

カンボジア王国
水資源気象省

カンボジア国
灌漑・洪水防御に係る
情報収集・確認調査
【有償勘定技術支援】（QCBS）

ファイナル・レポート

2024 年 8 月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

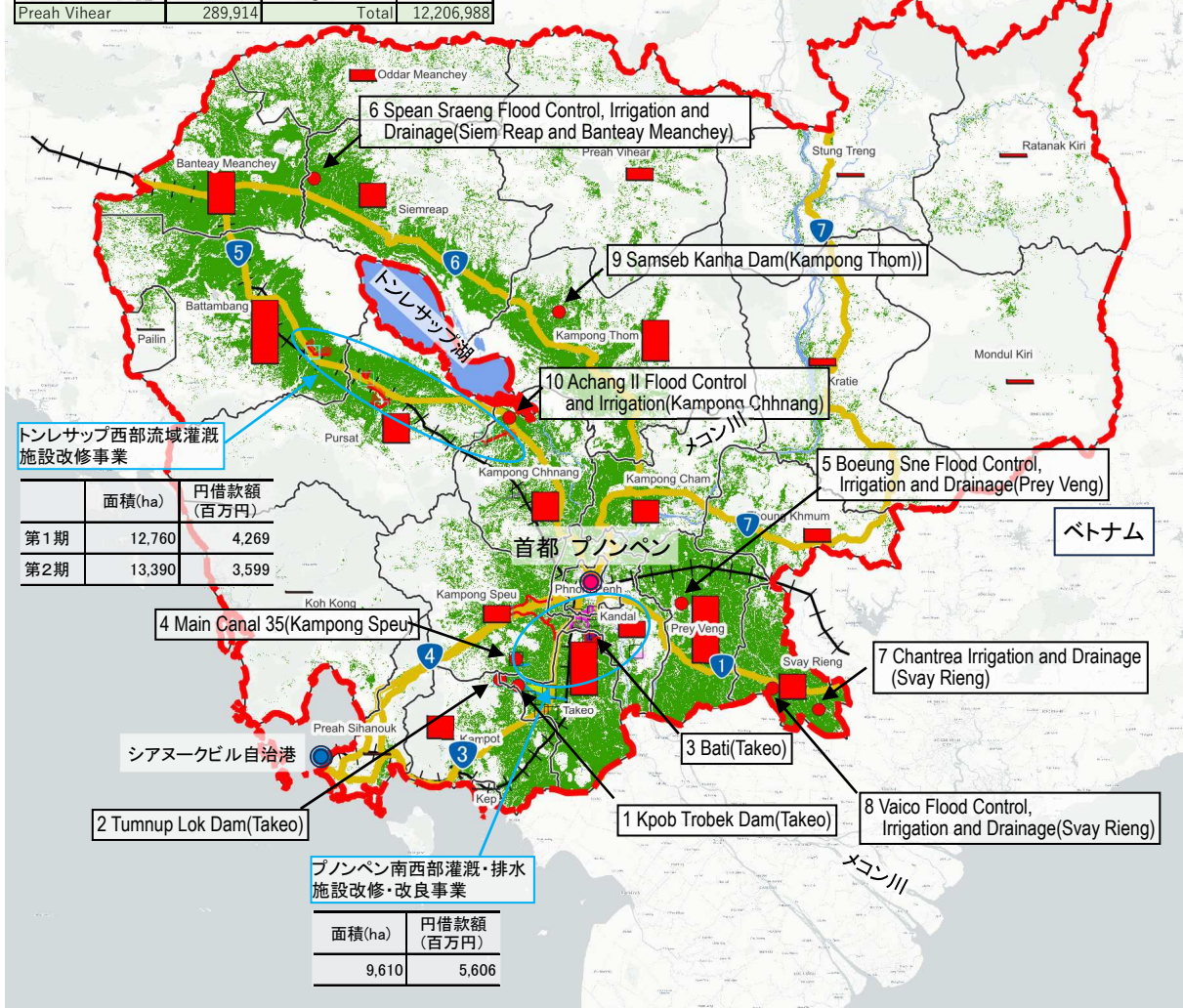
株式会社 三祐コンサルタンツ

東大
JR
24-018

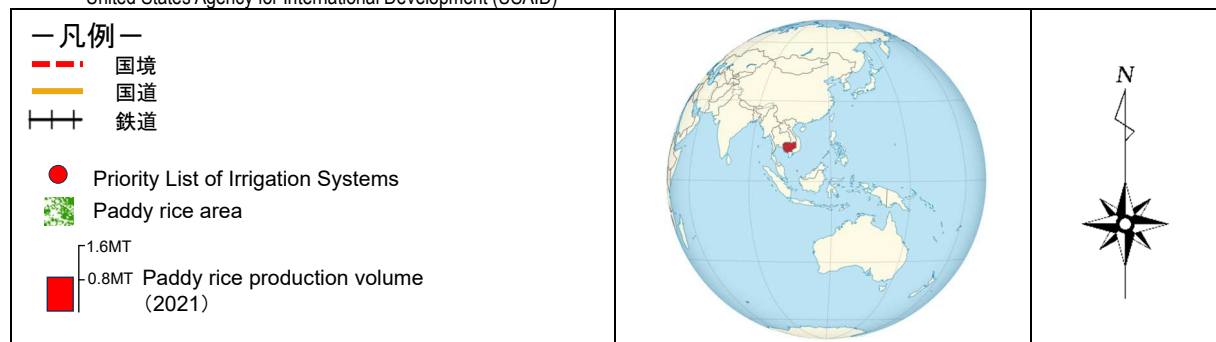
【カンボジア国 位置図】

・ Rice product volume 2021

Province	Tons	Province	Tons
Banteay Meanchey	1,006,685	Prey Veng	1,598,736
Battambang	1,514,376	Pursat	702,299
Kampong Cham	543,860	Ratanak Kiri	74,404
Kampong Chhnang	693,608	Siemreap	573,811
Kampong Speu	405,008	Preah Sihanouk	36,896
Kampong Thom	975,906	Stung Treng	74,901
Kampot	536,944	Svay Rieng	596,686
Kandal	382,225	Takeo	1,270,052
Koh Kong	27,293	Oddar Meanchey	271,363
Kratie	174,729	Kep	11,443
Mondul Kiri	86,880	Pailin	24,763
Phnom Penh	18,118	Tboung Khmum	316,088
Preah Vihear	289,914	Total	12,206,988



Source: Positron (retina); http://a.basemaps.cartocdn.com/light_all/{z}/{x}/{y}@2x.png
 Annual Report of the 2021 Ministry of Fisheries and Fisheries and implementation year
 Summary report statistics MAFF (2021) Annex-5
 United States Agency for International Development (USAID)



要約

1. 調査の背景と枠組み

- 1.1 カンボジア王国（カンボジア）における農業は GDP の 22.8%、労働人口の 35% を占めており（世界銀行、2022 年）、特に地方部では重要な産業である。カンボジア政府は「第 4 次四辺形戦略」（2018～2023 年）および「国家戦略開発計画」（2019 年～2023 年）において、農業・農村開発の振興を重要課題の一つとして掲げている。
- 1.2 カンボジア政府は 2021 年までに年間の精米輸出量 100 万トン为目标に掲げた（Khmer Times、2023 年）が、2021 年時点で 69 万トンと目標を下回っている。そのため、質の高い灌漑施設の改修・建設で二期作を拡大するなど、農業生産性・効率性の向上が必要となっている。さらに、近年では気候変動の影響を受け、乾期の渇水や雨期の浸水被害が深刻化している。このため、灌漑設備は利水のみならず、洪水防御としての役割も期待されている。
- 1.3 このような状況の下、カンボジア水資源気象省（Ministry of Water Resources and Meteorology : MOWRAM）は「水資源・灌漑セクター戦略開発計画 2019-2023 : Strategic Development Plan on Water Resources and Meteorology in 5 years 2019-2023」を策定し、老朽化により十分に機能していない灌漑施設の改修や新規建設を行ってきた。また、「農業セクター戦略開発計画」（2019～2023 年）では、農業生産に直結した灌漑システムの開発に重点を置いている。
- 1.4 上記背景を踏まえ、本調査は将来的な有償資金協力による灌漑整備案件の形成を行うことを念頭に、カンボジアの灌漑セクターにおける現状・課題を把握し、中・長期的な開発シナリオの検討を行い、支援対象地域の優先度の特定や案件形成における留意点を整理することを目的に、情報を収集・分析するものである。
- 1.5 本件業務の目的は、カンボジアの灌漑セクターにおける開発ニーズを整理し、将来的な円借款候補案件の特定を行うことである。この目的達成のために、カンボジア灌漑セクターの現状・課題を把握するとともに、カンボジア政府および他ドナーによる事業の進捗状況や動向の確認など、同国の灌漑開発に関する基礎的な情報の収集と確認を行う。

2. カンボジア国農業・灌漑セクター開発の現状と課題

- 2.1 カンボジア国では各セクターと地域全体を対象とした包括的な開発戦略が策定されている。本件業務では、上位国家政策として、「第一次五辺形戦略」、「国家水資源管理と持続可能な灌漑に向けたロードマップ及び投資プログラム 2019-2033」、「アグロインダストリー戦略的開発計画 2019-2030」、「国家農業開発政策 2022-2030」を参照し、農業・灌漑セクターの開発計画と開発戦略を確認した。
- 2.2 カンボジアの灌漑開発は、1975 年から 1978 年（ポルポト政権時代）、あるいはそれ以前に建設された灌漑施設の復旧や改修に焦点が充てられてきた。2004 年以降の灌漑可能面積の推移を確認すると、年間を通じたコメ作の灌漑作付面積は 2004 年に約 90 万 ha であったのが 2018 年時点で約 180 万 ha まで増加しており、年間 6 万 ha 以上の灌漑開発が進められてきた。これにより灌漑率は 40% から 55% 程度まで上昇しているが、天水農地自体も増加の傾向が見られることから、2016 年以降は灌漑率に大きな変動は確認されない。
- 2.3 カンボジアでは灌漑施設の維持管理について、Cambodia Information System on Irrigation

- Schemes (CISIS)のデータをインベントリとして活用しており、灌漑施設の規模に応じて MOWRAM、PDWRAM、および郡灌漑局が施設を管理している。ほとんどの灌漑地区は、メコン氾濫原の南東部の州（Kandal 州、Kampong Chhnang 州、Kampong Cham 州、Prey Veng 州、Takeo 州）、およびトンレサップ湖周辺の北西部にも集中している（Siem Reap 州、Kampong Thom 州、Battambang 州、Banteay Meanchey 州、Pursat 州）。小規模地区と中規模地区が約半数ずつを占め、大規模地区は全体の 2%程度である。
- 2.4 流量データについては MOWRAM 内の水文・河川局（Department of Hydrology and River Works）にて取り扱われ、全国で 30 箇所の手動の水位計測所がメコン川および主要な支流の要所に配置されている。これに加えて、ADB、UNDP 等のドナーからの支援により設置された自動水位観測所が全国で 100 機箇所以上あり、現在 MOWRAM に移管されている。手動の計測所ではその半分の 15 箇所が比較的信頼できる情報であるが、データ欠落や異常値が多く確認されることから、実用性が薄い。
- 2.5 貯水池やダムなどの貯水施設の情報は、CISIS で一部確認可能である（ため池を含め 1,066 地点の貯水施設が登録されている）ものの、データの質に課題があり、完全なものはカンボジア国内で整備されていないのが現状である。この課題に対応するため、2024 年 2 月より世銀は衛星画像と AI を用いて全国 289 の貯水池およびダムの位置の特定および貯水量を推定し、全国の貯水施設のインベントリを作成する技術協力プロジェクトを実施している。プロジェクトが進めば、貯水池やダムの状態を示すダッシュボードが設立される見込みであることから、CISIS データを補強する情報として期待される。
- 2.6 洪水被害については、国家災害管理委員会（NCDM）が UNDP の支援を受けて 2015 年に開発されたデータベース（CamDi）内で整理されている。1996 年から 2023 年までで洪水被害を受けた全国の水田面積の推移を確認すると全国の水田面積の 10%以上に被害が生じた洪水が 6 回発生している。NCDM の年次報告書によれば、直近の大洪水 3 回（2013 年、2020 年、2022 年）による農業セクターへの影響はそれぞれ 1.50 億ドル、1.87 億ドル、0.8 億ドルと大きな被害をもたらしており、洪水対策の必要性は依然として高い。
- 2.7 FWUC の役割は水利施設の維持管理や配水のための運用、そして維持管理のための水利費の徴収などであり、FWUC 内で組織される FWUG (Farmer Water User Group)が支線水路の維持管理を担当することが期待されている。しかしながら、機能している FWUC 数は少なく、CISIS データベース上では全体の 18%弱の 443 地区程度（機能しなくなった FWUC も含めた数字と考えられる）であった。また、洪水の影響等で灌漑施設が機能しなくなると、水利費の徴収ができなくなり、FWUC も機能しなくなるケースが散見されることから持続性に大きな課題があると考えられる。
- 2.8 施設の管理状況について、CISIS データベース上に灌漑施設（貯水池、堤体、堤防、幹線水路および支線水路）の情報が入力されているものの、これらの情報は空白が多く信頼性にも乏しい。このことから、施設の適切な管理のために、灌漑施設にかかる情報は別途 GIS データベースなどを設け、一括管理することが推奨され、技術協力プロジェクト等を通じて管理できる体制を構築することが望まれる。
- 2.9 カンボジア国の農業セクターは、2014 年から 2023 年までの農業セクターの GDP 成長率は年間 1%程度であり他セクターの成長には及ばないものの、2023 年時点においても国内総生

産の 22.1%に相当する 67.3 億ドルを達成し、製造業や建設業と並んで同国経済の柱の一つと位置付けられている。農業の主要サブセクターであるコメの生産量は、2014 年から 2023 年にかけての 10 年間で作付面積および単収の堅調な増加により 1.3 倍となった。

- 2.10 コメの栽培面積は 2023 年時で 350 万 ha であり、全耕地面積 610 万 ha に占める割合は約 57%を占める。また、栽培面積および生産量は毎年堅調に増加しており、10 年前（2013 年時）と比較して栽培面積で約 6 万 ha/年の増（総面積比で約 1.2 倍）、生産量で約 31 万 t/年（総生産量比では 1.3 倍）のペースで増加している。近年においては、コメの単位面積あたりの収穫量の増加率は緩やかになりつつあるが、増加傾向を示している。
- 2.11 カンボジア国内におけるコメの流通構造は、精米業者から運ばれた精米を保管する大規模卸売業者が主要な流通経路の核となっている。これらの卸売業者は、様々な品種の精米を自己所有の倉庫にストックし、そこから小売業者へと供給を行っている。特に Phnom Penh 特別市近郊では、全国から集められた精米が市場用に保管され、市内の小売業者と定期的に取り引される。
- 2.12 コメの需要としては、年間の生産量の約 36%が国内向けに精米されて消費される。残りのコメの約 62%（438.7 万トン）が粳の状態です正規・非正規の形で輸出されている。これは精米後に輸出される約 15%量 102.6 万トン（粳換算）の 4 倍に相当する。芳香系品種はその特性から雨期にしか栽培ができないため、芳香性品種の生産量を大幅に増やすことは難しい。一方、ベトナムに輸出される品種は、年間を通していつでも栽培が可能な多収性の品種であることから、増産に貢献している。
- 2.13 カンボジアから輸出されるコメの流通は、隣国であるタイやベトナムの市場価格や流通事情に強く影響を受ける。北西部に位置しコメの主要産地である Battambang 州や Banteay Meanchey 州ではタイへ粳での輸出が多く行われている。また、トンレサップ湖ゾーンの地域で乾期に栽培されたコメや、南部の平野ゾーンに位置する Takeo 州、Kandal 州で栽培されたコメは、その多くが粳のままベトナムに輸出されている。
- 2.14 粳のまま、すなわち未加工で輸出されている量が多いのは、カンボジア国内の精米施設が十分ではないことが大きな理由の一つであるが、これは主としてベトナムの買付業者が価格競争力で優位に立っており、農家にとってより高く買い付けを行っている現状を表している。カンボジア国内の精米所は Battambang 州北部とプノンペン特別市周辺に集積しているが、ベトナムの国境により近い Prey Veng 州などでは特に輸送費面でベトナムの負担が小さいことからベトナムの買付業者がより優位であり、精米事業が発展し難い環境であると言える。

3. 灌漑ポテンシャルの評価

- 3.1 本検討における灌漑開発ポテンシャル算定の目的は、全国で 2,400 以上ある灌漑地区の中から、現況の自然条件や灌漑施設等インフラの現況条件を考慮して灌漑開発を優先的に行うべき地域を特定することであり、本調査で策定する灌漑開発シナリオの基礎情報の一つとなるものである。本検討の最終目的は、将来の日本の円借款事業の実施を前提とした灌漑開発優先地区の特定にあり、灌漑開発ポテンシャルの検討はそのための 1 次選定としての位置づけであり、20 年程度までの長期間において開発対象とする地区（ロングリストに載せる地区）を選定するためのプロセスである。

- 3.2 灌漑開発ポテンシャルの算定では、水資源、土地資源および地勢的条件など、自然条件の影響をより大きく反映させ、今後の灌漑開発にかかる優位性を比較している。具体的には、農地ポテンシャルと投資ポテンシャルをそれぞれスコア化し、結果を低・中・高の3分割により行うことで、各灌漑地区の灌漑開発ポテンシャルを区分した（農地ポテンシャル（3分割）×投資ポテンシャルによる評価（3分割）で9分割されたグラフ上に各灌漑地区の評価結果を示す）。
- 3.3 本検討ではカンボジア全国の灌漑地区（2,483地区）を対象とし、横並びで評価を行っているが、将来の円借款事業候補としての灌漑開発ポテンシャル評価であることが前提となる。したがって、受益面積の小さな地区（3,000ha未満の地区）および灌漑施設の状態の良好な灌漑地区（CISIS上の灌漑地区の「Condition」の項目が60%以上である灌漑地区）については評価対象から除外した。
- 3.4 農地ポテンシャルと投資ポテンシャルの評価結果から全国の灌漑地区を対象に灌漑開発ポテンシャルを確認した結果、第一優先地区5件、第二優先地区6件、第三優先地区12件、第四優先地区14件の合計37件を特定した。この37地区の中から、MOWRAMの年間予算の規模を考慮して、ロングリストの対象となる地区として、第一優先地区5件と第二優先地区6件を合わせた以下の11地区を選定した。

表1 ロングリストとして選定された優先灌漑地区11か所

	Name	Province	District	Commune	Potential Area	Remarks
1	Khpob Trobek & Tumnu Lok	Takeo	Tram Kak	Ou Saray	4,630 ha	Prioritized by MOWRAM
2	Kmabor Sres	B. Meanchey*	Preah Neth Preah	Preah Neth Preah	3,600 ha	
3	Khai Dorn	B. Meanchey*	O Chrov	Nimit	10,000 ha	
4	Char	Prey Veng	Kamchay Mear	Cheach	3,120 ha	
5	Chhnok Tru	Prey Veng	Pea Reang	Reab	3,500 ha	
6	Khpob Krous	Kamping Speu	Basedth	Preah Khae	3,018 ha	Prioritized by MOWRAM
7	Spean Sraeng	B. Meanchey	Phnom Srok	Spean Sreng	12,500 ha	Prioritized by MOWRAM
8	Plaing	Siem Reap	Puok	Prey Chruk	14,800 ha	Prioritized by MOWRAM
9	Doun Toy	Svay Rieng	Chantrea	Chantrea	9,436 ha	Prioritized by MOWRAM
10	Tonle Vaiko	Svay Rieng	Svay Rieng	Svay Rieng	10,800 ha	Prioritized by MOWRAM
11	Trapeang Beung	Kampot	Chhuk	Tramaeng	3,178 ha	

出典：JICA調査団（2024）

4. 優先灌漑事業の選定

- 4.1 上記で示した灌漑ポテンシャルは、現況や課題を踏まえて設定された自然条件、あるいは投資条件による灌漑開発の適性を評価するものであった。他方、将来の事業形成にあたっては、灌漑・農業セクターにおける上位計画や長期計画との整合性も重要となる。
- 4.2 そこで、及び灌漑開発セクターにおける短中長期の開発目標を下表のとおり整理した。長期開発計画については、「水資源管理と持続可能な灌漑ロードマップ 2018-2033」に、短期開発計画は「国家開発戦略計画（NSDP）」にて示されているが、時期別の目標値は設定されていない。また、2024年以降の5か年の開発目標を示した国家開発戦略計画（NSDP）は調査時点で公表されていないことから2023年までのNSDPの内容を短期目標としている。

表2 水資源管理および灌漑セクターの短期、中期および長期の灌漑開発シナリオおよび関連政策

時期	開発重点項目	関連政策および記載内容
短期	【生産性向上の継続】 ・小規模および中規模灌漑施設の改修および維持管理体制の改善（FWUC の能力強化を含む） ・洪水に対する脆弱性の改善（排水路の整備、灌漑施設の耐久性の改善） ・水文、気象情報の持続的なモニタリング体制の確立	NSDP 2019-2023 ・灌漑面積の増加を含めた水資源管理と水資源開発（3 万 ha/年の灌漑面積増を目標とする） ・洪水/干ばつ対応能力の向上と気象水文情報観測施設の充実化（84 箇所の水文観測所と 90 箇所の気象観測所の設立を目標とする） ・FWUC の設立支援と持続可能性の強化 ・水資源観測と水管理にかかる意思決定プロセスの強化
中期	【気候変動適応策（洪水/干ばつ対策）の推進と FVC 強化プロジェクトとの連携】 ・大規模灌漑地区の改修および維持管理体制の改善 ・乾期作および洪水緩和のためのため池/ダム建設を中心とした水源開発 ・適切な水配分にかかる統合水資源管理の実践	
長期	【持続可能な水管理の実践および気候変動緩和策（AWD や CSA）の普及】 ・ダム建設を含む水源開発 ・水質管理までを含めた統合水資源管理の強化 ・灌漑施設の近代化 ・農地の集約化	水資源管理と持続可能な灌漑ロードマップ 2019-2033 ・科学的根拠に基づいた水資源管理の意思決定プロセスの構築 ・水利権の許認可と水質に係る政令の施行

出典：JICA 調査団（2024）

4.3 上記の灌漑開発シナリオを踏まえ、ショートリストの選定にあたり現在実施が求められている灌漑施設の改修について、特に開発パートナーに求められる項目として以下の項目が提案される。

- 緊急性が高いもの（重要度：高）
- 経済効果が認められるもの（重要度：高）
- 気候変動を考慮した際、その影響が大きいと考えられるもの（重要度：高）
- 他プロジェクトの成果との相乗的な効果が期待できるもの（重要度：中）
- 貧困削減に寄与するもの（重要度：中）
- 水管理に関して継続性が期待できるもの（重要度：低）
- 用地取得等、環境社会配慮上の課題が少ないもの（※本項目は横並びの評価が難しいことから、実施にあたっての留意事項を整理する目的で設定）

4.4 各条件の重要性を高い順に 3 点、2 点、1 点を設定、各地区において各項目別の貢献度が高い事業（リスクの小さい事業）の比較結果として事業化に適しているものから◎、○、△の順で 3 点、2 点、1 点とし、それぞれの条件と評価を掛け合わせたものの総和で総合評価を行った。

4.5 ロングリストの優先 11 灌漑地区に対し点数をつけ、ショートリスト対象地区として概ね 3 ～4 年で実施可能な事業を想定して最大 4 件を選定する。ここまでに述べた各地区のスコアをまとめた結果、スコアの高い順に Khpob Trobek & Tumnup Lok 灌漑地区（37 点）、Spean Sraeng 灌漑地区（36 点）、Plaing 灌漑地区（32 点）、そして Khpob Krous 灌漑地区（30 点）の 4 地区をショートリスト対象の灌漑地区として選定した。

5. 優先事業地区に係る追加調査：Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区

事業地区の一般概要

- 5.1 Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区は、Takeo 州の西端に位置する Tram Kak 郡内の Kampot 州と Kampong Speu 州との州境界近傍にあり、州都の Takeo から 33km、首都のプノンペン特別市からは約 100km の距離にある。対象地区の受益地および灌漑施設は全て Tram Kak 郡内に位置するが、それぞれの流域は他州にあり、Tumnup Lok 灌漑地区は Kampong Speu 州に、Khpob Trobek 州は Kampot 州に分布している。
- 5.2 当該地区の年間降水量は 1,348mm 程度である。雨期は 5 月下旬から 10 月下旬までの 6 ヶ月間を指し、年間降水量の 80%弱に相当する 1,045mm の降水がこの期間に集中する。雨期と乾期の端境期である 4 月や 11 月では、年により降水量が大きくばらつく他、雨期においても降水量が十分に発生しない年もあり、このような年には作物に十分な水を供給できずに干ばつ被害が発生する傾向にある。また、逆に通常は降水が発生しない乾期に 100mm 以上の雨が発生することがあり、この場合には洪水による水路や堤防などの灌漑施設への浸食被害や作物への水害が発生している。
- 5.3 Tumnup Lok 貯水池を形成するために Slakou 川に建設された貯水池用洪水吐は、周辺の土が洗掘され、貯水機能を確保できていないだけでなく、河川上に残るコンクリートの残骸となって洪水流下を阻害する障害物となっている。また、橋がないことから雨期に Slakou 川の北側と南側は交通が遮断されるため、地元農家は板を組み合わせる通路として利用している。
- 5.4 この貯水池を形成する堤防では、盛り土材の浸食に関する改修が過去に 2 度実施されているが、これまで十分な結果が得られていない。2021 年に腹付け盛り土が実施されたが、2024 年初旬の施工から 2 年経過した時点でこの腹付け盛り土部分に深刻な浸食が確認されている。他の貯水池から導水を計画して貯水池としての機能を確保するためには、浸食に対して強い盛り土材で不良材料を置換した上で、表面には波浪に対して抵抗性のある工法で施工する必要がある。
- 5.5 土質試験を実施した結果、試料の塑性指数の値が MOWRAM が設定している許容値 (12 超) に対して極めて低い値である (1.7~2.7) ことを確認した。このような土は、水の影響によって容易く液体状する可能性がある。更に、スレーキング試験でも MOWRAM の設定する許容値を下回っており、分散性を持つことを確認した。したがって、このプロジェクト周辺の土を土木材料として利用した場合、建設された道路・水路は水の影響によって崩れ易くなる可能性が高い。
- 5.6 当灌漑地区の環境社会配慮上の特徴は、幹線水路、二次・三次水路沿いに、店舗や民家が多く存在することである。特に、道路 (Khpob Trobek 灌漑地区の南端) を挟むように、北側に二次水路、南側に幹線水路が位置しているが、幹線水路 MC33 沿い、および道路の北側に位置する支線水路 3D および二次水路 U33 沿いに店舗が多く位置している。
- 5.7 上記のとおり水路の ROW 内に住宅の一部が位置しているケースが多くみられるものの、工事によって影響を受けるのは、構造物本体ではなく、軒先 (屋根と柱) の部分が ROW に含まれる程度であり、事業により、これらの住宅が完全に居住できなくなるケースはまれである。今後、詳細な調査が必要ではあるが、完全に移転が必要とされるケースは 10 軒程度にと

どまると想定される。

事業地区の営農状況と営農計画

- 5.8 当該灌漑地区の現況の作付体系は、一期作目（雨期作）に Phka Rumduol 等の中生品種が土地面積ベースで 70 %栽培され、二期作目（乾期作）の栽培実績はほとんどないが、少量の OM 5451 等の早生品種や野菜、穀物が栽培されている。年間作付け強度は 105 %であり、水不足により、乾期作の栽培がほとんどできていないのが実態である。Takeo 州の稲作栽培面積と収量の統計でも、Tram Kak 郡の年間作付け強度は 100 %（雨期 100 %、乾期 0%）であり、州の統計データと大きな相違はなかった。
- 5.9 当灌漑地区の洪水および干ばつの影響を受けた世帯の比率と土地面積ベースでの過去 5 年間の洪水・干ばつ被害率を確認したところ、洪水・干ばつの影響を受ける頻度は、ほぼ毎年受けている農家の割合は洪水が 40 %、干ばつが 84 %に上り、それぞれの影響が頻繁に起きていることが分かる。また、各災害被害面積の割合は、洪水が 30 %、干ばつが 7 %であり、特に洪水被害が多く発生している結果であった。上記から、農業生産性の向上には、特に洪水への対策が急務であると考えられる。
- 5.10 当灌漑地区で生産されたコメの 30 %が家庭内で消費され、70%が販売される。販売されるコメのうち 70 %が輸出され、30 %は国内市場に流通する。輸出向けの VC では、ベトナムからの集荷業者が農家から直接買い付けを行っており、その後のベトナム国内でのフローは不明であった。国内市場向けの VC では、農家組合が農家から籾を集め、その後は精米所で精白米となり、卸売市場、小売業者を経て、消費者へ流通する。
- 5.11 営農支援に関して、当灌漑地区では ADB による「Climate-Friendly Agribusiness Value Chains Sector Project (CFAVC)」と MAFF、IFAD、EIB による「Agriculture Services Program for an Inclusive Rural Economy and Agricultural Trade (ASPIRE-AT)」の 2 つのドナーによるプロジェクトが進行している。そのほか、過去には JICA による「種子生産・普及プロジェクト（2017-2023）」や「流域灌漑管理及び開発能力改善プロジェクト（2009-2014）」や豪州による「Cambodia Agricultural Value Chain（2010-2021）」などを実施してきた。
- 5.12 上記の営農支援実績から、他ドナーとの連携やプロジェクト効果の最大化という面で利点の多い灌漑地区であると言える。また当灌漑地区は、コメに関わる支援に限らず、野菜の VC 支援が実施されていることが特徴であり、コメ以外の換金作物の推進という観点でも有望な灌漑地区である。
- 5.13 当灌漑地区の農家の平均総所得額は 4,612 USD（1 USD = 4,000 Riel 換算）であり、農業所得は全体の 30 %（うちコメ栽培での所得割合は 7 %）、農外所得が全体の 70%を占める結果であることを確認した。
- 5.14 作付け計画について、改修事業の実施による水源開発（Tumnup Lok 貯水池から Khpob Trobek 貯水池への導水）やコンクリートライニング水路の導入による灌漑効率の向上は、年間作付率の向上や干ばつの予防に大きく貢献することが期待される。Tumnup Lok 灌漑地区においては、灌漑施設が機能することによりこれまで恒常的に発生した洪水被害が抑えられる見込みである。
- 5.15 作付体系は、基本的には現況の作付暦に準じて計画するが、将来計画においては雨期には

高収量かつ早生品種の栽培面積の増加させているほか、乾期の作付率に若干の増加を計画している。Takeo 州では、JICA の「種子生産・普及プロジェクト（2017-2023）」にて、高収量かつ早生品種である Sen Kro Ob の種子生産支援実績があるため、これら成果を活用した作付計画の実践が期待される。

事業計画の骨子

- 5.16 当該灌漑地区においては、施設の機能不全によって取水、排水が計画的に実施できていないことが重大な課題の一つとなっている。計画される事業は、別流域にある Tumnup Lok 灌漑地区の灌漑施設（Spillway、各取水工および導水路の機能正常化）が早急に求められているコンポーネントである。これにより、当灌漑地区の洪水・干ばつの解消に大きく貢献できる他、現況で干ばつが頻繁に発生している Khpob Trobek 灌漑地区への水資源の供給が可能となる。
- 5.17 各灌漑地区上流の貯水池において、取水・排水ゲートの機能不全により、貯水池内の水をコントロールできていない状態が続いている。貯水池におけるこれらの機能不全の原因、及び貯水容量の不足を解消するため、操作をしやすい取水・排水ゲートを設置する計画とする。
- 5.18 農業開発のための水資源については、Khpob Trobek 貯水池および Tumnup Lok 貯水池からの取水を前提として利用可能な水資源量を設定する。そのうえで、現況の作付率と農家経済調査結果を参考に、受益面積、作付品種およびそれらの水需要量、さらに各貯水池の有効貯水量および灌漑効率を算定し、水収支計算により事業後の作付可能面積を求める計画とする。
- 5.19 当灌漑地区の洪水流量を Unit Hydrograph 法により求めた結果、100 年確率の洪水流量は、Khpob Trobek 灌漑地区で $287\text{m}^3/\text{s}$ 、Tumnup Lok 灌漑地区で $668\text{m}^3/\text{s}$ であった。これらの結果は過去の流量検討結果との比較においても、今回検討の結果の方が 1.5 倍程度大きな流量であった。2012 年時検討時の算定条件が不明であるが、降水量の違いが主な要因であると考えられる。準備調査では河川横断測量の実施と水位記録の確認を通じてモデルの校正を行うことで、洪水流量の精度向上させることが望ましい。
- 5.20 また、流入量と概算用水量から算定される 80%超過確率年の水収支計算結果を示す。現況では乾期の作付けに必要な水量を確保できない状態であるが、流域間水路の整備により流域面積の大きな Tumnup Lok 貯水池から Khpob Trobek 貯水池へ用水が送られることにより、受益面積が 5,115 ha に拡大しても水が供給可能であることを示唆している。また、乾期は全体の 10%程度で作付け可能であることから、事業後の両地区の作付強度は 110%として計画する。

5.21 Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の整備内容及び数量は下表のとおり要約される。

表 3 Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の整備内容

Tumnup Lok Irrigation Scheme Rehabilitation		
Items	Work Item	Quantity
Dike (dam) Embankment	Top: reshaping / rehabilitation of existing dike	L=1,110m
	U/S: stone pitching for protection	L=1,110m
	D/S: slope smoothening (included embankment)	L=1,110m
Spillway / Headwork	Rehabilitation of the spillway(Headwork: W12.5mxH5.5mx2nos)	L=28m
Bridge along the inspection road	N/A	N/A
Intake for the Main Canal(Beginning of Canal)	Rehabilitation of the intakes for the main canals (W1.6mxH3.0mx2nos)	1no
Mian Canal	Rehabilitation of diversion canal (main canal), Plain Concrete Lining with Syphon	L=9,000m
Bridge along the main canal	Compensation for bridge, culvert, shop and house	11nos
Footpath along the main canal	Compensation	6nos
Chack gate on the main canal	Installation	1nos
Intake for the Secondary Canal (Turnout)	Rehabilitation / installation of intake	4nos
Secondary Canal	Rehabilitation (Concrete lining)	L=14,100m
Drainage canal	Installation of drainage canal	L=14,100m
Intake for the Sub Canal(Off-take)	Rehabilitation / installation of intake	21nos
Sub Canal	Newly installation (no lining)	1,000ha
Construction of FWUC Office	Newly Construction	1no

Khpob Trobek Irrigation Scheme Rehabilitation		
Items	Work Item	Quantity
Dike (dam) Embankment	Top: keep the current condition	L=0m
	U/S: Stone Pitching for protection	L=1,700m
	D/S: keep the current condition	L=0m
Spillway / Headwork	Rehabilitation of the spillway gates(W8.0mxH2.0mx6nos)	1no
Bridge along the inspection road	Widening the spillway top bridge(L66mxW7m)	1no
Intake for the Main Canal(Beginning of Canal)	Rehabilitation of the main canal (C-33)(W1.45mx2.2mx2nos)	1no
Mian Canal	Plain concrete lining	L=7,317m
Bridge along the main canal	Compensation for bridge, culvert, shop and house	53nos
Footpath along the main canal	Compensation	10nos
Chack gate on the main canal	Installation	5nos
Intake for the Secondary Canal (Turnout)	Rehabilitation / installation of intake	70nos
Secondary Canal	Rehabilitation (Concrete lining)	L=49,800m
Drainage canal	Installation of drainage canal	L=49,800m
Intake for the Sub Canal(Off-take)	Rehabilitation / installation of intake	70nos
Sub Canal	Newly installation (no lining)	4,115ha
Construction of FWUC Office	Newly Construction	1no

出典：JICA 調査団 (2024)

事業コスト、事業便益、事業効果

5.22 当灌漑地区の事業費は、直工費が 3,915 万 USD、間接費やその他経費、コンサルタントサービス費やプライスエスカレーションや管理費、予備費を合わせた事業概算費は 5,872 万 USD と算定された。

5.23 事業便益としては、農業生産性の向上と洪水および干ばつ被害の軽減による収益の安定化の効果をそれぞれ見込み、当灌漑地区で実施した農家社会経済調査結果から便益の計算を行った。その結果、事業による増収は約 301 USD/ha と見積もられた。なお、農業生産性の向上効果、特に高収量品種への移行については水害に対する水セキュリティが十分に向上していることが前提となる。

5.24 改修事業が実施された後の乾期の計画作付率は 10%であり、利用できていない農地のポテンシャルは依然として存在する。したがって、乾期の豆類等の裏作の実践や、節水稲作として間断灌漑や中干しを実践する農家が増えてくれば、受益面積あたり収益の更なる向上が期待できる。

6. 優先事業地区に係る追加調査：Spean Sraeng 灌漑地区

事業地区の一般概要

6.1 Spean Sraeng 灌漑地区は、Sreng 川の下流部に位置する灌漑地区であり、河川を州境界として西側が Banteay Meanchey 州 (Phnum Srok 郡)、東側が Siem Reap 州 (Kralanh 郡) の管轄と

なる。各州の州都からは国道6号線を通じてアクセスが可能であり、Siem Reapからは約70km、Serei Saophoan (Banteay Meanchey 州)からは65km程度の距離にある。受益地は Spean Sraeng、Ta An、Chanieas Dai、Kampong Thkov の4 コミューンにわたる。

- 6.2 年間降水量は平均年間降水量 1,195mm 程度と比較的少ない。通常、雨期は5月から10月までの6ヵ月間を指し、125mm から 242mm 程度の月間降水量が発生しており、年間降水量の83%弱に相当する 989mm の降水がこの期間に集中する。雨期と乾期の端境期である3月、4月および11月、12月は、年により降水量が大きくばらつく他、雨期においても降水量が十分に発生しない年もあり、このような年には作物に十分な水を供給できずに干ばつ被害が発生する傾向にある。
- 6.3 貯水池に付帯する主要灌漑構造物として、従来は幹線水路に水を導く取水工であったものが、橋梁として改修されたもの、取水口、及び洪水吐がある。堤防の嵩上げは計画されていないことから、機能上問題が無ければそのまま維持することとなるが、橋梁の場合は幹線水路に放流する水位・水量の調整ができないことから取水工（水門）への切り替え、現状の取水口は機能上問題があることから全面改修、洪水吐についても止水機能が十分でないことから改修の必要がある。
- 6.4 また、Spean Sraeng 地区において、盛土材料としての適性を確認する目的で貯水池近傍の1か所で土壌サンプリングを行い、室内試験に供した。採取した試料の物理試験結果は、MOWRAM が設定した許容値の範囲内に全て収まっている。この結果は、貯水池近傍の土は分散性を示すものではなく、これを盛り土材として利用することに関して特に問題はないことを示している。
- 6.5 Spean Sraeng 灌漑地区の周辺には、Khmeng Bridge と呼ばれる、12世紀にアンコール朝によって建造された橋があり、このほかにも橋の遺跡が点在している。また、Spean Sraeng 灌漑地区の北側（受益地外）には、Ancient Area と呼ばれる寺が所有する農地があり、ここは個人所有ではなく文化・美術省内の管理下に置かれている。さらに、Spean Sraeng 灌漑地区の北端部の水路沿いの道路は、Royal Road と呼ばれており、文化遺産が多く分布している地域である。
- 6.6 Spean Sraeng 灌漑地区においては、現在幹線水路に上流からの水が流入して水路の土壌侵食を起こしている状態である。仮に、幹線水路沿いの上流部に3箇所のゲートを設置すると水が貯留されるが、これにより湛水地域が大幅に増加し、幹線水路（Spean Sraeng 灌漑地区北端）の北側が数 km 四方にわたり水没する可能性がある（次図参照）。その場合、その農地の用地取得、補償が必要である。さらに、二次水路、三次水路の新規建設が計画されているため、農地の取得が必要である。ただし、水路建設予定地周辺に家屋はないため、住民移転は想定されない。
- 6.7 Spean Sraeng 灌漑地区の南部には、Preah Net Preah / Kra Lanh / Pourk Important Bird Area (IBA) が存在する。この IBA は、雨期のみに氾濫する草原と低木林から構成されており、ベンガルショウノガン（*Houbaropsis bengalensis*）、オオヅル（*Grus antigone*）、セイタカコウ（*Ephippiorhynchus asiaticus*）、ホシバシペリカン（*Pelecanus philippensis*）などが生息している。IUCN レッドリストによると、ベンガルショウノガンは CR（Critically Endangered）、オオヅルは VU（Vulnerable）、セイタカコウとホシバシペリカンは NT（Near Threatened）に分類されるなど、世界的にも希少な生物がこの IBA に生息している。

事業地区の営農状況と営農計画

- 6.8 Spean Sraeng 灌漑地区では、雨期作に Tewada, Lek Loek などの晩生品種かつ深水稻が土地面積ベースで 70 %栽培され、Phka Rumduol 等の中生品種が 10 %栽培される。深水稻の栽培面積が極めて多いことから、洪水被害が深刻であることが示唆される。また、PDA 事務所での聞き取りによると、当灌漑地区では、一期作目であっても洪水や干ばつによって耕地の 20 %の作付けができていない。乾期作では、OM 5451 などの高収品種が 20 %、野菜、穀物が 12 %の農地で栽培されており、乾期の作付け面積が比較的多いことが特徴である。
- 6.9 Spean Sraeng 灌漑地区の洪水および干ばつの影響を受けた世帯の比率と、土地面積ベースでの過去 5 年間の洪水・干ばつ被害率を確認したところ、洪水・干ばつの影響を受ける頻度は、ほぼ毎年受けている農家の割合は洪水が 89%、干ばつが 49%に上り、それぞれの影響が頻繁に起きていることが分かる。また、各災害被害面積の割合は、洪水が 41%、干ばつが 12%であり、特に洪水被害が多く発生している結果であった。上記から、農業生産性の向上には、特に洪水への対策が急務であると考えられる。
- 6.10 Spean Sraeng 灌漑地区で生産されたコメは 15%が家庭内消費となり、85%が販売用である。他の 3 灌漑地区と比較して、最も販売向けの割合が高かった。これは、世帯当たりの耕地面積が大きいことが理由として考えられる。販売されるコメのうち 60 %が輸出され、40%が国内市場に流通する。
- 6.11 営農支援に関して、当該地区では Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区と同様に MAFF、IFAD、EIB による ASPIRE-AT のプロジェクトが進行しているなど、当該地区の営農支援実績が多い。このことから、他ドナーとの連携によるプロジェクト効果の最大化という面で、利点の多い灌漑地区であると言える。また当灌漑地区は、コメに関わる支援に限らず、野菜 VC 支援が複数組織で実施されていることが特徴であり、コメ以外の換金作物の推進という面でも、有望な灌漑地区である。
- 6.12 当灌漑地区の農家の平均総所得額は現況で 3,806 USD (1 USD = 4,000 Riel 換算) と算出され、農業所得は全体の 33 %、農外所得が全体の 67%を占める結果であった。当該地域は農業所得のほとんどがコメ栽培によるものが特徴であり、農業所得全体の 90%、すなわち農外所得を含めた全体の所得に対しても 30%がコメの所得であり、農家にとってコメの生産が重要なものである現状を示している。
- 6.13 作付計画について、当該地区の洪水被害により約 20%の農地が恒常的に利用できない状況であるが、灌漑施設機能の正常化に伴い、これらの農地は活用可能になる見込みである。しかし、河川規模および灌漑地区の立地から洪水からの完全な防御は難しいと考えられ、改修後も約 21%のエリアで洪水による被害が発生する計画である。なお、干ばつ被害については、灌漑施設の整備に伴い解消される計画とした。
- 6.14 作付体系は、基本的には現況の作付暦に準じて計画するが、将来計画においては雨期の浮稲 (Deep Water Rice) からより収益性の高い中生品種および早生品種への転換を進める計画である。また、灌漑効率の増加に伴い、乾期の作付率に若干の増加を計画している。

事業計画の骨子

- 6.15 本事業による灌漑地区の改修を実行するにあたり、灌漑施設の機能の正常化はもちろんのこと、洪水、干ばつに対する強靱性を向上させることが重要となる。当該灌漑地区は水資源が豊富であることから、干ばつに対しては灌漑施設が機能し、配水が適切になされれば解決すると考えられる。一方で、水源となる河川と貯水池の規模、そして周囲の地形を考慮すると洪水被害の完全な排除は困難であると考えられることから、洪水については影響の緩和策および洪水に対する強靱性の向上を前提にコンポーネントを策定する。
- 6.16 農業開発のための水資源については、Sreng 川からの取水を前提として利用可能な水資源量を設定する。そのうえで、現況の作付率と農家経済調査結果を参考に、受益面積、作付品種およびそれらの水需要量、さらに貯水池の有効貯水量および灌漑効率を算定し、水収支計算により事業後の作付可能面積を求める計画とする。
- 6.17 当灌漑地区の洪水流量を Unit Hydrograph 法により求めた結果、Spean Sraeng 灌漑地区の 100 年確率の洪水流量は $2,950 \text{ m}^3/\text{s}$ と算定された。しかしながら、対象流域の 90%以上が低平地であることから、Spean Sraeng に達する前に洪水の多くが溢水しているのが現状である。また、流域上流にて、中国の支援により建設された Sraeng1 貯水池（貯水容量 153MCM）および Sraeng2 貯水池（貯水容量 258MCM）など、比較的大型の貯水池が建設されている。今回の検討においてはこれらの影響は考慮していないことから、実際の洪水流量はこれよりも少ないことが想定される。
- 6.18 ADB の既往報告書「Rapid Assessment of the State of Water Resources for the Tonle Sap River Basin and Mekong Delta River Basin (2019)」によれば、Sreng 川の最大流量は $340 \text{ m}^3/\text{s}$ （年間平均流量は $45 \text{ m}^3/\text{s}$ ）であると評価されている。これは、なお、Sreng 川の水位記録（Spean Sraeng 灌漑地区の受益地下流に位置する Kralanh 郡の記録）を確認する限り、雨期と乾期の水位差は最大 7m 程度である。観測地点の川幅は 50m 程度であることから、上記 ADB 報告書の示す最大流量は、流下能力として妥当な数字であると考えられる。
- 6.19 流入量と概算用水量から算定される 80%超過確率の降水イベント時の水収支計算結果を示す。十分な水資源が利用可能と考えられる Spean Sraeng 灌漑地区においても、作付様式や降水の分布によっては十分な作付けのための用水が現況で確保できていないものの、改修事業後は計画の作付が可能であることが確認された。

6.20 当灌漑地区の整備内容及び数量は下表のとおり要約される。

表 4 Spean Sraeng 灌漑地区の整備内容

Spean Sraeng Irrigation Rehabilitation

Items	Work Item	Quantity
Dike (dam) Embankment	Top: Surface leveling and Laterite pavement	L=14,700m
	U/S: keep the current condition	L=0m
	D/S: keep the current condition	L=0m
Historical (heritage) structure	Kheng Ancient Bridge Protection(construction of dike)	1no
	Kheng Ancient Bridge Protection(construction of gate at U/S)	1no
Spillway / Headwork	Rehabilitation of the spillway(Labyrinth Weir)(W15.0mxH4.5mx1no)	1no
	Replacement of Headwork by ADB(W13.0mxH5.5mx2nos(ADB))	1no
Bridge along the inspection road	W12.5mxH2.5mx3nos	1no
	W12.5mxH2.5mx3nos	1no
	W15.0mxH2.5mx1no	1no
Intake for the Main Canal(Beginning of Canal)	Rehabilitation of the intakes for the main canals and secondary canal (Without 3 bridges by gate structures)	9nos
Mian Canal	Plain concrete lining	L=26,524m
Bridge along the main canal	Keep the current condition 11 nos.and Installation 1 no. (W5.0mxL20.0m)	1nos
Footpath along the main canal	Keep the current condition	-
Chack gate on the main canal	Installation	7nos
Intake for the Secondary Canal (Turnout)	Rehabilitation / installation of intake	27nos
Secondary Canal	Rehabilitation (no lining)	L=67,000m
Drainage canal	Installation of drainage canal	L=67,000m
Intake for the Sub Canal(Off-take)	Rehabilitation / installation of intake	36nos
Sub Canal	Newly installation (no lining)	12,500ha
Construction of FWUC Office	Newly Construction	1nos

出典：JICA 調査団 (2024)

事業コスト、事業便益、事業効果

6.21 当灌漑地区の事業費は、直工費が 7,471 万 USD、間接費やその他経費、コンサルタントサービス費やプライスエスカレーションや管理費、予備費を合わせた事業概算費は 1 億 1,205 万 USD と算定された。

6.22 事業便益としては、農業生産性の向上と洪水および干ばつ被害の軽減による収益の安定化の効果をそれぞれ見込み、当灌漑地区で実施した農家社会経済調査結果から便益の計算を行った。その結果、事業による増収は約 334 USD/ha と見積もられた。なお、農業生産性の向上効果、特に高収量品種への移行については水害に対する水セキュリティが十分に向上していることが前提となる。

7. 優先事業地区に係る追加調査：Plaing 灌漑地区

事業地区の一般概要

7.1 Plaing 灌漑地区は Spean Sraeng 灌漑地区に隣接しており、Sreng 川の下流部に位置する灌漑地区である。Siem Reap 州の州都からは国道 6 号線を通じて約 70km の位置にあり、受益地は全て Siem Reap 州内にあり、2 郡 (Kralanh 郡および Puok 郡)、7 コミューン (Chanleas Dai、Roung Kou、Snuol、Sranai、Prey Chruk、Sasar Sdam、Yeang) にわたる。

7.2 当灌漑地区の年間降水量は 1,578mm 程度である。雨期は 5 月から 10 月までの 6 ヶ月間を指し、年間降水量の 87%に相当する 1,371mm の降水がこの期間に集中する。乾期にまとまった雨が降ることは他の州と比較して稀であるが、雨期は年により降水量が大きくばらつく傾向があり、雨期においても降水量が十分に発生せずに、干ばつ被害が発生する年が観測されている。一方で、観測最大降水量が他の地区と比較して多く、特に 6 月では月間 638mm が観測される (2020 年) など、大きな洪水被害が発生している。

7.3 Plaing 地区には大きな貯水池がなく、Spean Sraeng 地区に貯水された水が Plaing 地区の幹線水路に流れ込む形となっているため、灌漑施設としては 2 次水路に接続する取水工が主要な

水利構造物である。場所によって2次水路の高さと取水口の高さがバラバラなので、取水工に繋がる水路が崩壊している場所、ポンプによって取水工の位置まで揚水して利用するものなど様々な取水が実施されている。

- 7.4 なお、土質試験を実施した結果、液性限界と塑性指数の値が MOWRAM が設定した許容値の範囲内に対して、若干低いことを確認した。この土には、粘土分がやや少ない特性があり、土中内の水分量が上昇した場合、滑りを生じやすい可能性があることが示唆される。工事を実施する場合は、より詳しい土質分布調査が必要である。
- 7.5 Plaing 灌漑地区は Spean Sraeng 灌漑地区に隣接しており、Siem Reap 市街地からの Ancient Road を内包している。非常に平坦な地域であり、水源としての貯水池を建造する場合、Spean Sraeng 灌漑地区の北側に広大な用地を確保する必要がある。その一角に Ancient Area と呼ばれる区域（農地）があり、文化・美術省の管轄下にある。よって、事業を実施する場合には、この Ancient Area への影響について文化・美術省による調査を経て、許認可を得る必要がある。
- 7.6 また、貯水池建設予定地は現在農地として利用されているため、用地取得が必要である。水没予定地域には宅地や店舗はないため、住民移転は想定されない。一方、Spean Sraeng 灌漑地区と同じく、Plaing 灌漑地区の南部には、IBA、生物圏保護区、さらにラムサールサイトが位置している。事業実施後、Plaing 灌漑地区で作付け率が増加し、化学肥料や農薬の投入量が増加する場合の下流への影響を検討する必要がある。

事業地区の営農状況と営農計画

- 7.7 当該灌漑地区の現況の作付体系は、一期作目に Phka Rumduol 等の中生品種が土地面積ベースで 95%栽培され、二期作目に OM 5451 などの高収量かつ早生品種が 6%、野菜や穀物が 4%栽培される。他の灌漑地区と同様に、水不足に起因し、乾期にほとんど作付けができていないのが、現状である。一期作目で Phka Rumduol の栽培面積が多い理由は、Khpob Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区で述べた理由と同様と考えられる。
- 7.8 当灌漑地区の洪水および干ばつの影響を受けた世帯の比率と土地面積ベースでの過去 5 年間の洪水・干ばつ被害率を確認したところ、洪水・干ばつの影響を受ける頻度は、ほぼ毎年受けている農家の割合は洪水が 76%、干ばつが 80%に上り、大半の農家が水害の影響を受けていることが分かる。ただし、各災害被害面積の割合は、洪水が 17%、干ばつが 8%であり、実被害を受けている農家は比較的少ないことから、品種の選択や収量など間接的な影響を与えているものと推察される。
- 7.9 当灌漑地区で生産されたコメは 50%が家庭内で消費され、残りの 50%が販売される。販売されるコメのうち 80%が州外、20%が州内の市場に流通するが、国内市場と輸出の割合は不明であったため、最大輸出量を 80%、最小国内消費量を 20%と想定する。
- 7.10 また、粳の乾燥などのポストハーベストを生産者が担うが、耕地面積が 5 ha を超えるような規模の大きい世帯では、自身で粳の天日乾燥などの作業を行うことが困難である。その上でベトナムの集荷業者は、ポストハーベストの代行サービスを提供し、買取価格からその費用と手数料を差し引くというビジネスモデルを持っている。しかし、国内の集荷業者や精米業者では同様のサービスが提供できていないため、隣国の集荷業者との競争に負け、農家が

優先的に隣国の業者に売ってしまう。その結果、地域の精米産業の衰退に繋がるため、極めて深刻な課題である。

- 7.11 営農支援に関して、当灌漑地区では、他国のドナーによる支援は行われていない。カンボジア政府の支援として、MAFF と PDA にて農家に対して定期的に栽培技術支援が行われている他、洪水や干ばつの災害後には、Disaster Management Committee と MAFF の 2 つ組織が、播種用種子の提供を行っている。PDA 事務所への聞き取りによると、この洪水・干ばつ被害後の 2 組織の支援内容は重複しており、特に違いはないようである。
- 7.12 当灌漑地区の農家の平均総所得額は 2,196 USD（1 USD = 4,000 Riel 換算）と低く、農業所得は全体の 26 %（うちコメ栽培での所得割合は 15%）、農外所得が全体の 64%を占める結果であることを確認した。
- 7.13 事業後の洪水の影響について、当灌漑地区は水源となる Sreng 川本川から離れていること、また標高が Spean Sraeng 灌漑地区と比較して若干高いことから、洪水被害は比較的小規模である。しかしながら、Sreng 川流域の規模および上流側の貯水池の貯水能力を鑑みて、完全な洪水防御は困難であると考えられることから、事業後は洪水被害が半減される計画とした。なお、干ばつ被害については、灌漑施設の整備に伴い解消される計画である。
- 7.14 作付体系は、基本的には現況の作付暦に準じて計画するが、将来計画においてはより収益性の高い早生品種への転換を進める計画である。また、灌漑効率の増加に伴い、乾期の作付率に若干の増加を計画している。

事業計画の骨子

- 7.15 本事業による灌漑地区の改修を実行するにあたり、灌漑施設の機能の正常化はもちろんのこと、洪水、干ばつに対する強靱性を向上させることが重要となる。当該灌漑地区は水資源が豊富であるが、配水機能に不備がみられることから、干ばつ時に十分な水を配水できていない。この課題に対しては、Spean Sraeng 灌漑地区の堤防上流側に計画する貯水池、および灌漑施設の正常化により配水が適切になされれば解決すると考えられる。
- 7.16 一方で、水源となる河川と貯水池の規模、そして周囲の地形を考慮すると洪水被害の完全な排除は困難であると考えられることから、洪水については影響の緩和策および洪水に対する強靱性の向上を前提にコンポーネントを策定する。
- 7.17 農業開発のための水資源については、Sreng 川本川からの取水を前提として利用可能な水資源量を設定する（支川からの取水は水源として考慮しない）。そのうえで、現況の作付率と農家経済調査結果を参考に、受益面積、作付品種およびそれらの水需要量、さらに貯水池の有効貯水量および灌漑効率を算定し、水収支計算により事業後の作付可能面積を求める計画とする。
- 7.18 当灌漑地区の洪水流量を Unit Hydrograph 法により求めた結果、100 年確率の洪水流量は、1,093 m³/s と算定された。しかしながら、本調査での検討は、河川横断の形状を考慮せずに簡易的に洪水量を算定しており、例えば河川堤防の越流による水量の損失などは考慮されていない。洪水時のオペレーションとして用水路（幹線水路から圃場まで）を含めてゲートを開けて対応していることを確認しており、これらの影響を考慮すると、洪水量は今回検討結果より小さな値となる可能性が高い。

7.19 また、流入量と概算用水量から算定される 80%超過確率年の水収支計算結果から改修後の灌漑地区は雨期、乾期ともに十分な水資源が供給される見込みであることを確認した。なお、Plaing 灌漑地区は現況で貯水池が存在していないことから、水収支計算は改修後のみを対象としている。

7.20 Plaing 灌漑地区の整備内容及び数量は下表のとおり要約される。

表 5 Plaing 灌漑地区の整備内容

Plaing Irrigation Rehabilitation		
Items	Work Item	Quantity
Dike (dam) Embankment	Top: Surface leveling and Laterite pavement	L=26,200m
	U/S: keep the current condition	L=0m
	D/S: keep the current condition	L=0m
Dike (dam) Embankment	Newly Construction	L=9,850m
Spillway / Headwork	Installation of the spillway (river portion)(W17.0mxH7.0mX3nos)	1no
	Installation of the spillway/Headwork (New Reservoir)(W12.5xH5.5mx1no)	2nos
Bridge along the inspection road	N/A	N/A
Intake for the Main Canal(Beginning of Canal)	Rehabilitation of the intakes for the main canals and secondary	22nos
Main Canal	Plain concrete lining	L=16,000m
Bridge along the main canal	Keep the current condition	11nos
Footpath along the main canal	Keep the current condition	2nos
Check gate on the main canal	Installation	1no
Intake for the Secondary Canal (Turnout)	Rehabilitation / installation of intake	15nos
Secondary Canal	Rehabilitation (no lining, Re-shape)	L=67,962m
Drainage canal	Installation of drainage canal	L=67,962m
Intake for the Sub Canal(Off-take)	Rehabilitation / installation of intake	74nos
Sub Canal	Newly installation (no lining)	16,300ha
Construction of FWUC Office	Newly Construction	1no

出典：JICA 調査団 (2024)

事業コスト、事業便益、事業効果

7.21 当灌漑地区の事業費は、直工費が 1 億 1,925 万 USD、間接費やその他経費、コンサルタントサービス費やプライスエスカレーションや管理費、予備費を合わせた事業概算費は 2 億 833 万 USD と算定された。

7.22 事業便益としては、農業生産性の向上と洪水および干ばつ被害の軽減による収益の安定化の効果をそれぞれ見込み、当灌漑地区で実施した農家社会経済調査結果から便益の計算を行った。その結果、事業による増収は約 363 USD/ha と見積もられた。なお、これは現況の雨期の平均収量が 1.3 ton/ha と非常に小さいために、農業生産性の向上効果が大きく出た結果であり、計画収量を達成するためには大規模な営農支援が必要になると考えられる。

8. 優先事業地区に係る追加調査：Khpob Krous 灌漑地区

事業地区の一般概要

8.1 Khpob Krous 灌漑地区は Kampong Speu 州の南東部に位置する Basedth 郡内にあり、州都の Chbar Mon からは約 40km、首都のプノンペン特別市からは約 55km の距離にある。対象地区の受益地および灌漑施設は全て Basedth 郡内にあり、5 つのコミュニン (Besedth、Kak、Preah Khae、Pou Mreal、Kat Phluk) にわたり分布している。

8.2 当灌漑地区の年間降水量は 1,291mm 程度である。雨期は 5 月から 10 月までの 6 ヶ月間を指し、年間降水量の 78%に相当する 1,016mm の降水がこの期間に集中する。しかしながら、2 月を除き、年によって月間降水量が大きな時期と少ない時期の乖離が大きく、数年に一度の頻度で雨期でも十分な降水が発生しなかったり、乾期に大きな降水が発生することがある。雨期に十分な降水が発生しない月には補給灌漑が必要となるが、灌漑施設の状態が悪い地区では、このような時に干ばつの被害を受けている。

- 8.3 貯水池に付帯する主要灌漑構造物として、洪水吐と取水工がある。これらの施設は、堤防高さを 50cm 嵩上げする改修計画に従い、対象となる水位が上昇し、堤防との接合部分が現況とは異なる状況になることから、解体のうえで新設する必要がある。現在の躯体を利用する場合は、構造物の基礎の確認、既設コンクリートの強度確認をはじめとした多くの確認が必要であり、構造物の荷重条件も異なってくるため、あまり現実的とは言えない。
- 8.4 一方、貯水池下流側に走る幹線水路沿いでは降雨及び水流により浸食された土水路が確認されており、PDWRAM 職員によると水路が毎年浸食、崩壊するため修理が必要になっていることが確認された。また、地表面の起伏の影響から水路底が低い標高にあり、水路法面が長くなっているところも散見されるため、表面をライニングするだけでなく、例えば U 字フルームを用いた改修も検討する必要がある。PDWRAM 職員からは、水路法面の崩壊を未然に防ぐため U 字フルームによる改修に強い要望が寄せられた。
- 8.5 なお、土質試験を実施した結果、今回採取したサンプルは MOWRAM が設定した許容値の範囲内に全て収まっていることを確認した。これは、貯水池近傍の土は分散性を示すものではなく、これを盛り土材として利用することに関して特に問題はないことを示している。
- 8.6 Khpob Krous 灌漑地区においては、Khpob Krous 貯水池堤防が 50cm かさ上げされる計画であり、そのため、周辺の農地が水没する可能性がある。影響を受けるのは周辺の農地であり、水没地域周辺に家屋や店舗はほとんど見られないため、用地取得の発生が想定される。さらに、灌漑水路沿いに宅地や農地が分布しており、二次水路の新規建設には周辺農地の用地取得が必要となる。さらに、詳細な調査が必要であるが、水路沿いの ROW に浸食している農地や宅地もある。
- 8.7 2023 年 12 月、Kampong Speu 州の土地管理・都市計画・建設局は、Khpob Krous 灌漑地区において国有地、私有地にかかる測量を実施した。この結果をもとに、土地所有権にかかる Certificate が発行される予定である。また、この測量の際に、ROW についても説明があり、農地や宅地が ROW 内部に存在している場合、その部分は所有権の対象外になるということを農家は認識している。ただし、実際に全農家が理解しているかは、さらなる確認が必要である。

事業地区の営農状況と営農計画

- 8.8 当該灌漑地区の現況の作付体系は、一期作目に Smal Prum を中心とした晩生品種が 90 % (土地面積ベース) で栽培され、二期作目には、カンボジア育種かつ香り米である Sen Kro Ob などの早生品種が 7 % のエリアで栽培される。年間作付け強度は 107 % であった。Kampong Speu 州 Basedth 郡の統計データでは、年間作付け強度は 102 % であり、数値に大きな相違はない。
- 8.9 当灌漑地区の洪水および干ばつの影響を受けた世帯の比率と土地面積ベースでの過去 5 年間の洪水・干ばつ被害率を確認したところ、洪水・干ばつの影響を受ける頻度は、ほぼ毎年受けている農家の割合は洪水が 14 %、干ばつが 84 % に上り、特に干ばつの影響を頻繁に受けていることが分かる。各災害被害面積の割合は、洪水が 2 %、干ばつが 14 % であり、洪水被害率は少なく、干ばつ被害がより深刻であった。
- 8.10 Khpob Krous 灌漑地区で生産されたコメの 40% が家庭内で消費され、60% が販売される。販

売されるコメは主に香り米が多く、65%が輸出され、35%は国内市場に流通する。輸出向けの VC では、資材業者→生産者→農家組合→精米業者→輸出業者というフローが最も典型的な流れであった。国内市場向けの VC では、国内の集荷業者が農家から粳を集め、その後は精米所で精白米となり、卸売市場、小売業者を経て、消費者へ流通するというフローが最も一般的である。但し、集荷業者を通さず、生産者が精米業者に直接粳を販売するケースもある。

- 8.11 営農支援に関して、当灌漑地区では、他国のドナーによる支援は現在行われていない。カンボジア政府の支援として、MAFF と PDA にて農家に対して定期的に栽培技術支援が行われているのみである。他の3灌漑地区と比較し、現状最も支援が少ない郡である。
- 8.12 当灌漑地区の農家の平均総所得額は 4,751 USD（1 USD = 4,000 Riel 換算）であり、農業所得は全体のわずか 10 %（うちコメ栽培での所得割は 6%）であり、ほとんどが農外所得に頼っている状況であることが確認された。なお、農外所得は定職による収入（近隣の縫製工場での勤務等）によるものが多くを占めており、金額の割合からも農業は自給用、あるいは副収入用途として営まれていると考えられる。
- 8.13 作付け計画について、計画される改修事業による水源開発（Khprob Krous 貯水池の嵩上げ）やコンクリートライニング水路の導入による灌漑効率の向上は、年間作付率の若干の向上や干ばつの予防に大きく貢献することが期待される。
- 8.14 作付体系は、基本的には現況の作付暦に準じて計画するが、将来計画においては雨期には高収量かつ早生品種の栽培面積の増加させているほか、乾期の作付率に若干の増加を計画している。当灌漑地区では、現況でもカンボジア産の早生品種である Sen Kro Ob が多く栽培されていることから、灌漑施設により農家の水管理の自由度が向上すれば、これら品種の増産が促進されるものと考えられる。

事業計画の骨子

- 8.15 本事業による灌漑地区の改修を実行するにあたり、灌漑施設の機能の正常化はもちろんのこと、洪水、干ばつに対する強靱性を向上させることが重要となる。本事業の水源は Khprob Krous 貯水池（有効貯水量：約 200 万 m³）および O Kbear 貯水池（有効貯水量：約 75 万 m³）であり、流域の水源は合わせて 185km² 程度と小規模であることから、水資源量の制約が大きく、いかに水資源を有効に利用できるかが重要となる。
- 8.16 現況では、灌漑地区が位置する郡の乾期の作付率はわずか 2%であり、乾期に十分な用水を供給できていない現状がある。また、雨期に生じる小乾期による渇水で農作物に大きな影響を与えている現状があることから、これらへの対応を第一に計画し、農業生産性の向上と干ばつへの強靱性の向上を図る。また、電動ゲートの導入により、流量ベースの緻密な水管理の実践と洪水時の確実かつ安全なゲート操作を可能にする計画である。
- 8.17 また、調査の結果、対象地区において分散性土壌の存在が明らかとなり、その分布地域における水路がコンクリートライニングされていないため、建設後の降雨、波浪により水路の多くの部分が破壊/浸食を受けていることが確認された。ライニングなしの水路では、毎日頻繁な整備や補修を必要とするだけでなく、水路そのものが原型をとどめていない状況も確認されたため、コンクリートライニングを含む灌漑施設の機能向上が必要である。
- 8.18 農業開発のための水資源については、Khprob Krous 貯水池および O Kbear 貯水池からの取水

を前提として利用可能な水資源量を設定する。そのうえで、現況の作付率と農家経済調査結果を参考に、受益面積、作付品種およびそれらの水需要量、さらに各貯水池の有効貯水量および灌漑効率を算定し、水収支計算により事業後の作付可能面積求める計画とする。

- 8.19 当灌漑地区の洪水流量を Unit Hydrograph 法により求めた結果、100 年確率の洪水流量は、Khpob Krous 貯水池で $179\text{m}^3/\text{s}$ 、O Kbear 流域では $166\text{m}^3/\text{s}$ であった。また、同地区で実施された過去の流量検討結果との比較においては、今回検討の結果の方が、5%から 15%程度大きな流量を示していたものの、大きな違いは確認されなかった。
- 8.20 流入量と概算用水量から算定される 80%超過確率年の水収支計算結果から、現況では、貯水池が枯渇し乾期作が出来ず、雨期作あるいは乾期作の作付面積の減が必要な状態であるが、改修後は 10%程度のエリアで乾期作が可能となることを示している。
- 8.21 Khpob Krous 灌漑地区の整備内容及び数量は下表のとおり要約される。

表 6 Khpob Krous 灌漑地区の整備内容

Khop Krous Irrigation Scheme Rehabilitation		
Items	Work Item	Quantity
Dike (dam) Embankment	Top: Heightening of embankment (0.50m), Laterite pavement	L=1,800m
	U/S: stone pitching	L=1,800m
	D/S: slope smoothening (included embankment)	L=1,800m
Spillway / Headwork	Rehabilitation of the spillway(W8.0mxH2.2mx4nos)	1no
	New Auxiliaru spillway(W12.5xH5.5mx1no)	1no
Bridge along the inspection road	Rehabilitation of Bridge on the Spillway(L44mxW6m)	1no
Intake for the Main Canal(Beginning of Canal)	Rehabilitation of the intakes for the main canals(W1.5mx3.0mx3nos)	1no
Main Canal	U-shape concrete flume installation	L=15,800m
Bridge along the main canal	Rehabilitation of the bridge	11nos
Footpath along the main canal	Rehabilitation of the Footpath	25nos
Check gate on the main canal	Installation	14nos
Intake for the Secondary Canal (Turnout)	Rehabilitation / installation of intake	25nos
Secondary Canal	Rehabilitation (Concrete lining)	L=22,100m
Drainage canal	Installation of drainage canal	L=22,100m
Intake for the Sub Canal(Off-take)	Rehabilitation / installation of intake	57nos
Sub Canal	Newly installation (no lining)	3,318ha
Construction of FWUC Office	Newly Construction	1no

出典：JICA 調査団 (2024)

事業コスト、事業便益、事業効果

- 8.22 当灌漑地区の事業費は、直工費が 5,751 万 USD、間接費やその他経費、コンサルタントサービス費やプライスエスカレーションや管理費、予備費を合わせた事業概算費は 1 億 86 万 USD と算定された。
- 8.23 事業便益としては、農業生産性の向上と洪水および干ばつ被害の軽減による収益の安定化の効果をそれぞれ見込み、当灌漑地区で実施した農家社会経済調査結果から便益の計算を行った。その結果、事業による増収は約 267 USD/ha と見積もられた。なお、農業生産性の向上効果、特に高収量品種への移行については水害に対する水セキュリティが十分に向上していることが前提となる。改修事業が実施された後の乾期の計画作付率は 10%であり、利用できていない農地のポテンシャルは依然として存在する。したがって、乾期の豆類等の裏作の実践や、節水稻作として間断灌漑や中干しを実践する農家が増えてくれば、受益面積あたり収益の更なる向上が期待できる。

9. 優先事業地区に係る共通事項の検討

優先事業地区のまとめと優先順位

- 9.1 優先順位付けについては、ショートリスト対象地区選定のための選定基準に基づきスコア付けがなされている。優先順位は原則としてこの評価に基づいてなされるものとするが、第

1 優先地区（KTTL 地区）と第 2 優先地区（SS 地区）はスコア上で 1 点差であり、同程度の優先度とみなせることから、MOWRAM とも協議のうえ、上記 2 地区から最優先地区の選定を行った。以下に追加調査で確認された事項についての比較結果を示す。

表 7 優先 4 地区における追加調査結果比較表

地区名*	① KTTL 地区	② SS 地区	③ PL 地区	④ KK 地区
位置	Takeo 州	Banteay Meanchey 州 Siem Reap 州	Siem Reap 州	Kampong Speu 州
ショートリスト対象地区選定時のスコア	37（第 1 優先）	36（第 2 優先）	32（第 3 優先）	30（第 4 優先）
受益面積	5,115 ha	12,500 ha	16,300 ha	3,318 ha
受益世帯数	3,334 HHs	4,459 HHs	7,309 HHs	4,714 HHs
世帯あたり保有農地	1.53 ha/HH	2.80 ha/HH	2.23 ha/HH	0.70 ha/HH
水源（貯水池）	Khlob Trobek 貯水池 Tumnup Lok 貯水池	Sraeng1 貯水池 Sraeng2 貯水池	Sraeng1 貯水池 Sraeng2 貯水池	Khlob Krous 貯水池 O Kbear 貯水池
貯水池有効貯水量	計 308 万 m ³	計 6,000 万 m ³ **	*計 7,800 万 m ³ **	計 298 万 m ³
水源の流域面積	計 488 km ²	貯水池: 3,226 km ² 全体: 6,802 km ²	貯水池: 3,226 km ² 全体: 1,342 km ²	計 186 km ²
作付率	現況	Wet: 100% Dry: 5%	Wet: 80% Dry: 32%	Wet: 100% Dry: 5%
	計画	Wet: 100% Dry: 10%	Wet: 100% Dry: 38%	Wet: 100% Dry: 10%
水害被害面積	現況	Flood: 30% Drought: 14%	Flood: 41% Drought: 10%	Flood: 17% Drought: 8%
	計画	Flood: 0% Drought 0%	Flood: 21% Drought 0%	Flood: 9% Drought 0%
収量	現況	Wet: 2.4 t/ha Dry: 3.9 t/ha	Wet: 1.6 t/ha Dry: 5.0 t/ha	Wet: 1.3 t/ha Dry: 5.0 t/ha
	計画	Wet: 3.9 t/ha Dry: 4.5 t/ha	Wet: 3.1 t/ha Dry: 5.1 t/ha	Wet: 3.5 t/ha Dry: 5.1 t/ha
事業便益概算	301 USD/ha	334 USD/ha	363 USD/ha	267 USD/ha
事業費概算	90 million USD	168 million USD	208 million USD	101 million USD

* KTTL: Khlob Trobek & Tumnup Lok, SS: Spean Sraeng, PL: Plaing, and KK: Khlob Krous

** SS 地区と PL 地区の水資源量は PDWRAM からの聞き取りの貯水量（合計 4 億 1,100 万 m³）をベースに CISIS に登録されている関連灌漑地区の受益面積に応じて配分した時の配水量を示す

出典：JICA 調査団（2024）

9.2 KTTL および SS 灌漑地区はどちらも優先 4 地区の中で洪水および干ばつ被害の影響を最も受けている地区であり、MOWRAM は Khlob Trobek 貯水池と Spean Sraeng 地区の堤防において洪水による洗堀やパイピングによる損壊を回避するため定期的なメンテナンスを実施しているが、根本的な解決には至っていないことから、大規模な対策を必要としている地区である。

9.3 一方で、追加調査および MOWRAM との協議の結果、①洪水対策としての緊急性、②干ばつ対策としての緊急性、③現場の土質状況、④現地の営農および VC 開発支援状況、⑤洪水対策の容易さ、⑥気候変動緩和策としての間断灌漑の導入適正、⑦節水農業の導入適正の 7 つの観点から、Khlob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区がより事業対象として優先度が高いと判断された。

想定される工事工程と事業期間

- 9.4 Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の施工期間は 4 年を提案する。施工スケジュールは、洪水被害の削減を優先するため、Tumnup Lok 貯水池から工事を始める。次に Khpob Trobek 貯水池と Tumnup Lok 貯水池の頭首工（洪水吐）の工事を行う。導水路を含む幹線用水路は、土工事が多いため Tumnup Lok 貯水池の整備がある程度完了した時点で改修を行う。最後に、断面は小さいが延長の長い二次水路、三次水路や排水路の整備を行う。
- 9.5 Spean Sraeng 灌漑地区についても施工期間は 4 年を提案する。施工スケジュールは、洪水被害が多く施工量の大きい幹線用水路から工事を始める。次に頭首工（洪水吐）と取水口の工事を行う。最後に、断面は小さいが延長の長い二次水路、三次水路や排水路の整備を行う。

特筆すべき技術の適用

- 9.6 Khpob Trobek 灌漑地区では、操作盤一体型ワイヤーロープウインチ式開閉機は電動で機械を操作し、ワイヤーの出し入れができるようにした開閉装置であり、素早い操作ができ、現状のようなカウンターウエイトの設置は不要である。現時点で、本邦企業だけが施工実績をもつ開閉器である。
- 9.7 Spean Sraeng においては、ローラーゲートによる改修及び水門の新設が計画されている。ローラーゲートを昇降させるための優れた技術として「ラック式開閉器」がある。現在カンボジアで普及しているスピンドル式開閉器とは異なり、ラック式開閉器の場合、電動、手動を問わずブレーキを解除することでゲートの自重によって瞬時にゲートを閉鎖することが可能な構造を持つ。この技術は本邦企業に施工実績が限られていたが、近年、韓国の 1 社において施工実績が確認されている。

運用、操作・維持管理体制

- 9.8 農家水利組合（FWUC）が設立されている既存の灌漑地区を参照すると、FWUC の責務の一つとして、例えば PDWRAM から委託を受けて、灌漑システム全体の操作・維持管理を行うような建て付けとなっている場合が多い。これは、現行の FWUC がシステムレベルで設立されており、この FWUC が責任をもって灌漑システムを操作・維持管理することと、FWUC 規約に述べられているためである。
- 9.9 しかしながら、実態として FWUC にそこまでの能力（人的、財務の両方）はない。また、そのような運用、操作維持管理体制は実態として現時点では見られない。そのため、上記、すなわち取水工と幹線水路は PDWRAM による直轄管理、そして支線水路（2 次水路；Branch-secondary）は、両者による Joint Management、3 次水路（Branch-tertiary）は農家による操作・維持管理体制を提案するものである。なお、将来的には支線水路（2 次水路；Branch-secondary）以降はすべて、FWUC による運用、操作・維持管理を目指すことを提案する。

貧困削減に係る効果

- 9.10 事業実施による貧困削減の効果は一人あたりで計算することから、1 農家あたりの保有農地面積が大きい地区ほど有利となる。1 農家あたりの保有農地面積が最も大きい Spean Sraeng 灌漑地区が事業による収入増が最も大きく一人一日あたり 2,276 riel の収入増（20%の増）となると算定された。最優先地区である Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区では 1,099

riel の収入増（9%の増）であった。

- 9.11 4 地区の中でコメ以外の農業収入が極めて多いのが Khpob Trobek & Tumnup Lok 灌漑地区である（他地区の 5 倍から 9 倍の収入を示す）ことから、農作物の高付加価値化の促進が間接的にコメバリューチェーンのアクターの収入向上に繋がる可能性は高く、当該地区への事業実施の意義は大きいと考えられる。

環境社会配慮

- 9.12 灌漑事業の場合、受益地域が 5,000ha 以上の場合には IEIA が、1,000ha 以上～5,000ha 未満の場合には EPC の作成が必要とされている。EIA は不要である。しかし、灌漑改修事業の分類についての規定は記載されていない。環境省 EIA 局への聞き取りによると、改修事業についても同様に、5,000ha 以上の受益面積の場合は IEIA が、それ以外であれば EPC が必要とのことであった。よって、本事業でも、受益面積により、IEIA か EPC の作成が必要である。IEIA、EPC のいずれが必要となる場合でも、質を担保するため、環境省に登録されたコンサルタントを雇用することが義務付けられている。
- 9.13 優先事業 4 地区のうち、Spean Sraeng および Plaing 灌漑地区は、下流域に IBA、生物圏保護区、ラムサールサイトが位置しており、これらの地域には絶滅危惧種も生息している。特に、Spean Sraeng 灌漑地区から IBA までは直線距離で 10km 程度の距離しかないため、散布した農薬が十分に拡散されずに流入する、また、化学肥料の窒素成分を含んだ排水が流入する可能性がある。よって、カンボジア国内の類似事例の検討、さらには化学肥料や農薬の散布直後の下流域の水質調査を実施し、影響を確認する必要がある。
- 9.14 一方、Khpob Krous、Khpob Trobek 灌漑地区については、周辺に特に保護区は存在しないため、営農時には適切な農薬や化学肥料の施用が必要とされるものの、特別な配慮は必要ではないと考えられる。
- 9.15 用地取得・住民移転については、省庁間住民移転委員会（Inter-ministerial Resettlement Committee: IRC）が担当する。その議長は MEF 次官である。議長のもと、実施機関および他の関連省庁の代表者で構成される IRC 作業部会（IRC-WG）が設置され、全体的な指導と監督を行い、住民移転・用地取得に関連する事項に関する様々な省庁間の効果的な調整を確保している。

コンサルタントサービスと調達

- 9.16 コンサルタントは、International と National の専門家から構成され、設計段階においては、1) 必要な調査、2) 詳細設計、3) 工事数量の算定、4) コスト見積もり、5) 入札書類の作成、そして建設業者やサプライヤーが調達された後は、建設期間中の工事の進捗管理・監督等に従事する。構成は一般的な灌漑・排水事業や土木建設事業にて必要とされる要員を想定しているが、あわせて洪水対策要員やゲートなどを遠隔運用するための専門家、水管理システムの専門家、また品種の変更等が予定されるため農業専門家の参画も予定する。
- 9.17 円借款のコンサルタント調達（ICB）の場合、一般的には事業の広報に伴い関心表明（EOI）をなしたコンサルタント企業からショートリストを作成することとなる。ただし、この工程を採用するとコンサルタント調達までの期間に相当を有する。また、今回の優先事業地区を実施に移す場合、2024 年時点で進行中の設計基準作成の技術協力の成果の利用などを考慮す

れば、本邦コンサルタントの調達、そして本邦コンサルタントの事業実施への参画が望ましい。

10. 結論と後続調査に向けた留意点

結論

10.1 カンボジア国において、灌漑セクターにおける将来的の日本の支援の方向性を探るため、カンボジア全国の灌漑地区（2,483 地区）を対象とし、農地ポテンシャルおよび投資ポテンシャルの多寡による 1 次選定、ショートリスト対象地区の選定のための 2 次選定を通じて、4 灌漑地区を選定した。更に、現地調査および MOWRAM との協議を経て、4 灌漑地区内で更に優先順位の高い地区を以下のとおり定めた。

- 第一優先地区：Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区
- 第二優先地区：Spean Sraeng 灌漑地区

10.2 これらの灌漑地区は、いずれも洪水および干ばつに対して脆弱であり、調査時点で被害が明白に現れており緊急性が高いことが特徴であり、提案される事業は、カンボジア政府が示す上位計画「第一次五辺形戦略」で定める戦略的目標「持続可能な社会経の発展及び気候変動に対する強靱性の構築」に大きく貢献する。加えて、上記 2 地区は貧困率が高い地区であることから、事業による農業生産性の向上は「10%以下の貧困率の達成とさらなる低減」への寄与も大きいと考えられる。

10.3 特に第一優先地区である Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区においては、これまでの支援によるシナジー効果が大きく見込まれ、JICA による技術協力プロジェクト「種子生産・普及プロジェクト（2017-2023）」を始めとした様々な支援の成果を活用することで、農業セクターが課題として掲げる「農業生産性の向上」や「作物の高付加価値化」にも貢献することが期待される。間断灌漑など気候変動緩和策としての農業の普及という観点からも、過去に FWUC への支援がなされた Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区がより適していると考えられる。

後続調査に向けた留意点

10.4 測定の精度：これまでの円借款事業実施までの調査期間で一般的に生じているミスは測定のミスに起因したものであることを確認している。カンボジア国内の業者の測量精度は低いいため、洪水吐・頭首工や水路・分水工などの重要構造物については、測量調査監理者による入念な確認（基準点の確認、正確な測量地点の指示等）が必要となると考えられる。

10.5 分散性土壌への対応：カンボジアでは分散性土壌が広く分布していることが報告されており、本調査対象地区も例外ではない。本調査で行った土壌分析においても Khpob Trobek と Tumnup Lok および Khpob Krous 灌漑地区において分散性土壌が確認されている。また、NaSDeP の報告書においても分散土壌の適切な対策を検討すべきであり、破損部の補修が容易であるコンクリートブロックライニング水路を提案されている。したがって、次期 F/S 調査においては、分散性土壌の分布状況を土質調査により把握して設計に反映する必要がある。

10.6 環境配慮上の手続き：環境省 EIA 局への聞き取りによると、改修事業についても新規灌漑開発地区と同様、1,000 ha から 5,000 ha までは EPC（Environmental Protection Contract）の提出

が、5,000ha 以上の受益面積の場合は IEIA（Initial Environmental Impact Assessment）の提出が必要となる。第一優先地区の受益面積について、Khpob Trobek 灌漑地区が 4,115 ha、Tumnup Lok 灌漑地区が 1,000 ha であるため、別々で EPC の提出が必要なのか、一つの地区として取り扱い IEIA として提出する必要があるのかを議論する必要がある。

- 10.7 用地取得：Khpob Trobek 灌漑地区は 2012 年時に F/S 調査が実施された地区であるが、調査から 10 年以上が経過し都市化が進行し、特に国道 22 号線沿いで店舗が拡大した結果、水路改修に伴う用地取得が多く発生することが想定される。ほとんどのケースで影響を受けるのは軒先や柱部分であり、住居や店舗本体ではないことから家屋の移転（住民移転）は不要であるが、事業実施前の用地取得が難航し、事業実施に遅延が生じるリスクがある。
- 10.8 現地調査で MOWRAM に確認した限りでは、2012 年の F/S 調査時に用地取得にかかる合意を取得済みであるとのことであるが、現時点でその合意が有効であるかは不明であるため、用地取得にかかる合意取得は慎重に行う必要がある。また、場所によっては水路が完全に埋め立てられ、店舗が密集している区間の存在も確認したことから、これらの区間を避ける路線の選定が必要となる。
- 10.9 追加調査の必要性：第 2 優先地区として選定された Spean Sraeng 地区は 12,500 ha の受益面積を有する大規模地区であり、上流に Sraeng1 貯水池や Sraeng2 貯水池などの比較的大規模な水源を有していることから、灌漑開発のポテンシャルが非常に大きい灌漑地区である。しかし、河川の流域面積が非常に大きいことや、流域のほとんどが低平地で受益地の上流側においても河川からの溢水が多く発生する環境であることから、洪水の影響が複雑な地区であると考えられる。
- 10.10 事業費の概算と実現可能性を評価するには、洪水の影響度を予測したうえで、洪水緩和と生産性の向上がどの程度可能であるかを検討する必要があるが、現時点では、河川流量や上流の貯水池にかかる情報などが他地区と比較して不足していることから、追加の予備的な準備調査を通じて実現可能性を検討することが望ましい。

目 次

位置図
要約
目次
略語表

第 1 章 調査の背景と枠組み	1-1
1.1 調査の背景	1-1
1.2 調査の名称	1-1
1.3 調査の目的	1-1
1.4 調査対象地域	1-1
1.5 カウンターパート機関および関係機関	1-2
第 2 章 カンボジア国農業・灌漑セクター開発の現状と課題	2-1
2.1 カンボジア国上位計画、農業・灌漑セクターにかかる現状と課題	2-1
2.1.1 第一次五辺形戦略 (Pentagonal Strategy Phase I)	2-1
2.1.2 国家水資源管理と持続可能な灌漑に向けたロードマップ及び投資プログラム 2019-2033 (National Water Resources Management and Sustainable Irrigation Road Map and Investment Program 2019-2033)	2-3
2.1.3 アグロインダストリー戦略的開発計画 2019-2030 (Strategic Development Plan for Cambodian Agro-Industries 2019-2030)	2-4
2.1.4 国家農業開発政策 2022-2030 (National Agricultural Development Policy 2022-2030)	2-5
2.2 灌漑開発、農業開発、環境等に関する組織	2-5
2.2.1 水資源気象省 (MOWRAM)	2-5
2.2.2 農林水産省	2-6
2.2.3 環境省	2-7
2.2.4 農村開発省	2-8
2.3 カンボジア国の灌漑開発セクターの現状と課題	2-10
2.3.1 灌漑面積の推移	2-10
2.3.2 灌漑施設にかかる情報	2-10
2.3.3 水文気象情報の整備及び管理状況	2-13
2.3.4 貯水施設にかかる情報	2-14
2.3.5 農作物への洪水被害	2-15
2.3.6 農家水利組合 (Farmer Water User Community: FWUC)	2-17
2.3.7 灌漑施設の情報	2-17
2.3.8 カンボジア国の灌漑セクターにおける課題	2-18
2.4 カンボジア国の農業セクターの現状	2-19
2.4.1 農業地域区分	2-19
2.4.2 主要な一年生の栽培作物	2-20
2.4.3 コメの生産量と生産地	2-26
2.4.4 トンレサップ湖ゾーンと平野ゾーンのコメの作型	2-29
2.4.5 コメのバリューチェーン	2-30
2.4.6 稲作の収益性	2-34
2.5 JICA 既往案件のレビュー	2-36
2.5.1 スラコウ川流域農業生産基盤復興開発計画調査 (2002 年 3 月)	2-36

2.5.2	プレクトノット川流域農業総合開発計画調査（2008 年 8 月）	2-38
2.5.3	流域灌漑・排水基本計画調査（2009 年 3 月）	2-39
2.5.4	トンレサップ西部流域灌漑施設改修事業（L/A；2011 年 8 月、2019 年 2 月）	2-40
2.5.5	プノンペン南西部灌漑・排水施設改修・改良事業 （L/A；2014 年 11 月、2023 年 4 月）	2-41
2.5.6	流域水資源利用プロジェクト（2014 年 5 月～2019 年 4 月）	2-41
2.5.7	灌漑排水国家標準設計基準策定プロジェクト（2022 年 2 月～2026 年 4 月）	2-42
2.5.8	物流システム改善プロジェクト（2018 年 5 月～2023 年 5 月）	2-43
2.6	他ドナー支援事業	2-44
2.6.1	フランス開発庁（Agence Française de Développement：AFD）	2-45
2.6.2	アジア開発銀行（Asian Development Bank：ADB）	2-49
2.6.3	韓国による支援	2-52
第3章	灌漑ポテンシャルの評価	3-1
3.1	過去のポテンシャル検討のレビュー	3-1
3.1.1	調査の概要と参照資料	3-1
3.1.2	灌漑開発優先流域の選定基準	3-1
3.1.3	灌漑ポテンシャルの評価結果	3-2
3.2	灌漑開発ポテンシャル検討手法	3-3
3.3	灌漑開発ポテンシャルの検討	3-7
3.3.1	農地ポテンシャルの評価	3-7
3.3.2	投資ポテンシャルの評価	3-10
3.4	灌漑開発ポテンシャルの評価結果	3-12
第4章	優先灌漑事業の選定	4-1
4.1	灌漑開発シナリオ	4-1
4.1.1	灌漑施設の改修と灌漑システム管理	4-1
4.1.2	制御と調整に向けた管理	4-2
4.1.3	新規開発と統合水資源管理	4-3
4.1.4	灌漑施設改修のシナリオ	4-4
4.2	ロングリストの選定	4-9
4.3	ショートリストの選定アプローチ	4-10
4.3.1	選定条件	4-10
4.3.2	選定手法	4-12
4.4	ショートリストの策定	4-13
4.4.1	Khpob Trobek & Tumnup Lok 灌漑地区（合計：37 点 / 1 位）	4-13
4.4.2	Spean Sraeng 灌漑地区（合計：36 点 / 2 位）	4-14
4.4.3	Plaing 灌漑地区（合計：32 点 / 3 位）	4-15
4.4.4	Khpob Krous 灌漑地区（合計：30 点 / 4 位）	4-16
4.4.5	Doun Toy 灌漑地区（合計：26 点 / 5 位）	4-17
4.4.6	Tonle Vaiko 灌漑地区（合計：25 点 / 6 位）	4-18
4.4.7	Kambor Sres 灌漑地区（合計：19 点 / 7 位）	4-19
4.4.8	Chhnok Tru 灌漑地区（合計：17 点 / 8 位）	4-20
4.4.9	Char 灌漑地区（合計：17 点 / 8 位）	4-21
4.4.10	Khai Dorn 灌漑地区（評価対象外）	4-22
4.4.11	Trapeang Beung 灌漑地区（評価対象外）	4-22

4.4.12 総合評価.....	4-23
第5章 優先事業地区に係る追加調査：Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区.....	5-1
5.1 事業地区の一般概要.....	5-1
5.1.1 位置と行政区画.....	5-1
5.1.2 地形.....	5-1
5.1.3 土地利用.....	5-2
5.1.4 気象水象.....	5-3
5.1.5 既存灌漑施設.....	5-4
5.1.6 社会経済.....	5-7
5.1.7 環境、住民移転および社会配慮.....	5-9
5.2 事業地区の営農状況と営農計画.....	5-11
5.2.1 対象地区の農業.....	5-11
5.2.2 農業開発計画.....	5-16
5.3 事業計画の骨子.....	5-18
5.3.1 事業計画策定の基本方針.....	5-18
5.3.2 洪水量の概略検討および水収支計算.....	5-18
5.3.3 灌漑開発計画（用排水計画、施設改修計画、1次～3次水路整備計画）.....	5-26
5.4 事業コスト、事業便益、事業効果.....	5-36
5.4.1 積算条件.....	5-36
5.4.2 概算事業費.....	5-36
5.4.3 事業便益と事業効果.....	5-37
第6章 優先事業地区に係る追加調査：Spean Sraeng 灌漑地区.....	6-1
6.1 事業地区の一般概要.....	6-1
6.1.1 位置と行政区画.....	6-1
6.1.2 地形.....	6-1
6.1.3 土地利用.....	6-2
6.1.4 気象水象.....	6-3
6.1.5 既存灌漑施設.....	6-4
6.1.6 社会経済.....	6-6
6.1.7 環境、住民移転および社会配慮.....	6-8
6.2 事業地区の営農状況と営農計画.....	6-11
6.2.1 対象地区の農業.....	6-11
6.2.2 農業開発計画.....	6-15
6.3 事業計画の骨子.....	6-17
6.3.1 事業計画策定の基本方針.....	6-17
6.3.2 水収支計算.....	6-17
6.3.3 灌漑開発計画（用排水計画、施設改修計画、1次～3次水路整備計画）.....	6-24
6.4 事業コスト、事業便益、事業効果.....	6-28
6.4.1 積算条件.....	6-28
6.4.2 事業コスト.....	6-28
6.4.3 事業便益と事業効果.....	6-29
第7章 優先事業地区に係る追加調査：Plaing 灌漑地区.....	7-1
7.1 事業地区の一般概要.....	7-1
7.1.1 位置と行政区画.....	7-1

7.1.2	地形	7-1
7.1.3	土地利用	7-2
7.1.4	気象水象	7-3
7.1.5	既存灌漑施設	7-5
7.1.6	社会経済	7-5
7.1.7	環境、住民移転および社会配慮	7-6
7.2	事業地区の営農状況と営農計画	7-7
7.2.1	対象地区の農業	7-7
7.2.2	農業開発計画	7-11
7.3	事業計画の骨子	7-12
7.3.1	事業計画策定の基本方針	7-12
7.3.2	水収支計算	7-12
7.3.3	灌漑開発計画（用排水計画、施設改修計画、1次～3次水路整備計画）	7-19
7.4	事業コスト、事業便益、事業効果	7-22
7.4.1	積算条件	7-22
7.4.2	事業コスト	7-22
7.4.3	事業便益と事業効果	7-23
第8章	優先事業地区に係る追加調査：Khpob Krous 灌漑地区	8-1
8.1	事業地区の一般概要	8-1
8.1.1	位置と行政区画	8-1
8.1.2	地形	8-1
8.1.3	土地利用	8-2
8.1.4	気象水象	8-3
8.1.5	既存灌漑施設	8-4
8.1.6	社会経済	8-6
8.1.7	環境、住民移転および社会配慮	8-7
8.2	事業地区の営農状況と営農計画	8-8
8.2.1	対象地区の農業	8-8
8.2.2	農業開発計画	8-12
8.3	事業計画の骨子	8-13
8.3.1	事業計画策定の基本方針	8-13
8.3.2	水収支計算	8-14
8.3.3	灌漑開発計画（用排水計画、施設改修計画、1次～3次水路整備計画）	8-22
8.4	事業コスト、事業便益、事業効果	8-28
8.4.1	積算条件	8-28
8.4.2	事業コスト	8-28
8.4.3	事業便益と事業効果	8-29
第9章	優先事業地区に係る共通事項の検討	9-1
9.1	優先事業地区のまとめと優先順位	9-1
9.2	想定される工事工程と事業期間	9-3
9.2.1	Khpob Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区	9-3
9.2.2	Spean Sraeng 灌漑地区	9-4
9.3	特筆すべき技術の適用	9-5
9.3.1	直接適用が期待される技術	9-5

9.3.2	間接的に適用が期待される技術	9-7
9.4	運用、操作・維持管理体制	9-8
9.4.1	優先事業地区の現行操作・維持管理体制	9-8
9.4.2	優先事業地区の操作・維持管理体制に係る提案	9-9
9.5	農家水利組合の設立	9-10
9.5.1	農家水利組合の設立の原則	9-10
9.5.2	農家水利組合の構成	9-11
9.6	貧困削減に係る効果	9-14
9.7	環境社会配慮	9-15
9.7.1	環境への影響	9-15
9.7.2	文化財への影響	9-16
9.7.3	用地取得・住民移転	9-16
9.8	コンサルタントサービスと調達	9-18
9.8.1	コンサルタントチームの専門性	9-18
9.8.2	コンサルタントチームの調達方法	9-20
第10章	結論と後続調査に向けた留意点	10-1
10.1	結論	10-1
10.2	後続調査に向けた留意点	10-1

略語表

ADB	アジア開発銀行 Asian Development Bank
AFD	フランス開発庁 Agence Française de Développement
AIIB	アジアインフラ投資銀行 Asia Infrastructure Investment Bank
ASPIRE-AT	包摂的な農村経済と農業貿易のための農業サービスプログラム Agriculture Services Program for an Inclusive Rural Economy and Agricultural Trade
CamDi	カンボジア災害情報システム Cambodia Disaster Damage & Loss Information System
CFAVC	気候にやさしい農業ビジネスバリューチェーンセクタープロジェクト Climate-Friendly Agribusiness Value Chains Sector Project
CISIS	カンボジア灌漑計画情報システム Cambodia Information System on Irrigation Schemes
CMIP	結合モデル相互比較プロジェクト Coupled Model Intercomparison Project
CNMC	カンボジア国家メコン川委員会 Cambodia National Mekong Committee
EBA	欧州銀行監督局 European Banking Authority
EIB	欧州投資銀行 European Investment Bank
FWUC	農家水利組合 Farmer Water User Community
GIS	地理情報システム Geographical Information System
HeKS	スイス福音主義教会援助機関 Hilfswerk der Evangelischen Kirchen Schweiz
IDP	カンボジア産業開発政策 Cambodia Industrial Development Policy
IFAD	国際農業開発基金 International Fund for Agricultural Development
IPCC	気候変動に関する政府間パネル Intergovernmental Panel on Climate Change
JICA	日本国際協力機構 Japan International Cooperation Agency
MAFF	農林水産省（カンボジア） Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Cambodia
MC35RSP	幹線用水路 35 改修サブプロジェクト Main Canal 35 Rehabilitation Sub-project
MEF	経済財務省（カンボジア） Ministry of Economy and Finance of Cambodia
MOE	環境省（カンボジア） Ministry of Environment of Cambodia
MOP	計画省（カンボジア） Ministry of Planning of Cambodia
MPWT	公共事業運輸省（カンボジア） Ministry of Public Works and Transport of Cambodia
MOWRAM	水資源気象省（カンボジア） Ministry of Water Resources and Meteorology
MRD	農村開発省 Ministry of Rural Development
NaSDeP	灌漑排水国家標準設計基準策定プロジェクト Project for Development of National Standard Design Documents for Irrigation and Drainage in Cambodia

NCDM	国家防災委員会 National Committee for Disaster Management
NWRDMC	国家水資源データ管理センター National Water Resources Data Management Center
OCHA	国連人道問題調整事務所 United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs
NSDD	国家標準設計図書 National Standard Design Documents
ODA	政府開発援助 Official Development Assistance
PDAFF	州農林水産局 Provincial Department of Agriculture, Forestry and Fisheries
PDWRAM	州水資源気象局 Provincial Department of Water Resources and Meteorology
PIMD	参加型灌漑管理開発 Participatory Irrigation Management and Development
RGC	カンボジア王国政府 Royal Government of Cambodia
RCP	代表的濃度経路 Representative Concentration Pathway
Rice-SDP	気候変動に強いコメ商業化開発プログラム Climate Resilient Rice Commercialization Sector Development Program
SDC	スイス開発協力庁 Swiss Agency for Development and Cooperation
TSA	トンレサップ庁 Tonle Sap Authority
TSC	灌漑技術センター Technical Service Center for Irrigation and Meteorology
UNDP	国際連合開発計画 United Nations Development Programme
USISRSP	スラコウ灌漑施設改修サブプロジェクト Upper Slakou Irrigation System Rehabilitation Sub-project
USP	スラコウ川上流灌漑復興計画 Upper Slakou River Irrigation Reconstruction Plan
VC	バリューチェーン Value Chain
WAT4CAM	カンボジアの水資源管理と農業生態学的移行 Water Resources Management and Agro-ecological Transition for Cambodia
WB	世界銀行 World Bank
WRIS	水資源情報システム Water Resources Information System

単位換算

1 lb (pound)	0.453 592 kg
1 kilogram	2.205 pounds
1 ton (long ton)	2240 pounds
1 metric ton	1000 kilograms
	2204.623 pounds
1 pond	0.4536 kg
1 kg	2.2046 ponds
1 Gallon	4.5461 litre
1 Litre	0.2200 Gallon
1 inch (in.)	2.54 cm
1 feet (ft.)	30.5 cm
1 meter	3.279 feet
1 kilometer	0.621 mile
1 mile	1.601 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 (2023 年 11 月時点)

1 USD	=	149.419 JPY
1 KHR	=	0.03682 JPY
1 USD	=	4,058.09 KHR

会計年度

1 月 1 日から 12 月 31 日

表リスト

表 1.4.1	MOWRAM より提案されている優先案件	1-2
表 2.1.1	第一次五辺形戦略に示された重点目標と重点項目	2-1
表 2.1.2	第一次五辺形戦略に示された農村インフラの重点項目と強調項目	2-2
表 2.1.3	灌漑事業の改修費用レベル設定のための条件一覧表	2-3
表 2.3.1	規模別の灌漑地区数と維持管理区分	2-11
表 2.3.2	CISIS の登録データ	2-11
表 2.3.3	CISIS の州別灌漑地区データ	2-12
表 2.3.4	灌漑セクターにおける課題	2-18
表 2.4.1	コメの州別年間作付面積の推移（2014-2023）	2-27
表 2.4.2	稲作における収支構造	2-35
表 2.5.1	レビューの対象としたカンボジア国における JICA 既往実施案件	2-36
表 2.6.1	カンボジアにおける灌漑開発分野における他ドナーの支援事業	2-44
表 2.6.2	Stung Sen 流域におけるパイロットプロジェクトのアクションプランの大項目	2-48
表 2.6.3	灌漑、水資源管理分野における韓国の支援実績および予定一覧	2-52
表 3.1.1	灌漑ポテンシャル評価に用いた資料の比較	3-1
表 3.1.2	灌漑ポテンシャル評価の選定基準（2010 年調査時）	3-2
表 3.2.1	本調査で適用した灌漑開発ポテンシャル評価の選定基準および配点	3-4
表 3.2.2	CISIS に登録されている灌漑地区の受益面積規模	3-4
表 3.2.3	灌漑地区別の「Condition」値と必要とされる対応	3-4
表 3.2.4	本検討における過去の灌漑開発ポテンシャル検討項目の取扱い	3-6
表 3.3.1	水資源量の推定に用いたデータ一覧	3-7
表 3.3.2	乾期作の作付可能面積率別の灌漑地区数	3-10
表 3.4.1	灌漑開発ポテンシャル（開発の優先度）順の灌漑地区一覧 （青：第一優先地区、緑：第二優先地区、黄：第三優先地区、赤：第四優先地区）	3-14
表 4.1.1	中長期で必要とされる灌漑改修の段階と想定される開発支援者	4-4
表 4.1.2	水資源管理および灌漑セクターの短期、中期および長期の灌漑開発シナリオおよび 関連政策	4-4
表 4.2.1	MOWRAM の年間予算	4-9
表 4.2.2	ロングリストとして選定された優先灌漑地区 11 か所	4-9
表 4.3.1	ショートリスト対象地区の選定評価例	4-12
表 4.4.1	ショートリスト対象地区の比較表（得点表）	4-23
表 4.4.2	各灌漑地区の評価とショートリストとして選定された優先灌漑地区 4 か所（赤枠）	4-26
表 5.1.1	Takeo 州の月間平均降水量および最大/最小降水量	5-4
表 5.1.2	Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区で採取した土壌の物理試験結果	5-7
表 5.2.1	Takeo 州の郡別農業基礎情報	5-11
表 5.2.2	Takeo 州の稲作栽培面積と収量（2023 年）	5-11
表 5.2.3	Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の洪水・干ばつ被害面積の割合	5-13
表 5.2.4	Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区での支援体制	5-14
表 5.2.5	農家の経済社会にかかる一般情報（Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区）	5-15
表 5.2.6	Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の農業・農外所得	5-15
表 5.2.7	農家社会経済状況の 2012 年時調査との比較	5-16
表 5.2.8	Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の改修前・改修後の作付け強度と 洪水干ばつ被害率	5-16
表 5.2.9	Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の作付計画	5-17
表 5.2.10	Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の計画単収	5-17

表 5.3.1	Khpor Trobek 灌漑地区および Tumnap Lok 灌漑地区の再現期間別の日最大降水量	5-20
表 5.3.2	Khpor Trobek 灌漑地区および Tumnap Lok 灌漑地区の洪水流量（IRS 法）	5-20
表 5.3.3	Khpor Trobek 灌漑地区および Tumnap Lok 灌漑地区の洪水流量（Unit Hydrograph 法） ..	5-22
表 5.3.4	2012 年時の準備調査との洪水流量算定結果の比較 （Khpor Trobek、Tumnap Lok 灌漑地区）	5-22
表 5.3.5	超過確率 80%条件下の月間河川流量（Khpor Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区）	5-23
表 5.3.6	貯水用量にかかる基本諸元（Khpor Trobek 貯水池）	5-23
表 5.3.7	貯水用量にかかる基本諸元（Tumnap Lok 貯水池）	5-23
表 5.3.8	概算用水量（Khpor Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区：現況）	5-24
表 5.3.9	概算用水量（Khpor Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区：改修後）	5-25
表 5.3.10	過去調査結果との作付面積の比較（Khpor Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区）	5-25
表 5.3.11	導水路の設計パラメータ	5-30
表 5.3.12	分散性土壌の参考資料	5-31
表 5.3.13	MC33 の設計パラメータ	5-33
表 5.3.14	Khpor Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区の整備内容	5-35
表 5.4.1	積算条件表	5-36
表 5.4.2	Tumnap Lok および Khpor Trobek 灌漑地区の概算事業費	5-36
表 5.4.3	現況および将来条件の作付体系（Khpor Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区）	5-37
表 5.4.4	現況および将来条件の収量（Khpor Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区）	5-37
表 5.4.5	単位面積あたりの洪水被害額（全国）	5-38
表 5.4.6	単位面積あたりの洪水被害額（Khpor Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区）	5-38
表 5.4.7	単位面積あたりの事業効果算定額（Khpor Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区）	5-38
表 6.1.1	Banteay Meanchey 州の月間平均降水量および最大/最小降水量	6-4
表 6.1.2	Spean Sraeng 地区の貯水池近傍で採取した土の物理試験結果	6-5
表 6.2.1	Banteay Meanchey 州の郡別農業基礎情報	6-11
表 6.2.2	Banteay Meanchey 州の稲作栽培面積、収量、年間作付率（2023 年）	6-11
表 6.2.3	Spean Sraeng 灌漑地区の洪水・干ばつ被害面積の割合	6-13
表 6.2.4	Spean Sraeng 灌漑地区での支援体制	6-14
表 6.2.5	農家の経済社会にかかる一般情報（Spean Sraeng 灌漑地区）	6-15
表 6.2.6	Spean Sraeng 灌漑地区の農業・農外所得	6-15
表 6.2.7	Spean Sraeng 灌漑地区の改修前・改修後の作付け強度と洪水干ばつ被害率	6-15
表 6.2.8	Spean Sraeng 灌漑地区の作付計画	6-15
表 6.2.9	Spean Sraeng 灌漑地区の計画単収	6-16
表 6.3.1	Spean Sraeng 灌漑地区の再現期間別の日最大降水量	6-19
表 6.3.2	Spean Sraeng 灌漑地区の洪水流量（IRS 法）	6-19
表 6.3.3	Spean Sraeng 灌漑地区の潜在洪水流量（Unit Hydrograph 法）	6-20
表 6.3.4	Sreng 川の月間平均河川流量（過去の調査結果）単位: m^3/s	6-22
表 6.3.5	Sreng 川の月間河川流量（Sraeng1 貯水池地点、流域面積: $3,226 \text{ km}^2$ ）単位: m^3/s	6-22
表 6.3.6	概算用水量（Spean Sraeng 灌漑地区：現況）	6-23
表 6.3.7	概算用水量（Spean Sraeng 灌漑地区：改修後）	6-23
表 6.3.8	現行の作付面積と計画作付面積（Spean Sraeng 灌漑地区）	6-24
表 6.3.9	Spean Sraeng 灌漑地区の整備内容	6-27
表 6.4.1	Spean Sraeng 灌漑地区の事業費	6-28
表 6.4.2	現況および将来条件の作付体系（Spean Sraeng 灌漑地区）	6-29
表 6.4.3	現況および将来条件の収量（Spean Sraeng 灌漑地区）	6-29
表 6.4.4	単位面積あたりの洪水被害額（Spean Sraeng 灌漑地区）	6-30

表 6.4.5	単位面積あたりの事業効果算定額（Spean Sraeng 灌漑地区）	6-30
表 7.1.1	Siem Reap 州の月間平均降水量および最大/最小降水量	7-4
表 7.1.2	Plaing 地区の幹線水路近傍で採取した土の物理試験結果	7-5
表 7.2.1	Siem Reap 州の郡別農業基礎情報	7-7
表 7.2.2	Siem Reap 州の 2023 年の稲作栽培面積、収量、年間作付率	7-8
表 7.2.3	Plaing 灌漑地区の洪水・干ばつ被害面積の割合	7-9
表 7.2.4	Plaing 灌漑地区での営農支援体制	7-10
表 7.2.5	農家の経済社会にかかる一般情報（Plaing 灌漑地区）	7-11
表 7.2.6	Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の農業・農外所得	7-11
表 7.2.7	Plaing 灌漑地区の改修前・改修後の作付け強度と洪水干ばつ被害率	7-11
表 7.2.8	Plaing 灌漑地区の作付計画	7-11
表 7.2.9	Plaing 灌漑地区の計画単収	7-12
表 7.3.1	Plaing 灌漑地区の再現期間別の日最大降水量	7-14
表 7.3.2	Plaing 灌漑地区の洪水流量（IRS 法）	7-15
表 7.3.3	Plaing 灌漑地区の潜在洪水流量（Unit Hydrograph 法）	7-16
表 7.3.4	Sreng 川の月間河川流量（Sraeng1 貯水池地点、流域面積: 3,226 km ² ）	7-17
表 7.3.5	概算用水量（Plaing 灌漑地区：現況）	7-18
表 7.3.6	概算用水量（Plaing 灌漑地区：改修後）	7-18
表 7.3.7	現行の作付面積と計画作付面積（Plaing 灌漑地区）	7-19
表 7.3.8	Plaing 灌漑地区の整備内容	7-22
表 7.4.1	Plaing 灌漑地区の事業費	7-22
表 7.4.2	現況および将来条件の作付体系（Plaing 灌漑地区）	7-23
表 7.4.3	現況および将来条件の収量（Plaing 灌漑地区）	7-23
表 7.4.4	単位面積あたりの洪水被害額（Plaing 灌漑地区）	7-24
表 7.4.5	単位面積あたりの事業効果算定額（Plaing 灌漑地区）	7-24
表 8.1.1	Kampong Speu 州の月間平均降水量および最大/最小降水量	8-4
表 8.1.2	Khpob Krous 灌漑地区の貯水池近傍で採取した土の物理試験結果	8-6
表 8.2.1	Kampong Speu 州の郡別農業基礎情報	8-8
表 8.2.2	Kampong Speu 州の稲作栽培面積と収量	8-8
表 8.2.3	Khpob Krous 灌漑地区の洪水・干ばつ被害面積の割合	8-10
表 8.2.4	Khpob Krous 灌漑地区での支援体制	8-11
表 8.2.5	農家の社会経済にかかる一般情報（Khpob Krous 灌漑地区）	8-12
表 8.2.6	Khpob Krous 灌漑地区の農業・農外所得	8-12
表 8.2.7	Khpob Krous 灌漑地区の改修前・改修後の作付け強度と洪水干ばつ被害率	8-12
表 8.2.8	Khpob Krous 灌漑地区の作付計画	8-12
表 8.2.9	Khpob Krous 灌漑地区の計画単収	8-13
表 8.3.1	Khpob Krous 灌漑地区の再現期間別の日最大降水量	8-15
表 8.3.2	Khpob Krous 灌漑地区および O Kbear 灌漑地区の洪水流量（IRS 法）	8-16
表 8.3.3	Khpob Krous 灌漑地区および O Kbear 灌漑地区の洪水流量（Unit Hydrograph 法）	8-17
表 8.3.4	2011 年時の準備調査との洪水流量算定結果の比較（Khpob Krous、O Kbear 灌漑地区）	8-17
表 8.3.5	超過確率 80% 条件下の月間河川流量（Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区）	8-18
表 8.3.6	貯水用量にかかる基本諸元（Khpob Krous 貯水池）	8-19
表 8.3.7	貯水用量にかかる基本諸元（O Kbear 貯水池）	8-19
表 8.3.8	概算用水量（Khpob Krous 灌漑地区：現況）	8-20
表 8.3.9	概算用水量（Khpob Krous 灌漑地区：改修後）	8-20
表 8.3.10	過去調査結果との作付面積の比較（Khpob Krous 灌漑地区）	8-21

表 8.3.11	MC35 の設計パラメータ（Khpob Krous 灌漑地区）	8-24
表 8.3.12	Khpob Krous 灌漑地区の整備内容	8-27
表 8.4.1	Khpob Krous 灌漑地区の事業費	8-28
表 8.4.2	現況および将来条件の作付体系（Khpob Krous 灌漑地区）	8-29
表 8.4.3	現況および将来条件の収量（Khpob Krous 灌漑地区）	8-29
表 8.4.4	単位面積あたりの洪水被害額（Khpob Krous 灌漑地区）	8-30
表 8.4.5	単位面積あたりの事業効果算定額（Khpob Krous 灌漑地区）	8-30
表 9.1.1	優先 4 地区における追加調査結果比較表	9-1
表 9.2.1	優先事業のコンポーネント（Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区）	9-3
表 9.2.2	事業実施スケジュール(案)（Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区）	9-4
表 9.2.3	優先事業のコンポーネント（Spean Sraeng 灌漑地区）	9-4
表 9.2.4	事業実施スケジュール(案)（Spean Sraeng 灌漑地区）	9-5
表 9.4.1	優先 4 地区の管理責任組織、主要諸元および農家水利組合の設立状況（2024 年時点） ..	9-8
表 9.5.1	優先事業地区における FWUC、FWUG、FWUG-tertiary と農家の想定数	9-13
表 9.6.1	優先事業地区における事業による貧困削減効果	9-14
表 9.8.1	優先事業地区の詳細設計、入札図書作成、入札支援、施工管理で必要とされる コンサルタント	9-19

図リスト

図 1.4.1	MOWRAM より提案されている優先案件位置図	1-2
図 1.5.1	MOWRAM の組織図（黒太字の部局が調査対象候補）	1-3
図 1.5.2	農林水産省の組織図（黒太字の部局が調査対象候補）	1-3
図 2.2.1	MOWRAM の組織図	2-6
図 2.2.2	農林水産省の組織図	2-7
図 2.2.3	環境省の組織図	2-8
図 2.2.4	環境影響評価局の組織図	2-8
図 2.2.5	農村開発省の組織図	2-9
図 2.3.1	コメの灌漑面積の推移（2004-2018）	2-10
図 2.3.2	灌漑率と年間作付面積の推移（2004-2018）	2-10
図 2.3.3	河川水位観測所の位置図（30 箇所）	2-13
図 2.3.4	自動観測所の河川水位記録プラットフォーム	2-14
図 2.3.5	メコン委員会の水位モニタリングサイト Near Real-time Hydrometeorological Monitoring	2-14
図 2.3.6	CISIS に登録されている全国の貯水池分布	2-15
図 2.3.7	洪水被害を受けた水田面積と収穫面積に対する被害面積の割合の推移	2-16
図 2.3.8	洪水被害を受けた水田面積（1996-2023 の合計値）	2-16
図 2.3.9	将来の月間降水量分布（基準年：1995-2014、将来条件：2080-2099）	2-16
図 2.4.1	コメの生産量と国内貧困率の推移	2-19
図 2.4.2	カンボジアの地理・社会的土地区分	2-20
図 2.4.3	生産量の多い一年生作物の生産量の推移	2-21
図 2.4.4	コメの生産量と輸出量の推移（2004-2023）	2-22
図 2.4.5	キャッサバの農業地域区分ごとの生産量（2021 年）	2-22
図 2.4.6	サトウキビの農業地域区分ごとの生産量（2021 年）	2-23
図 2.4.7	サトウキビの州ごとの生産量と主な製糖工場の位置（2019 年）	2-24
図 2.4.8	農業地域区分ごとの雨期の野菜の生産量（2021 年）	2-25
図 2.4.9	農業地域区分ごとの雨期と乾期の野菜の生産量	2-25
図 2.4.10	コメの作付面積および生産量の推移（1980-2023）	2-26
図 2.4.11	コメの単収の推移（1980-2023）	2-26
図 2.4.12	コメ（雨期作のみ）の作付面積および生産量の推移（1980-2023）	2-26
図 2.4.13	コメ（乾期作のみ）の作付面積および生産量の推移（1980-2023）	2-26
図 2.4.14	農業地域区分ごとのコメ生産量	2-27
図 2.4.15	乾期作のコメの作付面積、収穫面積および灌漑可能面積の推移（1980-2023）	2-28
図 2.4.16	雨期作のコメの作付面積、収穫面積および灌漑可能面積の推移（1980-2023）	2-28
図 2.4.17	全国のエンジンポンプの普及台数とコメ生産量	2-28
図 2.4.18	トンレサップ湖ゾーンと平野ゾーン地域のコメ栽培カレンダー	2-30
図 2.4.19	Battambang 州を中心とした粳・精米の流通経路	2-31
図 2.4.20	カンボジアの粳および白米の流通経路	2-32
図 2.4.21	カンボジアの粳及びコメの流通量	2-33
図 2.4.22	2014-2016 年を基準としたコメの国際価格の推移（2019-2023）	2-34
図 2.5.1	スラコウ川流域農業生産基盤復興開発計画調査における調査対象地	2-37
図 2.5.2	プレクトノット川流域農業総合開発計画調査における調査対象地	2-39
図 2.5.3	トンレサップ西部流域灌漑施設改修事業位置図	2-40
図 2.5.4	プノンペン南西部灌漑・排水施設改修改良事業位置図	2-41
図 2.5.5	流域水資源利用プロジェクト位置図	2-42

