

マダガスカル共和国
農業省

マダガスカル共和国
アロチャ湖南西部灌漑整備・流域管理
計画準備調査

報告書
【簡易製本版】

平成 28 年 5 月
(2016 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 三祐コンサルタンツ
日本工営株式会社

農村
JR (先)
16-038

序 文

独立行政法人国際協力機構は、マダガスカル共和国のアロチャ湖南西部灌漑整備・流域管理計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を株式会社三祐コンサルタント及び日本工営株式会社から構成される共同企業体に委託しました。

調査団は、平成 27 年 6 月から平成 28 年 2 月までマダガスカルの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 28 年 5 月

独立行政法人国際協力機構

農村開発部

部長 三次 啓都

要 約

①国の概要

マダガスカル共和国（以下、「マダガスカル」という。）は、国土面積 58万7千km²（日本の約1.6倍）人口 2,357万人（2014年世銀）である。GDPは106億米ドル（2013年:世銀）、一人当たりGNIは440USドル（2013年世銀）で、世界の最貧国の一つに位置付けられる。そのため、マダガスカルにおける主要課題は貧困削減と経済成長とされている。

②プロジェクトの背景、経緯及び概要

マダガスカルの農業セクターは、総人口の63%、GDPの26%を占める主要産業で、その開発戦略「農業・畜産・漁業セクタープログラム（PSAEP）」では、貧困削減と経済成長への貢献に向け、生産規模の拡大や持続可能な資源管理等の開発目標を掲げている。コメはマダガスカル国民の主食で、農民の7割以上が稲作に従事している。しかし、灌漑稲作地帯では、焼畑や森林伐採によって荒廃した山地から多量の崩壊土砂が流出して、河川や灌漑水路へ流入・堆積し、灌漑機能が低下している。また、サイクロンや病虫害等も相まってコメの生産拡大が阻害されており、コメの自給は達成されていない。このためコメの消費量の10%を輸入に頼っている。コメの生産性を向上し生産量を増加することが必要となっているが、そのためには、コメの生産基盤強化を図ることが必要で、灌漑地区上流域からの土砂流出量の軽減や灌漑機能の回復が急務となっている。

このような状況を受け、マダガスカル政府は、2006年に「流域管理・灌漑国家プログラム（PN-BVPI）」を策定し、全国の既存水田約100万haを対象にした灌漑整備事業と、灌漑地区上流域における植被回復・植林による持続的水源涵養事業を一体的に実施して、コメの生産基盤を強化することとしている。

こうした状況を背景として、マダガスカル政府は、コメの国内需要の約 10%を生産する国内最大のコメ供給地帯に位置しているアロチャ湖周辺において同プログラムを推進する方針を掲げている。この方針の下、アロチャ湖南西部 PC23 地区において、灌漑水の安定供給を図り、もって同地域のコメ生産量の拡大に寄与することを目標とするプロジェクトの無償資金協力を我が国に対し要請した。

国際協力機構（以下 JICA という。）は、当該対象地域において、これまで①アロチャ湖南西部地域灌漑施設改修計画基本設計調査（2008年8月～2009年3月）、②アロチャ湖灌漑・流域管理事業案件形成促進調査（SAPROF）（2008年9月～2009年2月）及び③農業セクター基礎情報収集・確認調査（2014年4月～2014年6月）を行った。このうち、①及び②は2009年に生じた政変により資金協力に至らなかったものであり、③は、これらを含めたアロチャ湖周辺における農業分野の協力シナリオを検討するために実施し、この中で、無償資金協力の候補案について整理したものである。JICA はこれらの調査結果を参考にしつつ、要請内容の妥当性・緊急性及び無償資金協力としての適切なプロジェクト内容、協力対象範囲を検討するために、本「アロチャ湖南西部灌漑整備・流域管理計画準備調査」を実施した。

③調査結果の概要とプロジェクトの内容

本調査団による現地調査を2015年6月13日から9月14日にかけて実施した。この間、調査団は、現地調査結果を踏まえ、2015年6月23日にマダガスカル側と要請された内容を一部変更する討議議事録（M/D）を締結した。

要請内容の変更状況

項 目	当初要請内容	変更要請内容 (M/D 締結時)
土木工事	<ul style="list-style-type: none"> ・施設改修 (頭首工 (2 か所)、幹線水路・2 次水路、水利構造物) ・管理用道路改修 ・沈砂池 ・植林、ラバカ対策 	<ul style="list-style-type: none"> ・施設改修 (頭首工 (2 か所)、幹線水路・2 次水路、幹線水路・2 次水路及び北集水路に付随する水利構造物) ・農道 (R1,R2)、管理用農道 (RM) 改修 ・沈砂池 ・協力対象事業に含めない。
機材調達	<ul style="list-style-type: none"> ・浚渫機材の調達 	<ul style="list-style-type: none"> ・浚渫機材の調達*
ソフトコンポーネント	<ul style="list-style-type: none"> ・水利組合及び水利組合連合、大連合の能力強化 	<ul style="list-style-type: none"> ・灌漑施設維持管理マニュアルの作成 ・灌漑施設の維持管理技術の研修
設計・監理	<ul style="list-style-type: none"> ・上記の設計・監理 	<ul style="list-style-type: none"> ・上記の設計・監理

注* ; M/D では協力対象事業に含めるか否かは現地調査に基づくことになり、その後の調査・検討の結果、含めないことが概略設計概要説明時の討議 (2016 年 2 月 8 日~21 日) において合意された。従って、当初要請の「浚渫機材の調達」は協力対象事業には含まれていない。

調査団は、要請内容の変更を踏まえて現地調査を行い、要請内容の無償資金協力事業としての妥当性・緊急性を検討するとともに、協力対象事業の内容を調査・概略設計した。これらの調査結果を取りまとめて同調査報告書 (案) を作成し、2016年2月8日から2月21日にかけてマダガスカル政府と説明・討議した。合意した協力対象事業の内容は、以下のとおりである。

協力対象事業の対象施設と設計概要一覧表

施 設	設 計 概 要
1. 洪水放流工の改修	<ul style="list-style-type: none"> ・可動ゲートの新設 : 径間×扉高×門=2.0m×1.0m×1 門 ・越流堰の全面改修 : 無筋コンクリート、L=10.0m、RC 杭基礎 ・付帯工 : 護床コンクリートブロック、練石積擁壁、フトン管の設置
2. P5 頭首工の改修	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水吐の全面改修 : 無筋コンクリート、L=55.9m、RC 杭基礎 ・土砂吐の全面改修 : 鉄筋コンクリート、L=8.4m、RC 杭基礎 ・取水工の新設 : 土砂吐ゲート 径間×扉高×門=2.0m×1.8m×3 門 鉄筋コンクリート、B=18.8m、RC 杭基礎 取水ゲート 径間×扉高×門=2.0m×1.9m×8 門 ・沈砂池の新設 : 鉄筋コンクリート、B=16.0m、L=60.0m、RC 杭基礎 ・付帯工 : 護床コンクリートブロック、練石積擁壁、フトン管の設置
3. P1 頭首工の改修	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂吐ゲート取替え : 径間×扉高×門=1.8m×0.8m×3 門 ・取水工の改修 : 鉄筋コンクリート、直接基礎 取水ゲート 径間×扉高×門=1.5m×1.3m×2 門 ・沈砂池の新設 : 鉄筋コンクリート、B=10.0m、L=60.0m、木杭基礎 ・付帯工 : 練石積擁壁の設置
4. アンドラノチミオチャ頭首工の改修	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂吐ゲート取替え : 径間×扉高×門=0.6m×0.8m×4 門 ・取水工の改修 : 鉄筋コンクリート、RC 杭基礎 取水ゲート 径間×扉高×門=1.3m×1.1m×2 門 ・沈砂池の新設 : 鉄筋コンクリート、B=6.0m、L=50.0m、木杭基礎 ・付帯工 : 練石積擁壁の設置
5. アンボディファリヒ頭首工の改修	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂吐ゲート取替え : 径間×扉高×門=0.7m×1.2m×2 門 ・取水ゲート取替え : 径間×扉高×門=0.8m×1.2m×2 門
6. アンパラマニナ頭首工の改修	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂吐ゲート取替え : 径間×扉高×門=1.1m×1.1m×2 門 ・取水ゲート取替え : 径間×扉高×門=2.0m×2.0m×1 門
7. P5 幹線用水路の改修	<ul style="list-style-type: none"> ・堆積土砂の浚渫、水路断面整形 : L=6.235km ・分水工改修 : 全面改修 4 箇所、部分改修 1 箇所、鉄筋コンクリート、分水ゲート設置

施設	設計概要
8. P5 2次用水路の改修	[C5.3]・堆積土砂の浚渫、水路断面整形：L=0.65km [C5.5]・堆積土砂の浚渫、水路断面整形：L=7.876km ・分土工改修：全面改修 8 箇所、鉄筋コンクリート、分水ゲート設置 [C5.6]・堆積土砂の浚渫、水路断面整形：L=8.914km ・分土工改修：全面改修 9 箇所、鉄筋コンクリート、分水ゲート設置
9. P1 幹線用水路の改修	・堆積土砂の浚渫、水路断面整形：L=23.974km ・分土工改修：全面改修 16 箇所、鉄筋コンクリート、分水ゲート設置
10. P1 2次用水路の改修	[C1.0]・堆積土砂の浚渫、水路断面整形：L=1.955km [C1.1]・堆積土砂の浚渫、水路断面整形：L=1.898km [C1.2]・堆積土砂の浚渫、水路断面整形：L=0.876m ・分土工改修：全面改修 1 箇所、鉄筋コンクリート、分水ゲート設置 [C1.3]・堆積土砂の浚渫、水路断面整形：L=7.914km ・分土工改修：全面改修 5 箇所、新設 3 箇所、鉄筋コンクリート、分水ゲート設置 [C1.4]・堆積土砂の浚渫、水路断面整形：L=2.253km ・分土工改修：全面改修 2 箇所、鉄筋コンクリート、分水ゲート設置
11. 水位調整施設の改修	全面改修 4 箇所、鉄筋コンクリート、ゲート設置、径間×扉高×門=2.0m×1.6m×1 門
12. 農道の改修	P5 灌漑地域 ・RM 農道改修：L= 6.235km ・R2 農道改修：L= 18.358km (S1=7.891km, S2=10.467km) ・R1 農道改修：L=4.922km P1 灌漑地域 ・RM 農道改修：L= 23.913km ・R2 農道改修：L= 12.258km (N1=3.398km, N2=8.860km) ・R1 農道改修：L= 17.120km (N1=14.297km, N2=2.823km)
13. ソフトコンポーネント	・灌漑施設管理マニュアルの作成、灌漑維持管理技術の研修

④プロジェクトの工期及び概略事業費

協力対象事業の全体工期は、コメの作付期間、施設規模・内容、建設予定地の立地条件から判断して、G/A後の実施設計と入札準備期間に1年、工事入札の実施から建設工事完了までに3.5年が必要である。工事はコメの作付期間である灌漑期の雨期（12月中旬～4月中旬）には行わず、非灌漑期の乾期（4月中旬～12月中旬）に行うものとする。以下に事業の概略工程表を示す。

事業の概略工程表

年	2016	2017	2018	2019	2020	2021				
年度	平成 28 年度		平成 29 年度		平成 30 年度		平成 31 年度		平成 32 年度	
	4月	3月	4月	3月	4月	3月	4月	3月	4月	3月
契約	E/N ▼	G/A ▼	E/N ▼	G/A ▼	工事契約 ▽					
実施設計	■									
入札準備			■							
工事入札				●	← 雨期 →	← 雨期 →	← 雨期 →			
資材調達					■	■	■	■		
建設工事					■	■	■	■	■	■
ソフコン					■		■			■

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は、**.**.億円（日本側負担**.**.億円、マダガスカル側負担34.83百万）と見積もられる。

⑤プロジェクトの評価

マダガスカルは、世界の最貧国の一つに位置付けられており、「国家開発計画（Plan National De Development 2015-2019）」では貧困率を78%（2014年）から62.5%（2019年）とする数値目標が示されている。本プロジェクトは、PC23地区の裨益対象がマダガスカルでも貧困層が多い農村部の約4,300世帯と多数であり、貧困削減の目標達成に寄与するものである。また、本プロジェクトはコメの増産によって地域農民の収入増加を実現し、地域の民生の安定や住民の生活改善に寄与することは明白で、緊急性が高い。一方で、コメの生産基盤の強化を目指す本プロジェクトは、我が国の農業やインフラ整備の分野における優位性を活かした援助方針に合致している。これらの状況から、本プロジェクト実施の妥当性は高い、と判断される。

本事業の実施により期待される定量的効果は、①「灌漑面積が拡大する。」及び②「土砂流入量が減少する。」で、それらの指標の基準値と目標値は以下の通りである。

定量的評価指標の基準値及び目標値

指標名		基準値（2015年） （推定値）	目標値（2024年） （事業完成3年後）
受益面積 (ha)	P5 灌漑地域	3,036	4,068
	P1 灌漑地域	3,360	4,815
土砂流入量 (m ³ /年)	P5 頭首工	2,070	777
	P1 頭首工	1,270	477
	アンドラノチミオチャ頭首工	630	237

定性的効果として、①「技術協力プロジェクト等との連携により、受益地のコメ生産量が増大する。」、②「沈砂池を新設することにより、土砂の浚渫作業が容易になる。」、③「通水ロスが減少し、水利用の効率性が向上する。」、④「適正な水管理・施設維持管理が行われる。」及び⑤「洪水放流工の改修により、冠水被害が軽減する。」が挙げられる。

目 次

序文

要約

目次

位置図／完成予想図／写真

図表リスト／略語集

第1章 プロジェクトの背景・経緯.....	1-1
1-1 農業セクターの現状と課題.....	1-1
1-1-1 現状と課題.....	1-1
1-1-2 開発計画.....	1-1
1-1-3 社会経済状況.....	1-2
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要.....	1-3
1-3 我が国の援助動向.....	1-4
1-4 他ドナーの援助動向.....	1-5
第2章 プロジェクトを取り巻く状況.....	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制.....	2-1
2-1-1 組織・人員.....	2-1
2-1-2 財政・予算.....	2-1
2-1-3 技術水準.....	2-2
2-1-4 既存施設・機材.....	2-2
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2-5
2-2-1 関連インフラの整備状況.....	2-5
2-2-2 自然条件.....	2-5
2-2-3 灌漑・営農状況.....	2-8
2-2-4 水利組合の現状.....	2-12
2-2-5 流域管理の現状.....	2-16
2-2-6 環境社会配慮.....	2-24
2-2-6-1 環境影響評価.....	2-24
2-2-6-1-1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要.....	2-24
2-2-6-1-2 ベースとなる環境社会の状況.....	2-26
2-2-6-1-3 相手国の環境社会配慮制度・組織.....	2-28
2-2-6-1-4 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討.....	2-30
2-2-6-1-5 スコーピング.....	2-30
2-2-6-1-6 環境社会配慮調査のTOR.....	2-32
2-2-6-1-7 環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）.....	2-33
2-2-6-1-8 環境影響.....	2-34

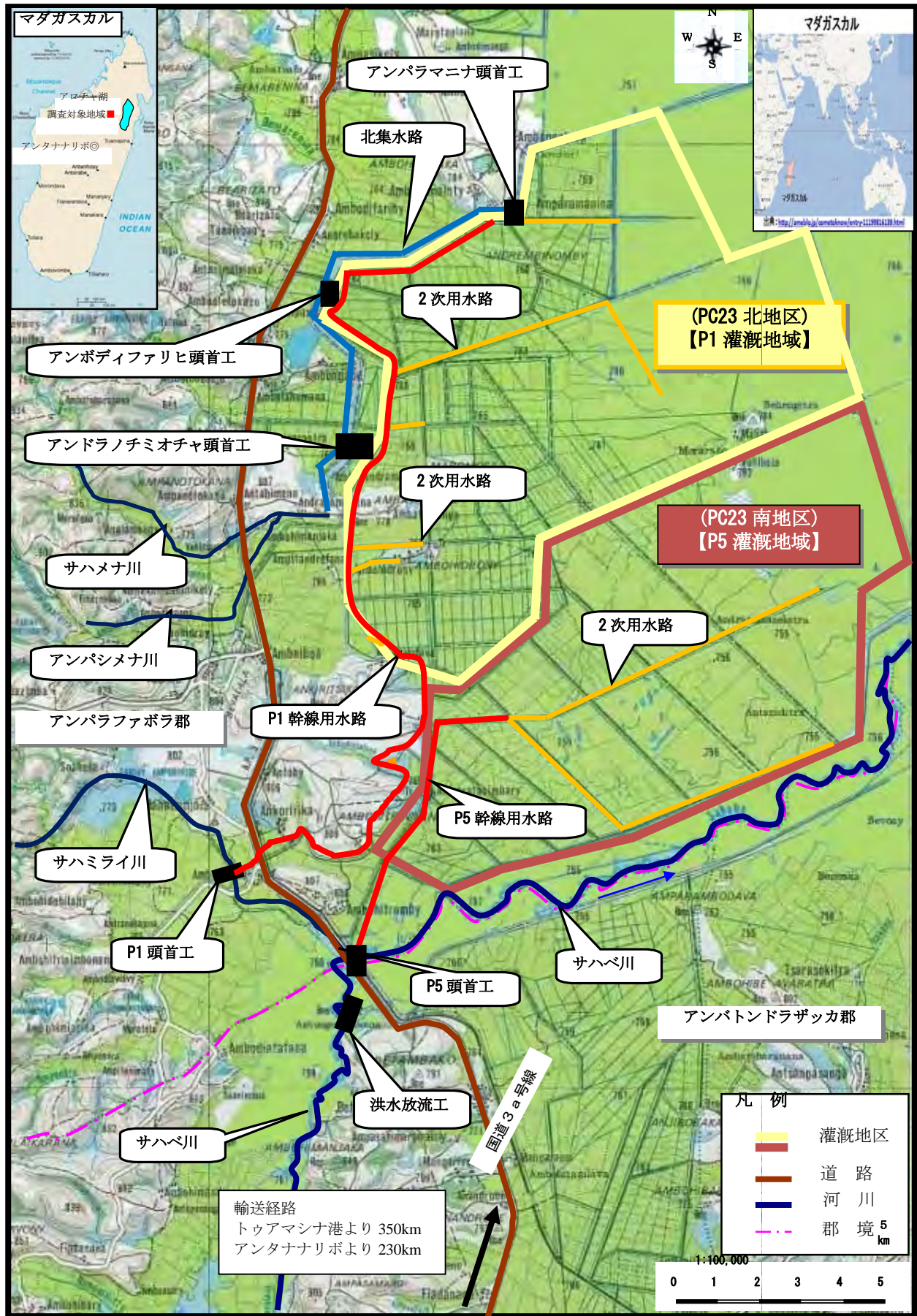
2-2-6-1-9	緩和策および緩和策実施のための費用	2-35
2-2-6-1-10	環境管理計画・モニタリング計画（実施体制、方法、費用など）	2-36
2-2-6-1-11	ステークホルダー協議	2-38
2-2-6-2	用地取得・住民移転	2-39
2-2-6-2-1	用地取得・住民移転の必要性（代替案の検討）	2-39
2-2-6-2-2	用地取得・住民移転に係る法的枠組み	2-40
2-2-6-2-3	用地取得・住民移転の規模・範囲（人口センサス調査、財産・用地調査、家計・生活調査の結果を含む）	2-42
2-2-6-2-4	補償・支援の具体策（受給者要件、補償の算定方法を含む）	2-44
2-2-6-2-5	苦情処理メカニズム	2-45
2-2-6-2-6	実施体制（住民移転に責任を有する機関の特定、及びその責務）	2-45
2-2-6-2-7	実施スケジュール（損失資産の補償支払い完了後、物理的な移転を開始）	2-46
2-2-6-2-8	費用と財源	2-47
2-2-6-2-9	実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム	2-47
2-2-6-2-10	住民協議	2-47
2-2-6-3	その他	2-48
2-2-6-3-1	モニタリングフォーム	2-48
2-2-6-3-2	環境チェックリスト	2-48
2-2-6-3-3	その他	2-48
2-3	その他（グローバルイシュー等）	2-55
第3章	プロジェクトの内容	3-1
3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	3-1
3-1-2	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の概略設計	3-4
3-2-1	設計方針	3-4
3-2-2	基本計画	3-10
3-2-2-1	洪水放流工の改修	3-14
3-2-2-2	P5 頭首工の改修	3-17
3-2-2-3	P1 頭首工の改修	3-26
3-2-2-4	北集水路頭首工の改修	3-28
3-2-2-5	沈砂池の新設	3-33
3-2-2-6	幹線用水路、2次用水路（幹線用水路、2次用水路）の改修	3-39
3-2-2-7	灌漑用水路の分水工の改修	3-47
3-2-2-8	水位調整施設の改修	3-52
3-2-2-9	農道の改修	3-54
3-2-2-10	ソフトコンポーネントの基本計画	3-56

3-2-2-11 浚渫用機材の調達.....	3-57
3-2-3 概略設計図.....	3-60
3-2-4 施工計画／調達計画.....	3-70
3-2-4-1 施工方針／調達方針.....	3-70
3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項.....	3-71
3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分.....	3-72
3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画.....	3-72
3-2-4-5 品質管理計画.....	3-77
3-2-4-6 資機材等調達計画.....	3-77
3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画.....	3-80
3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画.....	3-80
3-2-4-9 実施工程.....	3-81
3-3 相手国側分担事業の概要.....	3-84
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3-85
3-4-1 プロジェクトの運営・維持管理体制.....	3-85
3-4-2 プロジェクトの運営・維持管理計画の策定.....	3-86
3-5 プロジェクトの概略事業費.....	3-87
3-5-1 協力対象事業の概略事業費.....	3-87
3-5-2 運営・維持管理費.....	3-88
第4章 プロジェクトの評価.....	4-1
4-1 事業実施のための前提条件.....	4-1
4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項.....	4-1
4-3 外部条件.....	4-2
4-4 プロジェクトの評価.....	4-3
4-4-1 妥当性.....	4-3
4-4-2 有効性.....	4-3

[資料]

1. 調査団員・氏名.....	A-1
2. 調査行程.....	A-2
3. 関係者（面会者）リスト.....	A-5
4. 討議議事録（M/D）.....	A-7
4.1 討議議事録（M/D）仏文【現地調査時】.....	A-7
4.2 討議議事録（M/D）英文【現地調査時】.....	A-28
4.3 討議議事録（M/D）仏文【概略設計概要説明時】.....	A-49
4.4 討議議事録（M/D）和文・英文【概略設計概要説明時】.....	A-95
5. ソフトコンポーネント計画書.....	A-131
6. 参考資料.....	A-144
7. その他の資料・情報.....	A-144

位置図



アロチャ湖南西部灌漑整備・流域管理計画準備調査 完成予想図



既存写真

	<p>・ PC23 地区</p> <p>本プロジェクト対象の PC23 地区。地区内の小高い丘から撮影したもので区画の様子がうかがえる。受益地は約 1 万 ha と広大な面積を有する。コメ作付けは雨期（12 月-4 月）に行われ、この間は灌漑用水を供給する必要がある。</p>
	<p>・ 洪水放流工</p> <p>2013 年に PAPRiz により建設されたサハベ川右岸側に設置された洪水放流工。可動式ゲートがなく、洪水初期にサハベ川の洪水を放流することが出来ないため、上流のサハベミライ地域に冠水被害が起こる。又、構造的にも不安定であることから改修が必要である。</p>
	<p>・ P5 頭首工</p> <p>サハベ川からの取水施設である P5 頭首工には、取水ゲートがないため、年間を通して濁流水が用水路内へ流入し、水路内に土砂が堆砂する。このため灌漑地区への送水が阻害されている。土砂吐ゲートがあるが、機材が破損しており開閉が出来ない状況である。堰体の鋼矢板は根入れ長が不足しており、腐食も進行している。</p>
	<p>・ P1 頭首工</p> <p>サハミライ川からの取水施設である P1 頭首工。固定堰上部を毎日、歩行者、自転車、トラクターが頻繁に通行している。堰体はコンクリート構造で十分な強度を有している。</p>



・ P1 頭首工取水工

計画ではサハミライ川からの $4\text{m}^3/\text{s}$ 取水している。取水工と土砂吐は一体のコンクリート構造で十分な強度を有している。取水口には下流の水位が低下すると自動的にゲートが開き取水を確保するアビオゲートが設置されているが、部材が破損しており現在は機能していない。堰体はコンクリート構造で十分な強度を有している。



・ アンドラノチモオチャ頭首工 (北集水路)

北集水路から P1 幹線用水路へ取水するアンドラノチモオチャ頭首工。アビオゲートが取水ゲートとして設置されているが機能していない。そのため北集水路に堆積した土砂が流入し、用水路の送水が阻害されている。



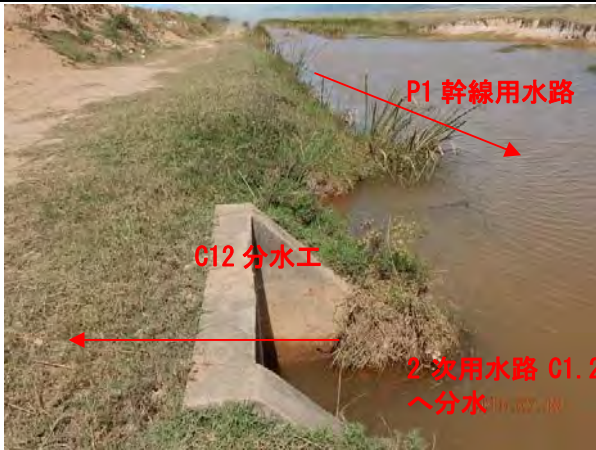
・ 幹線用水路

写真は P5 頭首工より取水した P5 幹線用水路。水路内の堆砂や法面の崩壊、水草の繁茂によって通水阻害を生じている。P1 幹線用水路も同様に通水が阻害されている。



・ 破堤区間 (P1 幹線用水路)

2015 年 2 月の豪雨により破堤した P1 幹線用水路。緊急に改修する必要がある。破堤区間は約 100m であり、現在土のうで応急処置が施されているが、処置が不十分で用水は排水路へ流れ込んでいる。



・ 幹線用水路分水工
(C12 分水工)

写真はP1 幹線用水路から2次用水路へ分水している C12 分水工。コンクリートは経年劣化している。また、幹線用水路側にゲートがないため、流量調節が不可能となっている。



・ 2次用水路(C1.2)

写真はP1 幹線用水路から分岐した2次用水路(C1.2)。水草が繁茂しており通水断面が確保されていない。又、ディストリビューターが破損しており、適正な分水量を配分することが出来ない状況である。ほとんどの分水工が同等の状況にある。



・ 分水工 (分 55)
(P5 幹線用水路→2次用水路)

写真はP5 幹線用水路から2次用水路C55、C56へ分水する分水工。ディストリビューター部材が破損しており、適正な用水の分配が困難な状態となっている。他の2次用水路の分水工では本体コンクリートの経年劣化により鉄筋が露出している分水工も見られる。又、ゲートが全般的に老朽化しており流量操作が困難な状態となっている。



・ 水位調整ゲート (P5 幹線水路)

写真はP5 幹線用水路のアミルゲートと呼ばれる水位調整ゲート。上流水位が低下するとフロートにより自動的にゲートが閉まり水位を上昇させるゲートである。ゲート部材の破損や老朽化が進んでおり、半壊のまま放置されている。P1 幹線用水路にはアビスゲートと呼ばれる下流の水位が低下するとゲートが開き通水量を確保するゲートがあるが、同様に部材が破損して機能していない。



・農道

局所的に道路が崩壊し、通行が不可能な箇所が見受けられる。又、トラクターや牛の通行により轍が出来ており通行に支障がある区間が随所に見られる。



・水利組合連合

現状の水利組合連合の稼働状況や問題点等を聞き取りしている写真。PC23 地区内には PC23 北地区及び南地区に水利組合連合が形成されている。一部の灌漑受益農家から水利費を徴収して施設の維持管理を行っているが、資金力や運営能力の不足もあり、維持管理活動は極めて限定的である。

図表リスト

図リスト

図 2-1-1	農業省 (MinAgri) 組織図	2-3
図 2-1-2	アロチャ・マングル県農業開発局 (DRDA) 組織図	2-4
図 2-2-1	月平均降雨量と月平均気温	2-5
図 2-2-2	PC23 灌漑地区の水源地河川と取水システム	2-8
図 2-2-3	P1 及び P5 灌漑地域と圃区	2-10
図 2-2-4	PC23 南地区各圃区における収量調査結果	2-12
図 2-2-5	アロチャ・マングロ地区地方環境・生態学・森林局 (DREEF) の組織図	2-16
図 2-2-6	ラバカとミグマタイトの分布	2-17
図 2-2-7	ラバカと斜面形状	2-18
図 2-2-8	植生と浸透能	2-18
図 2-2-9	ラバカの形態区分	2-19
図 2-2-10	降雨と各ラバカタイプからの土砂流出の関係	2-20
図 2-2-11	サンプル世帯 100 戸の年齢別・男女別人口比	2-27
図 2-2-12	MECIE による環境影響評価プロセス	2-29
図 2-2-13	調査対象 57 家屋の床面積と材質	2-43
図 2-2-14	調査対象 57 家屋の居住人数と部屋数	2-43
図 2-2-15	調査対象 16 世帯の収入源と年間収入	2-44
図 2-2-16	住民移転に関する実施スケジュール	2-46
図 3-2-1	P5 灌漑地域の作付計画	3-5
図 3-2-2	P1 灌漑地域の作付計画	3-6
図 3-2-3	洪水放流工の水利計画諸元	3-14
図 3-2-4	洪水放流工の改修計画図	3-14
図 3-2-5	洪水放流工 固定堰部断面	3-15
図 3-2-6	洪水放流工 基礎杭の設計	3-17
図 3-2-7	P5 頭首工 設計洪水量流下時の水位	3-19
図 3-2-8	P5 頭首工 土砂吐エプロン標準断面図	3-20
図 3-2-9	P5 頭首工 固定堰標準断面図	3-22
図 3-2-10	P5 頭首工 取水工敷高図	3-24
図 3-2-11	P5 幹線用水路引き継ぎ水理諸元	3-24
図 3-2-12	P5 頭首工取水工 基礎杭の設計	3-25
図 3-2-13	P1 頭首工 取水口形状	3-27
図 3-2-14	P1 幹線用水路引き継ぎ水理諸元	3-28
図 3-2-15	沈砂池と P1 幹線用水路取り付け区間の水理諸元	3-28
図 3-2-16	既設アンドラノチミオチャ頭首工平面図	3-30
図 3-2-17	アンドラノチミオチャ頭首工 取水口の縦断形状及び平面図	3-30
図 3-2-18	アンドラノチミオチャ頭首工 P1 幹線用水路への引き継ぎ水理諸元	3-32
図 3-2-19	アンドラノチミオチャ頭首工 取水口の水理諸元	3-32

図 3-2-20	アンドラノチミオチャ頭首工 P1 幹線用水路への引き継ぎ水理諸元	3-32
図 3-2-21	アンドラノチミオチャ頭首工 取水工の基礎杭の設計	3-33
図 3-2-22	降雨分布及び河川の流出時期と取水ゲート開閉操作	3-35
図 3-2-23	沈砂池の基本形状	3-37
図 3-2-24	沈砂池長の設計方針	3-38
図 3-2-25	P5 幹線用水路の標準断面と水理諸元	3-41
図 3-2-26	C 5.3 用水路標準断面と水理諸元	3-41
図 3-2-27	C 5.5 用水路標準断面と水理諸元	3-42
図 3-2-28	C 5.6 用水路標準断面と水理諸元	3-42
図 3-2-29	P1 幹線用水路の標準断面と水理諸元	3-43
図 3-2-30	C 1.0 用水路標準断面と水理諸元	3-43
図 3-2-31	C 1.1 用水路標準断面と水理諸元	3-44
図 3-2-32	C 1.2 用水路標準断面と水理諸元	3-44
図 3-2-33	C 1.3 用水路標準断面と水理諸元	3-45
図 3-2-34	2次用水路新設区間の灌漑システム	3-46
図 3-2-35	C 1.4 用水路標準断面と水理諸元	3-46
図 3-2-36	パイプ式分土工縦断図	3-48
図 3-2-37	水門式分土工縦断図	3-49
図 3-2-38	末端分土工の水理諸元の設計	3-52
図 3-2-39	水位調整施設水理諸元の計算	3-54
図 3-2-40	農道(R1)標準断面図	3-55
図 3-2-41	農道(R2)標準断面図	3-55
図 3-2-42	管理用道路(RM)標準断面図	3-55
図 3-2-43	工事用道路標準断面図	3-56
図 3-4-1	水利組合連合の運営・維持管理体制	3-86

表リスト

表 1-1-1	マダガスカルの年度別主要穀物生産量	1-1
表 1-1-2	政治危機の時期における経済指標	1-3
表 1-2-1	相手国の当初の要請内容	1-4
表 1-3-1	我が国の農業セクターに関連する援助概要	1-4
表 1-4-1	アロチャ湖周辺の流域管理・灌漑事業への他ドナー機関の援助動向	1-5
表 1-4-2	農業セクターへの他ドナー機関の援助実績	1-5
表 2-1-1	農業省の年間予算	2-1
表 2-1-2	アロチャ・アングル DRDA の年間支出内訳 (2012 年～2014 年)	2-2
表 2-2-1	プロジェクトサイトの水源河川の特徴	2-6
表 2-2-2	各水源河川の月別 5 年確率洪水流量 (m ³ /sec)	2-6
表 2-2-3	各水源河川の確率ピーク洪水量 (m ³ /sec)	2-7

表 2-2-4	測量調査項目・数量	2-7
表 2-2-5	地質調査項目・数量	2-7
表 2-2-6	灌漑水掛りによる灌漑面積の調整	2-9
表 2-2-7	水利組合大連合の構成	2-13
表 2-2-8	灌漑施設維持管理・水管理の業務分担	2-13
表 2-2-9	水利組合連合及び水利組合の組織構成	2-13
表 2-2-10	水利組合連合の現状と課題	2-14
表 2-2-11	ツァラボイ水利組合連合における 2012 年～2014 年の支出状況	2-15
表 2-2-12	PC23 地区上流域各流域界の森林およびその他の植生面積 (2008 年)	2-17
表 2-2-13	PC23 地区の上流域に分布するラバカの数と 100ha あたりの発生数 (2008 年)	2-20
表 2-2-14	PC23 地区上流域のラバカからの年間土砂流出量	2-21
表 2-2-15	PC23 地区上流域の植生タイプ別の年間土砂流出量 (トン/年)	2-21
表 2-2-16	PC23 地区上流域の年間土砂流出量の推定	2-22
表 2-2-17	アロチャ・マングロ地区 DREEF による植林実施面積 (2004 年～2011 年)	2-22
表 2-2-18	PRODAIRE が支援して地域住民が実施した樹種別の植林面積	2-23
表 2-2-19	対象施設数量と改修計画	2-25
表 2-2-20	関連する村 (フクタン) の推定人口	2-27
表 2-2-21	家長の平均年齢	2-27
表 2-2-22	MECIE による環境影響評価の適用基準	2-28
表 2-2-23	代替案の検討	2-30
表 2-2-24	スコーピング	2-31
表 2-2-25	環境社会配慮調査の TOR	2-32
表 2-2-26	環境社会配慮調査結果	2-33
表 2-2-27	スコーピング案及び調査結果	2-34
表 2-2-28	環境影響の軽減策およびモニタリング	2-35
表 2-2-29	モニタリング計画案 (工事期間)	2-36
表 2-2-30	モニタリング計画案 (運用期間)	2-36
表 2-2-31	モニタリングフォーム案 (工事期間中)	2-36
表 2-2-32	モニタリングフォーム案 (運用期間)	2-37
表 2-2-33	モニタリングフォーム案 (住民移転)	2-37
表 2-2-34	ステークホルダー協議開催状況	2-38
表 2-2-35	ステークホルダー協議での質疑応答	2-38
表 2-2-36	世銀 BVPI の住民移転計画におけるエンタイトルメント・マトリックス	2-40
表 2-2-37	マダガスカルに関連法制度と JICA 環境社会配慮ガイドラインとの整合性	2-41
表 2-2-38	影響を受ける可能性のある世帯数および人員数	2-42
表 2-2-39	調査対象とした土地、所有物および構造物	2-43
表 2-2-40	本事業におけるエンタイトルメント・マトリックス	2-45
表 2-2-41	関連する組織の役割分担	2-45
表 2-2-42	補償費用	2-47
表 2-2-43	モニタリング費用	2-47

表 2-2-44	住民協議での質疑応答	2-48
表 2-2-45	環境チェックリスト(案) (1/4)-(4/4)	2-49
表 2-2-46	JICA ガイドラインとマダガスカル環境関連法制度・規定との比較表	2-53
表 3-1-1	プロジェクトサイト及び要請内容	3-2
表 3-1-2	要望内容とプロジェクト内容	3-2
表 3-1-3	各プロジェクトサイトにおけるプロジェクト内容	3-2
表 3-2-1	水源河川と灌漑面積	3-6
表 3-2-2	水収支計算で適用した灌漑効率及び取水効率	3-6
表 3-2-3	水源河川からの計画取水量	3-7
表 3-2-4	改修計画	3-10
表 3-2-5	P1 及び P5 灌漑地域の浚渫量(2003 年)	3-34
表 3-2-6	頭首工の河川流域と年間単位土砂流出量	3-36
表 3-2-7	P5 頭首工沈砂池の設計対象堆砂量から求められる基本データ	3-36
表 3-2-8	各頭首工と沈砂池規模	3-38
表 3-2-9	水路の適用流速	3-39
表 3-2-10	分水工の型式	3-47
表 3-2-11	分水工の水理諸元	3-49
表 3-2-12	P5 幹線用水路末端分水における分水流量とゲート諸元	3-51
表 3-2-13	P5 幹線用水路末端分水工の水理諸元	3-52
表 3-2-14	バイパス流量に対する越流堰長の決定	3-54
表 3-2-15	農道の分類及び改修対象	3-54
表 3-2-16	道路盛土材の砂、粘土混合物の配合標準(%)	3-55
表 3-2-17	調達機材の仕様案	3-58
表 3-2-18	バックホーローダーの年間必要経費	3-58
表 3-2-19	アロチャ・マングル DRDA の過去 3 年間の予算支出状況	3-58
表 3-2-20	各水利組合連合の過去 3 年間の予算支出状況	3-58
表 3-2-21	事業工程表	3-70
表 3-2-22	仮設ヤード施工区分	3-72
表 3-2-23	コンサルタント実施設計要員計画	3-72
表 3-2-24	コンサルタント入札業務関連 1 要員計画 (入札図書作成から入札図書承認まで)	3-73
表 3-2-25	コンサルタント入札業務関連 2 要員計画 (入札公示～開札～入札評価まで)	3-73
表 3-2-26	コンサルタント施工監理要員計画	3-74
表 3-2-27	コンサルタント施工監理現地傭人要員計画	3-74
表 3-2-28	コンサルタント品質管理会議要員計画	3-74
表 3-2-29	施工業者日本人技術者要員計画	3-75
表 3-2-30	施工業者現地傭人要員計画	3-75
表 3-2-31	施工業者品質管理会議要員計画	3-76
表 3-2-32	保安要員区分	3-76
表 3-2-33	工事品質管理計画	3-77
表 3-2-34	被援助国における技術者・労務者の調達事情	3-78

表 3-2-35	調達区分表（工事用資材）	3-79
表 3-2-36	調達区分表（工事用機械）	3-80
表 3-2-37	ソフトコンポーネントによる支援プログラムと活動内容	3-80
表 3-2-38	作業休止係数	3-81
表 3-2-39	各工種の工事日数	3-82
表 3-2-40	業務実施工程表	3-83
表 3-4-1	灌漑排水施設維持管理の管理責任者	3-85
表 3-4-2	プロジェクトの運営・維持管理に係る計画項目と管理責任者の責任分担	3-87
表 3-5-1	水利組合連合及び DRDA による年間の運営・維持管理に係る費用と補修作業 の積立金	3-88
表 4-4-1	定量的評価指標の基準値及び目標値	4-4

略語集

AFD	Agence Française de Développement	フランス開発庁
ANCOS	Agence Nationale de Contrôle Officiel des Semences et Plants	国家種子管理局
AUE/FUE	Association des Usagers de l'Eau/ Federation des Usagers de l'Eau	水利組合／水利組合連合
BAD	Banque Africaine de Développement	アフリカ開発銀行
BVPI	Bassins Versants et Périmètres Irrigués	流域管理・灌漑事業
BM	Banque Mondiale	世界銀行
CARD	Coalition for African Rice Development	アフリカ稲作イニシアティブ
CAADP	Comprehensive Africa Agriculture Development Programme	包括的アフリカ農業開発プログラム
CAF	Centre d'Appui et Formation	農民訓練支援センター
CECAM	Caisses d'Epargne et de Crédit Agricole Mutuelles	農業信用共済貯蓄金庫
CFAMA	Centre de Formation et d'Application du Machinisme Agricole	アンチラベ農業機械化訓練センター
CDR	Conseiller en Développement Rural	コミュニオン普及員
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement	国際農業開発センター
CPR	Cadre de Politique de Reinstallation	住民移転基本計画
CSA	Centre du Service Agricole	農業サービスセンター
DRDA	Direction Régionale du Développement de l'Agriculture	地方農村開発局
E/N	Exchange of Notes	交換公文
FIDA	Fonds international de Développement Agricole	国際農業開発基金
FOFIFA	Centre National de Recherche Appliquée au Développement Rural	国立農村開発応用研究センター
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GDP	Gross Domestic Product	国民総生産
GNI	Gross National Income	国民総所得
GPS	Groupement des Producteurs Semenciers	種子生産農家グループ
HDI	Human Development Index	人間開発指数
IEE	Initial Environmental Evaluation	初期環境評価
INSTAT	Institut National de la Statistique de Madagascar	国家統計局
JICA	Agence Japonaise de Coopération Internationale	独立行政法人国際協力機構
MAP	Madagascar Action Plan	マダガスカル・アクションプラン
MECIE	Mise En Compatibilité des Investissements avec l'Environnementaux	開発投資と環境の両立に関する政令
MEEMF	Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie, de la Mer et des Forêts	環境・生態・海洋・森林省

MGA	Malagasy Ariary	マダガスカルアリアリ（通貨名）
MinAgri	Ministère de l'Agriculture	農業省
MFB	Ministère des Finances et du Budget	財務省
ONE	Office National pour l'Environnement	国立環境局
PAPRiz	Projet d'Amélioration de la Productivité Rizicole sur les Hautes Terres Centrales	中央高地コメ生産性向上プロジェクト
PND	Plan National de Développement	国家開発計画
PNF	Programme National Foncier	国家土地プログラム
PN-BVPI	Programme National de Gestion des Bassins Versants et des Périmètres Irrigués	国家流域管理・灌漑事業プログラム
PREE	Programme d'Engagement Environnemental	環境管理計画書
PRODAIRE	Projet de Développement de l'Approche Intégrée pour la Restauration environnementale et le Développement Rural dans l'Alaotra	ムララノクロム総合環境保全・農村開発促進手法開発プロジェクト
PSAEP	Programme Sectoriel Agriculture Elevage Pêche	農業・畜産・漁業セクタープログラム
PUPIRV	Projet d'Urgence pour la Préservation d'Infrastructure et la Réduction de la Vulnérabilité	インフラ整備・脆弱性削減緊急プロジェクト
SAPROF	Special Assistance for Project Formation	案件形成促進調査
SCAA	Societe Commerciale et Agricole d'Ambohmangakelx	農産物流通会社名
SNDR	Stratégie Nationale de Développement Rizicole	国家稲作振興戦略文書
SNRD	Stratégies Nationales de Relance du Développement	国家開発復興戦略
SOMALAC	Societe malagache d'aménagement du Lac Alaotra	アロチャ湖開発公社
SRA	Système de Riziculture Amélioré	改良稲作システム
SRI	Système de Riziculture Intensif	集約稲作システム
TOR	Terms of Reference	委託事項
WWF	World Wildlife Fund	世界野生生物基金

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 農業セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

マダガスカル共和国（以下、「マダガスカル」という）は、国土面積 58万7千km²（日本の約1.6倍）人口 2,357万人（2014年世銀）である。GDPは106億米ドル（2013年:世銀）、一人当たりGNIは440USドル（2013年世銀）で、世界の最貧国の一つに位置付けられる。そのため、マダガスカルにおいて、主要課題は貧困削減と経済成長とされている。

マダガスカルではコメは年間一人当たり約120kgを消費（日本人の消費の約2倍）する極めて重要な農作物であるが、天災（サイクロン、干ばつ等）や虫害によりその生産は大きく影響を受け、年間生産量の変動が大きい。そのため、国内自給は達成されず消費量の10%を輸入に頼っている。概して生産性の低い稲作が行われていることから、生産性の向上による生産量増加を実現することが必要とされている。

表 1-1-1 マダガスカルの年度別主要穀物生産量

穀物	2009-2013年平均 (千トン)	2013年 (千トン)	2014年 (千トン)
コメ（水稻）	4,348	3,611	3,978
トウモロコシ	406	381	366
小麦	9	5	5
その他	1	1	1
合計	4,764	3,998	4,350

出典：FAO GIEWS（2015）

マダガスカルにおける稲作は、伝統的な灌漑システムの存在に特徴づけられ、全国の多くの地域で棚田のような灌漑水田が広がっている。近年、これら多くの灌漑稲作地帯では、灌漑施設の老朽化と上流域からの森林の荒廃に起因する土砂流入が相まって灌漑の機能が低下している。コメ生産量の拡大のためには、土砂流出量の軽減や灌漑施設の改修による機能回復が急務となっている。

1-1-2 開発計画

(1) マダガスカル・アクションプラン（MAP）

マダガスカルは、2006年、国家ヴィジョン（Madagascar Naturally、2004年策定）とミレニアム開発目標（MDG）を踏まえて、マダガスカル・アクションプラン（Madagascar Action Plan: MAP（2007-2012））を策定した。世銀／IMFは、このMAPを第2世代の貧困削減戦略文書（Poverty Reduction Strategy Paper：PRSP）として位置づけている。MAPでは、GDPを50億USドルから120億USドルに引き上げる一方で、貧困率を85.1%から50%に下げるなどの具体的な数値目標が示されており、この達成に向けて8つの公約（①責任ある統治、②インフラ整備、③教育改革、④農村開発と緑の革命、⑤保健・家族計画・エイズとの戦い、⑥高度経済成長、⑦環境への配慮、⑧国民

の連携)が明記されている。この内、4つ目の公約である「農村開発と緑の革命」では、①土地所有の保障、②金融アクセスの改善、③緑の革命の始動、④市場指向型農業の推進、⑤農村の活動の多様化、⑥付加価値の創造とアグリビジネス推進、が目標として掲げられている。

(2) 流域管理・灌漑国家プログラム (PN-BVPI)

MAPの開発戦略を踏まえて、「流域管理・灌漑国家プログラム (Programme National de Gestion des Bassins Versants et Périmètres Irrigués : PN-BVPI) (2006年)」が策定された。これは、コメの生産基盤の強化を図るために、全国の既存水田約100万haを対象にした灌漑整備事業と、灌漑地域上流域の植被回復・植林による持続的水源涵養事業を一体化して実施する国家プログラムである。

マダガスカルは、このプログラムに従い、国際機関等の支援を得ながら、2012年までに28万haの農業基盤整備を行ってコメの生産基盤を強化する方針である。アロチャ湖南西部地域のPC23灌漑地区への本件援助要請は、この方針に基づいている。

(3) 農業・畜産・漁業セクタープログラム (PSAEP)

マダガスカルの農業セクターの開発戦略として、MAPを踏襲し、現在「農業・畜産・漁業セクタープログラム (Programme Sectoriel Agriculture Elevage Pêche : PSAEP、2013~2025年)」が策定中である。このPSAEPでは、総労働人口の大半を農業従事者が占め(地方の労働人口の85%、都市部人口の半分以上)、GDPの25%を農業セクター(畜産、漁業を含む)が占めている点から農業が主幹産業であることを認識した上で、国家の主要課題である貧困削減と経済成長への貢献に向け、以下の大目標が掲げられている。

- ・生産規模の拡大(灌漑を含む耕地面積の拡大など)と持続可能な資源管理
- ・競争性・持続可能性の高い生産システムの推進及び農業研究開発を通じた農業生産性の向上
- ・食料安全保障及び社会的弱者に対するリスク軽減への貢献
- ・国内市場へのアクセス強化及び農産品輸出の促進
- ・農業セクターにおけるガバナンスの向上及び関連ファクターの能力向上

このPSAEPを反映して、国家開発計画(PND : Plan National de Développement、2015~2019年)が別途策定中である。

(4) マダガスカル国別稲作振興戦略文書 (SNDR)

本プロジェクトは、「2018年までにコメ生産量を3倍とする」ことを目標とする「アフリカ稲作のための共同体(CARD)(2008年~2018年)」構想の一環を成す「マダガスカル国別稲作振興戦略文書(SNDR)」に含まれている。このSNDRは更に、農業の再建と基礎設備の原状回復を目指す複数の選択肢を盛り込んだ「マルチセクタープログラム(PSAEP) - アフリカ農業開発総合計画(CAAD)」の一部を形成している。

1-1-3 社会経済状況

(1) 地方行政区分

マダガスカルの地方行政は、2004年の州(Province)の廃止以降、22の県(Region)に分かれ、県は、郡(District)、コミューン(Commune)、フクタン(Fokontany)に区分されている。コミューンは行政上の最小単位で、選挙によって選ばれたコミューン長によって治められている。

(2) 社会状況

マダガスカルはアフリカにおける最貧国の一つである。2011年の人間開発指数（HDI）は0.480であり、国際連合加盟187カ国中151位となっており、貧困と政治不安が相乗して国民の生活を圧迫している。貧困率は、2000年代初頭の80.7%が2005年には68.7%と改善されたが、政治危機を経た2010年には76.5%にまで急激に上昇した。その要因は、特に、観光業の不振や公共投資の減少、繊維、エビの養殖業における輸出と雇用の大幅な悪化であった。2012年には71.0%となりその後が上げ止まり状態がにあると考えられるが、それでも高い状態が続いている。

(3) 経済状況

マダガスカルの経済発展は長きに亘り成長率2%台で推移し、公共投資もGDPの15%を超えない程度の比較的緩やかかつ堅実な成長を継続してきた。しかし、このような成長も2009年の政変により大きな減退を余儀なくされた。海外からの投資の減少による景気の後退、ODAの停止・縮小による財政の弱体化により経済の停滞が続いた。この間、それまで国家収入に大きく寄与してきた観光産業の衰退や主要輸出産品であった繊維の輸出取引量の減少があり、比較的好調であった鉱山開発による輸出利益の拡大をもってしても経済の低迷に歯止めがかかるとはなかった。

政変によって、一人当たりGNIは政変前と比較して10%減少したと言われている。その後も経済の停滞は続き、2013年の一人当たりGNIは2003年のレベルにまで低下し、国民の大多数は1日あたり2米ドルの生活を強いられているとされている。政治危機の時期における主要な経済指標の変化を下表に示す。

表 1-1-2 政治危機の時期における経済指標

主要経済指標	2002年	2009年	2010年	2011年	2012年
消費者物価上昇率(インフレ:%)	15.9	9.0	9.2	9.5	6.4
貿易収支(対GDP比:%)	-6.6	-23.7	-13.2	-11.1	n.a.
外国直接投資純流入額(百万ドル)	15	1066	808	810	895
総外貨準備高(百万ドル)	363	1,135	1,172	1,279	1,191
名目対ドル為替レート	1,336.39	1,956.21	2,089.95	2,025.12	2,194.97

出典：JICA-HP

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

(1) 要請の背景・経緯

アロチャ湖（南北約40km、東西約10km、面積約900km²、水深1~4m）はマダガスカル最大の面積を持つ湖で、その周辺は稲作栽培のポテンシャルが非常に高く、水田面積は約10万haで、国内需要の約10%の年間28万トンのコメを生産し、国内最大のコメ供給地帯である。この中でもアロチャ湖の南西部に位置するPC23灌漑地区は、複数の河川が流入した水田地帯で、アロチャ湖周辺の主要なコメ生産地域である。しかしながら、河川の上流域の山地では、1950年代の森林の乱伐による荒廃に地質条件に起因する山地斜面の崩落現象が加わって、雨期に大量の崩壊土砂が河川に流出する。流出・堆積した土砂は、河床上昇によって水田へ氾濫すると共に灌漑施設へ流入し、灌漑システムを機能不全としている。灌漑システムの運営維持管理を担う水利用者組合の努力は及ばず、自力での問題解決手段を持たない状況にある。

こうした状況下、マダガスカル政府は、PN-BVPI 及び PSAEP で掲げられたコメの生産基盤整備を進めるため、アロチャ湖周辺における PC23 地区の整備（改修）と機材供与を中心とした無償資金協力を我が国に対し要請した。

我が国は本対象地域において、これまで下記①～③の調査を行っている。このうち①（無償資金協力）及び②（有償資金協力）については、2009年に生じた政変により、資金協力に至らなかったものであり、③は、これらを含めたアロチャ湖周辺における農業分野の協力シナリオを検討するために実施し、このなかで無償資金協力の候補案について整理したものである。

- ①アロチャ湖南西部地域灌漑施設改修計画基本設計調査（2008年8月～2009年3月）
- ②アロチャ湖灌漑・流域管理事業案件形成促進調査（SAPROF）（2008年9月～2009年2月）
- ③農業セクター基礎情報収集・確認調査（2014年4月～2014年6月）

(2) 要請の概要

マダガスカル政府の要請内容は、アロチャ・マングル県における PC23 地区内の灌漑施設の改修や植林、ラバカ対策等からなる土木工事、機材調達、ソフトコンポーネント及び設計・監理であった（表 1-2-1 参照）。その後、本調査団による現地調査結果を踏まえてマダガスカル政府と協議した結果、要請内容の一部が変更された（「3-1-2 プロジェクトの概要」参照）。

表 1-2-1 相手国の当初の要請内容

項目	要 請 内 容
土木工事	<ul style="list-style-type: none"> ・施設改修（頭首工（2か所）、幹線水路・2次水路、水利構造物） ・管理用道路改修 ・沈砂池 ・植林、ラバカ対策
機材調達	<ul style="list-style-type: none"> ・浚渫機材の調達
ソフトコンポーネント	<ul style="list-style-type: none"> ・水利組合及び水利組合連合、大連合の能力強化
設計・監理	<ul style="list-style-type: none"> ・上記の設計・監理

出典；要請書

1-3 我が国の援助動向

我が国はマダガスカル農業セクターに対して、同国政府が策定した国家開発計画（MAP、2006年）の開発方針に沿った援助を実施してきた。これまでの我が国の農業セクターに関する援助概要は表 1-3-1 に示すとおりである。

表 1-3-1 我が国の農業セクターに関連する援助概要

実施年度	案件名	援助形態	概要
2003.8 - 2007.8	アロチャ湖南西部流域管理及び農村開発計画調査	開発調査	アロチャ湖南西部地域における流域管理・農村開発計画のマスタープラン策定。
2007年度	アンチラベ農業機械訓練センター拡張及び機材整備計画	無償資金 (5.78億円)	農業機械訓練センターの教室棟、ワークショップ棟、寄宿舍、トラクター格納庫などの研修用施設の建設及び研修用機材の整備。

実施年度	案件名	援助形態	概要
2009.1 - 2015.7	中央高地コメ生産性向上プロジェクト (PAPRiz)	技術協力	コメ生産地帯であるアロチャ・マングル県、ヴァキナカラチャ県、ブングラバ県を重点3県として、それぞれの稲作形態に適した品種に関する生産技術パッケージの開発、種子増殖・配布体制の改善等を通じた中央高地におけるコメ生産性の向上。
2012.2 - 2017.2	ムララノクロム総合環境保全・農村開発促進手法開発プロジェクト (PRODAIRE)	技術協力	マダガスカル中山間部の荒廃地域に広く適用できる「土壌保全と村落開発の活動を総合的に促進するモデル (PRODAIRE モデル)」の構築。
2015 - 2020	コメ生産性向上・流域管理プロジェクト フェーズ2	技術協力	改良稲作技術の開発・普及及び水利組合連合の強化

出典：外務省国際協力 ODA ホームページ等

1-4 他ドナーの援助動向

マダガスカルの農業セクターに対する主要な他ドナー機関は、世界銀行 (BM)、アフリカ開発銀行 (BAD)、国際農業開発基金 (FIDA)、フランス開発庁 (AFD) 等であり、MAP 及び PN-BVPI の政策に沿った支援を実施している。これらの他ドナー機関による援助状況の概要を、表 1-4-1 及び表 1-4-2 に示す。

表 1-4-1 アロチャ湖周辺の流域管理・灌漑事業への他ドナー機関の援助動向

実施年度	ドナー機関	灌漑地区名	金額 (百万米ドル)	援助形態	案件概要
2006～2014	世界銀行	Sahamaloto	36.0	有償	灌漑面積：6,400ha 灌漑施設改修、植林、農業技術指導等
2014～	世界銀行	Imamba-Ivakara	12.6	有償	灌漑面積：2,700ha 灌漑施設改修、水利組合強化等
2014～	世界銀行	Anony	12.6	有償	灌漑施設：7,900ha 灌漑施設改修、施設設計業務支援等
2008～2013	フランス開発庁	PC15	26.7	無償	灌漑面積：3,900ha 灌漑施設改修、水利組合強化等

出典：農業セクター基礎情報収集・確認調査報告書 (2014)

表 1-4-2 農業セクターへの他ドナー機関の援助実績

実施年度	ドナー機関	案件名	金額 (百万米ドル)	援助形態	概要
2013～	世銀	施設保全及び脆弱性軽減緊急プロジェクト (PUPIRV)	102.0	有償	危険な施設の改修、家庭の脆弱性軽減、マイクロ灌漑システム改修
2006～2014	FIDA	メナベ地域及びメラキ地域振興支援プロジェクト (AD2M)	21.42	有償	土地所有権の確保、水質及び土壌保全、水管理対策、受益者組織能力強化

