770 万 ha)、スマトラ島 (700 万 ha)、マルク・マップア島 (470 万 ha) の順で開発ポテンシャルが大きい。この傾向は、開発優先度の高い天水田および最適エリアのみの面積で比較した場合も、ほぼ同様である。なお、パプア島では上記のうち高優先条件である天水田および最適エリアに該当する土地の割合は比較的小さく、合わせて 100 万 ha ほどである。

図 8.2.5 に島別の収穫ポテンシャル面積を示す。インドネシア国全体で既存天水田から 240 万 ha、最適エリアから 940 万 ha、合計で約 1,180 万 ha の収穫ポテンシャル面積が存在していることが判る。これに加えて、稲作にあたっては土壌の条件が劣るものの、適エリアが 1,540 万 ha ほど存在している。したがって、島ごとに偏りはあるものの、インドネシア国全体で見れば、収穫ポテンシャル面積は相当量に達することが判る。



ID	Island Name	Land Potential			Water Potential	
		Existing Rainfed Paddy	Fully Suitable Area	Conditionally Suitable Area	Marginally Suitable Area	Water Potential for Double Cropping
1	Sumatera	1,143,477	1,923,624	4,639,087	3,328,038	7,983,591
2	Java	805,341	715,768	264,764	1,493,987	55,375
3	Bali Nusa Tenggara	128,942	395,153	217,002	2,079,988	84,348
4	Kalimantan	890,923	1,609,428	3,317,456	1,956,460	16,892,476
5	Sulawesi	318,628	848,085	363,568	2,340,288	2,123,208
6	Maluku-Papua	48,991	952,684	1,816,115	2,255,048	12,918,615
7	Indonesia	3,336,302	6,444,743	10,617,993	13,453,809	40,057,613

図 8.2.3 島別の土地および水資源ポテンシャル面積比較図  
出典: JICA 調査団

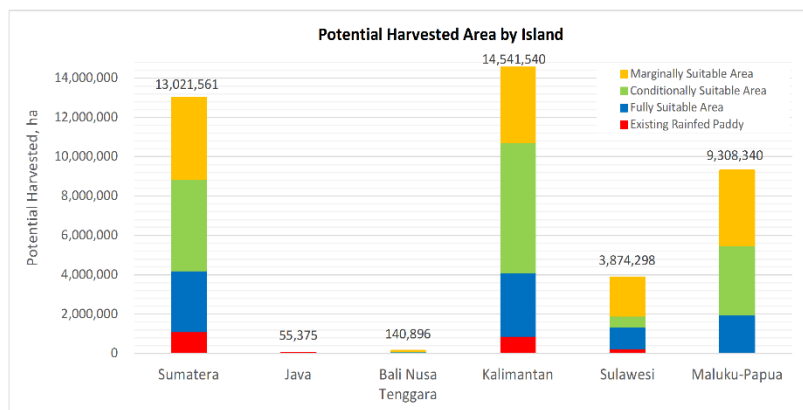


ID	Island Name	Land Potential x Water Potential for Double Cropping				Total
		Existing Rainfed Paddy	Fully Suitable Area	Conditionally Suitable Area	Marginally Suitable Area	
1	Sumatera	1,110,128	1,552,425	2,325,537	2,077,755	7,065,845
2	Java	55,375	0	0	0	55,375
3	Bali Nusa Tenggara	27,801	34,631	6,745	15,172	84,348
4	Kalimantan	890,923	1,609,428	3,317,456	1,898,424	7,716,231
5	Sulawesi	249,904	544,083	286,369	981,746	2,062,101
6	Maluku-Papua	48,991	952,684	1,766,923	1,910,068	4,678,666
7	Indonesia	2,383,122	4,693,250	7,703,029	6,883,165	21,662,567

図 8.2.4 島別の灌漑開発ポテンシャル面積  
出典: JICA 調査団



ここで、ジャワ島・バリ・ヌサテンガラ島においては、開発に利用できる水資源が僅かであるために、収穫ポテンシャル面積はそれぞれ 10 万 ha 程度と算出されている。したがって、これらの地域においては、新規の灌漑開発よりも既存の灌漑施設の改修および近代化による水利用の効率化が優先されるべきである（なお、これらの地区については、雨季・乾季が明瞭であること、乾季の昨付も水量に応じてなされていることから、ケース C として貯留効果を見込んだケースを 8.2.5 節で検討する）。



ID	Island Name	Potential Harvested Area				Total
		Existing Rainfed Paddy	Fully Suitable Area	Conditionally Suitable Area	Marginally Suitable Area	
1	Sumatera	1,110,128	3,104,849	4,651,073	4,155,511	13,021,561
2	Java	55,375	0	0	0	55,375
3	Bali Nusa Tenggara	27,801	69,262	13,489	30,344	140,896
4	Kalimantan	890,923	3,218,857	6,634,913	3,796,847	14,541,540
5	Sulawesi	249,904	1,088,165	572,737	1,963,492	3,874,298
6	Maluku-Papua	48,991	1,905,368	3,533,846	3,820,136	9,308,340
7	Indonesia	2,383,122	9,386,501	15,406,058	13,766,330	40,942,011

図 8.2.5 島別の収穫ポテンシャル面積

出典：JICA 調査団

### 8.2.3 流域別の灌漑開発ポテンシャル面積（ケース A）

図 8.2.6 および図 8.2.7 に流域別の灌漑開発ポテンシャル面積の算出結果を示す。また図 8.2.8 に流域別の収穫ポテンシャル面積を示すが、本節では主として灌漑開発ポテンシャル面積、特に開発優先度の高い天水田および最適エリアの面積の比較により開発地として有望な流域を抽出する。

#### 1) スマトラ島

天水田および最適エリアの灌漑開発ポテンシャル面積の大きな流域は、スマトラ島の南部に多く存在するが北部にも一部存在している。Barumn Kualuh（1.16.B）、Kampar（1.27.A2）、Indragiri-Akuaman（1.29.A2）、Batanghari（1.34.A2）、Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau（1.40.A2）、Mesuji-Tulang-Bawang（1.43.A2）などが開発候補地として有望であると考えられる。特に南スマトラ州に位置する Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau（1.40.A2）は、突出したポテンシャルを有しており、1 流域で天水田が 47.5 万 ha、最適エリアは 41.6 万 ha ものポテンシャルを有している。

開発ポテンシャル面積をそれぞれの流域面積で除した単位灌漑開発面積（単位：ha/km<sup>2</sup>）での比較でも、Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau（1.40.A2）および Mesuji-Tulang-Bawang（1.43.A2）は、天水田の単位灌漑開発面積において高い値を有する（それぞれ 5.5 ha/km<sup>2</sup> および 6.1 ha/km<sup>2</sup>）。最適エリアについては、北スマトラ州に位置する Wampu-Besitang（1.10.B）および Nias（1.14.B）が最も大きな単位灌漑開発面積を有している（それぞれ 10.5 ha/km<sup>2</sup> および 9.2 ha/km<sup>2</sup>）。

#### 2) ジャワ島

ジャワ島では、開発に利用できる水資源がほとんど存在しないことから灌漑開発ポテンシャルは非常に小さく、多くの流域でポテンシャル面積が 0 ha である。島内で比較的高ポテンシャルを有する流域としては Cibaliung-Cisawarna（2.1.B）や Ciwulan-Cilaki（2.8.B）が挙げられるが、それぞれ 1.6 万 ha（6.3 ha/km<sup>2</sup>）および 1.8 万 ha（3.3 ha/km<sup>2</sup>）程度である。

#### 3) バリ・ヌサテンガラ島

ジャワ島と同様、水資源による制約が厳しいことから灌漑開発ポテンシャルが小さい傾向にあ



る。さらに、土地資源ポテンシャルにしても、その 3/4 程度が灌漑開発の際に傾斜・標高の影響を考慮する必要のある「やや適」エリアであることから、開発優先度の高い天水田および最適エリア自体が多く存在していない。

そのような状況下、比較的灌漑開発の可能性のある流域としては、東ヌサテンガラ州に位置する Flores (3.5.A3) や Sumba (3.4.B) が挙げられる。それぞれの優先度の高いエリアにおける灌漑開発ポテンシャルは、Flores (3.5.A3) では 1.7 万 ha (3.0 ha/km<sup>2</sup>)、Sumba (3.4.B) では 1.1 万 ha (1.0 ha/km<sup>2</sup>) 程度である。

#### 4) カリマンタン島

カリマンタン島は、スマトラ島と同様に、島全体で 90 万 ha の天水田、また 160 万 ha もの最適エリアを有している。中部カリマンタン州と南カリマンタン州の州境界付近を中心にポテンシャルエリアが高い傾向にある。特筆すべきはその半分以上となる 45.6 万 ha (5.7 ha/km<sup>2</sup>) もの天水田が Barito (4.9.A2) に存在する点にある。また、この流域は最適エリアにおいてもカリマンタン島における最大の面積である 30 万 ha (3.7 ha/km<sup>2</sup>) を有していることから、灌漑開発計画にあたり、優先的にその可能性を検討する必要がある。

その他、開発優先度の高い天水田・最適エリアでの開発ポテンシャルが大きな流域としては、Kapuas (4.3.A3) や Mentaya-Katingan (4.7.A3)、Mahakam (4.13.A2) などが挙げられ、それぞれ 18.5 万 ha (1.8 ha/km<sup>2</sup>)、12.6 万 ha (3.6 ha/km<sup>2</sup>)、30.6 万 ha (3.6 ha/km<sup>2</sup>) 程度の最適エリアに分類される灌漑開発ポテンシャルが認められる。

#### 5) スラウェシ島

スラウェシ島では灌漑開発ポテンシャル面積の高い流域は、南スラウェシ州付近に集中している。開発優先度の高い天水田、最適エリアに限れば Pompengan-Larona (5.14.A2)、Saddang (5.15.A2)、そして Walanae-Cenranae (5.16.A3) の 3 流域でスラウェシ島全体の約 50% のポテンシャルを占めている。

最も大きな開発ポテンシャル面積を有している流域は Walanae-Cenranae (5.16.A3) であり、12.4 万 ha (10.4 ha/km<sup>2</sup>) の開発可能な天水田、2.4 万 ha (2.0 ha/km<sup>2</sup>) の最適エリアを有する有望流域である。Pompengan-Larona (5.14.A2) については、天水田面積は 0.9 万 ha 程度であるが、12.3 万 ha の最適エリアを有している。また、Saddang (5.15.A2) では 3.8 万 ha の天水田、7.1 万 ha の最適エリアが存在するため、開発地の選定はこれらの流域を優先的に検討すべきである。

#### 6) マルク・パプア島

マルク・パプア島における天水田面積は、土地資源による制約のために非常に小さく、4.9 万 ha 程度である。パプア島で最も灌漑開発ポテンシャルが高いと考えられる流域は、Einlanden-Digul-Bikuma (7.5.A1) であり、3.7 万 ha の天水田、24 万 ha の最適エリアが開発可能である。単位灌漑開発ポテンシャル面積で見た場合、天水田および最適エリアはそれぞれ 0.3 ha/km<sup>2</sup>、1.8ha/km<sup>2</sup> と非常に小さいが、流域南部の沿岸地域に集中して分布していることから、灌漑開発の際には同沿岸地域から検討を行うべきである。

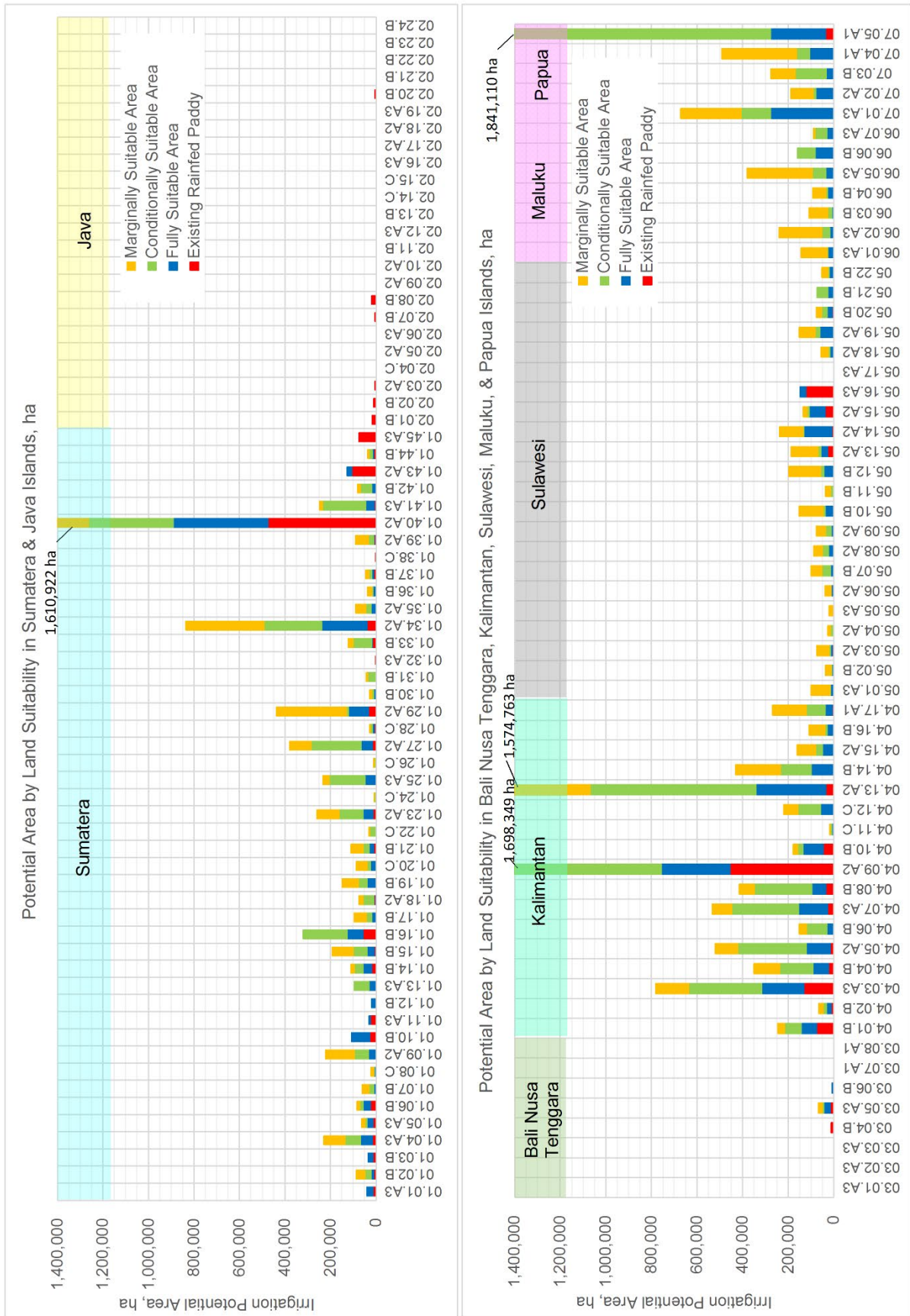


図 8.2.6 流域別の灌漑開発ポテンシャル面積

出典：JICA 調査団

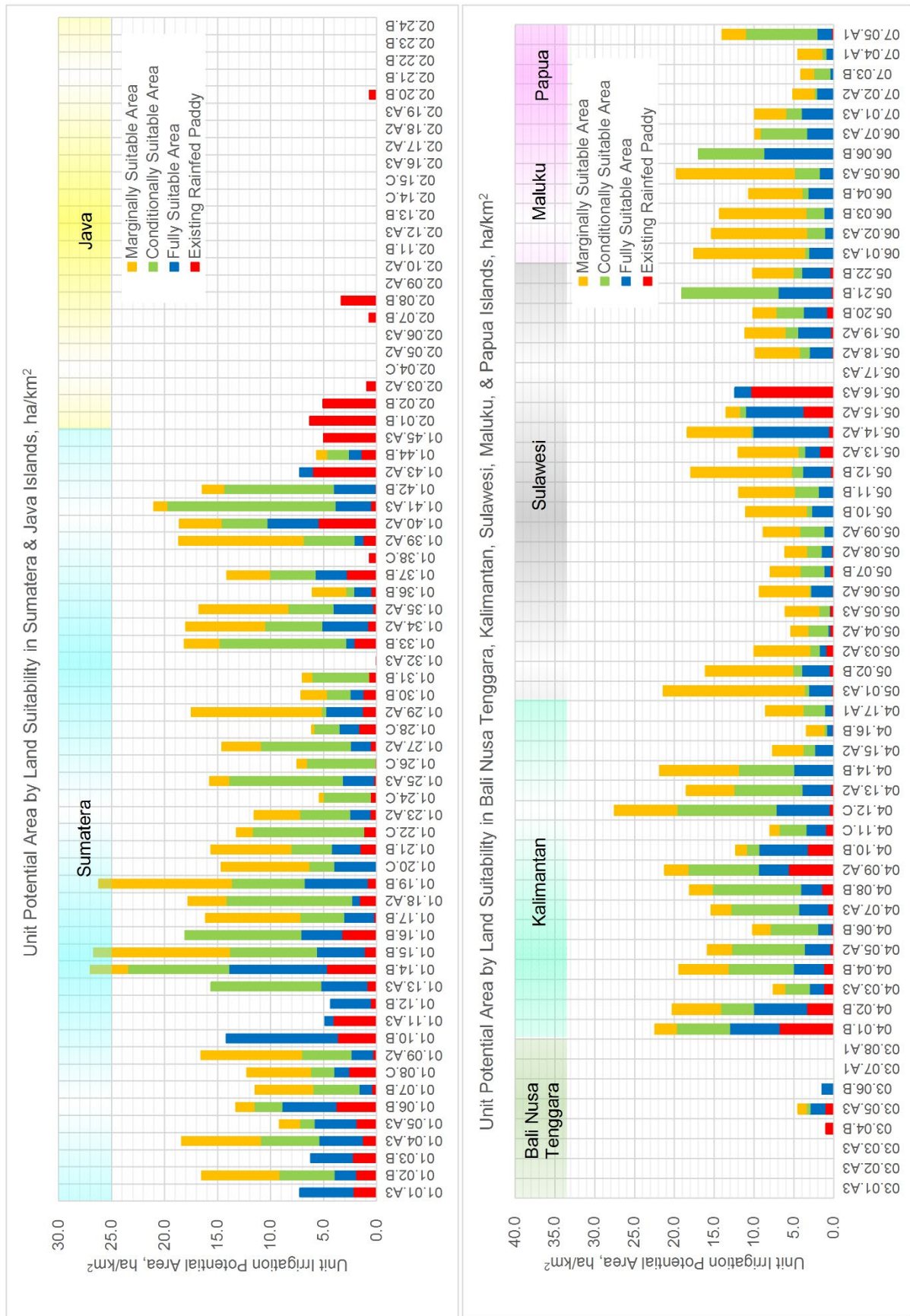


図 8.2.7 流域別の単位灌漑開発ポテンシャル面積

出典: JICA 調査団

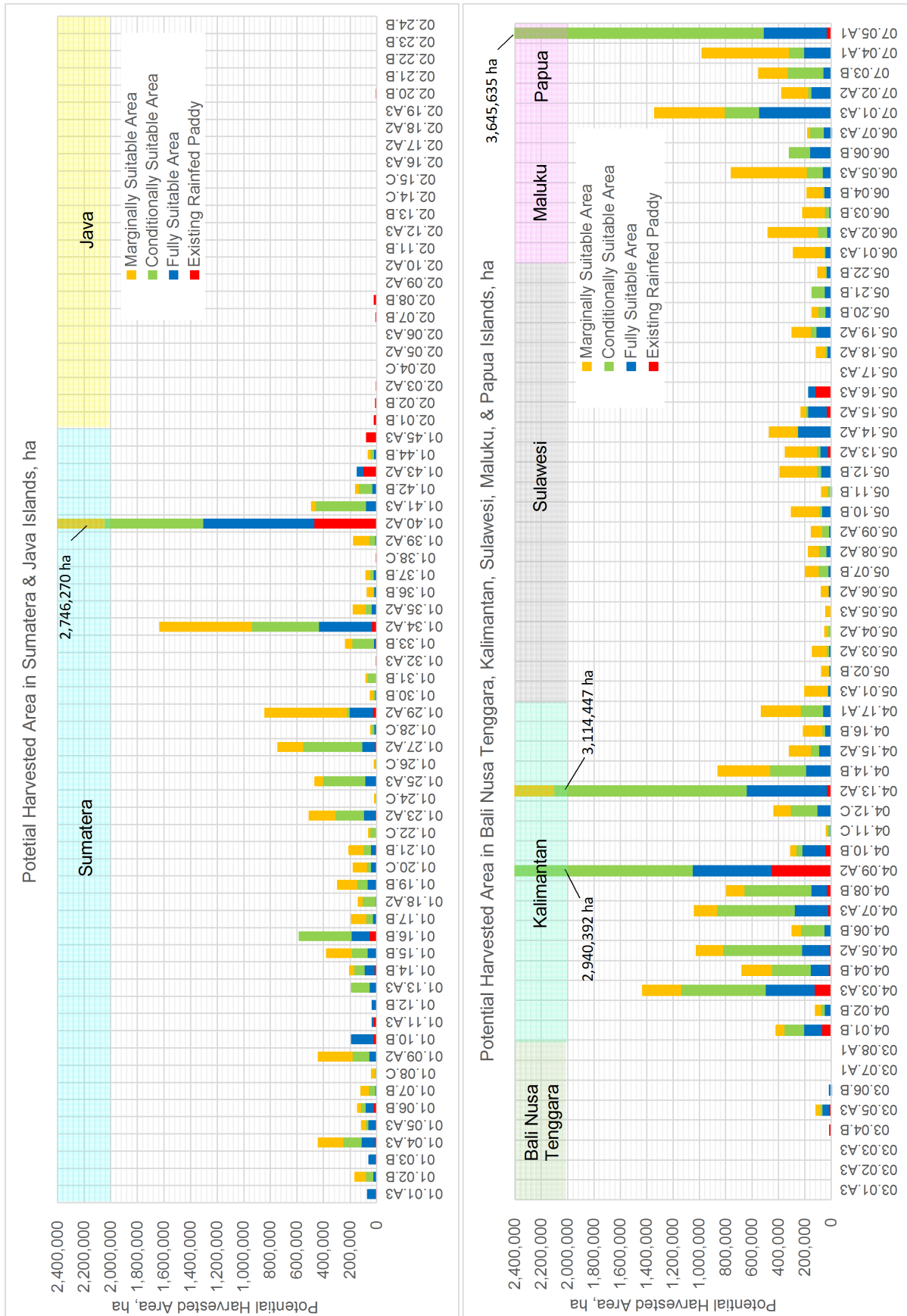


図 8.2.8 流域別の収穫ポテンシャル面積

出典：JICA 調査団



8.2.2 節で示しているとおり、インドネシア国全体で灌漑開発ポテンシャル面積は天水田で約 240 万 ha、最適エリアで 470 万 ha 存在することが確認された。このポテンシャルは、過去 5 年における開発実績（100 万 ha）と比較しても、十分に大きな面積であると考えられる。したがって、実際の計画にあたっては、ポテンシャル面積のうち、優先開発地区として分類される天水田および最適エリアに注目すれば良い。そこで、流域別のポテンシャル面積および単位ポテンシャル面積を考慮し、天水田、最適エリアに分けてそれぞれ流域別に開発優先度（A～E）を設定する。

表 8.2.2 に開発優先度が A（天水田のポテンシャル面積および単位ポテンシャル面積が上位 1/5 に位置する）の流域を示す。これらの流域はその半数以上が新規水田開発最適エリアの開発優先度も A であった。全 15 流域のうち、最も多いのがスマトラ島の流域で 8 流域（合計 81 万 ha）、次いでカリマンタン島およびスラウェシ島で各 3 流域（それぞれ 58 万 ha 及び 19 万 ha）、そしてジャワ島の 1 流域（1.8 万 ha）であった。このことから、既存天水田の灌漑開発優先度の高い地域はスマトラ島およびカリマンタン島に多く面積を有していることが分かる。

表 8.2.2 天水田開発優先度の最も高い流域一覧

流域コード	流域名	灌漑ポテンシャルエリア (天水田)		開発優先度 (天水田)	開発優先度 (新規水田開発 最適エリア)
		ha	100ha/km <sup>2</sup>		
01.40.A2	Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau	475,574	552	A	A
04.09.A2	Barito	456,306	570	A	A
05.16.A3	Walanae-Cenranae	123,548	1,038	A	A
01.43.A2	Mesuji-TulangBawang	105,716	606	A	A
04.01.B	Sambas	75,216	685	A	A
01.45.A3	Seputih-Sekampung	73,875	500	A	B
01.16.B	Barumun-Kualuh	57,940	328	A	A
04.10.B	Cengal-Batulicin	48,050	332	A	A
05.15.A2	Saddang	38,362	388	A	A
05.13.A2	Kalukku-Karama	28,243	181	A	B
01.10.B	Wampu-Besitang	28,021	369	A	A
01.11.A3	Belawan-Ular-Padang	24,899	412	A	C
01.06.B	Tamiang-Langsa	24,068	383	A	B
01.14.B	Nias	19,495	475	A	B
02.08.B	Ciwulan-Cilaki	17,846	333	A	C

出典：JICA 調査団

#### 8.2.4 州別の灌漑開発ポテンシャル面積（ケース A）

灌漑開発ポテンシャル面積は、水資源ポテンシャル面積を含むため、物理的な分水嶺を境界線とした流域単位で考察することが基本である。しかしながら、本結果は州政府および地方政府によって参照されることも考慮し、流域別の結果を基に州別の灌漑開発ポテンシャルを算出する。開発優先度の高い天水田および最適エリアのみに注目した場合、灌漑開発ポテンシャル面積の大きな州は以下のとおりである（全州の比較は図 8.2.9 を参照）。

- ✓ 北スマトラ州：63.0 万 ha（8.9 ha/km<sup>2</sup>）
- ✓ 南スマトラ州：91.6 万 ha（10.6 ha/km<sup>2</sup>）
- ✓ 西カリマンタン州：64.7 万 ha（4.4 ha/km<sup>2</sup>）
- ✓ 中部カリマンタン州：59.4 万 ha（3.9 ha/km<sup>2</sup>）
- ✓ 南カリマンタン州：64.4 万 ha（17.4 ha/km<sup>2</sup>）
- ✓ 南スラウェシ州：51.8 万 ha（11.5 ha/km<sup>2</sup>）
- ✓ パプア州：42.9 万 ha（1.4 ha/km<sup>2</sup>）

その一方で、ジャワ島およびバリ・ヌサテンガラ島においては、非常に小さなポテンシャルと

なっており、水田の新規開発が難しい状況であることが示唆される。これらの州においては灌漑率が76%にも達し（BPS 2015）、既存の灌漑施設も多く存在することから、灌漑施設の改修および近代化による水利用の最適化が新規の水田開発以上に重要になるものと考えられる。