図 2.5.6	カンボジアにおける洪水被害地域（赤色）と鉄道路線（緑線）	2-43
図 2.6.1	AFD による支援対象地域	2-46
図 2.6.2	Stung Chinit Irrigation and Rural Infrastructure プロジェクトの実施位置図	2-47
図 2.6.3	WAT4CAM プロジェクト対象地区	2-48
図 2.6.4	Irrigated Agriculture Improvement プロジェクト対象州	2-49
図 2.6.5	統合水資源管理プロジェクト対象位置図	2-50
図 2.6.6	Rice-SDP プロジェクト対象位置図	2-51
図 2.6.7	UIWRM プロジェクト対象位置図	2-51
図 2.6.8	韓国の支援対象州位置図	2-52
図 3.1.1	灌漑開発優先度分布（2010 年時）	3-3
図 3.1.2	コメ作付面積の増減量分布（2014-2023）	3-3
図 3.2.1	優先灌漑地区選定フロー	3-3
図 3.2.2	ロングリスト案件選定のための灌漑ポテンシャル評価イメージ	3-5
図 3.3.1	全国の年間平均降水量分布	3-8
図 3.3.2	利用可能な水資源量分布	3-8
図 3.3.3	月間降水量の変動係数（2014-2023）	3-8
図 3.3.4	土壌の肥沃度分布（2014-2023）	3-9
図 3.3.5	州別の作付面積の変化（2014-2023）	3-9
図 3.3.6	乾期作の作付可能面積率（貯水容量の多寡）の分布	3-10
図 3.3.7	灌漑地区別の灌漑タイプ（取水方法）	3-11
図 3.3.8	主要道路から 10km 圏内のエリア	3-11
図 3.4.1	全国の灌漑ポテンシャル分布（スクリーニング前）	3-12
図 3.4.2	全国の灌漑ポテンシャル分布（スクリーニング後）	3-12
図 3.4.3	灌漑開発ポテンシャルマップ（灌漑開発の優先順位）	3-13
図 4.1.1	農業、サービス業、工業の雇用率とカンボジア国内コメ生産量	4-2
図 4.1.2	農家の所有する農地面積（左）と世帯当たりにおける農業収入の占める割合（右）	4-2
図 4.1.3	灌漑・水資源および農業セクターの短期、中期および長期の重点開発項目	4-7
図 4.1.4	過去の JICA 支援と中長期的な支援の方向性	4-8
図 4.2.1	灌漑開発ポテンシャル評価によるロングリスト対象地区位置図（11 地区）	4-10
図 4.4.1	Khpob Trobek & Tumnup Lok 灌漑地区位置図	4-23
図 4.4.2	Spean Sraeng 灌漑地区と Plaing 灌漑地区の位置図	4-24
図 4.4.3	Khpob Krous 灌漑地区位置図	4-25
図 5.1.1	Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区位置図（広域）	5-1
図 5.1.2	Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区位置図	5-2
図 5.1.3	Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区標高分布	5-2
図 5.1.4	土地利用の経年変化（Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区）	5-3
図 5.1.5	主要土地利用区分の経年変化 （左：Khpob Trobek 灌漑地区、右：Tumnup Lok 灌漑地区）	5-3
図 5.1.6	Takeo 州の月間降水量分布	5-4
図 5.1.7	Takeo 州の月間平均、最大、最低気温分布	5-4
図 5.1.8	Tumnup Lok 灌漑地区 Slakou 川に設置された洪水吐付近の状況	5-5
図 5.1.9	Tumnup Lok 灌漑地区 貯水池に直結する既存の水門の状況	5-5
図 5.1.10	Khpob Trobek 灌漑地区の貯水池洪水吐附属ゲートの操作状況	5-6
図 5.1.11	Khpob Trobek 灌漑地区の貯水池洪水吐附属ゲートの巻き上げ機の現状	5-6
図 5.1.12	Khpob Trobek 灌漑地区の貯水池堤防における過去の改修履歴	5-6
図 5.1.13	Takeo 州の 18-60 歳人口の就業割合	5-7

図 5.1.14	Khprob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区周辺の貧困率	5-8
図 5.1.15	Khprob Trobek 灌漑地区（写真左は Canal 3U、写真右は Main Canal 沿いの状況）	5-9
図 5.2.1	Khprob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の作付体系	5-12
図 5.2.2	2012 年準備調査時の現況作付体系（Khprob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区）	5-13
図 5.2.3	洪水・干ばつの影響を受ける頻度（Khprob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区）	5-13
図 5.2.4	Khprob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区のコメ VC	5-14
図 5.3.1	Khprob Trobek 貯水池および Tumnup Lok 貯水池の流域図	5-19
図 5.3.2	Khprob Trobek 流域および Tumnup Lok 流域の月間降水量分布	5-19
図 5.3.3	Khprob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の水収支計算で採用した標準降水量分布 （超過確率 80%）	5-22
図 5.3.4	Khprob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区水収支計算結果（左：現況、右：改修後） ..	5-25
図 5.3.5	Tumnup Lok 貯水池の改修計画案	5-26
図 5.3.6	NaSDeP 報告書の頭首工幅	5-27
図 5.3.7	Khprob Trobek 貯水池の改修計画案 (1/2)	5-28
図 5.3.8	Khprob Trobek 貯水池の改修計画案 (2/2)	5-29
図 5.3.9	導水路の路線変更案	5-29
図 5.3.10	導水路の定型断面	5-30
図 5.3.11	Tumnup Lok 灌漑地区の改修計画図	5-31
図 5.3.12	Khprob Trobek 灌漑地区の改修計画図	5-32
図 5.3.13	MC33 の現況	5-32
図 5.3.14	MC33 の定型断面	5-33
図 5.3.15	導水路、支線水路および排水路の改修計画案	5-34
図 6.1.1	Spean Sraeng 灌漑地区位置図（広域）	6-1
図 6.1.2	Spean Sraeng 灌漑地区位置図	6-2
図 6.1.3	Spean Sraeng 灌漑地区標高分布	6-2
図 6.1.4	土地利用の経年変化（Spean Sraeng 灌漑地区）	6-3
図 6.1.5	主要土地利用区分の経年変化（Spean Sraeng 灌漑地区）	6-3
図 6.1.6	Banteay Meanchey 州の月間降水量分布	6-4
図 6.1.7	Takeo 州の月間平均、最大、最低気温分布	6-4
図 6.1.8	Spean Sraeng 地区貯水池の主要水利施設（1）	6-5
図 6.1.9	Spean Sraeng 地区貯水池の主要水利施設（2）	6-5
図 6.1.10	Banteay Meanchey 州および Siem Reap 州の就業別人口	6-6
図 6.1.11	Spean Sraeng 灌漑地区周辺の貧困率	6-6
図 6.1.12	Spean Sraeng 灌漑地区と周辺状況	6-8
図 6.1.13	San Sraeng 灌漑地区と IBA、生物圏保護区、ラムサールサイトの位置関係	6-9
図 6.2.1	Spean Sraeng 灌漑地区の作付体系	6-12
図 6.2.2	洪水・干ばつの影響を受ける頻度（Spean Sraeng 灌漑地区）	6-13
図 6.2.3	Spean Sraeng 灌漑地区のコメ VC	6-13
図 6.3.1	Spean Sraeng 流域図	6-17
図 6.3.2	Spean Sraeng 流域の標高分布	6-18
図 6.3.3	Spean Sraeng 流域の月間降水量分布	6-18
図 6.3.4	Sreng 川の水位記録（Kralanh Station）	6-21
図 6.3.5	Spean Sraeng 灌漑地区の標準降水量分布（超過確率 80%）	6-21
図 6.3.6	Spean Sraeng 灌漑地区水収支計算結果（左：現況、右：改修後）	6-24
図 6.3.7	Spean Sraeng 灌漑地区の改修計画案	6-25
図 6.3.8	Khmeng Ancient Bridge 周辺の改修計画案	6-25

図 6.3.9	幹線用水路の改修計画案（Spean Sraeng 灌漑地区）	6-26
図 6.3.10	幹線用水路関連の改修計画案（Spean Sraeng 灌漑地区）	6-27
図 7.1.1	Plaing 灌漑地区位置図（広域）	7-1
図 7.1.2	Plaing 灌漑地区位置図	7-2
図 7.1.3	Plaing 灌漑地区標高分布	7-2
図 7.1.4	土地利用の経年変化（Plaing 灌漑地区）	7-3
図 7.1.5	主要土地利用区分の経年変化（Plaing 灌漑地区）	7-3
図 7.1.6	Siem Reap 州の月間降水量分布	7-4
図 7.1.7	Siem Reap 州の月間平均、最大、最低気温の推移	7-4
図 7.1.8	Plaing 地区貯水池の主要水利施設（取水口）	7-5
図 7.1.9	Plaing 灌漑地区と貯水池建設予定地	7-6
図 7.1.10	Plaing 灌漑地区、IBA、生物圏保護区、ラムサールサイトの位置関係	7-6
図 7.2.1	Plaing 灌漑地区の作付体系	7-8
図 7.2.2	洪水・干ばつの影響を受ける頻度（Plaing 灌漑地区）	7-9
図 7.2.3	Plaing 灌漑地区のコメ VC	7-10
図 7.3.1	Plaing 灌漑地区流域図	7-13
図 7.3.2	Plaing 流域の標高分布	7-13
図 7.3.3	Plaing 流域の月間降水量分布	7-14
図 7.3.4	Plaing 灌漑地区の水収支計算で採用した標準降水量分布（超過確率 80%）	7-17
図 7.3.5	Plaing 灌漑地区水収支計算結果（改修後）	7-19
図 7.3.6	Plaing 貯水池の新規計画案	7-20
図 7.3.7	Plaing 灌漑地区の改修計画案	7-20
図 7.3.8	Plaing 灌漑地区の幹線用水路の定型断面	7-21
図 7.3.9	Plaing 幹線用水路関連の改修計画案	7-21
図 8.1.1	Khpob Krous 灌漑地区位置図（広域）	8-1
図 8.1.2	Khpob Krous 灌漑地区位置図	8-2
図 8.1.3	Khpob Krous 灌漑地区標高分布	8-2
図 8.1.4	土地利用の経年変化（Khpob Krous 灌漑地区）	8-3
図 8.1.5	主要土地利用区分の経年変化（Khpob Krous 灌漑地区）	8-3
図 8.1.6	Kampong Speu 州の月間降水量分布	8-4
図 8.1.7	Kampong Speu 州の月間平均、最大、最低気温の推移	8-4
図 8.1.8	Khpob Krous 貯水池の主要水利施設	8-5
図 8.1.9	Khpob Krous 地区における幹線水路の浸食状況	8-5
図 8.1.10	Kampong Speu 州の 18-60 歳人口の就業割合	8-6
図 8.2.1	Khpob Krous 灌漑地区の作付体系	8-9
図 8.2.2	2012 年準備調査時の現況作付体系（Khpob Krous 灌漑地区）	8-10
図 8.2.3	洪水・干ばつの影響を受ける頻度（Khpob Krous 灌漑地区）	8-10
図 8.2.4	Khpob Krous 灌漑地区のコメ VC	8-11
図 8.3.1	Khpob Krous 貯水池および O Kbear 貯水池の流域図	8-14
図 8.3.2	Khpob Krous 流域および O Kbear 流域の月間降水量分布	8-15
図 8.3.3	Khpob Krous 灌漑地区の水収支計算で採用した標準降水量分布（超過確率 80%）	8-18
図 8.3.4	Khpob Krous 貯水池水収支計算結果（左：現況、右：改修後）	8-21
図 8.3.5	O Kbear 貯水池水収支計算結果（左：現況、右：改修後）	8-21
図 8.3.6	Khpob Krous 貯水池の改修計画案	8-22
図 8.3.7	洪水吐の改修計画案（Khpob Krous 灌漑地区）	8-23
図 8.3.8	堤体の改修計画案（Khpob Krous 灌漑地区）	8-23

図 8.3.9	MC35 の定型断面（Khpob Krous 灌漑地区）	8-24
図 8.3.10	Khpob Krous 灌漑地区の改修計画	8-25
図 8.3.11	MC35 の改修計画 (1/2)	8-25
図 8.3.12	MC35 の改修計画 (2/2)	8-26
図 8.3.13	MC35 関連の改修計画案	8-27
図 9.4.1	優先事業地区の運用、操作・維持管理体制への提案	9-9
図 9.5.1	FWUG（支線水路レベル）の組織構造	9-11
図 9.5.2	FWUG-tertiary の組織構造	9-12
図 9.5.3	FWUC（システムレベル）の組織構造	9-13
図 9.7.1	JICA 環境社会配慮ガイドラインと LAR-SOP の手続きの違い	9-17

第1章 調査の背景と枠組み

1.1 調査の背景

カンボジア王国（カンボジア）における農業は GDP の 22.8%、労働人口の 35%を占めており（世界銀行、2022 年）、特に地方部では重要な産業である。カンボジア政府は「第 4 次四辺形戦略」（2018～2023 年）および「国家戦略開発計画」（2019 年～2023 年）において、農業・農村開発の振興を重要課題の一つとして掲げている。

カンボジア政府は 2021 年までに年間の精米輸出量 100 万トン为目标に掲げた（Khmer Times、2023 年）が、2021 年時点で 69 万トンと目標を下回っている。そのため、質の高い灌漑施設の改修・建設で二期作を拡大するなど、農業生産性・効率性の向上が必要となっている。さらに、近年では気候変動の影響を受け、乾期の渇水や雨期の浸水被害が深刻化している。このため、灌漑設備は利水のみならず、洪水防御としての役割も期待されている。

このような状況の下、カンボジア水資源気象省（Ministry of Water Resources and Meteorology : MOWRAM）は「水資源・灌漑セクター戦略開発計画 2019-2023 : Strategic Development Plan on Water Resources and Meteorology in 5 years 2019-2023」を策定し、老朽化により十分に機能していない灌漑施設の改修や新規建設を行ってきた。また、「農業セクター戦略開発計画」（2019～2023 年）では、農業生産に直結した灌漑システムの開発に重点を置いている。

上記背景を踏まえ、本調査は将来的な有償資金協力による灌漑整備案件の形成を行うことを念頭に、カンボジアの灌漑セクターにおける現状・課題を把握し、中・長期的な開発シナリオの検討を行い、支援対象地域の優先度の特定や案件形成における留意点を整理することを目的に、情報を収集・分析するものである。

1.2 調査の名称

本事業の名称は、下記のとおりである。

和名 : カンボジア国灌漑・洪水防御に係る情報収集・確認調査

英名 : Data Collection Survey on Irrigation and Flood Protection

1.3 調査の目的

本件業務の目的は、カンボジアの灌漑セクターにおける開発ニーズを整理し、将来的な円借款候補案件の特定を行うことである。この目的達成のために、カンボジア灌漑セクターの現状・課題を把握するとともに、カンボジア政府および他ドナーによる事業の進捗状況や動向の確認など、同国の灌漑開発に関する基礎的な情報の収集と確認を行う。

1.4 調査対象地域

MOWRAM からは、Kampong Speu 州、Takeo 州、Banteay Meanchey 州、Prey Veng 州、Svay Rieng 州などの州における以下の灌漑整備事業が提案されている（次図参照）。本調査においては、これら提案されている事業に優先度を置きつつも、他の事業との比較優位を含めて検討するため、他の大規模、中規模灌漑地区やまた新規開発地区につき既に計画が立案されているものはこれらを含めて調査の対象とする。

表 1.4.1 MOWRAM より提案されている優先案件

No.	Name of Projects	Province	Remarks
1	Kpob Trobek and Tumnub Lok Dams	Takeo	Irrigation
2	Bati	Takeo	Irrigation
3	Khpob Krous Reservoir	Kampong Speu	Irrigation
4	Beoung Sne	Prey Veng	Irrigation
5	Spean Sraeng	Siem Reap and Banteay Meanchey	Irrigation
6	Chantrea	Svay Rieng	Irrigation
7	Vaico	Svay Rieng	Irrigation
8	Krosaing	Svay Rieng	Irrigation
9	Samseb Kanha Dam	Kampong Thom	Irrigation
10	Achang II	Kampong Chhnang	Water Storage
11	Plaing	Siem Reap	Irrigation

出典：MOWRAM (2024)

LOCATIONS OF THE 11 PRIORITIZED PROJECTS

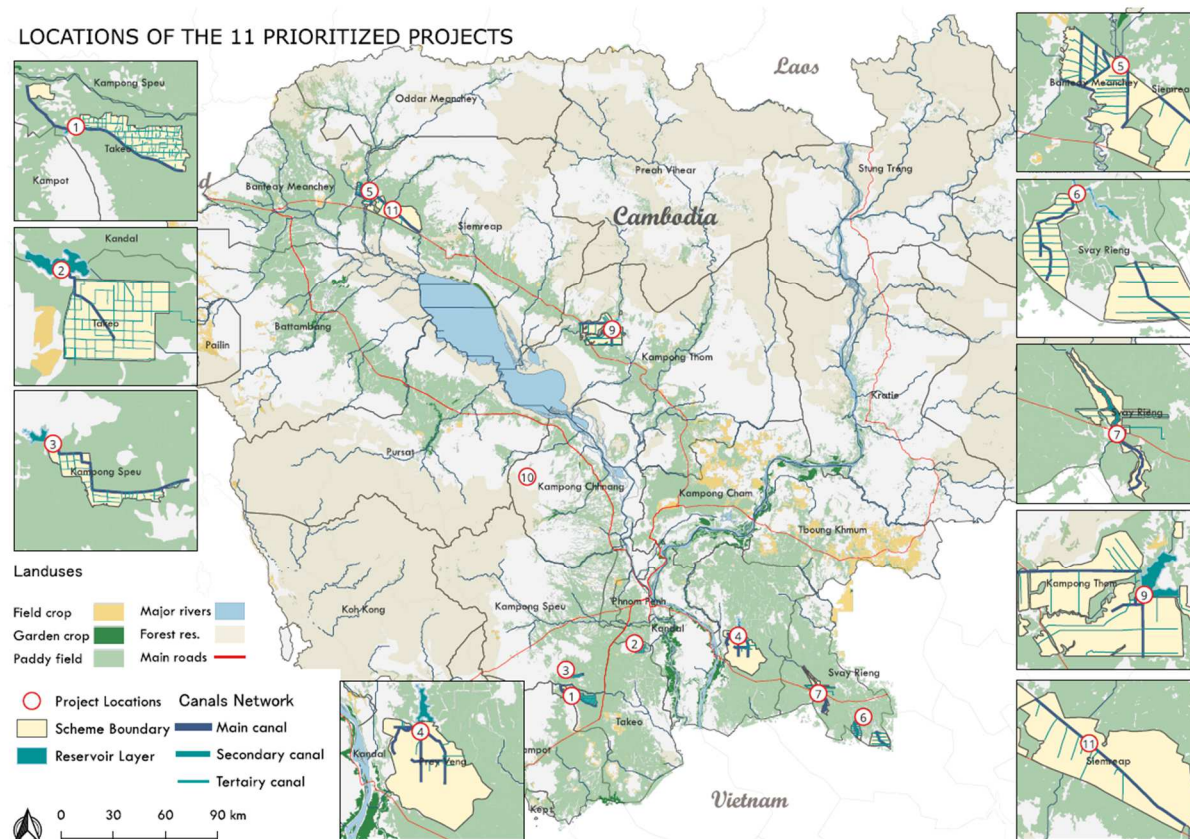


図 1.4.1 MOWRAM より提案されている優先案件位置図

出典：JICA 調査団 (2024)

1.5 カウンターパート機関および関係機関

本調査におけるカウンターパート機関は、カンボジア水資源気象省（MOWRAM）である。MOWRAM は、大きく総務総局（General Department for Administration Affairs）と技術総局（General Department for Technical Affairs）に分かれている。

総務総局には ODA 調査等の窓口機関となる Planning and International Cooperation Department の他、並行して進められている JICA の標準設計基準策定に係る技術協力プロジェクト「灌漑排水国標準設計基準策定プロジェクト」の CP が多く所属する Technical Service Center for Irrigation and Meteorology (TSC) がある。これらに加え、技術総局には下図の黒太字で示した各種関連部があ

り、また各州に存在する州水資源気象局（PDWRAM）も情報収集の対象となる。

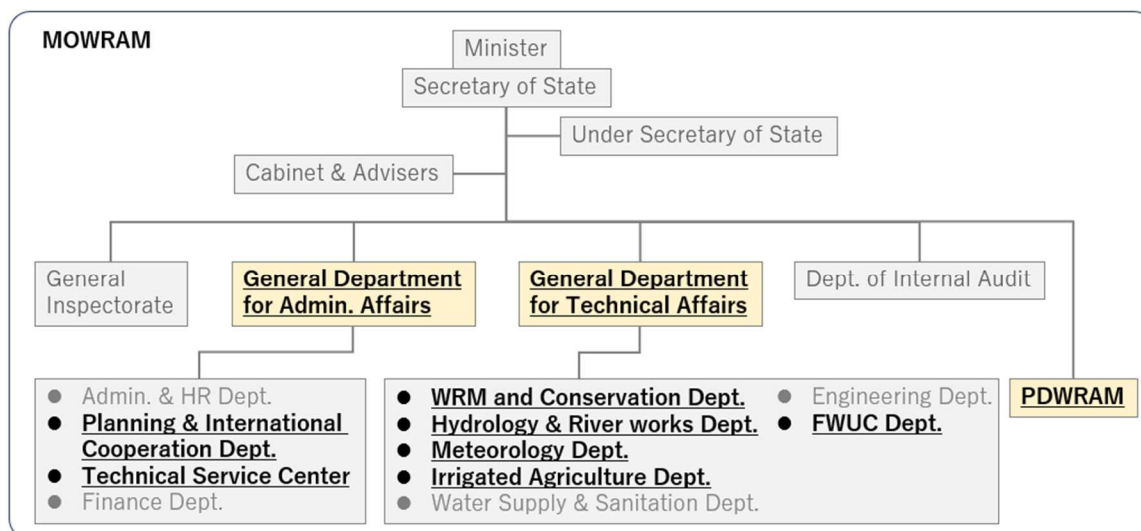


図 1.5.1 MOWRAM の組織図（黒太字の部局が調査対象候補）

出典：Water Environment Partnership in Asia

関係官庁・機関としては、農業普及に関係する農林水産省（Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries : MAFF）や農村部の貧困世帯に対する対策や農村道路に関係する農村開発省（Ministry of Rural Development : MRD）、環境配慮に関連する環境省（Ministry of Environment : MOE）、そして経済財務省（Ministry of Economy and Finance : MEF）、国家防災委員会（National Committee for Disaster Management: NCDM）やカンボジア国家メコン川委員会（Cambodia National Mekong Committee: CNMC）などが想定される。

上記のうち、本調査に最も関連性の大きな MAFF の組織図を次図に示す。聞取り対象候補の部局を上図同様に黒太字にて示す。また、その他機関として、灌漑開発および水資源開発分野で支援を行っている Agence Française de Développement（AFD）、Asia Development Bank（ADB）、世銀などの開発パートナーが想定される。

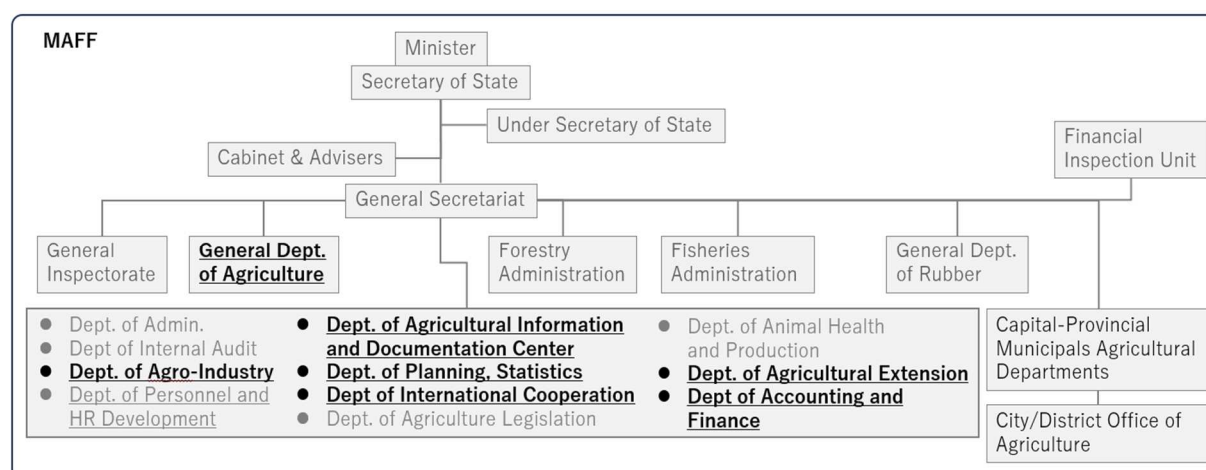


図 1.5.2 農林水産省の組織図（黒太字の部局が調査対象候補）

出典：小規模農家のためのフードバリューチェーン構築にかかる情報収集・確認調査（JICA 2023）

第2章 カンボジア国農業・灌漑セクター開発の現状と課題

2.1 カンボジア国上位計画、農業・灌漑セクターにかかる現状と課題

カンボジア国では各セクターと地域全体を対象とした包括的な開発戦略が策定されており、その名称は第一次五辺形戦略である。これ以外の各分野における開発計画および開発戦略についてはこの計画に基づき、策定されている。

2.1.1 第一次五辺形戦略（Pentagonal Strategy Phase I）

第一次五辺形戦略では、「ガバナンスの改革・強化」を中核戦略として、以下の5つの戦略目標を定めている。

1. 年平均7%の経済成長の実現
2. 国民（特に若年層）の雇用の朝敵・質的拡大
3. 10%以下の貧困率の達成とさらなる低減
4. 公的機関の能力及びガバナンスの強化／ビジネス・投資・貿易環境の整備
5. 持続可能な社会経済の発展及び気候変動に対する強靱性の構築

これら5つの戦略目標の下で、5つの重点目標が設置され、各重点目標の下には実施すべき5つの重点項目が計画されている。重点目標と重点項目をまとめて以下の表に示す。

表 2.1.1 第一次五辺形戦略に示された重点目標と重点項目

重点目標	重点項目
重点目標 1 人的資源開発	1) 教育、スポーツ、科学、技術の質の向上 2) 技術研修 3) 人々の健康と福祉の改善 4) 社会的保護制度と食糧制度の強化 5) 道徳性、公平性、包摂性を備えた高度文明社会の市民権の質の強化
重点項目 2 経済多様化及び競争力強化	1) 主要セクターの発展と新たな経済成長機軸の探求 2) 輸送、物流、エネルギー、水道、デジタル分野における連結性と効率性の強化 3) ビジネス及び投資に対する環境改善 4) 工業団地、農工業団地、国内自由貿易区を含む特別経済特区（SEZ）の効率性強化と魅力増進 5) 投資支援に関連した資金調達メカニズムと金融商品の刷新
重点項目 3 民間セクター開発と雇用促進	1) 労働市場の発展 2) 中小・零細企業、スタートアップ、起業等の促進とインフォーマル経済の発展 3) 官民連携の強化 4) 競争の促進 5) 銀行システムと非銀行金融セクターの強化
重点項目 4 強靱かつ持続可能な開発	1) 人口ボーナスの最適化、人口動態の回復力強化、男女平等の推進 2) 天然資源、文化遺産、観光の持続可能な管理 3) 農業・農村開発の推進 4) 都市管理の強化と近代化 5) 環境の持続可能性と気候変動への対応の確保、およびグリーン経済の促進
重点項目 5 デジタル経済・社会の発展	1) デジタル政府とデジタル市民の構築 2) デジタル経済、デジタルビジネス、電子商取引、デジタルイノベーションシステムの発展 3) デジタルインフラの構築と発展 4) デジタルシステムの信頼性構築 5) 金融テクノロジーの発展

出典：Pentagonal Strategy Phase I, Royal Government of Cambodia

灌漑および農村インフラ整備については、主に重点項目 4 において以下のとおり重点項目が定められている。

表 2.1.2 第一次五辺形戦略に示された農村インフラの重点項目と強調項目

重点目標	重点項目及び強調項目
重点項目 4 強靱かつ持続可能な開発	3) 農業・農村開発の推進 3-3: 農業と農村開発における水の安全確保を目指した灌漑投資の合理化とその強化 3-8: “物理的インフラと農村道路の開発を通じ、農村開発戦略の実施を継続し、特に農場や国道と接続された農村道路の建設を含め、農村インフラの質を向上させ、地域を一体化された農村地域への変貌を促す。農村社会の生活条件を改善し、農村経済の多様化と農村社会の発展を促進し、特に多面的な発展の推進として「一村一品運動」、「モデル村運動」等の継続的な促進を図る。

出典：Pentagonal Strategy Phase I, Royal Government of Cambodia (2023)

このように、灌漑及び農村インフラの整備は、国家開発計画の優先分野として第一次五辺形戦略に明記されている。このため、関連各省庁は、これを計画し、実施していく必要がある。

2.1.2 国家水資源管理と持続可能な灌漑に向けたロードマップ及び投資プログラム 2019-2033 (National Water Resources Management and Sustainable Irrigation Road Map and Investment Program 2019-2033)

この政策は、2019 年から 2033 年までの水資源管理と持続可能な灌漑に関連した課題についての取組指針であり、水不足、洪水、インフラ不足、および不十分な水管理について言及されている。この政策は戦略的な項目に加え、各戦略についてカンボジアのより広範な経済目標や国際協力の取組と結びつけ、水資源管理と灌漑に係る活動を近代化するための政策、及び実施に向けたフレームワークを提示している。主な目標として、水に関連した安全保障の向上、灌漑計画の近代化、および意思決定を支援するために必要となる水資源データと分析のその精度の向上を含んでいる。

ロードマップにおいて示されたビジョンでは、カンボジアの水資源における持続可能な管理と開発を通じて経済成長を促進し、社会的利益と生態系機能を確保するために水資源を保全することを重要視している。ロードマップでは以下に示す五つの主要な目標が指定されている。

1. 国全体の全ての水利用者の水資源利用状況と水需要に関する知識の向上、
2. 競合者間での水利用権益の調整を支援し、社会的および環境的ニーズのための水を保護するための管理体制の強化、
3. 洪水による経済的、社会的、環境的影響を軽減するための農村組織の回復力強化、
4. 科学的な情報によって裏付けられた水資源管理における意思決定プロセスの構築、
5. 利益性の高い農業に資することができる灌漑事業での効率性と有効性の改善

ロードマップでは、過去に実施された投資が主に主要灌漑施設の復旧と新規建設に焦点を当てた一方で、末端水路網の整備を怠っていることについて焦点を当てている。これは、これまで実施されてきた事業の多くが、農家の要望を十分に認識・理解し、計画設計に彼らの要望を組み込むことに不十分であったことを示すものと指摘している。さらに、ロードマップでは、持続可能な水資源管理、灌漑計画の完成、自立型運営管理（O&M）体制の確立、および利益に直結する灌漑農業の促進を包括する全体系的なアプローチの必要性を指摘している。

重要なポイントとして、以下に上げる項目が含まれる。

1. 灌漑計画における O&M 体制設立を支援するために、政府のより積極的な関与の必要性
2. 持続可能な水管理、末端までを含む灌漑計画、自立型 O&M、および収益性の高い灌漑農業の原則を包括した全体的なアプローチの必要性

加えてロードマップでは、水資源および灌漑セクターの近代化を導く枠組みとしての原則を示し、インフラの復旧だけでなく、灌漑農業の持続可能性と収益性も確保できるような変革を目指している。これらにより、ロードマップはカンボジアの灌漑システムの効率性を改善し、それらが全体として完全に機能し、国家の農業ニーズを持続可能に支えることができるようにするという戦略的な目標を示している。

水資源および灌漑セクターの近代化のための枠組みの開発に向けた主要なポイントは、以下に示す通りである。

1. 持続可能な水資源管理、
2. 健全に機能する灌漑地区、
3. 自立型運用保守、および
4. 利益をもたらす灌漑農業

また、ロードマップでは事業費の算定ツールとして「Excel-based Irrigation Investment Analysis Tool (IIAT)」を紹介している。IIAT では、投資リスクの大きさに応じて事業単価を設定し、全国で 2500 近くある灌漑地区の改修費用を概算している。具体的には、投資リスクは水供給の安全性 (Security of water supply)、灌漑施設の状態 (Condition of irrigation scheme)、灌漑地区の規模 (Size of irrigation scheme)、灌漑タイプ (水供給手法) (Water delivery infrastructure) の 4 つの観点があり、MOWRAM が灌漑地区の改修計画を立てる際に活用することを念頭においた作りとなっており、より確実に事業が進められる条件ほど投資リスクを低く区分している。

表 2.1.3 灌漑事業の改修費用レベル設定のための条件一覧表

Prioritization Criteria	Investment Risk Level		
	Lower	Medium	Higher
1. Security of water supply	Mekong Delta	3S, Upper Mekong	Tonle Sap, Coastal
2. Condition Level of irrigation scheme based on the CISIS	> 80% (Daily maintenance is enough)	> 60%, =< 80% (Periodic maintenance is required)	=< 60% (Rehabilitation is required)
3. Size of irrigation scheme	Medium	Small	Large
4. Water delivery infrastructure	Pump	-	Gravity

*注：3S は Mekong の支流である Sesan 川, Srepok 川, Sekong 川を指す。

出典：National Water Resources Management and Sustainable Irrigation Road Map and Investment Program 2019-2033 を一部加筆修正

上述したロードマップで指摘された項目に基づき、灌漑事業における改修事業は次の点に焦点を当てて実施されるべきである。1) 水利用者によって容易に操作できる運用システムの採用、2) システムが政府機関と農家グループの双方にとってユーザーフレンドリーである全体系的アプローチの推進である。

2.1.3 アグロインダストリー戦略的開発計画 2019-2030

(Strategic Development Plan for Cambodian Agro-Industries 2019-2030)

この開発計画は、カンボジアのアグロインダストリーセクターを近代化し、多様化・革新する

ことを目指した包括的な枠組みについて示している。2030 年までに競争力のあり、包括的で、回復力がある持続可能なセクターを実現させることを目指しており、3 つの戦略段階を通じて目標の達成を目指している。第一段階として改善と近代化（2019-2022 年）、第二段階として多様化と変革（2023-2026 年）、最終段階として再発明と革新（2027-2030 年）である。計画では、市場の需要に応じた農産物生産の促進、質の高い農村雇用促進、および様々な段階での能力構築を目指している。この計画には、総額 3793 万ドルの予算が 12 年間で割り当てられ、セクターの競争力の向上とカンボジアの長期的な経済目標達成への貢献を目指した 50 のプロジェクトに対して資金が提供される計画である。

開発計画の中で米生産に関連した項目については、以下に示す五つの課題を指摘している。

1. 精米分野： 精米企業が直面している課題を指摘しており、それには堅固なサプライチェーン管理システムを確立できないことや、資金調達の困難さが含まれる。これらの課題にもかかわらず、カンボジアで生産される香り米は何度も世界最優秀賞を受賞しており、2018 年まで付加価値のあるコメブランドが欠如していたにもかかわらず、カンボジアにおけるこれらの米製品の品質の高さを示すこととなった。
2. 米セクターへの投資： 米セクターに対する研究と普及に向けた投資が少なく、米作の生産性が伸び悩みを見せている。このことは、コメの生産性を向上させるために必要な革新的技術の利用において負の影響を与えている。農業資材、灌漑、農家の信用アクセス、基盤整備などへの投資の増加、および協同組合と契約栽培に関する新しい法整備の実施が進められているにもかかわらず、圃場レベルでのコメ生産性及びコメ栽培農家の収入は低い状態が継続している。
3. コメ生産と輸出に関する政策： カンボジア王国政府（RGC）は、2010 年に稲の生産促進と精米輸出の政策を採用した。しかし、この政策には、民間部門および農家との協議が不十分であり、セクターの持続可能性に対する明確なビジョンが欠如し、独立した定期的なモニタリングシステムが整っていないなどの限界があった。これらの問題にもかかわらず、この政策はカンボジアの物流の改善につながり、精米セクターおよび大規模な農業産業の発展を促進したが、2015 年までに精米 100 万トンの輸出目標は達成できなかった。
4. アグロインダストリー発展の可能性： コメは、カンボジアの特定地域におけるアグロインダストリーの発展に寄与する農業商品の一つとなっており、同様の農業製品にはキャッサバ、カシューナッツ、ゴム、コショウ等がある。
5. 輸出戦略と製品開発： カンボジア政府及び工業開発政策に示された目標を達成するための輸出戦略としては、香り米、有機香り米、および他の農業物から加工された製品を含むニッチで可能性のある製品に焦点を当てている。

灌漑については、カンボジアの農業が主に雨水に依存しており、限られた灌漑システムしか利用できないこと、またそれらの施設が主に稲作のためであることが指摘されている。ロンガン、マンゴー、キャッサバ、またはトウモロコシなどのいくつかのプランテーションや畑作物も非常に限られた範囲で地下水灌漑を利用していると示している。さらに、生活用水と灌漑の両方の目的のために水利用を可能にするために、多目的用水計画にも言及しており、これには水力発電計画も含まれる。水源の多目的利用については、現在その実例が限られているものの、カンボジアの農業目的の灌漑インフラについて、水管理の状況を改善しようとする努力が示されている。

上記に言及されているとおり、灌漑インフラの開発、維持管理は特にカンボジアの重要な輸出品であるコメ生産にとって非常に重要なものである。コメや他の工業作物の生産と投資を促進するために、国内で依然として低い状態にある灌漑インフラの改修ニーズを満たすための努力が必要となっている。

2.1.4 国家農業開発政策 2022-2030

(National Agricultural Development Policy 2022-2030)

この開発計画は、2030年までの次の8年間でカンボジアの農業セクターを強化するための戦略的イニシアチブと目標を示している。この開発計画では、農業産業の生産性、持続可能性、競争力を高めることを目指しており、イノベーションの実践、技術の採用、市場拡大に焦点を当てている。また、気候変動、資源管理、および研究開発部門への投資増加の必要性などの課題も取り扱っている。農村における生活改善と食料安全保障の確保に関する努力は開発計画における中心的なテーマであり、農業セクターが国の経済成長と貧困削減において果たす重要な役割を反映していると結論付けている。

開発計画の目標としては、2030年までにカンボジアの農業セクターをより生産的で持続可能、かつ競争力のあるものに変革することを目指している。農業生産性の向上、多様化の促進、農作物及び農産加工品の市場アクセスの改善、および食料安全保障の確保が中心課題である。この開発計画は、最新技術の活用、灌漑システムの強化、農家のスキル及び知識の向上を目指している。さらに、持続可能な環境と気候変動への耐性の重要性を指摘している。これらの戦略的介入を通じて、開発計画は農村開発、貧困削減、経済成長に貢献し、より広い国家開発目標および国際的なコミットメントに沿うことを目標としている。

上記のように、開発計画では灌漑システムの強化が強調されているが、コメの生産には他の作物よりも多くの水が必要であり、その需要は水田準備期間の1ヶ月に集中している。したがって、水需要を満たすためには、体系的な灌漑供給システムが不可欠である。灌漑システムだけでなく、短期間内に大量の水需要を満たすために、灌漑水の運用システムも改善される必要がある。そのため、灌漑施設の改修計画は農業開発に向けた重要な活動となっている。

2.2 灌漑開発、農業開発、環境等に関する組織

2.2.1 水資源気象省 (MOWRAM)

カンボジアにおいて灌漑開発に関する組織は、MOWRAM である。MOWRAM は 1999 年 6 月 23 日に発出された布告 NS/RKM/0699108 に基づき設立された組織であり、以下のとおりである。MOWRAM はリム・キーン・ホー大臣が率い、7名の国務長官 (Secretary of State) と 7名の国務次官 (Under Secretary of State) が補佐を務め、10の部門と1つの技術センターで構成されている。中央に総務関連組織、及び技術関連組織を設けて組織全体の活動に対する対応をしている一方、全国 24 州に出先機関を設けて地方での灌漑を始めとした水資源関連事業の対応をしているほか、気象観測を実施している。同省で働く 1400 人のうち、662 人がプノンペンでの勤務である。

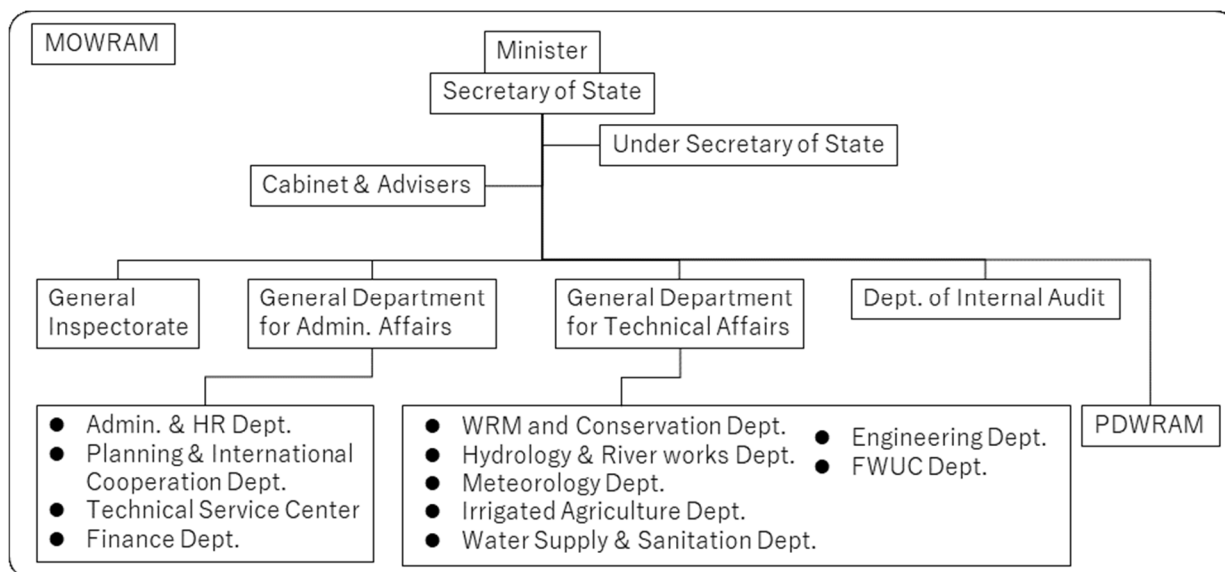


図 2.2.1 MOWRAM の組織図

出典：Water Environment Partnership in Asia のホームページより作成

この省は、主に以下の課題に対応するために設立された。

- 地域開発、及び国内外での水資源活用およびその持続可能性に関する政治的および戦略的方針に関する政府の立場の確立
- 地下および地表における水資源のポテンシャルに関する科学研究を行い、関連する項目に関する科学的知識の確立
- 水資源の消費に関して国家の開発、産業のニーズを満たすと共に、都市および農村の人々の生活を保護するために、短期、中期、長期の方針とロードマップの設定
- 水を消費する全ての活動を監視・制御し、リスクの軽減
- 水の使用および管理手続きに関連する法律および規制を準備、起草
- 国内外の水利用に関する気象、水文関連文献を収集して技術データを蓄積し、科学研究への予算配分に資する
- 産業、NGO、民間社会、人口に水資源の開発と利用に関する認識を高め、技術的な助言の提供
- 水の使用および処理に関する革新的な技術の広報及び普及
- メコン川流域の水資源および気象の両面を考慮して、その管理に参加、協力

2.2.2 農林水産省

農林水産省は、1998年に設立された農業、林業、漁業など、カンボジアの主要一次産業に関連した政策を扱う機関である。組織図は以下のとおり示される。同省は、ディス・ティナ大臣に率いられ、総局の下での主要11部門で構成されている。中央総局の下に、総務関連組織のほかに農業、作物・土壌改良、農産加工、漁業、林業、農業機械、農業普及などの地域の一次産業に関連した部門が設けられている。全国24州に出先機関を設けて、地方における農業、林業、漁業に関する地域支援を実施している。これらとは別に、天然ゴムに関連したゴム園総局も設けられている。

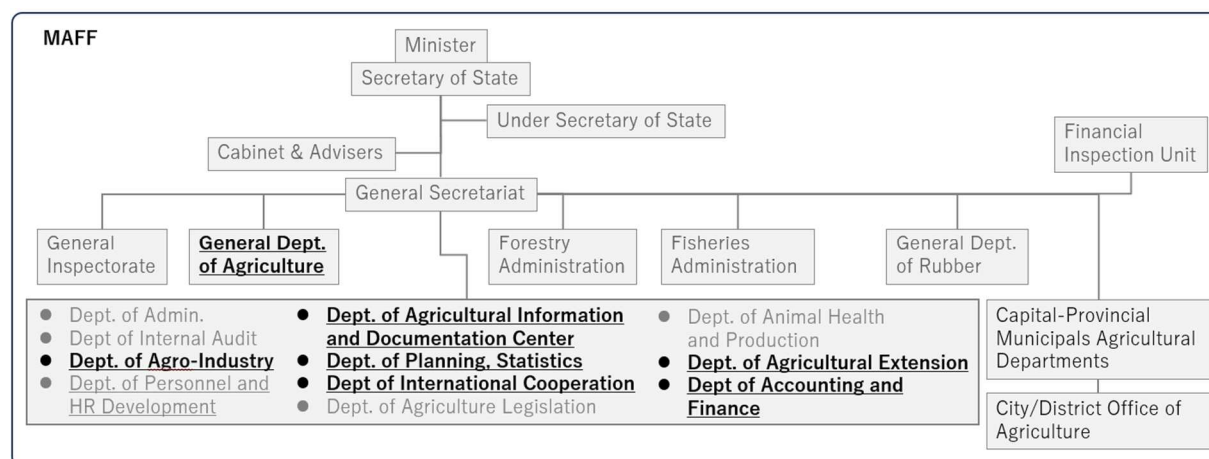


図 2.2.2 農林水産省の組織図

出典：小規模農家のためのフードバリューチェーン構築にかかる情報収集・確認調査（JICA 2023）

同省は、主に以下の課題に対応するために設立された。

- 国民の生活水準を向上させるために農業開発政策の立案と実施
- 土地改良政策と土地利用政策の立案と実施。
- あらゆる分野における農業開発の方向性の決定と計画策定
- 政治実施と農業開発活動の監視、評価、調整の実施
- 農業部門における天然資源の開発を監視し、需要に応じた天然資源の開発促進
- 農業部門の天然資源の管理、保護に関する政策・規制を立案し、実施を監視
- 効果的資源活用と技術的意識の向上による農業開発参加人材の育成と訓練
- 農業生産性と生産性を向上させるために、農家に必要な支援と技術指導の提供
- 政策を確立し、関連する専門職団体や団体、農業の実施、促進、改善を監視
- 農業のあらゆる分野における科学、技術、経済の調査、研究、および普及
- 高い収量とバランスを確保するため、地域の地理・気候条件に応じた適切な農業、自然環境、土地開発、土壌改善、農地、植物、動物、肥料、農薬に関する技術の導入
- 外国人、国際機関、NGO と協力し、農業のあらゆる分野における発展達成
- 農産物および食品の輸出への投資促進
- 省の責務に沿ったメコン川流域に関連する業務への参加
- 価格政策の構築と農産物市場の開拓
- 税収増に関する経済財政省への協力
- 生産開始から一次加工の最終段階に渡るすべての農産物の食品安全検査実施
- 王立政府によって割り当てられたその他の任務の遂行

2.2.3 環境省

環境省は、1993 年に設立された環境保護に関連する政策を扱う機関である。組織図は以下のとおり示される。同省は、イアン・ソファレス大臣に率いられ、総務関連総局のほか、4 つの総局で構成されている。主に、環境保護とその管理、環境保護教育とその推進、メコン川及びトンレサップ湖などの指定地域における環境保護行政、保護地域におけるコミュニティの開発管理・調整などの任務に当たっている。また、2023 年には「環境循環戦略 2023-2028」を規定し、気候変動に適応するための方策を示している。

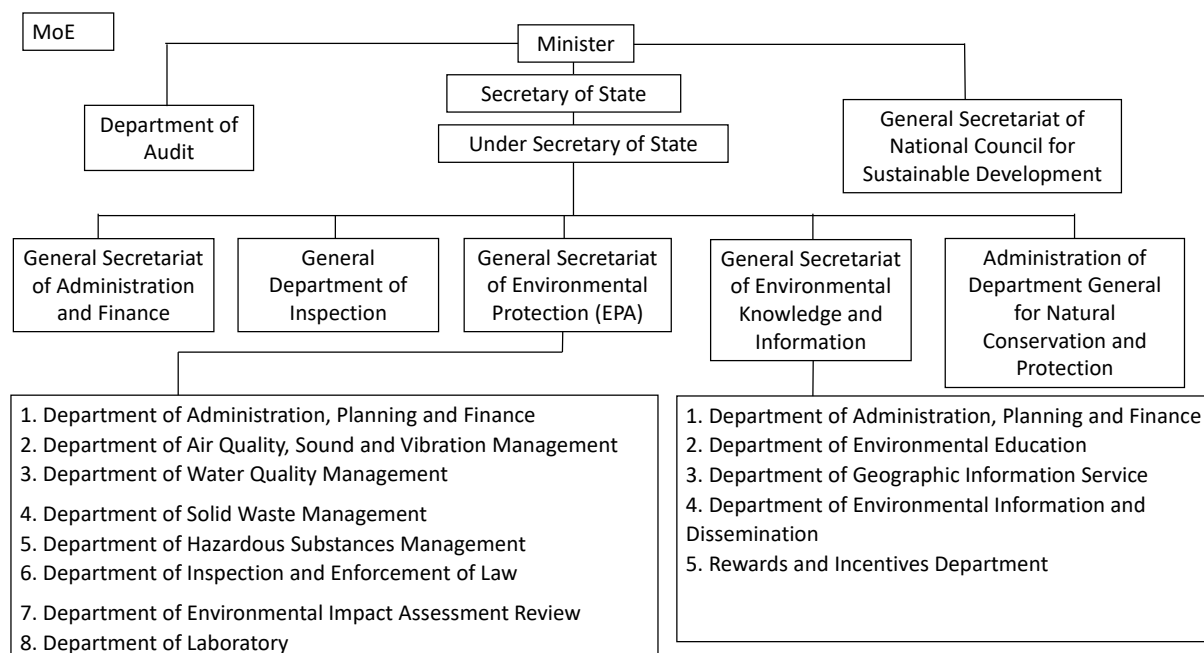


図 2.2.3 環境省の組織図

出典：Water Environment Partnership in Asia のホームページより作成

灌漑などの開発事業に関する環境社会配慮については、環境保護総局が担当し、その傘下にある環境影響評価局が実務を担当している。環境保護総局の組織は以下のとおりである。

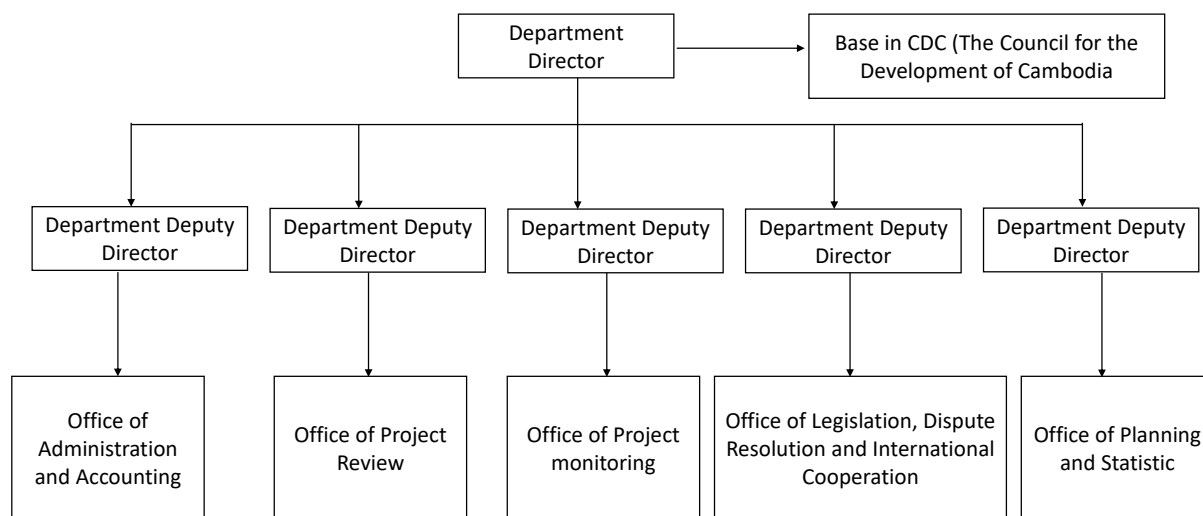
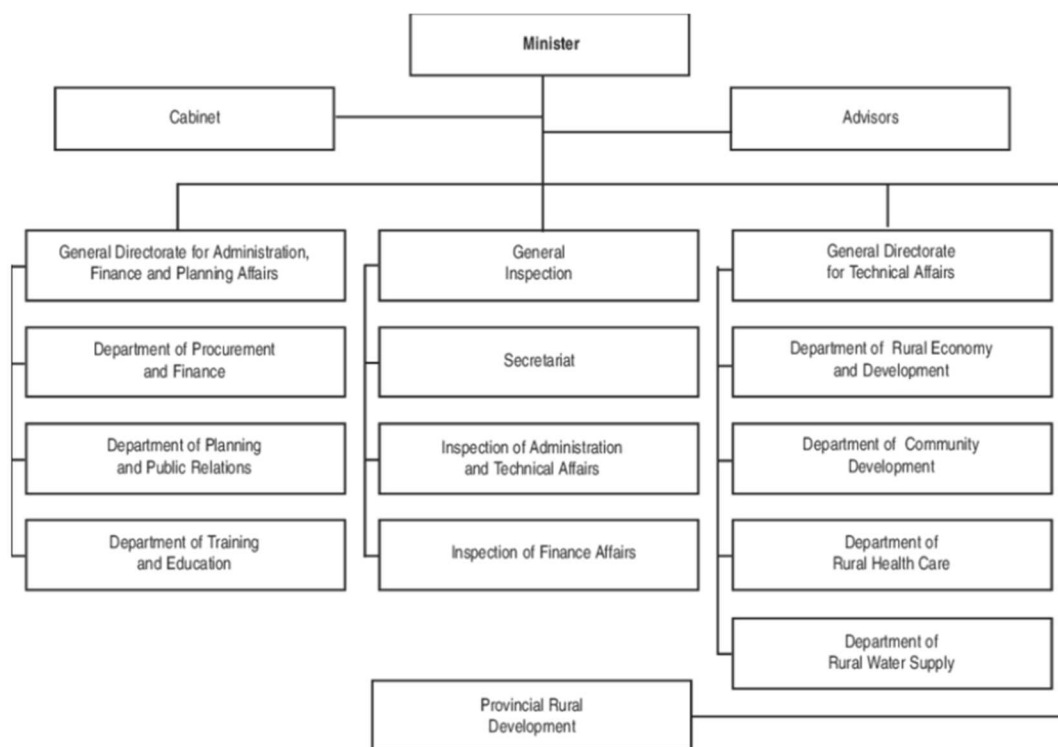


図 2.2.4 環境影響評価局の組織図

出典：Water Environment Partnership in Asia のホームページより作成

2.2.4 農村開発省

農村開発省は、1996年に設立され、農村地域の人々の経済的な自給自足と積極的な社会意識を奨励、促進することを目指し、農村部における人々の生活の質を向上させることを目的としている。組織図は以下のとおり示される。同省は、チャイ・リシ・セン大臣に率いられ、総務部門を含む13の総局で構成されている。教育・訓練、地域開発、地域医療、地方給水などの部門が実際の農村部における課題に対応する。

**図 2.2.5 農村開発省の組織図**

出典：Water Environment Partnership in Asia のホームページより作成

2.3 カンボジア国の灌漑開発セクターの現状と課題

2.3.1 灌漑面積の推移

カンボジアの灌漑開発は、1975 年から 1978 年（ポルポト政権時代）、あるいはそれ以前に建設された灌漑施設の復旧や改修に焦点が充てられてきた。2004 年以降の灌漑可能面積の推移を確認すると、図 2.3.1 のとおり、年間を通じたコメ作の灌漑作付面積は 2004 年に約 90 万 ha であったのが 2018 年時点で約 180 万 ha まで増加しており、年間 6 万 ha 以上の灌漑開発が進められてきた。これにより灌漑率は 40% から 55% 程度まで上昇しているが、天水農地自体も増加の傾向が見られることから、2016 年以降は灌漑率に大きな変動は確認されない。

期別（雨期作、乾期作）での推移を確認すると、同期間での面積増は雨期作で 650 万 ha、乾期作で 110 万 ha の増となり、乾期作は雨期作面積の 20% 未満の増分であった。2018 年時の雨期・乾期作別の灌漑面積がそれぞれ 127.6 万 ha、52.6 万 ha（乾期作面積は雨期作面積の 41% 程度）であることを考慮すると、増加分は小さい。これは、新規の灌漑開発あるいは既存施設の改修を行った灌漑地区の水資源が十分ではなかったことを示唆している。

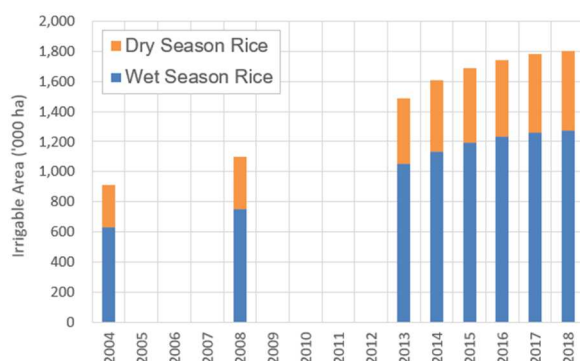


図 2.3.1 コメの灌漑面積の推移 (2004-2018)

出典：Strategic Development Plan on Water Resources and Meteorology (MOWRAM 2019)

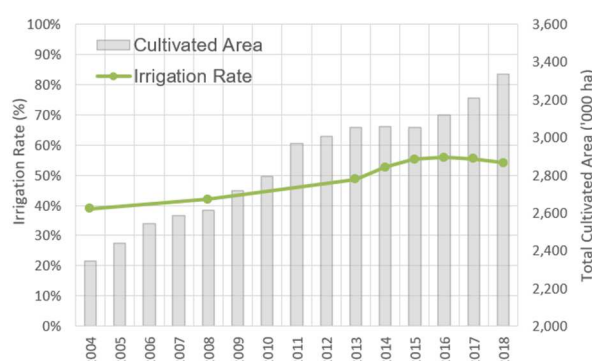


図 2.3.2 灌漑率と年間作付面積の推移 (2004-2018)

出典：MAFF Annual Report (2014-2023) and MOWRAM (2023)

2.3.2 灌漑施設にかかる情報

カンボジアでは灌漑施設の維持管理について、Cambodia Information System on Irrigation Schemes (CISIS) のデータをインベントリとして活用しており、灌漑施設の規模に応じて MOWRAM、PDWRAM、および郡灌漑局が施設を管理している。その規模区分と灌漑地区数を下表に示す。ほとんどの灌漑地区は、メコン氾濫原の南東部の州（Kandal 州、Kampong Chhnang 州、Kampong Cham 州、Prey Veng 州、Takeo 州）、およびトンレサップ湖周辺の北西部にも集中している（Siem Reap 州、Kampong Thom 州、Battambang 州、Banteay Meanchey 州、Pursat 州）。小規模地区と中規模地区が約半数ずつを占め、大規模地区は全体の 2% 程度である。

灌漑地区の管理区分については、原則として MOWRAM が大規模地区、各州の PDWRAM が中規模地区、そして郡の灌漑局が小規模地区を管轄しているが、2 州以上にまたがって存在する灌漑地区の場合は、上位組織が管理を行うこととしている。また、灌漑施設の維持管理主体は地区および対象施設によって異なり、郡灌漑局、PDWRAM および MOWRAM が施設規模や受益地の立地（行政境界をまたぐか否か）に応じて設定されている（表 2.3.1 を参照）。なお、農家水利組合（FWUC）の成熟度によっては支線水路レベルの維持管理は FWUC が担当するケースもある。

表 2.3.1 規模別の灌漑地区数と維持管理区分

灌漑施設規模	小規模地区 (200ha 未満)	中規模地区 (200ha - 5000ha)	大規模地区 (5000ha 以上)
地区数 (割合)	1,216 (49%)	1,219 (49%)	48 (2%)
MOWRAM による維持管理		複数州にかかる施設のみ ○	○
PDWRAM による維持管理	複数郡にかかる施設のみ ○	○	
郡灌漑局による維持管理	○		

出典：CISIS データ (MOWRAM 2024)

CISIS に登録されている付随情報を以下に示す。州や郡、緯度経度などの位置情報に加え、灌漑地区の受益面積や農家水利組合の有無にかかる情報が確認可能であり、さらに施設（貯水池、堤防、水路およびその状態）の情報までが記録されていることを確認した。ただし、特に各種施設諸元にかかる記録については登録されていないことが多く空白が目立つことから、追加の情報を登録する必要があると考えられる。

また、更新頻度にムラがあり、15 年以上前の記録が残っている灌漑地区も存在することから、担当者を配置し、情報へのアクセスが比較的容易にして毎年の更新が可能な体制を構築することが望ましい。

表 2.3.2 CISIS の登録データ

No	項目	内容
1	CISIS ID	灌漑地区固有の ID
2	Survey Date	調査日
3	Province, District, Commune	灌漑地区の位置する州、郡、コミューン名
4	Scheme Name	灌漑地区名
5	Location (X & Y)	位置情報 (WGS84 UTM48N)
6	Scale of Schemes	灌漑地区の規模区分
7	Construction Year	建設年
8	Latest Rehabilitation Year	直近の改修年
9	Potential Area (Dry and Wet Seasons)	最大受益面積
10	Real Area (Dry, Wet, Recession, Early Wet Seasons)	実受益面積
11	Existence of FWUC	農家水利組合の有無
12	Establish Year of FWUC	農家水利組合の設立年
13	O&M Start Year of FWUC	施設維持管理にかかる農家水利組合の機能開始年
14	Condition of Facility	灌漑施設の状態 (0%～100%)
15	Reservoir surface (ha)	貯水面積
16	Length of Dam	堤体長
17	Max Capacity of Reservoir	最大貯水容量
18	Length of Dike	堤防長
19	Nos Main/Secondary/Tertiary Canals	1 次/2 次/3 次水路数
20	Length of Main/Secondary/Tertiary Canals	1 次/2 次/3 次水路長
21	Distribution Method	取水・配水方式
22	Yield (Dry and Wet Season)	コメの収量
23	River Basin	灌漑地区の位置する流域名

出典：CISIS データ (MOWRAM 2024)

表 2.3.3 CISIS の州別灌漑地区データ

No. Province	Nos Schemes	Scale of Schemes			Type of Irrigation		Reservoir/Dams		Construction/Rehabilitation Year			Condition				
		Small	Medium	Large	Gravity	Mix	Pump	Yes	No	-1976	1977-1998	1998 -	No Data	0-33%	34-66%	67-100%
1 Banteay Meanchey	89	4	78	7	88	1	0	71	18	9	10	69	1	26	44	19
2 Battambang	117	72	38	6	86	12	10	8	109	37	13	67	0	31	43	43
3 Kampong Cham	249	131	117	1	120	92	37	232	17	37	34	174	4	28	112	109
4 Kampong Chhnang	311	211	99	1	254	48	9	241	70	11	28	184	88	128	109	74
5 Kampong Speu	164	115	48	0	132	30	2	109	55	19	27	112	6	51	61	52
6 Kampong Thom	184	50	133	1	167	16	1	136	48	13	45	122	4	35	86	63
7 Kampot	53	14	37	2	27	24	1	50	3	32	8	13	0	33	11	9
8 Kandal	386	235	150	1	130	93	163	142	244	57	50	194	85	66	205	115
9 Koh Kong	14	4	10	0	14	0	0	0	14	0	1	13	0	3	4	7
10 Kratie	78	47	31	0	39	0	0	74	4	12	7	58	1	16	25	37
11 Monduliri	13	4	9	0	13	0	0	13	0	1	4	8	0	3	5	5
12 Phnom Penh	7	1	6	0	7	0	0	4	3	0	0	7	0	0	2	5
13 Preah Vihear	16	9	7	0	16	0	0	16	0	0	0	15	1	1	0	15
14 Prey Veng	220	75	143	2	64	69	87	120	100	2	30	170	18	21	149	50
15 Pursat	50	5	39	4	48	0	0	14	36	0	5	27	18	13	16	21
16 Ratanakiri	32	29	3	0	32	0	0	32	0	0	0	1	31	6	23	3
17 Siem Reap	154	49	98	7	153	1	0	122	32	4	26	97	27	40	86	28
18 Preah Sihanuk	9	0	9	0	9	0	0	1	8	2	0	7	0	4	5	0
19 Stung Treng	19	2	17	0	19	0	0	19	0	0	0	7	12	17	0	2
29 Svay Rieng	34	2	26	6	34	0	0	12	22	0	2	23	9	4	14	16
21 Takeo	136	59	70	7	83	53	0	90	46	0	20	86	30	12	88	36
22 Oddor Meanchey	31	11	18	1	26	3	0	31	0	1	3	25	2	2	8	21
23 Kep	11	6	5	0	11	0	0	11	0	0	5	6	0	5	1	5
24 Pailin	2	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	1	1
25 Tbong Khmum	104	65	36	3	73	11	20	92	12	19	14	66	5	8	56	40
Total	2483	1200	1229	49	1647	453	330	1640	843	256	332	1553	342	553	1154	776

出典：JICA 調査団 (2024)

2.3.3 水文気象情報の整備及び管理状況

カンボジアの気象情報は、MOWRAM 内の気象局（Department of Meteorology）にて取り扱われており、85 の自動観測所に加え各州に 1 つにプノンペン特別市を加えた、合計 25 の手動観測所を運用している。しかし、85 の自動観測所のうち、良好な状態にあるのは全体の半分弱の 39 箇所のみであり、40 箇所がセンサーのモデムあるいはデータロガーに問題があるために十分に機能しておらず、残りの 6 箇所については全く機能していない。また、手動観測所の 25 箇所中、17 箇所が自動観測所に併設されているものであり、PDWRAM の職員が毎日 8 時から 9 時にデータを取得している。

気象局は、予算上の制約が非常に大きく、MOWRAM の 5 か年計画によれば、観測所の設置や改修のための予算は省の予算全体のわずか 1% を占めるのみである。気象局の全体の予算のうち、国の予算が占める割合は 15% 程度であることから、気象データの販売等、気象局自体が利益を生む体制を構築する必要があると考えられる。

流量データについては MOWRAM 内の水文・河川局（Department of Hydrology and River Works）にて取り扱われ、全国で 30 箇所の手動の水位計測所がメコン川および主要な支流の要所に配置されている。これに加えて、ADB、UNDP 等のドナーからの支援により設置された自動水位観測所が全国で 100 機箇所以上あり、現在 MOWRAM に移管されている。水文・河川局が収集している水位観測所（30 箇所）の位置図を下図に示す。

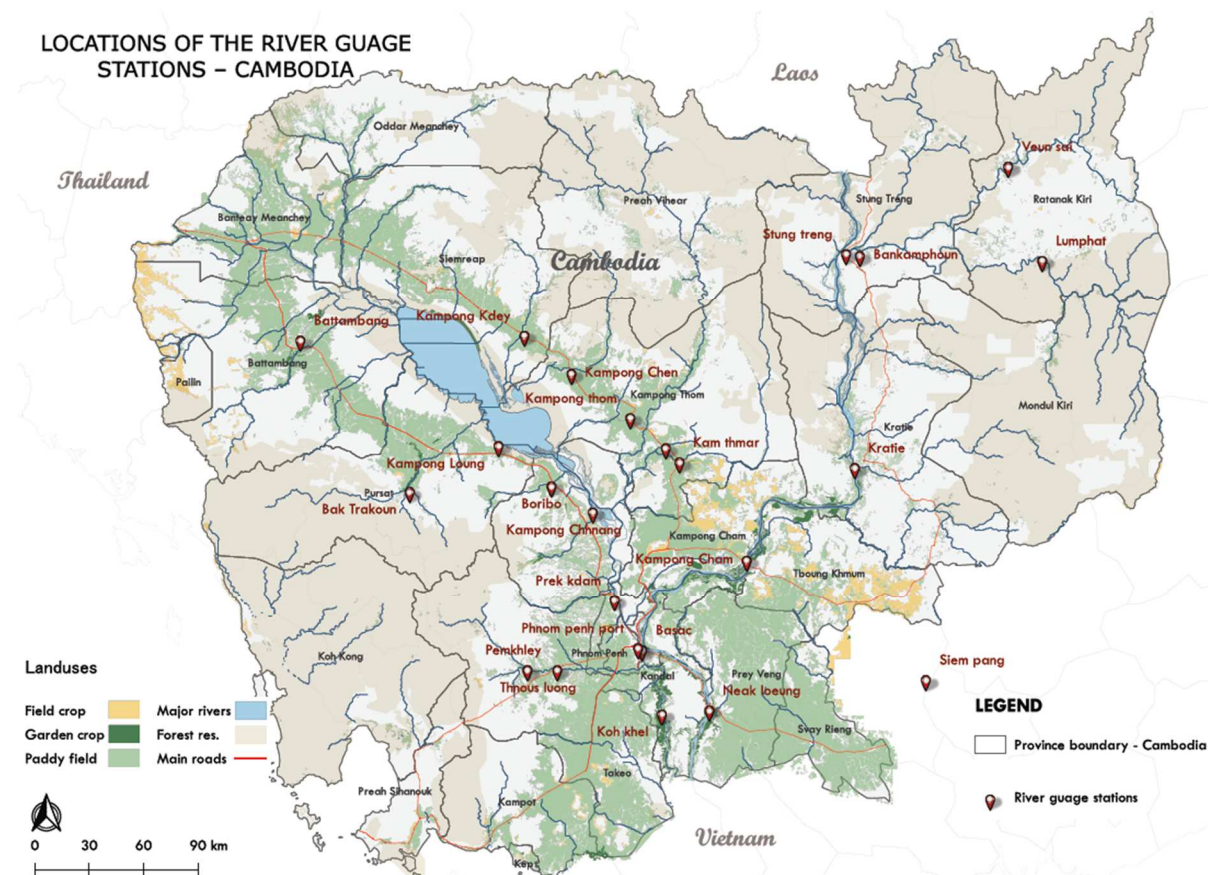


図 2.3.3 河川水位観測所の位置図（30 箇所）

出典：MOWRAM 2024

手動の計測所ではその半分の 15 箇所が比較的信頼できる情報であるが、その他の観測所の記録はデータ収集の人的資源が確保できないことや機器のメンテナンスのための予算が不足しているために、データ欠落や異常値が多く確認されることから、実用性が薄い。また、自動観測所については、手動観測所とは管理体制が異なり、特別チームを形成して機器の校正を行っているとのことであるが、情報は十分に共有されておらず（100 地点以上あるうちの 31 地点の観測所が下図のようにウェブサイト上で共有されている）、またデータの信頼性も低いとのことであった。

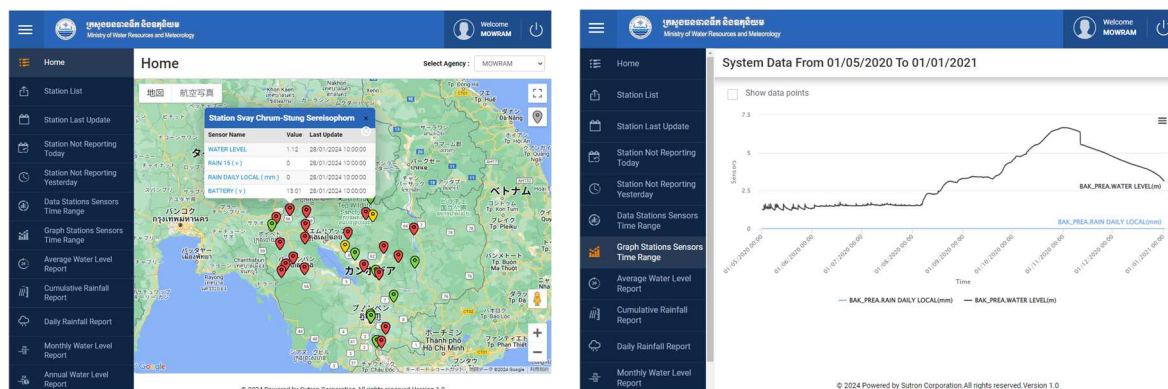


図 2.3.4 自動観測所の河川水位記録プラットフォーム

出典：MOWRAM 2024（関係者のみ閲覧可能）

なお、MOWRAM の水文河川局で管理している観測所とは別に、メコン委員会の管理する水位観測所の記録が閲覧可能であり、カンボジア国内で 15 箇所の水位記録が利用可能である（図 2.3.5 を参照）。

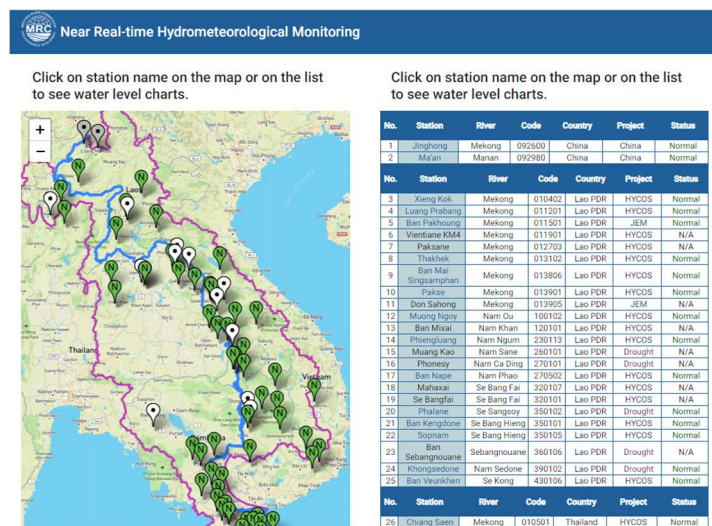


図 2.3.5 メコン委員会の水位モニタリングサイト Near Real-time Hydrometeorological Monitoring

出典：<https://monitoring.mrcmekong.org/> accessed in January 2024

2.3.4 貯水施設にかかる情報

貯水池やダムなどの貯水施設の情報は、CISIS で一部確認可能である（図 2.3.6 に示すとおり、ため池を含め 1,066 地点の貯水施設が登録されている）ものの、データの質に課題があり、完全なものはカンボジア国内で整備されていないのが現状である。しかしながら、特に乾期作の作付面積を拡大するためには、水資源管理を徹底する必要がある、貯水池の諸元情報はそのために必要

不可欠なものである。

上述の課題に対応するため、2024 年 2 月より世銀は衛星画像と AI を用いて全国 289 の貯水池およびダムの位置の特定および貯水量を推定し、全国の貯水施設のインベントリを作成する技術協力プロジェクトを実施している。プロジェクトが進めば、貯水池やダムの状態を示すダッシュボードが設立される見込みであることから、CISIS データを補強する情報として期待される。

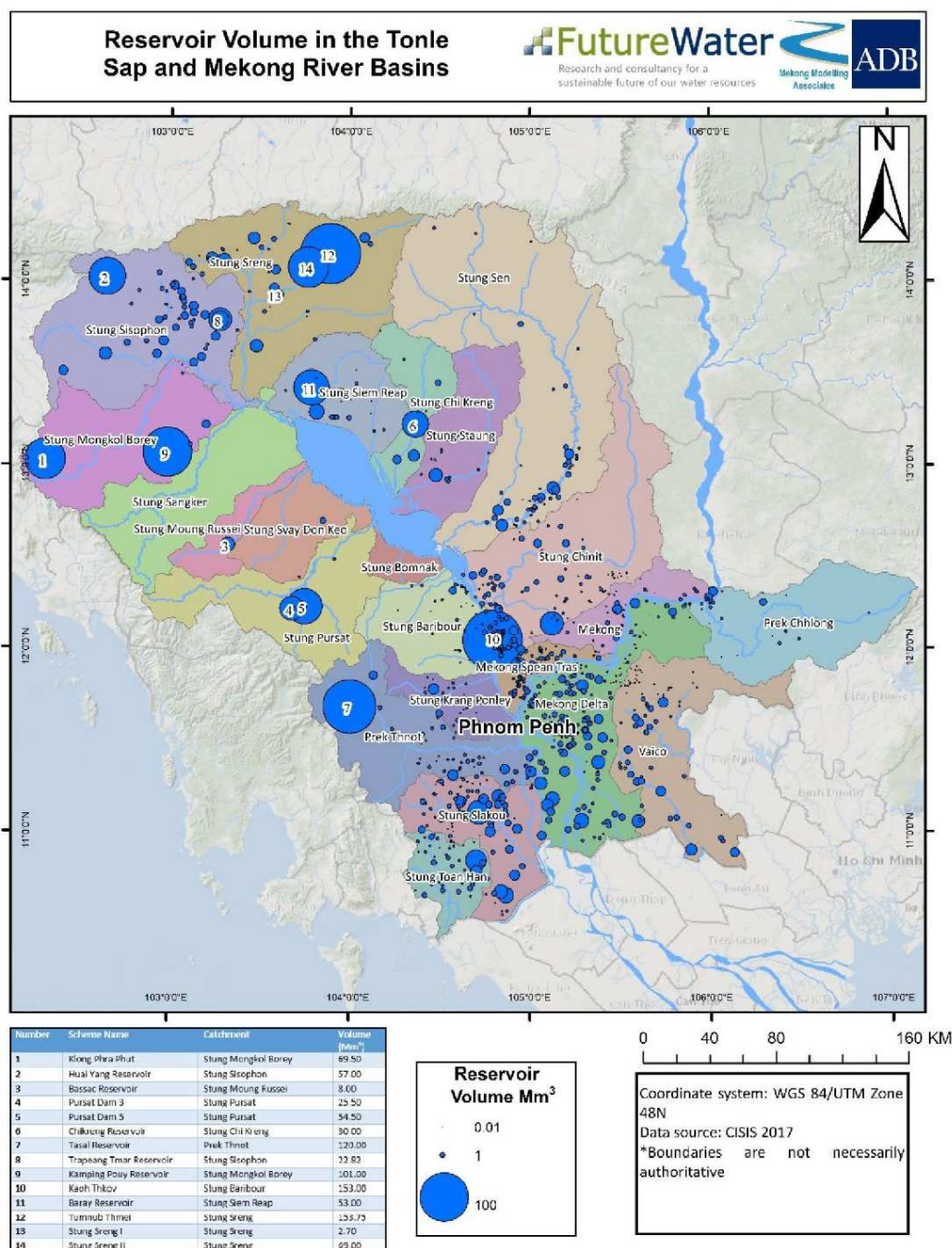


図 2.3.6 CISIS に登録されている全国の貯水池分布

出典：Rapid Assessment of the State of Water Resources for the Tonle Sap River Basin and Mekong Delta River Basin, ADB 2019

2.3.5 農作物への洪水被害

カンボジア国内の洪水被害については、国家災害管理委員会（National Committee for Disaster

Management: NCDM) が UNDP の支援を受けて 2015 年に開発されたデータベース (Cambodia Disaster Damage & Loss Information System: CamDi) 内で整理されている。このデータベースは 2015 年 3 月に仙台市で開催された国連世界防災会議で採択された枠組み Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (2015-2030) の下、データ収集を行っており、大規模な自然災害に適応するための情報を収集、分析することを目的としたものである。

1996 年から 2023 年までで洪水被害を受けた全国の水田面積の推移を図 2.3.7 に示す。全国の水田面積の 10%以上に被害が生じる規模の洪水が 30 年弱の期間で 6 回発生している。NCDM の Annual Report によれば、直近の大洪水 3 回 (2013 年、2020 年、2022 年) による農業セクターへの影響はそれぞれ 1.50 億ドル、1.87 億ドル、0.8 億ドルと大きな被害をもたらしており、洪水対策の必要性は依然として高い。地域別の洪水被害面積は図 2.3.8 に示すとおりであり、トンレサップ西部で特に被害面積が大きいことが分かる。

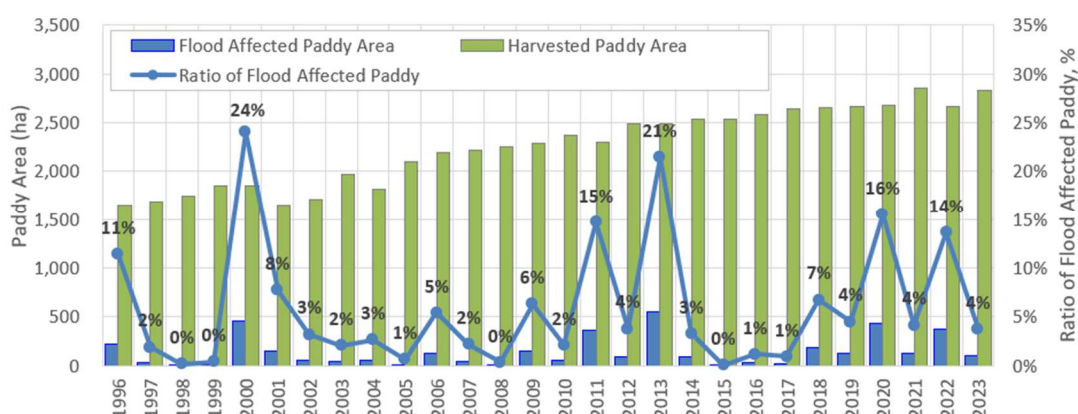


図 2.3.7 洪水被害を受けた水田面積と収穫面積に対する被害面積の割合の推移

出典：CamDi (NCDM 2024)および NCDM Annual Report (2020-2023)

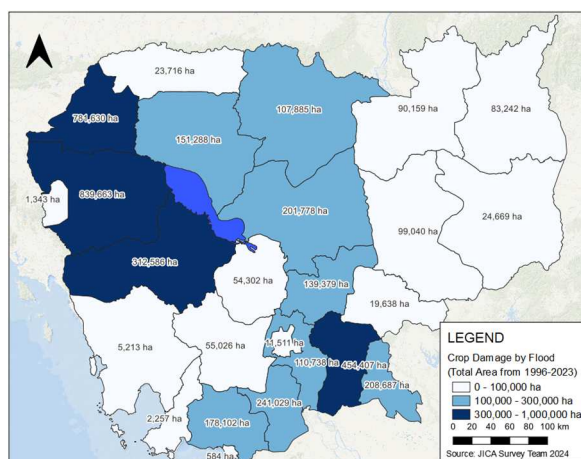


図 2.3.8 洪水被害を受けた水田面積
(1996-2023 の合計値)

出典：CamDi (NCDM 2024)および NCDM Annual Report (2020-2023)

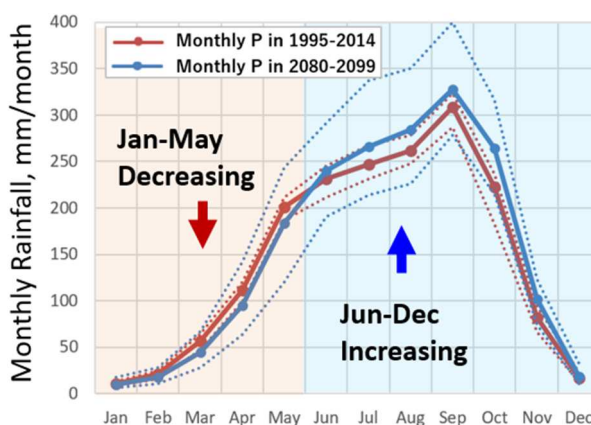


図 2.3.9 将来の月間降水量分布

(基準年：1995-2014、将来条件：2080-2099)

*実線は平均降水量、点線は 90%確率の降水量を表す

出典：Climate Change Knowledge Portal (WB 2023)

このような洪水の傾向は将来的に激甚化することが懸念されている。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の第 6 次報告書で適用されている気候変動予測モデル (CMIP6 の Ensemble モデル) によれば、温暖化緩和策が講じられなかったケース (RCP8.5 シナリオ) においてもカンボジアの年間降水量は年間を通して大きく変化しない傾向であるが、月別の変動に注目すると降水量の

少ない乾期（2月～5月）の降水量はより少なく、雨期（6月～11月）の降水量はより多くなる傾向が確認された。また、毎年の月間降水量の変動量が大きくなる傾向であり、降水の多い年はより多く、少ない年はより少なることが示唆された。

2.3.6 農家水利組合（Farmer Water User Community: FWUC）

FWUC は 1999 年に参加型灌漑管理開発（Participatory Irrigation Management and Development: PIMD）の手法を導入する中で、首相令 Circular No.1「持続的な灌漑地区のための実施政策」の中で FWUC の役割と権利について明記され、全国で FWUC が設立された。2000 年には FWUC の設立・発展のための基本文書が、2003 年には PIMD に関する技術マニュアルが、さらに 2007 年の水資源管理法によって、灌漑管理における政府と農家の責任分担が法的に規定され、2015 年には FWUC の設立手続きを記した副令が制定された。

FWUC の役割は水利施設の維持管理や配水のための運用、そして維持管理のための水利費の徴収などであり、FWUC 内で組織される FWUG (Farmer Water User Group)が支線水路の維持管理を担当することが期待されている。しかしながら、機能している FWUC 数は少なく、CISIS データベース上では全体の 18%弱の 443 地区程度（機能しなくなった FWUC も含めた数字と考えられる）であった。また、洪水の影響等で灌漑施設が機能しなくなると、水利費の徴収ができなくなり、FWUC も機能しなくなるケースが散見されることから持続性に大きな課題があると考えられる。

また、近年は世界的なコメの需要増に対応するため、農家はより乾期の作付面積を可能な限り増加させる傾向にあるが、水源となる貯水池の水量管理がなされていない（水位・放流量の管理がなされていない）現状であり、農家も自身の圃場周りに水があれば取水して作付けしている状況のため、上流の圃場が有利となるので、特に乾期においては不安定かつ不公平な水配分となっている。このことから、農家が享受する灌漑サービスとして観測記録等の科学的な情報に基づいた水資源管理による水配分サービスの提供があることが望ましい。

2.3.7 灌漑施設の情報

様々なドナーがそれぞれの設計基準、設計思想で建設・改修されていることから、施設管理の方法が複雑化して職員による運営・維持管理が困難になったり、ポルポト時代をそのままトレース、すなわち技術的に不十分なまま改修を実施した例が散見され、改修が数年で機能しなくなる施設が確認された。このことから、カンボジアの水理的および地形的条件に適応した設計基準が必要であることが分かる。

この課題に対応するため、JICA は灌漑・排水施設標準設計策定プロジェクトを実施しており、標準設計基準書、標準設計図、標準設計マニュアルの策定とこれらの基準活用のための支援を 2022 年 2 月から 2026 年 4 月までの 4 年間強の予定で実施中である。このプロジェクトを通じて、これまでの各ドナーによる支援事業で得たノウハウの蓄積と情報の共有が十分に行われてこなかったことが、灌漑施設の建築・改修における大きな課題であることが確認されている。

なお、施設の管理状況について、CISIS データベース上に灌漑施設（貯水池、堤体、堤防、幹線水路および支線水路）の情報が入力されているものの、これらの情報は空白が多く信頼性にも乏しい。このことから、施設の適切な管理のために、灌漑施設にかかる情報は別途 GIS データベースなどを設け、一括管理することが推奨され、技術協力プロジェクト等を通じて管理できる体制

を構築することが望まれる。

2.3.8 カンボジア国の灌漑セクターにおける課題

以上の状況を踏まえ、カンボジアで灌漑開発セクターが抱える課題を整理すると以下のとおりとなる。

表 2.3.4 灌漑セクターにおける課題

課題	内容
機能していない灌漑施設の存在	ポルポト時代の灌漑施設が洪水による被害を受けたり、あるいは設計上の不備により機能せずに放置されている灌漑地区が多く存在する。CISIS データベースによれば、通常のメンテナンスで対応できないレベルでの改修が必要な灌漑地区数は、全体の半数以上を占める。これらの灌漑システムの機能化は、生産量の増のために必須である。
洪水および干ばつに対する脆弱性	用排水システムが存在しない、あるいは存在していても技術的な問題や老朽化等により十分に機能せずに、洪水や干ばつの発生時に対策を取ることができない地区が多く存在する。 また、カンボジアでの灌漑開発はポルポト時代より主に低平地での開発が進められてきたが、今後の灌漑開発においては、水源となる貯水容量の確保のために上流域での水源開発がより重要となる。
灌漑施設の設計基準の不備	カンボジアには国の灌漑施設を計画する際の設計基準が整備されていない。このため、各種開発ドナーは独自の基準で灌漑施設の回収支援や新規灌漑開発を行ってきた。これにより運営維持管理をより複雑にしていることから、国の基準が必要である。
FWUC の持続可能性の確保	1999 年以来、多くの FWUC が設立されてきたが、残存している FWUC は多くない。主要な原因としては、①灌漑施設の運用のための水利費徴収が十分に取れず、洪水などの外的要因により生産量が低下してしまうと、活動が休止してしまうこと、また②農家の多くは兼業農家であることから、FWUC のメンバーとなり水管理に時間を費やすことが負担となっていることが挙げられる。
水文気象データの量的・質的不足およびデータ管理体制の確保 (水文気象データに基づく水資源管理と灌漑地区内での水配分サービスを含む)	水文データ（水位・流量および水質記録）および気象データ（降水量や気温等の気候データ）が十分に存在しないことから、水バランスの計算ができない。 ADB 等の開発ドナーの支援により、水文データ等の一元化が進められているため、ソフトコンポーネントとして水管理にかかる能力強化とその持続可能性の強化（特に資金面）の支援が必要である。
灌漑施設データの質的不足およびデータ管理体制の確保	CISIS に貯水池を含む灌漑施設のインベントリが一部含まれているが、不正確であり、アップデート頻度の改善が求められる。現在 CISIS は Tonle Sap Authority に移管され、各州水資源気象局にてリストを管理している状況であるが、これを一元化し、情報共有と更新を行いやすい環境を構築することが望ましい。

出典：JICA 調査団（2024）

2.4 カンボジア国の農業セクターの現状

カンボジア国の農業セクターは、2014 年から 2023 年までの農業セクターの GDP 成長率は年間 1%程度であり他セクターの成長には及ばないものの、2023 年時点においても国内総生産の 22.1%に相当する 67.3 億ドルを達成し、製造業や建設業と並んで同国経済の柱の一つと位置付けられている。農業の主要サブセクターであるコメの生産量は、2014 年から 2023 年にかけての 10 年間で作付面積および単収の堅調な増加により 1.3 倍となった。

工業やサービスのセクターが農業よりも速く成長していることから、農業 GDP は急成長しているにもかかわらず、全体の GDP に占める農業 GDP の割合は低下している。それでも、2014 年には GDP 全体の約 28.7%を占め、人口の大半（80%）が農村部に住んでいることから、農業は依然として国の重要な経済活動であることが示されている。

「Cambodia Agricultural Survey 2021（CAS 2021）」によると、カンボジアの総農家戸数はおおよそ 222.6 万戸と推計されている。また、同国の「General Population Census of Cambodia 2019」によれば、国内の総世帯数は 355 万世帯であり、これに基づく約 63 %の世帯が農業生産に携わっていることとなる。これらの農家世帯の所有する農地面積はおおよそ 408 万 ha である。このうち 49%の世帯が 1 ha 未満の小規模な農地を保有して営農を行っている。

2009 年から 2019 年までの 11 年間に於いて農業部門全体の生産性は向上しており、特にコメ生産量は約 1.4 倍に増加している。同期間に貧困人口の割合は 33.8%から 17.8%まで、16.0 ポイント減少し、特に農業部門のコメ生産量の向上が貧困人口の削減に貢献していることを示唆している。

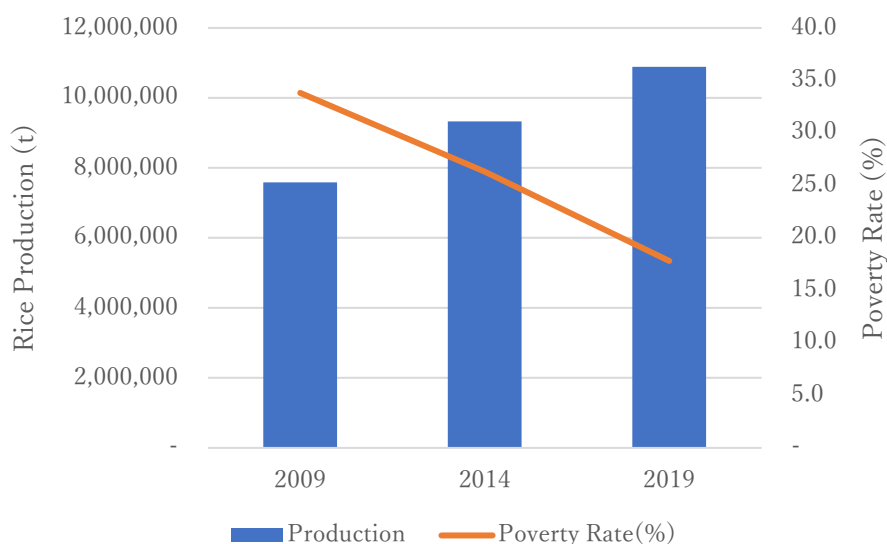


図 2.4.1 コメの生産量と国内貧困率の推移

出典：Annual Report MAFF と Cambodia Poverty Assessment (WB 2022) のデータを基に調査団作成

2.4.1 農業地域区分

カンボジアの国土は地理的にトンレサップ湖、平野、沿岸、高原・山岳の 4 つのゾーン分けられ、統計データは州ごとに加え、これら 4 つの区分別で整理されている。以下に各ゾーンの地理的な特徴と、農業的な特性を示す。

トンレサップ湖ゾーン：トンレサップ湖周辺の平原地帯を指し、年間降水量が 1,500mm 以下でありながらも農作物の生産（特にコメの生産）が盛んな地域である。国内の農業世帯の 35%がこの地域に住んでおり、農業と漁業への依存度が高く、また、気候変動への脆弱性が高い地域である。

平原ゾーン：Phnom Penh 特別市からベトナム国境まで広がっている平野地帯であり、メコン川とバサック川の氾濫原を含む、年間降水量が 1,500mm 以下の地域である。トンレサップ湖ゾーンと同様に主要な農業生産地の一つであり、全国の農業世帯の 43%がここに居住している。大消費地の近郊であること、また河川からの取水が比較的容易なことから、コメ以外にも野菜やマンゴーなど多様な作物が栽培されている。

沿岸ゾーン：国土の南西部にそびえるカルダモン山地を含む森林地帯を指す。この地域はカンボジアで最も年間降水量が多く 2,000mm を越える。農地面積は小さく、農業世帯も全体の 7%と少ない。

高原・山岳ゾーン：カンボジア東部の Annamite 山脈に連なる高原・山岳地帯で、豊富な自然資源と生物多様性を有する地域である。特に Ratanakiri 州と Mondul Kiri 州には、約 4 割が国内天然林として指定されており、北東部にメコン川の支流である 3S と呼ばれる Sesan 川、Slepek 川、Sekong 川が流れており、水力発電ダムによる電力開発が行われている。このゾーンの農業世帯の割合は 15%ほどで、主にキャッサバやサトウキビなど天水で栽培可能な作物の作付けが多く分布している。

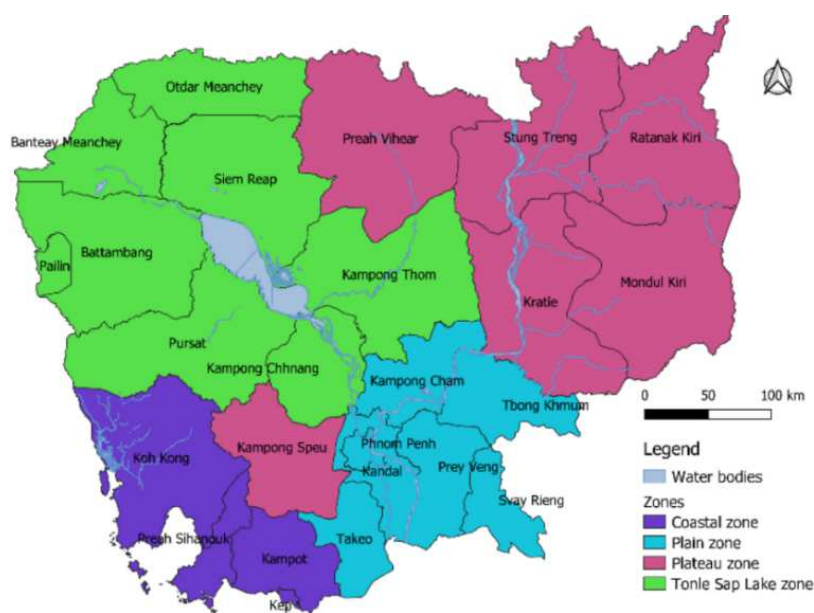


図 2.4.2 カンボジアの地理・社会的土地区分

出典：Cambodia Agriculture Survey 2021

2.4.2 主要な一年生の栽培作物

図 2.4.3 に 2000 年以降のカンボジア国内の主要な栽培作物の生産量の推移を示す。カンボジア国内で最も生産面積が大きくその増加率が高い作物としてコメとキャッサバが挙げられる。その他の作物で作付面積の多い作物としては、メイズやサトウキビ、野菜類などが挙げられ、単年ベースでは生産量の急激な増減が発生した年が確認されるものの、長期間でみればいずれも増加傾向を示している。以降に各主要作物の傾向について記載する。

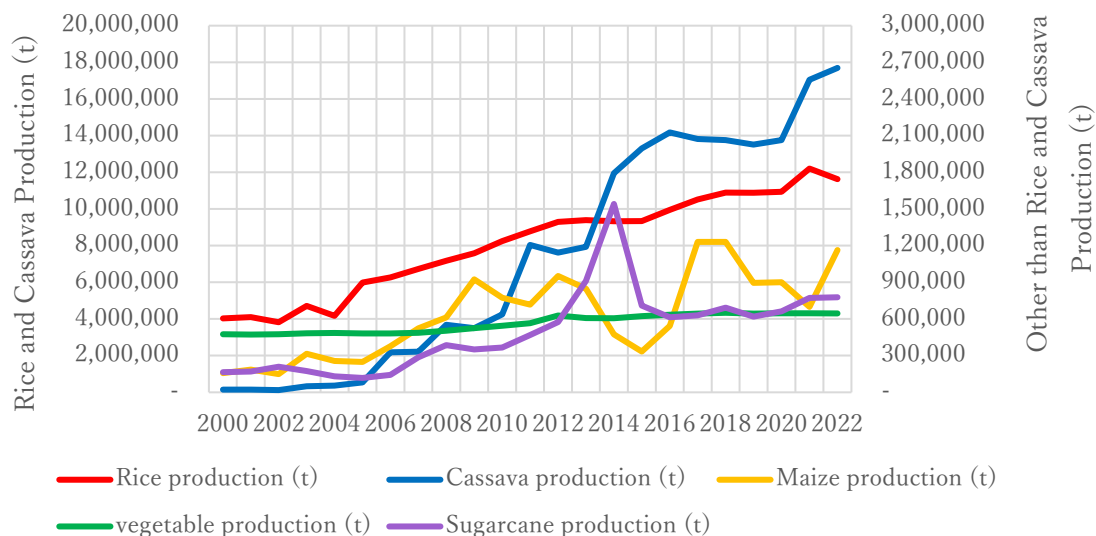


図 2.4.3 生産量の多い一年生作物の生産量の推移

出典：FAOSTAT を基に調査団作成

(1) コメの生産（コメの生産量および生産地については 2.4.3 に詳述）

コメは、自然の降雨に頼る天水でも栽培が可能であるため国内で最も広範囲に栽培されている作物であり、政府が増産に最も力を入れている作物であることから、生産量は毎年堅調な伸びを示しており、小規模農家の生計維持に大きく寄与している。さらに、農業の労働集約化により生じた余剰労働力が農外雇用に流れ、GDP への貢献にもつながっている。

この堅調な伸びの要因の一つとして、コメが農家にとってより作りやすい作物となったことが挙げられる。過去には、稲作における田植え、除草、収穫といった作業は重労働であり、農家にとって大きな負担であった。しかし、直播技術の確立、除草剤の導入、そしてコンバインハーベスターの普及によりこれらの作業負担が大幅に軽減された。これらの技術革新により、コメ栽培の主要な作業をより少ない人手でかつ短時間で終えられるようになり、コメの栽培が格段に容易になった。

さらに、近年は周辺諸国からの需要増加に伴い、収穫後の未乾燥の状態でも安定して販売できるようになり、生産費に見合った販売価格も保たれていることが、農業生産資材への投資意欲を促し生産量の増加を支えている。特に、2019 年から施行された EU のセーフガードが 2022 年に解除されたこともあり、カンボジアの香り米の輸出量が伸びることが期待される。他方で、近年は精米の輸出量が伸びておらず生産量の増分はモミのまま輸出に出している現状がある。これらの動向から、コメは今後高い付加価値を創出できる作物として、成長へのさらなる貢献が期待されている。

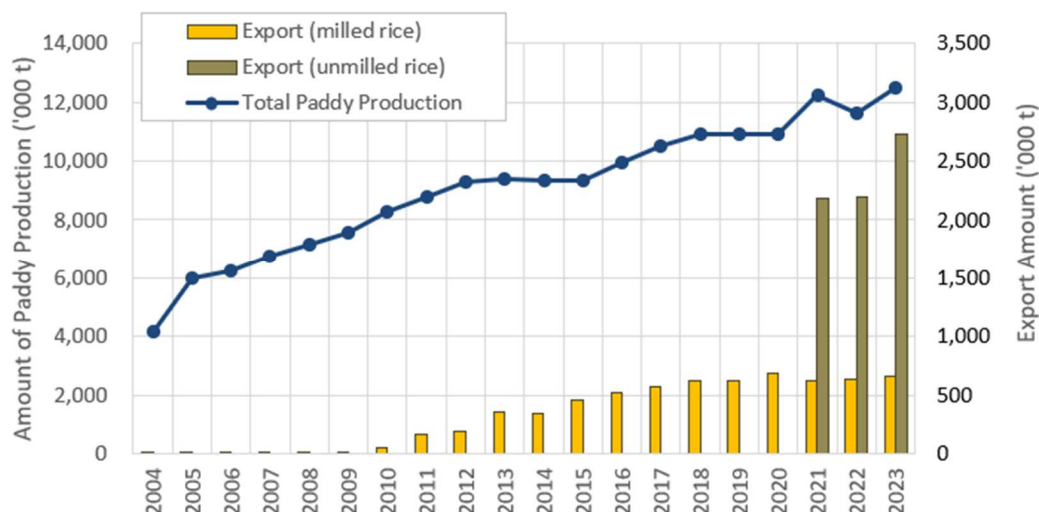


図 2.4.4 コメの生産量と輸出量の推移 (2004-2023)

出典：MAFF Annual Report を基に調査団作成

(2) キャッサバの生産

コメに次いで生産量が伸びているのがキャッサバである。2000 年代初頭まで年間の生産量は 15 万トン程度で推移していたが、2005 年ごろから急激に増加し、2022 年までの年平均で約 65 万トンずつ増加しており、2023 年時点で生産量ベースではコメよりも収穫量の大きい作物となっている。

2021 年の農業地域区分ごとの生産量を図 2.4.5 に示す（面積の大小で生産量の多少を表す）。キャッサバは乾燥に強い作物であることから全国的に栽培されているが、主要な栽培地域はトンレサップ湖ゾーンの州であり、全国生産量の 63% を占める。キャッサバの栽培期間は通常 6-8 カ月間と長期間に及ぶが、管理は比較的容易な作物である。苗を圃場に植えた後は収穫までの主な作業は除草だけである。キャッサバ栽培の単位当たり収入はコメを上回るため、年に一作しかコメが栽培できない土地では、農家にとってキャッサバは有利な作物である。

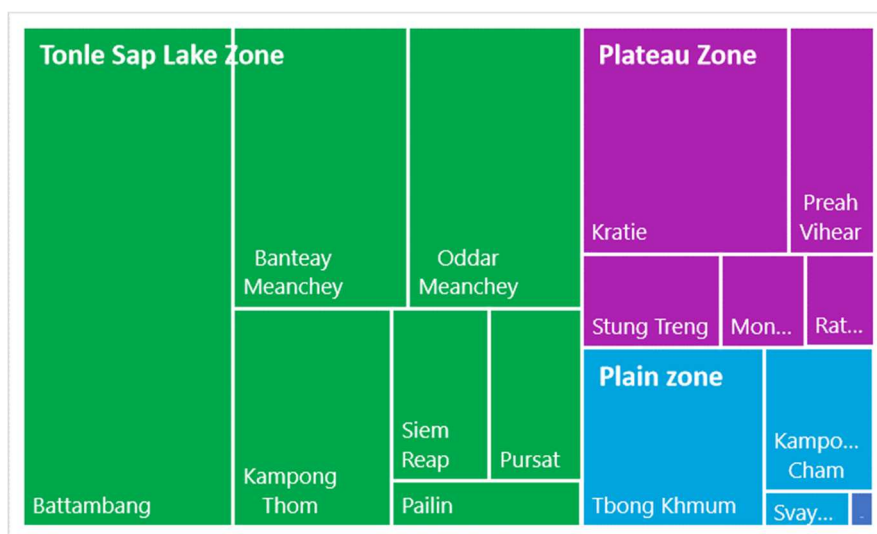


図 2.4.5 キャッサバの農業地域区分ごとの生産量 (2021 年)

出典：MAFF Annual Report を基に調査団作成

キャッサバは、国際的な需要が高いエタノール原料や家畜の飼料として需要が高く、生芋また

はチップなどに一次加工された状態で近隣国へ輸出されている。例えば、タイでは総エネルギー消費量における再生可能エネルギーの割合を 2018 年の 15.5%から 20 年間で 30%に引き上げる計画があり、それに伴いキャッサバのエタノール原料としての輸入量も増やしている。また中国では、2018 年のアフリカ豚熱の影響から回復し、家畜飼料の輸入量が増加しており、これらが国際価格上昇の要因のひとつとなっている。

これらの背景から、2021 年にカンボジア政府はキャッサバの生産と輸出の拡大を目的とした「キャッサバに関する国家政策（2020－2025）」を策定し、振興を図っている。

一方でキャッサバは湿害に弱く、低地の栽培では洪水の発生時に大きな被害を受ける可能性がある。2020 年の洪水では、最大のキャッサバ生産地である **Battambang** 州で、農地の 3 割が洪水の被害を受けた。この点から、コメの栽培は比較的风险が低いため、農家にとってはいより安全な選択肢となる。

(3) サトウキビの生産

図 2.4.6 に 2021 年時点のサトウキビの農業地域区分別の生産量分布を示す。主に平野ゾーンの州で生産されており、特に Svay Rieng 州の生産量が 32.4 万トンで全国生産量の 52%を占めていることが分かる。2005 年ごろまでは主に甘味原料として生産され、カンボジアでは年間 15.7 万トン程度の生産量で推移していた。しかし、エタノールとしての需要の高まりに伴いサトウキビの価格が上昇した結果、生産量は増加傾向にある。特に 2011 年までの国際価格の高騰によりその栽培面積は大幅に増加した。



図 2.4.6 サトウキビの農業地域区分ごとの生産量 (2021 年)

出典：MAFF Annual Report を基に調査団作成

サトウキビの生育には年平均 1200～1500mm の降水量が必要とされ、特に生長期には大量の水を消費する。そのため、降水量の少ない地域での栽培には、干ばつに対処するための灌漑設備が必要となる。カンボジアにおけるサトウキビの平均単位収量は 36t/ha であり、これは 2018-2022 年の平均でベトナムが 65t/ha、タイが 59t/ha とされる単位収量に比べて生産性は低いが、Svay Rieng 州、Takeo 州および Battambang 州などでは平均単位収量が 50t/ha を超え、地域差がある。

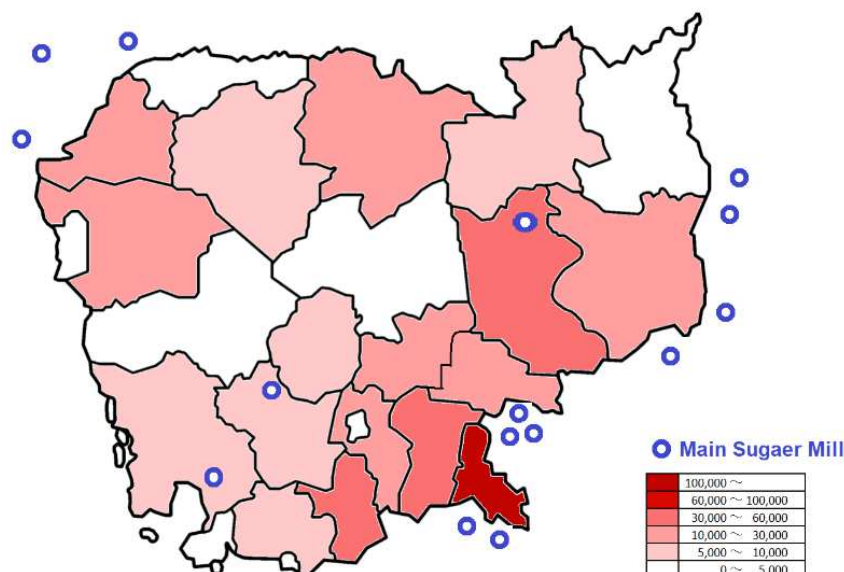


図 2.4.7 サトウキビの州ごとの生産量と主な製糖工場の位置 (2019 年)

出典：Annual Report MAFF 2019 と XX を基に調査団作成

図 2.4.7 にサトウキビの州ごとの生産量と主な製糖工場の位置を示す。サトウキビは収穫後の茎の乾燥による糖分の生産量の減少を防ぐため、迅速に製糖工場に運ばなくてはならない。上図に示すとおり、カンボジア国内およびその周辺には複数の製糖工場があり、国内資本の他、中国、タイ、台湾といった外国資本の大手製糖工場が Kampong Speu 州、Kratie 州、Koh Kong 州にあり精糖及びエタノール製造を行っている。また、北部のタイ側国境付近と南東部の Svay Rieng 州の周囲のベトナム側の国境付近に製糖工場が多く存在している。

(4) 野菜の生産

野菜の生産量は、少ないながらも増加傾向を示し、2013 年から 2022 年までの 10 年間で 6%程度の増加が確認される。主な野菜の生産地域は、Phnom Penh 特別市周辺の Kampong Cham 州、Kandal 州及び Kampong Chhnang 州に集中し、全国の生産量の約 52%を占めている。この地域は、メコン川とトンレ川流域に位置し利用可能な水資源量が比較的豊富である。農業地域区分毎の生産量分布(図 2.4.8)を見ると、平野ゾーンで野菜生産量の 58%を担っている。乾期には単位面積当たりの生産量が雨期の 11.5t に対して 12.5t とわずかに多いものの、乾期の生産面積は雨期に比べ 65%まで減少する。2013 年から 2022 年までの 10 年間で生産量は 6%程度の増加をしている。

カンボジアの野菜生産は年間の国内需要を満たしていない。2020 年のカンボジアの生産量は 71.6 万トンであり、同年の輸入量が 33.0 万トンであった。これに基づき、年間の野菜消費量は 105 万トン、国内自給率は約 68%と推定される¹。

¹ The Phnom Penh Post <https://www.phnompenhpost.com/business/minister-vegetable-production-passes-700000-tonne-mark> 2024 年 3 月 29 日閲覧

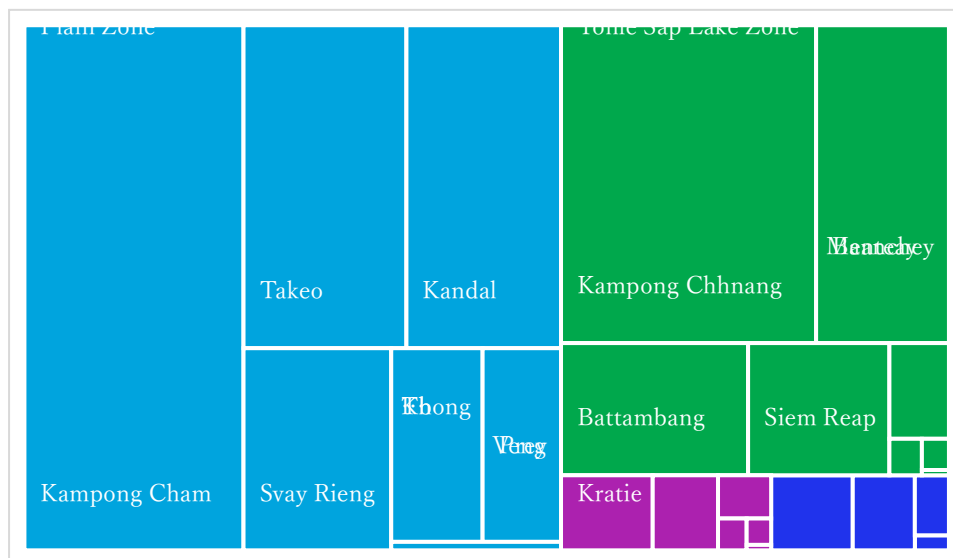


図 2.4.8 農業地域区分ごとの雨期の野菜の生産量 (2021 年)

出典：MAFF Annual Report を基に調査団作成

カンボジアでは雨期と乾期の区分が明瞭であり、特に乾期には灌漑水が得られなければ野菜栽培が難しく、灌漑にはスプリンクラーなど初期投資の大きい設備が必要となる。灌漑設備の導入が可能な農家は限られることから、この時期の野菜の生産量は減少する。この生産量の減少による需要の高まりに応じて、周辺国からの野菜輸入量が増加する傾向にある。

また、野菜栽培は穀物などの栽培に比べて苗の管理や除草、収穫などの手作業も多く必要となるうえ、病害虫被害による不確実な減収リスクも大きい。加えて、生育期間が1か月から3か月と短いものが多く作業適期の幅も狭いことから、農家は大面積を管理することが難しい。

さらに、野菜には水分含有率が高く品質が低下しやすい特性があり、収穫後の品質を維持するコールドチェーンの整備が非常に重要である。しかし、個々の農家ではコールドチェーンを利用することは困難であるのが現状である。その結果、消費地に近い都市周辺に位置する平野ゾーンとトンレサップ湖ゾーンを除く地域での野菜生産量は限られている。

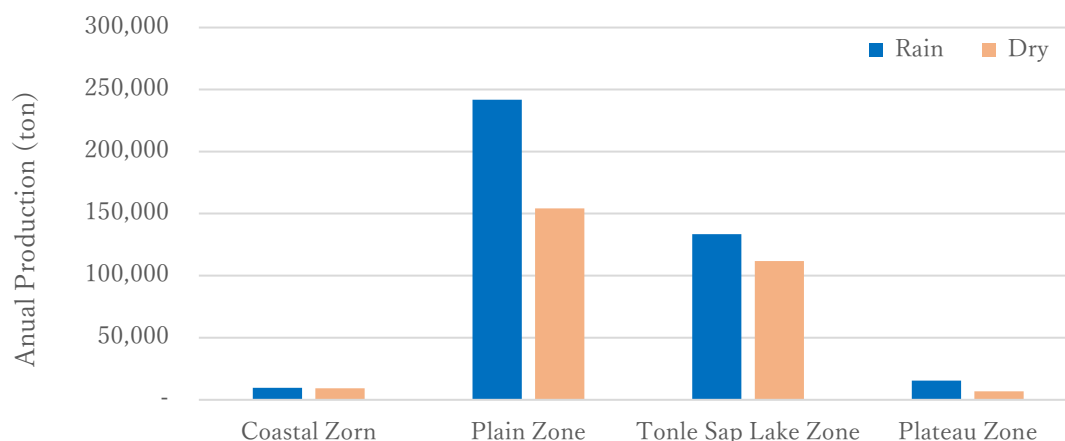


図 2.4.9 農業地域区分ごとの雨期と乾期の野菜の生産量

出典：MAFF Annual Report を基に調査団作成

2.4.3 コメの生産量と生産地

(1) コメの栽培面積と生産量の推移

2023 年におけるカンボジアのコメの栽培面積は 350 万 ha であり、全耕地面積 610 万 ha に占める割合は約 57%を占める。また、栽培面積および生産量は毎年堅調に増加しており、図 2.4.10 に示すとおり、10 年前（2013 年時）と比較して栽培面積で約 6 万 ha/年の増（総面積比で約 1.2 倍）、生産量で約 31 万 t/年（総生産量比では 1.3 倍）のペースで増加している。コメの単位面積あたりの収穫量の推移を図 2.4.11 に示す。近年においては、増加率は緩やかになりつつあるが、増加傾向を示している。

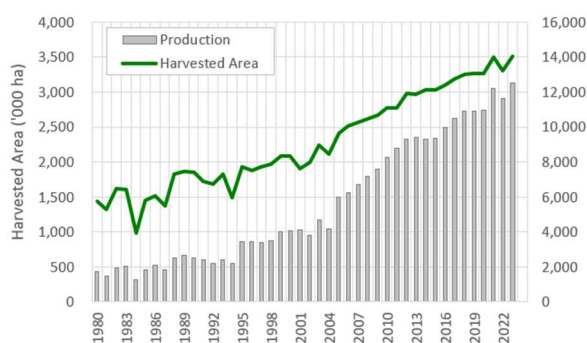


図 2.4.10 コメの作付面積および生産量の推移
(1980-2023)

出典：MAFF Annual Report を基に調査団作成

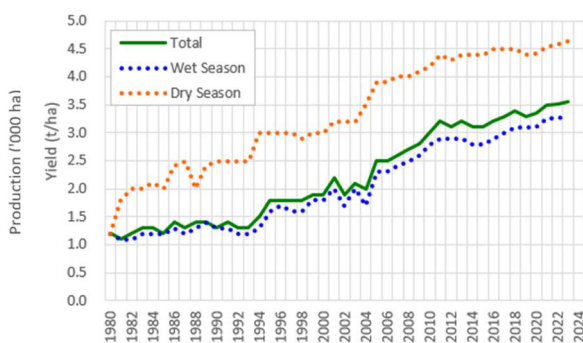


図 2.4.11 コメの単収の推移 (1980-2023)

出典：MAFF Annual Report を基に調査団作成

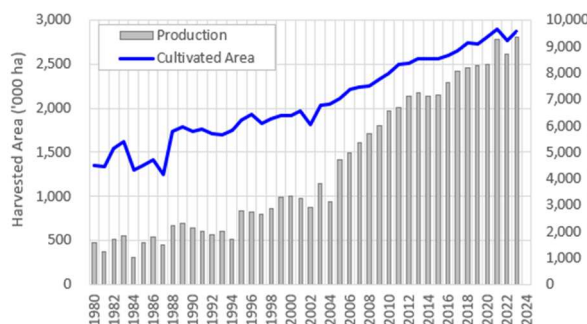


図 2.4.12 コメ（雨期作のみ）の作付面積
および生産量の推移 (1980-2023)

出典：MAFF Annual Report を基に調査団作成

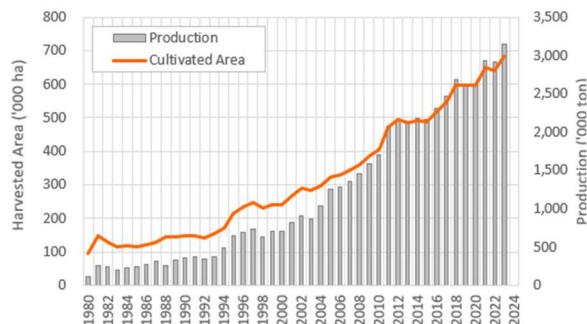


図 2.4.13 コメ（乾期作のみ）の作付面積
および生産量の推移 (1980-2023)

出典：MAFF Annual Report を基に調査団作成

州別の作付面積の推移を表 2.4.1 に示す。作付面積の増加のうち、82%がトンレサップ湖ゾーンに属する州でみられ、特にトンレサップ湖西部に位置する州（Battambang 州、Banteay Meanchey 州、Pursat 州）で大きな栽培面積の増が確認される（それぞれ 10 年間で 15.2 万 ha、6.2 万 ha、6.6 万 ha の増加）。メコンデルタの平野ゾーンにおいては、Prey Veng 州や Takeo 州など作付面積が増加している州（それぞれ 4.0 万 ha、2.2 万 ha の増）と、Kandal 州や Phnom Penh 特別州などの同面積が減少している州（それぞれ 1.4 万 ha、0.8 万 ha の減）がある。

表 2.4.1 コメの州別年間作付面積の推移（2014-2023）単位：千 ha

Zone	Province	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	Change ('23-'14)
Tonle Sap Zone	Battambang	307	306	309	354	387	384	391	441	415	459	+152
	Banteay Meanchey	259	269	269	288	302	305	324	315	305	320	+62
	Kampong Thom	259	257	267	269	283	290	290	307	251	282	+23
	Siem Reap	202	207	209	209	211	209	213	213	205	218	+17
	Pursat	123	122	132	132	150	154	172	179	174	188	+66
	Kampong Chhnang	158	157	162	164	165	169	169	181	184	188	+30
	Kampong Cham	131	119	133	135	141	137	136	148	147	152	+21
	Oddar Meanchey	72	72	87	82	95	96	96	97	96	97	+24
	Pailin	7	6	7	7	7	9	7	8	8	9	+2
Plain Zone	Prey Veng	365	364	361	375	388	382	391	408	395	404	+40
	Takeo	297	296	296	299	303	311	311	321	323	319	+22
	Svay Rieng	187	188	189	188	190	190	190	194	186	190	+3
	Kandal	106	91	96	99	103	90	89	95	88	93	-14
	Tbong Khmum	89	89	89	89	90	90	1	89	88	89	-1
	Phnom Penh	13	12	11	11	10	8	7	7	6	4	-8
Coastal Zone	Kampot	142	146	147	148	152	149	150	162	145	145	+3
	Preah Sihanouk	17	17	17	16	12	11	11	11	11	12	-4
	Koh Kong	10	10	11	11	10	10	10	10	10	10	-0
	Kep	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	+0
Plateau Zone	Kampong Speu	108	113	116	114	114	116	121	123	121	121	+13
	Preah Vihear	77	83	82	86	90	93	92	98	99	100	+24
	Kratie	47	46	47	47	48	48	55	55	55	55	+7
	Mondul Kiri	23	23	24	24	26	23	25	28	29	33	+10
	Ratanak Kiri	26	26	26	26	27	27	32	31	29	29	+3
	Stung Treng	28	29	29	29	29	27	27	27	28	28	-0
Total		3,056	3,051	3,118	3,207	3,336	3,329	3,329	3,553	3,403	3,549	+494