実施年度	ドナー機関	案件名	金額 (百万米ドル)	援助形態	概要
2009～2018	FIDA	職業団体及び農業担当局強化支援プロジェクト (AROPA)	56.40	有償	農民団体の設立、生産者の職業化支援
2008～2015	FIDA	農村マイクロ企業拠点及び地域経済支援プログラム (PROSPERER)	46.40	有償	農村企業振興、農村貧困層収入増加支援
2004～2014	BAD	バ・マンゴキィ地域改修拡張プロジェクト (PREPBM II)	16.43	有償	灌漑施設改修・拡張10,000ha、土地所有権確保、生産者への技術支援
2014～2018	BAD	南西部地域農業施設改修プロジェクト (PRIASO)	17.50	有償	主要水路74kmの建設、堤防改修40km、井戸建設12カ所、倉庫12棟の建設
2015～2021	BAD	中西部村落青年起業家プロジェクト (PROJERMO)	27.58	有償	村落企業支援の実施、農業生産高の向上

出典：要請書

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

本プロジェクトの主管官庁は農業省（Ministère de l'Agriculture : MinAgri）で、主管部署は農業土木局である。プロジェクトサイトでは、農業省の監督・指示の下、同省傘下のアロチャ・マングル県農業開発局（Direction Regionale du Développement de l'Agriculture : DRDA）が事業の実施・運営・維持管理の任に当たる（農業省及びアロチャ・マングル県農業開発局の組織図を図 2-1-1 及び図 2-1-2 に示す）。アロチャ・マングル DRDA は、五つの課と農業サービスセンターから構成されており、技術者・分野専門家 16 名と一般職員 61 名、合計 77 名の職員を擁している。また、郡レベルでは、3 郡の開発事務所（14 名）が DRDA の組織下にあり、コミュニケーションレベルには各 2 名の農村開発アドバイザーが配置されている。

2-1-2 財政・予算

(1) 農業省

農業省の 2013 年から 2015 年の年間予算を下表に示す。同省の予算額は、2013 年から著しい増加傾向にあり、今後は 200,000～260,000 百万アリアの規模で推移することが想定される。

表 2-1-1 農業省の年間予算

単位：MGA（千アリア）

項目	2013 年	2014 年	2015 年
① 繰越金	14,882,750	15,508,544	13,468,185
② 経常予算	7,692,055	6,827,519	11,685,000
③ 開発予算（(1) + (2)）	98,285,472	162,708,072	236,605,972
(1) 外部からの開発予算	81,854,800	147,757,400	184,040,000
(2) 省の開発予算	16,430,672	14,950,672	52,585,972
年間予算（①+②+③）	120,860,277	185,044,145	261,759,157
予算の伸率（2013 年をベース）	(100)	(153)	(216)

注) 予算執行期間は 1 月から同年 12 月まで。

開発予算には、関係ドナー機関等による外部からの予算と農業省自らの予算がある。2013 年から 2015 年の 3 カ年における省の年間予算に対する省の開発予算の割合は、13%（2013 年）、8%（2014 年）及び 20%（2015 年）で推移している。

(2) アロチャ・マングル県農業開発局（DRDA）

県農業開発局の予算は農業省によって配分される。2012 年～2014 年のアロチャ・マングル DRDA の年間支出内訳を下表に示す。灌漑施設メンテナンス費と流域管理費の合計額が、全体予算の 42～52%を占めている。

表 2-1-2 アロチャ・アングル DRDA の年間支出内訳 (2012 年～2014 年)

単位：MGA (アリア)

項目	2012	2013	2014
人件費及び事務所運営費	93,444,814	79,705,234	158,081,269
農業生産振興費	54,617,816	2,324,000	0
農業サービス支援費	150,920,000	35,997,039	138,688,000
灌漑施設メンテナンス費	54,662,720	2,916,000	203,724,000
流域管理費	225,157,924	81,106,704	113,634,000
計	578,803,274	202,048,977	614,127,269

出典：アロチャ・マングル県農業開発局 (DRDA)

2-1-3 技術水準

プロジェクトの実施・運営・維持管理に当たるアロチャ・マングル DRDA の農業土木課及び農村組織・農業及び農村普及課には各 5 名の職員が配置されている。農業土木技術者は 4 名で一定の技術水準を有しているが、予算不足や組織基盤の脆弱さもあり、大規模な事業はドナー機関からの資金・技術支援を得て実施している。DRDA は、本プロジェクトとほぼ同様であるフランス開発庁 (AFD) 支援の下で実施した PC15 地区灌漑施設改修プロジェクト及び我が国の技術協力プロジェクト PAPRiz の経験を有していることから、本プロジェクト実施に際して十分なレベルの技術を有していると判断される。

2-1-4 既存施設・機材

アロチャ・マングル DRDA は、プロジェクトサイトの灌漑排水施設の改修や施設の維持管理及び水利組合の設立・強化に必要な施設/機材/重機を所有していない。また、水利組合も同様に、施設の運営・維持管理を行うための器材/機材を所有していない。

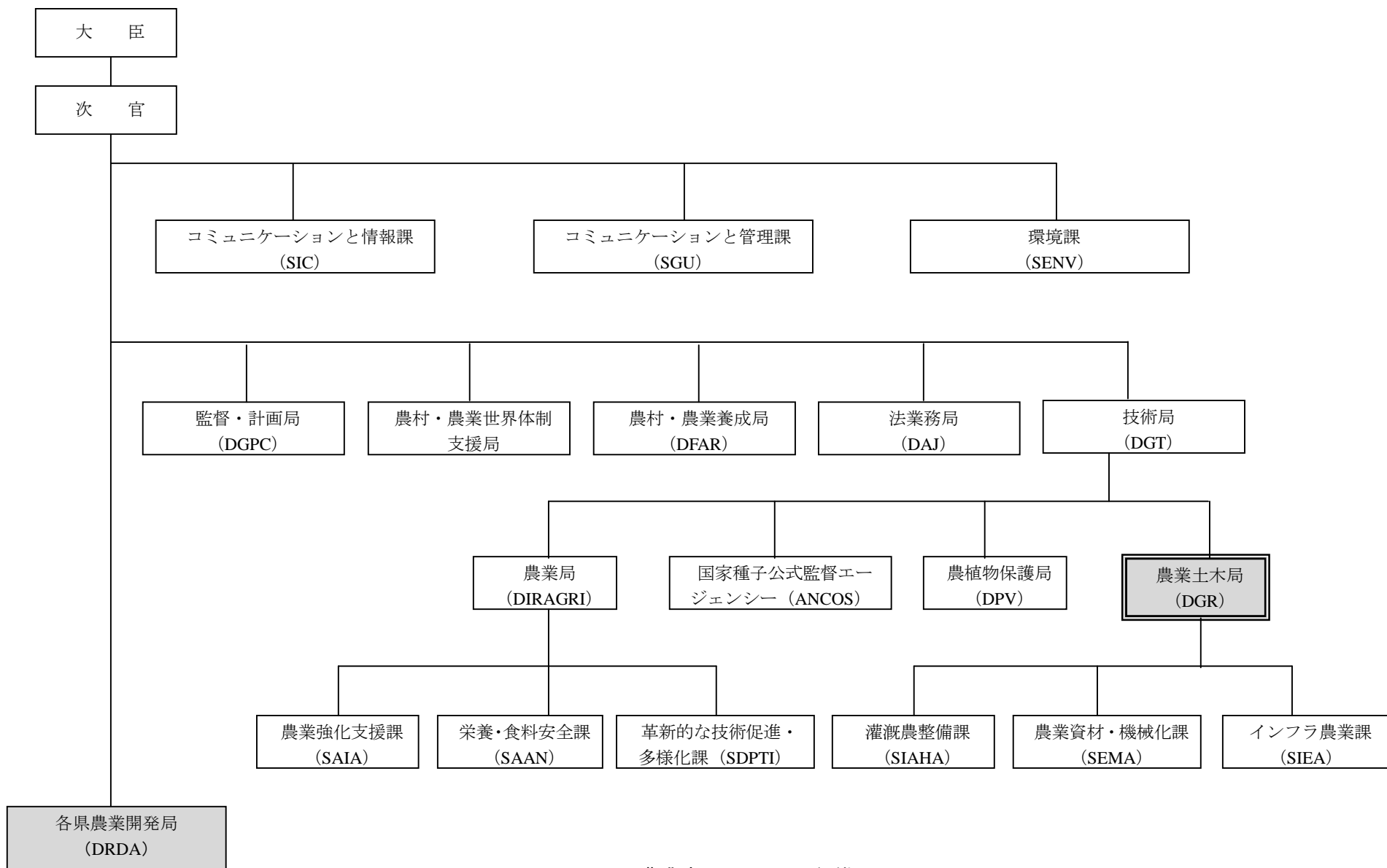
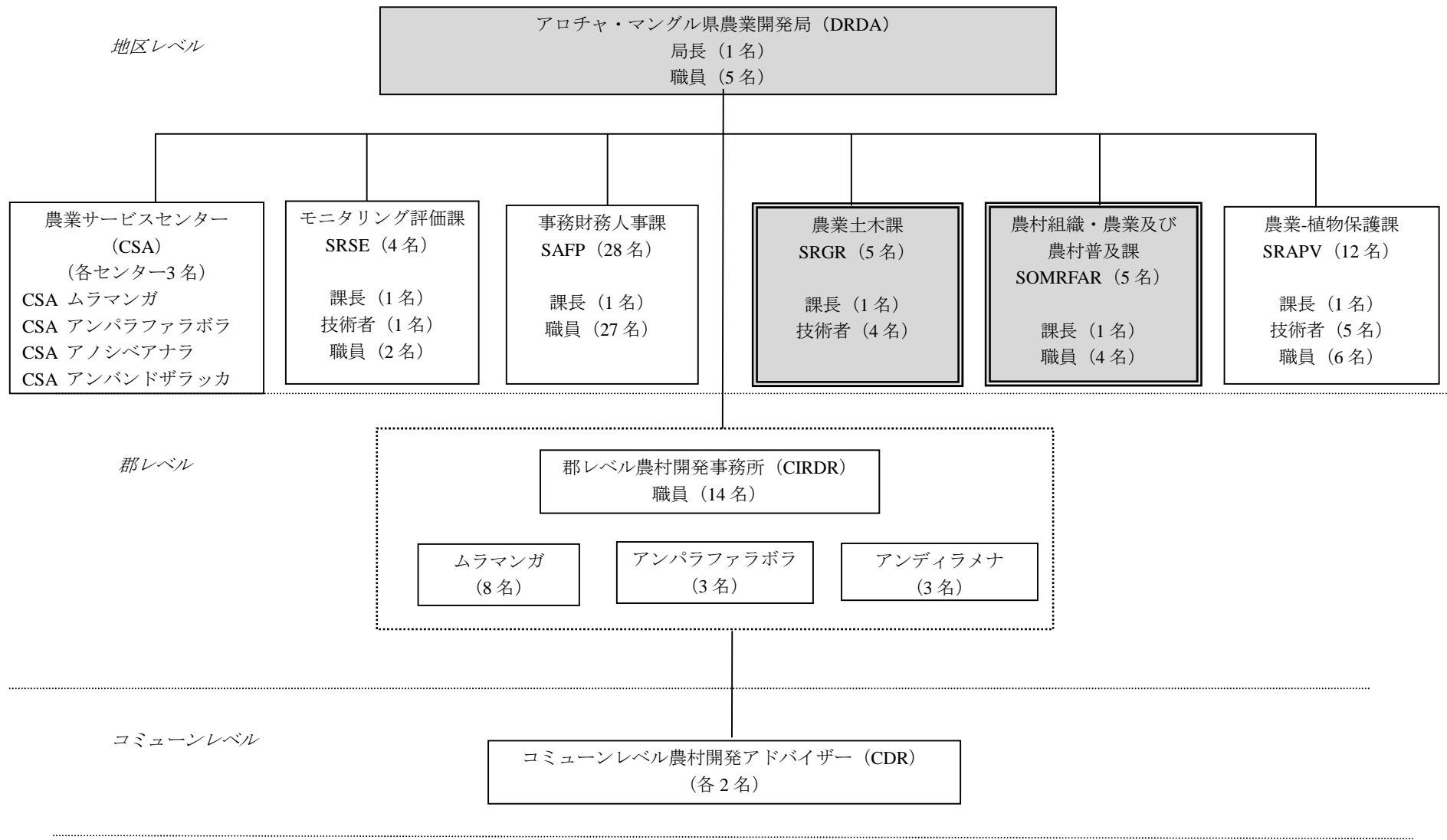


図 2-1-1 農業省 (MinAgri) 組織図



2-4

図 2-1-2 アロチャ・マングル県農業開発局 (DRDA) 組織図

2-2 プロジェクトサイトを取り巻く状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

首都のアンタナナリボからプロジェクトサイトまでの道路は一部未舗装で、乾期には車両で7～8時間、雨期には10時間程度を要する。プロジェクトサイトの西側にはアスファルト舗装された国道3a号線が南北に縦貫しているが、維持管理が不十分なため所々舗装が剥がれて窪みが出来ており、夜間の通行には支障をきたしている。県庁所在地のアンバトンドラザッカからPC23灌漑地区南端のP5灌漑地域までは車両で約70分を要する。国道からPC23灌漑地区に入る道路は未舗装である。

(2) 電気・電話・水道

国道沿いの集落は電化されているが、PC23灌漑地区周辺の村落は未電化である。上水道は整備されておらず、飲料水は井戸水に頼っている。通信手段としては、携帯電話が唯一の通信手段であり、PC23灌漑地区内でも一部の場所を除き通話可能である。

(3) 病院

県庁所在地のアンバトンドラザッカには病院があるが、PC23灌漑地区周辺の村落には病院・クリニックなどの医療設備はない。

(4) 宿泊施設

日本人が宿泊可能な施設は、県庁所在地のアンバトンドラザッカに数件あるのみで、PC23灌漑地区近辺の集落には適当な宿泊施設はない。

(5) 用地

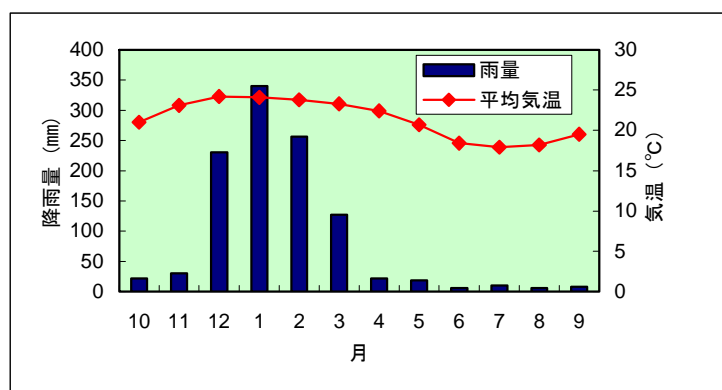
プロジェクト実施に必要な土取場及び土捨場は、PC23灌漑地区近傍の用地をDRDAと確認済みである。

2-2-2 自然条件

(1) 地形

アロチャ湖周辺は、断層によって形成された陥没地形で、湖の東側では、標高1000m前後の比較的急峻な山地が迫るが、断層が山地と平野を比較的明確に区分している。上流域の山地にはほとんど森林はなく、背丈の低い草が山の斜面を覆っているのみで、随所に大規模な崩壊がある。このため土砂の浸食・流出が激しい。湖の南西部に位置するプロジェクト

サイトは、サハベ川とサハミライ川によって山地から運搬された土砂が氾濫・堆積して形成された沖積平野である。プロジェクトサイトの下流にはアロチャ湖湿原が広がっている。



出典：CALA地区、Ambohitsilaoana測候所（気温：2003/04-2007/08、降雨量：1993/94-2007/08）（出典：アロチャ湖南西部地域流域管理・灌漑事業に係る案件形成促進調査（SAPROF））のデータに基づいて調査団が作成

図 2-2-1 月平均降雨量と月平均気温

(2) 気象

プロジェクトサイトの位置するアロチャ湖周辺は、半湿潤熱帯性気候に属しモンスーンの影響を受ける。月平均気温は7～8月の18℃から12～2月の24℃の範囲にある。年間平均降雨量は1,100mm程度であるが、その90%が12月から3月に集中する。しかし、降雨量の経年変化は大きい。不安定な降雨分布と河川水を水源とする灌漑用水不足や1～2月の平均600mmを超える降雨による排水問題が、水稲の収量を左右している。年平均蒸発量は1,290mmである。サイクロンは、1月末から3月に豪雨を伴って来襲し農業生産に被害をもたらす。

(3) 水文

プロジェクトサイトにはサハベ川、サハミライ川と4小河川（アンパシメナ川、サハメナ川、ベヘンギチャ川、ベマレニア川）が流下しており、PC23灌漑地区の灌漑用水源となっている。各河川の特徴を下表に示す。

表 2-2-1 プロジェクトサイトの水源河川の特徴

河川	流域面積 (*1) (km ²)	流路長 (km)	全体河川勾配
サハベ川	903	103.3 (*2)	0.0026 (1/384)
サハミライ川	249 (*3)	37.8 (*1)	0.0136 (1/73)
アンパシメナ川	27	14.8 (*1)	0.0215 (1/46)
サハメナ川	119	34.0 (*1)	0.0107 (1/93)
ベヘンギチャ川	27	14.8 (*1)	0.0129 (1/77)
ベマレニア川	45	15.8 (*1)	0.0121 (1/82)
合計	1,370		

注：(*1) 国道3a号線の交差点での流域面積、流路長。

(*2) アロチャ湖湖面上流までの流路長。

(*3) Ampondra川流域の南部地区での残流域を含む。

出典：JICA 開発調査報告書（2008年1月）及びアロチャ湖南西部地域流域管理・灌漑事業に係る案件形成促進調査（SAPROF）（2009年3月）

サハベ川を除いた各河川は縦断勾配が1/100以上の急流河川であり、洪水時には上流域の山地斜面の崩壊現象（ラバカ）と相まって土砂を伴う流出水が流出する。PC23灌漑地区は、急勾配河川が緩勾配に変わる扇状地形に位置しているために流出水が氾濫・堆積しやすい地形条件下にある。

各河川の低水流出解析に基づいて算定された5年確率渇水流量は、下表の通りである。12月から3月の流出水が灌漑水として利用されている。

表 2-2-2 各水源河川の月別5年確率渇水流量 (m³/sec)

河川	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
サハベ川	2.93	2.93	8.81	23.70	38.54	19.07	9.78	5.15	3.38	2.95	2.87	2.86
サハミライ川	1.43	1.37	2.80	6.52	10.30	5.64	3.51	2.47	2.10	1.84	1.68	1.59
アンパシメナ川	0.23	0.22	0.39	0.84	1.33	0.68	0.45	0.37	0.34	0.30	0.28	0.26
サハメナ川	1.07	1.02	2.07	4.83	7.68	4.19	2.60	1.82	1.56	1.37	1.25	1.18
ベヘンギチャ川	0.23	0.22	0.39	0.88	1.40	0.73	0.45	0.36	0.33	0.29	0.27	0.25
ベマレニア川	0.26	0.28	0.57	1.39	2.29	1.21	0.71	0.49	0.42	0.37	0.33	0.31

出典：JICA 開発調査報告書（2008年1月）及びアロチャ湖南西部地域流域管理・灌漑事業に係る案件形成促進調査（SAPROF）（2009年3月）。

注：月渇水流量は10日単位で算出された流量を月別に累積したものである。

確率年最大日雨量から合理式によって算出された確率ピーク洪水量は下表の通りである。

表 2-2-3 各水源河川の確率ピーク洪水量 (m³/sec)

河川	流域面積 (km ²)	2年洪水 (m ³ /sec)	5年洪水 (m ³ /sec)	10年洪水 (m ³ /sec)	20年洪水 (m ³ /sec)
サハベ川	903	1,875	2,460	2,837	3,100
サハミライ川	249	1,071	1,450	1,621	1,771
アンパシメナ川	27	194	254	293	320
サハメナ川	119	528	692	798	872
ベヘンギチャ川	27	192	252	290	317
ベマレニア川	45	314	311	474	518

出典：JICA 開発調査報告書（2008年1月）及びアロチャ湖南西部地域流域管理・灌漑事業に係る案件形成促進調査（SAPROF）（2009年3月）。

(4) 自然条件調査

1) 測量調査

サハベ洪水放流工、P5 頭首工、P1 頭首工、北集水路 3 頭首工、P5 幹線用水路・2 次用水路、P1 幹線用水路・2 次用水路、北集水路、農道の改修計画の検討に必要な地形の状況を把握することを目的に以下の調査を再委託にて実施した。

表 2-2-4 測量調査項目・数量

調査位置	調査項目	数量
サハベ洪水放流工	基準点測量、平面測量、中心線測量、縦横断測量	1 式
P1 頭首工	基準点測量、平面測量、中心線測量、縦横断測量	1 式
P5 頭首工		1 式
P5 幹線用水路 ^{*1}	中心線測量、縦横断測量	6.4 km
P5 2 次用水路 ^{*2}		18.1 km
P5 灌漑地域農道 (R1,R2) ^{*2}	中心線測量、縦横断測量	3.2 km
P1 幹線用水路 ^{*1}	中心線測量、縦横断測量	24.0km
P1 2 次用水路 ^{*2}		1.8 km
P1 灌漑地域農道 (R1,R2)	中心線測量、縦横断測量	40.4 km
北集水路	中心線測量、縦横断測量	11.9 km
北集水路頭首工 3 箇所	平面測量、中心線測量、縦横断測量	1 式

注；*1；管理用道路を含む。*2；農道が並行している場合は農道を含む。

2) 地質調査

サハベ洪水放流工、P1 頭首工、アンドラノチミオチャ頭首工、P5 幹線用水路分水工等の施設の設計に必要な地耐力を確認すること、及び沈砂池容量の設計に必要な堆積土砂の粒度分布を把握することを目的に以下の調査を再委託にて実施した。

表 2-2-5 地質調査項目・数量

調査位置	調査項目	数量
サハベ洪水放流工	ボーリング掘削	30m
P1 頭首工	標準貫入試験	30 回
アンドラノチミオチャ頭首工	サンプリング	1 サンプル
P5 幹線用水路分水工	室内試験（粒度試験、含水比試験、液性、塑性限界試験）	1 式
農道橋		
粒度試験	室内試験（粒度試験）	計 6 サンプル
頭首工地点の河床、水路内堆積土		P5 頭首工 2 サンプル P1 頭首工 2 サンプル アンドラノチミオチャ頭首工 2 サンプル

調査の結果によると、地質は、シルトまたは粘土を含む細砂により構成されている。調査した各地点で異なるが、全般的に、深度 10m 程度までは軟弱な地層を含んでいるが、それ以深は N 値 10 以上を示している。水路内の堆砂量では、上流から下流に向かって砂の含有量は減少している。

3) ベースライン調査

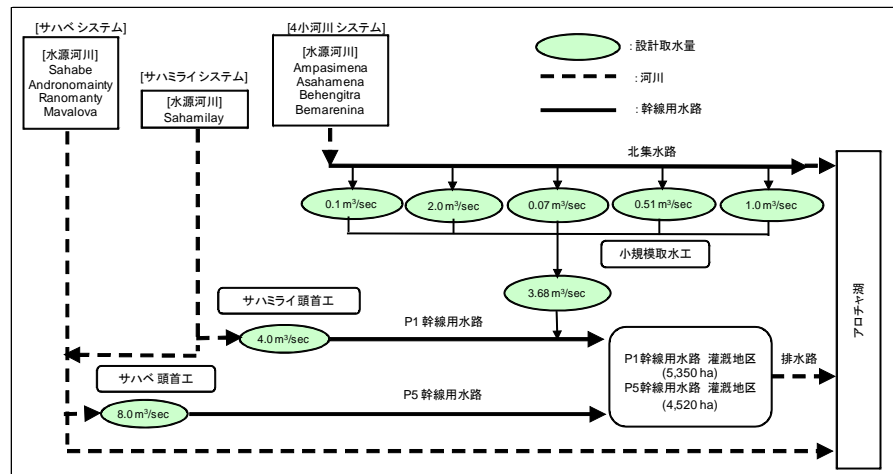
事業実施に先立ちプロジェクトサイトの営農の現状を把握するために、ベースライン調査を行った。調査は 100 世帯をランダムにサンプリングしてインタビュー形式で実施した。ベースラインデータは、今後、事後評価等に利用することになる。

2-2-3 灌漑・営農状況

(1) 灌漑状況

1) PC23 灌漑地区の水源地河川と取水システム

PC23 灌漑地区はサハベ川、サハミライ川及び 4 小河川を水源としている。水源河川の上流域では、灌漑用水を自然取水または農民自らが建設した簡易な取水施設により取水している。上流域での灌漑利用後、河川水はサハベ頭首工、サハミライ頭首工及び北集水路に設置された小規模取水工によって取水され P5 灌漑地域と P1 灌漑地域に供給される。PC23 灌漑地区の取水システムを右図に示す。



出典：JICA開発調査報告書(2008年1月)及びアロチヤ湖南西部地域流域管理・灌漑事業に係る案件形成促進調査 (SAPROF) (2009年3月) 等に基づいて調査団が作成。灌漑面積は幹線用水路掛り面積を基に微調整された値。

図 2-2-2 PC23 灌漑地区の水源地河川と取水システム

2) P1 及び P5 灌漑地域の灌漑システムの現況

① 用水系統

P1 及び P5 灌漑地域の灌漑用水系統は、頭首工での取水後は、幹線用水路→2 次用水路→3 次用水路→末端用水路と系統化された圃区への供給システムが基本となっているが、用水路と圃区内の灌漑圃場の位置や標高との関係から、幹線用水路から直接 3 次用水路または末端用水路に分水している系統も見られる。3 次用水路や末端用水路は、圃場間の微地形変化にあわせて複雑に配置されている。

P1 幹線用水路掛りでは圃区形状が統一されておらず、一つの圃区に複数の 2 次/3 次用水路から灌漑している系統もあり、3 次用水路毎の灌漑掛りの境界を明確にすることは難しい。P5 幹線用水路掛りでは、SCAA の圃場を含む上流部では幹線用水路→3 次用水路の系統が見られるが、中・下流部は 2 次→3 次用水路の系統化された圃区単位の用水系統となっている。また、圃区の形状も統一されている。いずれの幹線用水路掛りでも、圃区内における水路の密度は低く田越し灌漑が

一般的である。

両灌漑地域の間では灌漑水の配水調整が行なわれており、P5 灌漑地域の灌漑面積は 4,570→4,520ha、P1 灌漑地域の灌漑面積は 5,300→5,350ha となっている。

表 2-2-6 灌漑水掛りによる灌漑面積の調整

灌漑地域	幹線水路	当初想定されていた灌漑対象面積 (ha)	水掛りによる灌漑面積の調整		調整後の灌漑面積 (ha)
			P1 水路から P5 灌漑圃区 (①) に配水している面積 (ha)	P5 水路から P1 灌漑圃区 (⑧) に配水している面積 (ha)	
P5 灌漑地域	P5 水路	4,570	-85	+35	4,520
P1 灌漑地域	P1 水路	5,300	+85	-35	5,350
		9,870			9,870

出典；アロチャ湖南西地域灌漑施設改修計画基本設計調査報告書（2009 年 3 月）及びアロチャ湖南西部地域流域管理・灌漑事業に係る案件形成促進調査（SAPROF）（2009 年 3 月）。圃区番号は図 2-2-3 参照。

各幹線水路掛りの圃区を図 2-2-3 に示す。

② 灌漑用水の配水状況

P1 及び P5 灌漑地域では、用排分離を基本としているが、水路施設の老朽化や維持管理の不備により用排分離が機能していない。灌漑水の供給が不安定な地域では、2 次用水路の人為的な開削が行なわれている水路がある。それらの地域では用水システムが寸断され、分水工ゲートの機能不全と相まって水路の末端まで灌漑用水が供給できない状況にある。ここでは、用水路や分水工などの水路施設は使われなまま破損・放置されている。灌漑用水が到達しない地域では、上流の隣接圃区からの排水を灌漑用水として再利用している地域もある。

灌漑用水が到達しない地域や排水再利用ができない地域の低位部は天水田、中位部は乾田直播、高位部は放牧地として土地利用されている。灌漑用水が到達しない地域では、本事業で計画する 2 次用水路までの改修に加えて、3 次用水路から末端用水路までの用水システムを一体的に改修することが必要である。

③ 排水不良及び冠水地域

アロチャ湖の高水位時の背水影響によって、圃区からの排水が集中する排水路（D2 排水路）の排水機能が低下するため、輪中堤防がない P1 灌漑地域の 28～31 圃区及び P5 灌漑地域の 12 圃区、23 圃区の下流部では、アロチャ湖の水位上昇時に冠水することがある。そのため、特に P1 灌漑地域では 28～31 圃区の中・下流部は冠水地域として、灌漑可能対象地域の選定の際に除外されている¹。原設計でも 28～31 圃区への 2 次用水路の建設は計画されておらず、現地調査においても用水路が建設されていない。一方で、31 圃区に隣接する D3 排水路に小規模な取水施設が設置されて、排水再利用によるこれらの圃区への灌漑用水の供給が試みられている。これらの圃区の一部では稲作が行なわれており、天水田も確認される。

¹ JICA 開発調査報告書（2008 年 1 月）、アロチャ湖南西部地域流域管理・灌漑事業に係る案件形成促進調査（SAPROF）（2009 年 3 月）

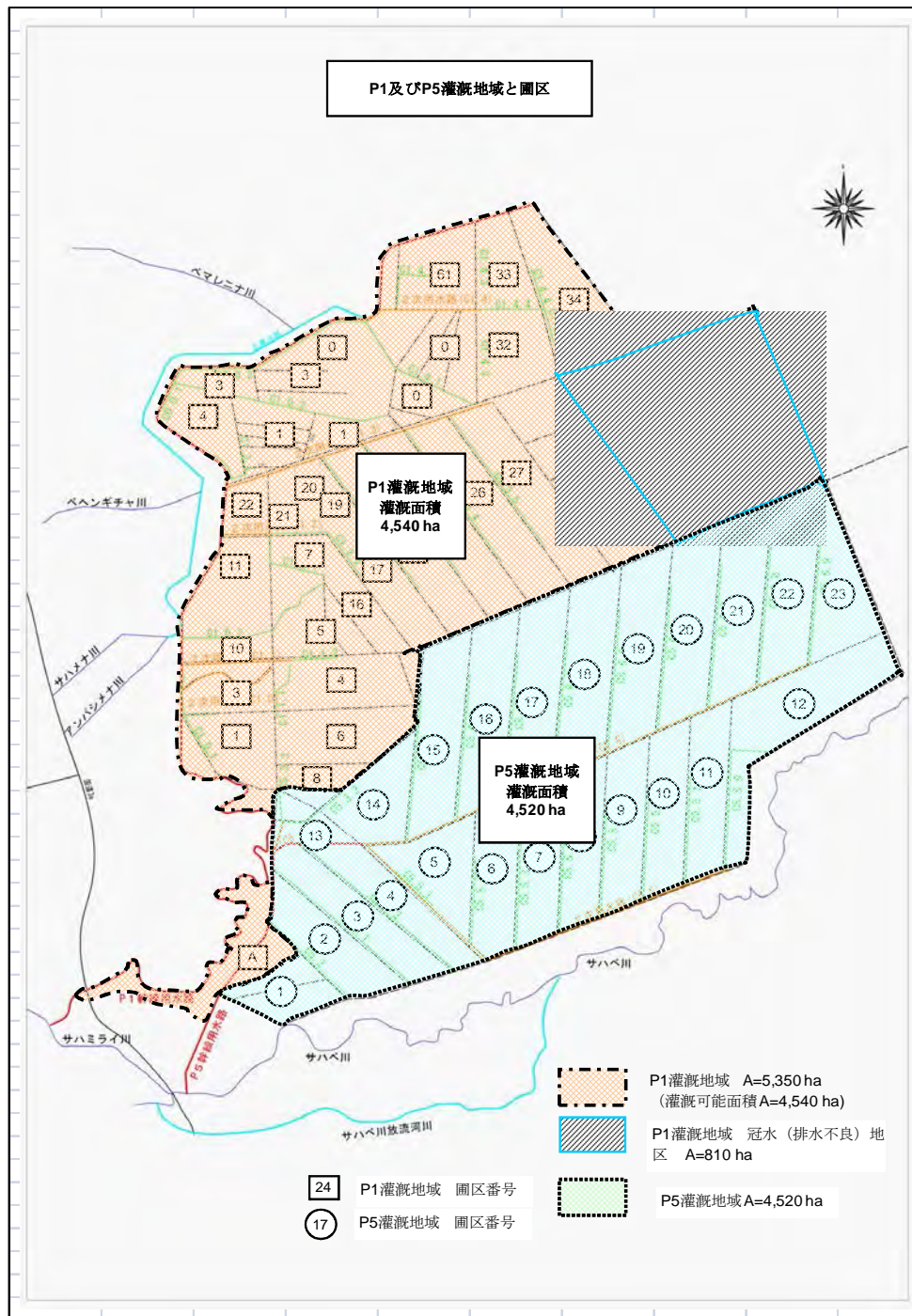


図 2-2-3 P1 及び P5 灌漑地域と圃区

これらの地域で稲作を継続するためには、用水路整備の他に冠水対策が必要となる。冠水対策としては、P5 灌漑地域に見られるような輪中堤防の建設やポンプ排水が考えられるが、その実現のためには本事業と別の長期にわたる調査・計画・設計の取り組みが必要となる。

3) P1 及び P5 灌漑地域のインフラ整備に向けた課題

本事業の目標「灌漑用水の安定供給」に向けた施設面からの課題を整理すると以下の通りである。

① 水路内への土砂流入と流入した土砂の水路内への堆積

サハベ川、サハミライ川及びアンパシメナ川などの河川流域から産出された土砂が水路内に流

入/堆積し通水が疎外されている。通水能力の回復のためには、ラバカ対策等によって産出土砂の流出を抑えることが最も重要であるが、このためには土本的な対策を含めた広域な流域管理事業が必要で、無償資金協力事業の枠を超えた長期間の取り組みが求められる。短期的な取り組みとしては、産出土砂の流出を前提に、水路内への土砂流入を可能な限り制御する取水工や流入した土砂を沈降する沈砂池を計画して水路内への流入・堆積を抑えることが必要となる。

② 水路の通水能力の不足

全ての用水路は土水路で、法面や水路堤防の崩壊が起り易い。水路内への土砂の堆積、水草の繁茂と相まって、原設計の通水能力の維持が困難な区間が多い。

③ 水位調整機能の不備

幹線用水路には水位調整ゲートが設置されているが、いずれも部材の欠損があり水位の自動調節機能が損なわれており、適切な水供給が行えない。

④ 分水機能の不備

用水路からの分水制御のために、制水ゲートとディストリビュータが設置されているが、いずれも部材の欠損があつて、分水機能が損なわれている。

⑤ 不適切な水管理

上記のような施設の荒廃と相まって不適切な水管理が行われている。上流部や幹線用水路に隣接した圃場で優先取水があり、地域全体では公平かつ効率的な水供給が行われていない。適切な水配分を実現するためには、施設改修と合わせて水利組合による施設の操作・運用技術（例えば、分水工ゲートや水位調整ゲートの開閉、用排水路の定期的な維持管理等）の習得と実行が不可欠である。

⑥ 農道網の不備

道路網は、国道 3a 号線から侵入して灌漑地域を東西に走る基幹農道（R1）、幹線用水路の点検・維持管理のための管理道路（RM）、2次用水路/排水路沿いの支線農道（R2）、3次用水路沿いの支線道路（R3）で構成されており、これらが圃区を循環し農作業が出来るように配置されている。いずれの道路でも著しい陥没区間や不陸区間がある。道路としての機能回復が必要である。

(2) 営農状況

PC23地区の水田では、主に感光性晩生品種（MK34やTsemakaなど、170～180日）を雨期に栽培する一期作が行われているが、一部の水路沿いや利水条件の良い農地では栽培期間のより短い感光性中生品種（X265など、120～130日）作が、斜面や台地ではインゲンマメ、キャッサバ等の畑作が行われている。

ベースライン調査によると、PC23地区における2014年の雨期水稲（2013年11月～2014年5月）の平均単収はP1灌漑地域（PC23北地区）が2.96t/ha、P5灌漑地域（PC23南地区）が2.97t/haであり、ほとんど違いはなかった。

一方で、PAPRizが協力し、DRDAが2013年に実施した収量調査の結果を次図に示す。本調査はPC23南地区（ツアラボイ水利組合連合管轄地域）において実施され、収量と同時に、栽培品種についても調査を行ったものである。



出典:DRDA、PAPRizからの聞き取り調査結果、2015

図 2-2-4 PC23 南地区各圃区における収量調査結果

この調査結果によると、PC23南地区では、上流側と下流側の収量に大きな開きがあることが分かる。この一因として、感光性晩生品種（170～180日）のMK34及びTsemakaが主に作付けられていることが考えられる。感光性品種は、その特性から4月上旬に出穂し5月上旬から収穫を行うもので、11月上旬に苗代播種が行われ、その後、雨期到来を待って代掻き及び本田移植あるいは直播が実施される。しかし、非効率な配水と近年の顕著な気候変動により、これら作業が12月～1月にずれ込むことが多くなっており、その結果、徒長苗移植による分蘖不足・栄養成長期間不足が生じ、収量の低下につながっている。収量を安定的増加するためには、灌漑用水の効率的な配水により、適切な時期に本田移植あるいは直播を実施できる環境を整える必要がある。

同地域ではPAPRizを通して、優良種子の普及、条植えなど効率的な栽培方法の導入、小型農業機械（手押し除草機、播種機、脱穀機等）の導入促進などの活動を行い、収量及び農作業効率の向上を図ることとしたが、DRDAの予算、人員等の制約から十分な活動は実施されていない。DRDAは専用のラジオ番組を通じ、農業機械の紹介、新品種の紹介、農法の紹介等を行っているものの、農民には有効な情報として十分に届いていない。また、DRDA傘下にあるCSA (Centre de Services Agricoles) は、農民の需要に基づき農業技術研修を企画・実施しているが、研修は外部のNGO等に委託することが多い。毎年600件程度の研修の要請がCSAに寄せられており、種子・品種の選び方、施肥技術、土壌改良技術、防除技術、養鶏等に関する研修の需要は高い。しかし、外部NGOなど、研修を実施する適切な機関が見つからない場合も多い。PC23地区では灌漑施設の維持管理に関する研修、種子及び肥料等の農業資材に関する研修の需要が高い。

2-2-4 水利組合の現状

PC23地区の灌漑排水施設の維持管理は、マダガスカルの「灌漑農業の管理・保守・秩序の維持を定める成文」（1990年制定、2014年改正）に従い、DRDA事務所管理の下、ツアラボイ（南地区、P5

幹線用水路掛り) 及びフィボラナ (北地区、P1幹線用水路掛り) の両水利組合連合に委ねられている。また、PC23地区周辺には両水利組合連合以外に3つの水利組合連合 (サハベミライ、サハミライ、エザカ) が存在しており、それらが共同で2つの水利組合大連合 (コミッティ) を2014年に結成している。水利組合連合を中心としたこれらの組織について、下表に整理した。PC23地区の北に位置するフィボラナ水利組合連合は北大連合に、南に位置するツアラボイ水利組合連合は北大連合と南大連合の双方に加盟している。

表 2-2-7 水利組合大連合の構成

水利組合大連合	構成水利組合連合	活動	
PC23 北水利組合大連合	フィボラナ	未定	連絡会議を月 1 回開催
	エザカ		
PC23 南水利組合大連合	ツアラボイ	サハベ川放流工の管理に係る協議	
	サハミライ		
	サハベミライ		

出典:DRDA、調査団調べ (各水利組合連合からの聞き取り調査)

施設維持管理に係るDRDA、水利組合大連合、水利組合連合、水利組合との業務分担は以下の通りである。

表 2-2-8 灌漑施設維持管理・水管理の業務分担

施設	運営維持管理責任者
洪水防御堤	水利組合連合
放流工*1	DRDA、水利組合連合、水利組合大連合*3
頭首工*1	DRDA、水利組合連合
幹線用水路	水利組合連合
幹線排水路	水利組合連合
幹線管理用道路	水利組合連合
2次用・排水路、管理用道路*2	水利組合連合、水利組合
3次用・排水路、圃場内道路	水利組合

*1: DRDA が管理責任者だが、水利組合大連合、水利組合連合に運営・維持管理を委託。

*2: 規模により責任者は異なる (大規模なものは水利組合連合、小規模なものは水利組合)。

*3: 水利組合大連合の定款が未整備であり、明文化されていない。

出典:DRDA、調査団調べ (各水利組合連合への聞き取り調査より)

ツアラボイ水利組合連合は2006年に設立 (政府登録) され、およそ10年の活動経験がある。また、PAPRIzによるプロジェクトを通じて施設維持管理活動の実施やPC15地区 (AFDの支援により整備された灌漑地域。水利施設が良好に維持管理されている) の視察を経験しており、水利組合連合の役割やあり方について一定の理解がある。一方、フィボラナ水利組合連合は2001年に設立されたが、2012年の水利組合連合役員の変更まで実質的な活動は無く、経験が浅い。

各水利組合連合の組織構成及び上記成文に定められた組織構成を以下の表に示す。

表 2-2-9 水利組合連合及び水利組合の組織構成

	ツアラボイ	フィボラナ	成文
会長	1人	1人	1人
副会長	2人	2人	2人
会計係	2人	2人	2人
出納係	0人	1人	1人
アドバイザー	20人 (所属水利組合の会長)	6人 (所属水利組合数と不一致)	(所属水利組合の会長)

出典: DRDA、調査団調べ (各水利組合連合への聞き取り調査より)

それぞれの水利組合連合の現状と課題を整理すると以表のとおりである。

表 2-2-10 水利組合連合の現状と課題

項目	ツアラボイ	フィボラナ
資金力	2014年 徴収額:170トン* 徴収率:56% (規定水利費: 粳米 100kg/ha) 現役員が2期目であり、業務を習熟していることに加え、PAPRizへの参加を経て、水利費徴収率は改善傾向にある。 各水利組合で収集した水利費の配分は10%が水利費徴収人手当、4%が水利組合役員給与、35%が水利組合予算、50%が水利組合連合予算、1%が水利組合連合役員給与に充てられる。	2014年 徴収額:42トン* 徴収率:およそ25% (規定水利費: 粳米 50kg/ha) 水利組合連合とは別に水利組合が水利費を徴収しているため、水利費は規定額(100kg/ha)より少なく設定している。徴収率は改善傾向にあり、2015年は40%を計画している。
施設維持管理能力	水利組合連合予算を用いて、P1及びP5幹線用水路の浚渫を民間業者に発注するなど、施設維持活動の実績がある。ただし、水利組合連合として日常的な維持管理活動は実施していない。	民間業者や農民を動員した維持管理活動を行っているものの、実績は乏しく、フィボラナ水利組合連合が担当すべきP1幹線用水路の浚渫も、ツアラボイ水利組合連合が主体的に実施している。
水管理能力	頭首工管理者兼 Water Police 監督(1名)を頂点に、2次用水路以下を各水利組合の Water Police(各組合1名、計20名)が管理している。ただし、現状では取水ゲート等の施設の多くが機能していないため、利水に関する管理は十分に行われておらず、管理に係るルールやマニュアル等も整備されていない。サハベ洪水放流工管理者を1名雇用している。放流工管理規則はコミッティが策定することとされているが、未だ定められていない。	6名の Water Police が2次用水路以下を管理しているものの、幹線用水路を管理する者がいないため、適切な配水は行われていない。フィボラナ管轄地域(P1幹線用水路掛り)を南北に二分し、主任管理者を置き、それぞれの地域の Water Police を監督する計画がある。
組織運営能力	以下の3会議が定期開催されている。 (i) 水利組合との協議(4~5月) 水利組合が3~4月に会議を開催し、事業計画、予算計画について協議を行う。また、水利組合連合の当年の事業計画について説明する。 (ii) 総会(年1回、5月) 水利組合及び水利組合連合の当年の事業計画について、農民の代表に説明する。100人程度を招待するものの、農民側の関心は低い。 (iii) 月例会議(5~2月、毎月第2木曜日) 水利組合代表者と水利組合連合で、お互いの活動状況等を報告・協議する。	以下の3会議が定期開催されている。 (i) 総会(年2回) 水利組合の会計報告及び事業報告、水利組合から水利組合連合への陳情などが行われる。各組合から9名が参加し、100~120人規模で開催される。 (ii) スタッフ会議(4回/年) 水利組合連合役員による連絡会議である。 (iii) 役員会議(1回/2か月) 会長、副会長、秘書、会計担当者が参加する。
関係者との調整能力	傘下の水利組合と水利費配分について定めている。P5幹線用水路の上流側に位置する民間法人SCAA(旧CMS)と水利組合連合の間に水管理に関する取り決めを交わしていない。 南・北水利組合大連合に加盟しており、それぞれで主導的な立場にあり、他の水利組合連合の模範となる役割を果たしている。	水利組合と水利費についての取り決めを結んでいない。また、水利組合の水利費については管理していない。

*: 2014年の粳米販売価格は600~700MGA/kgであった(ベースライン調査より)。

出典: DRDA、調査団調べ(各水利組合連合への聞き取り調査より)

両水利組合連合とも水利費を計画どおりに徴収できていないと認識している。水利組合連合が行うべき施設の維持管理活動については、ツアラボイ水利組合連合は、民間工事業者に施設改修工事を発注した実績や、PAPRizの事業経験もあることから、水利費等からの予算が確保できれば、一定の維持管理は実行できると考えており、そのためにも、水利費徴収率の向上が最も重要な課題である、としている。一方、フィボラナ水利組合連合は、ツアラボイ水利組合連合のような実績、経験

ともに乏しいため、予算の確保のみで施設維持管理作業を行うことは難しいと考えられる。

また、両水利組合連合とも水利費不払いに対する罰則規定を設けているが、組合員は以下の理由から、支払いに応じないことが多い。

- (i) 農地まで用水が来ないため、水利組合（連合）に水利費を納める必要性を感じない。
- (ii) 利水条件の良い上流側では、水利組合（連合）による施設運営・維持管理活動に関わらず用水を得られるため、水利費を納める必要性を感じない。

すなわち、水利費徴収率の向上のためには、i) 下流の農池まで用水を供給することができる灌漑システムの整備、ii) 不払い農民に対して、配水を制御するシステムの構築、が必要である。

加えて、インタビュー調査において、施設の日常的な維持管理や補修の知識・スキルを持った技術者（テクニシャン）を各水利組合連合の内部に育てたいとの要望が、両水利組合連合から挙げられた。維持管理活動の実績があるツアラボイ水利組合連合においても、簡単な施設補修でさえも内部で行うことは容易ではなく、大規模な改修作業の際に、民間工業者にまとめて発注している実情がある。日常的な施設維持管理の不備が、灌漑用水の安定的供給を阻害する要因の一つとなっている。DRDAは、維持管理に係る知識・技術の普及活動を適切に実施しておらず、PC23地区を含むアンパラファラボラ市にCIRDR（県農村開発担当者）を1名、技術者を2名派遣しているのみである。ツアラボイ水利組合連合は、同地域の農民4名を普及員として任命して普及活動を行っているが、基礎的な知識・技術の不足により効果は限定的である。

インタビュー調査及び会計報告書から伺える年間の施設維持管理支出費は、比較的良好な組織運営状態にあるツアラボイを例にみると、最近3ヶ年では年間およそ8千万アリアリである。

表 2-2-11 ツアラボイ水利組合連合における 2012 年～2014 年の支出状況

(単位：百万アリアリ)

項目	2012 年	2013 年	2014 年
施設維持管理費	73.2	86.3	78.1
うち 水路関連費用	47.4	72.6	47.7
ゲート関連費用	7.7	9.4	21.9
一般経費（人件費・交通費等）	37.1	46.6	98.8
計	110.3	132.9	176.9

出典：ツアラボイ水利組合連合 年次会計報告資料より

なお、水利組合連合には水利費以外にも銀行収入等があるため、支出総額は、徴収された粃米販売総額（2014年はおおよそ110百万アリアリ）よりも支出総額が大きくなっている。

「水路関連費用」には、水路清掃や堤防改修等維持管理費用が含まれており、継続的に必要な費用である。一方、「ゲート関連費用」は、ゲート設置（新設）に係る費用が大部分を占めているため、本事業によりゲートが設置されれば、概ね不要となるが、その一方で、ゲートの維持管理費用は増加する見込みである。また、PC23地区では外部の工業者に水路浚渫を依頼することもあるため、維持管理作業については、組合員（受益農民）と工業者による作業を区分して維持管理予算を計画する必要がある。

2-2-5 流域管理の現状

(1) 流域管理地方行政組織

アロチャ・マングル地区の地方環境・生態学・森林局（DREEF）が、PC23地区上流域の森林、灌木地、草地等、環境関係を管轄している（同地区のDREEFは全国に22カ所ある地方環境・生態学・森林省の1地方局である）。

アンバトンドラザッカにあるDREEFの出先機関として、アンバトンドラザッカ、アンパラファラボラ、ムラマンガ、アンディラメナ、アノシベアナラの5管理署（CEEFF）及びデディに一つの森林担当区がある。DREEFの職員数は総勢68人で、そのうち39人がエンジニア、29人が事務職員である。DREEF本局には28人、地方管理署には40人が配置されている。

DREEFの主な業務は、天然林の保護と人工林管理で、天然林の違法伐採を監視すると共に、人工林の伐採、運搬にかかる許認可業務、植林にかかる技術指導を行っている。また、現在、PRODAIREのC/P機関としてラバカ対策を含む流域からの土砂流出防止活動を行なっている。下図にアロチャ・マングロ地区DREEFの組織図を示す。



出典：DREEF(2015年)

図 2-2-5 アロチャ・マングロ地区地方環境・生態学・森林局（DREEF）の組織図

(2) 森林区分と森林の被覆状況

アロチャ・マングル地方水森林局（CHREEF）によれば、PC23地区上流域の現況土地利用および植生区分については、2003-08年に実施された「アロチャ湖南西部地域流域管理及び農村開発計画調査」以降に調査されたものはない。その時の衛星画像解析結果によると、植生状況は、下表のように森林（天然林・人工林）、草地・灌木地、河畔植生等に区分される。

表 2-2-12 PC23 地区上流域各流域界の森林およびその他の植生面積（2008 年）

流域	流域面積 (ha)	天然林 (ha)	人工林		森林 合計 (ha)	草地・ 灌木 (ha)	河畔植生 (ha)	森林 被覆率 (%)
			マツ (ha)	ユーカリ (ha)				
ベヘンギチャ	2,648	0	0	351	351	1,689	391	13.3
アサメナ	12,433	122	0	378	500	9,886	1,732	4.0
アンパシメナ	2,912	0	0	353	353	1,735	428	12.1
サハミライ	20,596	1,076	157	441	1,674	15,925	1,608	8.1
サハベ / 本流	49,076	3,544	4,255	1,254	9,052	25,471	5,012	18.4
サハベ / アンボンドラ	5,834	0	822	304	1,126	2,708	895	19.3
サハベ / ラマインティ	9,739	511	893	328	1,732	6,524	786	17.8
サハベ / アントラマインティ	8,654	2	1,614	327	1,943	5,221	983	22.5
サハベ / マボラバ	24,414	7	1,684	2,584	4,275	13,863	4,028	17.5
流域計	136,306	5,261	9,425	6,320	21,006	83,022	16,177	15.4

出典：JICA 開発調査最終報告書（2008 年 1 月）

森林は、天然林と人工林（マツ林およびユーカリ林）に区分され、面積は計約21,000haで総流域面積の15.4%を占めるに過ぎない。森林被覆率の低い流域は、アサメナ川流域4.0% サハミライ川流域8.1%である。天然林は、植民地時代の大規模伐採とその後の住民の無秩序な伐採、商業目的の違法伐採及び森林火災によって荒廃化が進んできたが、現在は天然林の管理が厳格化されて、面積の減少も落ち着いた様相となっている。人工林については、世銀のPE1～3プログラム及びJICAのPRODAIREなどによる住民参加型の植林活動によって面積が拡大している。

草地・灌木地面積83,022haは流域全体の凡そ60%を占めているが、多くの流域では、野火と乾期の強度の蒸発によって植生が退化し、現地名で「BOZAKA（ボザカ）」²と呼ばれる茅（*Aristida* sp.）のみが生育する貧弱な植被の荒廃地となっている。このような植被地では降雨による土壌浸食が起こり易く、多くのラバカの発生が見られる。

河畔植生は、河川沿いに灌木・草木類が繁茂している箇所、流域全体の凡そ12%を占めている。

(3) 土砂の流出

1) ラバカの発生メカニズム

ラバカはマダガスカルにおいて最も特徴的な浸食形態で、条件さえ揃えば斜面のどの位置からでも発生する。

i) ラバカの発生要因

ラバカは、以下に述べる内的及び外的作用が相互に働くことによって発生する。

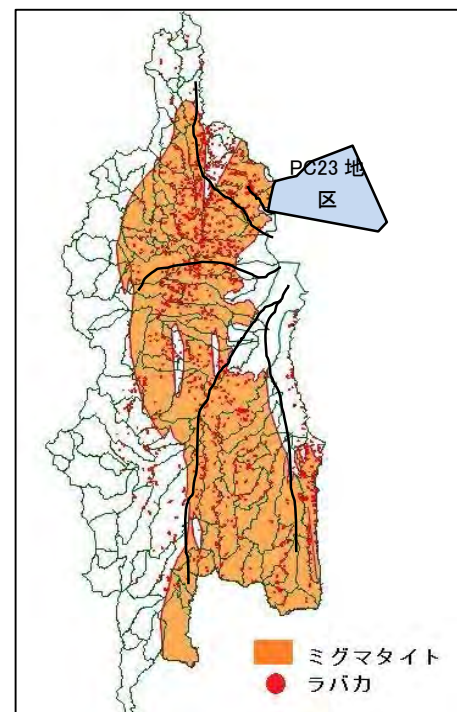


図 2-2-6 ラバカとミグマタイトの分布

²; 開発調査時の植生タイプ別土壌流亡にかかる実証調査の結果、同じ BOZAKA でも繁茂の度合いによっては、土壌流亡の抑止効果に違いがあり、BOZAKA が土壌流亡抑止に一定の役割を果たしている、ことが明らかになっている。

内的作用

- 地質; ラバカは、基岩が地中の熱や圧力の影響による内的破碎作用を受けた地層や基岩が風化した場所に発生する。マダガスカルの中高地は、花崗岩、花崗閃緑岩、花崗岩とミグマタイトの混成岩、片麻岩等が基岩を成しているが、これらが長期間に渡って内的破碎作用を受けた結果、破碎作用の進んだ層や風化層がかなりの層厚で地表面に存在している。花崗岩や花崗閃緑岩等が内的破碎や風化によって二次鉱物に再生成されると、カオリナイトに代表される1:1型鉱物が生成される。これは親水性が高く、膨潤性に欠けるため浸食抵抗が弱い。このような鉱物層が崩壊発生時の滑り面となって、ラバカが発生する。ラバカは、ミグマタイトの分布域で多く発生している（図 2-2-6 参照）。
- 地形; 斜面形状や斜面長、傾斜度は浸食を加減する要因である。斜面形は下図に示すように基本的に、凸型斜面、平衡斜面、凹型斜面の3つの形に分類することができる。このうちラバカは、主に

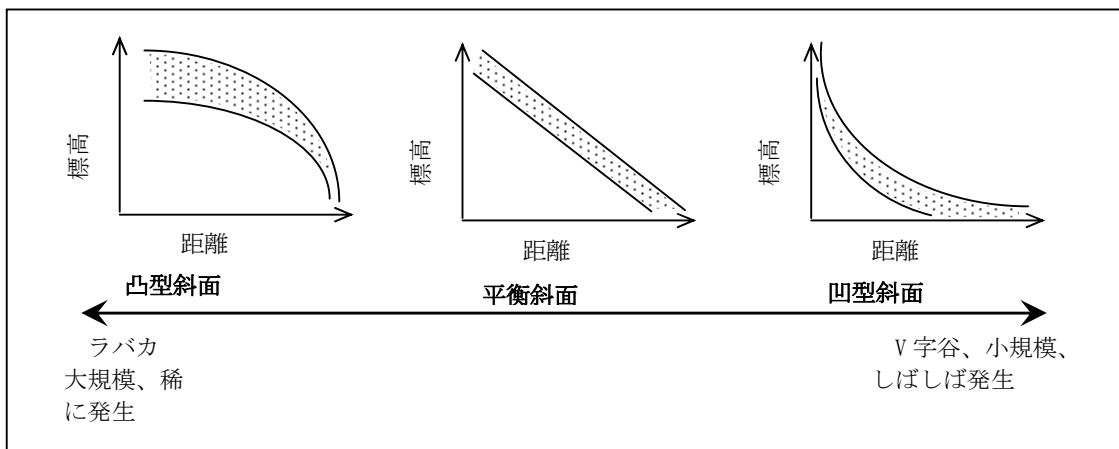
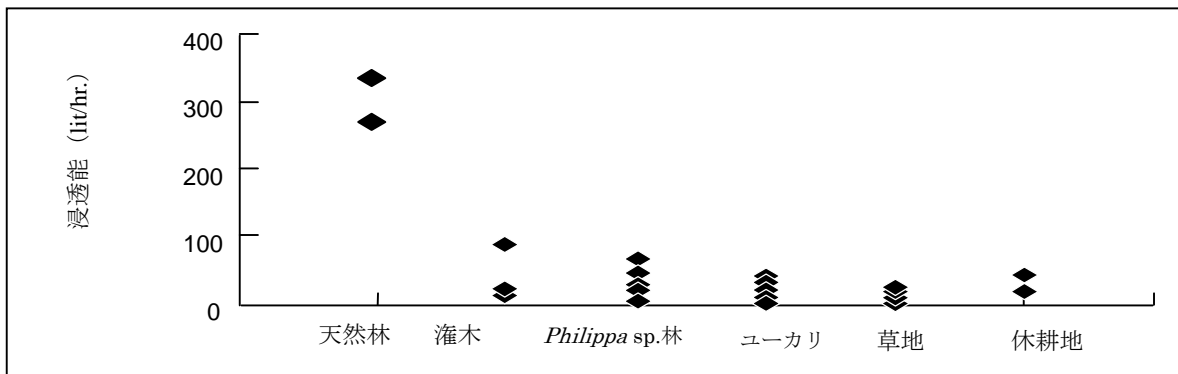