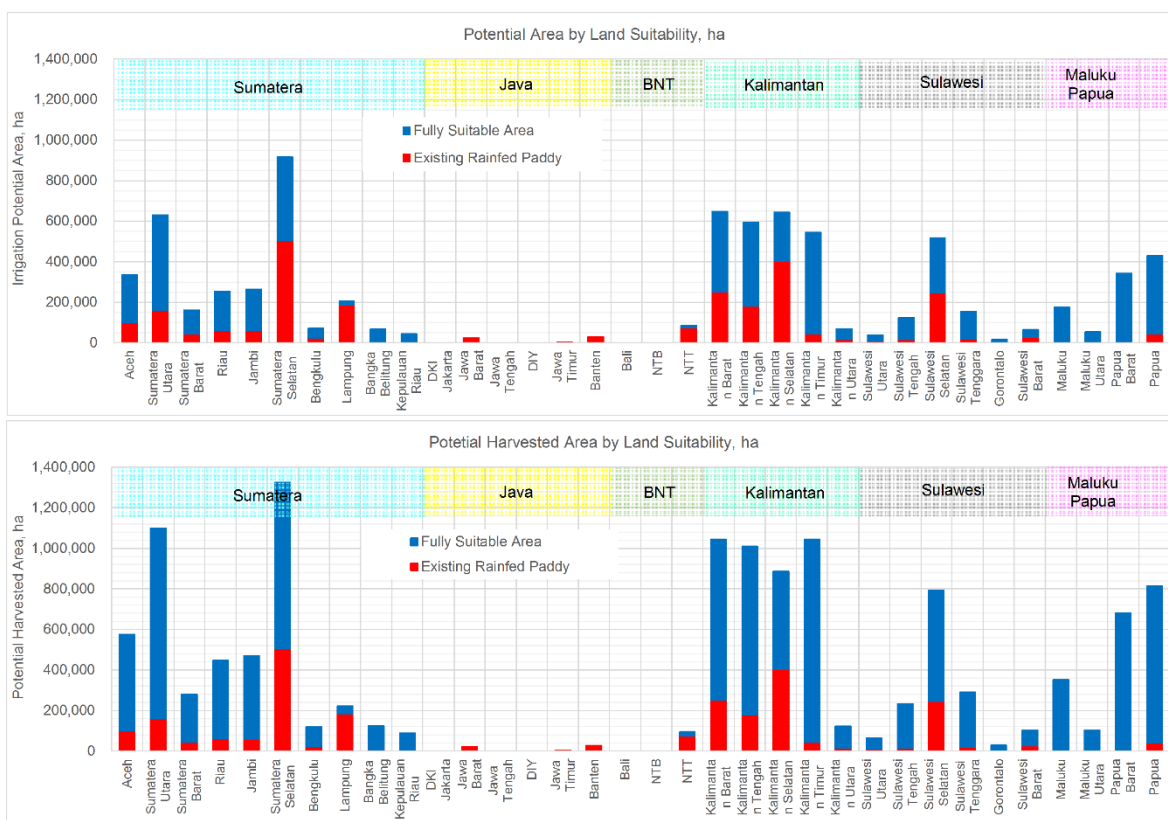


図 8.2.9 州別の灌漑開発ポテンシャル面積（上図）および単位灌漑開発ポテンシャル（下図）

出典：JICA 調査団

流域でのポテンシャル面積評価と同様に、天水田および最適エリアについてのポテンシャル面積、単位ポテンシャル面積を考慮した州別の開発優先度表（A～E の 5 段階）のうち、天水田の開発優先度が最も高い州を表 8.2.3 に整理する。優先度が A の州に限ると、ポテンシャル面積の大きな順で南スマトラ州（50 万 ha）、南カリマンタン州（40 万 ha）、南スラウェシ州（24 万 ha）、ランブン州（19 万 ha）、北スマトラ州（16 万 ha）であり、スマトラ島に優先度の高い州が多く存在していることが確認される。

表 8.2.3 天水田開発優先度の最も高い州一覧

ID	州	灌漑ポテンシャルエリア (天水田)		開発優先度 (天水田)	開発優先度 (新規水田開発 最適エリア)
		ha	100ha/km <sup>2</sup>		
6	Sumatera Selatan	504,945	582	A	A
22	Kalimantan Selatan	402,275	1,082	A	A
27	Sulawesi Selatan	244,641	540	A	A
8	Lampung	185,531	552	A	B
2	Sumatera Utara	159,522	221	A	A

出典：JICA 調査団

### 8.2.5 湿地帯分布を考慮した灌漑開発ポテンシャル面積（ケース B）

第 4 章 4.4.4 節で計算した土地資源ポテンシャルの湿地帯／非湿地帯の分布割合に基づいて、ケース A で求めた灌漑開発ポテンシャルを湿地（Lowland）と非湿地（Non-Lowland）に分類する。本検討は、湿地帯分布の空間データが存在するスマトラ島、カリマンタン島、パプア島を対象と



しており、ジャワ島、バリ・ヌサテンガラ島、スラウェシ島およびマルク島については、湿地帯が存在しないものとして結果を表示している。また、結果を簡単にするため、現実に開発対象となり得る優先開発対象（既存天水田および新規水田開発最適エリア）に絞って説明する。

### 1) 島別の灌漑開発ポテンシャル（ケース B）

図 8.2.13 に優先開発対象である天水田および新規水田開発最適エリアの面積を湿地帯、非湿地帯に分けて島別に示す。湿地帯における灌漑ポテンシャルの島別分布は、大きい順にカリマンタン島（160 万 ha）、スマトラ島（150 万 ha）、パプア島（22 万 ha）であり、湿地帯における天水田および最適エリアは非湿地帯と比較して大きいことが分かる。非湿地帯の灌漑開発ポテンシャルは、スマトラ島（120 万 ha）、カリマンタン島（94 万 ha）、スラウェシ島（79 万 ha）の順で大きく、スラウェシ島のポテンシャルが相対的に大きいといえる。

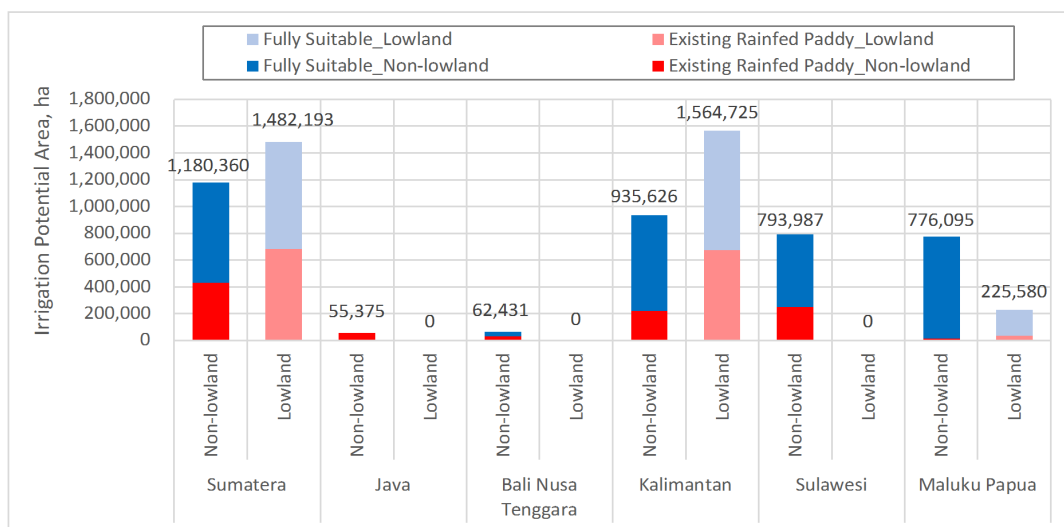


図 8.2.10 湿地帯／非湿地帯の島別灌漑ポテンシャル面積  
出典：JICA 調査団

### 2) 流域別の灌漑開発ポテンシャル（ケース B）

流域別の結果のうち、ケース A の検討（8.2.3 節を参照）で灌漑開発優先度を A と評価した流域の灌漑開発ポテンシャルを図 8.2.11 に示す。ケース A で高ポテンシャル流域であった Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau（1.40.A2）や Barito（4.09.A2）などの流域は、その大部分のポテンシャルが湿地帯に属するなど、スマトラ島やカリマンタン島の多くの流域では、全体のポテンシャルエリアの半分程度が湿地帯にあることが確認された。ただし、ランプン州に位置する Seputih-Sekampung（1.45.A3）や南カリマンタン州に位置する Cengal-Batulicin（4.10.B）では、ほとんどが非湿地帯のポテンシャルである。

表 8.2.4 湿地帯／非湿地帯の流域別灌漑ポテンシャル面積（抜粋）

Code	Name	Non-lowland			Lowland (Swamp)		
		(1) Existing Rainfed Paddy	(2) Fully Suitable	Total (1)+(2)	(3) Existing Rainfed Paddy	(4) Fully Suitable	Total (3)+(4)
01.40.A2	Musi-Sugihan-Banyuasin-Lemau	79,485	159,392	238,877	396,089	256,896	652,986
01.45.A3	Seputih-Sekampung	63,323	0	63,323	10,551	0	10,551
04.09.A2	Barito	43,489	76,495	119,985	412,816	223,625	636,441
04.10.B	Cengal-Batulicin	45,159	86,411	131,570	2,891	1,252	4,143

出典：JICA 調査団

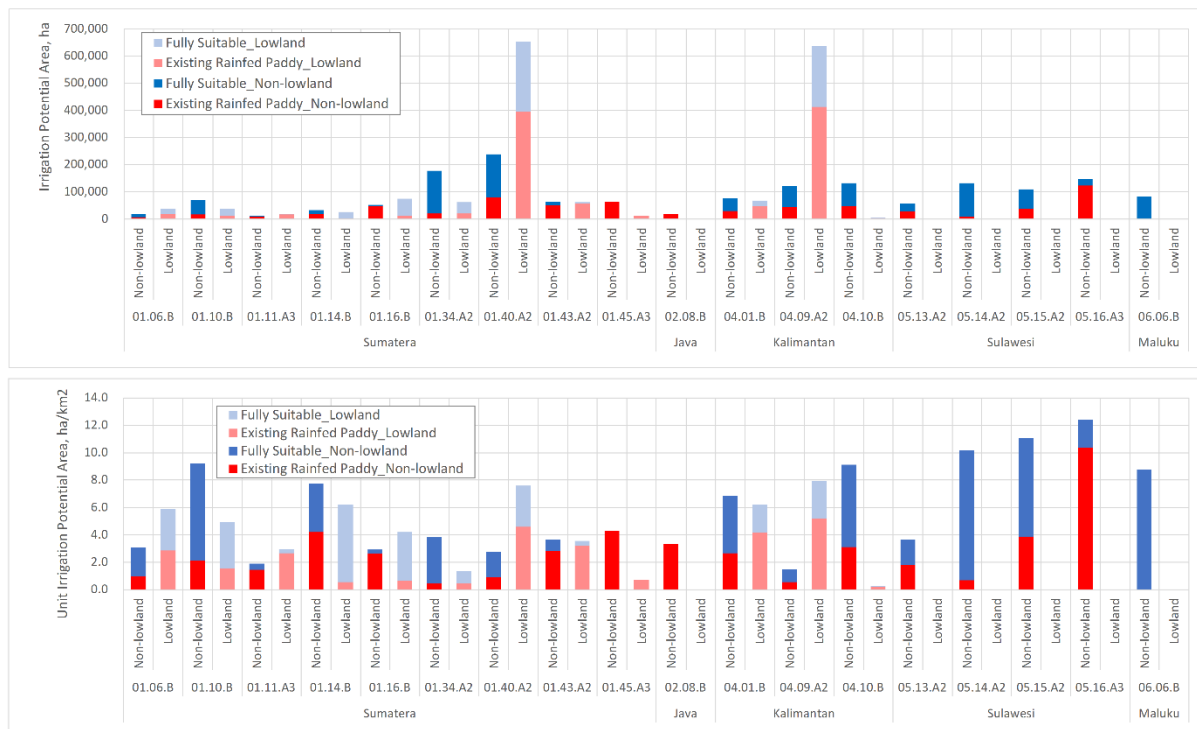


図 8.2.11 湿地帯／非湿地帯の流域別灌漑ポテンシャル面積（抜粋）

出典：JICA 調査団

### 3) 州別の灌漑開発ポテンシャル（ケース B）

南スマトラ州、西カリマンタン州、中央カリマンタン州、南カリマンタン州、東カリマンタン州などはケース A で非常に多くのポテンシャルが認められた。このポテンシャルの各々50%以上は湿地帯に分類されるポテンシャルである。特に南スマトラ州では、湿地帯に 69 万 ha もの灌漑ポテンシャルが確認されており、他州と比較しても非常に大きなポテンシャルである。これらの州は潮汐あるいはポンプ灌漑地区として開発していく上で有望地であると考えられる。

他方、非湿地帯の灌漑ポテンシャルに限れば、上記の州も相当のポテンシャル面積を有している（19 万 ha～26 万 ha）ものの、最も多くの灌漑開発ポテンシャルを有する州は南スラウェシ州の 52 万 ha であり、次いで北スマトラ州の 35 万 ha となる。

表 8.2.5 湿地帯／非湿地帯の州別灌漑ポテンシャル面積（抜粋）

ID	Name	Non-lowland（非湿地帯）			Lowland（湿地帯）		
		(1) Existing Rainfed Paddy	(2) Fully Suitable	Total (1)+(2)	(3) Existing Rainfed Paddy	(4) Fully Suitable	Total (3)+(4)
2	Sumatera Utara	111,744	238,681	350,425	47,778	231,862	279,640
6	Sumatera Selatan	74,637	152,791	227,428	430,308	258,220	688,528
20	Kalimantan Barat	102,600	157,548	260,148	147,735	239,329	387,064
21	Kalimantan Tengah	21,810	170,798	192,608	157,523	244,405	401,928
22	Kalimantan Selatan	46,963	139,788	186,751	355,312	102,419	457,731
23	Kalimantan Timur	9,712	225,017	234,729	33,871	276,310	310,181
27	Sulawesi Selatan	244,641	273,819	518,460	0	0	0

出典：JICA 調査団

### 8.2.6 貯留効果を考慮した灌漑開発ポテンシャル面積（ケース C）

本ケースでは、ダムや貯水池などの貯留施設が存在すると仮定し、雨季に貯留した水資源を乾季に利用した場合の作付け可能面積を算出する。対象地域は、雨季・乾季が明瞭であり、乾季の作付けが多くなされている地域とする。スマトラ南部のランブン州、ジャワ島およびバリ・ヌサトンガラ島の全域、そしてスラウェシ南部の南スラウェシ州を対象とする。また、乾季の作付け

を目的としているため、開発対象を天水田とすることが第 1 に優先されるが、新規水田開発最適エリアについても、対象に含めて計算を行う。

### 1) 流域別の灌漑開発ポテンシャル（ケース C）

図 8.2.12 にケース A と比較した時のケース C の灌漑開発ポテンシャル面積の増分を示す。貯留効果を考慮することによって最も灌漑開発ポテンシャルが増加するのは、ランブン州に位置する 1.45A3（12 万 ha）、東ヌサテンガラ州に位置する 3.5A1（11 万 ha）、そして南スラウェシ州に位置する 5.16A3（14 万 ha）および 5.17A3（19 万 ha）となる。ジャワ島においても例えば 2.12A3 で 6 万 ha、2.20B で 10 万 ha のポテンシャル面積の増があるなど、一部地域で貯留施設による効果があることが認められる。

一方、ランブン州の 1.44B、南スラウェシ州の 5.13A2～5.15A2 および 5.18A2～5.22B においては、貯留施設による効果はほとんど認められない結果であった。これは、これらの流域においては灌漑ポテンシャル面積の制約条件が水資源にあるのではなく、土地資源にあることを示している。その他のジャワ島の流域については、強い水資源の制約により、超過確率 80%の降水の条件下では灌漑開発ポテンシャルがないことが確認された。

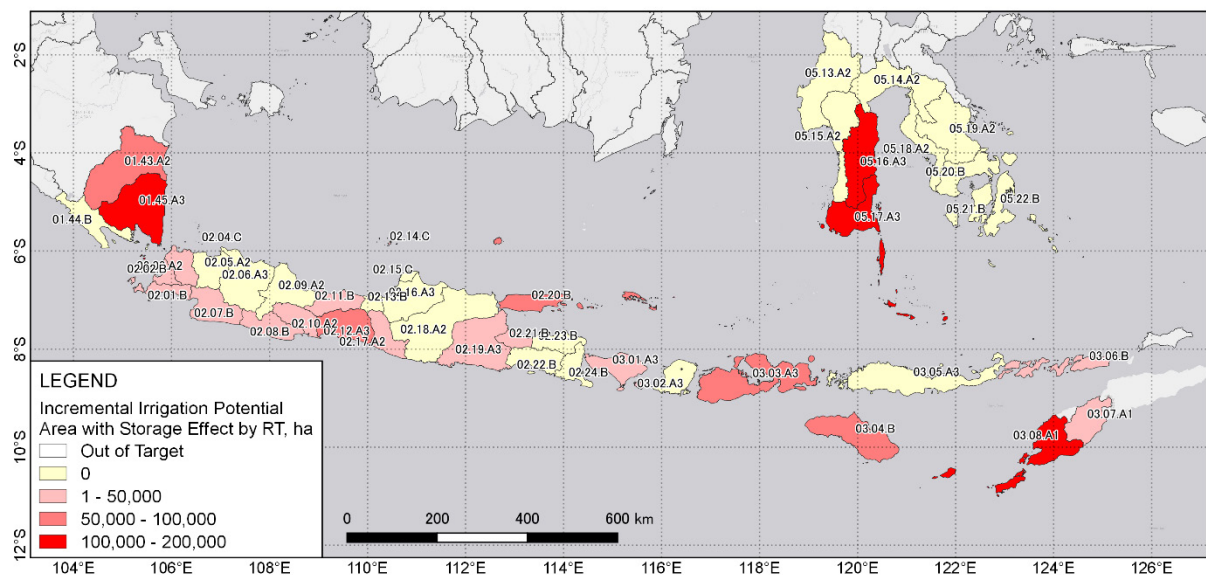


図 8.2.12 貯留効果を考慮した時の流域別灌漑開発ポテンシャル面積の増加（ケース C-ケース A）

出典：JICA 調査団

### 2) 州別の灌漑開発ポテンシャル（ケース C）

流域別で算出した灌漑開発ポテンシャルを、州別に換算する（図 8.2.13 参照）。州別の灌漑開発ポテンシャル面積の増分の算出結果より、ランブン州、東ジャワ州、バンテン州、東ヌサテンガラ州、南スラウェシ州で 10 万 ha 以上のポテンシャル面積の増が認められる。特に南スラウェシ州では、約 33 万 ha の増となることから貯留による効果が大きい。

一方で、ジャカルタ首都特別州、ジョグジャカルタ特別州やバリ州においてはほとんど増分が認められない。これらの地域では水資源の効率利用にかかる施設改修や近代化を行うことが望ましい。

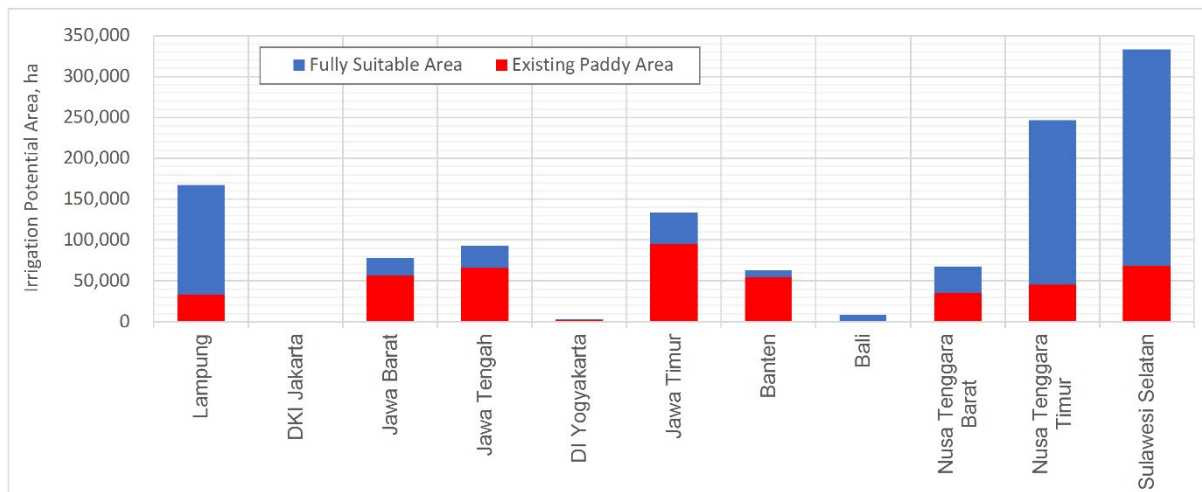


図 8.2.13 貯留効果を考慮した時の州別灌漑開発ポテンシャル面積の増加 (ケース C-ケース A)

出典：JICA 調査団

上記のポテンシャル面積の増分を実現するために、必要となる貯留施設の容量を図 8.2.14 に示す (算出には、第 5 章で求めた乾季の稲作にかかる単位水使用量を用いている)。ランブン州、東ジャワ州、東ヌサテンガラ州、南スラウェシ州において合計で 2,300MCM、2,100MCM、4,200MCM、4,400MCM もの貯留施設がそれぞれ必要になると算出された (参考として 24 万 ha もの灌漑エリアをカバーする Jatiluhur ダムの容量を図 8.2.14 に示す)。

本結果は既存の貯留施設の有無に関わらず、降った雨が効率的に貯留されると仮定した時のポテンシャルおよび必要施設容量を示している。ダム計画の立案においては、通常、対象とする小流域毎に水収支を考えることが必要である。したが、実際のポテンシャルの有無については対象となる灌漑エリアにかかる小流域の水収支をもって判断する必要がある。

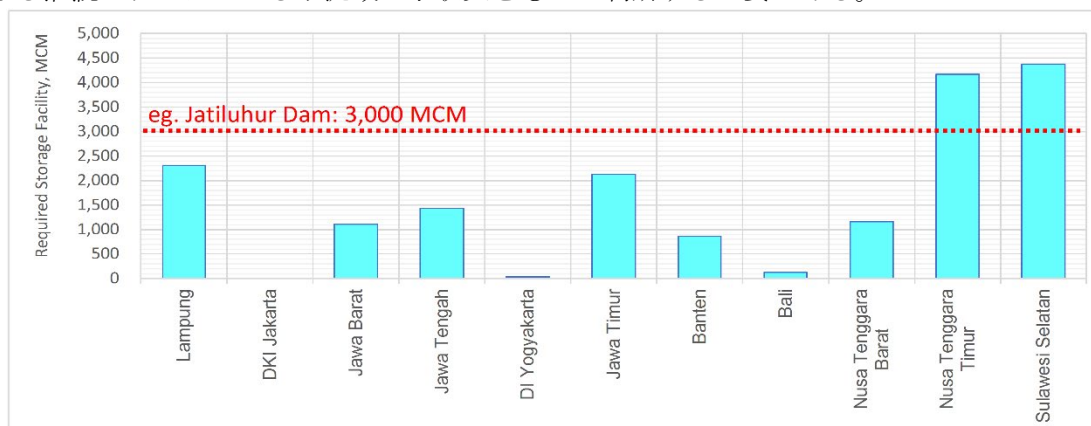


図 8.2.14 ポテンシャル面積の増分を灌漑するのに必要な貯水容量

出典：JICA 調査団

### 8.3 灌漑開発・管理戦略策定

#### 8.3.1 全国および島別の灌漑開発面積

これまでの検討結果を下に、将来の食糧安全保障において必要となるコメの自給達成のための灌漑開発面積を試算する。代表的な 2 ケースにおけるコメの将来需要とコメの将来供給予測を比較して下図に示す。図の 2 つの曲線は将来のコメ需要予測を示しているが、低位の曲線が JICA 調査団のベースケース (将来の人口増が最も低い予測) である。上位の曲線は参考ケースであるが、



人口成長率が設定した4ケースの中では、最大の場合の将来のコメ需要を示している。

曲線の下部には着色した部分があるが、これが各種の条件の下で、生産されてくるコメ供給の将来予測である。右側の図では、将来のコメ供給量が大きく減少していることが判る。これは、水田の他用途への転用を将来ともに年間約10万haで進むと仮定したケースである。他方、左側の図では2015～2019年間は年間当たり10万haの農地転用率としているが、10年後の2030年以降は約半分の4万ha/年ほどの農地転用率に減少させている。

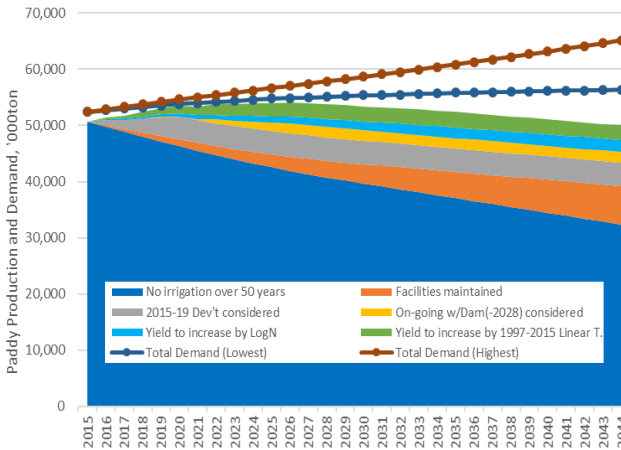


図 8.3.1 コメの需要と供給予測  
(農地転用：10万ha/年から4万ha/年に減少)  
出典：JICA 調査団

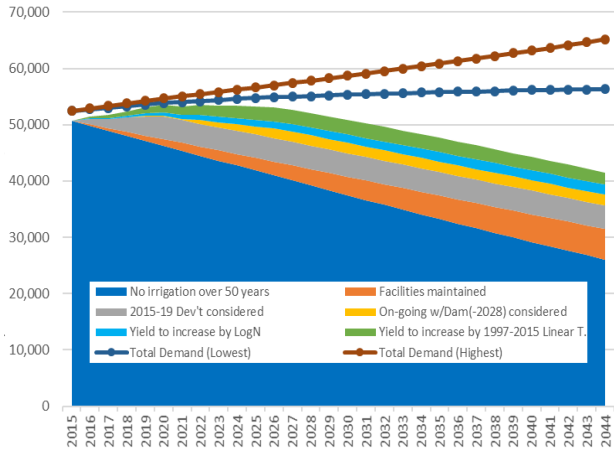


図 8.3.2 コメの需要と供給予測  
(農地転用：10万ha/年が将来ともに継続)  
出典：JICA 調査団

図 8.3.1 と図 8.3.2 に示す曲線と着色してある基部の差がコメ需給のギャップとなる。なお、図に示すコメ供給量の試算にあたっては、作付け率を100%と仮定している。これは、開発の第一優先度を天水田に置いているからである（既に、雨期には天水で作付けがなされており、灌漑による作付け増は1作分と仮定する）。この需給ギャップを将来に予測される反収で除して、将来に必要な灌漑開発面積を求める。