出典：MAFF Annual Report を基に調査団作成

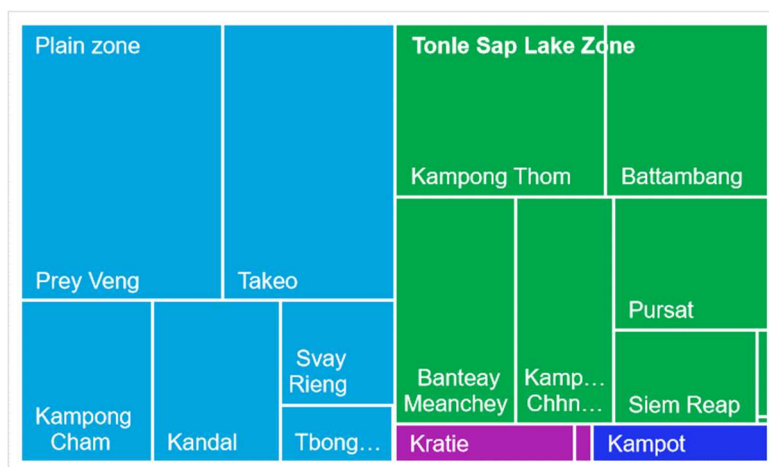


図 2.4.14 農業地域区分ごとのコメ生産量

出典：MAFF Annual Report 2023 を基に調査団作成

(2) 乾期作の作付面積の増加と特徴

雨期栽培面積が年々増加する傾向にある一方で、乾期の栽培面積も拡大している。図の 2.4.15 に示すとおり、灌漑可能面積の増加と乾期の作付面積には明確な相関が確認されることから、灌漑施設の整備による乾期に利用可能な水資源量の増加に比例し、灌漑可能面積が増加したものと考えられる。

また、図 2.4.16 を見ると、雨期作では作付面積に対して収穫面積が減少する年が散見される。これは洪水や干ばつといった気象条件や病害虫の蔓延により、収穫に至らない圃場が発生していたことを示している。一方で乾期作では洪水の被害が無く、多雨による病害発生リスクも低いいため、栽培面積と収穫面積がほぼ一致している。これにより乾期作は農家にとって計画的に収穫を見込める安定した栽培方法だといえる。

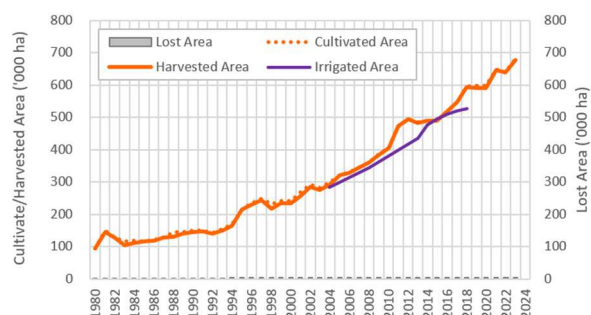


図 2.4.15 乾期作のコメの作付面積、収穫面積および灌漑可能面積の推移 (1980-2023)

出典：MAFF Annual Report (2024), Strategic Development Plan on Water Resources and Meteorology (MOWRAM 2018)

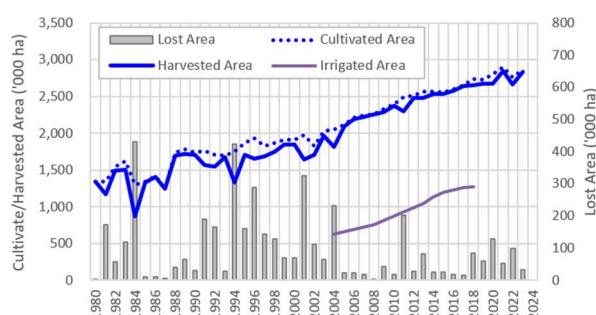


図 2.4.16 雨期作のコメの作付面積、収穫面積および灌漑可能面積の推移 (1980-2023)

出典：MAFF Annual Report (2024), Strategic Development Plan on Water Resources and Meteorology (MOWRAM 2018)

乾期の作付は、雨期と比較して単位当たりの収量が多いことが特徴として挙げられる(図 2.4.11 を参照)。これは、灌漑を通じた水量のコントロールが可能であることが要因であると考えられる。灌漑の利用により、農家は草丈が低く高収量の品種を導入することが可能になり、収量の増加に繋がる化学肥料の使用を積極的に行える。

また、灌漑面積の増加以外のコメ生産量の増加の要因として、エンジンポンプの普及が挙げられる。エンジンポンプの普及に伴って適切なタイミングの灌漑が可能となることから、コメ生産量増加にポンプ灌漑が貢献していることが示唆される。

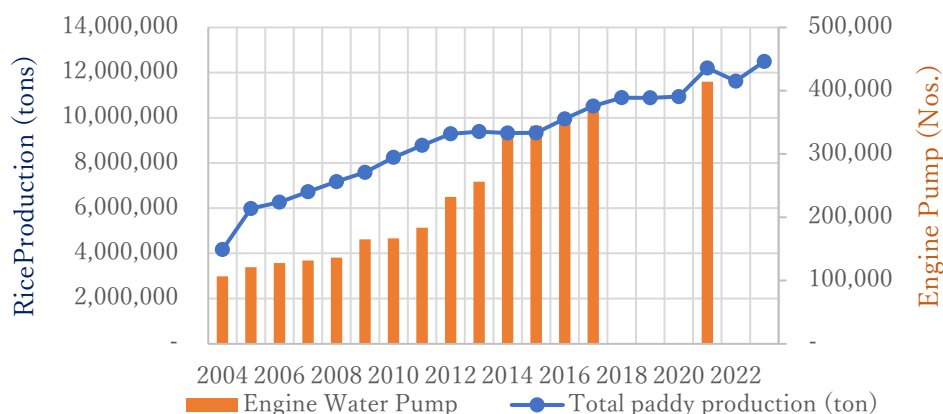


図 2.4.17 全国のエンジンポンプの普及台数とコメ生産量

出典：BDLink (Cambodia) Co., Ltd. 2017. Agriculture and Agro-Processing Sector in Cambodia, Phnom Penh

2.4.4 トンレサップ湖ゾーンと平野ゾーンのコメの作型

コメの主要生産地であるトンレサップ湖ゾーンと平野ゾーンにおけるコメ栽培の作型を数に示す。シーズンは、主に雨期栽培と乾期栽培の二つに大別される。雨期栽培は4月から5月にかけて圃場の準備を開始し、5月から6月には圃場への直接播種が行われる。収穫時期は、早生品種が8月から9月、中生品種は10月から11月、晩生品種は11月から2月にかけてとなる。一方、乾期栽培では、雨期栽培の収穫期にあたる11月から12月に早生品種が主に種まきされ、翌年の2月から4月にかけて収穫される。なお、作型は地域ごとに若干異なるが、これは灌漑用水や地下水を活用した灌漑システムと早生品種を組み合わせることにより、地域ごとに土地の利用の効率を最大化した結果である。

地域ごとの具体的な栽培カレンダーは、灌漑用水や地下水といった灌漑システムの有無、洪水被害の受けやすさ、品種特性、生産物の販売のしやすさなどの条件を踏まえて、土地の利用効率を高めるように作成されている。主な栽培品種としては、生育日数が長く、収量の低い中生種や晩生種、そして生育日数が短く多収な早生種がある。中生種や晩生種は、自家消費や国内外市場向けの芳香米の需要があるため各地で栽培されている。また、品種の特性から雨期に栽培されている。

一方、早生品種は、カンボジア人の好みとは異なる食味に特徴があり、国内では消費されない。しかし、その高い収量性と年間を通じて栽培可能であることから、特にベトナム向けの輸出用として栽培されている。早生品種の導入によって、9～11月の洪水リスクが高い時期の前に収穫が可能になったり、雨期と乾期での二期作や灌漑条件が良好な地域での三期作が可能となっている。

Plain Zone

Plain Zone													
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Ave. Yield/ ha
Takeo													4,646 kg/ha
													4,262 kg/ha
Svay Rieng													4,200 kg/ha
													2,500 kg/ha
Prey Veng													

Tonle Sap Lake Zone

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Ave. Yield/ ha
Bnteay Meanchey													5,015 kg/ha
Siem Riap													
													3,770 kg/ha
Kampong Chhnang													4,859 kg/ha
													3,763 kg/ha
Kampong Thom													4,500 kg/ha
													2,800 kg/ha

■ Mid-duration variety

■ Short duration variety

図 2.4.18 トンレサップ湖ゾーンと平野ゾーン地域のコメ栽培カレンダー

出典：JICA 調査団作成（2024）

各州での聞き取り調査では、農家がコメの作付け回数を増やすために乾期の栽培を希望していることを示す以下のような事例があった。

Prey Veng 州は、乾期稲作に従事する農家の割合は近年急激に増加しており、2022 年以前は 40% に過ぎなかったが、2022-2023 年には 80% に達した。洪水に見舞われやすい地域で中性または晩生の深水稻品種を栽培するという伝統的な栽培体系が変化し、農家は洪水を避けられる栽培期間の短い品種を選び 9 月か 10 月の洪水発生前に収穫する事例も増えている。

Banteay Meanchey 州は、適切な水供給が確保できれば農家は年に複数回の稲作を行うことができる環境である。しかし、この地域は特に乾期の稲作において水不足の問題に直面している。2023 年には、ベトナムでのコメの需要増加を受け、農家は乾期米の栽培地域を拡大した結果、水不足が更に深刻化した。利用可能な灌漑インフラからの取水量には限りがあるため、農家はより多くの資金を灌漑水確保に投じるなどの対策に迫られている。

2.4.5 コメのバリューチェーン

(1) コメの流通の仕組み

カンボジア国内におけるコメの流通構造は、精米業者から運ばれた精米を保管する大規模卸売

業者が主要な流通経路の核となっている。これらの卸売業者は、様々な品種の精米を自己所有の倉庫にストックし、そこから小売業者へと供給を行っている。特に Phnom Penh 特別市近郊では、全国から集められた精米が市場用に保管され、市内の小売業者と定期的取引される。

輸出市場においては、特に良食味として知られる Battambang 州や Banteay Meanchey 州の芳香米が精米されて、正規のルートを通じて輸出されている。しかし、輸出向け品種の種籾をベトナムの仲卸業者がカンボジアに持ち込み、地元の農家が栽培した後に収穫された未乾燥のコメを買い取っている。この取引はしばしば非公式な輸出として行われている。

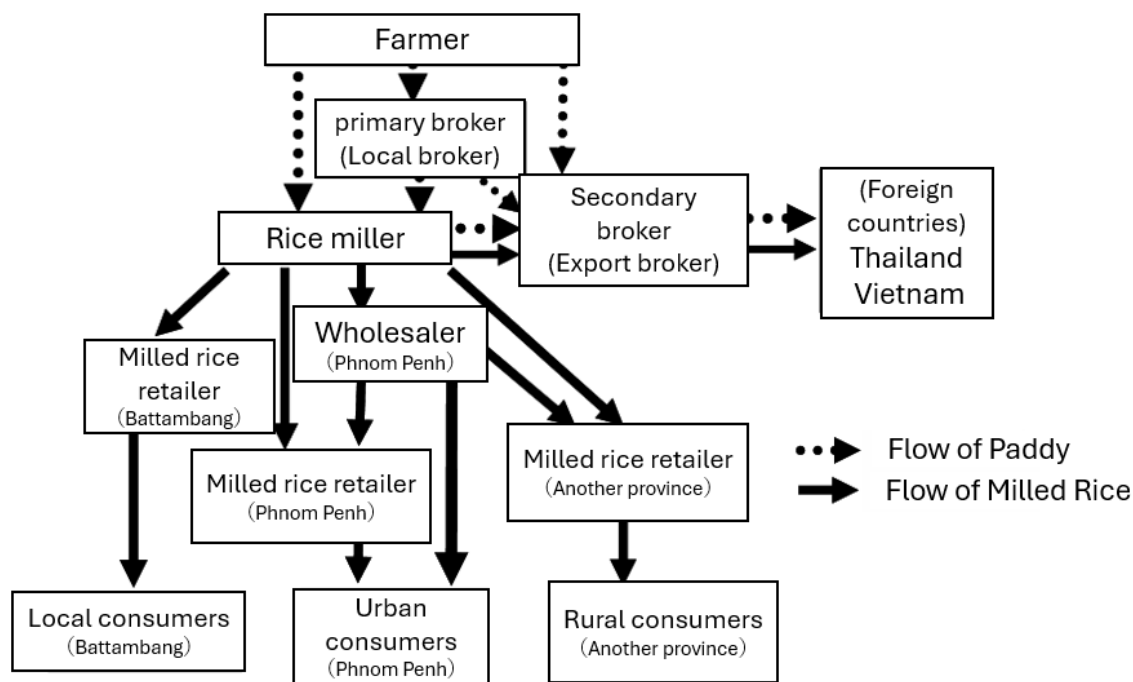


図 2.4.19 Battambang 州を中心とした籾・精米の流通経路

出典：カンボジアにおけるコメ産業の現状とその課題(石川晃士 2008)より引用し一部改変

(2) 籾及び精米の流通経路

カンボジアから輸出されるコメの流通は、隣国であるタイやベトナムの市場価格や流通事情に強く影響を受ける。北西部に位置しコメの主要産地である Battambang 州や Banteay Meanchey 州ではタイへ籾での輸出が多く行われている。また、トンレサップ湖ゾーンの地域で乾期に栽培されたコメや、南部の平野ゾーンに位置する Takeo 州、Kandal 州で栽培されたコメは、その多くが籾のままベトナムに輸出されている。

籾のまま、すなわち未加工で輸出されている量が多いのは、カンボジア国内の精米施設が十分ではないことが大きな理由の一つであるが、これは主としてベトナムの買付業者が価格競争力で優位に立っており、農家にとってより高く買い付けを行っている現状を表している。次図のとおり、カンボジア国内の精米所は Battambang 州北部とプノンペン特別市周辺に集積しているが、ベトナムの国境により近い Prey Veng 州などでは特に輸送費面でベトナムの負担が小さいことからベトナムの買付業者がより優位であり、精米事業が発展し難い環境であると言える。

品種別にみると、タイには主に高級米の香米が輸出され、ベトナムへはベトナムの早生品種が輸出されている。流通経路については、トンレサップ湖西側に位置し Battambang 州を通過する国道 5 号線と、東側に位置し Siem Riap 州や Kampong Thum 州を通過する 6 号線が主要なコメ産地

と Phnom Penh 近郊の精米所をつなぐ重要な幹線道路として機能している。精米後は、国道 5 号線と 4 号線、あるいは鉄道を利用して港まで運ばれ輸出されている。

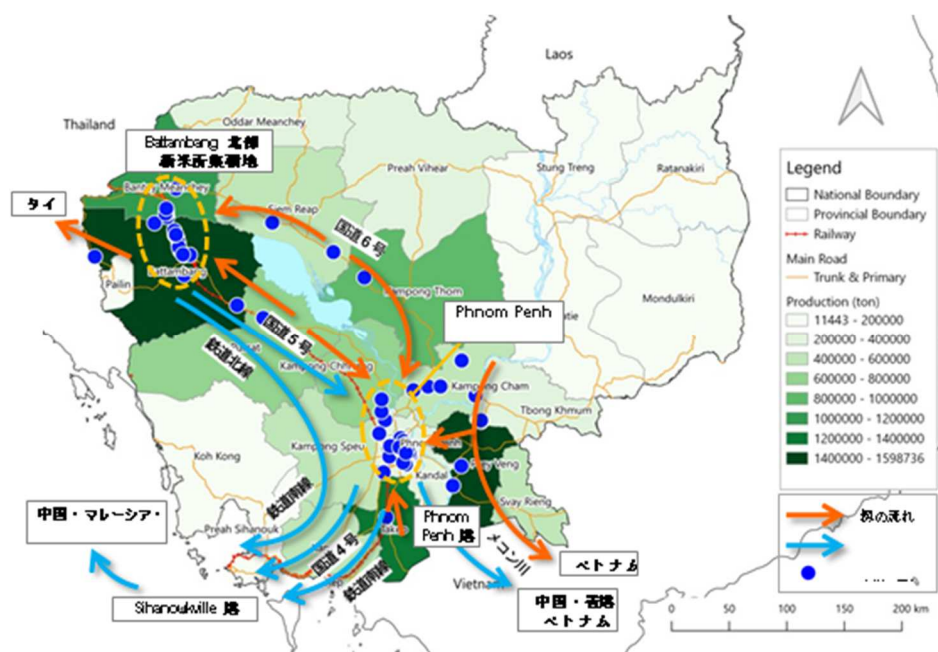


図 2.4.20 カンボジアの稲および白米の流通経路

出典：物流システム改善プロジェクト（JICA 2023）

(3) コメの流通量

カンボジアで生産されるコメの流通量を図 2.4.21 に示す。毎年生産されるコメの一部は、次年度以降の種籾として保存されるが、大部分は市場に供給される。このうち国内向けに精米されて消費されるのは、年間の生産量の約 36% である。残りのコメの約 62%、具体的には 438.7 万トンが籾の状態ですべて正規・非正規の形で輸出されている。これは精米後に輸出される約 15% 量 102.6 万トン（籾換算）の 4 倍に相当する。芳香系品種はその特性から雨期にしか栽培ができないため、芳香性品種の生産量を大幅に増やすことは難しい。一方、ベトナムに輸出される品種は、年間を通していつでも栽培が可能な多収性の品種であることから、増産に貢献している。

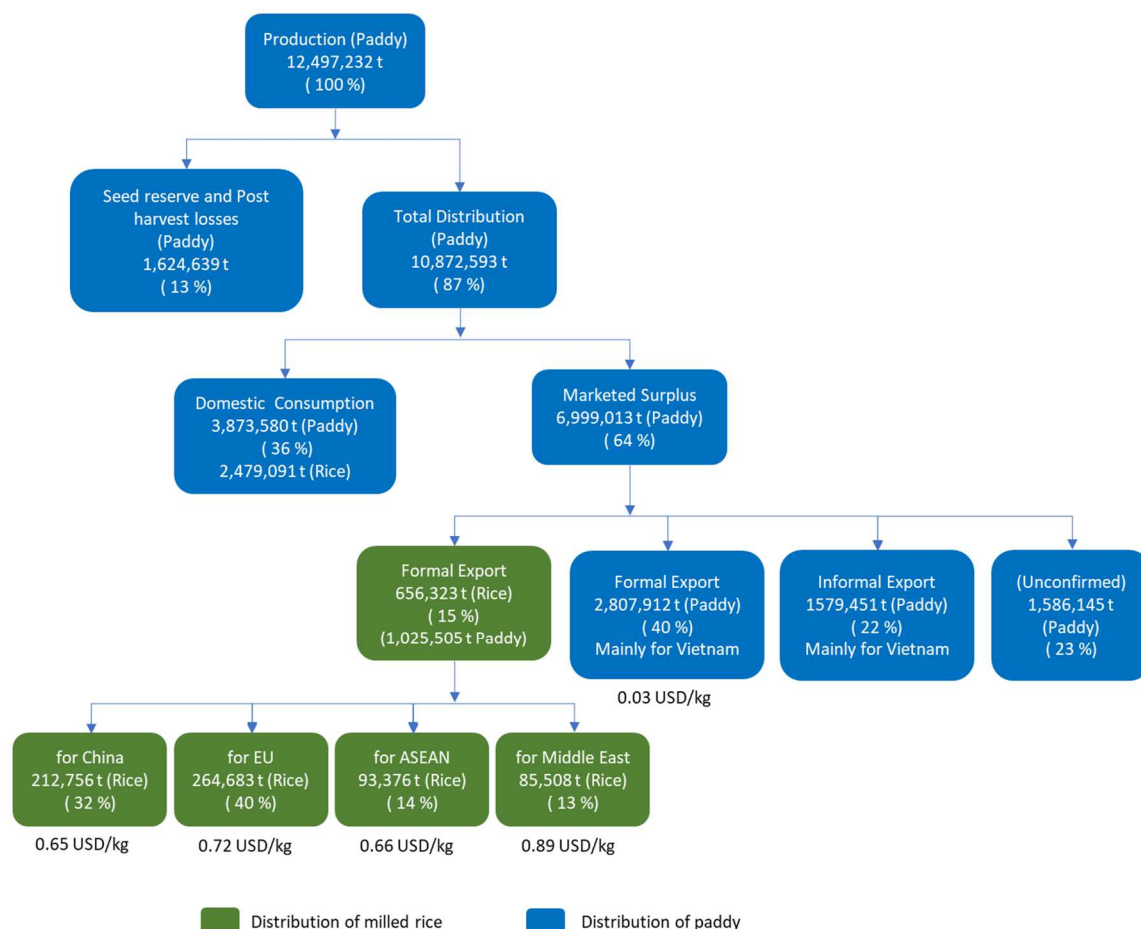


図 2.4.21 カンボジアの粳及びコメの流通量

出典：MAFF Annual report 2023 および The Phnom Penh Post 記事²を基に JICA 調査団作成

(4) コメの国際価格

コメの国際価格は高水準を維持している。2014 年から 2016 年の平均価格を 100 とした場合の、コメの国際価格の推移を図 2.4.22 に示す。2020 年から 2022 年まではインディカ米の価格に大きな変動はなかったが、芳香米の価格が 2021 年に下落している。EU はカンボジアに対して、武器以外のすべての製品の輸入関税を免除する優遇制度（EBA）を実施していたが、この優遇措置が欧州のコメ生産者に経済的損失を与えていると判断し、2019 年から 3 年の期間でセーフガードを発動し、輸入関税措置を課す措置を取った。

カンボジアはこの状況に対応して、中国やベトナム向けの輸出量を増加させたが、ヨーロッパ向け輸出が多かった芳香米の出荷量は減少した。しかし、この EU の措置が 2022 年 1 月に終了したことで、ヨーロッパ向けのコメ輸出が再度増加する傾向にある。

² The Phnom Penh Post <http://www.crf.org.kh/?page=front&lg=kh&lg=en> (2024 年 3 月 20 日閲覧)

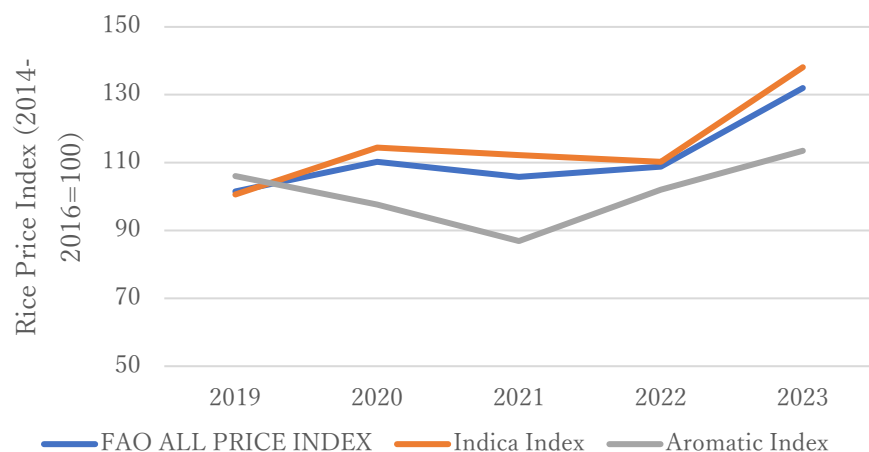


図 2.4.22 2014-2016 年を基準としたコメの国際価格の推移 (2019-2023)

出典：FAOSTAT を基に調査団作成

2.4.6 稲作の収益性

Siem Reap 州の PDAFF で聞き取った一般的な稲作の収益データによると、粳の販売価格は 1 kg あたり 1,300KHR、収量は 2.5-3.0 t/ha であったことから、これによる収入は 325-390 万 KHR/ha (約 813-975 USD/ha) と算定できる。一方で、一般的な生産コストは 200-240 万 KHR であり、収益は 85-190 万 KHR と推定される。この聞き取り結果は、表 2.3.1 に示す既往調査 (CIRAD, Center for Policy study 2017) とおおむね一致する³。

作期ごとの収支比較では、乾期の稲作は雨期に比べて種子、化学肥料、灌漑用燃料などの投入資材費が多くかかるものの、年間のコメの栽培回数を増やすことが可能であり、さらに高収量が期待できることで、10%程度高い収益を得ることが可能である。PDAFF への聞き取り調査からは、一般農家が機械化による省力化、栽培技術の向上による生産の安定化、そして需要の増加による販売先の多様化に伴い、灌漑水の確保が出来る状況下では、多くの農家が乾期の稲作を行いたいと考えていることが明らかとなった。

³CIRAD, Center for Policy study, 2017 “Cambodian Rice Sector Economic Observatory Technical Report “

表 2.4.2 稲作における収支構造

Cropping system parameters	Wet Season				Dry Season				Early Wet Season	
	Non-fragrant		Photosensitive Fragrant		Fragrant		Non-Fragrant		Non-Fragrant	
	Own	Rent	Own	Rent	Own	Rent	Own	Rent	Own	Rent
	Machine	Machine	Machine	Machine	Machine	Machine	Machine	Machine	Machine	Machine
Cycle duration (month)	6	6	5	5	4	4	3	3	4	4
Cubic meter water/ha	1000	1000	3000	3000	15000	15000	15000	15000	7000	7000
Seed (Kg/ha)	130	130	120	120	150	150	230	230	270	270
Bag fertilizer	3	3	4	4	4.3	4.3	6	6	8	8
Yield (Ton/ha)	2.6	2.6	2.5	2.5	3.5	3.5	4.5	4.5	5	5
Paddy price (KHR/ton)	900 000	900 000	1 100 000	1 100 000	1 200 000	1 200 000	850 000	850 000	750 000	750 000
Paddy price (USD/ton)	221	221	270	270	295	295	209	209	184	184
Fixed asset	130 990	9 146	130 990	9 146	130 990	9 146	261 981	9 146	130 990	9 146
Seed	182 000	182 000	360 000	360 000	450 000	450 000	460 000	460 000	540 000	540 000
Chemical input	336 230	336 230	443 480	443 480	548 330	548 330	745 403	745 403	953 570	953 570
Energy	100 380	0	127 750	0	302 050	0	308 350	0	199 500	0
Other input	22 750	22 750	21 875	21 875	30 625	30 625	39 375	39 375	43 750	43 750
Transport	0	33 800	0	32 500	0	45 500	0	58 500	0	65 000
Service	377 000	792 000	377 000	892 000	377 000	1 492 000	412 000	1 492 000	377 000	1 092 000
Labor	26 000	26 000	25 000	25 000	35 000	35 000	45 000	45 000	50 000	50 000
Financial cost	133 128	174 938	151 771	193 746	165 456	234 132	140 120	189 929	199 122	245 562
Tax	65 040	65 040	162 600	162 600	325 200	325 200	325 200	325 200	325 200	325 200
Total non-paddy cost	1 373 518	1 641 905	1 800 466	2 140 347	2 364 652	3 169 934	2 737 428	3 364 553	2 819 132	3 324 228
Total cost	1 373 518	1 641 905	1 800 466	2 140 347	2 364 652	3 169 934	2 737 428	3 364 553	2 819 132	3 324 228
Revenue Paddy/Rice	2 340 000	2 340 000	2 750 000	2 750 000	4 200 000	4 200 000	3 825 000	3 825 000	3 750 000	3 750 000
Profit	966 482	698 095	949 534	609 653	1 835 348	1 030 066	1 087 572	460 447	930 868	425 772
Return to cash invested	70%	43%	53%	28%	78%	32%	40%	14%	33%	13%
Land rent	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000
Net revenue (after imputed land rent)	566 482	298 095	549 534	209 653	1 435 348	630 066	687 572	60 447	530 868	25 772
Family total labor	20	20	20	20	27	27	28	28	24	24
Return to family man-day	27 972	14 720	27 218	10 384	53 724	23 583	24 586	2 161	22 389	1 087
Return to invt with land imp. Cost	32%	15%	25%	8%	52%	18%	22%	2%	16%	1%

出典: Cambodian Rice Sector Economic Observatory Technical Report (2017)

2.5 JICA 既往案件のレビュー

カンボジアで実施された案件のうち、本調査に関係あると思われる以下のものについてレビューを実施した。

表 2.5.1 レビューの対象としたカンボジア国における JICA 既往実施案件

実施年	案件名	区分
2002	スラコウ川流域農業生産基盤復興開発計画調査	開発調査
2008	プレクトノット川流域農業総合開発計画調査	開発調査
2009	流域灌漑・排水基本計画調査	開発調査
2011 -	トンレサップ西部流域灌漑施設改修事業	円借款事業
2014 -	プノンペン南西部灌漑・排水施設改修・改良事業	円借款事業
2014 - 2019	流域水資源利用プロジェクト	技プロ
2022 - 2026	灌漑排水国家標準設計基準策定プロジェクト	技プロ
2018 - 2023	物流システム改善プロジェクト	技プロ

出典：JICA 調査団（2024）

開発調査からは、2 件の円借款事業に繋がる案件が優先事業として選定されている。MOWRAM に関わる技術協力プロジェクト「灌漑排水国家標準設計基準策定プロジェクト」に関しては、MOWRAM において規定された「国家水資源管理・持続的灌漑計画及び投資プログラム」に基づき、我が国へ技術支援の要請が行われ、実施された。公共事業運輸省に係る「物流システム改善プロジェクト」については、「カンボジア産業開発政策 2015-2025」に基づいた技術支援の要請により、日本の技術支援が開始された。これらの事業は、プノンペンの西側、或いはトンレサップ湖の西側を中心とした国道 5 号線の周辺となる地域の開発に関係したものとなっていることが共通した地域的特徴として挙げられる。

2.5.1 スラコウ川流域農業生産基盤復興開発計画調査（2002 年 3 月）

カンボジアでは、長年の内戦と政治的不安定さの影響で、農業生産基盤が著しく損なわれてきた。これに対応するため、カンボジア国政府は、スラコウ川流域における農業生産基盤の復興と持続可能な開発を促進するためのマスタープランの策定を日本国政府に要請した。調査対象地域は、プノンペンの南西約 70km に位置し、スラコウ川の主に右岸に広がる地域で、その総面積は約 650km²に及ぶ。この地域は農業にとっての重要な灌漑水源供給地であるとともに、農業開発のポテンシャルを秘めている。調査は 2 段階に分けられ、先にスラコウ川流域における農業生産基盤整備に向けたマスタープランが策定され、2 段階目としてフィージビリティ調査が実施された。カンボジアにおいてカンボジアが高いと判断された事業に関しては、フィージビリティ調査が実施された。

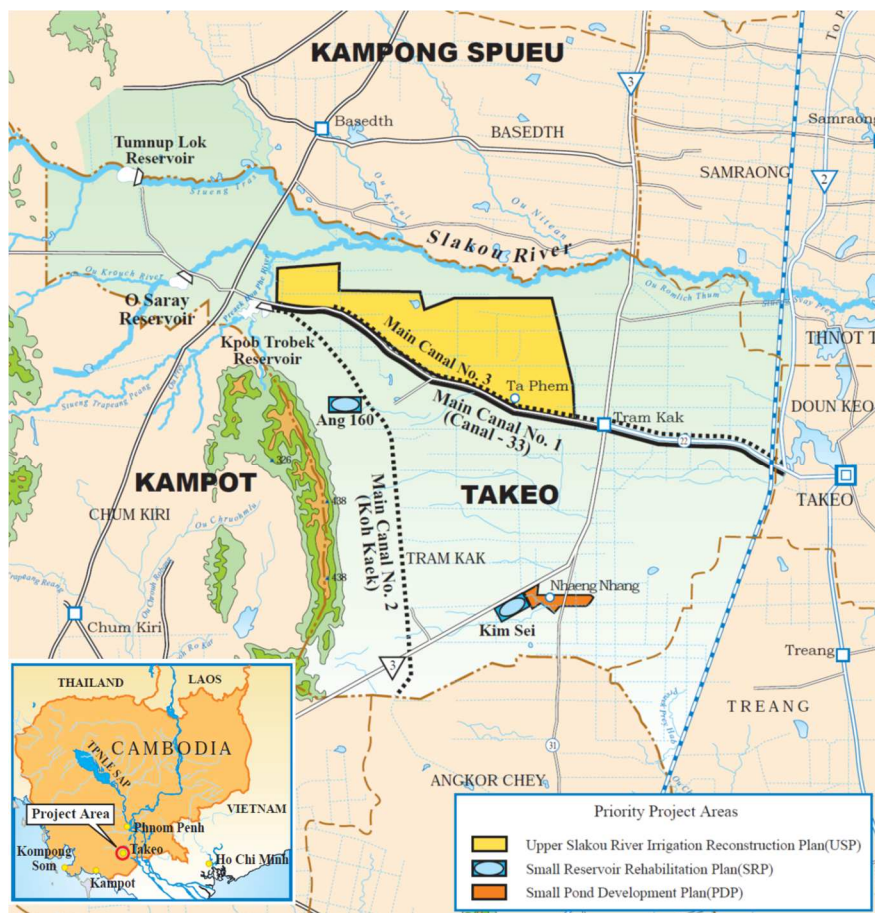


図 2.5.1 スラコウ川流域農業生産基盤復興開発計画調査における調査対象地

出典：スラコウ川流域農業生産基盤復興開発計画調査（JICA 2002 年 3 月）

マスタープランの策定では、最初に調査対象地域の現状分析が実施された。この分析には、地形、地質、土壌の分析、水文・気象データの収集、そして農業生産基盤の現状評価が含まれる。調査結果として、スラコウ川流域はカンボジアにおける農業発展のための重要な資源であること、但しそれを有効に利用するためには適切な管理と開発が不可欠であることが明らかとなった。この開発計画として、灌漑システムの改善、耕作方法の革新、農産物市場へのアクセス向上、地域農家への技術支援の提供など、広範囲にわたる開発構想が提案された。また、持続可能な農業生産システムの構築を目指し、水資源の効率的な利用、土壌保全、環境保護の重要性も指摘された。

策定されたマスタープランに基づき、特定の開発プロジェクトに対するフィージビリティ調査が実施された。この段階では、スラコウ川上流灌漑復興計画、小規模溜池改修計画、池建設計画といった個別の開発事業に関して詳しい検討が実施された。各事業の経済的、技術的、環境的実現可能性に対して評価がなされ、持続可能な農業開発と地域社会の生活水準向上を目指すための戦略が立案された。具体的には、各事業に必要な個別施設の設計、投資規模の推定、及び事業実施による経済的評価、環境・社会的影響に関する評価等が検討された。また、地域社会の参加と支援を通じたプロジェクトの持続可能性と貧困削減を高めるための方策についても検討が実施された。Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区もこの調査の対象になっている。

2.5.2 プレクトノット川流域農業総合開発計画調査（2008 年 8 月）

この調査では農業生産性向上のためのマスタープラン策定、優先・緊急案件に対するフィージビリティ調査、洪水被害緩和のための洪水予警報計画の作成、技術移転とカウンターパートの技術向上等が実施された。調査の主な目的は、計画対象地域の農業生産性の向上、持続可能な農業開発の促進、および洪水被害の緩和を通じて、地域経済の発展と両国間の友好・親善の促進に寄与することである。調査の結果として、ハード・ソフト両面のアプローチによる早急に実施すべき案件、パイロットプロジェクトの実施、洪水予警報計画などが提案された。

最初に、農業生産性向上を図るための全体的な枠組みとしてマスタープランが策定された。マスタープランでは、ハードとソフトの両面からのアプローチが取り入れられており、合計 27 のプロジェクト及び調査が提案された。マスタープランにおける主要な目標には、灌漑設備の改善、農業技術の普及、水管理システムの最適化などが含まれ、地域の農業基盤の強化と生産性の向上を目指すものとなっている。また、これらの取組により、計画対象地域の食糧自給率の向上と農業従事者の生活水準の改善が達成されることとなる。

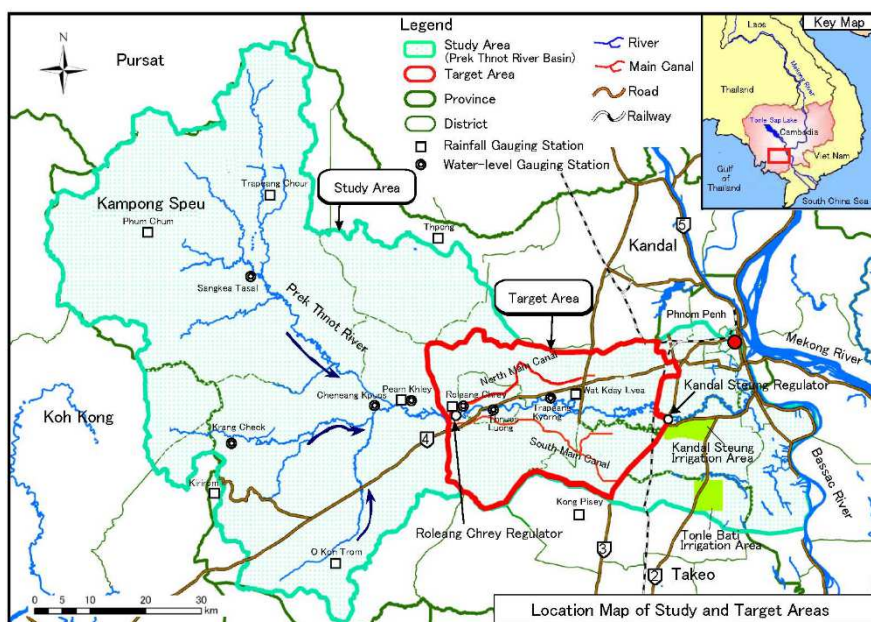


図 2.5.2 プレクトノット川流域農業総合開発計画調査における調査対象地

出典：プレクトノット川流域農業総合開発計画調査（JICA 2008 年 8 月）

フィージビリティ調査では、マスタープランに基づく優先・緊急案件に焦点を当て、具体的な実施計画の策定と評価が実施された。この調査では、特に重要と判断されたプロジェクトの実現可能性、コスト効果分析、および環境・社会的影響の評価が行われた。優先事業には、主要な灌漑システムの改善計画や、農業技術向上を目的としたプログラムなどが含まれており、これらのプロジェクトによって計画対象地域は持続可能な農業開発を実現できると結論付けられた。

パイロットプロジェクトでは、マスタープランとフィージビリティ調査で選定された優先課題に基づき、具体的な実証試験が実施されました。これには、灌漑技術の改善、農業普及活動、参加型水管理の導入などが含まれており、それぞれのプロジェクトで得られた成果と教訓は、最終的なマスタープランの策定にフィードバックされた。パイロットプロジェクトを通じて、理論上の計画が現場において実際にどの程度実現可能かが検討され、その効果と持続可能性について評価が行われた。

2.5.3 流域灌漑・排水基本計画調査（2009 年 3 月）

この調査は、カンボジア中西部に広がる四つの流域（Battambang 川、Moung Russei 川、Pursat 川、Boribo 川）における灌漑排水基本計画を策定したものである。これらの地域は、カンボジアの経済成長および貧困削減に大きな役割を果たしており、食料自給を維持する上で非常に重要な地域となっている。このように重要な地域である反面、灌漑施設を含めたインフラ整備は未だ十分ではなく、総合的な調査に基づいた自然資源・社会資源の有効利用が求められることから、カンボジア国から日本に対して調査の要請がなされた。調査ではマスタープランの策定、プレフィージビリティ調査が実施された。

マスタープランの策定では、灌漑開発資源のポテンシャル評価、既存の灌漑排水システムの現状分析、および灌漑排水開発の基本構想が検討された。これには、雨期コメ作に対して完全灌漑が最優先課題として位置づけられ、既存水路を有効に活用する基本戦略が含まれている。また、農家水利組合（FWUC）の結成・強化による灌漑施設の維持管理体制の改善が、この地域が食糧生

産基地として重要な役割を果たしていく上で重要な戦略となると結論付けている。

プレフィージビリティ調査では、選定された 6 地区における詳細計画の策定が行われた。これにより、対象地域で灌漑排水開発を早期に実施することに関し、事業として具体的な提案となるように成熟度の向上が図られた。調査結果として、水資源の利用効率化、農業生産性の改善、および土地利用率の向上を目指した施策が提案された。また、総合的なアプローチにより灌漑排水開発を進めることで、この地域が国家の食糧安定と農村部の貧困削減に貢献することができると結論付けられた。

2.5.4 トンレサップ西部流域灌漑施設改修事業（L/A: 2011 年 8 月、2019 年 2 月）

この事業は、2009 年 3 月に報告された「流域灌漑・排水基本計画調査」の内容に基づき、優先事業として選定された 6 地区の灌漑施設の整備を実施したものである。6 優先地区は Liam Khon、Por 水路（Battambang 州）、Damnak Ampil、Wat Loung、Wat Chre（Pursat 州）、Lum Hach（Kampong Chhnang 州）を対象としており、2011 年 8 月に日本の円借款事業として合意がなされ、事業が開始された。事業では、灌漑排水施設の改修・整備、農家水利組合の設立・強化、農業生産の向上を目指した営農指導が実施された。

具体的には、事業において頭首工 4 箇所、の改修、灌漑用排水路約 620km の整備、農家水利組合及び農家水利グループの設立支援・組織強化、営農指導、農地調査などが実施された。その後、急激な為替変動による円安、想定以上に広範囲に渡り分布した脆い土質地帯、現地の自然条件に合わせた一部水路の設計変更などにより、2019 年 2 月に追加の借款合意が形成され、追加資金が投入された。これらの投入により、地域の農業生産性の向上、及び農家の生計向上が期待され、SDGs のゴール 1（貧困撲滅）及びゴール 2（食料安全保障の実現）に貢献すると見込まれている。

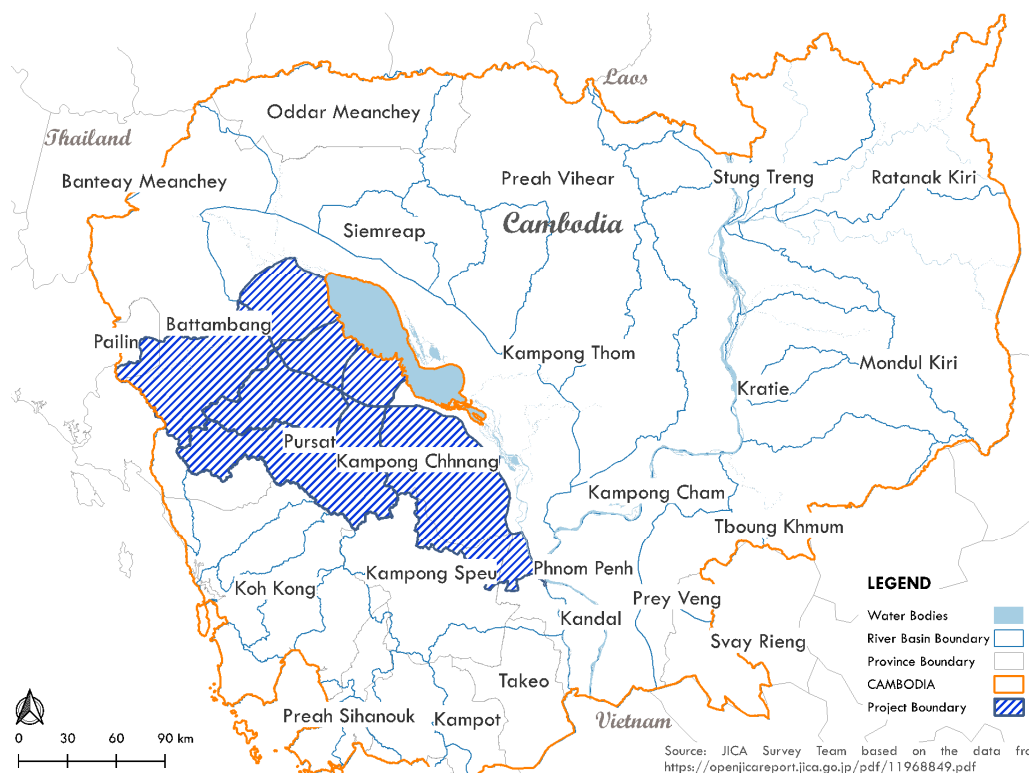


図 2.5.3 トンレサップ西部流域灌漑施設改修事業位置図

（作成：JICA 調査団 2024）

2.5.5 プノンペン南西部灌漑・排水施設改修・改良事業（L/A；2014年11月、2023年4月）

この事業は、1995年2月に報告された「プノンペン周辺地域農村総合開発計画業務実施調査」、及び2008年8月に報告された「プレクトノット川流域農業総合開発計画調査」の内容に基づき、2014年7月、及び2023年4月に円借款の合意がなされ、事業が開始されたものである。前者からは Kandal Stung-Bati 灌漑施設改修サブプロジェクト、後者からはローレンチェリー頭首工改修サブプロジェクトが抽出され、それぞれプノンペン南西部の Kandal 州・Takeo 州、Kampong Speu 州において灌漑・排水施設の改修・改良が実施される。

本事業の内容には、Kandal Stung-Bati 地区における水路 9.4km、2 か所の頭首工、3 か所の取水工、余水吐等の改修、ローレンチェリー地区における頭首工、幹線・支線水路等の改修・整備が含まれる。加えて、農家水利組合及び農家水利グループの設立支援、営農指導、コンサルティングサービスなどが実施される。事業は、2027年2月までの予定で実施され、施設の供用開始によって農業生産性の向上や農家の生計向上に貢献することが期待されている。また、SDGs のゴール 1（貧困撲滅）及びゴール 2（食料安全保障の実現）にも寄与することが想定されている。



図 2.5.4 プノンペン南西部灌漑・排水施設改修改良事業位置図

（作成：JICA 調査団 2024）

2.5.6 流域水資源利用プロジェクト（2014年5月～2019年4月）

カンボジアにおける流域水資源利用プロジェクトは、これまで JICA が支援してきたプノンペン南西部およびトンレサップ湖西部の流域（Sangker、Moung Ruseei、Pursat、Boribo、Prek Thnot、Slakou を含む 6 つの河川流域）を中心に、Battambang 州、Pursat 州、Kampong-Chhnang 州、Kandal 州、Kampong Speu 州、Takeo 州などを対象とした技術協力プロジェクトである。プロジェクトの目的は、対象となる河川流域における水資源利用のための管理・調整メカニズムを確立・強化し、最終的に農業生産性を向上させることである。

プロジェクトでは、基本的なデータや情報の収集、管理システムの確立、河川流域の水資源利用を調整するための制度的枠組みの構築、河川流域の水資源開発計画の策定など、さまざまな活動を行っている。さらに、このプロジェクトでは、Pursat 河川流域に特化した水資源管理計画の策定とともに、河川流域の流出および水収支計算モデルの作成に重点を置いている。



図 2.5.5 流域水資源利用プロジェクト位置図
(作成：JICA 調査団 2024)

2.5.7 灌漑排水国家標準設計基準策定プロジェクト（2022 年 2 月～2026 年 4 月）

カンボジア政府は農業セクターの発展と農村開発を重要課題として掲げ、持続可能な発展に向けた灌漑システムの強化と近代化を目指している。一方、既存の灌漑排水施設は老朽化が進んでいるにもかかわらず、技術的な基準が統一されていないため、政府の技術者や民間コンサルタント会社の知識・経験、もしくは灌漑分野の支援を行う開発パートナー各自が独自の基準を活用した設計を実施している。このため、同じ施設で異なる品質やばらついた構造強度が存在するなどの弊害が生じており、維持管理に必要となる予算を効果的に配分することが困難な状況にある。

上記のような状況を受け、MOWRAM では「国家水資源管理・持続的灌漑計画及び投資プログラム 2019-2033」をとりまとめ、灌漑排水施設の設計、施工、監督に係る国家基準の欠如による貯水・灌漑施設の設計・施工品質の違いを主要な開発課題として特定した。その上で、カンボジアの状況に適した標準設計基準の策定が必要であることを示した。これに沿った形で本技術協力プロジェクトが日本の支援で開始された。

プロジェクトは標準設計基準書案の策定および標準設計図書の審査プロセスの整理から始まり、次年度からは標準設計マニュアル、標準設計図案を整備、さらにこれらの文書を活用するための MOWRAM や PDWRAM（州水資源気象部門）の能力向上、およびこれらの承認のための試験システムの確立を目指す予定である。これらの成果を得るために、データ収集、既存プロジェクトの

分析、現地調査、および関係者との協議が実施された。これにより灌漑および排水システムの現状を理解し、問題やベストプラクティスを特定し、カンボジア固有のニーズや条件を反映した図書の作成が行われている。

本調査で提案する事業では、これらの標準設計マニュアルに準じた灌漑施設の設計がなされることが期待される。それと同時に FS 以降の設計にかかる図面や設計思想にかかる情報の蓄積と管理が適切になされるよう、MOWRAM 側の情報管理体制を確認することが望ましい。

2.5.8 物流システム改善プロジェクト（2018 年 5 月～2023 年 5 月）

このプロジェクトは、カンボジアの物流インフラを強化し、産業の変革を通じて経済成長を促進させることを目的とする。このプロジェクトは、カンボジア産業開発政策（IDP）2015-2025 に基づいて要請され、日本に支援によって開始されたものである。労働集約型から高付加価値で技術主導の産業への移行を目指している。プロジェクトは 2018 年 5 月から 2023 年 5 月までの間で実施され、国の持続可能な経済成長と地域統合にとって重要となる物流効果が改善・強化された。特に、物流事業のモニタリングシステムの開発、市場調査、国境地点での施設運用とその改善、および変化していく物流事業への要求と外部課題への迅速な対応に焦点が当てられた。

このプロジェクトでは、戦略的な物流政策と行動計画の策定と承認、物流関係者の能力構築、および国境ポイントでの具体的な改善など、いくつかの重要なマイルストーンが設置され、それらが達成された。これらの成果は、カンボジアにおいてより効率的で信頼性の高い物流システムの基盤を構築する上でのプロジェクトの有効性を裏付けることとなった。さらに、周辺国における市場調査の実施や地域協力のための定期的な対話を通じ、ASEAN 域内でのカンボジアの連結性の強化に関し、プロジェクトの果たした役割を明らかにした。

プロジェクトの基礎調査では、トンレサップ湖の西側に敷設された鉄道路線の有効活用について説明がなされており、同時にトンレサップ湖周辺の道路が雨期の洪水で運航に影響を受けることも示されている。このことは、灌漑・排水施設の改修によって排水状況が改善した場合、周辺道路の洪水への影響が緩和できることを示唆する。

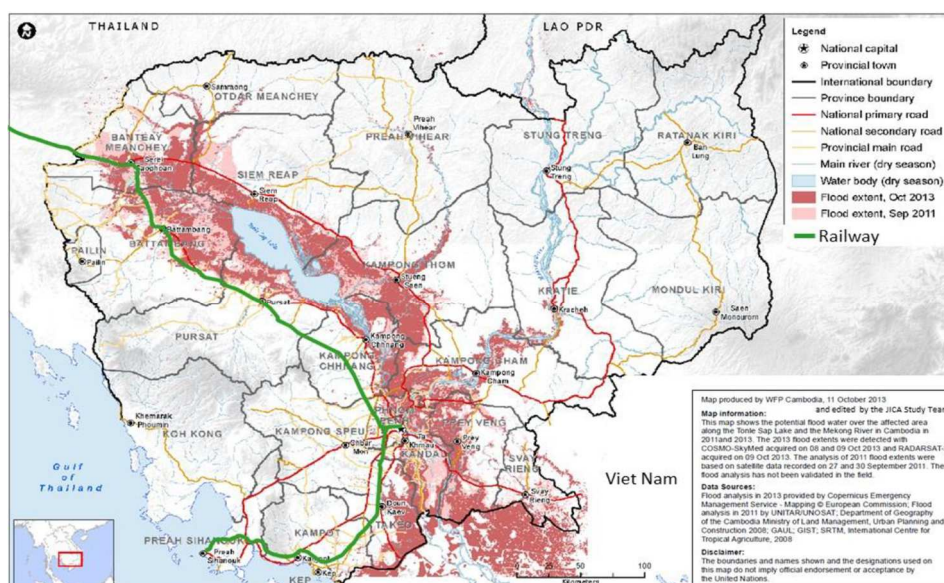


図 2.5.6 カンボジアにおける洪水被害地域（赤色）と鉄道路線（緑線）

出典：物流システム改善プロジェクト最終報告書（JICA, 2023 年 5 月）

鉄道はトンレサップ湖の西側を走っているが、トンレサップ湖周辺での洪水被害が多く記録されており、道路を利用した物流にも影響が出る。この周辺の排水状況を改善することは、道路を利用した物流の安定に寄与すると考えられる。一方、コメの輸送という点で鉄道輸送への転換の達成するには施設面での課題が多く、本事業で想定される農作物の輸送は、国道 1 号線や 5 号線を通じたトラックによる輸送が主流である可能性が高いため、本調査で提案する事業との関連性は薄いと考えられる。

2.6 他ドナー支援事業

上述のとおり、カンボジアの農業セクターは経済の基幹として、人口の大部分を雇用し、GDP に大きく貢献している。しかしながら、不十分な灌漑インフラや気候変動に対する脆弱性などの課題がこのセクターの潜在能力を十分に発揮する妨げとなっている。こうした課題に対応するため、カンボジア政府はさまざまなステークホルダーの支援を受けて、農業慣行の近代化、生産性の向上、人口増加による食糧安全保障の確保を目的とした一連の戦略的プロジェクトを実践してきた。

灌漑開発分野におけるドナーパートナーには、JICA を始め、ADB、AFD、韓国、UNDP、IFAD、インドなどが挙げられる。以下の表に、様々なドナー機関によって実施された灌漑開発に関連する進行中および完了したプロジェクトを示す。また、2.6.1 以降に当分野のメインドナーパートナーである AFD、ADB および韓国の支援実績と動向について記載する。

表 2.6.1 カンボジアにおける灌漑開発分野における他ドナーの支援事業

Donor Partner	Titles of the Projects	Project period
AFD	Development Project:	
	✓ Rehabilitation of Prey Nup Polders	1997-2008
	✓ Stung Chinit Irrigation and Rural Infrastructure Project	2000-2008
	✓ Northwest Irrigation Sector Project	2005-2011
	✓ The Water and Sanitation Program WASP	2014-2019
	✓ WAT4CAM Phase 1	2018-2025
	✓ WAT4CAM Phase 2	2025-2030
	✓ Svay Chek River Restoration and Management project	2024-2029
ADB	Development Project:	
	✓ Stung Chinit Irrigation and Rural Infrastructure	2000-2008
	✓ Northwest Irrigation Sector Project	2005-2011
	✓ Tonle Sap Lowlands Rural Development Project	2007-2015
	✓ Tonle Sap Poverty Reduction and Smallholder Development Project and Additional Financing	2017-2024
	✓ Uplands Irrigation and Water Resources Management	2015-2021
	✓ Climate Resilient Rice Commercialization Sector Development Program and Additional Financing	2013-2024
	✓ Irrigated Agriculture Improvement Project	2019-2025
KOREA	Development Project:	
	✓ Krang Ponley Water Resource Development Project	2005-2012
	✓ Monkol Borey Dam Development Project	2010-2015
	✓ Sala ta Orn Dam Development Project	2012-2021
	✓ Dauntri Dam Development Project (Original & AF)	2013-2025
	✓ Irrigation Development and Flood Mitigation Project in Banteay Meanchey Province	2017-2026
	✓ Barvel Irrigation Development and Flood Mitigation Project	2022-2029
	✓ Eastern Mekong Delta-Water Supply Measures and Flood Mitigation for the	

Donor Partner	Titles of the Projects	Project period
	Prek Niel River Basin in Svay Rieng Province	New
WB	Development Project: ✓ Cambodia Water Security Improvement Project (CaWSIP)	2024-2030
	Technical Assistance: ✓ Geo Location of Water Storage and Dam Safety	2024-2025
	✓ Country Climate Change Development Report (CCDR)	New
	✓ Public Finance Review for water resource and irrigations	New
CHINA	Development Project: ✓ Stung Pursat Dam No.3 & No.5 Development Project	2017-2021
	✓ Reaksa Reservoir Development Project	2019-2022
	✓ Vaico Irrigation Development Project	2017-2023
AUSTRALIA	Technical Assistance: ✓ Cambodia Agricultural Value Chain (CAVAC) Phase1	2010-2015
	✓ Cambodia Agricultural Value Chain (CAVAC) Phase2	2016-2021
INDIA	Development Project: ✓ Stung SVA HAB Water Resources Development Project	2018-2023
	✓ Solar Powered Smart Pumping System for Irrigation Project	New
	✓ Stung Khleach Water Resources Development Project	New
UNDP	Development Project: ✓ Strengthening Climate Information and Early Warning Systems to Support Climate-Resilient Development (2015-2020)	2015-2020
	✓ 94 projects supporting climate-smart infrastructures (canals, ponds, wells, water sluice)	-
IFAD	Development Project: ✓ Tonle Sap Poverty Reduction and Smallholder Development Project (TSPRSDP)	2010-2024
	✓ Sustainable Assets for Agriculture Markets, Business and Trade Project (SAAMBAT)	2019-2025
	✓ Agriculture Services Programme for an Inclusive Rural Economy and Agricultural Trade (ASPIRE-AT) SPIRE-AT	2023-2030

出典：1st MOWRAM-Development Partners Annual Coordination Meeting (2023)

2.6.1 フランス開発庁 (Agence Française de Développement : AFD)

AFD は、インフラ、水資源管理、環境の持続可能性を強化することを目的とし、カンボジアにおける包括的かつ持続可能な灌漑開発を実践している。過去 5 年間、AFD は Battambang 州、Banteay Meanchey 州、Preah Sihanouk 州、Kandal 州、Kampong Thom 州、Preah Vihear 州など、カンボジアのさまざまな州で灌漑開発プロジェクトの支援に携わってきた。

近年の特筆すべき取組としては、Water Resources Management and Agroecological Transition for Cambodia (WAT4CAM) プロジェクトがある。本プロジェクトは、農業の上流（生産および水資源管理）から下流（販売）までを支援している包括的なプロジェクトであることが特徴である。また、Svay Chek River Restoration and Management Project は、2024 年から実施のプロジェクトであり、Svay Chek 川の再生と管理を目的とし、この地域の環境持続可能性全体に貢献することを目的にしている。

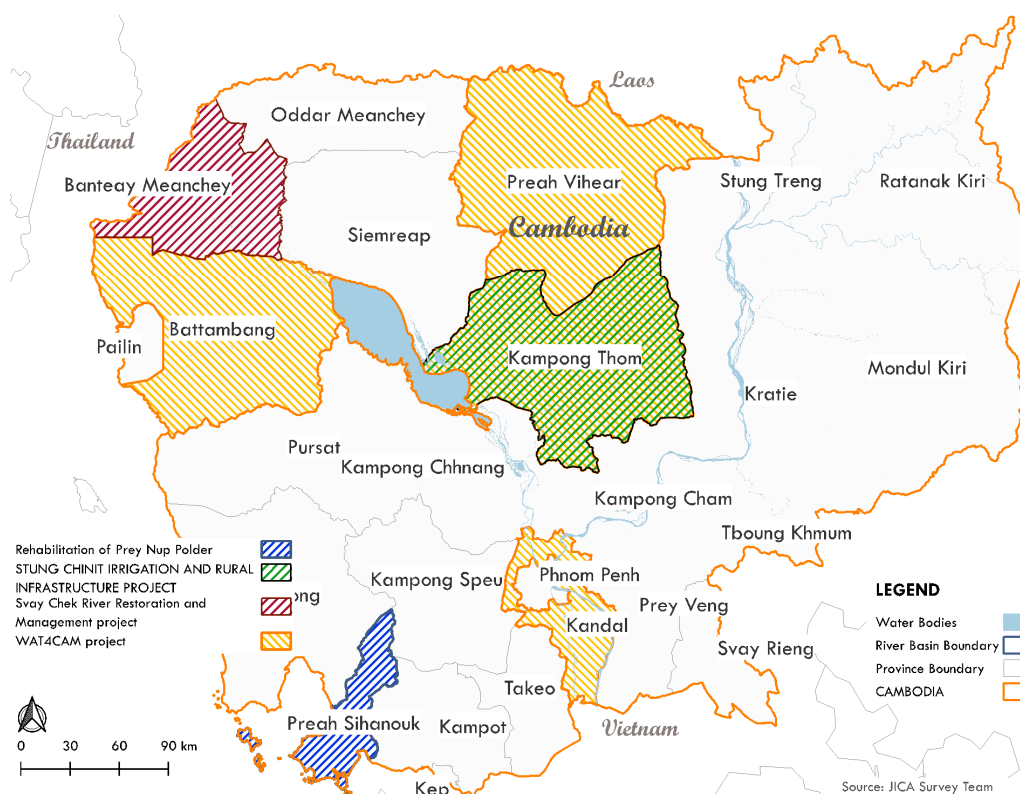


図 2.6.1 AFD による支援対象地域
(作成：JICA 調査団 2024)

以下に AFD の実施してきた主要なプロジェクトとして、Stung Chinit Irrigation and Rural Infrastructure プロジェクトおよび WAT4CAM プロジェクトの概要を記載する。

1) Stung Chinit Irrigation and Rural Infrastructure プロジェクト

カンボジアの Kampong Thom 州を対象に貧困削減と経済成長を目的として、1,600 万ドルの予算（AFD は 325 万ユーロ相当を支援）で 2000 年 9 月 5 日に承認されたプロジェクトである。プロジェクトは主に灌漑農業開発、農村インフラ整備の二つのパートに分かれており、灌漑農業開発パートでは、MOWRAM が実施機関となり農家コミュニティの組織化、改良普及サービス、7,000ha の灌漑インフラ整備（2003 年のスコープ変更により追加で 2,960ha の灌漑施設改修を実施）を実施、土地所有権調査、水利使用者グループの結成、農業改良普及サービスを実施した。一方、農村インフラ整備パートでは、MRD が実施機関となり、道路や市場の整備など、農村インフラの改善を実施した。



図 2.6.2 Stung Chinit Irrigation and Rural Infrastructure プロジェクトの実施位置図

(作成：JICA 調査団 2024)

2) Water Resources Management and Agroecological Transition for Cambodia (WAT4CAM) プロジェクト

WAT4CAM プロジェクトは、統合水資源管理の実践のための流域の知識と水管理委員会の設立を目標とした 12 年間のプロジェクトである。以下に WAT4CAM プロジェクトでの最初のパイロットプロジェクトとして選定された Stung Sen 流域パイロットプロジェクトについて記載する。

2-1) WAT4CAM フェーズ 1 (2019-2025)

灌漑・社会的水管理 (ISWM) と統合水資源管理 (IWRM) の能力構築、持続可能な農業の集約化と多様化の支援に重点を置き、2019 年から 2025 年 12 月までの予定で実施されているプロジェクトである。このプログラムは 4 つのコンポーネントから成り、灌漑・排水インフラの復旧・完成、灌漑管理の改善、水資源モニタリング・管理の支援、革新的農法とコメのバリューチェーンの促進が含まれる。対象地域は図 2.6.3 に示すとおり、Stung Sen 流域 (Kampong Thom 州および Preah Vihear 州)、Sangker 流域 (Battambang 州) および Kandal 州を含み、9 か所の灌漑地区の改修 (合計 12,450 ha) などの設備面への支援から、MOWRAM 職員や農家水利組合 (FWUC) へのトレーニング、そして Stung Sangker 流域の流域委員会の設立など水管理にかかる支援、そして 2020 年の洪水被害支援など多岐にわたる分野での支援実績を有する。

流域管理委員会では、2016 年から実践されている Stung Sen 流域への支援も継続しており、プロジェクトにより流域委員会が設立され、下表に示すとおり 4 つのセクションと 6 つのテーマ、そして 56 行動計画を示すアクションプランが策定、実践されている。

表 2.6.2 Stung Sen 流域におけるパイロットプロジェクトのアクションプランの大項目

I.	全員の幸福の確保
	A. 衛生的で良質な水の供給を通じた健康の保護
	B. 水関連リスク（干ばつ、洪水）とその影響の軽減
II.	資源の共有による経済発展への貢献
	C. 持続可能な農業の実践
III.	淡水生態系、氾濫林、湿地帯、森林の保全
	D. 自然生態系の保全
	E. 有害物質による汚染防止
IV.	Stung Sen 流域における水ガバナンスの一貫性強化
	F. 流域委員会およびその他の利害関係者の能力構築と IWRM ガバナンス

出典：Evaluation report on the Stung Sen Dashboard 2016-2021

2021 年時の報告書では、流域委員会とともに 2015 年に計画された上記の行動につきレビューがあり、上表の A から F までの 6 つの対策のうち、B. 水関連災害の削減、C. 持続可能な農業の実施そして D. 自然生態系の保全が特に優先的に実施されたが、その他については実践には至らなかった。現在はアクションプランのレビュー結果を踏まえた新 5 カ年行動計画を作成しているところであり、統合水資源管理の実践にかかる土台を築いている。しかしながら、資金面での課題を抱えており、いかにプロジェクト期間中に資金的な独立を果たすことができるかが重要である。

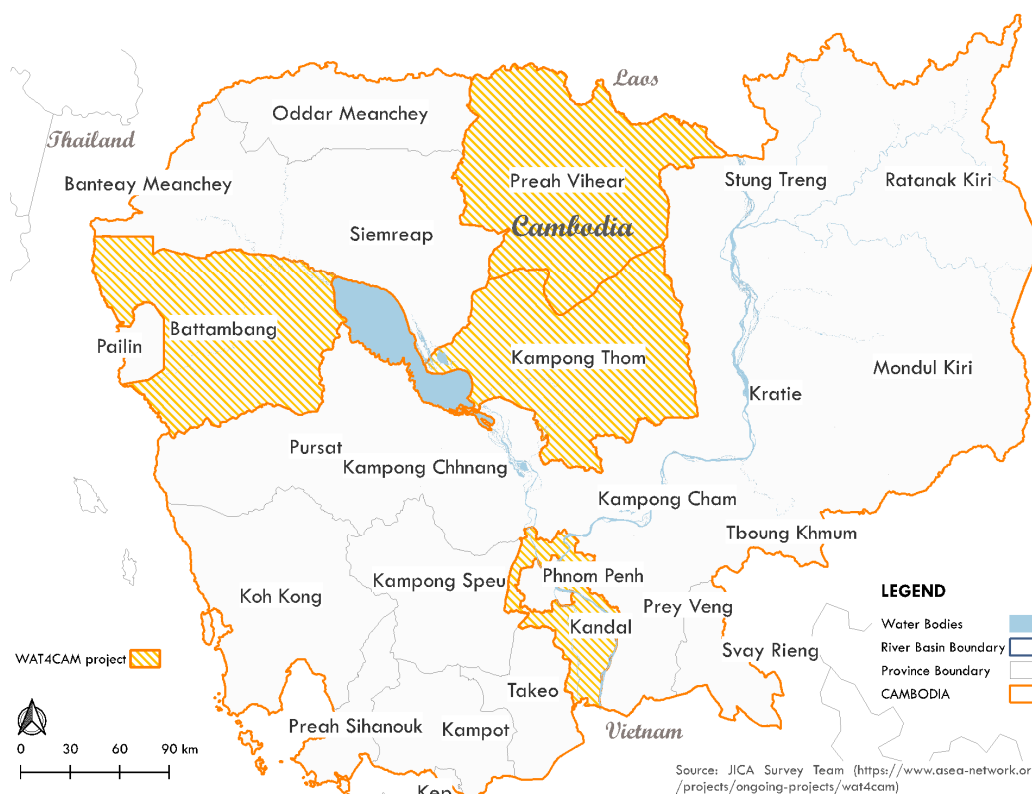


図 2.6.3 WAT4CAM プロジェクト対象地区

(作成：JICA 調査団 2024)

2-2) WAT4CAM フェーズ 2 (2025-2030)

フェーズ 2 では、特に水の安全確保、洪水と干ばつのリスクを軽減するための設備投資、そして革新的な灌漑開発を行うことを目的とし、Kampong Speu 州、Kampong Cham 州 Oddor Meanchey

州、Preah Vihear 州、Prey Veng 州や Tbong Khmum 州など対象州を広げて支援が実施される予定である。具体的には、貯水池容量の増加や PPP モデルによるメコン川沿いのソーラーポンプの設置などが挙げられる。

2.6.2 アジア開発銀行（Asian Development Bank : ADB）

ADB も AFD と同様に灌漑分野における主要ドナーパートナーの一つであり、灌漑インフラの改善、効率的な水資源管理の促進、気候変動に強い農業の導入など多岐にわたるアプローチでカンボジアの農業、灌漑、水資源セクターを支援している。プロジェクトの対象地域はカンボジア全土に及ぶが、コメ生産の多い Battambang 州、Pursat 州、Kampong Thom 州への支援が多い傾向にある。主要プロジェクトの概要を以下に示す。

1) Irrigated Agriculture Improvement プロジェクト（2019-2027）

本プロジェクトは、国家水資源管理開発センター（NWRMDC）と水資源情報システム（WRIS）の設立による灌漑システムの近代化を目的としており、ADB の他、欧州投資銀行（EIB）およびカンボジア王国政府（RGC）により予算が 2 億 1,600 万ドル、対象州を Battambang 州、Kampong Thom 州、Kampong Cham 州、Takeo 州、Kampong Cham 州の 5 州、受益面積が合計で 57,500ha に上る大型のプロジェクトである。水資源管理のための情報の充実と一元管理化はカンボジアが抱える主要な課題の一つであることから、将来の日本の円借款事業にて取得される水文・気象データにおいても、このプロジェクトのデータ規格に合わせることが望ましい。これにより、本プロジェクトで設立される WRIS 上で水文気象情報を共有することが可能となり、水資源管理において科学的根拠に基づいた適切なゲート操作を効率的に行うことができると考えられる。

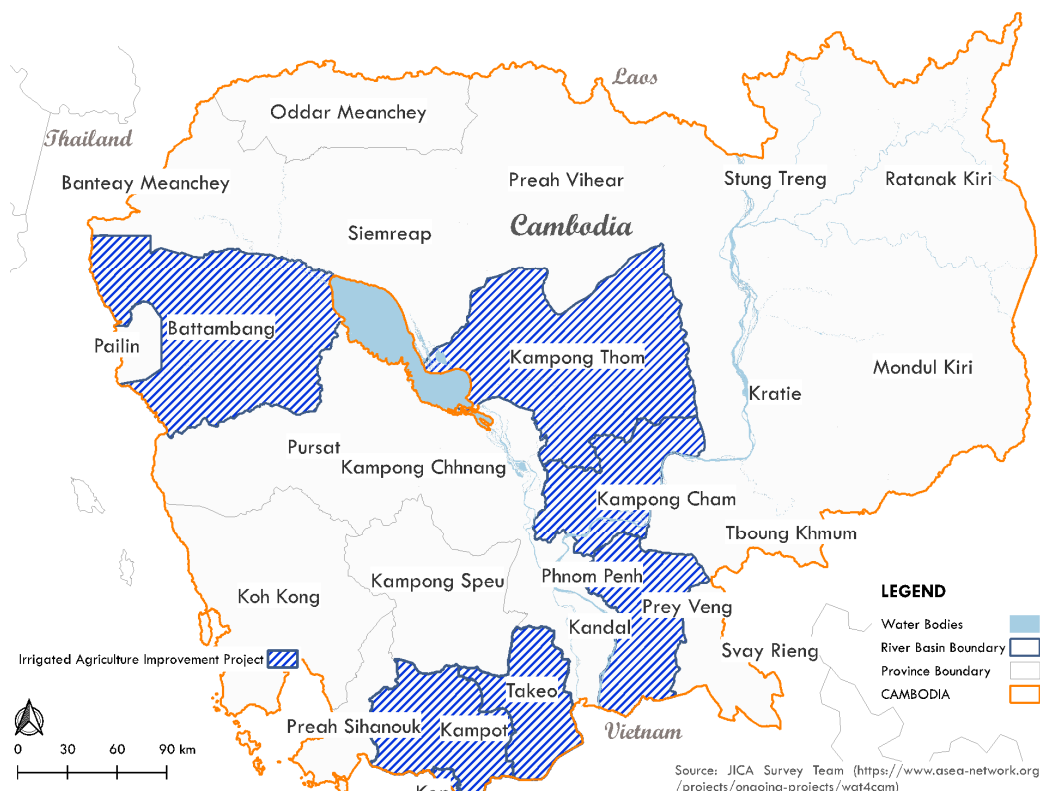


図 2.6.4 Irrigated Agriculture Improvement プロジェクト対象州

（作成：JICA 調査団 2024）

2) Integrated Water Resource Management プロジェクト (2027–2029)

現在準備段階にあるこのプロジェクトは、河川流域レベルでの水資源管理に重点を置き、特に右図に示す Battambang 州と Pursat 州（Pursat 川、Svay Daun Keo 川、Dauntry 川、Sangker 川流域）の 35,000 ha を対象としたプロジェクトである。総予算は 1 億 6,000 万ドルで、ADB の他、アジアインフラ投資銀行（AIIB）、カンボジア王国政府（RGC）からの拠出で構成され 2027 年から 2029 年の実施を予定している。

暫定的なコンポーネントには、灌漑・貯水施設の建設、洪水緩和のためのインフラ整備に加え、流域管理委員会の設立や運営を含むソフトコンポーネントとしての河川流域開発が含まれる。

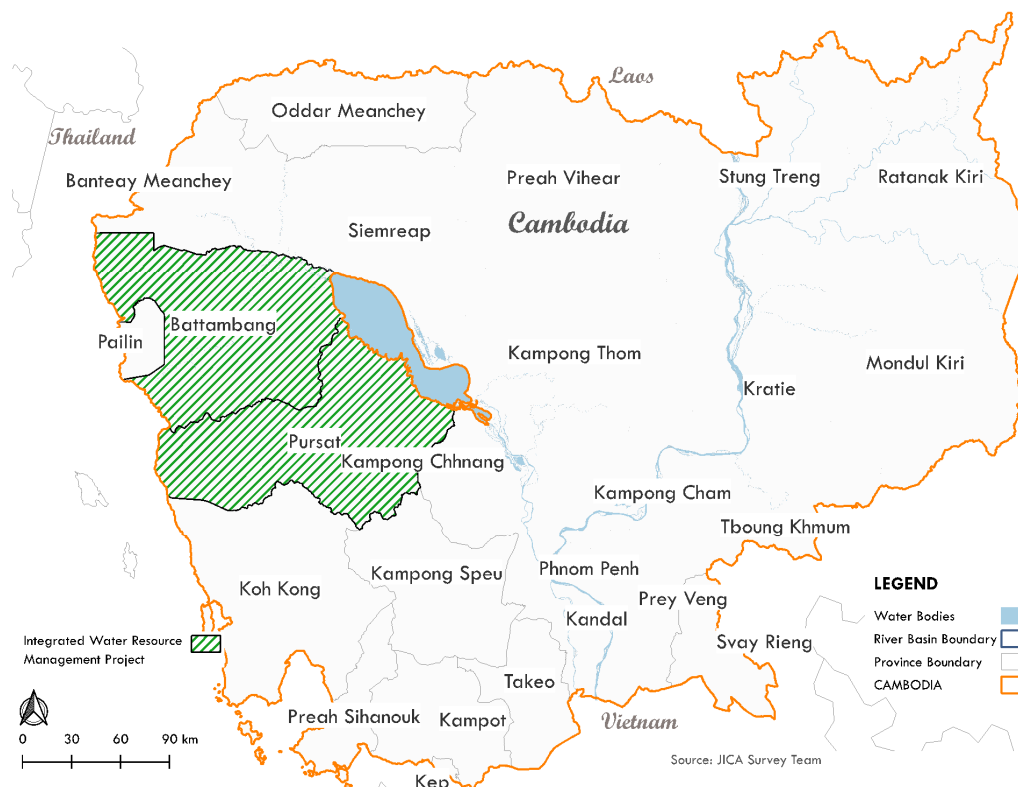


図 2.6.5 統合水資源管理プロジェクト対象位置図
(作成：JICA 調査団 2024)

3) Climate Resilient Rice Commercialization Sector Development Program (Rice-SDP) (2025–2030)

本プログラムは 2013 年 11 月に開始され、カンボジアの水稻生産とコメ輸出に関する政策に則り、自給自足のコメ部門を商業志向のものに変えることを目的として実施されている。このプログラムは、農業生産性の向上、バリューチェーン支援の強化、気候変動リスクへの対応に重点が置いているもので、図 2.6.6 に示すとおり Battambang 州、Kampong Thom 州、Prey Veng 州の 3 州を対象とする。さらに COVID19 への対応活動を組み込むため、2022 年 6 月に 5,664 万ドルを追加融資し、農業協同組合の支援や市場連携の強化、農業の機械化と改良普及サービスの促進を行っている。

4) Uplands Irrigation and Water Resources Management プロジェクト (UIWRMP) (2015-2021)

本プロジェクトは、Kampong Thom 州と Battambang 州における灌漑システムの効率性と気候変動への耐性を強化し、水資源管理の状態を改善することを目的として、2015 年から 2021 年にわたり実施し、31,140 ha の灌漑施設の改修と近代化、そして 3 つの農家水利組合 (FWUC) の組織化を含む水資源管理の能力強化研修を実施し、持続的な農業生産に貢献している。

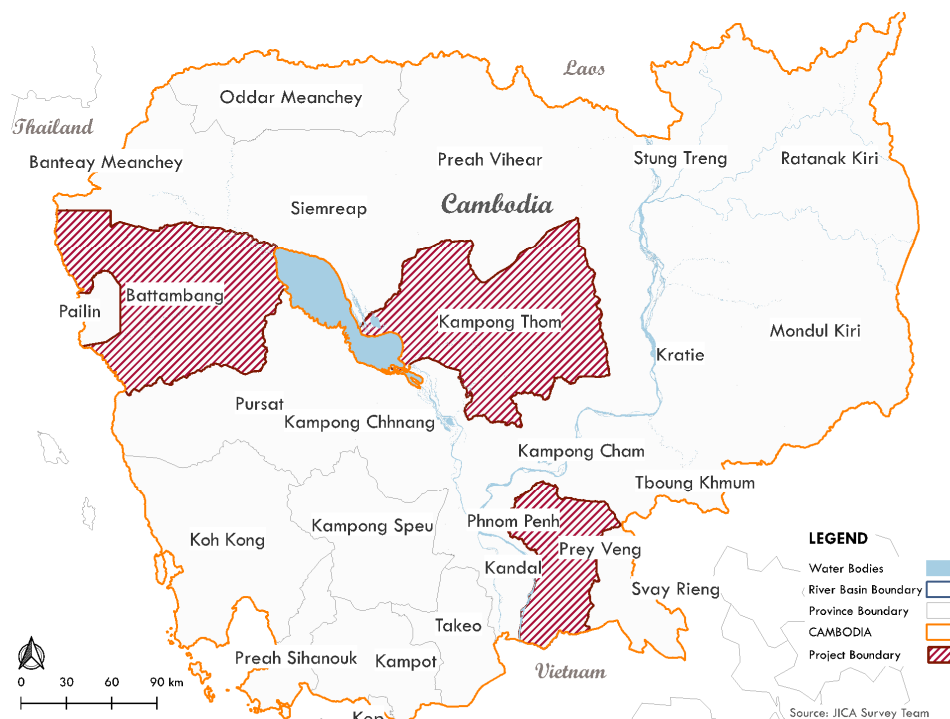


図 2.6.6 Rice-SDP プロジェクト対象位置図

(作成：JICA 調査団 2024)

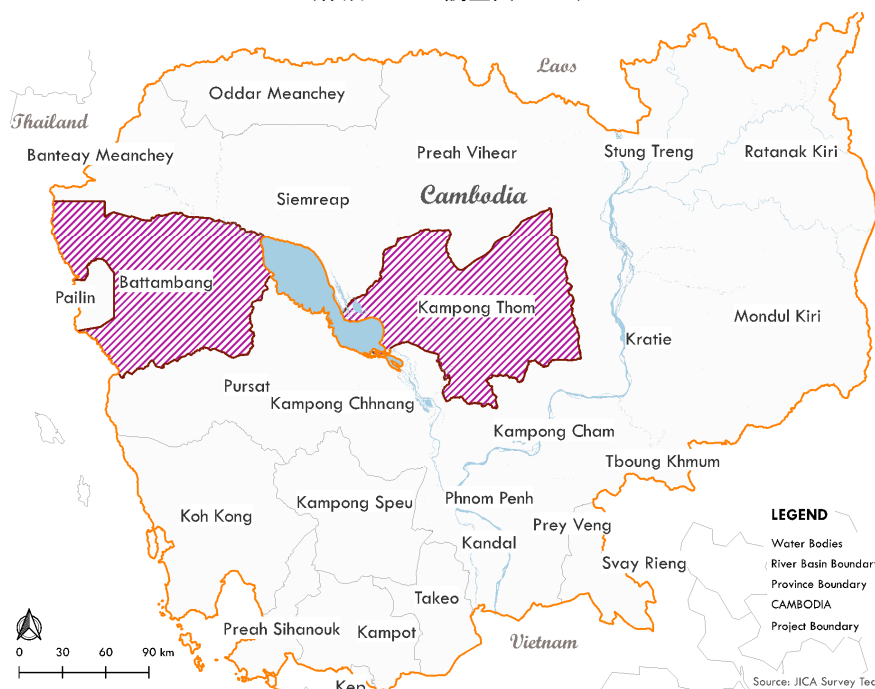


図 2.6.7 UIWRM プロジェクト対象位置図

(作成：JICA 調査団 2024)

2.6.3 韓国による支援

韓国は、カンボジアへの水資源管理と衛生分野への支援を最優先事項の一つとして支援を行っており、運輸分野（55%）に次ぐ割合資金援助を行っている（31%）。支援内容は、ダムや貯水池の修復や建設を通じた灌漑開発、および統合水資源管理の促進を目的としたものが多く、農業生産の向上と、対象地域の灌漑および水管理の近代化促進に主眼を置いている。これまでに韓国が資金提供した主要な灌漑開発プロジェクトは図 2.6.8 および表 2.6.3 に示すとおりであり、Banteay Meanchey 州、Battambang 州、Kampong Cham 州、Svay Rieng 州に集中している。

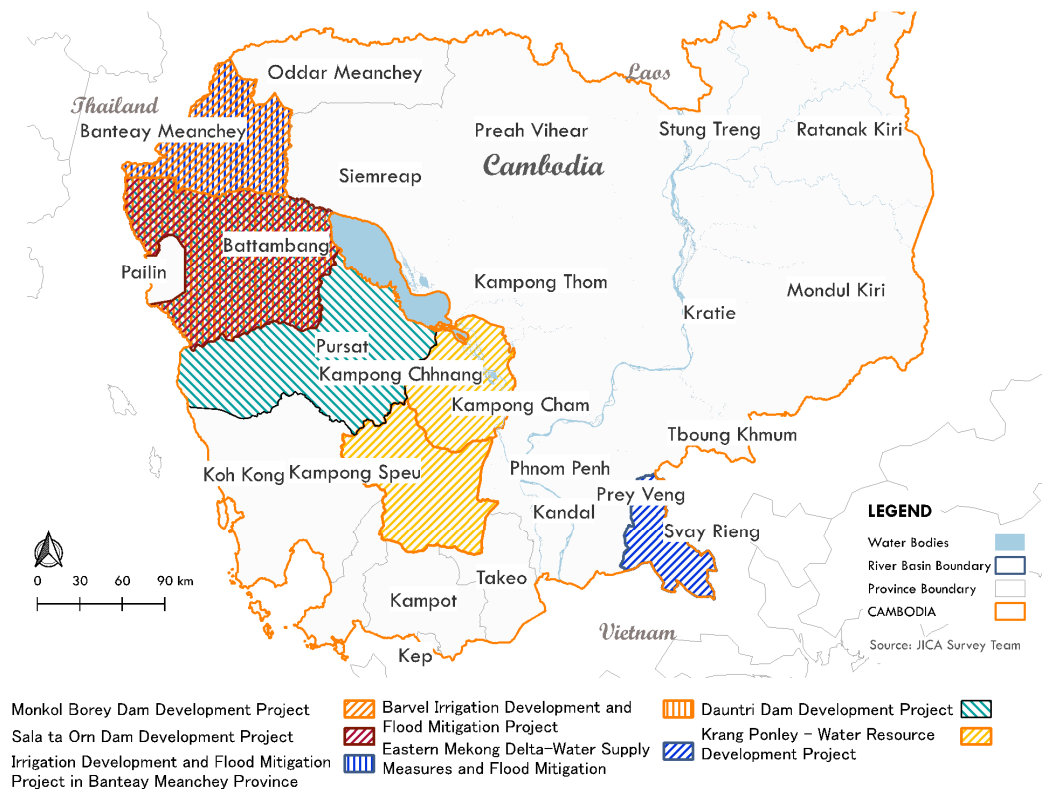


図 2.6.8 韓国の支援対象州位置図
(作成：JICA 調査団 2024)

主要なプロジェクトの概要を次表に整理する。

表 2.6.3 灌漑、水資源管理分野における韓国の支援実績および予定一覧

Project Name	Period	Budget US\$ million	Location	Project Activities
Krang Ponley Water Resource Development project	2005-2012	26.7	Kompong Speu & Kampong Chnang	• Increase agricultural productivity • Mitigate flood in the downstream area • Dam rehabilitation • Canal rehabilitation • Hydraulic structure
Monkol Borey Dam Development	2010-2015	18.7	Monkol Borey River (Banteay Meanchey)	• Securing water for irrigation • Flood mitigation • Construction of Ta Hean Dam • Rehabilitation of Kamping Puoy Dam
Sala Ta Orn Dam Development	2012-2021	36.6	Tonle Sap Basin	• Expansion of irrigation area • Securing water for irrigation

Project Name	Period	Budget US\$ million	Location	Project Activities
			(Battambang)	- Construction of concrete gravity type dam - Canal rehabilitation
Dauntri Dam Development	2013-2025	46.7 + 24.3	Battambang & Pursat	- Increase agricultural productivity by securing water for irrigation - Flood mitigation - Construction rock-fill dam
Irrigation Development and Flood Mitigation in Banteay Meanchey Province	2017-2026	85.1	Banteay Meanchey	- Increase agricultural productivity by securing water for irrigation - Flood mitigation - Construction of 3 multi-purposes reservoirs - Construction of 3 main canals
Barvel Irrigation Development and Flood Mitigation	2022-2029	98.7	Battambang (Barvel Irrigation Scheme)	- Increase agricultural productivity by securing water for irrigation - Flood and drought mitigation - Replacement of barrages - Rehabilitation of canals - main, diversion, secondary, tertiary - Rehabilitation of irrigation facilities and structures - Establishment of FWUC

出典：1st MOWRAM-Development Partners Annual Coordination Meeting (2023)

第3章 灌漑ポテンシャルの評価

3.1 過去のポテンシャル検討のレビュー

カンボジア全国を対象にした灌漑ポテンシャルは、2010年にJICAの支援により実施された「Review on Nationwide Irrigation Development in Cambodia - Nationwide Irrigation Development Report」にて評価されており、全国を42の流域に分割し、各流域の灌漑開発ポテンシャルを評価のうえ、開発優先度を4段階で分類している。本節では、当時の検討手法を紹介し、灌漑開発を行うべき地区を選定するための基準についてレビューした結果を示す。

3.1.1 調査の概要と参照資料

上記調査は、2010年の1月から3月にかけて実施された灌漑開発の状況に関する調査であり、河川流域ごとに灌漑地区の主要データと関連情報を収集、整理し、MOWRAMが策定する中期灌漑開発計画の策定を支援すること、またMOWRAM職員に対し灌漑システムのデータ収集、整理に関する技術移転を行うことを目的としたものである。調査対象地域は全国であり、既存の灌漑排水システムだけでなく、進行中や計画中のプロジェクトも含まれる。

2010年時調査で活用した資料と本調査で活用した対応資料をそれぞれ下表に示す。

表 3.1.1 灌漑ポテンシャル評価に用いた資料の比較

項目	2010年時調査	本調査（2024年）
政策・上位計画	- Report on Technical Working Group on Agriculture and Water (JICA 2009) - Strategy for Agriculture and Water (MOWRAM & MAFF) - Action Plan on Water Resources and Meteorology Management and Development (MOWRAM 2009-2013)	- Pentagonal Strategy – Phase1: 2023-2028 (RGC 2023) - National Water Resources Management and Sustainable Irrigation Road Map and Investment Program 2019-2033 (MOWRAM 2019) - National Strategic Development Plan 2019-2023 (MOWRAM 2019)
灌漑地区のインベントリ	- Inventory & Analyses of Existing Systems prepared in Irrigation Rehabilitation Study in Cambodia (JICA 1994) - Irrigation Inventory data provided by MOWRAM, PDWRAM and JICA Cambodia Office. - CISIS Database	- CISIS Database (MOWRAM 2024) - Information obtained from MOWRAM and PDWRAM to update CISIS database.
自然資源	- Master Plan of Water Resources Development in Cambodia (KOICA 2008) - JICA GIS Dataset (2010) for Landcover	- Satellite Rainfall Data (GSMap 2024) - Landcover in Cambodia 2015-2020 (Open Development Cambodia 2023)
農業	- Agricultural Statistics 2006-2007 (MAFF) - MAFF Annual Report (2008-2009)	- Cambodia Agricultural Survey 2021 (MAFF 2024) - MAFF Annual Report (2013-2024)
貧困統計	Poverty Profile (MOP 2004)	Cambodia Poverty Assessment (WB 2022)
行政境界	Commune Database (MOP 2005)	Subnational Administrative Boundaries (OCHA 2018)
一般統計	Statistical Yearbook of Cambodia 2008	Statistical Yearbook of Cambodia 2021

出典：Review on Nationwide Irrigation Development in Cambodia – Nationwide Irrigation Development Report (JICA 2011) および調査団（2024）

3.1.2 灌漑開発優先流域の選定基準

表 3.1.2 に 2010 年調査時の優先流域の選定基準を示す。当時の選定基準は 5 つの大項目（自然条

件、人的資源、社会条件、実施の容易性、成熟度）とそれらに付随する 14 の小項目により構成される。基準のうち、自然条件、人的資源、実施の容易性、成熟度については、灌漑開発を実施するにあたり有利な条件ほど高い評価としているが、社会条件については、灌漑開発の実施が社会に与える影響、すなわち社会環境の改善に対する貢献度が大きい流域ほど高く評価されるシステムとなっている。

表 3.1.2 灌漑ポテンシャル評価の選定基準（2010 年調査時）

No.	Category	Sub-Category	Score	Description
1	自然条件	水資源	10	マスタープラン（2008 年）のデータを基に雨期作にとって最も重要な月（7 月）の単位流量で評価。
		土地資源	20	JICA の GIS データベースを基に農地として利用可能な土地資源の割合を推定。
2	人的資源	人口密度	5	灌漑農業にかかる労働力の多寡を人口密度で評価。流域別の人口密度は 2008 年人口センサスを基に推定。
		受益者の灌漑利用率	5	Commune Database より 2004 年時の灌漑利用率を推定。
		受益者の肥料利用率	5	Commune Database より 2004 年時の肥料利用率を推定。
		受益者の農薬利用率	5	Commune Database より 2004 年時の農薬利用率を推定。
3	社会条件	貧困の程度	10	カンボジア計画省の公表する 2004 年時の貧困率を基に推定。貧困率の高い流域ほど高い評価とした。
		教育レベル	5	Commune Database より 2004 年時の初等教育を受けている 6-14 歳の割合を推定。割合が低い流域ほど高い評価とした。
		識字率	5	Commune Database より 2004 年時の 15 歳以上の非識字率の割合を推定。割合が高い流域程高い評価とした。
		市場へのアクセス性	5	Commune Database より 2004 年時の最寄りのマーケットまでの所要時間の平均値を推定。所要時間が短い流域程高い評価とした。
		農業機械の活用率	5	Commune Database より 2004 年時の農業機械利用率を推定
4	実施の容易性	流域内の道路密度	10	MoPWT のデータを基に道路密度を推定。流域内のアクセシビリティの程度を評価。道路密度が高い流域程高い評価とした。
5	成熟度	MOWRAM の意向	5	政府の意向による優先地域を含む流域を高い評価とし、保護区などの開発不可の地区を含む流域を低い評価とした。
		基本情報の充実度	5	2008 年のマスタープランにより基本的なデータが得られる流域を高い評価とした。
		合計	100	Score の高い流域から順に第一優先から第四優先までを分類。

出典：Review on Nationwide Irrigation Development in Cambodia – Nationwide Irrigation Development Report (JICA 2011)

3.1.3 灌漑ポテンシャルの評価結果

2010 年時の灌漑開発ポテンシャル評価結果を図 3.1.1 に示す。優先順位の高い流域は、開発・改修の可能な土地資源が豊富に存在するトンレサップ湖の西側とメコンデルタの南部に集中している

ことが確認された。2014 年⁴から 2023 年までの 10 年間の作付面積の増減を確認すると、図 3.1.2 に示すとおり、特にトンレサップ湖の西側の流域（Banteay Meanchey 州、Battambang 州、Pursat 州が位置する流域）で作付面積が増加している（それぞれ 61,900 ha、152,500 ha、65,600 ha の年間作付面積の増加）ことが分かる。これは、特にこれらの流域で灌漑開発にかかる投資が活発であることを示している。

他方、メコンデルタ流域については、Svay Rieng 州の流域では作付面積の大きな増加がみられるものの、全体としてトンレサップ湖周辺と比較して大きな増加には至っていない。これはメコンデルタ流域での灌漑開発がポンプによる揚水が必要とする灌漑が前提となることに加え、地理的優位性（ベトナムとの交易の容易性）から経済特区としての開発が進んでいるためであると考えられる。

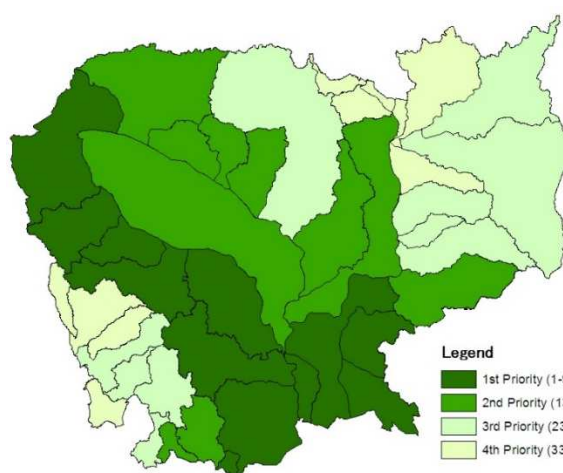


図 3.1.1 灌漑開発優先度分布（2010 年時）

出典：Review on Nationwide Irrigation Development in Cambodia - Nationwide Irrigation Development Report (JICA 2011)

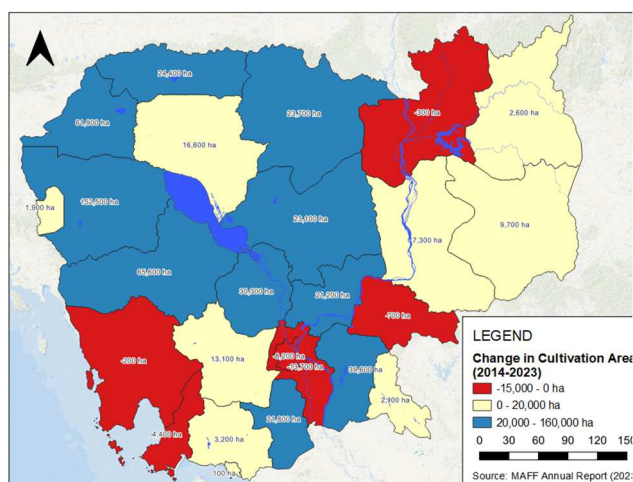


図 3.1.2 コメ作付面積の増減量分布（2014-2023）

出典：MAFF Annual Report (2014-2023)

3.2 灌漑開発ポテンシャル検討手法

本節では、過去の検討における灌漑開発ポテンシャル手法を踏まえた検討手法を記載する。本検討における灌漑開発ポテンシャル算定の目的は、全国で 2,400 以上ある灌漑地区の中から、現況の自然条件や灌漑施設等インフラの現況条件を考慮して灌漑開発を優先的に行うべき地域を特定することであり、本調査で策定する灌漑開発シナリオの基礎情報の一つとなるものである。本検討の最終目的は、将来の日本の円借款事業の実施を前提とした灌漑開発優先地区の特定にあり、図 3.2.1 に示すとおり灌漑開発ポテンシャルの検討はそのための 1 次選定としての位置づけであり、20 年程度までの長期間において開発対象とする地区（ロングリストに載せる地区）



図 3.2.1 優先灌漑地区選定フロー

出典：JICA 調査団（2024）

⁴ 2010 年からではなく、2014 年からの比較としているのは、2014 年に行政境界に変更があった（Kampong Cham 州から Tbong Khmum 州が独立）影響を避けるためである。

を選定するためのプロセスである。

灌漑開発ポテンシャルの算定では、水資源、土地資源および地勢的条件など、自然条件の影響をより大きく反映させ、今後の灌漑開発にかかる優位性を比較している。具体的には、下表のとおり、農地ポテンシャルと投資ポテンシャルをそれぞれスコア化し、結果を低・中・高の3分割により行うことで、各灌漑地区の灌漑開発ポテンシャルを区分した（農地ポテンシャル（3分割）×投資ポテンシャルによる評価（3分割）で9分割されたグラフ上に各灌漑地区の評価結果を示す）。

表 3.2.1 本調査で適用した灌漑開発ポテンシャル評価の選定基準および配点

項目	説明	配点
1 農地ポテンシャル	自然条件もしくは変更が困難である人為的条件を設け、灌漑開発に際し、地理的な優位性を評価。	
1-1 水資源量	現行の水利用状況を考慮しながら利用可能な年間表流量を評価し、多くの水資源が利用可能である地域ほど優先度を高く評価した。	1
1-2 水資源量の信頼性（年較差）	2014年から2023年の10年間の降水量記録から各月降水量の年較差を算定し、年較差が小さい地域ほど優先度を高く評価した。	1
1-3 土地資源（肥沃度）	土地の肥沃度を土壌のタイプ別に分類し、肥沃な土地ほど優先度を高く評価した。	1
1-4 水田面積の変化	水田面積が増加傾向にある地域ほど、灌漑・農業セクターへの支援が活発と考えられ、近隣地区のFWUC、農協などからの支援やFVC面での相乗効果が見込まれやすいことから、ポテンシャルの大小を評価するうえで重要項目の一つである。2014年から2023年の10年間の作付面積の変化を州別で評価し、作付面積の増加が大きな州ほど高く評価した。	2
2 投資ポテンシャル	灌漑開発に際し時間と資金の投入により改善可能な施設条件を設け、投資額に対する効果の程度を評価し、効果がより早く発現する地区を選定。	
2-1 水資源量の信頼性（水源の多寡）	カンボジアの多くの灌漑地区では乾期の作付けに十分な貯水能力をもった貯水池がなく、貯水池の多くは平坦な地形上にあり嵩上げによる貯水能力の改善が困難であることから、本項目は重要項目の一つである。水源となる貯水池あるいはダムの容量を確認し、貯水容量の大きな灌漑地区ほど、優先度を高く評価した。	2
2-2 灌漑タイプ	灌漑種別を重力灌漑、ポンプ灌漑、およびそれらの混合タイプの3種に分類し、維持管理費用の少ない重力灌漑をより優先度を上げて評価した。	1
2-3 主要道路からの距離	ゲートキーパーの移動の容易性（ゲート操作の迅速性）およびマーケットへのアクセスの容易性を評価。特に雨期においては未舗装道路のアクセス性は大きく劣ることから、アクセスが容易な舗装道路（主要道路）から10km以内の灌漑地区をより優先度を上げて評価した。	1

出典：JICA調査団（2024）

表 3.2.2 CISISに登録されている灌漑地区の受益面積規模

Beneficiary Area of Schemes	Nos Schemes
Less than 200ha	1,216
200 ha – 3,000 ha	1,183
More than 3,000 ha	84

出典：CISIS (MOWRAM 2024)

表 3.2.3 灌漑地区別の「Condition」値と必要とされる対応

Overall Scheme Condition Assessment Rating	Type of Maintenance/ Rehabilitation Budged required	Nos Schemes
80-100%	Routine Maintenance	447

Overall Scheme Condition Assessment Rating	Type of Maintenance/ Rehabilitation Budgeted required	Nos Schemes
60-79%	Periodic Maintenance	675
30-59%	Rehabilitation	1,060
< 30%	Write off (Full Replacement)	301

出典：Policy and Implementation Manual for Operations and Maintenance of Irrigation Schemes (MOWRAM 2015) and JICA 調査団 (2024)

図 3.2.2 に灌漑ポテンシャル評価のイメージを示す。農地ポテンシャル、投資ポテンシャル共にスコアの最も高い灌漑地区（図中の青色エリア）を第一優先地区、投資ポテンシャルのスコアが高く、農地ポテンシャルのスコアが中程度であった灌漑地区（緑色のエリア）を第二優先地区、農地ポテンシャルのスコアが高く、投資ポテンシャルのスコアが中程度であった灌漑地区を第三優先地区（同、黄色）、その他のエリアを第四優先地区（同、赤色）として区分した。

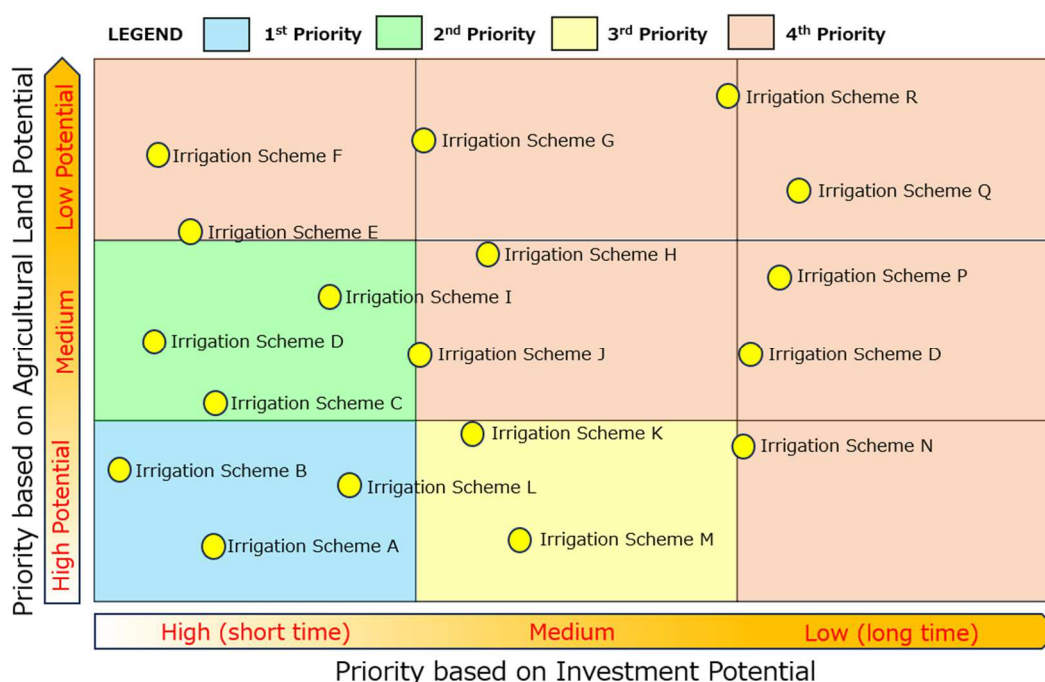


図 3.2.2 ロングリスト案件選定のための灌漑ポテンシャル評価イメージ

出典：JICA 調査団 (2024)

なお、本検討ではカンボジア全国の灌漑地区（2,483 地区）を対象とし、横並びで評価を行っているが、将来の円借款事業候補としての灌漑開発ポテンシャル評価であることが前提となる。したがって、受益面積の小さな地区（3,000ha 未満の地区。表 3.2.2 を参照）および灌漑施設の状態の良好な灌漑地区（CISIS 上の灌漑地区の「Condition」の項目が 60%以上である灌漑地区。表 3.2.3 を参照）については評価対象から除外した。

本調査での検討時点（2024 年時）においては、過去（2010 年時）の状態と比較し、非常に多くのドナー支援の成果が活用可能なため、衛星画像による分析結果等、広範囲かつ一律の評価が可能なデータが多量に利用できる環境にある。また、Cambodia Information System on Irrigation Schemes (CISIS) のデータ収集が進んだ結果、2009 年 12 月時点で 681 の灌漑地区が登録されていたところ、現時点で登録灌漑地区数は 2,483 地区にのぼる（灌漑可能面積は雨期作が 1,178,800 ha、乾期作が 551,200 ha）。したがって、本検討ではこれらのデータを可能な限り利用し、ポテンシャルを灌漑地区毎に確認した。

Box: Cambodia Information System on Irrigation Schemes (CISIS)

CISIS とは、AFD の技術協力により構築された灌漑地区のデータベースであり、カンボジアの灌漑セクターの開発と管理に必要な情報を位置情報とともに一元化したものである。開発当初の活用案は、河川流域に関する知識の向上（境界線と分類の明確化、灌漑農業地域、流域レベルでの水収支）、灌漑インフラのモニタリング（灌漑改修計画のためのツール）、公共インフラ（主要堤防、主要水路、頭首工など）の維持管理の必要性の評価、公共インフラの現在の管理状況の評価、FWUC に関する知識の向上など、多岐にわたるものであり、AFD は灌漑地区のデータ収集と同時にデータ活用のための様々なトレーニングを提供してきた経緯がある。

しかしながら、現在は、データベースは Tonle Sap Authority (TSA) にオーナーシップが移った結果、その機能は簡略化され、新たな灌漑地区の新規開発や施設改修による灌漑面積の拡大を行う際の基礎情報（灌漑地区数、受益面積および施設の状態）の確認に利用されているのみである。

CISIS の課題は、データの質と更新体制の低さにある。灌漑地区のデータは様々なプロジェクトや機関にわたって収集されたものであり、その精度に一貫性がないことが問題である。また、データの更新は定期的に行われておらず、現状を反映していない場合が多い。CISIS の有効な活用のためには、データの標準化や整合性の確保、定期的な更新や検証および共有の仕組みの構築が必要と考えられる。

2010 年時の灌漑開発ポテンシャル算定時の評価項目の本検討での取り扱いを表 3.2.4 にまとめる。過去に検討では自然条件による評価に加えて、人的資源、社会的要因および成熟度について評価を行っているが、今回検討では、これらの必要性を見直している。人的資源のうち、人口密度については、プロジェクトの効果の程度を測る指標としていることから、灌漑地区の受益面積で評価可能であると判断した。

また受益者の灌漑利用率、肥料・農薬・農業機械の使用率については、本検討では農家水利組合（FWUC）の設立の有無および成熟度として、2 次選考時の評価項目に加えることで評価した。同様に、社会条件のうち、貧困レベル、教育レベル、識字率の項目については、貧困削減への貢献度を測る指標として、貧困率のみで評価することとし、2 次選考時に考慮することとした。

表 3.2.4 本検討における過去の灌漑開発ポテンシャル検討項目の取扱い

No.	Category	Sub-Category	Description
1	自然条件	水資源	1 次選考で考慮済
		土地資源	1 次選考で考慮済
2	人的資源	人口密度	事業実施のインパクトの大きさを測る指標として、CISIS データの受益面積に置換え、1 次選考の前提条件および 2 次選考で考慮
		受益者の灌漑利用率	FWUC の設立の有無、および活動の成熟度に置換え、2 次選考で考慮
		受益者の肥料利用率	
		受益者の農薬利用率	
3	社会条件	貧困の程度	貧困削減への貢献度の大きさの指標として、貧困率の分布で評価（2 次選考で考慮）
		教育レベル	
		識字率	
		市場へのアクセス性	1 次選考で考慮済
		農業機械の活用率	受益者の灌漑利用率等と同様に 2 次選考で考慮
4	実施の容易性	流域内の道路密度	主要道路からの距離に置換え、1 次選考で考慮済
5	成熟度	MOWRAM の意向	緊急性の指標値として、2 次選考で考慮

No.	Category	Sub-Category	Description
		基本情報の充実度	考慮しない

出典：Review on Nationwide Irrigation Development in Cambodia – Nationwide Irrigation Development Report
(JICA 2011) および JICA 調査団 (2024)

3.3 灌漑開発ポテンシャルの検討

3.3.1 農地ポテンシャルの評価

農地ポテンシャルの評価では、灌漑開発に際する地理的な優位性を評価することを念頭に、自然条件もしくは変更が困難な人為的条件を設定している。各条件の検討内容の詳細と検討結果を以下に示す。

(1) 水資源量

本項目では、新たに利用可能な水資源量の多寡を全国規模で評価した。2010 年時の水資源量評価は KOICA の実施したマスタープランの月別流量をベースに算定しているが、当時と比較して作付け面積が大きく異なることから利用可能な水資源量の変動していることが想定されるため、2023 年時の利用可能水量を新たに推定する必要がある。なお、農業用途以外の水利用量は全体の 1%程度であることから本検討では農業用水以外の水利用は無視できるものとして取り扱った。

水資源量の推定に用いたデータを下表に示す。降水量は、全国の降水量分布を均一に把握するため、JAXA および NASA の協同ミッションにより構築された衛星全球降水マップ（GSMaP）をベースに、地上観測所の降水量を用いた校正データを活用し、全国 42 流域の年間平均降水量を算定した。土地被覆分布は USAID の支援により作成された衛星画像プロダクト（Biophysical M&E Dashboard）を用い、これをベースにカンボジア国農水省が公表している農地面積および CISIS の灌漑面積から作付に必要な水量を推定し、新たに利用可能な水資源量を推定した。

表 3.3.1 水資源量の推定に用いたデータ一覧

種別	出典	備考
流域境界	流域境界データ (JICA 2010)	マスタープランで定義された 42 流域
降水量	GSMaP (2014-2023)	月間降水量
土地利用	Biophysical M&E Dashboard 2023	解像度 30m
流出率	平成 16 年国土交通省告示第 521 号	
灌漑面積	土地利用データおよび CISIS	流域別に灌漑面積を推定

流域別の年間降水量分布および水資源量算定結果を下図に示す（水資源量は年間の流出量を流域面積で除した値＝高さで示す）。降水量はトンレサップ湖周辺、特に北西部で少ない傾向にあり、年間 1,150mm～1,400mm 程度である一方、カンボジア南西部の沿岸地区では 2,000mm 以上となる分布を示した。

しかしながら、最も降水量が小さい地域においても利用可能な水資源量は Battambang 州を中心とした流域（St. Mongkol Borey 流域）を除き、25cm 以上を示したことからカンボジアが豊富な水資源を有していることが分かる。なお、St. Mongkol Borey 流域は、降水量が最も少ない流域であるのに対し、灌漑開発が特に進行した流域である（作付け面積：約 400,000 ha）ことから、水資源量が特に少ない結果（8.5cm）であった。配点は、60cm 以上の水資源量が確認された流域で 1 点を、水資源がゼロの流域を 0 点として無段階で評価した。

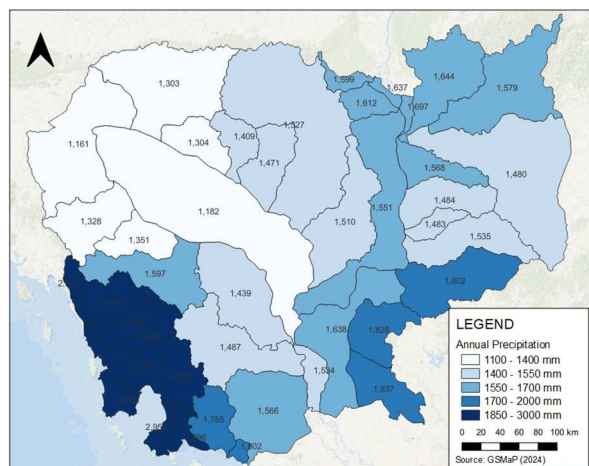


図 3.3.1 全国の年間平均降水量分布

出典：GSMaP（2024）

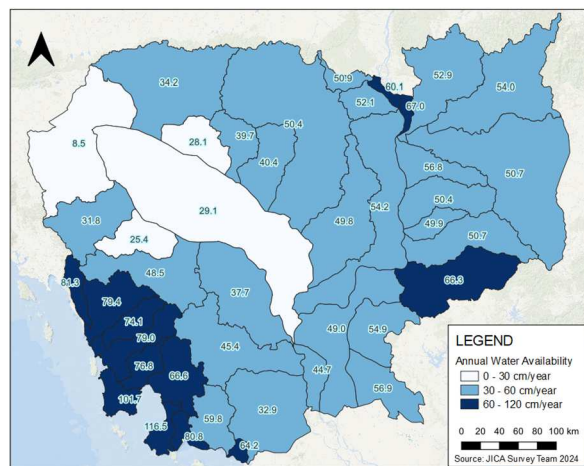


図 3.3.2 利用可能な水資源量分布

出典：JICA 調査団（2024）

(2) 水資源の信頼性（年較差）

水資源（降水量）の年較差は、雨期作の開始時期である 4 月から 6 月の月間降水量の変動を変動係数（標準偏差を平均降水量で除した値）で評価する。変動係数が小さいほど、年による降水量の差が小さいことを示し、安定的な作付を行うのに有利であることを示す。月間降水量は上述した水資源の検討と同様に GSMaP の降水量データ（2014 年から 2023 年まで）を用い、流域別に変動係数を算定した。

結果は下図に示すとおり、降水量の多い南西沿岸部と北部の一部流域で変動量大きい傾向がみられたものの、全体として地理的に大きな傾向は確認されなかった。配点は最も変動が小さい流域を 1 点、変動の大きな流域を 0 点とした。

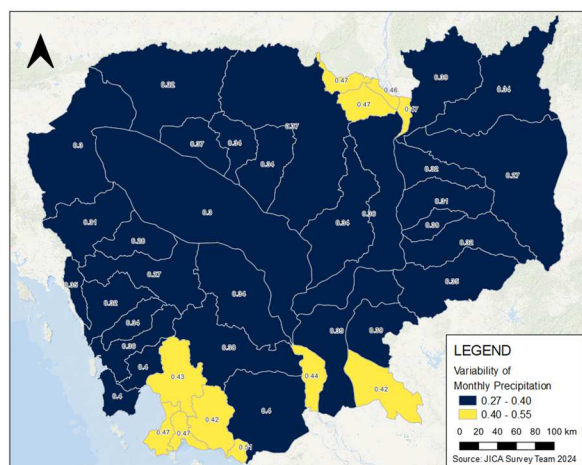


図 3.3.3 月間降水量の変動係数（2014-2023）

出典：GSMaP（2024）

(3) 土地資源（土壌の肥沃度）

土地資源ポテンシャルは土壌の肥沃度分布を用いて評価をしている。下図に示すとおり、メコン川沿いおよびトンレサップ湖周辺、特に Battambang 州および Pursat 州において肥沃度の高い土地が広がっていることが確認できる。肥沃度分布と CISIS の示す灌漑地区位置の関係から、肥沃度が高い土地に位置する灌漑地区がより優先度が高くなる配点とした（High Fertility: 2 点、

Medium Fertility: 1 点、Low Fertility: 0 点)

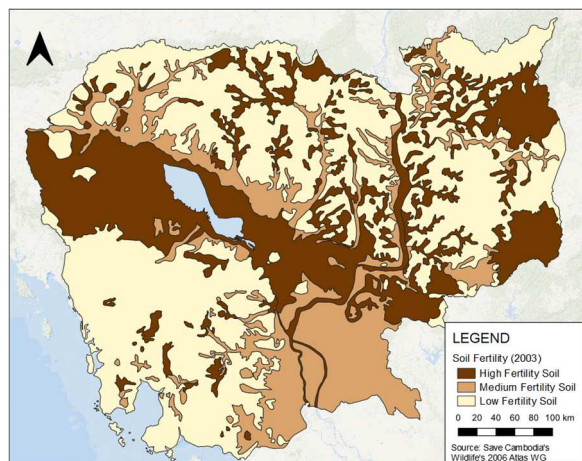


図 3.3.4 土壌の肥沃度分布 (2014-2023)

出典: Save Cambodia's Wildlife's 2006 Atlas WG

(4) 水田面積の変化

一般に工業化や都市化が進行する地区では、農地の宅地変換や工業・商業用地への変換が促進されるため農地面積は減少する傾向にある。本検討項目では、カンボジア国農水省の公表する水田の作付面積データから、過去 10 年の水田面積の変化を確認し、農業農村開発が活発である州を高く評価した (20,000 ha 以上の増加がみられる州の灌漑地区に 2 点、最も減少傾向の大きな州を 0 点とし、無段階で評価)

結果は下図に示すとおりであり、トンレサップ湖の周辺、特に西側の州 (Banteay Meanchey 州、Battambang 州、Pursat 州が位置する流域) で作付面積が大きく増加している (それぞれ 61,900 ha、152,500 ha、65,600 ha の年間作付面積の増加)。これに対して都市化の著しいプノンペン特別市やカンダール州などのエリアにおいては、水田面積が減少する傾向が確認された (それぞれ 8,200 ha、13,700 ha の減少)。

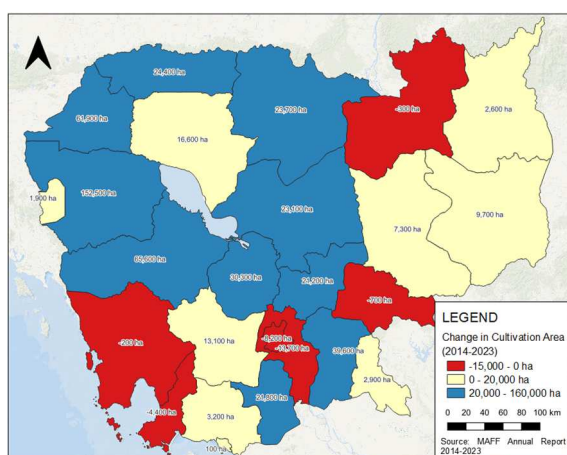


図 3.3.5 州別の作付面積の変化 (2014-2023)

出典: MAFF Annual Report (2014-2023)

3.3.2 投資ポテンシャルの評価

投資ポテンシャルの検討は、灌漑開発に際して時間と資金を投入した場合に完全可能な条件を設け、投資額に対する効果がより大きく発現する灌漑地区を判別することを目的とし、評価項目を設定した。ここでは、各条件の検討内容の詳細と検討結果を示す。

(1) 水資源の信頼性（水源の多寡）

CISIS に登録されている灌漑地区には、水源となる貯水池のデータが付属している。カンボジアは地形的要因により（平坦な地形が広く分布していることから）多くの灌漑地区で十分な貯水容量を持つ水源がないことから、乾期の作付けが十分になされていないのが現状である。本項目では、各灌漑地区の受益面積と水源となる貯水池の容量とを比較し、より多い水源を有する灌漑地区ほど優先度を高くなるよう条件を設定した。

水源の多寡は、各貯水容量で乾期の作付け可能な受益面積の割合の大小で評価している。乾期の作付けに必要な水量は $20,000\text{m}^3/\text{ha}$ と仮定し、貯水容量が 4 百万 m^3 の水源で 1,000ha の灌漑地区の場合の乾期作の作付可能面積率は $4,000,000 (\text{m}^3) / 1,000 (\text{ha}) / 20,000 (\text{m}^3/\text{ha})$ で計算され、20%と算定される。

乾期作の作付可能面積率の算定結果の分布を図 3.3.6 に、作付可能面積率別の灌漑地区数を表 3.3.2 に示す。メコン川沿いあるいはメコンデルタを中心に比較的大きな水源をもった灌漑地区が多く分布していることが確認できる。これらはいずれも低地に位置する貯水池および灌漑地区でありポンプ灌漑地区であることが多く、重力灌漑地区と比較して運営維持管理費用が大きく費用対効果に劣る点に注意が必要である。配点は 100%を 2 点、0%をゼロ点とし無段階で灌漑地区毎に評価を行った。

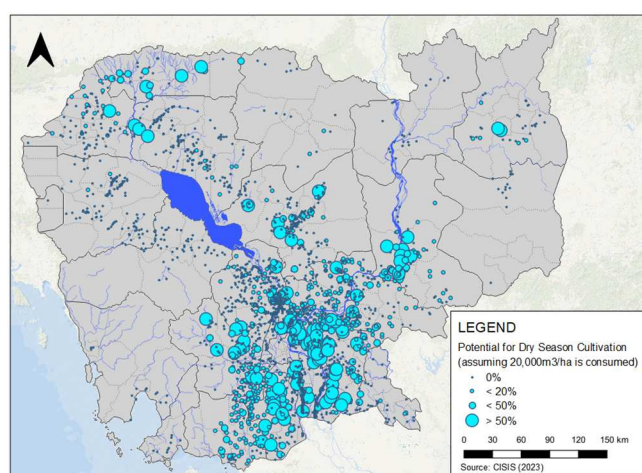


図 3.3.6 乾期作の作付可能面積率（貯水容量の多寡）の分布

出典：CISIS 2023

表 3.3.2 乾期作の作付可能面積率別の灌漑地区数

乾期作の作付け可能面積率	灌漑地区数
0%	1,870
0%～20%	383
20%～50%	124
50%以上	107

出典：CISIS 2023

(2) 灌漑タイプ

灌漑の種別は、CISIS に登録されている 3 種（重力灌漑、ポンプ灌漑、重力とポンプの混合タイプ）で評価を行った。上述のとおり、標高の低いメコンデルタの灌漑地区で河川を水源としたポンプ灌漑および混合タイプの灌漑が多く分布していることが確認できる。配点は、運用維持費のより小さい重力灌漑地区を 2 点、混合タイプを 1 点、ポンプ灌漑地区を 0 点として評価した。