図 2-2-7 ラバカと斜面形状

凸型斜面に多くみられる。凸型斜面の上部には地質の項で述べた内部破碎や風化を受けた層が厚く堆積しており、大規模崩壊が発生しやすい。アロチャ湖の西側に位置する丘陵地には凸型斜面が多く存在しており、この地形形状がラバカを誘発していると推測される。

- 植生; 植生は、降雨による雨滴の衝撃や表面流出から地表面を守る機能がある。植生の有無は地表面の浸透能の差異にも現れ、天然林の浸透能は大きく草地の浸透能は低い（図 2-2-8 参照）。表面流出は、浸透能が低い植生地で発生しやすい。



出典：JICA 開発調査報告書（2003年11月）

図 2-2-8 植生と浸透能

外的作用（自然条件及び社会経済条件）

- ・ 降雨；降雨の雨滴衝撃の大きさは降雨強度に比例する。また、降雨量が増えれば浸食危険度も増大する。サイクロンの襲来する本地域は、降雨強度と降雨量が大きくラバカ発生の主たる外的要因となる。雨滴の衝撃を吸収する植被は浸食防止に対して効果的である。
- ・ 道路；傾斜面に建設される道路（歩行路）はガリーが発生する外的要因となる。道路に沿った集水が地表面浸食を加速しラバカ発生的一端となる。
- ・ 放牧、野焼き（野火）；放牧牛の移動時に形成された牛道は、表層土壌の浸食を誘発しラバカ発生に繋がる。また、野焼きによる植生の退化は、ラバカ発生の要因となる地表面の土砂流亡を促す。

ii) ラバカの形態区分

ラバカは、その動的な区分から下記の3形態に区分される。

活動型：ラバカ内部の崩落部が安定せず、内部からの土砂生産、流出が盛んに行われているタイプ

中間型：ラバカ内部に崩落が見られるものの、一部に植生の被覆が見られ、ラバカからの土砂生産、流出が少なくなり安定方向に向かっているタイプ

安定型：ラバカ内部に植生が繁茂し、崩落部が安定して土砂生産、流出がほとんど見られないタイプ

これらの内、活動型と中間型ラバカで土砂流出が観察される。



活動型のラバカ(1)



活動型のラバカ(2)



中間型のラバカ



安定型のラバカ

図 2-2-9 ラバカの形態区分

2) ラバカ及び斜面からの土砂流出

i) ラバカからの土砂流出

開発調査「アロチャ湖南西部地域流域管理及び農村開発計画調査」(2003-08年)では、活動型、中間型、安定型の各ラバカにおいて土砂流出を調査するためのプロットを設定し、降雨量と流出土砂量の関係を実証調査した(図 2-2-10 参照)。この結果に基づくと、ラバカからの土砂流出特性は以下のようにまとめられる

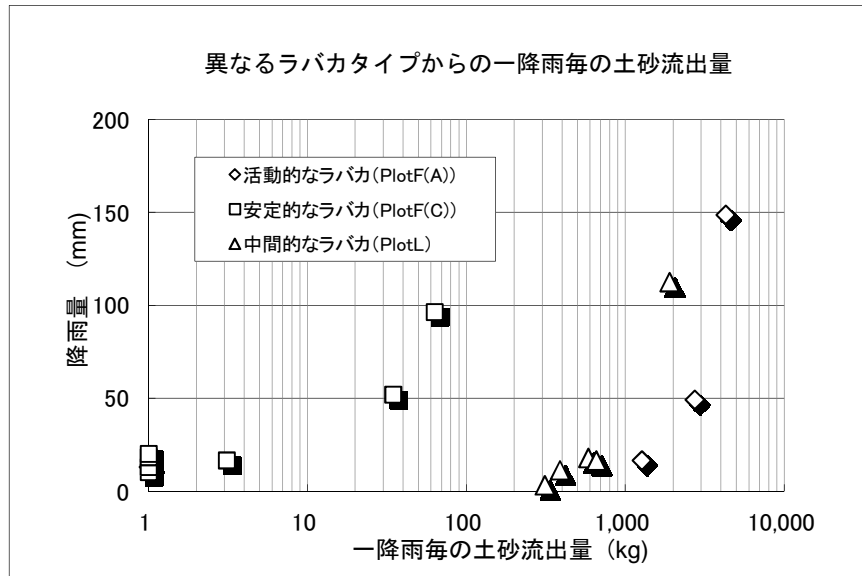


図 2-2-10 降雨と各ラバカタイプからの土砂流出の関係

- ① 降雨量が増すとラバカからの土砂流出も増加する傾向にある。
- ② 土砂流出量の差異は、ラバカ内部の植生程度とラバカの斜面傾斜に起因する。内部に植生の無いラバカは活動型ラバカ、植生のあるラバカは安定型ラバカとみなすことができる。
- ③ 活動型ラバカと安定型ラバカでは土砂流出量 (kg) の幅に大きな差があり、その幅は、安定型ラバカでは 0-100kg、活動型ラバカでは、1,000-10,000kg にまで増加する。
- ④ ラバカからの土砂流出は、降雨量よりも降雨強度によって発生が決まる。

前述の開発調査では、上述の実証調査の結果とリモートセンシングデータより得られたラバカの箇所数に基づいて、河川流域毎にラバカからの年間土砂流出量を推定している(表 2-2-13 及び表 2-2-14 参照)。

表 2-2-13 PC23 地区の上流域に分布するラバカの数と 100ha あたりの発生数 (2008 年)

河川名	支流名	流域面積 (ha)	発生箇所の概数	100 ha 当り発生箇所
ベヘンギチャ		2,648	68	2.6
アサメナ		12,433	197	1.6
アンパシメナ		2,912	56	1.9
サハミライ		20,596	209	1.0
サハベ	サハベ (本流)	49,066	276	0.6
	アンポンドラ	5,834	71	1.2
	ラノマインティ	9,739	37	0.4
	アトドラマイティ	8,664	106	1.2
	マボラバ	24,414	310	1.3
合計		136,306	1,330	1.0

出典：JICA 開発調査報告書 (2008 年)

表 2-2-14 PC23 地区上流域のラバカからの年間土砂流出量

流域名	降水量 (mm)	ラバカ 1カ所当たり 流出量 (トン/年)			ラバカの数				土壌流出総量				
		活動 型	中間 型	安定 型	総数	活動型	中間 型	安定 型	活動型	中間型	安定 型	計	
ベヘンギチャ	1,284.70	34.81	18.23	1.00	27.2	27.2	20.4	20.4	946.8	371.9	20.4	1,339.1	
アサメナ	1,501.90	40.61	21.26	1.17	78.8	78.8	59.1	59.1	3,200.1	1,256.5	69.1	4,525.7	
アンパシメナ	1,243.70	33.72	17.66	0.97	22.4	22.4	16.8	16.8	755.3	296.7	16.3	1,068.3	
サハミライ	1,556.60	42.07	22.02	1.21	83.6	83.6	62.7	62.7	3,517.1	1,380.7	75.9	4,973.6	
サ ハ ベ	本流	1,456.40	39.39	20.63	1.13	110.4	110.4	82.8	82.8	4,348.7	1,708.2	93.6	6,150.4
	アンボンドラ	1,328.90	35.99	18.85	1.03	14.8	14.8	11.1	11.1	569.2	223.6	12.3	805.1
	ラノマインティ	1,421.40	38.46	20.14	1.11	42.4	42.4	31.8	31.8	1,509.0	592.8	32.4	2,134.2
	アドラノマインティ	1,313.60	35.59	18.64	1.02	28.4	28.4	21.3	21.3	1,022.1	401.5	21.9	1,445.6
	マボラバ	1,328.90	35.99	18.85	1.03	124.0	124.0	93.0	93.0	4,462.8	1,753.1	95.8	6,311.6
計					1,330.0	532.0	399.0	399.0	20,331.0	7,984.7	437.8	28,753.5	

出典：JICA 開発調査報告書（2008 年）

① 03 年 12～04 年 3 月の測定値によって求めた以下の土壌流出推定式（1カ所当）による算出。

活動型 $Y = 26.673 X + 547.35$ 、中間型 $Y = 13.933 X + 335.03$ 、

安定型 $Y = 0.7858 X - 11.21$ 、（X：年間降水量（mm） Y：土壌流出量（kg））

② タイプ別 ラバカ数は、活動型を 40%、中間型及び安定型を 30%とそれぞれ仮定して算出した。

③ タイプ別のラバカをすべて活動型と仮定した場合は、土壌流出総量は 50,828.1 トンと試算される。

ii) 斜面からの土砂流出

前述の開発調査では、ラバカからの土砂流出と同様に各植生タイプからの年間土砂流出量を流域単位で推定している（表 2-2-15 参照）。

表 2-2-15 PC23 地区上流域の植生タイプ別の年間土砂流出量（トン/年）

流域名	年降水量 (mm)	天然林	マツ林	ユーカリ林	灌木/草地	河畔植 生	水田	畑・草 地	湿地	水域	計	
ベヘンギチャ	1,284.7	0	0	2,802	20,195	1,524	0	353	0	0	24,874	
アサメナ	1,501.9	531	0	3,886	132,822	7,792	0	3,748	0	0	148,779	
アンパシメナ	1,243.7	0	0	2,728	18,532	1,594	0	3,406	0	0	26,260	
サハミライ	1,556.6	5,017	1,570	4,409	226,539	7,503	0	5,519	0	0	250,557	
サ ハ ベ	本流	1,456.4	15,775	38,353	12,734	362,663	21,345	0	38,421	0	0	489,291
	アンボンドラ	1,328.9	0	7,017	2,294	32,668	3,502	0	2,445	0	0	47,926
	ラノマインティ	1,421.4	2,231	8,157	2,947	79,108	3,278	0	6,214	0	0	101,935
	アドラノマインティ	1,313.6	0	13,517	3,430	56,355	3,946	0	4,810	0	0	82,058
	マボラバ	1,328.9	0	14,443	21,401	159,291	15,944	0	10,046	0	0	221,125
計		23,554	83,057	56,630	1,088,173	66,428	0	74,962	0	0	1,392,895	

出典：JICA 開発調査報告書（2008 年）

a) 植生別土壌流出量は、以下の式から算出した。ここで、X：年降雨量 Y：土壌流出量

天然林及び河畔植生： $Y = 0.015 X - 0.0338$ （グベリア試験値による算定式）

マツ及びユーカリ林： $Y = 0.0323X - 0.2926$ （ユーカリ試験値による算定式）

草地・灌木地： $Y = 0.0453 X + 0.061275$ （草地被覆度密及び疎の試験値の平均式）

上記式は 50 平方メートル（試験地）あたりの kg の値であるため、トン/ha に換算して算出している。

b) 流域別降雨量は、アロチャ地域における標高と降雨量の関係式から流域別に求めている。

iii) PC23 地区上流域からの土砂流出量の推定

上記に基づいて算定された PC23 地区上流域の土砂流出推定量を算定すると流域全体で年間 142 万トンの土砂が生産・流出されていることになる(表 2-2-16 参照)。流出時には、粒径の大きい粗砂、中砂は、河川の上流区間で堆積し全てが PC23 地区に流下することにはならないが、大きな洪水時には、堆積した土砂が流出し地区に被害をもたらすことになる。

表 2-2-16 PC23 地区上流域の年間土砂流出量の推定

流域	流域面積 (ha) ①	年間土砂流出量 (ton)			単位流出量 ②/① (ton/ha)
		ラバカ	傾斜面	合計②	
ベヘンギチャ	2,648	1,339	24,874	26,213	9.9
アサメナ	12,433	4,526	148,779	153,305	12.3
アンバシメナ	2,912	1,068	26,260	27,328	9.4
サハミライ	20,596	4,974	250,557	255,531	12.4
サハベ / 本流	49,066	6,150	489,291	495,441	10.1
サハベ / アンボンドラ	5,834	1,446	47,926	49,372	8.5
サハベ / ラマインティ	9,739	805	101,935	102,740	10.5
サハベ / アンド'ラマインティ	8,664	2,134	82,058	84,192	9.7
サハベ / マボラバ	24,414	6,312	221,125	227,437	9.3
流域全計	136,306	28,754	1,392,895	1,421,559	10.4

出典：JICA 開発調査最終報告書（2008 年）

iv) ラバカ対策実施による土砂流出量の変化予測

ラバカからの土砂流出量は、各流域のラバカのタイプを活動型 40%、中間型及び安定型を各々 30% とし年間 28,000 トンと推定している。今後ラバカ対策を実施することにより、活動型を中間型へ、更に安定型へと変化させ、ラバカからの土砂流出量を減少させることが可能となる。例えば、活動型 10%、中間型 40%、安定型 50% の割合になった場合には年間土砂流出量は凡そ 16,000 トンに、活動型 10%、中間型 0%、安定型 90% の割合になった場合には、凡そ 6,300 トンに減少することになる。

(4) ラバカ及び斜面からの土砂流出に係る対策と実施に向けた課題

1) DREEF 及び PRODAIRE の取り組み

アロチャ・マングロ地区 - 地方環境・生態学・森林局 (DREEF) は 2004 年～2011 年に世銀の PE1-3 プログラムの資金援助の下で PC23 地区上流域において植林活動を展開した(表 2-2-17 参照)。しかしながら、プログラム終了後は、独自の活動予算がないため、現在は植林に係る技術的なサポートのみを行っている。

表 2-2-17 アロチャ・マングロ地区 DREEF による植林実施面積 (2004 年～2011 年)

各管理署/年	2004-2005	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	合計 (ha)
Andilamena	0.0	120.0	24.8	3.0	5.0	12.0	164.8
Ambatondrazaka	39.0	164.0	201.9	3.0	5.0	0.0	412.9
Amparafaravola	19.5	368.0	652.8	14.3	5.0	0.0	1,059.6
Moramanga	0.0	0.0	0.0	614.3	1,087.0	13.0	1,714.3
Nosibe An'Ala	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計 (ha)	58.5	652.0	879.5	634.5	1,102.0	25.0	3,351.5

出典：DREEF

2011年から開始された PRODAIRE は、ラバカ対策と植林の活動を行なっている。ラバカ対策として、2012-2013年には、Andrebakely、Ampasikely、Morarano-Chrome の3地区で27カ所、2014-2015年には、Andilanotoby、Ranomainty、Morarano-Chrome の3地区で28カ所のラバカ対策を実施した。2014-2015年には、Ampasikely、Andrebakely、Morara-Chrome の3地区でラバカ対策を実施する予定にしている。具体的な活動は、住民参加型による編柵工の設置、ラバカ周囲への植林である。そこでは、地域住民に働きかけて彼らの所有する土地への植林を支援している（表 2-2-18 参照）。

表 2-2-18 PRODAIRE が支援して地域住民が実施した樹種別の植林面積

年	樹種	植林本数推計値 (本)	植林面積推計値 (ha)
2012/13	ユーカリロブスタ	479,696	239.85
	モリンガ	16,741	11.16
	グラベリア	20,486	8.19
	合計	516,923	259.2
2013/14	ユーカリロブスタ	529,541	264.77
	レモンユーカリ	35,858	17.93
	モリンガ	27,244	18.16
	グラベリア	35,354	14.14
	マツ	4,717	3.14
	合計	632,714	318.15

出典：マダガスカル国総合村落林業開発計画（PRODAIRE/TIFETIAM）中間インパクト調査報告書

2) JICA 開発調査実証調査におけるラバカ対策

「アロチャ湖南西部地域流域管理及び農村開発計画調査」では、実証調査においてラバカ対策を実施した。2カ所のラバカを選定し、そこでは、ラバカ内部からの土砂流出を抑止するための土留め工及び編柵工、ラバカ内部の安定化のための播種や挿し木、ラバカの拡大を抑えるためのラバカ周囲への植林を行なった。



開発調査時のラバカ対策。ラバカの出口に土壘積みの土留工を施工。この付近で放牧禁止の看板も設置した（2006年）



ラバカ内部の土留工。ラバカ内部に何段か施工し、土砂をせき止め、内部の勾配を安定させる。前面には張芝工を施工（2006年）

本調査で、上述の2ヶ所のうちアンパシメナ川上流のマナカンバインケリー地区のラバカを調査したところ、ラバカの周囲に植林したユーカリやグレベリアが成林し、拡大防止の役割を果たしていることが確認された。



JICA 開発調査のラバカ回復にかかる実証調査サイト。活動開始前の様子（2003年）



今回調査した JICA 開発調査のラバカ回復にかかる実証調査サイト。ラバカ周囲の植林が成林し、拡大防止に寄与している（2015年）

3) 今後の課題

「マダガスカル国総合村落林業開発計画、中間インパクト調査報告書（PRODAIRE/TIFETIAM）」のによれば、「PC23 地区上流域の住民は、これまで拡大するラバカを受容せざるを得なかった状況だったが、PRODAIRE の実施したラバカ対策研修によって、住民自らの力で自分たちの生活を脅かすラバカの拡大を防止できると認識するようになった。その結果、住民が PRODAIRE にラバカ対策研修を申請したり、外部支援を乞わず住民自らがラバカ対策を実践するなど、住民のラバカに対する積極的な関与が生まれた」と報告されている。このような状況にあることから、今後地域住民のラバカに対する自主的な活動が継続されれば、住民自らの生活に直接影響を及ぼすラバカについては、地域住民の自主的な活動によって安定化が図られていくと推察される。

その一方で、「集落から遠隔のラバカやステークホルダーの特定が困難なラバカは、PRODAIRE の対象になりにくい」という課題も報告されている。また、規模が大きく土砂生産が活発なラバカについては、上述のような住民主体の活動ではなかなか安定化が図りづらい、という課題もある。集落から遠隔に位置するラバカや大規模なラバカについては、その安定化のためには、長期的な視野の下で、有償資金協力等による規模の大きな土木的対策が必要である。

2-2-6 環境社会配慮

2-2-6-1 環境影響評価

2-2-6-1-1 環境社会影響を与える事業コンポーネント

本協力対象事業内容からは環境への大規模な負の影響は想定されない。しかし、望ましくない影響も一部で発生する可能性もあることから、本案件は「JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）」の категория B に分類されている。

本件において建設が予定されている主な構造物は下表 2-2-19 のとおりである。主要な構造物は P1 頭首工、P5 頭首工および北集水路の頭首工群、農道であるが、既設の構造物の撤去後に同じ位置に

新設するものや既存構造物の一部交換／増設であり、新たな土地取得や住民移転は発生しないと考えられる。幹線水路分水工、幹線水路水位調整ゲート、2次用水路分水工も同様に既存の構造物の撤去と新設である。

表 2-2-19 対象施設数量と改修計画

施設	単位	数量	改修計画
1. 洪水放流工	式	1	既設撤去後、新設
2. P5 灌漑地域 (PC23 南地区)			
2.1 P5 頭首工	式	1	既設撤去後、新設
2.2 P5 頭首工 取水工	式	1	新設
2.3 P5 頭首工 沈砂池	式	1	新設
2.4 幹線水路浚渫	m	6,235	浚渫
2.5 2次用水路浚渫	m	17,440	浚渫
2.6 幹線水路分水工	箇所	5	既設撤去後、新設
2.7 2次用水路分水工	箇所	17	既設撤去後、新設
2.8 幹線水路水位調整ゲート	箇所	1	既設撤去後、新設
2.9 農道 (R1)	m	4,922	改修
2.10 農道 (R2)	m	18,358	改修
2.11 農道 (RM)	m	6,235	改修
3. P1 灌漑地域 (PC23 北地区)			
3.1 P1 頭首工	式	1	土砂吐改修
3.2 P1 頭首工 取水工	式	1	取水工改修
3.3 P1 頭首工 沈砂池	式	1	新設
3.4 幹線水路浚渫	m	23,974	浚渫
3.5 2次用水路浚渫	m	14,896	
3.6 幹線水路分水工	箇所	16	既設撤去後、新設
3.7 2次用水路分水工	箇所	8	既設撤去後、新設
3.8 幹線水路水位調整ゲート	箇所	3	既設撤去後、新設
3.9 農道 (R1)	m	17,120	改修
3.10 農道 (R2)	m	12,258	改修
3.11 農道 (R2)	m	23,913	改修
3.12 農道余水吐	箇所	1	改修
4. 北集水路			
4.1 アンドラノチミオチャ頭首工	式	1	取水口改修、沈砂池設置
4.2 アンボディファリヒ頭首工	箇所	2	ゲート更新
4.3 アンパラマニナ頭首工	箇所	2	ゲート更新

各施設の個別の改修計画は、PC23 南地区は 2009 年「アロチャ湖南西部地域灌漑施設改修計画基本設計調査」、PC23 北地区は同年「アロチャ湖南西部地域流域管理・灌漑事業に係る案件形成促進調査」(SAPROF)における想定工事規模を基本的に踏襲する予定であり、従い前回の環境許可の内容を順守していれば、土取り場、土捨て場、工事用の仮設道路、一時的資材置き場等の計画を適切に行うことにより環境への影響は無いと考えられる。

唯一、2009 年基本設計調査時からの状況変化としては、受益地域内、特に農道上の家屋の増加がある。今般改修が予定されている農道や水路の堤防上に、2009 年に多くは見られなかった住居が建設されている。

2-2-6-1-2 ベースとなる環境社会の状況

(1) プロジェクトの対象地域

調査対象地域は、マダガスカル首都アンタナナリボ から北北東に直線距離で約 200 km 離れたアロチャ湖の南西部に位置している。行政的には、アロチャ・マングル県に属し、アンパラファラボラ郡の Ampasikely、Andrebakely Sud、Ambatomainty、Morarano Chrome、Ranomainty の 5 コミューン・44 村およびアンバトンドラザッカ郡の Bejofo、Soalazaina、TanambaoBesakay、Andilanatoby の 4 コミューン・25 村からなる。今般の調査対象地域の面積は、灌漑水源河川流域が 1,370km²、PC23 灌漑地区は前回 2009 年無償資金協力対象の調査対象地域 4,570ha、同じく前回 2009 年有償資金協力の調査対象地域 5,300ha である。

(2) 降雨量

調査対象地域は半湿潤熱帯性気候帯に属し、モンスーンの影響を受ける。平均年間降雨量は 1,066mm である。12 月から 3 月の 4 ヶ月が雨期にあたり、年間降水量の凡そ 90%が集中する。残りの 8 ヶ月は厳しい乾期となっている。月別平均気温は、8 月が最も低く 17.1℃、1 月に最高の 23.6℃となる。年平均気温は 21.4℃である。月別の最高気温と最低気温の差は、約 10℃から 12℃と大きい。年間平均蒸発散量は 1,290mm である。調査対象地域の降雨分布および降雨量の経年変動は、1999/00 年の 644mm から 2004/05 年の 1,452mm と大きい。

(3) 土地利用

調査対象地地域の土地利用現況は、森林（天然林・人工林）、草地・灌木地、河畔植生、耕作地（畑地・水田）、湿地、水域に区分される。1957 年撮影の航空写真を開発調査「アロチャ湖南西部地域流域管理及び農村開発計画調査」（2003-2008 年）において解析した結果、森林部伐採、森林火災、耕作地・放牧地への土地変換等で、半世紀の間で天然林は 3%に激減している。同報告書によれば、天然林・人工林を含む森林は、調査対象地域で 15.4%に過ぎない。特にサハミライ川および中小 4 河川流域の森林被覆率は低い。草・灌木林地は全流域の 60%を占め放牧地として利用されているものの、野火と乾期における蒸発によって植被が消失し裸地化しており、土壌流出の深刻な原因となっている。各河川流域沿いの谷の平地と下流域の沖積平野が水田として利用されている。畑作は集落近辺の河川谷底の平地と下流河岸段丘で行われている。焼畑移動式耕作は現在慣行農法としては定着していない。

(4) 生態系

アロチャ湖及びその湖岸湿地を合わせた地域が、2003 年 9 月 9 日付けで国内 3 番目のラムサール条約登録湿地として指定を受けた。登録湿地面積は 48,916 ha、その内訳はアロチャ湖 19,971 ha、その他の周辺湖沼 5,445 ha、アロチャ湿原区域 23,500 ha となっている。前述の開発調査報告書によれば、アロチャ・マングル県において、世界銀行融資の環境プログラムと世界野生生物基金（WWF: World Wildlife Fund）の支援の下、2005 年に登録湿地管理計画の原案策定作業の一環として、登録湿地の後背地域のゾーニングを行った。このゾーニングに基づいて作成した登録湿地保全・後背土地利用区分図によると、本協力事業対象地域の PC23 灌漑地区は稲作区域に区分されている。従って、本事業の推進は、土地利用区分に反するものではない。

(5) プロジェクトに関連する地域の人口、世帯数

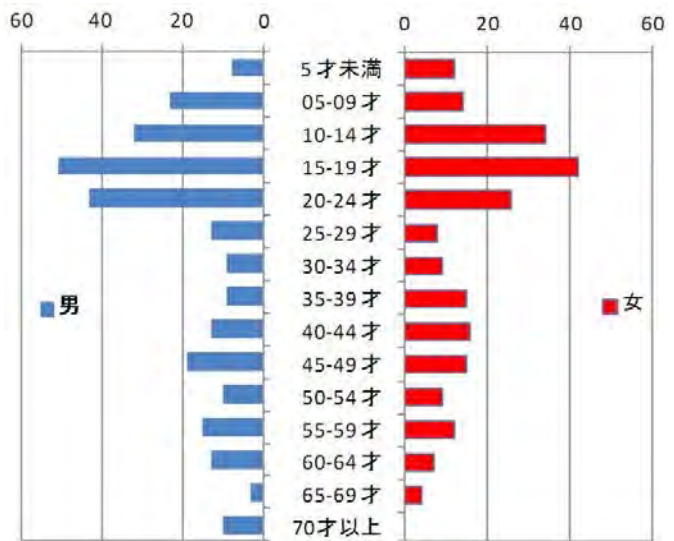
対象地域には 9 のコミューン、69 の村 fokontany（フクタン、最末端の行政組織）があり、推定総人口は 156,220 人である。次表に行政単位別人口および流域区分を示す。

表 2-2-20 関連する村（フクタン）の推定人口

県	郡	コミューン	フクタン数	人口	流域/地域	
アロチャ・マングル	アンパラファラボラ	Ampasikely	2	5,600	Sahamena, Behengitra	
		Andrebakely Sud	6	7,460	Sahamena, Behengitra	
		Ambatomainty	6	17,330	Sahamena, Ampasimena Behengitra, Bemarenina, PC23	
		Morarano Chrome	24	45,370	Sahamilay, Sahabe, Ampasimera, PC23	
		Ranomainty	6	11,210	Sahabe	
		小計	44	86,970		
	アンバトンドラザッカ	Bejofo	7	20,220		
		Soalazania	5	11,500	Sahabe	
		Tanambao Besakay	4	14,410		
		Andilanatoby	9	23,120		
		小計	25	69,250		
	総計			69	156,220	

注：対象地域の 2009 年の政変以降人口統計が整備されていない。上表の人口は 2009 年の統計に、UN World Population Prospect (2010) のマダガスカル国 2010-2015 年の予想人口増加率 2.82% を乗じた推定値。

調査対象地域の村落社会状況を把握するために、ベースライン調査を 2015 年 7 月にローカル NGO へ再委託して実施した。具体的な調査は、NGO によって研修を受けた調査要員によって行われ、調査実施期間中、本調査団が NGO を監督した。調査家庭は調査対象地域から無作為抽出された 100 世帯である。このベースライン調査の結果のうち、年齢層別（男女別）人口に関する結果および PC23 北・南別での家長の平均年齢は以下のとおりである。



出典：調査団ベースライン調査結果

図 2-2-11 サンプル世帯 100 戸の年齢別・男女別人口比

表 2-2-21 家長の平均年齢

区分	平均年齢
PC23 北	50.76
PC23 南	54.43
2 地域全体	51.56

出典：調査団ベースライン調査結果

2-2-6-1-3 相手国の環境社会配慮制度・組織

(1) 環境社会配慮に関連する法令や基準等

2009年の基本設計調査時点での本事業の環境影響評価に関連する法規及びガイドラインは以下のとおりであった。

- 環境憲章（第 90-033 号）
- 水利法（第 98-029 号）
- 投資と環境の両立に関する政令（MECIE）（第 99-954 号）
- 環境影響評価への住民参加に関する条項を規定する省令（第 6830/2001 号）
- 環境的に脆弱な地域に関する省令（第 4355/97 号）
- 地表水の分類及び廃水に関する政令（第 2003/464 号）
- 環境影響評価ガイドライン
- 環境影響評価への住民参加に関するガイドライン

今回調査にて上記の法規・ガイドラインの政権交代後の変化を確認し、上記のうち環境憲章第 90-033 号が更新され第 2015-003 号（2015 年 1 月発効）となったこと以外、他の法規・ガイドラインはすべて有効であることを国家環境局（ONE）との協議を通じて確認した。

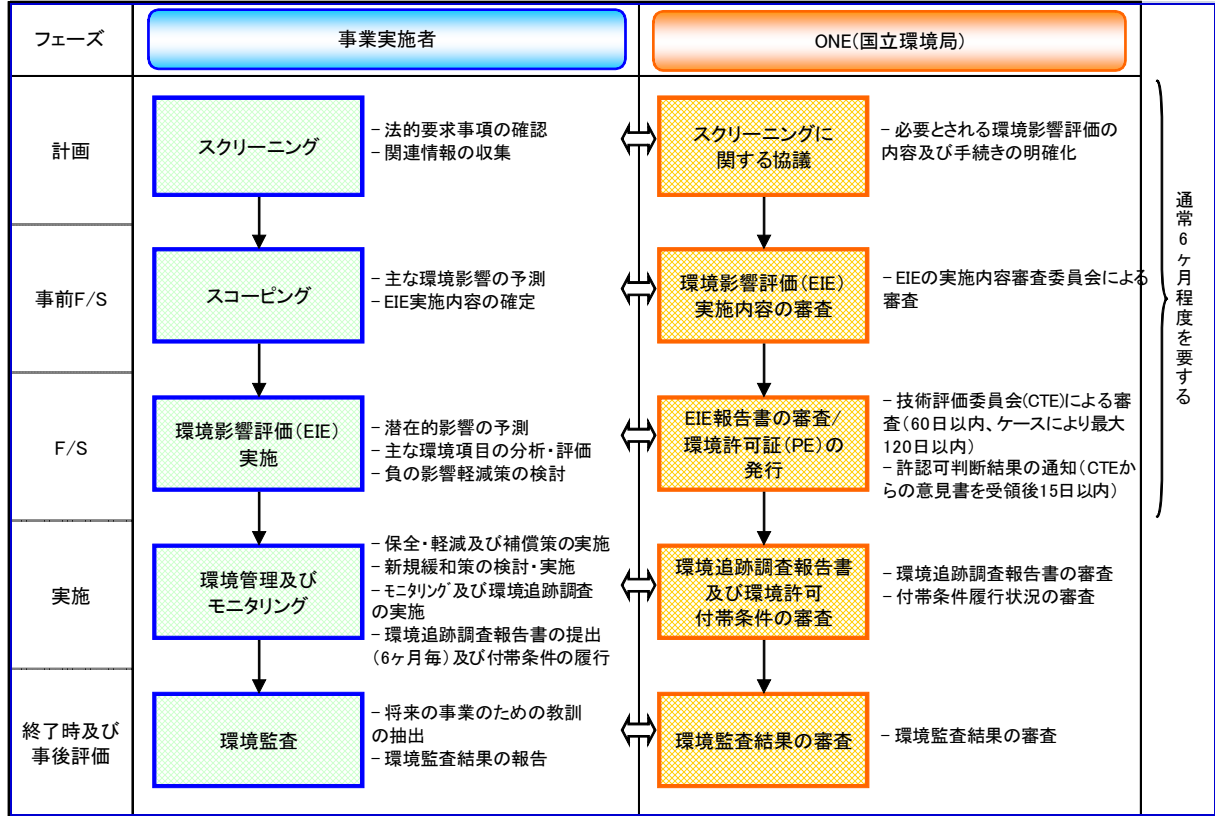
上記の環境憲章では、「環境に悪影響を与える可能性のある公共、または民間の投資プロジェクトは、影響調査の対象とされなければならない。」と定めている。本規定の下、環境影響評価に関する具体的な手続きを示すものとして、上掲の「開発投資と環境の両立に関する政令」（MECIE: Decret N°99-954 du 15 décembre 1999 modifié par le décret n° 2004 -167 du 03 février 2004 relatif à la mise en compatibilité des investissements avec l'environnement）が策定されている。この MECIE によれば、事業者は、予定する事業の種類、規模及び立地に応じて、環境影響評価書（EIE: Etude d'Impact Environnemental）、または環境管理計画書（PREE: Programme d'Engagement Environnemental）の作成を必要とする、となっている。各作成が義務づけられる基準については、MECIE の第 4 条と第 5 条に定められている。また、事業種別の具体的な判断基準は、表 2-2-45「環境チェックリスト（案）」及び表 2-2-46「JICA ガイドラインとマダガスカル国の環境関連法制度・規定との比較表」に示され、関係項目を農業インフラ案件が該当する「施設と設備」より抜粋すると、下表のとおりとなる。

表 2-2-22 MECIE による環境影響評価の適用基準

	条 項	事業種別 （「施設と整備」より抜粋）
EIE	[第 4 条] ・1997 年 5 月 13 日に制定された、影響を受けやすい地域に関する規則（Arrêté N° 4355/97 du 13 mai 1997: Arrêté sur les zones sensibles）に位置する建物及び工事 ・別添 1 に定める事業 ・その他、上記に定めるもの以外にも、当局が環境に重大な負荷を与え得ると判断する事業	[別添 1] ・農業用水または農地の開発または改修事業で、1000ha 以上のもの ・30m ³ /時を超える地表水または地下水の採取
PREE	[第 5 条] ・別添 2 に定める事業	[別添 2] ・農業用水または農地の開発または改修事業で、200ha 以上 1000ha 未満のもの

出典：調査団

また、MECIE には必要とされる手続きが明記されており、事業実施者はこれらの手続きを踏まなければならない。手続きは、主に事業の実施段階に応じて、スクリーニング、スコーピング、環境影響評価 (EIE) の実施、環境管理及びモニタリング、及び環境監査の 5 つの手続きから構成される。



出典：基本設計調査報告書（2009年）

図 2-2-12 MECIE による環境影響評価プロセス

この規定に基づいて、PC23 灌漑地区については、2009 年の無償事業を想定した基本設計調査時に MAEP（現農業省）が独自に環境影響評価（EIE）を実施している。この評価調査結果に基づき 2009 年 1 月 30 日に国家環境局（ONE）から環境許可（許可番号：3/07/ONE/DG/DEE）を取得している。しかしながら、この環境許可は、1999 年の法令第 954 号の 41 条にある環境許可の有効期限は発行後 3 年間のみ有効、という条項によりすでに失効している。

したが、調査開始時のインセプション協議（2015 年 6 月 23 日）におけるミニッツには、両国合意事項として、「マダガスカル側により本件の環境許可を同年 12 月までに取得（再取得）する」ことが記されている。この合意に基づき農業省（本省）の関連部局と協議を行った結果、同省の環境サービス局が主体となって環境影響評価調査のアップデート等の作業を行う体制、また同年 12 月までの許可手続きのスケジュール、について農業省、ONE にて確認した。また、アロチャ・マングル DRDA において、当方からの提言に基づき、上記の環境影響評価調査を農業省（本省）が行う際に現地状況の情報提供を行う本件専従スタッフが任命された。その後、概略設計概要説明時の協議（2016 年 2 月 17 日）において上述の許可手続きは進行中であり、2016 年 5 月までに完了することを確認した。

なお、住民移転や用地取得に関する法令や基準は後述「2-2-6-2-2 用地取得・住民移転に係る法的

枠組み」を参照のこと。

(2) 関係機関

マダガスカルでは、環境社会配慮に係る組織体制は 90 年代半ばより整備されてきた。1995 年、現在の環境生態森林省 (MEEF) の外局として、環境関連の事業を扱う中心的組織として前述の国家環境局 (ONE) が設置された。ONE は、前述の環境影響評価や環境モニタリングを担当するほか、環境情報の普及や環境教育等もミッションとして掲げている。

農業省内部にも環境サービス部 (Service de l'Environnement) があり、農業省の実施する事業の環境関連調査、モニタリング等を行っている。

さらに現場レベルとして、アロチャーマングロ県農業開発局 (DRDA) がある。農業省の県レベルの出先機関であり、本事業に於いても現場レベルでの環境社会配慮の処置を講ずることが求められている。

2-2-6-1-4 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討

本協力対象事業の代替案の検討として、A 案: 現行事業 (ゼロオプション)、B 案: 南北両地域での取水施設と配水施設の改修 (本計画)、C 案: 南北別途内容、での改修案について比較検討を行った結果、B 案 (本計画) が妥当であるとの判断に至った。検討結果を表 2-2-23 に示す。

本事業の対象である PC23 灌漑地区は水源の異なる南地区、北地区からなっており、その水源 (サハベ川、サハミライ川、北集水路) の標高が異なることから、水源を同一にして PC23 灌漑地区全体を単体システムとして再編し灌漑の効率化を図る代替案は不可能である。したがって、代替案としては南北の施設改修案のうち、水路が山沿いにある斜面からの土砂流入が顕著で水供給が不安定な北地区につき、現況の水路改修ではなく水路路線変更による配水の効率化で灌漑面積の拡大を図る案を代替の C 案とした。

表 2-2-23 代替案の検討

案	内容	技術的・費用的難度	土地利用	環境影響	社会影響	評価
A 案	ゼロオプション	◎現状と同じ。	◎現状と同じ。	○現状と同じ。	×灌漑用水が不足し生産量が増大しない。	×
B 案	本計画	○適用される技術は確立されている。堰、水路、農道の改修のため、新設よりも費用は安価である。	◎堰、水路、農道の改修のため現状とほぼ同じ。	○現状とほぼ同じ	◎必要となる灌漑用水が P23 灌漑地区に配水され食料増産が期待できる。工事による雇用が生じる。	◎
C 案	北地区水路路線変更案	×新規水路の路線設計が必要。新規建設費が加わる。	×新規水路の用地取得が必要	◎北地区の斜面から水路への土砂流入が改善される。	×水利組合の水路グループの再編が必要となる。	△

2-2-6-1-5 スコーピング

本案件のスコーピングを表 2-2-24 に示す。

表 2-2-24 スコーピング

分類		影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	C-	D	工事中 ：建設機材の稼働等に伴い、一時的ではあるが、大気の質の悪化が想定される。 供用時 ：大気への影響は想定されない。
	2	水質汚濁	B-	D	工事中 ：今回の工事は土工事が多いため（浚渫および農道改修）、工事に伴う河川等の水質汚濁の可能性はある。 供用時 ：水質への影響は想定されない。
	3	廃棄物	C-	D	工事中 ：施設改修に伴う廃棄物や用排水路の浚渫土が生じる可能性がある。 供用時 ：周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物の発生は想定されない。
	4	土壌汚染	D	C-	供用時 ：農薬による土壌への影響の可能性はある。
	5	騒音・振動	C-	D	工事中 ：建設機材・車両の稼働による騒音が想定される。 供用時 ：騒音・振動を生じる施設はない。
	6	地盤沈下	D	D	工事中 ：地盤沈下を引き起こすような作業等は想定されない。
	7	悪臭	D	D	工事中 ：悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。
	8	底質	D	A+	工事中 ：底質へ負の影響を及ぼすような作業等は想定されない。用排水路の浚渫により、底質の土砂を除去できる。
自然環境	9	保護区	D	D	事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない。
	10	生態系	C-	D	改修による地域全体の排水量の増大による下流湿地帯への影響を確認する必要がある。
	11	水象	D	D	工事中 ：既存施設の改修であることから、現況の水理に大きな影響は無いものと考えられる。
	12	地形、地質	D	D	本事業は既存施設の改修であり、大規模な切土や盛土は計画されていないことから、地形・地質への影響はほとんどないと考えられる。
社会環境	13	住民移転	B-	D	工事前 ：農道建設に伴い、6世帯程度の住民移転が発生する可能性がある。
	14	貧困層	D	A+	工事前 ：移転対象者に貧困層が含まれる可能性がある。 供用時 ：貧困層の多くは農業に従事しているため、事業実施により、直接的、もしくは間接的に便益を享受する。特に、地域経済の根幹となる米の生産性を上げることで、彼らの生計の持続的な向上が期待できる。
	15	少数民族・先住民	D	D	事業対象地及びその周辺に、少数民族・先住民は存在しない。
	16	雇用や生計手段等の地域経済	D	A+	供与時 ：事業実施後には、農地の生産性が向上し、農道の利便性も向上することで地域全体の経済の活性化が見込まれる。
	17	土地利用や地域資源利用	C-	A+	工事中 ：工事に伴い、一時的に農地や農道が利用できなくなる可能性がある。 供用時 ：既存の農道が整備されることにより市場アクセスが容易になる等、正の影響が見込まれる。
	18	水利用	C-	A+	工事中 ：事業対象地周辺の河川等で水利用がある場合には、工事中の濁水による影響が考えられる。 供用時 ：灌漑用水の利用が効率化される。
	19	既存の社会インフ	B-	A+	工事中 ：工事中の交通渋滞が想定される。

分類	影響項目	評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	
	ラや社会サービス			供用時 ：農道の利便性が向上する。
	20 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	本事業は、既存灌漑施設の改修であり、社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響はほとんどないと考えられる。
	21 被害と便益の偏在	C-	D	事業実施前に比べて、米生産量に変化が生じることから、一時的に住民間で便益の偏りが生じる可能性がある。
	22 地域内の利害対立	D	A+	事業実施により、PC23地区内の灌漑用排水機能が改善され、地域内の利害対立は発生しないことが予想される。
	23 文化遺産	D	D	事業対象地及びその周辺に、文化遺産等は存在しない。
	24 景観	D	D	本事業は、既存灌漑施設の改修であり、景観への影響はほとんどないと考えられる。
	25 ジェンダー	D	D	本事業によるジェンダーへの特段の負の影響は想定されない。
	26 子どもの権利	D	D	本事業による子どもの権利への特段の負の影響は想定されない。
	27 HIV/AIDS 等の感染症	D	D	本事業による感染症等への影響は想定されない。
	28 労働環境（労働安全を含む）	C-	D	工事中 ：建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時 ：供用段階で労働者への負の影響が想定されるような作業は計画されていない。
その他	29 事故	C-	D	工事中 ：工事中の事故に対する配慮が必要である。
	30 越境の影響、及び気候変動	D	D	本事業は、既存灌漑施設の改修であり、規模も大きくないことから、越境の影響や気候変動にかかる影響等はほとんどないと考えられる。

A+/-: Significant positive/negative impact is expected.

B+/-: Positive/negative impact is expected to some extent.

C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is needed, and the impact could be clarified as the study progresses)

D: No impact is expected.

2-2-6-1-6 環境社会配慮調査のTOR

本案件の環境社会配慮調査の TOR を下表に示す。

表 2-2-25 環境社会配慮調査の TOR

環境項目	調査項目	調査手法
大気	①環境基準等の確認（マダガスカル国の環境基準） ②工事中の影響の確認	①既存資料調査 ②工事の内容、工法、期間、位置、範囲、建設機械の種類、稼働位置、稼働期間等の確認
水質	河川水質	工事の内容、工法等の確認
廃棄物	建設廃棄物の処理方法	工事の内容、工法等の確認
土壌汚染	供用時の農薬使用	関係者ヒアリング、類似案件データ確認
騒音・振動	工事中の影響	工事の内容、工法等の確認
底質	工事中の影響	工事の内容、工法等の確認
生態系	下流湿地帯への影響	関係者ヒアリング、既存資料調査
用地取得・住民移転	用地取得・住民移転の規模の確認 用地取得もしくは住民移転が発生する場合、移転計画（要約版）の作成	関連法制度及び関連する事例等 現地踏査による対象農道周辺の建物の有無、種類 JICA 環境社会配慮ガイドライン、世銀 Operational Policy 4.12 等に基づく住民移転計画

環境項目	調査項目	調査手法
		(要約版)の作成
土地利用や地域資源利用	工事中の影響(農地や農道の利用の制限)	工事の内容、工法等の確認 交通量調査
水利用	工事中の影響(濁水の発生)	工事の内容、工法等の確認
既存の社会インフラや社会サービス	工事中の影響(渋滞の発生)	工事の内容、工法等の確認 交通量調査
被害と便益の偏在	便益の偏り	関係者ヒアリング
地域内の利害対立	水利組合(連合)の調停機能	関係者ヒアリング
景観	土捨て場の確認	関係者ヒアリング、現地踏査

2-2-6-1-7 環境社会配慮調査結果(予測結果を含む)

前述のスコーピングに基づき実施した環境社会配慮調査の結果を下記に示す。

表 2-2-26 環境社会配慮調査結果

環境項目	調査結果
大気	工事段階で投入が予想される建設機械の台数では、大気に大きな影響を与えることは想定されない。
水質	工事期間中は排水用の沈砂地を設けることにより河川に流入する汚濁物を最小限に留めることが出来る。また、区間ごとの工事を行うことで一度に大量の汚濁物が流出しないようにする。また、影響を避けるため、PC23 地区内の水路等の工事は用排水量が少ない乾季に行う。
廃棄物	建設廃棄物は、地域のルールに沿って適切な処理を行う。
土壌汚染	現在は化学肥料や農薬はほとんど使用されておらず、また数十年にわたり、同じ土地で農業が営まれてきたことから、現状がそのまま継続すれば土壌汚染はほとんど生じないと考えられる。
騒音・振動	灌漑地域は広大であり、近隣の居住地は少ない。さらに、工事は日中の住民が農作業に出払っている時間のため、影響は限定的である。
底質	用排水路の浚渫により、底質の土砂を除去できる。
生態系	地域全体の排水量の総量に変化がないことから、下流の湿地の動植物に影響が及ぶ可能性は無い。
用地取得・住民移転	R1,R2 農道沿いにそれぞれ 20 軒程度の建物(農道上であるため不法占拠者)が確認された。そのうち 2 割程度は季節的施設(稲集積小屋等)である。現時点では、農道の幅員は最狭部でも 3.5m (R1 は 4.0m) を確保できるような路線に設計することで移転を避ける方針であるが、最狭部が必要幅に満たず移転が発生する可能性は否定できない。
土地利用や地域資源利用	工事に伴い、一時的に農地や農道が利用できなくなる可能性があるが、事業実施後には、農地の生産性が向上し、農道の利便性も向上する。
水利用	事業実施前に比べて、灌漑用水が効率的に利用できるようになる。 工事は水田耕作がほとんど行われない乾季に行う予定のため、農業用水の不足は生じない。
既存の社会インフラや社会サービス	現況の P1 頭首工の堤体上の道路は農道ではなく近隣住民の生活道路であること、周辺の町村(アンバラフアラボラ郡アンボフィトリナンボナ町等)から国道(3A)へのアクセス道路上に位置していることから、工事期間中は特別な配慮が必要である。
被害と便益の偏在	事業実施前に比べて、米生産量に変化が生じることから、一時的に住民間で便益の偏りが生じる可能性がある。
地域内の利害対立	事業実施により、PC23 地区内の灌漑用排水機能が改善され、地域内の利害対立は発生しないことが予想される。
景観	土砂の処理については地元自治体(コミュニティ)と協議し、過度な景観問題が生じないようにする。

2-2-6-1-8 影響評価

前述の調査結果に基づき、事業による環境影響を評価し、スコーピングに基づき作成したスコーピング案及び調査結果表を表 2-2-27 に示す。

表 2-2-27 スコーピング案及び調査結果

分類	No	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供与時	工事前 工事中	供与時	
汚染 対策	1	大気汚染	C-	D	D	D	工事段階で投入が予想される建設機械の台数では、大気への大きな影響は想定されない。
	2	水質汚濁	B-	D	B-	D	
	3	廃棄物	C-	D	C-	D	
	4	土壌汚染	D	C-	D	D	化学肥料や肥料は高価であることから農民が急激に使用量を増加させることによる土壌汚染の可能性はほとんど考えられない。
	5	騒音・振動	C-	D	D	D	工事は日中の住民が農作業に出払っている時間のため、影響は限定的である。
	6	地盤沈下	D	D	D	D	
	7	悪臭	D	D	D	D	
	8	底質	D	A+	D	A+	
自然 環境	9	保護区	D	D	D	D	
	10	生態系	C-	D	D	D	総排水量に変化がないことから下流の生態系への影響は無い。
	11	水象	D	D	D	D	
	12	地形、地質	D	D	D	D	
社会 環境	13	住民移転	B-	D	B-	D	
	14	貧困層	D	A+	D	A+	
	15	少数民族・先住民	D	D	D	D	
	16	雇用や生計手段等の地域経済	D	A+	D	A+	
	17	土地利用や地域資源利用	C-	A+	C-	A+	
	18	水利用	C-	A+	D	A+	工事は水田耕作がほとんど行われない乾季に行う予定のため、農業用水の不足は生じない。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	B-	A+	B-	A+	
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	D	D	
	21	被害と便益の偏在	C-	D	D	C+	
	22	地域内の利害対立	D	A+	D	A+	
	23	文化遺産	D	D	D	D	
	24	景観	D	D	D	D	
	25	ジェンダー	D	D	D	D	
	26	子どもの権利	D	D	D	D	
	27	HIV/AIDS等の感染症	D	D	D	D	
	28	労働環境(労働安全を含む)	C-	D	C-	D	
その 他	29	事故	C-	D	C-	D	
	30	越境の影響、及び気候変動	D	D	D	D	

A+/-: Significant positive/negative impact is expected.

B+/-: Positive/negative impact is expected to some extent.

C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is needed, and the impact could be clarified as the study progresses)

D: No impact is expected.