表 8.3.1 は、水田の転用率は当初の2015～2019年には約10万ha/年、そして10年後の2030年以降、約半分の4万ha/年に減少させる場合の必要灌漑面積を示している。4ケースのコメ需要ごとに各々6ケースの米生産条件を組み合わせた場合に必要となる、各5年間当たりの灌漑開発面積を示している。図 8.3.3～図 8.3.6 は、コメの需要ケースごと、そして各種のコメ生産条件に応じて将来に必要なとされる灌漑開発面積を示している。

JICA 調査団のベースはコメの需要は lowest、灌漑分野への既存事業等を全て考慮した上で、将来の反収は LogN 曲線で増加する場合である（表 8.3.2 では最上段グループの Yield to increase by LogN を参照、図 8.3.7 では数値を付記している淡青の棒を参照）。これによると、2015～19年においては約26万ha、2020～24年では24万haほどの灌漑開発面積が必要とされる。また、2025年以降の5年間当たりでは23万ha～26万haほどの灌漑開発が必要と予測される。

表 8.3.1 将来に必要なとされる灌漑開発面積（農地転用：10万ha/年から2030年以降4万ha/年に減少）、ha

Cases		2015-19	2020-24	2025-29	2030-34	2035-39	2040-44
ag/ Lowest Demand, ha	Facilities not maintained	1,107,982	851,553	635,898	530,283	512,354	503,329
	Facilities maintained	943,733	655,568	439,516	326,460	303,462	287,051
	2015-19 one M.ha Dev't considered	358,531	523,194	438,262	325,559	302,571	286,170
	On-going w/Dam Irrig'n considered	348,559	336,490	314,655	325,259	302,275	285,877
	<b>Yield to increase by LogN</b>	<b>261,673</b>	<b>236,914</b>	<b>225,106</b>	<b>252,555</b>	<b>256,538</b>	<b>255,277</b>
	Yield to increase by Linear Trend.	80,550	34,982	146,680	230,955	260,104	260,625
ag/ 2nd Lowest	Facilities not maintained	1,137,071	897,587	726,577	625,609	614,454	612,357
	Facilities maintained	972,822	701,602	530,196	421,785	405,561	396,079

Cases		2015-19	2020-24	2025-29	2030-34	2035-39	2040-44
Demand, ha	2015-19 one M.ha Dev't considered	387,620	569,228	528,941	420,884	404,670	395,199
	On-going w/Dam Irrig'n considered	377,648	382,523	405,334	420,585	404,374	394,906
	Yield to increase by LogN	290,513	281,921	312,874	343,770	354,221	359,731
	Yield to increase by Linear Trend.	108,905	77,700	230,446	318,414	354,301	360,930
ag/ 2nd Highest Demand, ha	Facilities not maintained	1,183,367	953,587	770,901	713,633	754,613	810,678
	Facilities maintained	1,019,118	757,603	574,519	509,810	545,720	594,400
	2015-19 one M.ha Dev't considered	433,916	625,229	573,264	508,909	544,829	593,519
	On-going w/Dam Irrig'n considered	423,944	438,524	449,657	508,609	544,533	593,226
	Yield to increase by LogN	336,413	336,582	355,231	428,042	488,717	550,190
	Yield to increase by Linear Trend.	154,032	129,354	270,589	399,213	483,796	543,806
ag/ Highest Demand, ha	Facilities not maintained	1,224,740	1,015,390	879,171	817,305	844,922	878,803
	Facilities maintained	1,060,491	819,405	682,790	613,482	636,029	662,525
	2015-19 one M.ha Dev't considered	475,289	687,032	681,535	612,581	635,138	661,644
	On-going w/Dam Irrig'n considered	465,317	500,327	557,928	612,281	634,842	661,351
	Yield to increase by LogN	377,432	396,987	459,914	527,041	574,848	615,171
	Yield to increase by Linear Trend.	194,360	186,638	370,441	494,142	566,991	606,216

出典：JICA 調査団

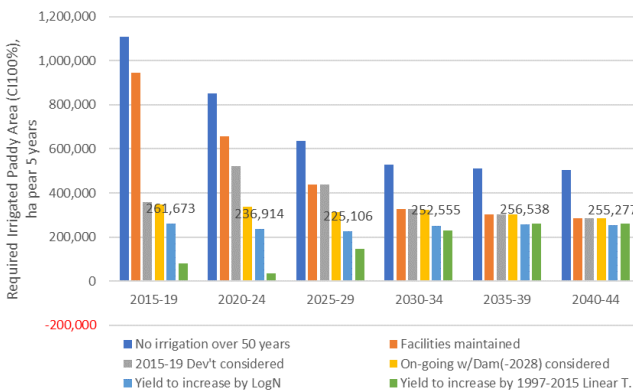


図 8.3.3 将来必要とされる灌漑開発面積  
(農地転用：10万 ha/年から4万 ha/年に減少)  
(コメ需要：Lowest ケース)  
出典：JICA 調査団

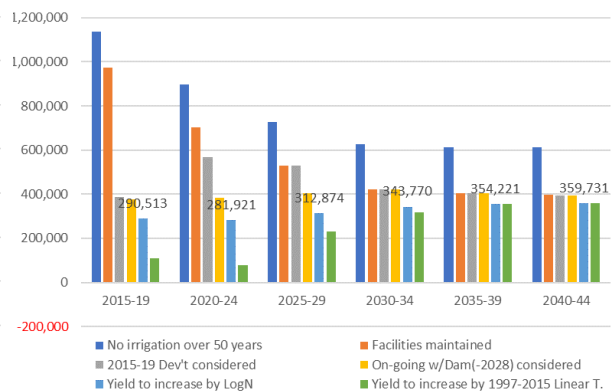


図 8.3.4 将来必要とされる灌漑開発面積  
(農地転用：10万 ha/年から4万 ha/年に減少)  
(コメ需要：2 番目 Lowest ケース)  
出典：JICA 調査団

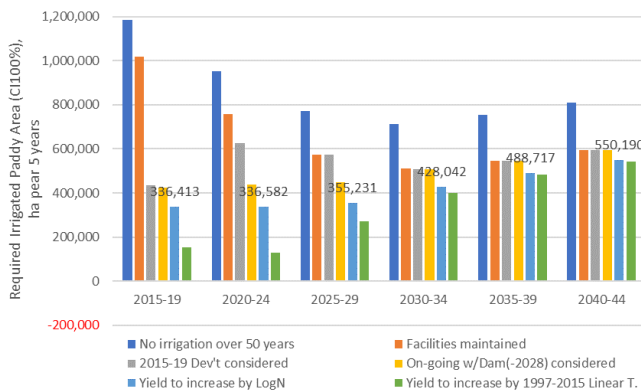


図 8.3.5 将来必要とされる灌漑開発面積  
(農地転用：10万 ha/年から4万 ha/年に減少)  
(コメ需要：2 番目 Highest ケース)  
出典：JICA 調査団

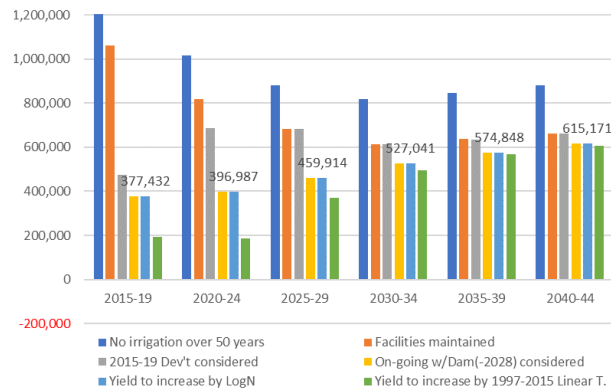


図 8.3.6 将来必要とされる灌漑開発面積  
(農地転用：10万 ha/年から4万 ha/年に減少)  
(コメ需要：Highest ケース)  
出典：JICA 調査団

加えて、表 8.3.2 に水田の転用率約 10 万 ha/年が将来ともに継続する場合に、必要となる灌漑開発面積を示す。表より、2015～2019 年は当然のことながら上記の結果と同様の 26 万 ha ほど必要となるが、その後、2020～24 年間では約 33 万 ha、そして 2025 年降も 5 年間当たりでは 48 万 ha から 59 万 ha 程度が必要とされることが判る。毎年 10 万 ha 程の水田の転用は、5 年間当たりでは 50 万 ha となるが、人口増を踏まえてこの 50 万 ha を超える新規灌漑の開発が必要となる。



表 8.3.2 将来に必要とされる灌漑開発面積（農地転用：10万 ha/年が将来ともに継続するケース），ha

Cases		2015-19	2020-24	2025-29	2030-34	2035-39	2040-44
ag/ Lowest Demand, ha	Facilities not maintained	1,107,982	938,244	869,780	817,617	771,479	730,579
	Facilities maintained	943,733	746,598	696,050	662,060	635,278	615,118
	2015-19 one M.ha Dev't considered	358,531	613,932	693,880	659,947	631,982	611,566
	On-going w/Dam Irrig'n considered	348,559	427,136	569,971	659,205	631,134	610,728
	Yield to increase by LogN	261,673	327,815	481,582	589,019	588,962	584,784
	Yield to increase by Linear Trend.	80,550	126,251	404,803	570,386	594,906	590,316
ag/ 2nd Lowest Demand, ha	Facilities not maintained	1,137,071	984,277	960,459	912,943	873,578	839,608
	Facilities maintained	972,822	792,632	786,730	757,386	737,377	724,146
	2015-19 one M.ha Dev't considered	387,620	659,966	784,559	755,272	734,081	720,594
	On-going w/Dam Irrig'n considered	377,648	473,169	660,650	754,531	733,233	719,756
	Yield to increase by LogN	290,513	372,822	569,350	680,235	686,645	689,238
	Yield to increase by Linear Trend.	108,905	168,969	488,569	657,845	689,103	690,621
ag/ 2nd Highest Demand, ha	Facilities not maintained	1,183,367	1,040,278	1,004,782	1,000,967	1,013,737	1,037,928
	Facilities maintained	1,019,118	848,633	831,053	845,410	877,536	922,467
	2015-19 one M.ha Dev't considered	433,916	715,967	828,882	843,297	874,240	918,915
	On-going w/Dam Irrig'n considered	423,944	529,170	704,974	842,556	873,392	918,077
	Yield to increase by LogN	336,413	427,482	611,707	764,507	821,141	879,697
	Yield to increase by Linear Trend.	154,032	220,623	528,712	738,644	818,597	873,497
ag/ Highest Demand, ha	Facilities not maintained	1,224,740	1,102,081	1,113,053	1,104,639	1,104,046	1,106,054
	Facilities maintained	1,060,491	910,435	939,324	949,082	967,845	990,592
	2015-19 one M.ha Dev't considered	475,289	777,769	937,153	946,968	964,550	987,040
	On-going w/Dam Irrig'n considered	465,317	590,973	813,244	946,227	963,702	986,202
	Yield to increase by LogN	377,432	487,888	716,390	863,506	907,273	944,678
	Yield to increase by Linear Trend.	194,360	277,907	628,564	833,573	901,792	935,907

出典：JICA 調査団

表 8.3.3、図 8.3.7 に島別の必要灌漑開発面積を纏める（農地転用は 10 万 ha/年から 4 万 ha/年に減少させるベースケース）。全国レベルでは、当然のことながら上述の面積と同じになるが（表 8.3.1 参照）、島別に見た場合、2015～2019 年においてはスマトラ島とスラウェシ島では各々 26 万 ha と 38 万 ha 程度の余裕があることが判る。不足しているところはジャワ島、カリマンタン島、マルク・パプア島であるが、特にジャワ島においては約 72 万 ha 程の不足となっている。

表 8.3.3 将来に必要とされる灌漑開発面積 (ha)

S.N	Province	2015-19	2020-24	2025-29	2030-34	2035-39	2040-44
1	Sumatera	-256,921	83,235	39,384	72,810	59,802	57,560
2	Java	721,770	168,738	155,631	113,398	136,699	141,352
3	Bali Nusa Tenggara	-24,419	-10,672	10,527	13,743	14,065	14,707
4	Kalimantan	63,637	28,727	11,570	21,379	17,973	15,599
5	Sulawesi	-384,196	-31,616	10,999	23,628	20,810	19,959
6	Maluku-Papua	141,802	-1,497	-3,008	7,600	7,187	6,099
	<b>Nationwide</b>	<b>261,673</b>	<b>236,914</b>	<b>225,106</b>	<b>252,554</b>	<b>256,538</b>	<b>255,277</b>

備考：農地転用は 10 万 ha/年から 2030 年以降 4 万 ha/年に減少させる。コメ需要：Lowest, 反収：LogN 曲線近似で増加  
出典：JICA 調査団

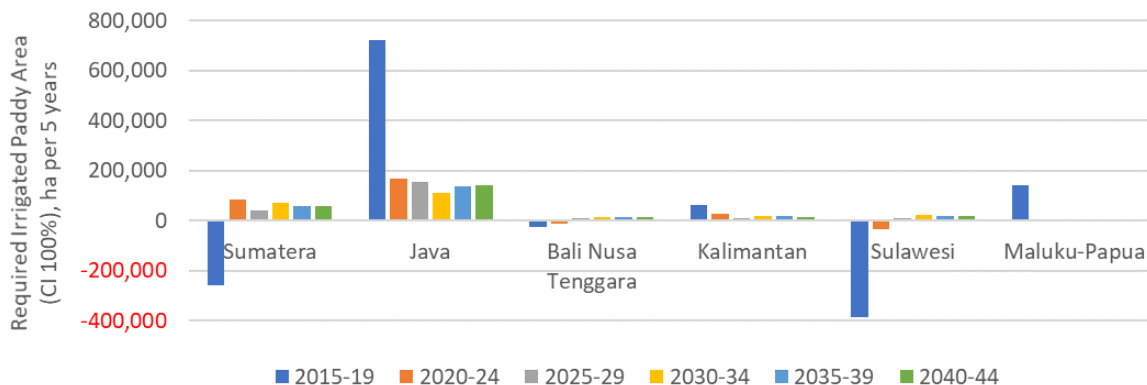


図 8.3.7 島別の将来必要とされる灌漑開発面積（農地転用：10万 ha/年から 4万 ha/年に減少）、ha

出典：JICA 調査団

ジャワ島を見ると、例えば 2015～2019 年において必要とされる約 72 万 ha を開発した場合でも、続く 2020～24 年には約 17 万 ha、2025～29 年には約 16 万 ha、2030～34 年には約 11 万 ha 程度の新規の開発が必要とされる。しかしながら、ジャワ島では既に新規開発のポテンシャルは非常に限られているので、実際にはポテンシャルを有するカリマンタン島やスラウェシ島での開発を進め、そこからコメの国内輸入を行うことが必要になる。

### 8.3.2 次期中期開発における灌漑開発面積へのインプット

上記の試算を下に、水資源総局の次期中期開発計画（2020～2024 年）において必要とされる灌漑開発面積、また適切な開発の規模について提案を行う。基本となるケースは上記で示した種々のケースの内、コメ重要は lowest、そして既存の灌漑施設は維持管理される他、現行の灌漑やダム建設事業は予定どおり実施され、かつ将来の反収は LogN 曲線上で増加する場合である。また、水田の転用は 2015～2019 年は毎年約 10 万 ha ほどの減少を設定するが、2030 年以降、約半分の 4 万 ha/年とすることを前提としている。

ここで 2015～2019 年の現行中期開発期間において必要とされる灌漑開発面積は、本来であれば当該期間中に開発されるべき面積であったが、その開発が追いつかなかった。よって、次期中期開発計画期間である 2020～2024 年にあわせて開発することが必要となる。すなわち、次期中期開発期間においては、今期（2015～2019 年）において必要とされる面積と、2020～2024 年において必要とされる開発面積の合計面積の開発が必要となる。また、次期中期灌漑開発計画策定に責を有する灌漑・沼沢局の計画部局との協議により 10%の安全率（10%の面積増）を考慮する。

表 8.3.4 には全国ベースで提示する 2020 年以降に必要とされる灌漑開発面積を、また、表 8.3.5 には島別に必要とされる灌漑開発面積、さらに表 8.3.6 には州別に必要とされる灌漑開発面積を纏める。上記のとおり、2015～19 年に必要とされる灌漑開発面積は 2020～24 年開発面積に加えて計上されている。また、10%の安全率を見込んだ灌漑開発面積を示している。結果、2020～2024 年の次期中期開発計画期間においては、全国ベースで純面積約 50 万 ha（498,587 ha）、1 割の安全率を考慮して約 55 万 ha（548,446 ha）が必要となる。

表 8.3.4 全国ベースでの将来必要とされる灌漑開発面積、ha

Rice Demand	Conditions	2015-19	2020-24	2025-29	2030-34	2035-39	2040-44
		1 <sup>st</sup> term	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	4 <sup>th</sup>	5 <sup>th</sup>	6 <sup>th</sup>
Lowest Rice Demand	Base Case						
	LC from 100,000 to 40,000 ha/yr	261,673	236,914	225,106	252,555	256,538	255,277
	1 <sup>st</sup> term carried over to the 2 <sup>nd</sup> term		498,587				
	Above x 1.1 (safety factor)	287,840	260,605	247,617	277,809	282,192	280,805
	1 <sup>st</sup> term carried over to the 2 <sup>nd</sup> term	-	548,446				
	Reference Case (safety f. not cons'd)						
	LC of 100,000 ha/year to continue	261,673	327,815	481,582	589,019	588,962	584,784
1 <sup>st</sup> term carried over to the 2 <sup>nd</sup> term	-	589,488					

出典：JICA 調査団

表 8.3.5 島別に将来必要とされる灌漑開発面積、ha

S.N	Province	2015-19	2020-24	2025-29	2030-34	2035-39	2040-44
1	Sumatera	-	-191,055	43,322	80,091	65,782	63,316
2	Java	-	979,559	171,194	124,738	150,369	155,487
3	Bali Nusa Tenggara	-	-38,600	11,580	15,117	15,472	16,178
4	Kalimantan	-	101,600	12,727	23,517	19,770	17,159
5	Sulawesi	-	-457,393	12,099	25,991	22,891	21,955
6	Maluku-Papua	-	154,336	-3,309	8,360	7,906	6,709
	Nationwide	-	548,446	247,617	277,809	282,192	280,805

注：安全率として 10%増を考慮している。また、農地転用面積は 2015～19 年は約 10 万 ha/年、2030 年以降は約半分の 4 万 ha/年を想定している。

出典：JICA 調査団

表 8.3.6 州別に将来必要とされる灌漑開発面積、ha

S.N	Province	2015-19	2020-24	2025-29	2030-34	2035-39	2040-44
1	Aceh	-	-110,150	15,838	11,771	9,659	9,143
2	Sumatera Utara	-	28,095	15,533	8,779	5,891	6,358
3	Sumatera Barat	-	-130,404	12,388	8,410	7,701	8,452
4	Riau	-	234,622	17,238	16,482	15,452	13,804
5	Jambi	-	82,473	4,544	3,307	2,582	1,806
6	Sumatera Selatan	-	-281,227	20,968	13,626	10,479	9,902
7	Bengkulu	-	7,586	3,856	2,778	2,345	2,036
8	Lampung	-	-164,187	-55,847	5,482	2,712	2,772
9	Bangka Belitung	-	56,871	2,423	2,352	2,430	2,486
10	Kepulauan Riau	-	85,267	6,381	7,105	6,533	6,556
11	DKI Jakarta	-	376,316	-235	-2,058	-1,345	-829
12	Jawa Barat	-	429,464	80,191	64,159	73,183	72,259
13	Jawa Tengah	-	-47,454	41,149	23,068	29,788	32,699
14	DI Yogyakarta	-	53,857	-7,869	4,513	4,868	5,293
15	Jawa Timur	-	-67,641	31,293	13,332	24,947	26,511
16	Banten	-	235,017	26,666	21,724	18,929	19,555
17	Bali	-	20,142	3,804	3,014	3,378	3,765
18	Nusa Tenggara Barat	-	-167,462	3,850	3,799	2,706	2,289
19	Nusa Tenggara Timur	-	108,720	3,926	8,304	9,387	10,123
20	Kalimantan Barat	-	52,117	2,553	1,709	616	-304
21	Kalimantan Tengah	-	15,774	5,295	4,723	4,180	3,691
22	Kalimantan Selatan	-	-92,507	7,059	6,767	5,184	4,257
23	Kalimantan Timur	-	107,180	-3,652	8,884	8,441	8,235
24	Kalimantan Utara	-	19,037	1,472	1,433	1,349	1,280
25	Sulawesi Utara	-	-13,778	870	-3	-188	-142
26	Sulawesi Tengah	-	-19,851	4,500	3,242	2,779	2,566
27	Sulawesi Selatan	-	-415,180	-4,476	13,355	11,285	10,963
28	Sulawesi Tenggara	-	-694	5,625	4,804	4,509	4,337
29	Gorontalo	-	-3,256	2,060	1,580	1,535	1,459
30	Sulawesi Barat	-	-4,635	3,519	3,014	2,972	2,772
31	Maluku	-	21,805	-4,776	2,534	2,460	2,250
32	Maluku Utara	-	26,952	1,808	1,772	1,646	1,349
33	Papua Barat	-	27,675	2,162	2,129	2,133	2,046
34	Papua	-	77,903	-2,503	1,925	1,668	1,065
	<b>Nationwide</b>	-	<b>548,446</b>	<b>247,617</b>	<b>277,809</b>	<b>282,192</b>	<b>280,805</b>

注：安全率として10%増を考慮している。また、農地転用面積は2015～19年は約10万ha/年、2030年以降は約半分の4万ha/年を想定している。

出典：JICA調査団

### 8.3.3 ポテンシャルを考慮した開発面積の算定

前節では、全国ベース、島別、そして州別に将来必要となる灌漑面積を算定した。この灌漑面積の実際の開発においては、第一に土地資源と水資源から求まる灌漑ポテンシャルを参照しつつ、そのポテンシャル内で行うことが必須となる。これは、ある地域内だけに限ればコメの需要は満たしていたとしても、ジャワ島やバリ・ヌサテンガラ島など新規の開発が困難な地域への国内輸出のために、ポテンシャルに応じたさらなる開発が必要となることを意味している。

表 8.3.7 は、島ごとの天水田の灌漑ポテンシャル（水資源を考慮した上で、灌漑開発が可能な天水田面積）、そして稲作に最適（fully suitable）な新規地区の水資源考慮済のポテンシャル面積を示す。JICA 調査団は、天水田における灌漑開発をその難易度から判断して最優先としている。そのため、表には、例えば島ごとに存在している天水田を、それぞれ22%ずつ開発すれば、全国ベースでは2020～24年に必要とされる総灌漑開発面積の548,446haを確保できることを示している。

同様に州単位で見た場合に、5万ha以上の天水田の開発ポテンシャルのある地域のみを対象として、天水田は開発を15%ずつ行う。そして不足する部分は同じく州単位で5万ha以上の最適な地区ポテンシャルを各々2.2%ずつほど開発すれば、その合計で必要な548,446haを確保できるとした例を表の右から2列目、3列目に示している（天水田と最適地域の開発比率は60%；40%

と設定)。この場合、最適な地区の収穫ベースでの面積は 219,378ha となるが、実際の開発面積は 2 期作を前提とできることからその半分の 109,689ha となる（表の最右側参照）。

図 8.3.8 は表 8.3.7 の試算結果を模式的に島ごとに示している。また、表 8.3.8 には州別に試算した例を示す（なお、表 8.3.7 の島ごとの面積は表 8.3.8 の州別試算結果を纏めたものである）。表 8.3.8 は各州レベルでの灌漑開発ポテンシャルが判るとともに、天水田だけを対象とする場合

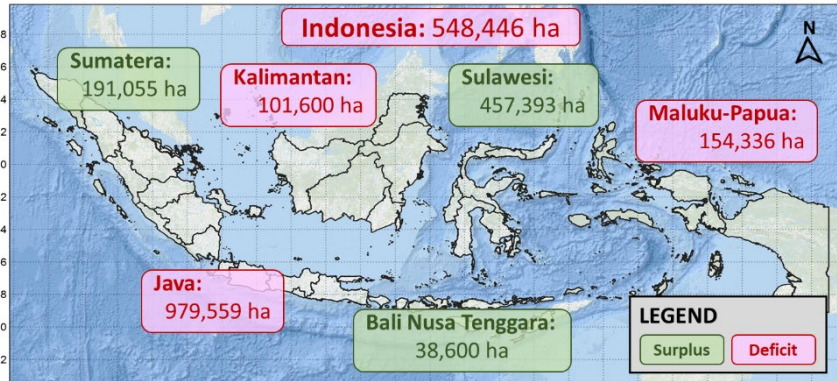


図 8.3.8 島ベースでの灌漑開発必要面積 (2020-24)、ha  
出典：JICA 調査団

の州別の開発面積、また天水田と最適な新規地区の両者を開発する場合に必要なとされる州別の開発面積に関する指針を与えることとなる。

表 8.3.7 水資源総局の次期中期開発計画 (2020~24 年) における灌漑開発面積へのインプット、ha

No.	Island	Potential of Rain-fed Paddy, ha	Potential of Fully Suitable (harvest area), ha	Required Irrigated Area, ha	22% of Rain-fed, ha	15% of >50,000ha Rain-fed, ha	2.2% of > 50,000ha Fully Suitable, Harvest ha	2.2% Actual Area to develop Fully Suitable, ha
1	Sumatera	1,143,477	3,613,426	-191,055	247,817	158,619	79,472	39,736
2	Java	55,281	0	979,559	11,981	0	0	0
3	Bali Nusa Tenggara	73,336	21,562	-38,600	15,894	10,870	0	0
4	Kalimantan	890,923	3,218,857	101,600	193,083	123,316	71,525	35,762
5	Sulawesi	318,628	1,196,660	-457,393	69,054	36,262	26,043	13,021
6	Maluku & Papua	48,991	1,905,368	154,336	10,617	0	42,338	21,169
7	Indonesia	2,530,636	9,955,873	548,446	548,446	329,067	219,378	109,689
% of Required Irrigation Development Area				Total Deficit	100%	60%	40%	Half
						100%		

注：安全率として 10%増を考慮している。また、農地転用面積は 2015~19 年は約 10 万 ha/年、2030 年以降は約半分の 4 万 ha/年を想定している。出典：JICA 調査団