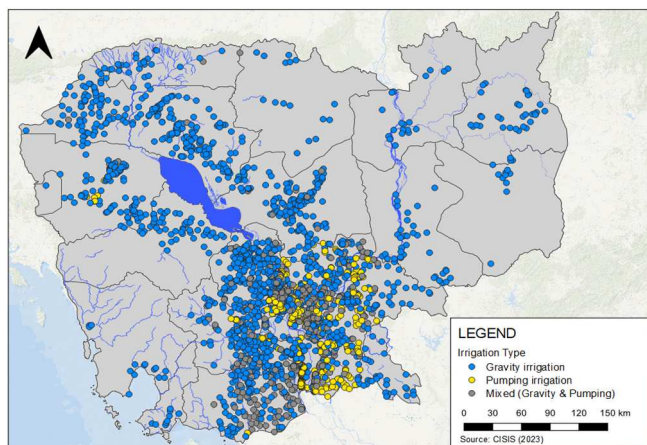


図 3.3.7 灌漑地区別の灌漑タイプ（取水方法）

出典：CISIS 2023

(3) 主要道路からの距離

現況においては、灌漑施設の管理事務所が設立されている灌漑地区はまれであり、常駐の管理者がいる灌漑地区は存在しない。したがって、洪水時のゲート操作などは MOWRAM の州事務所あるいは管理者の自宅から直接灌漑地区へ移動する必要がある。特に雨期においては未舗装の道路は移動が困難であることが想定され、灌漑施設の維持管理面や、収穫後のマーケットへのアクセス性の確保の観点から主要道路へのアクセス性は重要である。

ここでは、国道および高速道路などの主要道路から灌漑地区までの距離によって優先度を判別し、それらの 10km 以内に位置する灌漑地区を 1 点、10km 以上離れている灌漑地区を 0 点として評価した。

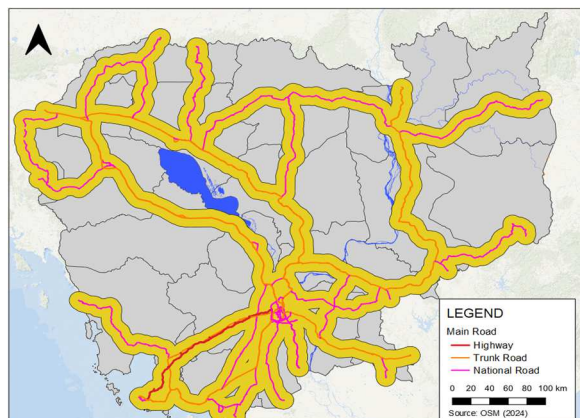


図 3.3.8 主要道路から 10km 圏内のエリア

出典：Open Street Map (OCHA より入手) 2024

3.4 灌漑開発ポテンシャルの評価結果

3.3 で示した条件の下、農地ポテンシャルと投資ポテンシャルの評価を CISIS で登録されている全灌漑地区を対象に行った結果を図 3.4.1 に、CISIS 上で灌漑施設の状態を示す”Condition”の値が 60%未満かつ灌漑地区の規模が 3,000ha 以上のみを抽出した結果を図 3.4.2 に示す。図中の原点に近いプロットほど灌漑開発のポテンシャルが大きく、開発を優先的に行うべき地区であることを示す。

また、事業効果がより早く現れることを重視し、「投資対効果」のスコアを優先し、第二優先と第三優先の地区を設定している。これは、カンボジアが水資源（年間流出量）の豊富な国であり、かつ全国的に水田面積が増加傾向であることから、コメの生産に関して地理的制約が小さいことも「投資対効果」をより優先した理由の一つである。

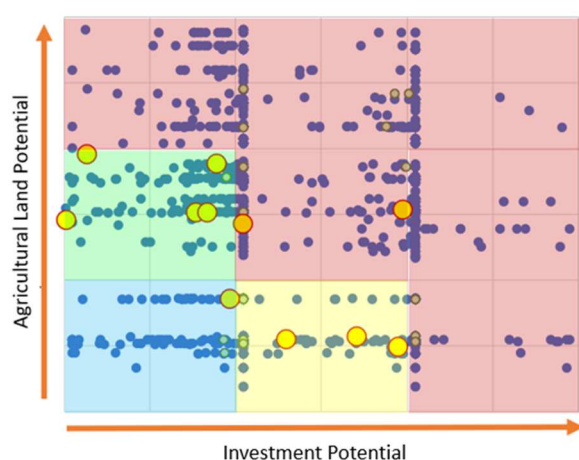


図 3.4.1 全国の灌漑ポテンシャル分布
(スクリーニング前)

出典：GSMap (2024)



図 3.4.2 全国の灌漑ポテンシャル分布
(スクリーニング後)

出典：JICA 調査団 (2024)

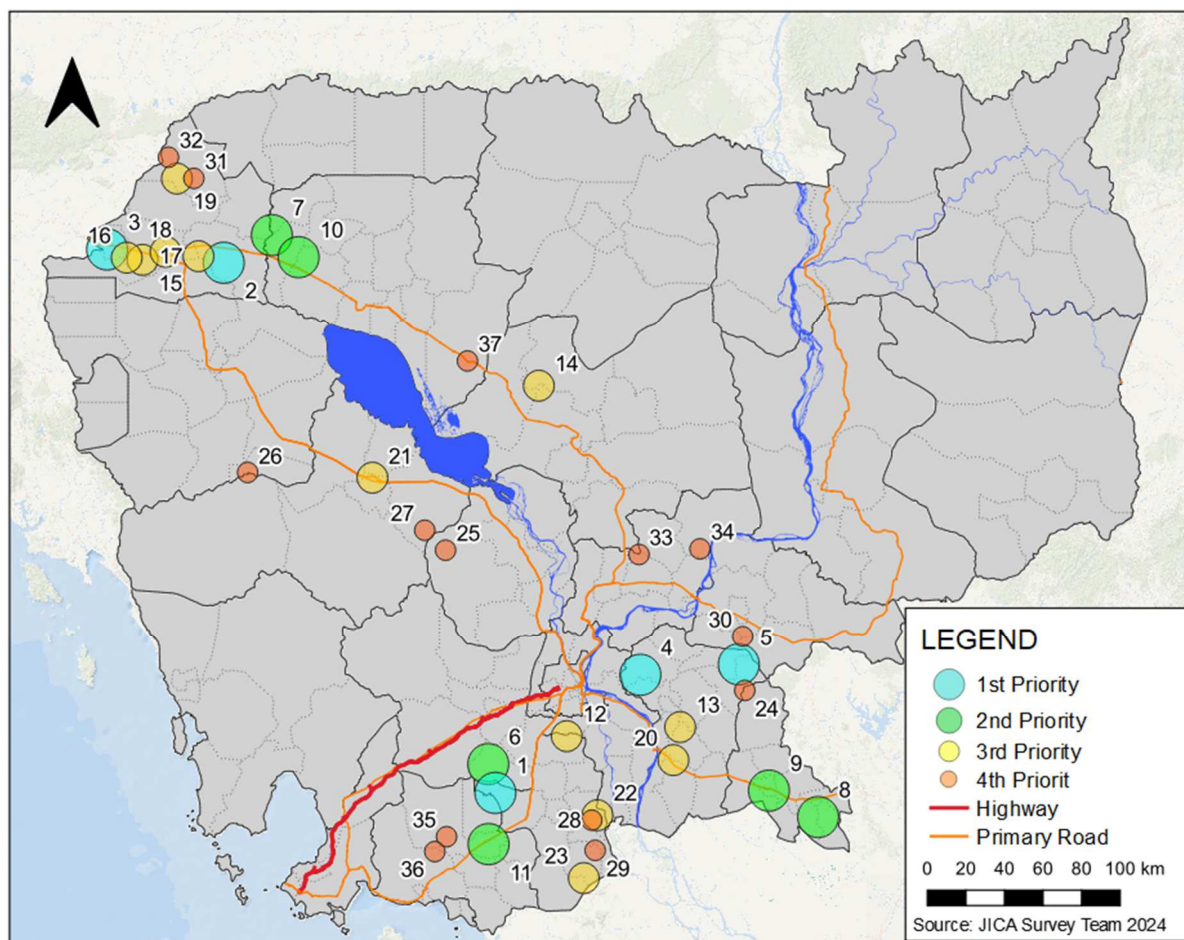


図 3.4.3 灌漑開発ポテンシャルマップ（灌漑開発の優先順位）

注：図中の番号は表 3.4.1 の番号に対応

出典：JICA 調査団（2024）、道路分布は Open Street Map（OCHA より入手）2024

ロングリストの選定のための灌漑地区リストはこの 37 地区が対象となる。次表に 37 地区の灌漑地区名やその諸元および空間軸、時間軸スコアを示す。灌漑開発ポテンシャルの 1 次選定では表 1.4.1 で示した先方政府の推薦する 11 の優先開発地区を考慮せずに評価を行ったが、結果として第一優先に 1 地区、第二優先に 5 地区の合計 6 地区が選定されることとなった。

表 3.4.1 灌漑開発ポテンシャル（開発の優先度）順の灌漑地区一覧（青：第一優先地区、緑：第二優先地区、黄：第三優先地区、赤：第四優先地区）

No.	PROV	NCE	SCHEME NAME	CONSTRU	LAST	REI	Dry Season	Wet Season	R_VAX_CAP	CONDITIC	1. Spatial Frame Score	1-1. WR (Availability)	1-2. WR (Variability)	1-3. Fertility	1-4. Paddy Area	2. Time Frame Score	2-1. WR (Reservoir)	2-2. Irrigation Type	2-3. Distance from Road
1	Takeo		Khob Trabek Reservoir	NA	1977	2005	0	4630	3,600,000	50%	4.15	0.55	0.50	1.00	200	2.08	0.08	1.00	1.00
2	Banteay Meanchey		Kambor Sres	1977	2020	1200		3600	6,000,000	50%	4.49	0.49	1.00	1.00	200	2.17	0.17	1.00	1.00
3	Banteay Meanchey		Khai Dorn Reservoir	1976	2020	50	10000	1,000,000	13%	4.14	1.00	0.14	1.00	1.00	200	2.01	0.01	1.00	1.00
4	Prey Veng		Chhnok Tru Dam	1978	2011	1700	3500	4,200,000	40%	4.46	0.82	0.54	1.00	1.00	200	2.12	0.12	1.00	1.00
5	Prey Veng		Char Dam	1978	1992	0	3120	3,500,000	40%	4.56	0.92	0.54	1.00	1.00	200	2.11	0.11	1.00	1.00
6	Kampong Speu		Khob Krus Reservoir	1976	2009	300	3018	4,680,000	50%	3.12	0.55	0.50	1.00	1.00	0.97	2.16	0.16	1.00	1.00
7	Banteay Meanchey		Spean Sreng	1977	2012	0	12500	153,000,000	20%	3.55	0.57	0.92	1.00	1.00	1.06	2.91	0.91	1.00	1.00
8	Svay Rieng		Doun Toy Reservoir	1976	2012	2355	9436	20,000,000	50%	3.49	0.95	0.52	1.00	1.00	1.02	2.21	0.21	1.00	1.00
9	Svay Rieng		Tonle Vaiko Reservoir	1976	2006	5560	10800	30,000,000	50%	3.49	0.95	0.52	1.00	1.00	1.02	2.28	0.28	1.00	1.00
10	Siem Reap		Plang	1976	2013	0	14800	153,000,000	50%	3.55	0.57	0.92	1.00	1.00	1.06	3.03	1.03	1.00	1.00
11	Kampot		Treapang Beung Reservoir	1977	2023	353	3178	3,227,000	30%	3.22	0.55	0.50	1.00	1.00	1.07	2.10	0.10	1.00	1.00
12	Takeo		Tonle Bati Reservoir	NA	NA	NA	0	4527	15,300,000	50%	4.44	0.76	0.58	1.00	200	1.34	0.34	0.00	1.00
13	Prey Veng		Boeung Sre	1930	2008	5550	5550	85,000,000	50%	4.46	0.82	0.54	1.00	1.00	200	1.75	0.75	0.00	1.00
14	Kampong Thom		Samsab Kanha Reservoir	1978	2004	3000	35339	35,000,000	50%	4.52	0.68	0.34	1.00	1.00	200	1.10	0.10	1.00	0.00
15	Banteay Meanchey		Samrong Reservoir	1976	2020	366	7730	0	10%	4.14	1.00	0.14	1.00	1.00	200	2.00	0.00	1.00	1.00
16	Banteay Meanchey		Koo Touch Reservoir	1977	2013	0	3826	0	40%	4.14	1.00	0.14	1.00	1.00	200	2.00	0.00	1.00	1.00
17	Banteay Meanchey		Pheath Reservoir (Rohal Pht)	1976	NA	1362	3001	0	30%	4.49	0.49	1.00	1.00	1.00	200	2.00	0.00	1.00	1.00
18	Banteay Meanchey		Ta Koch Reservoir	1955	2013	0	3740	0	40%	4.14	1.00	0.14	1.00	1.00	200	2.00	0.00	1.00	1.00
19	Banteay Meanchey		Sre Laar	1976	2020	20	3000	0	50%	4.14	1.00	0.14	1.00	1.00	200	2.00	0.00	1.00	1.00
20	Prey Veng		Ba Phnom Flood Protection D	1976	2013	5000	9998	0	10%	4.46	0.82	0.54	1.00	1.00	200	2.00	0.00	1.00	1.00
21	Pursat		Kbat Hong	1978	2018	0	7270	0	40%	4.49	0.49	1.00	1.00	1.00	200	2.00	0.00	1.00	1.00
22	Takeo		Angkor Borey(ABIC)	NA	1996	5548	0	0	50%	4.15	0.55	0.50	1.00	1.00	200	2.00	0.00	1.00	1.00
23	Takeo		Plov Touk Canal	NA	2003	6231	0	0	50%	4.15	0.55	0.50	1.00	1.00	200	2.00	0.00	1.00	1.00
24	Svay Rieng		Krasang Main Canal	1976	NA	2054	15000	0	20%	3.58	0.92	0.54	1.00	1.00	102	2.00	0.00	1.00	1.00
25	Kampong Chhnang		Achang II	1976	NA	0	3499	2,400,000	0%	3.47	0.63	0.34	0.00	0.00	200	1.07	0.07	1.00	0.00
26	Battambang		Basac Reservoir	1977	2019	0	3500	330,000	30%	4.43	0.43	1.00	1.00	1.00	200	1.00	0.00	1.00	0.00
27	Pursat		Bomork	1978	2006	500	6000	0	40%	4.47	0.63	0.34	1.00	1.00	200	1.00	0.00	1.00	0.00
28	Takeo		97 Canal	NA	2003	3333	0	0	55%	4.15	0.55	0.50	1.00	1.00	200	1.00	0.00	1.00	0.00
29	Takeo		98 Canal or Banteay Thleay	NA	2009	11348	0	0	50%	4.15	0.55	0.50	1.00	1.00	200	1.00	0.00	1.00	0.00
30	Thong Khmum		Treapang He Reservoir	1960	2009	0	5743	0	40%	3.49	0.92	0.54	1.00	1.00	0.93	2.00	0.00	1.00	1.00
31	Banteay Meanchey		Steung Reservoir	1977	NA	150	3758	0	10%	3.14	0.14	1.00	0.00	0.00	200	2.00	0.00	1.00	1.00
32	Banteay Meanchey		Mean Rith	NA	2013	0	3000	1,600,000	50%	3.14	1.00	1.00	0.00	0.00	200	1.05	0.05	1.00	0.00
33	Kampong Cham		Teuk Chhar Reservoir	NA	1995	570	5000	200,000	0%	2.84	0.83	0.34	1.00	1.00	0.17	2.00	0.00	1.00	1.00
34	Kampong Cham		Tumnap Khnach	1978	2015	4500	0	7,640,000	50%	2.84	0.91	0.76	1.00	1.00	0.17	1.17	0.17	1.00	0.00
35	Kampot		Tumnap Koh Sla Reservoir	1976	NA	2206	3579	4,320,000	30%	2.59	1.00	0.52	0.00	0.00	1.07	1.12	0.12	1.00	0.00
36	Kampot		Steung Koo Dam	1977	NA	300	1500	3,500,000	30%	2.59	1.00	0.52	0.00	0.00	1.07	1.04	0.04	1.00	0.00
37	Siem Reap		Chamres	1976	2003	0	6600	0	50%	3.55	0.66	0.34	1.00	1.00	1.05	2.00	0.00	1.00	1.00

出典：JICA 調査団（2024）

第4章 優先灌漑事業の選定

4.1 灌漑開発シナリオ

近年におけるカンボジアの灌漑開発については、ポルポト政権の社会インフラに対する打撃から緊急の立ち直りが既存施設の「改修と灌漑システム内の管理」によって始まり、その後の「制御と調整に向けた管理」の段階となり、現在一部では「新規開発と統合水資源管理」に向けた取組が始まっている。これら3つの段階のうち、現在は「制御と調整に向けた管理」の後半の段階に位置すると認識される。以下に概説する。

4.1.1 灌漑施設の改修と灌漑システム管理

ポルポト政権時代に作られた灌漑システムに対し、1980年代から丁度リーマンショックの時期と重なる2008年頃までは、国内の食料需要に応えるため、緊急なリハビリが開発ドナーの支援を受けながら実施された。この時期の初めにおけるカンボジアの経済構造は、農業に大きく依存しており、労働力のかなりの部分が農業、特に稲作に集中していた。1985年には農業部門が総生産高の約90%を占め、労働力の約80%が雇用されていた。これは、社会経済インフラに打撃を与えたポルポト政権の破壊的政策から、国全体が立ち直り始めた時期に相当する。この政策により、国内需要に応じてコメ生産量が徐々に増えることになる。

施設の改修に加えて、改修された灌漑システムの中における管理についても開発ドナーを中心として支援がなされてきた。施設の機能を維持していくためには、利用者による維持管理が極めて重要な役割をもち、農家水利組合、或いは農家グループの設置などに対して支援がなされてきた。施設が改修された一方で利用したいときに水が供給されない場合もあり、これは維持管理を実施すべき農家水利組合、農家グループなどに加わるインセンティブの低下をもたらす。これには、農家の収入源が農業だけではないという点も関係する。

SAMRETH⁵によると、1990年代以降、カンボジア経済が回復し安定し始めると、工業化とサービスへの顕著な移行が見られ。特に衣料品や繊維産業に対する海外からの直接投資によって部分的に推進され、これらの産業は国の輸出と雇用に大きく貢献した。工業部門については、当初、農産物の加工と基礎消費財の生産に焦点を当てていたが、繊維部門がより重要な役割を果たすようになった。また、アンコールワットに代表されるランドマークを含む豊かな文化遺産への観光産業が成長することでサービス部門も拡大し、GDPと雇用への貢献を増した。2000年以降におけるカンボジアの産業別雇用率を図4.1.1にて示す。

1995年にコメの自給率100%を達成⁶した後、2000年には70%を超える農業の雇用率であったものが、2010年には54.8%、2022年には36.6%にまで低下している。一方の2022年におけるサービス業は36.8%、工業は26.6%となだらかな上昇を続けている。この間、農業での雇用率が低下していくにも関わらず、コメの国内生産量は上昇を続けており、今ではコメが輸出産業の1つの柱までに成長している。

⁵ SAMRETH & OKUDA (2019): Economic Growth and Dollarization in Cambodia, Asian Studies, Vol.65, No.1, Jan 2019

⁶ OTAKE & NISHIMURA (2010): Situation of Paddy and White Rice Production in Cambodia and Constraining Factors, Journal of agricultural development studies, Vol.21, No.2, Dec 2010

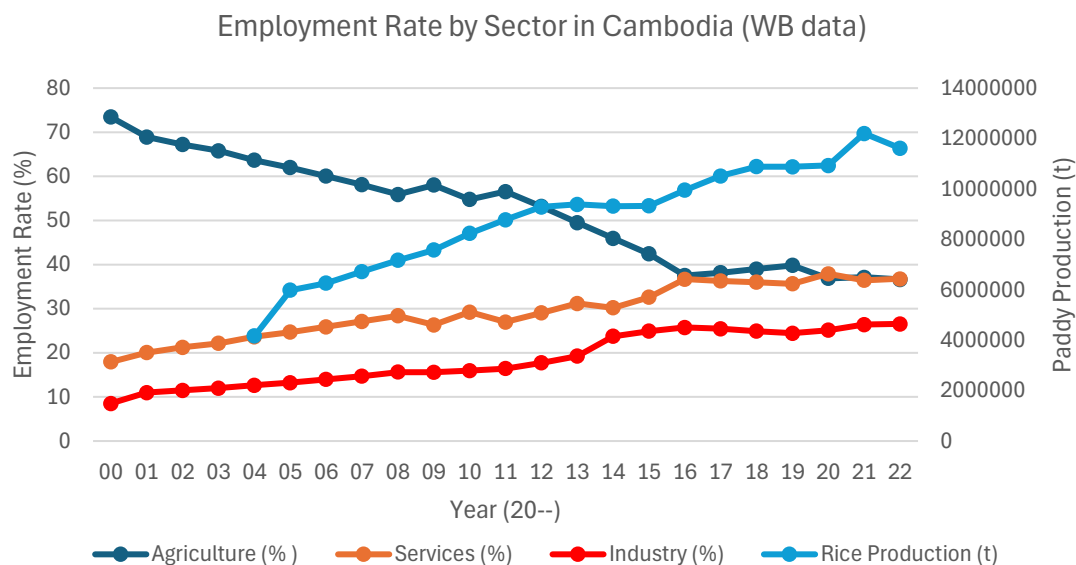


図 4.1.1 農業、サービス業、工業の雇用率とカンボジア国内コメ生産量

出典：WB および MAFF Annual Report を基に JICA 調査団が作成

また、2020 年の国家統計局による農業調査によると、農地の所有は 1ha 未満の農家が半数以上の 51%を占めており、小規模経営農家が多い。それら農家の収入源として、農業だけとしているものは全体の 4%に過ぎず、最も多いゾーンは農業収入が 40-59%の範囲で 31%、次に多いのが農業収入の占める割合が 10-39%の範囲で 30%となっている。これは、収入源の多角化の方向を示すものであり、自家消費するコメを生産しながら他の収入源で賃金を得ることで貧困削減に繋がるものと考えられる。

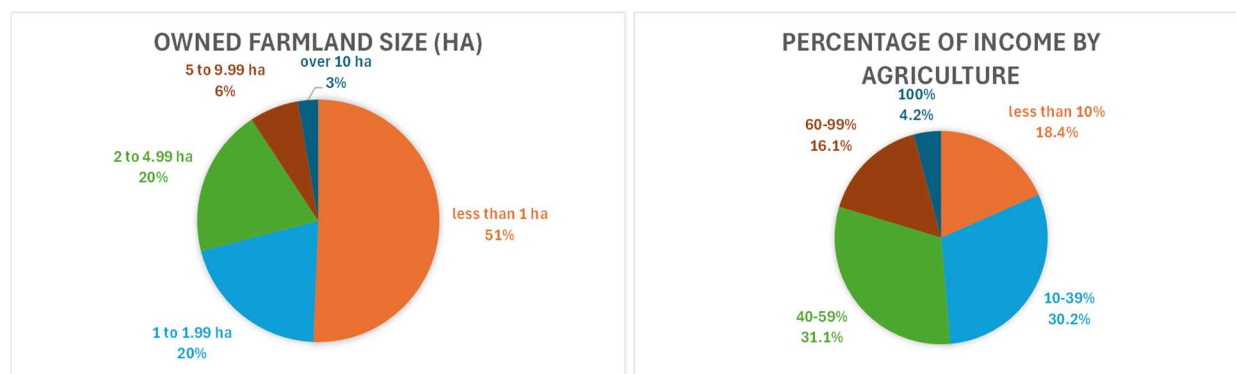


図 4.1.2 農家の所有する農地面積（左）と世帯当たりにおける農業収入の占める割合（右）

出典：Cambodia Agriculture Survey 2020, National Institute of Statistics, Ministry of Planning のデータを編集

これらの事実は、農業専業者だけでなく、農村地帯で多くを占める兼業農家でも利用がしやすい灌漑施設の必要性を示唆している。従って、少なくともポルポト政権時代に建設されて機能不全に陥った灌漑施設は、本来あるべき機能を回復させ、多くの農家が利用できるように改修を進めていく必要がある。また、改修された灌漑施設の維持管理については、兼業農家を含めてその利用者が参加して管理できるようなルール作りをしていくことが求められる。

4.1.2 制御と調整に向けた管理

2010 年頃以降における灌漑施設の改修においては、単純に 1 か所の灌漑システムだけで完結するものから、複数の灌漑施設が連なっているものへの改修が増えてきた。また、産業構造の変化

により、国道沿いにあった農地が住宅地、或いは工業用地へと地目変換されるようになった。このため、灌漑システムと住宅地或いは工業用地が隣接することとなり、雨期における余剰水の放水が住宅地に流れ込むことで洪水被害になる危険性が増すようになった。

このことから灌漑施設に洪水の制御というこれまであまり注目されてこなかった機能が求められるようになった。特に幹線道路近傍においては、灌漑施設の管理用道路は兼業農家の通勤路の一部としても活用されており、道路が冠水する場合はその影響が懸念される。一方、幹線道路から大きく離れたような場所においては、洪水時の被害が与える影響の大きさは、幹線道路に近いところに比べると小さいものと推測される。

一方、隣接する灌漑システムと水路が繋がっている場合、隣接する水路からの放水の影響により貯水池、或いは水路の水位が変わってしまうため、隣接する灌漑システムとで出し入れする水量を調整する必要がある。また、同じ流域内で余剰水を河川に放流する場合、河川との接合部、及び河川下流域の水位が極端に上昇しないよう調整する必要がある。中小の灌漑システムにおいては放流された後の水の状態を直接確認することも可能であるが、大規模なものとなると余剰水の放流源である貯水池（水源）と放流先の距離が遠く、逐次の確認が困難となる。

上記のような背景もあり、現在 MOWRAM では灌漑システムのデータベース化と水文観測データの収集・解析・管理の一元化を進めようとしている。すなわち、現在の灌漑システムの改修に求められているのは、水の「制御と調整に向けた管理」であり、これにより洪水の防御、及び隣接する灌漑システム間での水位（水量）の調整を達成していくものと推測される。特に、大規模で幹線道路に近い灌漑システムについては、開発パートナーによる技術を含めた支援が必要と考えられる。

4.1.3 新規開発と統合水資源管理

ポルポト政権時代に建設された灌漑施設の多くは人力で作業ができる範囲であり、沖積平野を対象にその開発が実施された。沖積平野は土地の起伏が少ないため、少しの高さの堤防を建設するだけで広範囲の貯水池を得ることができる。大量の水を得るために堤防を高くした場合、貯水池が広範囲に及ぶ可能性があるため、現状以上の水量を確保することは非常に困難である。このことから MOWRAM ではこれまであまり手を着けていなかった山岳地帯における水源開発の取組を開始している。

この取組では既存灌漑施設の上流で水源開発をすることとなり、既存灌漑施設を含む流域全体で水資源の管理が必要となってくる。統合水資源管理をするためには、水文データの収集に加えて貯水池、灌漑施設などにおける水位、流量などの情報を集約し、解析したうえで一括管理をする必要がある。前述のとおり、MOWRAM では現在、灌漑システムデータ、及び水文データの一元管理を開始しようとしているところであり、その体制が整った段階で重点地区を決定し、管理体制を整えていく必要がある。逆に言えば、これから「制御と調整に向けた管理」が必要な灌漑システムの改修については、それらに必要な情報が届けられるように改修の中で準備しておく必要がある。

4.1.4 灌漑施設改修のシナリオ

既に述べた灌漑施設の改修とその管理についてまとめると以下のとおりとなる。上記の3段階は並行して実施されているものと考えられるが、この調査で対象とするのは主として2段階目となる「制御と調整に向けた管理」である。

表 4.1.1 中長期で必要とされる灌漑改修の段階と想定される開発支援者

段階	特徴と開発の方向性	開発支援者
1 段階目 【短期～中期】 改修と灌漑システム内の管理	- 従来どおりの改修事業であり、対象となる灌漑システムは今後、小・中規模のものが多く考えられる。 - 農家水利組合の設立と持続可能性の強化や灌漑システム管理のための水文気象観測施設の設置と観測体制の構築が含まれる。 - これまで開発パートナーの支援と独自予算で実施してきた経験がカンボジア側に備わっていると考えられる。 - カンボジア政府による開発が優先される。	カンボジア政府 (MOWRAM)
2 段階目 【短期～中期】 制御と調整に向けた管理	- 土地利用状況の変化と隣接する灌漑施設システムの存在のための、洪水の制御と隣接地との調整が必要。 - 貯水池と洪水放流地が離れているため、モニタリングシステムの導入が必要であり、モニタリングにより得られたデータの活用方法を取得するための能力開発が必要。 - 開発パートナーによる支援が必要と考えられる。	開発パートナー カンボジア政府 (MOWRAM)
3 段階目 【中期～長期】 新規開発と統合水資源管理	- 流域全体を対象とした計画が必要。 - 上流のダムの建設や貯水池の大容量化もこの段階に含まれ、管理の必要な流域の規模の拡大に伴い水文情報のモニタリングシステムが必須となる。 - 流域の規模の拡大に伴い、工業用水や都市用水などの多種多様な流域のステークホルダーと、水質を含めた水管理が必要。 - カンボジア政府による開発の実施は始まっているが、上記のモニタリングシステムが稼働するのを待った方が効果的な投資となる。	開発パートナー カンボジア政府 (MOWRAM)

出典：JICA 調査団（2024）

上記の観点から、水資源管理及び灌漑開発セクターにおける短中長期の開発目標を下表のとおり整理した。なお、カンボジア国の政策との関連性につき、長期開発計画については、「水資源管理と持続可能な灌漑ロードマップ 2018-2033」に、短期開発計画は「国家開発戦略計画 (NSDP)」にて示されているが、時期別の目標値は設定されていない。また、2024 年以降の 5 か年の開発目標を示した国家開発戦略計画 (NSDP) は調査時点で公表されていないことから 2023 年までの NSDP の内容を短期目標として示した。

表 4.1.2 水資源管理および灌漑セクターの短期、中期および長期の灌漑開発シナリオおよび関連政策

時期	開発重点項目	関連政策および記載内容
短期	【生産性向上の継続】 - 小規模および中規模灌漑施設の改修および維持管理体制の改善（FWUC の能力強化を含む） - 洪水に対する脆弱性の改善（排水路の整備、灌漑施設の耐久性の改善） - 水文、気象情報の持続的なモニタリング体制の確立	NSDP 2019-2023 - 灌漑面積の増加を含めた水資源管理と水資源開発（3 万 ha/年の灌漑面積増を目標とする） - 洪水/干ばつ対応能力の向上と気象水文情報観測施設の充実化（84 箇所の水文観測所と 90 箇所の気象観測所の現況や課題を踏まえて設定された自然条件設定を目標とする）
中期	【気候変動適応策（洪水/干ばつ対策）の推進と FVC 強化プロジェクトとの連携】 - 大規模灌漑地区の改修および維持管理体制の改善 - 乾期作および洪水緩和のためのため池/ダム建設	- FWUC の設立支援と持続可能性の強化 - 水資源観測と水管理にかかる意思決定プロセスの強化

時期	開発重点項目	関連政策および記載内容
	を中心とした水源開発 ・適切な水配分にかかる統合水資源管理の実践	
長期	【持続可能な水管理の実践および気候変動緩和策（AWD や CSA）の推進】 ・ダム建設を含む水源開発 ・水質管理までを含めた統合水資源管理の強化 ・灌漑施設の近代化 ・農地の集約化	水資源管理と持続可能な灌漑ロードマップ 2019-2033 ・科学的根拠に基づいた水資源管理の意思決定プロセスの構築 ・水利権の許認可と水質に係る政令の施行

出典：JICA 調査団（2024）

以下に短中長期の目標設定の背景とその必要性について、解説する。

【短期】

短期的には、農業生産性の向上を維持するための小規模および中規模灌漑施設の改修が継続し必要とされる。CISIS のデータによれば、ドナーパートナーあるいは国家予算による改修が必要とされる灌漑施設⁷は 1,361 地区存在するとされている。これらの改修の際には、洪水に対する脆弱性の改善のため、現在策定中の設計基準を活用し、洪水による浸食を前提とした施設の改修を行う必要がある。改修の必要な地区には灌漑面積が 200ha 未満の小規模地区も多数含まれていることから、これらを改修対象としたサブプロジェクト的なアプローチも有効である。

また、灌漑地区内の適切な水管理の実現のため、水文、気象情報の持続的なモニタリング体制の確立および水資源情報の活用にかかる能力強化を継続して行うことが望ましい。これらは、JICA の支援にて、国別研修や流域水資源利用プロジェクトの中で実施されてきたことであるが、中期から長期にかけて実践される統合水資源管理の基礎となるものであることから、今後も継続した支援が必要と考えられる。

なお、水文・気象情報については、ADB の支援により実施されているプロジェクト「Irrigated Agriculture Improvement Program」にて国家水資源管理開発センター（NWRMDC）と水資源情報システム（WRIS）が設立され、情報が一元化される計画である。JICA の支援としては、これまで支援してきた流域水資源利用プロジェクトの中で上記プラットフォームの活用推進を取り入れることが望ましい。

農業分野における JICA の支援としては、灌漑施設の整備事業の対象地区を中心として農業生産性向上および農村開発プロジェクトを実施してきている。灌漑施設の整備や営農資機材の進歩や営農技術強化に伴い、農業生産性は年々向上しているものの、例えばコメの全国平均の単収は 3.5 ton/ha 程度であるが、灌漑施設（特に排水施設）の整備がより進んでいる Pursat 州や Kampong Chhnang 州では 4.0t/ha 以上の単収であることから、生産性についても灌漑施設整備による改善の余地がある。

【中期】

中期的には、気候変動適応策（洪水/干ばつ対策）の推進と FVC の強化をテーマとしてより大規模な灌漑地区の改修および開発を進めていくことが求められる。これらはより広範囲な水資源を取り扱い、流域内の灌漑地区間の水量配分の管理を行う必要があることから、治水・利水両面で

⁷ CISIS 上で“Condition”の数値が 60%未満の灌漑地区の総数を指す。

より高度な調整能力が求められ、より多くの水文気象観測所が活用可能であることが望ましいが、現時点ではそのための設備投資と体制の持続可能性が十分ではない。また、流域開発計画の策定が必要となり、適切な水管理のための複数の州による統合水資源管理の実施が求められる。

特に近年においては、中国の支援による Vaico Irrigation Development Project や Reaksa Reservoir Development Project、韓国の支援による Irrigation Development and Flood Mitigation Project in Banteay Meanchey Province、JICA の支援例ではトンレサップ西部流域灌漑施設改修事業など、中～大規模な灌漑開発が実施されている。これらのプロジェクトで開発される灌漑地区は MOWRAM が維持管理の責任主体となることから、乾期の作付面積の増加と洪水緩和のため、MOWRAM の主導にて関連する複数州による水資源管理が求められる。

なお、カンボジアはコメの自給が達成されている国であることから、増加した生産の付加価値化がより重要となってくる。このことから、生産量の増産を最大限活かすために、農業セクターにおいて農産物加工の設備投資とバリューチェーンの開発を進める必要がある。

【長期】

長期的な開発目標としては、持続可能な水管理の実践をテーマとして、気候変動適応策の推進に加え、「ダム建設を含む水源開発」の継続と「水質管理までを含めた統合水資源管理の実践」による治水・利水両面での更なる能力強化を挙げている。これらは、喫緊の課題として短期目標として挙げた「生産性の改善」と中期目標である「気候変動適応策（洪水/干ばつ対策）の推進」を持続可能にするものであり、水資源管理と持続可能な灌漑ロードマップ 2019-2033 の中で目標として掲げる「持続可能な水管理および水源開発」に合致するものである。

現時点では、農業セクター内で乾期作を行うのに十分な水資源が確保できていないこと、そして科学的根拠に基づいた配水ができていないことが主要な課題であるが、経済発展の著しいカンボジアにおいては、将来的に他セクターとの水利用にかかる取決めのため調整が必要となることが想定される。したがって、この時期までに水資源管理の調整プロセスが確立していなければ、農業セクターのための適切な水質、水量の確保は不可能であり、持続的な農業の発展は困難である。

これらを実現するには、水管理にかかる他セクターとの高度な調整能力が必要となるほか、それらを持続可能とするための資金源の確保が前提となる。したがって、既に示した短期・中期の開発目標を達成したうえで、これらの目標の達成に取りかかることが必要である。加えて、持続可能性を高めるために水利用者からの費用徴収が必要となることから、短期・中期目標にかかる広報活動と、水資源管理にかかる水利用者への情報提供（水量、水質の一般公開等）と意識改善（水量および水質管理の必要性にかかる啓蒙活動）を継続して実施することが求められる。

また、緻密な水管理が可能となるレベルのインフラ整備と担当職員の水管理能力の向上、そして灌漑施設の近代化を前提として、気候変動の緩和策として寄与できる間断灌漑（AWD）や CSA（Climate Smart Agriculture）などの農業の普及を目標とする。これは、GHG 削減の評価制度（CDM: Clean Development Mechanism や JCM: Joint Crediting Mechanism 等）が農業セクターで確立されている必要があるが、NDC によれば 2016 年の農業による年間 GHG 排出量は全体の 11%を占め、伐採による森林破壊およびその他土地利用（80%）に次いで排出量が多いことから、GHG 削減が可能な農業が営まれることが望ましい。

灌漑施設が良好な状態で機能し、安定して用排水ができるようになれば、換金作物への転作を進めることが望ましい。この流れを支援するために、長期的にはスプリンクラーやドリップ灌漑施設などの近代灌漑施設の導入推進のための技術支援と普及活動が必要となる。

なお、農業就業人口の割合は2013年から2022年までの10年間で12.9%の減少を示し、今後もこの傾向は継続することが想定される。将来的には経済発展と産業の多様化の進行に伴い農業の就業人口が低下と耕作放棄地の増加が懸念される。これらに対応するため、圃場整備を通じた農地の集約化による農地の効率的な活用と生産性の向上を推進していくことが望ましい。このためにも、短期目標で設定した小規模灌漑施設の継続改修は重要となる。

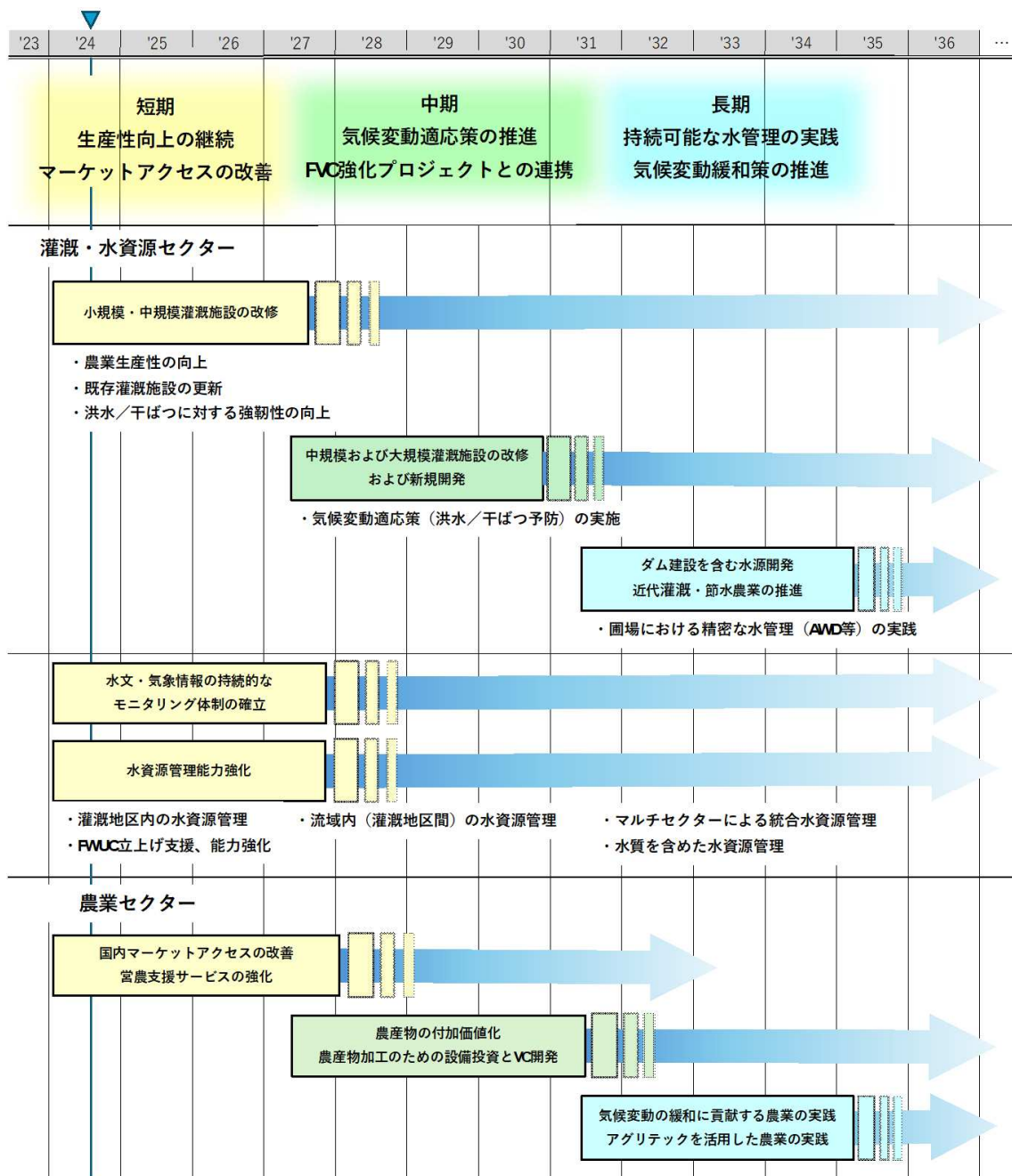
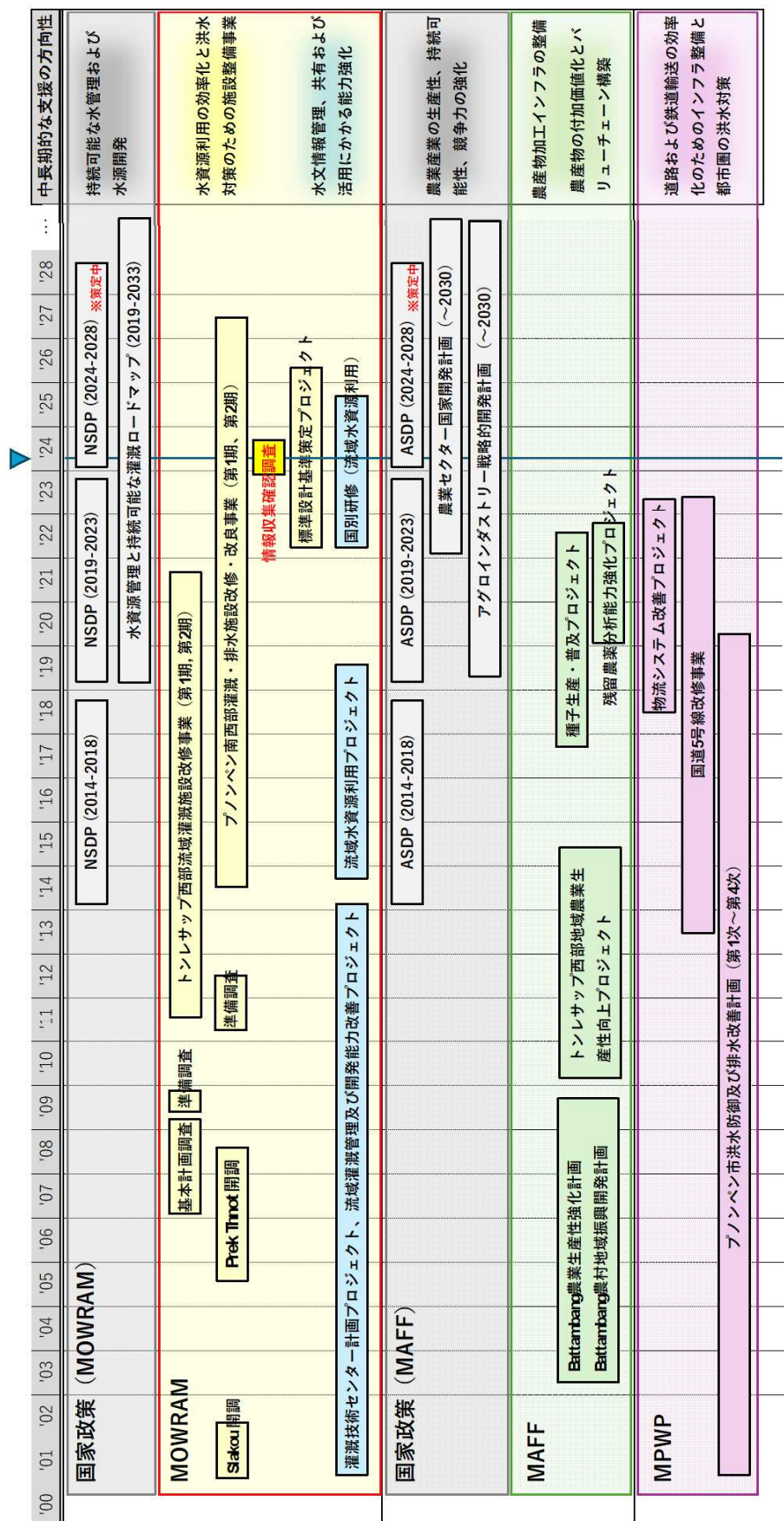


図 4.1.3 灌漑・水資源および農業セクターの短期、中期および長期の重点開発項目

出典：JICA 調査団（2024）



4.2 ロングリストの選定

第3章「灌漑ポテンシャルの評価」にてスクリーニングを実施した37か所の灌漑地区より、ロングリストの策定のためのスクリーニングを実施した。灌漑ポテンシャルの評価にあたり、灌漑地区の開発優先度は4段階に区分されており、第一優先地区5件、第二優先地区6件、第三優先地区12件、第四優先地区14件である。この灌漑地区候補からロングリストに載せるべき灌漑地区を選定する。

MOWRAMの年間予算を表4.2.1に示す。年間予算の中で、Headquarterと示した部分が事業予算となるが、その予算額は6,300万USDから7,600万USD程度である。水資源灌漑省は水資源部門と気象部門とに大別されるが、水資源管理と灌漑開発にかかるプログラムの予算を全体の80%とすると、約5,000万USDから6,000万USDが水資源部門事業費である。今回改修の対象となっている灌漑地区の改修費用は1,500万USDから8,000万USDの範囲であり、平均すると4,900万USD程度と想定されるため、10年間をロングリストの対象とすると、10地区程度が対象になる。したがって、ロングリストの対象地区として、第一優先地区5件と第二優先地区6件を合わせた以下の11地区をノミネートした（表4.2.2）。

表 4.2.1 MOWRAMの年間予算（単位：USD）

Item	2018	2019	2020	2021	2022	2023
MOWRAM	71,294,000	79,304,000	78,596,000	78,570,000	82,800,000	87,020,000
Headquarter	63,530,000	70,271,000	69,315,000	69,300,000	72,760,000	76,220,000
PDWRAM (25)	7,763,750	9,033,000	9,281,000	9,270,000	10,130,000	11,000,000

出典：MOWRAM（2024）

表 4.2.2 ロングリストとして選定された優先灌漑地区11か所

	Name	Province	District	Commune	Potential Area	Remarks
1	Khpob Trobek & Tumnup Lok	Takeo	Tram Kak	Ou Saray	4,630 ha	Prioritized by MOWRAM
2	Spean Sraeng	B. Meanchey	Phnom Srok	Spean Sreng	12,500 ha	Prioritized by MOWRAM
3	Plaing	Siem Reap	Puok	Prey Chruk	14,800 ha	Prioritized by MOWRAM
4	Khpob Krous	Kamping Speu	Basedth	Preah Khae	3,018 ha	Prioritized by MOWRAM
5	Doun Toy	Svay Rieng	Chantrea	Chantrea	9,436 ha	Prioritized by MOWRAM
6	Tonle Vaiko	Svay Rieng	Svay Rieng	Svay Rieng	10,800 ha	Prioritized by MOWRAM
7	Khai Dorn	B. Meanchey*	O Chrov	Nimit	10,000 ha	
8	Char	Prey Veng	Kamchay Mear	Cheach	3,120 ha	
9	Chhnok Tru	Prey Veng	Pea Reang	Reab	3,500 ha	
10	Kmabor Sres	B. Meanchey*	Preah Neth Preah	Preah Neth Preah	3,600 ha	
11	Trapeang Beung	Kampot	Chhuk	Tramaeng	3,178 ha	

Note: B. Meanchey stands for Banteay Meanchey

出典：JICA 調査団（2024）

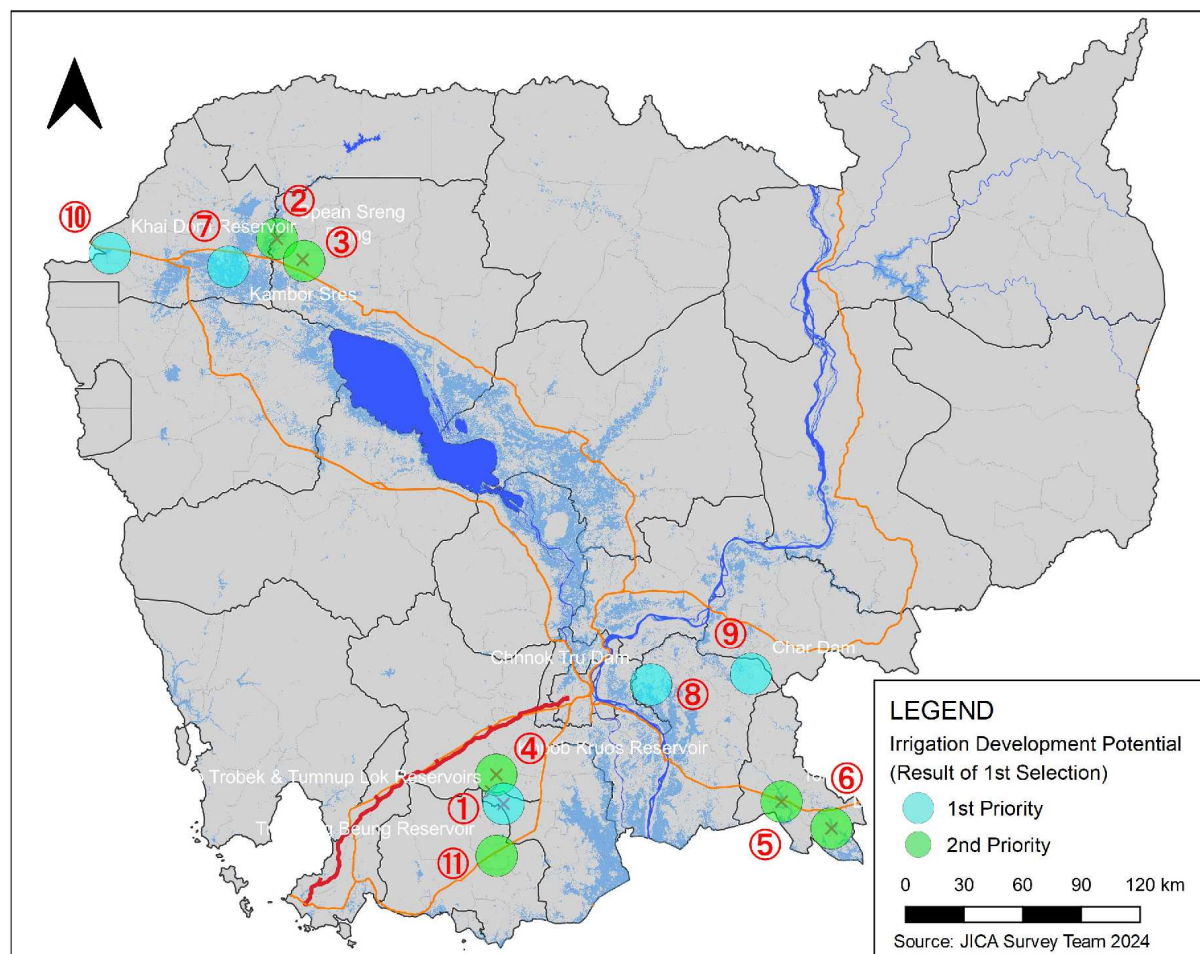


図 4.2.1 灌漑開発ポテンシャル評価によるロングリスト対象地区位置図 (11 地区)

出典：JICA 調査団（2024）

4.3 ショートリストの選定アプローチ

4.3.1 選定条件

4.1 節で示した灌漑開発シナリオ（1 段階目：改修と灌漑システム内の管理、2 段階目：制御と調整に向けた管理、3 段階目：新規開発と統合水資源管理）を踏まえ、現在実施が求められている灌漑施設の改修について、特に開発パートナーに求められる項目として以下が提案される。

1. 緊急性が高いもの
2. 経済効果が認められるもの
3. 気候変動を考慮した際、その影響が大きいと考えられるもの
4. 他プロジェクトの成果との相乗的な効果が期待できるもの
5. 貧困削減に寄与するもの
6. 水管理に関して継続性が期待できるもの
7. 用地取得等、環境社会配慮上の課題が少ないもの

上記に説明した項目について考慮し、2 番目の段階となる「制御と調整」を必要とする灌漑システムの改修を実施するにあたっての適正の高さを以降の項で選定していく。選定は各項目への貢献度（負の影響の場合はリスクの大きさ）で 3 段階（◎、○、△）にて評価を行う。以下に、各項目の評価項目の内容および項目の重要性（高、中、低）について記載する。

(1) 緊急性（重要度：高）

既に施設の一部が破損して機能していない灌漑施設、あるいは既に洪水被害が発生しており、洪水対策の必要性高い灌漑地区については、緊急性が高いと判断される。緊急性が低いものについては、カンボジア国の予算によって、順番に改修が実施可能であると考えられるため、これらについては開発ドナーが支援すべき対象からは外すことが望ましい。なお、MOWRAM が選定した優先灌漑地区は、PDWRAM より要請のあった緊急度の高い灌漑地区であることから、緊急性が高いものとして評価した。

(2) 経済効果（重要度：高）

事業による経済効果の程度は、国の発展と貧困削減に直結し、実施可能性にも繋がる一大重要項目である。経済効果としては、事業実施後の「農業生産性向上効果」と「農産物加工の容易性」の2点から評価している。前者は、雨期の作付面積に加えて乾期の作付面積の大きさが想定される。

後者の農産物加工の容易性については、該当灌漑地区での作物生産が高付加価値化にどの程度貢献しやすいかを評価している。具体的には、輸出用の加工を行うにあたり、競合国であるベトナムあるいはタイとの競争力の有無（生産地により地理的な優位性が異なる）や輸出向けの加工地に向けてのアクセスの容易性が挙げられる。

(3) 気候変動への適応（重要度：高）

カンボジアにおける気候変動予測では、将来、雨期にはより多くの降雨がもたらされる一方で、乾期の降雨は減少するとされている。したがって将来は洪水の頻発が示唆されるが、カンボジアは特に気候変動への脆弱性が高く、灌漑セクターにおいても主要な課題の一つに設定されていることから当条件の重要度を高く設定した。なお(1)の「緊急性」でも洪水被害が考慮されているが、緊急性が現時点あるいは近い将来の事象を指すのに対し、(3)の「気候変動への適応」は数十年先の気象災害への強靱性を高めるためのものである。

対象の灌漑システムが含まれる流域の面積が大きい場合、灌漑システム単独では洪水の制御は困難である。このような場合、次の段階である「新規開発と統合管理」において、統合水資源管理を実施することで想定される気候変動に適応が可能である。洪水の制御において上流に貯水池を必要とするような灌漑システムの場合、次の段階の準備が整ってから対応が望ましい。従って、気候変動に対する適応に関しては、対象となる灌漑システム単独、或いは周辺のシステムと連動して洪水の制御が可能となるものが選定される。

気候変動の緩和策については、水管理の緻密化と適正化による間断灌漑が可能な環境であれば、メタンガスの排出量の削減に貢献することができる。また、灌漑にかかる運用、維持管理がよりシンプルな重力灌漑であるが、燃料を必要とするポンプ灌漑に対して緩和策としての貢献度が高い。しかし、前者の間断灌漑の適用可能性については、現時点での評価が困難であることから、今後の調査での検討事項とする。

(4) 他支援との相乗効果（重要度：中）

カンボジアでは多くの農業・灌漑案件が既に実施されており、それら既往案件との相乗効果が期待できる場合は、事業の実施において実施機関、地元等からの協力が得られ易く、効果の発現

が高まるものと期待される。また、協力関係の深い他の開発パートナーとの連携が可能であれば、これについても高い効果と役割分担が期待できる。しかしながら、上記の 3 項目と比較してプロジェクトの必須要件として考慮されるべき項目ではないことから、重要度は中程度とした。

なお、JICA が実施中の灌漑排水国家標準設計基準策定プロジェクトで策定される設計基準は、今回提案される事業にも適用することが想定され、その点で相乗効果が見込まれるが、ロングリスト対象地区すべてに適用可能であることから、地区別の評価では当該技プロの記載を省略した。

(5) 貧困削減効果（重要度：中）

カンボジアでは貧困率を 10%未満にすることを国家戦略である五辺形戦略の目標として謳っており、現時点で貧困率の高いと判断される地区での支援を優先することが望ましい。所有する農地の規模が小さいカンボジアの農村事情を考えると、収入源の多角化は貧困削減に大いに寄与すると考えられる。幹線水路沿いには管理用道路が整備されるので、それを用いて通勤、或いは農産物、加工品などを運搬することが容易となる。灌漑システム改修によって農産物の生産安定に加え、これらの効果が期待されることから、貧困率の高い地域については優先度が高くなる。

(6) 農家水利組合（重要度：低）

灌漑地区の改修には常に維持管理の問題が付いてまわるが、「制御と調整」を軸にした灌漑改修事業についても施設の長期活用において重要な要素となる。現状において既に農家水利組合（FWUC）が機能しているような地域では、改修後もそれが維持されていくと想定される。ただし、FWUC の機能化については、事業実施と並行してソフトコンポーネントあるいは技術協力という形で実現することが可能であることから、重要度は低く評価した。

(7) 環境社会配慮にかかる留意点（用地取得等）

用地取得に関しては、プロジェクトの着手を左右することが多いことから、可能な限り課題が無いことが望ましい。また、地区によっては、プロジェクト実施にあたりマルチセクターによる協議が必要なケース、国際的な配慮が必要なケースがあり、広範な事象を考慮する必要がある。このことから、本項目は横並びの評価が困難であるため、比較評価の項目としてではなく、実施にあたっての留意事項を整理する目的で記載する。

4.3.2 選定手法

以上の 7 条件を各地区で評価し、各条件の重要性を高い順に 3 点、2 点、1 点を設定、各地区において各項目別の貢献度が高い事業（リスクの小さい事業）の比較結果として事業化に適しているものから◎、○、△の順で 3 点、2 点、1 点とし、それぞれの条件と評価を掛け合わせたものの総和で総合評価を行った。

なお、この段階で、各地区で支援計画の重複の有無や支援の必要性を PDWRAM へ問い合わせ、重複のある灌漑地区については比較対象から外している。下表に各項目の評価点の計算と総合評価の計算例を示す。

表 4.3.1 ショートリスト対象地区の選定評価例

評価項目	重要度	地区 A	地区 B	地区 C
1.緊急性	高(3 点)	◎ (3 点×3 点=9 点)	○ (3 点×2 点=6 点)	△ (3 点×1 点=3 点)
2.経済効果	高(3 点)	○ (3 点×2 点=6 点)	△ (3 点×1 点=3 点)	◎ (3 点×3 点=9 点)
3.気候変動への適応	高(3 点)	◎ (3 点×3 点=9 点)	○ (3 点×2 点=6 点)	○ (3 点×2 点=6 点)

評価項目	重要度	地区 A	地区 B	地区 C
4.他成果との相乗効果	中(2点)	○ (2点×2点=4点)	○ (2点×2点=4点)	◎ (2点×3点=6点)
5.貧困削減効果	中(2点)	◎ (2点×3点=6点)	△ (2点×1点=2点)	○ (2点×2点=4点)
6.農家水利組合の成熟度	低(1点)	◎ (1点×3点=3点)	△ (1点×1点=1点)	△ (3点×1点=1点)
総合評価		◎ (合計：37点)	△ (合計：22点)	○ (合計：29点)

注：貢献度の指標は◎（3点）、○（2点）、△（1点）で表示

出典：JICA 調査団（2024）

4.4 ショートリストの選定

先に述べたロングリストの優先 11 灌漑地区に対し、点数をつけてショートリストを作成する。ショートリストの数としては、概ね 3～4 年で実施可能な事業として最大 4 件を選定する。以下にロングリストに選定された 11 灌漑地区の各評価項目の評価結果を記載する。

4.4.1 Khpob Trobek & Tumnup Lok 灌漑地区（合計：37 点 / 1 位）

Khpob Trobek & Tumnup Lok 灌漑地区は、プノンペンの南西約 70km の位置にあり、Takeo 州内にある灌漑地区である。建設年は不明であるが、2006 年、2022 年に MOWRAM により改修事業が実施されている。貯水池の容量は 360 万 m³ であり、雨期と乾期にコメを中心として灌漑を実施している。以下にこの灌漑地区の特徴を述べる。

(1) 緊急性：◎（重要度 3 点×貢献度 3 点 = 9 点）

2006 年、2022 年に貯水池の堤体を改修しているが、2024 年 2 月に調査団が現地調査を行った時点で、洪水によるものと想定される堤体盛土の浸食が確認されており、恒久的な対策が必要とされる。この堤体の浸食を踏まえ、MOWRAM から優先地区としての提案がなされている。Tumnup Lok 地区は灌漑施設が全く機能しておらず、洪水緩和と乾期の作付のために小規模な貯水池の堤防、頭首工および水路の改修をする必要がある。また、Tumnup Lok は河川を横断する経路としても活用されており、農産物の輸送や通勤などの交通の便を図る意味でも早期の改修が望まれることから、ロングリストの 11 地区中で最も緊急性が高いと評価した。

(2) 経済効果：○（重要度 3 点×貢献度 2 点 = 6 点）

灌漑地区の受益面積は 4,630ha あり、大きな灌漑地区といえる。Takeo 州には CRF 加盟の精米所が存在しており、大規模な灌漑地区から算出されるコメに対して輸出用の加工が行える環境が整っていることから、優位性がある。農協数が全国一であり、大規模な灌漑地区であっても収穫後処理と販売ルートの確保が比較的容易であることから効果の発現が早いことが見込まれる。

(3) 気候変動への適応：◎（重要度 3 点×貢献度 3 点 = 9 点）

上流域の水位/と水量をモニタリングすることで、将来予想される気候変動（雨期に降雨が増加）に対して、改修で設置した電動ゲートを迅速に操作することで、下流域に流出する水量を制御し、洪水緩和に寄与することが期待される。

(4) 相乗効果：◎（重要度 2 点×貢献度 3 点 = 6 点）

灌漑地区の受益地の一部は、流域灌漑管理及び開発能力改善プロジェクトの FWUC/G の能力強化に係るパイロット地区（2014 実施）を含んでおり、近隣地区にも ADB のプロジェクト（Irrigated Agriculture Improvement Project（2019-2027）や Climate-Friendly Agribusiness Value Chains Sector Project（2025-2030））により、施設の改修および FWUC の強化を実施中、あるいは実施予定であ

ることから、施設改修後の調整に向けた管理についても理解されやすい環境にあるといえる。

灌漑案件以外では、種子生産普及プロジェクトの対象州にもなっており、プロジェクト対象地域（Ou Saray Commune）にて技プロが実施されており、施設改修後に優良種子を用いたコメの栽培が期待される。また、CAVAC による VC 強化プロジェクトの対象県でもあり、州職員の協力も得られ易いと考えられる。

(5) 貧困削減：○（重要度 2 点×貢献度 2 点 = 4 点）

該当コミュニティの貧困率は 20%～30%となっており、農村部における全国平均（22.8%）レベルである。他地区と比べて貧困率が高いわけではないが、貧困層が存在することには変わらない。

(6) 水利組合：◎（重要度 1 点×貢献度 3 点 = 3 点）

前述のように JICA 技プロおよび CAVAC による支援が入っており、県の職員の理解があり、受益者側においても維持管理能力は比較的高いと考えられる。

(7) 環境社会配慮上の留意点

改修事業では堤体の嵩上げが提案されており、嵩上げに伴う盛り土範囲の拡大、貯水池満水面の上昇などが見込まれるため、堤体下流側及び貯水池側における用地について、留意と関係者への確認が必要である。

4.4.2 Spean Sraeng 灌漑地区（合計：36 点 / 2 位）

Spean Sraeng 灌漑地区は、プノンペン市の北北西約 290km の位置にあり、Banteay Meanchey 州内にある灌漑地区である。建設年は 1977 年であり、2015 年に改修事業が実施されている。貯水池の容量は 1 億 5300 万 m³であり、雨期と乾期にコメを中心として灌漑を実施している。以下にこの灌漑地区の特徴を述べる。

(1) 緊急性：○（重要度 3 点×貢献度 2 点 = 6 点）

特に近年において洪水被害が甚大化しており、早急な対策が必要とされている。洪水緩和の他、乾期の作付面積の増加のため、貯水池の建設（堤体の嵩上げ）が提案されている。下流では洪水時に最長で 2 か月冠水状態となる農地があるため、洪水を制御するために排水施設の整備が必要となっている。このような状況を踏まえ、MOWRAM は優先地区の一つとして提案している。しかし、対象地区内は 2015 年に ADB による大規模な改修が実施されており、一部施設については更新の必要性がない可能性があることから、評価を一つ落とし、○とした。

(2) 経済効果：◎（重要度 3 点×貢献度 3 点 = 9 点）

灌漑地区の受益面積は 12,500ha あり、非常に大きな灌漑地区といえる。ベトナムとの国境から離れていることもあり、国内の精米業者がベトナムの業者に対して優位性がある。このため、この地域周辺における国内の精米業者の競争力は高く、国内で精米をして輸出に廻すことが可能である。Battambang 州北部に位置する精米所集積地に近く、この集積地が利用可能である。

(3) 気候変動への適応：◎（重要度 3 点×貢献度 3 点 = 9 点）

上流域の水位と水量をモニタリングすることで、将来予想される気候変動（雨期に降雨が増加）に対して、改修で設置した電動ゲートを迅速に操作することで、下流域に流出する水量を制御し、

洪水緩和に寄与することが期待される。

(4) 相乗的効果：○（重要度 2 点×貢献度 2 点 = 4 点）

国道 5 号線およびタイ国境へのアクセスは距離があるものの、ADB による支援 Northwest Irrigation Sector Project や Water Resources Management Sector Development Program の対象地区が含まれることから、灌漑施設の改修や FWUC/G による管理に対する理解が得られやすいと考えられる。また、AFD による WAT4CAM プロジェクトにて流域管理委員会にかかる情報収集と委員会の設立支援を実施しており、その成果を活用可能である。

(5) 貧困削減：◎（重要度 2 点×貢献度 3 点 = 6 点）

該当コミュニティの貧困率は 40%～50%を示しており、農村部における全国平均レベル（22.8%）と比較しても 2 倍程度の値となっている。このことから事業実施による貧困削減効果は高いことが想定される。

(6) 農家水利組合：○（重要度 1 点×貢献度 2 点 = 2 点）

農家水利組合は 2022 年まで機能しており、活動がされていた。しかし、2022 年の洪水の影響による資金不足のため、それ以来機能しておらず、活動も確認されていない。

(7) 環境社会配慮上の留意点

現在の堤体がある場所の直上流となる貯水池内が水田として利用されており、政府の所有地であるとはいえ、用地取得において懸念がある。

4.4.3 Plaing 灌漑地区（合計：32 点 / 3 位）

Plaing 灌漑地区は、プノンペンの北北西約 270km の位置にあり、Siem Reap 州内にある灌漑地区である。建設年は 1976 年であり、2013 年に改修事業が実施されている。流域間導水により Spean Sraeng 流域の水源を利用する計画であり、雨期と乾期にコメを中心として灌漑を実施している。以下にこの灌漑地区の特徴を述べる。

(1) 緊急性：○（重要度 3 点×貢献度 2 点 = 6 点）

特に近年において洪水被害が甚大化しており、早急な対策が必要とされている。洪水緩和の他、乾期の作付け面積の増加のため、隣接する Spean Sraeng 側で建設する貯水池を水源とすることが計画されている。また、流域間導水の提案もある。下流では洪水時に最長で 2 か月冠水状態となる農地があるため、洪水を制御するために排水施設の整備が必要となっている。このような状況を踏まえ、MOWRAM は優先地区の一つとして提案している。

(2) 経済効果：◎（重要度 3 点×貢献度 3 点 = 9 点）

灌漑地区の受益面積は 11,800ha あり、非常に大きな灌漑地区といえる。ベトナムとの国境から離れていることもあり、国内の精米業者がベトナムの業者に対して優位性がある。このため、この地域周辺における国内の精米業者の競争力は高く、国内で精米をして輸出に廻すことが可能である。Battambang 州北部に位置する精米所集積地に近く、この集積地が利用可能である。

(3) 気候変動への適応：○（重要度 3 点×貢献度 2 点 = 6 点）

流域間導水の計画もあり、上流に貯留施設を持たない場合、洪水を制御することが困難になることが予想される。貯留効果だけで洪水が制御できる場合、改修で設置した電動ゲートを迅速に操作することで、下流域に流出する水量を制御し、洪水緩和に寄与することが期待される。

(4) 相乗的効果：○（重要度 2 点×貢献度 2 点 = 4 点）

Spean Sraeng と同様、国道 5 号線およびタイ国境へのアクセスは距離があるものの、ADB による支援 Northwest Irrigation Sector Project や Water Resources Management Sector Development Program の対象地区が含まれることから、灌漑施設の改修や FWUC/G による管理に対する理解が得られやすいと考えられる。また、AFD による WAT4CAM プロジェクトにて流域管理委員会にかかる情報収集と委員会の設立支援を実施しており、その成果を活用可能である。

(5) 貧困削減：◎（重要度 2 点×貢献度 3 点 = 6 点）

該当コミュニティの貧困率は 40%～50%を示しており、農村部における全国平均レベル（22.8%）と比較しても 2 倍程度の値となっている。このことから事業実施による貧困削減効果は高いことが想定される。

(6) 農家水利組合：△（重要度 1 点×貢献度 1 点 = 1 点）

農家水利組合は結成されておらず、新たに結成することになるため施設の維持管理における懸念点となる。県の職員の理解と協力、受益者同士での結束などを確認、醸成させていく必要がある。

(7) 環境社会配慮上の留意点

計画されている流域間導水を実施する場合、導水に必要な水路の敷地に沿って多数の用地取得が必要となることが懸念される。

4.4.4 Khpob Krous 灌漑地区（合計：30 点 / 4 位）

Khpob Krous Reservoir 灌漑地区は、プノンペン府の西南西約 65km の位置にあり、Kampong Speu 州内にある灌漑地区である。建設年は 1976 年であり、2011 年に改修事業が実施されている。貯水池の容量は 4.7 百万 m³ であり、雨期と乾期にコメを中心として灌漑を実施している。以下にこの灌漑地区の特徴を述べる。

(1) 緊急性：○（重要度 3 点×貢献度 2 点 = 6 点）

雨期の洪水時のゲート操作に支障があり、下流域への洪水防止のために電動ゲートを必要としている。また、乾期作付面積の拡大を目的として、堤体の嵩上げが提案されている。このような状況を踏まえ、MOWRAM から提案された優先地区の一つとなっている。

(2) 経済効果：○（重要度 3 点×貢献度 2 点 = 6 点）

灌漑地区の受益面積は 3,000ha である。この地区は Phnom Penh に位置する精米所集積地に近く、また Takeo 州の精米所からも比較的近いことから、国内で精米して付加価値を高めるためのアクセスが比較的容易と判断される。

(3) 気候変動への適応：◎（重要度 3 点×貢献度 3 点 = 9 点）

上流域の水位/と水量をモニタリングすることで、将来予想される気候変動（雨期に降雨が増加）に対して、改修で設置した電動ゲートを迅速に操作することで、下流域に流出する水量を制御し、洪水緩和に寄与することが期待される。

(4) 相乗的効果：○（重要度 2 点×貢献度 2 点 = 4 点）

近隣地区にて ADB のプロジェクト（Climate-Friendly Agribusiness Value Chains Sector Project）により、施設の改修および FWUC の強化を実践していることから、施設改修後の調整に向けた管理につき比較的理解されやすい環境にあるといえる。

(5) 貧困削減：○（重要度 2 点×貢献度 2 点 = 4 点）

該当コミュニティの貧困率は 20%～30% となっており、農村部における全国平均（22.8%）レベルである。他地区と比べて貧困率が高いわけではないが、貧困層が存在することには変わらない。

(6) 農家水利組合：△（重要度 1 点×貢献度 1 点 = 1 点）

農家水利組合は結成されておらず、新たに結成することになるため施設の維持管理における懸念点となる。県の職員の理解と協力、受益者同士での結束などを確認、醸成させていく必要がある。

(7) 環境社会配慮上の留意点

改修事業では堤体の嵩上げが提案されており、嵩上げに伴う盛り土範囲の拡大、貯水池満水面の上昇などが見込まれるため、堤体下流側及び貯水池側における用地について、留意と関係者への確認が必要である。

4.4.5 Doun Toy 灌漑地区（合計：26 点 / 5 位）

Doun Toy Reservoir 灌漑地区は、プノンペン南東約 140km の位置にあり、Svay Rieng 州にある灌漑地区である。建設年は 1976 年であり、2012 年に改修事業が実施されている。貯水池の容量は 2000 万 m³ であり、雨期と乾期にコメを中心として灌漑を実施している。以下にこの灌漑地区の特徴を述べる。

(1) 緊急性：○（重要度 3 点×貢献度 2 点 = 6 点）

下流では洪水被害が恒常化しており、排水対策が必要とされている。洪水緩和の他、乾期の作付け面積の増加のため、新規の貯水池の建設を計画している。貯水池の新設を含め、この灌漑地区は MOWRAM から優先地区の一つとして提案があったものである。

(2) 経済効果：○（重要度 3 点×貢献度 2 点 = 6 点）

灌漑地区の受益面積は 11,800ha あり、非常に大きな灌漑地区といえる。ベトナムの国境に近いことから、ベトナムの仲買人に比べて国内の精米業者の競争力が低い。このため、灌漑地区の改修により増産されたこめについて、国内で精米してコメの付加価値を上げることが困難と想定される。

(3) 気候変動への適応：◎（重要度 3 点×貢献度 3 点 = 9 点）

貯水池の新設ということもあり、上流域の水位/流量モニタリングに従った電動ゲートの操作により、下流域に浸水をもたらす排水の制御が可能となり、洪水緩和に寄与する可能性が高い。

(4) 相乗的効果：△（重要度 2 点×貢献度 1 点 = 2 点）

近隣地区を含め、ドナーによるプロジェクトは実施されておらず、相乗効果が発揮されるとは言い難い。

(5) 貧困削減：△（重要度 2 点×貢献度 1 点 = 2 点）

該当コミューンの貧困率は 10%~20%となっており、農村部における全国平均（22.8%）レベルと比較して若干低い状態にある。

(6) 農家水利組合：△（重要度 1 点×貢献度 1 点 = 1 点）

貯水池の新設ということもあり、農家水利組合は現在設立されていない。

(7) 環境社会配慮上の留意点

水源となる河川は直接ベトナムに流入しているため、2 国間における灌漑開発/洪水排水の影響について確認し、相互の了解を事前に得ておく必要がある。新設される幹線水路の用地取得に関しては、関係者の確認が必要である。

4.4.6 Tonle Vaiko 灌漑地区（合計：25 点 / 6 位）

Tonle Vaiko 灌漑地区は、プノンペンの南東約 110km の位置にあり、Svay Rieng 州内にある灌漑地区である。建設年は 1976 年であり、2006 年に改修事業が実施されている。貯水池の容量は 3000 万 m³ であり、雨期と乾期にコメを中心として灌漑を実施している。以下にこの灌漑地区の特徴を述べる。

(1) 緊急性：○（重要度 3 点×貢献度 2 点 = 6 点）

洪水防御を目的とした堤防の嵩上げが提案されている。現存する堤防の総延長 40km の内、2.3km については水資源環境省が既に嵩上げを実施済みである。加えて、乾期の灌漑用水、経済特区への送水、飲料水の安定確保のため、貯水池容量の増加（30MCM から 70MCM）が必要とされている。堤防周辺にコンクリート製のゲートが多数設置されており、操作性が悪く漏水が発生していることから、施設の更新が必要と考えられる。これらの状況を踏まえて、MOWRAM から優先地区の一つとして提案がなされている。

(2) 経済効果：○（重要度 3 点×貢献度 2 点 = 6 点）

灌漑地区の受益面積は 16,400ha あり、非常に大きな灌漑地区である。ベトナムの国境に近いことから、ベトナムの仲買人に比べて国内の精米業者の競争力が低い。このため、灌漑地区の改修により増産されたコメについて、国内で精米してコメの付加価値を上げることが困難と想定される。

(3) 気候変動への適応：○（重要度 3 点×貢献度 2 点 = 6 点）

上流域の水位/流量モニタリングに従った電動ゲートの操作により、将来予想される気候変動

（雨期に降雨が増加）に対して下流域に浸水をもたらす排水の制御が可能となり、洪水緩和に寄与する可能性が高い。

上流域の水位/と水量をモニタリングすることで、将来予想される気候変動（雨期に降雨が増加）に対して、改修で設置した電動ゲートを迅速に操作することで、下流域に流出する水量を制御し、洪水緩和に寄与することが期待される。ポンプ灌漑システムが計画されているが、これは重力灌漑と比較して温室効果ガスを排出する点で、気候変動を促進させるデメリットがある。

(4) 相乗効果：○（重要度 2 点×貢献度 2 点 = 4 点）

「スバイリエンにおける上水道拡張計画」が改修の対象となる貯水池において工事实施中であり、水道の水源安定確保という点では相乗効果が高い。また、韓国による支援「Water Supply Measures and Flood Mitigation for the Prek Niel River Basin」が当該灌漑地区の直下流の地区で計画されており、施設の改修および FWUC の強化を計画している。これらから、施設改修後の調整に向けた施設・水管理について理解されやすい環境にあるといえる。

(5) 貧困削減：△（重要度 2 点×貢献度 1 点 = 2 点）

該当コミューンの貧困率は 0%～10%となっており、農村部における全国平均（22.8%）より低く、都市部における全国平均（9.6%）と同等か低いレベルであり、貧困削減効果は他地区と比較すると高くない。

(6) 農家水利組合：△（重要度 1 点×貢献度 1 点 = 1 点）

農家水利組合は結成されておらず、特にポンプの稼働に関して新たに結成する必要がある。

(7) 環境社会配慮上の留意点

水源となる河川は直接ベトナムに流入しているため、2 国間における灌漑開発/洪水排水の影響について確認し、相互の了解を事前に得ておく必要がある。新設されるポンプ灌漑に利用される幹線水路の用地取得に関しては、関係者の確認が必要である。

4.4.7 Kambor Sres 灌漑地区（合計：19 点 / 7 位）

Kambor Sres 灌漑地区は、プノンペンの北西約 300km の位置にあり、Banteay Meanchey 州内にある灌漑地区である。建設年は 1977 年、その後 2020 年に改修事業が実施されている。貯水池の容量は 600 万 m³であり、雨期と乾期にコメを中心として灌漑が実施されている。以下にこの灌漑地区の特徴を述べる。

(1) 緊急性：△（重要度 3 点×貢献度 1 点 = 3 点）

この地区周辺は洪水常襲地域であるが、洪水を前提とした農業を営んでいる農村地帯であること、また低平地にあり洪水防除自体が非常に困難であることから、洪水対策の緊急性は低い。

(2) 経済効果：○（重要度 3 点×貢献度 2 点 = 6 点）

灌漑地区の受益面積は 3,600ha あり、十分に大きな灌漑地区といえる。周囲は農村地帯であり、洪水制御による水田での被害は軽減されるが、住宅地、工場などへの影響は殆どないと考えられることから、緊急性と同様、洪水対策を実施した上での経済効果は限定される。

(3) 気候変動への適応：△（重要度 3 点×貢献度 1 点 = 3 点）

この地域における自然条件により洪水が常時発生する環境にあり、住民の生活及び営農活動もそれを前提としたものになっている。このため、将来予想される気候変動（雨期に降雨が増加）に対しても適応が十分可能な状況にある。逆に、改修事業だけによって気候変動に適応する効果が低く、もう一段階上の統合水資源管理でないと適応が困難といえる。

(4) 相乗的効果：△（重要度 2 点×貢献度 1 点 = 2 点）

国道 5 号線およびタイ国へは国道 6 号線（30km）を經由してアクセス可能であり、収穫後処理および流通面での相乗効果は一部認められるが、その他 JICA プロジェクトとの関連性は薄く、近隣地区を含めても他ドナーのプロジェクトは確認できないことから、特に相乗効果が発揮されるとは言い難い。

(5) 貧困削減：重要度 2 点×貢献度 2 点 = ○（4 点）

該当コミューンの貧困率は 20%～30%となっており、農村部における全国平均（22.8%）レベルである。他地区と比べて貧困率が高いわけではないが、貧困層が存在することには変わらない。

(6) 農家水利組合：△（重要度 1 点×貢献度 1 点 = 1 点）

農家水利組合は結成されておらず、新たに結成することになるため施設の維持管理における懸念点となる。県の職員の理解と協力、受益者同士での結束などを確認、醸成させていく必要がある。

(7) 環境社会配慮上の留意点

洪水を前提に営農が実施されていることもあり、貯水池の堤体の直上流も水田として利用されていることから、用地取得の点で難易度が高いと判断される。

4.4.8 Chhnok Tru 灌漑地区（合計：17 点 / 8 位）

Chhnok Tru 灌漑地区は、プノンペン市の東約 35km の位置にあり、Pery Veng 州内にある灌漑地区である。建設年は 1978 年であり、2011 年に改修事業が実施されている。貯水池の容量は 420 万 m³であり、雨期と乾期にコメを中心として灌漑を実施している。以下にこの灌漑地区の特徴を述べる。

(1) 緊急性：△（重要度 3 点×貢献度 1 点 = 3 点）

この地域はかつて洪水常襲地域であったが、近年はメコン川上流の水力発電開発の影響でメコン川の水位が低下傾向となっていることから、極端に大きな洪水は発生していない。MOWRAM の現地事務所に確認したところ、大規模な改修は不要であり、現状の維持管理で整備が可能であるとのことから急度は低い。

(2) 経済効果：△（重要度 3 点×貢献度 1 点 = 3 点）

灌漑地区の受益面積は 3,500ha あり、比較的大きな灌漑地区といえる。前述の Char Dam 灌漑地区と同様、この地域ではベトナムの仲買業者の価格競争力が強く、国内の精米業者数が少ない状況にある。農家はベトナムの業者にモミのまま売ることになり、国内における農産物加工を経た付加価値を見込むことは難しい。このことから農産物加工の容易性は、他地区と比較して不利な

状況にある。

(3) 気候変動への適応：○（重要度 3 点×貢献度 2 点 = 6 点）

メコン川における雨期の水量減少による洪水発生率の低下が進行しており、排水不良による洪水の発生は、少ないまま継続することが予想される。一方、上流及び域内で発生する降雨に対しては、域内上流に貯水池が無いことから、洪水をこの事業単体で制御することは難しいと想定される。

(4) 相乗的効果：△（重要度 2 点×貢献度 1 点 = 2 点）

JICA を含めたドナーによる支援は近隣地区を含めても実施されていないことから、相乗効果が発揮されるとは言い難い。

(5) 貧困削減：△（重要度 2 点×貢献度 1 点 = 2 点）

該当コミューンの貧困率は 10%～20% となっており、農村部における全国平均（22.8%）レベルと比較して若干低い状態にある。

(6) 農家水利組合：△（重要度 1 点×貢献度 1 点 = 1 点）

農家水利組合は結成されておらず、新たに結成することになるため施設の維持管理における懸念点となる。県の職員の理解と協力、受益者同士での結束などを確認、醸成させていく必要がある。

(7) 環境社会配慮上の留意点

確認できる現存の貯水池の面積が非常に狭く、貯水池規模を拡大する場合、開発コストが高額になる可能性がある。これに伴い、事業用地の取得の必要性も増大する懸念がある。

4.4.9 Char 灌漑地区（合計：17 点 / 8 位）

Char 灌漑地区は、プノンペンの東約 80km の位置にあり、Pery Veng 州内にある灌漑地区である。建設年は 1978 年であり、1992 年に改修事業が実施されている。データベースによると貯水池の容量は 3.5 百万 m^3 である。雨期の補給灌漑が実施されていると想定される。以下にこの灌漑地区の特徴を述べる。

(1) 緊急性：△（重要度 3 点×貢献度 1 点 = 3 点）

貯水池は存在するものの、ほとんど貯水されておらず、雨期の補給灌漑のためだけに利用されていると考えられる。CISIS に記載では、貯水容量 3.5MCM となっているが、実際にはこれよりはるかに少ない貯水量であると推定される。乾期の作付けは行われておらず、雨期の補給灌漑が中心と考えられる。現在、乾期の作付計画はなく、洪水の発生も確認されていない。これらの情報からは緊急度は低いと判断される。

(2) 経済効果：△（重要度 3 点×貢献度 1 点 = 3 点）

灌漑地区の受益面積は 3,500ha あり、十分に大きな灌漑地区といえる。この地域ではベトナムの仲買業者の価格競争力が強く、国内の精米業者数が少ない状況にある。農家はベトナムの業者に

モミのまま売ることになり、国内における農産物加工を経た付加価値を見込むことは難しい。このことから農産物加工の容易性は、他地区と比較して不利な状況にある。

(3) 気候変動への適応：○（重要度 3 点×貢献度 2 点 = 6 点）

貯水池に殆ど貯留がなされていない状況から、上流側に別の貯水池を持たない限りは、将来予想される気候変動（洪水および干ばつ）に対して、適応は困難である。

(4) 相乗的効果：△（2 点）

既往 JICA プロジェクトとの関連性は薄い。近隣地区で中国の支援による大規模灌漑開発（Vaico プロジェクト）が実施されているが、当プロジェクトとの相乗効果は得難く、その他のプロジェクトも確認できないことから、相乗効果が発揮されるとは言い難い。

(5) 貧困削減：△（重要度 2 点×貢献度 1 点 = 2 点）

該当コミュニティの貧困率は 10%～20%となっており、農村部における全国平均（22.8%）レベルと比較して若干低い状態にあることから、貧困削減の貢献度の観点からは他地区よりも優先度は低い。

(6) 農家水利組合：△（重要度 1 点×貢献度 1 点 = 1 点）

農家水利組合は結成されておらず、新たに結成することになるため施設の維持管理における懸念点となる。県の職員の理解と協力、受益者同士での結束などを確認、醸成させていく必要がある。

(7) 環境社会配慮上の留意点

貯水池の堤体の直上流も水田として利用されていることから、用地取得の点で難易度が高いと判断される。

4.4.10 Khai Dorn 灌漑地区（評価対象外）

Khai Dorn Reservoir 灌漑地区は、プノンペンの南西約 345km の位置にあり、Banteay Meanchey 州内にある灌漑地区である。建設年は 1976 年であり、2020 年に改修事業が実施されている。貯水池の容量は 100 万 m³ であり、雨期と乾期にコメを中心として灌漑を実施している。この灌漑地区は現在 KOICA が Irrigation Development and Flood Mitigation Project を実施中であるため、検討対象地区からは外す。

4.4.11 Trapeang Beung 灌漑地区（評価対象外）

Trapeang Beung 灌漑地区は、プノンペンの西南西約 100km の位置にあり、Kampot 州内にある灌漑地区である。建設年は 1977 年であり、2023 年に MOWRAM が改修を実施している。貯水池の容量は 3.2 百万 m³ であり、雨期と乾期にコメを中心として灌漑を実施している。既に灌漑施設の改修が実施済みであることから、MOWRAM からこの施設の改修は不要であるとのコメントを得ている。

4.4.12 総合評価

4.3.2 で述べた手法にて、ロングリストの優先 11 灌漑地区に対し点数をつけ、ショートリスト対象地区として概ね 3～4 年で実施可能な事業を想定して最大 4 件を選定する。ここまでに述べた各地区の点数をまとめた結果を次表に示す。Khpob Trobek & Tumnup Lok 灌漑地区 (No.1)、Khpob Krous 灌漑地区 (No.6)、そして Spean Sraeng 灌漑地区 (No.7) と Plaing 灌漑地区 (No.8) の 4 地区をショートリスト対象の灌漑地区として選定した。

表 4.4.1 ショートリスト対象地区の比較表（得点表）

評価項目	重要度	灌漑地区 No.										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
緊急度	高	9	6	6	6	6	6	3	3	3	-	-
経済効果	高	6	9	9	6	6	6	6	3	3	-	-
気候変動への適応性	高	9	9	6	9	9	6	3	6	6	-	-
相乗効果	中	6	4	4	4	2	4	2	2	2	-	-
貧困削減効果	中	4	6	6	4	2	2	4	2	2	-	-
農家水利組合	低	3	2	1	1	1	1	1	1	1	-	-
合計	—	37	36	32	30	26	25	19	17	17	-	-

出典：JICA 調査団（2024）

No.1: Khpob Trobek & Tumnup Lok 灌漑地区

調査時点で灌漑施設が機能していない（Tumnup Lok 貯水池にいたっては堤体自体が存在せず、付近で洪水被害が発生している）こと、堤体の浸食防止のための恒久的な対策が必要と判断されることから、緊急度が最も高いと判断された灌漑地区である。過去にも FWUC にかかるパイロット地区となっていたり、準備調査の対象地区になっていたりとこれまでの支援成果との相乗効果も大きいと考えられる。なお、MOWRAM の提案で Tumnup Lok 貯水池から Khpob Trobek ダムへの導水を計画していることから、環境社会配慮上、用地取得が小さく住民移転が発生しないようなルート選定が必要となる。

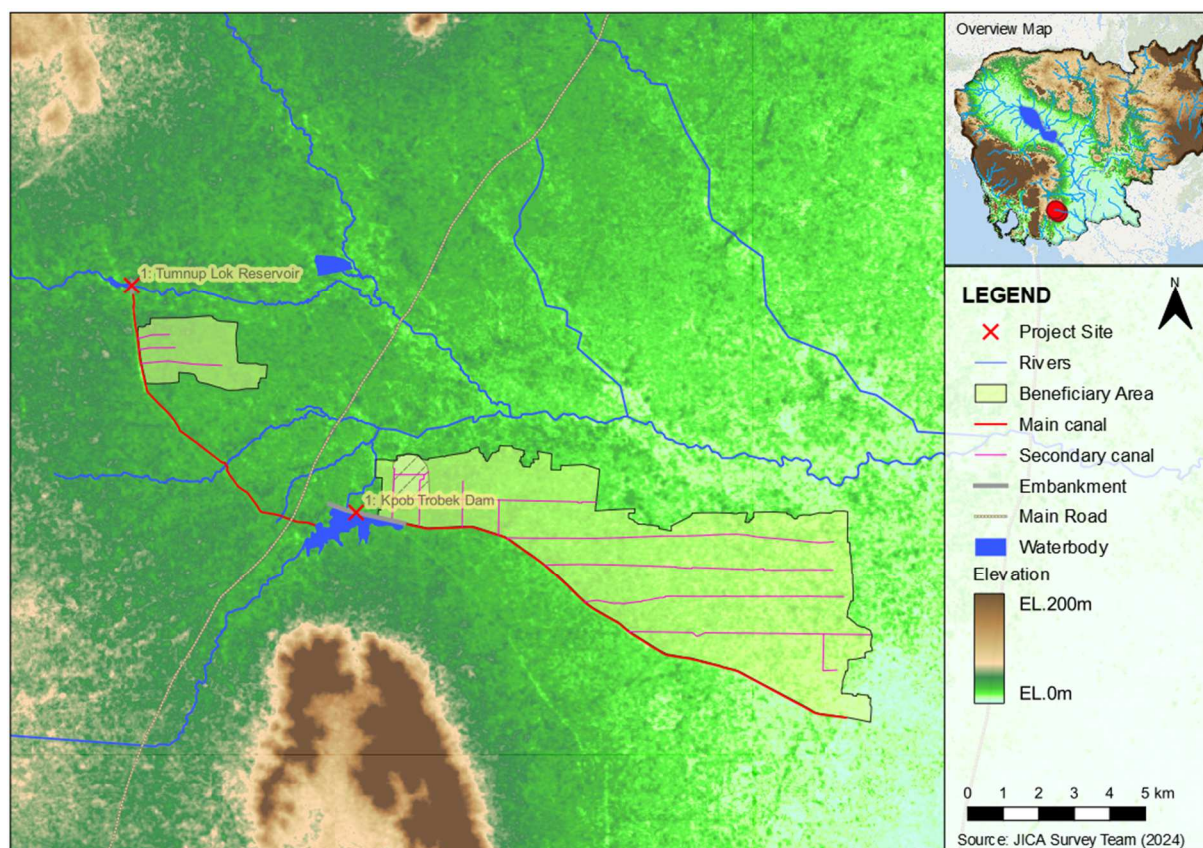


図 4.4.1 Khpob Trobek & Tumnap Lok 灌漑地区位置図

出典：JICA 調査団（2024）

No.2: Spean Sraeng 灌漑地区

当該地区は洪水の多発地区であり、最長で2か月程度冠水するエリアも含まれること、2020年や2022年の洪水でも被害を受けており、洪水対策の緊急性は高いと判断される。また、当該灌漑地区の流域は6,803km²であり非常に大きいこと、かつ比較的大きな貯水容量を有する貯水池（貯水容量1.53億m³）が水源であることから、適切な水管理により施設改修の効果を最大限活かすことが可能な地区であると考えられる。

また、上記と同様の理由により、将来的な統合水資源管理に向けた水文・気象情報の収集、管理、また活用にかかる技術協力プロジェクトを行うのに適した地区である可能性があり、4.1で示した灌漑開発シナリオの親和性も高い。

No.3: Plaing 灌漑地区

当該地区は、No.7 Spean Sraeng 灌漑地区と隣接した灌漑地区であり、Spean Sraeng と同様に洪水の多発地区であることから、洪水対策の緊急性は高いと判断される。流域は Spean Sraeng と異なり、上流に十分な貯水容量をもった貯水池は存在しない（しかし流域面積は大きく、2,882km²の流域面積を有する）。このことから貯水池（既存堤防の嵩上げ）、もしくは流域間導水のための

水路が必要となり、環境社会配慮上の懸念点、特に用地取得にかかる調査を慎重に行う必要がある。

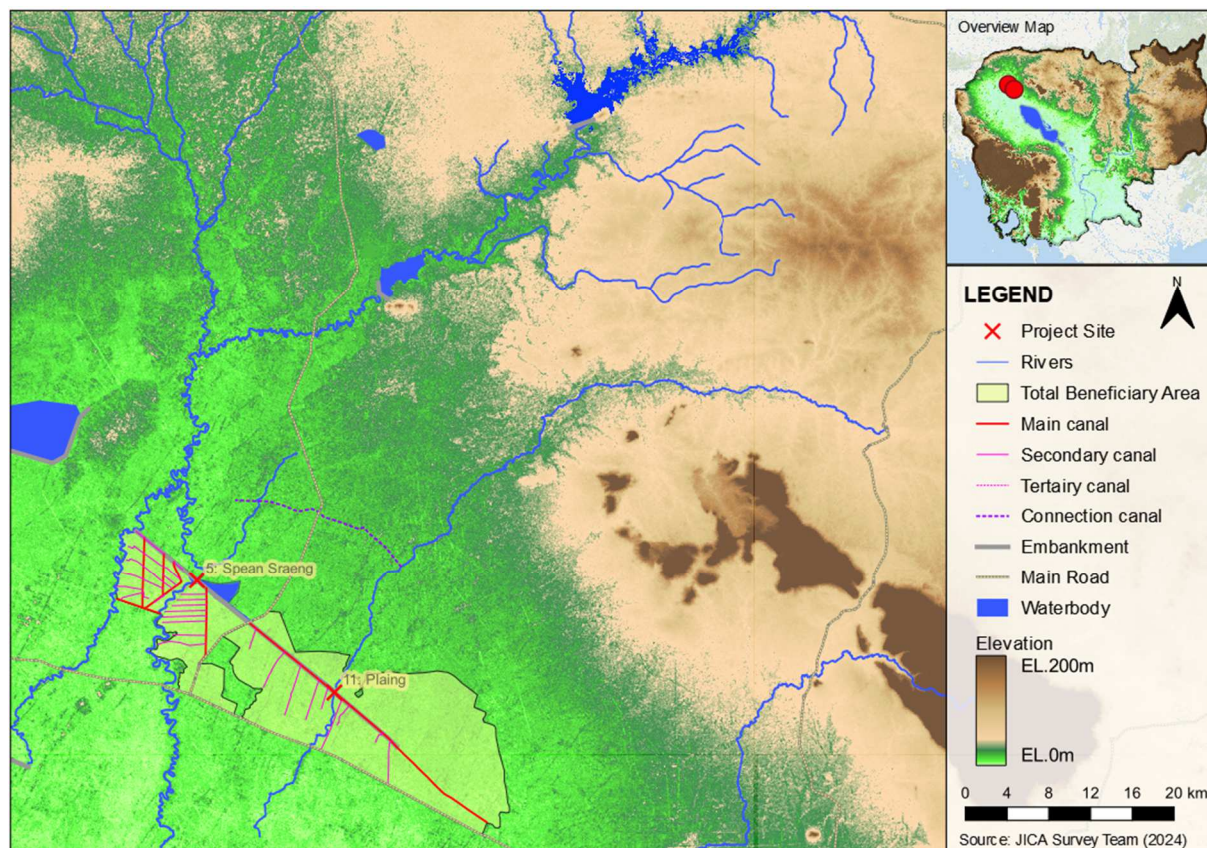


図 4.4.2 Spean Sraeng 灌漑地区と Plaing 灌漑地区の位置図

出典：JICA 調査団（2024）

No.4: Khpob Krous 灌漑地区

雨期の洪水時のゲート操作に支障を来し、下流地域への洪水防止のために電動ゲートを必要としており、MOWRAM から提案された優先地区の一つとして挙げられている地区である。乾期作付面積の拡大のために、堤体の嵩上げが提案されており、乾期の水資源の有効利用にかかる意識が高いが、貯水池の嵩上げ後の容量での水収支計算結果をもって適切な灌漑計画を提案する必要がある。

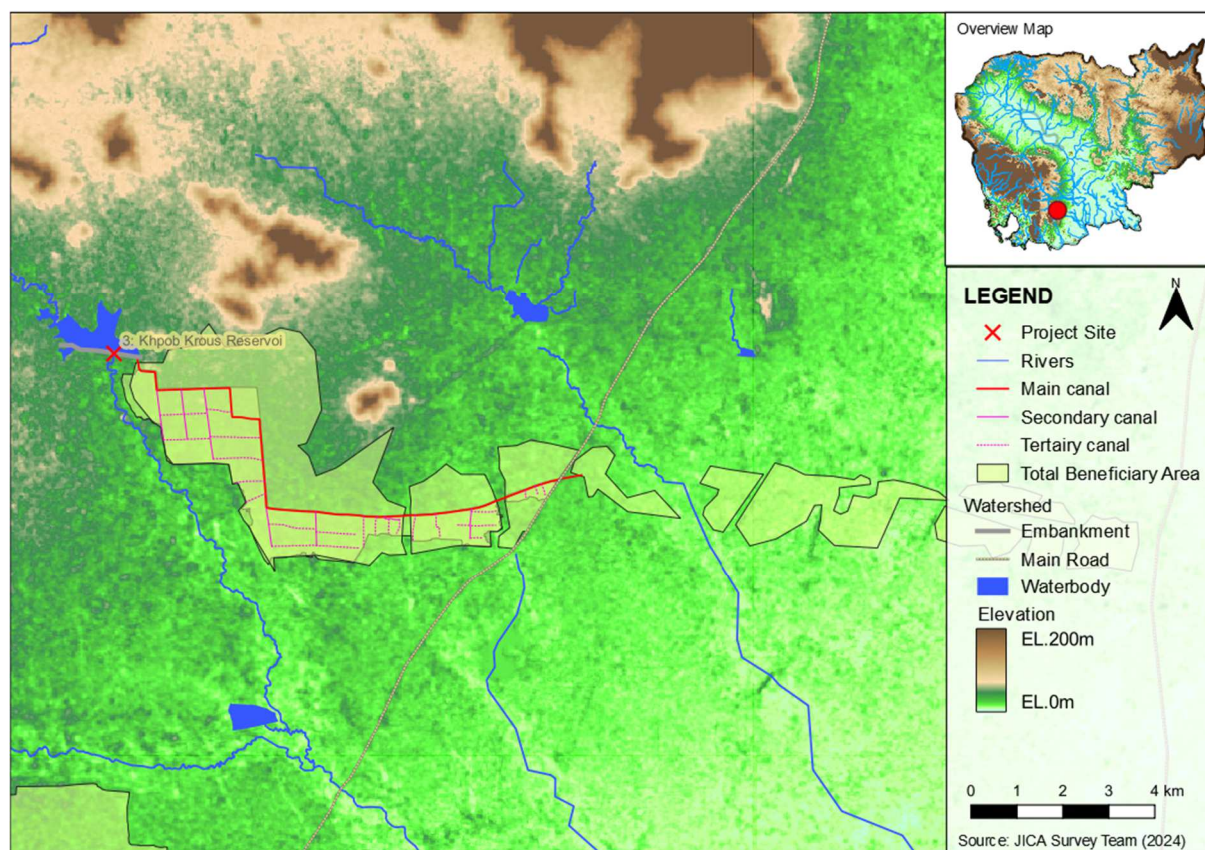


図 4.4.3 Khpob Krous 灌漑地区位置図

出典：JICA 調査団（2024）

表 4.4.2 各灌漑地区の評価とショートリストとして選定された優先灌漑地区 4 か所 (赤枠)

No.	Item	Weight	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			Khob Trotek & Tumnup Lok	Spean Sraeng	Plaing	Khop Kruos Reservoir	Doun Toy Reservoir	Tonle Vaiko Reservoir	Kambor Sres	Chhnok Tru Dam	Char Dam	Khai Dom Reservoir	Trapeang Beung Reservoir
Priority (1st Screening)		-	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2
Overlap of the Project		-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Exc.	Exc.
Emergency	High		◎ (9)	○ (6)	○ (6)	○ (6)	○ (6)	○ (6)	△ (3)	△ (3)	△ (3)	—	—
Impact on Economy	High		○ (6)	◎ (9)	◎ (9)	○ (6)	○ (6)	○ (6)	○ (6)	△ (3)	△ (3)	—	—
Degree of Adaptation on Climate Change	High		◎ (9)	◎ (9)	○ (6)	◎ (9)	◎ (9)	○ (6)	△ (3)	○ (6)	○ (6)	—	—
Synergy with Other Projects	Middle		◎ (6)	○ (4)	○ (4)	○ (4)	△ (2)	○ (4)	△ (2)	△ (2)	△ (2)	—	—
Impact on Poverty Reduction	Middle		○ (4)	◎ (6)	◎ (6)	○ (4)	△ (2)	△ (2)	○ (4)	△ (2)	△ (2)	—	—
Capacity of FVUC	Low		◎ (3)	○ (2)	△ (1)	△ (1)	△ (1)	△ (1)	△ (1)	△ (1)	△ (1)	—	—
Land Acquisition, Environmental/Social Consideration	-		Note that: further land acquisition for increase in dike height is required.	may be hard to construct a new reservoir even though the land is owned by the government considering farmers keep utilizing the land.	It requires a lot of land acquisition in case of the construction of inter-basin (connection) canal.	Note that further land acquisition for increase in dike height is required.	River flows directly into Vietnam, so the impact of irrigation development/flood drainage must be carefully considered.	River flows directly into Vietnam, so the impact of irrigation development/flood drainage must be carefully considered.	Hard for irrigation development as US of embankment is owned & utilized by farmers.	Development cost will be very high considering the topography of reservoir (narrow-long shape)	Hard for irrigation development as US of embankment is owned & utilized by farmers.	—	—
Remarks	-		The flood water from Kon Trom reservoir could be conveyed with the support of China. In this case, the design would need to take into account the planned release of water from upstream.	Technical Cooperation is necessary for the water resources management of Upstream reservoirs (Spean Sraeng 1, Spean Sraeng2).	Technical Cooperation is necessary for the water resources management of Upstream reservoirs (Ou Bay Tap Reservoir).	Further survey to confirm the capacity of each reservoir	—	—	—	—	—	—	—
Evaluation Result	-		◎ (37)	○ (36)	○ (32)	○ (30)	△ (26)	△ (25)	△ (19)	△ (17)	△ (17)	×	×

出典：JICA 調査団 (2024)

第5章 優先事業地区に係る追加調査：Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区

5.1 事業地区の一般概要

本節では、対象地区の位置、地形、土地利用、気象水象状況および社会経済状況を含めた基本統計情報に加え、既存灌漑施設についてその特徴を整理する。

5.1.1 位置と行政区画

Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区は、Takeo 州の西端に位置する Tram Kak 郡内の Kampot 州と Kampong Speu 州との州境界近傍にあり、州都の Takeo からは 33km、首都のプノンペン特別市からは約 100km の距離にある。対象地区の受益地および灌漑施設は全て Tram Kak 郡内に位置するが、それぞれの流域は他州にあり、Tumnup Lok 灌漑地区は Kampong Speu 州に、Khpob Trobek 州は Kampot 州に分布している。

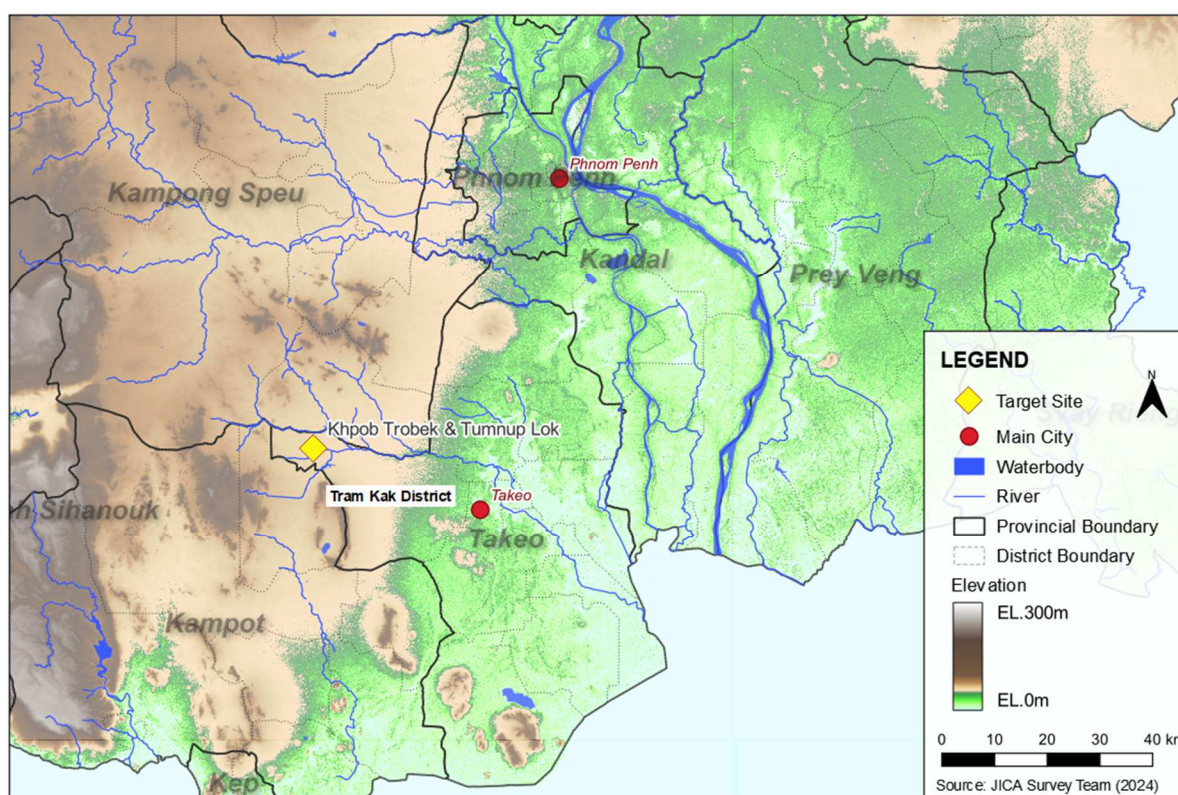


図 5.1.1 Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区位置図（広域）

出典：JICA 調査団（2024）

5.1.2 地形

Khpob Trobek 灌漑地区、Tumnup Lok 灌漑地区ともに西に聳える標高 800m の小規模な山地を水源として東に向かって 1/1000 程度の河川勾配で緩やかに蛇行しながら流下し、メコン川の形成する湿地帯に合流する。SRTM による標高データによれば、受益地の標高は Khpob Trobek 灌漑地区が EL.15m～EL.40m（平均 EL.26.0m）、国道 41 号線を挟んで上流側にある Tumnup Lok 灌漑地区が EL.33m～EL.49m（平均 EL.40.5m）の範囲にあり、両地区とも北東方向に向けて標高が低くなる標高分布を示す。

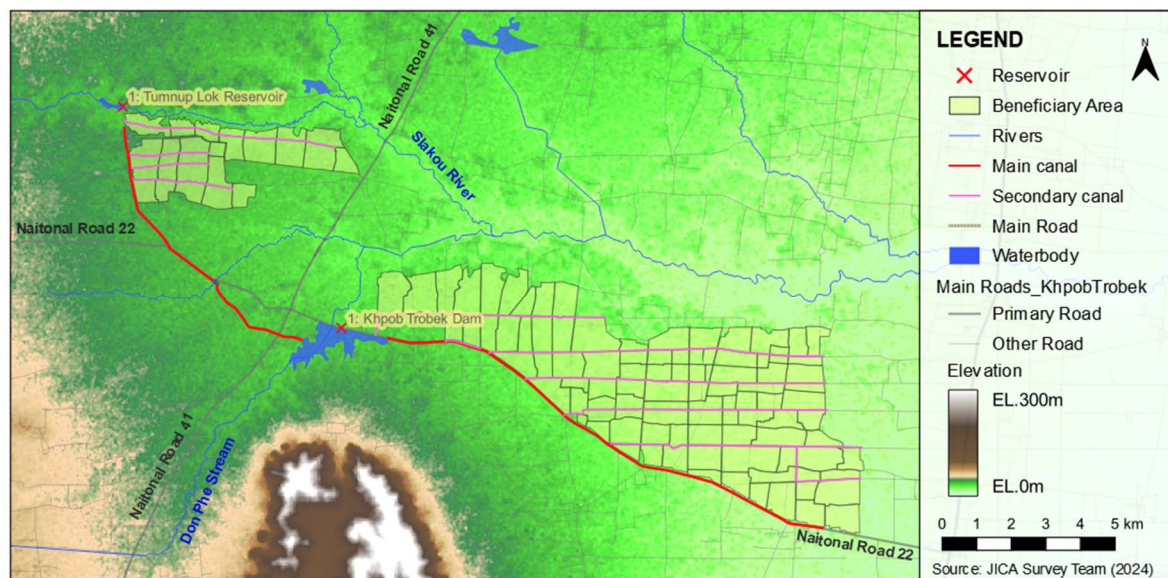


図 5.1.2 Khpob Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区位置図

出典：JICA 調査団（2024）

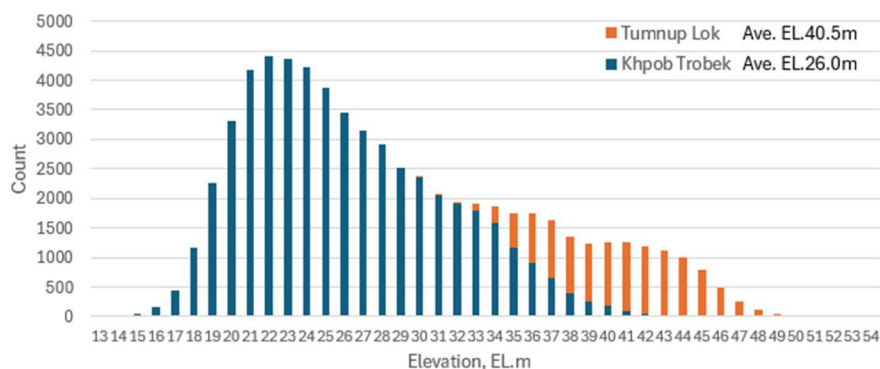


図 5.1.3 Khpob Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区標高分布

出典：JICA 調査団（2024）

5.1.3 土地利用

Sentinel-2 より提供される一連の光学画像データより解析される土地利用分布図を基に、2017 年、2020 年、2023 年の対象地区における土地利用分布の変化を図 5.1.4 および図 5.1.5 に示す。

Khpob Trobek 灌漑地区について、2017 年時には全体の 89%を占めた耕作地が、2023 年時には 72%にまで減少している。これは、主として農地から宅地等への地目変換による影響と考えられる（土地利用分布の解析結果によれば、対象地区の建造物面積は 2017 年時の 3%から、2023 年時には 21%にまでの増加が確認される）。特にこの傾向は幹線水路が並走する国道 22 号線沿いで顕著に見られ、改修にかかる用地取得および住民移転にかかる交渉の長期化が懸念されることから、一部路線では代替案として路線変更を検討する必要があると考えられる。

Tumnap Lok 灌漑地区は、耕作地は微増傾向にあるが、2023 年においても受益地の 50%弱の農地が Rangeland（放牧地）として評価されている。これは、十分な灌漑用水を安定して供給できていない結果、天水による農業を営んでいることを示していると考えられ、今回提案の事業による改善が期待される。

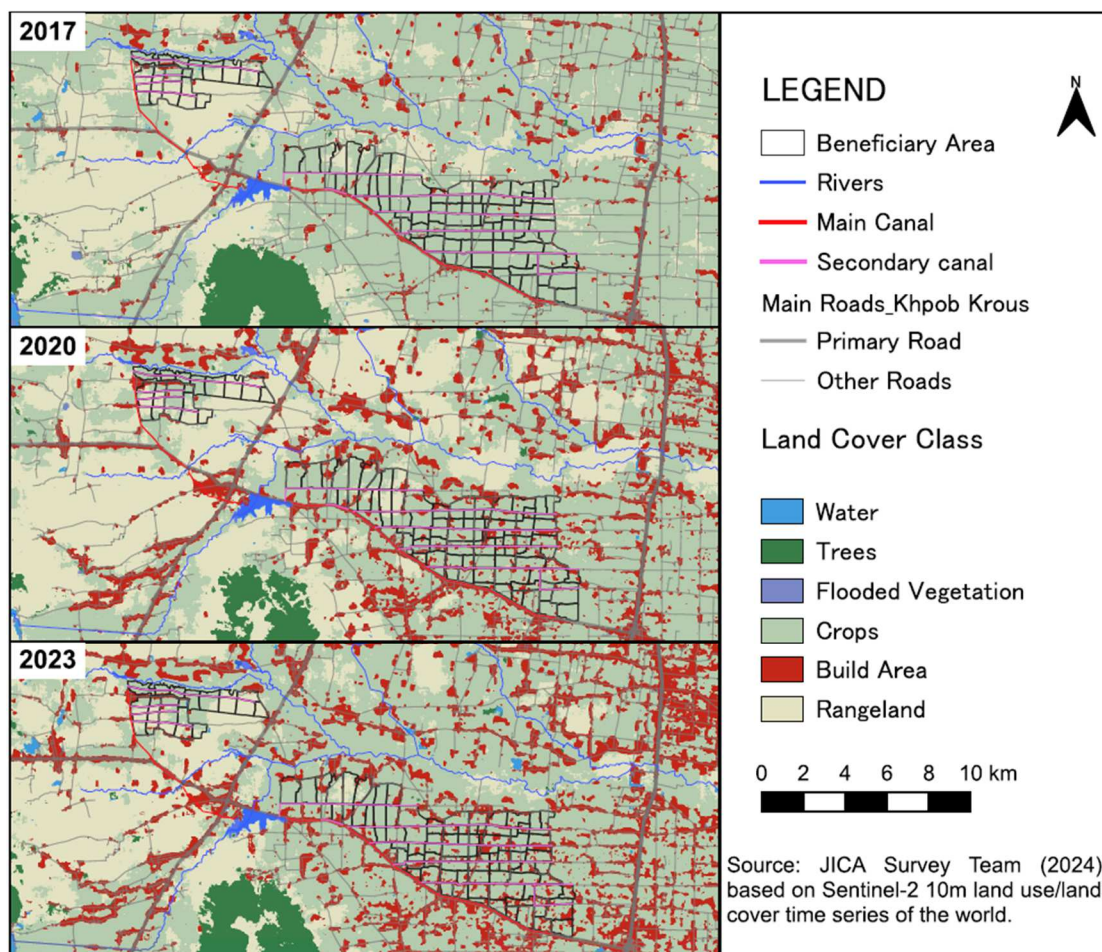


図 5.1.4 土地利用の経年変化 (Khpob Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区)

出典：JICA 調査団 (2024)

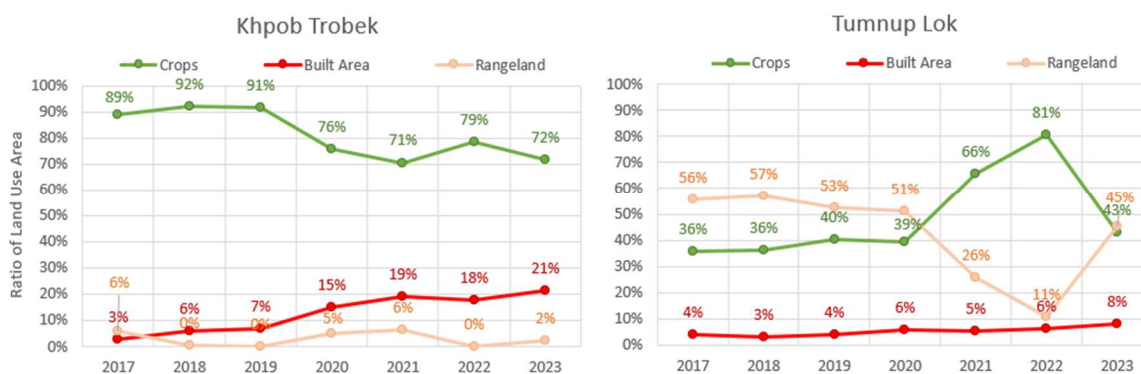


図 5.1.5 主要土地利用区分の経年変化 (左：Khpob Trobek 灌漑地区、右：Tumnap Lok 灌漑地区)

出典：JICA 調査団 (2024)

5.1.4 気象水象

Takeo 州の 1996 年から 2023 年までの 28 年間の降水量記録を基に作成した月間降水量記録と月間気温の推移を図 5.1.6 および図 5.1.7 に示す。通常、雨期は 5 月下旬から 10 月下旬までの 6 ヶ月間を指し、年間降水量の 80% 弱に相当する 1,045mm の降水がこの期間に集中する。雨期と乾期の端境期である 4 月や 11 月では、年により降水量が大きくばらつく他、雨期においても降水量が十分に発生しない年もあり、このような年には作物に十分な水を供給できずに干ばつ被害が発生する傾向にある。また、逆に通常は降水が発生しない乾期に 100mm 以上の雨が発生することがあ

り、この場合には洪水による水路や堤防などの灌漑施設への浸食被害や作物への水害が発生している。

平均気温は月によって大きな変動はなく 26℃から 31℃の間で推移しており、乾期の終盤にあたる 4 月にピークを示し、そこから次の乾期の始まりである 12 月にかけて緩やかに減少する。乾期である 1 月から 4 月是一日の寒暖差（最高気温と最低気温の差分）が最も大きい時期であり、14℃弱の変動を示す。