2-2-6-1-9 緩和策および緩和策実施のための費用

表 2-2-28 環境影響の軽減策およびモニタリング

項目	軽減策及びモニタリング方法 (案)	責任機関	監督機関
1) 工事中			
水質汚濁	工事期間中は排水用の沈砂地を設けることにより河川に流入する汚濁物を最小限に留めることが出来る。また、区間ごとの工事を行うことで一度に大量の汚濁物が流出しないようにする。また、影響を避けるため、PC23 地区内の水路等の工事の際は、用排水量が少ない乾季に行う。 頭首工の工事については、仮締切と迂回水路を設けることとなるが、水路工事同様に汚濁水は沈砂池を設けて河川に排水することにより下流への影響を軽減する。	施工業者	DRDA
廃棄物	建設廃棄物は、地域のルールに沿って適切な処理を行う。	施工業者	DRDA コミュニケーション事務所
非自発的住民移転	可能な限り移転を発生させないような農道改修の設計を行う。移転が発生する場合は対象者への支援を行うが、不法占拠者であることから代替居住地の提供までは行わない。	コンサルタント DRDA	DRDA
既存の社会インフラやサービス	P1 頭首工の改修においては現時点の設計では堰の堤体そのものは改修せず改修工事後は堤体上の道路も改修前と同様に通行可能となる。したがって今般の工事期間中のみ、交通量調査結果による交通量が確保できるような規模の仮回し道路を設置する。	コンサルタント 施工業者	DRDA
労働環境	建設労働者の流入による生活排水・廃棄物増加の可能性は否定できない。施工業者に対して、地域のルールに沿って適切に処理するよう指導する。	施工業者	コンサルタント
事故	地域住民に対して、工事内容や作業時間に関する事前の情報提供、広報活動を行う。	施工業者	コンサルタント
2) 供与時			
土地利用や地域資源利用	工事に伴い、一時的に農地や農道が利用できなくなる可能性があるが、事業実施後には、農地の生産性が向上し、農道の利便性も向上する。	DRDA	農業省 (MinAgri)
地域内の利害対立	事業実施により、PC23 地区内の灌漑用排水機能が改善され、地域内の利害対立は発生しないことが予想される。	DRDA	MinAgri
被害と便益の偏在	地域経済の基幹となる米生産性が向上することで、地域全体の持続的な活性化につながり、長期的には、便益の偏在も平準化されると考えられる。	DRDA	MinAgri

2-2-6-1-10 環境管理計画・モニタリング計画（実施体制、方法、費用など）

工事期間中のモニタリングは、大気汚染、騒音・振動、水質汚染、廃棄物、また労働環境や安全性などについて定期的実施されることとなる。ただし、マダガスカルでは現在、排水についての基準はあるものの大気汚染、騒音・振動に関する基準は策定されていない。また、水質基準はあるものの検査機器やラボが存在していないことから、実際には測定はほとんど実施されていない。しかしながら、前述のとおりこれらの影響の程度はかなり小さいと想定されることから、これらの測定は、目視や住民からの苦情の頻度に基づいたモニタリングにて行う。工事期間中のモニタリング実施機関は主に建設請負会社であり、運用開始後は DRDA となる。責任機関は MinAgri である。モニタリング計画案を下記に示す。

表 2-2-29 モニタリング計画案（工事期間）

環境項目	項目	地点	頻度	責任機関	監督機関
大気汚染	目視による埃や粉じんの発生状況	事業地域	週 1 回	建設請負会社	MinAgri
水質汚濁	目視による濁水の発生状況	頭首工（5 箇所）	週 1 回	建設請負会社	MinAgri
土壌汚染	油漏れなどを防止するための車両の維持管理、点検	事業地域	週 1 回	建設請負会社	MinAgri
騒音・振動	住民からの騒音・振動に対する苦情	事業地域	週 1 回	建設請負会社	MinAgri
廃棄物	建設廃棄物の処理状況	事業地域	週 1 回	建設請負会社	MinAgri
社会・インフラサービス	P-1 頭首工の仮回し道路の混雑状況	P1 頭首工周辺	週 1 回	建設請負会社	MinAgri
労働環境	生活排水・廃棄物の状況	事業地域	週 1 回	建設請負会社	MinAgri
事故	事故発生状況、要因と対応	事業地域	週 1 回	建設請負会社	MinAgri

表 2-2-30 モニタリング計画案（運用期間）

環境項目	項目	地点	頻度 (継続期間)	責任機関	監督機関
土地利用や地域資源利用	目視による農道の利用状況	事業地域	四半期毎 (完工後2年間)	DRDA	MinAgri
地域内の利害対立	水利組合に報告された受益者間の摩擦などのケース数	事業地域	四半期毎 (完工後2年間)	DRDA	MinAgri
被害と便益の偏在	住民インタビュー（公平感）	事業地域	四半期毎 (完工後2年間)	DRDA	MinAgri

モニタリングフォーム案は、下表に示すように工事期間中と運用開始後の 2 段階について、それぞれのフォームを使用する。モニタリングを通じて得られた住民側からの意見や、それに対して講じられた対応策についても併せて記録するものとする。

表 2-2-31 モニタリングフォーム案（工事期間中）

(1) Response and Actions by the Government

Comments and response	Monitoring results
Number and contents of comments from the people	
Number and response to the comments from the government	

(2) Pollution

Environmental Parameter	Monitoring Item	Survey point	Frequency
Air pollution	Dust	Construction site	Once per week
Water pollution	Muddy water	Construction site	Once per week
Soil contamination	Oil leakage	Construction site	Once per week
Noise and vibration	Complaint from the people	Construction site	Once per week
Waste	Waste from labor camp	Construction site	Once per week

(3) Others

Environmental Parameter	Monitoring item	Monitoring results	Measures taken
Infrastructure	Traffic condition on the temporary road over P1 Headworks		
Safety	Safety in construction site		
Accident	Number of accidents		

*用地取得に関するモニタリングフォームは表 2-2-33 に添付。

表 2-2-32 モニタリングフォーム案（運用期間）

(1) Response and Actions by the Government

Comments and response	Monitoring results	Measures taken	Frequency
Number and contents of comments from the people			
Number and response to the comments from the government			

(2) Social Environment

Environmental Parameter	Monitoring results	Measures taken	Frequency
Land Use, Resources management	Use condition of farm roads and maintenance road		
Conflict within the area	Conflict within Water Users Associations		
Equality of losses and benefits	Interview with farmers (on their satisfaction)		

一方、住民移転・土地収用にかかるモニタリングの内容については後述するが、内部モニタリングを苦情受付の窓口機関となる後述の移転・補償調停委員会が担当し、外部モニタリングは DRDA が実施することで、公正性を担保する。

表 2-2-33 モニタリングフォーム案（住民移転）

Work	Planned in total	Progress in quantity	Progress in percentage	Expected date of completion	Responsible organization
Announcement to the affected people about the project after the project official approval					DRDA
Final census survey and asset survey					DRDA
Identification of final RAPs					DRDA
Preparation of final RAP					DRDA
Cost estimation for the compensation					DRDA
Consultation meeting					DRDA
Revise of the RAP and signing based on the feedback at the					DRDA

Work	Planned in total	Progress in quantity	Progress in percentage	Expected date of completion	Responsible organization
consultation meeting					
Compensation in cash					DRDA
Number of unresolved grievances.					DRDA

2-2-6-1-11 ステークホルダー協議

本事業に関して、事業内容、目的、代替案の検討、住民移転方針などについて説明、議論するステークホルダー協議がアロチャーマングロ県 DRDA 主催のもと開催された。この会議は、2015 年 8 月上旬に地方選挙（市長選挙）があったことが主な理由で 2015 年 7 月までは開催できず、選挙終了後の 8 月後半になって DRDA により開催された。質疑応答などの時間を最大化し多くの人に発言してもらえよう、協議は PC23 北、PC23 南の 2 地域に分けて開催された。

この協議には PC23 北地区で 84 名、南地区で 55 名の総計 139 名が参加した。開催日程、開催場所、参加者数は次表に示すとおりである。

表 2-2-34 ステークホルダー協議開催状況

第 1 回 SH 協議	PC23 北地区	PC23 南地区
開催日	8 月 18 日	8 月 20 日
開催場所	Amparamanina	Morarano Chrome
参加者：		
農家	64	20
水利組合役職者	8	21
主催者	4	4
その他政府職員	4	7
自治体職員	2	2
民間業者	2	1
計	84	55

この協議において、事業実施者からの事業内容の説明に引き続いての質疑応答での参加者から出された意見、質問、およびそれに対する事業実施者からの回答は下記のとおりであった。

表 2-2-35 ステークホルダー協議での質疑応答

質問者	質問内容	回答者	回答内容
PC23 北地区協議（2015 年 8 月 18 日）			
受益農家 A 氏 (Ms.)	水不足解消には貯水ダムの建設が有効ではないのか。	コンサルタント	水不足は取水施設と分土工改修、またブロックローテーション灌漑で対応可能。
受益農家 B 氏 (Mr.)	水利組合で決定した決まりを守らない農家がいる。農家への徹底が必要ではないか	DRDA	農家の意識改革は事業実施者の責任範囲ではない。水利組合への訓練は実施するが、個々の農家は自身での意識改革が求められる。
	営農普及活動は事業に含まれないのか。	DRDA	土壌改良は重要で、FOFIFA、世銀PHRDとの連携により、PC23に適した施肥指導を考えている。
水利組合経理 C 氏 (Mr.)	排水路も改修対象か。	コンサルタント DRDA	排水路の改修と浚渫は貴政府からの要請に含まれていない。 それはマダガスカル政府側の責務。

質問者	質問内容	回答者	回答内容
地区教育長 D氏 (Mr.)	250名の生徒のいる学校が受益地内にある。取り壊されるのか。	DRDA	学校の敷地は私有地であり、移転対象ではない。
受益農家 E氏 (Mr.)	地区内の水路の堆砂は事業実施の障害となるか。	DRDA DRDA コンサルタント	今から対応を開始すべき。水利組合に活動計画があれば、協調を検討する。 DRDAはPC15で植林活動をやっており、PC23でも導入したい。 事業ではゲートの設置と沈砂池の建設で堆砂問題に貢献できる。
PC23 南地区協議 (2015年8月20日)			
水利組合連合長 F氏 (Mr.)	施設改修でPC23の問題はすべて解決するのか。	(農民)	改修のみですべて解決はしない。2期作の推進や新農法の導入などが必要。
受益農家 G氏 (Mr.)	堆砂問題への対策は。 末端水路沿いの農道も改修対象か。 工事開始はいつで、工期はいつまでか。	DRDA コンサルタント コンサルタント	組合連合で対策を開始してほしい。連合事務局に専門ユニットを作るべき。 PRODAIREとの協調での植林活動なども含め、12月までに活動計画をDRDAに提出してくれれば、昨年同様DRDAは苗木の提供などを行う用意がある。 幹線農道 (RM, R1 and R2) のみが無償の対象。 詳細設計は来年開始、工事はおそらく2017年の乾期 (5-11月) に開始される。
水利組合連合長 F氏 (Mr.)	農道橋や家畜の通り道も改修対象か。	コンサルタント	検討される。
受益農家 H氏 (Mr.)	もし組合連合が水路の堆砂除去などを行う場合DRDAへの通知義務はあるか。	DRDA	組合連合は水路の所有権を有していない。施設に何らかの影響がある作業はDRDAの許可が必要。
受益農家 I氏 (Mr.)	水利費を払わない農家に対して組合はどう対処したらいいのか。	DRDA	水利費の意義を不払い農家によく説明する必要がある。組合としての活動にお金がかかることも説明する。それでも支払わない農家には組合連合として規約に基づいた処置をとる。DRDAはいつでも組合連合を支援する。コミュニティとの連携も重要である。

なお住民移転と補償に関する質疑応答については後述する。

ステークホルダー協議は、今後もマダガスカル側で実施する環境許認可手続きのために、「環境影響評価への住民参加に関する条項を規定する省令 (第 6830/2001 号)」にて義務付けられている内容に沿って、複数回継続して実施される予定である。

2-2-6-2 用地取得・住民移転

2-2-6-2-1 用地取得・住民移転の必要性 (代替案の検討)

本事業は既存灌漑施設のリハビリであることから前述の通り新たな用地取得は不要であるが、住民移転が発生する可能性は否定できない。移転の対象となる可能性がある家屋は、改修予定の農道が走る水路堤上に基本設計調査 (2009年) の後に建てられた多くの家屋のうち、設計上道路幅の取れない可能性がある場所に建てられた 48 軒の建物である。これらのうち何軒が実際に移転を余儀なくされるかは今後の詳細設計によるが、全体の 1 割、4~5 軒と推察される。今後の詳細設計段階に

において、これら移転必要家屋の最小化が図られるような路線設計を行う。

本調査では、移転の可能性のあるこれら全 48 世帯を含む水路堤上の全 57 世帯を対象としたセンサス調査、およびそこからランダムサンプリングで抽出された 16 軒（28%）に対する家計・経済調査を実施した。なお全世帯とも土地利用に関する法的な権利は無く、違法な土地占有者である。

2-2-6-2-2 用地取得・住民移転にかかる法的枠組み

(1) 用地取得・住民移転にかかる相手国法制度の概要

1998 年のマダガスカル共和国憲法では個々の権利の尊重と保護が保証されており、その 34 条には、公共の福祉のために十分な事前補償が行われる場合を除いて、何人も財産権が侵害されてはならないことが述べられている。

これを受けて、1962 年の法令 62-023 号が公共の福祉のための財産収用に対する補償を規定している。翌 1963 年の法令 63-023 号は、その実施細目であり、その後 2006 年に部分改定はあったものの現在まで運用されている法令である。この法令においては、国家のみが財産収用の権限を持つこと、またその実施に際しては大臣または市長の要請により閣議許認可をもって行うこと、適正な不動産価格をもって査定されること、告示期間を取る等が規定されている（62-023 号の第 3 条と第 4 条）。この 62-023 号において、補償を得られる対象者として挙げられているのは土地の登記を行っているものとされており、取得手続きをしない土地利用者、また土地登記の出来ない公用地の占拠者の権利について法的な定義をしているものではない。

一方、1962 年の土地法（法令第 62-047 号）の第 18 条には、受益者が一定期間（10 年以上）可視化できる恒久的な方法で土地を開発してきた場合には、30 ヘクタールを上限としてこの土地の権利を認める旨の記述があるが、マダガスカルにおいては、これらの条件に満たない不法占拠者への権利、またそれに対する補償にかかる詳細規定がなく、事業実施官庁によってケースバイケースに行われてきた。

本事業対象地域の近隣、アロチャ湖北西部地域において世界銀行の支援を得て実施されている灌漑・流域管理事業（Bassins Versants et Périmètres Irrigués, BVPI）では、住民移転基本計画（CPR）が策定されている。この CPR（Cadre de Politique de Reinstallation, March 2006）（=住民移転方針基本計画、Resettlement Policy Framework）は、住民移転計画（Resettlement Action Plan）策定の方針を定めた文書であり、世銀 OP4.12 における abbreviated resettlement plan、JICA 環境社会配慮ガイドラインにおける簡易住民移転計画に対応するものとして位置づけられる。

表 2-2-36 世銀 BVPI の住民移転計画におけるエンタイトルメント・マトリックス

内容	被補償条件	補償または移転
土地補償	<ul style="list-style-type: none"> - 登記済の土地 - 公用地であっても占有が認められている土地 	移転先用地の提供（全体または所有土地の一部） <ul style="list-style-type: none"> - 非灌漑地 1 ヘクタールは等価の非灌漑地と交換 - 非灌漑地 1 ヘクタールは灌漑地 5000m²と交換 - 灌漑地 1 ヘクタールは等価の灌漑地と交換 例外（極めて限られた面積の場合で、提供地が元の土地から遠隔地の場合） <ul style="list-style-type: none"> - 収入機会損失の補償として 1 アールあたり 1000 アリアリ（丘陵地）、40000 アリアリ（灌漑地） - 年間の損失の補償として 1 アールあたり 1200 アリアリ、灌漑作で 2400 アリアリ

内容	被補償条件	補償または移転
同上	不法土地占拠者	補償対象外
同上	小作農家	- 移転支援 - 現金補償は対象外
多年作物および果樹	所有農家	移転先での栽培費用、移転時から最初の収穫までの時間的損失に対する補償を含む価格での補償
単年作物	所有農家	収穫時市場価値での補償
建物	建物所有者	- 通常価値での補償、すなわち土壁家屋で6000アリアリ/m ² 、木造家屋で20000アリアリ/m ² . - 事業者による建設手配は無し。建物所有者の移転先の建築は整地されている土地であることが条件。
移転	居住者	固定額の移動手当（1家族あたり）
住居用資材	建物所有者	資材の請求権

出典：BVPI-CPR

本協力対象事業において住民移転が発生する場合は、近隣住民間の公平性を保つ観点から、この基本計画を踏襲し、住民移転計画を策定する必要がある。

(2) JICA ガイドラインと相手国法制度との比較

前述の通り、マダガスカル環境憲章の枠組みの下で環境影響評価に関する具体的な手続きを示す「開発投資と環境の両立に関する政令」(MECIE) と、JICA 環境社会配慮ガイドラインとの整合性を下表に整理する。MECIE 以外の法令、ガイドラインまで含めたマダガスカルに関連法制度と JICA 環境社会配慮ガイドラインとの整合性は後述の表 2-2-46 に示すとおりである。

表 2-2-37 マダガスカルに関連法制度と JICA 環境社会配慮ガイドラインとの整合性

JICA 環境社会配慮ガイドラインの主な項目	マダガスカル国 MECIE との整合	整合性
検討すべき影響のスクーピング	MECIE には、評価対象とする環境項目が明記されており、それらは両ガイドラインとの整合性は高い(第7条、第11条、ガイドライン別添2)。	A
法令、基準、計画等の遵守義務	MECIE に法令、基準、計画等の遵守は明記されている(第4~6条)。特に調査実施の TOR には遵守すべき法令等を予め明記することが求められる。	A
環境管理計画	MECIE およびガイドラインに環境影響評価報告書の記載事項として明記されている(第11条およびガイドライン2.8章)。	A
社会的合意、情報公開やステークホルダー協議	現地ステークホルダー協議および情報公開について明記されている(第10条および第15条)。また、「環境影響評価への住民参加に関する条項を規定する省令」に詳しく明記されている。事業実施者によって開催される住民協議に加えて、審査機関である ONE が審査を行うための住民協議の開催も必要とされる。	A
代替案の検討	環境影響評価報告書の記載事項として、この事業オプションが選択された理由を記載する旨、明記されている(ガイドライン1.6章)。	A
回避・緩和策の検討	緩和策の検討について、明記されている(第11条、ガイドライン1.6章)。	A
非自発的住民移転への特別な配慮	住民会議開催の手続きが義務付けられる。特に、500人以上の住民移転が発生する場合は、ONE が直接組織する調査団による住民公聴会の開催が義務付けられる(環境影響評価への住民参加に関する条項を規定する省令)。	A
社会的弱者への配慮	具体的に配慮すべき対象は明記されていないが、社会面への影響として考慮される(第7条および第11条、ガイドライン別添2)	B
モニタリング	環境措置のモニタリング等が明記されている(第29条およびガイドライン2.8.2項)	A

出典：SAPROF 調査報告書(2009年)

(3) 本事業における用地取得・住民移転方針

本事業に於いては、前述のとおり近隣地区における世銀支援事業（BVPI）が実施中であることから、前述のように近隣住民間の公平性を保つ観点からこの基本計画を踏襲するものとする。この世銀事業での住民移転計画は世銀 Op.4.12 に適合するように作成された計画であり、したがって JICA 環境社会配慮ガイドラインにおける住民移転計画の構成と同一のものである。

具体的には、農道および管理用道路（R1、R2、RM）の詳細設計において、道路の設計幅員が確保できない位置に建設されている家屋が補償の対象となる。後述の通りこれらの家屋はすべて法的な裏付けがないことから、上述の世銀 BVPI の住民移転計画を適用して家屋（建物）に対する補償と移転に関する支援を行うものとし、土地そのものに対する補償や代替地の確保、代替生計手段の提供などは対象外とする。

2-2-6-2-3 用地取得・住民移転の規模・範囲（人口センサス調査、財産・用地調査、家計・生活調査の結果を含む）

(1) 人口センサス調査

前述の通り、今般の調査対象は改修予定の農道が走る水路堤上に設計上の道路幅の取れない可能性がある場所に建てられた法的根拠を有しない 48 軒の建物である（これらのうち何軒が実際に移転を余儀なくされるかは今後の詳細設計によるが、全体の 1 割、4～5 軒と推察される）。

移転の可能性のあるこれら 48 世帯を含む水路堤上の全 57 世帯を対象としたセンサス調査、およびそこからランダムサンプリングで抽出された 16 軒（28%）に対する家計・経済調査を実施した。

表 2-2-38 影響を受ける可能性のある世帯数および人員数

Type of loss	No of PAUs			No of APs		
	Legal	Illegal	Total	Legal	Illegal	Total
Required for displacement						
1 HH (Structure owner on Gov. land)	0	56	56	0	282	282
2 HH (Structure on Private land)	0	0	0	0	0	0
3 HH (Tenants)	0	0	0	0	0	0
4 CBEs (Structure owner on Gov. land)	0	1	1	0	1	1
5 CBEs (Structure owner on Private land)	0	0	0	0	0	0
6 CBEs (Tenants)	0	0	0	0	0	0
7 Community owned structures including physical cultural resources	0	0	0	0	0	0
Not required for displacement						
8 Land owners	0	0	0	0	0	0
9 Wage earners	0	0	0	0	0	0
Grand Total (1-9)	0	57	57	0	283	283

出典: 本調査団 (2015)

注: HH: House Hold, CBEs: Commercial and Business Enterprises

(2) 損失資産調査

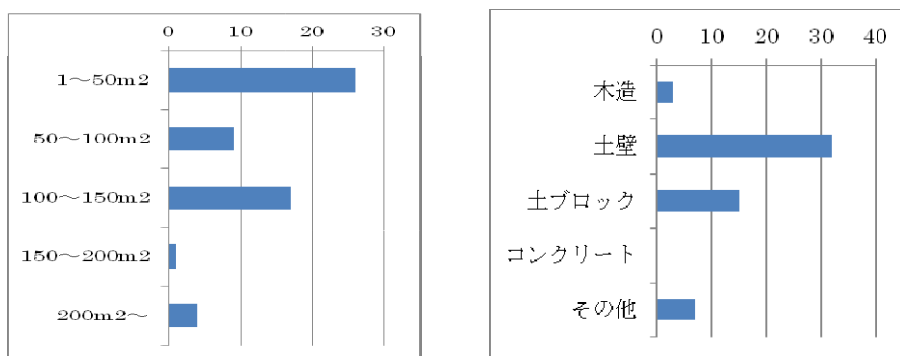
損失を被る可能性が否定できない施設、土地、家屋としては、上述の 48 軒の家屋に係る土地と建物がある。なお土地については公用地（水路堤上の農道）であり、人口センサス調査においてこれ

ら 48 軒を含むすべての家屋所有者が、法的な土地の所有権を有していない（＝不法土地占拠者である）ことを自身で回答している。これらの家屋の土地、所有物および構造物は次表に示す通りである。

表 2-2-39 調査対象とした土地、所有物および構造物

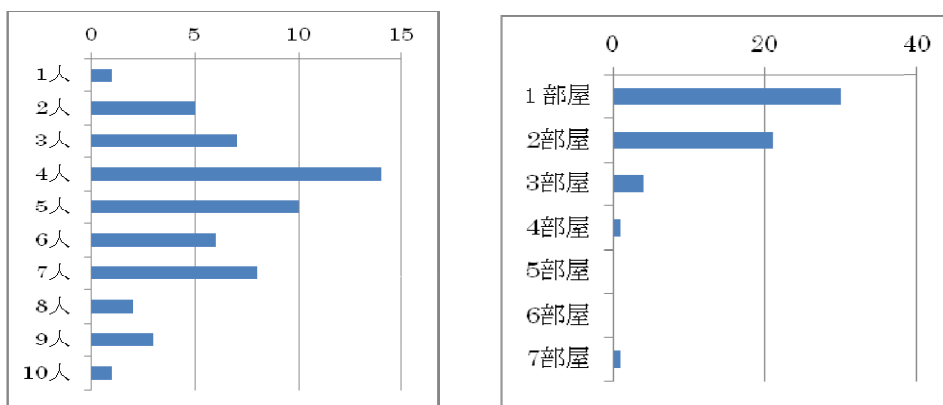
Houses	Number	Total Area
Houses (wood)	3	55 m ²
Houses (mud wall)	32	64 m ²
Houses (mud block)	15	426 m ²
Houses (others)	7	210 m ²
Land Area (w/ Garden)	4,585m ²	

出典: 本調査団 (2015)



出典: 本調査団 (2015)

図 2-2-13 調査対象 57 家屋の床面積と材質



出典: 本調査団 (2015)

図 2-2-14 調査対象 57 家屋の居住人数と部屋数

(3) 家計・生活調査結果

家計・生活調査の対象とした 16 世帯の収入源は、漁業³と店舗勤務が大半を占めている。これらことから、これら不法占拠者は単に PC23 灌漑地区内の道路の上を居住地としているのであり、農地（合法、非合法を問わず）を耕作してその生産品の販売で生活を賄っているわけではないことが

³ ; 住居近隣の PC23 内の水路等に定置網などを常設している漁法ではないことから、後述の通り移転による生計補償の対象外となる。

わかる。

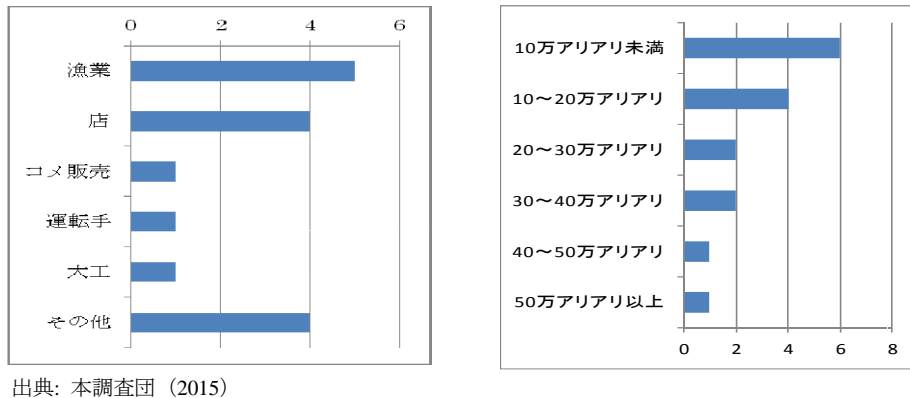


図 2-2-15 調査対象 16 世帯の収入源と年間収入

なお、マダガスカルでは財産調査の後 120 日間以内に補償しなければ、その調査結果は無効となるため、現段階ではセンサス調査を実施してもカットオフデートを設定できない。すなわち、事業実施が正式に両国政府間で承認され、また詳細設計により対象家屋がリスト化されたのち、センサス調査や財産調査は再度の実施が必要となる。その最終センサス調査の実施日（開始日）がカットオフデートとみなされる。

(4) 社会的弱者

前述の通り、マダガスカルの環境社会配慮に関する法律、法令において、特別に支援が必要な社会的弱者は定義されていない。しかし世銀 Op4.12 にそって作成された住民移転計画である灌漑・流域管理事業（Bassins Versants et Périmètres Irrigués, BVPI）の住民移転基本計画（CPR）には配慮すべき社会的弱者として障害者、国内移民、病人（特に HIV/AIDS 罹患者）、高齢者（特に 1 人暮らし）、寡婦、別居（離婚）家庭、少数民族、孤児が挙げられている。

これらの弱者への具体的は配慮の方法として下記が記載されている。

- 社会的弱者（集団、個人）の割り出し、その困窮要因の明確化（インタビュー等を通じて）
特にこれらの人は事業への参加経験がないことから事業実施側に認識されていないことが多いため、このプロセスは重要である。
- それぞれの要因に応じた支援策の策定と実施
- 定期的なモニタリング、継続しての支援、事業完了後の支援体制の確立

また、支援の内容は裨益者のニーズや要請に応じて下記のような提言がなされている。

- 移転補償手続きにおける支援（文書作成や理解、銀行への同行等）
- 移転補償受領時の支援（現金の取り扱い、保管）
- 移転時の支援（車輛の提供、道案内等）
- 新生活への支援（資材提供）、等

2-2-6-2-4 補償・支援の具体策（受給者要件、補償算定を方法を含む）

(1) 損失補償

- ① 該当する家屋の所有者に対し、家屋の建材および床面積に応じた損失補償を現金、もしくは相当する農業用投入財などで支弁する。
- ② 移転支援のため、固定額（1家族あたり）の移転手当を支弁する。

(2) エンタイトルメント・マトリックス

本事業における住民移転に関する補償のエンタイトルメント・マトリックスは下表の通りである。前述の通り、世銀支援案件 BVPI の住民移転計画を準用する。

表 2-2-40 本事業におけるエンタイトルメント・マトリックス

内 容	被補償条件	補償または移転
建物補償	建物所有者	- 通常価値での補償、すなわち土壁家屋で6000アリアリ/m ² 、木造家屋で20000アリアリ/m ² 。 - 事業者による移設手配は無し。
移転手当	居住者	固定額の移転手当（1家族あたり 20,000 アリアリ）

2-2-6-2-5 苦情処理メカニズム

本事業に於いて実際の住民移転についての手続きを行うのは中央レベルでは農業省、県レベルでは県 DRDA であるが、より一層の住民側からのアクセスの容易さを考慮し、現地レベルで「移転・補償調停委員会」を設立する。この委員会は、前述の世銀 BVPI でも同様に設立されている。

この委員会の機能（役目）は、大別して、苦情の受付と、（当事者間の紛争の）第3者機関としての仲裁である。これは住民同士の係争のみならず、住民と実施政府機関との係争も含まれる。

この委員会はコミューンの代表、コミューン内の住民組織代表、土地の古老（フクタンの世話役）、NGO／宗教団体の代表からなり、DRDA もこれにメンバーとして参加する。

その機能は苦情の受付、仲裁であり、地元レベルで仲裁ができないものは県レベル、中央レベルに報告する。また、DRDA を支援して住民移転、補償金支払いに関するモニタリングを行う。

2-2-6-2-6 実施体制（住民移転に責任を有する機関の特定、及びその責務）

本事業における住民移転に関して、関連する組織の役割分担を次表に示す。

表 2-2-41 関連する組織の役割分担

組織名	役 割
MinAgri （農業省） （担当部署：農業土木局）	<ul style="list-style-type: none"> • 本件にかかる情報の照合 • 住民移転計画などの用地取得に関連する文書の検討、承認 • 用地取得に関する全般的なモニタリング（DRDAによるモニタリング結果の検討および承認）、評価 • マダガスカル国内の法令やOP4.12などの国際基準の順守状況の確認
県 DRDA	<ul style="list-style-type: none"> • 用地取得の実施 • 補償金の準備および必要に応じてコミューンとの合意文書の作成 • 移転・補償調停委員会の設立 • 設立された移転・補償調停委員会への参加 • 補償に関する関係者への能力向上研修・技術的支援の提供 • 補償のための予算措置 • 建設計画に基づいたモニタリングの実施 • 移転・補償調停委員会と協働し、法律および住民移転計画書に基づいた公正な補償の実施
移転・補償調停委員会	<ul style="list-style-type: none"> • 被影響者確認の支援 • 土地登記簿に基づいた土地所有者の特定

組織名	役割
	<ul style="list-style-type: none"> （地域住民に対する）用地取得に関する啓蒙 用地取得、補償金支払いに関するモニタリング 苦情および紛争処理
被影響者	<ul style="list-style-type: none"> 財産・用地調査実施の際の立会い 土地移転に関する必要な情報の提供 土地移転への参加

2-2-6-2-7 実施スケジュール（損失資産の補償支払い完了後、物理的な移転を開始）

事業実施が正式に承認されたのちに、住民移転に関する一連の活動が実施されるが、前述の通り今回の住民移転の対象となる可能性のある水路堤上の農道沿い家屋の移転については、詳細設計を行わないかぎり、設計された農道幅員の確保できない形で設置されている家屋、建物についての最終的な確認ができない。

したがい、事業実施の最終決定（E/N、G/A）の直後ではなく、2016年からの詳細設計の中間段階、すなわち農道の設計作業が進行して、移転対象の家屋が決定次第、最終のセンサス調査、財産・用地調査の実施予定時期が決定され、その開始時期にカットオフ日が設定されて最終化される。

補償金の支払いと実際の移転は、2017年の工事着工の前までに終了する。詳細設計での対象家屋の確定から移転の終了まで、下記の通り9ヶ月を想定する。

Work	Work schedule (month)									Construction period	Operation period	
	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	6 th	7 th	8 th	9 th			
Finalization of the listing of target houses, based on the detailed design	▲											
1. Establish of Board of compensation, support and resettlement	↔											
2. Announcement to the affected people	◄											
3. Census Survey and Review of draft resettlement plan	Cut-off Date	→										
4. Cost estimation for resettlement	▲	↔										
5. Consultation meeting of resettlement plan				↔								
6. Publication of the resettlement plan at the Commune Committee				↔								
7. Finalization of the resettlement plan					↔							
8. Compensation					↔	→						
9. Resettlement						↔	→					
10. Supports such as transferring							↔	→				
11. Monitoring	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←

図 2-2-16 住民移転に関する実施スケジュール

2-2-6-2-8 費用と財源

前述のエンタイトルメント・マトリックス、またセンサス調査、損失資産調査の結果を統合し、本協力対象事業における想定補償費総額は下記のように算出される。

表 2-2-42 補償費用

項目	内容、内訳
算出条件	移転対象家屋：5軒
	1軒あたり規模：土壁を建材とする床面積27m ³ の建物 (損失資産調査の平均値より)
①建物補償	MGA6,000×27m ³ ×5軒=MGA810,000
②移転手当	MGA20,000×5家族=MGA100,000
計	MGA900,000

上記はすべて農業省の予算を財源とする。

このような実質的な補償に加え、移転・補償調停委員会の立ち上げやその訓練/会議、モニタリング、苦情処理にかかる経費、最終センサス調査および土地・財産調査の実施も必要となる。その内容および費用は次表に示すとおりである。この費用も実施機関である農業省が負担する。

表 2-2-43 モニタリング費用

活動	数量	単価 (MGA) *	金額 (MGA)
移転・補償調停委員会の立ち上げ会議	1	340,000	340,000
被影響者の財産評価額の提示	2	340,000	680,000
補償手続きの支援	2	340,000	680,000
苦情処理・モニタリング	5	340,000	1,700,000
合計			3,400,000

*1回の会合を車両借上費：MGA180,000/日、政府職員日当を MGA40,000/日×4人/日とし、委員会の立ち上げ、土地・財産調査、被影響者との打ち合わせなどの活動を行うものとした。

2-2-6-2-9 実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム

前述の通り、住民移転・土地収用にかかる内部モニタリングを苦情受付の窓口機関となる後述の移転・補償調停委員会が担当し、外部モニタリングは DRDA が実施することで、公正性を担保する。この移転・補償調停委員会は地元コミュニティや地元の村落組織代表者などが主要構成員であることから、言語などの問題で移転住民のモニタリング過程への参加を妨げる要素は無い。

住民移転・土地収用に係るモニタリングフォームについては「2-2-6-1-10 環境管理計画・モニタリング計画」を参照のこと。

2-2-6-2-10 住民協議

住民協議について、2015年8月に開催された第1回の住民協議の開催状況と内容は前述のとおりである。事業説明と質疑応答において、土地移転に関連するのは下記の部分であり、それ以外の住民からの意見発信は無かった。

表 2-2-44 住民協議での質疑応答

質問者	質問内容	回答者	回答内容
PC23 南地区協議 (2015 年 8 月 20 日)			
受益農家 J 氏 (Mr.)	- 地域内に居住する農家の土地での権利は保証されるのか。私は法律に基づいて所有している水田に建物を建ててもいいのか。	DRDA	- 将来、水路の上に建物が建設されるような場合には、公道と同じように移転対象となる。移転補償に際してはマダガスカルの法律と規則が適用される。詳細は検討中であり、実施設計に於いて決定するが、不法占拠者には建物の損失のみが対象となる可能性がある。法律によって所有が認められている土地への建設制限は無い。

住民協議は、今後もマダガスカル側で実施する環境許認可手続きのために複数回継続して実施される予定である。その際には、本調査で実施した第 1 回住民協議以降に行われた活動や損失資産補償方針につき詳細説明が行われる予定である。

2-2-6-3 その他

2-2-6-3-1 環境チェックリスト

JICA 環境社会配慮ガイドライン (2010 年 4 月) に添付されている環境チェックリスト案のうち、「16. 農業・灌漑・畜産」に該当する項目に沿って作成したチェックリストを表 2-2-45 に示す。

2-2-6-3-2 その他

前述のマダガスカル国の「開発投資と環境の両立に関する政令」(MECIE) 以外の法令及び関連法制度と JICA 環境社会配慮ガイドラインとの整合性は表 2-2-46 に示すとおりである。

表 2-2-45 環境チェックリスト (案) (1/4)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIAおよび環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIAレポート)等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a)Y/N (b)Y/N (c)Y (d)N	(a)EIA調査は2009年に行われ、それに基づいた環境許可が出ているが(Y)、その後の政変による事業中止により環境許可もすでに失効している(N)。今般、再取得のために当時のEIA報告書をアップデートする作業が行われている。 (b)同上 (c)当時の環境許可の付帯条件で主要なものは①事業の詳細確定後の環境仕様書の見直し、②プログラム契約書の作成と環境局への提出、③環境追跡調査報告書の作成と環境局への提出であり、いずれも通常の環境許可付帯条件である。 (d)その他の環境許認可は不要である旨国立環境局に確認済みである。
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a)Y (b)Y	(a)2015年8月18日、8月20日にステークホルダー協議を行い、農家を中心に総計139人以上の関係者が参加した。DRDAが事業説明を適切に行い、理解を得ている。 (b)農家からは現況の水不足を訴える声が多かった。事業内容(配水計画)と、適切な水管理のソフトコンを行うことで対応する。
	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は(検討の際、環境・社会に係る項目も含めて)検討されているか。	(a)Y	(a)本協力対象事業の代替案の検討として、A案: 現行事業(ゼロオプション)、B案: 南北両地区での取水施設と配水施設の改修(本計画)、C案: 南北別途内容での改修案について比較検討を行った結果、B案(本計画)が妥当であるとの判断に至った。
2 汚染対策	(1)水質	(a) 農地からの排水または浸出水による周辺河川、地下水等の汚染防止に配慮されるか。肥料、農薬、畜産廃棄物等について、適切な施用および処分方法の基準が定められ、それらを農民に周知徹底する体制が整えられるか。 (b) 河川、地下水汚染に対するモニタリング体制が整備されるか。	(a)Y (b)Y	(a)工事期間中は排水用の沈砂池を設けることにより河川に流入する汚濁物を最小限に留める。また、区間ごとの工事を行うことで一度に大量の汚濁物が流出しないようにする。さらに、影響を避けるため、PC23地区内の水路等の工事の際は、用排水量が少ない乾季に行う。頭首工の工事については、仮締切と迂回水路を設けることとなるが、水路工事同様に汚濁水は沈砂池を設けて河川に排水することにより下流への影響を軽減する。(農薬等については下記(3)を参照。) (b)DRDAがモニタリングを行う。
	(2)廃棄物	(a) 廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a)Y	(a)施設改修に伴う廃棄物や用排水路の浚渫土、また建設労働者の生活廃棄物が生じるが、地域のルールに沿って適切な処理を行う。
	(3)土壌汚染	(a) 灌漑地において塩害等は生じるか。 (b) 農薬、重金属その他有害物が灌漑地土壌を汚染しない対策がなされるか。 (c) 農薬管理計画が作成され、その使用方法・実施体制が整備されているか。	(a)N (b)Y (c)Y	(a)塩害の発生は予測されない。 (b)化学肥料や肥料は高価であることから、農民が急激に使用量を増加させることによる土壌汚染の可能性はほとんど考えられない。 (c)マダガスカル国政府は世銀BVPI事業の一環として農薬管理計画を策定し、DRDAを含む地方行政に対して農薬の管理・使用に関する研修及び啓蒙普及活動等を実施している。
	(4)地盤沈下	(a) 大量の地下水汲み上げを行う場合、地盤沈下が生じる恐れがあるか。	(a)N	(a)事業内容に地下水汲み上げは含まれていない。
	(5)悪臭	(a) 悪臭源はあるか。悪臭源がある場合、地域住民との間で問題が生じる恐れはあるか。	(a)N	(a)事業内容に悪臭を発生させるものは含まれていない。

表 2-2-45 環境チェックリスト (案) (2/4)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
3 自然 環境	(1)保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a)N	(a)アロチャ湖およびその湖岸湿地を合わせた地域は2003年国内3番目のラムサール条約登録湿地として指定を受けたが、事業対象地域は登録されたアロチャ湖およびアロチャ湿原区域とは重複していない。
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地(珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等)を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) プロジェクトにより、貴重な野生生物の繁殖の場や餌場が失われるか。失われる場合、近傍に代替地が存在するか。 (d) 過剰放牧による野生生物の生育環境への影響、砂漠化等の生態系の劣化はあるか。 (e) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。	(a)N (b)N (c)N (d)N (e)N	(a)~(e) 灌漑面積の増大により、現況で上流部に偏っている生産が下流部まで均等に生産がなされるようになることから、北地区、南地区をあわせた全体の作物要水量・蒸発量は変化がないことが予想され、したがって排水路からの流量に変化は予想されない。地区全体の排水量の総量に変化がないことから、下流の湿地の動植物に影響が及ぶ可能性は無い。

表 2-2-45 環境チェックリスト (案) (3/4)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
4 社会	(1)住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。 (c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 (d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されているか。 (f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。 (h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a)Y (b)Y (c)Y (d)Y (e)Y (f)Y (g)Y (h)Y (i)Y (j)Y	(a)改修予定の農道が走る水路堤上に2009年以降建てられた家屋のうち、設計上農道の幅員の取れない可能性がある場所に建てられた建物が57軒確認された。これらのうち何軒が農道整備により実際に移転を余儀なくされるかは今後の詳細設計によるが、全体の1割、5～6軒と推察される。今後の詳細設計段階においてこれら移転必要家屋の最小化が図られるような路線設計を行う。 (b)初回ステークホルダー協議で説明がなされた。今後もDRDAが行う同様の協議にて住民への周知を図る。 (c)今般の調査で人口センサス調査、損失資産調査、家計調査を実施済。移転計画書は今後作成される。 (d)マダガスカル国内法で規定されている。 (e)世銀BVPIのものを参考に今後作成される。不法占拠者が対象なので家屋の補償と移転費用支援のみが対象となり、移転先の確保や生計手段支援は行われぬ。 (f)移転対象者全員が貧困層であると推測される。 (g)初回ステークホルダー協議における応答にて特に反対意見がなかったことから、可能であると推測される。 (h)DRDAとの確認、合意済事項である。 (i)国立環境局からの環境許可の条件に含まれるものと推測される。 (j)通常の公共事業の実施体制に関する規定により、地元コミュニティと中央政府諸機関、DRDAが委員会を発足させる。
	(2)生活・生計	(a) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (b) 農地利用に係る権利の配分は適正に行われるか。特定の地域あるいはセクターの住民への利用権や利便性が偏在することはないか。 (c) 対象地域における水利権等の配分は、適切に行われるか。水利権や水利利用に係る利便性が特定のセクターまたは地域の住民に偏在することはないか。 (d) プロジェクトによる取水等の水利利用（地表水、地下水）によって周辺および下流域の漁業および水利利用に悪影響を及ぼすか。 (e) 水を原因とする、もしくは水に係る疾病（住血虫症、マラリア、糸状虫症等）は生じるか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮が行われるか。	(a)N (b)N (c)N (d)N (e)N	(a)～(e) 本事業は既存の灌漑施設の更新（リハビリ）事業のため、現況からの住民生活への大きな変化は想定してない。このため、住民生活への悪影響や農地利用に係る権利の配分、水利利用への影響は想定されない。また、下流への排水量も事業実施前と事業実施後の北地区、南地区をあわせた排水量には変化がないため、地区外（下流）の水利利用への影響や水に起因する疾病の発生状況に変化は生じない。
	(3)文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a)N	(a)事業内容に遺産、史跡等を損なうものは含まれていない。
	(4)景 観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a)N	(a)事業内容に遺産、史跡等を損なうものは含まれていない。
	(5)少数民族、先住民族	(a) 少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a)N (b)N	(a)事業内容に少数民族、先住民族の文化、生活様式へ影響を与えるものは含まれていない。 (b)事業内容に少数民族、先住民族の土地、資源に関する権利に影響を与えるものは含まれていない。

表 2-2-45 環境チェックリスト (案) (4/4)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
4 社会環境	(6)労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されるか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a)Y (b)Y (c)Y (d)Y	(a)～(d) マダガスカル国の労働環境に関する法律の順守、労働災害防止のための措置は工事請負業者（下請けを含む）の契約条件（応札条件）となる。作業員への安全教育や警備要員への教育は工事請負業者の責任により徹底される。
		(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a)Y (b)N (c)N	(a)事業内容に騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物などで住民生活に影響を及ぼすものは含まれていない。灌漑地区は広大であり、近隣の居住地は少ない。さらに、工事は日中の住民が農作業に出払っている時間のため、影響は限定的である。 (b)既存施設の更新（リハビリ）であり規模の拡大を想定していないことから、工事中も生態系への影響は想定されない。 (c)同上。
5 その他	(1)工事中的の影響	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a)Y (b)Y (c)Y	(a)モニタリングが計画されている。モニタリング計画とフォームを参照のこと。 (b)同上 (c)DRDAとの合意事項である。
	(2)モニタリング	(a) 必要な場合は、林業に係るチェックリストの当該チェック事項も追加して評価すること。 (b) 取水・利水のための大規模な堰の設置、貯水池、ダム建設を伴う場合には、必要に応じて、水力発電・ダム・貯水池に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること。	(a)N (b)N	(a)林業に係るチェックリストのチェック事項で該当する項目は無い。 (b)事業内容に取水・利水のための大規模な堰の設置、貯水池、ダムの建設は含まれていない。
6 留意点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a)N	(a)事業内容に越境または地球規模の環境問題に影響を及ぼすものは含まれていない。
	環境チェックリスト使用上の注意			

表 2-2-46 JICA ガイドラインとマダガスカル環境関連法制度・規定との比較表

No.	JICA Guidelines	Laws of Madagascar	JICA Guidelines と Laws of Madagascar とのギャップ	本事業の移転方針
1.	Involuntary resettlement and loss of means of livelihood are to be avoided when feasible by exploring all viable alternatives. (JICA GL)	許容可能なレベルまで環境への影響を引き下げる努力が必要である。 (MECIE 第7条)	(無し)	JICA ガイドラインに準拠
2.	When population displacement is unavoidable, effective measures to minimize impact and to compensate for losses should be taken. (JICA GL)	(同上)	(同上)	(同上)
3.	People who must be resettled involuntarily and people whose means of livelihood will be hindered or lost must be sufficiently compensated and supported, so that they can improve or at least restore their standard of living, income opportunities and production levels to pre-project levels. (JICA GL)	財産や生計の損失が避けられない場合、対象者は彼らの生計が向上するかあるいは移転前のレベルを維持することを保証されなければならない。 (BVPI-CPR P6)	(無し)	JICA ガイドラインに準拠
4.	Compensation must be based on the full replacement cost as much as possible. (JICA GL)	補償は損失する資産の現在価値にて行う。 (BVPI-CPR Table2)	(無し)	(不法占拠者のため適用外)
5.	Compensation and other kinds of assistance must be provided prior to displacement. (JICA GL)	補償は移転の前に行われる。 (BVPI-CPR Table2)	(無し)	JICA ガイドラインとマダガスカル国内法の両方に準拠
6.	For projects that entail large-scale involuntary resettlement, resettlement action plans must be prepared and made available to the public. (JICA GL)	影響を受ける人数により、住民移転計画または簡易住民移転計画が作成される。 (BVPI-CPR 5.2.2)	(無し)	マダガスカルでの既存の住民移転計画(世銀ガイドライン)に準拠したBVPI-CPR)に準拠
7.	In preparing a resettlement action plan, consultations must be held with the affected people and their communities based on sufficient information made available to them in advance. (JICA GL)	現地ステークホルダー会議の開催および情報公開。 (MECIE 第10条/第15条)	(無し)	JICA ガイドラインとマダガスカル国内法の両方に準拠
8.	When consultations are held, explanations must be given in a form, manner, and language that are understandable to the affected people. (JICA GL)	公聴会での各専門分野の専門家の説明の必要性。 (MECIE 第20条)	JICA ガイドラインの詳細な記述(具体的な進行)まではMECIEにおいてなされていない。	JICA ガイドラインに準拠
9.	Appropriate participation of affected people must be promoted in planning, implementation, and monitoring of resettlement action plans. (JICA GL)	環境評価への市民参加の義務付け。 (MECIE 第15条)	JICA ガイドラインの詳細な記述(具体的な進行)まではMECIEにおいてなされていない。	JICA ガイドラインに準拠
10.	Appropriate and accessible grievance mechanisms must be established for the affected people and their communities. (JICA GL)	事業委員会の設立 (MECIE23条) 調停委員会の設立 (BVPI-CPR 7.2.3)	MECIEに規定されている事業委員会はかならずしも住民の苦情処理のためだけの組織ではないが、BVPI-CPに規定された調停委員会の上位(監督)機関となる。	マダガスカルでの既存計画(世銀ガイドライン)に準拠したBVPI-CPR)に規定された調停委員会がより現実的である。

No.	JICA Guidelines	Laws of Madagascar	JICA Guidelines と Laws of Madagascar とのギャップ	本事業の移転方針
			り得る。	
11.	Affected people are to be identified and recorded as early as possible in order to establish their eligibility through an initial baseline survey (including population census that serves as an eligibility cut-off date, asset inventory, and socioeconomic survey) , preferably at the project identification stage, to prevent a subsequent influx of encroachers of others who wish to take advance of such benefits. (WB OP4.12 Para.6)	国内法に規定がないため、世銀 Op4.12 が適用される。 (BVPI-CPR 5.1.1)	カットオフデートの設定、人口センサスの実施などの詳細までは法律で規定がないが、左記の世銀の例がある。	マダガスカルでの既存計画（世銀ガイドラインに準拠した BVPI-CPR）に準拠
12.	Eligibility of benefits includes, the PAPs who have formal legal rights to land (including customary and traditional land rights recognized under law) , the PAPs who don't have formal legal rights to land at the time of census but have a claim to such land or assets and the PAPs who have no recognizable legal right to the land they are occupying. (WB OP4.12 Para.15)	収用に関する法律は、実際には大部分を占める不法占拠者について述べていないが、土地法（18 条-30 条）は、彼らが可視的な形で占拠地を開発してきた場合の権利を規定しており、補償の対象となる (BVPI-CPR 4.2.3)	不法占拠者への補償の詳細までは法律で規定がないが、左記の世銀の例がある。	マダガスカルでの既存計画（世銀ガイドラインに準拠した BVPI-CPR）に準拠
13.	Preference should be given to land-based resettlement strategies for displaced persons whose livelihoods are land-based. (WB OP4.12 Para.11)	登記済の土地、公用地であっても占有が認められている土地の所有者は同等の移転先の土地を供与される。 (BVPI-CPR 6.1.1)	(無し)	(本事業の対象者はすべて不法占拠者のため適用外)
14.	Provide support for the transition period (between displacement and livelihood restoration). (WB OP4.12 Para.6)	多年性作物の補償に移転時から最初の収穫までの時間的損失に対する補償が含まれる。 (BVPI-CPR Table 4)	(無し)	(本事業の対象者はすべて不法占拠者のため適用外)
15.	Particular attention must be paid to the needs of the vulnerable groups among those displaced, especially those below the poverty line, landless, elderly, women and children, ethnic minorities etc. (WB OP4.12 Para.8)	具体的に社会的弱者の定義とともに配慮すべき対象が明記された法律は無いが、世銀 BVPI で配慮を求めている住民移転計画書が作成されている。	同左	マダガスカルでの既存計画（世銀ガイドラインに準拠した BVPI-CPR）に準拠
16.	For projects that entail land acquisition or involuntary resettlement of fewer than 200 people, abbreviated resettlement plan is to be prepared. (WB OP4.12 Para.25)	住民移転の対象者が 50～200 人の場合、簡易住民移転計画書が作成される。 (BVPI-CPR 5.2.2)	(無し)	マダガスカルでの既存計画（世銀ガイドラインに準拠した BVPI-CPR）に準拠

2-3 その他（グローバルイシュー等）

マダガスカルでは、2009年3月に憲法手続きに則らない形で暫定政府が樹立され不安定な政治状況に陥ったことから、投資の減少による景気の後退や財政の弱体化による経済の停滞が続いた。このため、貧困率は、2005年の68.7%が2010年には76.5%にまで上昇し、国民の大多数は1日あたり2USドルでの生活レベルに悪化した。その後、民主的な大統領選挙を経て2014年4月に新政権が発足したことから、我が国は経済成長を目指したODAを再開する方針となった。

マダガスカルでは、貧困削減戦略文書（PRSP）で設定した開発目標の2005年後半から2006年における到達状況を踏まえ、2007年にPRSP戦略を発展的に継承したマダガスカル・アクションプラン（Madagascar action Plan : MAP、2007～2012年）を策定した。同アクションプランは、経済成長を実現し、国際市場での競争に耐える経済の建設及び貧困の削減と国民生活の改善を目指したものであった。

貧困削減と経済成長を図る上で農業セクターの重要性は高く、その開発戦略は上述のMAPを踏襲し、農業・畜産・漁業セクタープログラム（Programme Sectoriel Agriculture Elevage Pêche: PSAEP）（2013～2025年）に反映されている。コメは重要な位置づけにあり、生産量の増加は国家の最重要課題となっている。

本協力対象事業は、アロチャ湖周辺のコメ生産地域において、機能が著しく低下した灌漑施設を改修して灌漑用水を安定的に供給することを目的としており、コメの増産や農家所得の向上を通じて貧困の削減や経済の成長に寄与することが期待される。

PC23 灌漑地区の現状の灌漑施設はフランスの植民地時代に建設されたもので、分水や配水施設の施設構造等からそれらの施設を適切に運用維持管理することが困難な状況となっている。本事業では、改修後の施設の日常的な運用維持管理は、受益農民で組織された水利組合や水利組合連合が担うことになる。そこで、灌漑施設の改修に当たっては、彼らが運営操作・維持管理が出来る整備水準で改修する方針である。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

マダガスカルは約 58 万 7 千 km² の国土（日本の約 1.6 倍）に 2,357 万人が住んでおり、一人当たり GNI は 440US ドル（2013 年：世銀）と、最貧国の 1 つに位置付けられる。

コメは非常に重要な農作物であり、年間一人当たり約 120kg を消費（日本の約 2 倍）しているが、天災（サイクロン、干ばつ等）や虫害によりその生産は大きく影響を受け、年間生産量の変動が大きい。また、概して生産性の低い稲作が行われていることから、生産性の向上による生産量の増加を実現することが必要とされている。

マダガスカルにおける稲作は、伝統的な灌漑システムの存在に特徴づけられ、全国多くの地域で棚田のような灌漑水田が広がっている。近年、これらの灌漑稲作地帯では、その上流域からの土砂流入により灌漑機能が低下している。この要因としては、住民による過度の焼畑・伐採や森林火災の結果、森林による土壌保全機能の低下が考えられ、これを防ぐためには、上流域の土壌保全・管理が必要であると考えられている。

かかる状況を背景に、マダガスカル政府は、コメ生産の拡大を目指して、全国の既存水田約 100 万 ha を対象にした灌漑整備事業と灌漑地区上流域の植生回復・植林による持続的水源涵養事業を一体的に実施する国家プログラム「流域管理・灌漑国家プログラム（PN-BVPI）」を 2006 年に策定してコメの生産基盤の強化を図ることとし、国内最大のコメ生産地帯であるアロチャ湖周辺において同プログラムを推進している。

アロチャ湖周辺では、流域からの産出土砂が灌漑水路に流入・堆積しコメ生産基盤が荒廃している。これに対処するために、我が国による技術協力プロジェクト「ムララノクロム総合環境保全・農村開発手法開発プロジェクト（PRODAIRE）」及び「中央高地コメ生産性向上プロジェクト（PAPRiz）」によって、流域管理や灌漑施設の運用・維持管理の担い手である水利組合連合の強化が実施されている。この支援により、水利組合連合の自力による水路の浚渫や施設の維持管理・運用が行われているが、資金力や運営能力が乏しいこともあって基幹施設の改修までに至っていない。灌漑施設の老朽化も相まって灌漑機能は不全に陥っている。

こうした状況において、本プロジェクトは、アロチャ湖南西部 PC23 地区において、灌漑施設を改修することにより、灌漑水の安定的な供給を図り、もって同地域のコメ生産量の拡大に寄与するものである。

上位目標	: 食料安全保障に貢献する。
プロジェクト目標	: 灌漑施設の改修により灌漑用水を安定供給する。

3-1-2 プロジェクトの概要

(1) プロジェクトサイト

プロジェクトサイトは、アロチャ湖南西部地域 PC23 灌漑地区（フィボラナ、ツアラボイ）と

その上流域（サハベミライ）及び周辺地域（エザカ、サハミライ）で、各地区の要請内容を以下に示す。

表 3-1-1 プロジェクトサイト及び要請内容

	地区名	灌漑面積 (ha) *	要請内容
a	フィボラナ (Fivoarana)	5,350 (4,540)	施設改修
b	ツアラボイ (Tsaravohi)	4,520	施設改修
	小 計	9,870	
c	エザカ (Ezaka)	700	河川の浚渫
d	サハミライ (Sahamillahy)	1,700	地区内水路の浚渫
e	サハベミライ (Sahabe Miray)	2,860	b 地区の余水吐の機能強化
	合 計	15,130	

注*； 要請時の灌漑面積である。a.フィボラナ地区は利用可能な水資源量の調査の結果 4,540 ha と算定された。

(2) プロジェクト内容

プロジェクト目標を達成するために、要請内容と現地調査結果及びマダガスカル側との討議結果を踏まえ、以下のプロジェクト内容を実施する。

表 3-1-2 要望内容とプロジェクト内容

項目	要請内容	プロジェクト内容
土木工事	<ul style="list-style-type: none"> 施設改修（頭首工（2 か所）、幹線水路・2 次水路、水利構造物） 管理用道路改修 沈砂池 植林、ラバカ対策 	<ul style="list-style-type: none"> 施設改修（頭首工（2 か所）、幹線水路・2 次水路、幹線水路・2 次水路及び北集水路に付随する水利構造物） 農道（R1,R2）、管理用農道（RM）改修 沈砂池 プロジェクトに含めない*1
機材調達	<ul style="list-style-type: none"> 浚渫機材の調達 	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトに含めない*2
ソフトコンポーネント	<ul style="list-style-type: none"> 水利組合及び水利組合連合、大連合の能力強化 	<ul style="list-style-type: none"> 灌漑施設維持管理マニュアルの作成 灌漑施設の維持管理技術の研修
設計・監理	<ul style="list-style-type: none"> 上記の設計・監理 	<ul style="list-style-type: none"> 上記の設計・監理

注：*1；現地調査の討議議事録（M/D）において、要請内容の項目「植林、ラバカ対策」及び「施設改修」に含まれている「河川浚渫」はプロジェクトに含めない”旨が協議・合意された。

*2；調査・検討の結果、プロジェクトに含めない（詳細は「3-2-2-11 浚渫機材の調達」参照）。

各プロジェクトサイトにおけるプロジェクト内容は以下のとおりである。

表 3-1-3 各プロジェクトサイトにおけるプロジェクト内容

地区名	要請内容／背景	プロジェクト内容
a. フィボラナ	要請内容；施設改修 施設の荒廃により灌漑用水の安定供給が阻害されている。	頭首工、取水工、幹線用水路、2 次用水路の灌漑施設の改修 水利組合による施設の運営維持管理能力の強化
b. ツアラボイ	要請内容；施設改修 施設の荒廃により灌漑用水の安定供給が阻害されている。	頭首工、取水工、幹線用水路、2 次用水路の灌漑施設の改修 水利組合による施設の運営維持管理能力の強化
c. エザカ	要請内容；河川の浚渫、水利組合の強化（a,b 地区水利組合大連合への加盟を希望） 地区内を流下するアンバシメナ川とサハメナ川では、恒常的な土砂の堆積によってその通水能力が低下し、洪水氾濫によって、同地区の上流側から P1 幹線用水	河川浚渫は行わない。また、水利組合の強化は行わない。 理由： - 応急的な浚渫が行なわれた。 - 洪水時の土砂流出の低減には上流域のラバカ

地区名	要請内容／背景	プロジェクト内容
	<p>路沿いの地区では、河川周辺の水田に土砂が流出し稲作に被害が出ている。</p> <p>2014年に両河川の堆積土砂は浚渫されたが、上流域からの土砂流出が恒常的であることから、洪水期には再び土砂を伴う洪水の氾濫が起こることが予測される。両河川は北集水路の水源河川でもある。河川の通水能力の不足は、北集水路への流入量の減少となって、フィボラナ地区（P1灌漑地域）の灌漑用水源の不足を引き起こすことになる。</p> <p>洪水の氾濫防止や通水能力の維持のためには定期的な浚渫が必要である。</p>	<p>対策を含む治水の観点からの長期にわたる取り組みが必要である。上流からの土砂流出が繰り返される現状では、本事業による特定の区間の浚渫のみでは、事業効果の持続性に疑問がある。</p> <p>- 両河川は同地区の灌漑水源河川であると共に北集水路の水源河川でもあることから、灌漑水の安定的な確保のために両河川の浚渫は必要不可欠である。しかし、前述のように特定区間の応急的な浚渫では、その効果は持続しない。浚渫作業を定期的に行なう河川行政的な措置の確立と併せて実施すること望ましい。</p>
d. サハミライ	<p>要請内容；河川の浚渫</p> <p>P1頭首工取水地点でサハミライ川に合流するAmpondra水路で土砂が堆積している。同水路は、地区内の生活道路と並行してことから水路の浚渫は稲作のみならず生活の維持にも不可欠である。この認識の下、水利組合によって小規模ながら浚渫が行われている。また、この浚渫は、アンポンドラ水路下流の冠水被害を低減することにもなる。</p>	<p>上記c.と同様、以下の理由で水路の浚渫は行なわない。</p> <p>理由：</p> <p>- 必要性は認識できるが、無償事業による浚渫作業では効果の持続性を確保することは難しい。</p> <p>- 応急的ではあるが、浚渫作業は行なわれている。</p>
e. サハベミライ	<p>要請内容；洪水放流工の改修</p> <p>サハベ川の上流域には1,930haの灌漑地区があるが、この地区の下流部ではサハベ川の通水能力不足によって洪水時に冠水被害が生じている。この冠水被害を低減するために、サハベ川に洪水放流工が設置されている。この被害低減効果を更に高めるために、この放流工に可動ゲートを新設することが、上流のサハベミライ水利組合と下流のツァラボイ水利組合との間で合意されている。PAPRizの支援を受けて越流堰が建設されたが、可動ゲートは設置されていない。</p>	<p>洪水放流工の改修</p> <p>改修した放流工の適切な運用のための水利組合間のルール作り。</p>

(3) 期待される成果

プロジェクト目標「灌漑用水を安定供給する」を達成するために、灌漑施設の改修を行うとともに、改修した施設の運営維持管理を持続的なものとするソフトコンポーネント活動を実施することによって、次のような成果が期待される。

定量的効果 ① 受益面積が拡大する。

② 土砂流入量が減少する。

定性的効果 ① 技術協力プロジェクト等との連携により、受益地のコメ生産量が増大する。

② 沈砂池を新設することにより、土砂の浚渫作業が容易になる。

③ 通水ロスが減少し、水利用の効率性が向上する。

④ 適正な水管理・施設維持管理が行われる。

⑤ 洪水放流工の改修により、冠水被害が軽減する。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

上位目標「食料安全保障に貢献する」を念頭に置き、プロジェクト目標「灌漑用水を安定供給する」を達成するために以下の基本方針により事業を計画することとする。

1) 施設改修というコンセプトに基づいて事業計画を策定する。

頭首工更新（取水工を含む）によって取水量の安定的確保、沈砂池新設によって水路への土砂の流入・堆積を軽減すると共に、用水路の通水能力の回復や水位調整施設の更新を通して通水機能を回復し、灌漑水の灌漑計画面積全体への灌漑水の安定供給を目指して事業のインパクトを増大させる。

2) 灌漑受益農家数を拡大しコメ生産量の増加を可能とする。

灌漑面積の増加を通じて灌漑受益農家を拡大し、コメ生産量の増加を可能とする。この観点から灌漑施設の整備を優先するが、コメ生産性の拡大を目指した効率的な稲作農業の実現のために農道整備などは予算の許す範囲で取り組む。

3) 水利組合が操作維持管理し易い施設とする。

灌漑水の取水や公平な配水などの水管理業務は水利組合が担うことになる事から、灌漑施設は水利組合が運営操作・維持管理が出来る整備水準で改修する。

4) 配水ローテーションの実施が容易な施設整備とする。

当灌漑地区の水源は河川であるため取水可能量は増減する。そこで、本事業では渇水期に対応した配水ローテーションの実施が容易となる施設整備を心掛ける。具体的には取水量に応じた圃区単位の灌漑ローテーションの実施を可能とする施設の整備を行う。

5) 既存灌漑施設の取水送水能力の検証結果に基づいて施設を更新・改修する。

既存灌漑施設がP1灌漑地域（北地区）及びP5灌漑地域（南地区）の計画面積を灌漑できる施設能力を有しているのか否かの検証を行い、それに基づいて施設を更新・改修する。

6) 灌漑不能の要因について精査・分析を行い、その対応策を本事業の計画内容に反映する。

現状では、灌漑不能の農地があるとされている。その要因としては、灌漑水量の不足や送水施設の不備の他に農地の不陸などが考えられる。本調査では、これらの要因の精査と分析を行い、その結果を計画策定に反映させる。不陸に起因する場合の圃場均平等マダガスカル側による措置が必要な点についてはその旨の提言を行う。