表 8.3.8 水資源総局の次期中期開発計画 (2020~24 年) における州別の灌漑開発面積へのインプット、ha

No	Province	Potential of Rain-fed Paddy, ha	Potential of Fully Suitable (harvest area), ha	Required Irrigated Area, ha	22% of Rain-fed, ha	15% of >50,000ha Rain-fed, ha	2.2% of > 50,000ha Fully Suitable, Harvest ha	2.2% Actual Area to develop Fully Suitable, ha
1	Aceh	99,074	477,076	-110,150	21,472	14,685	10,601	5,300
2	Sumatera Utara	159,522	941,087	28,095	34,572	23,645	20,911	10,456
3	Sumatera Barat	43,003	237,635	-130,404	9,320	0	5,280	2,640
4	Riau	61,528	386,671	234,622	13,335	9,120	8,592	4,296
5	Jambi	59,513	410,819	82,473	12,898	8,821	9,129	4,564
6	Sumatera Selatan	504,945	822,022	-281,227	109,433	74,846	18,266	9,133
7	Bengkulu	22,711	96,132	7,586	4,922	0	2,136	1,068
8	Lampung	185,531	36,914	-164,187	40,209	27,501	0	0
9	Bangka Belitung	7,530	116,844	56,871	1,632	0	2,596	1,298
10	Kepulauan Riau	120	88,226	85,267	26	0	1,960	980
	<b>Sub-total</b>	<b>1,143,477</b>	<b>3,613,426</b>	<b>-191,055</b>	<b>247,817</b>	<b>158,619</b>	<b>79,472</b>	<b>39,736</b>
11	DKI Jakarta	0	0	376,316	0	0	0	0
12	Jawa Barat	22,925	0	429,464	4,968	0	0	0
13	Jawa Tengah	0	0	-47,454	0	0	0	0
14	DIY	0	0	53,857	0	0	0	0
15	Jawa Timur	3,757	0	-67,641	814	0	0	0
16	Banten	28,599	0	235,017	6,198	0	0	0
	<b>Sub-total</b>	<b>55,281</b>	<b>0</b>	<b>979,559</b>	<b>11,981</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



No	Province	Potential of Rain-fed Paddy, ha	Potential of Fully Suitable (harvest area), ha	Required Irrigated Area, ha	22% of Rain-fed, ha	15% of >50,000ha Rain-fed, ha	2.2% of > 50,000ha Fully Suitable, Harvest ha	2.2% Actual Area to develop Fully Suitable, ha
17	Bali	0	0	20,142	0	0	0	0
18	NTB	0	0	-167,462	0	0	0	0
19	NTT	73,336	21,562	108,720	15,894	10,870	0	0
	<b>Sub-total</b>	<b>73,336</b>	<b>21,562</b>	<b>-38,600</b>	<b>15,894</b>	<b>10,870</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
20	Kalimantan Barat	250,335	793,755	52,117	54,253	37,106	17,638	8,819
21	Kalimantan Tengah	179,333	830,407	15,774	38,865	26,582	18,452	9,226
22	Kalimantan Selatan	402,275	484,415	-92,507	87,182	59,628	10,764	5,382
23	Kalimantan Timur	43,583	1,002,653	107,180	9,445	0	22,280	11,140
24	Kalimantan Utara	15,397	107,627	19,037	3,337	0	2,392	1,196
	<b>Sub-total</b>	<b>890,923</b>	<b>3,218,857</b>	<b>101,600</b>	<b>193,083</b>	<b>123,316</b>	<b>71,525</b>	<b>35,762</b>
25	Sulawesi Utara	10,059	55,294	-13,778	2,180	0	1,229	614
26	Sulawesi Tengah	14,815	218,386	-19,851	3,211	0	4,853	2,426
27	Sulawesi Selatan	244,641	547,639	-415,180	53,019	36,262	12,169	6,084
28	Sulawesi Tenggara	18,111	274,016	-694	3,925	0	6,089	3,044
29	Gorontalo	4,992	24,645	-3,256	1,082	0	0	0
30	Sulawesi Barat	26,010	76,681	-4,635	5,637	0	1,704	852
	<b>Sub-total</b>	<b>318,628</b>	<b>1,196,660</b>	<b>-457,393</b>	<b>69,054</b>	<b>36,262</b>	<b>26,043</b>	<b>13,021</b>
31	Maluku	1,035	350,096	21,805	224	0	7,779	3,890
32	Maluku Utara	2,589	100,995	26,952	561	0	2,244	1,122
33	Papua Barat	3,253	680,633	27,675	705	0	15,124	7,562
34	Papua	42,114	773,644	77,903	9,127	0	17,191	8,595
	<b>Sub-total</b>	<b>48,991</b>	<b>1,905,368</b>	<b>154,336</b>	<b>10,617</b>	<b>0</b>	<b>42,338</b>	<b>21,169</b>
	<b>Indonesia</b>	<b>2,530,636</b>	<b>9,955,873</b>	<b>548,446</b>	<b>548,446</b>	<b>329,067</b>	<b>219,378</b>	<b>109,689</b>
	<b>% of Required Irrigation Development Area</b>			<b>Total Deficit</b>	<b>100%</b>	<b>60%</b>	<b>40%</b>	<b>Half</b>
						<b>100%</b>		

注：安全率として10%増を考慮している。また、農地転用面積は2015～19年は約10万ha/年、2030年以降は約半分の4万ha/年を想定している。

出典：JICA調査団

## 8.4 社会・経済条件による新規灌漑開発の優先度

前項では、灌漑開発の規模につき土地資源および水資源ポテンシャルに基づく灌漑ポテンシャルのみに焦点を当てて検討を行った。本項では、灌漑開発の優先順位付けに寄与すると考えられる社会・経済条件について検討を行う。なお、灌漑ポテンシャルは、全国レベル、島、州レベル、さらに流域レベルでまとめているが、社会・経済条件に関するデータは州単位で存在する。そのため、以下の社会・経済条件を考慮した優先順位付けは州レベルで行う。

### 8.4.1 考慮すべき社会・経済条件

灌漑開発において考慮すべき社会・経済条件として計7指標－1) 水田に対するアブラヤシのプランテーション面積比、2) 都市化率、3) 世帯数における農家割合、4) 農家世帯数変化率(2003～2013年)、5) 農業部門GDPシェア、6) 道路密度、7) 2輪トラクターに対する4輪トラクター比－について検討を行う。なお、スコアの範囲は1～4に設定する。

表 8.4.1 実施優先度付けのための社会・経済条件指標

No.	指標	指標選定の理由	スコア
1	水田に対するアブラヤシのプランテーション面積比	アブラヤシプランテーションは、環境条件が水田栽培にも活用可能な地域で行われている。このことから、プランテーションは水田栽培と労働力の競合を誘発している。なお、プランテーションからの利益は水田よりも高いことが一般となっている。	1 - 4: 水田に対するプランテーション面積の比率が高いほど、当該州のスコアは低くなる。
2	都市化率	一次産業（農業部門）からその他産業やサービス部門への労働力の変化を伴う都市化は農業労働力の利用可能性に影響を与え、農地転換も誘発する。	1 - 4: 高い都市化率の州ほどスコアは低くなる。
3	地方部の世帯数における農家の割合	州に多くの農家がいる場合、農業部門の当該州における役割は大きいことを示し、また、水田栽培に従事できる農業労働者の数が多いことを示す。	1 - 4: 高い農家割合の州ほどスコアは高くなる。

No.	指標	指標選定の理由	スコア
4	農家世帯数変化率 (2003-2013年)	10年ごとに実施される国勢調査では、2003年と2013年の農家数が明らかとなっている。この2年間の農家の数を比較すると、農家数の変化、つまり当該州における農業の優先順位の変化を知ることができる。	1 - 4: 変化率がプラスの場合、つまり農家の世帯が10年間で増加した場合、より大きなスコアが与えられる。
5	農業部門 GDP シェア	農業の GDP に占める割合が大きい州は、農業指向型の州といえる。一方、農業 GDP のシェアが小さい州では、他のセクターが優勢であり、灌漑水田促進の優先度が低いと考えられる。	1 - 4: 農業 GDP 比率が大きい州ほど高いスコアが与えられる。
6	道路密度	道路は、肥料等農業資機材の輸送と収穫されたコメのマーケティングを促進する可能性がある。本調査では道路は農業の近代化を促進し、若い農民を引き付けることができるものと位置付ける。	1 - 4: 州の道路密度が高いほど、当該州のスコアが高くなる。
7	2輪トラクターに対する4輪トラクター比	灌漑水田栽培の発展に伴い、多くの農家はすでに2輪トラクターを所有している。2輪トラクターに代わる、4輪トラクターの所有台数は農業の近代化と農業の規模拡大を判断する際の指標となる。	1 - 4: 州内の2輪トラクターに対する4輪トラクターの比率が高い州ほど高いスコアが与えられる。

出典：BPS-Statistics Indonesia and Ministry of Agriculture for Agriculture Areas and Production, 2010 National Census & Population Growth Ratios sourced by BPS covering up to 2035 (published in 2014) for Population, Statistik Indonesia Statistical Yearbook of Indonesia 2014, 2018 for Regional GDP, BPS-Laporan Hasil Sensus Pertanian 2013 (Agriculture Census 2013) for Farmer Household Numbers, and Buku Induk Statistik 2016 を基に JICA 調査団により作成

### 8.4.2 灌漑開発に係る社会・経済条件のランク付け

図 8.4.1 および表 8.4.2 に、社会・経済条件のランク付け結果を示す。図 8.4.1 では、より濃い青色が高いランクであることを示している。これは、社会・経済条件の観点から灌漑開発における課題が少ないことを意味している。高いランクの州は、Ache、Lampung、Nusa Tenggara Timor、Sulawesi Barata、Sulawesi Tenggara、Maluku Utara および Papua 州となる。一方、ジャワ島の大部分は、都市化率の高さ、農業 GDP シェアの低さ、農家世帯の減少などにより、低いランクとなっている。また、カリマンタン島のランクが比較的低いが、これはアブラヤシのプランテーションが多いこと、農業 GDP シェアが低いこと、道路密度が低いこと等に起因する。

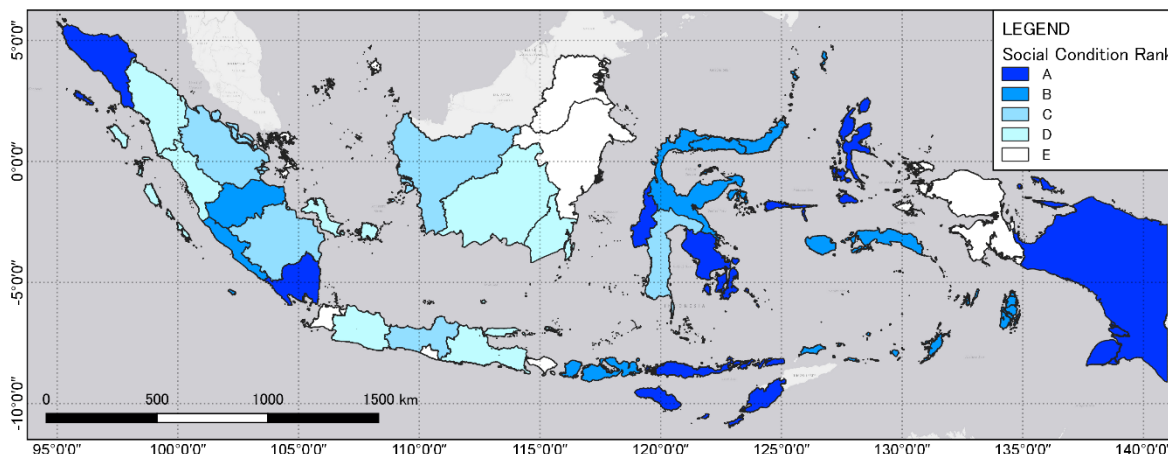


図 8.4.1 灌漑開発に係る社会・経済条件のランク付け結果  
出典：JICA 調査団



表 8.4.2 社会・経済条件指標のスコアリングおよび優先順位付け

No.	Island	No.	Province	Palm Ratio ag/ Paddy Area	Urbanization Ratio	Share of Farmer HH	F.HH Change Ratio over 10 yrs	Share of Agri. GDP	Road Density	4 Wheel Tractor/ 2 Wheel Tractor	Total for Socio-Economic Marks	Socio-economic Status
				Range: 1-4	Range: 1-4	Range: 1-4	Range: 1-4	Range: 1-4	Range: 1-4	Range: 1-4	Sum of Range Left	Range: A-E
1	Sumatera	1	Aceh	2	4	3	3	4	2	4	22	A
	Sumatera	2	Sumatera Utara	2	1	2	2	3	3	3	16	D
	Sumatera	3	Sumatera Barat	2	2	3	2	3	3	1	16	D
	Sumatera	4	Riau	1	3	2	4	3	1	3	17	C
	Sumatera	5	Jambi	1	3	3	4	4	2	3	20	B
	Sumatera	6	Sumatera Selatan	2	3	3	3	2	2	2	17	C
	Sumatera	7	Bengkulu	2	4	4	3	4	2	1	20	B
	Sumatera	8	Lampung	3	4	4	3	4	4	2	24	A
	Sumatera	9	Bangka Belitung	1	2	1	2	2	3	4	15	D
	Sumatera	10	Kepulauan Riau	1	1	1	3	1	3	4	14	E
2	Java	11	DKI Jakarta	4	1	1	1	1	4	1	13	E
	Java	12	Jawa Barat	3	1	1	1	1	4	4	15	D
	Java	13	Jawa Tengah	4	2	3	1	2	4	1	17	C
	Java	14	DI Yogyakarta	4	1	2	1	1	4	1	14	E
	Java	15	Jawa Timur	4	2	2	1	1	4	1	15	D
	Java	16	Banten	3	1	1	1	1	4	1	12	E
3	Bali Nusa Tenggara	17	Bali	4	1	1	1	2	4	1	14	E
	Bali Nusa Tenggara	18	Nusa Tenggara Barat	4	2	2	1	3	4	3	19	B
	Bali Nusa Tenggara	19	Nusa Tenggara Timur	4	4	4	4	4	3	4	27	A
4	Kalimantan	20	Kalimantan Barat	1	3	4	4	2	1	2	17	C
	Kalimantan	21	Kalimantan Tengah	1	3	2	2	2	1	4	15	D
	Kalimantan	22	Kalimantan Selatan	3	2	2	2	2	3	2	16	D
	Kalimantan	23	Kalimantan Timur	1	1	1	2	1	1	2	9	E
	Kalimantan	24	Kalimantan Utara	1	1	1	4	2	1	3	13	E
5	Sulawesi	25	Sulawesi Utara	4	2	2	1	3	3	4	19	B
	Sulawesi	26	Sulawesi Tengah	2	4	4	4	4	2	1	21	B
	Sulawesi	27	Sulawesi Selatan	3	2	3	2	3	3	2	18	C
	Sulawesi	28	Sulawesi Tenggara	3	4	4	3	4	2	2	22	A
	Sulawesi	29	Gorontalo	3	3	3	2	4	2	4	21	B
	Sulawesi	30	Sulawesi Barat	2	4	4	4	4	2	3	23	A
6	Maluku-Papua	31	Maluku	3	3	3	3	3	1	3	19	B
	Maluku-Papua	32	Maluku Utara	4	4	4	4	3	1	4	24	A
	Maluku-Papua	33	Papua Barat	1	3	1	3	1	1	2	12	E
	Maluku-Papua	34	Papua	2	4	4	4	4	1	3	22	A

出典：統計資料を基に JICA 調査団により作成

### 8.4.3 社会・経済条件によるグループ分け

前項では、灌漑開発に係る社会・経済条件から7つの指標について検討を行い、すべての州についてA～Eのレベルでランク付けを実施した。以下では当該7つの指標を以下に示す3つのグループに分類し、この分類を参考に灌漑開発事業実施の可能性・容易性について検討を行うこととする。

- ✓ **Labor Force Readiness** グループ：水田面積に対するアブラヤシプランテーション比率と都市化率の指標について、新しい灌漑水田栽培を始める際の労働力ポテンシャルを知るための指標として検討
- ✓ **Agriculture Overall Readiness** グループ：農家全体のシェア、10年間にわたる農家世帯の変化率、農業GDPのシェアなどの3つの指標について、農業全体の状況（ポテンシャル）を知るための指標として検討
- ✓ **Modernization Readiness** グループ：道路密度と2輪トラクターに対する4輪トラクターの比率の指標により、農業の近代化、たとえば農業機械化および商業化指向農業のポテンシャルを知るための指標として検討

各指標には1～4のスコアを与え、それらのスコアはグループの分類に従って合計し、次に、各グループの合計スコアを「A」、「B」、「C」の3レベルに区分する。例えば、「Labor Force Readiness グループ」においてAスコアの州は、労働力を活用して灌漑水田の栽培を新たに始めていくポテンシャルがあるものの、Cスコアの州は、アブラヤシプランテーションとの競合や都市化の進展により労働力確保が難しくなっていることを示している。

同様に、「Agriculture Overall Readiness グループ」においてAスコアの州は灌漑稲作振興のポテンシャルを有しているが、Cスコアの州は灌漑稲作振興を推進していくのはやや困難な状況にあることを示唆している。さらに、「Modernization Readiness グループ」においてスコアAの州は、農業の機械化と商業化指向農業が促進されるポテンシャルを有しているものの、スコアCの州は、機械化と商業化が未だ進んでいない状況にあることを示している。

表 8.4.3 には、A～Cのスコアリングと、先に示したA～Eのスコアリングを併せた社会・経済条件の総合結果をまとめている。すべての指標が多かれ少なかれ農業や農村に関係していることから、互いに密接に関連していることが判る。

表 8.4.3 社会・経済条件に係る3つのグループ分けによる州の分類

No.	Island	No.	Province	Socio-economic Status	Labor Force Readiness	Agriculture Readiness	Modernization Readiness
				Range: A-E	Range A-C	Range A-C	Range A-C
1	Sumatera	1	Aceh	A	B	A	A
	Sumatera	2	Sumatera Utara	D	C	B	A
	Sumatera	3	Sumatera Barat	D	C	B	C
	Sumatera	4	Riau	C	C	B	C
	Sumatera	5	Jambi	B	C	A	B
	Sumatera	6	Sumatera Selatan	C	B	B	C
	Sumatera	7	Bengkulu	B	B	A	C
	Sumatera	8	Lampung	A	A	A	A
	Sumatera	9	Bangka Belitung	D	C	C	A
	Sumatera	10	Kepulauan Riau	E	C	C	A
2	Java	11	DKI Jakarta	E	B	C	B
	Java	12	Jawa Barat	D	C	C	A
	Java	13	Jawa Tengah	C	B	C	B
	Java	14	DI Yogyakarta	E	B	C	B
	Java	15	Jawa Timur	D	B	C	B

No.	Island	No.	Province	Socio-economic Status	Labor Force Readiness	Agriculture Readiness	Modernization Readiness
				Range: A-E	Range A-C	Range A-C	Range A-C
	Java	16	Banten	E	C	C	B
3	Bali Nusa Tenggara	17	Bali	E	B	C	B
	Bali Nusa Tenggara	18	Nusa Tenggara Barat	B	B	C	A
	Bali Nusa Tenggara	19	Nusa Tenggara Timur	A	A	A	A
4	Kalimantan	20	Kalimantan Barat	C	C	A	C
	Kalimantan	21	Kalimantan Tengah	D	C	C	B
	Kalimantan	22	Kalimantan Selatan	D	B	C	B
	Kalimantan	23	Kalimantan Timur	E	C	C	C
	Kalimantan	24	Kalimantan Utara	E	C	B	C
5	Sulawesi	25	Sulawesi Utara	B	B	C	A
	Sulawesi	26	Sulawesi Tengah	B	B	A	C
	Sulawesi	27	Sulawesi Selatan	C	B	B	B
	Sulawesi	28	Sulawesi Tenggara	A	A	A	C
	Sulawesi	29	Gorontalo	B	B	B	A
	Sulawesi	30	Sulawesi Barat	A	B	A	B
6	Maluku-Papua	31	Maluku	B	B	B	C
	Maluku-Papua	32	Maluku Utara	A	A	A	B
	Maluku-Papua	33	Papua Barat	E	C	C	C
	Maluku-Papua	34	Papua	A	B	A	C

出典：統計資料により JICA 調査団作成

### 8.4.4 社会・経済条件による新規灌漑開発の優先度

上記により、これまで灌漑可能面積によって推定されるポテンシャル、および社会・経済的なポテンシャルによる新規灌漑開発事業の優先順位付けを行った。なお、灌漑開発では、土地資源と水資源で説明される灌漑開発ポテンシャルが根幹をなすものであることから、社会・経済条件による優先度は灌漑開発ポテンシャルに従属して参照すべきと考えられる。すなわち、灌漑開発ポテンシャルが最も高いランク「A」内の州、あるいは「B」ランク内の州について、当該ランクの中で社会・経済条件のランク付けに従って開発の優先度を再配置する。

表 8.4.4 に、灌漑開発ポテンシャルランク（「A」から「E」）内における社会・経済条件のランク付けを示す。例えば、Lampung（スマトラ）、Sulawesi Selatan（スラウェシ）などの計 5 つの州は、天水田に関する灌漑開発ポテンシャルのランク「A」に含まれる。これら 5 つの州について、社会・経済条件のランク付けに従い優先度の高い州から再配置している（右から 4 列目を参照）。

表 8.4.4 の右側から 3 列目、2 列目、および最後の列には、灌漑開発ポテンシャルにつき天水田と最適地域の両者を考慮した場合の優先度付けを示す。灌漑水田の開発は、既存の天水田への導入に最も高い優先度が与えられるため、表の右側 3 列に示す優先順位は既存の天水田がある程度開発された後、もしくは既存の天水田の灌漑開発ポテンシャル面積がそれほど大きくない場合に適用されるべきである。

表 8.4.4 社会・経済条件に係る 3 つのグループ分けによる州の分類

No.	Island	No.	Province	Irrigation Potential	Unit Irrigation Potential	Priority Ranking for Irrigation Potential	Total Score for Socio-Economic Marks		Irrigation Potential	Unit Irrigation Potential	Priority Ranking for Irrigation Potential
				Exist. Paddy, ha	Ex. Paddy, 100ha /km <sup>2</sup>	A-E (Exist Paddy)	A-E Each 1-4 Mark Summed	Ex. Paddy+ Fully Suitable, ha	Ex.Paddy + Fully Suitable, 100ha/km <sup>2</sup>	A-E (+Fully Suitable)	
1	Sumatera	8	Lampung	185,531	552	A	24	A	203,988	607	B
5	Sulawesi	27	Sula. Selatan	244,641	540	A	18	C	518,460	1,145	A
1	Sumatera	6	Suma. Selatan	504,945	582	A	17	C	915,956	1,055	A
1	Sumatera	2	Suma. Utara	159,522	221	A	16	D	630,065	871	A
4	Kalimantan	22	Kali. Selatan	402,275	1,082	A	16	D	644,482	1,733	A
3	B/N Tenggara	19	N/T Timur	73,336	158	B	27	A	84,117	181	D
1	Sumatera	1	Aceh	99,074	175	B	22	A	337,612	595	B
1	Sumatera	5	Jambi	59,513	121	B	20	B	264,922	539	B

No.	Island	No.	Province	Irrigation Potential	Unit Irrigation Potential	Priority Ranking for Irrigation Potential	Total Score for Socio-Economic Marks		Irrigation Potential	Unit Irrigation Potential	Priority Ranking for Irrigation Potential
				Exist. Paddy, ha	Ex. Paddy, 100ha /km2	A-E (Exist Paddy)	A-E Each 1-4 Mark Summed	Ex. Paddy+ Fully Suitable, ha	Ex. Paddy + Fully Suitable, 100ha/km <sup>2</sup>	A-E (+Fully Suitable)	
4	Kalimantan	20	Kali. Barat	250,335	170	B	17	C	647,212	439	B
4	Kalimantan	21	Kali. Tengah	179,333	117	B	15	D	594,537	387	B
1	Sumatera	3	Sumatera Barat	43,003	102	B	16	D	161,821	383	C
2	Java	16	Banten	28,599	306	B	12	E	28,599	306	D
6	Maluku-Papua	34	Papua	42,114	13	C	22	A	428,936	137	C
5	Sulawesi	30	Sulawesi Barat	26,010	155	C	23	A	64,351	382	D
5	Sulawesi	28	Sula. Tenggara	18,111	50	C	22	A	155,119	424	C
1	Sumatera	7	Bengkulu	22,711	114	C	20	B	70,777	354	C
1	Sumatera	4	Riau	61,528	68	C	17	C	254,864	283	C
2	Java	12	Jawa Barat	22,925	62	C	15	D	22,925	62	E
4	Kalimantan	23	Kali. Timur	43,583	34	C	9	E	544,910	429	B
6	Maluku-Papua	32	Maluku Utara	2,589	8	D	24	A	53,087	169	D
5	Sulawesi	26	Sula. Tengah	14,815	24	D	21	B	124,008	203	D
5	Sulawesi	29	Gorontalo	4,992	41	D	21	B	17,314	144	E
5	Sulawesi	25	Sula. Utara	10,059	69	D	19	B	37,706	260	D
1	Sumatera	9	Ban. Belitung	7,530	45	D	15	D	65,952	395	C
2	Java	15	Jawa Timur	3,757	8	D	15	D	3,757	8	E
4	Kalimantan	24	Kali. Utara	15,397	22	D	13	E	69,210	99	D
6	Maluku-Papua	33	Papua Barat	3,253	3	D	12	E	343,569	348	C
6	Maluku-Papua	31	Maluku	1,035	2	E	19	B	176,083	380	C
3	B/N Tenggara	18	N/T Barat	0	0	E	19	B	0	0	E
2	Java	13	Jawa Tengah	0	0	E	17	C	0	0	E
1	Sumatera	10	Kepulauan Riau	120	1	E	14	E	44,233	536	C
3	B/N Tenggara	17	Bali	0	0	E	14	E	0	0	E
2	Java	14	DI Yogyakarta	0	0	E	14	E	0	0	E
2	Java	11	DKI Jakarta	0	0	E	13	E	0	0	E

出典：JICA 調査団

### 8.4.5 社会・経済条件を含む灌漑開発計画

本項では社会・経済条件による優先度を含む 2020～2024 年の次期中期開発のための推奨灌漑開発面積の算定について述べる。算定条件については以下のとおりとする。

- 1) 灌漑水田の開発に当たっては天水田の開発を最優先とする。合計 548,446 ヘクタールの灌漑開発を達成するため、最大のポテンシャルの有する州（灌漑開発ポテンシャルのランク「A」および社会・経済条件のランク「A」）の天水田ポテンシャルの最大 37%<sup>1</sup>を、灌漑水田に転換するものと設定する。
- 2) 次に、ランクが A から B に下がると、上記の 37%に削減係数 0.80 を適用する。灌漑開発ポテンシャルと社会・経済条件の両方のランクが「A」から「B」に下がった場合、削減係数 0.8 が 2 回適用される。つまり、 $37\% \times 0.8 \times 0.8 = 24\%$ となる。ここでは天水田の 24%が灌漑開発されると設定することになる。
- 3) 同様に、この 0.80 の削減係数は、1 つ下のランクに下がると適用される。例えば、灌漑開発ポテンシャルが「C」であり、社会・経済条件が「B」である場合、天水田の灌漑水田への開発の率は、 $37\% \times 0.8$ （灌漑開発ポテンシャル A→B） $\times 0.8$ （灌漑開発ポテンシャル B→C） $\times 0.8$ （社会・経済条件 A→B）= 19%、となる。
- 4) 上記 1) から 3) を天水田の灌漑開発ポテンシャルでのみ実施した後、天水田開発と 60%：