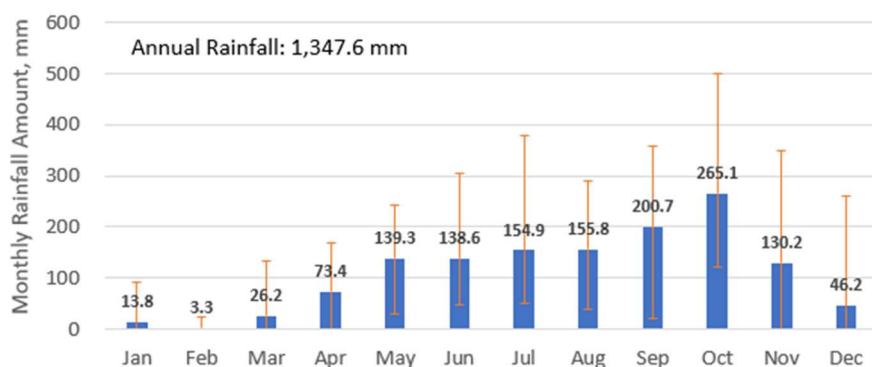


図 5.1.6 Takeo 州の月間降水量分布

*ひげは最低/最高記録をそれぞれ表す

出典：JICA 調査団（2024）

表 5.1.1 Takeo 州の月間平均降水量および最大/最小降水量

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Average	14	3	26	73	139	139	155	156	201	265	130	46
Minimum	0	0	0	2	30	48	52	39	21	122	0	0
Maximum	91	23	133	170	241	304	378	290	358	500	350	262

出典：JICA 調査団（2024）

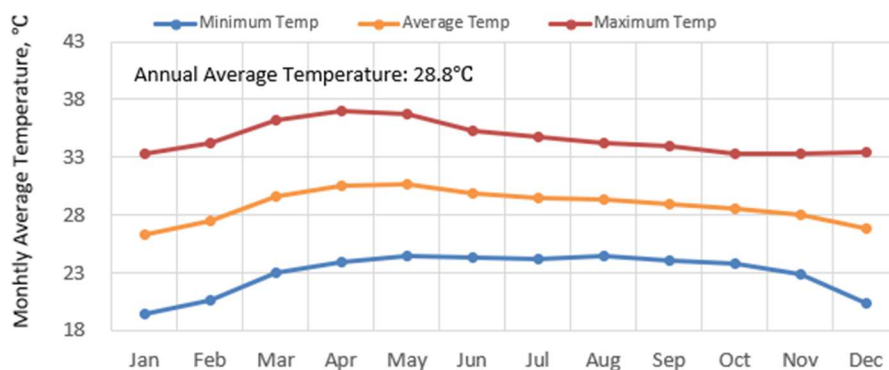


図 5.1.7 Takeo 州の月間平均、最大、最低気温分布

出典：JICA 調査団（2024）

5.1.5 既存灌漑施設

(1) Tumnup Lok 貯水池

Tumnup Lok 貯水池を形成するために Slakou 川に建設された貯水池用洪水吐は、周辺の土が洗掘され、貯水機能を確保できていないだけでなく、河川上に残るコンクリートの残骸となって洪水流下を阻害する障害物となっている。また、橋がないことから雨期に Slakou 川の北側と南側は交通が遮断されるため、地元農家は板を組み合わせて通路として利用している。



図 5.1.8 Tumnap Lok 灌漑地区 Slakou 川に設置された洪水吐付近の状況

出典：JICA 調査団 (2024)

この貯水池には 3 か所の水門跡があるが、ゲートが既に無く、水門としては全く機能していない。一方、これらの水門の下流に位置する水田で、この貯水池からの灌漑水を利用している受益地は合計 515ha とのことである。地元 PDWRAM 職員の説明によれば、これら 3 か所のうち 1 か所を水門として改修し、そこに新たな水路を敷設して灌漑を実施したいとのことである。また、水門の改修、水路の設置に伴い受益面積を拡大し、合計受益面積を 1,000ha とすることを計画している。

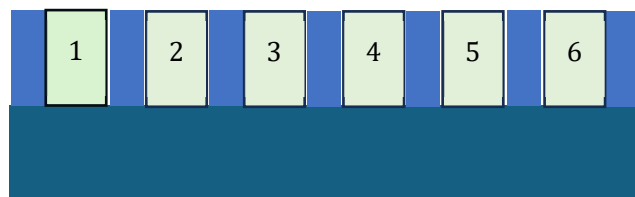


図 5.1.9 Tumnap Lok 灌漑地区 貯水池に直結する既存の水門の状況

出典：JICA 調査団 (2024)

(2) Khpob Trobek 貯水池

Tumnap Lok 貯水池から導水された水は Khpob Trobek 貯水池に貯留され、東部に広がる農地に灌漑される計画となっている。Khpob Trobek 貯水池には洪水吐が設置され、雨期の余剰水を排水すると共に転倒ゲートを用いて貯水位を調整し、灌漑水の貯留を図る。この洪水吐ゲートは運転が出来ないため、一部のゲートは運用されていない。ゲートは全部で 6 門あり、中央に位置する 2 門はカウンターウェイトが動かないため操作できない状態にある。PDWRAM 職員によると、操作不能ゲートの両隣にある 2 つのゲートを中心に操作して、水位の調整をしているとのことである。



上流から下流を見て左から右にゲートの番号が 1、2、3 と付けられる。水理的安定を目的として、通常、中央のゲートから外側に向かって、この場合は 3、4 を最初に開門し、必要に応じて 2、5 のゲート、更に 1、6 のゲートが開門される。PDWRAM 職員によれば、3、4 のゲートが運用できないことから、2、5 のゲートを最初に開門している。

図 5.1.10 Khpob Trobek 灌漑地区の貯水池洪水吐附属ゲートの操作状況

出典：JICA 調査団 (2024)

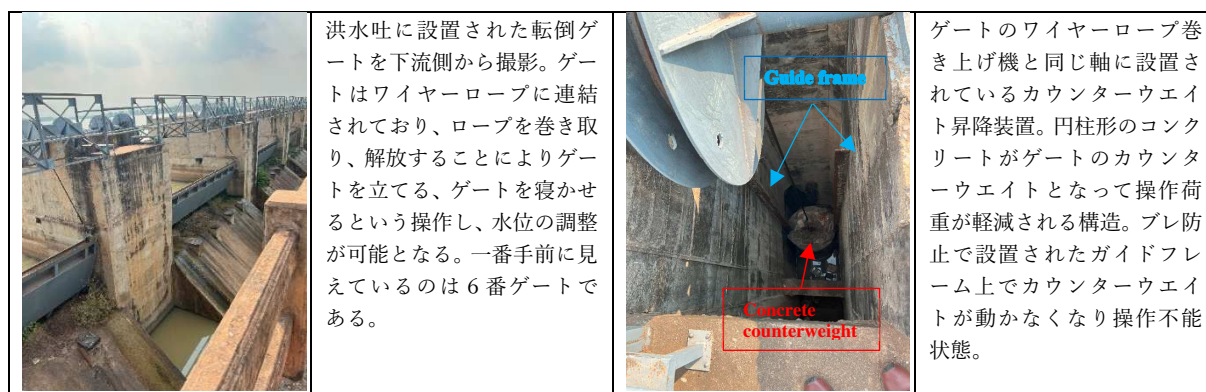


図 5.1.11 Khpob Trobek 灌漑地区の貯水池洪水吐附属ゲートの巻き上げ機の現状

出典：JICA 調査団 (2024)

この貯水池を形成する堤防では、盛り土材の浸食に関する改修が過去に 2 度実施されているが、これまで十分な結果が得られていない。盛り土の上流側において法面表面が浸食されたことから該当部分を一旦除去し、他の材料で埋め戻した上へ新たな盛り土を 2005 年から 2006 年にかけて実施している。この新たに施した盛り土についても浸食が確認されたことから 2021 年に腹付け盛り土が実施されたが、2024 年初旬の施工から 2 年経過した時点でこの腹付け盛り土部分に深刻な浸食が確認されている。他の貯水池から導水を計画して貯水池としての機能を確保するためには、浸食に対して強い盛り土材で不良材料を置換した上で、表面には波浪に対して抵抗性のある工法で施工する必要がある。

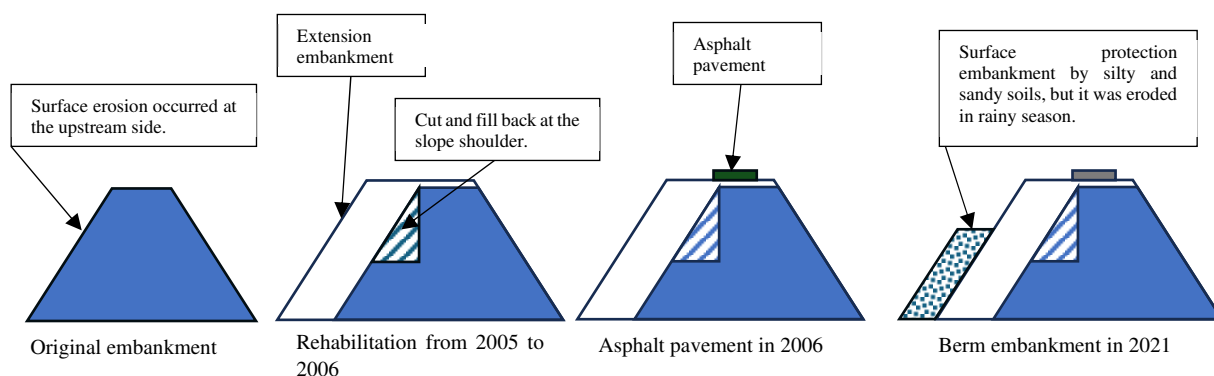


図 5.1.12 Khpob Trobek 灌漑地区の貯水池堤防における過去の改修履歴

出典：JICA 調査団 (2024)

この他の灌漑施設となる取水ゲート等については、Appendix にまとめて示す。

なお、Khpob Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区に対しては、盛土材料としての適性を確認する目的で 3 か所において土壌サンプリングを行い、室内試験に供した。採取した 3 か所の試料の

塑性指数は 1.7、2.7、及び 2.2 であり、MOWRAM が設定している許容値 12 超に対して極めて低い値を示した。このような土は、少ない水分によって土が半固形の状態から液体状に急激に変化することを示唆し、土が水の影響によって容易く液体状する可能性がある。

更に、路線途中の河川、及び Khpob Trobek において採取した土壌は、MOWRAM の設定したスレーキング試験の許容値を下回っており、分散性を持つことを示している。以上のことから、このプロジェクト周辺の土を土木材料として利用した場合、建設された道路・水路は水の影響によって崩れ易くなる可能性が高い。

表 5.1.2 Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区で採取した土壌の物理試験結果

Items/ Location	土粒子の直径				液性限界 LL (%)	塑性指数 (PI)	線状収縮 (LS)	スレーキ ング (乾) (s)	スレーキ ング (湿) (s)
	63mm	16mm	2mm	0.063mm					
Standard	100	70-100	35-100	30-90	30-70	PI > 12	LS < 18	S > 30	S > 30
Tumnup Lok	100	100	98	39	19.8	1.7	0.7	60	60
River at halfway	100	100	94	19	15.8	2.7	0.7	S<30	S<30
Khpob Trobek	100	100	100	20	18.2	2.2	0.7	30	30

出典：JICA 調査団（2024）

5.1.6 社会経済

Khpob Trobek 灌漑地区の位置する Takeo 州の人口は約 107 万人で、一戸あたりの世帯員数は 4.51 人である。Takeo 州では 18～60 歳人口（約 58 万人）のうち 56%（約 32 万人）が農業に従事している。Takeo 州内では、18～60 歳人口のうち 13%（7.7 万人）が主業を有していない。その一方、出稼ぎ者が約 8 万人確認されている¹ことから、上記の主業を持たない人々が出稼ぎに出ていると推察される。

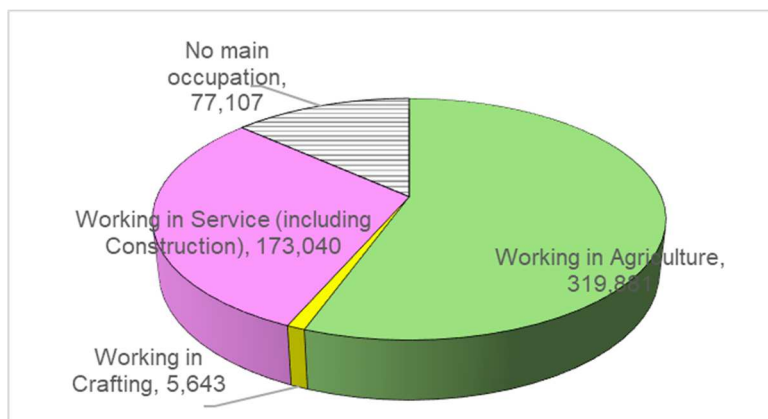


図 5.1.13 Takeo 州の 18-60 歳人口の就業割合

出典：Status Information on Socio-economic Affairs 2024、Takeo 州

Takeo 州のコミュニティのほとんどは、貧困率は 0～10% であり、カンボジア全国平均の 17.8% と比べ低い²。これは、Takeo 州が首都プノンペンに近く発展が進行しており、雇用や収入を得る機会が高いためだと考えられる。Khpob Trobek 灌漑地区内の幹線水路、2 次水路・3 次水路周辺で

¹ 出典：Takeo 州「Status Information on Socio-economic Affairs 2024」（Provincial Planning Department, 2024 年）

² 出典：World Bank, 2022, Cambodia Poverty Assessment Toward A More Inclusive and Resilient Cambodia

は、民家や店舗が増加傾向にある。

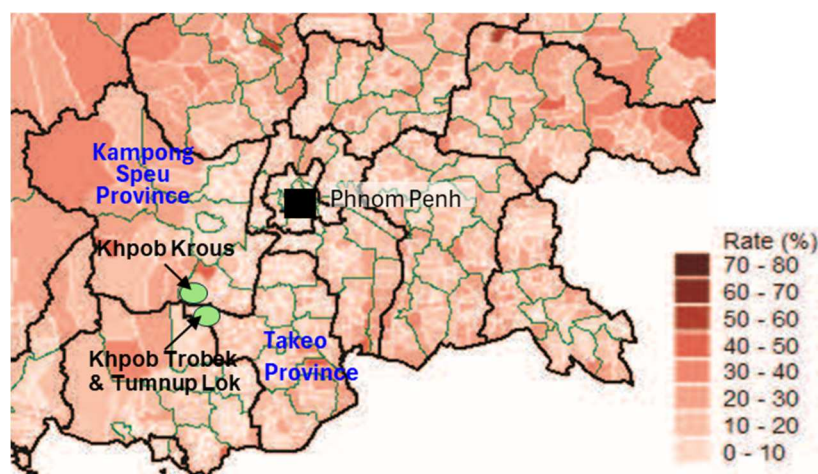


図 5.1.14 Khpob Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区周辺の貧困率

出典：WB、CAMBODIA POVERTY ASSESSMENT Toward A More Inclusive and Resilient Cambodia 2022

Takeo 州では、女性世帯主の割合が約 20%を占めており、この割合は 4 州の中で最も高い。これは、プノンペンに近く、男性が出稼ぎに出て不在となっていることが背景にあると考えられる。また、18～60 歳の女性人口 19 万人のうち、職業についている割合は 64%で、農業従事者数よりも建設業を含むサービス業従事者数のほうが若干多い。一方、内外を含む出稼ぎには、女性も 3.5 万人が従事している³。女性が灌漑施設の運用・管理についても意見を表明し、それに男性が同意することもあり、水管理・配分において女性の意見が反映される環境にあると考えられる。

Takeo 州の民族はクメール民族であり、先住民族は州全体で 1,000 人未満と極めて少ない⁴。また、Takeo 州の PDWRAM 職員によると、Khpob Trobek 灌漑地区では先住民族は居住していないとのことである。また、Khpob Trobek 灌漑地区周辺に特筆すべき文化財は分布していない。

³ 出典：Takeo 州「Status Information on Socio-economic Affairs 2024」（Provincial Planning Department, 2024 年）

⁴ 出典：<https://opendevelopmentcambodia.net/topics/ethnic-minorities-and-indigenous-people/>

5.1.7 環境、住民移転および社会配慮

Khprob Trobek 灌漑地区周辺の特徴は、幹線水路、2次・3次水路沿いに、店舗や民家が多く存在することである。特に、道路（Khprob Trobek 灌漑地区の南端）を挟むように、北側に2次水路、南側に幹線水路が位置しているが、幹線水路 MC33 沿い、および道路の北側に位置する支線水路 3D および2次水路 U33 沿いに店舗が多く位置している。



図 5.1.15 Khprob Trobek 灌漑地区（写真左は Canal 3U、写真右は Main Canal 沿いの状況）

また、2次水路 3D および 3U は埋め立てられた状態となっており、水路の範囲や状態は現地で確認できなかった。水路 3U 周辺にある店舗に聞き取りを行ったところ、1996 年からここに居住しつつ店舗を営業しており、2014 年には道路際に店舗を拡大させ、2019 年頃（COVID-19 前）には自分たちで水路 3U を埋め立ててさらに店舗を道路際まで拡大したとのことであった。周辺の店舗も同様に水路を埋め立てて店舗を拡大させたとのことである。水路 3U（延長約 1.3km）を掘削して水路として再整備する場合、影響を受けるのは、軒先や柱部分で住居や店舗本体ではないため、家屋の移転は不要であるが、沿道の数 10 軒程度の店舗に対し、元の位置にまで下がってもらう必要がある。

カンボジアの法律によると、Right-of-Way (ROW) は幹線水路の端からは 10m、支線水路（2次・

3 次水路) の端からは 5m と規定されている。しかし、現地踏査(目視)では、水路 3U や 3D に加え、水路 No. 20、水路 No.21、および水路 No. 22 の水路沿いに、この ROW が十分に確保されていないと思われる構造物(主に住宅)が計 100 軒程度見受けられた。ROW に関する認識について現地の農家にインタビューしたところ、国から土地所有に関する Certificate を受領している農家は、ROW の説明も受けており、これまで農地として利用してきた土地が公用地であることも理解した、とのことである。現在、Takeo 州では土地所有権にかかる Certificate を発行している最中であり、2024 年に完了予定である。よって、Khpob Trobek 灌漑地区周辺の土地利用者が十分に ROW を理解していない可能性がある。

なお、前述の通り、ROW 内に住宅の一部が位置しているケースが多くみられるものの、工事によって影響を受けるのは、構造物本体ではなく、軒先(屋根と柱)の部分が ROW に含まれる程度であり、事業により、これらの住宅が完全に居住できなくなるケースはまれである。今後、詳細な調査が必要ではあるが、完全に移転が必要とされるケースは 10 軒程度にとどまると想定される。さらに、支線水路沿いには、多くのユーカリが植栽されており、工事に伴って伐採が必要になる。

5.2 事業地区の営農状況と営農計画

5.2.1 対象地区の農業

(1) 農業一般統計

Khpop Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区の位置する Takeo 州の農業基礎情報を表 5.2.1 に記す。本表含む以降の郡別農業基礎情報は、耕種農家数を基準に上位から並べ、他州の表でも同様の基準で整理した。当灌漑地区のある Tram Kak 郡（表中太枠参照）は全 10 郡の中で、世帯数、人口、耕種農家数、稲作農家数が最多であることが特徴である。このことから、州内でも農業・灌漑開発が地域経済に与える影響の大きい郡であると言える。

表 5.2.1 Takeo 州の郡別農業基礎情報

No.	District	No.						%		
		Household s (HHs)	Total populatio n	Working populatio n (Over 18 Years old)	Crop farming populatio n	Rice farming populatio n	Average family size/HH s	Ratio of working population/HH s (Over 18 Years old)	Ratio of farmers	Ratio of rice farmers
1	Tram Kak	44,917	206,211	100,007	66,194	38,412	4.6	48.5	66.2	58.0
2	Samraong	32,746	147,606	75,713	51,363	32,133	4.5	51.3	67.8	62.6
3	Bati	37,897	171,446	86,891	44,422	20,874	4.5	50.7	51.1	47.0
4	Prey Kabbas	26,109	113,296	52,716	35,696	20,971	4.3	46.5	67.7	58.8
5	Kiri Vong	27,333	114,678	53,008	34,617	18,271	4.2	46.2	65.3	52.8
6	Treang	26,226	127,360	51,493	34,212	21,663	4.9	40.4	66.4	63.3
7	Koh Andaet	12,465	54,804	27,049	18,554	12,218	4.4	49.4	68.6	65.9
8	Angkor Borei	11,700	56,087	19,528	14,466	9,571	4.8	34.8	74.1	66.2
9	Borei Cholsar	6,819	29,557	13,769	10,990	8,358	4.3	46.6	79.1	76.1
10	Doun Kaev	10,362	46,405	18,210	9,367	4,122	4.5	39.2	51.4	44.0
Ave		23,657	106,745	49,838	31,988	18,659	4.5	45.4	65.8	59.5

出典：Provincial Department of Planning of Takeo (2023) を基に調査団作成

Takeo 州の 2023 年時の稲作栽培面積と収量、年間作付け強度を表 5.2.2 に記す。本表含む以降の稲作栽培面積と収量は、総生産量を基準に上位から並べ他州の表でも同様の基準で整理した。また、表中に記載されている年間作付け強度（Annual Cropping Intensity）は、年間を通じて土地がどれだけ作物生産に使用されているかを測定するものであり、年間の総作付面積と総耕作可能面積の比率（%）によって計算される。

Tram Kak 郡は、雨期の生産量が最も多いにも関わらず、乾期作の生産実績がなく、年間作付け強度が最も低い 100 % である。州内平均年間の作付け強度は、162% と高く、Tram Kak 郡のみ極端に低い数値であった。結果として、上述の通り稲作農家数が最も多い郡であるにも関わらず、コメの総生産量は 7 番目であった。このことから、州内の中でも Tram Kak 郡は灌漑施設が整っていない地域であり、雨期の栽培面積と収量は高いことから、特に乾期の灌漑に課題があることが示唆される。

表 5.2.2 Takeo 州の稲作栽培面積と収量（2023 年）

No.	District	Wet Season 2023			Dry Season 2023			Total 2023			
		Harveste d Area (ha)	Yield (t/ha)	Productio n (t)	Harveste d Area (ha)	Yield (t/ha)	Productio n (t)	Harveste d Area (ha)	Yield (t/ha)	Productio n (t)	Annual Cropping Intensity (%)
1	Kiri Vong	27,295	3.6	96,913	18,700	5.0	93,369	45,995	4.1	190,282	169
2	Koh Andaet	23,990	3.5	83,381	16,885	5.0	84,172	40,875	4.1	167,553	170
3	Borei Cholsar	16,570	3.6	58,986	17,480	5.0	87,015	34,050	4.3	146,001	205
4	Angkor Borei	11,550	3.6	41,473	20,165	5.0	100,321	31,715	4.5	141,794	275

No.	District	Wet Season 2023			Dry Season 2023			Total 2023			
		Harvested Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t)	Harvested Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t)	Harvested Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t)	Annual Cropping Intensity (%)
5	Treang	30,132	3.3	98,813	8,170	4.9	39,829	38,302	3.6	138,642	127
6	Prey Kabbas	22,750	3.5	79,112	9,700	4.9	47,336	32,450	3.9	126,448	143
7	Tram Kak	36,078	3.3	120,056	0	0.0	0	36,078	3.3	120,056	100
8	Samraong	22,369	3.3	74,321	5,759	4.9	28,092	28,128	3.6	102,413	126
9	Bati	20,170	3.3	67,175	3,890	4.7	18,260	24,060	3.6	85,435	119
10	Doun Kaev	3,652	3.4	12,281	3,100	4.9	15,221	6,752	4.1	27,502	185
Ave		21,456	3.4	73,251	10,385	4.4	51,362	31,841	3.9	124,613	162

出典：Provincial Department of Planning of Takeo (2023) を基に調査団作成

(2) 現況の作付体系

Khprob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区では、一期作目（雨期作）に Phka Rumduol 等の中生品種が土地面積ベースで 70 %栽培され、二期作目（乾期作）の栽培実績はほとんどないが、少量の OM 5451 等の早生品種や野菜、穀物が栽培されている。年間作付け強度は 105 %であり、水不足により、乾期作の栽培がほとんどできていないのが実態である。表 5.2.2 の Takeo 州の稲作栽培面積と収量の統計でも、Tram Kak 郡の年間作付け強度は 100 %（雨期 100 %、乾期 0%）であり、州の統計データと大きな相違はなかった。

農家への聞き取りの結果、Phka Rumduol が主に栽培される理由は、1. 国内で好まれる香り米であること、2. 販売価格が他の品種より高いこと、3. 草丈が低く、洪水による倒伏が少ないこと（但し水位が低い洪水被害に限る）の 3 つがあった。

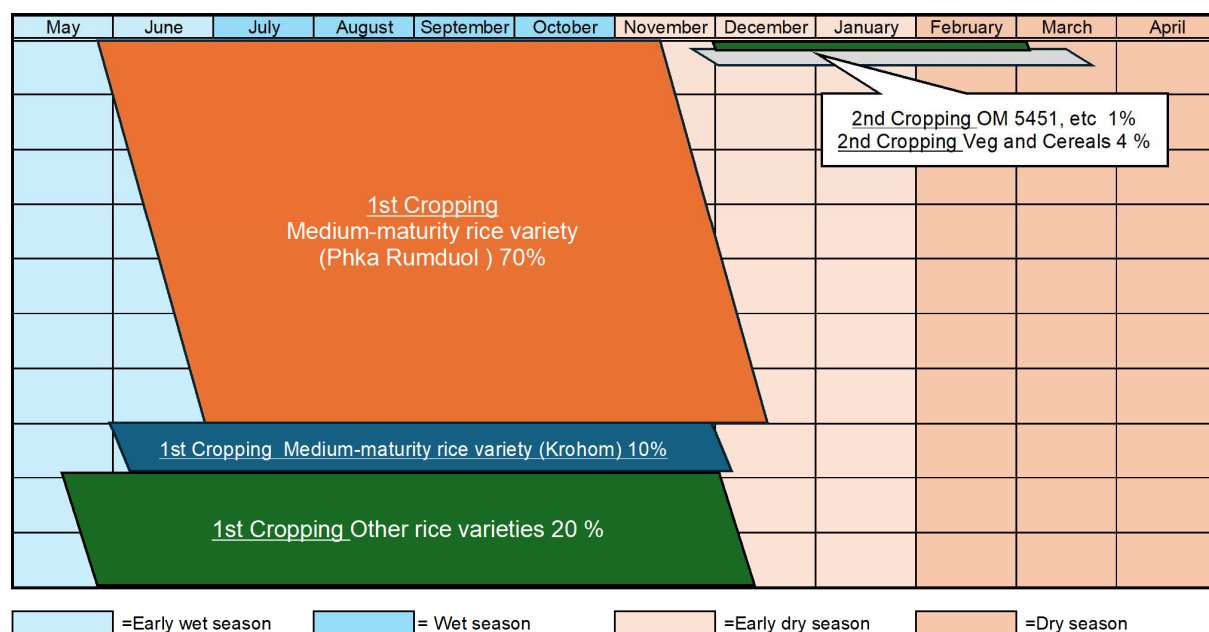


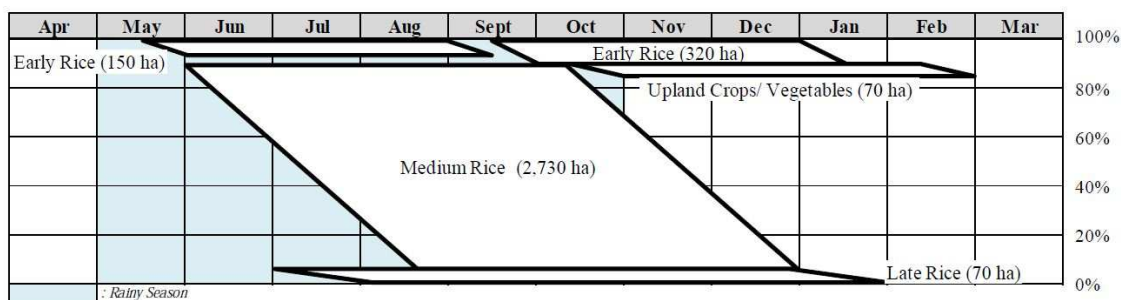
図 5.2.1 Khprob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の作付体系

出典：JICA 調査団（2024）

本調査結果を JICA によって実施された「カンボジア国 灌漑・排水施設改修事業準備調査（2012 年）」の Takeo 州、Tram Kak 郡に属するスラコウ灌漑施設改修サブプロジェクト（USISRSP）地区の作付体系表（図 5.2.2）と比較する。

2012 年時点での当地区は、第一期作は栽培面積のほとんどで中生品種が栽培され、少量の早生、晩生品種が栽培されていたことが確認できる。また二期作を実施しているのは、一期作目に早生

品種を栽培している農家のみであった。比較の結果、おおよそ現状の Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の作付体系と大きな相違はないが、当時と比較し現在は、中生品種の栽培後に二期作目を開始するため、地域全体として、二期作目の播種時期が後退していることが示唆された。



Source: JICA Survey Team

Figure II-1.3.4.1 Present Cropping Patterns for USISRSP Area

図 5.2.2 2012 年準備調査時の現況作付体系 (Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区)

出典：カンボジア国 灌漑・排水施設改修事業準備調査（2012 年）

(3) 洪水、干ばつ被害

Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の洪水および干ばつの影響を受けた世帯の比率を図 5.2.3 に、土地面積ベースでの過去 5 年間の洪水・干ばつ被害率を表 5.2.3 に示す。洪水・干ばつの影響を受ける頻度は、ほぼ毎年受けている農家の割合は洪水が 40 %、干ばつが 84 %に上り、それぞれの影響が頻繁に起きていることが分かる。また、各災害被害面積の割合は、洪水が 30 %、干ばつが 7 %であり、特に洪水被害が多く発生している結果であった。上記から、農業生産性の向上には、特に洪水への対策が急務であると考えられる。

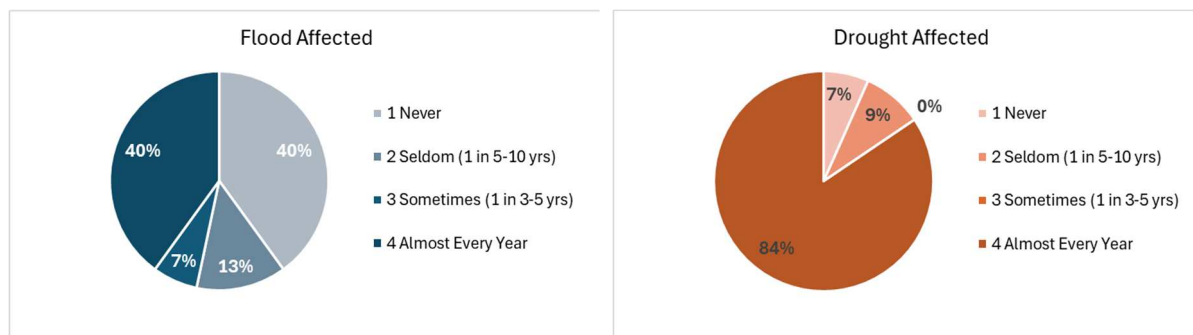


図 5.2.3 洪水・干ばつの影響を受ける頻度 (Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区)

出典：JICA 調査団（2024）

表 5.2.3 Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の洪水・干ばつ被害面積の割合

Item	Flood Damage	Drought Damage
Area Ratio	30%	7%

出典：JICA 調査団（2024）

(4) 農作物の流通状況

Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区で生産されたコメの 30 %が家庭内で消費され、70%が販売される。販売されるコメのうち 70 %が輸出され、30%は国内市場に流通する。輸出向けの VC では、ベトナムからの集荷業者が農家から直接買い付けを行っており、その後のベトナム国内でのフローは不明であった。国内市場向けの VC では、農家組合が農家から籾を集め、その後は

精米所で精白米となり、卸売市場、小売業者を経て、消費者へ流通する。

PDAFF 事務所での聞き取りによると、農家がベトナムの集荷業者に粳を販売する理由は、1. 域内の精米所は、品質等を条件に特定のコメしか買い取らないが、ベトナムの集荷業者は特に条件なく買い取りを行うこと、2. ベトナムの集荷業者の方が、買取価格が高いケースが多いこと、3. 一期作目の収穫期は、域内の精米所での精米が間に合わないこと、の3つであった。PDAFF 職員は、灌漑施設の補修により、雨期、乾期の収穫量が増えた場合も、十分な販売先があると考えており、輸出向けの販売（主にベトナム）が中心となる想定であった。

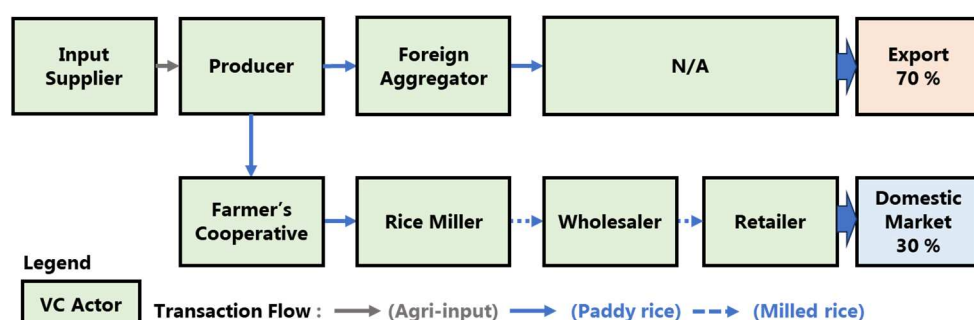


図 5.2.4 Khpob Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区のコメ VC

出典：JICA 調査団（2024）

(5) 営農支援体制

Khpob Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区の支援体制を表 5.2.4 に整理する。当灌漑地区では、2024 年 7 月現在、ADB による「Climate-Friendly Agribusiness Value Chains Sector Project (CFAVC)」と MAFF、IFAD、EIB による「Agriculture Services Program for an Inclusive Rural Economy and Agricultural Trade (ASPIRE-AT)」の 2 つのドナーによるプロジェクトが進行している。

CFAVC では、農家組合を対象に、種子用倉庫の建設などのハード面での支援に加えて、有機農業、コメの種子増殖、融資、牛糞を利用したバイオ燃料の普及などが実施され、ASPIRE-AT では、野菜や地鶏の VC 支援が行われている。また過去 JICA の支援で 2023 年 5 月まで種子増殖プロジェクトが実施された。カンボジア政府の支援では、MAFF と PDAFF による洪水・干ばつ発生時の農家への種子提供、その他では、栽培技術支援や契約農業の推進を行っていることが確認された。

このことから、他ドナーとの連携やプロジェクト効果の最大化という面で、利点の多い灌漑地区であると言える。また当灌漑地区は、コメに関わる支援に限らず、野菜の VC 支援が実施されていることが特徴であり、コメ以外の換金作物の推進という観点でも有望な灌漑地区である。

表 5.2.4 Khpob Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区での支援体制

Organization	Project name	Period	Support details
ADB	Climate-Friendly Agribusiness Value Chains Sector Project (CFAVC)	Dec 2018-Sep 2026	Construction of 3 warehouses, rehabilitation of 2 bridges, 2 roads, and 2 reservoirs, etc. Support for organic fertilizer, rice seed production, finance, Biofuel, and land leveling. The main target is farmer's cooperatives.
JICA	The Project for Rice Seed Production and Promotion in the Kingdom of Cambodia	Oct 2017-May 2023	Seed multiplication support.
MAFF	Disaster support	When disaster occurred	Provide seeds to farmers for replanting.
MAFF and PDAFF	Technical support	On a regular basis	Provide training related to rice cultivation techniques. Support contract farming between Farmer's cooperative and partners.

Organization	Project name	Period	Support details
MAFF, IFAD, EIB	Agriculture Services Programme for an Inclusive Rural Economy and Agricultural Trade (ASPIRE-AT)	2022-2030	Value Chain support on Vegetable and Native chicken.

出典：JICA 調査団（2024）

(6) 農家社会経済

Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の経済社会にかかる一般情報を表 5.2.5 に記す。当灌漑地区の 45 世帯中（平均 4.1 名/世帯）の兼業・専業農家の割合は 77 % と高く、その内訳は専業農家が 51 %、兼業農家が 26 % であり、専業農家が全体の過半数を占める高い割合であった。このことから、農業が各世帯の所得と生活に大きく影響していると言える。

世帯当たりの農地面積は、平均 1.3 ha であり、内、所有地の平均が 1.1 ha、借地の平均が 5.0 ha であった。なお、農家のほとんどは自身の所有農地で農業を営んでおり、借地で農耕を行っているのは稀なケースである。

雨期の主要品種は、カンボジア品種かつ現地での嗜好性の高い中生品種である Phka Rumduol（生育期間：150-160 日）が、乾期にはベトナム産品種で早生、高収量の品種である OM 5451（生育期間：90-95 日）が栽培されている。

表 5.2.5 農家の経済社会にかかる一般情報（Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区）

No.		Ratio (No.)				Land size (ha)			Main rice variety	
Family member/H	Average age	Total full/part-time farmers	Full-time farmers	Part-time farmers	Non-farmers	Average field size	Average owned field size	Average leased field size	Wet season	Dry season
4.1	35.9	77% (141)	51% (93)	26% (48)	23% (42)	1.3	1.1	5.0	Phka Rumduol	OM 5451

出典：JICA 調査団（2024）

Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の農業・農外所得を表 5.2.6 に記す。当灌漑地区の農家の平均総所得額は 4,612 USD（1 USD = 4,000 Riel 換算）であり、農業所得は全体の 30 %（うちコメ栽培での所得割合は 7 %）、農外所得が全体の 70%を占める結果であった。

表 5.2.6 Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の農業・農外所得

	Agricultural Income (Rice)	Agricultural income (Except for Rice)	Nonagricultural Income	Total Income
USD	347	1,043	3,222	4,612
%	7	23	70	100

出典：JICA 調査団（2024）

(7) 既往調査結果との比較

本農家経済調査結果と、過去 JICA によって実施された「カンボジア国 灌漑・排水施設改修事業準備調査（2012 年）」の Takeo 州、Tram Kak 郡に属するスラコウ灌漑施設改修サブプロジェクト（USISRSP）地区の社会経済調査結果と比較を行った。

地区内の農家比率は、今回調査では専業農家の割合が全体の 51%であったのに対し、2012 年時の調査では 37%であったことから、過去と比較して専業農家の割合が増加していることが分かる。世帯当たりの平均土地面積は、ほとんど相違ない結果であり、地区内の平均収量は、当地区の主要品種である Phka Rumduol の平均単収に若干の増加が確認された（2012 年調査時の 2.11 t/ha に対して、今回調査では 2.4 t/ha）。

農家の年間総所得は 2012 年の 9,035,000 Riel から 18,445,000 Riel に倍増している。内訳を見ると農業、農外所得ともに増加しているが、世帯収入における農業収入の割合は若干の減少が確認され、2012 年時は収入全体に対する農業収入の割合が 37%であったものが今回調査では 30%であった。

表 5.2.7 農家社会経済状況の 2012 年時調査との比較

Irrigation Area		Past Survey In 2012	This Survey
No.	Family member/HH	5.0	4.1
Ratio (No.)	Farmers	37 % (79)	Full-time farmers 51 % (93) Part-time farmers 26 % (48) Non-farmers 23 % (42)
	On-farm labors	4 % (9)	
	Non-farmers	59 % (123)	
Land size (ha)	Average land size (ha/HH)	1.25	1.3
Rice yield (t/ha)	Medium-maturity variety	2.11*	Medium-maturity variety 2.4
	Late-maturity variety	2.09	
Income/HHs ('000 Riel)	Average income	9,035**	18,445
	Average agricultural Income	3,355** (37%)	5,559 (30%)
	Average non-agricultural Income	5,680** (63%)	12,886 (70%)

* The average of rainfed and irrigated yield

** Data on 1st income strata

出典：カンボジア国 灌漑・排水施設改修事業準備調査（2012 年）を基に JICA 調査団作成

なお、2002 年に JICA によって実施された「スラコウ川流域農業生産基盤復興開発計画調査」においても、Takeo 州、Tram Kak 郡に属するスラコウ川上流灌漑復興計画（USP）地区にて、調査が実施されている。当時の調査結果は、世帯当たりの農地面積（水田）が 0.87 ha、収量は平均 1.3 t/ha であり非常に小規模かつ生産性の低い農業を行っていたことが分かる。このため、当灌漑地区での当時の粗収入は、年間 919,300 Riel、農業収入 781,400 Riel、農外収入 137,900 Riel 程度であり、2012 年比較しても 10 分の 1 ほどの収入であった。

5.2.2 農業開発計画

(1) 作付計画

Khprob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の改修前・改修後の作付率と洪水干ばつ被害率を表 5.2.8 に、作付計画を表 5.2.9 に示す。改修事業の実施による水源開発（Tumnup Lok 貯水池から Khprob Trobek 貯水池への導水）やコンクリートライニング水路の導入による灌漑効率の向上は、年間作付率の向上や干ばつの予防に大きく貢献することが期待される。Tumnup Lok 灌漑地区においては、灌漑施設が機能することによりこれまで恒常的に発生した洪水被害が抑えられる見込みである。

表 5.2.8 Khprob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の改修前・改修後の作付け強度と洪水干ばつ被害率

Potential Beneficiary Area	Cropping Intensity (%)		Flood/Drought Damaged Ratio (%)	
	Before Project	After Project	Before Project	After Project
5,115 ha	Wet: 100% Dry: 5%	Wet: 100% Dry: 10%	Flood: 30% Drought: 7%	Flood: 0% Drought: 0%

出典：JICA 調査団（2024）

作付体系は、基本的には現況の作付暦に準じて計画するが、将来計画においては雨期には高収量かつ早生品種の栽培面積の増加させているほか、乾期の作付率に若干の増加を計画している。Takeo 州では、JICA の「種子生産・普及プロジェクト（2017-2023）」にて、高収量かつ早生品種

である Sen Kro Ob の種子生産支援実績があるため、これら成果を活用した作付計画の実践が期待される。

表 5.2.9 Khpob Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区の作付計画

Potential Beneficiary Area	Wet Season (%)				Dry Season (%)			
	Before Project		After Project		Before Project		After Project	
	Variety	%	Variety	%	Variety	%	Variety	%
5,115 ha	Medium-maturity variety	80	Medium-maturity variety	80	Early-maturity variety	1	Early-maturity variety	6
	Other rice varieties	20	Early-maturity variety	20	Vegetables and cereals	4	Vegetables and cereals	4
Total	100%		100%		5%		10%	

出典：JICA 調査団（2024）

(2) 計画単収

Khpob Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区の計画単収を表 5.2.10 に記す。計画単収を設定するにあたって基準となる現況単収については、2024 年 4 月に実施した農家経済調査の結果を基に算出している。但し、これは先述の洪水・干ばつの影響を受けたサンプルも含んだ単収であるため、一般的な単収よりも小さな値となっていることに注意が必要である。

当灌漑地区の雨期の主要品種である Phka Rumduol の平均単収は 2.4 t/ha であった。洪水・干ばつ被害を受けたと回答した農家の農地の平均は、1.2 t/ha、洪水・干ばつ被害なしと回答した農家の平均は、2.9 t/ha であった。計画単収は MAFF が公表している品種別単収を採用した。

表 5.2.10 Khpob Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区の計画単収

Rice Variety	Rice Yield (t/ha)		Remarks
	Current	Planned	
Phka Rumduol	2.4	3.7	1.2 t/ha for farmland with flood/drought damage
OM 5451	3.9	5.0	
Sen Kro Ob	1.9	4.5	Currently, not much planted, but planned in future to make synergy effect with the other JICA project.

出典：JICA 調査団（2024）

5.3 事業計画の骨子

5.3.1 事業計画策定の基本方針

当該灌漑地区においては、施設の機能不全によって取水、排水が計画的に実施できていないことが重大な課題の一つとなっている。計画される事業は、別流域にある Tumnup Lok 灌漑地区の灌漑施設（Spillway、各取水工および導水路の機能正常化）が早急に求められているコンポーネントである。これにより、当灌漑地区の洪水・干ばつの解消に大きく貢献できる他、現況で干ばつが頻繁に発生している Khpob Trobek 灌漑地区への水資源の供給が可能となる。

また、各灌漑地区上流の貯水池において、取水・排水ゲートの機能不全により、貯水池内の水をコントロールできていない状態が続いている。貯水池におけるこれらの機能不全の原因、及び貯水容量の不足を解消するため、操作をしやすい取水・排水ゲートを設置する計画とする。

灌漑施設は機能の正常化だけではなく、洪水、干ばつに対する強靱性を高めることも重要である。特に対象地区においては分散性土壌の存在が明らかとなっており、その分布地域における水路がコンクリートライニングされていないため、建設後の降雨、波浪により水路の多くの部分が破壊/浸食を受けていることが確認された。ライニングなしの水路では、常日頃頻繁な整備や補修を必要とするだけでなく、水路そのものが原型をとどめていない状況も確認されたため、コンクリートライニングを含む灌漑施設の機能向上が必要である。

これら水路は幹線用水路だけが整備されており、それに連なる細かい水路は場所により有無が分かれている。このため、全ての灌漑受益地区に対して3次水路までの設置を計画する。また、3次水路の末端には排水路を設け、用排分離により灌漑水の管理を可能となるように計画する。

なお、農業開発のための水資源については、Khpob Trobek 貯水池および Tumnup Lok 貯水池からの取水を前提として利用可能な水資源量を設定する。そのうえで、現況の作付率と農家経済調査結果を参考に、受益面積、作付品種およびそれらの水需要量、さらに各貯水池の有効貯水量および灌漑効率を算定し、水収支計算により事業後の作付可能面積を求める計画とする。

5.3.2 洪水量の概略検討および水収支計算

(1) 対象流域の概要

Khpob Trobek 貯水池の流域は貯水池から西南西方向に延びる狭小な流域であり、約 30km～40km 上流にある急峻な標高 800m 程度の山地を水源としている 140km²程度の小流域である。上流には Don Phe 貯水池（貯水容量：約 300 万 m³）があるが、この貯水池は別の灌漑地区（Don Phe 灌漑地区、2,000ha）の水源として活用されていること、また管轄となる州が異なることから、原則 Khpob Trobek 灌漑地区には水は供給されていない。

Tumnup Lok 貯水池の流域は Khpob Trobek 貯水池とは別流域にあるが、どちらも灌漑地区の下流で Slakou 川本流に合流する支流である。流域面積は約 350km²と Khpob Trobek 貯水池の2倍以上の流域面積を有しており、上流には貯水池等の貯留施設はほとんど存在しない（Climate-Friendly Agribusiness Value Chains Sector Project で改修対象となった小規模灌漑地区である Prey Kdouch および Kraing Empil 灌漑地区のため池が存在する）。

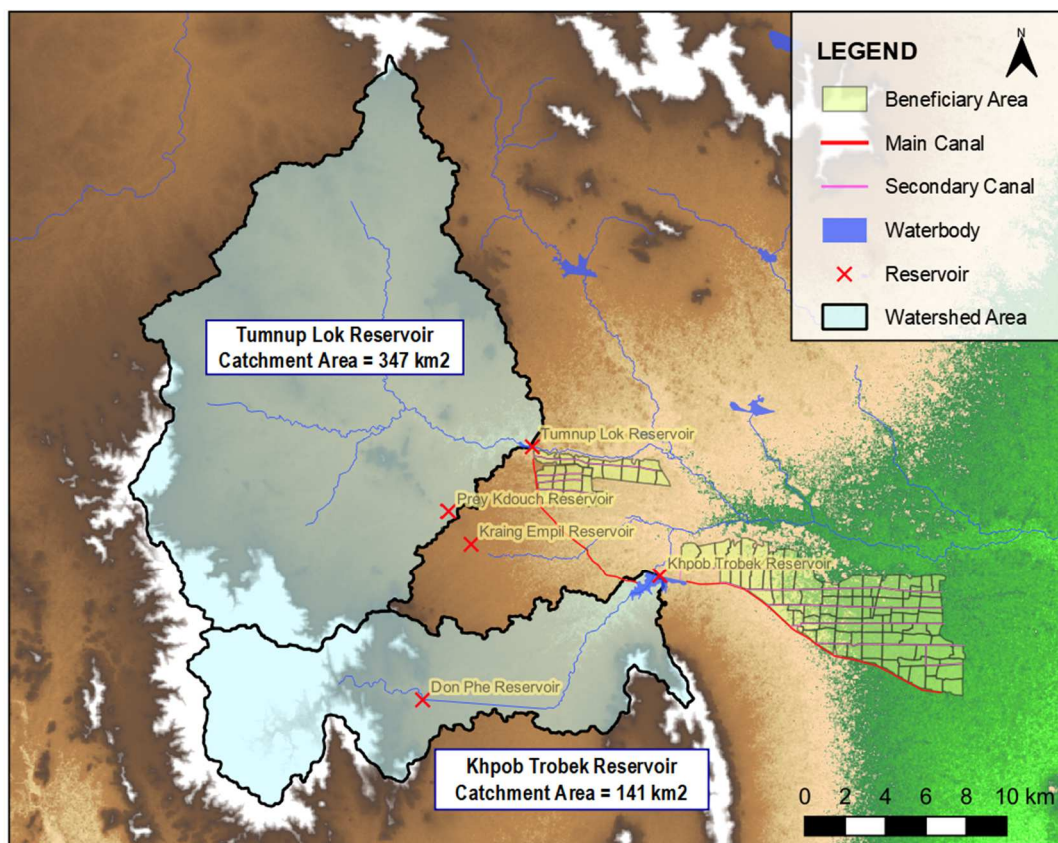


図 5.3.1 Khpob Trobek 貯水池および Tumnap Lok 貯水池の流域図

出典：JICA 調査団（2024）

Khpob Trobek 流域および Tumnap Lok 流域の降水量分布を下図に示す。カンボジアでは利用可能な雨量観測所の数が限られること、またその精度が十分ではない可能性があることから、JAXA の提供する衛星全球降水マップ（GSMaP）による 1 時間降雨量データを用いている。両流域は隣り合っており、流域面積も大きくないことから、降水量はほぼ同じ分布を示している。灌漑地区の水収支計算および洪水量の計算はこの流域降水量を基に行った。

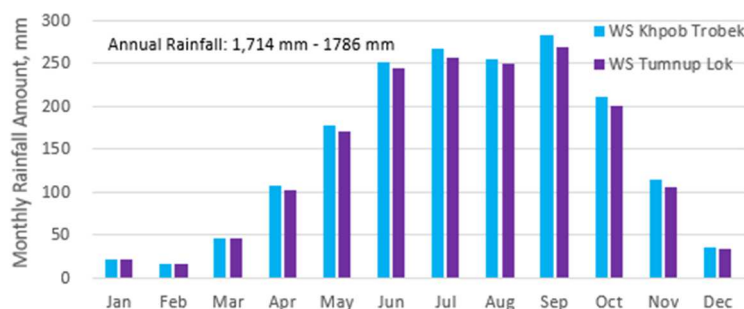


図 5.3.2 Khpob Trobek 流域および Tumnap Lok 流域の月間降水量分布

出典：GSMaP（2024）

(2) 洪水量の概略検討

頭首工の設計洪水量の決定に用いる再現期間（確率年）は、現在実施中の NaSDeP の中でも検討されている事項であり、プロジェクトの最終成果に合わせて設定することが望ましい。本検討では、他地区の JICA 事業の設計事例を参考に、再現期間を 100 年として検討を行う。

(2-1) 確率降水量

両流域の 1999 年から 2023 年までの 25 年間の降水量データを用いて、日最大降水量の確率計算を行い、それぞれの確率分布モデルにおける確率年別の日最大降水量を算定した。下表に示す通り、確率分布モデル間の差分は小さくなく、またモデルとの適合度を示す SLSC（標準最小二乗基準）はいずれも 0.02 未満を示している。洪水に用いる日降水量は最も SLSC 値の低い GEV（一般化極地分布）モデルの数値を採用する。すなわち、Khpob Trobek 灌漑地区においては、100 年確率日降水量を 166.4mm、Tumnup Lok 灌漑地区では 100 年確率の日最大降水量として 148.9mm を適用する。

表 5.3.1 Khpob Trobek 灌漑地区および Tumnup Lok 灌漑地区の再現期間別の日最大降水量

Return Period	Probability Distribution Model							
	Gumbel	GEV	LogP3	Iwai	Gumbel	GEV	LogP3	Iwai
	Khpob Trobek				Tumnup Lok			
2	78.0	77.2	77.5	77.8	74.5	74.6	74.7	74.9
5	99.8	98.9	98.9	99.2	94.7	94.8	94.5	94.7
10	114.2	114.1	113.6	113.5	108.0	108.0	107.5	107.5
20	128.0	129.4	128.3	127.4	120.8	120.6	119.9	119.6
50	145.9	150.1	148.1	145.7	137.4	136.9	136.2	135.2
100	159.3	166.4	163.6	159.6	149.9	148.9	148.5	146.8
200	172.7	183.3	179.8	173.7	162.2	160.9	161.0	158.40
SLSC (99%)	0.016	0.015	0.015	0.016	0.018	0.018	0.021	0.022

出典：JICA 調査団（2024）

(2-2) IRS method

IRS 法は、過去にカンボジアで行われた Irrigation Rehabilitation Study (Mekong Secretariat 1994) で推奨される洪水量計算手法であり、流域面積のみをパラメータとした非常に簡易な洪水量算定手法である。標高 100m 以下の低地で適用性が高いとされ、水文データを一切必要としない計算方法であることから、利用可能な情報が限られるカンボジアでは適用性が高いと評価されている。計算式は以下のとおりである。

$$MAF = AREA^{0.9}$$

$$Q_{10} = 1.53 \times MAF$$

$$Q_{20} = 1.78 \times MAF$$

$$Q_{50} = 2.00 \times MAF$$

$$Q_{100} = 2.20 \times MAF$$

ここで、MAF: 平均洪水流量 (m³/sec)

AREA: 流域面積 (km²)

Q₁₀: 再現期間 10 年における洪水流量 (m³/sec)

表 5.3.2 Khpob Trobek 灌漑地区および Tumnup Lok 灌漑地区の洪水流量 (IRS 法)

Return Period	Khpob Trobek (A = 141km ²)	Tumnup Lok (A = 347km ²)
2	86 m ³ /s	193 m ³ /s
10	132 m ³ /s	296 m ³ /s
20	153 m ³ /s	344 m ³ /s
50	172 m ³ /s	387 m ³ /s
100	189 m ³ /s	425 m ³ /s

出典：JICA 調査団（2024）

(2-3) Unit Hydrograph (SCS-CN)法

Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) 法は、単位時間ごとの降水量のデータをインプットとして、地表流出量を算定するためのモデルであり、米国の農務省水土保持局 (USDA SCS) によって開発された。土壌および土地利用区分に基づいた CN 値をベースとして降雨に対する流出の特性を定義しており、更に流域の形状や標高分布などの地形的特徴から濃縮時間 (Time of Concentration) 等を再現することで広大な流域のピークのずれなどが再現可能である。

SCS-CN のモデルは以下の式で表される。

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

$$S = \frac{1000 - 10CN}{CN}$$

ここで、Pe: ある時刻における累積降水超過量 (mm)

P: ある時刻における累積降雨深度 (mm)

S: 潜在的な最大放流量 (-)

CN: カーブナンバー (-)

また、流域の形状および地形より算定される濃縮時間 (Time of Concentration, Tc) および降水の開始からのラグタイム (Lag, L) の算定は以下の式で表される。

$$T_c = l^{0.8} \frac{(S + 1)^{0.7}}{1140Y^{0.5}}$$

$$L = 0.6 T_c$$

ここで、Tc: 濃縮時間 (hour)

l: 流路長 (feet)

S: 潜在的な最大放流量 (-)

Y: 流域平均勾配 (%)

CN: カーブナンバー (-)

L: ラグタイム (hour)

洪水量の計算は、Hydrologic Engineering Center, US Army Corps of Engineers の提供する水文モデリングツールである HEC-HMS を用いた。また、洪水発生時の降雨パターンは既往最大の降雨イベントをベースとし、再現期間 100 年の日降水量となるように降水量を比例配分することで調整した。

Unit Hydrograph 法によるピーク洪水流量の算定結果を下表に示す。100 年確率の洪水流量は、Khpob Trobek 灌漑地区で 287m³/s、Tumnup Lok 灌漑地区で 668m³/s であった。これらの結果は IRS 法の結果と比較すると、100 年確率において 1.5 倍程度の流量の違いが確認された。

更に、同地区で実施された過去の流量検討結果との比較においても、今回検討の結果の方が 1.5 倍程度大きな流量であった。2012 年時検討時の Unit Hydrograph 法の算定条件が不明（特に各確率年の降水量が不明）であることから、算定結果が異なった原因は明らかではないが、降水量の

違いが主な要因であると考えられる。準備調査では河川横断測量の実施と水位記録の確認を通じてモデルの校正を行うことで、洪水流量の精度向上させることが望ましい。

表 5.3.3 Khpob Trobek 灌漑地区および Tumnap Lok 灌漑地区の洪水流量 (Unit Hydrograph 法)

Return Period	Khpob Trobek (A = 141km ²)	Tumnap Lok (A = 347km ²)
2	88 m ³ /s	268 m ³ /s
5	131 m ³ /s	373 m ³ /s
20	199 m ³ /s	512m ³ /s
50	248 m ³ /s	602 m ³ /s
100	287 m ³ /s	668 m ³ /s

出典：JICA 調査団（2024）

表 5.3.4 2012 年時の準備調査との洪水流量算定結果の比較 (Khpob Trobek、Tumnap Lok 灌漑地区)

Return Period	Khpob Trobek		Tumnap Lok	
	2012 年時調査	今回検討	2012 年時調査	今回検討
50	177 m ³ /s	248 m ³ /s	392 m ³ /s	602 m ³ /s
100	203 m ³ /s	287 m ³ /s	433 m ³ /s	668 m ³ /s

出典：JICA 調査団（2024）

(3) 水収支計算

本項目では、降水量のデータおよび過去の準備調査の結果を参考にして、現行の作付け様式における水収支計算を行い、事業後の作付け率の検討を行った。

(3-1) 降水量

降水量は 1999 年から 2023 年までの 25 年間のデータを用い、超過確率 80%、すなわち 5 年間に 4 年の確率で保障される年間降水量を採用し、月間降水量は平均降水量からの比例配分とした。採用した降水量分布は以下のとおりである。

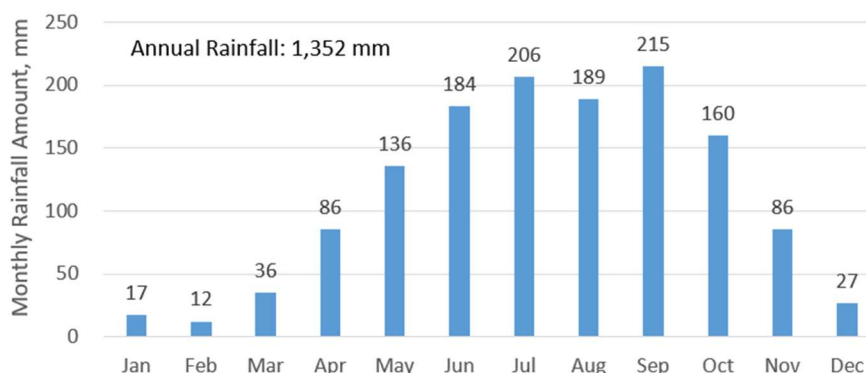


図 5.3.3 Khpob Trobek および Tumnap Lok 灌漑地区の水収支計算で採用した標準降水量分布 (超過確率 80%)

出典：JICA 調査団（2024）

(3-2) 河川流量

降水と河川流量の相関については、過去の準備調査で Prek Thnot 川の流量記録を参照して Slakou 流域用に作成された流量相関式を採用した。

$$Q = A \times ER_0 + B \times ER_0 + C \times ER_0 + D \times ER_0 + E \times ER_0 + F \times ER_0$$

$$ER = R - L$$

$$L = \alpha \times ET_0 \times (1 - \exp^{-\beta \times R})$$

ここで、Q: 月平均流量 (mm)

ER: 有効降水量 (mm)

ER₁: 1 月前の月間有効降水量 (mm) ※数字は月数に相当

A~F: 相関パラメータ (A = 0.68, B = 0.23, C = 0.08, D = 0.015, E = 0.01, F = 0.005)

R: 月間降水量 (mm)

L: ロス (mm)

α , β : 係数

ET₀: 潜在蒸発散量 (mm)

超過確率 80%の降水条件下での両流域の河川流量を以下に示す。12 月から 5 月までは河川流量がほぼゼロであり、まとまった降水が発生する 5 月下旬までは枯れ川の状態のままである。

表 5.3.5 超過確率 80%条件下の月間河川流量 (Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Khpob Trobek	0.12	0.06	0.02	0.00	0.10	1.32	2.78	3.18	3.69	3.46	1.32	0.42
Tumnup Lok	0.30	0.14	0.05	0.00	0.26	3.25	6.83	7.83	9.08	8.51	3.24	1.05

出典: JICA 調査団 (2024)

(3-3) 貯水容量

2024 年 4 月に実施した写真測量の結果を基に算定した、水源となる Khpob Trobek 貯水池および Tumnup Lok 貯水池の有効貯水量は以下のとおりである。Tumnup Lok 貯水池の貯水面積は、前回 FS 調査時と比較して大きく減少している (詳細は 5.3.3 灌漑開発計画を参照) ことから、有効貯水量にも大きな減少が確認された。

表 5.3.6 貯水用量にかかる基本諸元 (Khpob Trobek 貯水池)

Item	Unit	Survey in 2012	This Survey	Remarks
Low water level	EL.m	34.2	40.2	Difference in elevation can be due to the difference in the applied datum (WGS 84 is applied in this survey) *Crest level in 2012 is EL.36.3m but high water level remains EL.37.3m.
High water level	EL.m	37.3*	43.3	
Flood water level	EL.m	38.1	44.0	
Dike top level	EL.m	39.0	45.0	
Total volume	MCM	Not Available	4.10	
Effective volume	MCM	2.63	2.97	
Reservoir area	km ²	Not Available	2.33	
Catchment area	km ²	137	141	

出典: 既往 FS 報告書 (2012) および JICA 調査団 (2024)

表 5.3.7 貯水用量にかかる基本諸元 (Tumnup Lok 貯水池)

Item	Unit	Survey in 2012	This Survey	Remarks
Low water level	EL.m	40.4	42.0	Difference in elevation can be due to the difference in the applied datum (WGS 84 is applied in this survey)
High water level	EL.m	41.3	43.3	
Flood water level	EL.m	42.4	44.5	
Dike top level	EL.m	43.3	45.5	
Total volume	MCM	Not Available	0.16	Reservoir area becomes smaller to avoid the residential area in northern side of the river. * Reservoir area is estimated based on the past F/S report
Effective volume	MCM	1.0	0.11	
Reservoir area	km ²	1.31*	0.49	
Catchment area	km ²	332	347	

出典: 既往 FS 報告書 (2012) および JICA 調査団 (2024)

(3-4) 必要用水量の概算

5.2 で述べた当該地区の営農状況を考慮して、年間作付け様式を設定した。計算条件は以下のとおりである。

- ・作付け作物は、コメのみを考慮する（直播による作付けとする）
- ・作物の生育ステージおよび潜在蒸発散量は FAO の公表する一般値を適用する。
- ・圃場の浸透量を 2mm/日とする
- ・有効降水量の算定は USDA SCS の公表する算定式を適用する。

$$P_e = \frac{P \times (125 - 0.2 \times P)}{125} \quad \text{for } P \leq 250 \text{ mm/month}$$

$$P_e = 125 + 0.1 \times P \quad \text{for } P > 250 \text{ mm/month}$$

ここで、Pe: 有効降水量, mm/month

P: 月間降水量, mm/month

- ・灌漑効率は現況を 45%、改修後を 57%とする（幹線水路および 2 次水路の改修による効果）。

概算用水量の算定結果を次表に示す。現況は Tumnup Lok 灌漑地区の 1,000ha では灌漑されていないことから、用水計算上、現況では雨期の 1,000ha を減じて計算している。雨期の代掻き期の用水量が非常に大きく、貯水池の有効貯水量以上の用水が求められることから、実用上は貯水量および降水の状況に応じて順次作付けを開始していると考えられる。したがって、降水パターンによっては十分な水が供給できないケースが発生していると考えられる。

改修後は、雨期の代掻き期の用水供給が安定すること、また洪水の影響が小さくなることにより高収量品種の雨期栽培が可能となることから、全体として雨期の作付期間が短くなり安定した作付が可能になると考えられる。

表 5.3.8 概算用水量 (Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区：現況)

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Khpob Trobek & Tumnup Lok (Beneficiary Area: 4,115 ha)												
Irrigation Requirement (MCM)	3.8	1.0	0.2	0.0	0.0	1.6	8.2	3.4	3.3	0.9	4.3	6.7

出典：JICA 調査団（2024）

表 5.3.9 概算用水量 (Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区：改修後)

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Khpob Trobek & Tumnup Lok (Beneficiary Area: 5,115 ha)	Wet Season Rice (Medium Maturity) 4,092 ha Wet Season Rice (Early Maturity):1,023 ha											
	Dry Season Rice (Early Maturity): 512 ha											
Irrigation Requirement (MCM)	1.1	1.1	0.2	-	3.1	10.5	3.3	0.2	0.0	0.4	1.7	1.6

出典：JICA 調査団（2024）

(3-5) 水収支計算結果

今回調査で提案される受益面積（雨期、乾期別）を過去の調査と比較した結果を下表に示す。前回調査と比較して、Tumnup Lok 灌漑地区の改修対象となる受益面積が大幅に増加している。今回調査による測量結果から Tumnup Lok 貯水池の貯水量はわずか 11 万 m³程度と見積もられたことから、Tumnup Lok 灌漑地区の乾期作は困難であると考えられる。しかし、現況は灌漑施設が全く機能していない地区であることから、用水路、排水路を機能させることによる収量増および品質向上効果が主な改修目的となる。

図 5.3.4 に流入量と概算用水量から算定される 80%超過確率年の水収支計算結果を示す。現況では乾期の作付けに必要な水量を確保できない状態であるが、流域間水路の整備により流域面積の大きな Tumnup Lok 貯水池から Khpob Trobek 貯水池へ用水が送られることにより、受益面積が 5,115 ha に拡大しても水が供給可能であることを示唆している。また、乾期は全体の 10%程度で作付け可能であることから、事業後の両地区の作付強度は 110%として計画する。

表 5.3.10 過去調査結果との作付面積の比較 (Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区)

Study	Beneficiary Area		Crop Intensity	Remarks
	Wet	Dry		
F/S in 2002	3,500 ha	1,050 ha	130%	
Review in 2011	3,500 ha	400 ha	111%	3,485 ha for Khpob Trobek, and 15 ha for Tumnup Lok
This Study	5,115 ha	512 ha	110%	4,115 ha for Khpob Trobek, and 1,000 ha for Tumnup Lok

出典：JICA 調査団（2024）および既往 FS 調査（JICA 2012）

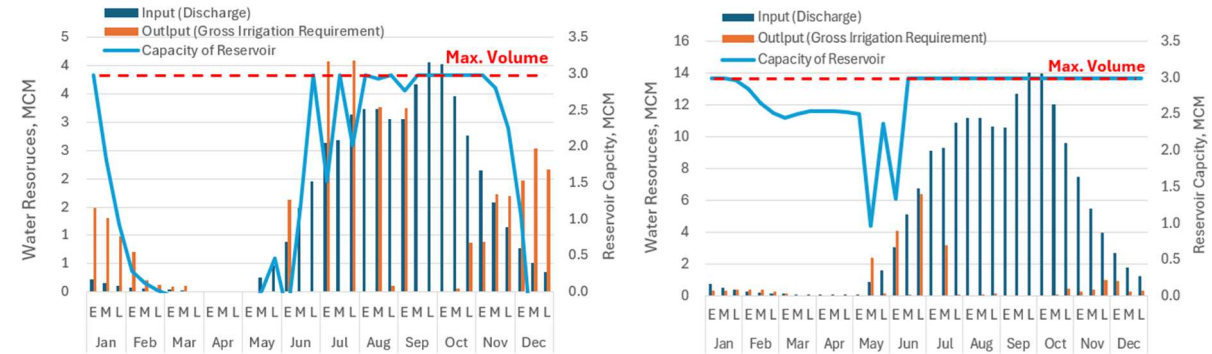


図 5.3.4 Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区水収支計算結果（左：現況、右：改修後）

出典：JICA 調査団（2024）

5.3.3 灌漑開発計画（用排水計画、施設改修計画、1次～3次水路整備計画）

(1) Tumnup Lok 貯水池

PDWRAM との協議から、1) 頭首工、2) 導水路の取水工、3) 2次水路の取水工のリハビリを計画する。図 5.3.5 に Tumnup Lok 貯水池の改修計画案を示す。2012 年の F/S で Tumnup Lok 貯水池北側の築堤が、Slakou 川から北側 600m の村落の道路上に計画（図中緑色線を参照）されていた。貯水池に向かって西から東へ流下する Slakou 川は、Kampong Speu 州と Takeo 州の州境となっており、河川の北側は Kampong Speu 州、南側は Takeo 州に属している。

両州との協議の結果、現況の計画では対象地域を Takeo 州のみとし、北側の Kampong Speu 州についてはプロジェクト対象地域から外し、Slakou 川の北側に位置する住宅、農地に影響が及ばないように、河川北側には堤防を築く計画（図 5.3.5 の水色線）とした。

2012 年の F/S で洪水吐の延長を 230m に設定していたが、洪水吐の直下流の Slakou 川の河川幅は 30m 程度である。このため、NaSDeP 報告書の HEADWORKS, ”7.11 Span Length of Movable Portion of Diversion Weir”および、”10.14 Thickness of Pier of Movable Weir”を参照して、堰幅 28m の頭首工として計画した。

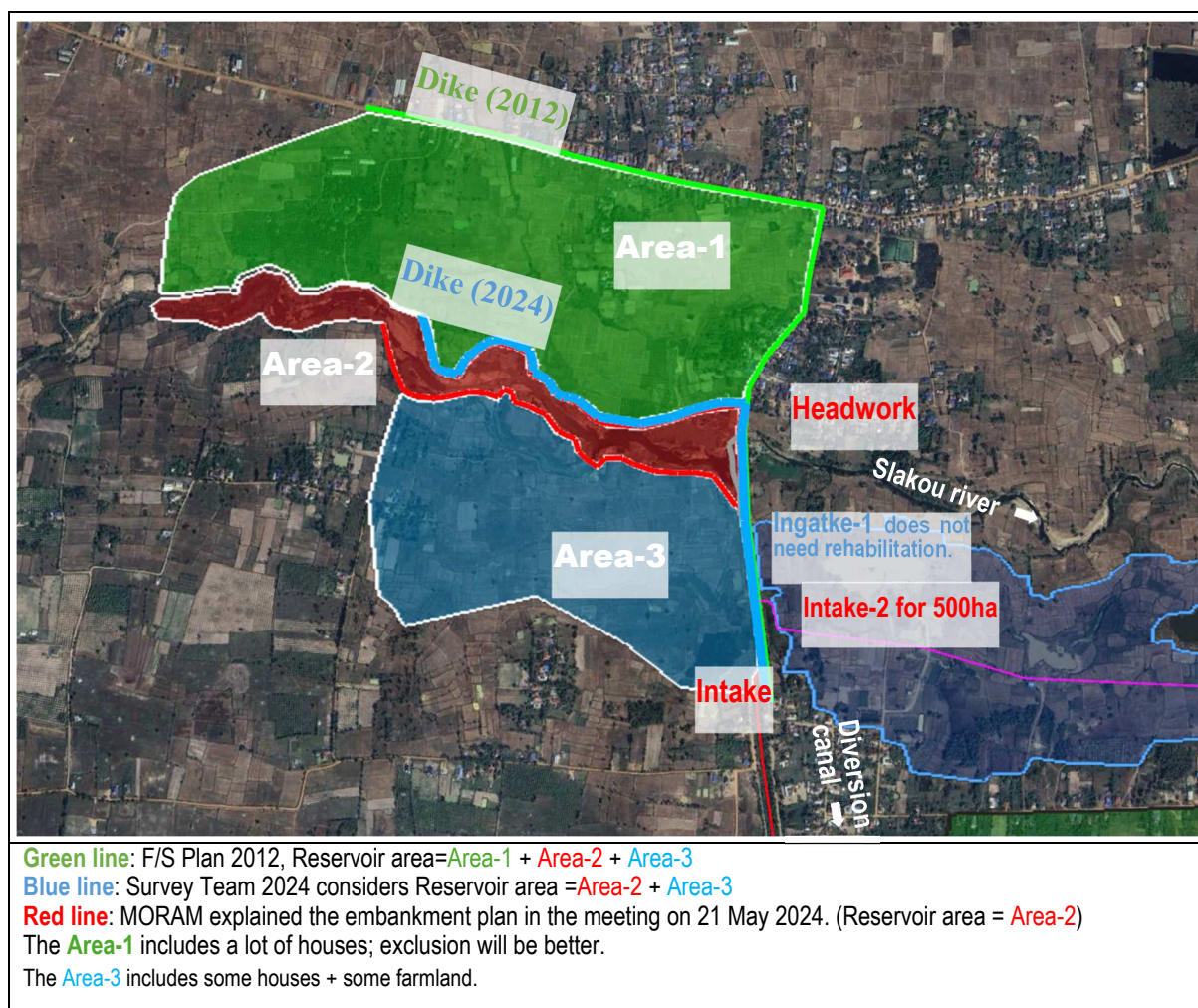


図 5.3.5 Tumnup Lok 貯水池の改修計画案

出典：JICA 調査団 (2024)

7.11 Span Length of Movable Portion of Diversion Weir

(Operation)

The span length of the movable portion of a diversion weir can be determined based on Table 7.11.1 as an index, in accordance with the "range of design flood discharge" of the specified "design flood discharge" for the diversion weir of headworks.

(Explanation)

Operation 7.11 provides an index for determining the span length of the movable portion. That is, the span length of the movable portion of the diversion weir, especially for the floodway(s) with electrical-driven gate, can be determined by applying the table below as an index, as much as possible. Here, the span length is the distance between the center lines of two adjacent piers of the movable weir.

On the other hand, the total width of river flow section at the movable weir is the distance between the inner surfaces of the retaining walls at both ends where retaining walls are installed. The distance between the inner surfaces of two adjacent piers is generally called the actual span or the clear span.

In this Criteria and Operation, all the physical movable gate(s) is recognized as a "movable portion", such as sluiceway for flushing down of sediment, fishway for fish passage, and lock for boat passage, if applicable, even if the span length is far less than the index length in the table below.

Table 7.11.1 Design flood discharge and Index Span Length (Floodway)

Item	Design flood discharge (Unit: m ³ /s)	Span length (Index) (Unit: m)
1	DFQ < 500	15
2	500 ≤ DFQ < 2,000	20
3	2,000 ≤ DFQ < 4,000	30
4	4,000 ≤ DFQ	40

Note: DFQ = Design flood discharge (m³/s)

10.14 Thickness of Pier of Movable Weir

(Operation)

The thickness of the pier shall be appropriately determined in consideration of the result of stability analysis and calculation as well as the size of the gate guide-frame and block-outs so as not to inhibit the river flow as much as possible.

(Explanation)

Operation 10.14 is provisions stipulating the determination of the thickness of the pier of a movable weir. The thickness of the weir pier shall be determined in consideration of each factor shown here. In general, an index thickness can be given by using the following empirical formula, then especially the net thickness of pier (tp2) shall be examined and determined based on the result of stability analysis and calculation as well as the conditions of reinforcement bars, coarse aggregate size and minimum concrete cover to reinforcement of the pier, etc.

$$tp = 0.12 (Dp + 0.2 Bt) + 0.25$$

$$tp = 2 tp1 + tp2$$

Where,

tp: Thickness of pier of a movable weir (m)

Dp: Total height of pier of a movable weir (m)

Bt: Gate span length (m)

tp1: Thickness of block-out of pier (m)

tp2: Net thickness of pier (m)

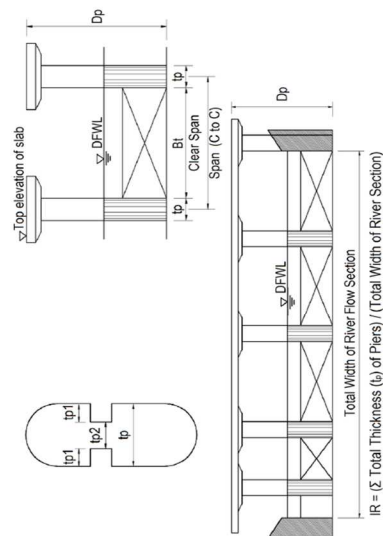


Figure 10.14.1 Sample Diagram for Thickness of Piers of Movable Weir, River Flow Section

図 5.3.6 NaSDeP 報告書の頭首工幅

(2) Khpob Trobek 貯水池

2012 年の準備調査では、Khpob Trobek 貯水池の上流面にリップラップによる補修が計画されていた。MOWRAM は 2021 年に粘性土と砂質土による堤体保護工が実施されたが、雨期の降雨と貯水池から波の影響で、2024 年 2 月に調査団が確認した時には堤体が大きく浸食されている状況であり、対策が必要であると判断された。このため、上流面に石張り工による保護工を設置する計画とし、洪水に対する。なお、対象範囲は PDWRAM の聞き取りから北側法面のみとする。

洪水吐のフラップゲート操作に支障をきたしており、洪水時には堤防天端付近まで水位が上昇する。このため、手動式フラップゲートを電動式フラップゲートへ更新する。また、洪水吐の道路橋の幅員が 3m 程度しかなく、現在の車両通行量に対して道路幅員が不足しているため、既設道路を撤去して道路拡幅 6m の橋梁を計画する。

その他、下図に示す C24 (Canal 24) と MC33 (Main Canal 33) の取水工は、経年劣化によりゲート操作が困難になっているため、これらを更新する。なお、Intake-1、Intake-2 および Koh Kaek の取水工は、PDWRAM から更新は不要との説明を受けたため、本調査の更新対象外とした。

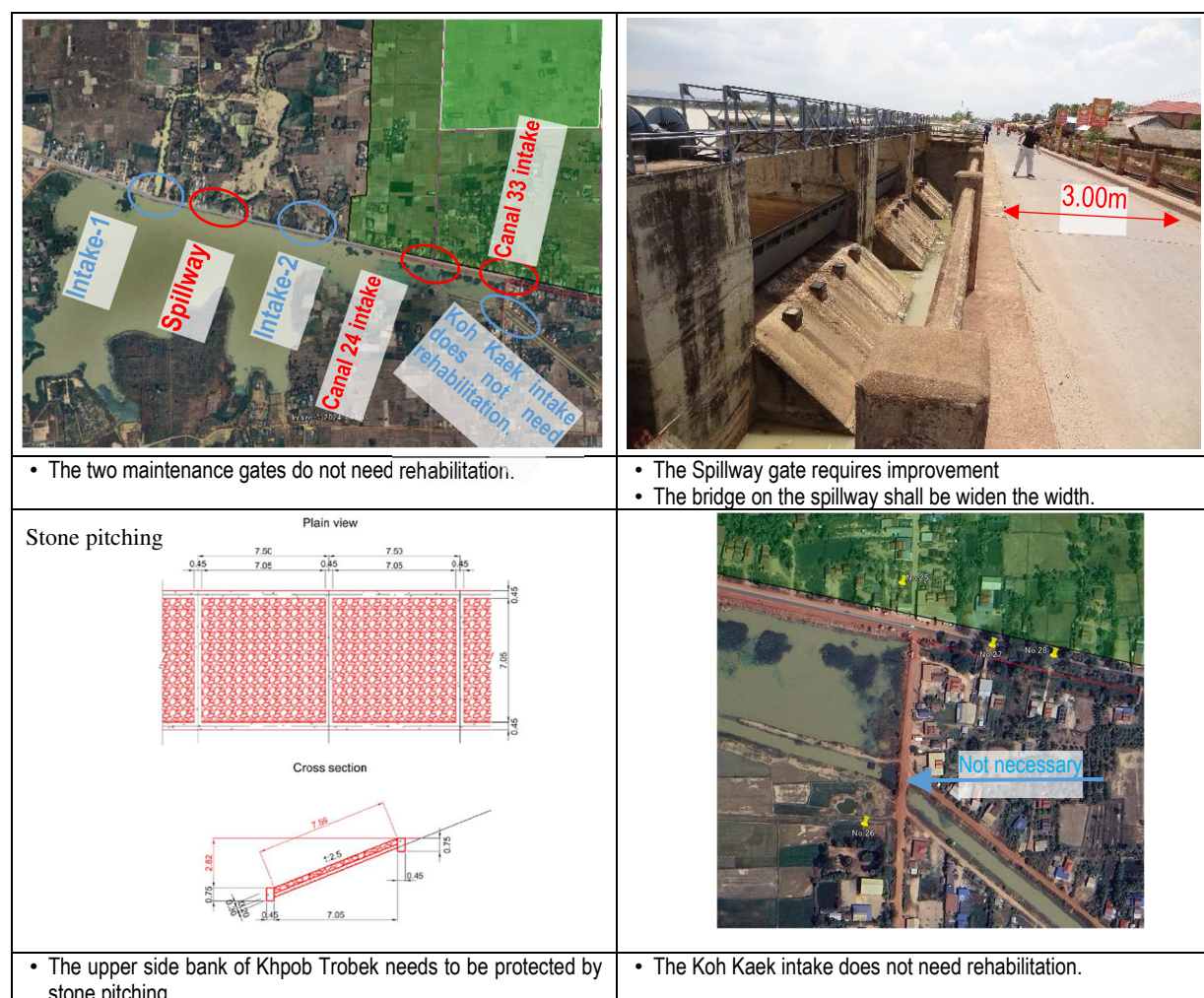


図 5.3.7 Khpob Trobek 貯水池の改修計画案 (1/2)

出典：JICA 調査団 (2024)

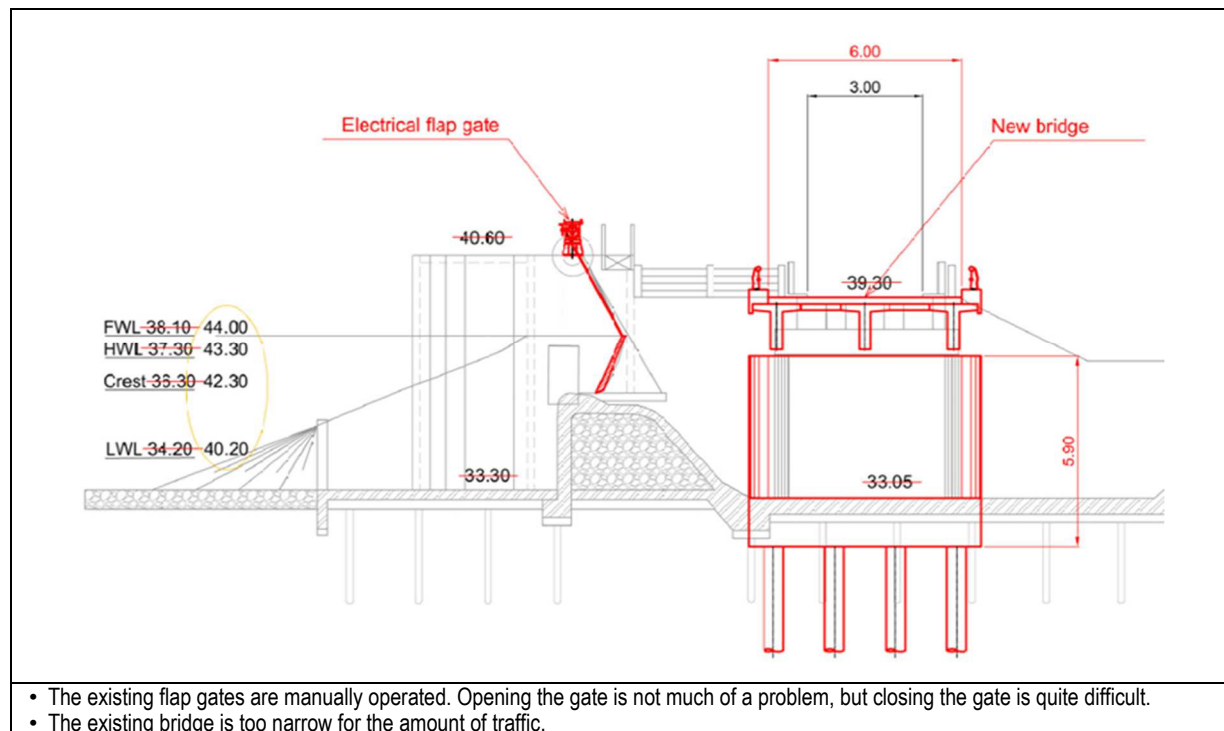


図 5.3.8 Khpob Trobek 貯水池の改修計画案 (2/2)

出典：JICA 調査団 (2024)

(3) 導水路

Tumnup Lok 貯水池と Khpob Trobek 貯水池を繋ぐ導水路は、2012 年の準備調査時には 0.50m のラテライトライニングが計画されていた。しかしながら、土質調査結果および現地調査から導水路の土質は砂質土を主体とした分散性土壌であり、数年で水路法面が浸食される可能性がある。このため、土質による影響が少なく、長期的な維持管理の観点から有利となるコンクリートライニング水路での施工を計画し、関連施設の更新を行う。

Krouch 川と導水路が交差する地点で、サイホン工が計画されている。2012 年の準備調査時では、Krouch 川の貯水池を避ける形で上流へ迂回して河川を横断する計画となっていたが、2024 年時点で当時の計画路線には既設の工場が建設されていることから、現地状況を確認、MOWRAM とも協議のうえ、2002 年調査時の路線へ戻す計画とした。

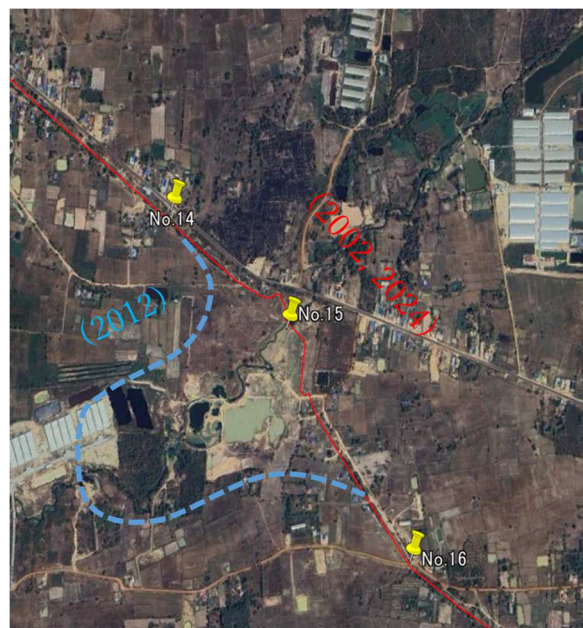


図 5.3.9 導水路の路線変更案

出典：JICA 調査団 (2024)

導水路の標準断面は NASDEP 報告書の CANAL WORKS, “9 HYDRAULIC DESIGN”を参照して概定した。導水路の定型断面および設計パラメータを図 5.3.10 および表 5.3.11 に示す。

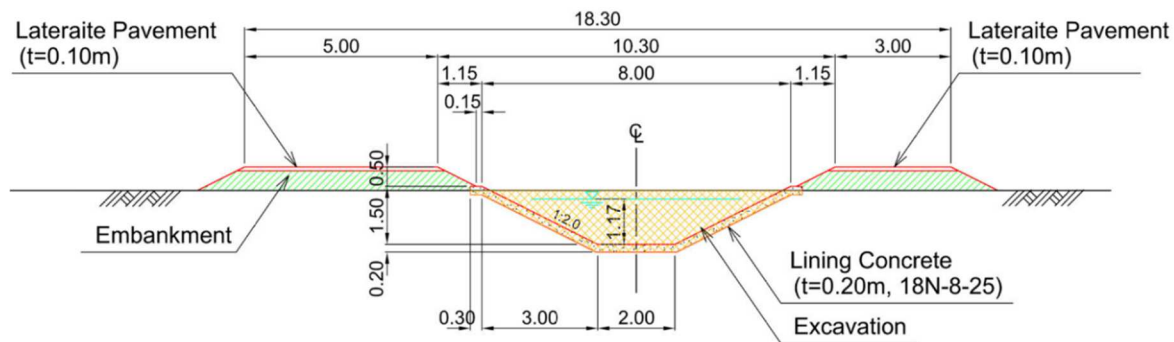


図 5.3.10 導水路の定型断面

出典：JICA 調査団 (2024)

表 5.3.11 導水路の設計パラメータ

Turnup Lok Diversion Uniform flow of Canal

			Concrete lining	1.2Q (d')	Trapezoid	1.2Q (d')
			Distribution Q=4.050m ³ /s	Distribution Q=4.860m ³ /s	Distribution Q=4.050m ³ /s	Distribution Q=4.860m ³ /s
Items						
Canal bed	B	(m)	2.000	2.000	2.000	2.000
Water depth	d	(m)	1.173	1.279	1.624	1.765
Cross Sectional area of flow	A	(m)	5.095	5.831	8.520	9.759
Wetted perimeter	P	(m)	7.244	7.721	9.261	9.892
Hydraulic mean depth	R	(m)	0.703	0.755	0.920	0.987
Coefficient of roughness	n	-	0.015	0.015	0.030	0.030
Canal bed slope	i	-	1/4400	1/4400	1/4400	1/4400
Mean velocity	V	(m/s)	0.795	0.834	0.475	0.498
Velocity head	h _v	(m)	0.032	0.035	0.012	0.013
Discharge	Q	(m ³ /s)	4.050	4.860	4.050	4.860
Froude number (Fr < 0.54)	Fr	-	0.23	0.24	0.12	0.12
a) Freeboard Fb=α·d+β·h _v +(0.10~0.15), df+0.10	Fb	(m)	0.191 0.241	0.199 0.249	0.193 0.243	0.201 0.251
Lining canal : α=0.05	α		0.050	0.050	0.050	0.050
U-shape canal: α=0.07	β		1.000	1.000	1.000	1.000
b) Minimum Freeboard	Fb _{min}	(m)	0.300	0.300	0.300	0.300
a) Canal height H1= d + Fb H1= d + Fb _{min}	H1	(m)	1.363 1.413 1.473	d'=1.279 1.816 1.866	1.816 1.866 1.924	d'=1.765
Design canal height Max(H1, H2)	H	(m)	1.500	d>d'-OK	1.950	d>d'-OK

出典：JICA 調査団 (2024)

カンボジアでは分散性土壌が広く分布していることが報告されており、本調査対象地区も例外ではない。また、本調査で行った土壌分析においても分散性土壌が確認されている。なお、表 5.3.12 に示すとおり、NaSDeP の報告書には次のように記載されている。

“分散土壌の適切な対策を検討すべきである。(コンクリートブロックライニングを採用し、破損部分のみを補修できるようにしている)”

以上から、次期 F/S においては、分散性土壌の分布を詳細に把握する必要がある。

表 5.3.12 分散性土壌の参考資料

Table 3-15 Problems to be Reflected on in NSDD (Canal)

Important Points for Feedback	Analysis and Consideration for Design Stage/Reference Site Photo for Comparison	
Necessity of measures for dispersive soil		
	Collapse of canal side slope after the project Canal side slope at field survey - The concrete block lining has collapsed because of the dispersive soil. - The appropriate measures for dispersive soil shall be considered. (The concrete block lining was adopted so that only the broken parts could be repaired.)	

出典：NaSDeP 報告書 (2023)

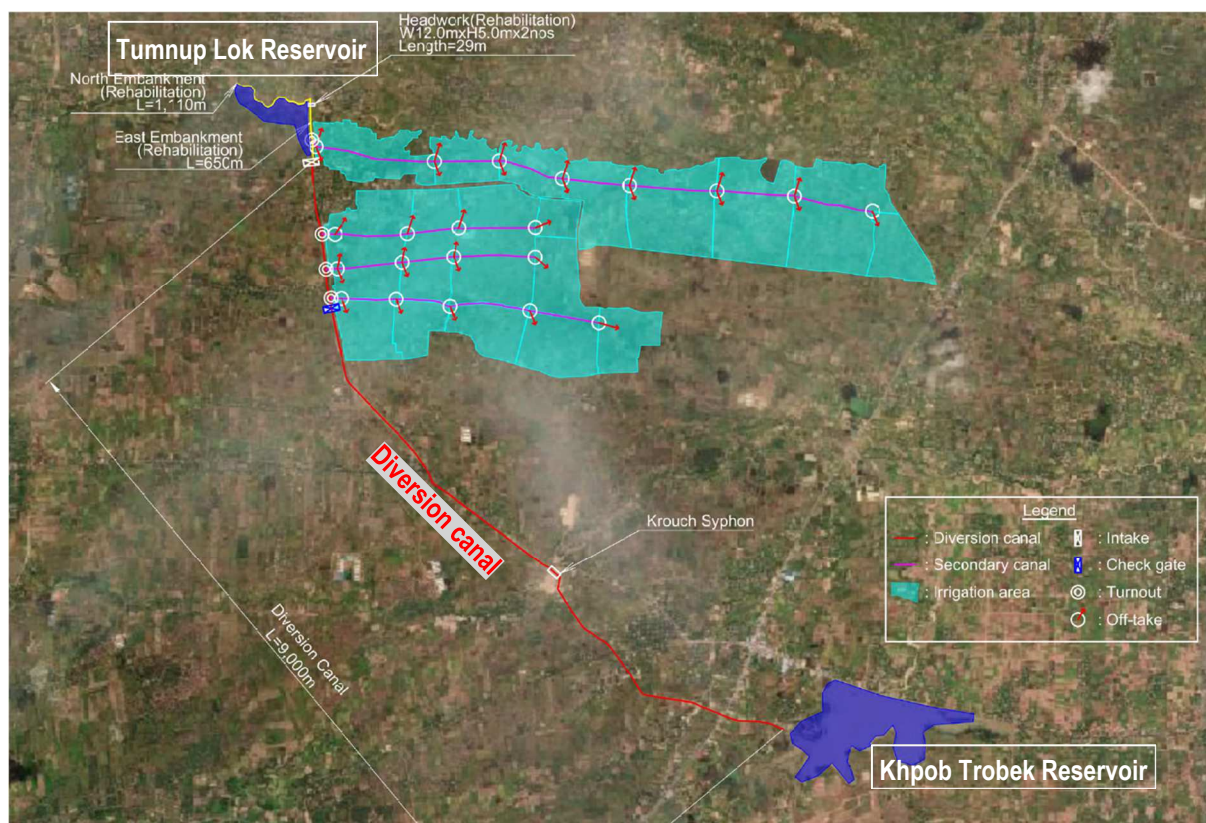


図 5.3.11 Tumnup Lok 灌漑地区の改修計画図

出典：JICA 調査団 (2024)

(4) 幹線水路：MC33

2012 年の準備調査時の計画では、土水路の整形に留まっていたが、MC33 の土質は分散性土壌を含む砂質土が多く分布しているため、土水路では数年で法面が浸食される可能性がある。このため、土質による影響が少なく、長期的な維持管理の観点から有利となるコンクリートライニング水路での施工を計画し、関連施設を更新する。ただし、国道 22 号線と並行する水路である MC33

は、水路上あるいは近傍に個人のアクセス施設、商店および家屋が存在していることから、社会配慮上のリスクを最小限とするため MC33 は 7.3km 地点までを改修対象とした。また、同じ理由から Canal 3D の路線変更を検討する必要がある可能性が高い（詳細は 5.5 環境社会の状況を参照）。

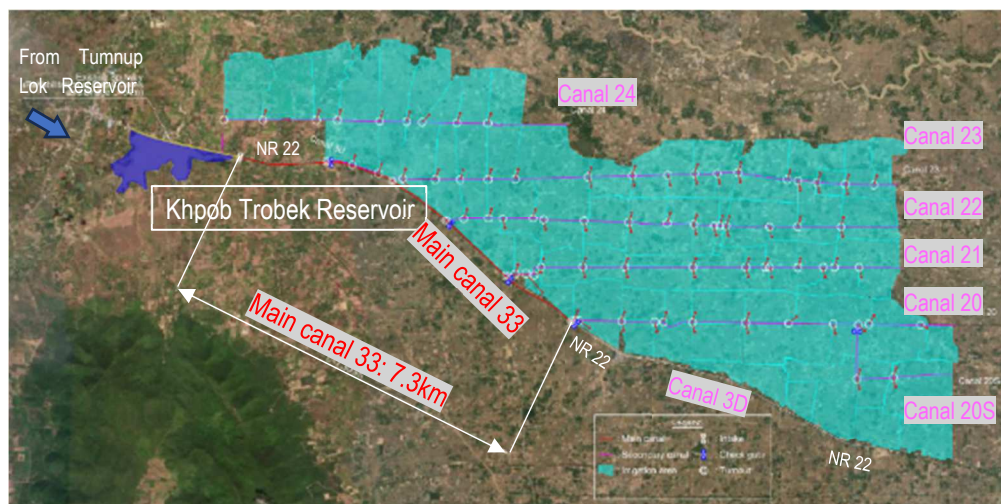


図 5.3.12 Khpob Trobek 灌漑地区の改修計画図

出典：JICA 調査団 (2024)

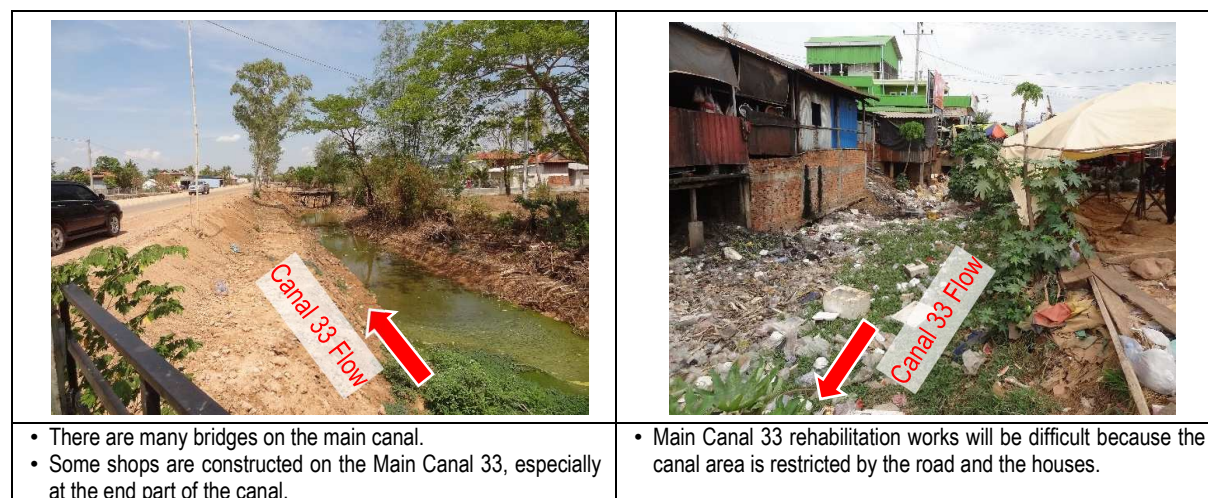


図 5.3.13 MC33 の現況

出典：JICA 調査団 (2024)

MC33 の定型断面図および設計パラメータを図 5.3.14 および表 5.3.13 に示す。

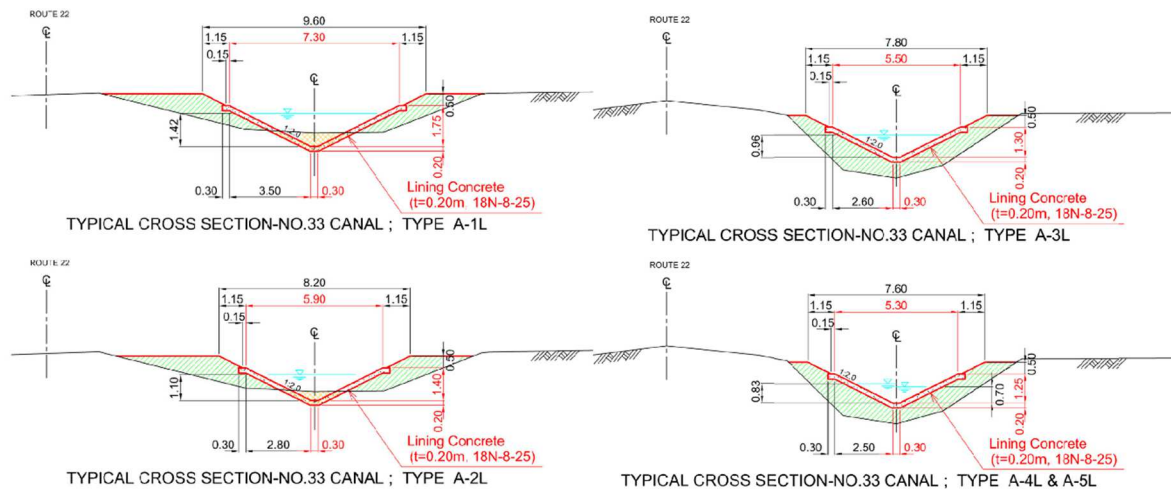


図 5.3.14 MC33 の定型断面

出典：JICA 調査団 (2024)

表 5.3.13 MC33 の設計パラメータ

Kopb Trobek canal33 Uniform flow of Canal

		Lining concrete_2024									
		1.2Q (d')		1.2Q (d')		1.2Q (d')		1.2Q (d')		1.2Q (d')	
		Type A-1		Type A-2		Type A-3		Type A-4		Type A-5	
		Q=3.216m ³ /s		Q=3.859m ³ /s		Q=3.065m ³ /s		Q=2.214m ³ /s		Q=2.657m ³ /s	
Items		Q=1.544m ³ /s		Q=1.853m ³ /s		Q=1.006m ³ /s		Q=1.207m ³ /s			
Canal bed	B (m)	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
Water depth	d (m)	1.419	1.525	1.097	1.179	0.963	1.036	0.832	0.896	0.699	0.752
Cross Sectional area of flow	A (m)	4.454	5.108	2.735	3.136	2.142	2.457	1.635	1.875	1.186	1.358
Wetted perimeter	P (m)	6.647	7.120	5.205	5.575	4.605	4.933	4.022	4.307	3.425	3.664
Hydraulic mean depth	R (m)	0.670	0.717	0.525	0.563	0.465	0.498	0.407	0.435	0.346	0.371
Coefficient of roughness	n	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Canal bed slope	i	1/5000	1/5000	1/1500	1/1500	1/1500	1/1500	1/1500	1/1500	1/1500	1/1500
Mean velocity	V (m/s)	0.722	0.756	1.121	1.173	1.033	1.082	0.945	0.989	0.849	0.888
Velocity head	hv (m)	0.027	0.029	0.064	0.070	0.054	0.060	0.046	0.050	0.037	0.040
Discharge	Q (m ³ /s)	3.216	3.860	3.066	3.679	2.214	2.658	1.544	1.854	1.007	1.206
Froude number (Fr < 0.54)	Fr	0.19	0.20	0.34	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.33
a) Freeboard	Fb (m)	0.198	0.205	0.219	0.229	0.203	0.211	0.187	0.195	0.172	0.178
Fb=α·d+β·hv+(0.10~0.15), d≧0.10		0.248	0.255	0.269	0.279	0.253	0.261	0.237	0.245	0.222	0.228
Lining canal : α=0.05	α	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
U-shape canal: α=0.07	β	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
b) Minimum Freeboard	Fb _{min} (m)	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
a) Canal height	H1 (m)	1.617	d'=1.525	1.316	d'=1.179	1.165	d'=1.036	1.019	d'=0.896	0.870	d'=0.752
H1= d + Fb		1.667		1.366		1.215		1.069		0.920	
H1= d + Fb _{min}		1.719		1.397		1.263		1.132		0.999	
Design canal height Max(H1, H2)	H (m)	1.750	d>d'-OK	1.400	d>d'-OK	1.300	d>d'-OK	1.150	d>d'-OK	1.000	d>d'-OK
Remarks								Flood Q=2.0m ³ /s		Flood Q=2.0m ³ /s	
								1.250		1.250	

出典：JICA 調査団 (2024)

(5) 2 次水路

2 次水路は現地の土質状況を考慮しコンクリートライニング水路とし、PDWRAM 作成図面と 2012 年時の準備調査時の計画路線図を参考に計画する。なお、水路 C3D は水路上に 50 以上の施設を確認しているため、これらに影響がないように、次期調査では水路 C20 から C3D の受益地に配水できるよう、計画の変更を検討する。

(6) 3 次水路

他地区の事例を参考に、耕地面積 40ha に対し延長 800m の土水路を計画するものとした。

(7) 排水路

排水路は2012年の準備調査時には計画されていない施設であるが、洪水に対するレジリエンスを高めるため、また間断灌漑や中干しなどの気候変動緩和型の農業の実践のため、本調査では、排水路の建設を計画している。導水路、支線水路および排水路の標準断面図を図5.3.15に示す。

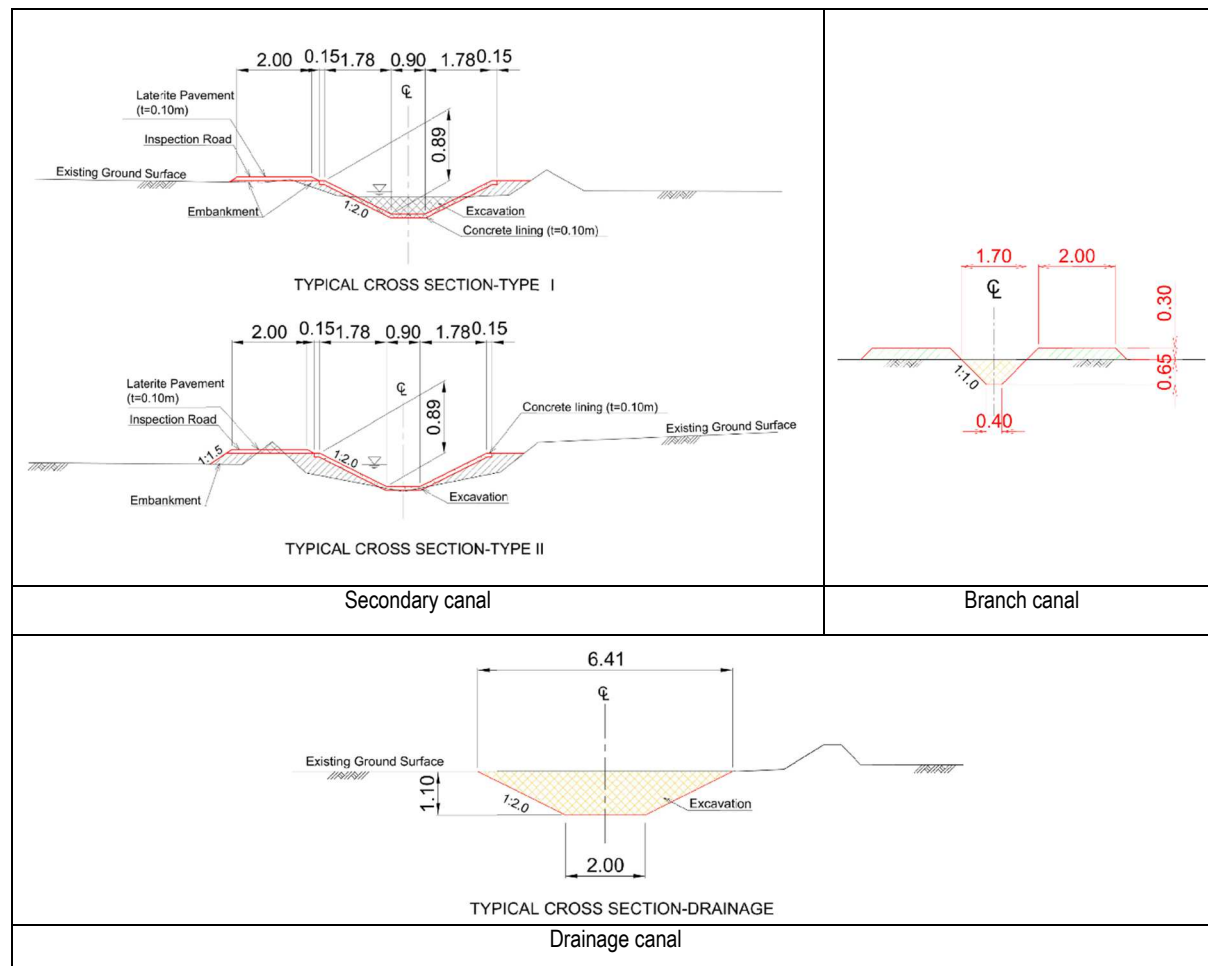


図 5.3.15 導水路、支線水路および排水路の改修計画案

出典：JICA 調査団 (2024)

Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の事業内容を表 5.3.14 に示す。

表 5.3.14 Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の整備内容

Tumnup Lok Irrigation Scheme Rehabilitation

Items	Work Item	Quantity
Dike (dam) Embankment	Top: reshaping / rehabilitation of existing dike	L=1,110m
	U/S: stone pitching for protection	L=1,110m
	D/S: slope smoothening (included embankment)	L=1,110m
Spillway / Headwork	Rehabilitation of the spillway(Headwork: W12.5mxH5.5mx2nos)	L=28m
Bridge along the inspection road	N/A	N/A
Intake for the Main Canal(Beginning of Canal)	Rehabilitation of the intakes for the main canals (W1.6mxH3.0mx2nos)	1no
Main Canal	Rehabilitation of diversion canal (main canal), Plain Concrete Lining with Syphon	L=9,000m
Bridge along the main canal	Compensation for bridge, culvert, shop and house	11nos
Footpath along the main canal	Compensation	6nos
Chack gate on the main canal	Installation	1nos
Intake for the Secondary Canal (Turnout)	Rehabilitation / installation of intake	4nos
Secondary Canal	Rehabilitation (Concrete lining)	L=14,100m
Drainage canal	Installation of drainage canal	L=14,100m
Intake for the Sub Canal(Off-take)	Rehabilitation / installation of intake	21nos
Sub Canal	Newly installation (no lining)	1,000ha
Construction of FWUC Office	Newly Construction	1no

Khpob Trobek Irrigation Scheme Rehabilitation

Items	Work Item	Quantity
Dike (dam) Embankment	Top: keep the current condition	L=0m
	U/S: Stone Pitching for protection	L=1,700m
	D/S: keep the current condition	L=0m
Spillway / Headwork	Rehabilitation of the spillway gates(W8.0mxH2.0mx6nos)	1no
Bridge along the inspection road	Widening the spillway top bridge(L66mxW7m)	1no
Intake for the Main Canal(Beginning of Canal)	Rehabilitation of the main canal (C-33)(W1.45mx2.2mx2nos)	1no
Main Canal	Plain concrete lining	L=7,317m
Bridge along the main canal	Compensation for bridge, culvert, shop and house	53nos
Footpath along the main canal	Compensation	10nos
Chack gate on the main canal	Installation	5nos
Intake for the Secondary Canal (Turnout)	Rehabilitation / installation of intake	70nos
Secondary Canal	Rehabilitation (Concrete lining)	L=53,800m
Drainage canal	Installation of drainage canal	L=53,800m
Intake for the Sub Canal(Off-take)	Rehabilitation / installation of intake	70nos
Sub Canal	Newly installation (no lining)	4,115ha
Construction of FWUC Office	Newly Construction	1no

出典：JICA 調査団 (2024)

5.4 事業コスト、事業便益、事業効果

5.4.1 積算条件

本節では、Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の改修事業にあたり、表 5.3.14 で示す主要コンポーネントの実施にかかる費用（2024 年時価額）を算出する。直接工事費は、土木・構造物の建設費である。間接経費は、間接工事費、その他経費、コンサルタント費、物価上昇費、予備費、アドミニストレーション費などを考慮した。積算条件を下表に示す。

表 5.4.1 積算条件表

費目	内容
1) 直接工事費	土木・構造物の建設費（単価は Appendix を参照）
2) 間接工事費	1)×15%
3) その他経費	1)×10%
4) コンサルタントサービス費	8%
5) 物価上昇率	外資分 年率 3.24% 内貨分 年率 5.65%
6) 予備費	5%
7) 用地取得費	1) 直接工事費の 5%
8) アドミニストレーション費	5%
9) VAT	10%
10) コンサルタントサービス税	15%
11) 為替レート	US\$1 = 4,006 Riel = 156.7 円 (2024 年 5 月)

出典：JICA 調査団 (2024)

5.4.2 概算事業費

Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区の概算事業費を表 5.4.2 に示す。直接工事費（下表中 1. 土木工事、資機材調達）で 5,143 万 USD、事業費全体で 9,012 万 USD（うち借款対象は 7,562 万 USD）と算定された。

表 5.4.2 Tumnup Lok および Khpob Trobek 灌漑地区の概算事業費

単位：US\$

項 目	外資		内貨		合計	
	全体	うち借款対象	全体	うち借款対象	全体	うち借款対象
1. 土木工事、資機材調達	6,024,274	6,024,274	45,402,245	45,402,245	51,426,519	51,426,519
2. プライスエスカレーション	1,044,207	1,044,207	14,528,719	14,528,719	15,572,926	15,572,926
3. 予備費	353,424	353,424	2,996,548	2,996,548	3,349,972	3,349,972
4. コンサルティングサービス	2,419,101	2,419,101	2,635,097	2,635,097	5,054,198	5,054,198
5. 建中金利	212,753	212,753	0	0	212,753	212,753
6. フロントエンドフィー	150,807	0	0	0	150,807	0
7. 用地取得費	0	0	2,354,308	0	2,354,308	0
8. 管理費	492,049	0	3,395,846	0	3,887,895	0
9. 税金（付加価値税及び関税）	1,421,332	0	6,688,016	0	8,109,348	0
合 計	12,117,947	10,053,759	78,000,779	65,562,609	90,118,726	75,616,368

出典：JICA 調査団 (2024)

5.4.3 事業便益と事業効果

現計画では、灌漑施設の改修事業による便益として以下を計画している。

- 適時適切な配水、灌漑効率の向上、そして作付品種の変更による農業生産性の向上
- 洪水および干ばつ被害の軽減による収益の安定化

農業生産性および洪水被害の現況については、灌漑地区別に実施した農家社会経済調査をベースに評価を行った。

(1) 農業生産性

施設改修後は、Tumnup Lok 灌漑地区の 1,000 ha への配水が可能となること、また現行の灌漑地区についても配水がより確実かつ容易になることから、現行品種の収量の増加や高収量品種への移行が期待できる。当該灌漑地区の事業効果の概算に用いた条件を表 5.4.3 および表 5.4.4 に示す。なお、実態としては全体の数%の農地で野菜等の園芸作物が生産されているが、概算としての算出であることから、本検討ではコメのみを対象として便益を計算している。

表 5.4.3 現況および将来条件の作付体系 (Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区)

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Before Project (Beneficiary Area: 4,115 ha)												
After Project (Beneficiary Area: 5,115 ha)												

出典：JICA 調査団（2024）

表 5.4.4 現況および将来条件の収量 (Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区)

作期	平均収量		備考
	現況	改修後	
雨期作	2.4	3.9	現況は天水農地を含めた平均収量を示す
乾期作	3.9	4.5	

出典：JICA 調査団（2024）

(2) 洪水被害

「2.3.5 農作物への洪水被害」で記載のとおり、全国規模の洪水被害の実態については国家災害管理委員会にて取りまとめられたデータが存在しており、2013 年、2020 年および 2022 年の大洪水時の被害額および被害農地面積が明らかになっている。これらの記録からヘクタールあたりの

被害額を算定すると、その被害額は約 307 USD/ha である。

表 5.4.5 単位面積あたりの洪水被害額（全国）

Flood Year	Flood Affected Area (’000 ha)	Flood Damage (million USD)	Unit Damage (USD/ha)
2013	550.9	150.0	272.3
2020	435.4	187.5	430.6
2022	376.8	81.0	215.0
Average	454.3	139.5	307.1

出典：MAFF Annual Report 2023 および NCDM Annual Report 2020-2023

Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区では、農家社会経済調査を通じて、各地区 45 農家を対象に過去 5 年の洪水および干ばつ発生時の被害面積と発生時の収益について聞き取りを行っており、洪水・干ばつ被害が発生していない農地の利益と洪水・干ばつ被害が発生した農地の利益の差分を洪水被害額と定義して、被害額の算定を行っている。算定の結果は表 5.4.6 のとおりであり、被害額は約 418 USD/ha と見積もられた。本検討では、この単価を適用し、事業完了後は洪水被害が抑えられる仮定で洪水被害への貢献度を算定した。

表 5.4.6 単位面積あたりの洪水被害額（Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区）

状態	収益 (USD/year/ha)
水害なし	+209
水害あり	-209
想定被害額	418

出典：JICA 調査団（2024）

(3) 想定される便益

農業生産性の向上効果と洪水被害の軽減効果の算定結果を下表に示す。事業実施前後の農家収益額の差分は約 301 USD/ha と見積もられた。なお、農業生産性の向上効果、特に高収量品種への移行については水害に対する水セキュリティが十分に向上していることが前提となる。また、改修事業が実施された後の乾期の計画作付率は 10%であり、利用できていない農地のポテンシャルは依然として存在する。したがって、乾期の豆類等の裏作の実践や、節水稻作として間断灌漑や中干しを実践する農家が増えてくれば、受益面積あたり収益の更なる向上が期待できる。

表 5.4.7 単位面積あたりの事業効果算定額（Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区）

項目		Khpob Trobek および Tumnup Lok	備考
事業実施前の農家収益		218 USD/ha	事業効果：217.8 + 83.6 = 301 USD/ha
事業実施後の農家収益		519 USD/ha	
内訳	農業生産性の向上効果	218 USD/ha	
	洪水被害の軽減効果	84 USD/ha	

出典：JICA 調査団（2024）

第6章 優先事業地区に係る追加調査：Spean Sraeng 灌漑地区

6.1 事業地区の一般概要

本節では、対象地区の位置、地形、土地利用、気象水象状況および社会経済状況を含めた基本統計情報に加え、既存灌漑施設についてその特徴を整理する。

6.1.1 位置と行政区画

Spean Sraeng 灌漑地区は、Sreng 川の下流部に位置する灌漑地区であり、河川を州境界として西側が Banteay Meanchey 州（Phnum Srok 郡）、東側が Siem Reap 州（Kralanh 郡）の管轄となる。各州の州都からは国道 6 号線を通じてアクセスが可能であり、Siem Reap からは約 70km、Serei Saophoan（Banteay Meanchey 州）からは 65km 程度の距離にある。受益地は Spean Sraeng、Ta An、Chanias Dai、Kampong Thkov の 4 コミューンにわたる。

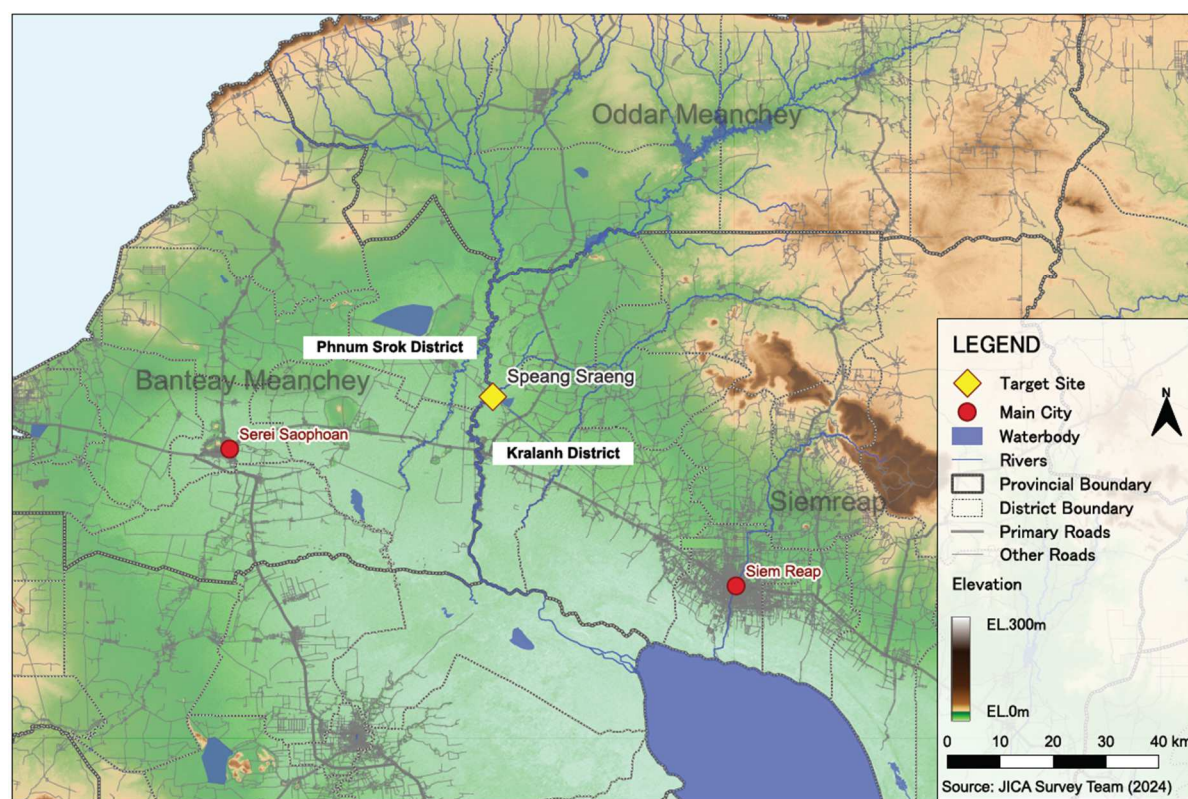


図 6.1.1 Spean Sraeng 灌漑地区位置図（広域）

出典：JICA 調査団（2024）

6.1.2 地形

Spean Sraeng 灌漑地区は、タイおよびラオスとの国境を形成する Dangrek 山地を水源とする Sreng 川を水源とし、南に向かって 1/10000～2/10000 程度の緩勾配で蛇行しながら流下し、トンレサップ湖へと流下する。SRTM による標高データによれば、受益地の標高は EL.10m～EL.22m（平均標高 EL.15.0m）と低く、12,500ha もの広大な受益地はほとんどが平坦な土地である。また、Siem Reap 側、Banteay Meanchey 側で標高分布に大きな違いはない。