7) 水源河川からの洪水氾濫による被害実態を調査し、適用可能な対応策を検討する。

この問題の実態を把握し、問題解決の対応策を検討し無償協力対象事業の枠組みの中で対応可能な対策があるか否かを検討する。

8) 浚渫用重機の調達について

現地調査のM/Dにおいて浚渫用重機の調達は、その操作維持管理能力の分析結果に基づき判断すると記載されている。そこで、本調査では水利組合及びアロチャ・マングロ県農業開発局（DRDA）の土木重機の所有や維持管理能力及び予算確保の実態を調査し、持続的な運

用維持管理が可能か否かに基づいて判断する。

(2) 自然環境条件に対する方針

1) 地形・地質・土質条件

プロジェクトサイト及びその周辺地区は、西から東方向の極めて緩い地形勾配で形成されており、花崗岩や片麻岩を母岩として生成されたラテライト土壌がサハベ川などの河川作用によって運搬・堆積された沖積平野に位置している。地質は、シルトまたは粘土を含む細砂から成り、サハベ川の上流から下流に向かって砂の含有量は減少している。灌漑施設の設計に当たっては、JICA基本設計調査（2009）及び本調査の再委託による測量及び地質調査結果を用いる。主要な構造物の基礎は以下の土質調査結果に基づいて設計する。

① 洪水放流工地点

洪水放流工地点で実施したボーリング調査（深さ22m）によると、地質構造は微細砂から粘土を主体とするもので、深度別にその構成を幾分変えるが、基本的にシルトに代表される地質が卓越している。基礎工付近の地質と地盤支持力は、表層（深度4mまで）はシルトまたは微細砂でN値は5～7程度で軟弱である。この下位（深度5～9m）に、N値15程度の少し粗い砂層がある。さらに、この下位はシルト混じりの砂層で、深度10～14mはN=6～13、これ以深（深度15～22m）はN=20程度である。

② サハベ川頭首工地点

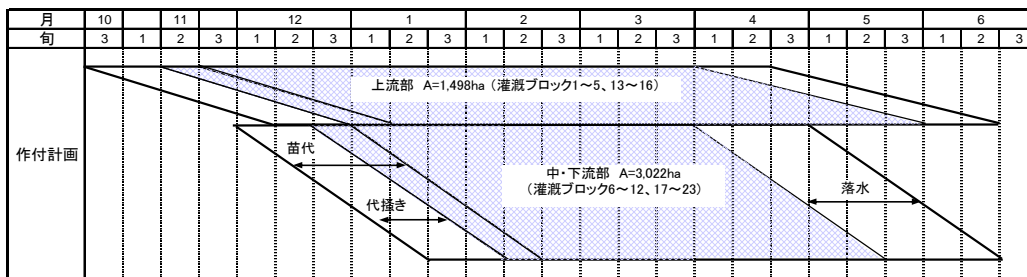
ボーリング調査結果（深さ18m）によると、洪水放流工地点より幾分粒径の大きいシルト～砂層（深度18mの最深部は最大粒径6mmの礫が混入している）で構成されている。深度4～6mの上層のN値はN=10以下の軟弱地盤であるが、これ以深（深度7～18m）は砂質でN=16～25程度である。

2) 営農・灌漑条件に対する方針

① 作付計画に基づいて用水量を算定する。

a) P1 及び P5 灌漑地域の作付計画

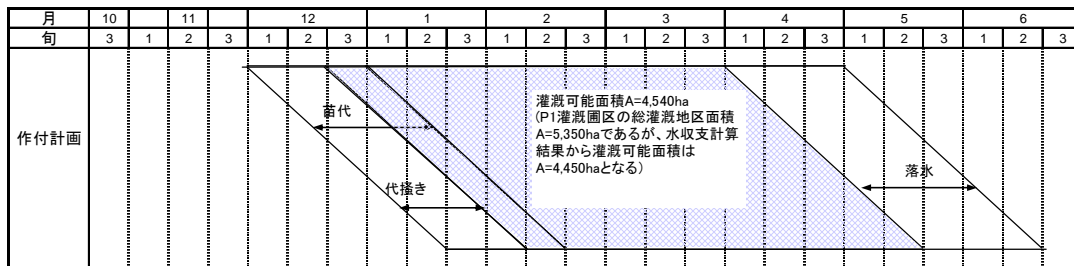
P5灌漑地域では、水路と受益地の地理的な位置関係と降雨とサハベ川の流出時期から、作付けは11月中旬から1月下旬に開始される。この現況の作付体系を考量し、SCAAの農地を含む上流部（灌漑圃区No.1～5及びNo.13～16）と中・下流部の2体系の作付計画とする。中・下流部では、灌漑水の安定供給に合わせて、感光性晩生系品種（栽培期間180日）から非感光性中生系品種（栽培期間135日）への転換を前提にした作付計画とする。



出典；アロチャ湖南西地域灌漑施設改修計画基本設計調査報告書（2009年3月）

図 3-2-1 P5 灌漑地域の作付計画

P1灌漑地域では、現況の感光性晩生系品種は作付開始の遅れから収量の低下が恒常化している。サハミライ川及び4小河川の出水期間に基づき、上記の品種転換を前提に下図の作付計画とする。



出典；アロチャ湖南西部地域流域管理・灌漑事業に係る案件形成促進調査（SAPROF）（2009年3月）

図 3-2-2 P1 灌漑地域の作付計画

b) 上流域の作付計画

P1及びP5灌漑地域の上流域には、水源河川を同じにする灌漑地区がある。各流域の河川水は上流域の灌漑活動に利用され、残りの河川水が下流域のP5及びP1灌漑地域の灌漑水となる。灌漑水利用の開始時期は、現況と同様、河川の出水時期に合わせた10月下旬から12月上旬である。

表 3-2-1 水源河川と灌漑面積

水源河川	上流域の灌漑面積 (ha)	下流域の灌漑地域
サハベ川	1,930	ツアラボイ；P5 灌漑地域 (4,520 ha)
サハミライ川	360	フィボラナ；P1 灌漑地域 (4,540 ha)
4 小河川 (北集水路の水源河川)	1,240	
アンパシメナ川	(300)	
サハメナ川	(120)	
ベヘンギチャ川	(290)	
ベマレニア川	(530)	

出典：JICA 開発調査報告書（2008年1月）及びアロチャ湖南西部地域流域管理・灌漑事業に係る案件形成促進調査（SAPROF）（2009年3月）。下流域の灌漑地域面積は利用可能水資源量から微調整された値。

② 水収支計算によって灌漑可能面積を検討する。

a) 基本条件

作付計画に基づいて作物用水量及び代掻き/苗代用水量を加えて圃場用水量を算出し、これに5年確率の渇水雨量及び渇水河川流量を適用し、有効雨量を考慮して灌漑単位用水量を算出する。灌漑効率及び取水効率は以下の通りとする。

表 3-2-2 水収支計算で適用した灌漑効率及び取水効率

項目	設定条件	算出方法
灌漑効率	P1 及び P5 灌漑地域 57.6%	送水効率；幹線用水路 0.9、2次及び3次用水路 0.8 圃場適用効率；0.8（将来の水管理能力向上を考慮） 灌漑効率=0.9×0.8×0.8=0.576
	上流域灌漑地域 56%	送水効率；0.8、圃場適用効率；0.7 灌漑効率=0.8×0.7=0.56
取水効率	90%	取水工におけるロス

出典；アロチャ湖南西部地域流域管理・灌漑事業に係る案件形成促進調査（SAPROF）（2009年3月）

b) P5 灌漑地域の灌漑面積

サハベ川とサハベ川に合流するサハミライ川の河川流量が水資源利用可能量となる。その量は、両河川の5年確率渇水流量から上流域の灌漑水利用量を除いた量となる。サハミライ川の場合は、上流域の利用量に加えてサハミライ頭首工での取水量（P1灌漑地域の灌漑用水量に基づく）を除いた量となる。

水資源利用可能量と必要灌漑用水量との間の水収支計算結果からP5灌漑地域面積4,520haの灌漑は可能である。

c) P1 灌漑地域の灌漑面積

サハミライ川及び4河川が水源河川である。水資源利用可能量は、それらの河川の5年確率渇水流量から上流域の水利用量を除いた河川流量となる。

水資源利用可能量と計画面積5,350 haの必要灌漑用水量との間で水収支計算を行うと、3月下旬と4月中旬に水資源量の不足が発生する。結果によると、1/5年の渇水年頻度ではあるが、利用可能な水資源量の不足から、当初計画されている灌漑面積5,350 haの灌漑は難しいと推測される。この場合の灌漑可能面積は、同様な水収支計算から4,540 ha（3月下旬）、灌漑不良面積は5,350 ha－4,540 ha=810 haとなる。当初の想定灌漑面積5,350 haを灌漑するためには、この面積の不足期（3月下旬）の灌漑水資源の確保が必要である。

③ 施設計画のための用水量を算定する。

a) 単位計画用水量

施設容量の計画では、単位計画用水量を以下の観点から1.70 lit/sec/haとする¹。

- ・作物消費量がピークとなる2月下旬から3月上旬において、3年に一度の割合で10日間雨量が無降雨となることがあり、施設容量計画には有効雨量を考慮しない計画とすることが妥当である。（上記の水収支計算では、有効雨量を考慮しない場合の最大単位用水量は、P5 灌漑地域で1.66 lit/sec/ha（2月下旬）、P1 灌漑地域で1.70 lit/sec/ha（2月下旬）と算定された。一方、有効雨量を考慮した場合の最大単位用水量は、P5 灌漑地域で1.26 lit/sec/ha（3月下旬）、P1 灌漑地域で1.32 lit/sec/ha（3月下旬）と算定された。）
- ・1986年のSOMALACによる改修計画報告書では既存灌漑施設は単位用水量1.70 lit/sec/haで計画されている。

b) 計画灌漑用水系統と取水施設の計画取水量

計画単位用水量1.70 lit/sec/haと各圃区の灌漑面積から計画用水系統図を作成する。取水施設の計画取水量は次のとおりである。

表 3-2-3 水源河川からの計画取水量

灌漑地域／水源河川	取水施設	現況容量* (m ³ /sec)	灌漑用水量に基づく 計画取水量 (m ³ /sec)	計画取水量 (m ³ /sec)
P5 灌漑地域				
サハベ川	サハベ頭首工	8.00	7.68	8.00
P1 灌漑地域				

¹; アロチャ 湖南西部地域流域管理・灌漑事業に係る案件形成促進調査（SAPROF）（2009年3月）を参照。

灌漑地域／水源 河川	取水施設	現況容量* (m ³ /sec)	灌漑用水量に基づく 計画取水量 (m ³ /sec)	計画取水量 (m ³ /sec)
サハミライ川	サハミライ頭首工	4.00	4.00	4.00
北集水路	アンドラノチミオチャ頭首工	2.00 (Max=2.8)	2.00	2.00 (Max=2.8)
	アンボディファリフィ頭首工	0.51	0.43	0.51
	アンパラマニナ頭首工	1.00 (Max=1.5)	1.13	1.00 (Max=1.5)
	小規模取水施設 2ヶ所	0.17	0.16	0.17

注* ; SOMALAC による灌漑用水系統模式図に基づく。

(3) 社会経済条件に対する方針

PC23地区の灌漑システムの改修が行われ営農状況が改善されることにより、コメ生産量が拡大する。これは、受益者の生計向上に貢献するとともに、地域経済に正の影響をもたらす。さらに、対象事業地域では大規模な農地所有農家は見られず、本協力対象事業が多くの農家世帯に平等に裨益するものと期待される。

本協力対象事業は既存の灌漑施設の改修を目的としており、対象地区で大規模な新規の開発をもたらすものではない。従って、受益地の住民の生活習慣や伝統は現況のまま保たれることとなる。

またジェンダーの視点からは、コミュニティ内および家庭内で農作業は男女共同で行うことが慣例となっている。コメ生産活動における役割分担はあるが、本事業の灌漑水の安定供給による作付面積の拡大が、女性のみにも負担を増大することにならない。

(4) 建設事情／調達事情に対する方針

① 準拠法

マダガスカルにおける労働基準法を基に、最低賃金や労働時間についてはこれに準拠する。

② 準拠規格

マダガスカルでは建設工事に関する設計・施工管理基準が整備されていないため、本協力対象事業における資機材や工事の仕様・品質・試験方法等は、ISOおよびJIS規格に準拠するものとする。この点については実施機関と確認済みである。

③ 建設事情

本協力対象事業の建設予定地であるアロチャ湖周辺では、フランス開発庁（AFD）が実施したPC15灌漑地区の施設改修に携わった中堅建設会社が1社のみ存在し、バックホウ、ダンプトラック、ブルドーザー等の重機を数台所有する。この建設会社は、本協力対象事業地区でも、河川や水路の浚渫工事を実施した経験を有する。一方、首都のアンタナナリボには現地大手建設会社が数社存在しており、ビル建設や道路拡張工事等を実施している。主たる建設機械を保有し施工能力と施工実績を有している。

本協力対象事業では小規模な工事サイトが多数で分散していることから、中堅建設会社を活用することで品質・工期の確保を図ることが期待される。

③ 工事用資機材

マダガスカル国内で流通しているセメント、砂、砂利、盛土材等は現地調達資材とする。バ

ックハウ、ブルドーザー、クレーンなどの汎用建設機械はマダガスカル国内でも調達可能である。鉄筋については、マダガスカル国内で流通しているものの輸入品であることから、日本からの調達と比較して有利な方を採用する。また、取水工や分水工に設置する鋼製ゲートは、マダガスカル国内での生産・流通は一般的でない。品質確保・工程管理の点から日本からの調達とする。

(5) 現地業者（建設業者）の活用に対する方針

頭首工や分水工の改修や水路の浚渫工事について、施工規模と施工の難易度を勘案して現地の中堅規模の建設会社を活用する方針とする。

(6) 運営・維持管理に対する対応方針

整備・改修された灌漑施設の運営・維持管理は、受益農民で組織された水管理組合連合が各農家から水利費を徴収してこれを原資として実施することになっている。この水管理組合連合は、PAPRiz等の支援の下で組織強化が図られてきたが、その能力を十分に備えているとは言い難い。このため、施設の整備・改修と並行して、以下の方針の下での水利組合連合の維持管理能力の向上が必要である。

- ・本協力対象事業では、維持管理が不要な恒久施設はない。整備・改修された施設の予防保全的な視点を持った維持管理技術を習得する。
- ・回復した施設能力を有効に機能させるため、適切な水管理技術（ゲートの開閉操作）を指導する。

上記の方針の下、ソフトコンポーネントを実施して技術指導を行い、必要な知識や技術の習得を通じて維持管理の持続性を図る方針とする。

(7) 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

取水施設と水路の水位/流量調整には、水位差によって自動開閉となるゲートやディストリビューターが設置されていたが、これらは、運用が容易な反面、維持管理面では部品のスペアパーツの入手が困難で、マダガスカルでは適宜の修復・再利用が難しい。このため、現状では、一部の部材に欠損があると施設すべてが未利用となり適正な取水・配分操作ができない状況のまま放置されている。

本協力対象事業ではこれらを撤去し、隣接したPC15地区と同様、運用・維持管理が容易な手動スライドゲートに置き換える方針とする。ゲートの操作運用・維持管理手法は、上記（6）の方針の下、ソフトコンポーネントにおいて指導・訓練する方針である。

(8) 工法／調達方法、工期に係る方針

本協力対象事業による建設工事期間はPC23地区の雨期の灌漑営農活動を阻害しないように、乾期（4月中旬～12月中旬）に実施する。工種は、洪水放流工、頭首工、沈砂池、水路の浚渫、分水工、農道で、工事個所はP1及びP5灌漑地域の凡そ10,000haの中に分散している。その工事量から、3乾期中の工事計画とする。いずれの工事も一般的な土木施設の建設工事であり、地盤改良等の特殊な工法は適用されない。工事では乾期の河川出水に対応できる仮設工法を採用する。また、資機材の内陸輸送、建設機械の調達や、土工事、建設資材および労務の調達などでは現地建設業者を活用しコスト削減に努める。

3-2-2 基本計画

(1) 改修内容

「灌漑用水を安定供給する」を目標として、既存灌漑施設の機能回復を目指した改修を行う。
以下に対象施設と改修方針を踏まえた改修内容を示す。

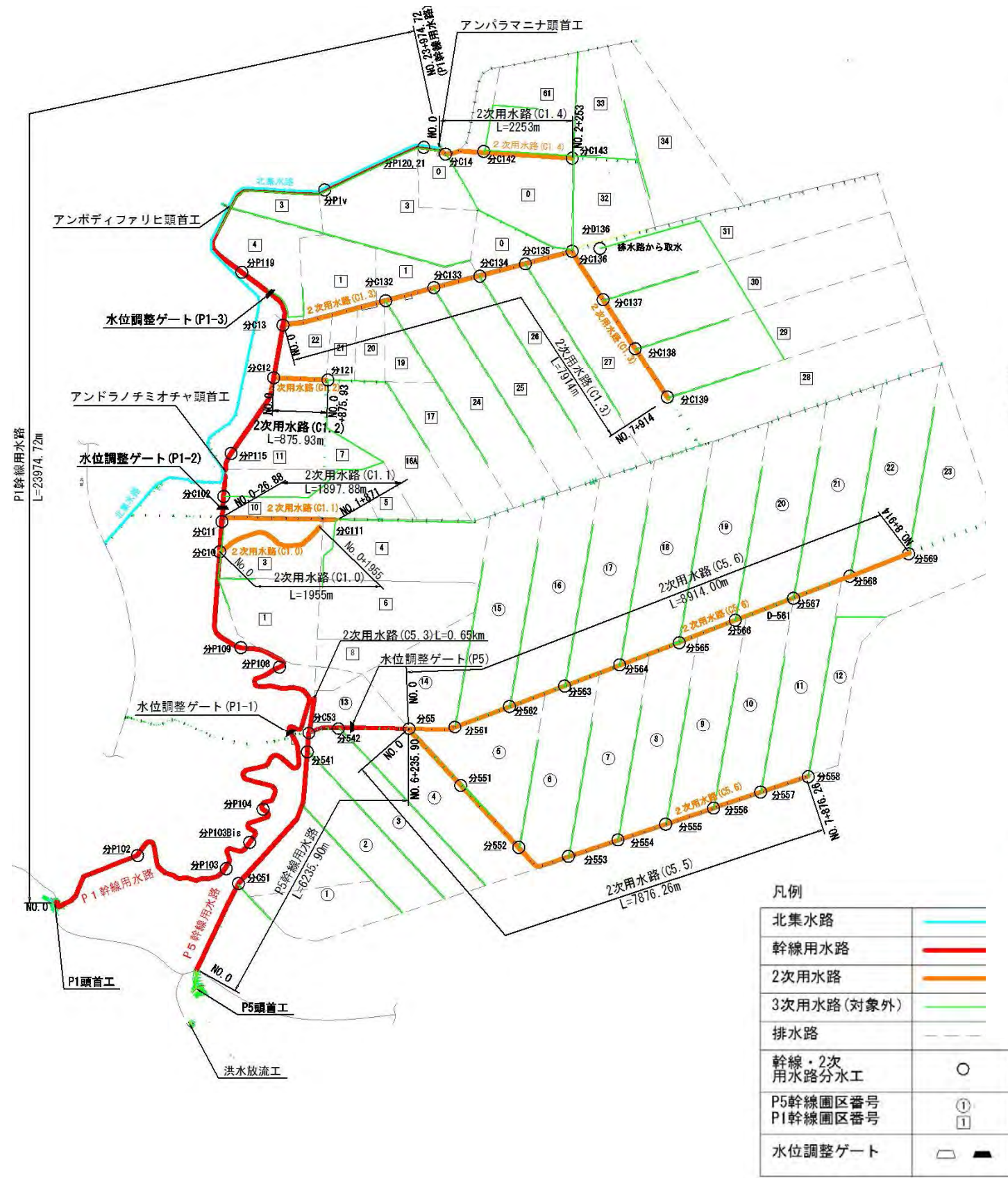
表 3-2-4 改修計画

施設	改修内容
1. 洪水放流工の改修	<ul style="list-style-type: none"> ・可動ゲートの新設 : 径間×扉高×門=2.0m×1.0m×1 門 ・越流堰の全面改修 : 無筋コンクリート、L=10.0m、RC 杭基礎 ・付帯工 : 護床コンクリートブロック、練石積擁壁、フトン管の設置
2. P5 頭首工の改修	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水吐の全面改修 : 無筋コンクリート、L=55.9m、RC 杭基礎 ・土砂吐の全面改修 : 鉄筋コンクリート、L=8.4m、RC 杭基礎 土砂吐ゲート 径間×扉高×門=2.0m×1.8m×3 門 ・取水工の新設 : 鉄筋コンクリート、B=18.8m、RC 杭基礎 取水ゲート 径間×扉高×門=2.0m×1.9m×8 門 ・沈砂池の新設 : 鉄筋コンクリート、B=16.0m、L=60.0m、RC 杭基礎 ・付帯工 : 護床コンクリートブロック、練石積擁壁、フトン管の設置
3. P1 頭首工の改修	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂吐ゲート取替え : 径間×扉高×門=1.8m×0.8m×3 門 ・取水工の改修 : 鉄筋コンクリート、直接基礎 取水ゲート 径間×扉高×門=1.5m×1.3m×2 門 ・沈砂池の新設 : 鉄筋コンクリート、B=10.0m、L=60.0m、木杭基礎 ・付帯工 : 練石積擁壁の設置
4. アンドラノチミ オチャ頭首工の 改修	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂吐ゲート取替え : 径間×扉高×門=0.6m×0.8m×4 門 ・取水工の改修 : 鉄筋コンクリート、RC 杭基礎 取水ゲート 径間×扉高×門=1.3m×1.1m×2 門 ・沈砂池の新設 : 鉄筋コンクリート、B=6.0m、L=50.0m、木杭基礎 ・付帯工 : 練石積擁壁の設置
5. アンボディファ リヒ頭首工の改 修	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂吐ゲート取替え : 径間×扉高×門=0.7m×1.2m×2 門 ・取水ゲート取替え : 径間×扉高×門=0.8m×1.2m×2 門
6. アンパラマニナ 頭首工の改修	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂吐ゲート取替え : 径間×扉高×門=1.1m×1.1m×2 門 ・取水ゲート取替え : 径間×扉高×門=2.0m×2.0m×1 門
7. P5 幹線水路の 改修	<ul style="list-style-type: none"> ・堆積土砂の浚渫、水路断面整形 : L=6.235km ・分水工改修 : 全面改修 4 箇所、部分改修 1 箇所、鉄筋コンクリート、分水ゲート設置
8. P5 2 次用水路 の改修	<ul style="list-style-type: none"> [C5.3]・堆積土砂の浚渫、水路断面整形 : L=0.65km [C5.5]・堆積土砂の浚渫、水路断面整形 : L=7.876km ・分水工改修 : 全面改修 8 箇所、鉄筋コンクリート、分水ゲート設置 [C5.6]・堆積土砂の浚渫、水路断面整形 : L=8.914km ・分水工改修 : 全面改修 9 箇所、鉄筋コンクリート、分水ゲート設置
9. P1 幹線水路の 改修	<ul style="list-style-type: none"> ・堆積土砂の浚渫、水路断面整形 : L=23.974km ・分水工改修 : 全面改修 16 箇所、鉄筋コンクリート、分水ゲート設置

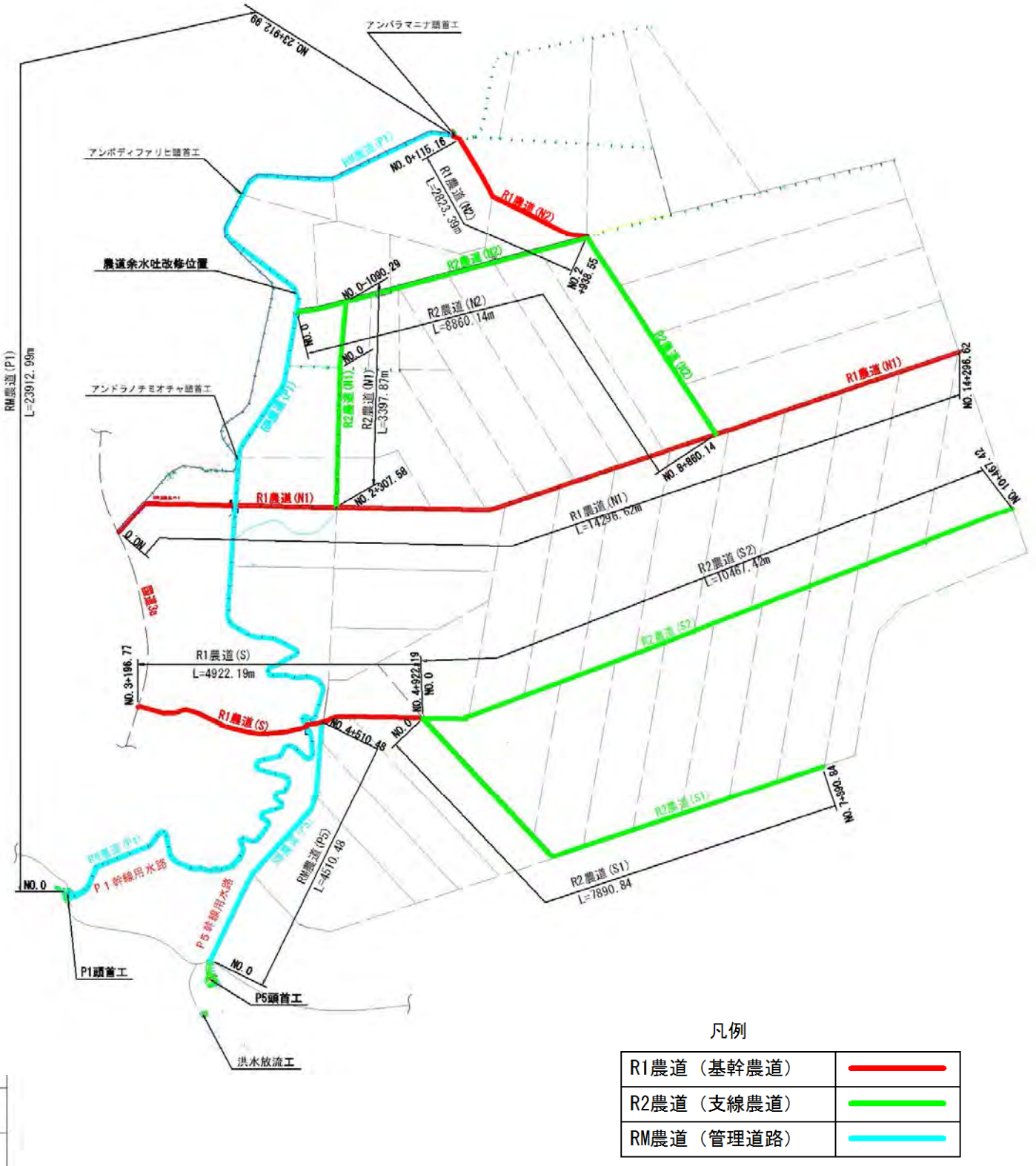
施設	改修内容
10. P1 2次用水路の改修	[C1.0]・堆積土砂の浚渫、水路断面整形：L=1.955km [C1.1]・堆積土砂の浚渫、水路断面整形：L=1.898km [C1.2]・堆積土砂の浚渫、水路断面整形：L=0.876m ・分土工改修：全面改修 1箇所、鉄筋コンクリート、分水ゲート設置 [C1.3]・堆積土砂の浚渫、水路断面整形：L=7.914km ・分土工改修：全面改修 5箇所、新設 3箇所、鉄筋コンクリート、分水ゲート設置 [C1.4]・堆積土砂の浚渫、水路断面整形：L=2.253km ・分土工改修：全面改修 2箇所、鉄筋コンクリート、分水ゲート設置
11. 水位調整施設の改修	全面改修 4箇所、鉄筋コンクリート、ゲート設置、径間×扉高×門=2.0m×1.6m×1門
12. 農道の改修	P5 灌漑地域 ・RM 農道改修：L=6.235km ・R2 農道改修：L=18.358km (S1=7.891km, S2=10.467km) ・R1 農道改修：L=4.922km P1 灌漑地域 ・RM 農道改修：L=23.913km ・R2 農道改修：L=12.258km (N1=3.398km, N2=8.860km) ・R1 農道改修：L=17.120km (N1=14.297km, N2=2.823km)
13. ソフトコンポーネント	・灌漑施設管理マニュアルの作成、灌漑維持管理技術の研修

(2) 対象施設位置図

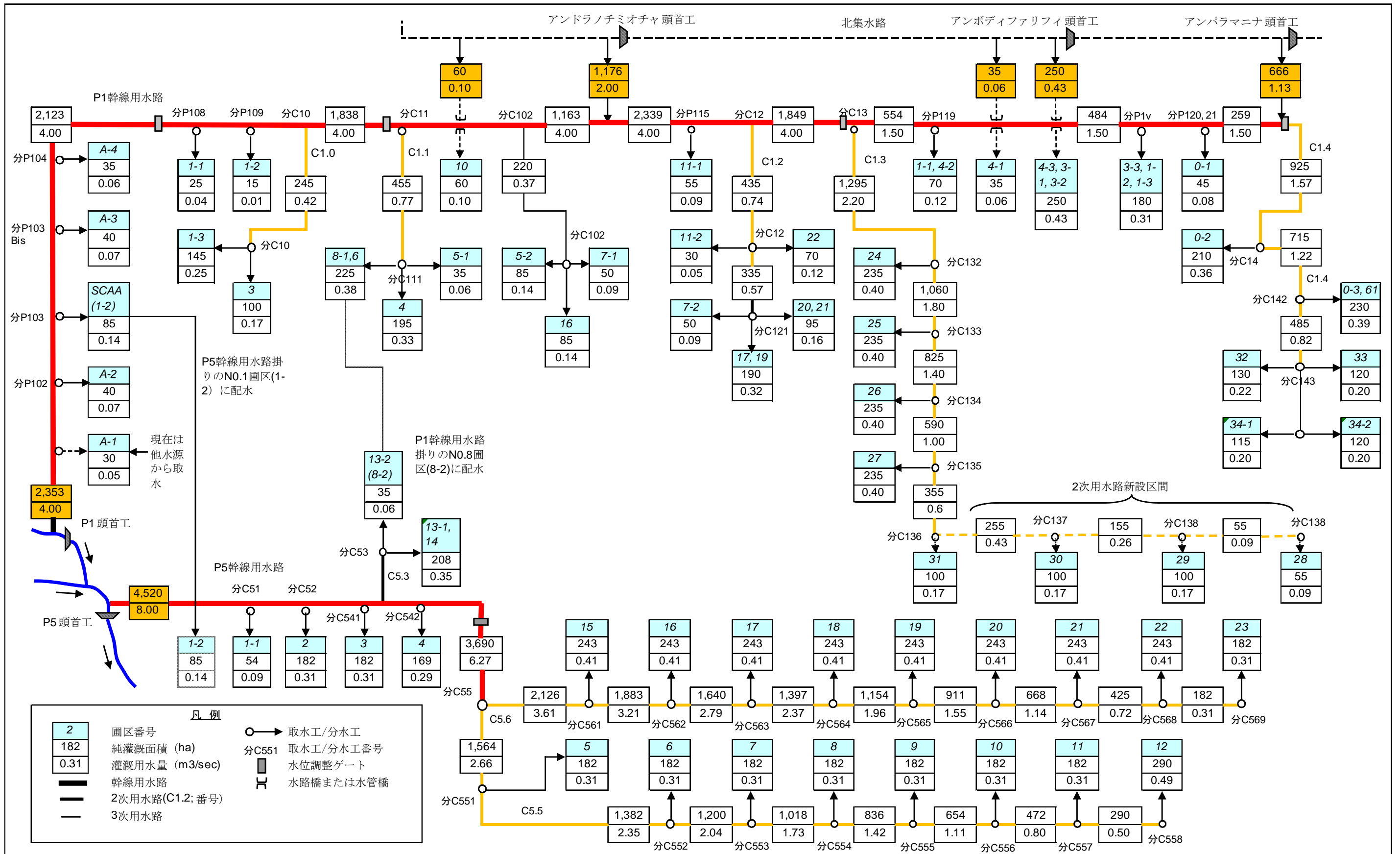
施設改修位置図



農道改修位置図



(3) 灌漑用水系統図



3-2-2-1 洪水放流工の改修

(1) 改修方針

- サハベ川上流域の灌漑地区下流部の冠水被害を低減するために、既存放流工を改修する。
- PAPRizにより建設された既存放流工の簡易な構造図に基づいて堰の浸透路長、エプロンの長さ、エプロンの厚さ等の構造安定性を検証したところ、いずれも必要値を満たしていない。構造的に不安定である。全面改修する必要がある。
- 改修に当たっては、越流堰の改修に加えて、上下流の水利組合での合意に基づく可動ゲートを新設する。放流量は放流河川の流下能力に基づく。

(2) 水理計画諸元の算定

改修に当たっては、P5頭首工の取水確保の観点から現況堰頂標高（EL760.50m）は変更しない。

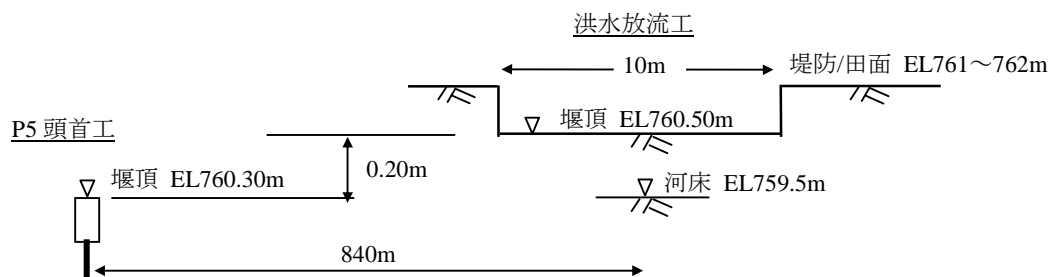


図 3-2-3 洪水放流工の水理計画諸元

洪水放流工の放流河川下流には農地があることから、放流工の規模は、「放流河川の流下能力を超えない範囲でゲート規模と越流堰長さ（既存長さ10m）を計画する」とし、以下の水理の手順から基本諸元を決定する。

- 1) 放流河川の形状は極めて不規則であり、その流下能力は、国道横断部の上下流の河川の縦横断形状から推定すると、最大で $Q=40\text{m}^3/\text{sec}$ 程度である。
- 2) 既存の越流堰の堰長 10m は農民の合意のもとで決定されていることから、越流長は 10m とする。
- 3) 放流河川の流下能力範囲（ $Q = 40\text{m}^3/\text{sec}$ 程度）と、既存の河川幅から堰長とゲート規模を計画すると、堰長 10m、ゲート幅 2m×高さ 1m が適当である。このときの放流量は、 $Q=41.5\text{m}^3/\text{sec}$ （ $\approx 40\text{m}^3/\text{sec}$ ）（堰部 29.6m^3 +ゲート部 11.9m^3 ）となる。



図 3-2-4 洪水放流工の改修計画図

(3) 固定堰部の設計

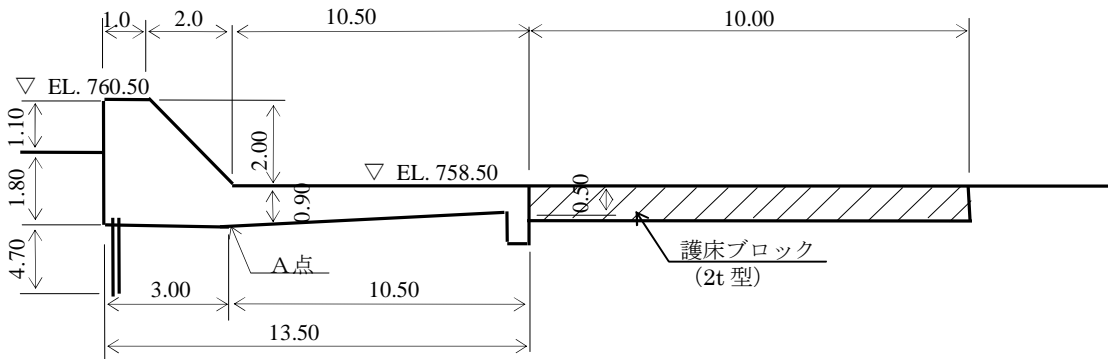


図 3-2-5 洪水放流工固定堰部断面

1) 下流エプロン長の算定

床止工下流側にエプロンを設置して、下流河床の洗堀を防止する。なお、下流エプロンの長さは、ブライ (Bligh) の式より求める

$$l_1 = 0.6 \cdot C \cdot \sqrt{D_1} = 0.6 \times 12 \times \sqrt{2.0} = 10.18\text{m} \leq 10.50\text{m} \quad (\text{OK})$$

ここに、 l_1 : 下流エプロンの長さ (m)

$$D_1 : \text{堰上面からエプロン上面までの高さ (m)} \quad D_1 = \text{EL } 760.5\text{m} - \text{EL } 758.5\text{m} = 2.00\text{m}$$

C : ブライの係数、地質調査の結果より粗砂、 $C = 12$

2) 下流エプロンの浸透路長の検討

パイピングの防止のためには、固定堰基礎面に沿う浸透路の長さ (クリープの長さ、creep length) を確保する。確保すべき浸透路長は、i) ブライ (Bligh) の方法、および ii) レーン (Lane) の方法の二つの方法で求めた値の内大きい値を取る。

i) ブライ (Bligh) の方法

$$S \geq C \cdot \Delta H = 12 \times 2.00 = 24.0\text{m} \leq 25.2\text{m} \quad (\text{OK})$$

ここに、 S : セキの基礎面に沿って測った浸透路長 (m) $S = 1.8 + 4.7 \times 2 + 13.5 + 0.5 = 25.2\text{m}$

C : ブライの係数、(粗砂) $C = 12$

ΔH : 上下流の最大水位差、 $\Delta H = \text{EL. } 760.5\text{m} - \text{EL. } 758.5\text{m} = 2.00\text{m}$

ii) レーン (Lane) の方法

$$L \geq C' \cdot \Delta H = 5.0 \times 2.00 = 10.00\text{m} \leq 16.03\text{m} \quad (\text{OK})$$

ここに、 L : 重みつき浸透路長 (m)、 $L = \sum l_v + 1/3 \cdot \sum l_h = (1.8 + 4.7 \times 2 + 0.5) + 1/3 \times 13.5 = 16.2\text{m}$

C' : レーンの重みつきクリープ係数、(粗砂) $C' = 5.0$

ΔH : 上下流の最大水位差、 $\Delta H = 2.00\text{m}$

i) 及びii) における基礎地盤のブライの係数 C 及びレーンの重みつきクリープ比 C' の値では基礎地盤は粗砂を適用。

以上の結果、下流エプロン長 : 10.50mは両式を満足し、安全である。

3) 下流エプロン厚の検討

下流エプロン厚は、揚圧力のバランスに関する次式より求める。

$$t \geq 4/3 \cdot (\Delta H - H_f) / (\gamma - 1) = 4/3 \times (2.00 - 1.13) / (2.35 - 1) = 0.86 \text{ m} \leq 0.90 \text{ m}$$

ここに、 t : 検討地点のエプロン厚さ (m)

ΔH : 上下流の最大水位差、 $\Delta H = 2.00 \text{ m}$

H_f : 検討地点までの浸透水の損失水頭 (m)

γ : セキおよびエプロンの材料の比重、 $\gamma = 2.35 \text{ tf/m}^3$

4/3 : 安全率

全浸透路長 : エプロン末端部でパイプにより圧力解放する。 $L = 25.20 \text{ m}$

A 地点までの浸透路長 : $LA = 1.80 + 4.7 \times 2 + 3.0 = 14.20 \text{ m}$

A 点までの浸透水の損失水頭 : $H_f = LA/L \times \Delta H = 14.20 / 25.20 \times 2.00 = 1.13 \text{ m}$

4) 下流護床工長の検討

下流護床工の長さを経験式である「ブライの式」により検討する。

$$L_r = L - l_a$$

$$L = 0.67 \cdot C \cdot \sqrt{\Delta H \cdot q} \cdot f = 0.67 \times 12 \times \sqrt{(2.00 \times 3.2)} \times 1.0 \text{ (安全率)} = 20.3 \text{ m}$$

ここに、 L_r : 護床工の長さ (m)

L : エプロンの長さ (l_a) と護床工の長さ (L_r) を含めた保護工の全長 (m)

l_a : 流エプロンの長さ、 $l_a = 10.50 \text{ m}$

ΔH : 最大水位差 (m)

$$\Delta H = \text{EL. } 760.5 \text{ m} - \text{EL. } 758.5 \text{ m} = 2.00 \text{ m}$$

q : 最大流量時の単位幅当りの流量 ($\text{m}^3/\text{sec}/\text{m}$)

$$q = 40 \text{ m}^3/\text{sec} \div 12.5 \text{ m} = 3.2 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{m}$$

従って、下流護床工の長さは、 $L_r = L - l_a = 20.3 - 10.5 = 9.8 \text{ m} \approx 10.0 \text{ m}$ とする。

5) 下流護床エブロックの検討

下流護床ブロック1個の大きさは従来の河川工事の一般的事例より河川勾配1/1,000より緩やかな場合(当該堰1/2,200)の範囲であることから2tf/個とする。

6) 基礎工の設計

以下の土質条件に基づき、基礎杭の検討を行う。検討の結果、基礎杭として RC 杭矩形 0.25m、長さ 4m を下図のように配置する。

洪水放流工 杭の設計

杭と土質

深度	標高	杭長	N値	$f_i=0.2N$	層厚(l_i)	$\Sigma f_i \times l_i$
GL	760.3		4			
1	759.3		7			
2	758.3	758.0m	3			
3	757.3		7	1.4	0.7	1.0
4	756.3		5	1.0	1.0	1.0
5	755.3		14	2.8	1.0	2.8
6	754.3		16	3.2	1.0	3.2
7	753.3		17	3.4	1.0	3.4
8	752.3		15			
9	751.3		16			
10	750.3		6			
11	749.3		9			
12	748.3		8			
13	747.3		12			
		計	$\Sigma l_i \times f_i$	6.6	2	11.4

根入れ長 = $3.0/0.25 = 12.0 \rightarrow 5D$

平均N値 = $(17 + 14) / 2 = 15$

先端支持力 = $30N_{avex} \times A_p = 30 \times 15 \times 0.25 \times 0.25$
 $= 28.1 \text{ ton}$

杭の配置

杭径(m) 矩形 0.25
 周面摩擦力 = $11.4 \times 0.25 \times 4 = 11.4$
 先端支持力 28.1
 極限支持力 39.5
 安全率 摩擦杭 (不完全支持杭) 4
 1本当許容支持力 10
 荷重 200トン@エプロン6mx15m /12
 =17本→18本

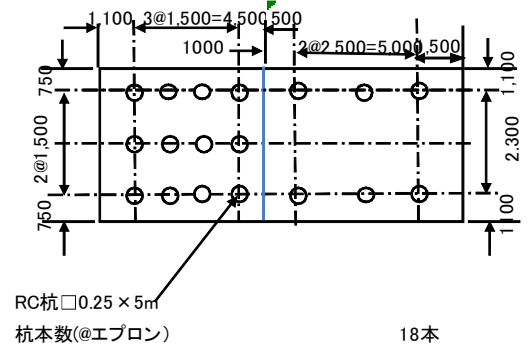


図 3-2-6 洪水放流工 基礎杭の設計

3-2-2-2 P5 頭首工の改修

(1) 現状と改修方針

- P5 頭首工の堰体や護岸工などの主要構造は鋼矢板で作られており、左岸側に 2 門の土砂吐ゲート (手動スルースゲート 1.8m (幅) × 1.0m (扉高)、1971 年建設) が設置されている。
- アロチャ湖開発公社 (SOMALAC) により堰体の鋼矢板の上部の笠コンクリートと土砂吐ゲートの一部の改修が行われた時 (1986 年頃) の頭首工の計画図に基づいて、堰体の自立鋼矢板としての安定計算を行ったところ、矢板の土砂への根入れ長が不足しており、今後の使用を想定すると、安定性に欠けることが判明した。
- 左岸側には取水口があるが、取水工のない自然取水構造であることから、取水の有無にかかわらず洪水期には土砂の幹線用水路への流入が避けられない。
- 取水口の約 300m 下流に取水ゲート ((手動スルースゲート 2.2m (純径間) × 2 門、1971 年建設) が設置されている。2 スピンドルタイプのゲートであるが、劣化しており機能していない。門柱のコンクリートはシュミットハンマーによるテストの結果からは、強度は十分である。
- 左右岸の護岸は、タイロッドで補強された鋼矢板護岸工でできている。建設は 1971 年頃で矢板下部の腐食が進んでいることも考えられ、今後の半永久的な使用に耐えられるとは考えにくい。また、左岸側の鋼矢板護岸工の下流の石積み法面は崩壊が進んでいる。放置すれば鋼矢板

護岸工全体の崩壊につながる可能性がある。

- 以上の現状より、改修計画では、固定堰、土砂吐および護岸工全体の改修を行う。また、土砂流入を抑えるために取水口ゲートや沈砂池を設ける。取水口下流の既存取水ゲートは、沈砂池の維持管理を行う上で必要となる。従って、コンクリート躯体は残しスライドゲート2門を新しいゲートに取り換える計画とする。

(2) 基本設計

1) 設計洪水量

① 改修計画の対象とする超過確率年

河川の重要度と計画の規模の関係から計画の際の超過確率年を検討すると、サハベ川は山地部を流下する一般河川であることから、計画の規模は10年超過確率年以下とする。

② P5 頭首工地点の設計洪水量

サハベ川の10年確率の洪水量は3a国道横断橋地点で2,837 m³/sである（JICA開発調査（2008年1月）。一方で、P5頭首工は、3a国道横断橋の下流135m地点に建設されている。3a国道横断橋部分が狭窄部となっていることから、洪水時には横断橋梁部の上流域が洪水調整の氾濫原となり、橋梁部から下流に流下する洪水量は橋梁部の河川流下能力に応じて軽減される、と推察される。一方で、国道横断の鉄道橋梁のコンクリート橋台にある洪水水跡を観測調査した結果、WL761.9mが洪水の水位跡として観測された（これは、P5頭首工の現況鋼矢板堰の天端標高EL761.29mより約1.6m高い）。

地元農民（漁民）との聞き取り調査によると、過去に洪水がP5頭首工の上流の国道との間にある両岸の堤防から溢れた事は無い、との事であった。一方で、SOMALACによる頭首工の改修計画図によると堤防の高さはEL762.5mである。水位跡観測の水位WL761.9mとの差はわずか0.6mであり、洪水時の波浪高などを考慮すると、観測された水位跡は最高水位を示しているものと判断される。これらの調査分析結果から、P5頭首工の設計洪水量は160 m³/sが妥当であると判断される。

③ サハベ川の河床勾配

河床勾配は、河床を形成する土粒子から推定することができる。河床勾配*i*と砂礫の平均粒径*dm*との間の関係式から求める（土地改良設計基準技術書「頭首工」P122）。

$$dm = 19.86 \times 10^4 (\sqrt{i})^{3.764} - 39 \times 10^6 (\sqrt{i})^{6.31} \quad (\sqrt{i} < 0.1)$$

本調査で調査・分析した幹線水路取水口付近における平均粒径は $dm = 1.2\text{mm}$ で、JICA基本設計調査（2008）時のP5頭首工付近の河床土粒子の粒土試験結果（No.3）のデータから得られる平均粒径は、 $dm = 0.85\text{mm}$ である。これらの調査結果から、平均粒径を $dm = 0.85 \sim 1.2\text{mm}$ とすると、河床勾配は $i = 1/2,000 \sim 1/2,400$ と算定される。

以上より、河床勾配は平均値として $i = 1/2,200$ と推定する。

④ 設計洪水量流下時の堰下流水深

河床勾配*i* = 1/2,200、設計洪水量160m³/s流下時の堰下流の水深は、2.2mと算定される。

⑤ 設計洪水量流下時の水位

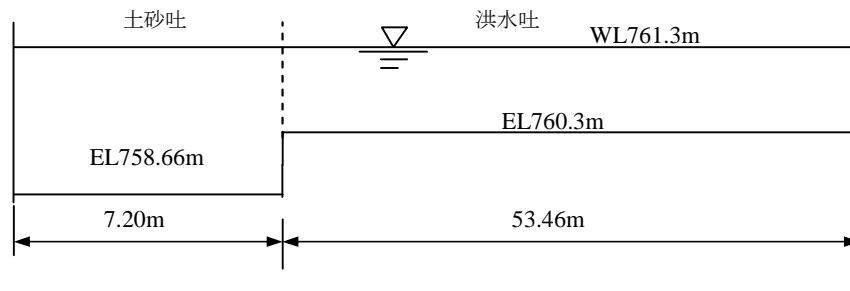


図 3-2-7 P5 頭首工 設計洪水量流下時の水位

設計洪水量 $160\text{m}^3/\text{s}$ が流下するときの堰下流水位は水深 2.2m 程度と推定されることから、水位は下流河床高 $\text{EL}758.5\text{m} + 2.2\text{m} = \text{EL}760.7\text{m}$ となる。堰頂での上下流水深比は $d2/d1 = 0.4 < 2/3$ となつて完全越流するものと考えられる。従つて、洪水吐の固定堰の越流流量係数は $K=2.0$ 、土砂吐部は広頂堰と考え、流量係数 $K=1.7$ 、を適用して流量を算定する。

$$Q = K \cdot L \cdot d1^{3/2}$$

ここに、 Q ：堰の越流量 (m^3/s)

$d1$ ：堰上流側の越流水深 (m)

L ：堰の越流幅 (m)

K ：流量係数

水理計算の結果、設計洪水量 $160\text{m}^3/\text{s}$ は、堰上流の水位は $\text{WL}761.3\text{m}$ から、洪水吐で $107\text{m}^3/\text{s}$ 、土砂吐で $53\text{m}^3/\text{s}$ 、計 $160\text{m}^3/\text{s}$ の流量配分で流下する。この設計洪水量に対し現況の堤防高さ（概ね $\text{EL}762.5\text{m}$ ）は洪水に対して十分安全である、と判断される。

2) 堰の形式

既設と同様、固定堰の洪水吐と土砂吐および取水工で構成されるフローティングタイプとする。

3) 土砂吐の設計

① 排砂基準流量

河床勾配が $i=1/2,200$ から、緩流河川の土砂吐とし排砂基準流量は灌漑期間の平均流量約 $20\text{m}^3/\text{s}$ とする。

② 土砂吐幅

土砂吐の幅は、土砂吐ゲートおよびゲートピアの規模および門数より決定する。土砂吐ゲートは手動式とし、ゲート幅 $2.0\text{m} \times$ 扉高 2.0m とする。また、ピアの厚さは 0.6m とする。

土砂吐の流入部の敷高は現況河床より判断して $\text{EL}758.9\text{m}$ ±、土砂吐エプロン下流での河床標高を $\text{EL}758.5\text{m}$ とする。また、土砂吐掃砂時は射流となるよう目標フルード数を $\text{Fr}=1.75$ 程度とし、土砂吐流入口での水位を堰の設計取水 $\text{WL}760.3\text{m}$ 程度となるように設計する。さらに土砂吐下流で起こる跳水での共役水深が、 $20\text{m}^3/\text{s}$ 流下時の下流水位 $\text{WL}759.5\text{m}$ よりあまり高くないようにする。

土砂吐ゲートを3門とすると、土砂吐幅 7.2m 、土砂吐流入口での水位 760.28m となり、設計取水 $\text{WL}760.3\text{m}$ に一致する。また、下流の共役水深も 0.25m 程度の差であり、護床工では特に問題が生じない。

③ 土砂吐の水力設計

土砂吐幅7.2m、排砂基準流量20m³/s、エプロン長43m、粗度係数n=0.017、下流河床高EL758.5mとして水力計算し、土砂吐勾配はI = 1 / 108.5、フルード数Fr = 1.67、流入口の敷高EL758.9m、入口水位WL760.28mと算定された。

④ 土砂吐エプロンの設計

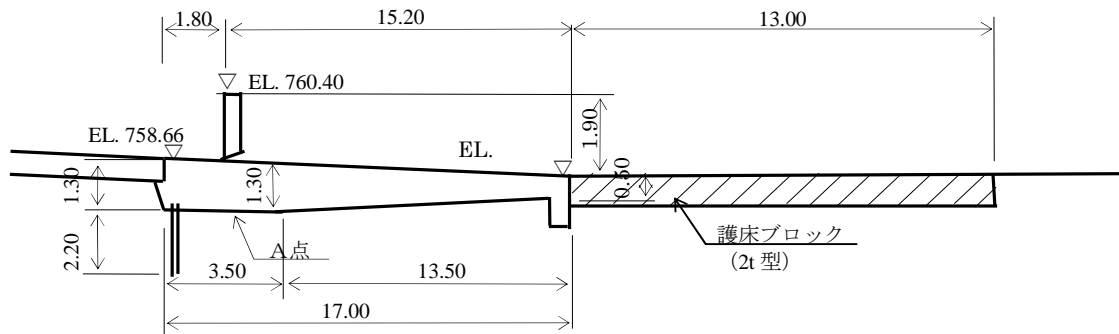


図 3-2-8 P5 頭首工 土砂吐エプロン標準断面図

a) エプロン長

エプロンの長さは、ブライ (Bligh) の式より求める。

$$l_1 = 0.9 \cdot C \sqrt{D_1} = 0.9 \times 12 \times \sqrt{1.9} = 14.89\text{m} \leq 15.20\text{m}$$

ここに、 l_1 : 下流エプロンの長さ (m)

D_1 : 土砂吐ゲート上面からエプロン上面までの高さ (m)

$$D_1 = \text{EL } 760.40\text{m} - \text{EL } 758.50\text{m} = 1.90\text{m}$$

C : ブライの係数、(粗砂) $C = 12$

従って、土砂吐エプロン長は 15.20m とする。

b) 浸透路長の検討方法

パイピングの防止のためには、確保すべき浸透路長は、i) ブライ (Bligh) の方法、および ii) レーン (Lane) の方法の二つの方法で求めた値の内、大きい値を採用する。

i) ブライ (Bligh) の方法

$$S \geq C \cdot \Delta H = 12 \times 1.9 = 22.8\text{m} \leq 23.70\text{m}$$

ここに、 S : エプロン基礎面に沿って測った浸透路長 (m)

$$S = 3.50 + 2.2 + 2.3 + 15.2 + 0.5 = 23.70\text{m}$$

C : ブライの係数、(粗砂) $C = 12$

ΔH : 上下流の最大水位差、 $\Delta H = \text{EL. } 760.40\text{m} - \text{EL. } 758.50\text{m} = 1.90\text{m}$

ii) レーン (Lane) の方法

$$L \geq C' \cdot \Delta H = 5.0 \times 1.90 = 9.50\text{m} \leq 12.03\text{m}$$

ここに、 L : 重みつき浸透路長 (m)、 $L = \sum l_v + 1/3 \cdot \sum l_h = 6.20 + 1/3 \times 17.5 = 12.03\text{m}$

C' : レーンの重みつきクリープ係数、(粗砂) $C' = 5.0$

ΔH : 上下流の最大水位差、 $\Delta H = 1.90\text{m}$

以上の結果、エプロン長 : 15.20m は両式を満足し、安全である。

c) エプロン厚

下流エプロン厚は、揚圧力のバランスに関する式より求める。

$$t \geq 4/3 \cdot (\Delta H - H_f) / (\gamma - 1)$$

ここに、 t : 検討地点のエプロン厚さ (m)

ΔH : 上下流の最大水位差、 $\Delta H = 1.90\text{m}$

H_f : 検討地点までの浸透水の損失水頭 (m)

γ : セキおよびエプロンの材料の比重、 $\gamma = 2.35 \text{ t/m}^3$

4/3 : 安全率

全浸透路長 : エプロン末端部でパイプにより圧力解放する。 $L = 3.50 + 2.2 + 2.3 + 15.2 + 0.5 = 23.70\text{m}$

A 地点までの浸透路長 : $L_A = 3.50 + 2.2 + 0.5 + 1.8 = 8.00\text{m}$

A 点までの浸透水の損失水頭 : $H_f = L_A/L \times \Delta H = 8.00 / 23.70 \times 1.90 = 0.64\text{m}$

エプロン厚 : $t \geq 4/3 \cdot (\Delta H - H_f) / (\gamma - 1) = 4/3 \times (1.90 - 0.64) / (2.35 - 1) = 1.24\text{m} \leq 1.30\text{m}$

従って、A 地点のエプロン厚さは $t = 1.30 \text{ m}$ とする。

d) 下流護床工長

下流護床工の長さを経験式であるブライの式により検討する。

$$L_r = L - l_a$$

$$L = 0.67 \cdot C \cdot \sqrt{\Delta H \cdot q} \cdot f$$

ここに、 L_r : 護床工の長さ (m)

L : エプロンの長さ (l_a) と護床工の長さ (L_r) を含めた保護工の全長 (m)

l_a : エプロンの長さ、 $l_a = 15.20\text{m}$

ΔH : 最大水位差 (m)

$\Delta H = \text{EL. } 760.40\text{m} - \text{EL. } 758.50\text{m} = 1.90 \text{ m}$

q : 最大流量時の単位幅当りの流量 ($\text{m}^3/\text{sec}/\text{m}$)

$$q = 20\text{m}^3/\text{sec} \div 7.2\text{m} = 2.78 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{m}$$

$$L = 0.67 \times 12 \times \sqrt{1.90 \times 2.78} \times 1.5 \text{ (安全率)} = 27.72\text{m}$$

従って、下流護床工の長さは、 $L_r = 27.72 - 15.20 = 12.52\text{m} \approx 13.00\text{m}$ とする。

e) 下流護床工の重量

下流護床ブロック1個の大きさは、従来の河川工事の一般的事例より河川勾配1/1,000より緩やかな場合 (当該堰は1/2,200) であることから2tf/個とする。

4) 固定堰の設計

固定堰の天端標高は、現況の笠コンクリート天端標高EL760.29に合わせてEL760.30mとする。基本断面形は下図のように台形断面とする。天端幅は1.0mとする。