<sup>1</sup> 37%は逆算によって求めた開発比率である。すなわち、最も優先度の高い州において天水田の 37%ずつ、また優先度が下がるにつれ本文中 2)～4) の条件を適用しつつ、天水田を灌漑水田に転換していけば、結果として目標の 548,446ha を達成できる。

40%の比率で最適地域（Fully Suitable Area）の組み合わせを検討する。この場合、灌漑開発ポテンシャルの優先順位は、これら両方（天水田と最適地域）を考慮したものをを用いる。削減率を適用する規則は、上記1)～3)の天水田開発の可能性と社会経済的優先度を扱う際に適用されるものと同様とする。

表 8.4.7 に計算結果を示す。右から4列目には天水田のみを開発する場合が示され、右から3列目と2列目には、天水田と最適地域（60%：40%）を開発するために算出された面積を示す。上記のように天水田だけを灌漑開発する場合には最大で37%の開発、また天水田と最適地域を60%：40%で開発する場合、天水田は最大で22%、最適地域では最大で4.4%ほど開発を行えば、必要な548,446haを確保できる。

表 8.4.5 社会・経済条件を考慮した次期中期計画（2020-24）のための推奨灌漑開発、ha

No.	Island	No.	Province	Potential of Rain-fed Paddy, ha	Potential of Fully Suitable (harvest area basis), ha	Priority Ranking for Irrigation Potential (Rainfed Paddy)	Priority Ranking for Irrigation Potential (+Fully Suitable)	Priority Ranking for Socio-Economic Status: A-E	Required Irrigation Area, ha	37% (max)	22% (max)	4.4%(max)	4.4% (max)
										Rainfed Paddy, ha	Rainfed Paddy, ha	Fully Suitable (Harvest), ha	Actual Area to develop Fully Suitable, Area, ha
1	Sumatera	8	Lampung	185,531	36,914	A	B	A	-164,187	68,323	40,817	1,311	655
5	Sulawesi	27	Sulawesi Selatan	244,641	547,639	A	A	C	-415,180	57,658	34,445	15,554	7,777
1	Sumatera	6	Sumatera Selatan	504,945	822,022	A	A	C	-281,227	119,008	71,096	23,347	11,673
1	Sumatera	2	Sumatera Utara	159,522	941,087	A	A	D	28,095	30,077	17,969	21,383	10,691
4	Kalimantan	22	Kalimantan Selatan	402,275	484,415	A	A	D	-92,507	75,848	45,312	11,007	5,503
3	B/N Tenggara	19	N/T Timur	73,336	21,562	B	D	A	108,720	21,605	12,907	490	245
1	Sumatera	1	Aceh	99,074	477,076	B	B	A	-110,150	29,188	17,437	16,937	8,469
1	Sumatera	5	Jambi	59,513	410,819	B	B	B	82,473	14,026	8,379	11,668	5,834
4	Kalimantan	20	Kalimantan Barat	250,335	793,755	B	B	C	52,117	47,200	28,198	18,035	9,018
4	Kalimantan	21	Kalimantan Tengah	179,333	830,407	B	B	D	15,774	27,050	16,160	15,094	7,547
1	Sumatera	3	Sumatera Barat	43,003	237,635	B	C	D	-130,404	6,486	3,875	3,456	1,728
2	Java	16	Banten	28,599	0	B	D	E	235,017	3,451	2,062	0	0
6	Maluku-Papua	34	Papua	42,114	773,644	C	C	A	77,903	9,926	5,930	21,973	10,986
5	Sulawesi	30	Sulawesi Barat	26,010	76,681	C	D	A	-4,635	6,130	3,662	1,742	871
5	Sulawesi	28	Sulawesi Tenggara	18,111	274,016	C	C	A	-694	4,268	2,550	7,783	3,891
1	Sumatera	7	Bengkulu	22,711	96,132	C	C	B	7,586	4,282	2,558	2,184	1,092
1	Sumatera	4	Riau	61,528	386,671	C	C	C	234,622	9,281	5,544	7,029	3,514
2	Java	12	Jawa Barat	22,925	0	C	E	D	429,464	2,766	1,653	0	0
4	Kalimantan	23	Kalimantan Timur	43,583	1,002,653	C	B	E	107,180	4,207	2,514	14,580	7,290
6	Maluku-Papua	32	Maluku Utara	2,589	100,995	D	D	A	26,952	488	292	2,295	1,147
5	Sulawesi	26	Sulawesi Tengah	14,815	218,386	D	D	B	-19,851	2,235	1,335	3,970	1,985
5	Sulawesi	29	Gorontalo	4,992	24,645	D	E	B	-3,256	753	450	358	179
5	Sulawesi	25	Sulawesi Utara	10,059	55,294	D	D	B	-13,778	1,517	906	1,005	503
1	Sumatera	9	Ban. Belitung	7,530	116,844	D	C	D	56,871	582	347	1,699	850
2	Java	15	Jawa Timur	3,757	0	D	E	D	-67,641	290	173	0	0
4	Kalimantan	24	Kali. Utara	15,397	107,627	D	D	E	19,037	1,486	888	1,002	501
6	Maluku-Papua	33	Papua Barat	3,253	680,633	D	C	E	27,675	314	188	7,918	3,959
6	Maluku-Papua	31	Maluku	1,035	350,096	E	C	B	21,805	-	-	7,955	3,977
3	B/N Tenggara	18	N/T Barat	0	0	E	E	B	-167,462	-	-	0	0
2	Java	13	Jawa Tengah	0	0	E	E	C	-47,454	-	-	0	0
1	Sumatera	10	Kepulauan Riau	120	88,226	E	C	E	85,267	-	-	1,026	513
3	B/N Tenggara	17	Bali	0	0	E	E	E	20,142	-	-	0	0
2	Java	14	DI Yogyakarta	0	0	E	E	E	53,857	-	-	0	0
2	Java	11	DKI Jakarta	0	0	E	E	E	376,316	-	-	0	0
Indonesia				2,530,636	9,955,873				548,446	548,447	327,647	220,799	110,399
% of Required Irrigation Development Area									Total Deficit	100%	60%	40%	Half
										100%			

注 1：必要な灌漑面積については、安全率（10%）が考慮され、ベースケース、10年間で100,000~40,000 ha/年の農地転換のみが上記の表に示されている。

注 2：負の数値は余剰灌漑面積を意味し、余剰米の生産を伴うが、正の数値は州が開発する必要があるものを意味する

出典：JICA 調査団



## 8.5 灌漑開発：リハビリおよびアセットマネジメント

### 8.5.1 次期中期開発計画（2020–2024）におけるリハビリ計画

灌漑施設のリハビリ計画については、持続可能な O&M および最適な投資の観点から、アセットマネジメントの概念を導入する。ただし、本リハビリ計画は 2019 年後半に検討しており、次期中期開発計画（2020-2024）の策定が完了するタイミングとなる。すなわち、本リハビリ計画は、現行の中期開発計画の期間（2014 年から 2019 年）に実施された 300 万ヘクタールの改修を考慮の上、残りのほぼすべてを対象とする。

次期中期開発計画（2020-2024）においては、1) 既存の中央政府が管理する表流水灌漑システムの完成年、2) 2014 年から 2019 年の 5 年間に実施された計 300 万 ha の大規模な改修工事、そして、3) 中央政府が管理する 283 灌漑システムに対して 2017 年に実施された機能診断調査結果、を考慮する。なお、灌漑システムのプロファイルデータは、中央政府が管理する表流水灌漑システム（2019 年時点で 283）のみ利用可能であり、下記に示す資料をもとに算出する。

- ✓ Ministerial ordinance No.23 concerning the management of irrigation facilities (2015),
- ✓ Ministerial ordinance No.14 concerning the standard and decision (2015),
- ✓ Maintenance and operational guideline for irrigation facilities “Pedoman Teknis Modernisasi Irigasi” (Directorate of Irrigation and Lowland, General Directorate of Water Resources, 2018),
- ✓ Data on rehabilitation works implemented under the current Medium-Term Development Plan (2014-2019), and
- ✓ Functional diagnostics score of central government operated surface irrigation system (2017).

#### 1) 中央政府直轄表流水灌漑システムの建設年

リハビリ計画を作成するため、まず、既存の灌漑システムの完成時以降の運用年数を考慮する必要がある。日本におけるガイドライン<sup>2</sup>では、灌漑および排水事業の標準的な耐用年数は 20 年から 30 年であることから、インドネシア国で 30 年以上運用されている灌漑システムを対象にリハビリ計画を検討する（基準年は 2020 年）。図 8.5.1 に示すように、合計 53 の中央政府直轄の灌漑システムは 50 年以上前に建設され、19 の灌漑システムと 40 の灌漑システムがそれぞれ 40～50 年前と 30～40 年前に建設が完了している。

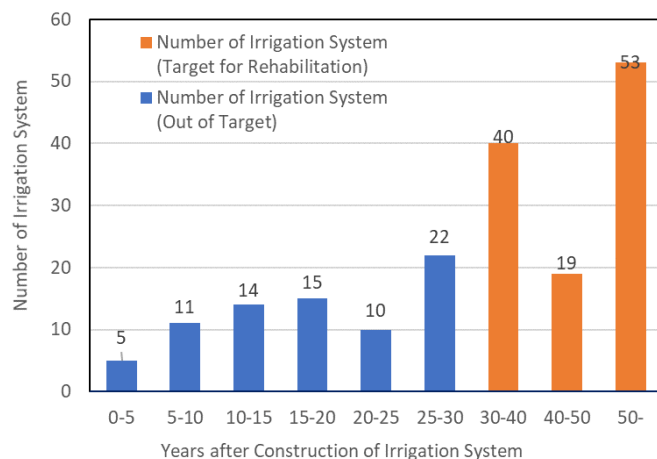


図 8.5.1 灌漑システムの建設後年数

出典：Directorate of Operation and Maintenance 2019

#### 2) 現行の中期開発計画（2015–2019）に基づく中央政府直轄表流水灌漑システムの改修事業

現在の中期開発計画（2014-2019）において、中央政府管轄表流水灌漑システムの灌漑改修面積は合計 88 万 ha（全国 299 万 ha のうち 29.5%）である。このことから、次期中期開発計画（2020-2024）においても、ほぼ同じ規模にて改修事業が実施されるものと想定する。

<sup>2</sup> Factors necessary to analyze cost-benefit impacts for land improvement projects in Japan, 2009, MAFF

**表 8.5.1 現行の中期開発計画 (2015-2019) における改修事業面積**

Management Authority	Rehabilitated Area during 2015-2019, ha		
	Surface Irrigation	Lowland Irrigation	Fishpond Irrigation
Central Government	<b>882,263 (29.5%)</b>	235,609	48,713
Provincial Government	13,370	40,647	5,295
Local Government	25,326	45,265	15,307
Rehabilitation by DAK*	1,678,639		
Total	2,990,434 (100%)		

出典 : Directorate of Irrigation and Lowland, 2019

### 3) 中央政府直轄表流水灌漑システムの機能診断

インドネシア国では機能診断の手法として、灌漑施設の管理および運用ガイドラインで定義されている灌漑システムパフォーマンスインデックス (IKSI : PEDOMAN TEKNIK MODERNISASI IRRIGASI) を用いている。IKSI スコアは、次の6つの項目、1) 施設の状況、2) 作物生産性、3) 管理状況、4) 組織の現状、5) 関係書類の整備状況、および6) 水利組合 (P3A/GP3A/IP3A) の状況に基づき点数付けされるが、本件調査における改修についてはハードコンポーネントを評価している 1) ~3) の合計で評価する。

スコアは、上記の 1) ~6) の項目ごとに 45 点、15 点、10 点、15 点、5 点、10 点が与えられ、合計では 100 点となる。ここで、ハード関係の 1) ~3) の合計は 70 点となるので、最高点を 100 点にあわせるために 1) ~3) の各々の点数の合計を 0.7 で除する。表 8.5.2 内の図は、合計 283 の中央政府直轄灌漑地区の内、評価が不十分なもの 5 地区を除いた 278 地区につき 4 段階の評価で纏めたものである。

**表 8.5.2 中央政府直轄灌漑システムのハードコンポーネントにかかる機能診断結果 (2017 年)**

IKSI Score (%)	Evaluation	Judge for Rehabilitation	Distribution
80 - 100	Excellent	No Need	
70 - 79	Fair	No Need	
55 - 69	Moderate (Need Attention)	Needed	
55 - 0	Bad (Need Special Rehabilitation)	Very Needed	

出典 : Directorate of Irrigation and Lowland, 2019

上記評価の結果、建設が完了した年に関係なく、「不良 : Bad (Need special rehabilitation)」と評価された灌漑システムは優先的な改修対象とする他、「中程度 (要注意) : Moderate (Need Attention)」と評価された灌漑システムも、改修対象として含めることとする。よって、計 188 (145+43) の灌漑システム、すなわち中央政府直轄 283 の国営灌漑システムの 66%が改修の対象として選択される。

### 4) 次期中期開発計画 (2020-2024) における改修面積の推定

上記結果を考慮した各スコアでの推定灌漑面積を表 8.5.3 に纏める。中央政府直轄灌漑システムの改修に必要な総灌漑面積は、688,394 ha に達する。この面積に対し、現在の中期開発計画期間 (2014~19 年) に改修された中央政府直轄灌漑システムと総灌漑システムの比率 (29.5%) を適用すると、次の 5 年間の開発期間に必要な推定改修面積の合計は 2,333,539 ha となる。よって、次期

中期開発計画（2020～2024）で目標とすべき改修面積は 250 万 ha とすることを推奨する。

**表 8.5.3 改修対象面積の推定（2020-2024）**

IKSI Evaluation	Years Construction of Irrigation System				Total Rehab. Area
	0 - 10 years	10 - 20 years	20 - 30 years	> 30 years	
a. Bad	15,824 ha	15,402 ha	13,699 ha	86,363 ha	688,394 ha (Sum of gray colored cells) Divided by 29.5% = 2,333,539 ha, say 2.5 million ha
b. Moderate	39,795 ha	63,958 ha	13,520 ha	439,832 ha	
c. Fair	3,794 ha	40,583 ha	122,294 ha	249,743 ha	
d. Excellent	0 ha	0 ha	0 ha	13,208 ha	

出典：JICA 調査団

## 8.5.2 長期開発計画期間（2020-2044）における改修

本項では、2044 年までの長期開発計画期間をカバーするリハビリ計画を検討する。一般に、日本で実践されているリハビリ計画は、1) 施設の劣化程度を知るための機能診断調査、2) 将来の耐用年数および劣化速度の推定、3) 適用する改修方法の検討、4) 改修の間隔によるライフサイクルコストの比較、および 5) 対象施設のアセットマネジメント計画の策定、等から構成されている。

リハビリ計画は、施設の O&M 計画を策定するだけでなく、施設の機能診断調査結果に基づき、将来の診断および修理にかかる計画を策定することでもある。したがって、前提条件として、リハビリの対象となる灌漑システムの詳細プロファイル（ダム、導水施設、主要水路、二次・三次水路、および水門などの水利施設）を組み込んだデータベースが必要となる。

しかしながら、上記のようなデータベースは灌漑・沼沢局では運用されていない。よって、今回のリハビリ計画策定にあたっては、インドネシア国の灌漑システム全体をカバーするアセットマネジメント（投資規模と改修期間等の検討）の観点から、より良い投資を検討することとする。

リハビリ計画の期間は 2020 年から 2044 年であり、既存灌漑システムと新規に建設された灌漑システムの両者を対象とする。これらの対象となる改修面積を表 8.5.4 に示す。なお、アセットマネジメントの概念をリハビリ計画策定に導入する前提条件は以下に示す通りである。

- ✓ 灌漑・沼沢局本部で入手可能な報告書によると、現行の中期開発期間（2014～2019）では、300 万 ha の灌漑面積が、既にリハビリされた面積としている。
- ✓ 次の中期開発計画期間（2020～2024）では、8.5.1 項にて解説の通り、250 万 ha を計画する。
- ✓ 次の中期開発計画（2020～2024）から、8.3 項にて解説の通り、新規灌漑開発面積が追加される。新規灌漑開発はおよそ 550,000 ha（2020-2024）、250,000 ha（2025-2029）、280,000 ha（2030-2034）、280,000 ha（2035-2039）、および 280,000 ha（2040-2044）となる。

**表 8.5.4 リハビリ計画のための面積設定（既存および新規開発）、000ha**

Subject	2014-2019	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	Total
Rehabilitation	3,000	2,500	-	-	-	-	5,000
New Development	(1,000)	550	250	280	280	280	1,640

出典：JICA 調査団、DILL for the rehabilitation area in 2014-2019

### 1) リハビリ計画の手順

リハビリ計画では、改修にかかる標準コストを設定して、異なる改修期間・改修頻度につき検討を行う。標準コストは、8.6 節に示す通り、現在の中期開発期間（2014～2019）に実施された改修工事実績に基づき推定し、改修期間は 10 年、15 年、20 年毎の 3 つのケースを設定する。

将来投資される改修コストは、割引率を使用して現在価値として算定する必要がある。割引率は、インドネシア国の過去 10～15 年の平均インフレ率に等しく設定し、併せて施設の減価償却を考慮し、減価償却（残存）コストは最終年度（2044）に計上することとした。必要な全体改修コストは、現在価値に直したコストから減価償却費を差し引いたものであり、上記 3 つのケース間で比較する。

前述のように、将来の改修のための投資は割引率を使用して現在の価格に変換されるべきである。表 8.5.5 に示すように、インドネシア国の 2010 年以降の過去 10 年間のインフレ率はそれほど高くなく年率約 4% であり、また、2006 年以降につき算定するとやや高い 6% 程度となる。これらのインフレ率を考慮して、リハビリ計画の割引率は年間 5% に設定する。

表 8.5.5 公共事業と建設に係るインドネシアのインフレ率

Year	Public Works	Construction	Ave of Public Works	Ave of Construction	Ave of Public Works	Ave of Construction
2006	11.8%	12.2%				
2007	13.6%	13.0%				
2008	25.5%	23.1%				
2009	2.3%	2.3%				
2010	2.5%	1.6%				
2011	4.9%	5.1%				
2012	3.7%	3.4%				
2013	6.8%	7.6%				
2014	6.8%	7.5%				
2015	1.6%	2.4%				
2016	0.8%	1.5%				
2017	4.7%	3.8%				
2018	5.9%	1.9%				
2019	1.0%	1.9%				
			3.9%	3.7%	6.6%	6.2%
5% per annum is applied						

出典：BPS; Indeks Harga Perdagangan Besar Bahan Bangunan/Konstruksi Menurut Jenis Bangunan/Konstruksi Bulanan, 2002-2019

2020 年から 2044 年までに必要な改修コストは、異なる改修頻度で比較する場合、減価償却（残存）コストも考慮する必要がある。これは、施設が 2044 年以降であっても、減価償却の価値に相当する程度まで機能することを意味する。減価償却費の見積りの例を以下に示す。

$$\text{減価償却 (現在の価格ベース)} = \text{改修コスト} \times (1 - 15/40) \times \text{割引指数}^*$$

\*改修コストの検討期間における最終年度の割引率

ここで、40 はアセットマネジメントを導入した改修コスト算定の期間、15 は減価償却計算が行われる年、つまり、最後の改修から 15 年後の減価償却費

## 2) リハビリ計画における施設条件

リハビリ計画において対象となる施設は、コンクリート水路、水門、頭首工、その他導水施設などの主要な灌漑水利構造物、ポンプ場などである。これらの施設の耐用年数は、本邦基準等を参照の上、すべて 30 年に設定する。30 年の期間にわたって施設は年々劣化するが、劣化は次の式と曲線に従って発生すると仮定する（図 8.5.2 参照）。この中で、施設の健全性は S-5 から S-1 の範囲で推移する。ここで、S-5 は修理・改修作業が不要であることを意味し、S-1 が更新を必要とすることを意味する。

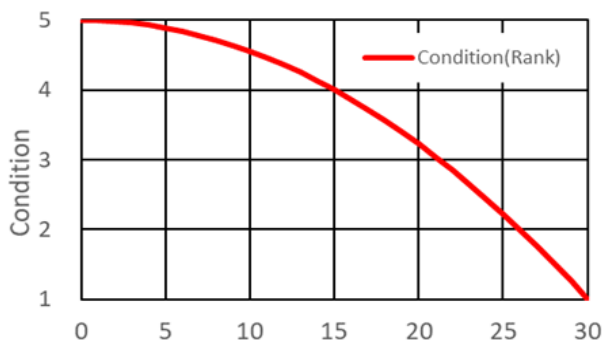


図 8.5.2 経年と施設の健全度の関係

出典：JICA 調査団

$$\text{健全度} = -0.00444 \times (\text{年})^2 + 5, (\text{年} < 30, 1 < \text{健全度} < 5)$$

改修コストを検討する期間は、2044年までの長期開発計画を参照する必要がある。したがって、2025～2044年の合計25年間がリハビリの対象となり、改修のシナリオでは、10年ごとの改修、15年ごとの改修、20年ごとの改修につき検討を行う。改修面積および新規開発面積について、表8.5.6に示す。

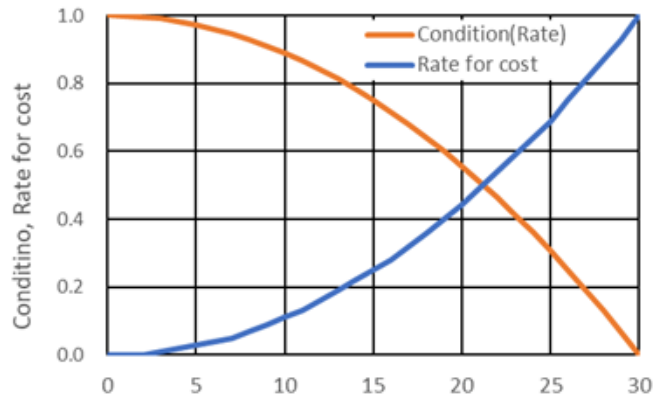
**表 8.5.6 改修、再度の改修および新規開発面積、000ha**

Subject	2014-2019	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	Total
Rehabilitation	3,000	2,200	-	-	-	-	5,200
Re-rehabilitation	-	300	520	520	520	520	2,380
Total Rehab. Area 2020-24	-	(2,500)	-	-	-	-	-
New Development	1,000	550	250	280	280	280	2,640
New +re-rehabilitated	-	850	770	800	800	800	4,020

出典：JICA 調査団

改修コストに関しては、2020年から2024年までに実施される改修工事に対しては、2014-2019年に行われた実際の支出を参照し、3,000万Rp/haの単価を適用する。（詳細なコスト設定については、8.6節を参照）。

一方、2020年以降の新規開発施設の改修コストについては、アセットマネジメントの概念を基にすると、更新コスト（最大のリハビリコストであり6,000万Rp/ha）を設定した上で、リハビリが実施される年に応じて順次、図8.5.3に示す施設の健全度と改修コストの関係を下に、改修コストが算定される。すなわち、改修工事に必要なコストは、施設の健全性レベルS-5からS-1に応じて比例的に計算される。これは、灌漑システムがS-1と評価された場合、6000万Rp/haの更新コストで修復され、スキームがS-3の場合、更新費用（6,000万Rp/ha）の50%を改修費用として計上することとなる（図8.5.3および表8.5.7を参照）。



**図 8.5.3 施設の健全度と改修コストの関係**

出典：JICA 調査団

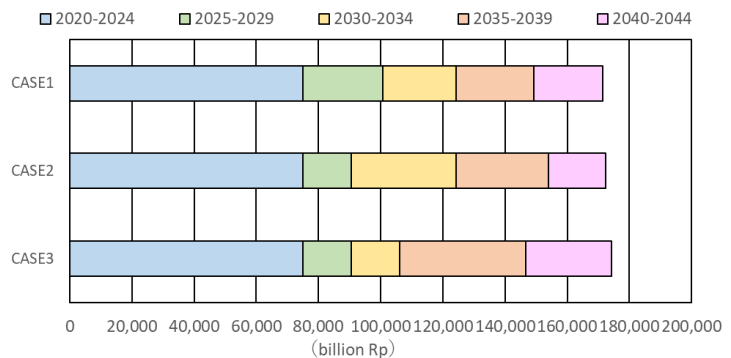
**表 8.5.7 健全度、施設条件および改修コスト単価、百万 Rp/ha**

Soundness	S-5	S-4	S-3	S-2	S-1
Assessment	fare	attention	slight repair	repair	replacement
Condition rate	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00
Rehabilitation cost	0.00	15.00	30.00	45.00	60.00

出典：JICA 調査団

**3) 3 ケースにおける改修コスト比較**

3つのケースにおいて、現在の価格に割引かれた改修コストを算出する。算出した改修コストを、図8.5.4および表8.5.8に示す。コストは、5%/年の割引率に基づいた現在価格として表示している。また、最終年である2044年時点の残存価値として減価償却コストも考慮している。



**図 8.5.4 改修コスト（割引率および減価償却を考慮）**

出典：JICA 調査団

これより、アセットマネジメントの



概念に基づく改修コストは、改修が10年毎に行われるケース1で最小であり、ケース別で171兆Rpから174兆Rp（12,241百万ドルから12,443百万米ドル）程度となることが判る。したがい、調査団は、全体的な改修コストが最小化されるように、10年ごとに改修を実施することを推奨する。

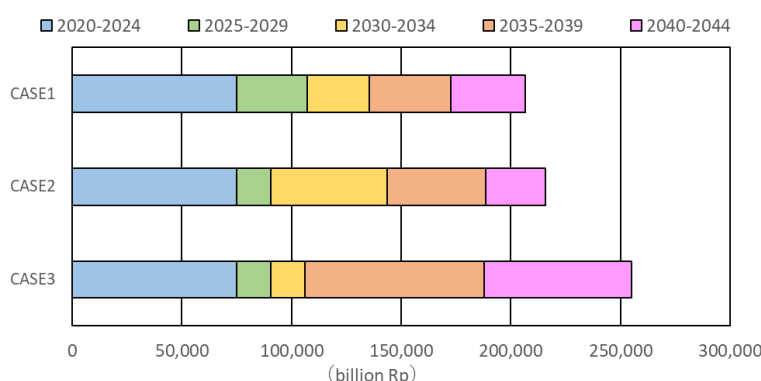
**表 8.5.8 改修コストの総計（割引率および減価償却を考慮）、10億 Rp**

CASE	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	Total
1	75,000	25,731	23,502	24,941	22,199	171,373
2	75,000	15,600	33,638	29,669	18,376	172,283
3	75,000	15,600	15,600	40,482	27,522	174,204

出典：JICA 調査団

#### 4) 実際の改修コストと面積

図 8.5.5 および表 8.5.9 に割引率や減価償却費を考慮しない場合の実際の改修コストを示す。ケース1（10年毎の改修）の場合、実際のコストは、約207兆ルピア（約14,750百万米ドル）となる。さらに、表 8.5.10 に示すケース別の改修面積によると、調査団が推奨するケース1については、2020年から2024年までに総面積15,050千haを改修する必要がある。