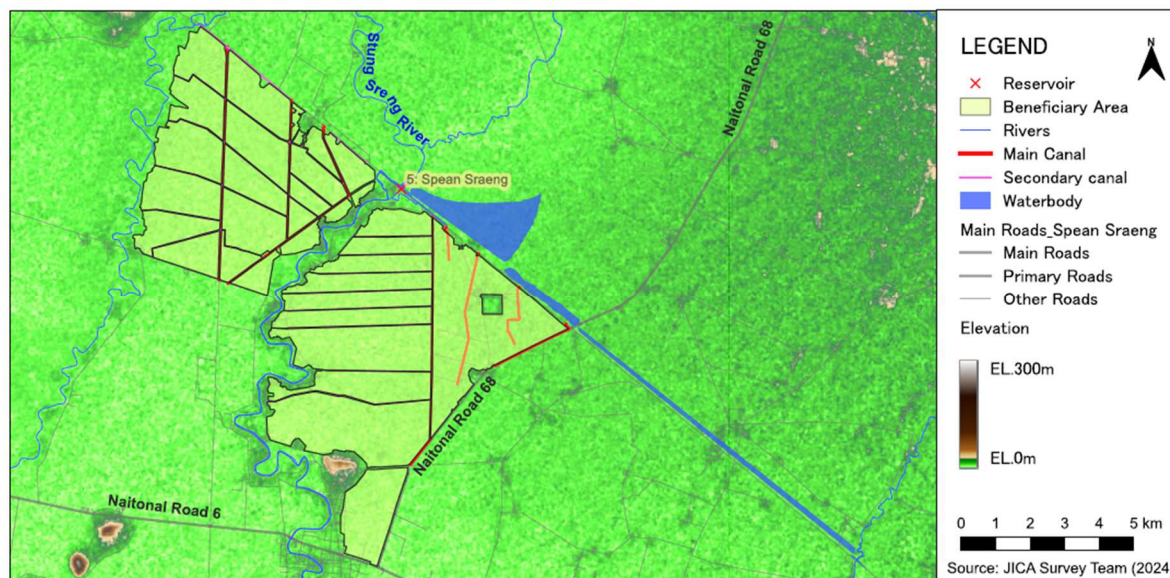


図 6.1.2 Spean Sraeng 灌漑地区位置図

出典：JICA 調査団（2024）

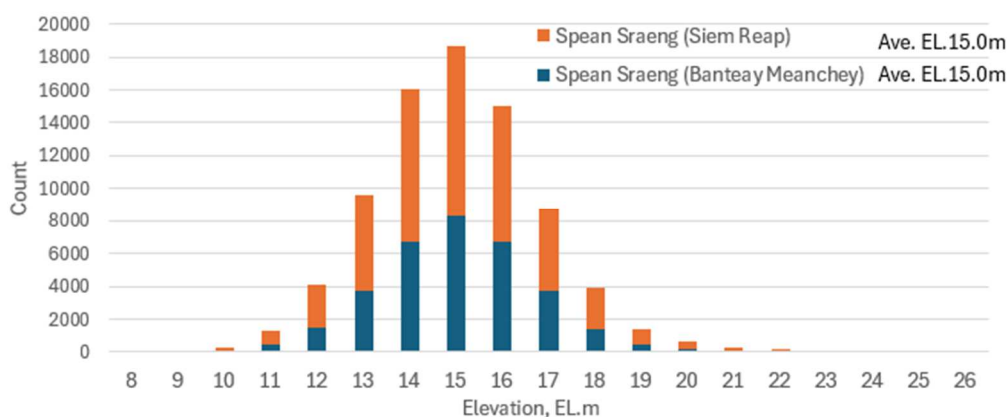


図 6.1.3 Spean Sraeng 灌漑地区標高分布

出典：JICA 調査団（2024）

6.1.3 土地利用

Sentinel-2 より提供される一連の光学画像データより解析される土地利用分布図を基に、2017 年、2020 年、2023 年の対象地区における土地利用分布の変化を図 6.1.4 および図 6.1.5 に示す。

Spean Sraeng 灌漑地区の土地利用は、2023 年にかけて耕作地と評価された農地は増加傾向にあり、2017 年の 65%から 2023 年には 83%まで増加している。増加分は主として Rangeland (放牧地) と評価された土地、すなわち水が十分に供給されなかった農地であることから、灌漑施設等により水が供給された影響であると考えられる。

しかしながら、2019 年や 2021 年は耕作地と評価されなかった農地が多く発生しており、特に Banteay Meanchey 州側の受益地中央部、Siem Reap 州側の受益地下流部および東部が水不足になりやすい傾向があると推測されることから、灌漑施設の改修による改善が期待される。なお、2017 年から 2023 年の間は灌漑地区内の都市化が進んでおらず、Built Area は全体の 4%以下であり、受益地は基本的に農地として活用されていることが分かる。

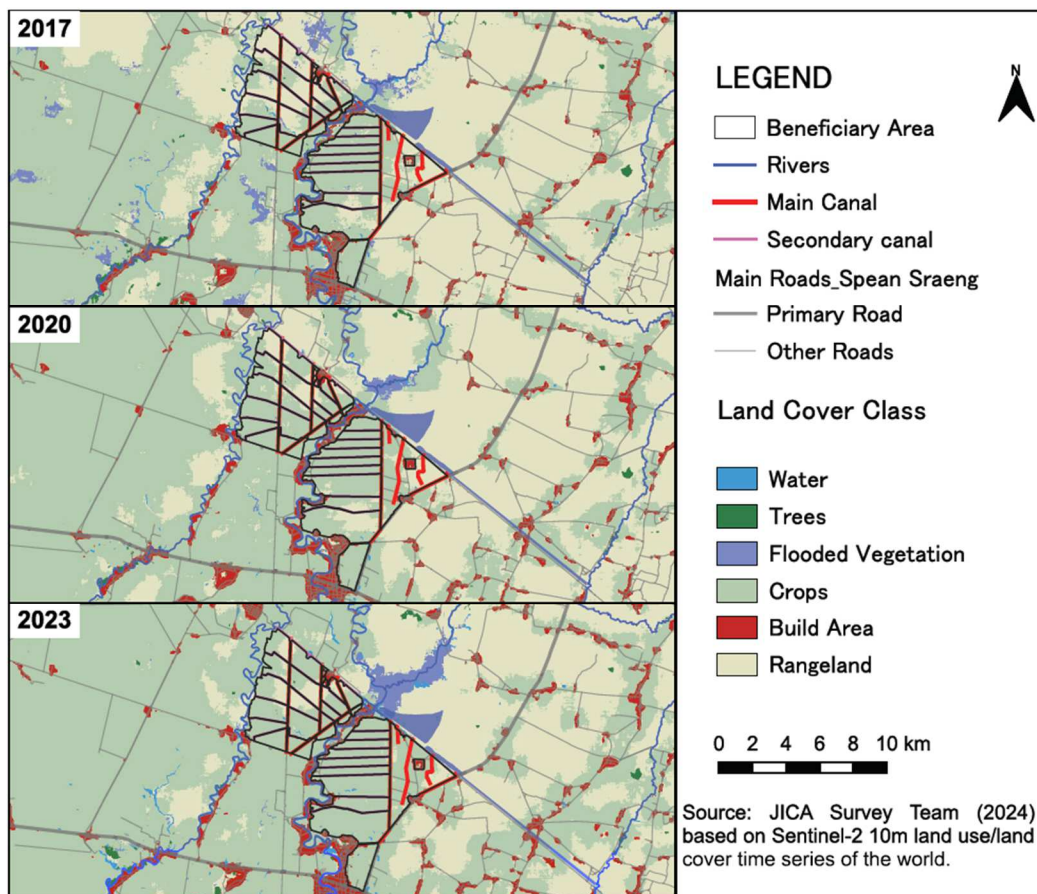


図 6.1.4 土地利用の経年変化 (Spean Sraeng 灌漑地区)

出典：JICA 調査団 (2024)

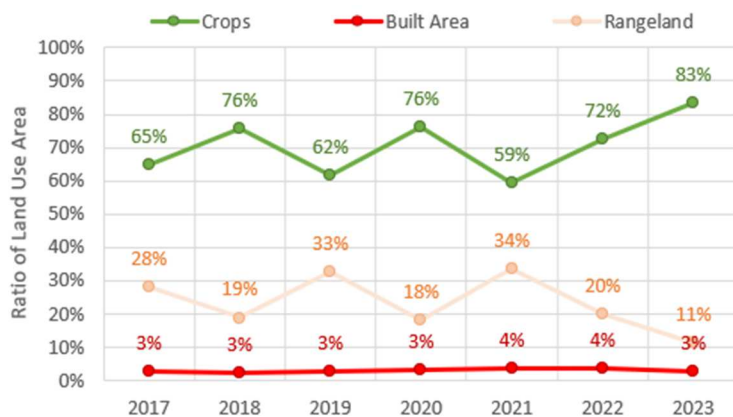


図 6.1.5 主要土地利用区分の経年変化 (Spean Sraeng 灌漑地区)

出典：JICA 調査団 (2024)

6.1.4 気象水象

Banteay Meanchey 州の 2002 年から 2023 年までの 22 年間の降水量記録を基に作成した月間降水量と月間気温の推移を図 6.1.6 および図 6.1.7 に示す。年間降水量は 4 州の中で最も少なく、平均年間降水量 1,195mm 程度である。通常、雨期は 5 月から 10 月までの 6 ヶ月間を指し、125mm から 242mm 程度の月間降水量が発生しており、年間降水量の 83%弱に相当する 989mm の降水がこの期間に集中する。雨期と乾期の端境期である 3 月、4 月および 11 月、12 月は、年により降水量が大きくばらつく他、雨期においても降水量が十分に発生しない年もあり、このような年には作

物に十分な水を供給できずに干ばつ被害が発生する傾向にある。

平均気温は月によって大きな変動はなく 25℃から 31℃の間で推移しており、乾期の終盤にあたる 4 月にピークを示し、そこから次の雨期の終盤である 10 月にかけて緩やかに減少する。乾期である 1 月から 4 月是一日の寒暖差（最高気温と最低気温の差分）が最も大きい時期であり、18℃程度の変動を示す。

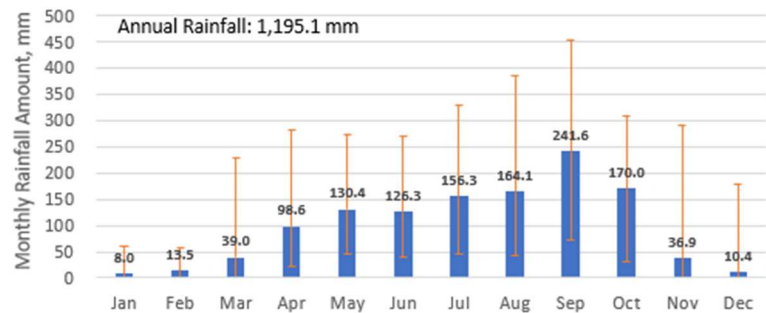


図 6.1.6 Banteay Meanchey 州の月間降水量分布

*ひげは最低/最高記録をそれぞれ表す
出典：JICA 調査団（2024）

表 6.1.1 Banteay Meanchey 州の月間平均降水量および最大/最小降水量

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Average	8	13	39	99	130	126	156	164	242	170	37	10
Minimum	0	0	0	21	45	39	46	43	71	31	0	0
Maximum	62	58	229	282	273	268	329	386	453	309	291	178

出典：JICA 調査団（2024）

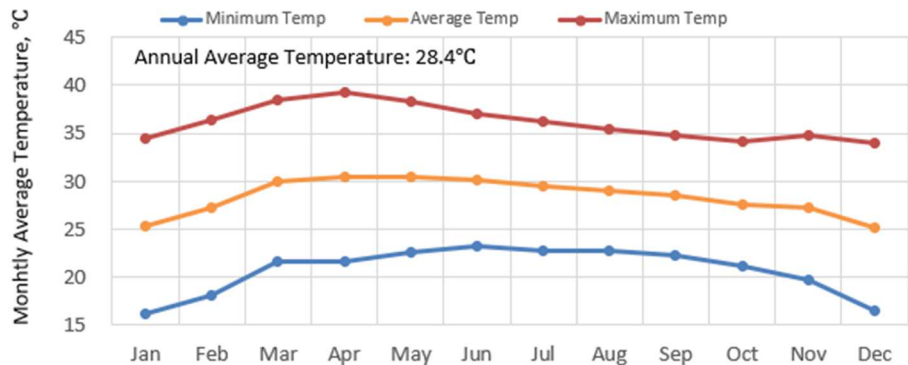


図 6.1.7 Banteay Meanchey 州の月間平均、最大、最低気温分布

出典：JICA 調査団（2024）

6.1.5 既存灌漑施設

貯水池に付帯する主要灌漑構造物として、従来は幹線水路に水を導く取水工であったものが、橋梁として改修されたもの、取水口、及び洪水吐がある。堤防の嵩上げは計画されていないことから、機能上問題が無ければそのまま維持することとなるが、橋梁の場合は幹線水路に放流する水位・水量の調整ができないことから取水工（水門）への切り替え、現状の取水口は機能上問題があることから全面改修、洪水吐についても止水機能が十分でないことから改修の必要がある。



図 6.1.8 Spean Sraeng 地区貯水池の主要水利施設 (1)

出典：JICA 調査団 (2024)



図 6.1.9 Spean Sraeng 地区貯水池の主要水利施設 (2)

出典：JICA 調査団 (2024)

また、Spean Sraeng 地区において、盛土材料としての適性を確認する目的で貯水池近傍の 1 か所で土壌サンプリングを行い、室内試験に供した。採取した試料の物理試験結果は、MOWRAM が設定した許容値の範囲内に全て収まっている。この結果は、貯水池近傍の土は分散性を示すものではなく、これを盛り土材として利用することに関して特に問題はないことを示している。

表 6.1.2 Spean Sraeng 地区の貯水池近傍で採取した土の物理試験結果

Items/ Location	土粒子の直径				液性限界 LL (%)	塑性指数 (PI)	線状収縮 (LS)	スレーキ ング (乾) (s)	スレーキ ング (湿) (s)
	63mm	16mm	2mm	0.063mm					
MOWRAM 許容範囲	100	70-100	35-100	30-90	30-70	PI > 12	LS < 18	S > 30	S > 30
Spean Sraeng	100	100	87	57	33.2	18.5	10.7	S>300	S>300

出典：JICA 調査団 (2024)

6.1.6 社会経済

Banteay Meanchey 州の人口は約 86 万人、1 世帯あたりの世帯員数は 4.29 人である。農業には 21.8 万人（18~60 歳人口の 45%）が、サービス業（建設業含む）には 12.2 万人（18~60 歳人口の 25%）が従事している。特筆すべきは、主業を持たない 18~60 歳人口が約 14 万人（全体の 29%）を占めることであり、これは 4 州の中で最も高い。また、Banteay Meanchey 州の約 16 万人は出稼ぎに出ており、そのうち約 13 万人の働き先は海外である。これは、同州がタイに隣接していることが背景にある。

一方、Siem Reap 州の人口は約 120 万人、1 世帯あたりの世帯員数は 4.54 人である。農業には 35.6 万人（18~60 歳人口の 59%）が、サービス業（建設業含む）には 17 万人（18~60 歳人口の 26%）が従事している。出稼ぎ者が約 11 万人となっているが、海外・国内の出稼ぎ割合は半々である。これは、Siem Reap 州にはアンコールワットという有名な観光地があるため、州内で就労の機会があるためと考えられる。

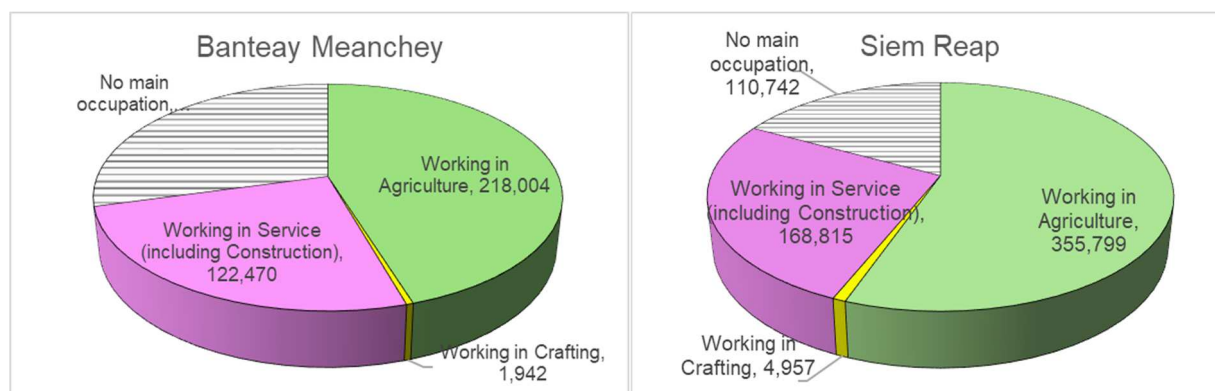


図 6.1.10 Banteay Meanchey 州および Siem Reap 州の就業別人口

出典：Status Information on Socio-economic Affairs 2024、Banteay Meanchey 州および Siem Reap 州

Banteay Meanchey 州と Siem Reap 州を含むトンレサップ Zone の貧困率は平均 23.8%であり、全国平均の貧困率 17.8%よりも高い。両州の境界では、貧困率が 30%を超える Commune もわずかにあるが存在する（次図参照）。ただし、特に貧困率が高いのは、Siem Reap 州の東北部であり、両州の週境に位置する Spean Sraeng 灌漑地区の貧困度合いはそれほど深刻ではないと考えられる。

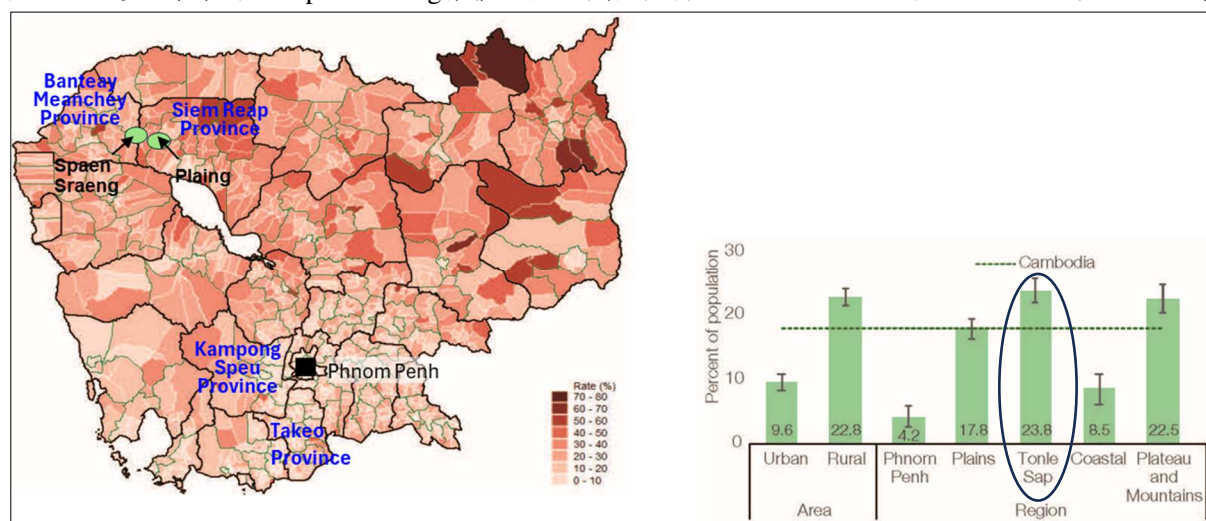


図 6.1.11 Spean Sraeng 灌漑地区周辺の貧困率

出典：WB、CAMBODIA POVERTY ASSESSMENT Toward A More Inclusive and Resilient Cambodia 2022

男性と同様、Banteay Meanchey 州の女性は主業を持たない割合が高い。18～60 歳の女性 24 万人のうち、主業を持つ割合は 48.4%に過ぎない。これは 4 州の中では最も低い値である。一方、Siem Reap 州では、女性の 18～60 歳人口 33 万人のうち、主業を持つのは 63%である。いずれも、女性の 18～60 歳人口の約 7 割は農業に従事している。男性と同様、Banteay Meanchey 州では女性も海外への出稼ぎ者が高く（4.7 万人）、Siem Reap 州では海外・国内の出稼ぎ者数が拮抗している（それぞれ 1.8 万人）。

Banteay Meanchey 州には、Spean Sraeng Rorlum Chrey FWUC、Spean Sraeng Trapeang Ambel FWUC の 2 つの FUWC が設立されており、いずれも Deputy Director を女性が務めている。夜間の水路の見回りやゲートの開閉などの作業はハードワークではあるものの、ほかの役員と分担しながら自分の責務を遂行している。また、FWUC の役員は MOWRAM 傘下の技術サービスセンターによる技術研修に参加しており、技術的な知識も身に着けている。知識や経験を持つ女性の意見が尊重され、それが FUWC の活動に反映させることは、現時点でも十分に可能である。

両州ともに主要民族はクメール民族であり、先住民族はそれぞれの州全体でも、1,000 人に満たない¹。また、PDWRAM 職員や受益農家によると、Spean Sraeng 灌漑地区には、先住民族は居住していないとのことである。

¹ 出典：<https://opendevelopmentcambodia.net/topics/ethnic-minorities-and-indigenous-people/>

6.1.7 環境、住民移転および社会配慮

Spean Sraeng 灌漑地区の周辺には、Khmeng Bridge と呼ばれる、12 世紀にアンコール朝によって建造された橋（写真左下参照）があり、このほかにも橋の遺跡が点在している。また、Spean Sraeng 灌漑地区の北側（受益地外）には、Ancient Area と呼ばれる寺が所有する農地（写真右下）があり、ここは個人所有ではなく文化・美術省内の管理下に置かれている。さらに、Spean Sraeng 灌漑地区の北端部の水路沿いの道路は、Royal Road と呼ばれており（次図参照）、文化遺産が多く分布している地域である。文化・美術省に確認したところ、この地域における開発には、事前に文化・美術省の専門家による現地調査が必要である。



写真: Khmeng Ancient Bridge



写真: Ancient Area（文化・美術省の管轄下）

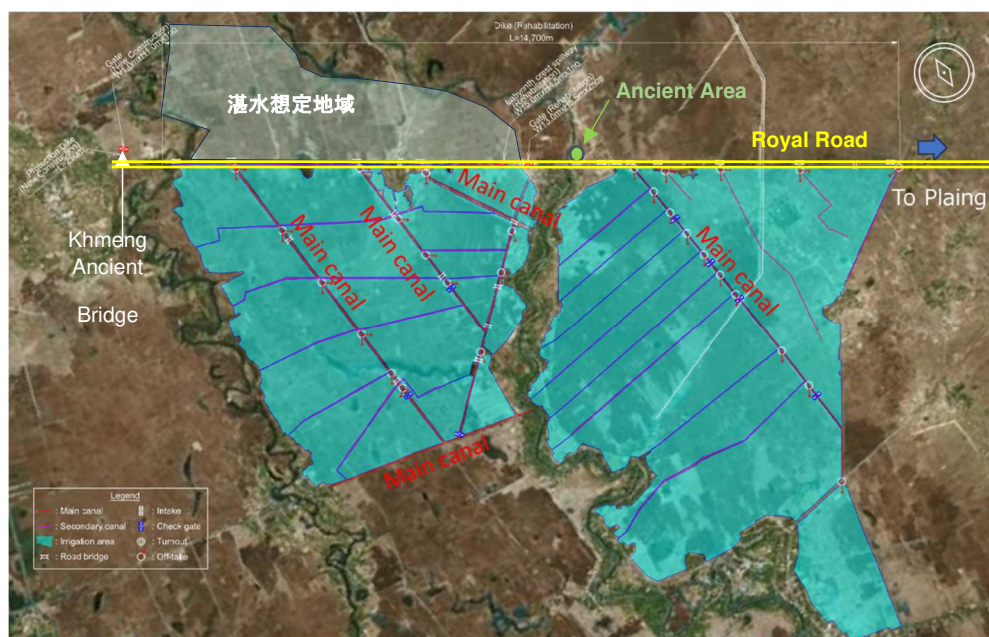


図 6.1.12 Spean Sraeng 灌漑地区と周辺状況

出典：JICA 調査団（2024）

Spean Sraeng 灌漑地区においては、現在幹線水路に上流からの水が流入して水路の土壌侵食を起こしている状態である。仮に、幹線水路沿いの上流部に 3 箇所のゲートを設置すると水が貯留されるが、これにより湛水地域が大幅に増加し、幹線水路（Spean Sraeng 灌漑地区北端）の北側が数 km 四方にわたり水没する可能性がある（次図参照）。その場合、その農地の用地取得、補償が必要である。さらに、2 次水路、3 次水路の新規建設が計画されているため、農地の取得が必要で

ある。ただし、水路建設予定地周辺に家屋はないため、住民移転は想定されない。

一方、Spean Sraeng 灌漑地区の南部には、Preah Net Preah / Kra Lanh / Pourk Important Bird Area (IBA) が存在する。この IBA は、雨期のみに氾濫する草原と低木林から構成されており、ベンガルショウノガン (*Houbaropsis bengalensis*)、オオヅル (*Grus antigone*)、セイタカコウ (*Ephippiorhynchus asiaticus*)、ホシバシペリカン (*Pelecanus philippensis*) などが生息している²。IUCN レッドリストによると、ベンガルショウノガンは CR (Critically Endangered)、オオヅルは VU (Vulnerable)、セイタカコウとホシバシペリカンは NT (Near Threatened) に分類されるなど、世界的にも希少な生物がこの IBA に生息している。

また、上記 IBA の南部に隣接して、トンレサップ Biosphere Reserve (生物圏保護区) が存在する。カンボジアの保護区管理法 (Law on Law on Protected Area Management, 2008 年) では、このトンレサップ生物圏保護区は「生態系の保全と生息地の回復、持続可能な環境、経済、社会、文化の発展の支援、実証事業の実施、研修、調査の活動の支援を目的として指定」されている。そして、このトンレサップ生物圏保護区に内包される形で、Prek Toal サムサールサイトが位置している。これらの位置関係を次図³に示す。

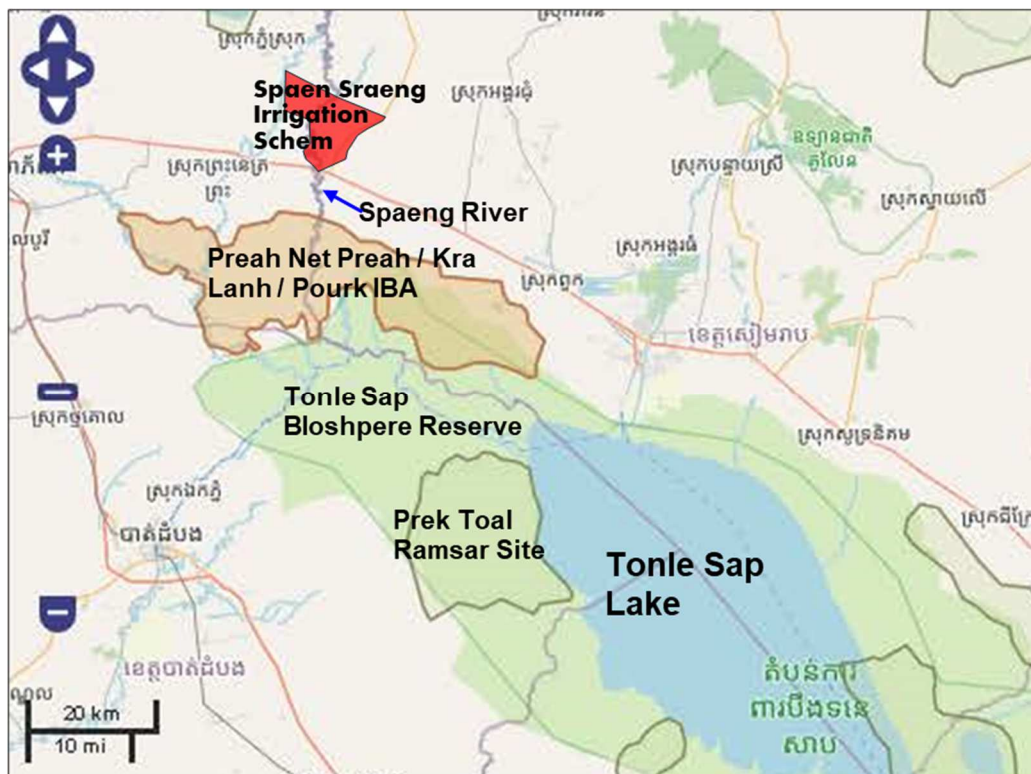


図 6.1.13 Spean Sraeng 灌漑地区と IBA、生物圏保護区、ラムサールサイトの位置関係
出典 : Birdlife International (2024 年 7 月ダウンロード)

Prek Toal ラムサールサイトでは、乾期に水はなく、そのほとんどが淡水湿地林に覆われているが、毎年洪水が起こり、その水深は最大 8 メートルに達する。森林は大量の土砂を捕捉し、堆積した栄養分は植物や魚の成長を促し、この場所で多くの水鳥やその他の野生生物を支えている。

² 出典 : <https://datazone.birdlife.org/site/factsheet/16653>

³ 出典 : <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/preah-net-preah--kra-lanh--pourk-iba-cambodia>

Prek Toal ラムサールサイトには、絶滅の危機に瀕しているバタゲールガメ (*Batagur baska* : IUCN のレッドリストでは CR)、シャムワニ (*Crocodylus siamensis* : IUCN レッドリストでは CR に分類される)、パーカーホ (*Catlocarpio siamensis* : コイ科の大形種、IUCN レッドリストでは CR に分類される)、メコンオオナマズ (*Pangasianodon gigas* : IUCN レッドリストでは CR に分類される) など、世界的に絶滅の危機に瀕している種の多様な生息地がある。

営巣する水鳥の数と多様性が高く (2001 年以来、定期的に 20,000 羽以上がカウントされている)、絶滅危惧種に指定されているオオハゲコウ (*Leptoptilos dubius* : IUCN レッドリストでは NT に分類される) やアジアヒレアシ (*Heliopais personatus* : IUCN レッドリストでは CR に分類される) など、世界的に絶滅が危惧されている種も多い。なお、この地域は生物地理学的にユニークな場所となっており、浮き家屋に住み、漁業と養殖業で生計を立てている世帯も多くみられるなど文化的にも重要な地域である。

Spean Sraeng 灌漑地区において、改修事業が実施され、作付け率が向上する場合、化学肥料や農薬の投入量が全体的に増加する可能性がある。同灌漑地区の中央部を北から南に流れる Sreng 川は、農地からの排水を受けながら南下する。Spean Sraeng 灌漑地区から IBA まで 10km 程度距離があり、その間に化学肥料や農薬は拡散・分解される可能性はあるが、今後、詳細な検討が必要である。一方、Spean Sraeng 灌漑地区からトンレサップ生物圏保護区までは約 20km の距離があり、農業生産活動による影響は甚大ではないと想定される。さらに、ラムサールサイトについては、同灌漑地区から直線距離で約 40km と十分な距離があることから、本事業によるラムサールサイトへの直接的な影響はないと考えられる。

6.2 事業地区の営農状況と営農計画

6.2.1 対象地区の農業

(1) 農業一般統計

Spean Sraeng 灌漑地区の位置する Banteay Meanchey 州の農業基礎情報を表 6.2.1 に記す。当灌漑地区のある Phnom Srok 郡は耕種農家数が 9 郡中 5 番目に多く、耕種農家数、稲作農家数ともに、州内の平均以上の数値である。また当郡は労働人口中の農業人口の割合が最も多い 83.4 % であり、郡内の経済において特に農業が重要な産業である。

表 6.2.1 Banteay Meanchey 州の郡別農業基礎情報

No.	District	No.						%		
		Households (HHs)	Total population	Working population (Over 18 Years old)	Crop farming population	Rice farming population	Average family size/HHs	Ratio of working population/ HHs (Over 18 Years old)	Ratio of farmers (Farming/working population)	Ratio of rice farmers (Rice/crop farming population)
1	Mongkol Borey	43,240	190,603	64,770	41,887	22,472	4.4	34.0	64.7	53.7
2	Preah Netr Preah	26,117	115,163	47,221	33,984	20,723	4.4	41.0	72.0	61.0
3	Thma Puok	20,019	77,760	38,415	30,676	19,783	3.9	49.4	79.9	64.5
4	Svay Chek	19,464	77,526	37,103	30,592	21,515	4.0	47.9	82.5	70.3
5	Phnom Srok	14,154	64,087	32,496	27,089	17,443	4.5	50.7	83.4	64.4
6	Ou Chrov	14,833	64,150	27,121	20,483	13,365	4.3	42.3	75.5	65.3
7	Malai	14,627	60,278	24,914	16,588	4,991	4.1	41.3	66.6	30.1
8	Serei Saophoan	24,406	101,734	34,485	11,511	3,107	4.2	33.9	33.4	27.0
9	Poipet	24,523	112,779	35,891	5,194	614	4.6	31.8	14.5	11.8
Ave		22,376	96,009	38,046	24,223	13,779	4.3	41.4	63.6	49.8

出典：Provincial Department of Planning of Banteay Meanchey (2023) を基に調査団作成

Banteay Meanchey 州の 2023 年時の稲作栽培面積、収量、年間作付け強度を表 6.2.2 に記す。当灌漑地区のある Phnom Srok 郡は雨期と乾期を通したコメの生産量が州内で 3 番目に多い。年間作付け強度は、122 % と平均値より高い値であった。また、当郡は乾期の単位面積当たりの収量が、5.3 t/ha と雨期の 3.3 t/ha より極めて高いことが特徴である。また、乾期の単位面積当たりの収量は、9 郡の中で最も高い。

この理由について PDAFF 事務所で聞き取りを行った結果、1. 乾期は雨期と異なり洪水被害がないこと、2. 補給灌漑を行える農家しか栽培を実施していないことから、干ばつの影響も受けないこと、3. 補給灌漑を行っても乾期に栽培を行う篤農家しかいないこと、4. 乾期作では高収量性品種の OM 5451 が主に栽培されること、の 4 つが主な理由であった。しかし、雨期の単収は、平均以上であるものの州内で 4 番目であり、雨期の灌漑や洪水被害が課題であることが示唆された。

表 6.2.2 Banteay Meanchey 州の稲作栽培面積、収量、年間作付率（2023 年）

No.	District	Wet Season 2023			Dry Season 2023			Total 2023			Annual Cropping Intensity (%)
		Harvested Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t)	Harvested Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t)	Harvested Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t)	
1	Mongkol Borey	50,010	4.1	203,585	27,300	5.2	140,617	77,310	4.5	344,202	155
2	Preah Netr Preah	47,209	3.6	171,350	13,279	5.0	66,863	60,488	3.9	238,213	128
3	Phnom Srok	32,510	3.3	108,278	7,082	5.3	37,472	39,592	3.7	145,750	122
4	Malai	29,780	3.6	108,626	384	4.3	1,648	30,164	3.7	110,274	101

5	Ou Chrov	28,376	2.9	82,644	264	3.3	877	28,640	2.9	83,521	101
6	Svay Chek	35,907	2.1	76,706	87	3.0	263	35,994	2.1	76,969	100
7	Serei Saophoan	15,050	3.1	46,143	3,713	4.2	15,751	18,763	3.3	61,894	125
8	Thma Puok	20,366	2.3	46,388	0	0.0	0	20,366	2.3	46,388	100
9	Poipet	7,229	2.9	20,984	182	3.5	637	7,411	2.9	21,621	103
Ave		29,604	3.1	96,078	5,810	3.8	29,347	35,414	3.3	125,426	115

出典：Provincial Department of Planning of Banteay Meanchey (2023) を基に調査団作成

(2) 現況の作付体系

Spean Sraeng 灌漑地区では、雨期作に Tewada, Lek Loek などの晩生品種かつ深水稻が土地面積ベースで 70 %栽培され、Phka Rumduol 等の中生品種が 10 %栽培される。深水稻の栽培面積が極めて多いことから、洪水被害が深刻であることが示唆される。また、PDAFF 事務所での聞き取りによると、当灌漑地区では、一期作目であっても洪水や干ばつによって耕地の 20 %の作付けができていない。乾期作では、OM 5451 などの高収品種が 20 %、野菜、穀物が 12 %の農地で栽培されており、乾期の作付け面積が比較的多いことが特徴である。

図 6.2.1 に Spean Sraeng 灌漑地区の作付け体系を示す。上表で示した Banteay Meanchey 州 Phnom Srok 郡の統計データの年間作付け強度と比較して、大きな違いはなく、比較的豊富な水資源を利用した乾期作が盛んであることが分かる。

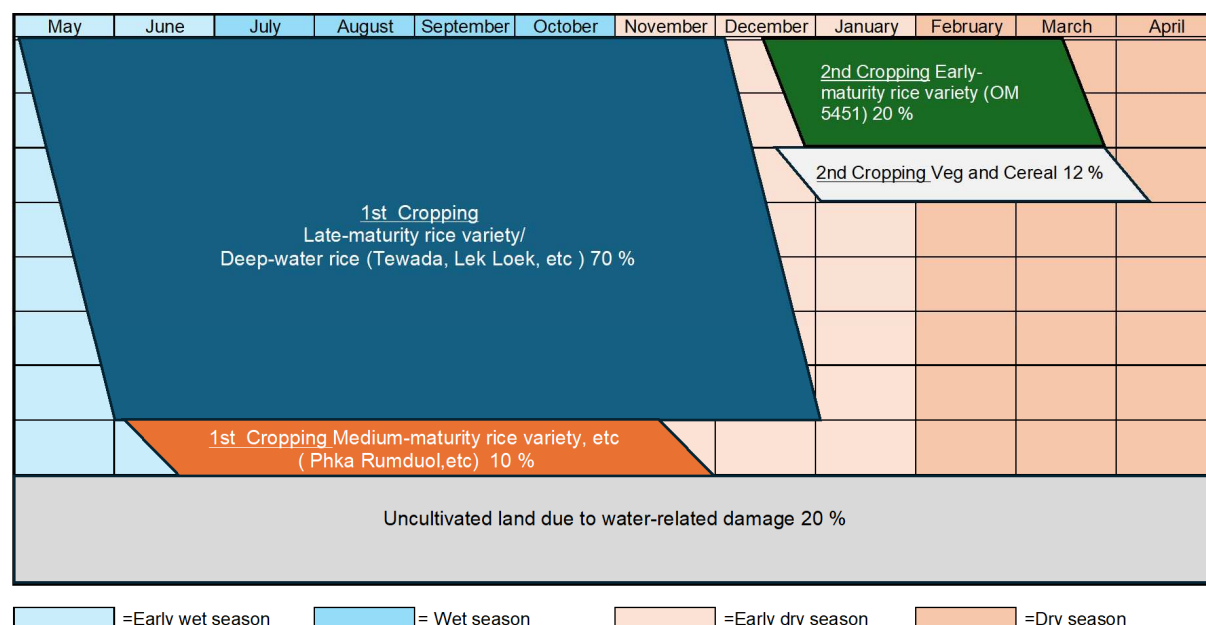


図 6.2.1 Spean Sraeng 灌漑地区の作付体系

出典：JICA 調査団 (2024)

(3) 洪水、干ばつ被害

Spean Sraeng 灌漑地区の洪水および干ばつの影響を受けた世帯の比率を図 6.2.2 に、土地面積ベースでの過去 5 年間の洪水・干ばつ被害率を表 6.2.3 に示す。洪水・干ばつの影響を受ける頻度は、ほぼ毎年受けている農家の割合は洪水が 89 %、干ばつが 49 %に上り、それぞれの影響が頻繁に起きていることが分かる。また、各災害被害面積の割合は、洪水が 41 %、干ばつが 12 %であり、特に洪水被害が多く発生している結果であった。上記から、農業生産性の向上には、特に洪水への対策が急務であると考えられる。

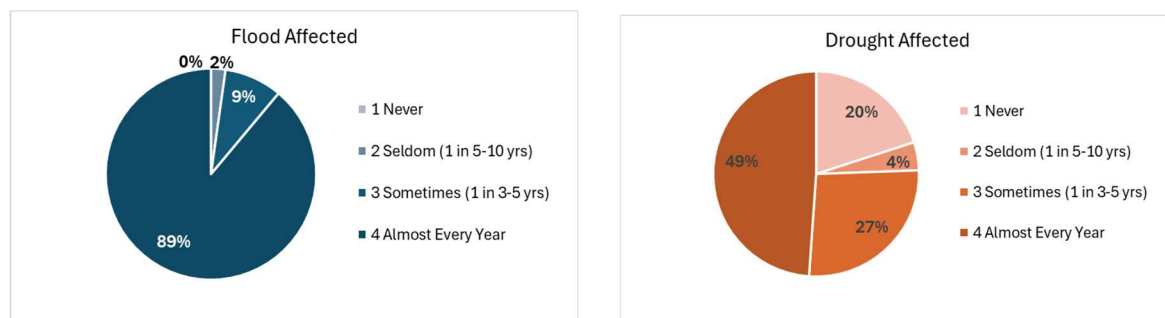


図 6.2.2 洪水・干ばつの影響を受ける頻度 (Spean Sraeng 灌漑地区)

出典：JICA 調査団（2024）

表 6.2.3 Spean Sraeng 灌漑地区の洪水・干ばつ被害面積の割合

Item	Flood Damage	Drought Damage
Area Ratio	41%	12%

出典：JICA 調査団（2024）

(4) 農作物の流通状況

Spean Sraeng 灌漑地区で生産されたコメは 15%が家庭内消費となり、85%が販売用である。他の 3 灌漑地区と比較して、最も販売向けの割合が高かった。これは後述の表 5.2.13 に記載している通り、当灌漑地区は、世帯当たりの耕地面積が大きいことが理由として考えられる。販売されるコメのうち 60%が輸出され、40%が国内市場に流通する。

輸出向けの VC では、資材業者→生産者→精米業者→輸出業者、または、資材業者→生産者→国内集荷業者→国外市場など複数のフローが存在するが、生産者以降からは、国外集荷業者が他国へ輸出するというフローが最も一般的であった。しかし、国外に出てからの流通経路は不明であった。国内市場向けの VC では、資材業者→生産者→国内集荷業者→精米業者→卸売業者→小売業者というフローが一般的であり、集荷業者を介さないフローも存在する。

PDAFF 職員への聞き取りでは、灌漑施設の補修により、雨期・乾期の収穫量が増えた場合も、十分な販売先があると考えており、ベトナムを中心とした輸出向けの販売が中心になる想定であった。その他に得られた情報では、国内市場向けの集荷業者や精米業者はカンボジア育種品種のみを購入し、ベトナムで育種された OM 5451 は買い取らない。国内市場向けの買取粳の品質は、1. 品種の純度（他品種の混ざりの少なさ）、2. 未熟米の少なさ、3. 粳の水分含有量（精米に適した 14%ほどであること）の主に 3 つの指標で決定される。

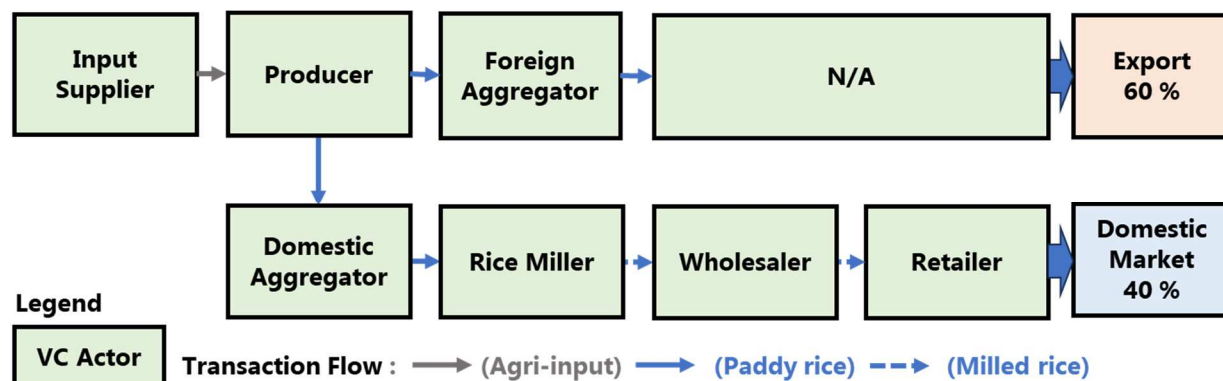


図 6.2.3 Spean Sraeng 灌漑地区のコメ VC

出典：JICA 調査団（2024）

(5) 営農支援体制

Spean Sraeng 灌漑地区の支援体制を表 6.2.4 に整理する。当灌漑地区では 2024 年 7 月現在、Khob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区と同様に MAFF、IFAD、EIB による ASPIRE-AT のプロジェクトが進行しており、竜眼、地鶏、野菜、トウモロコシの VC 支援が行われている。また、Hilfswerk der Evangelischen Kirchen Schweiz (HeKS)、Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC)、Caritas Switzerland NGO など複数の組織が一体となり、野菜 VC 支援が実施されている。その他では、Sovann Phoum NGO による家庭菜園、栄養改善、融資支援、MAFF、PDAFF による洪水や干ばつ被害後の播種用種子の提供や栽培指導、契約農業と野菜栽培の促進が行われている。

以上から、他ドナーとの連携によるプロジェクト効果の最大化という面で、利点の多い灌漑地区であると言える。また当灌漑地区は、コメに関わる支援に限らず、野菜 VC 支援が複数組織で実施されていることが特徴であり、コメ以外の換金作物の推進という面でも、有望な灌漑地区である。

表 6.2.4 Spean Sraeng 灌漑地区での支援体制

Organization	Project name	Period	Support details
MAFF, IFAD, EIB	Agriculture Services Programme for an Inclusive Rural Economy and Agricultural Trade (ASPIRE-AT)	2022-2030	Value Chain support on Longan, Native Chicken, Vegetable, and Maize.
MAFF	Disaster support	When disaster occurred	Provide seeds to farmers for replanting.
MAFF and PDAFF	Technical support	On a regular basis	Provide training related to rice cultivation techniques. Support contract farming between Farmer's cooperative and partners. Advise farmers to cultivate more vegetables.
HeKS, SDC, Caritas Switzerland NGO	Nature Project	2023-2026	Vegetable VC support.
Sovann Phoum NGO	N/A	Ongoing	Support for home garden, improvement of nutrition, and provide a loan.

出典：JICA 調査団（2024）

(6) 農家社会経済

Spean Sraeng 灌漑地区の経済社会にかかる一般情報を表 6.2.5 に記す。当灌漑地区の 45 世帯中（平均 5.8 名/世帯）の兼業・専業農家の割合は 53 %（専業農家が 35 %、兼業農家が 18 %）であり、農家が全体の過半数を占める高い割合であった。このことから、農業が各世帯の所得と生活に大きく影響していると言える。

世帯当たりの農地面積は、平均 3.7 ha（所有地の平均が 2.6 ha、借地の平均が 3.2 ha）であり、農家当たりの保有面積が大きいことが特徴である。また、借地で農耕を行っている農家も 17 世帯おり、保有農地以外での農業活動も比較的一般的に行われている。

雨期の主要品種は、雨期は洪水被害の影響から、Tewada などの晩生品種の浮稲（生育期間：210-240 日）が栽培され、乾期は洪水の影響がほとんどないことから早生品種の OM 5451 が栽培される。浮稲（うきいね）は、稲の一種で、特に水深の深い地域や増水が頻繁な地域で栽培される。通常の稲と異なり、茎が長く成長し、水位が上がっても穂が水面上に出るように進化しており、この特性により、洪水や雨期などで水位が急上昇する環境でも生育が可能である。

表 6.2.5 農家の経済社会にかかる一般情報 (Spean Sraeng 灌漑地区)

No.		Ratio (No.)				Land size (ha)			Main rice variety	
Family member/HH	Average age	Total full/part-time farmers	Full-time farmers	Part-time farmers	Non-farmers	Average field size	Average owned field size	Average leased field size	Wet season	Dry season
5.8	33.3	53% (137)	35% (91)	18% (46)	47% (124)	3.7	2.6	3.2	Deep Water Rice	OM5451

出典：JICA 調査団（2024）

Spean Sraeng 灌漑地区の農業・農外所得を表 6.2.6 に記す。当灌漑地区の農家の平均総所得額は 3,806 USD（1 USD = 4,000 Riel 換算）と算出され、農業所得は全体の 33%、農外所得が全体の 67% を占める結果であった。当該地域は農業所得のほとんどがコメ栽培によるものが特徴であり、農業所得全体の 90%、すなわち農外所得を含めた全体の所得に対しても 30%がコメの所得であり、農家にとってコメの生産が重要なものである現状を示している。

表 6.2.6 Spean Sraeng 灌漑地区の農業・農外所得

	Agricultural Income (Rice)	Agricultural income (Except for Rice)	Nonagricultural Income	Total Income
USD	1,127	131	2,578	3,806
%	30	3	67	100

出典：JICA 調査団（2024）

6.2.2 農業開発計画

(1) 作付計画

Spean Sraeng 灌漑地区の改修前・改修後の作付率と洪水干ばつ被害率を表 6.2.7 に、作付計画を表 6.2.8 に示す。当該地区は洪水被害により約 20%の農地が恒常的に利用できない状況であるが、灌漑施設機能の正常化に伴い、これらの農地は活用可能になる見込みである。しかし、河川規模および灌漑地区の立地から洪水からの完全な防御は難しいと考えられ、改修後も約 21%のエリアで洪水による被害が発生する計画である。なお、干ばつ被害については、灌漑施設の整備に伴い解消される計画とした。

表 6.2.7 Spean Sraeng 灌漑地区の改修前・改修後の作付け強度と洪水干ばつ被害率

Potential Beneficiary Area	Cropping Intensity (%)		Flood/Drought Damaged Ratio (%)	
	Before Project	After Project	Before Project	After Project
12,500 ha	Wet: 80%	Wet: 100%	Flood: 41%	Flood: 21%
	Dry: 32%	Dry: 38%	Drought: 12%	Drought: 0%

出典：JICA 調査団（2024）

作付体系は、基本的には現況の作付暦に準じて計画するが、将来計画においては雨期の浮稲（Deep Water Rice）からより収益性の高い中生品種および早生品種への転換を進める計画である。また、灌漑効率の増加に伴い、乾期の作付率に若干の増加を計画している。

表 6.2.8 Spean Sraeng 灌漑地区の作付計画

Potential Beneficiary Area	Wet Season (%)				Dry Season (%)			
	Before Project		After Project		Before Project		After Project	
	Variety	%	Variety	%	Variety	%	Variety	%
12,500 ha	Deep Water Rice	70	Deep Water Rice	40	Early-maturity variety	20	Early-maturity variety	26
	Medium Maturity Variety	10	Medium Maturity Variety	20	Vegetables and cereals	12	Vegetables and cereals	12
	-	-	Early-Maturity Variety	40	-	-	-	-

Potential Beneficiary Area	Wet Season (%)				Dry Season (%)			
	Before Project		After Project		Before Project		After Project	
	Variety	%	Variety	%	Variety	%	Variety	%
Total	80%		100%		32%		38%	

出典：JICA 調査団（2024）

(2) 計画単収

Spean Sraeng 灌漑地区の計画単収を表 6.2.9 に記す。計画単収を設定するにあたって基準となる現況単収については、2024 年 4 月に実施した農家経済調査の結果を基に算出している。但し、これは先述の洪水・干ばつの影響を受けたサンプルも含んだ単収であるため、一般的な単収よりも小さな値となっていることに注意が必要である。

当灌漑地区の雨期の主要品種である Deep Water Rice および Phka Rumduol の平均単収は 1.6 t/ha と比較的低いものであった。事業実施後は、Deep Water Rice は MAFF で公表されている品種別単収のレベルまで改善させる計画とし 2.0 t/ha を、Phka Rumduol については灌漑地区内の高収量の農家グループレベルの収量まで向上させるものとして 3.0 t/ha で計画する。なお、主として乾期に作付けされる早生品種である OM5451 は現況で 5.0 t/ha の収量を記録しており、生産性が非常に高い品種である。この計画収量については、農家経済調査の結果から高収量を記録した農家の単収を参考に 5.5 t/ha を適用する。

表 6.2.9 Spean Sraeng 灌漑地区の計画単収

Rice Variety	Rice Yield (t/ha)		Remarks
	Current	Planned	
Deep Water Rice	1.6	2.0	1.2 t/ha for farmland with flood/drought damage
Phka Rumduol	1.6	3.0	
OM 5451	5.0	5.5	
Sen Kro Ob	-	4.5	Currently seldom planted, but plan to plant to strengthen the Cambodian rice VC

出典：JICA 調査団（2024）

6.3 事業計画の骨子

6.3.1 事業計画策定の基本方針

本事業による灌漑地区の改修を実行するにあたり、灌漑施設の機能の正常化はもちろんのこと、洪水、干ばつに対する強靱性を向上させることが重要となる。当該灌漑地区は水資源が豊富であることから、干ばつに対しては灌漑施設が機能し、配水が適切になされれば解決すると考えられる。

一方で、水源となる河川と貯水池の規模、そして周囲の地形を考慮すると洪水被害の完全な排除は困難であると考えられることから、洪水については影響の緩和策および洪水に対する強靱性の向上を前提にコンポーネントを策定する。

農業開発のための水資源については、Sreng 川からの取水を前提として利用可能な水資源量を設定する。そのうえで、現況の作付率と農家経済調査結果を参考に、受益面積、作付品種およびそれらの水需要量、さらに貯水池の有効貯水量および灌漑効率を算定し、水収支計算により事業後の作付可能面積を求める計画とする。

6.3.2 水収支計算

(1) 対象流域の概要

Spean Sraeng 灌漑地区の水源となる Sreng 川の流域はトンレサップ湖を形成する 15 の大流域の中で 2 番目に大きく、河川流域全体で 9,931km²（灌漑地区から上流の流域面積は約 6,800km²）を有する広大な流域である。流域はいずれもタイとの国境線を形成する北部の Dangrek 山脈を境界とし、最大標高約 250m から 600m 地点の山頂から標高 100m から 150m 程度の地点まで傾斜 30%程度の急峻な斜面を形成、その後は 0.1%から 0.01%程度の非常になだらかな低平地が広がっていることから、流域のほとんどが低平地に該当する（標高 100m 未満のエリアが全体の 90%を占める）。

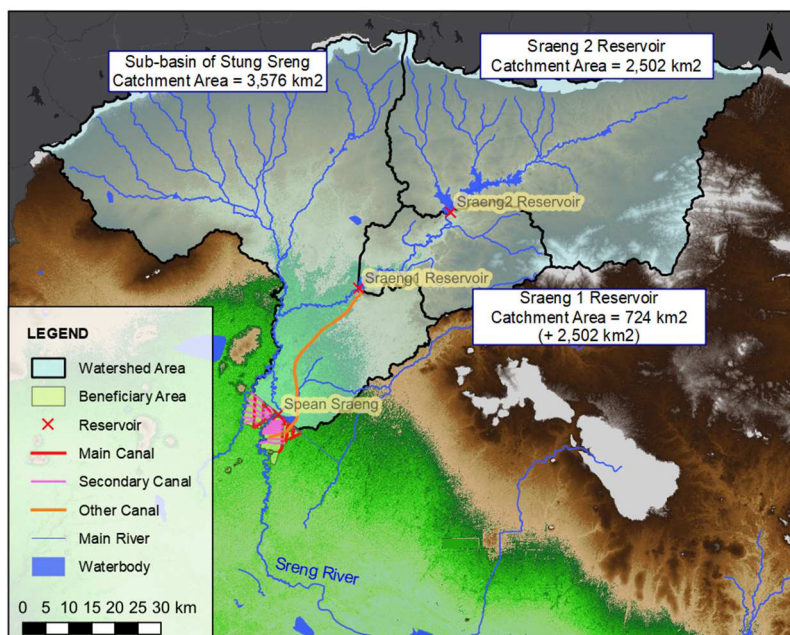


図 6.3.1 Spean Sraeng 流域図

出典：JICA 調査団（2024）

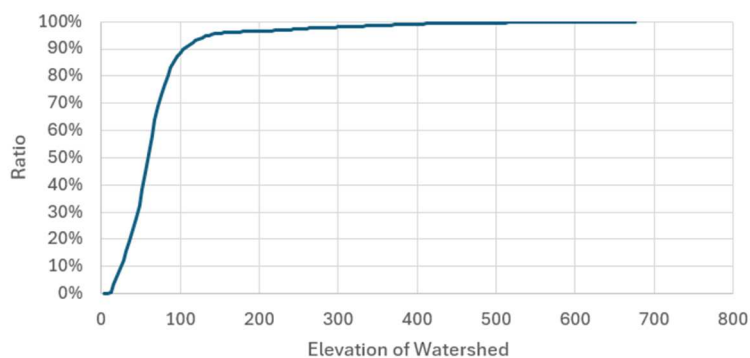


図 6.3.2 Spean Sraeng 流域の標高分布

出典：JICA 調査団（2024）

Spean Sraeng 流域の降水量分布を下図に示す。カンボジアでは利用可能な雨量観測所の数に限られること、またその精度が十分ではない可能性があることから、JAXA の提供する衛星全球降水マップ（GSMaP）による 1 時間降雨量データを用いている。Spean Sraeng 流域は非常に広大な流域であることから小流域毎の降水量を算定している。流域別で全体の降水パターンに大きな違いはないものの、年間降水量で比較すると、低平地のみが広がる Group3、Group4、Group5 では 1,200mm 程度、小山地を含むその他のグループでは約 1,300mm を示し、8%程度の違いが確認された。

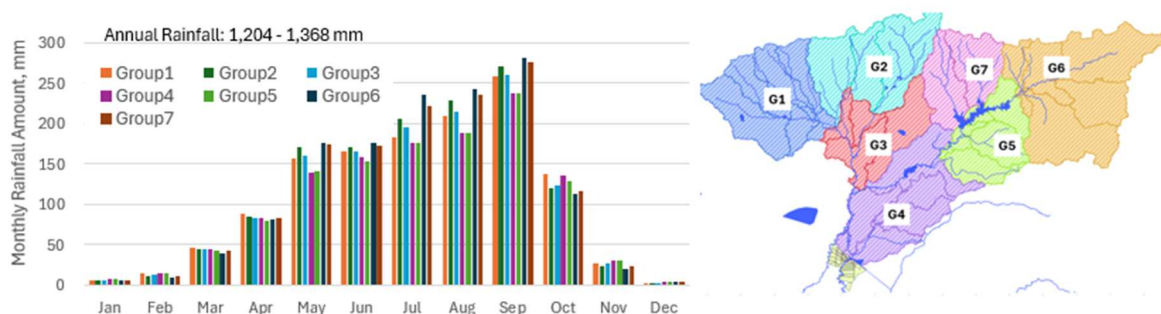


図 6.3.3 Spean Sraeng 流域の月間降水量分布

出典：GSMaP（2024）

(2) 洪水量の概略検討

頭首工の設計洪水量の決定に用いる再現期間（確率年）は、現在実施中の NaSDeP の中でも検討されている事項であり、プロジェクトの最終成果に合わせて設定することが望ましい。本検討では、他地区の JICA 事業の設計事例を参考に、再現期間を 100 年として検討を行う。

(2-1) 確率降水量

両流域の 1999 年から 2023 年までの 25 年間の降水量データを用いて、日最大降水量の確率計算を行い、それぞれの確率分布モデルにおける確率年別の日最大降水量を算定した。結果は下表に示す通り、Gumbel 分布と他のモデル（一般化極地分布モデル: GEV および対数ピアソンⅢ型分布: LogP3）で異なる予測値を示した。洪水に用いる日降水量は、最も SLSC 値の低い GEV（一般化極地分布）モデルの数値を採用する。すなわち、Spean Sraeng 灌漑地区においては、100 年確率の日降水量として 221.4mm を適用する。

表 6.3.1 Spean Sraeng 灌漑地区の再現期間別の日最大降水量

Return Period	Probability Distribution Model			
	Gumbel	GEV	LogP3	Iwai
2	60.1	54.2	54.4	-
5	86.2	77.0	78.9	-
10	103.4	98.3	101.6	-
20	120.0	125.3	129.5	-
50	141.5	173.0	177.0	-
100	157.5	221.4	223.4	-
200	173.5	283.9	281.4	-
SLSC (99%)	0.075	0.033	0.034	-

出典：JICA 調査団（2024）

(2-2) IRS method

IRS 法は、過去にカンボジアで行われた Irrigation Rehabilitation Study (Mekong Secretariat 1994) で推奨される洪水量計算手法であり、流域面積のみをパラメータとした非常に簡易な洪水量算定手法である。標高 100m 以下の低地で適用性が高いとされること、水文データを一切必要としない計算方法であることから、利用可能な情報が限られるカンボジアでは適用性が高いと評価されている。計算式は以下のとおりである。

$$MAF = AREA^{0.9}$$

$$Q_{10} = 1.53 \times MAF$$

$$Q_{20} = 1.78 \times MAF$$

$$Q_{50} = 2.00 \times MAF$$

$$Q_{100} = 2.20 \times MAF$$

ここで、MAF: 平均洪水流量 (m³/sec)

AREA: 流域面積 (km²)

Q₁₀: 再現期間 10 年における洪水流量 (m³/sec)

表 6.3.2 Spean Sraeng 灌漑地区の洪水流量 (IRS 法)

Return Period	Spean Sraeng (A = 6,802km ²)
2	2,814 m ³ /s
10	4,304 m ³ /s
20	5,009 m ³ /s
50	5,629 m ³ /s
100	6,191 m ³ /s

出典：JICA 調査団（2024）

(2-3) Unit Hydrograph (SCS-CN)法

Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) 法は、単位時間ごとの降水量のデータをインプットとして、地表流出量を算定するためのモデルであり、米国の農務省水土保持局 (USDA SCS) によって開発された。土壌および土地利用区分に基づいた CN 値をベースとして降雨に対する流出の特性を定義しており、更に流域の形状や標高分布などの地形的特徴から濃縮時間 (Time of Concentration) 等を再現することで広大な流域のピークのずれなどが再現可能である。

SCS-CN のモデルは以下の式で表される。

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

$$S = \frac{1000 - 10CN}{CN}$$

ここで、 P_e : ある時刻における累積降水超過量 (mm)

P : ある時刻における累積降雨深度 (mm)

S : 潜在的な最大放流量 (-)

CN : カーブナンバー (-)

また、流域の形状および地形より算定される濃縮時間 (Time of Concentration, T_c) および降水の開始からのラグタイム (Lag, L) の算定は以下の式で表される。

$$T_c = l^{0.8} \frac{(S + 1)^{0.7}}{1140Y^{0.5}}$$

$$L = 0.6 T_c$$

ここで、 T_c : 濃縮時間 (hour)

l : 流路長 (feet)

S : 潜在的な最大放流量 (-)

Y : 流域平均勾配 (%)

CN : カーブナンバー (-)

L : ラグタイム (hour)

洪水量の計算は、Hydrologic Engineering Center, US Army Corps of Engineers の提供する水文モデリングツールである HEC-HMS を用いた。また、洪水発生時の降雨パターンは既往最大の降雨イベントをベースとし、再現期間 100 年の日降水量となるように降水量を比例配分することで調整した。

Unit Hydrograph 法によるピーク洪水流量の算定結果を下表に示す。Spean Sraeng 灌漑地区の 100 年確率の洪水流量は $2,950 \text{ m}^3/\text{s}$ と算定された。しかしながら、対象流域の 90%以上が低平地であることから、Spean Sraeng に達する前に洪水の多くが溢水しているのが現状である。また、流域上流にて、中国の支援により建設された Sraeng1 貯水池 (貯水容量 153MCM) および Sraeng2 貯水池 (貯水容量 258MCM) など、比較的大型の貯水池が建設されている。今回の検討においてはこれらの影響は考慮していないことから、実際の洪水流量はこれよりも少ないことが想定される。したがって今後の調査では、実測水位や河川測量結果を使って、洪水水位および流量の精度を上げる必要があると考えられる。

表 6.3.3 Spean Sraeng 灌漑地区の潜在洪水流量 (Unit Hydrograph 法)

Return Period	Spean Sraeng ($A = 6,802 \text{ km}^2$)
2	$369 \text{ m}^3/\text{s}$
5	$706 \text{ m}^3/\text{s}$
20	$881 \text{ m}^3/\text{s}$
50	$1,495 \text{ m}^3/\text{s}$
100	$2,950 \text{ m}^3/\text{s}$

出典：JICA 調査団 (2024)

なお、ADB の既往報告書「Rapid Assessment of the State of Water Resources for the Tonle Sap River Basin and Mekong Delta River Basin (2019)」によれば、Sreng 川の最大流量は 340 m³/s（年間平均流量は 45m³/s）であると評価されている。これは、なお、Sreng 川の水位記録（Spean Sraeng 灌漑地区の受益地下流に位置する Kralanh 郡の記録）を確認する限り、雨期と乾期の水位差は最大 7m 程度である。観測地点の川幅は 50m 程度であることから、上記 ADB 報告書の示す最大流量は、流下能力として妥当な数字であると考えられる。

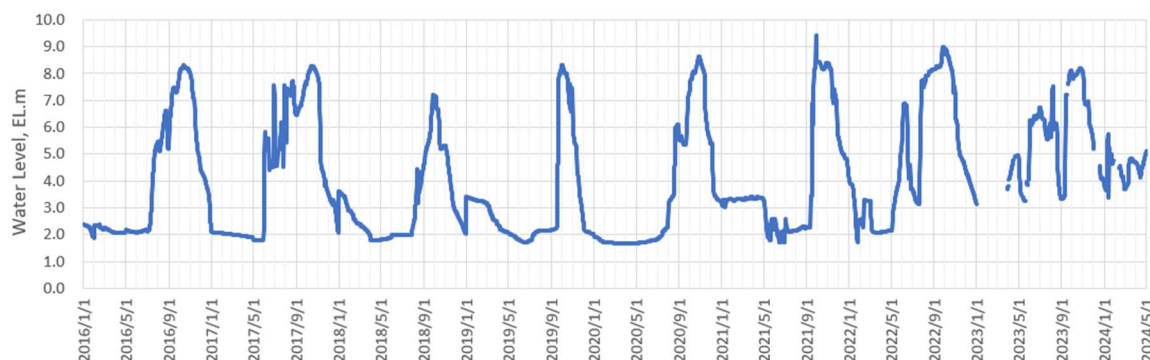


図 6.3.4 Sreng 川の水位記録 (Kralanh Station)

出典：MOWRAM (2024)

(3) 水収支計算

本項目では、降水量のデータおよび過去の準備調査の結果を参考にして、現行の作付け様式における水収支計算を行い、事業後の作付率の検討を行った。

(3-1) 降水量

降水量は 1999 年から 2023 年までの 25 年間のデータを用い、超過確率 80%、すなわち 5 年間に 4 年の確率で保障される年間降水量を採用し、月間降水量は平均降水量からの比例配分とした。図 6.3.3 で示したとおり、当該流域は広大であることから、7 つのサブ流域を設定している。流域全体の月間降水量は各サブ流域の平均降水量を面積により加重平均して算出している。

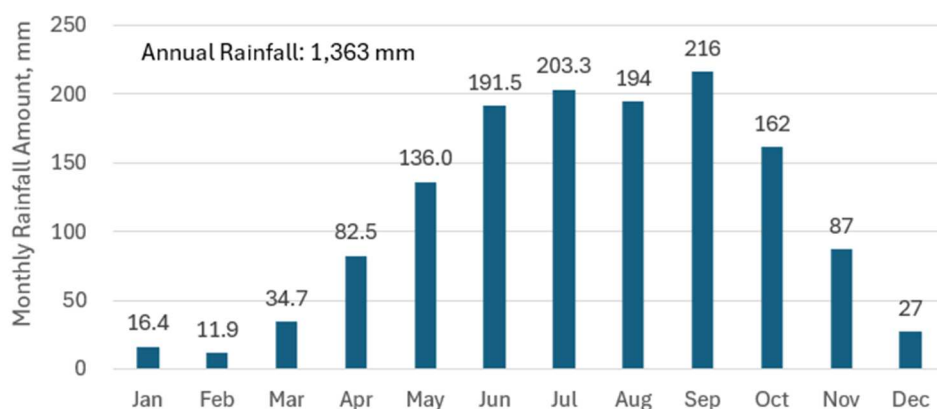


図 6.3.5 Spean Sraeng 灌漑地区の標準降水量分布 (超過確率 80%)

出典：JICA 調査団 (2024)

(3-2) 河川流量

Sraeng 流域は広大かつ非常に多くの灌漑地区や貯水池が Spean Sraeng 灌漑地区上流に存在して

いることから、降水量から実河川流量を算定することは現実的ではない。しかし、過去の検討結果では、2008 年の「Master Plan of Water Resources Development in Cambodia (KOICA)」や 2019 年の報告書「Rapid Assessment of the State of Water Resources for the Tonle Sap River Basin and Mekong Delta River Basin (ADB)」で Sreng 川の流量がそれぞれ算定されている。

表 6.3.4 Sreng 川の月間平均河川流量（過去の調査結果）単位: m³/s

Reference	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
KOICA 2008	24.4	14.4	11.0	12.1	12.1	23.1	55.1	192	325	309	137	62.5
ADB 2019	5	3	1	0	15	20	50	88	235	170	45	10

出典：Review on Nationwide Irrigation Development In Cambodia (JICA 2010), Rapid Assessment of the State of Water Resources for the Tonle Sap River Basin and Mekong Delta River Basin (ADB 2019)

上記の河川流量は元となる詳細データが存在しないため、各数字の妥当性の検証は困難であるが、図 6.3.3 で示した Kralanh Station の水位記録と観測地点の Sreng 川の川幅が 50m 程度であることを考慮すると、ADB の算定結果がより近い値であると考えられる。よって、水収支計算は ADB の示す流量記録をベースに行い、水源となる貯水池（Sraeng1）における河川流量となるように流域面積比で調整した値を採用した。

表 6.3.5 Sreng 川の月間河川流量（Sraeng1 貯水池地点、流域面積：3,226 km²）単位: m³/s

Reference	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Sraeng River	1.6	0.8	0.3	0.0	4.9	6.5	16.2	28.6	43.9	55.2	14.6	3.2

出典：JICA 調査団（2024）

(3-3) 必要用水量の概算

6.2 で述べた当該地区の営農状況を考慮して、年間作付体系を設定した。計算条件は以下のとおりである。

- ・作付け作物は、コメのみを考慮する（直播による作付けとする）
- ・作物の生育ステージおよび潜在蒸発散量は FAO の公表する一般値を適用する。
- ・圃場の浸透量を 2mm/日とする。
- ・有効降水量の算定は USDA SCS の公表する算定式を適用する。

$$P_e = \frac{P \times (125 - 0.2 \times P)}{125} \quad \text{for } P \leq 250 \text{ mm/month}$$

$$P_e = 125 + 0.1 \times P \quad \text{for } P > 250 \text{ mm/month}$$

ここで、Pe: 有効降水量, mm/month

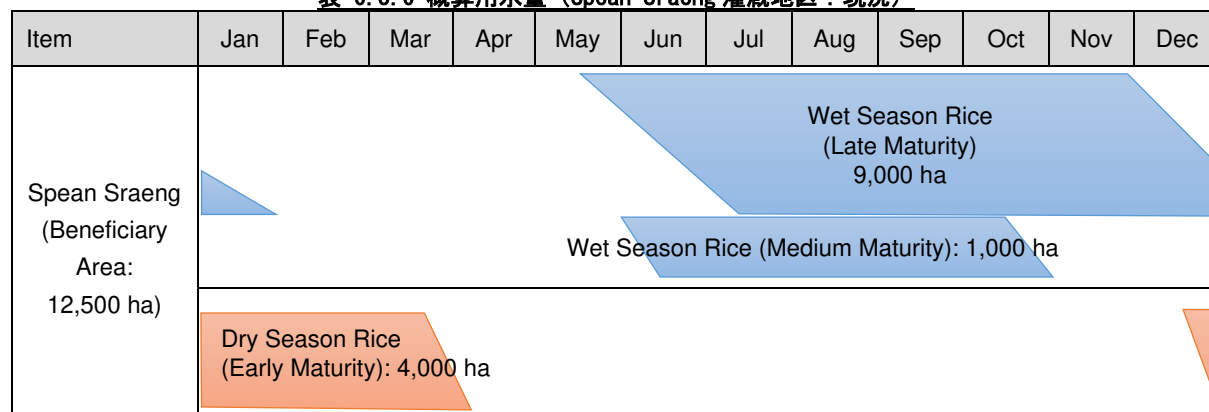
P: 月間降水量, mm/month

- ・灌漑効率は現況を 45%、改修後を 54%とする（幹線水路の改修による効果）。

概算用水量の算定結果を次表に示す。PDWRAM からの聞き取りの結果、現況では洪水の影響を受け、受益地の 20%で作付が出来ない状態であるため雨期の作付面積を 10,000 ha としているが、改修後はすべての受益地で稲作が可能になる計画としている。また、当該地区の特徴として豊富な水資源を活用した乾期の作付面積の大きさが挙げられ、農家社会経済調査の結果では全体の 32%のエリアで乾期作がなされている（対象郡の平均は 20%程度）。改修後の乾期の作付面積は、

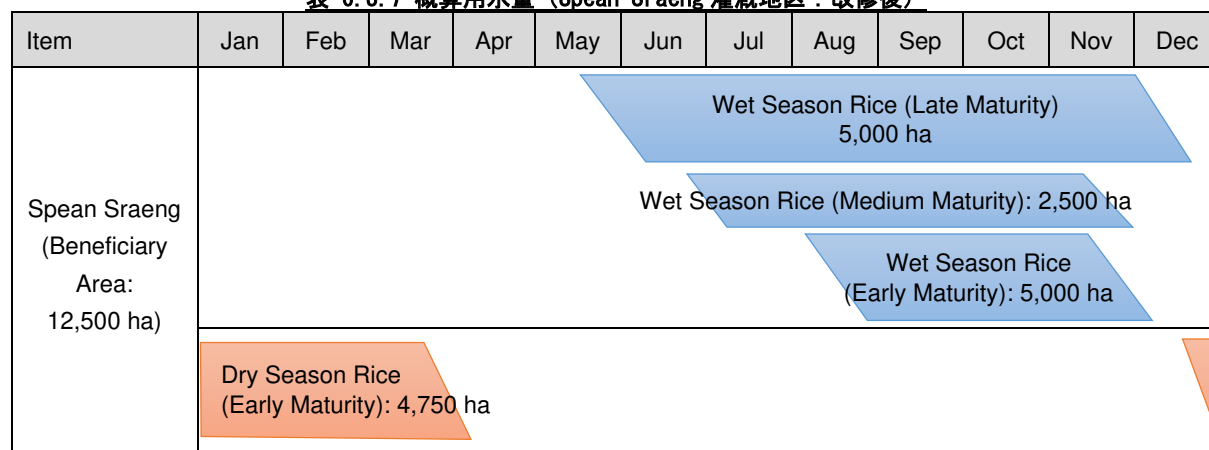
灌漑効率の増分を面積に換算して 4,750 ha の増加とした。

表 6.3.6 概算用水量 (Spean Sraeng 灌漑地区：現況)

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Spean Sraeng (Beneficiary Area: 12,500 ha)												
Irrigation Requirement (MCM)	17.2	11.1	9.6	1.5	17.4	10.9	2.2	17.3	0.0	9.8	17.1	15.0

出典：JICA 調査団（2024）

表 6.3.7 概算用水量 (Spean Sraeng 灌漑地区：改修後)

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Spean Sraeng (Beneficiary Area: 12,500 ha)												
Irrigation Requirement (MCM)	17.0	11.0	9.5	1.5	18.2	11.3	2.3	18.0	0.0	10.2	17.8	15.2

出典：JICA 調査団（2024）

(3-4) 水収支計算結果

水収支計算の際には Sreng 川上流に位置する Sraeng1 貯水池（貯水容量 1 億 5300 万 m³）と Sraeng2 貯水池（貯水容量 2 億 5800 万 m³）を水源として考慮する。CISIS データベースによれば、関連貯水池を水源とする灌漑地区の受益地面積は、最大 72,867 ha (Plaing 灌漑地区の 16,300ha を含む) である。これに 12,500 ha の Spean Sraeng 灌漑地区の受益面積を加えると関連灌漑地区の面積は合計で 85,367 ha となる。水収支計算では、貯水容量を灌漑地区の面積比で配分されるものとし、全体の 15%（約 6,000 万 m³）が利用可能であるとして計算を行った。

図 6.3.6 に流入量と概算用水量から算定される 80%超過確率の降水イベント時の水収支計算結果を示す。十分な水資源が利用可能と考えられる Spean Sraeng 灌漑地区においても、作付様式や降水の分布によっては十分な作付けのための用水が現況で確保できていないものの、改修事業後は計画の作付が可能であることが確認された。

表 6.3.8 現行の作付面積と計画作付面積（Spean Sraeng 灌漑地区）

Study	Beneficiary Area		Crop Intensity	Remarks
	Wet	Dry		
Current Condition	10,000 ha	4,000 ha	112%	20% of the farmland cannot be utilized due to flood
After Rehabilitation	12,500 ha	4,750 ha	138%	

出典：JICA 調査団（2024）

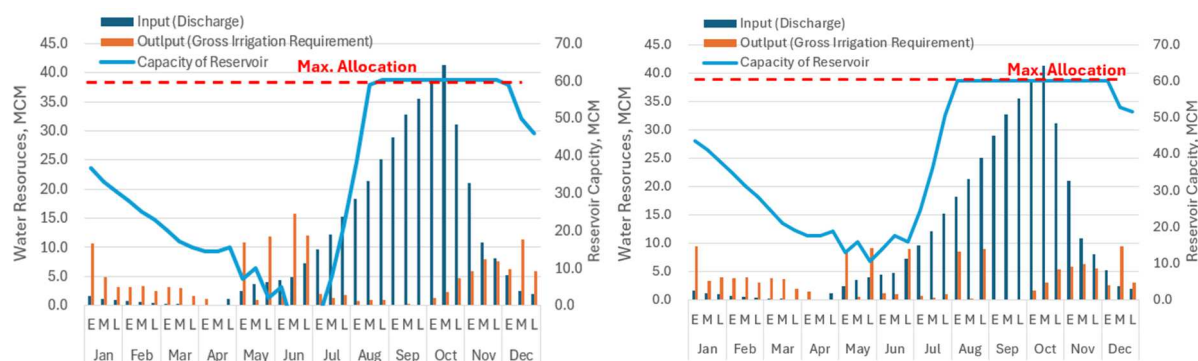


図 6.3.6 Spean Sraeng 灌漑地区水収支計算結果（左：現況、右：改修後）

出典：JICA 調査団（2024）

6.3.3 灌漑開発計画（用排水計画、施設改修計画、1次～3次水路整備計画）

(1) Spean Sraeng 貯水池

堤防は管理用道路として機能しているが、雨期の路面は泥濘化して頭首工のゲート操作に行くことが難しい状況にある。このため、管理用道路をラテライト舗装として計画する。

2018年にADBにより3か所の橋梁が水門施設に代わり建設された。PDWRAMの職員への聞き取り調査で、なぜ水門施設が橋梁に変更となったのか分からないとのことであった。橋梁の建設により、水が直接下流へ流れてしまうことで堤防部が貯留機能を失っている。このため、幹線用水路は洪水期に流量を制御できずに毎年浸食を受ける状況にある。このため、3か所の水門施設の設置と変状のある幹線用水路の取水口を更新する。

2015年にADBにより頭首工が建設されている。しかしながら、全ての水門（W6.4m x H5.5m x 4nos）は漏水を起こしており、完全に止水できない状況にある。また、この設計は完成後のメンテナンスや補修に関して考慮されておらず、角落しがなく補修が非常に難しい施設となっている。このため、PDWRAMからも更新の要望のある、この頭首工を全面的に更新する。

Spean Sraeng 灌漑地区の西側約1.0 kmに文化遺産（Angkor 橋）がある。Spean Sraeng 貯水池の貯水機能が回復した場合、このAngkor 橋に影響することが懸念される。MOWRAMとの協議により、Option-2のAngkor 橋の保護施設として堤防と水門施設を計画する。

なお、NaSDeP 報告書の HEADWORKS, "7.11 Span Length of Movable Portion of Diversion Weir"および、"10.14 Thickness of Pier of Movable Weir"を参照して頭首工の堰幅を計画した。

以上を踏まえ、MOWRAM および PDWRAM との協議を通じ、1) 堤防の改修、2) 取水口の建設、3) ADB が建設した頭首工の更新、および 4) Angkor 橋の保護設備を計画することとした。

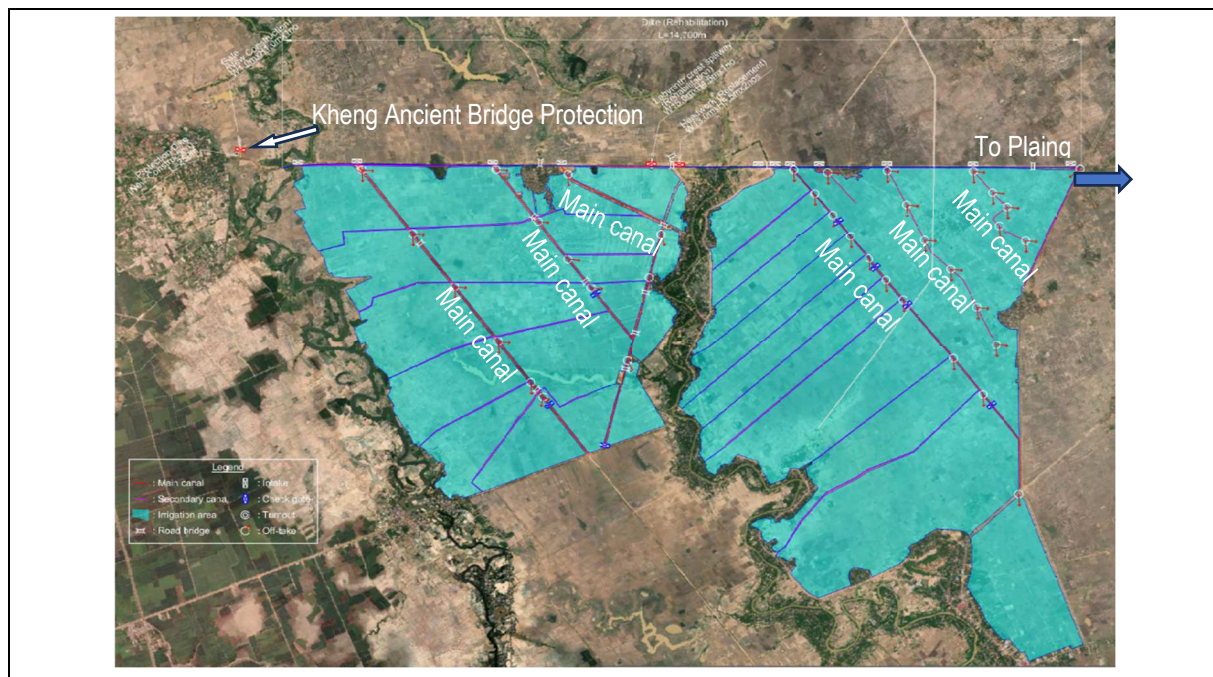


図 6.3.7 Spean Sraeng 灌漑地区の改修計画案

出典：JICA 調査団 (2024)



図 6.3.8 Khmeng Ancient Bridge 周辺の改修計画案

出典：JICA 調査団 (2024)

(2) 幹線用水路

幹線用水路は、PDWRAM の要望によりコンクリートライニングを計画し関連施設を更新する。

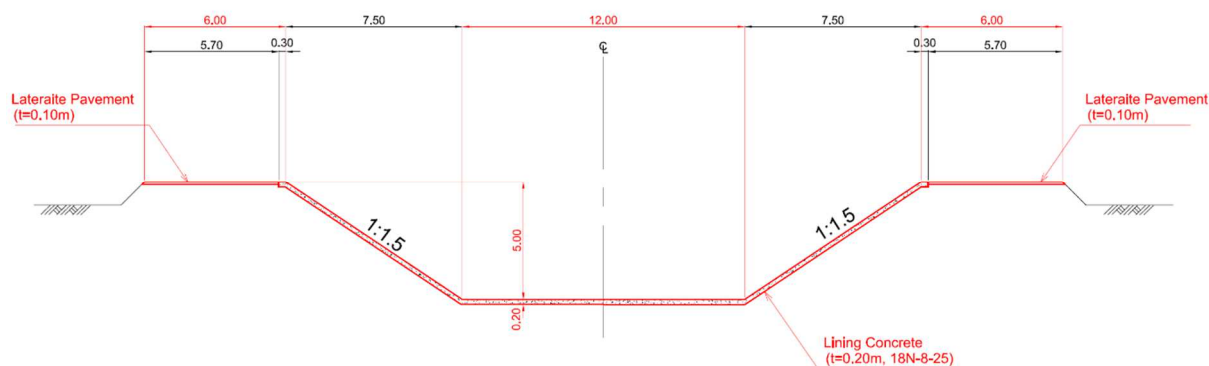


図 6.3.9 幹線用水路の改修計画案 (Spean Sraeng 灌漑地区)

出典：JICA 調査団 (2024)

(3) 2 次水路

2 次水路は、コンクリートライニング水路とし、MOWRAM 作成図面の計画路線図を参考に計画する。

(4) 3 次水路

整備済みの他地区を参考に、耕地面積 40ha に延長 800m の土水路として工事費に反映した。

(5) 排水路

本調査では、PDWRAM の要望および用排分離による中干しや間断灌漑が可能となるように排水路を工事費に加えている。中干し期間や間断灌漑を設けることでメタンガスの発生量を削減し、カーボンクレジットの売却益が副収入ともなり得る。

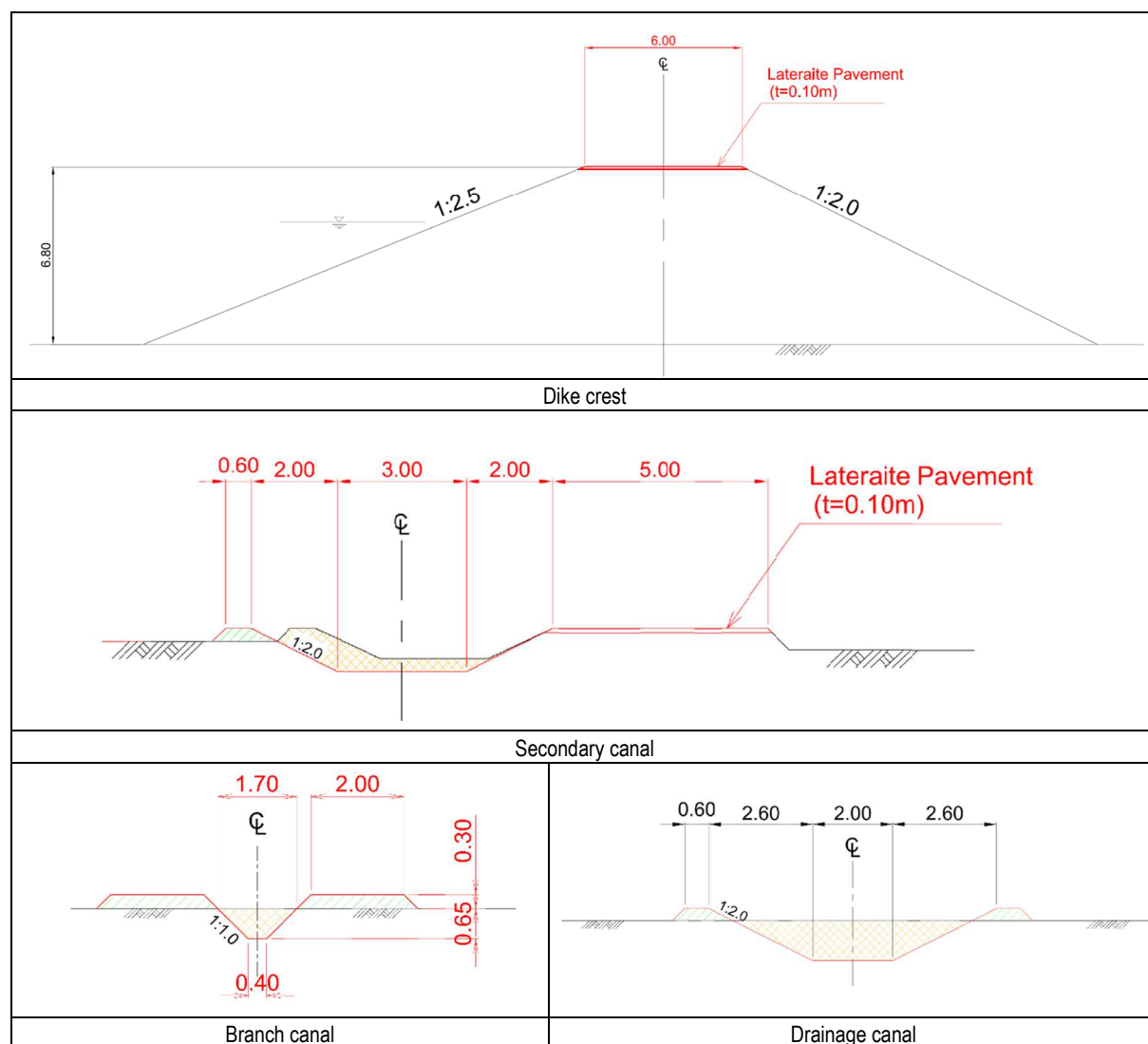


図 6.3.10 幹線用水路関連の改修計画案 (Spean Sraeng 灌漑地区)

出典：JICA 調査団 (2024)

Spean Sraeng 灌漑地区の事業内容を表 6.3.9 に示す。

表 6.3.9 Spean Sraeng 灌漑地区の整備内容

Spean Sraeng Irrigation Rehabilitation		
Items	Work Item	Quantity
Dike (dam) Embankment	Top: Surface leveling and Laterite pavement	L=14,700m
	U/S: keep the current condition	L=0m
	D/S: keep the current condition	L=0m
Historical (heritage) structure	Kheng Ancient Bridge Protection(construction of dike)	1no
	Kheng Ancient Bridge Protection(construction of gate at U/S)	1no
Spillway / Headwork	Rehabilitation of the spillway(Labyrinth Weir)(W15.0mxH4.5mx1no)	1no
	Replacement of Headwork by ADB(W13.0mxH5.5mx2nos(ADB))	1no
Bridge along the inspection road	W12.5mxH2.5mx3nos	1no
	W12.5mxH2.5mx3nos	1no
	W15.0mxH2.5mx1no	1no
Intake for the Main Canal(Beginning of Canal)	Rehabilitation of the intakes for the main canals and secondary canal (Without 3 bridges by gate structures)	9nos
Main Canal	Plain concrete lining	L=26,524m
Bridge along the main canal	Keep the current condition 11 nos.and Installation 1 no. (W5.0mxL20.0m)	1nos
Footpath along the main canal	Keep the current condition	-
Chack gate on the main canal	Installation	7nos
Intake for the Secondary Canal (Turnout)	Rehabilitation / installation of intake	27nos
Secondary Canal	Rehabilitation (no lining)	L=67,000m
Drainage canal	Installation of drainage canal	L=67,000m
Intake for the Sub Canal(Off-take)	Rehabilitation / installation of intake	36nos
Sub Canal	Newly installation (no lining)	12,500ha
Construction of FWUC Office	Newly Construction	1nos

出典：JICA 調査団 (2024)

6.4 事業コスト、事業便益、事業効果

6.4.1 積算条件

本節では、Spean Sraeng 灌漑地区の改修事業にあたり、表 6.3.9 に示す主要コンポーネントの実施にかかる費用（2024 年時価額）を算出する。直接工事費は、土木・構造物の建設費である。間接経費は、間接工事費、その他経費、コンサルタント費、物価上昇費、予備費、アドミニストレーション費などを考慮した。積算条件は、第 5 章（表 5.4.1）で示したものと同一である。

6.4.2 事業コスト

Spean Sraeng 灌漑地区の事業費を表 6.4.1 に示す。直接工事費（下表中 1. 土木工事、資機材調達）で 9,613 万 USD、事業費全体で 1 億 6,807 万 USD（うち借款対象は 1 億 4,087 万 USD）と算定された。

表 6.4.1 Spean Sraeng 灌漑地区の事業費

単位：US\$

項 目	外資		内貨		合計	
	全体	うち借款対象	全体	うち借款対象	全体	うち借款対象
1. 土木工事、資機材調達	14,373,248	14,373,248	81,761,660	81,761,660	96,134,908	96,134,908
2. プライスエスカレーション	2,491,363	2,491,363	26,163,732	26,163,732	28,655,095	28,655,095
3. 予備費	843,231	843,231	5,396,270	5,396,270	6,239,501	6,239,501
4. コンサルティングサービス	4,521,742	4,521,742	4,925,465	4,925,465	9,447,206	9,447,206
5. 建中金利	396,275	396,275	0	0	396,275	396,275
6. フロントエンドフィー	280,953	0	0	0	280,953	0
7. 用地取得費	0	0	4,400,624	0	4,400,624	0
8. 管理費	1,111,479	0	6,132,387	0	7,243,866	0
9. 税金（付加価値税及び関税）	3,203,642	0	12,070,987	0	15,274,629	0
合 計	27,221,933	22,625,859	140,851,125	118,247,127	168,073,057	140,872,985

出典：JICA 調査団 (2024)

6.4.3 事業便益と事業効果

現計画では、灌漑施設の改修事業による便益として以下を計画している。

- 適時適切な配水、灌漑効率の向上、そして作付品種の変更による農業生産性の向上
- 洪水および干ばつ被害の軽減による収益の安定化

農業生産性および洪水被害の現況については、灌漑地区別に実施した農家社会経済調査をベースに評価を行った。

(1) 農業生産性

施設改修後は、雨期の間の小乾期あるいは乾期作への配水が安定することから、現行品種の収量の増加や高収量品種への移行が期待できる。当該灌漑地区の事業効果の概算に用いた条件を表 6.4.2 および表 6.4.3 に示す。なお、実態としては全体の数%の農地で野菜等の園芸作物が生産されているが、概算としての算出であることから、本検討ではコメのみを対象として便益を計算している。

表 6.4.2 現況および将来条件の作付体系（Spean Sraeng 灌漑地区）

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Before Project (Beneficiary Area: 12,500 ha)												
After Project (Beneficiary Area: 12,500 ha)												

出典：JICA 調査団（2024）

表 6.4.3 現況および将来条件の収量（Spean Sraeng 灌漑地区）

作期	平均収量		備考
	現況	改修後	
雨期作	1.6	3.1	現況は天水農地や洪水・干ばつ被害を受けた農地を含めた平均収量を示す
乾期作	5.0	5.1	

出典：JICA 調査団（2024）

(2) 洪水被害

Spean Sraeng 灌漑地区では、農家社会経済調査を通じて、各地区 45 農家を対象に過去 5 年の洪水および干ばつ発生時の被害面積と発生時の収益について聞き取りを行っており、洪水・干ばつ被害が発生していない農地の利益と洪水・干ばつ被害が発生した農地の利益の差分を洪水被害額と定義して、被害額の算定を行っている。結果は表 6.4.4 のとおりであり、被害額は約 309 USD/ha と見積もられた。なお、第 5 章の表 5.4.5 で説明のとおり、全国規模の洪水被害額から算定される被害額は 307 USD/ha と見積もられており、これと相違ない金額である。

本検討では、この単価を適用し、事業完了後は洪水被害が抑えられる仮定で洪水被害への貢献度を算定した。

表 6.4.4 単位面積あたりの洪水被害額 (Spean Sraeng 灌漑地区)

状態	収益 (USD/year/ha)
水害なし	+288
水害あり	-21
想定被害額	309

出典：JICA 調査団 (2024)

(3) 想定される便益

農業生産性の向上効果と洪水被害の軽減効果の算定結果を下表に示す。事業実施前後の農家収益額の差分は約 334 USD/ha と見積もられた。なお、農業生産性の向上効果、特に高収量品種への移行については水害に対する水セキュリティが十分に向上していることが前提となる。洪水への影響が大きい地区であることから、改修後も晩生品種の浮稲 (Deep Water Rice) を 40% の農地で作付けが続く前提で収益を計算している。

表 6.4.5 単位面積あたりの事業効果算定額 (Spean Sraeng 灌漑地区)

項目		Spean Sraeng	備考
事業実施前の農家収益		242 USD/ha	洪水・干ばつ被害地域を含む対象地区平均の収益
事業実施後の農家収益		576 USD/ha	
内訳	農業生産性の向上効果	292 USD/ha	事業効果 : $292.3 + 41.5 = 334 \text{ USD/ha}$
	洪水被害の軽減効果	41 USD/ha	

出典：JICA 調査団 (2024)

第7章 優先事業地区に係る追加調査：Plaing 灌漑地区

7.1 事業地区の一般概要

本節では、対象地区の位置、地形、土地利用、気象水象状況および社会経済状況を含めた基本統計情報に加え、既存灌漑施設についてその特徴を整理する。

7.1.1 位置と行政区画

Plaing 灌漑地区は Spean Sraeng 灌漑地区に隣接しており、Sreng 川の下流部に位置する灌漑地区である。Siem Reap 州の州都からは国道 6 号線を通じて約 70km の位置にあり、受益地は全て Siem Reap 州内にあり、2 郡（Kralanh 郡および Puok 郡）、7 コミューン（Chanleas Dai、Roung Kou、Snuol、Sranai、Prey Chruk、Sasar Sdam、Yeang）にわたる。

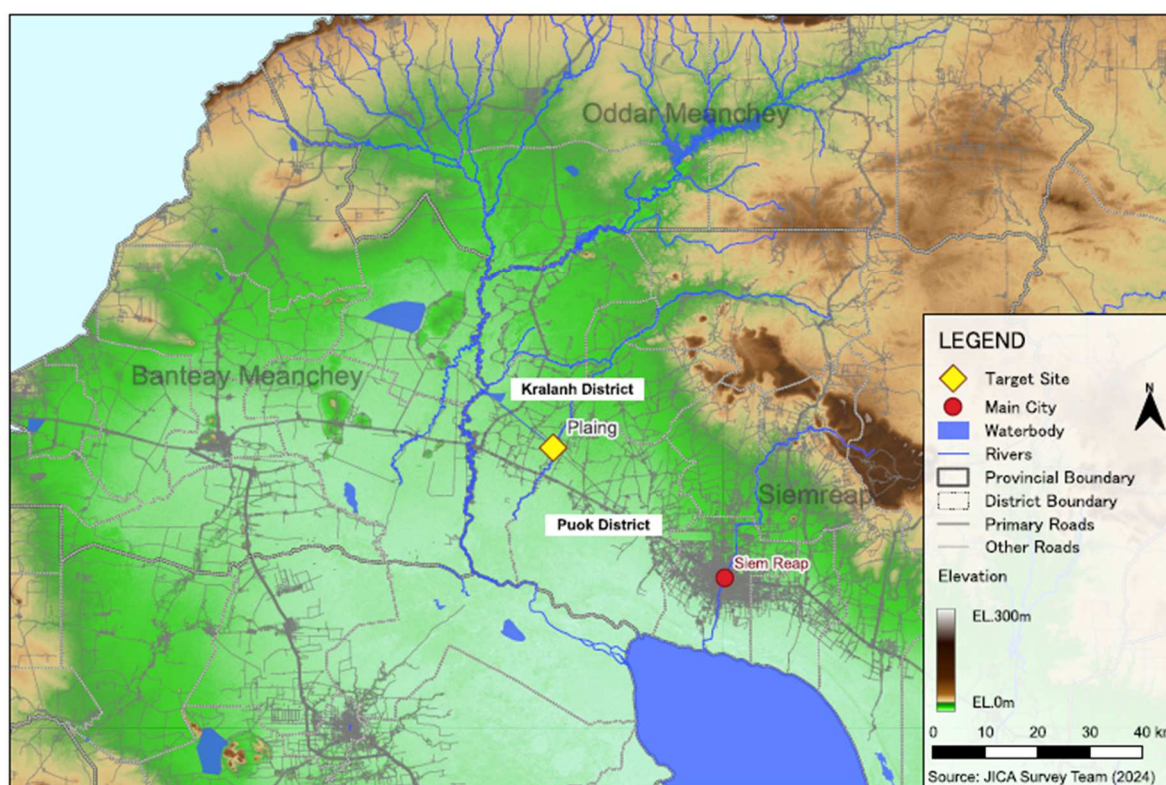


図 7.1.1 Plaing 灌漑地区位置図（広域）

出典：JICA 調査団（2024）

7.1.2 地形

Plaing 灌漑地区は Phnom Kulen の北側を流域とする Sreng 川の支川を水源として東に向かって 1/10000～4/10000 程度の河川勾配で緩やかに蛇行しながらトンレサップ湖へと流下する。SRTM による標高データによれば、受益地の標高は EL.9m～EL.24m と低く、Spean Sraeng 灌漑地区と同様、受益地はほとんどが平坦な土地であり、が、PDWRAM への聞き取りによれば標高は東から西にかけて低く分布しており、幹線水路は逆勾配となっている。SRTM による標高でも、Spean Sraeng 灌漑地区の平均標高が EL.15.0m に対し、東側の Plaing 灌漑地区は EL.16.0m であり、Plaing の標高の方が若干高い。

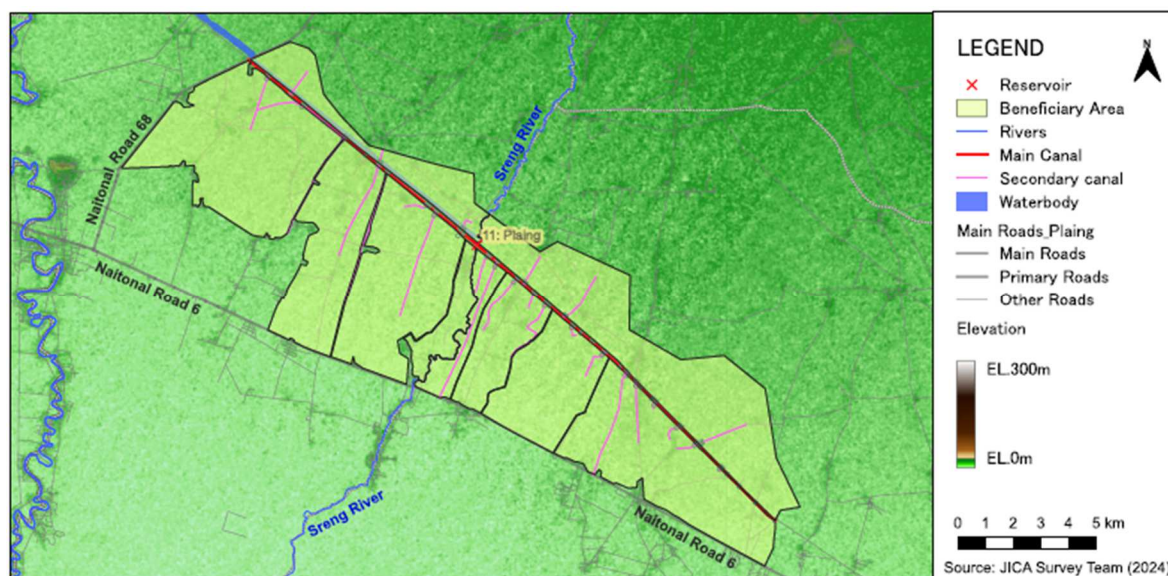


図 7.1.2 Plaing 灌漑地区位置図

出典：JICA 調査団（2024）

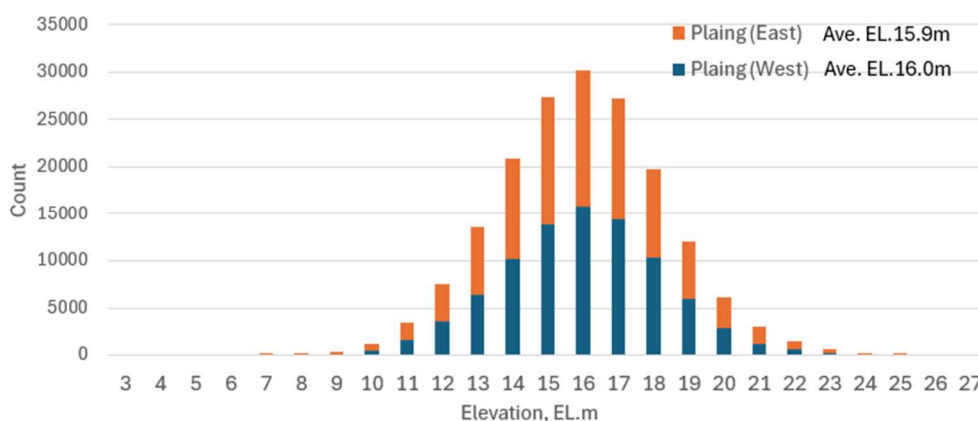


図 7.1.3 Plaing 灌漑地区標高分布

出典：JICA 調査団（2024）

7.1.3 土地利用

Sentinel-2 より提供される一連の光学画像データより解析される土地利用分布図を基に、2017 年、2020 年、2023 年の対象地区における土地利用分布の変化を図 7.1.4 および図 7.1.5 に示す。

Plaing 灌漑地区は、Rangeland（放牧地）と評価された農地が非常に多く、2017 年時には受益地全体の 80%を占めていることが特徴である。現実には 1 作のコメの作付けがなされていることから、放牧地と評価された土地は十分に用水が行きわたっていない水ストレスの大きな耕作地であったと考えられる。

この Rangeland は年が進むにつれ減少傾向にあり、2023 年には全体の 50%強程度まで減少し、耕作地は 2017 年時の約 15%であったものが 2023 年時には 35%から 40%程度にまで改善されたが、他地区と比べても水が十分に供給されていない農地（Rangeland）の割合は大きく、灌漑施設の改修による用水の安定供給が必要であることが分かる。

なお、宅地や商店などの建造物は、全体として大きな割合ではないものの、2017 年時の約 3%から 7%から 9%へと増加傾向が確認される。また、Plaing 灌漑地区の西部と東部で土地利用には

大きな違いがない。

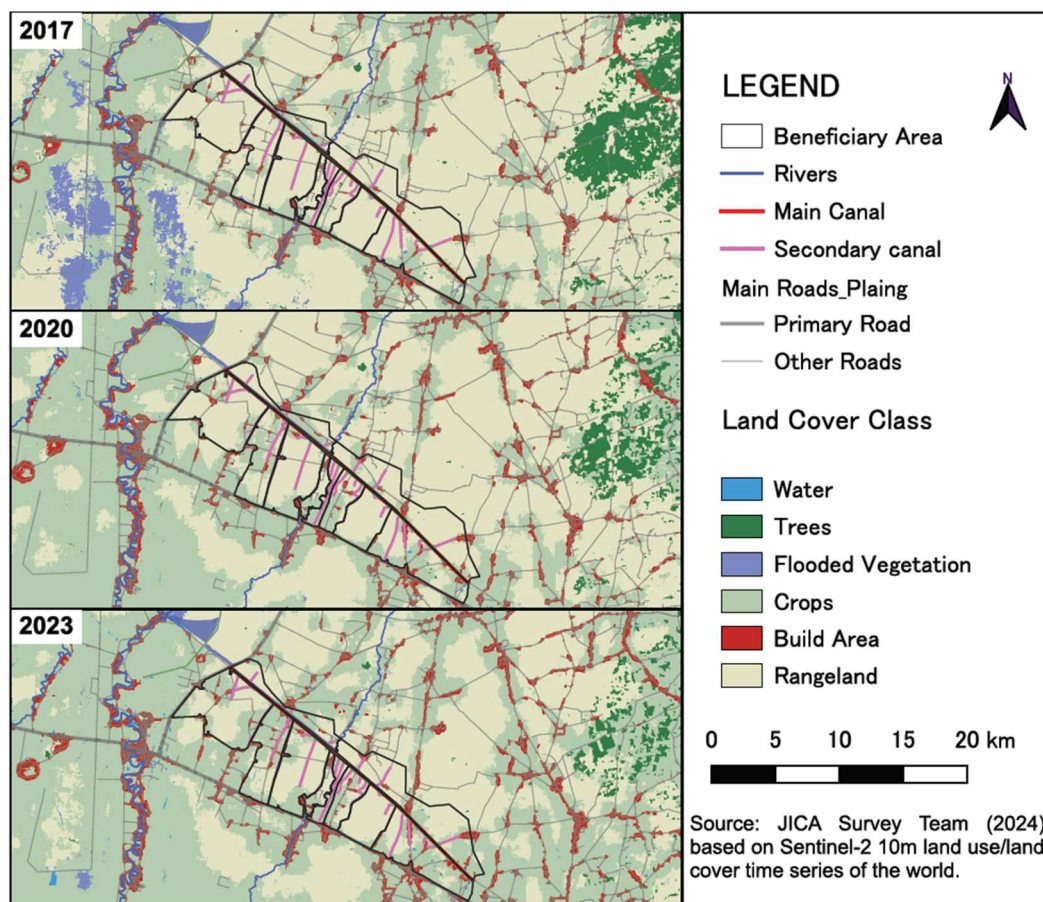


図 7.1.4 土地利用の経年変化 (Plaing 灌漑地区)

出典：JICA 調査団 (2024)

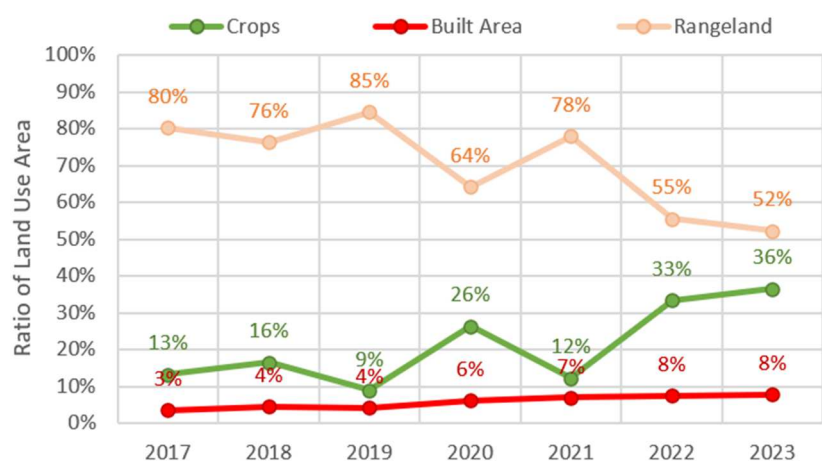


図 7.1.5 主要土地利用区分の経年変化 (Plaing 灌漑地区)

出典：JICA 調査団 (2024)

7.1.4 気象水象

Siem Reap 州の 2004 年から 2023 年までの 20 年間の降水量記録を基に作成した月間降水量記録と月間気温の推移を図 7.1.6 および図 7.1.7 に示す。通常、雨期は 5 月から 10 月までの 6 ヶ月間を指し、180mm から 300mm 程度の月間降水量が発生しており、年間降水量の 87%に相当する

1,371mm の降水がこの期間に集中する。乾期にまとまった雨が降ることは他の州と比較して稀であるが、雨期は年により降水量が大きくばらつく傾向があり、雨期においても降水量が十分に発生せずに、干ばつ被害が発生する年が観測されている。一方で、観測最大降水量が他の地区と比較して多く、特に 6 月では月間 638mm が観測される（2020 年）など、大きな洪水被害が発生している。

平均気温は月によって大きな変動はなく 25℃から 31℃の間で推移しており、乾期の終盤にあたる 4 月にピークを示し、そこから次の雨期の終盤である 10 月にかけて緩やかに減少する。乾期である 1 月から 4 月是一日の寒暖差（最高気温と最低気温の差分）が最も大きい時期であり、18℃程度の変動を示す。

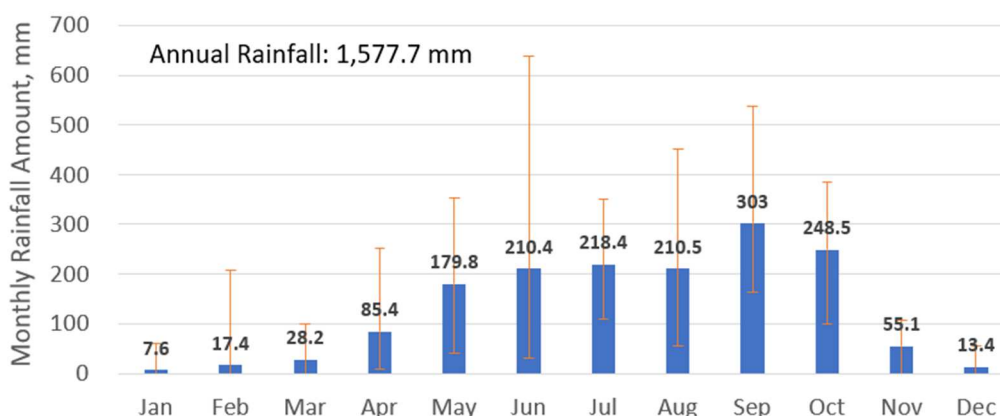


図 7.1.6 Siem Reap 州の月間降水量分布

*ひげは最低/最高記録をそれぞれ表す

出典：JICA 調査団（2024）

表 7.1.1 Siem Reap 州の月間平均降水量および最大/最小降水量

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Average	8	17	28	85	180	210	218	210	303	249	55	13
Minimum	0	0	0	11	42	32	110	56	164	100	0	0
Maximum	61	207	101	252	353	638	353	452	537	386	108	57

出典：JICA 調査団（2024）

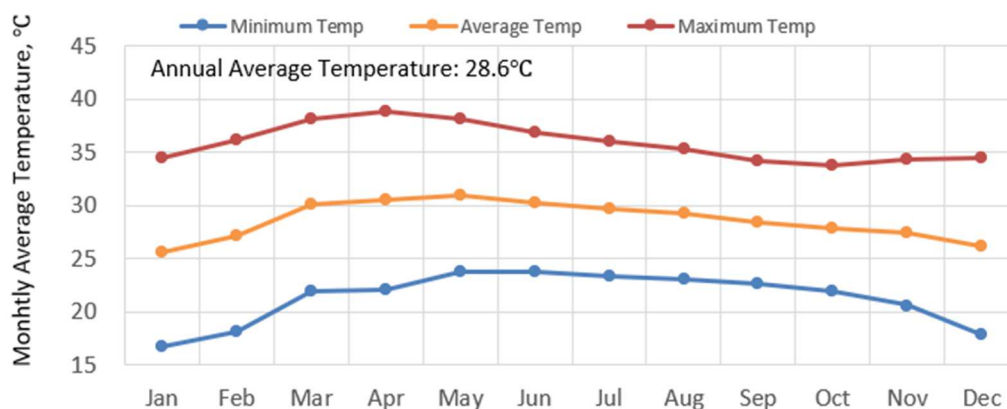


図 7.1.7 Siem Reap 州の月間平均、最大、最低気温の推移

出典：JICA 調査団（2024）

7.1.5 既存灌漑施設

Plaing 地区には大きな貯水池がなく、Spean Sraeng 地区に貯水された水が Plaing 地区の幹線水路に流れ込む形となっているため、灌漑施設としては 2 次水路に接続する取水工が主要な水利構造物である。場所によって 2 次水路の高さと取水口の高さがバラバラなので、取水工に繋がる水路が崩壊している場所、ポンプによって取水工の位置まで揚水して利用するものなど様々な取水が実施されている。



図 7.1.8 Plaing 地区貯水池の主要水利施設（取水口）

出典：JICA 調査団 (2024)

Plaing 地区において、盛土材料としての適性を確認する目的で幹線水路近傍の 1 か所で土壌サンプリングを行い、室内試験に供した。採取した試料の物理試験結果は、MOWRAM が設定した許容値の範囲内に対して、液性限界と塑性指数の値が若干低い。この土には、粘土分がやや少ない特性があり、土中内の水分量が上昇した場合、滑りを生じやすい可能性があることが示唆される。工事を実施する場合は、より詳しい土質分布調査が必要である。

表 7.1.2 Plaing 地区の幹線水路近傍で採取した土の物理試験結果

Items/ Location	土粒子の直径				液性限界 LL (%)	塑性指数 (PI)	線状収縮 (LS)	スレーキ ング (乾) (s)	スレーキ ング (湿) (s)
	63mm	16mm	2mm	0.063mm					
MOWRAM 許容範囲	100	70-100	35-100	30-90	30-70	PI > 12	LS < 18	S > 30	S > 30
Plaing	100	100	77	32	25	11.9	3.6	S>300	S>300

出典：JICA 調査団 (2024)

7.1.6 社会経済

Plaing 灌漑地区は、Siem Reap 州に位置する。第 6 章ですでに述べた通り、Siem Reap 州はアンコールワットという観光地を擁する一方、職業を持つ 18～60 歳人口のうちの約 7 割が農業に従事する州でもある。そのうち、農業を主業としながら別の職業を有する割合が半数以上を占めている。Siem Reap 州はタイには近いものの州内での就業機会があるため、国内外への出稼ぎ者の人数は半々となっている。Plaing 灌漑地区周辺に先住民族は居住していない。

Plaing 灌漑地区は、まだ FUWC は設立されていないが、小規模な灌漑施設の修復は農家によって実施されている。たとえば、洪水で用水路が損傷した場合には、小規模な修復であれば男性・女性ともに土嚢を運ぶ、堤防を土で修復する、などの作業を共同で実施している。一方、女

性は夜間の見回り作業は難しいことから、ゲートの開閉など灌漑施設の管理は男性の仕事とみなされている。

7.1.7 環境、住民移転および社会配慮

Plaing 灌漑地区は、次図に示す通り Spean Sraeng 灌漑地区に隣接しており、Siem Reap 市街地からの Ancient Road を内包している。非常に平坦な地域であり、水源としての貯水池を建造する場合、Spean Sraeng 灌漑地区の北側に広大な用地を確保する必要がある。その一角に、第6章でも述べた通り、Ancient Area と呼ばれる区域（農地）があり、文化・美術省の管轄下にある。よって、事業を実施する場合には、この Ancient Area への影響について文化・美術省による調査を経て、許認可を得る必要である。

また、貯水池建設予定地は現在農地として利用されているため、用地取得が必要である。水没予定地域には宅地や店舗はないため、住民移転は想定されない。

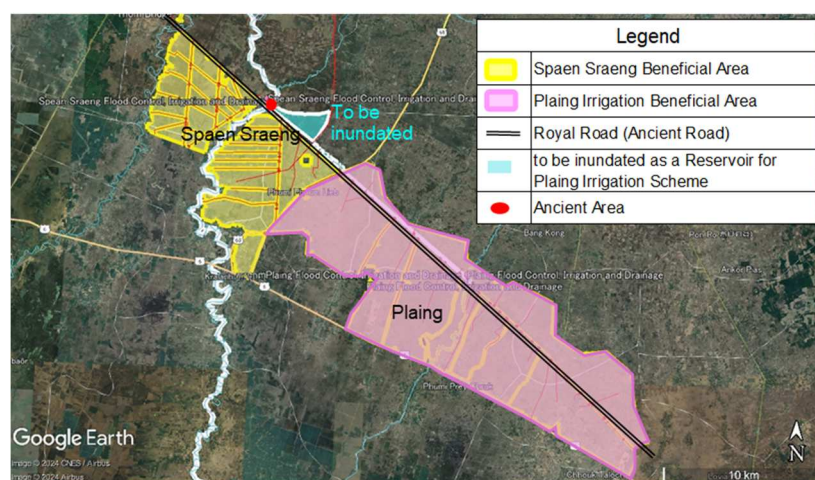


図 7.1.9 Plaing 灌漑地区と貯水池建設予定地

出典：Birdlife International (2024 年 7 月ダウンロード)

一方、Spean Sraeng 灌漑地区と同じく、Plaing 灌漑地区の南部には、IBA、生物圏保護区、さらにラムサールサイトが位置している（次図参照）。事業実施後、Plaing 灌漑地区で作付け率が増加し、化学肥料や農薬の投入量が増加する場合の下流への影響を検討する必要がある。

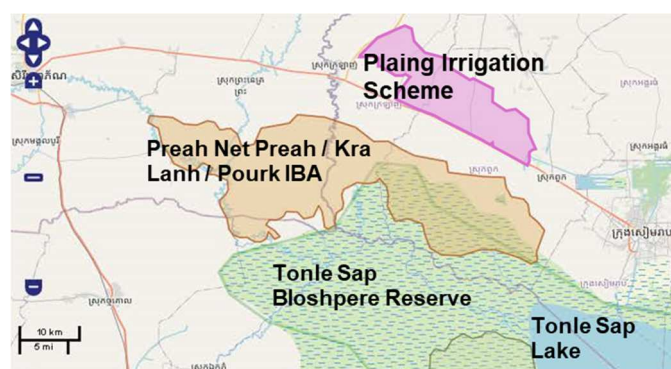


図 7.1.10 Plaing 灌漑地区、IBA、生物圏保護区、ラムサールサイトの位置関係

出典：Birdlife International, 2024 年 7 月ダウンロード¹

¹出典：http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/preah-net-preah--kra-lanh--pourk-iba-cambodia

7.2 事業地区の営農状況と営農計画

7.2.1 対象地区の農業

(1) 農業一般統計

Spean Sraeng 灌漑地区と Plaing 灌漑地区の位置する Siem Reap 州の農業基礎情報を表 7.2.1 に記す。Spean Sraeng 灌漑地区の位置する Krolanh 郡は、耕種農家数が 12 郡中 7 番目に多い。また、当郡は労働人口中の農業人口が占める割合、耕種農家中の稲作栽培農家の割合が平均値より高く、郡内の経済において、特に農業が重要な産業かつ、稲作に対する支援が、地域農業に貢献に寄与する郡であると言える。

Plaing 灌漑地区は Krolanh 郡とともに Pouk 郡にも位置しており、当郡は耕種農家数、稲作農家数が州内でも 2 番目に多く、最も高い Chi Kreng 郡との差も僅かである。このことから、州内の代表的な農業地域、稲作地域であるといえる。

表 7.2.1 Siem Reap 州の郡別農業基礎情報

No.	District	No.						%		
		Households (HHs)	Total population	Working population (over 18 Years old)	Crop farming population	Rice farming population	Average family size/HHs	Ratio of working population/HHs (over 18 Years old)	Ratio of farmers	Ratio of rice farmers
1	Chi Kreng	35,782	167,160	56,330	48,746	34,985	4.7	33.7	79.1	71.8
2	Pouk	32,408	147,722	65,481	48,665	34,445	4.6	44.4	77.5	70.8
3	Sot Nikum	26,905	121,447	74,871	46,473	26,090	4.5	61.6	73.2	56.1
4	Angkor Chum	16,798	77,772	37,166	33,779	29,962	4.6	47.8	91.1	88.7
5	Siem Reap	59,880	276,722	114,645	24,629	4,157	4.6	41.4	25.3	16.9
6	Prasat Bakong	22,515	93,916	40,331	24,183	12,058	4.2	43.0	68.2	49.9
7	Krolanh	16,618	77,664	28,803	22,701	17,148	4.7	37.1	82.5	75.5
8	Varin	11,960	56,700	25,449	20,644	14,872	4.7	44.9	81.7	72.0
9	Svay Leu	11,689	51,481	24,565	20,418	12,608	4.4	47.8	86.8	61.8
10	Srei Snom	9,537	44,362	19,414	16,578	14,013	4.7	43.8	85.8	84.5
11	Banteay Srey	11,219	48,559	23,726	13,989	7,914	4.3	48.8	72.7	56.6
12	Angkor Thom	7,817	32,107	13,363	10,697	7,748	4.1	41.6	82.7	72.4
Ave		21,927	99,634	43,679	27,625	18,000	4.5	44.7	75.6	64.7

出典：Provincial Department of Planning of Siem Reap (2023)を基に調査団作成

Siem Reap 州の稲作栽培面積、収量、年間作付け強度を表 7.2.2 に記す。Spean Sraeng 灌漑地区のある Krolanh 郡は、稲作農家数は州内で平均的な値であるが、雨期と乾期を通したコメの生産量が州内で 2 番目に多い稲作の盛んな郡である。この一因として、単収が雨期、乾期ともに郡内で最も高いこと、年間作付け強度が他郡と比較し高いこと、世帯当たりの保有する農地面積が大きいことが挙げられる。また、Banteay Meanchey 州の Phnom Srok 郡と同様に、乾期作では洪水被害がなく補給灌漑を行える農家しか栽培を実施していないこと、高収量性の OM 5451 品種が主に栽培される、という理由から、乾期の単収が雨期の単収より極めて高くなっている。

州内の稲作農家数が 2 番目に多い Pouk 郡は、雨期と乾期を通したコメの生産量が州内で 3 番目に多く、Krolanh 郡と同様に稲作の盛んな郡である。雨期、乾期の単収は他郡と比較し平均的な値であるが、年間作付け強度は、州内で 2 番目に高い値であった。また、当州は雨期の単収が平均 2.7 t/ha と他の 3 州と比較し、唯一 3.0 t/ha を切っている州であり、州全体で灌漑開発の必要性が高いことが示唆された。

表 7.2.2 Siem Reap 州の 2023 年の稲作栽培面積、収量、年間作付率

No.	District	Wet Season 2023			Dry Season 2023			Total 2023			Annual Cropping Intensity (%)
		Harvested Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t)	Harvested Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t)	Harvested Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t)	
1	Chi Krong	34,399	2.7	91,811	6,592	3.9	25,875	40,991	2.9	117,686	119
2	Krolanh	23,105	3.3	75,469	4,113	5.4	22,031	27,218	3.6	97,500	118
3	Pouk	25,237	2.6	66,309	5,403	3.7	20,165	30,640	2.8	86,474	121
4	Sot Nikum	21,350	2.8	59,495	1,900	3.8	7,127	23,250	2.9	66,622	109
5	Srei Snom	18,800	2.8	52,560	1,115	2.6	2,876	19,915	2.8	55,436	106
6	Angkor Chum	18,190	2.6	46,845	0	0.0	0	18,190	2.6	46,845	100
7	Prasat Bakong	13,480	2.8	37,693	1,775	3.7	6,508	15,255	2.9	44,201	113
8	Svay Leu	10,660	2.8	29,953	0	0.0	0	10,660	2.8	29,953	100
9	Siem Reap	5,965	3.0	17,740	3,780	1.7	6,582	9,745	2.5	24,322	163
10	Varin	8,850	2.4	20,970	36	2.7	98	8,886	2.4	21,068	100
11	Banteay Srey	6,785	3.0	20,251	50	2.9	143	6,835	3.0	20,394	101
12	Angkor Thom	4,105	2.3	9,446	0	0.0	0	4,105	2.3	9,446	100
Ave		15,911	2.7	44,045	2,064	2.5	7,617	17,974	2.8	51,662	113

出典：Provincial Department of Planning of Siem Reap (2023) を基に調査団作成

(2) 現況の作付体系

Plaing 灌漑地区では一期作目に Phka Rumduol 等の中生品種が土地面積ベースで 95%栽培され、二期作目に OM 5451 などの高収量かつ早生品種が 6 %、野菜や穀物が 4 %栽培される。他の灌漑地区と同様に、水不足に起因し、乾期にほとんど作付けができていないのが、現状である。一期作目で Phka Rumduol の栽培面積が多い理由は、先述の Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区で述べた理由と同様と考えられる。

年間作付け強度は 110 %であり、表 7.2.2 に記した Krolanh 郡と Pouk 郡の作付け強度、それぞれ 118 %、121 %と大きな乖離はない数値であった。

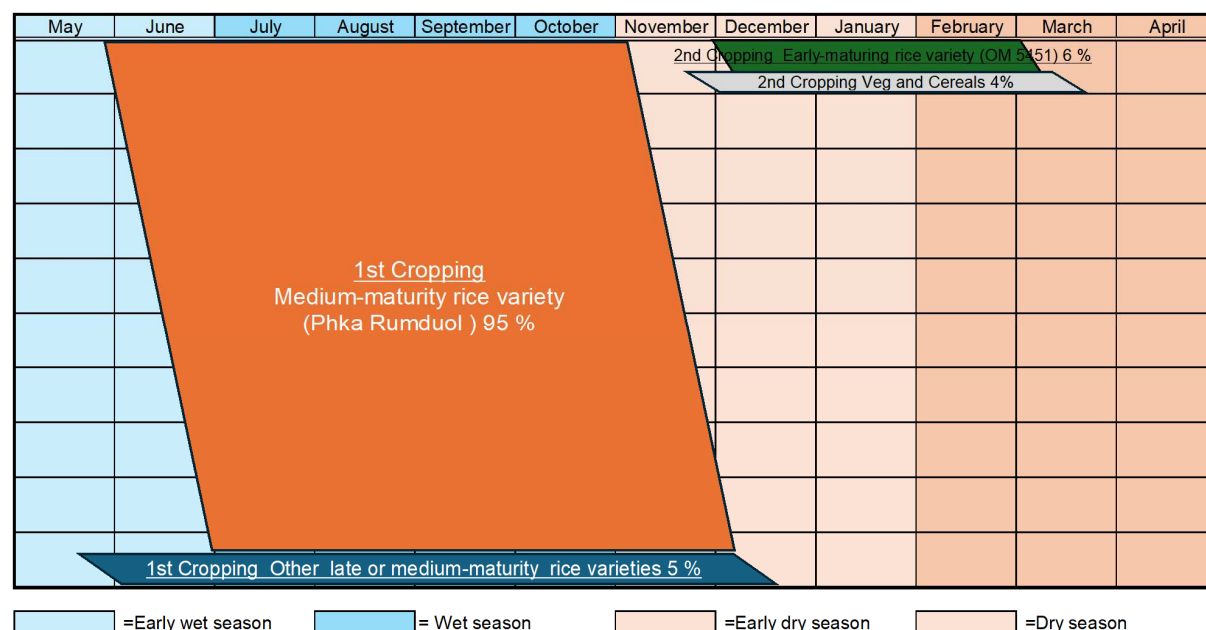


図 7.2.1 Plaing 灌漑地区の作付体系

出典：JICA 調査団 (2024)

(3) 洪水、干ばつ被害

Plaing 灌漑地区の洪水および干ばつの影響を受けた世帯の比率を図 7.2.2 に、土地面積ベースでの過去 5 年間の洪水・干ばつ被害率を表 7.2.3 に示す。洪水・干ばつの影響を受ける頻度は、ほぼ毎年受けている農家の割合は洪水が 76%、干ばつが 80% に上り、大半の農家が水害の影響を受けていることが分かる。ただし、各災害被害面積の割合は、洪水が 17%、干ばつが 8% であり、実被害を受けている農家は比較的少ないことから、品種の選択や収量など間接的な影響を与えているものと推察される。

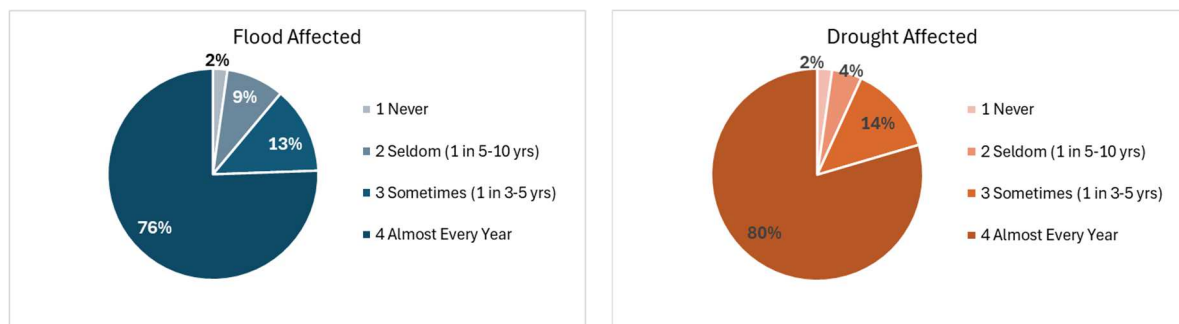


図 7.2.2 洪水・干ばつの影響を受ける頻度 (Plaing 灌漑地区)

出典：JICA 調査団 (2024)

表 7.2.3 Plaing 灌漑地区の洪水・干ばつ被害面積の割合

Item	Flood Damage	Drought Damage
Area Ratio	17%	8%

出典：JICA 調査団 (2024)

(4) 農作物の流通状況

Plaing 灌漑地区で生産されたコメは、50%が家庭内で消費され、残りの 50%が販売される。販売されるコメのうち 80%が州外、20%が州内の市場に流通するが、国内市場と輸出の割合は不明であったため、最大輸出量を 80%、最小国内消費量を 20%と想定する。

輸出向けの VC では、他の灌漑地区同様、複数フローが存在するが、生産者以降は、国内集荷業者から精米業者が籾を買い取り、精米後輸出業者に販売されるフローが最も一般的であった。また、精米業者が輸出を行うケースも存在する。国内市場向けの VC では、農家が直接精米業者に販売するフローが一般的であるが、農家は精米所で精米だけ行い、その後は農家自身が精白米の販売を行うケースも存在する。

PDAFF 職員への聞き取りでは、雨期・乾期の収穫量が増えた場合も、十分な販売先があると考えており、当灌漑地区でも他と同様に輸出向けの販売が中心になる想定であった。

また、籾の乾燥などのポストハーベストを生産者が担うが、耕地面積が 5 ha を超えるような規模の大きい世帯では、自身で籾の天日乾燥などの作業を行うことが困難である。その上でベトナムの集荷業者は、ポストハーベストの代行サービスを提供し、買取価格からその費用と手数料を差し引くというビジネスモデルを持っている。しかし、国内の集荷業者や精米業者では同様のサービスが提供できていないため、隣国の集荷業者との競争に負け、農家が優先的に隣国の業者に売ってしまう。その結果、地域の精米産業の衰退に繋がるため、極めて深刻な課題である。

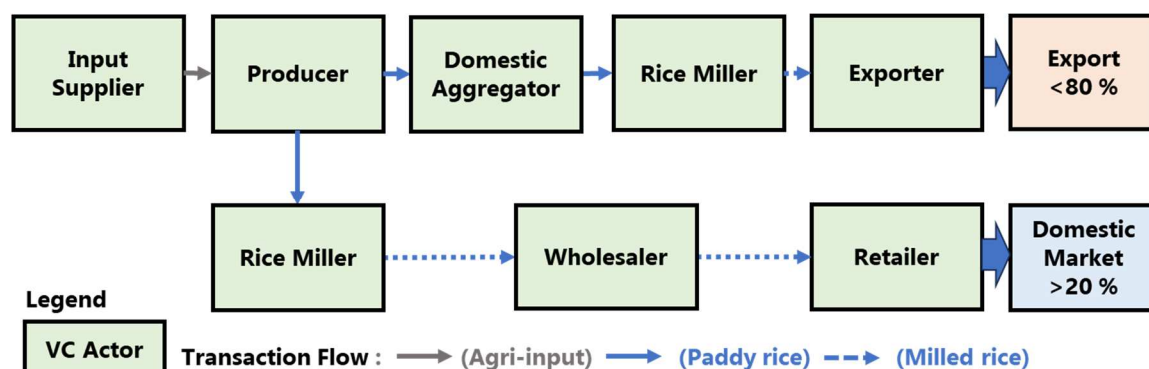


図 7.2.3 Plain 灌漑地区のコメ VC

出典：JICA 調査団（2024）

(5) 営農支援体制

Plain 灌漑地区の支援体制を表 7.2.4 に整理する。当灌漑地区では、他国のドナーによる支援は行われていない。カンボジア政府の支援として、MAFF と PDAFF にて農家に対して定期的に栽培技術支援が行われている他、洪水や干ばつの災害後には、Disaster Management Committee と MAFF の 2 つ組織が、播種用種子の提供を行っている。PDAFF 事務所への聞き取りによると、この洪水・干ばつ被害後の 2 組織の支援内容は重複しており、特に違いはないようである。

表 7.2.4 Plain 灌漑地区での営農支援体制

Organization	Project name	Period	Support details
Disaster Management Committee	Disaster support	When disaster occurred	Provide seeds to farmers for replanting.
MAFF	Disaster support	When disaster occurred	Provide seeds to farmers for replanting.
MAFF and PDAFF	Technical support	On a regular basis	Provide training related to rice cultivation techniques.