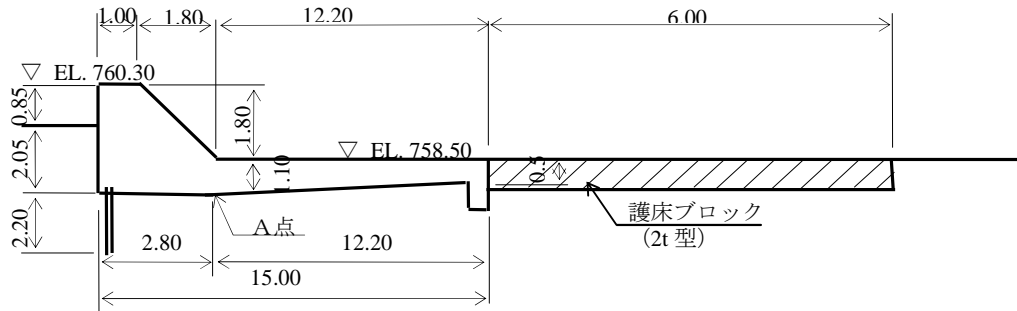


図 3-2-9 P5 頭首工 固定堰標準断面図

① 下流エプロン

a) 下流エプロン長

下流エプロンの長さは、ブライ (Bligh) の式によって算定する。

$$l_1 = 0.6 \cdot C \sqrt{D_1} = 0.6 \times 12 \times \sqrt{1.8} = 9.66\text{m} \leq 12.20\text{m}$$

ここに、
 l_1 : 下流エプロンの長さ (m)
 D_1 : 堰上面からエプロン上面までの高さ (m)
 $D_1 = \text{EL. } 760.30\text{m} - \text{EL. } 758.50\text{m} = 1.80\text{m}$
 C : ブライの係数、(粗砂) $C = 12$

従って、下流エプロン長は 12.20m とする。

b) 浸透路長の検討

確保すべき浸透路長は、i) ブライ (Bligh) の方法、および ii) レーン (Lane) の方法の二つの方法から大きい値を取る。

i) ブライ (Bligh) の方法

$$S \geq C \cdot \Delta H = 12 \times 1.8 = 21.6\text{m} \leq 21.95\text{m}$$

ここに、
 S : セキの基礎面に沿って測った浸透路長 (m)
 $S = 4.25 + 2.2 + 2.8 + 12.2 + 0.5 = 21.95\text{m}$
 C : ブライの係数、(粗砂) $C = 12$
 ΔH : 上下流の最大水位差、 $\Delta H = \text{EL. } 760.30\text{m} - \text{EL. } 758.50\text{m} = 1.80\text{m}$

ii) レーン (Lane) の方法

$$L \geq C' \cdot \Delta H = 5.0 \times 1.80 = 9.00\text{m} \leq 11.85\text{m}$$

ここに、
 L : 重みつき浸透路長 (m)、 $L = \sum l_v + 1/3 \cdot \sum l_h$
 $L = 6.95 + 1/3 \times 15.0 = 11.85\text{m}$
 C' : レーンの重みつきクリープ係数 (粗砂) $C' = 5.0$
 ΔH : 上下流の最大水位差、 $\Delta H = 1.80\text{m}$

以上の結果、下流エプロン長：12.20m は両式を満足し、安全である。

c) 下流エプロン厚

下流エプロン厚は、揚圧力のバランスに関する式より求める。

$$t \geq 4/3 \cdot (\Delta H - H_p) / (\gamma - 1)$$

ここに、
 t : 検討地点のエプロン厚さ (m)
 ΔH : 上下流の最大水位差、 $\Delta H = 1.80\text{m}$

H_f : 検討地点までの浸透水の損失水頭 (m)

γ : セキおよびエプロンの材料の比重、 $\gamma = 2.35 \text{ t/m}^3$

4/3 : 安全率

全浸透路長：エプロン末端部でパイプにより圧力解放する。L = 21.85m

A 地点までの浸透路長：LA = 9.15m

A 点までの浸透水の損失水頭： $H_f = LA/L \times \Delta H = 9.15/21.85 \times 1.80 = 0.75\text{m}$

エプロン厚： $t \geq 4/3 \cdot (\Delta H - H_f) / (\gamma - 1) = 4/3 \times (1.80 - 0.75) / (2.35 - 1) = 1.04\text{m} \leq 1.10\text{m}$

従って、A 地点のエプロン厚さは $t = 1.10 \text{ m}$ とする。

d) 下流護床工

下流護床工長

下流護床工の長さを経験式であるブライの式により検討する。

$$L_r = L - l_a = 0.67 \times 12 \times \sqrt{(1.80 \times 2.68)} \times 1.0 \text{ (安全率)} = 17.66\text{m}$$

$$L = 0.67 \cdot C \cdot \sqrt{\Delta H \cdot q} \cdot f$$

ここに、 L_r : 護床工の長さ (m)

L : エプロンの長さ (l_a) と護床工の長さ (L_r) を含めた保護工の全長 (m)

l_a : 下流エプロンの長さ、 $l_a = 12.20\text{m}$

ΔH : 最大水位差 (m) $\Delta H = \text{EL. } 760.30\text{m} - \text{EL. } 758.50\text{m} = 1.80 \text{ m}$

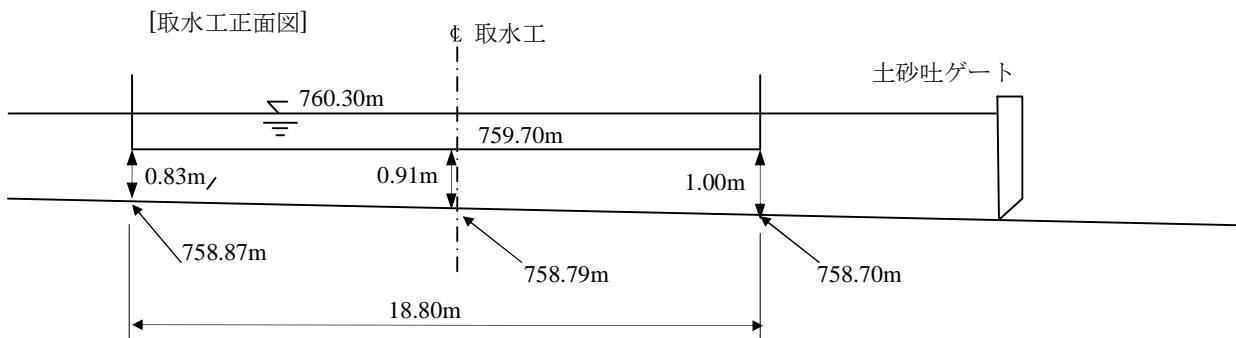
Q : 最大流量時の単位幅当りの流量 ($\text{m}^3/\text{sec}/\text{m}$) $q = 165\text{m}^3/\text{sec} \div 61.6\text{m} = 2.68 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{m}$

従って、下流護床工の長さは、 $L_r = 17.66 - 12.20 = 5.46\text{m} \approx 6.00\text{m}$ とする。

下流護床工の重量

下流護床ブロックは、従来の河川工事の一般的事例より河川勾配 1/1,000 より緩やかな場合 (当該堰 1/2,200) の範囲であることから 2tf/個とする。

5) 取水工の設計



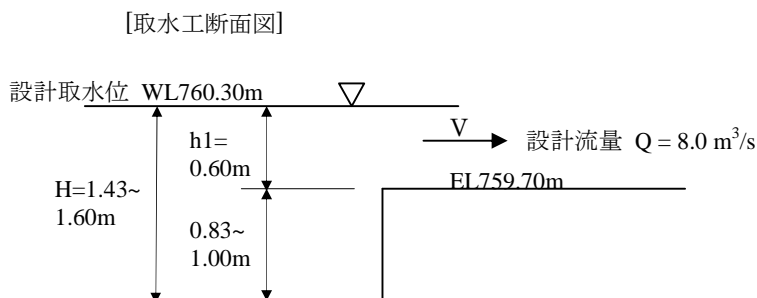


図 3-2-10 P5 頭首工 取水工敷高図

① 取水口の敷高

上図の通りとする。土砂吐敷から設計取水位までの水深は、 $H=1.43\sim 1.60\text{m}$ で、取水口の敷高は設計取水位より $h_1=0.4H$ 以内が望ましいとされていることから水深 0.6m とする。取水口敷高は $\text{EL}759.70\text{m}$ とする。

② 取入れ流速と取入れ幅

設計流量 $8.0\text{m}^3/\text{s}$ の時の取り入れ口の流速は $0.6\sim 1.0\text{m}/\text{s}$ 程度とし、次式により求める。

$$B = Q / (h_1 \cdot V) = 8.0 / (0.6 \times 0.6 \sim 1.0) = 22.22\text{m} \sim 13.3\text{m}$$

ここに、 B ：取り入れ幅 (m)

Q ：設計取水量 (m^3/s) = $8.0 \text{ m}^3/\text{s}$

h_1 ：流入水深 (m) = 0.60m

V ：流入流速 (m/s) = $0.6\sim 1.0\text{m}/\text{s}$

取入れ口に設置するスライドゲートの幅は $2.0\text{m}/\text{門}$ とする。門柱の幅は最小で 0.4m 必要である。取り入れ幅を試算すると、取水ゲート8門、取り入れゲート部での水深 0.51m 、流速 $0.98\text{m}/\text{s}$ と算定され、取水口の全幅は 18.8m となり上式の取水口の値を満足する結果となる。

$$B = 2.0\text{m} \times 8\text{門} + 0.4\text{m} \times 7\text{柱} = 18.8\text{m}$$

$$V = (8.0 / 8) / (2.0\text{m} \times 0.51\text{m}) = 0.98 \text{ m}/\text{s}$$

③ 取水工の水理設計

取水した灌漑水は、取水口→取り付け水路 46.25m →沈砂池流入部 19m →沈砂池 60m →P5幹線水路取り付け部 15m 、を流下し、取水口より下流 140.25m 地点でP5幹線用水路に引き継がれる。この区間の水理設計に基づくと、 140.25m 地点でのP5幹線用水路への引き継ぎ水理諸元は以下のとおりである。

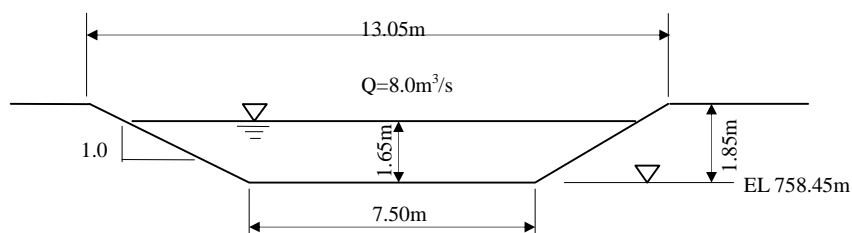


図 3-2-11 P5 幹線用水路引き継ぎ水理諸元

6) 基礎杭の設計

以下の土質条件に基づき、基礎杭の検討を行う。検討の結果、取水工には基礎杭としてRC杭（矩形0.25×4m）を下図のように配置する。

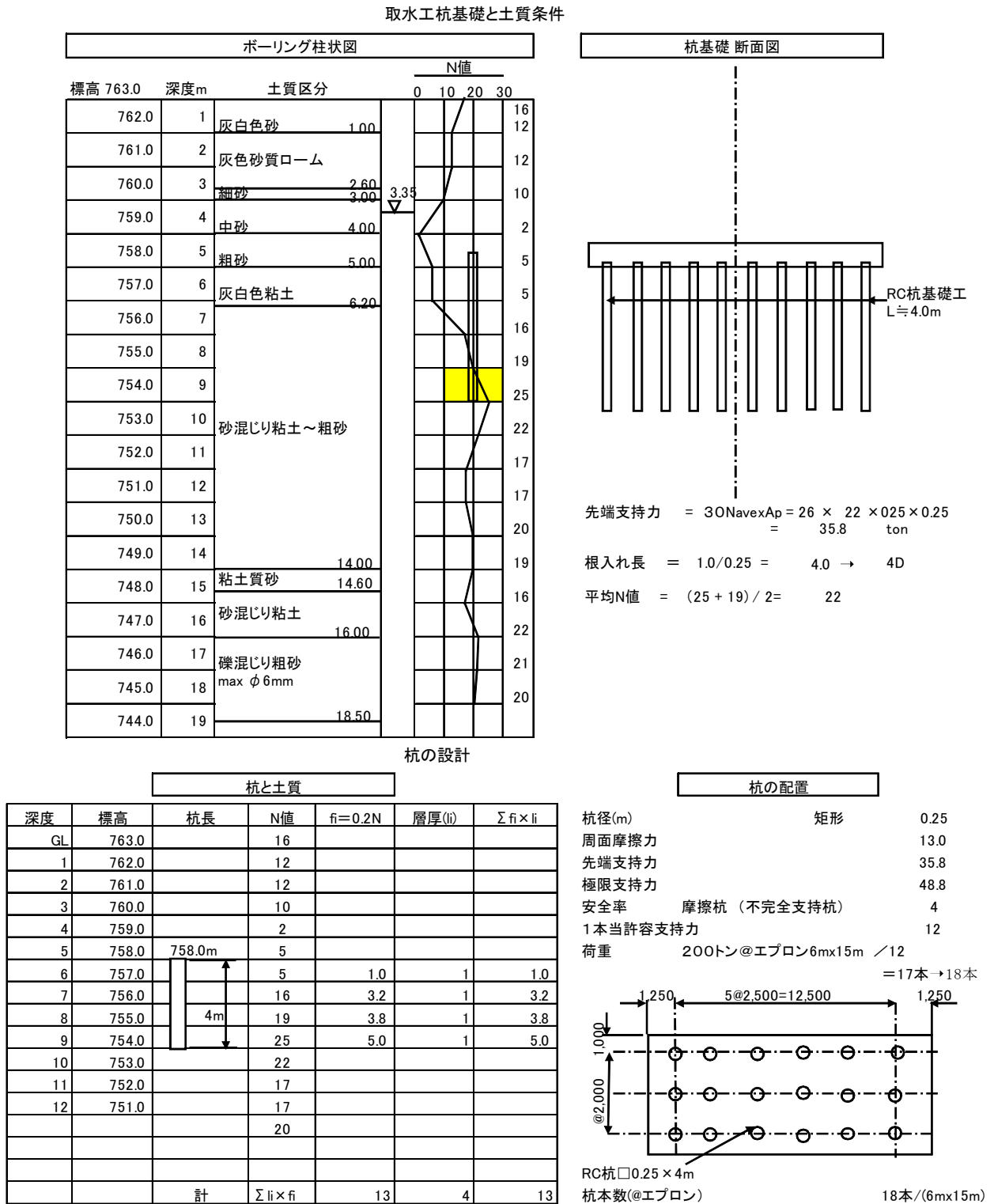


図 3-2-12 P5 頭首工取水工 基礎杭の設計

3-2-2-3 P1 頭首工の改修

(1) 現状と改修方針

- P1 頭首工は、サハミライ川とサハベ川との合流点の上流約 3km の地点に建造された台形コンクリート固定堰の頭首工である。堰の延長は 65m で固定堰の左岸側に土砂吐と取水工が設置されている。土砂吐と取水工が一体となった部分は 2 階建て構造である。
- 台形コンクリートの堰頂幅は 3m、上流側法勾配は概ね 1 : 2、下流側は 1.5 : 2.0 である。シュミットハンマーによりコンクリート強度を調べた結果、十分な強度を示している。堰体からの漏水なども観測されないことから堰体は健全な状態であると判断される。土砂吐と取水工のコンクリート構造も同様に十分な強度を有している。従い、これらのコンクリート構造物は改修対象としない。現況を活用する。
- 土砂吐ゲートは幅 1.7m×扉高 0.65m×3 連の手動スルースゲートである。老朽化し機能不全である。ゲートが更新され適切に操作できれば、必要な排砂機能は確保できると判断される。
- 取水ゲートは幅 2.5m の手動スルースゲートであるが、扉体の劣化が著しく操作不能である。また、取水ゲートの直下流に設置されたアビオゲートは現在は機能していない。
- 取水後の P1 幹線水路は、浚渫などの維持管理が行われていない。堆砂で水路全体が埋まった状況である。
- 改修に当たっては、現況の取水口とコンクリート取水庭をそのまま利用する。一方、既設の取水ゲートとアビオゲートを撤去し、手動スライドゲートに更新する。
- P1 幹線水路への取り付け前に沈砂池を設置する。沈砂池は自然排砂ができない。機械排砂を前提とする計画とする。

(2) 基本設計

1) 取水口形状

以下の現況の基本的な形状の変更は行わない。既存の取水口は、土砂吐と取水工が一体となった2階建て構造で、下段の1階部分が土砂吐の暗渠であり、その上段の2階部分が取水工の取水庭である。固定堰に対し約45度の角度で設置されたコンクリートの鉛直壁の下部に土砂吐の3連の開口があり、その上部に同じく3連の取水口が設置されている。現況と同様、上部の取水口から流入した灌漑用水は、45度左方向に流向を変え、ゲートを経てP1幹線水路に流入する計画となる。

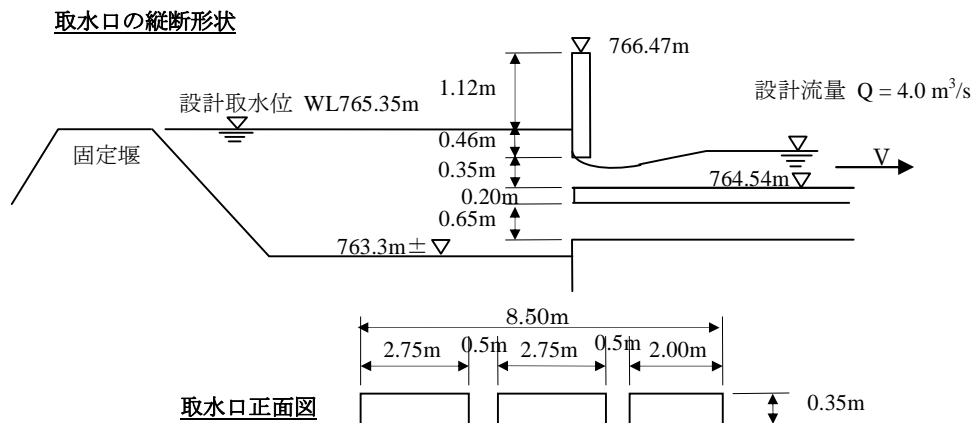


図 3-2-13 P1 頭首工 取水口形状

改修計画では、既設の取水口とコンクリートの取水庭は現況利用し、現況の制水ゲート上流のトランジションから下流部を新設鉄筋コンクリート構造で改修する計画とする。

2) 取水工の水理諸元と取水ゲートの計画

① 取水可能量

設計取水位を固定堰の天端標高と同一とし、WL765.35mとする。取水形式は孔口式取水口であり、既設取水口の形状の変更なしで計画取水量 $4.0\text{m}^3/\text{s}$ が取水可能か否かを確認する。

$$Q = m \cdot B \cdot h_o \sqrt{2g \cdot (h_1 - h_o/2)}$$

ここに、 Q ：流入量 (m^3/s)

B ：取り入れ口の流入幅 (m)

h_1 ：取入口敷高から測った流入水深 (m) = 0.81m

h_o ：開口高さ (m/s) = 0.35m

m ：流量係数 0.62~0.66、設計では $m=0.65$ とする。

g ：重力加速度 ($9.8\text{m}/\text{sec}^2$)

$Q = 0.65 \times (2.75 \times 2 + 2.00) \times 0.35 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times (0.81 - 0.35/2)} = 6.02\text{m}^3/\text{s}$ となり、計画取水量 $4.0\text{m}^3/\text{s}$ の取水は可能である。

② 取水ゲート

取入れ口には洪水時および非灌漑期に取水口への土砂の流入を防止するための人力操作による手動スライドゲートを設置する。ゲートは、取り付け水路及び暗渠の規模から、ゲート径間 $1.5\text{m} \times$ 高さ $1.3\text{m} \times 2$ 門とする。ゲート前面には角落し溝を設置する。門柱の幅は最小 0.4m が必要である。

3) 取水工の水理設計

取水工は取水口で取水された後、取水ゲートおよび暗渠部から、2連のフリュームの取り付け水路 108.00m →沈砂池流入部 14m →沈砂池 60m →急流工 22.0m →I型静水池 8.0m 、を経て取水工始点より下流 220m 地点でP1幹線用水路に引き継がれる。水理計算の結果、下流 220m 地点でのP1幹線用水路への引き継ぎ水理諸元は以下のとおりである。

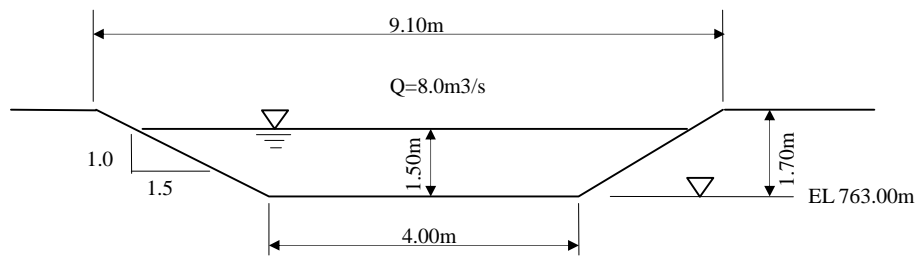


図 3-2-14 P1 幹線用水路引き継ぎ水理諸元

沈砂池とP1幹線用水路取付け部の間では、余剰水頭を減勢する目的で急流工と静水池を設ける。急流工は1:5の勾配の急流部を設け、I型静水池6mで減勢させる。

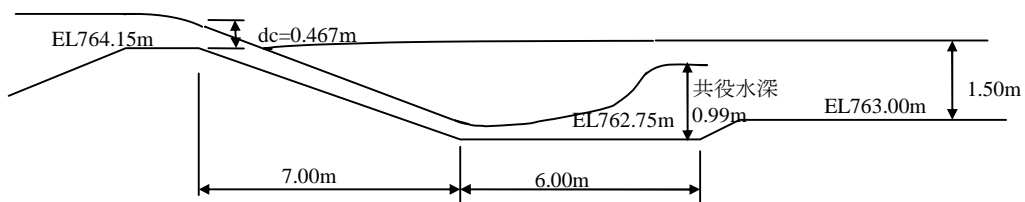


図 3-2-15 沈砂池と P1 幹線用水路取り付け区間の水理諸元

4) 基礎工の設計

取水工の構造物は、比較的小規模・軽量のフリーム及び壁高1.85m程度の擁壁である。取水口始点付近の暗渠工は既設構造物の基礎部分を残し、良質土で埋め戻し転圧して基礎工とする。その他の取り付け水路フリームや沈砂池の基礎部分の層厚約1mの軟弱部分は良質土による置換基礎とする。また、沈砂池の擁壁部分はφ150mm、L=4.0mの木杭の基礎工とする。

3-2-2-4 北集水路頭首工の改修

(1) 現状と改修方針

1) アンドラノチミオチャ頭首工

- サハメナ川とアンパシメナ川の合流点から「北集水路」となる。この頭首工は、合流点の下流約 300m に位置し、北集水路から取水し P1 幹線用水路に注水する施設である。
- 既設の頭首工は、幅 3m、延長 45m のコンクリート製台形の固定堰で、右岸側には土砂吐きゲート 4 門（手動スルースゲート：幅 0.6m×扉高 0.8m）を備えた土砂吐（全幅 6.8m）がある。取水工は堰右岸側に位置し、高さ 0.3m、長さ 6m の長方形オリフィスから取水する方式となっている。
- 固定堰は完全に土砂に埋まり上部からは確認できない状況にある。
- 土砂吐は固定堰部分が暗渠構造となっている。土砂吐ゲートは老朽化し開閉器も壊れている。操作不能で改修の必要がある。
- 取水工の入口オリフィスには制御ゲートは設置されておらず、北集水路から自由に水が流入す

る状態である。更に、取水工の下流部に設置されているアビオゲートは操作不能で、流入する水量の調節能力を完全に失っている。そのため、オリフィスからの流入量が増えるとゲート上部の水槽より水が溢れて P1 幹線用水路に流れ込む状況にある。特に、洪水時には北集水路の上流域で産出した大量の流出土砂が幹線用水路に流入・堆積する結果となっている。アビオゲートに代わる制御ゲートが必要である。

- 上記の現状より、改修計画では、取水口を改造してゲートを設置し、洪水時にはゲートを閉鎖して土砂の流入が防止できるようにする。既存のアビオゲートは撤去し、新たに手動スライドゲートを設置する。
- 一方で、取水口からの微細な土砂の流入は避けられないことから、沈砂池を計画する。沈砂池の堆砂の排除は人力または機械式とする。沈砂池の下流には P1 幹線用水路との合流工を計画する。
- 取水工から P1 幹線用水路への洪水の流入を防止するために、取水施設の壁高と管理用道路の高さを洪水位以上とし、現況高より 0.3m 程度高くする。
- 土砂吐施設の十分な機能は期待できないが、土砂吐ゲート操作が可能なように土砂吐ゲート（手動スライドゲート B600mm×H800mm×4 門）の取り替えを行う。

2) アンボディファリヒ頭首工

- 本頭首工はアンドラノチミオチャ頭首工の下流約 5.2km の地点に位置している。本頭首工の上流約 2km 地点に流入するベヘンギチャ川の流水を取水し、水路橋（通水容量 0.51m³/s）で P1 幹線用水路を横断し、P1 灌漑地域に注水している。
- 堰体はコンクリート固定堰で車両の通行が可能である。土砂吐、取水口は堰の右岸側にあり、それぞれに 2 門の手動スルースゲートが設置されている（土砂吐きゲート純径間：1.0m、取水ゲート純径間：0.8m）。水路橋は横越流の余水吐機能を備え、堰からの取水量が過大な場合には余剰水を P1 幹線用水路に放水する構造となっている。
- 取水ゲート及び土砂吐ゲートは老朽化しており、操作が困難な状態にある。撤去・更新する。堰等のコンクリートは、シュミットハンマーでの強度試験の結果では十分な強度を有していると判断された。ゲート以外の施設は機能的に特に問題を生じていない。

3) アンパラマニナ頭首工

- 本頭首工はアンドラノチミオチャ頭首工の下流約 9.1km、北集水路の終点に位置している。堰は、堰頂幅 4m のコンクリート台形固定堰である。右岸側に 2 門のスルースゲートを備えた土砂吐、および二次用水路 C1.4 に注水する手動スルースゲート（1 門、純径間 2.0m）を備えた取水工、が設置されている。
- 取水された灌漑水は C1.4 に流入する前に、沈砂池とみられる合流池に流入する。合流池は P1 幹線用水路の流末にあり、P1 幹線用水路と北集水路の両者からの取水が合流する池である。建設当初はスルースゲートの制水門（幅 1.0m×高さ 0.8m）を備えたアビオゲートが設置されていたが、現在はアビオゲートが撤去され、制水ゲートのみで水位操作されている。
- いずれのゲートも老朽化が進み、操作が困難となっている。撤去し更新する。
- ゲート以外の施設は機能的に特に問題を生じていない。また合流池は土砂が堆積し水深が浅くなっているが、今後浚渫などの維持管理を行えば特段の支障は生じない、と考えられる。

- 堰等の既存コンクリートは、シュミットハンマーでの強度試験の結果から十分な強度を有していると判断されることから、これらのコンクリート構造物は既設を活用する。

(2) アンドラノチミオチャ頭首工の設計

1) 取水工及び沈砂池の設計

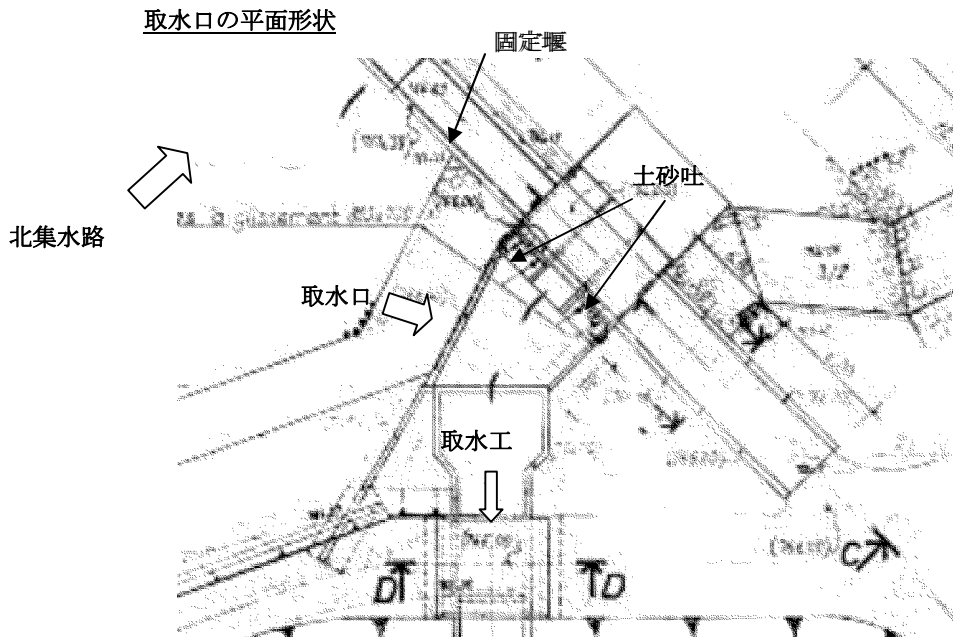


図 3-2-16 既設アンドラノチミオチャ頭首工平面図

上図はアロチャ湖開発公社 (SOMALAC) による改修計画図から引用したものである。同図に示されている標高は、今回の測量結果より 2.6m 低い標高となっており、以下の計算及び設計図ではすべて今回測量の標高に合わせている。

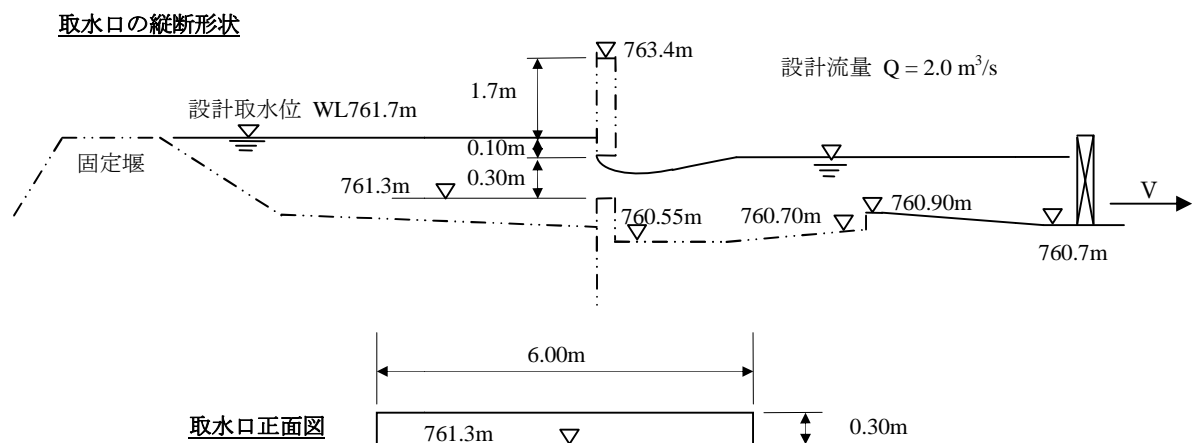


図 3-2-17 アンドラノチミオチャ頭首工 取水口の縦断形状及び平面図

現況取水工は、孔口（オルフィス）式で取水し、取水庭から土砂吐と取水工に分かれ、孔口からの流入水は、約 45 度左方向に流向を変えて道路横断暗渠工、アビオゲートを経て P1 幹線用水路に流入する構造である。

改修計画では、既設の取水口と取水庭をそのまま利用し、現況のトランジションから下流部を新設の鉄筋コンクリート構造で改修する計画とする。またアビオゲートに替えて、手動のスライドゲート（幅 1.3m×高さ 1.1m×2 門）を設置する。ゲート部以降は、取水路（接続水路）と沈砂池を新設し P1 幹線用水路に合流させる計画とする。沈砂池は、自然排砂をするための有効落差がないことから、機械排砂を前提とした計画とする。

2) 取水口の水利諸元と取水ゲートの計画

① 取水可能量

設計取水位は、既存の固定堰（現在は土砂で埋もれている）の天端標高に合わせて WL761.70m とする。孔口取水であることから、既設取水口の形状で計画取水量 2.0m³/s が取水可能か否かを確認する。

$$Q = m \cdot B \cdot h_o \sqrt{2g \cdot (h_1 - h_o/2)}$$

ここに、 Q：流入量 (m³/s)

B：取り入れ口の流入幅 (m)

h₁：取入口敷高から測った流入水深 (m) = 0.81m

h_o：開口高さ (m/s) = 0.35m

m：流量係数 0.62~0.66、設計では m=0.65 とする。

g：重力加速度 (9.8m/sec²)

孔口下流水位の影響が無い場合では、 $Q = 0.65 \times 6.0 \times 0.30 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times (0.40 - 0.30/2)} = 2.59\text{m}^3/\text{s}$ となり、計画取水量 2.0m³/s の取水は可能である。

② 取水ゲート

取入れ口には、土砂の流入を防止するための手動スライドゲートを設置する。ゲートは、取り付け水路及び暗渠の規模から、ゲート径間 1.3m×高さ 1.1m×2 門とする。ゲート前面には角落し溝を設置する。門柱の幅は最小 0.4m が必要である。

④ 取水工の水利設計

取水された灌漑水は、取水ゲートおよび暗渠部を経て、2連のフリュームの取り付け水路（延長 33.384m）を流下して、その後、沈砂池流入部 10m→沈砂池 50m→越流堰を有する急流工 15.5m → I 型静水池 6.0m → 幹線用水路取り付け水路（延長 38.2m）、を経て P1 幹線用水路に合流する構造となる。合流点は取水工始点から下流 155.11m 地点である。水利計算の結果、155.1m 地点での P1 幹線用水路の引き継ぎ水利諸元は以下のとおりである。

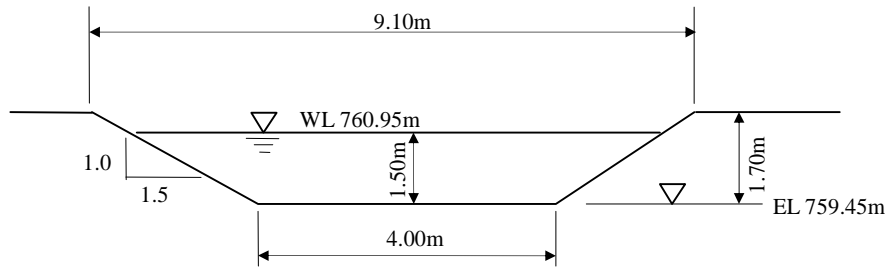


図3-2-18 アンドラノチミオチャ頭首工 P1幹線水路への引き継ぎ水理諸元

水理計算の結果、取水口の水利縦断形状は以下のようになり、孔口の流れは自由流出となり、計画取水量 $2.0\text{m}^3/\text{s}$ は取水できることが確認された。

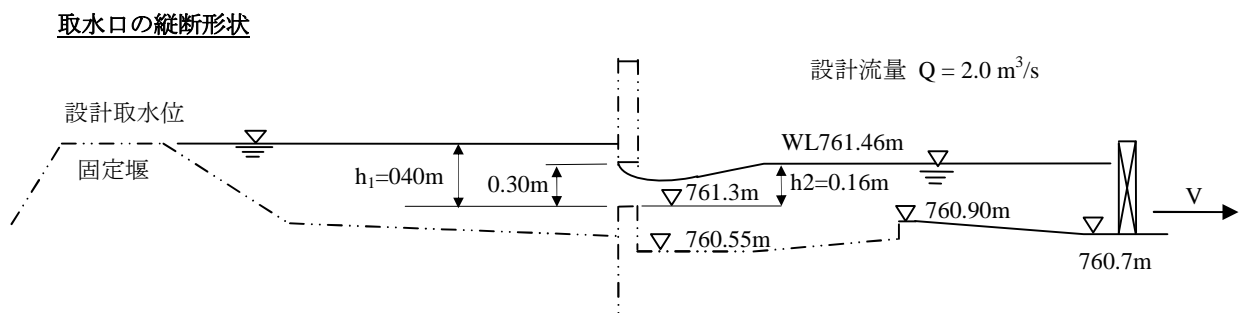


図3-2-19 アンドラノチミオチャ頭首工 取水口の水利諸元

沈砂池とP1幹線水路取付け部の間には、余剰水頭を減勢する目的で急流工と静水池を設ける。急流工には勾配1:5の急流部を設け、I型静水池5mで減勢させる計画とする。

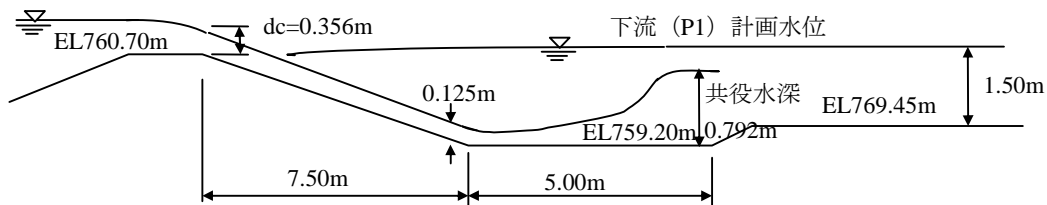


図 3-2-20 アンドラノチミオチャ頭首工 P1 幹線水路への引き継ぎ水理諸元

3) 基礎工の設計

取水工の構造物は、比較的小規模・軽量のフリューム及び壁高 1.75m 程度の擁壁である。取水口始点付近の暗渠工の基礎工では、RC 杭 $0.25\text{m} \times 0.25\text{m} \times$ 杭長 6m を下記の計算により 21 本配列する。沈砂池より上流のフリューム部は既設構造物撤去後の埋め戻し上部に築造されるため、良質土で埋め戻しを行い、十分な支持力が得られるように転圧した基礎とする。その他のフリュームや沈砂池の基礎部分の層厚約 1m の軟弱部分は良質土による置換基礎とする。また、沈砂池の擁壁部分は $\phi 150\text{mm}$ 、 $L=4.0\text{m}$ の木杭の基礎工とする。

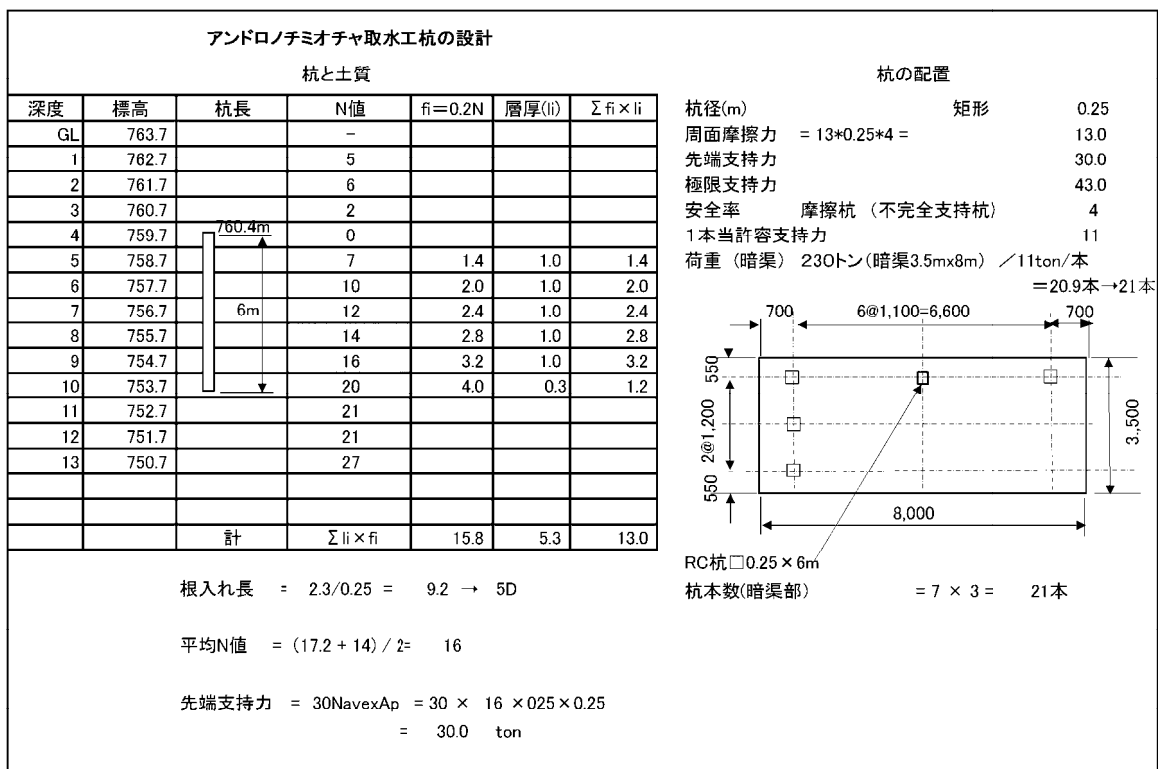


図 3-2-21 アンドラノチミオチャ頭首工 取水工の基礎杭の設計

3-2-2-5 沈砂池の新設

(1) 堆砂対策の基本方針

- 頭首工地点の河川土砂流出量や地区内への土砂流入量を把握するためには、長期に渡る通年での堆積土砂調査が必要であるが、本調査では実施されていない。
- JICA 開発調査 (2008) によると、PC23 地区上流域からの土砂流出量は流域全体で年間 140 万トンと推定されている。土砂流出の特性として、粒径の大きい粗砂や中砂は、河川流速に依じて河川内に堆積する。そのため、土砂流出全てが PC23 地区内に流入することにならないが、洪水時には河川内に堆積した土砂が頭首工地点に流出し、取水口に流入を制御する施設がない場合は取水に合わせて無制限に流入することになる。本事業では、制御ゲートを設けて取水量や取水時期を制御することによって土砂流入量を低減する計画とする。
- 土砂流入量の算定に当たっては、P5 幹線用水路のこれまでの浚渫記録から自然取水で取水が制御されていない場合の土砂流入量を推定し、次いで、取水期間や出水期におけるゲート操作によって取水が制御される場合の土砂流入量を推定する。流入した土砂は沈砂池に沈降させて圃場への流入を極力抑えることとする。
- 上記の P5 幹線用水路のケースを他の頭首工の沈砂池の計画にも反映する。

(2) P5 幹線用水路における土砂流入量の推定

1) 浚渫記録に基づく年間土砂流入量の推定

灌漑地区への土砂流入量の調査データはないが、土砂流入量を推測できるデータとして浚渫量

がある。2003年にDRDAがP1及びP5幹線水路の浚渫作業を現地土木業者に委託した業務結果から浚渫量を推測すると、次の通りである。

表 3-2-5 P1 及び P5 灌漑地域の浚渫量 (2003 年)

灌漑地域	土砂の流入源	浚渫位置	水路延長 (m)	浚渫量 (m ³)
P1 地域	アンパシメナ川サ ハメナ川、他	北集水路からの取水箇所から P1 幹線水路 の下流部まで	2,570	20,478
P5 地域	サハベ川	サハベ頭首工から P5 幹線水路の上流部	3,641	28,942
		合計	6,211	49,420

出典：JICA 開発調査報告書 (2008 年 1 月) (DRDA 事務所による浚渫作業)

一方、2008年に実施したP5幹線水路の測量結果²によると、P5幹線水路の取水口から既設取水ゲートの間(約280m)の水路内の堆砂量は約4,300m³、既設取水ゲートから幹線水路末端の間(約5,920m)の堆砂量は約23,900m³で、幹線水路内の合計堆砂量は約28,200m³と推定されている。2003年に浚渫されたこと(表3-2-5、浚渫量28,942m³)から、測量された堆砂量(28,200m³)は2003年から2008年の5年間の堆砂量と考えることができる。従って、年間平均土砂の堆積量は約5,640m³(=28,200÷5)で、これがP5灌漑地域への年間土砂流入量と推定される。

2) 堆砂対策における対象土砂量の算定

① 対象粒径の決定

流入した土砂5,640m³の全てが沈砂池の対策土砂量とはならない。一般的に、沈砂地の計画では粒径0.3mm以上の土砂が稲作に悪影響を及ぼすことから、灌漑専用の沈砂池は稲作に有害な粒径である0.3mmを基準として設計される(土地改良事業計画設計基準・設計「頭首工」)。本事業では、粒径0.3mmの以上の土砂を沈砂池に沈降させ圃場への流入を抑える計画とする。

既設水路の堆積土砂に対する粒度試験結果(基本設計調査報告書(2009年3月))によると、既設水路内の堆積土砂は、0.3mm以上の粒径が約40%の割合を占めている(5年間の全堆砂量28,200m³に対して、粒径2mm以上;564m³+粒径2mm未満0.3mm以上;9,775m³=10,339m³、28,200/10,399=0.37→0.4)。この調査分析結果から、沈降対象粒径を0.3mm以上とすることで十分な沈降効果があると判断される。

② 対象土砂量の算定

年間の流入土砂量5,640m³の内、粒径0.3mm以上の土砂の年間流入量は、上記の基本設計調査の予備調査(2008年)時の浚渫実績(5年間)と基本設計調査(2009年)における粒度試験結果に基づくと、2,070m³/年(564m³/5年+9,775m³/5年=2,068m³/年)と推定される。

③ 灌漑稲作期間の取水ゲート制御による土砂流入量の低減

サハベ川の土砂を含んだ河川水の流出パターンは、平均的には降雨分布と同様なパターンで変化し、1月下旬から2月上旬にピークを迎える。一方、河川からの取水時期は、降雨と必要な灌漑用水量によって左右され、必要な用水量が降雨で賄える場合は、サハベ川から取水する必要はない。この時期に取水ゲートを閉扉状態にすれば、土砂流出水がP5幹線水路に流入することはない。

² 「アロチャ湖南西地域灌漑施設改修計画基本設計調査」の予備調査(2008年)

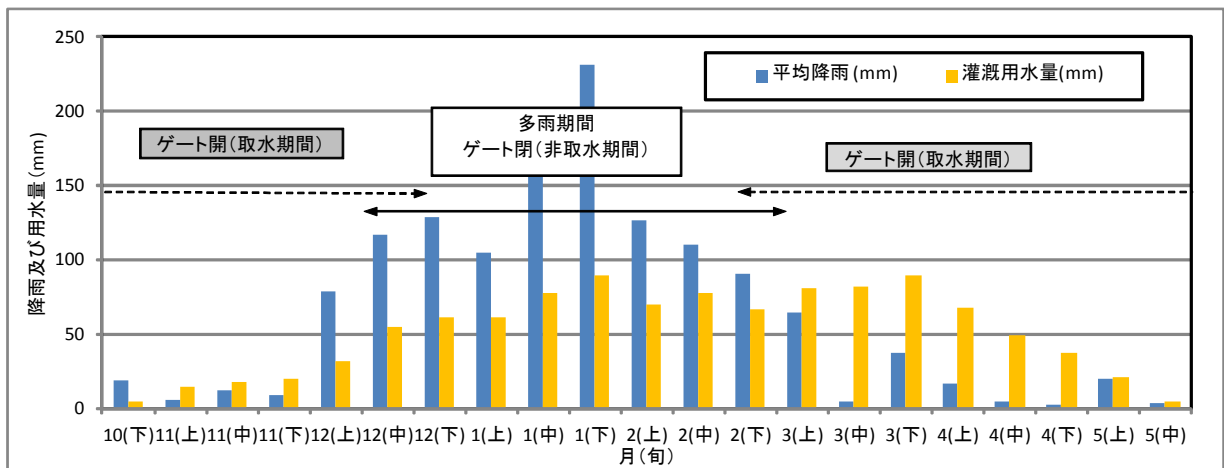


図 3-2-22 降雨分布及び河川の流出時期と取水ゲート開閉操作

用水量が降雨で賄える期間は、降雨と必要用水量の期別変化から、降雨の多い 12 月下旬から 2 月中旬にかけての 60 日間のうち 50 日間程度である。この間の降雨量は平均年降雨量(1,456.4mm)の 52%を占めている。一方、サハベ川の流出パターンも降雨分布パターンと同様で、5 年確率渇水年の場合、流出モデルから算定すると、灌漑期間内の全流出量 (281MCM) の 51%が 12 月下旬から 2 月中旬の期間に流出する。

この期間はゲートを閉操作することが可能な期間である (実際のゲート操作は、流出時期と受益地からの灌漑要求時期の時間差、降雨量、出水予測、維持用水の必要性、ゲート操作方法、等によって異なる。この期間の全てで全閉状態になるとは断定できない)。出水ピーク後の 2 月中旬以降はゲートは開操作され、取水は 5 月中旬まで継続する。この間は河川水が水路内に流入する。5 月中旬以降の落水期以降は理論的にはゲート閉操作が可能である (実際にはこの間も維持用水確保が必要であり、全ての期間で全閉となることは断定できない。しかし、この間の河川流出量は全流出量の 2~3%と少なく、ゲート操作による土砂流入量の低減効果は少ないと考えられる)。

上記の観点から、取水ゲートを閉操作することにより河川からの流入量を抑えることが可能である。その量は、全流出量に対するゲート閉操作可能期間中 (12 月下旬から 2 月中旬) の流出量の比率 (51%) から、少なくとも 50%程度は抑制できる、と考えられる。

以上の考察から、自然取水 (取水制御なし) で算定された土砂流入量 (粒径 0.3mm 以上の年間堆砂量の 2,070m³) は、ゲート閉操作により 50%に低減できると判断される。

また、現況の稲作の作付期間は 180 日であるが、将来は灌漑用水の安定供給が可能となり非感光性の生育期間の短い新品種が導入されると、生育期間が 135 日程度に短縮されることになる。取水期間が 135 日/180 日⇒75%に低減されることによって、この間のゲート閉操作による流入量を抑えることが可能となる。

以上の考察から、年間堆砂量は $50\% \times 75\% = 37.5\%$ に低減されるものとする。

④ P5 幹線水路の沈砂池の設計堆砂量

上記から年間 37.5%の流入量の低減効果を考慮すると、0.3mm 以上の粒径土砂の年間堆砂量は 777 m³ (2,070m³×0.375) となる。

(3) P1 頭首工及びアンドラノチミオチャ頭首工の沈砂池対象堆砂量

これまでの調査結果に基づく各頭首工の河川流域及び年間土砂流出量は次のように推定されているが、両頭首工とも年浚渫記録や堆砂量を推定できるデータはない。上記と同様な手順で年間の土砂流入量を把握することは困難である。

表 3-2-6 頭首工の河川流域と年間単位土砂流出量

頭首工名	河川	流域面積 (km ²)	計画取水量 (m ³ /s)	年間単位土砂流出量 (トン/ha/年)
P5 頭首工	サハベ川	903	4.0	10.1
P1 頭首工	サハミライ川	249	8.0	12.4
アンドラノチミオチャ頭首工	アサメ川、アンパシメ川	146	2.0	12.3*

注*：単位土砂流出量はアサメ川 12.3 トン/ha、アンパシメ川 9.4 トン/ha。ここではアサメ川の流出量を適用。

出典：JICA 開発調査報告書（2008 年 1 月）

従って、上記に示す P5 頭首工における設計堆砂量（777 m³）を基本にして、計画取水量及び年間単位土砂流出量の比例からの各頭首工地点における沈砂池の設計対象堆砂量を算定する。P5 頭首工沈砂池の設計対象堆砂量から得られる基本データは以下のとおりである。

表 3-2-7 P5 頭首工沈砂池の設計対象堆砂量から求められる基本データ

項目	単位	値
(1) 流域の単位土砂流出量	トン/ha/年	10.1
(2) 設計堆砂量	m ³	777
(3) 計画取水量	m ³ /s	8.0
(4) 取水量 1.0 m ³ 当たりの設計対象堆砂量 ((2) / (3))	m ³ / (m ³ /s)	97.125
(5) 単位土砂流出量当たりの取水量 1.0 m ³ 当たりの設計対象堆砂量 ((4) / (1))	m ³ / (トン/ha)	9.616

これらの基本データに基づいて各頭首工の沈砂池の設計対象の年間堆砂量を算定すると以下のとおりとなる。

- P1 頭首工においては、流域の単位土砂流出量 12.4 トン/ha/年、計画取水量 4.0m³/s から年間堆砂量は 477m³ (=9.616×12.4×4.0) となる。
- アンドラノチミオチャ頭首工においては、流域の単位土砂流出量 12.3 トン/ha/年、計画取水量 2.0m³/s から年間堆砂量は 237m³ (=9.616×12.3×2.0) となる。

(4) 沈砂池の計画

1) 沈砂池の容量

上記の検討により各頭首工の沈砂池の設計対象堆砂量は、P5 頭首工沈砂池：777 m³、P1 頭首工沈砂池：477 m³、アンドラノチミオチャ頭首工沈砂池：237 m³である。

2) 沈砂池の基本形状

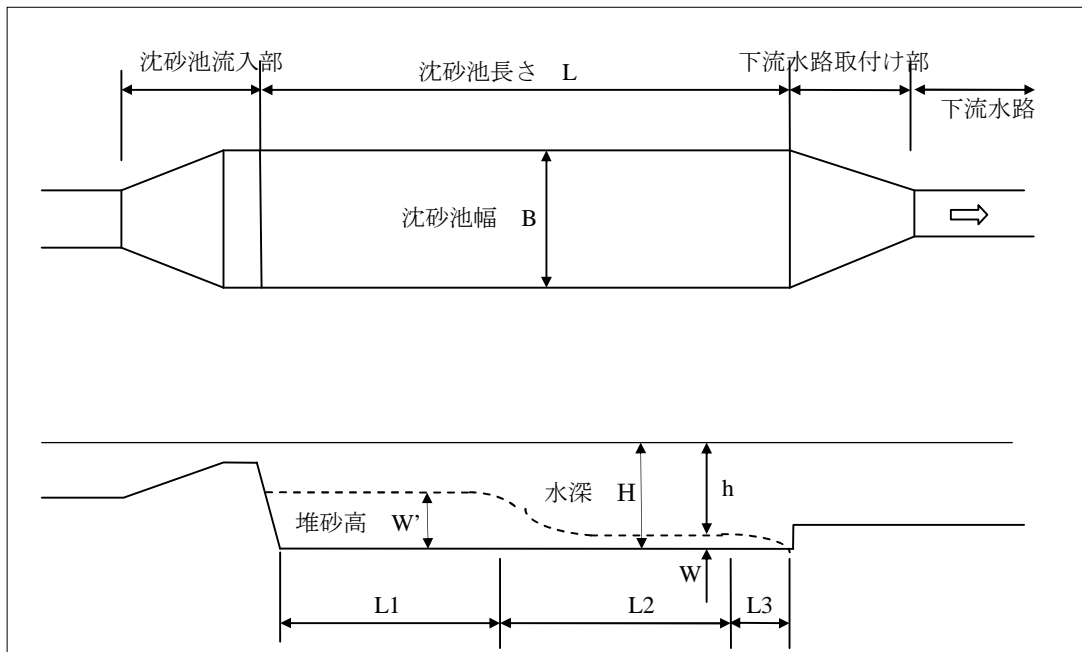


図 3-2-23 沈砂池の基本形状

3) 設計諸元計画の基本方針

沈砂池の設計水深は、沈砂池の幅および長さとの関連で決定される。一方、堆砂土砂は浚渫用重機で排砂する計画であることから、沈砂池内の堆積土砂の高さは、浚渫用重機の進入を考慮して 1m 以下（重機の前輪直径程度）とする必要がある。また、浚渫用重機及び土砂運搬車両の作業半径を考慮すると、沈砂池内の底幅は 5m 程度以上を確保する必要がある。さらに、沈砂池の敷高の計画では、浚渫用重機等の走行に支障がないように自然排水後の水深を 0.3m 程度以下とする必要がある。これらの条件と沈砂池を築造する計画地点の地形状況を勘案して、設計諸元を試算により決定する。

4) 沈砂池の幅と長さ

① 沈砂池の幅

以下の式より算定する。

$$B = Q / (h \cdot U_c)$$

ここに、

B : 沈砂溝の幅 (m)

h : 沈砂許容限界における所定の最小粒子が沈積を完了する点の堆砂面上の水深 (m)

$h = H$ (全水深) - W (沈砂許容限界における所定の最小粒子が沈積を完了する点の堆砂高)

Q : 沈砂溝設計通水量 (m^3/sec)

U_c : 所定砂粒子の掃流限界流速 (m/sec)

砂粒子の掃流限界流速 u_c は、次式を満足するようにする。

$$U_c = U_{*c} \cdot R^{1/6} / n \cdot g^{1/2}$$

ここに、

- U^*c : 限界摩擦速度 (m/sec) [$U^*c^2 = 8.41 \text{ dm}^{11/32}$]
- R : 所定砂粒子が沈積を完了する時の堆砂面上の径深 (m)
- n : 堆砂面の粗度係数 = 0.0018
- g : 重力の加速度 (m/sec²)

② 沈砂池の長さ

沈砂池の長さは、「沈降理論に基づく手法」と「段落流剥離領域式に基づく手法」を比較し、大きな算定値を採用する。

沈降理論に基づく手法

$$La = K \cdot (h/V_g) \cdot U = K \cdot Q / (B \cdot V_g)$$

ここに、

- La : 沈砂溝の長さ (m)
- K : 1.5-2.0 (安全係数)
- h : 沈積すべき最小粒子が沈積を完了する位置における堆砂面上の水深 (m)
- B : 沈砂溝の幅 (m)
- $U=Uc$: 式 (2) によって求めた値 (m/sec)
- V_g : 沈積すべき最小粒子の限界沈降速度 (m/sec)
- Q : 沈砂溝設計通水量 (m³/sec)

段落流剥離領域式に基づく手法

この手法では、沈砂池長は下図の $L1+L2+L3$ となる。ここでは、下図に示すように、設計堆砂深 $W'=1.00\text{m}$ 及び沈砂池の出口高 0.30m から、 $L2=10 \times 1.00\text{m}=10.0\text{m}$ 、 $L3=0.3\text{m}$ である。 $L1$ は、計画堆積量と $L2$ 及び $L3$ 区間の堆積量から求める。