**図 8.5.5 実際の改修コスト（割引率および減価償却考慮せず）**

出典：JICA 調査団

3つのケースを比較すると、ケース1はケース2およびケース3と比較して改修面積は9百万～9.8百万haほど増加する計算となる。他方で、改修コストはケース1で最も低くなっている。これは、10年毎のリハビリコストは、頻度の少ない、すなわちリハビリをより長期間（15年毎もしくは20年毎）で行う改修費用よりも少なくなるためである。

**表 8.5.9 実際の改修コスト（割引率および減価償却を考慮しない）、10億 Rp**

CASE	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	Total
1	75,000	32,100	28,470	37,182	33,750	206,502
2	75,000	15,600	53,100	44,850	27,150	215,700
3	75,000	15,600	15,600	81,600	67,080	254,880

出典：JICA 調査団

**表 8.5.10 実際の改修面積（2020-2024）、000ha**

CASE	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	Total
1	2,500	3,020	2,470	3,790	3,270	15,050
2	2,500	520	3,020	2,470	1,290	9,800
3	2,500	520	520	3,020	2,470	9,030

出典：JICA 調査団

#### 5) アセットマネジメントに基づくリハビリ計画に係る推奨事項

上記より、次の中期開発期間（2020～2024年）においては、合計250万haが改修対象となる。この従来の改修に必要なコスト単価は、約3,000万Rp/haとなる。続いて、2025年以降については、アセットマネジメントの概念に基づき、10年毎に灌漑施設の改修作業を実施することが望ましい。この改修では、S-1で評価される施設に必要な更新コストは、1haあたり約6,000万Rpで



あり、これは新しく建設される灌漑システムのほぼ半分のコストとなる。耐用年数を 30 年に設定した場合、最後の改修から 10 年後に健全度比が 0.89 になることから（図 8.5.3 参照）、当該時点での改修コストは約 660 万 Rp/ha（60,000,000 x 0.11）となる。

### 8.6 灌漑開発およびリハビリコスト

現行の国家中期開発計画（2015～2019）で設定された新規灌漑開発事業の約百万 ha と改修（リハビリ）事業の約 3 百万 ha の目標は、最終年 2019 年末までには達成の見込みである。支出された予算額は総計 71 兆 Rp（51 億 US\$、約 5,000 億円）である。事業面積と予算額の要約を表 8.6.1 に示す。

表 8.6.1 中期開発計画(2015-2019)における新規開発および改修事業の達成面積と配分された予算額

Category	Particulars	Target (2015-2019), ha	Achievement (2015-2019)	Budget Disbursed (2015-19), Million Rp	Budget Disbursed (2015-19), Million US\$
National Budget (DGWR)	New Development	-	345,864	19,900,164	1,421
	Rehabilitation	-	1,309,895	20,766,370	1,483
	Sub-total	-	1,655,759	40,666,533	2,905
Special Allocation Fund (DAK)	New Development	-	49,661	3,734,350	267
	Expansion	-	588,492	6,008,976	429
	Rehabilitation	-	1,678,639	20,842,555	1,489
	Sub-total	-	2,316,792	30,585,881	2,185
Total	New Dev. (incl. Expansion)	1,000,000	984,017	29,643,490	2,117
	Rehabilitation	3,000,000	2,988,534	41,608,925	2,972
	Total	4,000,000	3,972,551	71,252,414	5,089

注：灌漑事業は“新規開発”、“拡張”、“改修”に区分され、各々に配分された予算は、1) DGWRに配分された国家予算、2) 地方政府に配分された特別予算（DAK）に区分けされている。

出典：Directorate of Irrigation and Lowland, General Directorate of Water Resources

#### 8.6.1 次期国家中期開発計画（2020-2024）のための単位コストの算定

次期国家中期開発計画（2020-2024）および国家長期開発計画（2020-2044）の予算額算出に向けて、直近 5 年（2015-2019）に配分された国家予算額から新規開発および改修事業別の ha 当たり単位コストを算出する。配分された予算と面積の関係は一定でなく大きなバラツキがある。結果、以下に示すように算出した単位コストにも大きな幅が生じる。

新規開発： 28 百万 Rs (2,000 \$/ha) < 単位コスト < 420 百万 Rs (30,000 \$/ha)

改修： 7 百万 Rs (500 \$/ha) < 単位コスト < 140 百万 Rs (10,000 \$/ha)

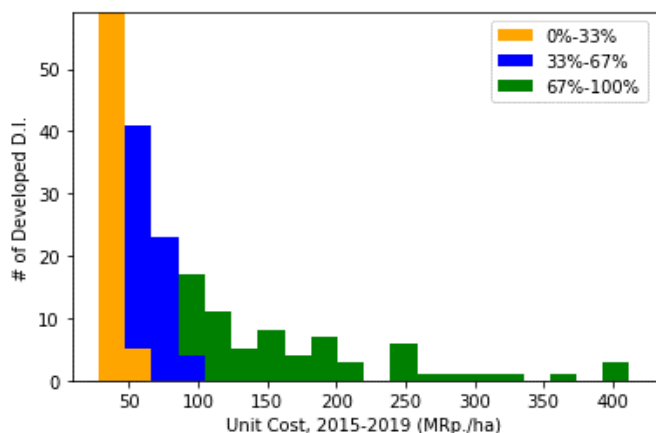


図 8.6.1 新規開発事業の地区数と単位コストの頻度分布

出典：Directorate General of Water Resources

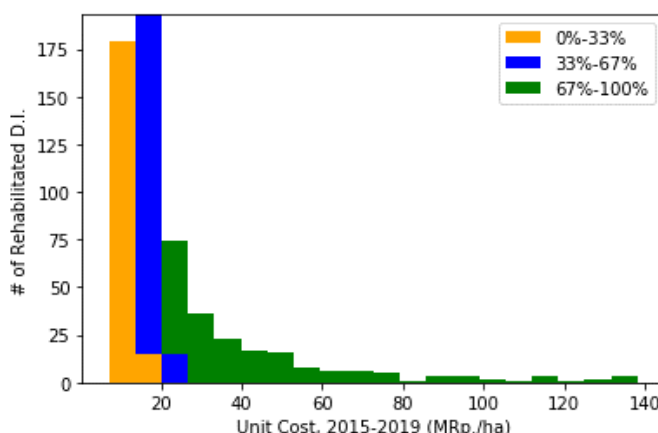


図 8.6.2 改修事業の地区数と単位コストの頻度分布

出典：Directorate General of Water Resources

それぞれの事業の面積と投入コストおよび単位コストを表 8.6.2 に示す。また、新規開発および改修事業別の地区数と面積、さらに単位コストの関係の頻度分布を図 8.6.1 と図 8.6.2 に示す。これによると、単位コストは新規開発では 100 百万 Rs (7,000 US\$/ha) 以下、改修では 20 百万 Rs (1,500 US\$/ha) 以下が多いことが判る。

面積と単位コストの年あたり変動を図 8.6.3 および図 8.6.4 に示す。新規開発の単位コストは 2015 年から 2018 年にかけて上昇している。開発が容易な低コストの地区から難度の高い高コストの地区に移行している結果と思われる。改修も同様に 2016 年を除いて単位コストが上昇している。

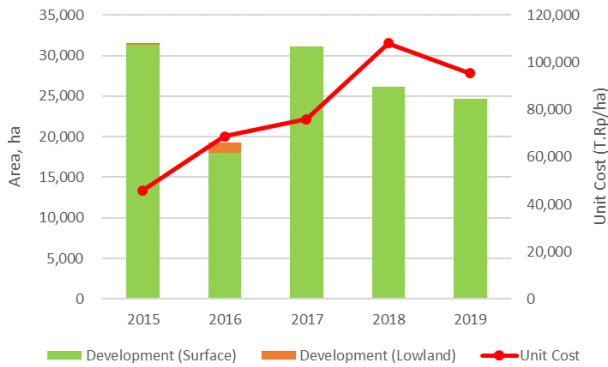


図 8.6.3 新規開発面積と単位コストの年変動

出典: Directorate General of Water Resources

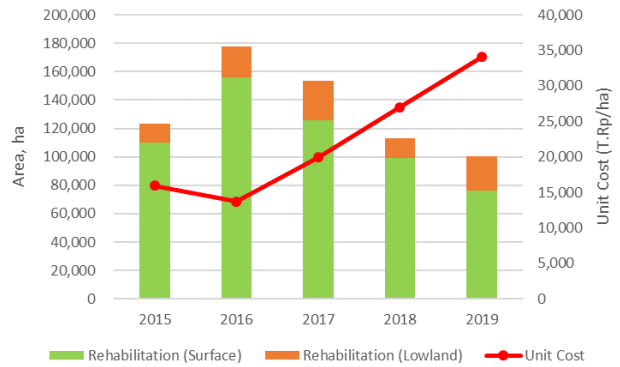


図 8.6.4 改修面積と単位コストの年変動

出典: Directorate General of Water Resources

表 8.6.2 国家中期開発計画(2015-2019)における新規開発事業および改修事業の達成面積と配分された予算額と単位コスト

Particulars	2015			2016			2017			2018			2019			Total (2015-2019)		
	Achieved Area (ha)	Cost (M.Rp.)	Unit Cost (T.Rp/ha)	Achieved Area (ha)	Cost (M.Rp.)	Unit Cost (T.Rp/ha)	Achieved Area (ha)	Cost (M.Rp.)	Unit Cost (T.Rp/ha)	Achieved Area (ha)	Cost (M.Rp.)	Unit Cost (T.Rp/ha)	Target Area (ha)	Cost (M.Rp.)	Unit Cost (T.Rp/ha)	Ach/Target Area (ha)	Cost (M.Rp.)	Unit Cost (T.Rp/ha)
<b>DEVELOPED IRRIGATION SYSTEM</b>																		
Total (1)+(2)	31,507	1,445,163	45,869	19,231	1,321,974	68,741	31,076	2,358,386	75,892	26,155	2,824,790	108,001	24,654	2,350,148	95,325	132,623	10,300,461	77,667
(1) Irrigation (surface)	31,357	1,440,316	45,934	17,968	1,278,756	71,169	31,076	2,358,386	75,892	26,155	2,824,790	108,001	24,654	2,350,148	95,325	131,209	10,252,396	78,138
(2) Lowland	150	4,847	32,311	1,263	43,218	34,209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,413	48,065	34,007
Central Government (i)+(ii)	27,434	1,252,241	45,646	16,770	1,090,388	101,739	27,229	1,941,760	71,313	21,957	2,562,574	116,708	21,600	2,110,283	97,700	114,989	8,957,246	112,590
(i) Irrigation (surface)	27,434	1,252,241	45,646	15,507	1,047,170	67,530	27,229	1,941,760	71,313	21,957	2,562,574	116,708	21,600	2,110,283	97,700	113,726	8,914,028	78,382
(ii) Lowland	0	0	0	1,263	43,218	34,209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,263	43,218	34,209
Provincial Government (i)+(ii)	2,053	106,576	51,912	1,176	163,849	139,298	2,507	304,774	121,569	1,692	123,224	72,836	2,492	199,951	80,249	9,920	898,374	90,565
(i) Irrigation (surface)	2,053	106,576	51,912	1,176	163,849	139,298	2,507	304,774	121,569	1,692	123,224	72,836	2,492	199,951	80,249	9,920	898,374	90,565
(ii) Lowland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Local Government (i)+(ii)	2,020	86,345	75,893	1,285	67,738	52,714	1,340	111,852	83,472	2,506	138,992	55,460	563	39,913	70,907	7,714	444,841	90,480
(i) Irrigation (surface)	1,870	81,499	43,582	1,285	67,738	52,714	1,340	111,852	83,472	2,506	138,992	55,460	563	39,913	70,907	7,564	439,994	58,169
(ii) Lowland	150	4,847	32,311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	4,847	32,311
<b>REHABILITATED/ IMPROVED IRRIGATION SYSTEM</b>																		
Total (1)+(2)	123,468	1,970,341	15,958	177,891	2,441,480	13,725	153,815	3,064,387	19,923	113,009	3,050,637	26,995	100,319	3,417,496	34,066	668,503	13,944,341	20,859
(1) Irrigation (surface)	109,936	1,821,057	16,565	155,962	2,153,664	13,809	125,540	2,632,598	20,970	99,447	2,873,031	28,890	76,229	3,076,566	40,359	567,114	12,556,916	22,142
(2) Lowland	13,532	149,284	11,032	21,930	287,816	13,125	28,275	431,790	15,271	13,562	177,606	13,096	24,090	340,930	14,152	101,389	1,387,426	13,684
Central Government (i)+(ii)	103,809	1,696,883	16,346	168,268	2,275,227	27,109	143,569	2,844,634	35,192	109,303	2,976,232	41,584	94,146	3,226,466	52,098	619,095	13,019,441	35,355
(i) Irrigation (surface)	103,809	1,696,883	16,346	150,189	2,029,411	13,512	120,069	2,508,618	20,893	96,491	2,817,576	29,200	75,306	2,993,966	39,757	545,864	12,046,454	22,069
(ii) Lowland	0	0	0	18,080	245,816	13,596	23,500	336,016	14,299	12,812	158,656	12,383	18,840	232,500	12,341	73,232	972,988	13,286
Provincial Government (i)+(ii)	15,008	198,338	31,807	6,156	77,723	26,401	3,256	62,672	39,040	2,751	53,074	42,318	2,773	117,930	120,858	29,944	509,738	37,257
(i) Irrigation (surface)	3,166	65,059	20,552	2,306	35,723	15,491	2,451	46,525	18,982	2,001	34,124	17,051	773	78,000	100,893	10,697	259,432	24,253
(ii) Lowland	11,842	133,279	11,254	3,850	42,000	10,909	805	16,147	20,058	750	18,950	25,267	2,000	39,930	19,965	19,247	250,306	13,005
Local Government (i)+(ii)	4,651	75,120	29,433	3,467	88,530	25,535	6,990	157,081	45,708	955	21,331	22,336	3,400	73,100	51,744	19,463	415,162	42,209
(i) Irrigation (surface)	2,962	59,115	19,960	3,467	88,530	25,535	3,020	77,454	25,651	955	21,331	22,336	150	4,600	30,667	10,553	251,030	23,787
(ii) Lowland	1,690	16,005	9,473	0	0	0	3,970	79,627	20,057	0	0	0	3,250	68,500	21,077	8,910	164,132	18,422

出典; PEKAPITULASI PEMBANGUNAN IRIGASI BARY 1 JUTA HEKTAR DAN REHABILITASI IRIGASI 3 JUTA HEKTAR BERDASSRKAN KEWENANGAN DIREKTOAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR TA.

### 8.6.2 次期国家中期開発計画のための単位コスト算定

上記の結果を基に、新規開発と改修別に配分された予算額（単位；百万 Rs）、および平均単位コストと3区分された単位コストを5ヵ年（2015-2019）と直近の2ヵ年（2018-2019）別に算出して表 8.6.3 に示す。次期計画のための単位コスト算定に当たっての留意点は以下の通りである。

- ✓ 次期の新規／改修事業は、その事業内容が5ヵ年（2015-2019）に比べて高コストになると想定される。したがって、直近2ヵ年（2018年と2019年）のコストから今後の単位コストは算定すべきである。
- ✓ 次期の事業では灌漑農業近代化に向けた取り組みが優先課題である。そのための予算計上が求められる。この灌漑農業近代化にあたっては、単位コストの20%増を考慮する。
- ✓ 耐用年数に達した後の更新事業では大きな予算額が必要になる。更新コストは、直近2ヵ年平均の改修コストの2倍、あるいは3区分コストの中の高区分の平均コストを計上する。

**表 8.6.3 現行の国家中期開発計画(2015-19)における面積と配分された予算額**

Category	Year	Count	Area, ha	Budgeted, M.Rs	Mean, T.Rs/ha	0%-33%	33%-67%	67%-100%
New Development	2015	36	31,507	1,445,163	45,869	32,039	43,701	82,831
	2016	41	19,231	1,321,974	68,741	39,084	56,100	131,260
	2017	46	31,076	2,358,386	75,892	42,636	77,547	166,185
	2018	39	26,155	2,824,790	108,001	41,507	78,358	282,313
	2019	32	24,654	2,350,148	95,325	41,328	68,634	189,863
	<b>2018-2019</b>	<b>71</b>	<b>50,809</b>	<b>5,174,938</b>	<b>101,850</b>	<b>40,421</b>	<b>75,279</b>	<b>230,851</b>
	2015-2019	194	132,623	10,300,461	77,667	37,317	66,167	178,217
Rehabilitation	2015	121	123,468	1,970,341	15,958	10,188	16,875	26,117
	2016	145	177,891	2,441,480	13,725	8,876	15,092	27,791
	2017	135	153,815	3,064,387	19,923	10,660	17,813	34,445
	2018	97	113,009	3,050,637	26,995	10,105	18,978	53,423
	2019	86	100,319	3,417,496	34,066	12,737	25,167	64,652
	<b>2018-2019</b>	<b>183</b>	<b>213,328</b>	<b>6,468,133</b>	<b>30,320</b>	<b>10,801</b>	<b>21,372</b>	<b>61,002</b>
	2015-2019	584	668,503	13,944,341	20,859	9,979	17,405	40,572

出典：PEKAPITULASI PEMBANGUNAN IRIGASI BARY 1 JUTA HEKTAR DAN REHABILITASI IRIGASI 3 JUTA HEKTAR BERDASSRKAN KEWENANGAN DIREKTOAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR TA.

上記の検討結果から単位コストを下記の通りとする。

- 新規開発： 120 百万 Rs (US\$8,600) / ha
- 改修（平均）： 30 百万 Rs (US\$2,100) / ha
- 改修（更新）： 60 百万 Rs (US\$4,300) / ha

### 8.6.3 次期中期国家開発計画および国家長期開発計画のための予算額

#### 1) 新規灌漑開発事業のための予算額

表 8.6.4 に新規灌漑開発面積の目標値と必要予算額を示す。新規開発面積の設定では、既存水田の非水田への転用面積割合を 2029 年までは 100,000ha/年、2030 年以降は 40,000ha/年と見込んでいる。100,000ha/年の転用が開発計画期間中継続した場合についても同表の下枠に示す。

新規開発面積は 548,000ha (2020-24)、248,000ha (2025-29)、また最終中期開発期間では 281,000ha (2044-4) である。548,000ha は 2015-19 年に開発すべきであった面積 288,000ha を含んでいる。必要な投資単位コストは前述より 120 百万 Rs/ha である。よって、必要な予算額は、例えば 2020～24 年では 66 兆 Rs となる (US\$では 2020-24 が 47 億 US\$、他の 5 ヵ年では 21～24 億 US\$)。

表 8.6.4 次期中期開発計画および長期開発計画における新規開発事業の面積目標と必要な予算額

Case	Conditions	2015-19	2020-24	2025-29	2030-34	2035-39	2040-44
		0 term	1 <sup>st</sup> term	2 <sup>nd</sup> term	3 <sup>rd</sup> term	4 <sup>th</sup> term	5 <sup>th</sup> term
Base Case (LC from 100,000 to 40,000 ha/yr)	Net Dev. Area, ha	261,673	236,914	225,106	252,555	256,538	255,277
	x 1.1 (SF), ha	287,840	260,605	247,617	277,809	282,192	280,805
	0 term carried over to the 1st term	548,446					
	Unit Cost, Million Rs/ha	120					
	<b>Budget Necessary, Billion Rs</b>	<b>65,814</b>	<b>29,714</b>	<b>33,337</b>	<b>33,863</b>	<b>33,697</b>	
	<b>Budget Necessary, M.US\$ (@14,000)</b>	<b>4,701</b>	<b>2,122</b>	<b>2,381</b>	<b>2,419</b>	<b>2,407</b>	
Reference (LC of 100,000 ha/year to continue)	Net Dev. Area, ha	261,673	327,815	481,582	589,019	588,962	584,784
	0 term carried over to the 1st term	589,488					
	Unit Cost, Million Rs/ha	120					
	<b>Budget Necessary, Billion Rs</b>	<b>70,739</b>	<b>57,790</b>	<b>70,682</b>	<b>70,675</b>	<b>70,174</b>	
	<b>Budget Necessary, M. US\$ (@14,000)</b>	<b>5,053</b>	<b>4,128</b>	<b>5,049</b>	<b>5,048</b>	<b>5,012</b>	

注1：LCはLand Conversionを意味する。当初は年間あたり10万haが転換されるとしている。そして、2030年以降は約半分  
の4万ha/年に減少するとしている。

出典：JICA 調査団

## 2) 改修事業のための予算額

改修に必要なコストは、アセットマネジメントの概念を導入して検討を行った“8.5.2 長期開発計画（2020-2024）における改修”で算定した。それによると、コスト面からは改修インターバル10年が最も有効である。中期開発計画期間別の改修面積目標と必要予算額を表8.6.7に示す。

単位コストは、2020～24年が直近の2014～2019年実績を基にした30百万Rs/ha、そして2030年以降は更新時、すなわち最大額で60百万Rs/haとし、実際の投資額は施設の老朽度に応じた単位コストを用いる。面積目標は、2.5百万ha（2020-24）、3.02百万ha（2025-29）、2.47百万ha（2030-34）、3.79百万ha（2035-39）、3.27百万ha（2040-44）となるが、必要な予算額はそれぞれで75兆Rp、32兆Rp、28兆Rp、37兆Rp、34兆Rpとなる。

表 8.6.5 次期中期開発計画および長期開発計画における改修事業の目標面積と必要な予算額

Particulars	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044
	1 <sup>st</sup> term	2 <sup>nd</sup> term	3 <sup>rd</sup> term	4 <sup>th</sup> term	5 <sup>th</sup> term
Rehabilitation Area, '000 ha	2,500	3,020	2,470	3,790	3,270
Unit Cost, Million Rs	30 M.Rp/ha (2,143 \$/ha)	as per soundness with max 60 Million Rs			
		10.63 (759 \$)	11.53 (824 \$)	9.37 (669 \$)	10.32 (741 \$)
<b>Budget, Billion Rs</b>	<b>75,000</b>	<b>32,100</b>	<b>28,470</b>	<b>37,182</b>	<b>33,750</b>
<b>Budget, Million US\$ (@14,000)</b>	<b>5,357</b>	<b>2,293</b>	<b>2,034</b>	<b>2,656</b>	<b>2,411</b>

出典：JICA 調査団

## 8.7 灌漑農業近代化

### 8.7.1 灌漑農業近代化のための5つの柱

インドネシア国政府は、老朽化が進んでいる灌漑施設の更新を必要としている。一方で、水資源の工業用水や生活用水等への配分要求が高まっている。このような状況下、従来の施設整備水準や維持管理形態による更新では多様な水配分要求に対応することは難しくなりつつある。

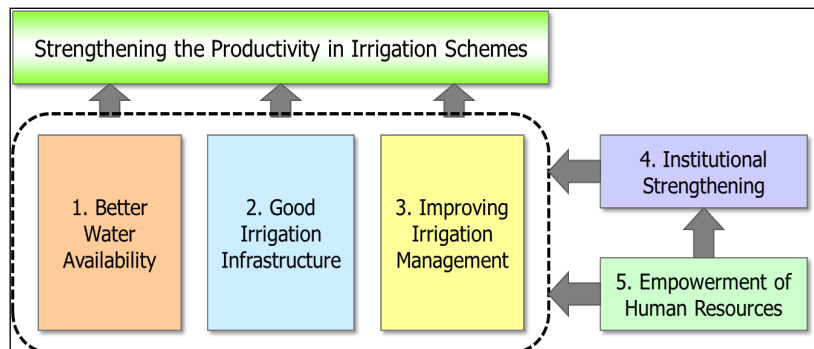


図 8.7.1 灌漑農業近代化のための5つの柱

出典：Directorate General of Water Resources

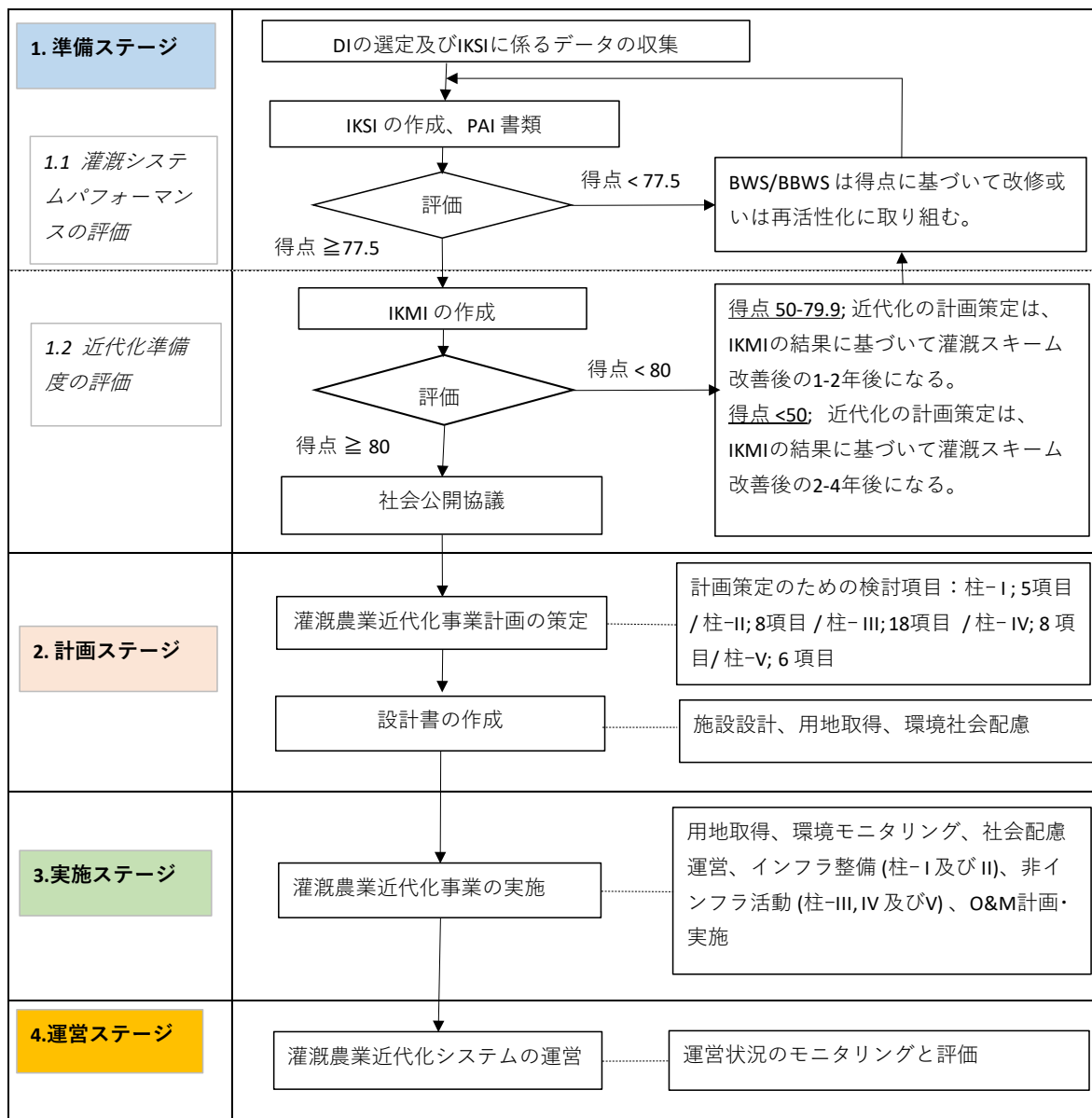
上記を背景に、政府は施設の

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。これを受けて、水資源総局は、「灌漑農業近代化」を①水源の確保、②灌漑施設整備、③灌漑管理の改善、④組織強化、⑤人材育成、の5つの柱の下で進めることとし（図 8.7.1、表 8.7.1 参照）、ガイドライン“POKOK-POKOK Modernisasi Irrigasi Indonesia in 2014”を策定している。また、この近代化は図 8.7.2 に示す準備ステージから運営までの計4ステージで達成する方針である。