出典：JICA 調査団（2024）

(6) 農家社会経済

Plain 灌漑地区の経済社会にかかる一般情報を表 7.2.5 に記す。当灌漑地区の 45 世帯中（平均 4.4 名/世帯）の兼業・専業農家の割合は 68 %と高く、その内訳は専業農家が 53 %、兼業農家が 15%であり、専業農家が全体の過半数を占める高い割合であった。このことから、農業が各世帯の所得と生活に大きく影響していると考えられる。

世帯当たりの農地面積は、平均 2.7ha（所有地の平均が 2.1 ha、借地の平均が 1.8 ha）であり、Spean Sraeng 灌漑地区と同様に世帯当たりの保有農地は大きい傾向にある。借地で農耕を行っている世帯も 16 世帯あり、保有農地以外での農業活動も比較的一般的に行われている。雨期の主要品種は現地で嗜好性の高い Phka Rumduol（生育期間：150-160 日）が、乾期にはベトナム産の品種で早生、高収量の品種である OM 5451（生育期間：90-95 日）が主として栽培されている。

表 7.2.5 農家の経済社会にかかる一般情報 (Plaing 灌漑地区)

No.		Ratio (No.)				Land size (ha)			Main rice variety	
Family member/HH	Average	Total full/part-time farmers	Full-time farmers	Part-time farmers	Non-farmers	Average field size	Average owned field size	Average leased field size	Wet season	Dry season
4.4	36.9	68% (136)	53% (106)	15% (30)	32% (64)	2.7	2.1	1.8	Phka Rumduol	OM 5451

出典：JICA 調査団（2024）

Plaing 灌漑地区の農業・農外所得を表 7.2.6 に記す。当灌漑地区の平均総所得額は 2,196 USD（1 USD = 4,000 Riel 換算）と低く、農業所得は全体の 26 %（うちコメ栽培での所得割合は 15%）、農外所得が全体の 64%を占める結果であった。

表 7.2.6 Khpob Trobek および Tumup Lok 灌漑地区の農業・農外所得

	Agricultural Income (Rice)	Agricultural income (Except for Rice)	Nonagricultural Income	Total Income
USD	545	252	1,399	2,196
%	15	11	64	100

出典：JICA 調査団（2024）

7.2.2 農業開発計画

(1) 作付計画

Plaing 灌漑地区の改修前・改修後の作付率と洪水干ばつ被害率を表 7.2.7 に、作付計画を表 7.2.8 に示す。当該地区は Spean Sraeng 灌漑地区に隣接しているが、水源となる Sreng 川本川から離れていること、また標高が Spean Sraeng 灌漑地区と比較して若干高いことから、洪水被害は比較的小規模である。しかしながら、Sreng 川流域の規模および上流側の貯水池の貯水能力を鑑みて、完全な洪水防御は困難であると考えられることから、事業後は洪水被害が半減される計画とした。なお、干ばつ被害については、灌漑施設の整備に伴い解消される計画である。

表 7.2.7 Plaing 灌漑地区の改修前・改修後の作付け強度と洪水干ばつ被害率

Potential Beneficiary Area	Cropping Intensity (%)		Flood/Drought Damaged Ratio (%)	
	Before Project	After Project	Before Project	After Project
16,300 ha	Wet: 100% Dry: 10%	Wet: 100% Dry: 15%	Flood: 17% Drought: 8%	Flood: 9% Drought: 0%

出典：JICA 調査団（2024）

作付体系は、基本的には現況の作付暦に準じて計画するが、将来計画においてはより収益性の高い早生品種への転換を進める計画である。また、灌漑効率の増加に伴い、乾期の作付率に若干の増加を計画している。

表 7.2.8 Plaing 灌漑地区の作付計画

Potential Beneficiary Area	Wet Season (%)				Dry Season (%)			
	Before Project		After Project		Before Project		After Project	
	Variety	%	Variety	%	Variety	%	Variety	%
16,300 ha	Medium Maturity Variety	95	Medium Maturity Variety	60	Early-maturity variety	6	Early-maturity variety	11
	Early Maturity Variety	5	Early Maturity Variety	40	Vegetables and cereals	4	Vegetables and cereals	4
Total	100		100%		10%		15%	

出典：JICA 調査団（2024）

(2) 計画単収

Plaing 灌漑地区の計画単収を表 7.2.9 に記す。計画単収を設定するにあたって基準となる現況単収については、2024 年 4 月に実施した農家経済調査の結果を基に算出している。但し、これは先述の洪水・干ばつの影響を受けたサンプルも含んだ単収であるため、一般的な単収よりも小さな値となっていることに注意が必要である。

当灌漑地区の雨期の主要品種である Phka Rumduol の平均単収は 1.3 t/ha と非常に低いものであった。事業実施後は、これを灌漑地区内の高収量の農家グループレベルの収量まで向上させるものとし、3.0 t/ha で計画する。なお、主として乾期に作付けされる早生品種である OM5451 は現況で 4.8 t/ha の収量を記録しており、生産性が非常に高い品種である。これの計画収量については、農家経済調査の結果から高収量を記録した農家の単収を参考に 5.5 t/ha を適用する。

表 7.2.9 Plaing 灌漑地区の計画単収

Rice Variety	Rice Yield (t/ha)		Remarks
	Current	Planned	
Phka Rumduol	1.3	3.0	1.1 t/ha for farmland with flood/drought damage
OM 5451	4.8	5.5	
Sen Kro Ob	-	4.0	Currently seldom planted, but plan to plant to strengthen the Cambodian rice VC

出典：JICA 調査団（2024）

7.3 事業計画の骨子

7.3.1 事業計画策定の基本方針

本事業による灌漑地区の改修を実行するにあたり、灌漑施設の機能の正常化はもちろんのこと、洪水、干ばつに対する強靱性を向上させることが重要となる。当該灌漑地区は水資源が豊富であるが、配水機能に不備がみられることから、干ばつ時に十分な水を配水できていない。この課題に対しては、Spean Sraeng 灌漑地区の堤防上流側に計画する貯水池、および灌漑施設の正常化により配水が適切になされれば解決すると考えられる。

一方で、水源となる河川と貯水池の規模、そして周囲の地形を考慮すると洪水被害の完全な排除は困難であると考えられることから、洪水については影響の緩和策および洪水に対する強靱性の向上を前提にコンポーネントを策定する。

農業開発のための水資源については、Sreng 川本川からの取水を前提として利用可能な水資源量を設定する（支川からの取水は水源として考慮しない）。そのうえで、現況の作付率と農家経済調査結果を参考に、受益面積、作付品種およびそれらの水需要量、さらに貯水池の有効貯水量および灌漑効率を算定し、水収支計算により事業後の作付可能面積を求める計画とする。

7.3.2 水収支計算

(1) 対象流域の概要

Plaing 灌漑地区の水源は、改修により Spean Sraeng 灌漑地区に貯水池が建設され、同地区と Plaing 灌漑地区が接続されることから、改修後は Sreng 川の本川が水源となるが、現況は Koulen 山地の北部を水源とした Sreng 川の支川（正式な名前はないが、ここでは Plaing 川とよぶ）が主

要な水源（流域面積: 1,342km²）である。流域の標高分布は Spean Sraeng 流域と同様、低平地が大半を占めており、流域の 80%弱が標高 100m 未満の低平地である。このため、洪水時には一部の河川水が Sreng 川本川に接続している。

現況の水源となる河川の流域には大規模な貯水池はないものの、小規模から中規模の灌漑地区が多く存在しており、CISIS データによれば、雨期には合計で約 12,000 ha もの農地で作付けがなされている。なお、乾期の作付けはなされていない。

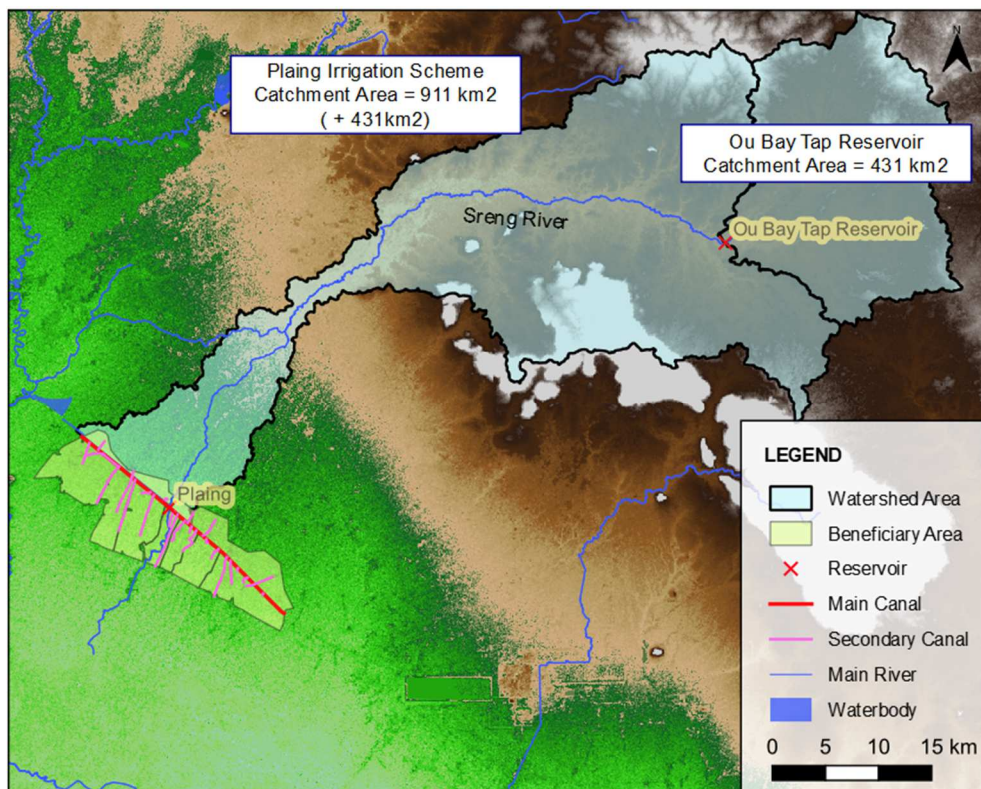


図 7.3.1 Plaing 灌漑地区流域図

出典：JICA 調査団（2024）

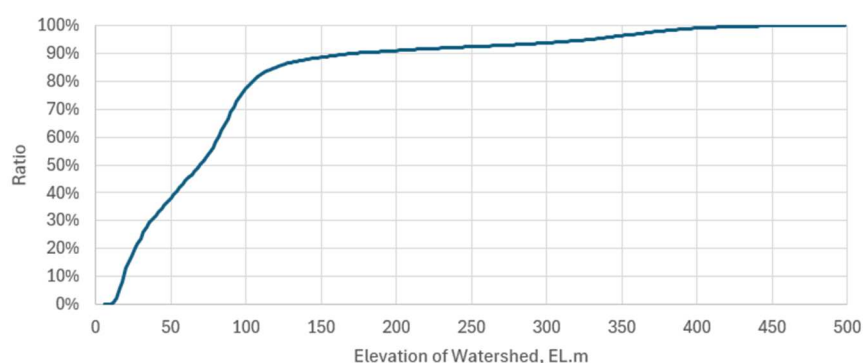


図 7.3.2 Plaing 流域の標高分布

出典：JICA 調査団（2024）

Plaing 流域の降水量分布を下図に示す。カンボジアでは利用可能な雨量観測所数が限られること、またその精度が十分ではない可能性があることから、JAXA の提供する衛星全球降水マップ（GSMaP）による 1 時間降雨量データを用いている。当該流域は Takeo 州や Kampong Speu 州にある灌漑地区と比較して非常に大きいため、Ou Bay Tap 貯水池を境界として上流側を Group1、下

流側を Group2 としてそれぞれで降雨量を算出した。ただし、結果として降雨量はほぼ同一であったことから、以降の計算では流域の平均値を適用する。

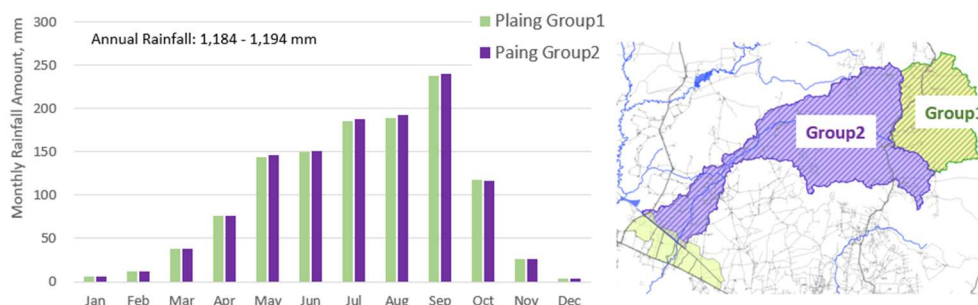


図 7.3.3 Plaing 流域の月間降水量分布

出典：GSMaP (2024)

(2) 洪水量の概略検討

頭首工の設計洪水量の決定に用いる再現期間（確率年）は、現在実施中の NaSDeP の中でも検討されている事項であり、プロジェクトの最終成果に合わせて設定することが望ましい。本検討では、他地区の JICA 事業の設計事例を参考に、再現期間を 100 年として検討を行う。

(2-1) 確率降水量

両流域の 1999 年から 2023 年までの 25 年間の降水量データを用いて、日最大降水量の確率計算を行い、それぞれの確率分布モデルにおける確率年別の日最大降水量を算定した。結果は下表に示す通り、Gumbel 分布と他のモデル（一般化極地分布モデル: GEV および対数ピアソンⅢ型分布: LogP3）で異なる予測値を示した。洪水に用いる日降水量は、最も SLSC 値の低い GEV（一般化極地分布）モデルの数値を採用する。すなわち、Spean Sraeng 灌漑地区においては、100 年確率の日降水量として 154.7mm を適用する。これは既往最大の日降雨量 (128.0mm) に対して 20% 程度大きい降水量である。

表 7.3.1 Plaing 灌漑地区の再現期間別の日最大降水量

Return Period	Probability Distribution Model			
	Gumbel	GEV	LogP3	Iwai
2	55.3	54.9	56.9	55.5
5	81.1	80.7	82.7	81.5
10	98.2	98.2	97.5	98.5
20	114.6	115.2	110.1	114.6
50	135.8	137.6	124.5	135.4
100	151.7	154.7	133.9	151.0
200	167.6	172.0	142.4	166.6
SLSC (99%)	0.034	0.033	0.035	0.033

出典：JICA 調査団 (2024)

(2-2) IRS method

IRS 法は、過去にカンボジアで行われた Irrigation Rehabilitation Study (Mekong Secretariat 1994)

で推奨される洪水量計算手法であり、流域面積のみをパラメータとした非常に簡易な洪水量算定手法である。標高 100m 以下の低地で適用性が高いとされ、水文データを一切必要としない計算方法であることから、利用可能な情報が限られるカンボジアでは適用性が高いと評価されている。計算式は以下のとおりである。

$$MAF = AREA^{0.9}$$

$$Q_{10} = 1.53 \times MAF$$

$$Q_{20} = 1.78 \times MAF$$

$$Q_{50} = 2.00 \times MAF$$

$$Q_{100} = 2.20 \times MAF$$

ここで、MAF: 平均洪水流量 (m³/sec)

AREA: 流域面積 (km²)

Q₁₀: 再現期間 10 年における洪水流量 (m³/sec)

表 7.3.2 Plaing 灌漑地区の洪水流量 (IRS 法)

Return Period	Plaing (A = 1,342 km ²)
2	653 m ³ /s
10	999 m ³ /s
20	1,163 m ³ /s
50	1,306 m ³ /s
100	1,437 m ³ /s

出典：JICA 調査団 (2024)

(2-3) Unit Hydrograph (SCS-CN)法

Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) 法は、単位時間ごとの降水量のデータをインプットとして、地表流出量を算定するためのモデルであり、米国の農務省水土保持局 (USDA SCS) によって開発された。土壌および土地利用区分に基づいた CN 値をベースとして降雨に対する流出の特性を定義しており、更に流域の形状や標高分布などの地形的特徴から濃縮時間 (Time of Concentration) 等を再現することで広大な流域のピークのずれなどが再現可能である。

SCS-CN のモデルは以下の式で表される。

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

$$S = \frac{1000 - 10CN}{CN}$$

ここで、P_e: ある時刻における累積降水超過量 (mm)

P: ある時刻における累積降雨深度 (mm)

S: 潜在的な最大放流量 (-)

CN: カーブナンバー (-)

また、流域の形状および地形より算定される濃縮時間 (Time of Concentration, T_c) および降水の開始からのラグタイム (Lag, L) の算定は以下の式で表される。

$$T_c = l^{0.8} \frac{(S + 1)^{0.7}}{1140Y^{0.5}}$$

$$L = 0.6 T_c$$

ここで、Tc: 濃縮時間 (hour)

l: 流路長 (feet)

S: 潜在的最大放流量 (-)

Y: 流域平均勾配 (%)

CN: カーブナンバー (-)

L: ラグタイム (hour)

洪水量の計算は、Hydrologic Engineering Center, US Army Corps of Engineers の提供する水文モデリングツールである HEC-HMS を用いた。また、洪水発生時の降雨パターンは既往最大の降雨イベントをベースとし、再現期間 100 年の日降水量となるように降水量を比例配分することで調整した。

Unit Hydrograph 法によるピーク洪水流量の算定結果を下表に示す。Plaing 灌漑地区の 100 年確率の洪水流量は 1,093 m³/s と算定された。しかしながら、本調査での検討は、河川横断の形状を考慮せずに簡易的に洪水量を算定しており、例えば河川堤防の越流による水量の損失などは考慮されていない。洪水時のオペレーションとして用水路（幹線水路から圃場まで）を含めてゲートを開けて対応していることを確認しており、これらの影響を考慮すると、洪水量は今回検討結果より小さな値となる可能性が高い。

表 7.3.3 Plaing 灌漑地区の潜在洪水流量 (Unit Hydrograph 法)

Return Period	Plaing (A = 1,342 km ²)
2	193 m ³ /s
5	380 m ³ /s
20	687 m ³ /s
50	911 m ³ /s
100	1,093 m ³ /s

出典：JICA 調査団（2024）

(3) 水収支計算

本項目では、降水量のデータおよび過去の準備調査の結果を参考にして、現行の作付け様式における水収支計算を行い、事業後の作付け率の検討を行った。

(3-1) 降水量

降水量は 1999 年から 2023 年までの 25 年間のデータを用い、超過確率 80%、すなわち 5 年間に 4 年の確率で保障される年間降水量を採用し、月間降水量は平均降水量からの比例配分とした。図 7.3.1 で示したとおり、当該流域は 1,342km² と比較的大きいことから、流域を地形条件別に 2 つのサブ流域を設定し、各サブ流域の平均降水量を面積により加重平均して流域全体の月間降水量を算出した。

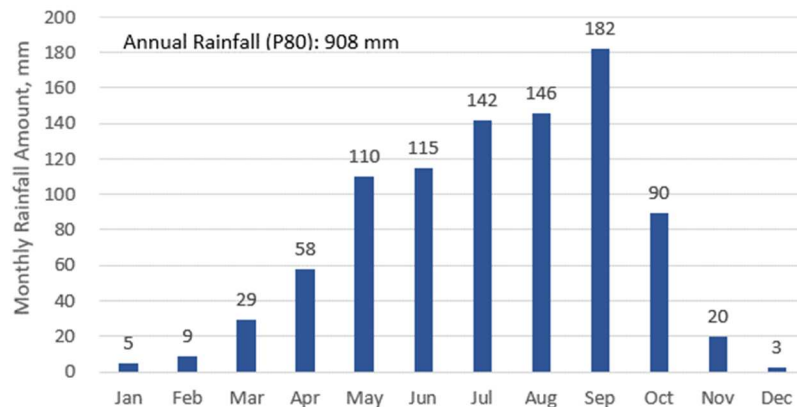


図 7.3.4 Plaing 灌漑地区の水収支計算で採用した標準降水量分布（超過確率 80%）

出典：JICA 調査団（2024）

(3-2) 河川流量

Plaing 灌漑地区の水源となる河川は、現況は Sreng 川の支川である Plaing 川である。この Plaing 川には小規模から中規模の灌漑地区が多く存在し、CISIS データベースによればこれら灌漑地区の受益面積は合計で 12,716ha になることから、乾期においては Plaing 灌漑地区まで配水されることはなく、ごく一部の河川に近い農地でのみ乾期作がなされているのが現状である。改修後は Spean Sraeng 灌漑地区と同じく Sreng 川の本川（Sraeng1 貯水池および Sraeng2 貯水池）を水源とする計画であり、乾期の作付け面積の拡大が期待される。単位流域面積あたりの比流量が Sreng 川と同じと仮定した時の Plaing 川の月間河川流量を下表に示す。

表 7.3.4 Sreng 川の月間河川流量（Sraeng1 貯水池地点、流域面積：3,226 km²）単位：m³/s

Reference	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Plaing River	0.7	0.4	0.1	0.0	2.2	3.0	7.4	13.0	20.0	25.2	6.7	1.5
Sreng River	1.6	0.8	0.3	0.0	4.9	6.5	16.2	28.6	43.9	55.2	14.6	3.2

出典：JICA 調査団（2024）

(3-3) 必要用水量の概算

7.2 で述べた当該地区の営農状況を考慮して、年間作付体系を設定した。計算条件は以下のとおりである。

- ・作付け作物は、コメのみを考慮する（直播による作付けとする）
- ・作物の生育ステージおよび潜在蒸発散量は FAO の公表する一般値を適用する。
- ・圃場の浸透量を 2mm/日とする。
- ・有効降水量の算定は USDA SCS の公表する算定式を適用する。

$$P_e = \frac{P \times (125 - 0.2 \times P)}{125} \quad \text{for } P \leq 250 \text{ mm/month}$$

$$P_e = 125 + 0.1 \times P \quad \text{for } P > 250 \text{ mm/month}$$

ここで、Pe: 有効降水量, mm/month

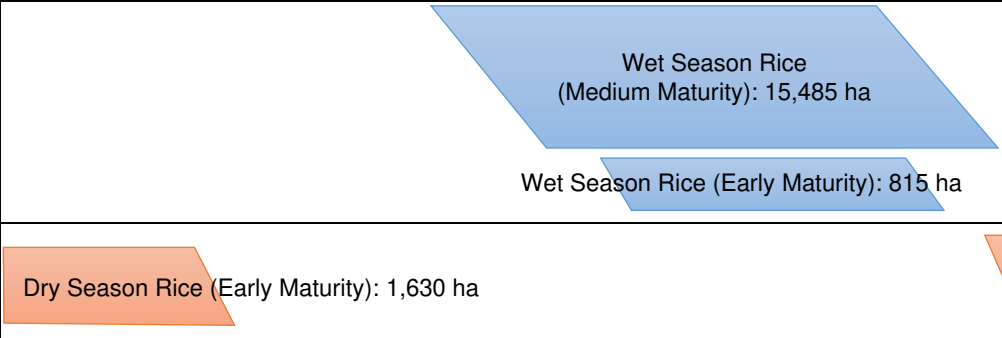
P: 月間降水量, mm/month

- ・灌漑効率は現況を 45%、改修後を 54%とする（幹線水路の改修による効果）。

概算用水量の算定結果を次表に示す。Plaing 灌漑地区は現況で貯水池が存在せず、また灌漑施設がほとんど機能していないことから、多くの農地が天水による作付や洪水後の **Recessional Farming**、もしくは Plaing 灌漑地区の堤防上流に貯まるわずかな貯水を活用した作付がなされていると考えられる。したがって、現況の灌漑用水量は今回の算定結果よりも少ないことが想定される。

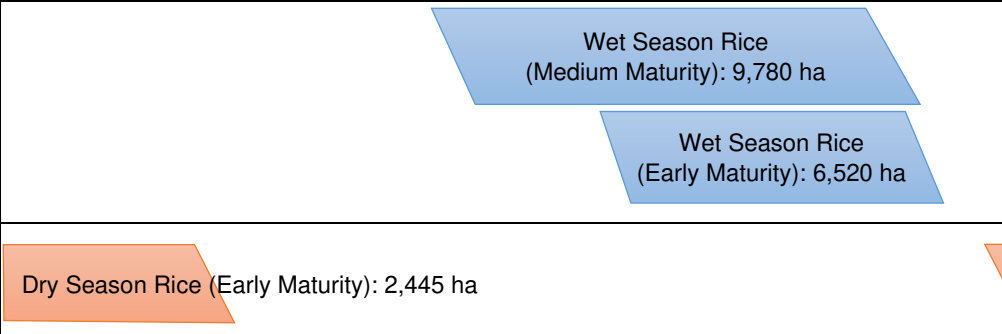
当該灌漑地区の農家を対象とした社会経済調査の結果や PDWRAM からの聞き取りから、現況はほとんどの農地で Phka Rumduol などの中生品種が栽培されていることを確認している。一方、灌漑条件が整えば、より収益性の高い高収量品種の栽培に切り替える意向が強いことから、改修後の早生品種の作付け割合を 5%から 40%まで増加させている。また、改修後は幹線水路のライニングによる灌漑効率の改善が見込まれる分、乾期の作付面積を増やす計画である。

表 7.3.5 概算用水量 (Plaing 灌漑地区：現況)

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Plaing (Beneficiary Area: 16,300 ha)												
Irrigation Requirement (MCM)	6.9	6.7	2.1	0.0	0.0	27.1	15.4	27.4	0.3	9.7	17.5	18.4

出典：JICA 調査団 (2024)

表 7.3.6 概算用水量 (Plaing 灌漑地区：改修後)

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Plaing (Beneficiary Area: 16,300 ha)												
Irrigation Requirement (MCM)	5.7	5.6	1.8	0.0	0.0	22.6	12.8	22.8	0.3	8.1	14.6	15.4

出典：JICA 調査団 (2024)

(3-4) 水収支計算結果

上述のとおり、Plaing 灌漑地区は現況で貯水池が存在していないことから、水収支計算は改修後のみを対象とする。改修後の水収支計算では Sreng 川上流に位置する Sraeng1 貯水池（貯水容

量 1 億 5300 万 m^3) と Sraeng2 貯水池 (貯水容量 2 億 5800 万 m^3) を水源として考慮する。CISIS データベースによれば、関連貯水池を水源とする灌漑地区の受益地面積は、最大 69,067 ha (Spean Sraeng 灌漑地区の 12,500ha を含む) である。これに 16,300 ha の Plaing 灌漑地区の受益面積を加えると関連灌漑地区の面積は合計で 85,367 ha となる。水収支計算では、貯水容量を灌漑地区の面積比で配分されるものとし、全体の 19% (約 7,800 万 m^3) が利用可能であるとして計算を行った。

図 7.3.5 に流入量と概算用水量から算定される 80%超過確率の降水イベント時の水収支計算結果を示す。改修後の灌漑地区は雨期、乾期ともに十分な水資源が供給される見込みであることを確認した。

表 7.3.7 現行の作付面積と計画作付面積 (Plaing 灌漑地区)

Status	Beneficiary Area		Crop Intensity	Remarks
	Wet	Dry		
現況	16,300 ha	1,630 ha	110%	現況では貯水施設が存在しないこと、また灌漑施設が機能せずに配水できていない農地が多く存在すると考えられるが、詳細が不明であることから、天水による農地等を含め、農家経済調査の結果から作付け面積を設定。
改修後	16,300 ha	2,445 ha	115%	Spean Sraeng 灌漑地区の堤防上流に貯水池を計画しているが、ここでは Spean Sraeng 灌漑地区と同様に Sraeng1 および Sraeng2 貯水池を水源として水収支計算を行う。

出典：JICA 調査団 (2024)

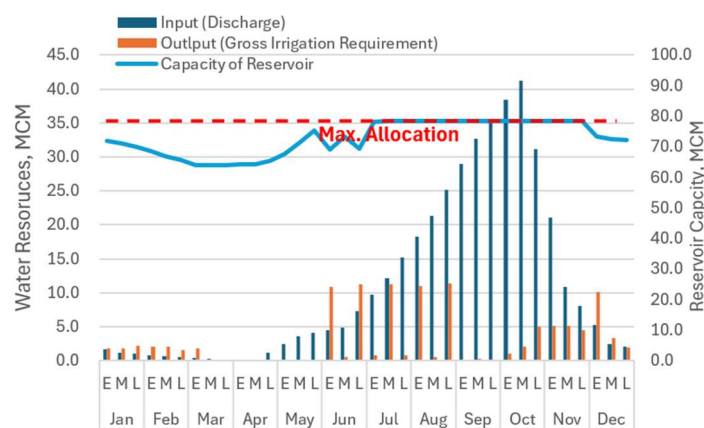


図 7.3.5 Plaing 灌漑地区水収支計算結果 (改修後)

出典：JICA 調査団 (2024)

7.3.3 灌漑開発計画 (用排水計画、施設改修計画、1 次～3 次水路整備計画)

(1) Plaing 貯水池

MOWRAM は Spean Sraeng 灌漑地区の堤防直上流に Plaing 灌漑地区の水源として貯水池の建設を計画しており、本調査の事業計画へ含める。

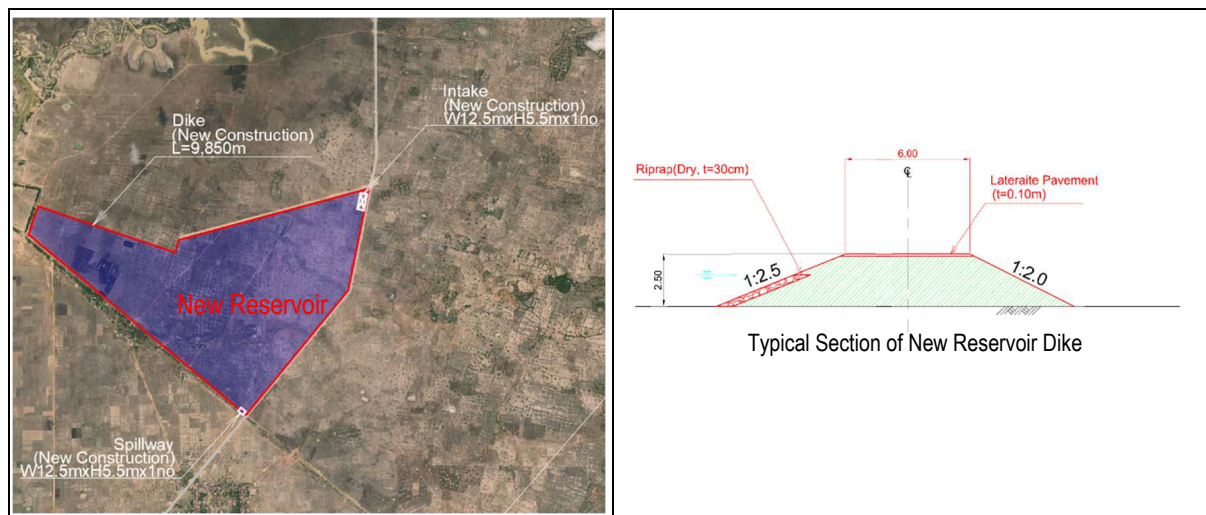


図 7.3.6 Plaing 貯水池の新規計画案

出典：JICA 調査団 (2024)

(2) 幹線用水路

幹線用水路は、降雨および洪水で浸食されるため法面整形が必要である。MOWRAM の要望からメンテナンス費用の削減のため、コンクリートライニングを計画する。

本調査の幹線用水路の対象延長は 16.0 km とした。PDWRAM は 21.0 km を要望していたが、東側の 5.0 km 区間は用地取得にかかる問題が発生しており、開発が出来ない状況にあった。この状況を受け MOWRAM とも協議を行い、本調査の事業対象から用地取得の同意が得られていない区間を除外することとし、用地補償問題が解決した後、MOWRAM が残り区間を施工することとなった。

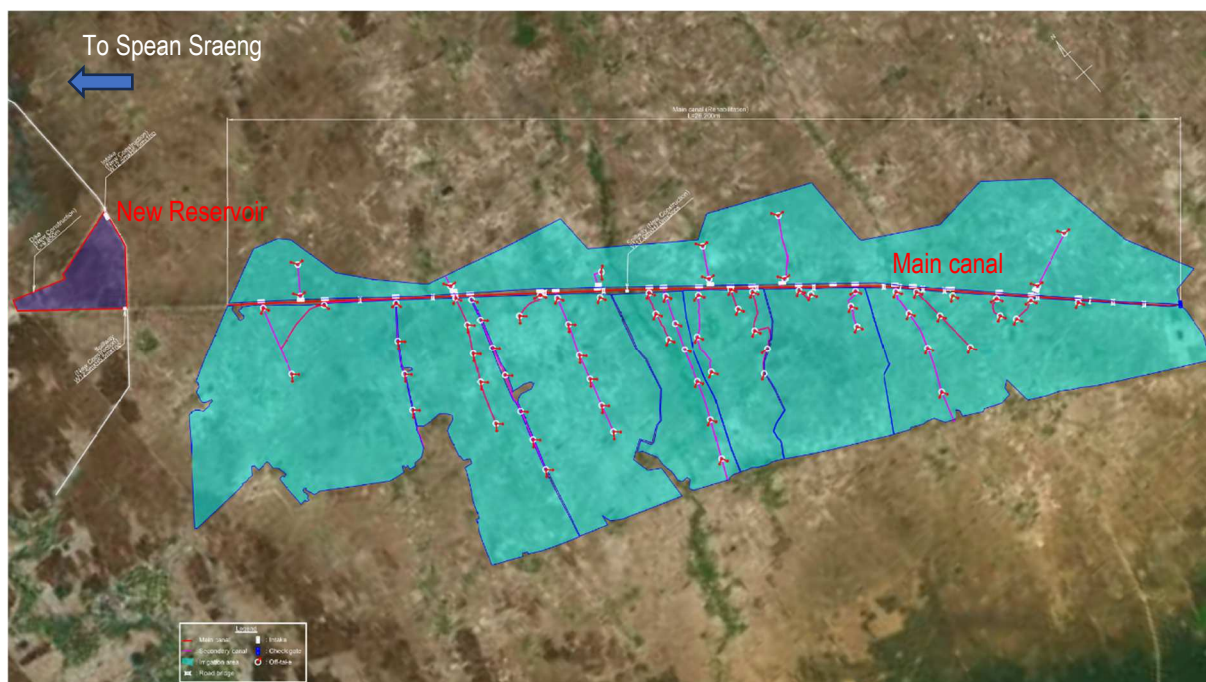


図 7.3.7 Plaing 灌漑地区の改修計画案

出典：JICA 調査団 (2024)

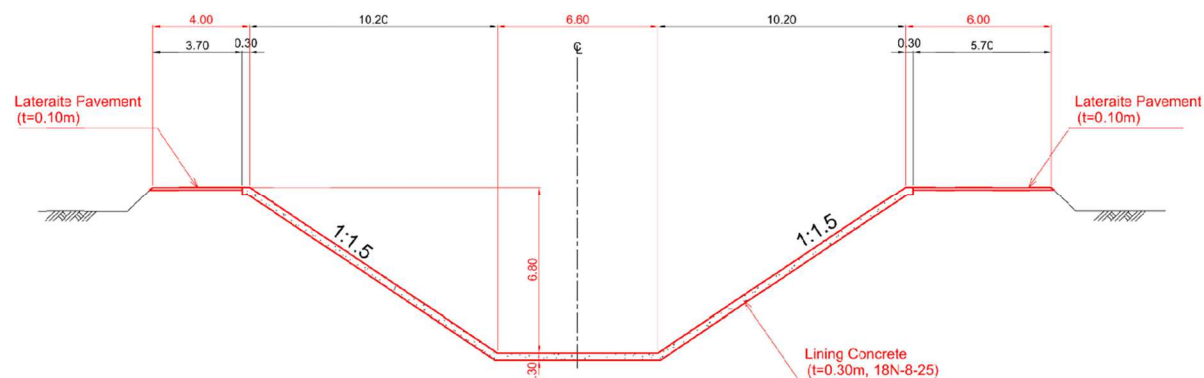


図 7.3.8 Plaing 灌漑地区の幹線用水路の定型断面

出典：JICA 調査団 (2024)

(3) 2 次水路

2 次水路は土水路とし、MOWRAM 作成図面を参考に計画する。

(4) 3 次水路

整備済みの他地区を参考に、耕地面積 40ha に延長 800m の土水路として工事費に反映した。

(5) 排水路

本調査では、PDWRAM の要望および用排分離による中干しや間断灌漑が可能となるように排水路を工事費に加えている。中干し期間や間断灌漑を設けることでメタンガスの発生量を削減し、カーボンクレジットの売却益が副収入ともなり得る。

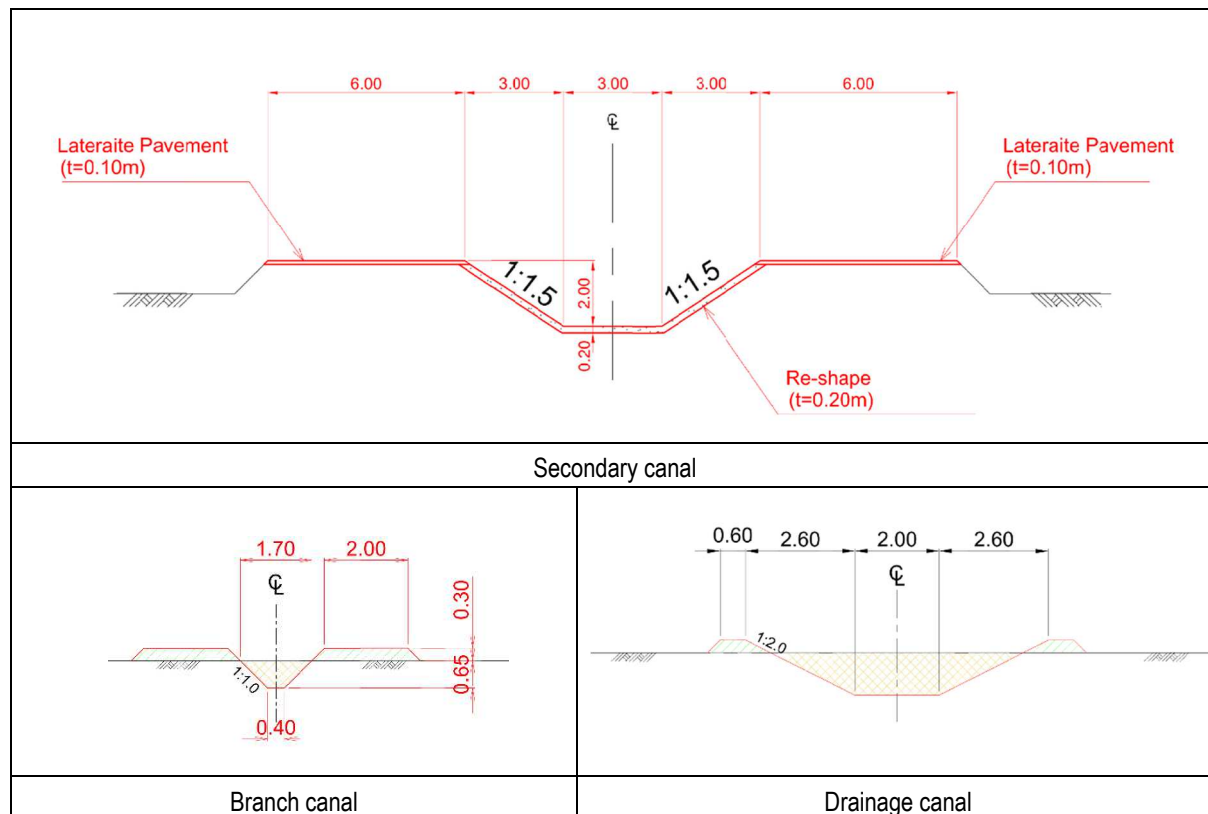


図 7.3.9 Plaing 幹線用水路関連の改修計画案

出典：JICA 調査団 (2024)

Plaing 灌漑地区の事業内容を表 7.3.8 に示す。

表 7.3.8 Plaing 灌漑地区の整備内容

Plaing Irrigation Rehabilitation		
Items	Work Item	Quantity
Dike (dam) Embankment	Top: Surface leveling and Laterite pavement	L=26,200m
	U/S: keep the current condition	L=0m
	D/S: keep the current condition	L=0m
Dike (dam) Embankment	Newly Construction	L=9,850m
Spillway / Headwork	Installation of the spillway (river portion)(W17.0mxH7.0mX3nos)	1no
	Installation of the spillway/Headwork (New Reservoir)(W12.5xH5.5mx1no)	2nos
Bridge along the inspection road	N/A	N/A
Intake for the Main Canal(Beginning of Canal)	Rehabilitation of the intakes for the main canals and secondary	22nos
Main Canal	Plain concrete lining	L=16,000m
Bridge along the main canal	Keep the current condition	11nos
Footpath along the main canal	Keep the current condition	2nos
Chack gate on the main canal	Installation	1no
Intake for the Secondary Canal (Turnout)	Rehabilitation / installation of intake	15nos
Secondary Canal	Rehabilitation (no lining, Re-shape)	L=67,962m
Drainage canal	Installation of drainage canal	L=67,962m
Intake for the Sub Canal(Off-take)	Rehabilitation / installation of intake	74nos
Sub Canal	Newly installation (no lining)	16,300ha
Construction of FWUC Office	Newly Construction	1no

出典：JICA 調査団 (2024)

7.4 事業コスト、事業便益、事業効果

7.4.1 積算条件

本節では、Plaing 灌漑地区の改修事業にあたり、表 7.3.8 に示す主要コンポーネントの実施にかかる費用（2024 年時価額）を算出する。直接工事費は、土木・構造物の建設費である。間接経費は、間接工事費、その他経費、コンサルタント費、物価上昇費、予備費、アドミニストレーション費などを考慮した。積算条件は、第 5 章（表 5.4.1）で示したものと同一である。

7.4.2 事業コスト

Plaing 灌漑地区の事業費を表 7.4.1 に示す。直接工事費（下表中 1. 土木工事、資機材調達）で 1 億 1,925 万 USD、事業費全体で 2 億 833 万 USD（うち借款対象は 1 億 7,456 万 USD）と算定された。

表 7.4.1 Plaing 灌漑地区の事業費

単位：US\$

項 目	外資		内貨		合計	
	全体	うち借款対象	全体	うち借款対象	全体	うち借款対象
1. 土木工事、資機材調達	19,055,145	19,055,145	100,194,894	100,194,894	119,250,039	119,250,039
2. プライスエスカレーション	3,302,892	3,302,892	32,062,366	32,062,366	35,365,258	35,365,258
3. 予備費	1,117,902	1,117,902	6,612,864	6,612,864	7,730,766	7,730,766
4. コンサルティングサービス	5,609,524	5,609,524	6,110,373	6,110,373	11,719,896	11,719,896
5. 建中金利	490,991	490,991	0	0	490,991	490,991
6. フロントエンドフィー	348,132	0	0	0	348,132	0
7. 用地取得費	0	0	5,459,267	0	5,459,267	0
8. 管理費	1,454,273	0	7,521,988	0	8,976,261	0
9. 税金（付加価値税及び関税）	4,189,416	0	14,803,569	0	18,992,985	0
合 計	35,568,275	29,576,454	172,765,321	144,980,497	208,333,595	174,556,950

出典：JICA 調査団 (2024)

7.4.3 事業便益と事業効果

現計画では、灌漑施設の改修事業による便益として以下を計画している。

- 適時適切な配水、灌漑効率の向上、そして作付品種の変更による農業生産性の向上
- 洪水および干ばつ被害の軽減による収益の安定化

農業生産性および洪水被害の現況については、灌漑地区別に実施した農家社会経済調査をベースに評価を行った。

(1) 農業生産性

施設改修後は、雨期の間の小乾期あるいは乾期作への配水が安定することから、現行品種の収量の増加や高収量品種への移行が期待できる。当該灌漑地区の事業効果の概算に用いた条件を表 7.4.2 および表 7.4.3 に示す。なお、実態としては全体の数%の農地で野菜等の園芸作物が生産されているが、概算としての算出であることから、本検討ではコメのみを対象として便益を計算している。

表 7.4.2 現況および将来条件の作付体系（Plaing 灌漑地区）

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Before the Project (Beneficiary Area: 16,300 ha)												
After the Project (Beneficiary Area: 16,300 ha)												

出典：JICA 調査団（2024）

表 7.4.3 現況および将来条件の収量（Plaing 灌漑地区）

作期	平均収量		備考
	現況	改修後	
雨期作	1.3	3.5	現況は天水農地や洪水・干ばつ被害を受けた農地を含めた平均収量を示す
乾期作	5.0	5.1	

出典：JICA 調査団（2024）

(2) 洪水被害

Plaing 灌漑地区では、農家社会経済調査を通じて、各地区 45 農家を対象に過去 5 年の洪水および干ばつ発生時の被害面積と発生時の収益について聞き取りを行っており、洪水・干ばつ被害が発生していない農地の利益と洪水・干ばつ被害が発生した農地の利益の差分を洪水被害額と定義して、被害額の算定を行っている。結果は表 7.4.4 のとおりであり、被害額は約 250 USD/ha と見積もられた。なお、第 5 章の表 5.4.5 で説明のとおり、全国規模の洪水被害額から算定される被害額は 307 USD/ha と見積もられており、これと大差ない金額である。

本検討では、この単価を適用し、事業完了後は洪水被害が抑えられる仮定で洪水被害への貢献度を算定した。

表 7.4.4 単位面積あたりの洪水被害額 (Plaing 灌漑地区)

状態	収益 (USD/year/ha)
水害なし	+185
水害あり	-65
想定被害額	250

出典：JICA 調査団 (2024)

(3) 想定される便益

農業生産性の向上効果と洪水被害の軽減効果の算定結果を下表に示す。事業実施前後の農家収益額の差分は約 363 USD/ha と見積もられた。なお、これは現況の雨期の平均収量が 1.3 ton/ha と非常に小さいために、農業生産性の向上効果が大きく出た結果であり、計画収量を達成するためには大規模な営農支援が必要になると考えらえる。

表 7.4.5 単位面積あたりの事業効果算定額 (Plaing 灌漑地区)

項目		Spean Sraeng	備考
事業実施前の農家収益		159 USD/ha	洪水・干ばつ被害地域を含む対象地区平均の収益
事業実施後の農家収益		522 USD/ha	
内訳	農業生産性の向上効果	322 USD/ha	事業効果：321.8+ 41.2 = 363 USD/ha
	洪水被害の軽減効果	41 USD/ha	

出典：JICA 調査団 (2024)

第 8 章 優先事業地区に係る追加調査：Khpob Krous 灌漑地区

8.1 事業地区の一般概要

本節では、対象地区の位置、地形、土地利用、気象水象状況および社会経済状況を含めた基本統計情報に加え、既存灌漑施設についてその特徴を整理する。

8.1.1 位置と行政区画

Khpob Krous 灌漑地区は Kampong Speu 州の南東部に位置する Basedth 郡内にあり、州都の Chbar Mon からは約 40km、首都のプノンペン特別市からは約 55km の距離にある。対象地区の受益地および灌漑施設は全て Basedth 郡内にあり、5 つのコミューン（Besedth、Kak、Preah Khae、Pou Mreal、Kat Phluk）にわたり分布している。

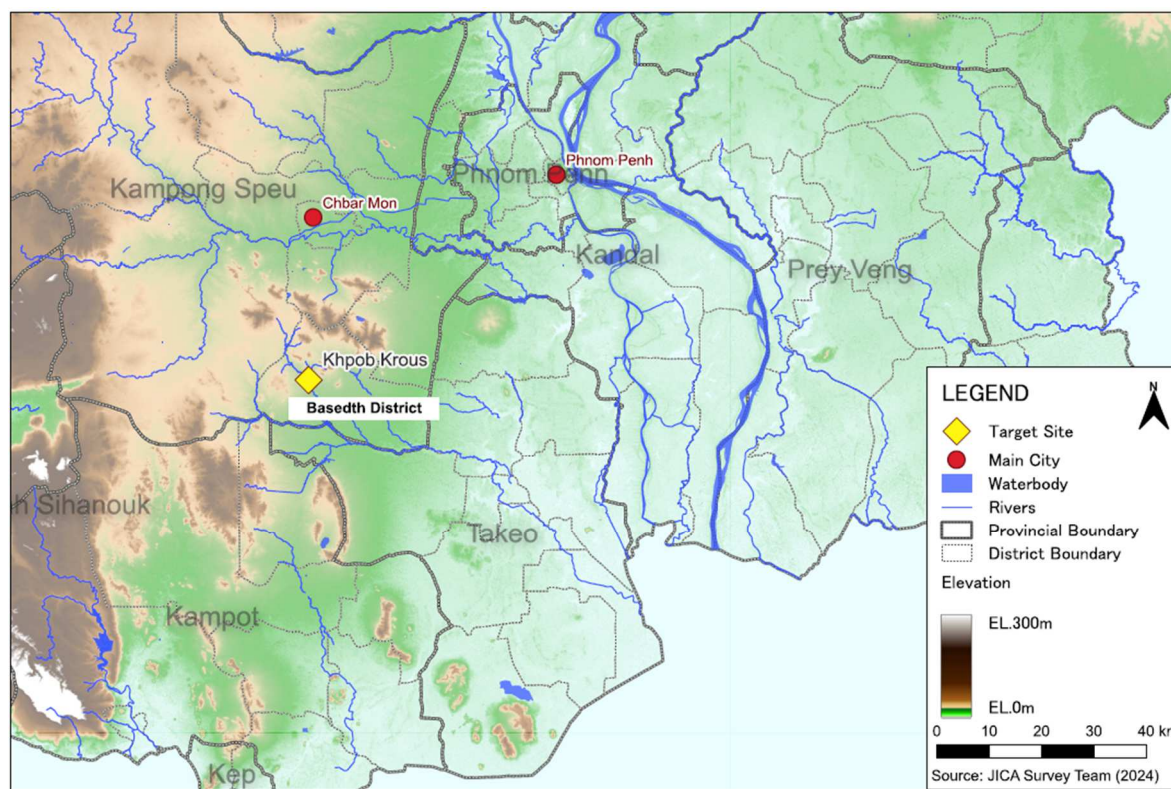


図 8.1.1 Khpob Krous 灌漑地区位置図（広域）

出典：JICA 調査団（2024）

8.1.2 地形

Khpob Krous 灌漑地区は Prey Khmeng Mountain など標高 500m から 600m の小規模な山地を水源として南南東に向かって 2/1000 程度の河川勾配で蛇行しながら流下し、Khpob Krous Reservoir を経由して Slakou 川に合流する。SRTM による標高データによれば、Khpob Krous 灌漑地区の受益地の標高は EL.31m～EL.59m の範囲（平均標高 EL.43.2m）にあり、南に向かって標高が低くなる標高分布を示す。幹線水路である MC35 水路は東に延びており、O Kbear Reservoir の流域に合流する。

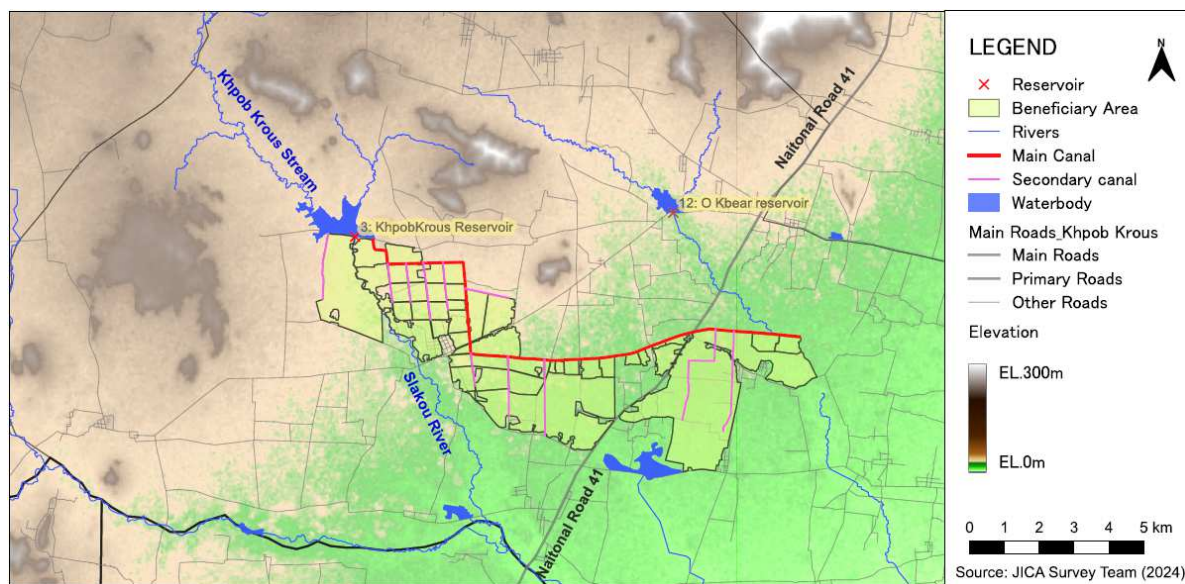


図 8.1.2 Khpob Krous 灌漑地区位置図

出典：JICA 調査団（2024）

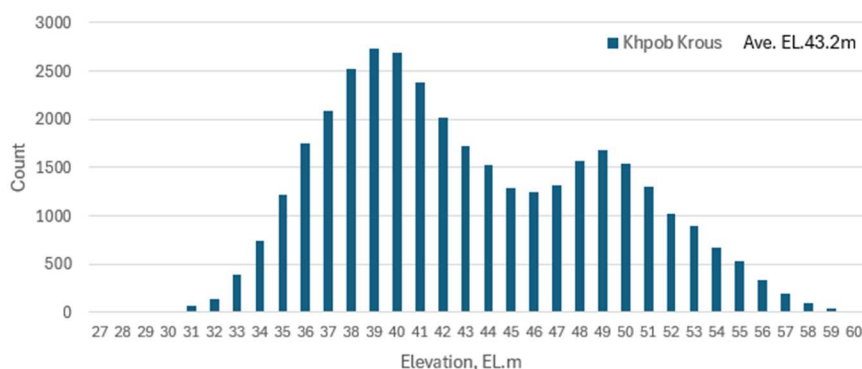


図 8.1.3 Khpob Krous 灌漑地区標高分布

出典：JICA 調査団（2024）

8.1.3 土地利用

Sentinel-2 より提供される一連の光学画像データより解析される土地利用分布図を基に、2017 年、2020 年、2023 年の対象地区における土地利用分布の変化を図 8.1.4 および図 8.1.5 に示す。耕作地面積は、年により大きく変動しており、36%から 80%で変動していることが分かる。耕作地が少なかった年（2020 年）は幹線水路沿いを含む河川から離れた農地で Rangeland（放牧地）が広く分布していることから、耕作面積の急激な減少は灌漑用水の供給が不安定であった結果であると考えられる。また、各コミューンの集落を中心に宅地や商店の開発が進行しており、建造物面積は 2017 年時の 3%から、2023 年時には 14%まで増加している。

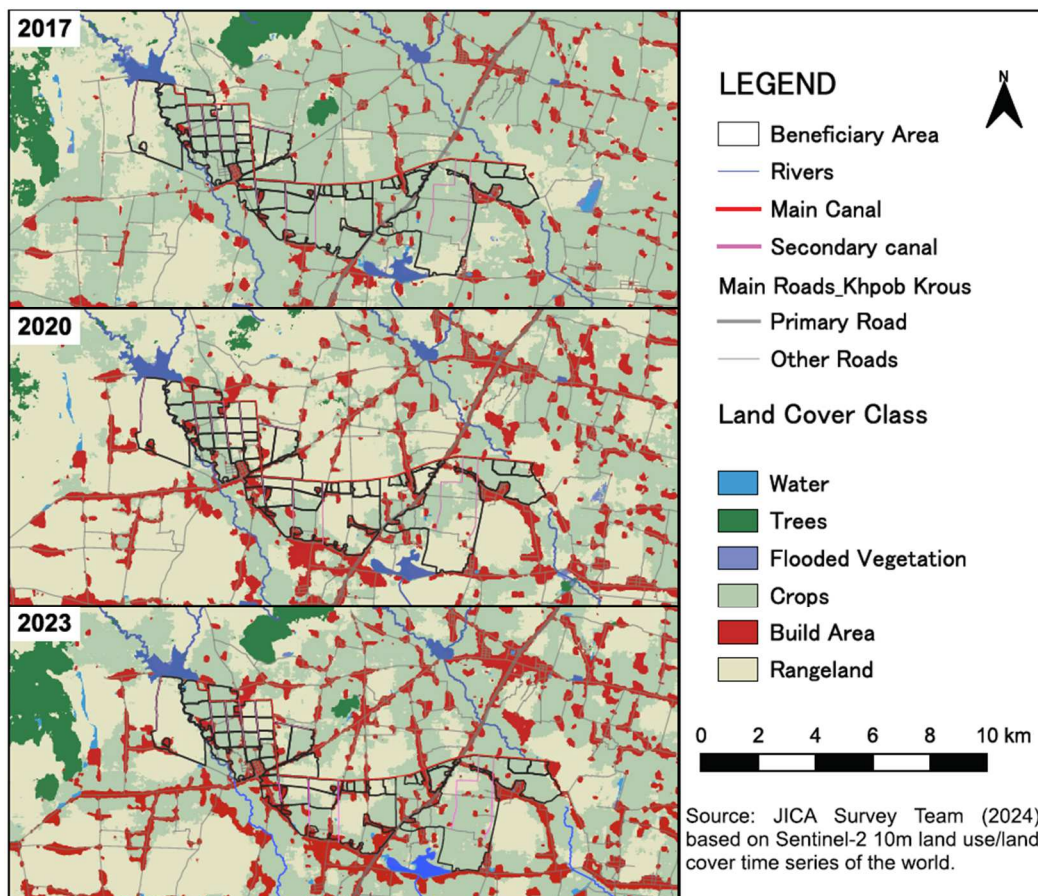


図 8.1.4 土地利用の経年変化 (Khpob Krous 灌漑地区)

出典：JICA 調査団（2024）

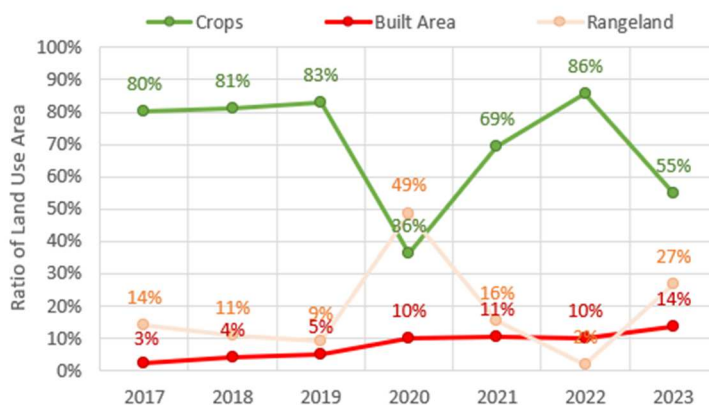


図 8.1.5 主要土地利用区分の経年変化 (Khpob Krous 灌漑地区)

出典：JICA 調査団（2024）

8.1.4 気象水象

Kampong Speu 州の 1996 年から 2023 年までの 28 年間の降水量記録を基に作成した降水量記録と月間気温の推移を図 8.1.6 および図 8.1.7 に示す。雨期は 5 月から 10 月までの 6 ヶ月であり、この時期は平均で 120mm から 250mm 程度の月間降水量が観測され、年降水量の 78%を占める 1,016mm の降水が集中する。しかしながら、2 月を除き、年によって月間降水量が大きな時期と少ない時期の乖離が大きく、数年に一度の頻度で雨期でも十分な降水が発生しなかったり、乾期に大きな降水が発生することがある。雨期に十分な降水が発生しない月には補給灌漑が必要となる

が、灌漑施設の状態が悪い地区では、このような時に干ばつの被害を受けている。

平均気温は月によって大きな変動はなく、26℃から31℃の間で推移している。気温は乾期の終盤である3月から5月にかけてピークを示し、次の乾期の始まりである12月にかけて緩やかに減少する。乾期である1月から4月是一日の寒暖差（最高気温と最低気温の差分）が最も大きい時期であり、最大で17℃程度の寒暖差が観測されている。

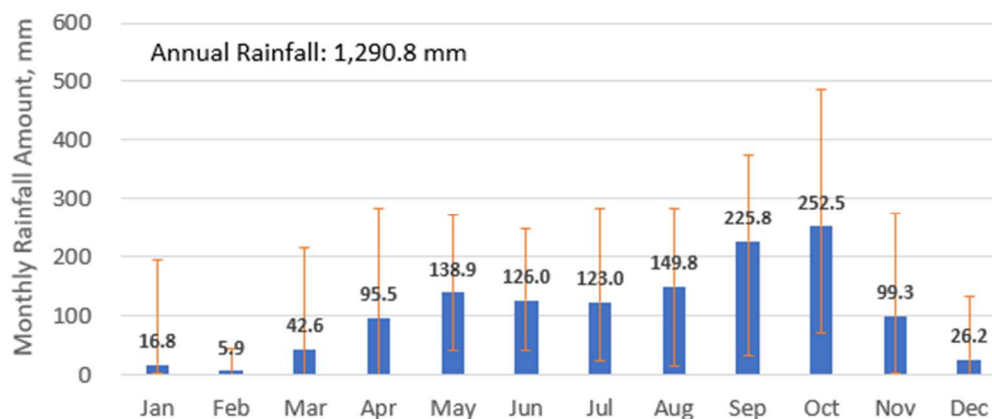


図 8.1.6 Kampong Speu 州の月間降水量分布

出典：JICA 調査団（2024）

表 8.1.1 Kampong Speu 州の月間平均降水量および最大/最小降水量

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Average	17	6	43	95	139	126	123	150	226	252	99	26
Minimum	0	0	0	0	38	40	21	16	32	69	0	0
Maximum	190	44	217	283	268	247	281	285	377	484	273	133

出典：JICA 調査団（2024）

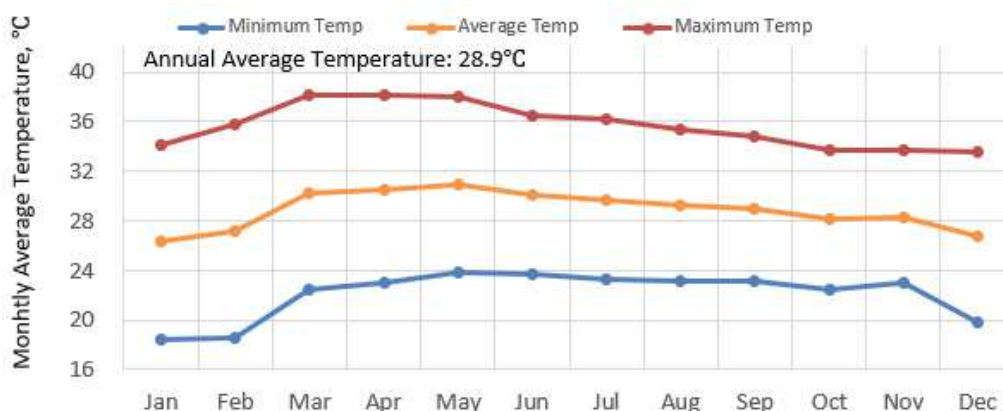


図 8.1.7 Kampong Speu 州の月間平均、最大、最低気温の推移

出典：JICA 調査団（2024）

8.1.5 既存灌漑施設

貯水池に付帯する主要灌漑構造物として、洪水吐と取水工がある。これらの施設は、堤防高さを 50cm 嵩上げる改修計画に従い、対象となる水位が上昇し、堤防との接合部分が現況とは異なる状況になることから、解体のうえで新設する必要がある。現在の躯体を利用する場合は、構造物の基礎の確認、既設コンクリートの強度確認をはじめとした多くの確認が必要であり、構造物

の荷重条件も異なってくるため、あまり現実的とは言えない。

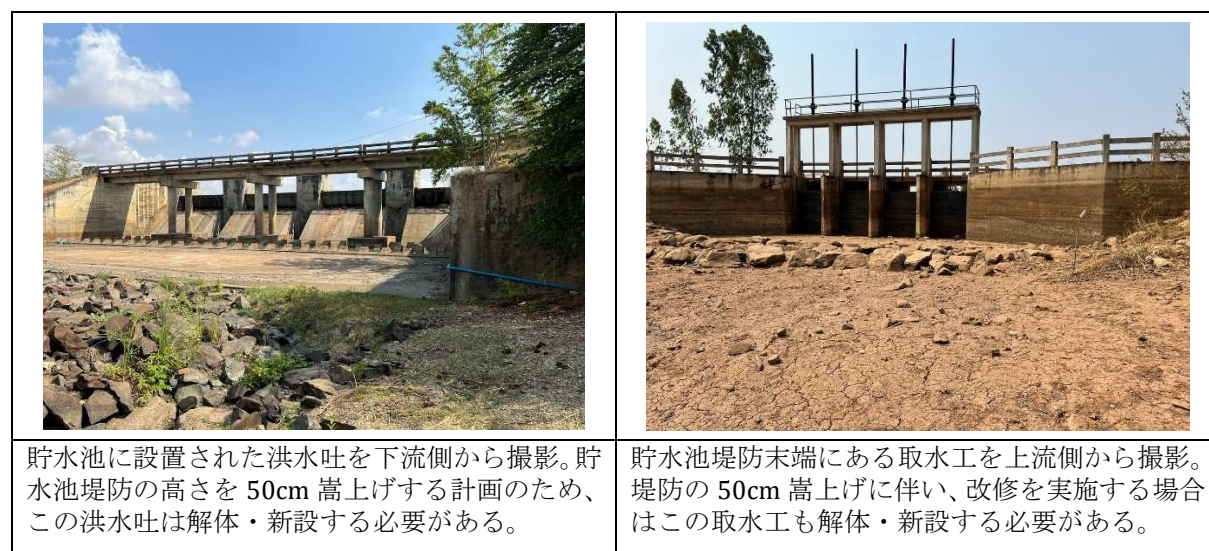


図 8.1.8 Khpob Krous 貯水池の主要水利施設

出典：JICA 調査団 (2024)

一方、貯水池下流側に走る幹線水路沿いでは降雨及び水流により浸食された土水路が確認されており、PDWRAM 職員によると水路が毎年浸食、崩壊するため修理が必要になっていることが確認された。また、地表面の起伏の影響から水路底が低い標高にあり、水路法面が長くなっているところも散見されるため、表面をライニングするだけでなく、例えば U 字フルームを用いた改修も検討する必要がある。PDWRAM 職員からは、水路法面の崩壊を未然に防ぐため U 字フルームによる改修に強い要望が寄せられた。



図 8.1.9 Khpob Krous 地区における幹線水路の浸食状況

出典：JICA 調査団 (2024)

Khpob Krous 地区において、盛土材料としての適性を確認する目的で貯水池近傍の 1 か所で土壌サンプリングを行い、室内試験に供した。採取した試料の物理試験結果は、MOWRAM が設定した許容値の範囲内に全て収まっている。これは、貯水池近傍の土は分散性を示すものではなく、これを盛り土材として利用することに特に関して特に問題はないことを示している。

表 8.1.2 Khpob Krous 灌漑地区の貯水池近傍で採取した土の物理試験結果

Items/ Location	土粒子の直径				液性限界 LL (%)	塑性指数 (PI)	線状収縮 (LS)	スレーキ ング (乾) (s)	スレーキ ング (湿) (s)
	63mm	16mm	2mm	0.063mm					
MOWRAM 許容範囲	100	70-100	35-100	30-90	30-70	PI > 12	LS < 18	S > 30	S > 30
Khpob Krous	100	100	60	37	34.5	16.8	9.3	S>300	S>300

出典：JICA 調査団（2024）

8.1.6 社会経済

Khpob Krous 灌漑地区が位置する Kampong Speu 州は、首都プノンペンに隣接しており、人口は約 95 万人である。18~60 歳人口 53 万人のうち 93%が主業を有しているが、この割合は 4 州の中で最も高い。これは、Kampong Speu 州では、就業先を見つけるのが容易であることを示唆している。同州では、次図に示す通り、約 26 万人が農業セクターに、約 24 万人が建設業を含むサービス業に従事している。また、農業セクター従事者のうち、93%（24 万人弱）が農業以外の副業を持っている。また、出稼ぎ者は 2.3 万人（18~60 歳人口の約 4%）と他の 3 州に比べ非常に少ない。これは、前述したように、出稼ぎに出ずとも、自宅近辺で就労機会があることが背景にあると考えられる。

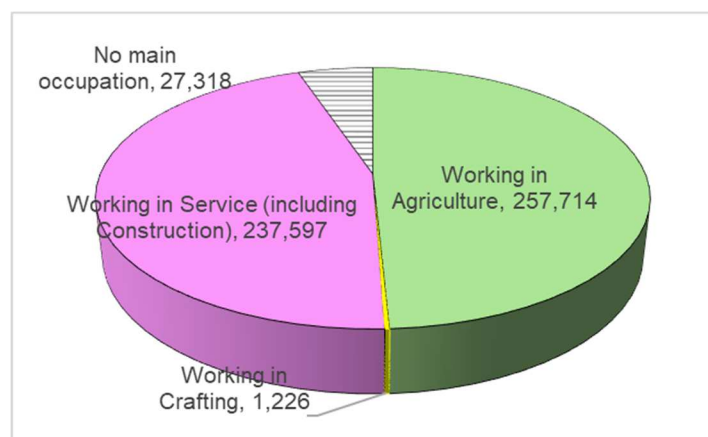


図 8.1.10 Kampong Speu 州の 18-60 歳人口の就業割合

出典：Status Information on Socio-economic Affairs 2024、Takeo 州

「図 5.1.14 Khpob Trobek 灌漑地区周辺の貧困率」で示したように、Kampong Speu 州の貧困率は全般的に低い。特に、同灌漑地区の位置する Kampong Speu 州の東側の貧困率は 10%未満と低くなっている。この貧困率の低さは、就労割合が高く出稼ぎ者が少ないことと関連性が高い。なお、Kampong Speu 州全体では、先住民族が 2,000 人弱居住しているものの、PWDRAM 職員によると、Khpob Krous 灌漑地区周辺には居住していないとのことである。

男性と同じく女性も、18~60 歳人口のうち主業を持つ割合が 78.9%と 4 州のうちで最も高い。そして、女性の出稼ぎ者数は極めて限られる。また、農業セクターよりも、建設業を含むサービス業に従事する女性のほうが若干多い。女性農家によると、FUWC はまだ正式には承認されていないものの、男性も女性も灌漑施設の管理には参加しているとのことである。

8.1.7 環境、住民移転および社会配慮

Khprob Krous 灌漑地区においては、Khprob Krous 貯水池堤防が 50cm かさ上げされる計画であり、そのため、周辺の農地が水没する可能性がある。影響を受けるのは周辺の農地であり、水没地域周辺に家屋や店舗はほとんど見られないため、用地取得の発生が想定される。さらに、灌漑水路沿いに宅地や農地が分布しており、2 次水路の新規建設には周辺農地の用地取得が必要となる。さらに、詳細な調査が必要であるが、水路沿いの ROW に浸食している農地や宅地もある（写真左下参照）。



写真：灌漑水路（民家の敷地が ROW 内に存在）



写真：Khprob Krous 灌漑地区の農地

2023 年 12 月、Kampong Speu 州の土地管理・都市計画・建設局は、Khprob Krous 灌漑地区において国有地、私有地にかかる測量を実施した。この結果をもとに、土地所有権にかかる Certificate が発行される予定である。また、この測量の際に、ROW についても説明があり、農地や宅地が ROW 内部に存在している場合、その部分は所有権の対象外になるということを農家は認識している。ただし、実際に全農家が理解しているかは、さらなる確認が必要である。

また、Khprob Krous 灌漑地区周辺や下流域では、ラムサールサイトや IBA などの保護区は分布しておらず、文化財などは存在していない。よって、これらへの影響は発生しない。また、地元住民や PWDRAM 職員によると、先住民族は受益地内には居住していないとのことである。

8.2 事業地区の営農状況と営農計画

8.2.1 対象地区の農業

(1) 農業一般統計

Khprob Krous 灌漑地区の位置する Kampong Speu 州の農業基礎情報を表 8.2.1 に記す。当灌漑地区のある Basedth 郡は、総人口が州内で 2 番目、耕種農家数と稲作農家数は州内で最も多く、上述の Takeo 州 Tram Kak 郡と同様に州内で農業・灌漑開発が地域経済に与える影響が大きい郡である。

表 8.2.1 Kampong Speu 州の郡別農業基礎情報

No.	District	No.						%		
		Households (HHs)	Total population	Working population (Over 18 Years old)	Crop farming population	Rice farming population	Average family size/HHs	Ratio of working population/HHs (Over 18 Years old)	Ratio of farmers	Ratio of rice farmers
1	Basedth	38,285	163,073	90,945	46,319	21,631	4.3	55.2	54.9	46.7
2	Samraong Tong	41,588	188,470	104,144	45,427	19,170	4.5	55.6	44.1	42.2
3	Phnom Srouch	28,387	121,445	67,446	41,264	20,384	4.3	55.3	61.7	49.4
4	Kong Pisei	34,542	156,935	87,223	38,023	15,742	4.5	56.1	45.6	41.4
5	Samki Munichey	21,329	97,863	54,650	29,634	15,558	4.6	55.7	55.9	52.5
6	Tpong	15,240	67,144	36,970	21,880	12,297	4.4	55.1	60.1	56.2
7	Oral	10,067	42,903	22,024	14,959	9,095	4.3	50.9	77.6	60.8
8	Udong	12,424	55,857	32,027	12,913	5,449	4.5	57.3	47.0	42.2
9	Chbar Mon	11,745	55,223	30,094	7,295	2,152	4.7	54.5	32.1	29.5
Ave		23,734	105,435	58,391	28,635	13,498	4.5	55.1	53.2	46.8

出典：Provincial Department of Planning of Kampong Speu (2023) を基に調査団作成

Kampong Speu 州の稲作栽培面積と収量、年間作付強度を表 8.2.2 に記す。当灌漑地区のある Basedth 郡は雨期と乾期を通したコメの生産量が郡内で最も多いことが特徴である。また当郡は、雨期と乾期ともに単位面積当たりの収量が州内で最も高い。

しかし、他州では、雨期作と比較し、乾期作の収量が高い郡が多数あったのに対し、当州ではその傾向が見られなかった。これは乾期作の灌漑水量による影響、または乾期作の品種による影響が一因として考えられる。具体的には、後述の「(2) 現状の作付体系」に記載されているように、他の灌漑地区では乾期作に高収量性品種の OM 5451 が栽培されているのに対し、Basedth 郡に位置する Khprob Krous 灌漑地区では、OM 5451 と比較し収量性の劣る Sen Kro Ob が栽培されており、当灌漑地区以外の州内でも、同様の栽培体系が取られている可能性がある。

また年間作付け強度を見ると、全ての郡で 100～103 % と極めて低く、州全体で灌漑施設が未整備であることが示唆された。

表 8.2.2 Kampong Speu 州の稲作栽培面積と収量

No.	District	Wet Season 2023			Dry Season 2023			Total 2023			
		Harvested Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t)	Harvested Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t)	Harvested Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t)	Annual Cropping Intensity (%)
1	Basedth	22,520	3.8	85,845	356	3.5	1,250	22,876	3.8	87,095	102
2	Samraong Tong	25,268	3.3	84,184	205	3.4	687	25,473	3.3	84,871	101
3	Phnom Srouch	20,994	3.5	72,583	60	3.8	225	21,054	3.5	72,808	100
4	Kong Pisei	14,985	3.3	49,465	99	3.5	347	15,084	3.3	49,812	101
5	Samki Munichey	11,050	2.9	32,272	0	0.0	0	11,050	2.9	32,272	100
6	Tpong	9,660	3.0	28,501	0	0.0	0	9,660	3.0	28,501	100

No.	District	Wet Season 2023			Dry Season 2023			Total 2023			Annual Cropping Intensity (%)
		Harvested Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t)	Harvested Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t)	Harvested Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t)	
7	Oral	7,867	2.4	18,562	0	0.0	0	7,867	2.4	18,562	100
8	Udong	4,700	2.9	13,751	0	0.0	0	4,700	2.9	13,751	100
9	Chbar Mon	3,193	3.4	10,994	104	3.5	364	3,297	3.4	11,358	103
Ave		13,360	3.2	44,017	92	2.0	319	13,451	3.2	44,337	101

出典：Provincial Department of Planning of Kampong Speu (2023) を基に調査団作成

(2) 現況の作付体系

Khprob Krous 灌漑地区では、一期作目に Smal Prum を中心とした晩生品種が 90 %（土地面積ベース）で栽培され、二期作目には、カンボジア育種かつ香り米である Sen Kro Ob などの早生品種が 7 % のエリアで栽培される。年間作付け強度は 107 % であった。表 8.2.2 に示した Kampong Speu 州 Basedth 郡の統計データでは、年間作付け強度は 102 % であり、数値に大きな相違はない。

他の灌漑地区では、乾期にベトナム品種である OM 5451 が栽培されるのに対し、当郡では栽培実績がほとんど確認できなかった理由は、後述の「(3) 農作物の流通状況」に記載している通り、ベトナムの集荷業者を通した輸出向け VC が構築されていないことが理由として挙げられる。

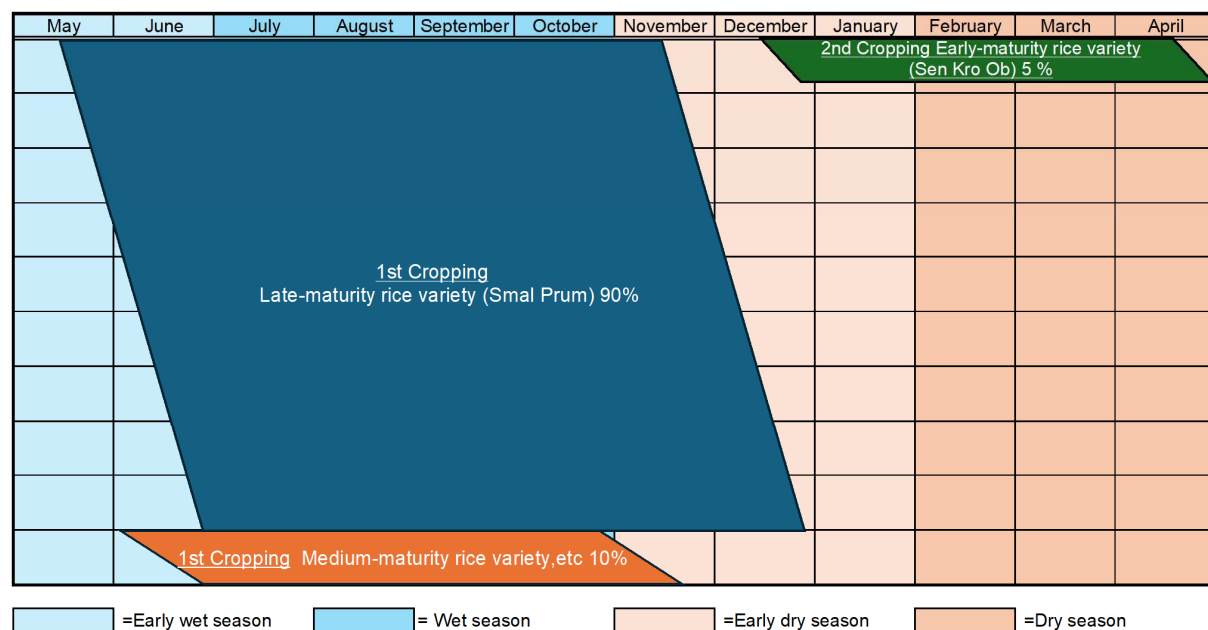


図 8.2.1 Khprob Krous 灌漑地区の作付体系

出典：JICA 調査団

本作付体系についても、過去 JICA によって実施された「カンボジア国 灌漑・排水施設改修事業準備調査（2012 年）」の Kampong Speu 州、Basedth 郡に属する幹線用水路 35 改修サブプロジェクト（MC35RSP）地区の作付体系表と比較を行った。

2012 年時点での当地区は、第一期作は天水、または灌漑条件化で中生品種が栽培され、二期作の栽培実績はごくわずかであった。本表で中生品種と区分されている品種と図 8.2.1 で主要品種としている Smal Prum は、表上の生育期間がほぼ一致していることから、同一品種であると考えられる。

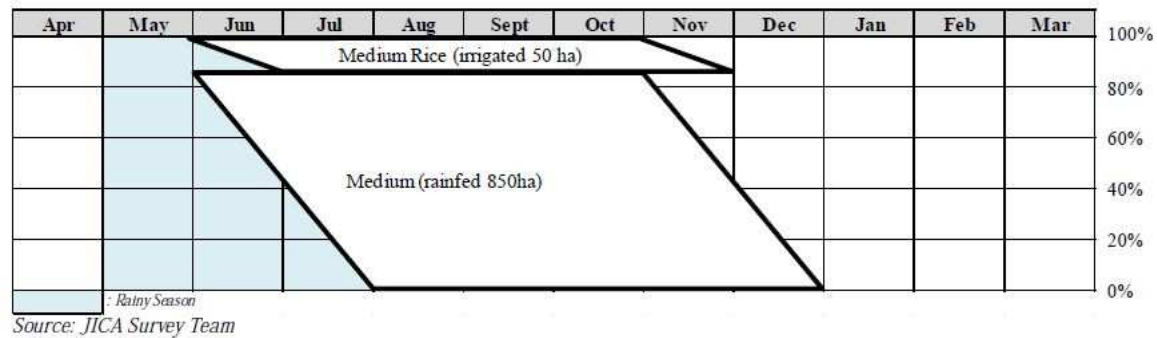


Figure II-1.5.4.1 Present Cropping Pattern for MC35RSP

図 8.2.2 2012 年準備調査時の現況作付体系 (Khpob Krous 灌漑地区)

出典：カンボジア国 灌漑・排水施設改修事業準備調査最終報告書（2012 年）

(3) 洪水、干ばつ被害

Khpob Krous 灌漑地区で洪水および干ばつの影響を受けた世帯の比率を図 8.2.3 に、土地面積ベースでの過去 5 年間の洪水・干ばつ被害率を表 8.2.3 に示す。洪水・干ばつの影響を受ける頻度は、ほぼ毎年受けている農家の割合は洪水が 14 %、干ばつが 84 %に上り、特に干ばつの影響を頻繁に受けていることが分かる。各災害被害面積の割合は、洪水が 2 %、干ばつが 14 %であり、洪水被害率は少なく、干ばつ被害がより深刻であった。

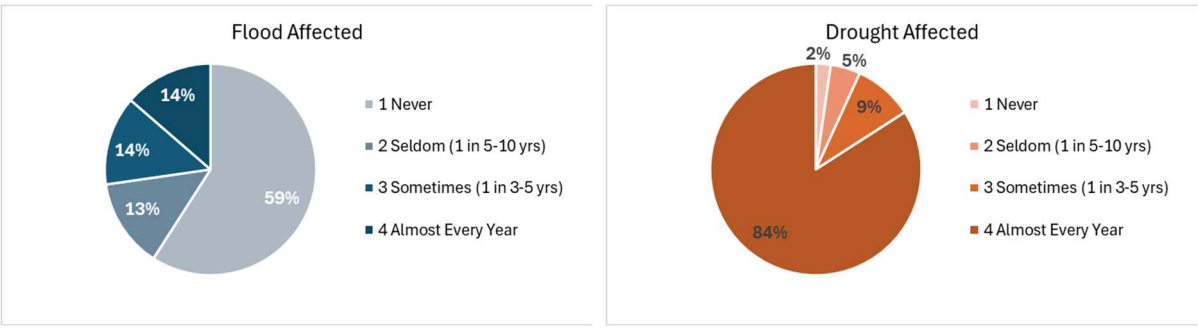


図 8.2.3 洪水・干ばつの影響を受ける頻度 (Khpob Krous 灌漑地区)

出典：JICA 調査団（2024）

表 8.2.3 Khpob Krous 灌漑地区の洪水・干ばつ被害面積の割合

Item	Flood Damage	Drought Damage
Area Ratio	2%	14%

出典：JICA 調査団（2024）

(4) 農作物の流通状況

Khpob Krous 灌漑地区で生産されたコメの 40%が家庭内で消費され、60%が販売される。販売されるコメは主に香り米が多く、65%が輸出され、35%は国内市場に流通する。輸出向けの VC では、資材業者→生産者→農家組合→精米業者→輸出業者というフローが最も典型的な流れであった。国内市場向けの VC では、国内の集荷業者が農家から粳を集め、その後は精米所で精白米となり、卸売市場、小売業者を経て、消費者へ流通するというフローが最も一般的である。但し、集荷業者を通さず、生産者が精米業者に直接粳を販売するケースもある。

PDAFF 事務所での聞き取りでは、灌漑施設の補修により、雨期、乾期の収穫量が増えた場合も、十分な販売先があると考えており、輸出向けの販売が中心となる想定であった。主な輸出想定国については、詳細な情報が得られなかったが、他の灌漑地区とは異なりベトナムだけが主な輸出ではなく、複数の輸出先があるとのことであった。

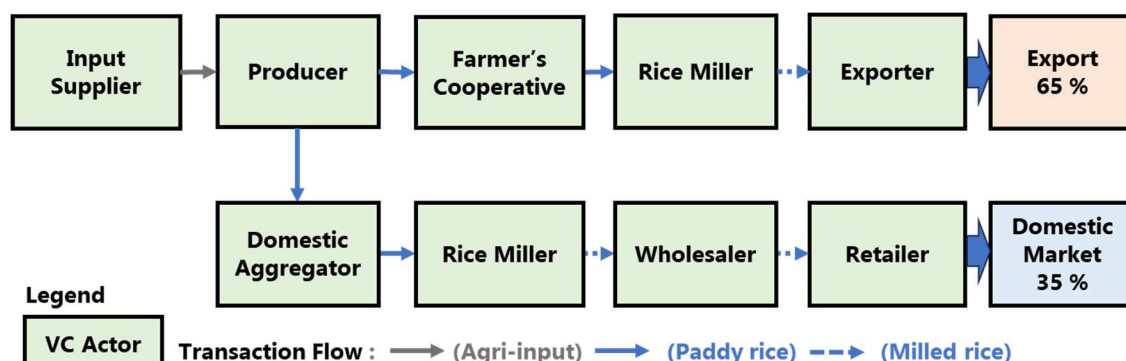


図 8.2.4 Khpob Krous 灌漑地区のコメ VC

出典：JICA 調査団（2024）

(5) 営農支援体制

Khpob Krous 灌漑地区の支援体制を表 8.2.4 に整理する。当灌漑地区では、他国のドナーによる支援は行われていない。カンボジア政府の支援として、MAFF と PDAFF にて農家に対して定期的に栽培技術支援が行われているのみである。他の 3 灌漑地区と比較し、現状最も支援が少ない郡である。

表 8.2.4 Khpob Krous 灌漑地区での支援体制

Organization	Project Name	Period	Support Details
MAFF and PDAFF	Technical support	On a regular basis	Provide training related to rice cultivation techniques.

出典：JICA 調査団（2024）

(6) 農家社会経済

Khpob Krous 灌漑地区の概要を、表 8.2.5 に記す。当地区の 45 世帯中（平均 4.1 名/世帯）の農家の割合は 68 %（専業農家が 40 %、兼業農家が 28 %）であり、農業が各世帯の所得に重要な役割を担っていることを示唆している。しかし、世帯当たりの農地面積は 0.6 ha と 1.0 ha にも満たない程度であり、比較的小さな農地が多いことが特徴である。なお、農家のほとんどは自身の所有農地で農業を営んでおり、借地で農耕を行っているのは稀なケースである。

主要な作付け品種は、カンボジア産の品種が多く作付けされていることが特徴であり、雨期は晩生品種の Smal Prum、乾期は Sen Kro Ob が主に栽培されている。

表 8.2.5 農家の社会経済にかかる一般情報 (Khpob Krous 灌漑地区)

No.		Ratio (No.)				Land size (ha)			Main rice variety	
Family member/H	Average age	Total full/part-time farmers	Full-time farmers	Part-time farmers	Non-farmers	Average field size	Average owned field size	Average leased field size	Wet season	Dry season
4.1	32.8	68% (128)	40% (75)	28% (53)	31% (58)	0.6	0.6	0.1	Smal Prum	Sen Kro Ob

出典：JICA 調査団 (2024)

Khpob Krous 灌漑地区の農家の農業所得および農外所得を表 8.2.6 に記す。当該地区の年間平均所得額は 4,571 USD であり、農業所得は全体のわずか 10 % (うちコメ栽培での所得割は 6%) であり、ほとんどが農外所得に頼っている状況であることが確認された。なお、農外所得は定職による収入 (近隣の縫製工場での勤務等) によるものが多くを占めており、金額の割合からも農業は自給用、あるいは副収入用途として営まれていると考えられる。

表 8.2.6 Khpob Krous 灌漑地区の農業・農外所得

	Agricultural income (Rice)	Agricultural income (Except for rice)	Nonagricultural income	Total income
USD	247	194	4,130	4,571
%	6	4	90	100

出典：JICA 調査団 (2024)

8.2.2 農業開発計画

(1) 土地利用計画

Khpob Krous 灌漑地区の改修前・改修後の作付け強度と洪水干ばつ被害率を表 8.2.7 に、作付計画を表 8.2.10 に示す。計画される改修事業による水源開発 (Khpob Krous 貯水池の嵩上げ) やコンクリートライニング水路の導入による灌漑効率の向上は、年間作付率の若干の向上や干ばつの予防に大きく貢献することが期待される。

表 8.2.7 Khpob Krous 灌漑地区の改修前・改修後の作付け強度と洪水干ばつ被害率

Potential Beneficiary Area	Cropping Intensity (%)		Flood/Drought Damaged Ratio (%)	
	Before Project	After Project	Before Project	After Project
3,318 ha	Wet: 100% Dry: 7%	Wet: 100% Dry: 10%	Flood: 2% Drought: 14%	Flood: 0% Drought: 0%

出典：JICA 調査団 (2024)

作付体系は、基本的には現況の作付暦に準じて計画するが、将来計画においては雨期には高収量かつ早生品種の栽培面積の増加させているほか、乾期の作付率に若干の増加を計画している。当灌漑地区では、現況でもカンボジア産の早生品種である Sen Kro Ob が多く栽培されていることから、灌漑施設により農家の水管理の自由度が向上すれば、これら品種の増産が促進されるものと考えられる。

表 8.2.8 Khpob Krous 灌漑地区の作付計画

Potential Beneficiary Area	Wet Season (%)				Dry Season (%)			
	Before Project		After Project		Before Project		After Project	
	Variety	%	Variety	%	Variety	%	Variety	%
3,318 ha	Late-maturity variety	90	Late-maturity variety	80	Early-maturity variety	5	Early-maturity variety	10
	Other rice varieties	10	Early-maturity variety	20	-	-	-	-

Potential Beneficiary Area	Wet Season (%)				Dry Season (%)			
	Before Project		After Project		Before Project		After Project	
	Variety	%	Variety	%	Variety	%	Variety	%
Total	100%		100%		7%		10%	

出典：JICA 調査団（2024）

(2) 計画単収

Khpob Krous 灌漑地区の計画単収を表 8.2.9 に記す。計画単収を設定するにあたって基準となる現況単収については、2024 年 4 月に実施した農家経済調査の結果を基に算出している。但し、これは先述の洪水・干ばつの影響を受けたサンプルも含んだ単収であるため、一般的な単収よりも小さな値となっていることに注意が必要である。

当灌漑地区の雨期の主要品種である Smal Prum の平均単収は 2.5 t/ha であった。当地区は他地区と比較しても洪水被害が低い地域であり、MAFF の公表する品種別単収値と同等の収量であった。計画単収は当地区の洪水被害のなかった単収を基に 3.7 t/ha と設定した。一方、乾期作の単収は平均 1.9 t/ha にとどまり、雨期の品種よりも低い収量であった。この地区では乾期の配水が非常に困難であることが収量の著しい減少に影響したものと考えられる。改修後の計画単収は MAFF の示す品種別単収値を採用し、4.0 t/ha とした。

表 8.2.9 Khpob Krous 灌漑地区の計画単収

Rice Variety	Rice Yield (t/ha)		Remarks
	Current	Planned	
Smal Prum	2.4	3.7	1.2 ton/ha for farmland with flood/drought damage
Sen Kro Ob	1.9	4.5	

出典：JICA 調査団（2024）

8.3 事業計画の骨子

8.3.1 事業計画策定の基本方針

本事業による灌漑地区の改修を実行するにあたり、灌漑施設の機能の正常化はもちろんのこと、洪水、干ばつに対する強靱性を向上させることが重要となる。本事業の水源は Khpob Krous 貯水池（有効貯水量：約 200 万 m³）および O Kbear 貯水池（有効貯水量：約 75 万 m³）であり、流域の水源は合わせて 185km² 程度と小規模であることから、水資源量の制約が大きく、いかに水資源を有効に利用できるかが重要となる。

現況では、8.2.1 で説明したとおり灌漑地区が位置する郡の乾期の作付率はわずか 2%であり、乾期に十分な用水を供給できていない現状がある。また、雨期に生じる小乾期による渇水で農作物に大きな影響を与えている現状があることから、これらへの対応を第一に計画し、農業生産性の向上と干ばつへの強靱性の向上を図る。また、電動ゲートの導入により、流量ベースの緻密な水管理の実践と洪水時の確実かつ安全なゲート操作を可能にする計画である。

また、調査の結果、対象地区において分散性土壌の存在が明らかとなり、その分布地域における水路がコンクリートライニングされていないため、建設後の降雨、波浪により水路の多くの部分が破壊/浸食を受けていることが確認された。ライニングなしの水路では、常日頃頻繁な整備や補修を必要とするだけでなく、水路そのものが原型をとどめていない状況も確認されたため、コンクリートライニングを含む灌漑施設の機能向上が必要である。

これら水路は幹線用水路だけが整備されており、それに連なる細かい水路は場所により有無が分かっている。このため、全ての灌漑受益地区に対して3次水路までの設置を計画する。また、3次水路の末端には排水路を設け、用排分離により灌漑水の管理を可能となるように計画する。

なお、農業開発のための水資源については、Khpob Krous 貯水池および O Kbear 貯水池からの取水を前提として利用可能な水資源量を設定する。そのうえで、現況の作付率と農家経済調査結果を参考に、受益面積、作付品種およびそれらの水需要量、さらに各貯水池の有効貯水量および灌漑効率を算定し、水収支計算により事業後の作付可能面積求める計画とする。

8.3.2 水収支計算

(1) 対象流域の概要

Khpob Krous 貯水池の流域は貯水池から北北西方向に延びる流域であり、約 30km～40km 上流にある標高 500m 程度の小規模な山地を流域境界にしている 100km² 程度の小流域である。O Kbear 貯水池の流域は、Khpob Krous 流域の隣接している同サイズ（約 85km²）の流域であり、同様に北部の山地を流域境界とする。

Khpob Krous 流域は、上流側に灌漑施設がほとんど存在しないが、O Kbear 貯水池は小規模な灌漑地区が多く分布しており、非常に小規模な貯水池が多く存在するが、これらの貯水池は流域をほとんど持っていないことから、降雨を直接貯水するための施設であると考えられる。

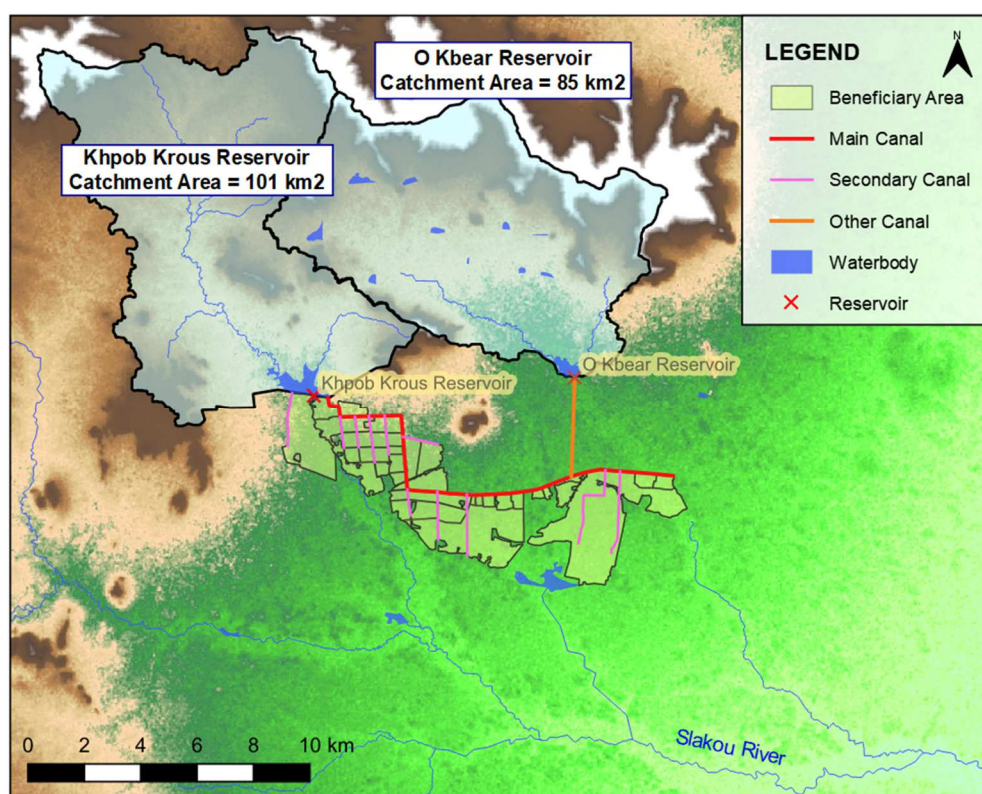


図 8.3.1 Khpob Krous 貯水池および O Kbear 貯水池の流域図

出典：JICA 調査団（2024）

Khpob Krous 流域および O Kbear 流域の降水量分布を下図に示す。カンボジアでは利用可能な雨量観測所の数が限られること、またその精度が十分ではない可能性があることから、JAXA の提供する衛星全球降水マップ（GSMaP）による 1 時間降雨量データを用いている。両流域は隣り合

っており、流域面積も大きくないことから降水量はほぼ同じ分布を示しており、1,450mm から1,500mm 程度の年間平均降水量であった。灌漑地区の水収支計算および洪水量の計算はこの流域降水量を基に行った。

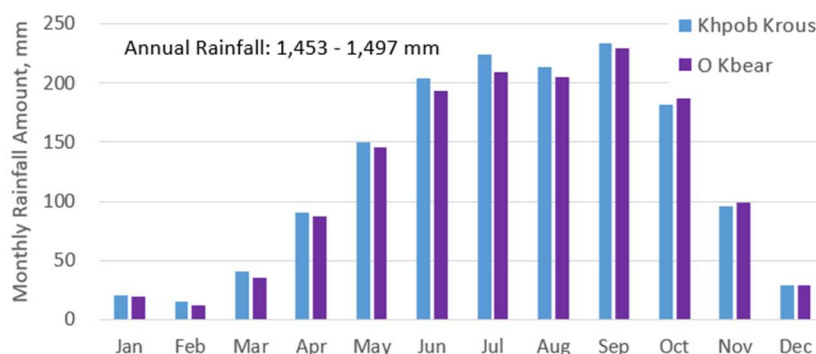


図 8.3.2 Khpob Krous 流域および O Kbear 流域の月間降水量分布

出典：GSMP (2024)

(2) 洪水量の概略検討

頭首工の設計洪水量の決定に用いる再現期間（確率年）は、現在実施中の NaSDeP の中でも検討されている事項であり、プロジェクトの最終成果に合わせて設定することが望ましい。本検討では、他地区の JICA 事業の設計事例を参考に、再現期間を 100 年として検討を行う。

(2-1) 確率降水量

両流域の 1999 年から 2023 年までの 25 年間の降水量データを用いて、日最大降水量の確率計算を行い、それぞれの確率分布モデルにおける確率年別の日最大降水量を算定した。下表に示す通り、確率分布モデル間の差分は小さく、またモデルとの適合度を示す SLSC（標準最小二乗基準）はいずれも 0.03 未満を示している。洪水に用いる日降水量は最も SLSC 値の低い GEV（一般化極地分布）モデルの数値を採用した。すなわち Khpob Krous 灌漑地区においては、100 年確率日降水量を 139.5mm、O Kbear 灌漑地区では 100 年確率の日最大降水量として 131.5mm を適用する。これは、2012 年時の検討結果（135mm）と同等の値である。

表 8.3.1 Khpob Krous 灌漑地区の再現期間別の日最大降水量

Return Period	Probability Distribution Model								Survey in 2012
	Gumbel	GEV	LogP3	Iwai	Gumbel	GEV	LogP3	Iwai	
	Khpob Krous				O Kbear				
2	70.4	70.7	-	71.4	68.2	69.3	-	69.6	78
5	89.5	89.7	-	89.7	87.3	88.3	-	87.9	95
10	102.1	102.1	-	101.1	100.0	99.8	-	99.0	105
20	114.2	113.7	-	111.5	112.1	110.2	-	109.0	115
50	129.8	128.6	-	124.6	127.8	122.8	-	121.3	127
100	141.6	139.5	-	134.2	139.5	131.5	-	130.1	135
200	153.3	150.2	-	143.6	151.3	139.7	-	138.7	143
SLSC (99%)	0.022	0.021	-	0.022	0.027	0.022	-	0.023	-

出典：JICA 調査団 (2024)

(2-2) IRS method

IRS 法は、過去にカンボジアで行われた Irrigation Rehabilitation Study (Mekong Secretariat 1994) で推奨される洪水量計算手法であり、流域面積のみをパラメータとした非常に簡易な洪水量算定手法である。標高 100m 以下の低地で適用性が高いとされ、水文データを一切必要としない計算方法であることから、利用可能な情報が限られるカンボジアでは適用性が高いと評価されている。計算式は以下のとおりである。

$$MAF = AREA^{0.9}$$

$$Q_{10} = 1.53 \times MAF$$

$$Q_{20} = 1.78 \times MAF$$

$$Q_{50} = 2.00 \times MAF$$

$$Q_{100} = 2.20 \times MAF$$

ここで、MAF: 平均洪水流量 (m³/sec)

AREA: 流域面積 (km²)

Q₁₀: 再現期間 10 年における洪水流量 (m³/sec)

表 8.3.2 Khpob Krous 灌漑地区および O Kbear 灌漑地区の洪水流量 (IRS 法)

Return Period	Khpob Krous (A = 101km ²)	O Kbear (A = 85km ²)
2	64 m ³ /s	55 m ³ /s
10	97 m ³ /s	83 m ³ /s
20	113 m ³ /s	97 m ³ /s
50	127 m ³ /s	109 m ³ /s
100	140 m ³ /s	120 m ³ /s

出典: JICA 調査団 (2024)

(2-3) Unit Hydrograph (SCS-CN)法

Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) 法は、単位時間ごとの降水量のデータをインプットとして、地表流出量を算定するためのモデルであり、米国の農務省水土保持局 (USDA SCS) によって開発された。土壌および土地利用区分に基づいた CN 値をベースとして降雨に対する流出の特性を定義しており、更に流域の形状や標高分布などの地形的特徴から濃縮時間 (Time of Concentration) 等を再現することで広大な流域のピークのずれなどが再現可能な手法であり、様々な条件下で適用性が高い。

SCS-CN のモデルは以下の式で表される。

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

$$S = \frac{1000 - 10CN}{CN}$$

ここで、P_e: ある時刻における累積降水超過量 (mm)

P: ある時刻における累積降雨深度 (mm)

S: 潜在的な最大放流量 (-)

CN: カーブナンバー (-)

また、流域の形状および地形より算定される濃縮時間（Time of Concentration, Tc）および降水の開始からのラグタイム（Lag, L）の算定は以下の式で表される。

$$T_c = l^{0.8} \frac{(S+1)^{0.7}}{1140Y^{0.5}}$$

$$L = 0.6 T_c$$

ここで、Tc: 濃縮時間 (hour)

l: 流路長 (feet)

S: 潜在的な最大放流量 (-)

Y: 流域平均勾配 (%)

CN: カーブナンバー (-)

L: ラグタイム (hour)

洪水量の計算は、Hydrologic Engineering Center, US Army Corps of Engineers の提供する水文モデリングツールである HEC-HMS を用いた。また、洪水発生時の降雨パターンは既往最大の降雨イベントをベースとし、再現期間 100 年の日降水量となるように降水量を比例配分することで調整した。

Unit Hydrograph 法によるピーク洪水流量の算定結果を下表に示す。100 年確率の洪水流量は、Khpob Krous 貯水池で 179m³/s、O Kbear 流域では 166m³/s であった。これらを IRS 法の結果と比較すると、確率年が大きな洪水イベントの流量ほど差分が大きくなる傾向があり、100 年確率において Unit Hydrograph 法の流量が 25%から 38%程度大きい流量が算定された。

なお、同地区で実施された過去の流量検討結果との比較においては、今回検討の結果の方が、5%から 15%程度大きな流量を示していたものの、大きな違いは確認されなかった。しかしながら、今回検討では、実測を基にした入力パラメータの校正などを行っていない。準備調査では河川横断測量の実施と水位記録の確認を通じて、モデルの校正を行い、洪水流量の精度を向上させることが望ましい。

表 8.3.3 Khpob Krous 灌漑地区および O Kbear 灌漑地区の洪水流量 (Unit Hydrograph 法)

Return Period	Khpob Krous (A = 101km ²)	O Kbear (A = 85km ²)
2	62 m ³ /s	58 m ³ /s
5	97 m ³ /s	85 m ³ /s
20	132 m ³ /s	123 m ³ /s
50	159 m ³ /s	147 m ³ /s
100	179 m ³ /s	166 m ³ /s

出典：JICA 調査団 (2024)

表 8.3.4 2011 年時の準備調査との洪水流量算定結果の比較 (Khpob Krous、O Kbear 灌漑地区)

Return Period	Khpob Krous		O Kbear	
	2012 年時調査	今回検討	2012 年時調査	今回検討
50	143 m ³ /s	159 m ³ /s	145 m ³ /s	147 m ³ /s
100	157 m ³ /s	179 m ³ /s	159 m ³ /s	166 m ³ /s

出典：JICA 調査団 (2024)

(3) 水収支計算

本項目では、降水量のデータおよび過去の準備調査の結果を参考にして、現行の作付け様式における水収支計算を行い、事業後の作付け率の検討を行った。

(3-1) 降水量

降水量は 1999 年から 2023 年までの 25 年間のデータを用い、超過確率 80%、すなわち 5 年間に 4 年の確率で保障される年間降水量を採用し、月間降水量は平均降水量からの比例配分とした。採用した降水量分布は以下のとおりである。

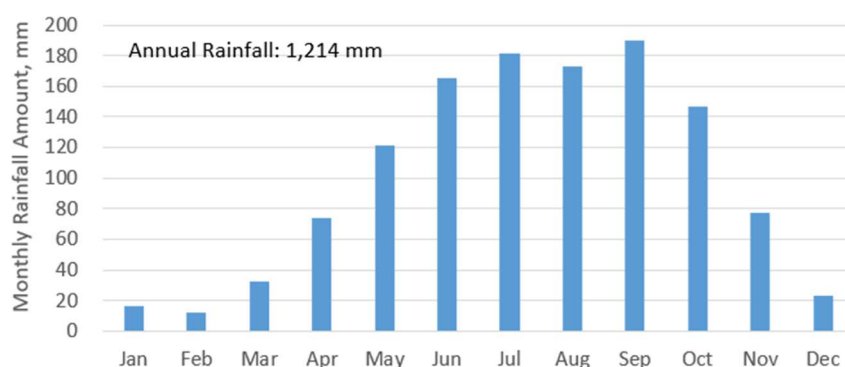


図 8.3.3 Khpob Krous 灌漑地区の水収支計算で採用した標準降水量分布（超過確率 80%）

出典：JICA 調査団（2024）

(3-2) 河川流量

降水と河川流量の相関については、過去の準備調査で Prek Thnot 川の流量記録を参照して Slakou 流域用に作成された以下の流量相関式を採用した。

$$Q = A \times ER_0 + B \times ER_1 + C \times ER_2 + D \times ER_3 + E \times ER_4 + F \times ER_5$$

$$ER = R - L$$

$$L = \alpha \times ET_0 \times (1 - \exp^{-\beta \times R})$$

ここで、Q: 月平均流量 (mm)

ER: 有効降水量 (mm)

ER₁: 1 月前の月間有効降水量 (mm) ※数字は月数に相当

A~F: 相関パラメータ (A = 0.68, B = 0.23, C = 0.08, D = 0.015, E = 0.01, F = 0.005)

R: 月間降水量 (mm)

L: ロス (mm)

α , β : 係数

ET₀: 潜在蒸発散量 (mm)

超過確率 80%の降水条件下での両流域の河川流量を以下に示す。12 月から 5 月までは河川流量がほぼゼロであり、まとまった降水が発生する 5 月下旬までは枯れ川の状態のままである。

表 8.3.5 超過確率 80%条件下の月間河川流量 (Khpob Trobek および Tumup Lok 灌漑地区) 単位: m³/s

Name	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Khpob Krous	0.36	0.14	0.05	0.06	0.63	1.79	2.64	2.88	3.27	3.21	1.98	0.90

Name	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
O Kbear	0.30	0.12	0.04	0.05	0.53	1.51	2.22	2.43	2.75	2.70	1.67	0.75

出典：JICA 調査団（2024）

(3-3) 貯水容量

2024 年 4 月に実施した写真測量の結果を基に算定した、水源となる Khpob Krous 貯水池および O Kbear 貯水池の有効貯水量は以下のとおりである。Khpob Krous 貯水池、O Kbear 貯水池ともに前回調査時と比較して有効貯水量が小さい結果であった。

表 8.3.6 貯水用量にかかる基本諸元（Khpob Krous 貯水池）

Item	Unit	Survey in 2012	This Survey*	Remarks
Low water level	EL.m	52.0	54.0	* After raising dike top by 50cm through rehabilitation. Difference in elevation can be due to the difference in the applied datum (WGS 84 is applied in this survey)
High water level	EL.m	53.0	55.5	
Flood water level	EL.m	55.0	57.5	
Dike top level	EL.m	56.0	58.5	
Total volume	MCM	4.68	2.58**	** Volume under the water is not included
Effective volume	MCM	3.42	2.56	
Reservoir area	km ²	1.78	1.56	
Catchment area	km ²	97	101	

出典：既往 FS 報告書（2012）および JICA 調査団（2024）

表 8.3.7 貯水用量にかかる基本諸元（O Kbear 貯水池）

Item	Unit	Survey in 2012*	This Survey	Remarks
Low water level	EL.m	44.0	47.0	Difference in elevation can be due to the difference in the applied datum (WGS 84 is applied in this survey)
High water level	EL.m	45.8	50.0	
Flood water level	EL.m	45.8	50.5	
Dike top level	EL.m	47.8	51.5	
Total volume	MCM	1.32	0.75**	* There is a discrepancy in specification of the reservoir between the main part and annex. ** Volume under the water is not included
Effective volume	MCM	0.75	0.42	
Reservoir area	km ²	0.71	0.77	
Catchment area	km ²	92.5	85	

出典：既往 FS 報告書（2012）および JICA 調査団（2024）

(3-4) 必要用水量の概算

8.2 で述べた当該地区の営農状況を考慮して、年間の作付体系を設定した。計算条件は以下のとおりである。

- ・作付け作物は、コメのみを考慮する（直播による作付けとする）
- ・作物の生育ステージおよび潜在蒸発散量は FAO の公表する一般値を適用する。
- ・圃場の浸透量を 2mm/日とする
- ・有効降水量の算定は USDA SCS の定める算定式を適用する。

$$P_e = \frac{P \times (125 - 0.2 \times P)}{125} \quad \text{for } P \leq 250 \text{ mm/month}$$

$$P_e = 125 + 0.1 \times P \quad \text{for } P > 250 \text{ mm/month}$$

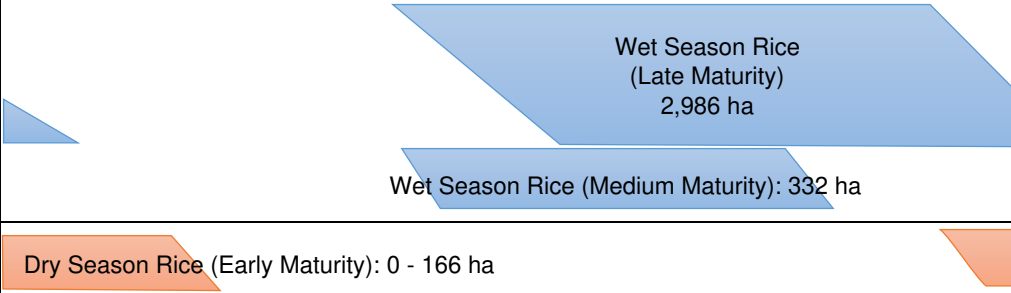
ここで、Pe: 有効降水量, mm/month

P: 月間降水量, mm/month

・灌漑効率は現況を 45%、改修後を 57%とする（1 次水路および支線水路の改修による効果）。

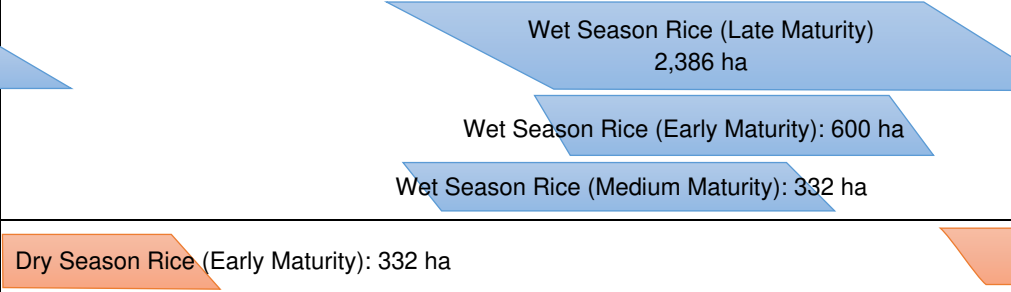
概算用水量の算定結果を次表に示す。Khpob Krous 灌漑地区では晩稲品種の作付が中心であり、降水量に合わせて 5 月下旬から 7 月上旬に播種、11 月下旬から 1 月下旬に収穫というスケジュールである。現況は、Khpob Krous 貯水池の容量が十分でないこと、また非効率な灌漑システムであることから乾期の作付けが十分になされていないが、改修後は超過確率 80%の降水条件下においても 10%程度の乾期の作付けが可能である。

表 8.3.8 概算用水量（Khpob Krous 灌漑地区：現況）

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Khpob Krous & O Kbear (Beneficiary Area: 3,318 ha)												
Irrigation Requirement (MCM)	3.2	0.5	0.0	0.0	0.9	5.5	3.6	4.0	0.4	0.2	2.2	4.5

出典：JICA 調査団（2024）

表 8.3.9 概算用水量（Khpob Krous 灌漑地区：改修後）

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Khpob Krous & O Kbear (Beneficiary Area: 3,318 ha)												
Irrigation Requirement (MCM)	2.1	0.9	0.2	0.0	1.5	3.5	2.9	3.2	0.2	0.3	1.5	3.3

出典：JICA 調査団（2024）

（3-5）水収支計算結果

今回調査で提案される受益面積（雨期、乾期別）を過去の調査と比較した結果を下表に示す。前回調査と比較して、灌漑地区の改修対象面積が増加している。今回調査による測量結果から Khpob Krous 貯水池の貯水量は現況で 188 万 m³、50cm の嵩上げ条件下で 258 万 m³程度と見積もられており、過去の調査結果での有効貯水量（360 万 m³）を下回る結果であった。80%超過確率の条件下では、2012 年調査時と比較して乾期作の作付可能面積は少なくなる。

本灌漑地区では、特に下流部にて幹線水路が全く機能していないため、改修を実施することによりこれまで灌漑農業が営めなかったエリアでのコメ生産の安定化と高品質化が実現できる。図

8.3.3 および図 8.3.4 に流入量と概算用水量から算定される 80%超過確率年の水収支計算結果を示す。現況では、貯水池が枯渇し乾期作が出来ず、雨期作あるいは乾期作の作付面積の減が必要な状態であるが、改修後は 10%程度のエリアで乾期作が可能となることを示している。

表 8.3.10 過去調査結果との作付面積の比較 (Khpob Krous 灌漑地区)

Study	Beneficiary Area		Crop Intensity	Remarks
	Wet	Dry		
Review in 2012	2,365 ha	393 ha	116%	Medium Maturity Rice was proposed as a main variety.
This Study	3,318 ha	332 ha	110%	Late Maturity Rice was applied considering current cropping condition.