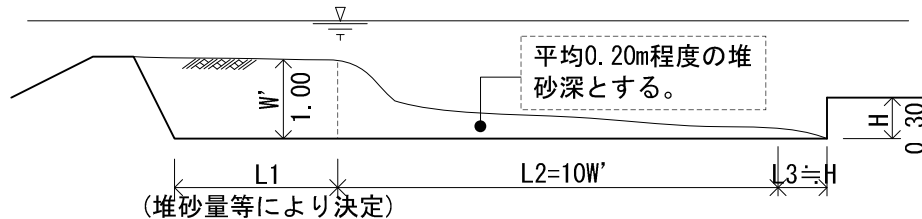


図 3-2-24 沈砂池長の設計方針

上記の検討結果から、各頭首工の沈砂池規模は次のように計画する。

表 3-2-8 各頭首工と沈砂池規模

沈砂池名称	計画流量 Q (m ³ /s)	年間堆砂量 S_v (m ³)	堆砂高 W' (m)	沈砂池全水深 H (m)	沈砂池長さ L (m)	沈砂池幅 B (m)
P5 頭首工沈砂池	8.0	777	1.0	2.0	60	16.0
P1 頭首工沈砂池	4.0	477	1.0	1.7	60	10.0
アンドラノチミオ チャ頭首工沈砂池	2.0	237	1.0	1.5	50	6.0

3-2-2-6 幹線水路、2次水路（幹線水路、2次水路）の改修

(1) 設計方針

1) 基本方針

- 用水路は、水路内への土砂の堆積、植生の繁茂、堆砂により通水能力が低下して区間は、通水能力を確保するために浚渫する。
- 法面の崩壊や管理用道路/水路堤防の陥没によって余裕高さが不足し、溢水の恐れがある区間は水路堤防を補強する。
- 浚渫に当たっては、計画水路底高が確保され、且つ必要な通水断面以上が確保されている区間の浚渫は行なわない。
- 既存の水路用地の拡幅を伴うような断面拡幅は計画しない。
- 既存の水路勾配を原則とするが、一方で土砂の堆積を極力抑えた流速が確保できるようにする。

2) 水路断面の設計方針

① 水理基本公式

水路断面は、マンニング平均流速公式を適用して計画する。

$$Q=A \cdot V$$

ここに、Q：流量（m³/s）、A：通水断面積（m²）、V：平均流速（m/s）

$$V= (1/n) \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

ここに、n：粗度係数、R：径深（m）、I：水路底勾配

② 水路底勾配

現況水路敷高の測量結果から決定する。

③ 粗度係数

n=0.033 を適用する。

参照 ；土地改良事業計画設計基準 設計「水路工」
；「MANUAL DU TECHNICIEN DU GE'NIE RURAL」（マダガスカル技術マニュアル）

④ 適用流速

浮遊土砂の堆積の懸念される水路の望ましい流速は0.45～0.9m/secであるが、本プロジェクトでは粒径別の流速を考慮する。沈砂地にて0.3mm以上の粒径を沈降させ、0.3mm以下の粒径は可能な限り水路内に沈降させず圃場まで浮遊させる計画とする。そのため水路では沈降を抑えるための流速を確保する。下表に示す粒径0.3mm以下の沈降速度と摩擦速度による最少許容流速を考慮し、設計流量時に0.3m/sec程度の最少流速が確保できるようにする。

表 3-2-9 水路の適用流速

水路の許容流速					
最小許容流速	0.45～0.90m/s	浮遊土砂の堆積の懸念される水路			
最大許容流速	0.45m/s	砂質土			
出典；土地改良事業計画設計基準 設計「水路工」					
粒径別の最小許容流速					
粒径 (mm)	沈降速度による最小流速		摩擦速度による最小流速		備考
	沈降速度 (cm/s)	流速 (m/s)	限界摩擦速度 (cm/s)	流速 (m/s)	

1.0	9.0	0.7~2.2	2.0	0.16~0.50	0.3mm以上の粒径は沈砂地にて沈降させる。
0.3	4.0	0.3~1.0	1.5	0.12~0.37	0.3mm以上は水路内に沈降させず圃場まで沈降しない流速とする。
0.1	1.0	0.08~0.25	1.3	0.10~0.33	
0.05	0.3	0.02~0.07	1.0	0.08~0.25	
0.03	0.1	0.01~0.02	0.9	0.07~0.23	〃
0.01			0.6	0.05~0.15	〃

出典；土地改良事業計画設計基準及び運用・解説計画「排水」13. 排水路、13.1 勾配と断面、の項より算定。

⑤ 余裕高

余裕高は、計画水深及び流速に基づく以下の規定から公式により決定する。

$$Fb=0.05d+hv+ (0.05\sim0.15m)$$

ここに、Fb:余裕高さ (m)、hv:速度水頭 (m)、0.05~0.15m:波浪による風波高

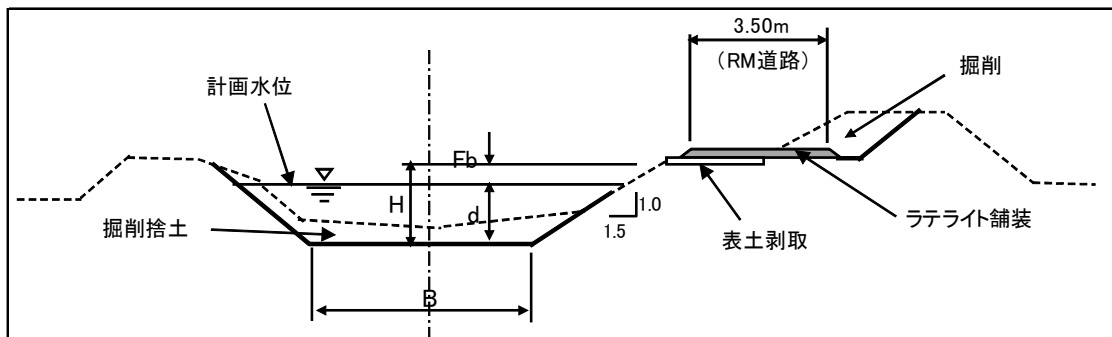
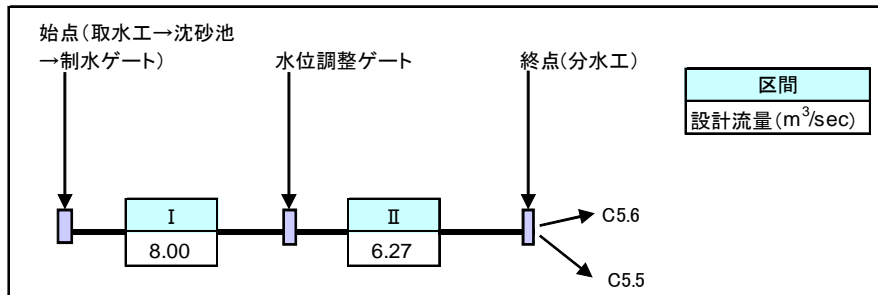
(土地改良事業計画設計基準 設計「水路工」)

マダガスカルでは、余裕高についてはマニュアル等の基準は明確でないが、現地での聞き取り調査によると、余裕高=0.2・d (水深) としている、との事 (基本設計調査報告書 (2009) より) から参考値として算出し、上式による値と比較した。その結果、いずれの水路でも $Fb \leq 0.2 \cdot d$ であった。規定された公式による値でないことから、本地区では上記の Fb 値を適用することとした。

(2) P5 灌漑地域

1) P5 幹線用水路

P5 幹線用水路 (総延長=6.4km) は水位調整ゲートによって流量の異なる上流部と下流部の 2 区間がある。各区間の計画流量を上記の条件に基づいて確保した通水断面とする。



項目/区間	区間 I	区間 II
設計流量 (m ³ /s)	8.00	6.27
水路勾配	1/5,000	1/5,000
水路底幅 B (m)	7.5	6.0
設計水深 d (m)	1.65	1.65
流積 A (m ²)	16.36	13.41
流速 V (m/s)	0.49	0.47
余裕高 Fb (m)	0.194	0.191
水路高 H (m)	1.85	1.85

図 3-2-25 P5 幹線用水路の標準断面と水理諸元

2) 2次用水路

① C 5.3 用水路

No.13、No.14 圃区及び P1 灌漑用水路掛り No.8 圃区の一部に配水する用水路である。水路の規模は他の 2 次用水路と比して極めて小さい。

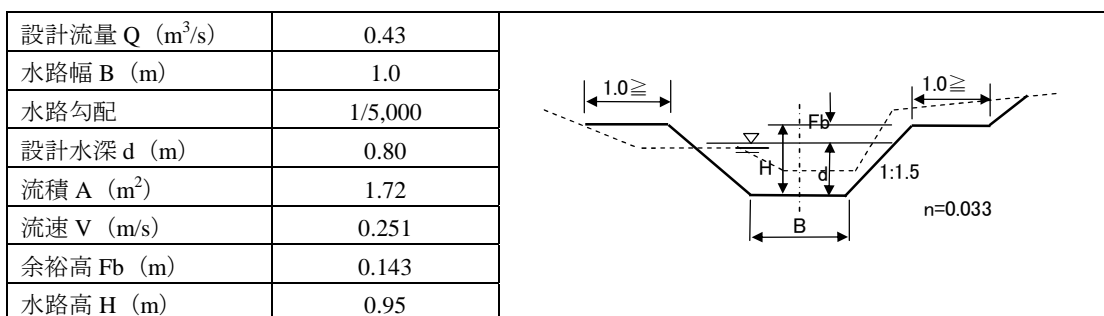
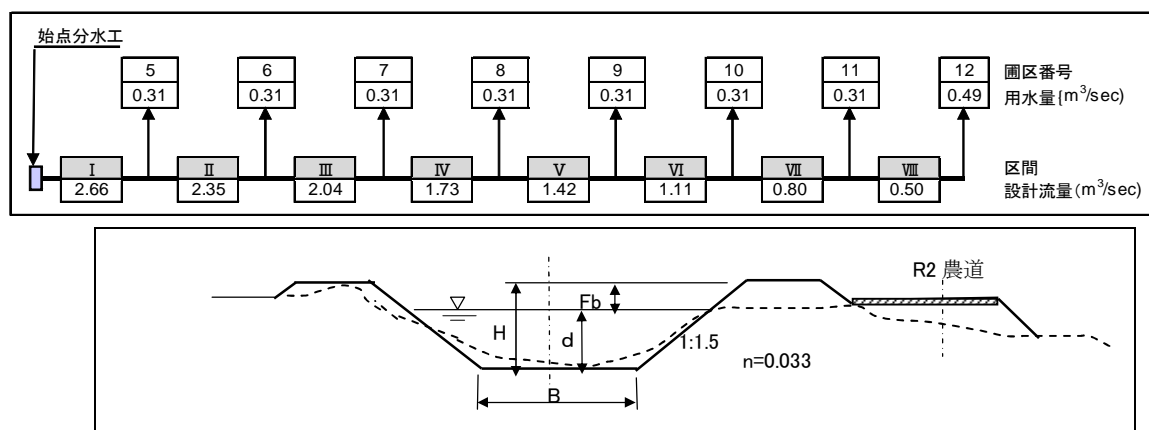


図 3-2-26 C 5.3 用水路標準断面と水理諸元

② C 5.5 用水路

改修対象である農道 (R2) が並走しており水路の管理用道路としても利用できる。3 次用水路への分土工によって設計流量の異なる 8 区間がある。

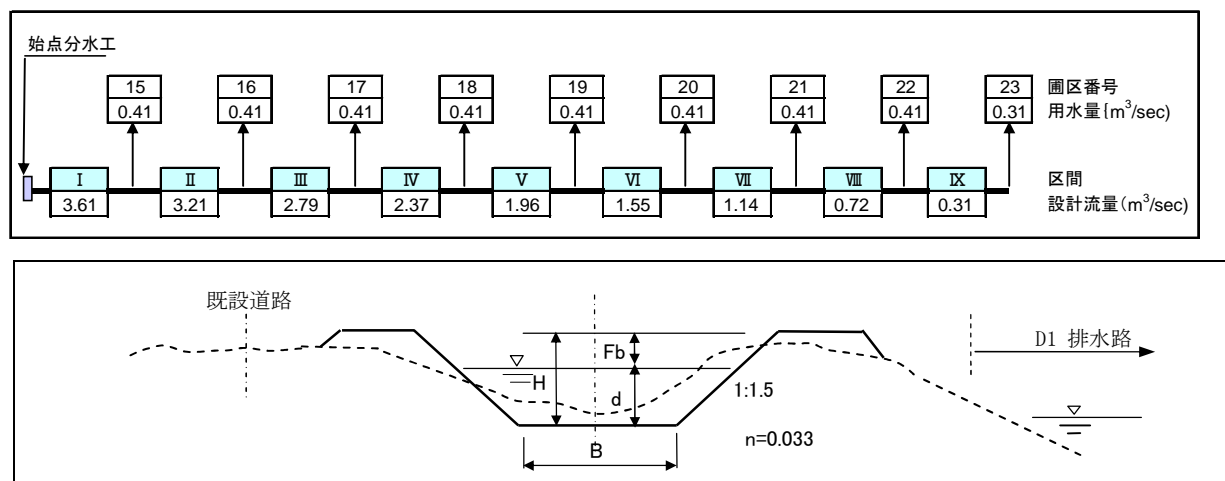


水理諸元	区間							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
設計流量 Q (m ³ /s)	2.66	2.35	2.04	1.73	1.42	1.11	0.80	0.50
水路幅 B (m)	2.7	2.5	2.0	2.0	1.5	1.2	1.0	0.5
水路勾配	1/5,000	1/5,000	1/5,000	1/5,000	1/5,000	1/5,000	1/5,000	1/5,000
設計水深 d (m)	1.45	1.40	1.40	1.26	1.25	1.20	1.10	1.00
流積 A (m ²)	6.80	6.19	5.53	4.90	4.20	3.49	2.72	1.91
流速 V (m/s)	0.391	0.380	0.369	0.353	0.338	0.319	0.294	0.261
余裕高 Fb (m)	0.180	0.177	0.177	0.169	0.168	0.165	0.159	0.153
水路高 H (m)	1.65	1.60	1.60	1.45	1.45	1.40	1.30	1.20

図 3-2-27 C 5.5 用水路標準断面と水理諸元

③ C 5.6 用水路

並走している管理用道路は路面の状況は悪く、良質土による復旧が必要と考えられるが、水路本体の改修を優先する。なお、この道路は分土工等の工事用道路として利用することになる。



水理諸元	区間								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
設計流量 Q (m ³ /s)	3.61	3.21	2.79	2.37	1.96	1.55	1.14	0.72	0.31
水路幅 B (m)	3.2	3.0	2.5	2.0	1.7	1.5	1.0	0.8	0.5
水路勾配	1/5,000	1/5,000	1/5,000	1/5,000	1/5,000	1/5,000	1/5,000	1/5,000	1/5,000
設計水深 d (m)	1.60	1.63	1.65	1.65	1.60	1.50	1.45	1.25	0.95
流積 (m ²)	8.57	7.53	6.74	5.94	5.15	4.31	3.43	2.43	1.30
流速 (m/s)	0.421	0.426	0.413	0.399	0.381	0.359	0.333	0.297	0.240
余裕高 Fb (m)	0.189	0.191	0.191	0.191	0.187	0.182	0.178	0.167	0.150
水路高 H (m)	1.80	1.85	1.85	1.85	1.80	1.70	1.65	1.45	1.15

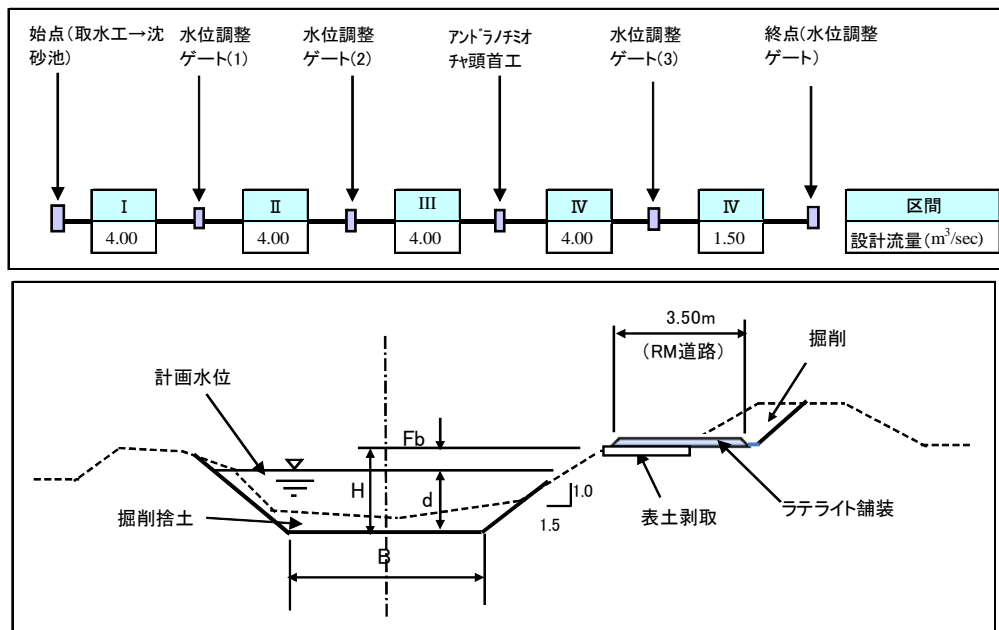
図 3-2-28 C 5.6 用水路標準断面と水理諸元

(3) P1 灌漑地域

1) P1 幹線用水路

P1 幹線用水路（水路長 L=24km）は、土砂の堆積、余裕高不足及び水路堤防の陥没区間が多い。

通水断面の確保が必要である。水路内には、水位調整ゲートが3箇所には設けられている。水路は、下図のように5区間から成る。水路に並走している管理用道路（RM道路）も改修対象である。



区間	I	II	III	IV	V
設計流量 (m³/s)	4.00	4.00	4.00	1.50	1.50
水路勾配	1/5,000	1/5,000	1/5,000	1/10,000	1/10,000
水路底幅 B (m)	4.00	4.00	4.00	4.00	2.00
設計水深 d (m)	1.50	1.50	1.50	1.80	1.40
流積 A (m²)	9.37	9.37	9.37	12.04	5.70
流速 V (m/s)	0.43	0.43	0.43	0.33	0.26
余裕高 Fb (m)	0.184	0.184	0.184	0.196	0.173
水路高 H (m)	1.70	1.70	1.70	2.00	1.60

図 3-2-29 P1 幹線用水路の標準断面と水理諸元

2) 2次用水路

① C 1.0 用水路

P1 幹線用水路から直接分水し、隣接した圃区に配水する水路である。計画流量 0.42 m³/sec は他の 2 次用水路と比して小さい。

設計流量 Q (m³/s)	0.42
水路幅 B (m)	1.0
水路勾配	1/5,000
設計水深 d (m)	0.80
流積 A (m²)	1.69
流速 V (m/s)	0.249
余裕高 Fb (m)	0.143
水路高 H (m)	0.95

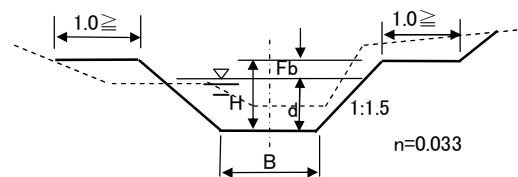


図 3-2-30 C 1.0 用水路標準断面と水理諸元

② C 1.1 用水路

用水路は生活用水源としても利用されている。地区を東西に走る R1 道路と並走しており、この道路が水路の維持管理用道路となる。

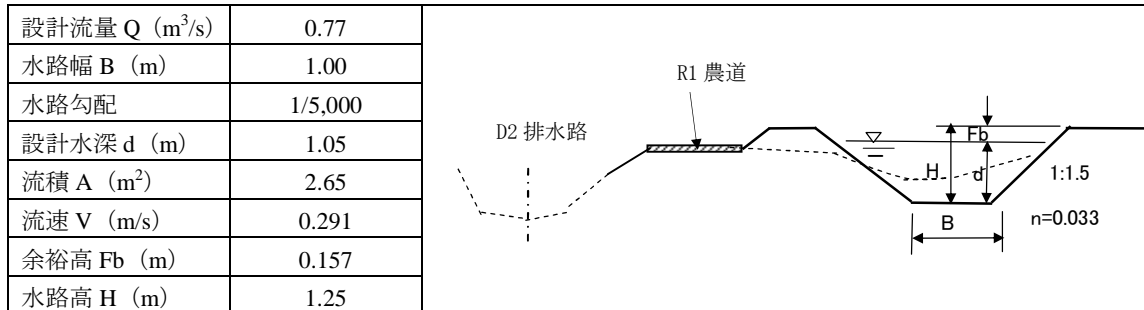


図 3-2-31 C 1.1 用水路標準断面と水理諸元

③ C 1.2 用水路

P1 幹線用水路に隣接した圃場への分水後、20、21、17 及び 19 圃区への 3 次用水路に分水する水路である。並行している農道は水路の維持管理用道路として利用できるが、陥没や不陸のある区間が多く走行に難がある。水路改修と合わせた改修が必要である。しかし、改修対象となっていないことから、水路の通水断面確保を優先する。

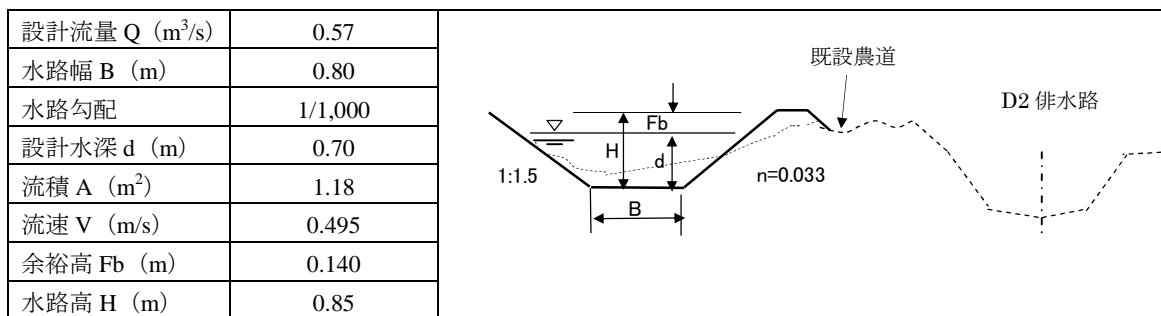
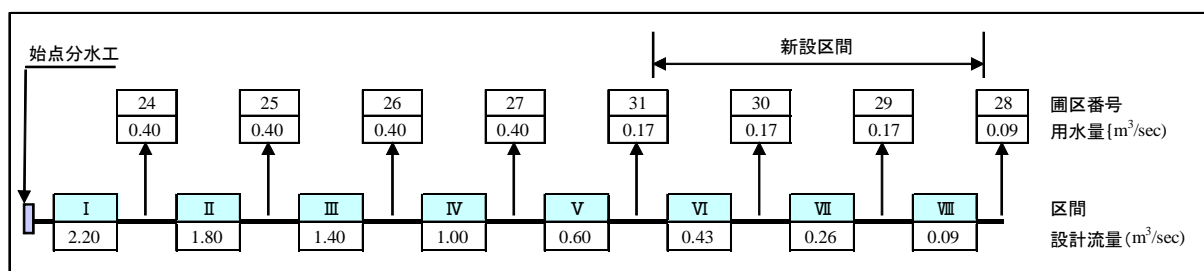
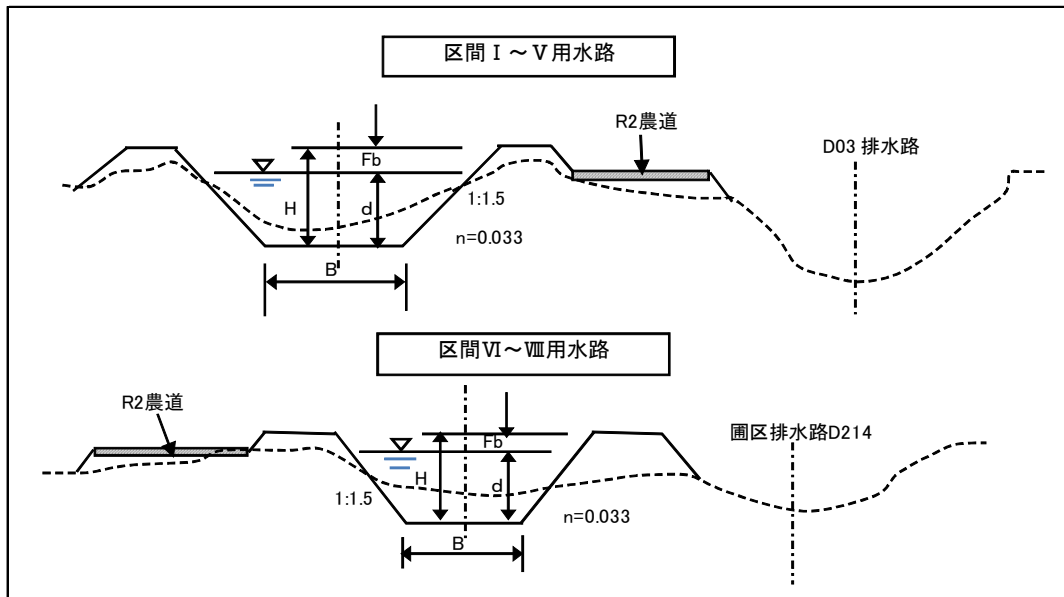


図 3-2-32 C 1.2 用水路標準断面と水理諸元

④ C 1.3 用水路

圃区 No. 24～27 へ分水する用水路である。水位落差があり水路には落差工を設ける。No.31～No.28 圃区へ分水する用水路は新設区間である。R2 農道と並走しており、水路の維持管理道路として利用することができる。





区間	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
設計流量 (m ³ /s)	2.20	1.80	1.40	1.00	0.60	0.43	0.26	0.09
水路勾配	1/1,500	1/1,500	1/1,500	1/1,500	1/1,500	1/5,000	1/5,000	1/5,000
水路底幅 B (m)	1.50	1.50	1.50	1.20	1.00	1.00	1.00	0.70
設計水深 d (m)	1.20	1.20	1.10	1.00	0.80	0.90	0.70	0.45
流積 A (m ²)	3.72	3.08	2.56	1.98	1.35	1.65	1.14	0.52
流速 V (m/s)	0.592	0.584	0.547	0.504	0.444	0.260	0.229	0.175
余裕高 Fb (m)	0.178	0.177	0.170	0.163	0.150	0.148	0.138	0.124
水路高 H (m)	1.40	1.40	1.30	1.20	1.00	1.05	0.85	0.55

図 3-2-33 C 1.3 用水路標準断面と水理諸元

新設区間掛り (No.31 から 28 圃区) の灌漑システム

P1 灌漑地域の水資源利用可能量には限度があり、地域末端に位置する 4 圃区 (No.31~No.28) の下流部は灌漑不良地域とされている。水収支計算によると、これら 4 圃区の灌漑可能面積は、圃区の合計灌漑計画面積 (A=1,165ha) の 1/3 程度 (A=355ha) に限定される。残りの凡そ 2/3 の地域 (A=1,165ha - 355ha = 810ha) は新たな水源による灌漑システムとしなければならない。ここまでの 2 次用水路 (I から V 区間) の拡幅が困難な現状では、灌漑するための新たな水源として隣接した D3 排水路からの排水再利用を計画する。P1 及び P5 灌漑地域では、用排分離が原則となっているが、圃場と用水路/排水路の標高関係によっては、排水の再利用が可能で、一部の地域では排水再利用が行なわれている。圃区 No.31~28 は、灌漑地域の末端に位置し上流圃区の排水が集水する地域で、排水再利用が可能な地域でもある。そこで、計画では、既存の施設を活用し、D3 排水路内に集水された排水を再利用し、各圃区の下流部 (810ha) が灌漑できるようにする。また、上流に位置する圃区 No.27 の排水を再利用することも計画する。

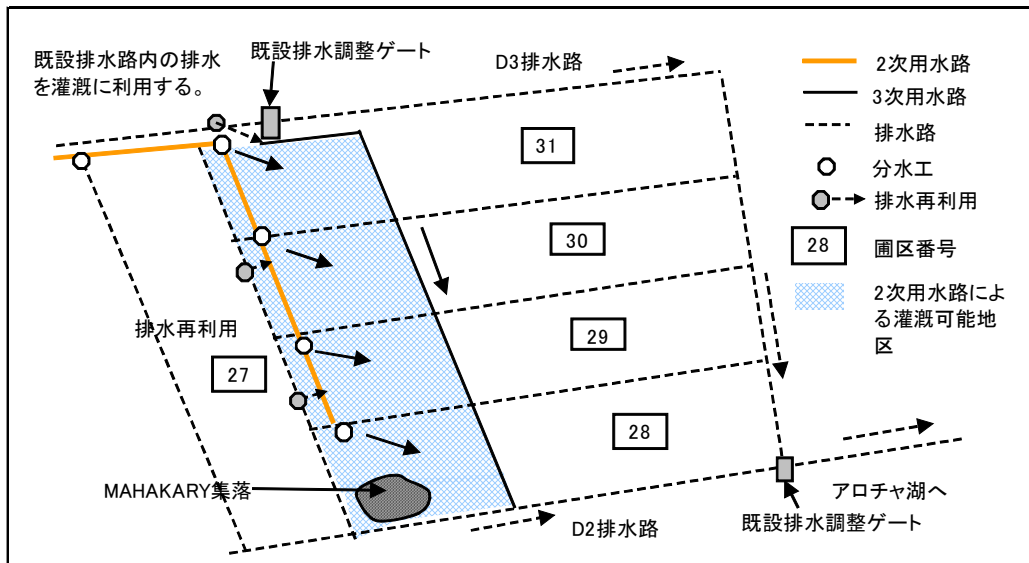
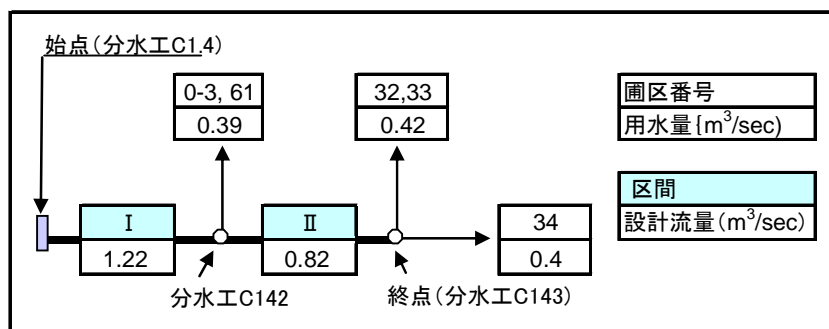


図 3-2-34 2次用水路新設区間の灌漑システム

一方で、これらの圃区において灌漑稲作を実現するためには、圃場の均平化や冠水対策の実施も必要である。

⑤ C 1.4 用水路

P1 幹線用水路の末端から分水している用水路で、既設農道、3次用水路及び排水路と並走している。既設農道は不陸や陥没区間が多く改修が必要であるが、水路の通水断面の確保を優先する。



区間	I	II
設計流量 (m ³ /s)	1.22	0.82
水路勾配	1/1,000	1/1,000
水路底幅 B (m)	1.20	1.00
設計水深 d (m)	0.85	0.75
流積 A (m ²)	2.06	1.53
流速 V (m/s)	0.593	0.538
余裕高 Fb (m)	0.160	0.152
水路高 H (m)	1.05	0.90

図 3-2-35 C 1.4 用水路標準断面と水理諸元

3-2-2-7 灌漑用水路の分水工の改修

(1) 現状と改修方針

- 幹線用水路→2次用水路（或いは直接3次用水路）→3次用水路への分水では、主水路側の側壁にスライドゲートを設けて分水量を制御している。更に、取水後はディストリビュータによって圃場や水路への分水量を制御している。ディストリビュータは、主水路側の一定の水位の下で5 lit/sec 単位から1,000 lit/sec 単位の製品を組み合わせて所定の分水量を取水する施設である。設置されているディストリビュータは、分水量や分水方向に応じて4から6個の製品で構成されている。しかし、いずれの製品でも平板或いは扇型の扉の部品が消滅・欠損しており、今後の稼働に難がある。稼働を継続するためには修復が必要である。
- しかし、マダガスカルでは上記の製品のスペアパーツの入手が困難で修復は難しい。既存のディストリビュータは撤去する。撤去後は、PC15 地区の事例を参考に、維持管理・操作の容易な手動のスライドゲートと四角堰による分水工の型式に更新する。手動ゲート操作による分水量制御となることから、水利組合に対して、ソフトコンポーネントの中で流量計測とゲート操作技術を訓練し、組合による適正な水管理が実現できるようにする。

(2) 設計方針

- スライドゲートと四角堰によって水位/流量を制御する。四角堰によって水位/流量を計測し取水口に設置したスライドゲートによって取水量を制御する。
- ゲート開度と取水量の把握ができるように水位標を設ける。3次用水路への分水では、水路幅やゲート幅を分水流量に応じた比例幅とし、無操作でも分水流量の定比が守れるようにする。
- 主水路側にはスライドゲートと固定堰部を設けて、主水路の水位/流量を制御する。固定堰の設置では、ゲート全閉の場合でも下流への流下量が不足しないように堰長と堰敷高（越流水深）を設定し、ゲート操作の頻度を減らして流下量の精度が保てるようにする。
- 改修対象は計54箇所、構造形式は分水の形態によって箇所毎に異なる。従って、基本設計に当たっては、構造形式を、P5 幹線用水路末端の分水工を除いて、分水量や分水方向からパイプ式と水門式の分水型式に分け、以下のようにタイプ化する。

表 3-2-10 分水工の型式

タイプ	分水型式
タイプ-A	<p>主水路（幹線用水路、2次用水路）から圃場用水路或いは2次用水路に分水する。</p> <p>A-1: 分水量が0.25m³/s 程度以下で主水路からパイプ（1連）により分水（パイプ式）</p> <p>A-2: 分水量が0.25m³/s 程度以上で主水路からパイプ（2連）により分水（パイプ式）</p> <p>A-3: パイプ式による分水後に落差工を設けて分水柵に連結（パイプ式）</p> <p>A-4: ゲート開度に応じて自由流出或いは潜り流出の状態分水（水門式）</p>
タイプ-B	<p>パイプ式分水工の型式で、主水路（2次用水路）から圃区単位の3次用水路に分水する。上下流区間の流量管理調節のために主水路に余水吐及び固定堰のパイパス水路を設ける。パイパス水路の流量と越流堰長によってタイプ分けする。</p> <p>B-1: バイパス流量が0.3 m³/s 程度以下、越流堰長1.5m の一定長（パイプ式）</p> <p>B-2: バイパス流量が0.3 m³/s 程度以上、越流堰長1.5m 以上（パイプ式）</p>

(3) 水理計画諸元の算定

1) パイプ式分土工

主水路からパイプにより分水する分土工で、次式によって分水量を求める。

$$Q = A \times (2g \times h / (f_e + f_0 + f \times L/D))^{0.5}$$

ここに、

Q: 分水量 (m³/s)

A: 分水管の通水断面積 (m²)

f_e: 流入損失係数 $f_e = c / (F \times d) + 0.5$

c=0.37m (m: 主水路の側壁法勾配 (cot θ))

d=1.5/m^{0.5}

F=V / (g × D)^{0.5} V: 管内流速 (m/s)

f: 管の摩擦損失係数 $f = 124.5n^2/D^{1/3}$

n: 管の粗度係数 (コンクリート管 0.013)

L、D: 分水管の長さ (m)、管径 (m)

h: 主水路水位と管出口水位の差 (m)

g: 重力の加速度 9.8 (m/s²)

f₀: 流出損失係数 (f₀=1.0)

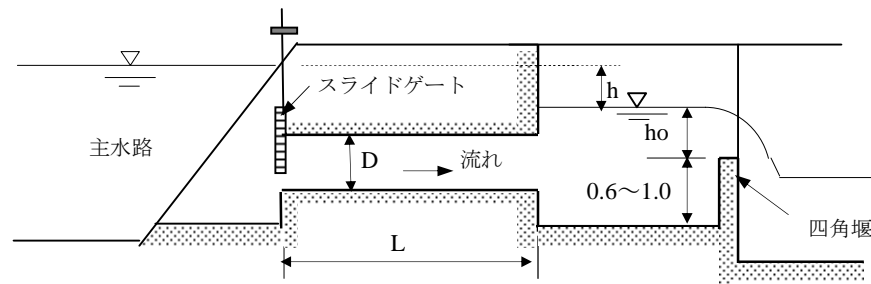


図 3-2-36 パイプ式分土工縦断図

2) 四角堰式による量水

分水量を把握するために、分土工に付帯して四角堰式による量水施設を設ける。

流量計測では、フランシス公式を適用する。

$$Q = 1.83 \times b \times ho^{3/2}$$

ここに、Q: 流量 (m³/s)、b: 堰の幅 (m)、ho: 越流水深 (m)

3) 水門式分土工

ゲートで取水を制御する方式で、ゲートの開度によって自由流出あるいは潜り流出の状態で行下する。

$$Q = Ca \times b \times d \times (2g \times h_1)^{0.5}$$

ここに、

Q: 分水量 (m³/s)

Ca: 流量係数

- b、d: ゲートの内空幅、開度高さ (m)
- h_1 : ゲート上流 (主水路) の水深 (m)
- h_2 : ゲート下流 (分水路) の水深 (m)

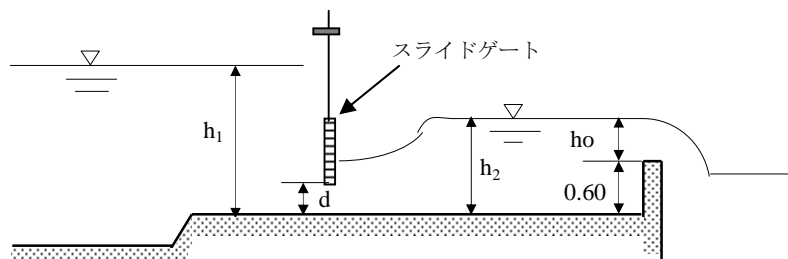


図 3-2-37 水門式分土工縦断図

4) バイパスの設計

主水路 (2 次用水路) の分土工では、スライドゲートに併設して固定堰のバイパス水路を設ける。バイパス流量は、分水後の下流区間の設計流量とする。

$$Q = C \cdot L \cdot Hem^{3/2}$$

ここに、

Q: 流量 (m³/s)

C: 流量係数

$$C = 1.838 \times (1 + 0.0012/Hem) \times (1.0 - (Hem/L)^{0.5}/10)$$

Hem: 平均越流水深 (m)

L: 越流堰長 (m)

5) 各分土工の水理諸元

設計流量時における各分土工の水理諸元を算定すると以下のとおりとなる。

表 3-2-11 分土工の水理諸元

a) パイプ式分土工 (タイプ; A-1、A-2、A-3)

分土工名	パイプ部						四角堰部	
	タイプ	分水量 Q (m ³ /s)	管径 D (mm)	延長 L (m)	管内流速 V (m/s)	水位差 h (m)	堰幅 b (m)	越流水深 ho (m)
P1 幹線用水路掛り								
分 P102	A-1	0.07	300	7.0	0.99	0.14	0.5	0.18
分 P109	A-1	0.01	300	6.0	0.14	0.01	0.4	0.06
分-C10	A-2	0.42	500×2	12.0	1.07	0.16	1.4	0.30
分-C11	A-2	0.77	600×2	14.0	1.36	0.25	2.0	0.35
分-C102	A-2	0.37	500×2	10.0	0.94	0.13	1.2	0.31
分-P115	A-3	0.09	500	8.0	0.46	0.03	0.5	0.21
分-C12	A-2	0.74	600×2	10.0	1.31	0.21	2.0	0.34
分-C13	A-2	2.20	1,000×2	26.0	1.40	0.27	6.0	0.34
分-P119	A-1	0.12	500	6.0	0.61	0.05	0.7	0.21

分水工名	パイプ部						四角堰部	
	タイプ	分水量 Q (m ³ /s)	管径 D (mm)	延長 L (m)	管内流速 V (m/s)	水位差 h (m)	堰幅 b (m)	越流水深 ho (m)
分-P1v	A-2	0.31	500×2	23.0	0.79	0.12	1.2	0.27
分-P120,21	A-3	0.08	500	7.0	0.41	0.03	0.5	0.20
分-C14	A-2	0.36	500×2	10.0	0.92	0.12	1.2	0.30
分-C142	A-2	0.82	600×2	14.0	1.45	0.28	2.5	0.32
分-C137	A-1	0.17	500	5.0	0.87	0.09	0.8	0.24
分-C138	A-1	0.17	500	5.0	0.87	0.09	0.8	0.24
分-C139	A-1	0.17	500	5.0	0.87	0.09	0.8	0.24
P5 幹線用水路掛り								
分-C51	A-1	0.09	300	4.0	1.27	0.19	0.5	0.21
分-C541	A-2	0.31	400×2	7.0	1.23	0.20	1.1	0.29
分-C542	A-2	0.29	400×2	20.0	1.15	0.25	1.0	0.29

b) 水門式分水工 (タイプ; A-4)

分水工名/タイプ		ゲート部						四角堰部	
		分水量 Q (m ³ /s)	ゲート幅 b (m)	ゲート開度 d (m)	水深 h1 (m)	水深 h2 (m)	流量係数 Ca	堰幅 b (m)	越流水深 ho (m)
P1 幹線用水路掛り									
分-P103	A-4	0.14	0.5	0.15	1.10	0.83	0.40	0.50	0.23
分-P103 Bis	A-4	0.07	0.3	0.13	1.10	0.78	0.39	0.5	0.18
分-P104	A-4	0.06	0.3	0.12	1.10	0.79	0.36	0.4	0.19
分-P108	A-4	0.04	0.3	0.07	1.10	0.74	0.41	0.4	0.14
P5 幹線用水路掛り									
分-C53	A-4	0.41	1.5	0.24	1.10	0.85	0.37	1.8	0.25

c) パイプ式分水工 (タイプ: B-1、B-2)

分水工	水路流量 (m ³ /s)	パイプ部					四角堰		バイパス水路		
		分水量 (m ³ /s)	管径 D (mm)	延長 L (m)	流速 V (m/s)	水位差 h (m)	越流幅 b (m)	越流深 ho (m)	流量 (m ³ /s)	越流深 H (m)	堰長 (m)
P1 幹線用水路掛り (B-1)											
分-C111	0.77	0.44	800	17.0	0.88	0.11	1.4	0.31	0.33	0.25	1.50
分-C121	0.57	0.25	800	6.0	0.50	0.04	1.4	0.21	0.32	0.24	1.50
分-C136	0.60	0.17	800	20.0	0.34	0.02	1.4	0.16	0.17	0.20	1.50
分-C143	0.82	0.82	800	6.0	1.63	0.28	1.4	0.47	0.42	0.29	1.50
P1 幹線用水路掛り (B-2)											
分-C132	0.77	0.40	800	11.0	0.80	0.08	1.4	0.29	1.80	0.24	8.44
分-C133	1.80	0.40	800	11.0	0.80	0.08	1.4	0.29	1.40	0.21	8.44
分-C134	1.40	0.40	800	11/0	0.80	0.08	1.4	0.29	1.00	0.22	5.36
分-C135	1.40	0.40	800	10.0	0.80	0.08	1.4	0.29	0.60	0.21	3.40

分水工	水路流量 (m ³ /s)	パイプ部					四角堰		バイパス水路		
		分水量 (m ³ /s)	管径 D (mm)	延長 L (m)	流速 V (m/s)	水位差 h (m)	越流幅 b (m)	越流深 ho (m)	流量 (m ³ /s)	越流深 H (m)	堰長 (m)
分-D136	0.78	0.35	800	7.0	0.70	0.06	1.4	0.27	0.43	0.17	3.40
P5 幹線用水路掛り (B-1)											
分-C532	0.62	0.35	800	8.0	0.70	0.06	1.4	0.27	0.31	0.24	1.50
分-C558	0.50	0.50	800	8.0	0.98	0.11	1.4	0.20	0.24	0.20	1.50
分-C568	0.72	0.41	800	8.0	0.82	0.08	1.4	0.30	0.31	0.24	1.50
分-C569	0.31	0.31	800	8.0	0.62	0.05	1.4	0.24	0.24	0.20	1.50
P5 幹線用水路掛り (B-1)											
分-C551	2.66	0.31	800	5.0	0.62	0.05	1.4	0.24	0.24	0.24	11.42
分-C552	2.35	0.31	800	5.0	0.62	0.05	1.4	0.24	2.0	0.22	11.42
分-C553	2.04	0.31	800	5.0	0.62	0.05	1.4	0.24	1.73	0.24	8.44
分-C554	1.73	0.31	800	5.0	0.62	0.05	1.4	0.24	1.42	0.21	8.44
分-C555	1.42	0.31	800	5.0	0.62	0.05	1.4	0.24	1.11	0.24	5.36
分-C556	1.11	0.31	800	5.0	0.62	0.05	1.4	0.24	0.80	0.26	3.40
分-C557	0.80	0.31	800	5.0	0.62	0.05	1.4	0.24	0.50	0.20	3.40
分-C561	3.61	0.41	800	15.0	0.82	0.09	1.4	0.30	3.21	0.26	13.42
分-C562	3.21	0.41	800	8.0	0.82	0.08	1.4	0.30	2.79	0.24	13.42
分-C563	2.79	0.41	800	8.0	0.82	0.08	1.4	0.30	2.37	0.24	11.42
分-C564	2.37	0.41	800	8.0	0.82	0.08	1.4	0.30	1.96	0.26	8.44
分-C565	1.96	0.41	800	10.0	0.82	0.09	1.4	0.30	1.55	0.22	8.44
分-C566	1.55	0.41	800	8.0	0.82	0.08	1.4	0.30	1.14	0.25	5.36
分-C567	1.14	0.41	800	8.0	0.82	0.08	1.4	0.30	0.72	0.26	3.40

(4) P5 幹線用水路末端分水工 (分 55)

P5 幹線用水路の末端に設置されたタイプ化ができない分水工である。計画では、既存の構造物を極力活かした改修とする。流量変動に対処できるように既存のディストリビュータを手動のスライドゲートに変更し、ゲート開度と流量の把握ができるようにする。水路幅員（ゲート幅員）は C5.5 及び C5.6 の 2 次用水路の流量に応じた比例幅員とし、無操作でも定比流量が守られるように考慮する。構造諸元の計画では、適切な越流水深を与え、フルード数などから既存の静水池長が妥当か否かを検討する。

表 3-2-12 P5 幹線用水路末端分水における分水流量とゲート諸元

2 次用水路	分水流量 (m ³ /s)	スライドゲート (径間 (m) × 高 (m) × ゲート数)
C5.5	2.66	1.05 × 1.25 × 2
C5.6	3.61	1.70 × 1.25 × 2

水理諸元の計算

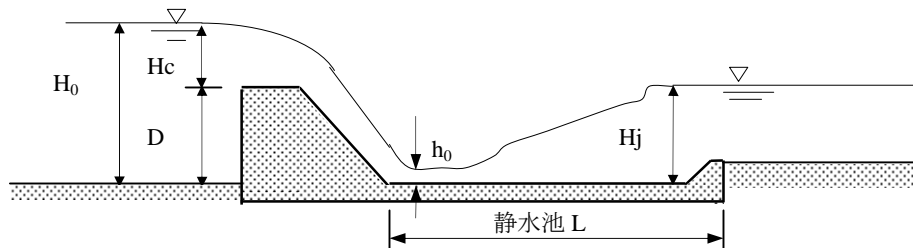


図 3-2-38 末端分水路の水理諸元の設計

水理諸元は次式から算定する。

$$h_0^3 - E_0 \cdot h_0^2 + q^2/2g = 0$$

$$E_0 = D + (2/3) \cdot Hc \quad Hc = (Q/1.7 \times B)^{2/3}$$

$$q = Q/B \quad (\text{m}^3/\text{s}/\text{m})$$

$$Hj = (h_0/2) \times ((8q^2/g/h_0) + 1)^{0.5-1}$$

表 3-2-13 P5 幹線用水路末端分水路の水理諸元

水理諸元	C5.5	C5.6	備考
設計流量; Q (m ³ /s)	2.66	3.61	
水路幅; B (m)	2.10	3.40	径間×2
越流水深; Hc (m)	0.822	0.731	
単位幅流量; q (m ³ /s/m)	1.267	1.062	
堰高; D (m)	1.60	1.69	堰高調整、H ₀ を合わせる。
堰下流法先の水深; h ₀ (m)	0.192	0.160	
跳水前のフルード数; Fr	4.81	5.30	
h ₀ に対する常流側共役水深; Hj (m)	1.213	1.122	
静水池 (III型) の長さ; L (m)			
計算長*	3.64	3.37	
計画長	4.00	5.23	既設利用

*; III型=3Hj程度 土地改良設計基準「水路工」P252

3-2-2-8 水位調整施設の改修

(1) 現状と改修方針

1) P5 幹線用水路 アミル (AMIL) ゲート

➤ 用水路内に設置されているアミル (AMIL) ゲート (自動上流水位調整ゲート) はカウンターウエイト等に不備があり、今後稼動を継続していくには修復が必要である。また、このゲートを継続利用するためには、以下の水管理に係る課題に対処する必要がある。

- (i) ゲートは、上流側の水位を一定に保持する機能があることから、上流にある分水位を所定の水位に保持することができるが、分水量/水位管理が行なわれない場合は、上流側分水が優先され下流への通水量確保ができなくなる。特に水路の流量が減じる時期にこの現象が顕著になる (上流側にある SCAA 圃区 (No.1~No.3) への分水を含めた 5 基の分水路が分水

量を制御することなく優先的に取水するとゲート下流区間への通水量が確保できない)。

(ii) 上流側取水が優先されて下流への通水が確保できない場合は、通水が停滞し、水路で所定の流速を確保することが難しくなる。その結果、水路内に流入した土砂が沈降して水路の通水能力の減少を引き起こすことになる。

- AMIL ゲートを補修して運用を継続する場合は、下流への通水量を保持するために SCAA を含めたゲート上流側の受益者と下流側の受益者との間で、上流側分土工ゲートの開閉に係る合意形成と実行が必要である。
- マダガスカルでは、AMIL ゲートのスペアパーツの適宜な入手や修復は困難で運用を継続することは難しい。撤去・更新する。撤去後は、マダガスカルでも修理・運用・維持管理が可能な手動のスライドゲートを設置する。設置位置はこれまでと同様とする。手動による開閉操作となることから、水利組合に対して、上流側分土工との間のゲート開閉や操作に係る合意形成や操作方法をソフトコンポーネントによって指導・訓練する。
- ゲートの既存コンクリート構造物としての強度は確保されているが、表層の磨耗やコンクリート部材に亀裂・空隙が見られる。ゲートの更新と合わせて既存コンクリート構造物も改修する。

2) P1 幹線用水路 アビオ (AVIO) 及びアビス (AVIS) ゲート

- 用水路には、頭首工の取水 AVIO ゲートを除いて、3 箇所に AVIS ゲート (自動下流水位調整ゲートで上下流の水位差が小さい場合に適用)、水路末端に AVIO ゲート (自動下流水位調整ゲートで上下流の水位差が大きい場合に適用) が設置されている。いずれも水位調整機能が働かず稼動していない。部材の劣化も進み、全開あるいは半開のまま放置されている。
- 機能を維持し継続的に使用するためには、全面的な修理が必要であるが、AMIL ゲートと同様、マダガスカルでのスペアパーツの適宜な入手や修復は困難である。撤去し、マダガスカルでも修理・修復が可能な手動のスライドゲートに置き換える。これに伴い、水利組合に対して、上流側の分水位確保や水路下流の通水量確保のためのゲート操作方法を、ソフトコンポーネントによって指導・訓練する。
- 水路末端の AVIO ゲートは既に撤去されている。ゲート前面に設置されているスライドゲートを更新して、上流水位の保持と下流への流量を制御する。

(2) 設計方針

- 人力の開閉操作によって水位/流量の調整ができるように手動スライドゲートを設置する。
- 手動操作による調整の頻度を少なくしてゲート上下流区間の水位/流量調整ができるように、堰越流型のバイパス水路を併設する。
- 水位調整施設の位置は、水位保持の機能と分水位の確保、灌漑ローテンションブロックの導入等の条件を勘案して決定する。箇所数の変更はしない。

(3) 水理諸元の決定

スライドゲートに併設して越流式固定堰のバイパス水路を設ける。バイパス流量は、下流区間の設計流量とする。

水理計算

$$Q = C \cdot L \cdot Hem^{3/2}$$

ここに、

Q: バイパス流量 (m³/s)

C: 越流係数

$$C = 1.838 \times (1 + 0.0012/Hem) \times (1.0 - (Hem/L)^{0.5}/10)$$

Hem: 平均越流水深 (m)

L: 越流堰長 (m)

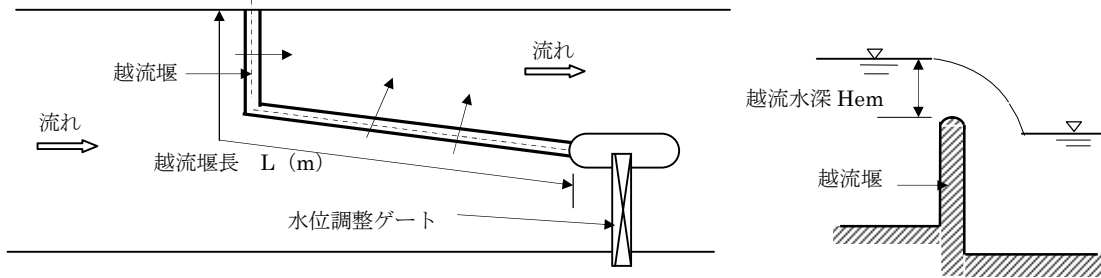


図 3-2-39 水位調整施設水理諸元の計算

表 3-2-14 バイパス流量に対する越流堰長の決定

	越流量 (m ³ /s)	平均越流水深 (m)	越流係数 C	必要越流堰長 (m)	設計越流堰長 (m)
P1 幹線	4.00	0.30	1.818	13.39	13.5
P5 幹線	6.27	0.26	1.829	26.66	27.0

3-2-2-9 農道の改修

(1) 現状と改修方針

地区内を走る全ての道路には著しい不陸や陥没が随所であり、車両の通行が困難な状態となっているが、本協力対象事業では、幹線農道 (R1 農道) 及び支線農道 (R2 農道) 管理用道路 (RM 農道) の中から計 9 路線を対象に農道の改修を計画する。また、改修する農道以外でも必要な路線は工事用の仮設道路として利用する。

表 3-2-15 農道の分類及び改修対象

タイプ	区分	改修対象
幹線農道 (R1 農道)	国道 3a 号線と地区/地区内を繋ぎ牛車の交通量が多い基幹的な道路。	改修対象
支線農道 (R2 農道)	地区内にあつて 2 次用水路或いは 1 次排水路に並走している R1 に次ぐ主要な道路。	改修対象
管理用道路 (RM 農道)	P1 及び P5 幹線用水路に並走している維持管理用道路。	改修対象
耕作道 (R3 農道)	3 次用水路或いは 2 次排水路に並走し圃区を形成している道路。	対象外
工事用道路	工事期間中の既存農道の仮回し道路又は工事用道路。	—

(2) 設計方針

1) 幹線農道 (R1 農道)

- 現況の道路幅から道路幅員 4.0m とする。

- 国道 3a 号線から P5 灌漑用水路末端までの路線では、集落を通過する急勾配区間（既往の路面が浸食されて碎石舗装が施されていた区間）がある。この区間は碎石舗装とする。また、この路線の切土のり面の区間は、概ね 2% 以上の急勾配区間は練石積側溝、これ以下の勾配区間は土水路側溝を設け、路面への雨水流入を防ぐ。
- 緩勾配区間はラテライト舗装とする。
- 盛土材は、砂質土のラテライトを搬入しプロクタ密度 90% 以上に締固める。
- 盛土材は、細粒分 5 μ m 以下の含有量は 35% 以下とし、適当な粘土材を含む土質とする。

表 3-2-16 道路盛土材の砂、粘土混合物の配合標準 (%)

種類	理想比	適当な比の範囲
粘土	7.5	5~10
シルト	15.0	10~20
砂 (粒径 75 μ m~425 μ m)	25.0	20~40
砂 (粒径 425 μ m~2.36mm)	52.5	45~60

出展：土地改良設計基準 設計「農道」

- 道路の横断勾配は 3~6% を標準とし放物線形とする。
- 既往の軟弱土質（泥濘化する区間）は撤去、残土処分する。
- 舗装厚 (T) は、ラテライトで T=0.20m 以上、碎石舗装で T=0.10m 以上とし、最低 1 層転圧とする。

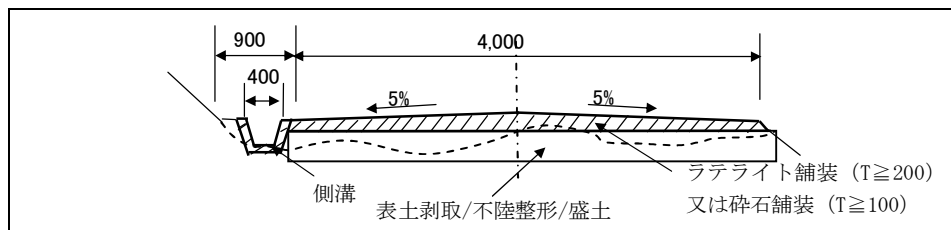


図 3-2-40 農道 (R1) 標準断面図

2) 支線農道 (R2 農道)

- 道路幅員は 3.5m とし、農道 (R1) に準じた基準で改修する。

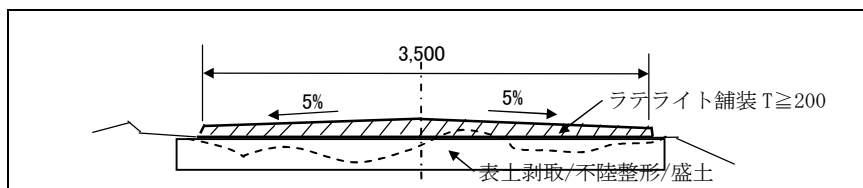


図 3-2-41 農道 (R2) 標準断面図

3) 管理用道路 (RM 農道)