表 8.7.1 5柱の開発管理の基本方向

柱		開発管理の基本方向
柱- I	水資源の確保	流域内および灌漑地区内で必要な水資源を安定的に確保する。
柱- II	灌漑施設整備	灌漑管理と連携した灌漑施設を整備する。
柱- III	管理強化	灌漑管理のために必要な情報の通信・連絡体制を整備・改善する。
柱- IV	組織体制強化	政府～受益農民～関係機関による灌漑システム組織体制を強化する。
柱- V	人材育成	灌漑管理に関わる組織体制の人材を育成する。

出典：POKOK- POKOK Modernisasi Irrigasi, DGWR



IKSI; 灌漑システムパフォーマンス指標 (Irrigation System Performance Index)

DI; 灌漑スキーム

IKMI; 灌漑システム近代化準備度指標 (Irrigation Modernization Readiness Index)

PAI; 灌漑アセットマネジメント

図 8.7.2 灌漑農業近代化の実施の流れ

出典：POKOK- POKOK Modernisasi Irrigasi, DGWR



### 8.7.2 灌漑農業近代化の実施プロセス

#### 1) 準備ステージ：灌漑システムのパフォーマンスの評価

既存灌漑スキームの現状を灌漑システムパフォーマンス指標 (IKSI; Irrigation System Performance Index) や灌漑アセットマネジメント (PAI ; Irrigation Asset Management) の概念を考慮して評価するステージである。IKSI は表 8.7.2 に示す 6 項目の項目別点数付けで作成され、灌漑スキームのパフォーマンスはこの IKSI の総得点数で評価される (8.5.1 次期中期開発計画 (2020-2024) におけるリハビリ計画、3) 中央政府直轄表流水灌漑システムの機能診断参照)。

表 8.7.2 IKSI 項目と点数付けによる評価方法

IKSI 項目と各項目評価のための得点配分基準					
No.	項目	得点 (%)	No.	項目	得点 (%)
(1)	施設の状況	45	(4)	組織の現状	15
(2)	作物生産性	15	(5)	関係書類の整備状況	5
(3)	管理状況	10	(6)	水利組合 (P3A/GP3A/IP3A) の状況	10
				合計	100

出典: PEDOMAN TEKNIS MODERNISASI IRRIGASI

IKSI 項目の得点基準			
項目	得点		
	Maximum	Minimum	Optimal
1)施設の状況	45	25	35
2)作物生産性	15	10	12.5
3)管理状況	10	5	7.5
4)組織の現状	15	7.5	10
5)関係書類の整備状況	5	2.5	5
6)水利組合の状況	10	5	7.5
合計得点	100	55	77.5

出典: PEDOMAN TEKNIS MODERNISASI IRRIGASI

灌漑スキームの IKSI 得点に基づく評価基準	
得点	評価
80 - 100	優 (Excellent)
70 - 79	適正 (Fair)
55 - 69	中程度 (Moderate, Need Attention)
< 55	不良 (Bad, Need special rehab)

出典: PEDOMAN TEKNIS MODERNISASI IRRIGASI

ガイドラインによると IKSI 得点の最適値は 77.5 で、この値以下の場合、BBWS/BWS は当該スキームの改修や再活性化を検討することが求められている。水資源総局維持管理局は、中央政府の管理下にある計 283 スキーム (総面積 2,376,500ha) の IKSI を 2017 年に求めているが、本件調査ではこの評価結果の内、ハードに関係する、1) 施設の状況、2) 作物生産性、3) 管理状況を対象にしてリハビリの要否を判断する。また、リハビリ対象とするのは、合計スコアが 70%未満となる施設とする (8.5.1 次期中期開発計画 (2020-2024) におけるリハビリ計画、3) 中央政府直轄表流水灌漑システムの機能診断参照)。

表 8.7.3 BBWS および BWS 管理下の IKSI の点数区分

Score	By BBWS	By BWS	BBWS+BWS	Share	Performance Assessment
80 - 100	2	2	4	1%	優
70 - 79	53	33	86	30%	適正
55 - 69	70	75	145	51%	中程度 (要注意)
<55	15	28	43	15%	不良
-	2	3	5	2%	データ無し
Total	142	141	283	100%	

出典: Directorate of Operation and Maintenance, DGWR, based on 2017 performance assessment survey

## 2) 準備ステージ:近代化準備度の評価

灌漑スキームの近代化に向けた取り組みを近代化準備度指標（IKMI; Irrigation Modernization Readiness）によって評価する。IKMIは5つの柱に応じて点数付けを行う。点数付けは現地調査や関係機関とのインタビュー調査によって行うことになっている（ボックス欄および表 8.7.4 参照）。各柱別の点数付けの基準を表 8.7.5 に示すが、点数に応じて3段階で評価され、スキームはIKMIの総得点で評価される（表 8.7.6 参照）。

<b>IKMI 調査手順:</b>
1) 質問表を用いて調査する。
2) 質問表は事前に作成する。
3) 質問の答えが5レベル（優:5~劣:1）に区分できるような質問表とする。レベル付けは質問に関わる関係書類、資料、図面等の確認によって行う。
4) IKMIは、(1) データ収集、(2) インタビュー、(3) 現地調査、(4) 受益農民を含む関係者への質問、(5) 結果の分析、を通じて作成する。
5) 灌漑受益地の現状を把握するために関係機関にインタビュー調査を行う。

**表 8.7.4 近代化準備度指標（IKMI）作成のための調査検討項目**

柱	主要な調査項目
1. 水資源の確保	流域の水資源、利用可能な水資源量、新たな水資源開発の可能性、地区内の再利用可能量
2. 灌漑施設整備	灌漑施設の機能、現状と改善点、水管理データの監視・制御施設の現状と改善点
3. 管理強化	灌漑管理の現状と課題、水管理データの収集と管理、SCADA システムの現状と改善点、灌漑地区の作付けパターンと用水量と水供給データの管理状況等
4. 組織体制強化	管理体制の現状、灌漑近代化管理ユニット（UPIM）設立のために必要な事項
5. 人材育成	水利組合を含む人材の現状、新たな人材雇用と訓練の必要性

出典：Technical Guideline of Irrigation Modernization, DGWR

**表 8.7.5 各柱のIKMI得点の配分基準**

柱	得点			
	(最大)	十分	平均	不十分
1. 水資源の確保	(20)	>16	10 - 16	<10
2. 灌漑施設整備	(25)	>20	12.5 - 20	<12.5
3. 管理強化	(20)	<16	10 - 16	<10
4. 組織体制強化	(20)	>16	10 - 16	<10
5. 人材育成	(15)	<12	7.5 - 12	<7.5
得点	(100)	≥80	50 - 79.9	<50

出典：Technical Guideline of Irrigation Modernization, DGWR

**表 8.7.6 IKMIの得点に基づく3レベルの評価**

得点	評価
≥80	「近代化」に向けた計画ステージに移行する。
50-79.9	「近代化」に向けた計画ステージへの移行は、IKMIの結果に基づく灌漑スキーム改善後の1-2年後となる。
<50	「近代化」に向けた計画ステージへの移行は、IKMIの結果に基づく灌漑スキーム改善後の2-4年後となる。

出典：Technical Guideline of Irrigation Modernization, DGWR

ガイドラインによると、80点以上で「近代化」に係る事業を実施することができると評価される。得点が80点未満のスキームは、まずはBBWS/BWSによる改修や再活性化等の事業が必要となり、それらを実施した後、近い将来に近代化が導入されることとなる。その際には、関係機関や関係者との間で、IKMIの結果や施設の更新に向けた実施方針の共有および取り組みに対する合意や投入の確約を得るための「関係者協議」が必要であるとしている。

## 3) 計画ステージ：灌漑農業近代化事業計画の策定

準備ステージの完了後、計画ステージに移行する。計画ステージは、1) 近代化計画の策定、および2) 詳細設計の作成、の2ステージで行われる。ガイドラインでは、計画ステージにて必要な調査・分析項目として5つの柱ごとに以下の項目を挙げている（主要なもののみ示す）。また、詳細設計ステージは、環境対策、用地取得、社会環境配慮等のレポート作成を含む。

表 8.7.7 計画ステージのための5柱の調査・分析項目

柱	主な調査・分析項目
1.	灌漑地区を含む流域内の水資源の利用状況、河道と流域保全、開発可能な水資源量の有無
2.	施設（水源施設、取水施設、水路、水制御施設、O&M 施設、管理用道路、3 次水路）の現状と機能
3.	水収支/水需要と配分、水配分操作と分水制御の方法、水管理データの収集・整理、排水システム、3 次水路系の水管理、管理に係る受益農民を含む人的資源、O&M システムと施設
4.	灌漑管理に係る委員会あるいは連携体制、水利組合（P3A/ GP3A/ IP3A）、灌漑近代化ユニット（UPIM）組織
5.	人的資源の現状と必要な人材育成の必要性、新たな人材雇用の必要性

出典：Technical Guideline of Irrigation Modernization, DGWR

4) 実施ステージ；灌漑農業近代化事業の実施

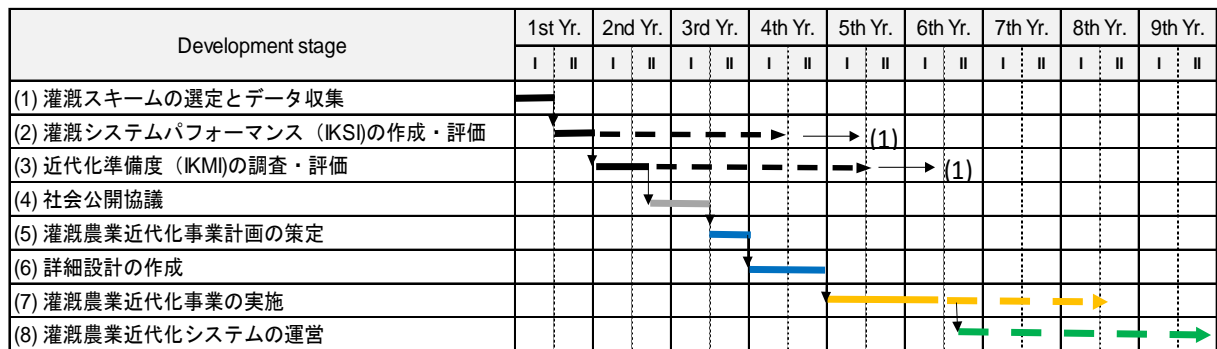
詳細設計に基づく実施ステージである。このステージでは、各柱に関連して 1) 環境モニタリング、2) インフラ整備活動、3) 非インフラ活動、4) 維持管理活動とそれらの連携が行われる。維持管理では、OM マニュアルの整備や関係組織の能力強化が必要となる。

5) 運営ステージ；灌漑農業近代化システムの運営

事業実施後の運営ステージである。スキームの運営、モニタリング・評価や持続性確保のためのフォローアップ活動を含む。

6) 各ステージの想定される実施スケジュール

各ステージの想定される実施スケジュールを図 8.7.4 に示す。詳細なスケジュール立案に当たっての不確定な要素は、関係者間の合意形成のための協議や詳細設計の期間、さらにはインフラ整備の施工期間等である。



--- : 改修或いは再活性化活動

図 8.7.3 想定される各ステージの実施スケジュール

出典：JICA 調査団

8.7.3 想定される開発プログラム・コンポーネント

上記に基づいて、インドネシア国灌漑施設の近代化に必要なコンポーネントを 5 つの柱毎にまとめる。表 8.7.8 に示すコンポーネントは包括的なものであり、実際の近代化にあたっては個々の灌漑システムの現況に応じて個別に取捨選択の上で計画策定、そして実施に移されることが必要である。

表 8.7.8 5 柱において想定される開発プログラム及びコンポーネント

柱	課題	想定される主要な開発プログラム/ コンポーネント
柱-I 水資源の確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 流域における持続可能な水資源量と灌漑利用可能な水資源量</li> <li>✓ 水資源の安定供給</li> <li>✓ 水利権の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 新たな貯水地開発計画及び河道貯留計画</li> <li>✓ 河道の堆積土砂の除去計画</li> <li>✓ 流域内水利用者間の水利用調整</li> <li>✓ 流域保全計画</li> <li>✓ 河道堤防の保全と補強計画</li> <li>✓ 流域の SCADA システムの導入</li> </ul>

柱	課題	想定される主要な開発プログラム/ コンポーネント
柱- II 灌漑施設整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 既存施設の機能</li> <li>✓ 水供給ロスの軽減</li> <li>✓ 排水及び洪水コントロール</li> <li>✓ 3次水路系灌漑システム</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 水利組合の登録</li> <li>✓ 既存施設の機能診断</li> <li>✓ 灌漑スキーム内の水配分に応じた施設改善計画</li> <li>✓ アセットマネジメントに基づく灌漑施設の改修・更新計画</li> <li>✓ 灌漑水路への土砂流入制御と堆積土砂の排除計画</li> <li>✓ 排水施設の機能調査と排水・洪水防御計画</li> <li>✓ SCADA システム導入のための装置/機器の導入</li> <li>✓ 参加型による3次水路網および圃場整備の促進</li> </ul>
柱- III 管理強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 灌漑システムの運営</li> <li>✓ 水管理データの収集・管理</li> <li>✓ O&amp;M 施設の整備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 水需給計画及び水配分計画のレビューと灌漑管理体制の改善</li> <li>✓ SCADA システムの導入とシステム運用のためのマニュアル・ガイドラインの整備</li> <li>✓ アセットマネジメントに基づく O&amp;M 計画</li> <li>✓ 3次水路の参加型水管理体制の改善</li> </ul>
柱- IV 組織体制強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 灌漑近代化管理ユニットの確立と強化</li> <li>✓ WUA の強化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 灌漑管理委員会の活性化計画</li> <li>✓ 効率的な灌漑管理に関わる連携体制整備のための支援</li> <li>✓ 灌漑近代化管理ユニットの確立と強化のための支援</li> <li>✓ 既存灌漑管理体制の強化と再活性化計画</li> <li>✓ 水利組合 (P3A/ GP3A/ IP3A) の再構築と近代化に向けた強化</li> <li>✓ 3次水路網の整備に向けた技術・財政支援計画</li> </ul>
柱- V 人材育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 政府</li> <li>✓ 水利組合</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 政府スタッフの研修計画</li> <li>✓ 水利組合 (P3A/ GP3A/ IPSA) 人員の訓練計画</li> </ul>

出典：JICA 調査団

現在進行中の世銀支援プロジェクト“Strategic Irrigation Modernization and Urgent Rehabilitation Project”では、灌漑農業近代化を目指した 14 灌漑スキーム（受益面積総計 100,000ha）の改修およびインドネシア国で最大の受益地を擁する Jatiluhur 灌漑システムのリハビリ・近代化が事業コンポーネントの柱となっている（近代化の具体的なコンポーネントについては、今後特定される）。また、JICA 支援のプロジェクト“Rentang Irrigation Modernization Project”では、遠隔監視・制御システムの導入に加えて、1,000ha の近代化モデル地区を設けて 5 つの柱を包括的に実践する場としている。加えて、SCADA（Supervisory Control And Data Acquisition）システムの導入や水利組合の強化などの活動が行われる計画となっている。

## 8.8 灌漑開発計画策定における合意形成

### 8.8.1 第 1 期調査期間における合意形成

JICA 調査団は、2018 年 3 月 9 日に水資源総局と JICA の間で合意・署名された RD の記載事項に基づき、灌漑開発・管理戦略ドラフトを 2019 年 7 月に水資源総局に提出した。これを踏まえ、中央省庁、流域管理事務所、県、市の各レベルの灌漑実務者を招いた以下の全国セミナーを開催の上、灌漑開発・管理戦略ドラフトに係る合意形成を行った。

- 日時 : 2019 年 8 月 5 日 (月)
- 開催場所 : Swith-Bel Hotel Serpong
- 参加者数 : 108 名
- 参加機関 : 公共事業住宅省、国家企画庁、農業省、流域管理局 (BWS、BBWS)、県事務所、市事務所、国際協力機構 (下記の参加機関リストを参照)
- 目的 :
- 1) インドネシアの食料安全保障の現状に対する知見を深める。
  - 2) 将来の米の需要供給予測量および必要灌漑開発面積を把握する。
  - 3) 次期中期計画 (2020-2024) での優先灌漑開発地区を検討する。

表 8.8.1 全国レベルセミナーの参加機関リスト

流域番号	流域管理局 (BBWS/BWS)	県番号	県 (Province)	市町番号	市町 (Kabupaten)
B-1	BWS Sumatera I	P-1	Aceh	K-1	Langkat
B-2	BWS Sumatera II	P-2	Sumatera Utara	K-2	Asahan

流域番号	流域管理局 (BBWS/BWS)	県番号	県 (Province)	市町番号	市町 (Kabupaten)
B-3	BWS Sumatera III	P-3	Sumatera Barat	K-3	Ogan Komering Ilir
B-4	BWS Sumatera IV	P-4	Riau	K-4	Musi Banyuasin
B-5	BWS Sumatera V	P-5	Jambi	K-5	Banyuasin
B-6	BWS Sumatera VI	P-6	Sumatera Selatan	K-6	Kupang
B-7	BWS Sumatera VII	P-7	Bengkulu	K-7	Malaka
B-8	BWS Sumatera VIII	P-8	Lampung	K-8	Ketapang
B-9	BBWS Mesuji Sekampung	P-9	Bangka-belitung	K-9	Kapuas
B-10	BBWS Cidanau-Ciujung-Cidurian	P-10	Kepulauan Riau	K-10	Barito Kuala
B-11	BBWS Ciliwung-Cisadane	P-11	Dki Jakarta	K-11	Kutai Kartanegara
B-12	BBWS Citarum	P-12	Jawa Barat	K-12	Bone
B-13	BBWS Cimanuk-Cisanggarung	P-13	Jawa Tengah	K-13	Wajo
B-14	BBWS Citanduy	P-14	D.I.Yogyakarta	K-14	Luwu Utara
B-15	BBWS Serayu Opak	P-15	Jawa Timur	K-15	Merauke
B-16	WS Pemali Juana	P-16	Banten	K-16	Mappi
B-17	BBWS Bengawan Solo	P-17	Bali		
B-18	BBWS Brantas	P-18	Nusa Tenggara Barat		
B-19	BWS Bali-Penida	P-19	Nusa Tenggara Timur		
B-20	BWS Nusa Tenggara I	P-20	Kalimantan Barat		
B-21	BWS Nusa Tenggara II	P-21	Kalimantan Tengah		
B-22	BWS Kalimantan I	P-22	Kalimantan Selatan		
B-23	BWS Kalimantan II	P-23	Kalimantan Timur		
B-24	BWS Kalimantan III	P-24	Kalimantan Utara		
B-25	BWS Sulawesi I	P-25	Sulawesi Utara		
B-26	BWS Sulawesi II	P-26	Sulawesi Tengah		
B-27	BWS Sulawesi III	P-27	Sulawesi Selatan		
B-28	BWS Sulawesi IV	P-28	Sulawesi Tenggara		
B-29	BBWS Pompengan Jeneberang	P-29	Gorontalo		
B-30	BWS Maluku Utara	P-30	Sulawesi Barat		
B-31	BWS Maluku	P-31	Maluku		
B-32	BWS Papua Barat	P-32	Maluku Utara		
B-33	BWS Papua	P-33	Papua Barat		
B-34	BWS Papua Marauke	P-34	Papua		

出典：JICA 調査団

JICA 調査団は、参加者に対して以下の報告を行い、また参加者はそれらを共通理解として合意した。

- ✓ JICA 調査団は、最も米の需要量が小さくなるシナリオを基本ケースとして提案した。このシナリオでは、灌漑分野での介入政策は今までどおり実施され、単収は対数近似的に増加していくこと、また農地転用が現状の約 100,000 ha/年（2015-19）から約 40,000 ha/年（2030 以降）程度、毎年進むことを想定している。
- ✓ JICA 調査団は、将来の灌漑開発面積につきネットの必要開発面積に加え、灌漑・沼沢局計画部門から提案された 10%の安全率を加味した両ケースを提示した。これにより、次期中期計画期間（2020-2024）においては約 50 万 ha、もしくは 55 万 ha の新規灌漑開発が必要である。下表に、5 か年ごとの各期間に対する、推奨されうる必要灌漑開発面積を示す。

表 8.8.2 全国レベルセミナーでの必要灌漑開発面積（2019 年 8 月時点暫定版）

Rice Demand	Conditions	2015-19	2020-24	2025-29	2030-34	2035-39	2040-44
		1st term	2nd	3rd	4th	5th	6th
米需要量が最も小さいケース	基本ケース						
	農地転用面積 100,000 ~ 40,000 ha/年	261,673	236,914	225,106	252,555	256,538	255,277
	第 1 期の第 2 期への繰越分を考慮	-	498,587	225,106	252,555	256,538	255,277
	上記 x 1.1 (安全率)	287,840	260,605	247,617	277,809	282,192	280,805
	第 1 期の第 2 期への繰越分を考慮	-	548,446	247,617	277,809	282,192	280,805
	参考値 (安全率を考慮しない場合)						
	農地転用面積 100,000 ha/年で一定	261,673	327,815	481,582	589,019	588,962	584,784
第 1 期の第 2 期への繰越分を考慮	-	589,488	481,582	589,019	588,962	584,784	

出典：JICA 調査団

- ✓ 2015-2019 の開発目標として示されている面積のうち、未消化分に関しては次期開発計画 2020-2024 にて実施すべきである。よって、JICA 調査団はセミナー参加者および水資源総局に対し、全国で約 55 万 ha（もしくはネット面積では約 50 万 ha）に相当する面積の灌漑開発を、次期中期開発計画（2020-2024）に含めることを提案した。
- ✓ 同様に、農地転用面積を 10 年間で 100,000ha/年から 40,000ha/年に抑えることが難しいと判断される場合、589,448ha/年の開発面積、もしくは約 60 万 ha の開発が、次期 5 か年中期開発計画に必要と推奨される。他、この年間約 10 万 ha の農地転用が将来ともに継続していくようであれば、50 万 ha～60 万 ha 程度の新規開発が各々の 5 か年開発計画期間にて必要になると提示した。
- ✓ 約 50 万～60 万 ha もの水田灌漑面積の開発を次期 5 か年開発計画期間、またその後の中期開発計画期間においても新規開発を継続していくために十分な土地・水資源ポテンシャルが存在するかについて検討を行った。結果、以下に示される通り、未だ多くのポテンシャルが存在しており、次期灌漑開発面積 50 万 ha～60 万 ha の確保は可能と思われる。

**表 8.8.3 インドネシア全国レベルでの灌漑開発ポテンシャル（2019 年 8 月暫定版）**

Island	Potential of Rain-fed Paddy, ha	Potential of Fully Suitable (area basis), ha	Potential of Conditionally Suitable (area basis), ha	Marginally Suitable Area (area basis), ha	Total
Sumatera	1,026,442	875,181	1,285,494	2,658,711	5,845,829
Java	74,923	326	1,333	9,465	86,047
Bali Nusa Tenggara	34,879	6,895	1,650	32,204	75,628
Kalimantan	890,923	1,019,232	1,579,606	3,189,278	6,679,039
Sulawesi	278,154	368,537	137,430	1,083,647	1,867,768
Maluku & Papua	48,991	354,380	949,123	3,047,380	4,399,874
Indonesia	2,354,312	2,624,552	3,954,635	10,020,685	18,954,186

注： 上記のポテンシャルとは面積に基づくポテンシャルであり、そのため最適エリア、適エリア、やや適エリアのそれぞれは新規開発地区では2期作が可能となることから実面積の2倍（200%の作付率）を計上した。

### 8.8.2 優先開発地区における地域レベルでの合意形成（スマトラ島、ランブン州）

JICA 調査団は、第 1 期調査期間で合意された灌漑開発優先地区の選定結果に基づき、2019 年 3 月 11 日にスマトラ島・ランブン州の Mesuji Sekampung 流域管理局を訪問し、地域セミナーを開催した。ここでは、公共事業住宅省水資源総局灌漑・沼沢局、関係流域管理局および地域開発企画庁（BAPPEDA）の担当者を招き、第 1 期で選定されたポテンシャルエリアの具体化と合意形成を行った。会議の要綱を以下に示す。

- 日時 : 2020 年 3 月 11 日（水）
- 開催場所 : Mesuji Sekampung 流域管理局事務所（ランブン州）
- 参加者数 : 33 名
- 参加機関 : 公共事業住宅省、地方開発企画庁、流域管理局（BBWS Mesuji Sekampung）、JICA 調査団（下記の参加機関リストを参照）
- 目的 : 1) ランブン州における灌漑開発・管理戦略ドラフトの説明  
 2) ポテンシャルエリア地区の自然条件、土地利用状況などの現状確認  
 3) 流域管理局の灌漑開発計画の共有

**表 8.8.4 地域レベルセミナー（ランブン州）の参加者リスト**

No	Name	Position and Organization
1	Retna Dewi I.	Head of Program Section of BBWS Mesuji-Sekampung
2	Heri Munzaili	Department Staff of Environmental Services of Lampung Provincial Government
3	Rusdi Efendi	Functional Staff of BBWS Mesuji-Sekampung
4	Ahmad Samti A	Head of Land and Spatial Planning Division from Department of Housing, Residency, and Local