出典：JICA 調査団（2024）および既往 FS 調査（JICA 2012）

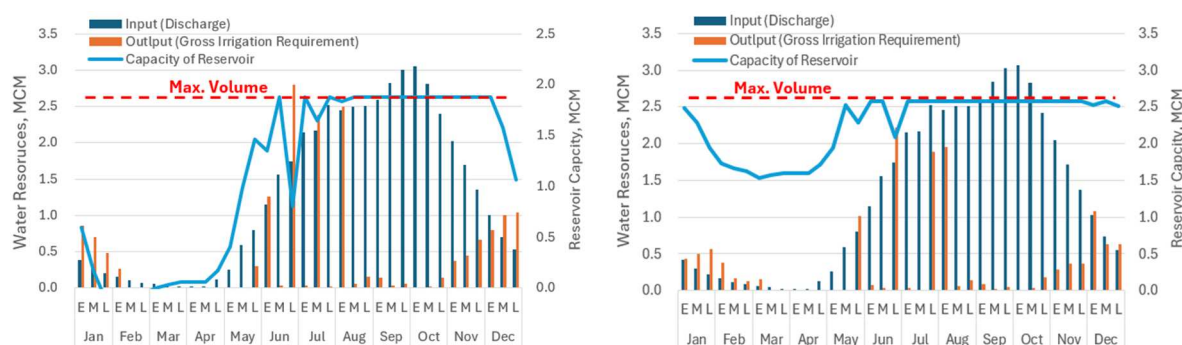


図 8.3.4 Khpob Krous 貯水池水収支計算結果（左：現況、右：改修後）

出典：JICA 調査団（2024）

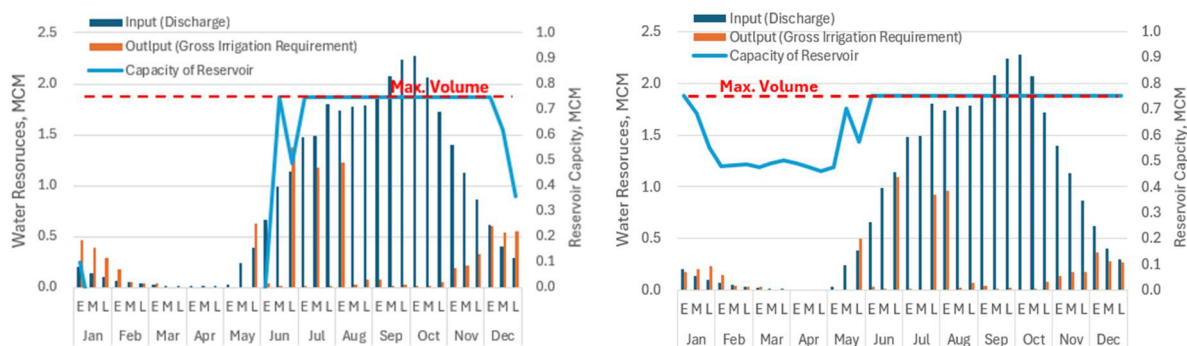


図 8.3.5 Kbear 貯水池水収支計算結果（左：現況、右：改修後）

出典：JICA 調査団（2024）

8.3.3 灌漑開発計画（用排水計画、施設改修計画、1次～3次水路整備計画）

(1) Khpob Krous 貯水池

Khpob Krous 貯水池の改修は、取水口も含めて 2012 年の F/S 時の事業計画に含まれていなかった。PDWRAM の要望により、1) 貯水位を 0.5m 上げるための築堤盛土と既設洪水吐の嵩上、2) 既設洪水吐の電動スルースゲートへ更新、3) 洪水吐の道路橋の拡幅、4) MC35 の取水口の更新、5) 追加された農地(300ha)への取水口の設置を計画する。

2007 年に MORAM により洪水吐が改修されたが、洪水吐のフラップゲート操作に支障をきたしている。手動式フラップゲートを電動スルースゲートへ更新する。このため、既存の固定堰を改修して電動スルースゲートを設置する。なお、既設洪水吐の更新は、一乾期では施工できない。このため、緊急放流にも利用できるように仮設の洪水吐を計画する。

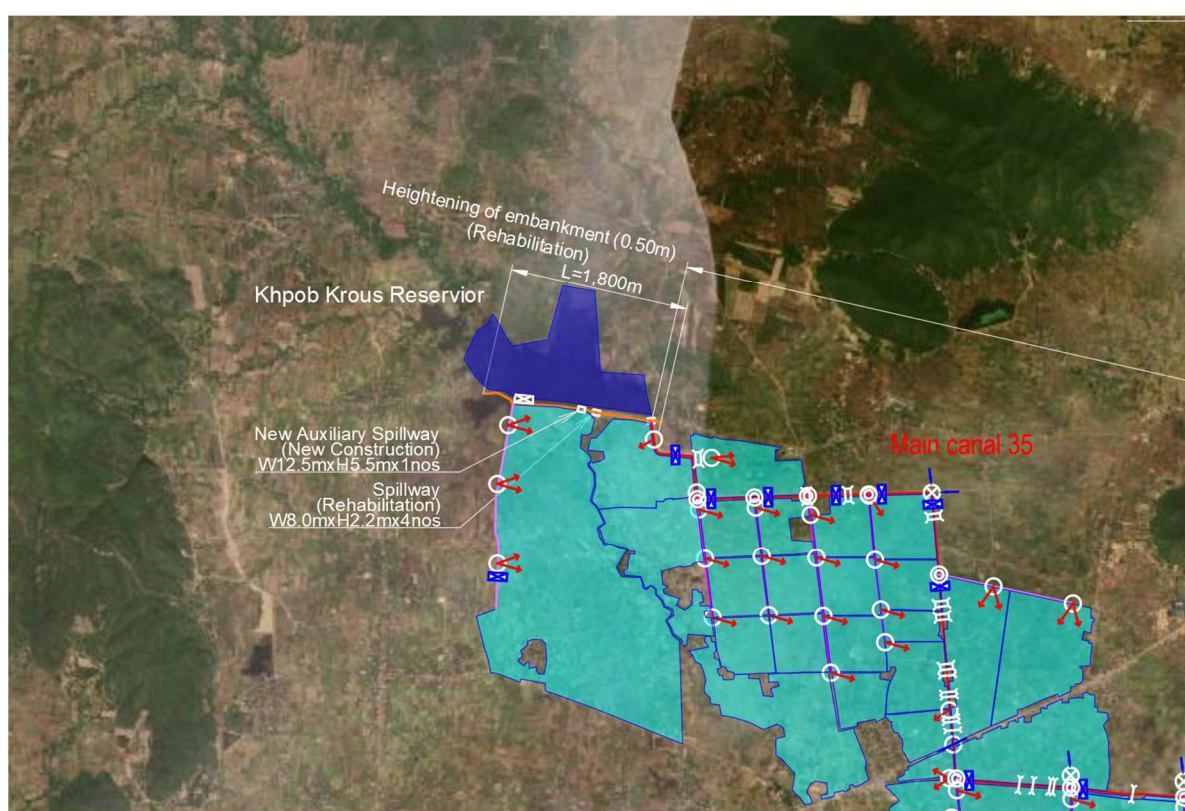


図 8.3.6 Khpob Krous 貯水池の改修計画案

出典：JICA 調査団 (2024)

洪水吐の道路橋の幅員が 3.6m 程度しかなく、現在の車両通行量に対して道路幅員が不足しているため、既設橋梁を撤去して道路幅員 6m の橋梁を計画する。

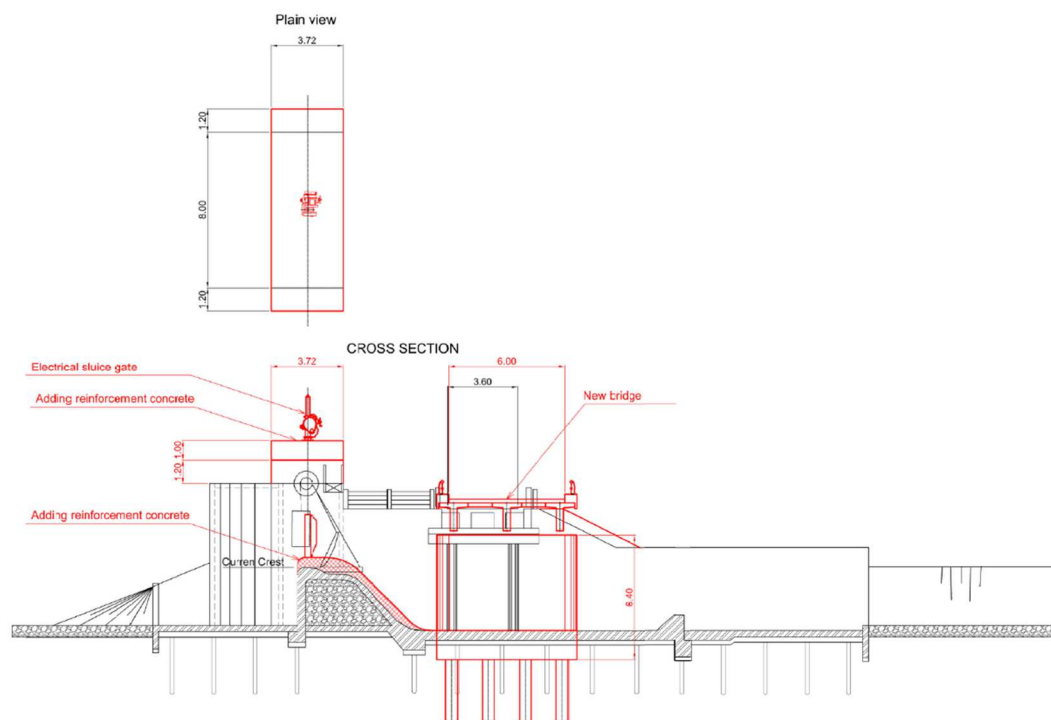


図 8.3.7 洪水吐の改修計画案 (Khpob Krous 灌漑地区)

出典：JICA 調査団 (2024)

既設 MC35 の取水口は、貯水位を 0.5m 上昇する計画のため、全面更新を計画する。

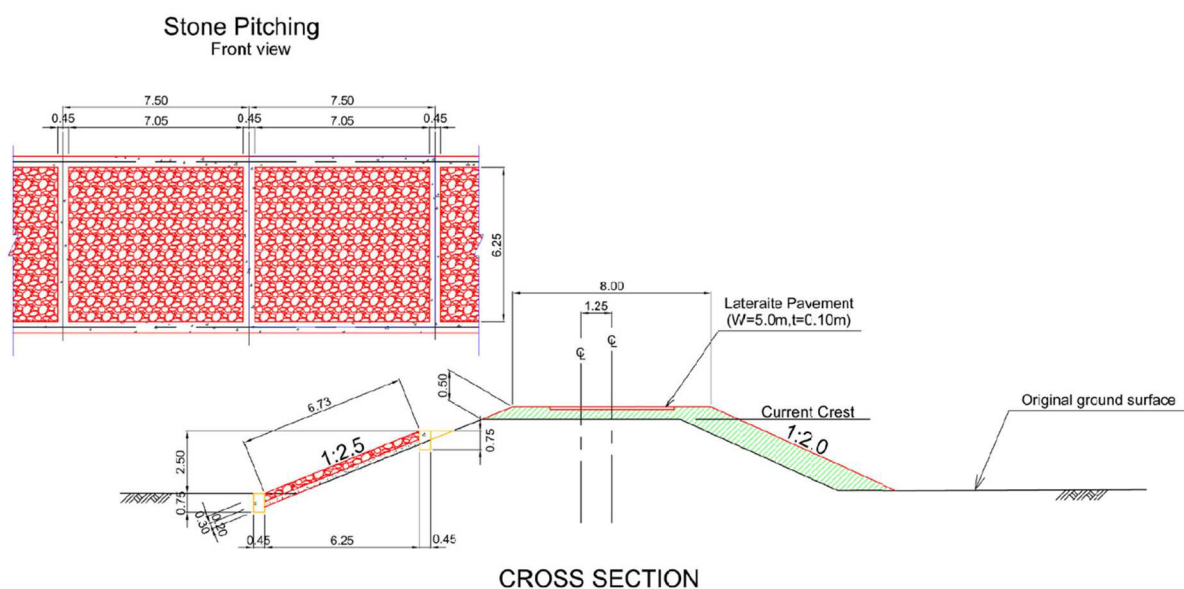


図 8.3.8 堤体の改修計画案 (Khpob Krous 灌漑地区)

出典：JICA 調査団 (2024)

PDWRAM より、Khpob Krous 貯水池の西側の直下流部にある 300ha の農地への配水位施設の追加を要望されたため、取水口を追加する。このため、NaSDeP 報告書の HEADWORKS, ”7.11 Span Length of Movable Portion of Diversion Weir”および、”10.14 Thickness of Pier of Movable Weir”を参照

して、堰幅 15m の頭首工として計画した。

(3) MC35

2012 年の F/S で、2002 年の F/S から路線を一部変更している。本調査の現地調査から、2012 年の F/S と比べ、2002 年の F/S の路線の方が用地取得が少なくなるため、2002 年の F/S の路線で計画する。PDWRAM の情報によると、東側の標高が高いとのことであるが、現状は配水できているので問題ないと判断している。また、過年度の F/S では土水路として計画されていた。しかしながら、土質調査結果および現地調査から MC35 沿いの土質は分散性土壌を含む砂質土であり、数年で水路法面が浸食される可能性がある。このため、PDWRAM の要望および土質による影響が少なく長期的な維持管理の観点から、鉄筋コンクリート U 型フルームでの施工と関連施設を更新する。

なお、NaSDeP 報告書の CANAL WORKS, “9 HYDRAULIC DESIGN”を参照して、水路断面を概定した。

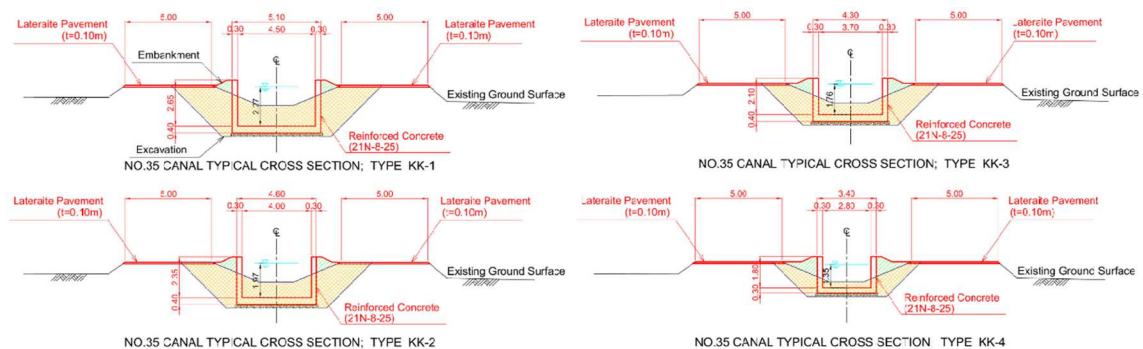


図 8.3.9 MC35 の定型断面 (Khpob Krous 灌漑地区)

出典：JICA 調査団 (2024)

表 8.3.11 MC35 の設計パラメータ (Khpob Krous 灌漑地区)

Khpob Krous Uniform flow of Canal			Optimum Hydraulic Cross Section							
			U-shape concrete flume_2024							
			1.2Q (d')		1.2Q (d')		1.2Q (d')		1.2Q (d')	
			Type KK-1		Type KK-2		Type KK-3		Type KK-4	
			Q=7.394m ³ /s	Q=8.873m ³ /s	Q=7.394m ³ /s	Q=8.873m ³ /s	Q=7.394m ³ /s	Q=8.873m ³ /s	Q=7.394m ³ /s	Q=8.873m ³ /s
Canal bed	B	(m)	4.500	4.500	4.000	4.000	3.700	3.700	2.800	2.800
Water depth	d	(m)	2.271	2.608	1.970	2.261	1.759	2.018	1.347	1.545
Cross Sectional area of flow	A	(m)	10.221	11.735	7.882	9.045	6.509	7.465	3.771	4.326
Wetted perimeter	P	(m)	9.043	9.715	7.941	8.523	7.218	7.735	5.494	5.890
Hydraulic mean depth	R	(m)	1.130	1.208	0.993	1.061	0.902	0.965	0.686	0.734
Coefficient of roughness	n	-	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Canal bed slope	i	-	1/10000	1/10000	1/5000	1/5000	1/3000	1/3000	1/700	1/700
Mean velocity	V	(m/s)	0.723	0.756	0.938	0.981	1.136	1.189	1.961	2.051
Velocity head	hv	(m)	0.027	0.029	0.045	0.049	0.066	0.072	0.196	0.215
Discharge	Q	(m ³ /s)	7.394	8.873	7.394	8.873	7.395	8.873	7.394	8.874
Froude number (Fr < 0.54)	Fr	-	0.15	0.15	0.21	0.21	0.27	0.27	0.54	0.53
a) Freeboard	Fb	(m)	0.286	0.312	0.283	0.307	0.289	0.313	0.390	0.423
Fb=α·d+β·hv+(0.10~0.15), df+0.10			0.336	0.362	0.333	0.357	0.339	0.363	0.440	0.473
Lining canal : α=0.05	α		0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070
U-shape canal: α=0.07	β		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
b) Minimum Freeboard	Fb _{min}	(m)	0.300		0.300		0.300		0.300	
a) Canal height	H1	(m)	2.557	d'=2.608	2.253	d'=2.261	2.048	d'=2.018	1.737	d'=1.545
H1= d + Fb			2.607		2.303		2.098		1.787	
H1= d + Fb _{min}			2.571		2.270		2.059		1.647	
Design canal height Max(H1, H2)	H	(m)	2.650	d>d'-OK	2.350	d>d'-OK	2.100	d>d'-OK	1.800	d>d'-OK

出典：JICA 調査団 (2024)

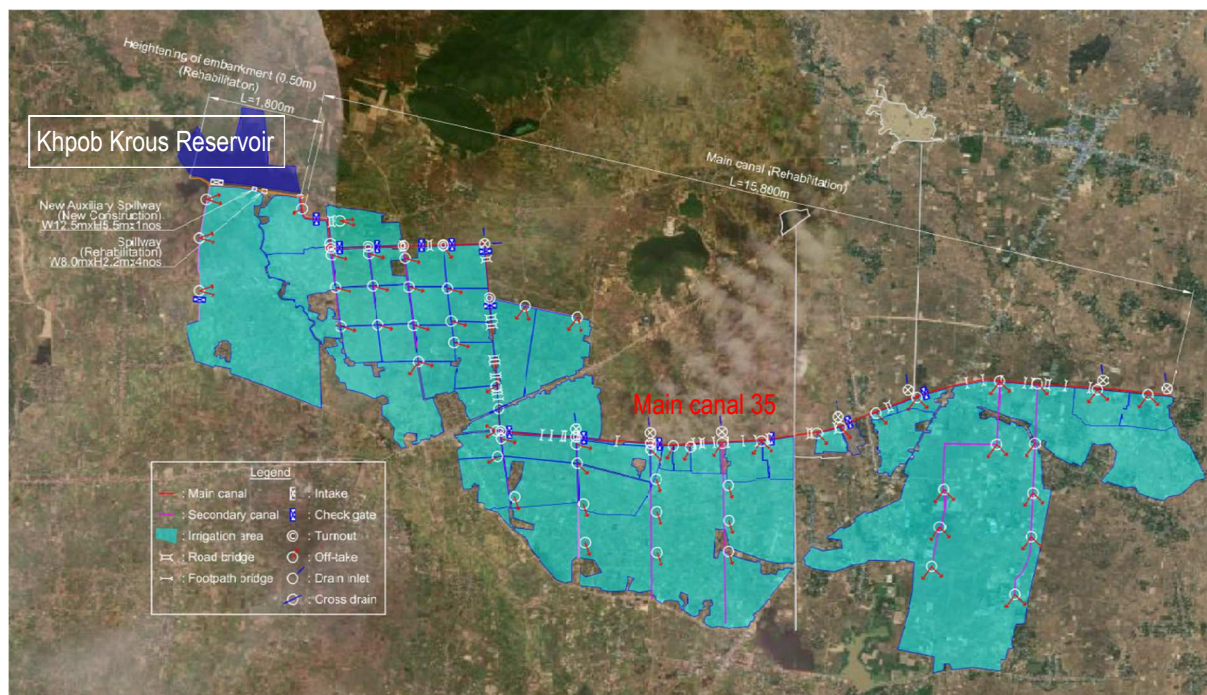


図 8.3.10 Khpob Krous 灌漑地区の改修計画

出典：JICA 調査団(2024)

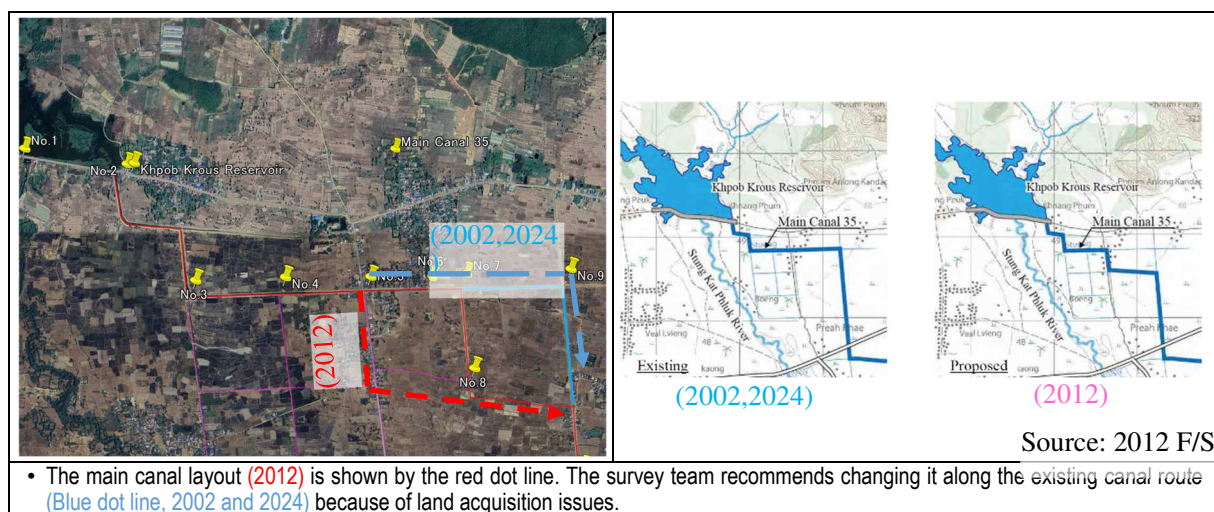


図 8.3.11 MC35 の改修計画 (1/2)

出典：JICA 調査団(2024)

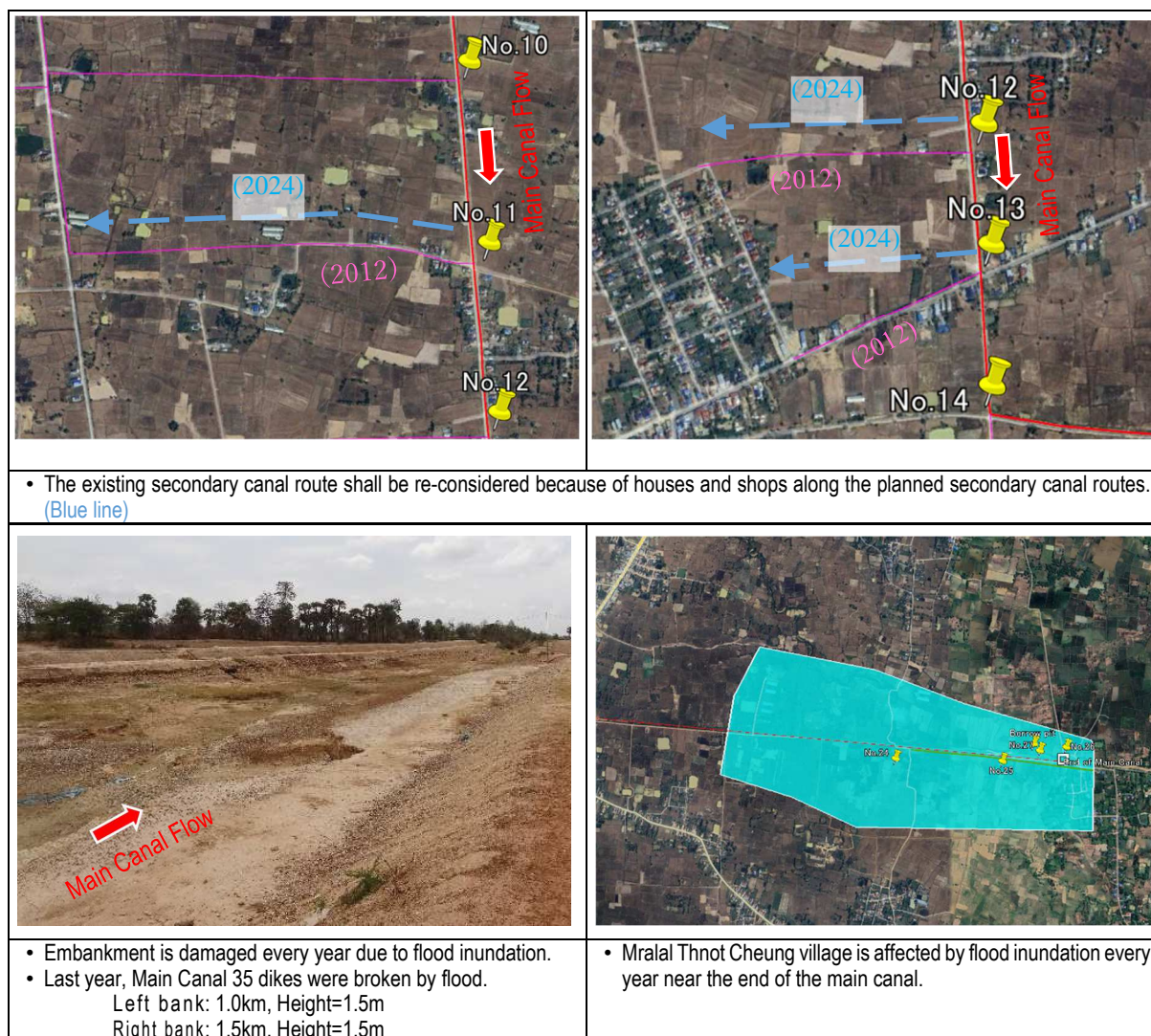


図 8.3.12 MC35 の改修計画 (2/2)

出典：JICA 調査団 (2024)

(4) 2 次水路

2 次水路は、コンクリートライニング水路とし、MOWRAM 作成図面と F/S 時(2012)の計画路線図を参考に計画する。

(5) 3 次水路

整備済みの他地区を参考に、耕地面積 40ha に延長 800m の土水路として工事費に反映した。

(6) 排水路

2012 年の F/S 時には計画されている。本調査では、PDWRAM の要望および用排分離による中干しや間断灌漑が可能となるように排水路を工事費に加えている。中干し期間や間断灌漑を設けることでメタンガスの発生量を削減し、カーボンクレジットの売却益が副収入ともなり得る。

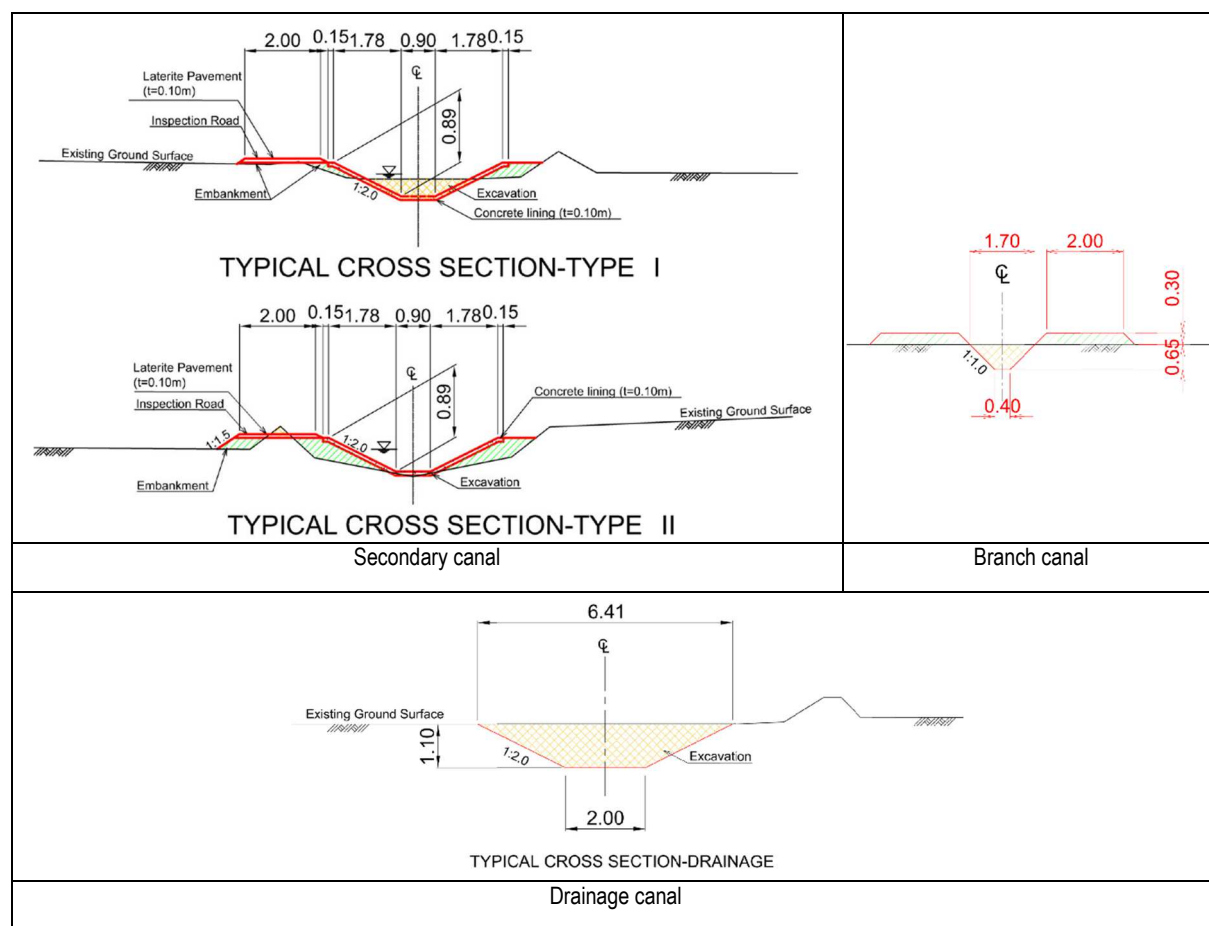


図 8.3.13 MC35 関連の改修計画案

出典：JICA 調査団 (2024)

Khpob Krous 灌漑地区の事業内容を表 8.3.12 に示す。

表 8.3.12 Khpob Krous 灌漑地区の整備内容

Khop Krous Irrigation Scheme Rehabilitation		
Items	Work Item	Quantity
Dike (dam) Embankment	Top: Heightening of embankment (0.50m), Laterite pavement	L=1,800m
	U/S: stone pitching	L=1,800m
	D/S: slope smoothening (included embankment)	L=1,800m
Spillway / Headwork	Rehabilitation of the spillway(W8.0mxH2.2mx4nos)	1no
	New Auxiliaru spillway(W12.5xH5.5mx1no)	1no
Bridge along the inspection road	Rehabilitation of Bridge on the Spillway(L44mxW6m)	1no
Intake for the Main Canal(Beginning of Canal)	Rehabilitation of the intakes for the main canals(W1.5mx3.0mx3nos)	1no
Main Canal	U-shape concrete flume installation	L=15,800m
Bridge along the main canal	Rehabilitation of the bridge	11nos
Footpath along the main canal	Rehabilitation of the Footpath	25nos
Chack gate on the main canal	Installation	14nos
Intake for the Secondary Canal (Turnout)	Rehabilitation / installation of intake	25nos
Secondary Canal	Rehabilitation (Concrete lining)	L=22,100m
Drainage canal	Installation of drainage canal	L=22,100m
Intake for the Sub Canal(Off-take)	Rehabilitation / installation of intake	57nos
Sub Canal	Newly installation (no lining)	3,318ha
Construction of FWUC Office	Newly Construction	1no

出典：JICA 調査団 (2024)

8.4 事業コスト、事業便益、事業効果

8.4.1 積算条件

本節では、Khpob Krous 灌漑地区の改修事業にあたり、表 8.3.12 に示す主要コンポーネントの実施にかかる費用（2024 年時価額）を算出する。直接工事費は、土木・構造物の建設費である。間接経費は、間接工事費、その他経費、コンサルタント費、物価上昇費、予備費、アドミニストレーション費などを考慮した。積算条件は、第 5 章（表 5.4.1）で示したものと同一である。

8.4.2 事業コスト

Khpob Krous 灌漑地区の事業費を表 8.4.1 に示す。直接工事費（下表中 1. 土木工事、資機材調達）で 5,751 万 USD、事業費全体で 1 億 86 万 USD（うち借款対象は 8,466 万 USD）と算定された。

表 8.4.1 Khpob Krous 灌漑地区の事業費

単位：US\$

項 目	外資		内貨		合計	
	全体	うち借款対象	全体	うち借款対象	全体	うち借款対象
1. 土木工事、資機材調達	6,059,602	6,059,602	51,447,594	51,447,594	57,507,196	57,507,196
2. プライスエスカレーション	1,050,330	1,050,330	16,463,230	16,463,230	17,513,560	17,513,560
3. 予備費	355,496	355,496	3,395,541	3,395,541	3,751,037	3,751,037
4. コンサルティングサービス	2,705,139	2,705,139	2,946,669	2,946,669	5,651,808	5,651,808
5. 建中金利	238,221	238,221	0	0	238,221	238,221
6. フロントエンドフィー	168,847	0	0	0	168,847	0
7. 用地取得費	0	0	2,632,680	0	2,632,680	0
8. 管理費	508,527	0	3,844,287	0	4,352,814	0
9. 税金（付加価値税及び関税）	1,470,443	0	7,572,636	0	9,043,079	0
合 計	12,556,605	10,408,788	88,302,637	74,253,034	100,859,242	84,661,822

出典：JICA 調査団 (2024)

8.4.3 事業便益と事業効果

現計画では、灌漑施設の改修事業による便益として以下を計画している。

- 適時適切な配水、灌漑効率の向上、そして作付品種の変更による農業生産性の向上
- 洪水および干ばつ被害の軽減による収益の安定化

農業生産性および洪水被害の現況については、灌漑地区別に実施した農家社会経済調査をベースに評価を行った。

(1) 農業生産性

施設改修後は、貯水池の嵩上げにより雨期の間の小乾期あるいは乾期作への配水が安定することから、現行品種の収量の増加や高収量品種への移行が期待できる。当該灌漑地区の事業効果の概算に用いた条件を表 8.4.2 および表 8.4.3 に示す。なお、実態としては全体の数%の農地で野菜等の園芸作物が生産されているが、概算としての算出であることから、本検討ではコメのみを対象として便益を計算している。

表 8.4.2 現況および将来条件の作付体系 (Khpbob Krous 灌漑地区)

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Before the Project (Beneficiary Area: 3,318 ha)												

出典：JICA 調査団（2024）

表 8.4.3 現況および将来条件の収量 (Khpbob Krous 灌漑地区)

作期	平均収量		備考
	現況	改修後	
雨期作	2.4	3.8	現況は天水農地を含めた平均収量を示す
乾期作	3.9	4.0	

出典：JICA 調査団（2024）

(2) 洪水被害

Khpbob Krous 灌漑地区では、農家社会経済調査を通じて、各地区 45 農家を対象に過去 5 年の洪水および干ばつ発生時の被害面積と発生時の収益について聞き取りを行っており、洪水・干ばつ

被害が発生していない農地の利益と洪水・干ばつ被害が発生した農地の利益の差分を洪水被害額と定義して、被害額の算定を行っている。算定の結果は表 8.4.4 のとおりであり、被害額は約 312 USD/ha と見積もられた。なお、第 5 章の表 5.4.5 で説明のとおり、全国規模の洪水被害額から算定される被害額は 307 USD/ha と見積もられており、これと相違ない金額である。

本検討では、この単価を適用し、事業完了後は洪水被害が抑えられる仮定で洪水被害への貢献度を算定した。

表 8.4.4 単位面積あたりの洪水被害額 (Khpob Krous 灌漑地区)

状態	収益 (USD/year/ha)
水害なし	+309
水害あり	-3
想定被害額	312

出典：JICA 調査団 (2024)

(3) 想定される便益

農業生産性の向上効果と洪水被害の軽減効果の算定結果を下表に示す。事業実施前後の農家収益額の差分は約 267 USD/ha と見積もられた。なお、農業生産性の向上効果、特に高収量品種への移行については水害に対する水セキュリティが十分に向上していることが前提となる。改修事業が実施された後の乾期の計画作付率は 10%であり、利用できていない農地のポテンシャルは依然として存在する。したがって、乾期の豆類等の裏作の実践や、節水稻作として間断灌漑や中干しを実践する農家が増えてくれば、受益面積あたり収益の更なる向上が期待できる。

表 8.4.5 単位面積あたりの事業効果算定額 (Khpob Krous 灌漑地区)

項目		Khpob Krous	備考
事業実施前の農家収益		344 USD/ha	洪水・干ばつ被害地域を含む対象地区平均の収益
事業実施後の農家収益		612 USD/ha	
内訳	農業生産性の向上効果	218 USD/ha	事業効果：217.6 + 49.9 = 267 USD/ha
	洪水被害の軽減効果	50 USD/ha	

出典：JICA 調査団 (2024)

第9章 優先事業地区に係る共通事項の検討

「第4章 優先灌漑事業の選定」にてショートリスト対象地区として選定された4地区（Khpob Trobek および Tumnup Lok（KTTL）灌漑地区、Khpob Krous（KK）灌漑地区、Spean Sraeng（SS）灌漑地区、Plaing（PL）灌漑地区）について自然条件や社会条件にかかる追加調査を実施し、その結果を第5章から第8章にとりまとめた。本章ではこれまでの調査結果を比較し、4地区の中での優先順位付けについて検討を行うとともに、優先事業全体にかかる共通事項について整理する。

9.1 優先事業地区のまとめと優先順位

優先順位付けについては、第4章で実施したショートリスト対象地区選定のための選定基準に基づきスコア付けがなされている。優先順位は原則としてこの評価に基づいてなされるものとするが、第1優先地区（KTTL地区）と第2優先地区（SS地区）はスコア上で1点差であり、同程度の優先度とみなせることから、MOWRAMとも協議のうえ、上記2地区から最優先地区の選定を行った。以下に追加調査で確認された事項についての比較結果を示す。

表 9.1.1 優先4地区における追加調査結果比較表

地区名*	① KTTL 地区	② SS 地区	③ PL 地区	④ KK 地区
位置	Takeo 州	Banteay Meanchey 州 Siem Reap 州	Siem Reap 州	Kampong Speu 州
ショートリスト対象地区選定時のスコア	37（第1優先）	36（第2優先）	32（第3優先）	30（第4優先）
受益面積	5,115 ha	12,500 ha	16,300 ha	3,318 ha
受益世帯数	3,334 HHs	4,459 HHs	7,309 HHs	4,714 HHs
世帯あたり保有農地	1.53 ha/HH	2.80 ha/HH	2.23 ha/HH	0.70 ha/HH
水源（貯水池）	Khpob Trobek 貯水池 Tumnup Lok 貯水池	Sraeng1 貯水池 Sraeng2 貯水池	Sraeng1 貯水池 Sraeng2 貯水池	Khpob Krous 貯水池 O Kbear 貯水池
貯水池有効貯水量	計 308 万 m ³	計 6,000 万 m ³ **	*計 7,800 万 m ³ **	計 298 万 m ³
水源の流域面積	計 488 km ²	貯水池: 3,226 km ² 全体: 6,802 km ²	貯水池: 3,226 km ² 全体: 1,342 km ²	計 186 km ²
作付面積	現況	Wet: 5,115 ha Dry: 256 ha	Wet: 10,000 ha Dry: 4,000 ha	Wet: 16,300 ha Dry: 1,630 ha
	計画	Wet: 5,115 ha Dry: 515 ha	Wet: 12,500 ha Dry: 4,750 ha	Wet: 16,300 ha Dry: 2,445 ha
水害被害面積	現況	Flood: 1,535 ha Drought: 716 ha	Flood: 5,125 ha Drought: 1,250 ha	Flood: 2,445 ha Drought: 1,304 ha
	計画	Flood: 0 ha Drought: 0 ha	Flood: 2,563 ha Drought: 0 ha	Flood: 1,386 ha Drought: 0 ha
収量	現況	Wet: 2.4 t/ha Dry: 3.9 t/ha	Wet: 1.6 t/ha Dry: 5.0 t/ha	Wet: 1.3 t/ha Dry: 5.0 t/ha
	計画	Wet: 3.9 t/ha Dry: 4.5 t/ha	Wet: 3.1 t/ha Dry: 5.1 t/ha	Wet: 3.5 t/ha Dry: 5.1 t/ha
事業便益概算	301 USD/ha	334 USD/ha	363 USD/ha	267 USD/ha
事業費概算	90 million USD	168 million USD	208 million USD	101 million USD

* KTTL: Khpob Trobek & Tumnup Lok, SS: Spean Sraeng, PL: Plaing, and KK: Khpob Krous

** SS地区とPL地区の水資源量はPDWRAMからの聞き取りの貯水量（合計4億1,100万m³）をベースにCISISに登録されている関連灌漑地区の受益面積に応じて配分した時の配水量を示す

出典：JICA調査団（2024）

KTTLおよびSS灌漑地区はどちらも優先4地区の中で洪水および干ばつ被害の影響を最も受けている地区であり、MOWRAMはKhpob Trobek 貯水池と Spean Sraeng 地区の堤防において洪水に

よる洗堀やパイピングによる損壊を回避するため定期的なメンテナンスを実施しているが、根本的な解決には至っていないことから、大規模な対策を必要としている地区である。

一方で、追加調査の結果、両地区は以下の点で状況が異なることを確認している。

- 1) KTTL 地区は、特に Tumnup Lok 灌漑地区の施設が完全に機能していない状態であることから、農地は洪水および干ばつ被害から無防備であるだけでなく、雨期の河川の通行にも障害が出ており、国内マーケットへのアクセス改善のためにも施設の正常化が急ぎ求められている。
- 2) KTTL 地区は、Khpob Trobek 灌漑地区で 3,600 ha の受益地を有しているが、導水路が機能していないために受益面積に対して水源が十分に確保できておらず、乾期の作付けがほとんど出来ていない状態である。したがって、Tumnup Lok 貯水池から Khpob Trobek 貯水池の導水路の機能の正常化が早急に求められる。
- 3) 土壌試験の結果、KTTL 地区は SS 地区と比較して分散性土壌が広く分布していると考えられ、水路法面の浸食が激しいことが想定される。このことから、KTTL 地区では 2 次水路にまでコンクリートライニング水路を計画し、長期的な維持管理の観点から有利となる設計、施工を計画している。対して、SS 地区の土質は KTTL 地区と比較してスレーキングが起きにくいことを確認しており、この点で KTTL 地区の方が設計・施工の難易度が若干高い。
- 4) KTTL 地区の属する Takeo 州は農協数が 156 ありカンボジア国内で最も多い（Banteay Meanchey 州の約 3 倍の農協数）。また、JICA 支援による種子生産・普及プロジェクト（2017-2023）の対象州であるなど、農作物の高付加価値化を促進するために最も適している州であると考えられる。
- 5) SS 地区は流域面もの広大な流域面積（6,800km²）を有する洪水被害の大きな地区である。既存の資料からは Sreng 川の流量については十分な精度で判断できないこと、また流域の 90%が標高 100m 未満のエリアで平坦な地形が広がっているために洪水が広く発生しており、洪水イベント時の洪水の挙動が複雑であると考えられることから、当該地区の洪水流量の検討は慎重に行う必要がある。
- 6) 気候変動の緩和策として、間断灌漑や稲の生育ステージに応じた中干し灌漑を実践するには、緻密な水管理が必要となる（具体的には、「配水施設の機能性」「排水路の機能性」「FWUC の能力」などが必要となる）。この点で、洪水被害の完全な制御が難しいと考えられる SS 地区は、上記の農法の適用性が低い。
- 7) 間断灌漑の普及に向けては、JCM を活用したカーボンプレジットを農家へのインセンティブとできるのが理想的であるが、JCM の活用には時間を要すると考えられるため、節水農業としての導入が現実的であると考えられる。これらの点で、KTTL 地区は SS 地区に対して導入の適応性が高いと判断される。

上記の 7 点の状況を踏まえ、MOWRAM と協議を行った結果、第 1 優先地区として Khpob Trobek & Tumnup Lok 灌漑地区を、第 2 優先地区として Spean Sraeng 灌漑地区を選定することとした。

9.2 想定される工事工程と事業期間

優先順位付けの協議の結果、最も優先度が高いとされた Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区および第2 優先として選定された Spean Sraeng 灌漑地区について、事業のコンポーネントと想定される事業のスケジュールを整理する。

9.2.1 Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区

優先事業にて想定される事業コンポーネントは以下のとおりである。

(1) 事業内容

表 9.2.1 優先事業のコンポーネント（Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区）

ハードコンポーネント		
No.	項目	主たる工事内容
1	Khpob Trobek 貯水池	上流側の堤体保護工（リップラップ）および頭首工の更新（電動ゲートの導入）
2	Tumnup Lok 貯水池	上流側の堤体保護工（リップラップ）および頭首工の更新（電動ゲートの導入）、堤防の新設 河川横断のためのアクセス通路の新設
3	幹線水路 MC33	コンクリートライニング工
4	導水路	Tumnup Lok 貯水池から Khpob Trobek 貯水池へ導水路（コンクリートライニング工）およびサイフォン工
5	支線水路	2 次水路（コンクリートライニング工）、3 次水路（土水路）
6	排水路	土水路
7	その他付帯施設	取水工、チェックゲート、管理用歩道、水位計、橋、その他
8	FWUC 事務所	

ソフトコンポーネント		
No.	項目	内容
9	MOWRAM および PDWRAM の施設維持管理能力向上	洪水時の迅速な施設管理を可能とするため、またコンクリートライニングを計画する 2 次水路までは MOWRAM/ PDWRAM による維持管理が必要であることから、施設維持管理のための能力向上を計画
10	FWUC の組織および施設維持管理能力強化	3 次水路およびゲートの適切な運営維持管理、また間断灌漑の導入のために FWUC の組織運営および水管理にかかる能力強化を計画
11	営農支援サービスの強化	高付加価値化を可能とする品種の導入促進、営農指導の強化、間断灌漑の導入のための営農支援を計画

出典：JICA 調査団（2024）

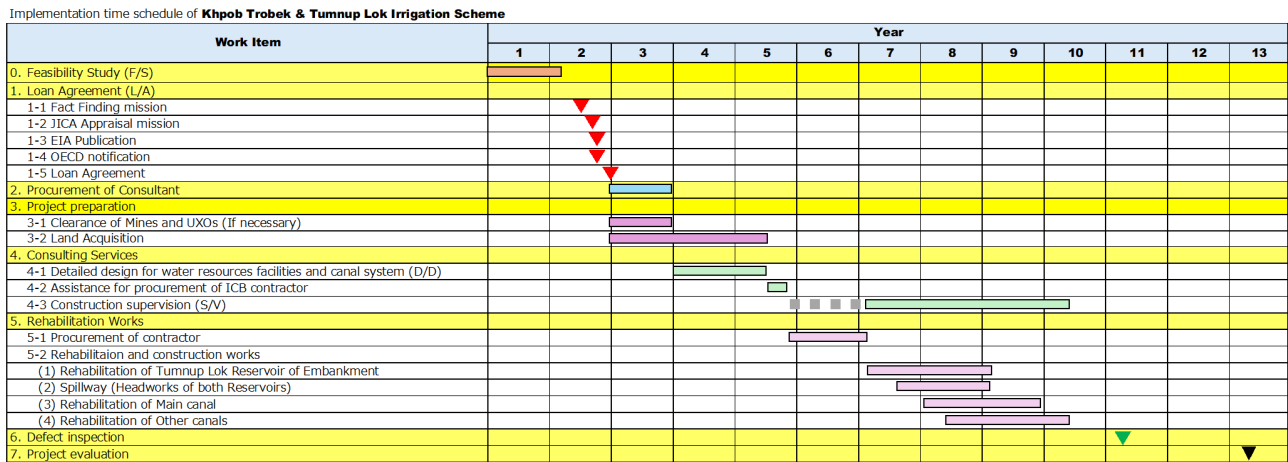
(2) 施工期間

施工期間は開発規模により決定される。すなわち、開発規模が大きいほど工事量も比例して大きくなるため、より長期の施工期間が必要となる。しかしながら、灌漑開発事業では、可能な限り短期間で効果発現しして受益者の裨益を早めるため、施工期間を 3～5 年に設定されることが多い。また、便益の発生が早ければ、大きな事業効果が得られるため、経済面からも短期の施工期間が求められる。

Khpob Trobek と Tumnup Lok 灌漑地区の開発面積が 5,115 ha であり、MOWRAM の区分では大規模地区に分類されるものであるが、施工規模としては中程度のものである。このため、一般的な施工期間は中庸の 4 年を提案する。施工スケジュールは、洪水被害の削減を優先するため、Tumnup Lok 貯水池から工事を始める。次に Khpob Trobek 貯水池と Tumnup Lok 貯水池の頭首工（洪水吐）の工事を行う。導水路を含む幹線用水路は、土工事が多いため Tumnup Lok 貯水池の整

備がある程度完了した時点で改修を行う。最後に、断面は小さいが延長の長い2次水路、3次水路や排水路の整備を行う。

表 9.2.2 事業実施スケジュール(案) (Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区)



出典：JICA 調査団（2024）

9.2.2 Spean Sraeng 灌漑地区

(1) 事業内容

表 9.2.3 優先事業のコンポーネント (Spean Sraeng 灌漑地区)

ハードコンポーネント		
No.	項目	内容
1	Spean Sraeng 堤防	堤体管理道路のラテライト舗装
2	文化遺産保護工	文化遺産の橋梁を堤防とゲートにより保護
3	頭首工の更新	ラビリンス堰の改修（W 15.0m x 4.5m x 1 no） ゲートの更新（W 6.4 m x H 5.5m x 4 nos）
4	幹線水路	コンクリートライニング工、3 地点で橋梁を取水工に更新
5	支線水路	2 次水路および 3 次水路（いずれも土水路）
6	排水路	土水路
7	その他付帯施設	取水工、チェックゲート、管理用歩道、橋、その他
8	FWUC 事務所	

ソフトコンポーネント		
No.	項目	内容
9	MOWRAM および PDWRAM の施設維持管理能力向上	洪水時の迅速な施設管理を可能とするため、またコンクリートライニングを計画する幹線水路までは MOWRAM/ PDWRAM による維持管理が必要であることから、施設維持管理のための能力向上を計画
10	FWUC の組織および施設維持管理能力強化	2 次水路、3 次水路およびゲートの適切な運営維持管理、また間断灌漑の導入のために FWUC の組織運営および水管理にかかる能力強化を計画
11	営農支援サービスの強化	浮稲に代わる品種の導入促進、営農指導の強化、間断灌漑の導入のための営農支援を計画

出典：JICA 調査団（2024）

(2) 施工期間

Spean Sraeng 灌漑地区の開発面積が 12,500 ha であり、MOWRAM の区分では大規模地区に分類されるものであるが、施工規模としては中程度なものである。このため、一般的な施工期間の中

庸の4年を提案する。施工スケジュールは、洪水被害が多く施工量の大きい幹線水路から工事を始める。次に頭首工（洪水吐）と取水口の工事を行う。最後に、断面は小さいが延長の長い2次水路、3次水路や排水路の整備を行う。

表 9.2.4 事業実施スケジュール(案) (Spean Sraeng 灌漑地区)

Implementation time schedule of Spean Sraeng Irrigation Scheme

Work Item	Year												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0. Feasibility Study (F/S)													
1. Loan Agreement (L/A)													
1-1 Fact Finding mission													
1-2 JICA Appraisal mission													
1-3 EIA Publication													
1-4 Loan Agreement													
2. Procurement of Consultant													
3. Project preparation													
3-1 Clearance of Mines and UXOs (if necessary)													
3-2 Land Acquisition													
4. Consulting Services													
4-1 Detailed design for water resources facilities and canal system (D/D)													
4-2 Assistance for procurement of ICB contractor													
4-3 Construction supervision (S/V)													
5. Rehabilitation Works													
5-1 Procurement of contractor													
5-2 Rehabilitation and construction works													
(1) Rehabilitation of Main canal													
(2) Spillway (Headworks), and Intake													
(3) Rehabilitation of Other canals													
6. Defect inspection													
7. Project evaluation													

出典：JICA 調査団（2024）

9.3 特筆すべき技術の適用

本節では、今回調査した事業の実施によって活用が期待される技術について述べる。

9.3.1 直接適用が期待される技術

Khpbob Trobek 灌漑地区では、起伏ゲートの改修が計画されており、この操作にはワイヤーロープが用いられる。現状のワイヤーロープ開閉器は、ワイヤー操作が簡単に行えるようにゲートの同様の重さを持つカウンターウェイトが連結されているが、このカウンターウェイトの昇降が施工不備のため上昇・下降しなくなっている。操作盤一体型ワイヤーロープウインチ式開閉機は電動で機械を操作し、ワイヤーの出し入れができるようにした開閉装置であり、素早い操作ができ、現状のようなカウンターウェイトの設置は不要である。現時点で、本邦企業だけが施工実績を持つ開閉器である。



ゲートの重量とバランスを保つための円筒形コンクリート製カウンターウェイトが、ゲートの手動操作を楽にする目的で設置されているが、ガイドとなる鉄板に引っかかっており、上下できない状態。



操作盤一体型ワイヤーロープウインチ式開閉機：ゲートに連結されたワイヤを電動で巻き取る開閉装置であり、カウンターウェイトを必要とせず、操作盤と一体化したコンパクトな形状。

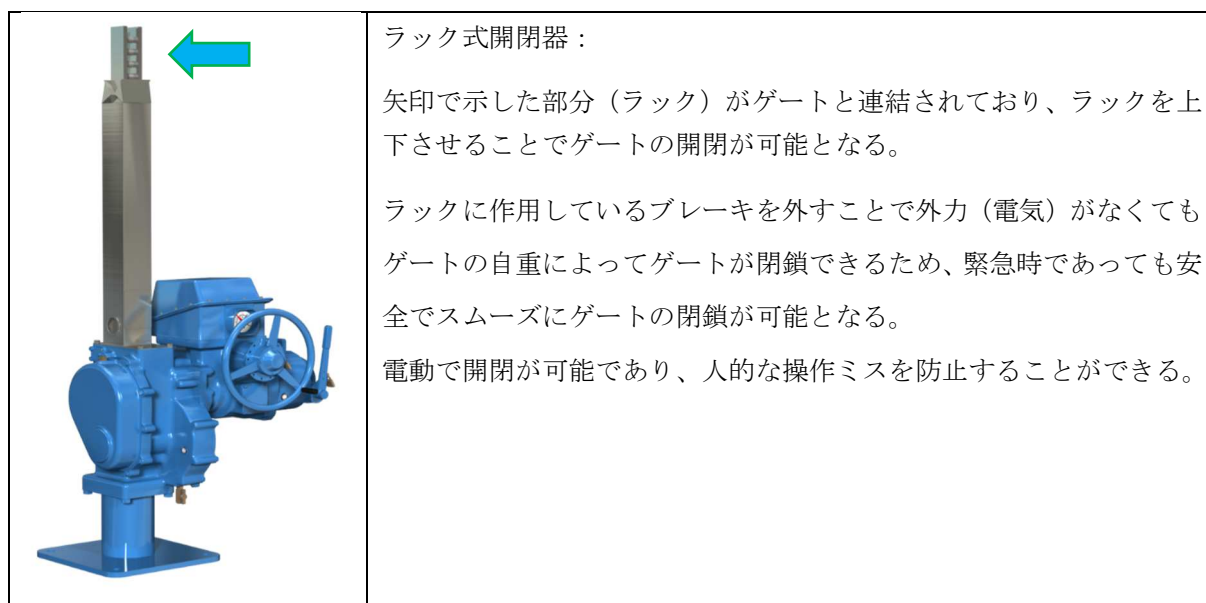
Spean Sraeng においては、ローラーゲートによる改修及び水門の新設が計画されている。ローラーゲートを昇降させるための優れた技術として「ラック式開閉器」がある。現在カンボジアで普及しているスピンドル式開閉器は、ゲートを支える支柱にネジが切られており、このネジを電動、或いは手動で回転させてゲートを昇降させる方式となっている。このネジを回転させてゲートを上下する方法は、緊急時であっても瞬時にゲートを閉鎖することができない構造である。一方、ラック式開閉器の場合、電動、手動を問わずブレーキを解除することでゲートの自重によって瞬時にゲートを閉鎖することが可能な構造を持つ。この技術は本邦企業に施工実績が限られていたが、近年、韓国の1社において施工実績が確認されている。



スピンドル式開閉器：ネジが切られたシリンダーに対して円形のハンドルを開閉器に取り付け、それを回転させることにより操作



開閉器の操作が不適切となったため、右側のシリンダーに対して過剰な力がかかったため、内側に曲がってしまった。



9.3.2 間接的に適用が期待される技術

株式会社サタケ（本社：広島）、及び株式会社タイワ精機（本社：富山）は、それぞれカンボジアにおいて精米工場を受注している。前者での取り扱いは大型精米機（毎時 20 トン）が中心であり、地元商社から大型精米機工場の建設を受注し、2016 年に引き渡しが行われている。現在、精米されたコメはアフリカ、ヨーロッパ向けに輸出されている。

後者は JICA 支援による 2013 年の「カンボジア国 精米機製造・販売・輸出事業調査（中小企業連携促進）」による現地調査の後、中、小規模精米機（5 トン程度以下）を中心とした現地工場をプノンペン経済特区に設け、2014 年から現地生産を開始した。JICA から「カンボジア王国における農協ミニライスセンターの普及・実証事業」で 2014 年に精米機を受注している。

株式会社山本製作所（本社：山形）は東南アジアに展開する穀物乾燥機に強いメーカーである。灌漑施設の整備により二期作でのコメの生産が行われた場合、雨季の収穫においても対応可能な機械式乾燥機の需要が増えることが予想される。総合的なライスセンターのような精米所が農協や大規模精米業者によって施設が急速に近代化される場合、乾燥機の活用が期待される。

これら乾燥機・精米機メーカーではコメの研磨に関する技術が進んでおり、精白度の高いコメを生産するシステムとして製品を提供することができ、差別化した品質のコメが生産できるとされている。

圃場機械については、中国産ハンドトラクターが現状では普及している。プロジェクト実施に伴う管理用道路の整備により、圃場へのアクセス性向上が予期され、作業効率化のため四輪乗用トラクターの需要が増えてくる可能性がある。ベトナムやタイでの稲作農業機械化の流れを見るとコメの価格競争上、作業効率の向上は必然と考えられる。また、コンバインハーベスターによる収穫作業の効率化は確実に収穫後処理損失を抑制する効果があるため、請負業者が増えてくる可能性がある。これらの水田用圃場機械メーカーである株式会社クボタ（本社：大阪）やヤンマーHD 株式会社（本社）はカンボジアに現地法人を設立しており、プロジェクトにより技術の活用が期待される。

コメの付加価値化においては、亀田製菓株式会社（本社：新潟）が現地の「Lyly Food Industry Co., Ltd.」とのジョイントベンチャーとして Lyly Kameda Co., Ltd. を 2018 年に設立している。コメの品質が均質化できるような状況になれば、カンボジアから世界中に米菓をお届けることができるクロスボーダー取引の拠点として発展する可能性がある。

9.4 運用、操作・維持管理体制

カンボジア国の灌漑地区の運用に係る管理区分は、原則として MOWRAM が大規模地区（5,000ha 以上）、各州の PDWRAM が中規模地区（200ha～5,000ha）、そして郡の灌漑局が小規模地区（200ha 未満）を管轄するとしている（2 州以上にまたがって存在する灌漑地区の場合は、上位組織が管理を行う）。ここでいう中規模地区であるが、その管理にあたる PDWRAM は MOWRAM 配下の州事務所であるため、中規模まではカンボジア国では国営灌漑事業地区として位置づけられる。

灌漑施設の維持管理主体も、原則、上記の MOWRAM が大規模地区、各州の PDWRAM が中規模地区、そして郡の灌漑局が小規模地区を担当することとなるが、ここには受益者から構成される農家水利組合（FWUC: Farmer User Water Community）が関係してくる。中規模および大規模な灌漑地区においては、ほぼ同様の FWUC の構成が適用されている（あるいは設立されていない地区では、同様の構成による農家水利組合が目されている）。

農家水利組合の構成は、灌漑地区レベル（灌漑システム全体レベル）で FWUC が設立され、そして、その下の階層として支線水路レベルやあるいは村レベルによって FWUG (Farmer User Water Group) が設置されている例がほとんどである。カンボジア国に特徴的なこととして、主となる農家水利組合がシステムレベルで設置されていることであろう。例えば、他国での規模の大きな地区は、支線水路毎に設置される農家水利組合が主たる組合となって、システムレベルでは管轄官庁との連絡掛かりや調整を担う、いわば任意団体として緩やかに設置されている例も多い。

9.4.1 優先事業地区の現行操作・維持管理体制

優先地区として特定された 4 地区の管理に責を持つ組織、あわせて灌漑面積や幹線水路と支線水路数、そして 2024 年時点における農家水利組合の設立状況は以下の通りである。灌漑面積を見ると、Khpob Krous 地区は中規模、他の 3 地区は大規模灌漑地区に属している。したがって、運用にあたっての所管事務所は、Khpob Krous 地区は PDWRAM、他 3 地区の大規模灌漑地区は MOWRAM 直轄となる（実務上の管理体制は、PDWRAM に委託されている）。農家水利組合は 4 地区中、3 地区で設立されている（Tumnap Lok 地区については灌漑システムが機能していないため、農家水利組合も現状では存在しない。また、Plaing 地区は設立されていない）。

表 9.4.1 優先 4 地区の管理責任組織、主要諸元および農家水利組合の設立状況（2024 年時点）

Irrigation System	Khpob Trobek & Tumnap Lok		Khpob Krous	Spean Sraeng	Plaing
	Khpob Trobek	Tumnap Lok			
Management Body	MOWRAM (PDWRAM)		PDWRAM	MOWRAM (PDWRAM)	MOWRAM (PDWRAM)
Irrigation Area (ha)	5,115		3,318	12,500	16,300
No. of Main Canal	1	1	1	1	1
No. of Branch(sec'd)	5 (+1)	4	11	8	27
FWUC	1 (system level) Established in 2005	Not existed	1 (system level) Established in 2010 (1/)	1 (system level) Established in 2015 (2/)	Not existed
FWUG	11 (based on	Not existed	4 (for 8 villages)	12	Not existed

Irrigation System	Khpob Trobek & Tumnup Lok		Khpob Krous	Spean Sraeng	Plaing
	Khpob Trobek	Tumnup Lok			
	village)				
Beneficiary HHs	3,334 HHs		4,714 HHs	4,459 HHs	7,309 HHs
Ave. Farmland/HH	1.53 ha/HH		0.70 ha/HH	2.80 ha/HH	2.23 ha/HH

1/ started newly in 2023 but still waiting for the approval of TOC from MOWRAM and MEF

2/ established by Institute of Standard of Cambodia (ISC), but not functioning since 2019

出典：JICA 調査団（2024）

9.4.2 優先事業地区の操作・維持管理体制に係る提案

優先事業地区に対し投資を行い施設の改善や運用の改善を図った将来であるが、その管理体制は基本的には現行と同様とする。すなわち、システム全体の運用、操作・維持管理の責を担うのは PDWRAM となる。その上で、農家水利組合が設立されていない地区では新たに設立が必要となる。既に設立されている地区では、日常的な操作・維持管理に関し、農家水利組合と PDWRAM の責任分界点を明確にした上で、各々の役割につき実態を考慮して整理し、その上で農家水利組合の強化や再構築を提案したい。

優先事業地区に関わらず、一般的な重力灌漑システムは、水源、取水施設、幹線水路（Main）、支線水路（2 次水路；Branch-secondary）、そして現行では設置されていないが 3 次水路（Branch-tertiary）と繋がっていく。そして、3 次水路が、ある面積をカバーして末端の圃場ブロックに配水していくこととなる（右図参照）。

この模式を参照しつつ、全体の管理体制は PDWRAM に責があるものの、日常的な操作・維持管理体制を模式の

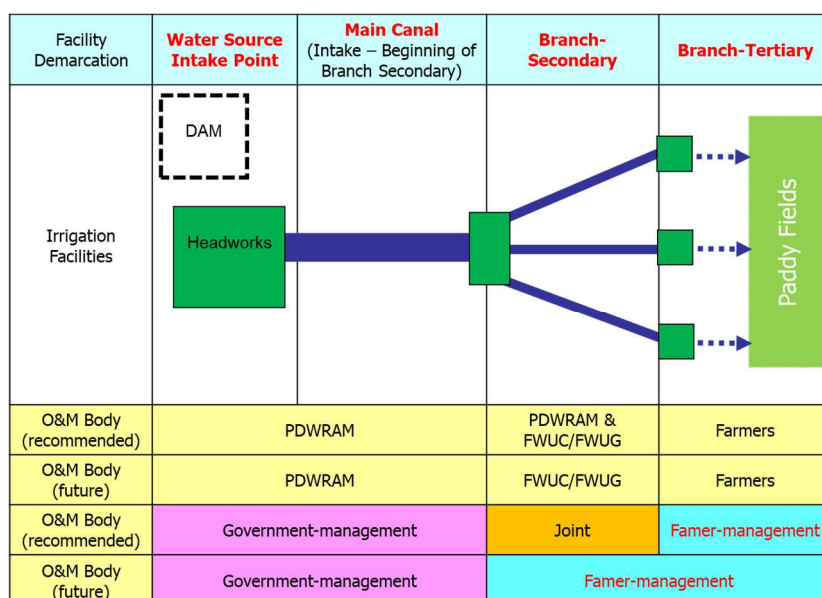


図 9.4.1 優先事業地区の運用、操作・維持管理体制への提案

出典：JICA 調査団（2024）

下部にまとめている。すなわち、取水工と幹線水路は PDWRAM によって一元的に管理され、その幹線水路から分岐する支線水路（2 次水路；Branch-secondary）は、PDWRAM と農家水利組合の責任と役割を明確にした上で、Joint Management を提案したい（将来的には、農家水利組合単独による操作・維持管理へと移行していく）。そして、末端の 3 次水路（Branch-tertiary）の操作・維持管理は、その 3 次水路の受益となる農家のみで全てを賄うこととする。

ここで、農家水利組合が設立されている既存の灌漑地区を参照すると、農家水利組合の責務の一つとして、例えば PDWRAM から委託を受けて、灌漑システム全体の操作・維持管理を行うような建て付けとなっている場合が多い。これは、現行の農家水利組合である FWUC がシステムレベルで設立されており、この FWUC が責任をもって灌漑システムを操作・維持管理することと、FWUC 規約に述べられているためである。

しかしながら、実態として農家水利組合にそこまでの能力（人的、財務の両方）はない。また、

そのような運用、操作維持管理体制は実態として現時点では見られない。そのため、上記、すなわち取水工と幹線水路は PDWRAM による直轄管理、そして支線水路（2 次水路；Branch-secondary）は、両者による Joint Management、3 次水路（Branch-tertiary）は農家による操作・維持管理体制を提案するものである。なお、将来的には支線水路（2 次水路；Branch-secondary）以降はすべて、農家水利組合による運用、操作・維持管理を目指すことを提案する。

9.5 農家水利組合の設立

9.5.1 農家水利組合の設立の原則

優先事業地区においては、前述のとおり 4 地区中、3 地区では農家水利組合が設立されている。その建て付けは、FWUC がシステムレベルで設立されており、そして支線水路（Branch-secondary）レベルで FWUG が設立されている。既存の 3 つの農家水利組合においては、この FWUG は支線各々をカバーして設立されておらず、村レベルで設立されている。本来、農家水利組合は水の運用を扱うため、FWUG は支線水路毎というのが他国での一般的な状況であるが、ここでは地縁に基づく FWUG が設置されていることとなる（ただし、例外はある¹）。

優先事業地区において施設の改善を伴う事業を実施した場合であるが、農家水利組合が設置されていない地区では新たに設置を、また既存の農家水利組合がある地区では以下の改善を提案する。

- 1) システムレベルでの FWUC と支線水路レベルでの FWUG の設立といった現行の建て付けに、原則、従う事とする。その上で、FWUC の役割は PDWRAM との連絡・協議といった調整を主とすることを提案する。すなわち、現行の規約にあるような、FWUC が灌漑地区そのものの運用や維持管理体制に責を持つことを弱める。
- 2) 代わって、支線水路（Branch-secondary）のレベルで設置されている FWUG を強化する。ここを、農家水利組合のコア部と再定義し、PDWRAM からの委託を受けて、あるいは PDWRAM とのジョイントにて、支線水路掛かりの運用、操作・維持管理に第一の責務を負うこととする。なお、幹線水路から支線水路が分岐する場合、そこにはゲートが設けられ、ここで水理的な分界点が設けられることとなる。このゲートは幹線水路に属することとなるため、その操作に責を有するのは PDWRAM である。ただし、FWUG が PDWRAM から委託を受ける場合は、FWUG がその運用を行うことは問題無い。
- 3) 支線水路（Branch-secondary）レベルの FWUG は、原則、各々の支線水路毎に設置することを提案する。すなわち、現行の村単位で設置されている FWUG から、担当する支線水路毎にその運用と操作・維持管理に責を持つ FWUG へと再編成を行う。結果、例えば、ある優先事業地区内に 8 本の支線水路があれば 8 つの FWUG が設立されることとなる。
- 4) 支線水路（Branch-secondary）レベルの FWUG は、担当する支線水路の運用と操作・維持管理に責を有することとなるため、この FWUG の組織としての内部構造を充実させる。現行では、例えば、Director が 1 名、Vice Director が 2 名、Accountant が 1 名ほど配置されているケースがほとんどであるが、充実した運営委員会（Board Member）体制、また計画立案のための小グループの設置、さらに総会（General Assembly）などを設けて、自立した組織体制、組織構成

¹ 優先事業地区および他の灌漑地区でも、FWUG は村レベルで組織されている例が圧倒的ではあるが、Prey Kdouch 灌漑地区の規約 Article17 では、「The subdivision of sub-groups and farmers' use of water by the Prey Kdouch was based entirely on the geography, soil and conditions of the irrigation system in the area.」とされているような例もある。

とする。

- 5) 現行では、3次水路（Branch-tertiary）は設置されていない。しかしながら、優先事業地区においては Pre-FS レベルであるが、約 50ha をカバーして末端部で灌漑水を圃場に配水していくための3次水路（Branch-tertiary）を新たに設ける計画である。そのため、この約 50ha の圃場ブロックに配水するための3次水路（Branch-tertiary）レベルでの農家グループが必要となる。ここでは、FWUG-tertiary と呼称する。組織の構成は簡易で十分であるが、この FWUG-tertiary の組織構造を提案する。
- 6) 結果、優先事業地区における新たな農家水利組合は、3つの階層を持つ水利組織となる。末端部では、FWUG-tertiary、支線水路（Branch-secondary）レベルでは FWUG、そしてシステムレベルで FWUC となる。3つの階層間に連続性と、そして下位組織がその上位レベル組織への代表性を確保できるよう考慮する。例えば、FWUG-tertiary のリーダーは FWUG で何らかの役職につくこと、また、FWUG のリーダー達は FWUC へ参加できること等である。

9.5.2 農家水利組合の構成

(1) FWUG の構成

優先事業地区において設立される、あるいは改組される農家水利組合のコアは FWUG となる。以下に、FWUG を新たに設立、あるいは改組するにあたって必要となる内部構造について提案を行う。

- 1) ある程度の規模の農家水利組合では、計画策定、意思決定、実施という3つの分権的な役割設定が必要である。例えば、まず計画を小グループで立て、その計画を意思決定機関である総会（General Assembly : GA）に提出し、総会で農家の合意を得たら、運営委員会（Management Board）の監督の下、農家メンバーによって実行に移すということが必要になる。すなわち、上記の計画策定・意思決定・実施といった3つの段階は、FWUG の内部においてそれぞれ分権化して構築される必要がある（図 9.5.1 参照）。

- 2) FWUG のメンバー、すなわち当該農家水利組合の構成員になるのは、その支線水路（Branch-secondary）の受益内の全ての農家である。4つの事業地区には、各々、受益地区の大きさによる

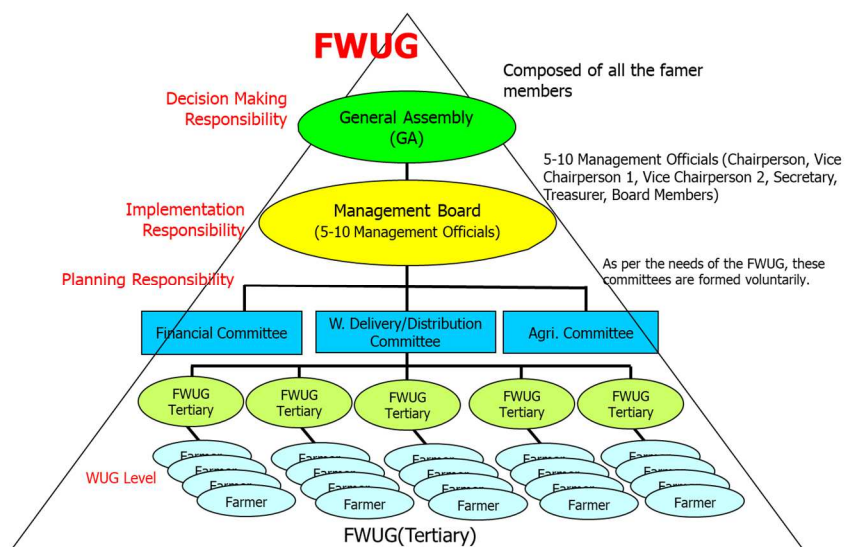


図 9.5.1 FWUG（支線水路レベル）の組織構造

出典：JICA 調査団（2024）

が、1地区あたり約3千人～7千人の農家が存在しており、そして支線水路の数は1地区あたり10～30程度が想定されている。結果、支線水路単位では、300名から最大でも600名程度と想定されることから（後述の表 9.5.1 参照）、この程度の農家数であれば全員の直接参加による FWUG の設立が可能である。すなわち、総会（General Assembly : GA）はこれら農家が

全員参加することとなる。

- 3) 構造的には、総会（GA）は FWUG の全農家で構成される意思決定機関となる。重要な課題はこの GA レベルで検討・議論され、決定される。GA の下で、議長、副議長、秘書役、財政担当役、そして他の数名の理事役を含めて運営委員会（Management Board）が形成される。運営委員会は、下位の FWUG-tertiary の代表性を確保するため、FWUG-tertiary のリーダー達によって、この運営委員会を構成することを提案する。
- 4) 運営委員会は、GA によって決定された事項について、その執行または日々の組織運営を担当する。重要なことは、議長が率いる運営委員会は意思決定を担当するのではなく、GA で意志決定された事項につきその執行を担当するということである。すなわち、議長といえども意思決定に関しては 1 票しか持たないが、実行に関しては最高経営責任者（CEO）となる。
- 5) 運営委員会の下には、計画策定を担当する小グループ（委員会）を置くことができる。必要に応じて、農業開発委員会、水供給・配水委員会、財務管理委員会などを設けることができる。1 つのグループは、5～7 人のボランティアメンバーで構成されるが、運営委員会のメンバーの 1 人がリーダーを務めることが望ましい（ただし、議長を除く）。例えば、農業開発グループのリーダーは運営委員会の副委員長 1、水供給／配給グループのリーダーは副委員長 2、財務管理グループのリーダーは財務担当役とする等である。いずれにせよ、彼らは意思決定を担当することはできず、計画策定が責務となる。策定された計画は総会（GA）に提出され、総会にて意志決定される。
- 6) 次に、その決定に基づいた計画を実行に移すこととなる。例えば、年間を通じた水路の維持管理作業、水利費の金額決定と徴収方法、個々の農家において水利用に何らかの不可抗力を用いた場合の罰則の適用といった非常に重要なイシューは、通常、FWUG の代表者全員から構成される総会（GA）で決定される。FWUG の代表メンバーで構成される総会で計画が決定された以上、全員の農家メンバーは運営委員会の監督または指導のもと、その計画を集団で実施に移すこととなる。

（2）FWUG-tertiary の構成

FWUG-tertiary は、末端水路となる約 50ha 程度のほどの圃場ブロックをカバーする 3 次水路（Branch-tertiary）に対応して設立する。その内部構造、構成は単純なものでよい。すなわち、当該 3 次水路で灌漑水を受けるすべての農家がメンバーとなり、そこから協議等によって 3 名の代表－Leader、Co-leader 1、Co-leader 2－を選出することとする。そして、彼ら/彼女らが上位の FWUG レベルで設立される運営委員会（Management Board）を構成することを提案する。

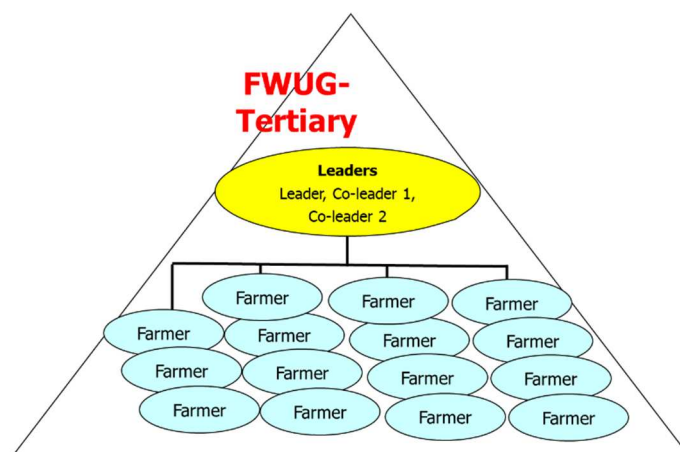


図 9.5.2 FWUG-tertiary の組織構造

出典：JICA 調査団 (2024)

（3）FWUC（システムレベル）の構成

FWUC の役割は、PDWRAM との連絡・協議といった調整機関としての再定義を行う。すなわ

ち、今回提案する農家水利組合のコアはその配下で支線水路 (Branch-secondary) を担当する FWUG である。したが、この FWUC の構成員はその下位の FWUG の運営委員会 (Management Board) のメンバーすべてとすることを提案する。そして、FWUG の運営委員会 (Management Board) の代表者 (Director/Chairperson) が、FWUC における代表委員会 (Representative Board) を構成することとする。

(4) 優先事業地区における FWUC、FWUG、FWUG-tertiary の想定規模

表 9.5.1 に、4 か所の優先事業地区において想定される FWUC、FWUG、FWUG-tertiary の数と想定農家数を整理する。上述したように、3 次水路 (Branch-tertiary) レベルの FWUG-tertiary がカバーする面

積は約 50ha 程度である。優先事業地区の受益面積を FWUG-tertiary のカバー面積で除すことで想定 FWUG -tertiary 数が得られるが、Khpob Trobek & Tumnap Lok 地区では 91、Khpob Krous 地区では 57 と想定される²。

FWUG の数は、支線水路 (Branch-secondary) レベルで設立、あるいは既存の組織は改組されるため、支線水路の数と均しくなる。すなわち、優先事業地区の Khpob Trobek & Tumnap Lok 地区では 9、Khpob Krous 地区では 11 の FWUG が設立されると想定される³。FWUC はシステムレベルでの設立であるため、各優先事業地区ごとに一つが設立、あるいは改組される。

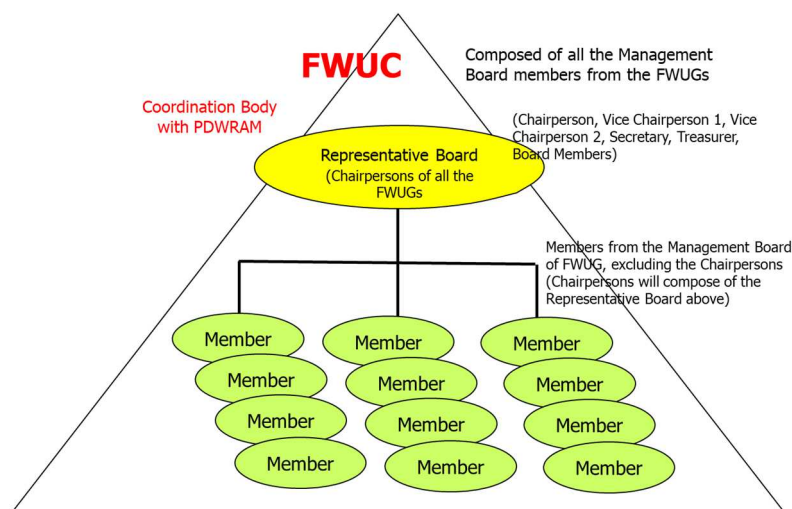


図 9.5.3 FWUC (システムレベル) の組織構造

出典：JICA 調査団 (2024)

表 9.5.1 優先事業地区における FWUC、FWUG、FWUG-tertiary と農家の想定数

Irrigation System	Khpob Trobek & Tumnap Lok		Spean Sraeng	Plaing	Khpob Krous
	Khpob Trobek	Tumnap Lok			
Management Body	MOWRAM (PDWRAM)		MOWRAM (PDWRAM)	MOWRAM (PDWRAM)	PDWRAM
Irrigation Area (ha)	5,115		12,500	16,300	3,318
No. of Main Canal, FWUC	1	1	1	1	1
No. of Branch (secondary), FWUG-secondary	5 (+sub sec.1)	8	27	8	11
Total Length of Branch (second'), km	14.1	67	68	67	22,1
No. of Branch (tertiary), FWUG - tertiary	70	NA (1/)	NA (1/)	NA (1/)	57
Areal/Branch (tertiary), ha	56		NA (1/)	NA (1/)	58
Expected No. of Farmers at 1-Branch (tertiary)	37		NA (1/)	NA (1/)	83
Expected No. of Farmers at 1-Branch (secondary)	371		558	271	431
Beneficiary HHs	3,334		4,459	7,309	4,714
Ave. Farmland/HH, ha/HH	1.53		2.80	2.23	0.70

² Spean Sraeng 地区および Plaing 地区は詳細な灌漑網データがないため、ここでの考察から除く。

³ Spean Sraeng 地区および Plaing 地区は灌漑網データが不足しているため、表に示す支線水路 (secondary) の数や支線水路あたり面積は参考である。

Irrigation System	Khpob Trobek & Tumnup Lok		Spean Sraeng	Plaing	Khpob Krous
	Khpob Trobek	Tumnup Lok			
FWUC (current status)	1 (system level) Established in 2005	1 (system level) Established in 2015 (1/)	Not existed	1 (system level) Established in 2015 (1/)	1 (system level) Established in 2010 (1/)
FWUG (current status)	11 (based on village)	12	Not existed	12	4 (for 8 villages)

Remarks: 1/ at present, there is no branch (tertiary) canal, so there is no data for the expected number of farmers at the 1-branch (tertiary) level.

出典：JICA 調査団（2024）

9.6 貧困削減に係る効果

Cambodia Poverty Assessment Toward a More Inclusive and Resilient Cambodia（WB 2022）によれば、貧困ラインは一人一日あたり 10,951 Riel 以下での生活を強いられる家庭であると定義される。本検討では、農家経済調査で確認した 1 地区 45 農家の回答結果より、事業による貧困の削減効果を評価する。

5 章から 8 章で記述した事業効果を農家一人あたりで換算した結果を下表に示す。事業による便益は農業生産性の向上による収入増と洪水および干ばつによる被害の減少による支出の減の双方を考慮して算定している。現状は優先 4 地区すべてにおいて、貧困ライン上あるいは以下の収入レベルであったが、事業の実施により Plaing 灌漑地区を除く 3 地区で貧困ラインを超える収入レベルにまで改善されることが確認された。

事業実施による貧困削減の効果は一人あたりで計算することから、1 農家あたりの保有農地面積が大きい地区ほど有利となる。1 農家あたりの保有農地面積が最も大きい Spean Sraeng 灌漑地区が事業による収入増が最も大きく一人一日あたり 2,276 riel の収入増（20%の増）となると算定された。最優先地区である Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区では 1,099 riel の収入増（9%の増）であった。

しかしながら、4 地区の中でコメ以外の農業収入が極めて多いのが Khpob Trobek & Tumnup Lok 灌漑地区である（他地区の 5 倍から 9 倍の収入を示す）ことから、農作物の高付加価値化の促進が間接的にコメバリューチェーンのアクターの収入向上に繋がる可能性は高く、当該地区への事業実施の意義は大きいと考えられる。

表 9.6.1 優先事業地区における事業による貧困削減効果

Item		Khpob Trobek & Tumnup Lok	Spean Sraeng	Plaing	Khpob Krous
Poverty Ratio, %		20%-30%	40%-50%	40%-50%	20%-30%
Beneficiary Area, ha		5,115 ha	12,500 ha	16,300 ha	3,318 ha
Number of Households, HHs		3,334	4,459	7,309	4,714
Farmland size per HH, ha/HH		1.53	2.80	2.23	0.70
HH member, people/HH		4.6	4.3	4.5	4.7
On-farm Income (Rice), riel/day/capita	Present	826	2,744	1,270	629
	Plan (Increment)	1,924 (+1,099)	5,021 (+2,276)	3,158 (+1,888)	1,106 (+477)
On-farm Income (others), riel/day/capita		2,485	256	493	496
Off-farm Income, riel/day/capita		7,675	6,268	3,356	10,525
Total Income, riel/day/capita	Present	10,986	9,269	5,119	11,650
	Plan (Increment)	12,085 (+9%)	11,545 (+20%)	7,007 (+27%)	12,127 (+4%)

出典：JICA 調査団（2024）

9.7 環境社会配慮

9.7.1 環境への影響

(1) 環境影響評価の手続き

カンボジアにおける環境影響評価の手続きとしては、Project Owner (PO) と呼ばれる事業実施者が環境省にレターを発出するところから始まる。環境省は、「開発事業の環境分類にかかる宣言 No.021」に基づいて、事業のスクリーニングを実施し、EIA (Environmental Impact Assessment)、IEIA (Initial Environmental Impact Assessment: 初期環境調査に相当)、Environmental Protection Contract (EPC) のいずれを必要とするのかを決定する。

灌漑事業の場合、受益地域が 5,000ha 以上の場合には IEIA が、1,000ha 以上～5,000ha 未満の場合には EPC の作成が必要とされている。EIA は不要である。しかし、灌漑改修事業の分類についての規定は記載されていない。環境省 EIA 局への聞き取りによると、改修事業についても同様に、5,000ha 以上の受益面積の場合は IEIA が、それ以外であれば EPC が必要とのことであった。よって、本事業でも、受益面積により、IEIA か EPC の作成が必要である。IEIA、EPC のいずれが必要となる場合でも、質を担保するため、環境省に登録されたコンサルタントを雇用することが義務付けられている。

カンボジア国王が 2023 年に承認した「環境および自然資源規範」によると、IEIA、EPC で記載すべき内容は次の通りであり、これに基づいて作成する必要がある。

<IEIA 報告書>

Summary

Chapter 1: Introduction: Include scope and Methods of study

Chapter 2: Legal Framework

Chapter 3: Project Description

Chapter 4: Description of Existing Environmental Resources

Chapter 5: Public Participation

Chapter 6: Environmental Impacts Causes and Reduction Measures

Chapter 7: Environmental Management Plan

Chapter 8: Conclusions and Recommendations

References

Annex

<Environmental Protection Contract (EPC)>

Chapter 1: Introduction (Overview, Purpose and Methodology)

Chapter 2: Project Description

Chapter 3: Environmental Management Plan (Brief description on significant negative impacts and mitigations, training and monitoring program in construction and operation stages)

Chapter 4: Conclusion and Recommendation

スクリーニング後、事業実施者は、EIA 報告書あるいは、IEIA 報告書を作成し、環境省に提出する。環境省は受領後、30 日営業日以内に提出された EIA/IEIA 報告書をレビューし、コメントをする。事業実施者はコメントを元に EIA/IEIA 報告書を修正し、再提出を行う。再提出された報告書を環境省が再度レビューするが、これにさらに 30 日営業日を要する。

カンボジアの環境省は、EIA/IEIA 作成段階における住民参加を重視しており、前述の「環境お

よび自然資源規範」によると、EIA および IEIA 作成の過程で、事業に関する予備情報を地元当局や利害関係者、被影響者に提供し、さらに関係者との個別インタビュー（キーインフォーマントインタビュー）、環境影響評価の調査結果や、インタビュー結果についてコンサルテーション協議を開催する。この協議において、事業の賛否について確認することになっている。また、住民から環境に関する苦情がある場合、まずは住民から Commune へ、Commune から州レベルへ、と段階を経て苦情が伝達される仕組みが構築されており、本件でも、同じ方法を踏襲することとなる。

（2）優先事業による環境への影響

優先事業 4 地区のうち、Spean Sraeng および Plaing 灌漑地区は、下流域に IBA、生物圏保護区、ラムサールサイトが位置しており、これらの地域には絶滅危惧種も生息している。特に、Spean Sraeng 灌漑地区から IBA までは直線距離で 10km 程度の距離しかないため、散布した農薬が十分に拡散されずに流入する、また、化学肥料の窒素成分を含んだ排水が流入する可能性がある。よって、カンボジア国内の類似事例の検討、さらには化学肥料や農薬の散布直後の下流域の水質調査を実施し、影響を確認する必要がある。

一方、Khpob Krous、Khpob Trobek 灌漑地区については、周辺に特に保護区は存在しないため、営農時には適切な農薬や化学肥料の施用が必要とされるものの、特別な配慮は必要ではないと考えられる。

9.7.2 文化財への影響

Spean Sraeng および Plaing 灌漑地区の周辺には、Ancient Area や Khmeng Bridge など、文化・美術省の管轄下にある文化財・用地が存在する。よって、詳細な事業規模や範囲が決定された段階で、MOWRAM から文化・美術省に調査を依頼し、許認可を得る必要がある。一方、Khpob Krous、Khpob Trobek 灌漑地区については、周辺に特に文化財は存在しないため、文化・美術省による調査は不要と想定される。

9.7.3 用地取得・住民移転

優先事業地区いずれにおいても用地取得が発生することから、用地取得・住民移転計画（Resettlement Action Plan : RAP）の作成が必要である。

住民移転は、カンボジアでは、開発パートナーから融資を受ける事業に対し、「用地取得・住民移転にかかる標準業務手順書」（Land Acquisition and Resettlement Standard Operational Procedure : LAR-SOP）（2018 年）に基づいて用地取得・住民移転を実施することとなっている。なお、この手順書には、カンボジア国内での用地取得を定めた“Law on Expropriation”にも言及しており、手順書と併せて同法も参照する必要がある。カンボジアの用地取得・住民移転については、経済財務省の住民移転局（GDR）が、用地取得の計画、準備、実施、監視、報告に責任を負うこととなっている。

実質的な用地取得・住民移転は、省庁間住民移転委員会（Inter-ministerial Resettlement Committee: IRC）が担当する。その議長は MEF 次官である。議長のもと、実施機関および他の関連省庁の代表者で構成される IRC 作業部会（IRC-WG）が設置され、全体的な指導と監督を行い、住民移転・用地取得に関連する事項に関する様々な省庁間の効果的な調整を確保している。

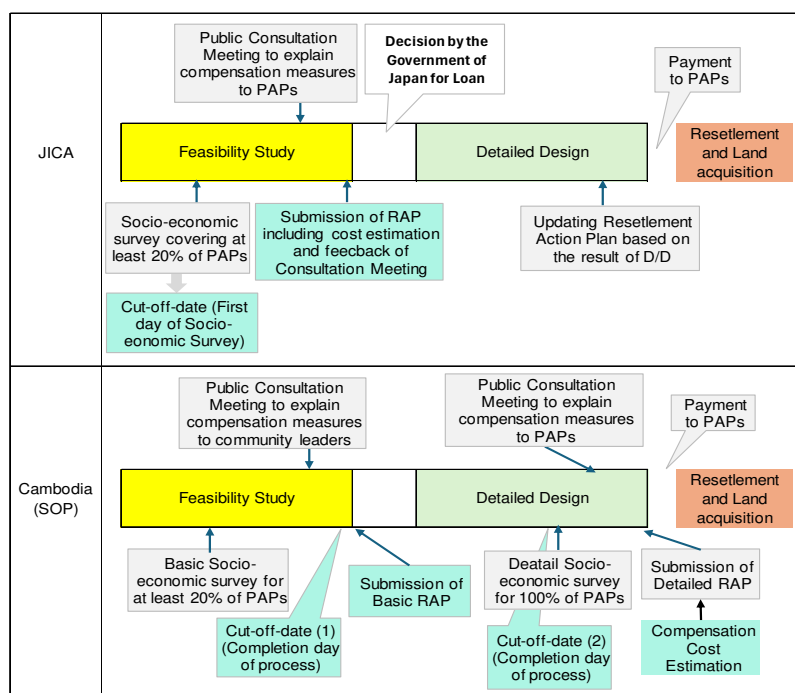
州／市町村知事を長とする州住民移転小委員会は、州レベルでの住民移転・用地取得の調整、

指導、実施を担当する。本事業の C/P である MOWRAM や PDWRAM は、この IRC に参加する。IRC は常設機関であるが、事業内容に応じて参画する省庁が異なる。ただし、PDWRAM は補償金額の設定には参画せず、GDR が金額を設定する。

カンボジア政府が定める住民移転・用地取得の手続きと、JICA 環境社会配慮が求める手続きとは、全般的なポリシーには大差ないが、段階別の手続きに違いがある。カンボジアでは、F/S 段階には事業による影響範囲が確定していないため、この段階では、Basic Resettlement Action Plan（基本住民移転計画：BRAP）を作成し、D/D 段階で影響範囲が確定したのちに、Detailed Resettlement Action Plan（詳細住民移転計画：DRAP）を作成することとなっている。すなわち、D/D 段階での調査に重きを置いているのが特徴である。さらに、社会経済調査も F/S 時には被影響者の 20%、D/D 時には被影響者の 100%を対象に実施することとなっている。

また、D/D 段階で PAPs や影響範囲が確定されたのち、GDR が業者に委託して補償金額を設定するための調査を実施する。なお、開発パートナーが業者を雇用して資産価値調査を行うことは認められていない。開発パートナーが F/S 段階で RAP を作成する場合の補償金額は、類似案件の過去の補償金額の事例をもとに算定することが可能である。

また、カンボジアにおける Cut-off-Date は、(i)プロジェクトの F/S 段階における被影響者との協議が完了した日、または、(ii)事業の F/S 段階において詳細設計が完了しており、被影響者全員に対する社会経済調査（詳細測定調査と呼ばれる）に先立って実施された協議が完了した日のいずれかである。JICA と LAR-SOP の手順の違いについて、次図に示す。



※青緑色の箇所が相違点

図 9.7.1 JICA 環境社会配慮ガイドラインと LAR-SOP の手続きの違い

出典：JICA 調査団（2024）

Cut-off-Date については、D/D 段階で詳細測定調査（PAPs の 100%を対象に実施する社会調査）を開始する前に、PAPs との協議が完了した日を基準としている。ただし、GDR への聞き取りによると、F/S の段階で、実際にプロジェクトの配置・境界が確定し、PAP が特定できる場合に限って、Cut-off-Date を設定することは可能とのことである。優先事業の調査を行う際には、上記のカ

ンボジアにおける手順を踏まえ、影響範囲の特定後、被影響者の少なくとも 20%を対象に社会経済調査を実施する必要がある。

優先事業の F/S においては、影響を受ける資産（家屋・農地・店舗）や住民移転の件数を確認する。F/S 段階では、GDR が補償金額を算定するための調査を実施しないため、過去の灌漑事業の補償金額を参照する。また、生計手段を失う場合、被影響者は、新しい事業を始めるための助成金、技術支援、訓練、職業訓練への助成金を受ける権利があるため、これも考慮する。

カンボジアでは、被影響者のうち社会的弱者を、(i) 国の貧困ライン以下の世帯、(ii) 女性世帯主の世帯、(iii) 経済的支援のない老人世帯、(iv) 世帯主が障がいを持っている世帯、(v) 土地所有権を持たない先住民族、と定義している。現在、カンボジア政府は、これらの社会的弱者を貧困者 ID 1 および貧困者 ID2 を発行しており、これらの社会的弱者はいずれかの ID を保有していることから、特定は容易である。社会的弱者に対しては、土地への補償金額はほかの被影響者と同額であるが、手当として支給される金額が倍額となるケースもあるとのことである。他事例においても社会的弱者への配慮について情報を収集する必要がある。

影響を受ける地域において、被影響者に対して事業の概要、影響範囲、補償方針、苦情処理メカニズムについて説明するステークホルダー協議を開催し、議事録を作成する。最終的に、社会経済調査結果、暫定補償金額、ステークホルダー協議の議事録、苦情処理メカニズムを RAP としてとりまとめる。この RAP を IRC が確認し、承認する。

9.8 コンサルタントサービスと調達

優先事業地区に関し事業の円滑な実施、また効果の円滑な発現を図るためには、コンサルタントチームの調達が必須となる。コンサルタントは、主に 1) 詳細設計、および 2) 入札書類の作成、3) 入札過程における施主への支援、4) 工程管理や品質管理を含む工事の管理・監督、また 5) 環境や RAP に係る活動といった活動に雇用される。

多くの場合、詳細設計は瑕疵責任を負うコンサルタントのタスク・コンセプトで行われ、詳細設計を受けた工事入札図書の作成も同様であるが、工事建設業者に係る入札行為そのものは施主のイニシアティブの下、コンサルタントは支援にあたる。また、環境や RAP に係る活動も施主に対する支援として実施する場合が多い。

工事建設業者が確定し、工事が始まった場合、コンサルタンツは FIDIC に定められる The Engineer の立場で、施主から必要に応じた権限を譲渡されて、現場での施工管理、品質管理、工程管理を行う。当然のことながら、建設業者による工事仕様書からの逸脱、基準を満足しない工事、不可抗力を除いた工程の遅れ等にあたっては、適宜、指導を行うとともに、内容に応じては施主を含めて適切な対応を建設業者に指示を行う。

9.8.1 コンサルタントチームの専門性

コンサルタントは、International と National の専門家から構成され、設計段階においては、1) 必要な調査、2) 詳細設計、3) 工事数量の算定、4) コスト見積もり、5) 入札書類の作成、そして建設業者やサプライヤーが調達された後は、建設期間中の工事の進捗管理・監督等に従事する。なお、あるコンポーネントの活動が直営で行われる場合、コンサルタントは、実施機関が支出した経費のモニタリングとチェックを行い、その経費は条件とカンボジア国側からの要請により円借款融資によりカバーされることもある（現時点では予定されていない）。

表 9.8.1 は、本事業でカバーされる主要なコンポーネントに関連し、必要とされる専門性の観点から、コンサルタント要員を示したものである。構成は一般的な灌漑・排水事業や土木建設事業にて必要とされる要員を想定しているが、あわせて洪水対策要員やゲートなどを遠隔運用するための専門家、水管理システムの専門家、また品種の変更等が予定されるため農業専門家の参画も予定する。

優先事業地区の工事实施にあたっては、地区ごとに異なるが土地取得、およびケースによっては住民移転が発生する可能性がある。そのため、環境・社会配慮要員として、EIA 要員、および RAP (Resettlement Action Plan) 要員を加える。土地を取得される住民への補償、また移転の対象となった場合、直接的なコストに加えて、生計再建のための full replacement cost 原則に基づく補償（代替地の提供、あるいは full replacement cost に基づく金銭補償）、加えて生計を再建させるためのソフト的な支援などが必要となる可能性がある。

そのため、土地取得と住民移転が予想される場合、シニアクラスの RAP 専門家の配置は必須となる。なお、被影響世帯に直接コンタクトし、土地取得や移転に関し合意取得を行うのはカンボジア国側が準備する要員となる。これら要員が RAP 活動のために必要な経費は円借款から支弁が可能であるが、補償そのものは円借款ではカバーされないため、すべてカンボジア国側の負担となる。

表 9.8.1 に想定されるコンサルタントメンバーの配置計画を示す。なお、情報収集・確認調査段階であるため、必要な専門性と人数を示すだけとし、具体的な MM 数については、FS（準備調査）にて詳細を詰めることとする。したがって、コンサルタント調達にかかるコストは、工事費等にかかる比率で見積もることとなる。

表 9.8.1 優先事業地区の詳細設計、入札図書作成、入札支援、施工管理で必要とされるコンサルタンツ

Consultant Expertise	Consultants		Remarks
	International	National	
1. Detailed Design			
1) Team Leader/ Deputy Team Leader for DD	1 person	1 person	
2) Disburse Management Expert	1	2	
3) Irrigation Design Engineer	5	10	
4) Gate & Mechanical Design Engineer	1	4	
5) Electric Engineer	1	2	
6) Hydraulic Analysis Expert	1	2	
7) Flood Control Expert	1	2	
8) Water Management	1	2	
9) Construction Plan and Cost Estimation	2	6	
10) Geologist	1	2	
11) Surveyor	1	6	
12) GIS Expert	1	2	
13) Agronomist	1	2	
2. Tender/Bid Document Preparation			
14) Procurement Expert	1	2	
15) Tender/ Bid Document Expert	1	4	
3. Tender/Bid Support			
16) Procurement Expert	1	2	
17) Lawyer (on-call basis)	On-call	On-call	
4. Construction Supervision			
18) Team Leader/ Deputy Team Leader for SV	1	1	
19) Safety Engineer	1	2	

Consultant Expertise	Consultants		Remarks
	International	National	
20) Disburse Management Expert	1	4	
21) Irrigation Work Supervision Expert	2	4	
22) Mechanical Work Supervision Expert	1	2	
23) Flood Control Work Supervision Expert	1	2	
24) Water Management Expert	1	2	
25) Geologist	1	2	
26) Site Construction Supervisor (Civil)	2	8	
27) Site Construction Supervisor (Mechanical)	1	4	
28) Site Quality Control Supervisor (Civil)	2	8	
29) Site Quality Control Supervisor (Mechanical)	1	2	
30) Agriculture Extension Expert	1	8	
31) Lawyer (on-call basis)	On-call	On-call	
5. EIA & RAP (Resettlement Action Plan)			
32) EIA Expert	1	4	
33) RAP Expert	1	4	
34) Public Relations Expert	1	8	

出典：JICA 調査団

9.8.2 コンサルタントチームの調達方法

円借款のコンサルタント調達（ICB）の場合、一般的には事業の広報に伴い関心表明（EOI）をなしたコンサルタント企業からショートリストを作成することとなる。ただし、この工程を採用するとコンサルタント調達までの期間に相当を有する。また、今回の優先事業地区を実施に移す場合、2024 年時点で進行中の設計基準作成の技術協力の成果の利用などを考慮すれば、本邦コンサルタントの調達、そして本邦コンサルタントの事業実施への参画が望ましい。

そのため、本邦コンサルタント企業の参画を確保する意味から、JICA 事務所が過去の実績に基づいて本邦コンサルタントリストを実施機関に提示してショートリストを作成することも考えられる。MOWRAM が事業規模やコンサルサービス内容に相応しい国内コンサルタント企業リストを持っていれば、本邦コンサルタントのリストと両方合わせた形でのショートリストを作成することも考えられる。いずれにせよ、コンサルタント調達までの工期の短縮を図るため、ここではショートリスト方式による ICB コンサルタント調達を提案したい。

第10章 結論と後続調査に向けた留意点

10.1 結論

カンボジア国において、灌漑セクターにおける将来的な日本の支援の方向性を探るため、カンボジア全国の灌漑地区（2,483 地区）を対象とし、農地ポテンシャルおよび投資ポテンシャルの多寡による 1 次選定、ショートリスト対象地区の選定のための 2 次選定を通じて、4 灌漑地区を選定した。更に、現地調査および MOWRAM との協議を経て、4 灌漑地区内で更に優先順位の高い地区を以下のとおり定めた。

- 第一優先地区：Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区
- 第二優先地区：Spean Sraeng 灌漑地区

これらの灌漑地区は、いずれも洪水および干ばつに対して脆弱であり、調査時点で被害が明白に現れており緊急性が高いことが特徴であり、提案される事業は、カンボジア政府が示す上位計画「第一次五辺形戦略」で定める戦略的目標「持続可能な社会経の発展及び気候変動に対する強靱性の構築」に大きく貢献する。加えて、上記 2 地区は貧困率が高い地区であることから、事業による農業生産性の向上は「10%以下の貧困率の達成とさらなる低減」への寄与も大きいと考えられる。

特に第一優先地区である Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区においては、これまでの支援によるシナジー効果が大きく見込まれ、JICA による技術協力プロジェクト「種子生産・普及プロジェクト（2017-2023）」を始めとした様々な支援の成果を活用することで、農業セクターが課題として掲げる「農業生産性の向上」や「作物の高付加価値化」にも貢献することが期待される。間断灌漑など気候変動緩和策としての農業の普及という観点からも、過去に FWUC への支援がなされた Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区がより適していると考えられる。

10.2 後続調査に向けた留意点

後続調査に向け、第 1 優先地区である Khpob Trobek および Tumnup Lok 灌漑地区、そして第 2 優先地区の Spean Sraeng 灌漑地区の調査実施の際に留意すべき点を以下に列挙する。

1) 測定の精度

これまでの円借款事業実施までの調査期間で一般的に生じているミスは測定のミスに起因したものであることを確認している。カンボジア国内の業者の測量精度は低いため、洪水吐・頭首工や水路・分水工などの重要構造物については、測量調査監理者による入念な確認（基準点の確認、正確な測量地点の指示等）が必要となると考えられる。

2) 分散性土壌の分布状況の確認

カンボジアでは分散性土壌が広く分布していることが報告されており、本調査対象地区も例外ではない。本調査で行った土壌分析においても Khpob Trobek と Tumnup Lok および Khpob Krous 灌漑地区において分散性土壌が確認されている。また、NaSDeP の報告書においても分散土壌の適切な対策を検討すべきであり、破損部の補修が容易であるコンクリートブロックライニング水路を提案されている。したがって、次期 F/S 調査においては、分散性土壌の分布状況を土質調査により把握して設計に反映する必要がある。

3) 環境配慮上の手続き

環境省 EIA 局への聞き取りによると、改修事業についても新規灌漑開発地区と同様、1,000 ha から 5,000 ha までは EPC (Environmental Protection Contract) の提出が、5,000ha 以上の受益面積の場合は IEIA (Initial Environmental Impact Assessment) の提出が必要となる。例えば、KOICA による Svay Rieng 州のプロジェクト「Eastern Mekong Delta-Water Supply Measures and Flood Mitigation for the Prek Niel River Basin」では IEIA が作成されているとのことである。

第一優先地区の受益面積について、Khpob Trobek 灌漑地区が 4,115 ha、Tumnup Lok 灌漑地区が 1,000 ha であるため、別々で EPC の提出が必要なのか、一つの地区として取り扱い IEIA として提出する必要があるのかを議論する必要がある。

4) 用地取得

Khpob Trobek 灌漑地区は 2012 年時に F/S 調査が実施された地区であるが、調査から 10 年以上が経過し都市化が進行し、特に国道 22 号線沿いで店舗が拡大した結果、水路改修に伴う用地取得が多く発生することが想定される。ほとんどのケースで影響を受けるのは軒先や柱部分であり、住居や店舗本体ではないことから家屋の移転（住民移転）は不要であるが、事業実施前の用地取得が難航し、事業実施に遅延が生じるリスクがある。

現地調査で MOWRAM に確認した限りでは、2012 年の F/S 調査時に用地取得にかかる合意を取得済みであるとのことであるが、現時点でその合意が有効であるかは不明であるため、用地取得にかかる合意取得は慎重に行う必要がある。また、場所によっては水路が完全に埋め立てられ、店舗が密集している区間の存在も確認したことから、これらの区間を避ける路線の選定が必要となる。

5) 追加調査の必要性

第 2 優先地区として選定された Spean Sraeng 地区は 12,500 ha の受益面積を有する大規模地区であり、上流に Sraeng1 貯水池や Sraeng2 貯水池などの比較的大規模な水源を有していることから、灌漑開発のポテンシャルが非常に大きい灌漑地区である。しかし、河川の流域面積が非常に大きいことや、流域のほとんどが低平地で受益地の upstream においても河川からの洪水が多く発生する環境であることから、洪水の影響が複雑な地区であると考えられる。

事業費の概算と実現可能性を評価するには、洪水の影響度を予測したうえで、洪水緩和と生産性の向上がどの程度可能であるかを検討する必要があるが、現時点では、河川流量や上流の貯水池にかかる情報などが他地区と比較して不足していることから、追加の予備的な準備調査を通じて実現可能性を検討することが望ましい。