No	Name	Position and Organization
		Production of Lampung Provincial Government
5	M. Z. Affansyah	Staff of Department of Housing, Residency, and Local Production
6	Sigit Marwanto	Staff of Planning Division of DIL of Ministry of Public Works and Housing
7	Sasthi S. R.	Directorate of DIL of Ministry of Public Works and Housing
8	Amos B.	Directorate of DIL of Ministry of Public Works and Housing
9	Aryandi Rizki A.	Directorate of DIL of Ministry of Public Works and Housing
10	Andi Wildaniah	Directorate of DIL of Ministry of Public Works and Housing
11	Vina N. L.	Directorate of DIL of Ministry of Public Works and Housing
12	Firdy H.	Decision-Making Official of Lampung Provincial Government
13	Susi Hariany	Coordinator of Work Unit in Water Network Utilization Implementation of BBWS Mesuji-S.
14	Nita Yuliaty	Staff of BBWS Mesuji-Sekampung
15	Heru Agus	Decision-Making Official
16	Reza Pahlepi	Head of Mesuji-Sekampung O&M Division
17	Ikomang Sudana	Head of BBWS Mesuji-Sekampung Administration
18	Abdul Muis	Head of BBWS Mesuji-Sekampung
19	Tuti Sutiasih	Head of Implementation Division
20	Suryo Edi	Head of PPU Division
21	Bopardi	Functional Staff of BBWS Mesuji-Sekampung
22	Sonia Fikra	Staff of O&M Division of BBWS Mesuji-Sekampung
23	Christa	Technical Operator in Division of Water Network Utilization Implementation
24	Tumijo	Decision-Making Official in O&M III
25	Iwan Yuliansyah	Staff of Program and Planning Division
26	Bagus S Purwiro	Staff of Program and Planning Division
27	Kosei Hashiguchi	F-IDAMS-JICA Team Leader
28	Tatsuhiko Mori	F-IDAMS-JICA Team Expert
29	Hajime Kita	F-IDAMS-JICA Team Expert
30	Ryo Inoue	F-IDAMS-JICA Team Expert
31	Jailani	F-IDAMS-JICA Team Project Assistant
32	Wityasminingsih	F-IDAMS-JICA Team Project Assistant
33	Azka N. Aristya	F-IDAMS-JICA Team Project Assistant

出典：JICA 調査団

JICA 調査団は、参加者に対して以下の報告を行い、また参加者はそれらを共通理解として合意した。

- ✓ JICA 調査団は、新規灌漑開発地区の選定にあたり優先順位の設定方法を説明した。優先順位付け条件では、プランテーション用地は灌漑対象地区から外すこととしているが、5万 ha 以上の新規灌漑開発をある程度のまとまった土地で行うためには、プランテーション用地等の水田への土地転換が必要であることを確認した。
- ✓ 地域レベルの検討を行うためには、より詳細な土地利用のデータや水文データが必要となる。JICA 調査団はこれらの検討資料の必要性を説明し、Mesuji-Sekampung 流域管理局から降水量データなどを入手した。土地利用区分については、全国レベルのデータと異なる点が認められることが判明した。第一期検討時以上の詳細データは入手できなかったが、土地空間計画所の提供する WebGIS から得られる最新の土地使用状況を参照し、詳細検討を行うこととした。
- ✓ JICA 調査団のポテンシャル評価結果と流域管理局の計画する開発計画を考慮した結果、参加者は下表の 6 候補地を調査候補地としてリストアップした。さらに現地視察の結果と開発の進行度等を考慮し、No.1、No.2 の地域を優先開発地区として調査を行うこととした。

表 8.8.5 ランブ州の灌漑開発候補地一覧

No	Name of Irrigation Scheme	Potential Area*, ha	Remarks
1	Komering Extension (Extension No.4 area)	Over 90,000 <b>Ext. No.4-1: over 70,000</b> Ex. No.4-2: about 12,000 Ex. No.4-4: about 12,000	Extension from existing Komering DI in BBWS Sumatra VIII (Ext. No.4 is located in BBWS Mesuji Sekampung)
2	Giham-Tahmi**	About 6,700 + 2,600	Completely new area, but very hilly

No	Name of Irrigation Scheme	Potential Area*, ha	Remarks
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

出典：JICA 調査団および Mesuji-Sekampung 流域管理局

### 8.8.3 優先開発地区における地域レベルでの合意形成（ジャワ島、中部ジャワ州）

2020年2月18日、JICA 調査団はジャワ島中部の BBWS Pemali Juana 事務所を訪問し、本プロジェクトとその範囲を提示した。会議において、調査団は本調査の重要な項目の一つに、改修可能な約 50,000ha の水田地域の決定があると説明した。Pemali Juana 流域管理事務所長は、JICA 調査団にデータや情報の提供の協力をするとし、歓迎した。

日時：2020年2月18日

開催場所：Pemali Juana 流域管理局事務所（中央ジャワ州）

参加者数：10名

参加機関：流域管理局（BBWS Pemali Juana）、JICA 調査団（下記の参加機関リストを参照）

- 目的：
- 1) 本プロジェクトの概要および対象範囲の説明
  - 2) 中部ジャワ州の 50,000 ha の改修可能エリアの決定
  - 3) 改修の要望に対するステークホルダーからのフィードバックの確認
  - 4) 改修予定地の現地視察への協力要請

表 8.8.6 地域レベルセミナー（中部ジャワ州）の参加者リスト

No	Name	Organization
1	Ms. Dyah Perdhani	Head of Water Supply Network Implementation -PJPA Division - BBWS Pemali Juana
2	Ms. Dini	Head of Sub Division of Irrigation and Lowland - BBWS Pemali Juana
3	Ms. Lesty Arlensietami	Commitment Officer of Sub Division of Irrigation and Lowland III - BBWS Pemali Juana
4	Mr. Yulius	Commitment Officer of Sub Division of Irrigation and Lowland II - BBWS Pemali Juana
5	Ms. Agnes YDI	Commitment Officer of Sub Division of Irrigation and Lowland I - BBWS Pemali Juana
6	Mr. Kosei Hashiguchi	JICA Project Team Leader
7	Mr. Mori Tatsuhiko	JICA Project Team Expert
8	Mr. Ryo Inoue	JICA Project Team Expert
9	Mr. Jailani	JICA Project Team Project Assistant
10	Mr. Muda P. Harahap	JICA Project Team Project Assistant

出典：JICA 調査団

JICA 調査団は、参加者に対して以下の報告を行い、また参加者はそれらを共通理解として合意した。

- ✓ MP での灌漑ポテンシャル評価結果から、ジャワ島では水ポテンシャルが不足していることが確認された。したがって、既存灌漑スキームの改修・近代化による灌漑効率の改善と作付率の向上が中央ジャワ州の主要な開発戦略となる。
- ✓ Pemali Juana 流域管理局の職員は改修対象となる灌漑スキームの選定条件の概要を説明した。ただし、対象地域内には多くの灌漑地区が存在していることから、対象灌漑スキームは必ずしも全ての基準を満たす必要はないこと、また Pemali Juana 流域管理局の西部に位置する灌漑スキームは長年大規模な改修が行われておらず破損がみられることから、優先度の高い改修地域である。
- ✓ 詳細な分析のためには過去5年間のダムの放流量、降雨量、灌漑用水の使用量などのデータが必要であり、これらは Pemali Juana 流域管理局の PJPA Division の職員から提供される。
- ✓ プレ FS 対象となる灌漑スキームについて、西部地区に位置する灌漑スキームおよび Kedung

Ombo ダム流域の灌漑スキームを中心に 11 の灌漑スキームを選定する。

**表 8.8.7 プレFS 対象の灌漑スキーム一覧（中部ジャワ州）**

No	Irrigation Scheme	Service Area (ha)	Remarks
1	Pemali	26,952	For rehabilitation
2	Comal	8,882	Ditto
3	Sungapan	7,086	Ditto
4	Rambut	7,634	For rehabilitation, 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	For rehabilitation
9	Sidorejo	7,938	For modernization, provided water from Kedung Ombo dam
10	Sedadi	16,055	Ditto
11	Klambu	37,451	Ditto
Total		134,362	

出典：Pemali Juana 流域管理局

#### 8.8.4 優先開発地区における地域レベルでの合意形成（カリマンタン島、東カリマンタン州）

東カリマンタン州 Kalimantan III 流域管理局の管轄下にある土地の新規灌漑スキームの開発について協議するために会議が開催された。東カリマンタン州への首都移転構想の下、特に新首都での食料安全保障を支えるためには、当州で大規模な新規灌漑開発が必要となる。

日時：2020年2月11日（火）

開催場所：Kalimantan III 流域管理局事務所（東カリマンタン州）

参加者数：59名

参加機関：地域開発企画庁、東カリマンタン州政府、公共事業・国民住宅省、Kutai Timur 県政府、Kutai Barat 県政府、Mahakam Hulu 県政府、Penajam Paser Utara 県政府、Paser 県政府、Kutai Kartanegara 県政府、Berau 県政府、流域管理局（BBWS Kalimantan III）、JICA 調査団（下記の参加機関リストを参照）

目的：1) 東カリマンタン州の 50,000 ha の開発ポテンシャルエリアの把握  
2) JICA 調査団と BWS Kalimantan III、地域開発企画庁、東カリマンタン州地方政府間の、新首都候補の食料安全保障を支えるための低地開発を含む灌漑開発候補地区の絞り込み

**表 8.8.8 地域レベルセミナー（東カリマンタン州）の参加者リスト**

No	Name	Position and Organization
1	H. Imam Hidayat	Head of Bappeda - East Kalimantan Province
2	Budiyono	Head of the Agriculture and Food Crop Office -East Kalimantan Province
3	M. Immu, S.IP	Head of the Manpower and Transmigration Office- East Kalimantan Province
4	Bambang F. Falah	Head of the Plantation Service Office - East Kalimantan
5	Jumaidi Akhmadin	Head of the Forestry Service Office - East Kalimantan
6	M. Tahid	Head of Planning Program Directorate General of Irrigation and Lowland
7	Barbara Katlyn	Head of Sub Planning Program in East Area of DIL of Ministry of Public Works and Housing
8	Yayuk Tri Wahyuni	Head of Bappeda - Kab. Kutai Timur
9	Reza Renantha	Head of the Public Works Service Office - Kab Kutai Timur
10	Ahmad W	Head of Agriculture Service Office - Kab. Kutai Timur
11	Sion AL	Head of the Manpower and Transmigration Office - Kab. Kutai Timur
12	Kristina Ewin R	Head of the Public Works and Spatial Planning Office - Kab. Kutai Barat
13	Petrus	Head of Agriculture Service Office - Kab. Kutai Barat
14	Silan	Head of the Manpower and Transmigration Office - Kab. Kutai Barat
15	Dhespy Tandip	Head of Bappeda - Kab. Mahakam Hulu
16	Andreas FK	Head of the Public Works Service Office - Kab. Mahakam Hulu
17	Rahmaniah M	Head of Bappeda - Kab. Penajam Paser Utara
18	Fahriza Idiatama	Head of the Public Works and Spatial Planning Office - Kab. Penajam Paser Utara
19	Agung W	Head of the Agriculture and Food Crop Office - Kab. Penajam Paser Utara

No	Name	Position and Organization
20	M. Syaukani	Head of Bappeda - Kab Paser
21	Hasanuddin	Head of the Public Works and Spatial Planning Office - Kab. Paser
22	Arya Widaniyasa	Head of Agriculture Office - Kab. Paser
23	Sancoyo, SST., S.Sos	Head of the Manpower and Transmigration Office - Kab. Paser
24	Dodik Arifianto	Head of the Public Works and Spatial Planning Office - Kab. Kutai Kartanegara
25	Mustakim	Head of Agriculture Office - Kab. Berau
26	Rahmi	Head of Water Resources
27	Edwin	Directorate of Public Works and Housing - Water Resources
28	Muhaimin	Staff of the Food Crop and Horticulture Service Office
29	Arju Ridhoni	Staff of the Research Service Office - Kab. Penajam Paser Utara
30	M. Yahkah	Staff of Bappeda - East Kalimantan
31	Sunardi	Staff of the Agriculture Office - Kab. Penajam Paser Utara
32	Susilo	Sub Head of the Manpower and Transmigration Office - Kab. Paser
33	A. Iqbal	Staff of The Public Works and Spasial Planning Office - Kab. Paser
34	Dedy	Staff of Planning - Kab. Paser
35	Eni Susanty	Staff of Bappeda - Kab. Kutai Timur
36	Riyan Diyas	Staff of Bappeda - Kab. Kutai Timur
37	Fahri Ariyanto	Staff of The Plantation Service Office
38	Anthoni A.R	Staff of Water Resources Center - the Public Works & Spatial Planning - Kab. Kutai Barat
39	Mathius	Staff of The Public Works and Housing
40	Tonny Djoko K	Staff of The Public Works and Housing
41	Hariston	The Public Works and Public Housing Office - Kab. Kutai Barat
42	Talman	The Public Works and Public Housing Office - Kab. Paser
43	Ibnu Priyono	Staff of The Public Works and Housing
44	Kurniawan	Staff of The Agriculture Office
45	Ibnu	Staff of Bappeda - East Kalimantan
46	Hanhan	Staff of Research Center of Water Resources
47	Widya Utami	Staff of Research Center of Water Resources
48	Dedy Suryana	Staff of Planning Program
49	Jimmy Julianto	The Public Works and Housing Office
50	M. Robiul M	The Public Works Office - Kab. Kutai Timur
51	Sofyar A.	The Public Housing Office
52	Zamil Karim	The Public Housing Office - Kab. Kutai Barat
53	Rudiansyah	The Public Housing - Kab. Mahakam Hulu
54	M.S. Haq	The Public Housing
55	Mori Tatsuhiko	F-IDAMS-JICA Team Expert
56	Kosei Hashiguchi	F-IDAMS-JICA Team Leader
57	Kita Hajime	F-IDAMS-JICA Team Expert
58	Jailani	F-IDAMS-JICA Team Project Assistant
59	E. Wityasminingsih	F-IDAMS-JICA Team Project Assistant

出典：JICA 調査団

JICA 調査団は、参加者に対して以下の報告を行い、また参加者はそれらを共通理解として合意した。

- ✓ JICA 調査団は、MP 調査の検討結果として新規開発対象となる灌漑エリアを決定するための基準を説明した。しかし、開発対象面積が大きい面積（50,000ha 以上）であることを考慮すると、まとまったエリアの開発を行うためには土地利用の条件などを緩和する必要がある（例：プランテーション用地やその他の非水田地も開発することを検討する）。
- ✓ 一般に当該地区の農家はプランテーションから水田への転換に協力的である。しかし、県政府に予算上の制約があり、灌漑開発のための土地取得が進んでいないのが現状である。
- ✓ MP 調査の結果では、Mahakam 川近くの低地に灌漑開発ポテンシャルエリアが広がっているが、こうしたエリアは洪水の危険性が高く、灌漑開発プロジェクトの実施に大きな障害となっている現状が明らかにされた（MP 調査で用いた洪水リスク評価結果以上に洪水リスクが広がっていることが確認された）。
- ✓ 公共交通機関として利用されていること、また生物保護の観点から Mahakam 川に水利施設

(ダムや頭首工)を建設することは不可能である。また、Mahakam 川では洪水が頻発するため、灌漑用水はその支流から取水するべきである。

- ✓ JICA 調査団による詳細な分析のためには、より多くのデータが必要であり、公共事業・国民住宅省水資源総局灌漑・沼沢局から地図データを入手する予定である。また、提供されたデータと実際の現地の状況とのギャップを埋めるために、東カリマンタン州との間で実際の土地の状況について協議が必要である。
- ✓ 各県政府からプレ FS 対象となり得る灌漑開発対象地区が提案され、そのうち、表 8.8.9 に示す 6 地区で現地視察を行うこととした。

表 8.8.9 現地視察対象の灌漑地区一覧（東カリマンタン州）

No	Name	Water Sources	Kabupaten	Irrigation Potential, ha	
				FIDAMS (total in Kabupaten)	Survey Result
1	DI. Encaling	Encaling River	Kutai Barat	48,718	9,626
2	DI. Mentiwan	Barong River	Kutai Barat	48,718	5,474
3	DI. Sakaq	Sakaq River	Kutai Barat	48,718	2,026
4	DI. Mahakam Hulu	unknown	Mahakam Ulu	21,944	4,538
5	DI. Kutai Timur	Kelinjau River	Kutai Timur	41,307	16,426
6	DI. Takele	Takele River	Panaja, Paser Utara	-	13,222

出典：JICA 調査団

### 8.8.5 優先開発地区における地域レベルでの合意形成（スラウェシ島、南スラウェシ州）

Pompengan Jeneberang 流域管理局事務所にて今後の開発対象地区を議論するための会議が開催された。MP 調査結果に基づき、本地域でも合計 50,000ha 以上の灌漑スキームを改修対象地区として選定することが求められる。

日時：2020年2月24日

開催場所：Pompengan Jeneberang 流域管理局事務所

参加者数：21名

参加機関：流域管理局（BBWS Pompengan Jeneberang）、Luwu Timur 県政府、Bone 県政府、Jeneponto 県政府、Maros 県政府、地域開発企画庁、JICA 調査団（下記の参加機関リストを参照）

- 目的：
- 1) 南スラウェシ州にある改修対象灌漑地区の把握
  - 2) 他ドナー（世銀や ADB 等）が資金提供している改修プロジェクトの情報共有
  - 3) プレ FS 対象として提案された灌漑スキームの現地視察協力要請

表 8.8.10 地域レベルセミナー（南スラウェシ州）の参加者リスト

No	Name	Position and Organization
1	Ms. Rahayu	Planning and Program Head of BBWS Pompengan Jeneberang Officer
2	Mr. Muh Saleh	Head of Luwu Timur
3	Mr. Wahyuddin	Water Resource Management Officer of Luwu Timur Kabupaten PU Dinas
4	Mr. Sutamid	Water Resource Management Officer of Bone Kabupaten PU Dinas
5	Mr. Mastur Halil	Dinas PU of Jeneponto Kabupaten
6	Ms. Ika Mariescha	Bappeda of South Sulawesi Province
7	Mr. Ilham Mansur, ST	Dinas PU of Maros Kabupaten
8	Ms. Aryanti Sayadi	Bappeda of South Sulawesi Province
9	Ms. Nirwani Nasrullah	BBWS Pompengan Jeneberang Officer
10	Mr. Fajar Arif	BBWS Pompengan Jeneberang Officer
11	Ms. Lily Muliani	BBWS Pompengan Jeneberang Officer
12	Mr. Irfansyah Putra	BBWS Pompengan Jeneberang Officer
13	Ms. Rizki Jumiyenti	BBWS Pompengan Jeneberang Officer
14	Mr. Kosei Hashiguchi	JICA- FIDAMS Project Team Leader
15	Mori Tatsuhiko	JICA- FIDAMS Project Team Expert

No	Name	Position and Organization
16	Ryo Inoue	JICA- FIDAMS Project Team Expert
17	Ms. Makiko Yamamoto	JICA- FIDAMS Project Team Expert
18	Mr. Hajime Kita	JICA- FIDAMS Project Team Expert
19	Jailani	JICA- FIDAMS Project Team Assistant
20	Deden Abdul Rojak	JICA- FIDAMS Project Team Assistant
21	Muda P. Harahap	JICA- FIDAMS Project Team Assistant

出典：JICA 調査団

JICA 調査団は、参加者に対して以下の報告を行い、また参加者はそれらを共通理解として合意した。

- ✓ JICA 調査団は、2019 年に実施された MP 調査結果を説明し、食糧自給率の達成には、今後 5 年間で 50 万 ha の新規灌漑エリアと 250 万 ha の改修が必要であることが MP 調査の分析結果から示され、公共事業・国民住宅省と地方開発企画庁の承認を得ていることを説明した。また、優先開発対象 4 地区の 1 つが南スラウェシ州にあり、同州で灌漑開発を行うためのプレ FS 調査（フェーズ 2）の概要について説明した。
- ✓ JICA 調査団は、南スラウェシ州における灌漑プログラム（改修、近代化、新規灌漑開発）の有無を確認した。その結果、MP 調査結果から、ポテンシャルが高いとされたエリア（Saddang、Tinco、Palakka など）のいくつかの灌漑地区は、既に改修プロジェクトが実施されていることを確認した。また、Pamukulu、Tabo-tabo と Sanrego、Rongkong、Walimpong、Boya にある灌漑地区は、Stratfic Irrigation Modernization and Urgent Rehabilitation Project（SIMURP）が進行中である。
- ✓ 参加者は、MP 調査結果をたたき台として、会議を通して得られた現地情報（灌漑施設の現状、改修履歴、受益面積）を考慮し、次の 5 つの灌漑地区をプレ FS 対象の改修／近代化対象としてリストアップし、現地視察を行うこととした。

表 8.8.11 現地視察対象の灌漑地区一覧（南スラウェシ州）

No	Name	Water Sources	Kabupaten	Service Area, ha
1	DI. Kelara Karalloe	Kelara River, Karalloe River	Jeneponto	10,000
2	DI. Bantimurung	Bantimurung River	Maros	6,513
3	DI. Leko Pancing	Leko Pancing River	Maros	3,626
4	DI. Lamasi	Lamasi River	Luwu	11,506
5	DI. Kalaena	Kalaena River	Luwu Timur	18,184

出典：JICA 調査団



## 第9章 結論と提言：灌漑開発・管理戦略

### 9.1 結論

本報告書に示す灌漑開発および管理戦略は、次期中期開発計画（2020-2024）を含む 2044 年の目標年に向けた、インドネシア国における食料安全保障を達成するための最も適切で包括的なアプローチである。よって、インドネシア国政府は、同戦略に基づいて、新規灌漑開発と既存灌漑施設の改修・近代化に着手すべきであると結論づける。以下に結論の論拠と提言を示す。

- 1) インドネシア国では、現行の国家中期開発計画 2014-2019 (RPJMN) および国家長期開発計画 2005-2020 (RPJPN) において、食料安全保障に基づく食料主権政策が強調され、高い優先度を与えている。このことから、食料安全保障関連の予算が増加し、2016 年から 2018 年の関連予算は国家予算の約 4.5% のシェアを占めており、かつ、灌漑部門への予算執行も多い。実際に、2014 年から 2019 年の間に、100 万 ha の新規灌漑開発と 300 万 ha のリハビリが対象となり、その目標は概ね達成されている。したがって、本報告書で提示されている戦略は、政府の優先事項と合致しており、戦略の実施はインドネシア国の食料安全保障に貢献するものである。
- 2) 上記新規灌漑開発とリハビリの実施にも関わらず、インドネシア国の食糧安全保障（コメの自給）は達成できていない。インドネシア国は過去 20 年間、ほぼ毎年コメを輸入しており、年間平均で約 100 万トンのコメを輸入している。この輸入量は、自給達成の目標に約 3~4% 不足していることに相当し、1 人あたり年間 100 kg のコメ消費量を想定すると約 1,000 万人の人口に供給していることになる。したがって、コメの自給率を 100% にするには、新しい灌漑水田を整備するための灌漑開発と、開発された灌漑スキームを維持するための定期的なリハビリが必要となる。同戦略は、食料安全保障を満足するために必要な開発とリハビリのための指針を提供するものである（下表参照）。
- 3) 同戦略は土地資源と水資源ポテンシャル、そして社会・経済条件に基づいた灌漑開発の具体的な指針を提供していることから、関係する中央政府、州政府、および地方事務所が食料安全保障の強化に向けて灌漑開発を実施する際の基礎となり得る。また、同戦略は、関係する開発パートナーの協調を促すための開発プラットフォームとしても機能する。加えて、同戦略は、灌漑開発に関係する利害関係者を最もニーズと準備が整った対象地域導き、開発ポテンシャルの低い地域への資金の誤配分を回避する助けとなるものである。

表 9.1.1 必要となる新規灌漑開発面積およびリハビリ面積 (ha)

New/ Rehab	Land Conversion	Other Conditions	2015-19	2020-24	2025-29	2030-34	2035-39	2040-44
			1 <sup>st</sup> term	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	4 <sup>th</sup>	5 <sup>th</sup>	6 <sup>th</sup>
New Dev't	LC change from 100,000 ha/yr to 40,000 ha/yr	Net Required-	261,673	236,914	225,106	252,555	256,538	255,277
		1 <sup>st</sup> term to the 2 <sup>nd</sup>	-	498,587	(Say, 500,000ha)			
	With 10% safety	287,840	260,605	247,617	277,809	282,192	280,805	
	1 <sup>st</sup> term to the 2 <sup>nd</sup>	-	548,446	(Say, 550,000ha)				
Continuous LC of 100,000 ha/yr	Net Required-	261,673	327,815	481,582	589,019	588,962	584,784	
	1 <sup>st</sup> term to the 2 <sup>nd</sup>	-	589,488					
Rehabilitation (Based on Asset Management)			3,000,000	2,500,000	3,020,000	2,470,000	3,790,000	3,270,000

\*LC: 農地転用率、出典: JICA 調査団

### 9.2 提言

本調査で提案する灌漑開発・管理戦略を実施する際に留意すべき提言を以下に示す。これら提言は、灌漑開発・管理戦略の適切な実施に際して広範な視点からの示唆を与えるものである。

- 1) 将来のコメ需要を予測する際、人口増加率、都市化率、および経済成長に代表される家計収入の増加などの要因が考慮されている。このうち、人口増加率がコメ需要に最も影響を与える。本調査における予測では、人口増加は **BPS** によって示された人口増加予測に基づいて推定したものの、インドネシア国では、**BPS** ベースの予測よりも高い値での予測結果も提示する研究所もある。したがって、将来の実際の人口を十分にモニタリングする必要があり、将来の人口が本調査で予測した人口から逸脱する場合、代替ケースのコメ需要、代替ケースにおける灌漑開発面積の参照が必要となる。
- 2) コメの供給面で最も影響を与える要因は農地転換である。インドネシア国では、現在、他の目的に変換される水田が年間約 10 万 ha ほど存在する可能性がある。農地転換率が現状維持で続く場合、灌漑開発への投資は意味をなさなくなる恐れがある。そのため、コメの供給予測では、強力な対策（施策）を講じることにより、2 期分の中期開発計画期間（10 年間）にわたって、土地の転換が現在の 10 万 ha/年から 4 万 ha/年に減速するものと想定して算出を行った。これを念頭に置いて、農地転換を十分にモニタリングすべきであり、例えば、農地転換の速度を下げるには、**LP2B** 等の施策をさらに推進していく必要がある。
- 3) 灌漑開発ポテンシャルを算定する際に、土地資源と水資源の双方のポテンシャルを評価した。土地資源ポテンシャルは、水田栽培に適した地域を特定する目的で **GIS** によって空間的に評価され、一方で、水資源ポテンシャルは、流域および州単位での灌漑利用可能な河川流量に基づいて評価した。さらに、2 つのポテンシャルを比較し、より小さいポテンシャルについて灌漑ポテンシャルとして選択している。この評価方法においては、ある広がりのある農地に妥当な投資額をもって灌漑用水を供給できるかどうかを確実に知ることができないという制約がある。したがって、妥当な投資でもって灌漑開発が実現可能かどうかは、候補となる灌漑地区が特定された後、個々に確認することが必要である。
- 4) 水資源総局は、潮汐による低湿地（沼地）の灌漑地域を灌漑地域の一部とみなしているが、**BPS** は公表する統計データにおいて、それら地域を灌漑地域として設定せず、非灌漑地域に分類している。したがって、**BPS** データによる天水田面積は実態よりも過大に報告されている可能性がある。つまり、**BPS** によって定義された天水田面積の一部には、潮汐による灌漑地区がすでに含まれている可能性がある。加えて、灌漑・沼沢局においてはスマトラ島の南部を除き、低湿地灌漑地域の空間データが現時点において未整備となっている。このことから、低湿地開発においては、すでに灌漑施設があるかどうかをまず確認する必要があり、低湿地灌漑地域の空間データの早急な整備を灌漑・沼沢局に対し推奨する。