- 道路幅員は 3.5m とし、農道 (R1) 及び農道 (R2) に準じた基準で改修する。
- 一部の区間では水路と並行していないが、既存の路線で改修する。

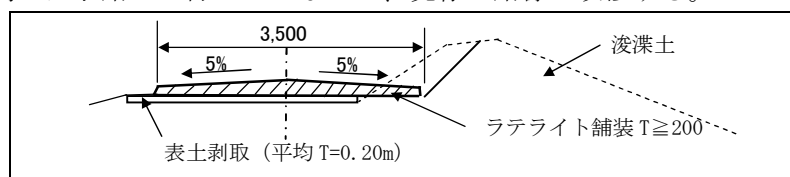


図 3-2-42 管理用道路 (RM) 標準断面図

4) 工事用道路

- 工事期間中は多量の盛土材搬入や捨土運搬が発生し、地区内では、工事用車両が頻繁に通行する。一方で、乾期においても、農道は収穫物の運搬車両や牛車の通行、放牧牛の移動で混雑することが予想される。そのため、工事期間中は、改修対象となっている農道以外にも既存農道を改修して工事用道路として整備する。
- 道路の品質は基本的には工事期間中の使用に耐えうることであるが、工事完了後も農道として利用されると思われる。そこで、不陸や陥没を整形する程度の補修を行う計画する。

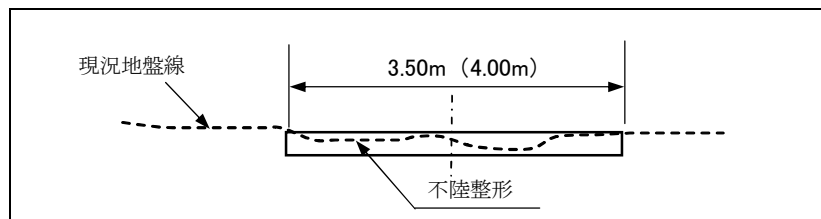


図 3-2-43 工事用道路標準断面図

3-2-2-10 ソフトコンポーネントの基本計画

本事業の効果が持続的に発現されるためには、改修された灌漑施設の適切な運用と維持管理が不可欠である。そのためには、関係する 2 つの水利組合連合は水利費徴収率の向上と合わせて、以下の課題を解決する必要がある。

(1) 施設運営管理の不安定性

両水利組合連合は灌漑用水の配水に関し、明文化されたルールを持っておらず、適切な施設運営が行われない場合には下流の圃場に十分な灌漑用水が配水されない恐れがある。安定的かつ公平な配水を実現するためには、水管理に係る規則や方針を明文化し、施設運営に係るガイドラインや施設操作に係るマニュアル等を整備し、農民を含む関係者に広く周知する必要がある。DRDA はこうしたガイドラインやマニュアルを備えていない。事業効果を持続的に発現させるためにも、DRDA が主体的にガイドライン等の整備に取り組むことが必要である。

(2) 施設維持管理に係る知識及び技術の欠如

両水利組合連合も認識しているとおり、施設の維持管理に係る知識及び技術を備えた技術者（テクニシャン）が組織内にいないため、日常的な施設維持管理活動が行われておらず、施設の簡易な補修もままならない状況である。民間工事業者を使った水路改修や農民を動員した水路清掃などが乾期に不定期的に行われているが、灌漑用水を安定的に配水するためには日常的な維持管理活動が不可欠である。そのためには、水利組合連合内に施設の運用・維持管理に係る知識と技術を備えた技術者を養成し、その技術と知識が伝播・継承される体制を整える必要がある。

(3) サハベ川洪水放流工の慎重な運用

本事業の中で、サハベ川に洪水放流工を設置する計画である。サハベ川流域において稲作期に洪水が起きた場合、上流側のサハベミライ水利組合連合及びサハミライ水利組合連合は可能な限り早急にサハベ川の水位を下げたいが、下流側のツアラボイ水利組合連合は取水位を確保するために安易な放流には同意できない。利害が相反するこうした状況を踏まえ、放流工には慎重な運営が要求される。現時点では PC23 南水利組合大連合において管理方法を協議し、ツアラボイ水利組合連合が

雇用する管理人が実際の操作を担うことで合意されている。不適切な管理による争いを避け、公平かつ慎重な管理を行うためにも、DRDA 及び PC23 南水利組合大連合が協議の上で管理規則を明文化し、DRDA が施設管理ガイドライン等を整備する必要がある。

以上の課題を踏まえ、本事業では、両水利組合連合が、DRDA の監督・指導のもとで、適切な施設運営・維持管理活動を実施できる能力を得ることを目標として、ソフトコンポーネント活動を行うこととする。ソフトコンポーネントの目標と必要な成果は以下の 3 点である。

1) 灌漑施設運営管理の安定化

目標 1： 各水利組合連合の灌漑施設の運用規則が明文化され、農民を含む関係者に周知される。

成果 1-1： 灌漑施設運営管理ガイドラインが整備される。

成果 1-2： 灌漑施設運用マニュアルが整備される。

成果 1-3： 各水利組合連合において説明会が実施される。

2) 灌漑施設維持管理体制の整備

目標 2： 各水利組合連合が自ら日常的な維持管理活動を行えるようになる。

成果 2-1： 灌漑施設維持管理に係る知識・技術を持った技術者が水利組合連合内に育成される。

成果 2-2： 灌漑施設維持管理ガイドラインが整備される。

成果 2-3： 灌漑施設維持管理作業マニュアルが整備される。

成果 2-4： 各水利組合連合及び傘下水利組合による作業マニュアルに基づき 3 次水路維持管理作業が実施される。

3) サハベ川放流工管理体制の整備

目標 3： サハベ放流工の運営維持管理規則が明文化され、農民を含む関係者に周知される。

成果 3-1： サハベ放流工運営維持管理ガイドラインが整備される。

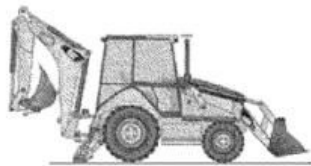
成果 3-2： サハベ放流工運用・維持管理作業マニュアルが整備される。

成果 3-3： 各水利組合大連合における説明会が実施される。

3-2-2-11 浚渫用機材の調達

本事業では、沈砂地を新設する計画である。これに伴って沈砂池の浚渫用重機（バックホーローダー）の調達がマダガスカル側から要請されている。この浚渫用重機の調達の是非にあたって、調達先であるアロチャ・マングル DRDA 及び水利組合の運用・維持管理の能力とそのための方策の可能性を検証する。

表 3-2-17 調達機材の仕様案

重機型式	バックホーローダー
イメージ図	
バックホーバケット容量	0.3~0.4m ³
ローダーバケット容量	0.95~1.05 m ³
最大掘削深	4.2~4.8m
エンジン	68kW/93hp
見積価格(税抜き)	365,000,000 MGA (約 15,330 千円) 1 MGA=0.042 円

上記のバックホーローダーを調達した場合、機材の更新費用を含む年間必要経費は以下のとおり算定される。

表 3-2-18 バックホーローダーの年間必要経費

(a) 年間機械損料=基礎価格×供用1日当たり損料率×年間標準供用日数： 365,000,000 MGA×0.001281×170日=79,486,050 MGA (約 3,338 千円) 計算条件：バックホーローダーの標準使用年数：11.5年 年間標準運転時間：520時間 年間標準運転日数：110日 年間標準供用日数：170日
(b) 運転経費(燃料代)=年間標準運転時間×エンジン出力×燃料消費率×燃料代： 520時間×68kW×0.175ℓ/kW/h×3,150MGA=19,492,200 MGA (約 819 千円)
(c) 人件費=重機オペレーター1名×年間標準日数： 35,000MGA/日×110日=3,850,000 MGA (約 162 千円)
年間合計必要経費合計：102,858,250 MGA (約 4,319 千円) 1 MGA=0.042 円

一方で、DRDA及び各水利組合連合の過去3年間の予算収支状況は下記のとおりである。

表 3-2-19 アロチャ・マングル DRDA の過去3年間の予算支出状況

(単位：100万 MGA)

項目	2012年	2013年	2014年
一般経費(人件費、事務所管理費等)	93.4	79.7	158.1
事業費(流域保全事業、灌漑施設維持管理事業、農村開発事業等)	485.4	122.3	456.0
合計	578.8	202.0	614.1

表 3-2-20 各水利組合連合の過去3年間の予算支出状況

(単位：100万 MGA)

項目	2012年	2013年	2014年
ツアラボイ水利組合連合(PC23南地区)			
一般経費(人件費、交通費等)	37.1	46.6	98.8
施設維持管理費(農道改修、水路改修、ゲート改修等)	73.2	86.3	78.1

小 計	110.3	132.9	176.9
フィボラナ水利組合連合 (PC23 北地区)			
一般経費 (人件費、交通費等)	0.8	データなし	4.0
施設維持管理費 (農道改修、水路改修、ゲート改修等)	15.3	データなし	20.2
小 計	16.1	-	24.2
一般経費合計	37.9	-	102.8
施設維持管理費合計	88.5	-	98.3
合 計	126.4	-	201.1

バックホーローダー1台を調達した場合、前述の算定式より、年間必要経費は約102.8百万アリアとなる。現状のDRDAの一般経費は79.7百万アリア～158.1百万アリアであり、調達機材の年間必要経費を予算化することは困難と判断する。

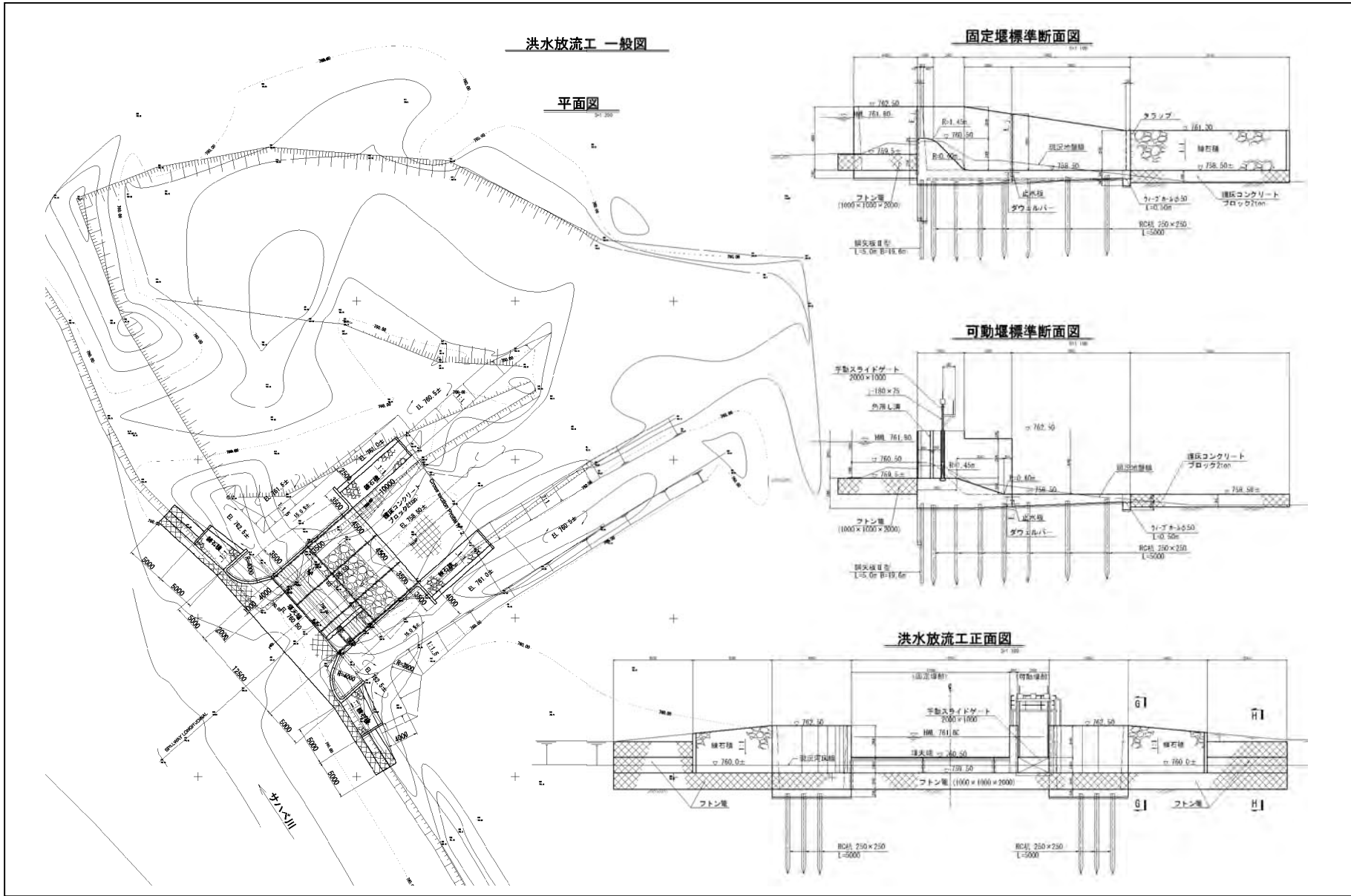
また、各水利組合連合の年間施設維持管理費は88.5百万アリア～98.3百万アリアであり、水利組合が浚渫機材を所有し機材の持続的な運営維持管理することも不可能と判断せざるを得ない。

これまでPC23灌漑地区では、ローカルコントラクターと必要に応じて契約ベースで浚渫工事を行っており、ローカルコントラクターも浚渫に必要な機材を有している。このため、水利組合連合が独自で機材を所有して浚渫工事を実施するよりもローカルコントラクターに委託して工事を実施する方が機材の維持管理経費を考慮すると得策と言わざるを得ない。

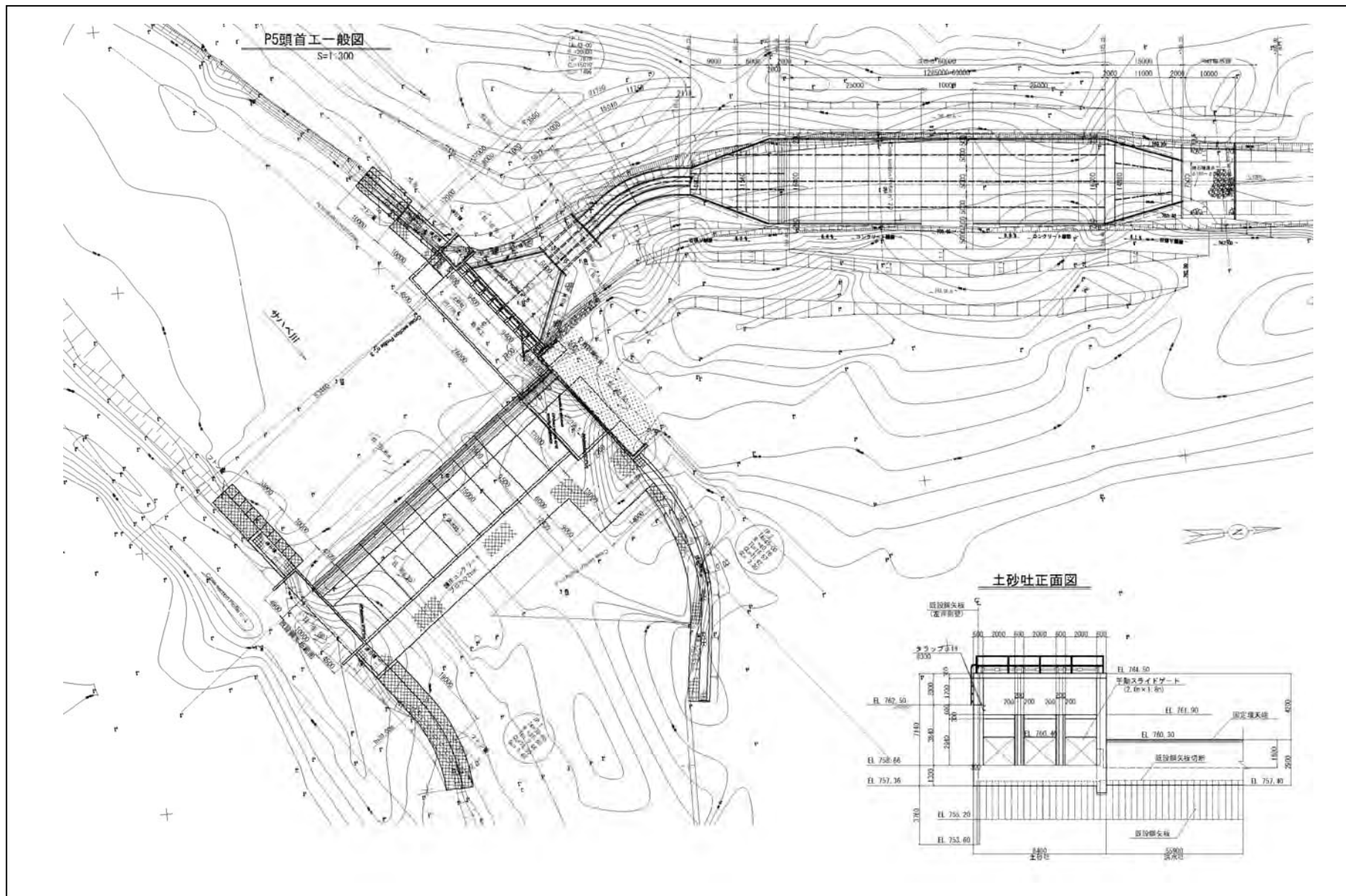
上記の状況から、本協力対象事業では浚渫機材は調達しない方針とする。

3-2-3 概略設計図

図面番号	図面名称	図面枚数
1	洪水放流工改修一般図	1
2	P5 頭首工改修一般図	1
3	P1 頭首工改修一般図	1
4	アンドラノチミオチャ頭首工改修一般図	1
5	P5 幹線用水路計画縦断図	1
6	P1 幹線用水路計画縦断図	1
7	R1 農道計画縦断図	1
8	分水工標準図 (P5 幹線用水路)	1
9	水位調整施設標準図(P1 幹線用水路)	1
	計	9



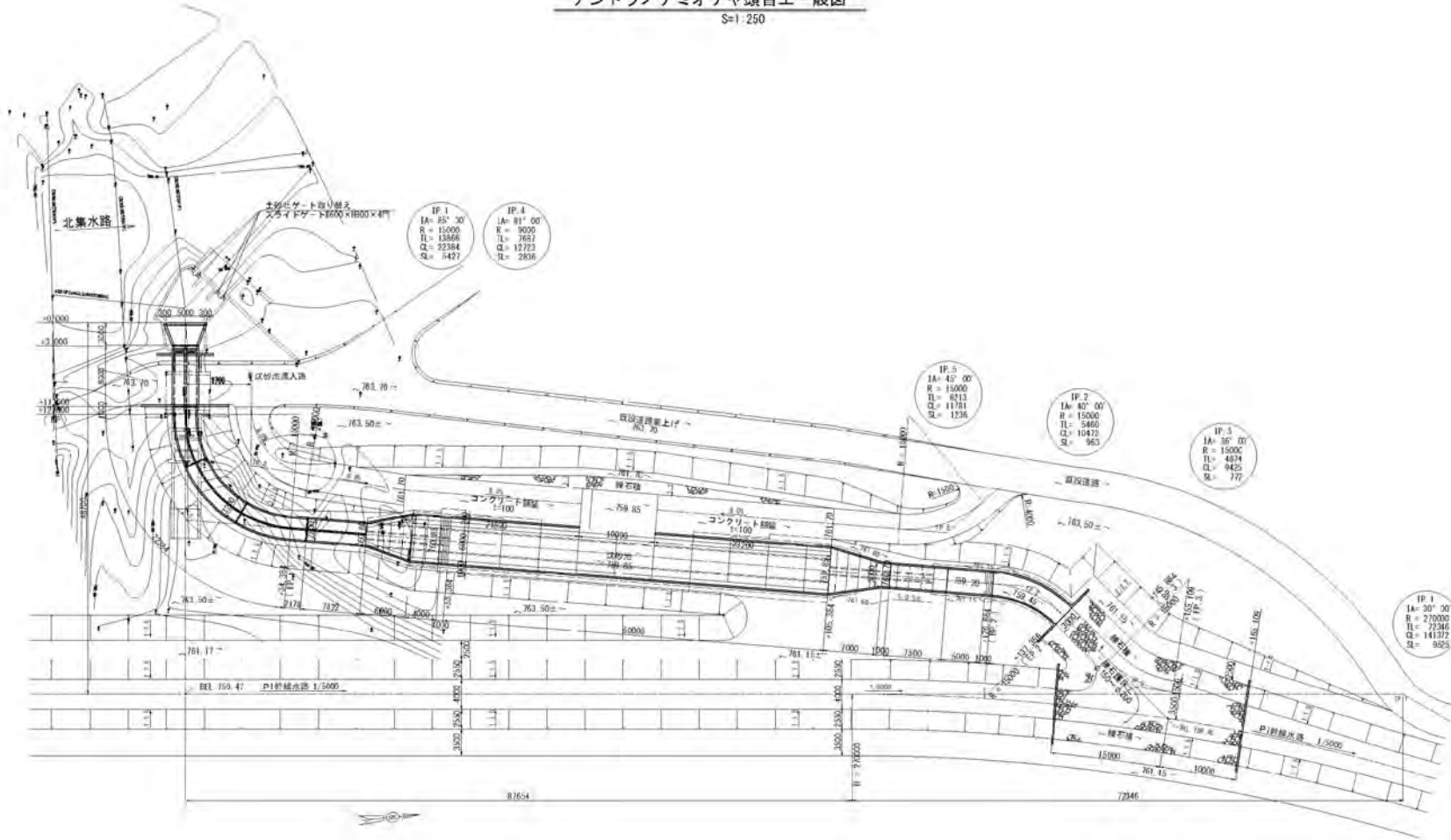
図面-1 洪水放流工改修一般図



図面-2 P5 頭首工改修一般図

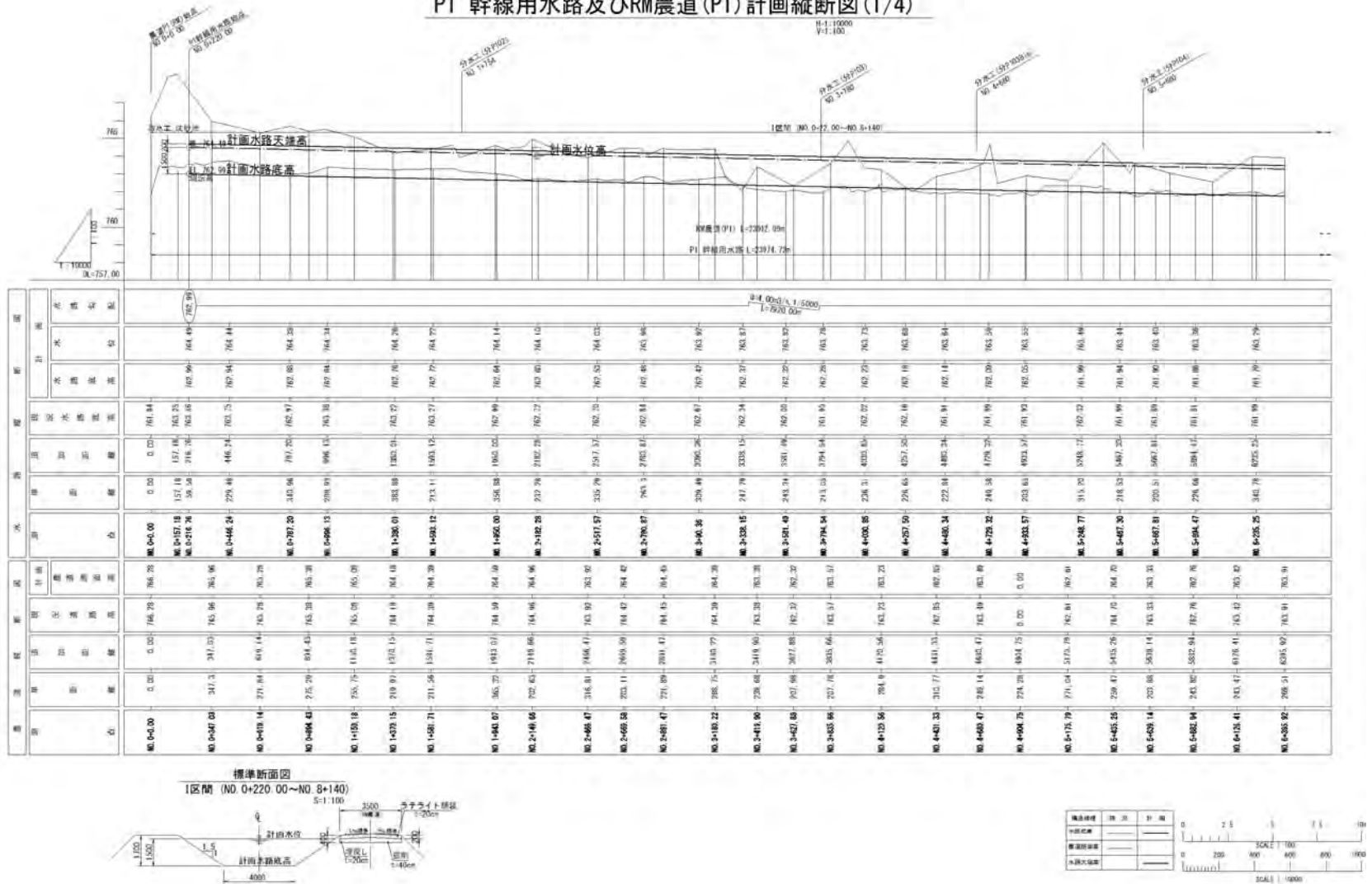
アンドラノチミオチャ頭首工一般図

S=1:250



図面-4 アンドラノチミオチャ頭首工改修一般図

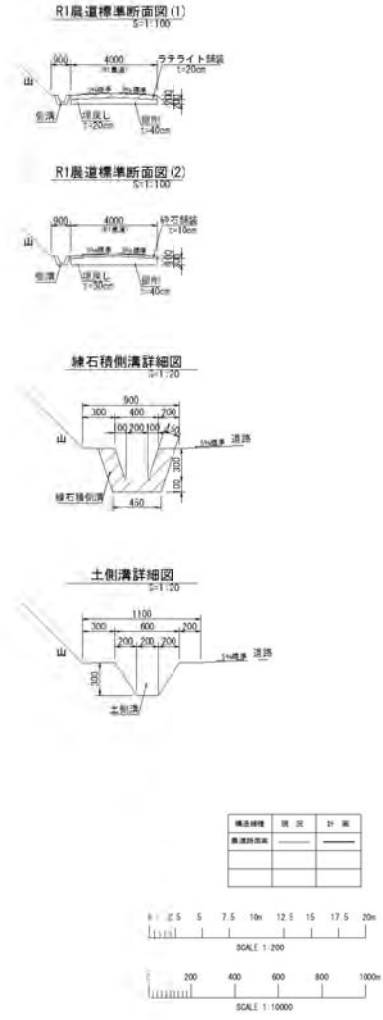
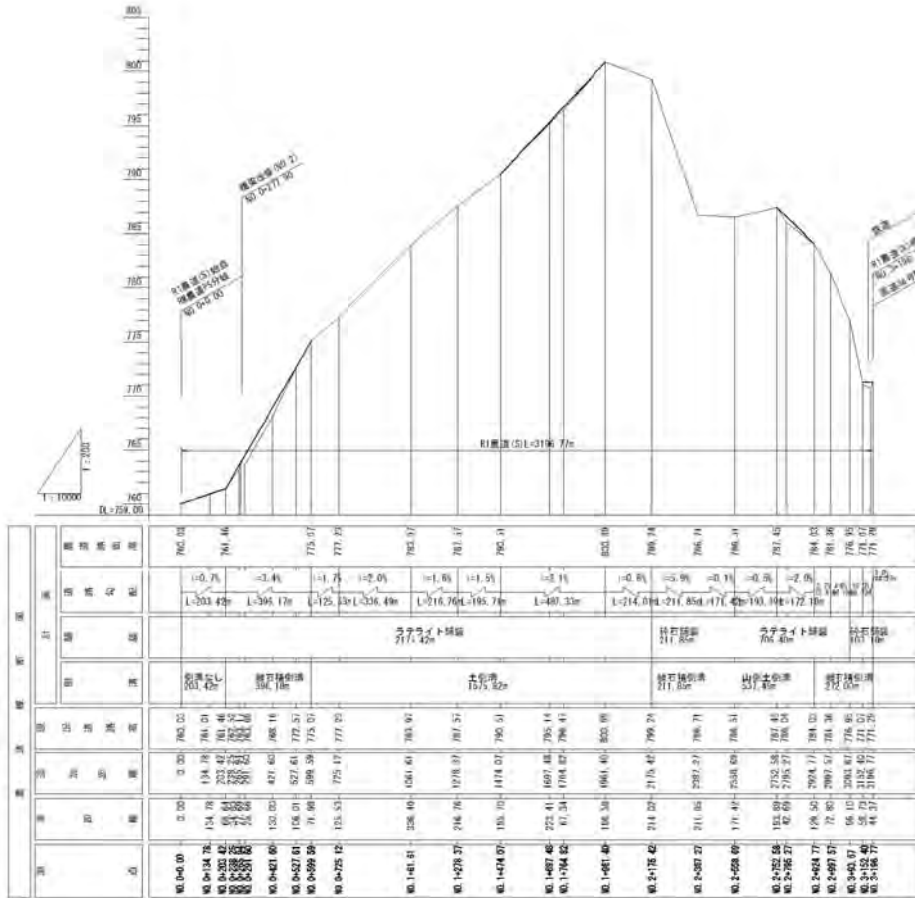
P1 幹線用水路及びRM農道(P1)計画縦断面図(1/4)



図面-6 P1 幹線用水路計画縦断面図

R1農道(S)計画縦断面図

H=1/2000
V=1/200

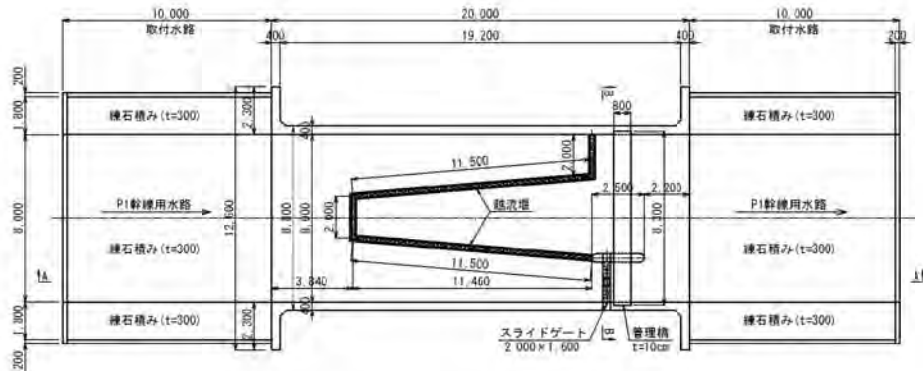


図面-7 R1農道計画縦断面図

P1幹線用水路 水位調整施設標準図

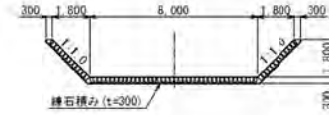
S=1/100

平面図



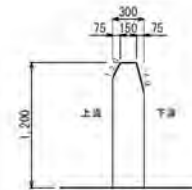
取付水路断面図

S=1/100



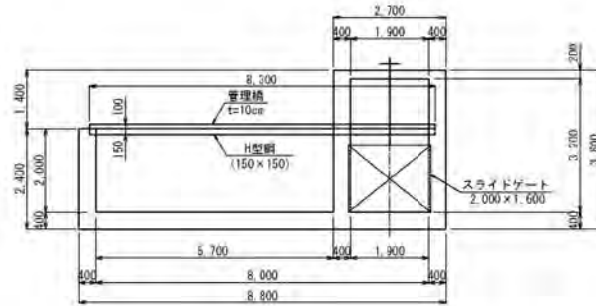
越流堰断面図

S=1/20

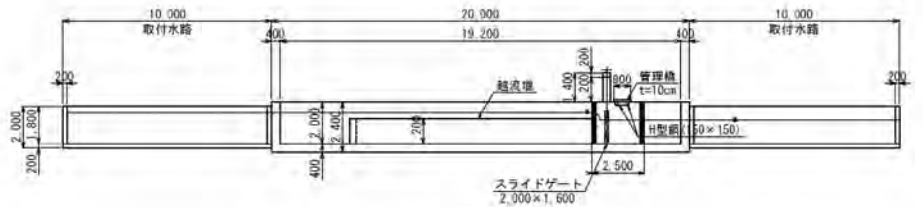


B-B断面

S=1/50



A-A断面



図面-9 水位調整施設標準図 (P1 幹線用水路)

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

(1) 事業に係る基本事項

本事業の実施に関し、日本政府とマダガスカル政府との交換文書（E/N）が締結された後、JICAとマダガスカル政府の間で贈与契約（Grant Agreement；G/A）が締結される。その後、日本国籍を持つコンサルタントとマダガスカル政府との間でコンサルタント契約が結ばれる。

コンサルタントは、工事に必要な入札準備（図面、仕様書、工事入札、契約に必要な図書の作成）を行い、マダガスカル政府の承認の上、入札資格審査、入札書類の審査手続きを経て、入札により日本法人の建設会社が選定される。建設工事は、マダガスカル政府と建設会社との間で締結される工事契約に基づき行われる。

なお、本計画の全体工期は、施設規模・内容および建設予定地の立地条件から判断して、実施設計と入札準備期間に1年、入札の実施から建設工事完了までに3.5年が必要である。工事は乾期（4月中旬－12月中旬）に実施するものとする。以下に概略事業工程表を示す。

表 3-2-21 事業工程表

年度	平成 28 年度		平成 29 年度		平成 30 年度		平成 31 年度		平成 32 年度	
	4 月	3 月	4 月	3 月	4 月	3 月	4 月	3 月	4 月	3 月
契 約	E/N G/A ▼ ▼		E/N G/A 工事契約 ▼ ▼ ▽							
実施設計	■■■■■■■■■■									
入札準備			■■■■■■■■■■							
工事入札			●		← 雨期 →		← 雨期 →		← 雨期 →	
資材調達			■■■■■■■■■■		■■■■■■■■■■		■■■■■■■■■■		■■■■■■■■■■	
工 事					■■■■■■■■■■ 乾期		■■■■■■■■■■ 乾期		■■■■■■■■■■ 乾期	
ソフコン					■■■■■■■■■■		■■■■■■■■■■		■■■■■■■■■■	

(2) 施工方針

a) 事業実施主体

相手国の監督官庁は農業省（MinAgri）であり、現場レベルにおける実施機関は同省アロチャ・マングル県地域農業開発局（DRDA）である。事業を円滑に進めるため、MinAgri は、日本のコンサルタントと密接な連絡及び協議を行い、本事業を担当とする責任者を選任する必要がある。

b) コンサルタント

本事業の土木施設建設及び供与機材の調達を実施するために、日本のコンサルタントがMinAgri と設計監理業務契約を締結し、本プロジェクトに係る実施設計と施工監理業務を実施する。また、コンサルタントは入札図書を作成すると共に、MinAgri に対し入札業務を代行する。

c) 工事請負業者

我が国の無償資金協力の枠組みに従って、公開入札により選定された日本法人の工事請負業者が本事業の土木施設建設及び供与機材の調達を実施する。工事請負業者の選定に関しては、本事業

業の完成後も引続き施設の補修・修理時の対応等のアフターサービスが必要であり、当該施設の引渡し後の連絡及び調整についても十分に配慮して決定する。なお、マダガスカル建設業者は、アンタナナリボを拠点として多様な建築工事や土木工事を請負っており、工事経験も十分であることから、本プロジェクトにおいて十分な活用が期待されると判断する。

d) 技術派遣の必要性

本事業は、土木施設建設において地盤改良等の特殊な工法を用いないことから、技能工派遣を必要としない。

e) 施設施工方針

現地の材料、資機材を効果的・効果率に用い、スムーズな施工とコスト縮減に努める。

(3) 調達方針

本計画の施工において、内陸輸送、建設機械の調達や、土工事、建設資材および労務の調達などの分野で現地建設業者の活用を計画しコスト縮減に努める。なお、要請では、浚渫機材としてバックホローダーの調達があったが、維持管理面の問題から調達しないものとした。

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

(1) 施工上の留意事項

本計画の施工において、特に留意を要する事項は以下のとおりである。

a) 灌漑用水および生活水の配水制限

本事業は3乾期中の工事であることから、工事を遅滞なく効率的に完成させ、且つ現地の営農活動に対する障害を最小限とする計画としている。したがって、工事に先立ち、マダガスカル側にて、地区内の取水停止（4月中旬～12月中旬）を着実に実施すること、および取水停止期間の現地住民への生活水の確保を講じるよう関係者間の調整を完了しておく必要がある。

b) 工事地区内の通行の安全確保

本事業では、工事用道路は既存の農道である管理用道路を整備して工事が実施される。これらの道路は、現地住民の生活道路や営農活動のための道路であることから、工事期間中の工事車両との共用にならざるを得ない。したがって、交通整理員の配置や地区内での工事車両の走行速度制限を行うことにより工事期間中の住民への安全配慮を行うと共に、マダガスカル側にて、工事期間における住民への注意喚起を促す必要がある。

c) 工事中の環境対策

工事が広範囲に亘ることから、各工事現場での資材等の散乱や回収忘れが生じないように、資材管理と後片付けを着実に行う。

d) ゲートや資機材の調達管理

取水施設や灌漑用水路の鋼製ゲートの調達は、本邦の鉄鋼メーカーからの調達する。本事業では、3乾期（4月中旬～12月中旬）のみの工事実施を計画していることから、建設機械、資機材を遅滞なく調達すると共に、鋼製ゲートの据付け工事が工期内に完了するように、調達管理を行う必要がある。

(2) 調達上の留意事項

輸入資機材の現地への輸送や必要な資機材の首都アンタナナリボからの内陸輸送は、トラック輸送とする。

3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

施設改修のための土地収用は発生しない。仮設工事に必要な用地は工事用敷地内にマダガスカル国側が用意する。仮設ヤード等に関する両国の施工区分を以下に示す。

表 3-2-22 仮設ヤード施工区分

場所	場所準備 使用許可	土地代	整地	整備	埋戻	復旧
頭首工 沈砂池	「マ」国	「マ」国	「マ」国	「日」国	「日」国	「日」国
洪水 放流工	「マ」国	「マ」国	「マ」国	「日」国	「日」国	「日」国
用水路・ 農道	「マ」国	「マ」国	「マ」国	「日」国	「日」国	「日」国

※「日」国：日本側負担、「マ」国：マダガスカル側負担

3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

(1) コンサルタンの設計施工監理

本プロジェクトはA国債案件として実施される。初年度 E/N 後の実施設計では詳細設計～入札図書作成～入札図書承認までの範囲とする。また、次年度 E/N 後に入札公示～開札～入札評価を行うものとし、要員計画を下表に示す。

表 3-2-23 コンサルタント実施設計要員計画

職 種	格 付	期 間 (M/M)			担 当
		国内	現地	合計	
業務主任者	2	2.00	2.00	4.00	各分野の設計内容の取りまとめ、実施設計及び入札図書の作成を行う。
土木技師 A (頭首工等の設計計画、土木工事仕様書作成)	3	3.00	1.50	4.50	頭首工・取水工・取付水路・沈砂池の設計、洪水放流工の設計を担当する。土木構造物に係る仕様書の作成を行う。
土木技師 B (用水路等の設計計画、土木工事仕様書作成)	3	3.00	2.00	5.00	幹線用水路・二次用水路、分水路、水位調整施設、農道の設計を担当する。水路施設や農道に係る仕様書の作成を行う。
土木技師 C (水理・構造計算)	4	4.00	1.50	5.50	頭首工・取水工・取付水路・沈砂池、洪水放流工の水理・構造設計を行う。
土木技師 D (水理・構造計算)	4	4.00	2.00	6.00	用水路や水路施設の水理・構造計算を行う。農道に係る施設の構造計算を行う。
土木技師 E (水門設計)	4	1.00	—	1.00	頭首工、洪水放流工、水位調整施設、分水路のゲート設計を担当する。
土木技師 F (施工計画・積算)	4	1.00	1.00	2.00	現地調査により、計画準備調査で策定した施工計画の妥当性を確認する。また、主要資機材の再見積もりを行い、計画準備調査時の積算の見直しを行う。
図工	6	5.00	—	5.00	土木構造物、用水路と関連施設に係る詳細図面作成、図面の取りまとめを行う。
技術員	6	5.00	—	5.00	土木構造物、用水路と関連施設に係る水理・構造計算の補助および数量計算を行う。

職 種	格 付	期 間 (M/M)			担 当
		国内	現地	合計	
通訳	4	—	3.00	3.00	調査・設計のための通訳を行う。
合計		28.00	13.00	41.00	

入札業務と施工監理においては、これらが遅滞なく円滑に実施されるように要員計画を行う。特に、本工事は既設堰（頭首工、洪水放流工）の改修、沈砂池の新設、灌漑水路の改修、農道の改修といった多工種かつ広範囲に亘る現場での工事となる。したがって、常駐監理者には灌漑施設の設計施工及び施設の維持監理の知識を有する技術者を選定する必要がある。また、入札業務においては、マダガスカルがフランス語圏であることから、通訳を計画する。

表 3-2-24 コンサルタント入札業務関連 1 要員計画（入札図書作成から入札図書承認まで）

職 種	格 付	期 間 (M/M)			担 当
		国内	現地	合計	
業務主任者	2	0.50	0.37	0.87	入札図書作成および各種資料の取りまとめを行う。
土木技師	3	—	0.37	0.37	入札図書作成および各種資料の取りまとめを行う。
入札図書担当	3	1.50	0.37	1.87	詳細設計の成果を入札図書として集成する。
通訳	4	—	0.37	0.37	現地人への説明のため、入札、入札評価時の通訳を行う
合計		2.00	1.48	3.48	

次年度の E/N 後に行う入札関連業務 2 は、入札公示～開札～入札評価までの範囲である。本邦での開札や業者契約においては、通訳（日本語⇔フランス語）を配置する。

表 3-2-25 コンサルタント入札業務関連 2 要員計画（入札公示～開札～入札評価まで）

職 種	格 付	期 間 (M/M)			担 当
		国内	現地	合計	
業務主任者	2	0.25	0.37	0.62	公示、PQ 審査、現地説明、図渡し、入札評価および技術評価を行う。
入札図書担当	3	0.25	0.37	0.62	公示、PQ 審査、現地説明、図渡し、入札評価および技術評価を行う。
通訳	4	0.37	—	0.37	本邦での入札、入札評価時の通訳を行う。
合計		0.87	0.74	1.61	

施工監理において、本工事は既設堰（頭首工、洪水放流工）の改修、沈砂池の新設、灌漑水路の改修、農道の改修といった多工種かつ広範囲に亘る現場での工事となる。従って、常駐施工監理技術者には灌漑施設の設計施工の知識を有する技術者を選定する必要がある。

表 3-2-26 コンサルタント施工監理要員計画

職 種	格 付	期 間 (M/M)			担 当
		国内	現地	合計	
業務主任者	2	—	1.00	1.00	工事開始時期及び工事終了時期における立会い及び関係機関との調整を行う。また、常駐施工監理技術者への支援を行う。
常駐施工監理技術者	3	—	24.50	24.50	土木工事の全般に渡る施工監理の責任を担う。現地における立会及び調整、工程、品質、安全に関する助言を行う。土木関係図面、設計変更等の承認および維持管理運営方法の助言指導を行う。
完工検査員	3	—	0.23	0.23	年次別に施設の引き渡し後、その1年後に完工検査を行う。
合計		—	25.73	25.73	

本工事のサイトは広範囲にわたり、水路・農道の施工延長が長大で、構造物の箇所数を多いことから、現地スタッフとして2名の補助技術者を雇用する。常駐施工監理技術者の指示のもと、工事の施工監理を補助する。

表 3-2-27 コンサルタント施工監理現地備人要員計画

職 種	格 付	期 間 (M/M)			担 当
		国内	現地	合計	
補助技術者 A (経験年数 10 年)	—	—	19.50	19.50	施工監理における日本人技術者の監理業務に同行し、現地仕様の確認、法規等の資料収集に伴う関係省庁への同行及び作業を行う。
補助技術者 B (経験年数 10 年)	—	—	19.50	19.50	施工監理における日本人技術者の監理業務に同行し、現地仕様の確認、法規等の資料収集に伴う関係省庁への同行及び作業を行う。
運転手 A	—	—	24.50	24.50	施工監理車輛の運転、保守、整備を担当する。
運転手 B	—	—	19.50	19.50	施工監理車輛の運転、保守、整備を担当する。
オフィスボーイ	—	—	19.50	19.50	事務所内の作業を担当（伝票整理、書類整理補助、衛生管理補助、事務所の整備）
通訳・翻訳	—	—	24.50	24.50	現地人への通訳を行う。また、資料・レポート、レター等の翻訳や作成作業を行う。
合計		—	127.00	127.00	

工事品質の確保を目的として、先方実施機関・コンサルタント・施工業者・JICA による品質管理会議を開催する。先方実施機関が主催し、コンサルタントが事務局機能を担う。

表 3-2-28 コンサルタント品質管理会議要員計画

職 種	格 付	期 間 (M/M)			担 当
		国内	現地	合計	
業務主任者	2	—	0.90	0.90	品質管理会議の事務局を担当する。また、会議において、施工上の留意点、工事品質の確保に必要な対策、工事安全管理のための対応策、設計変更に関する技術的な協議、引き渡しと完了検査、先方負担事項の履行等に係る確認と協議を行う。
合計		—	0.90	0.90	

(2) 施工業者の施工管理計画

施工業者の要員計画は、以下のように日本人技術者と技能工の配置を計画する。

表 3-2-29 施工業者日本人技術者要員計画

職 種	格付	期間(月)	担 当
所長	2	24.50	工事全体の総括管理、安全衛生の管理、および施主との協議調整を行う。特に、工事序盤では、主任技術者と連携をとり、工事用道路の現場を担当する。
主任技術者	3	23.50	全工種間の総合的な施工管理・工程管理調整を行う。用水路、農道、分水工等の施設の現場を担当する。また、工事用道路、頭首工や沈砂池等の現場を支援する。
施工管理者（土木）A	4	23.00	頭首工、取水工、取付水路、沈砂池等の土木構造物の現場を担当する。
施工管理者（土木）B	4	21.00	幹線用水路、2次用水路、分水工、水位調整施設の現場を担当する。
施工管理者（水門）C	4	6.00	頭首工の取水ゲート、土砂吐ゲート、分水工ゲート等の据付工事の現場を担当する。
事務管理者	4	24.50	資材の通関・輸送、雇用員の労務管理、生活環境整備、安全衛生、近隣対策を担当する。
合計		122.50	

表 3-2-30 施工業者現地備人要員計画

職 種	期間(月)	担 当
土木技術者（A） （経験年数 15 年）	24.50	主任技術者の指示の元、土木工事全般を担当する。 特に現地備人および現地労務者のまとめ役、購買業務を担当する。 特に、工事序盤では、所長、主任技術者の指示の元、工事用道路の現場を担当する
土木技術者（B） （経験年数 10 年）	21.00	主任技術者の指示の元、工事用道路、用水路、農道、分水工等の施設の現場を担当する。
土木技術者（C） （経験年数 10 年）	19.50	施工管理者（土木）の指示の元、頭首工、取水工、取付水路、沈砂池等の土木構造物の現場を担当する。
土木技術者（D） （経験年数 10 年）	19.50	施工管理者（土木）の指示の元、幹線用水路、2次用水路、分水工、水位調整施設の現場を担当する。
測量士	21.00	施工管理者、現地技術者の指示の元、工事用道路、頭首工、取水工、取付水路、沈砂池等の測量業務を担当する。
測量士助手	21.00	測量士の助手として測量業務を担当する。
製図工	19.50	施工管理者、現地技術者の指示の元、承認図および施工図の作成を担当する。
事務員	19.50	事務管理者の指示の元、資材の通関、輸送、現地作業員の労務管理、会計、近隣対策を担当する。
運転手 A B C D	24.50 24.50 19.50 19.50	車輛の運転、保守、整備を担当
オフィスボーイ	19.50	事務員の指示の元、事務所内の作業を担当する。 （伝票整理、書類整理補助、衛生管理補助、事務所の整備）
通訳・翻訳	24.50	現地人への通訳を行う。また、資料・レポート、レター等の翻訳や作成作業を行う。
合計	297.50	

施工業者は工品質の確保を目的としたよる品質管理会議に本邦から参加する。

表 3-2-31 施工業者品質管理会議要員計画

職 種	格 付	期 間 (M/M)			担 当
		国内	現地	合計	
土木設計技師 A	2	—	0.90	0.90	会議において、施工上の留意点、工物品質の確保に必要な対策、工事安全管理のための対応策、設計変更に関する技術的な協議、引き渡しと完了検査、先方負担事項の履行等に係る確認と協議を行う。
土木設計技師 B	3	—	0.90	0.90	
合計		—	1.80	1.80	

(3) 安全管理体制

現場周辺の防護柵や保安員、交通整理員の安全対策を計画する。現場周辺の防護柵は、切丸太の支柱 (L=2.5m) に有刺鉄線 (B=1.25m) を用いた構造とする。交通誘導員は、国道と農道 (工事用道路) の入口、工事地区内の道路交差点や集落近傍に配置する。また、保安員は、各々の頭首工・沈砂池工事、洪水放流工工事、工事現場事務所に昼夜 2 交代制で配置する。

表 3-2-32 保安要員区分

交通誘導員	第 2 年次 (P5 灌漑地域)	(月に休日 8 日)
	1) 国道から P5 頭首工サイトへの進入地点 2) 国道沿いの集落近傍 3) 国道と R1 農道 (S) との交差点 4) 国道と R1 農道 (N1-1) との交差点 5) 国道から土取場 No.1 への進入地点 6) RM 農道 (P5) 沿いの集落近傍 7) RM 農道 (P5) と R1 農道 (N-1) との交差点 8) R2 農道 (S1) と R2 農道 (S2) との交差点 9) R2 農道 (S1) と工事用道路との交差点 10) R2 農道 (S2) と工事用道路との交差点 11) R1 農道 (N1-2) と工事用道路との交差点	1 名×5.3 ヶ月 1 名×5.3 ヶ月 1 名×5.3 ヶ月 1 名×5.3 ヶ月 1 名×5.3 ヶ月 1 名×4.7 ヶ月 1 名×4.7 ヶ月 1 名×4.3 ヶ月 1 名×2.7 ヶ月 1 名×4.3 ヶ月 1 名×4.3 ヶ月 計 51.5 ヶ月× (30-8) 日 = 1133 日
	第 3 年次 (P1 灌漑地域) 1) 国道から洪水放流工サイトへの進入地点 2) 国道沿いの集落近傍 3) 国道と RM 農道 (P1-1) との交差点 4) 国道と R1 農道 (N1-1) との交差点 5) 国道と R1 農道 (N1-1) との交差点 6) 国道から土取場 No.1 への進入地点 7) R1 農道 (S) と RM 農道 (P1-1) との交差点 8) R1 農道 (N1-1) と RM 農道 (P1-1) との交差点 9) R1 農道 (N1-1) と R2 農道 (N1) との交差点 10) R1 農道 (N1-2) と R2 農道 (N2-2) との交差点 11) R2 農道 (N2-1) と R2 農道 (N2-2) との交差点 12) R1 農道 (N2) の集落近傍	1 名×3.7 ヶ月 1 名×3.7 ヶ月 1 名×3.7 ヶ月 1 名×3.7 ヶ月 1 名×3.7 ヶ月 1 名×3.7 ヶ月 1 名×3.7 ヶ月 1 名×6.0 ヶ月 1 名×6.0 ヶ月 1 名×2.1 ヶ月 1 名×2.1 ヶ月 1 名×2.1 ヶ月 計 44.2 ヶ月× (30-8) 日 = 972 日
	第 4 年次 (P1 灌漑地域) 1) 国道と R1 農道 (N1-1) との交差点 2) R1 農道 (N1-1) と RM 農道 (P1-2) との交差点 3) R1 農道 (N1-1) と R2 農道 (N1) との交差点 4) R1 農道 (N1-2) と R2 農道 (N2-2) との交差点 5) R2 農道 (N2-1) と R2 農道 (N2-2) との交差点 6) R1 農道 (N2) の集落近傍 7) R2 農道 (N1) と R2 農道 (N2-1) との交差点 8) R2 農道 (N2-1) と RM 農道 (P1-2) との交差	1 名×6.0 ヶ月 1 名×6.0 ヶ月 1 名×6.0 ヶ月 1 名×3.5 ヶ月 1 名×3.5 ヶ月 1 名×3.5 ヶ月 1 名×5.7 ヶ月

		1名×5.7ヶ月 計 39.9ヶ月×(30-8)日=878日 合計 2983日
保安員	仮設ヤード ・ P5 頭首工・沈砂池工事 ・ 洪水放流工工事 ・ P1 頭首工・沈砂池工事 ・ アンタナナリボ頭首工・沈砂池	昼夜各2交代1名×1ヶ所×5.3ヶ月 昼夜各2交代1名×1ヶ所×3.0ヶ月 昼夜各2交代1名×1ヶ所×4.0ヶ月 昼夜各2交代1名×1ヶ所×4.0ヶ月 計 32.6ヶ月×30日 =978日
	工事現場事務所	昼夜各2交代1名×12ヶ月×30日×3年=2160日

3-2-4-5 品質管理計画

(1) 施工管理の機材

土工事・コンクリート工事・機械電気工事の品質管理および出来高、工程管理用の測量・製図・写真などの管理の報告書作成に用いる OA 機器類を計画する。

(2) 品質管理の計画

土工事・コンクリート工事について以下の品質管理計画とする。

表 3-2-33 工事品質管理計画

工種	管理項目	方法	頻度
床付	土質状況 幅・高さ 地耐力	目視 寸法・高さ測定 杭の打ち込み量	主要部位毎 主要部位毎 主要構造物1回
盛土	締固度	現場密度	500m ² 毎
コンクリート	骨材 セメント コンクリート コンクリート強度	粒度試験 物理的試験・化学的試験 スランプ 圧縮強度試験	3回 3回 打設毎 打設部位か 200m ³ 毎
鉄筋	強度 配筋状況	引張強度 配筋検査	3回 打設部位毎
構造物出来形	出来形寸法	寸法測定	主要部材毎

3-2-4-6 資機材等調達計画

(1) マダガスカルにおける一般調達事情

マダガスカルでは、ビル建築や大規模道路工事等を実施できる建設会社が数社存在し、ほとんどの建設資機材の調達が可能である。ただし、これら資機材について自国で生産しているものは少なく、多くは南アフリカやヨーロッパから輸入されている。このため、資機材の自国生産が可能な他国と比較して価格がやや高い傾向にある。さらには、首都アンタナナリボから工事サイトまで約 230km の距離で、輸送費を含むと資機材の価格（単価）は割高となる。

また、建設工事に係る建設資機材の単価調査をマダガスカル内の建設会社に直接依頼し、3 者から回答を得た。その価格は原則、輸送費を含めた現地サイト着の単価とした。また、県農業開発局（DRDA）にも建設資機材単価に関する資料提供の依頼を行った。尚、アンタナナリボ市内

の建設会社によれば、国で規定された人件費、資・機材単価等はなく各会社で単価を決定していること、このため、各社は互いに競合関係にあり利益に係る単価内容等について公表しないことが多いこと、を聞き取り調査で得た。

(2) 労務調達事情

普通作業員、警備員および事務雑役は現場となるアンバドラザッカや近隣の町や村からの調達が可能であるが、技術力を有する作業員の調達は困難である。従って、土木技術者、測量士、一般世話役、特殊作業員、工事用重機の運転手および機械工の雇用員は、アンタナナリボからの調達を計画する。

表 3-2-34 被援助国における技術者・労務者の調達事情

	職種	調達場所	備考
日額対象者	一般世話役	首都：アンタナリボ	
	特殊作業員	首都：アンタナリボ	
	普通作業員	現場：アンバトンドラザッカ	
	とび工	現場：アンバトンドラザッカ	
	鉄筋工	現場：アンバトンドラザッカ	
	特殊運転手	首都：アンタナリボ	
	一般運転手	首都：アンタナリボ	
	大工	現場：アンバトンドラザッカ	
	石積工	現場：アンバトンドラザッカ	
	塗装工	現場：アンバトンドラザッカ	
	溶接工	現場：アンバトンドラザッカ	
	電気工	現場：アンバトンドラザッカ	
	機械工	首都：アンタナリボ	
	配管工	現場：アンバトンドラザッカ	
警備員	現場：アンバトンドラザッカ		
月額対象者	土木技師（経験 20 年）	首都：アンタナリボ	
	土木技師（経験 15 年）	首都：アンタナリボ	
	土木技師（経験 10 年）	首都：アンタナリボ	
	測量士	首都：アンタナリボ	
	測量助手	現場：アンバトンドラザッカ	
	CAD オペレータ	現場：アンバトンドラザッカ	
	会計	現場：アンバトンドラザッカ	
	事務雑役	現場：アンバトンドラザッカ	
	運転手	現場：アンバトンドラザッカ	
	機械技師（経験 10 年）	首都：アンタナリボ	
	電気技師（経験 10 年）	現場：アンバトンドラザッカ	

(3) 被援助国における建設用資機材の調達事情

[一般建設用資材]

マダガスカルでは、セメント、鉄筋、軽鋼製品、建具、換気照明設備など、ほとんどの建設用資機材が調達可能である。ただし、自国内で生産しているものは少なく、多くは南アフリカやヨーロッパから輸入されている。そのため、工事に必要な一般建設用資材は、物資の集積地である首都アンタナナリボから調達する計画とする。しかし、鉄筋に関しては経済的に有利であるため、日本調達とする。

[盛土材・石材料]

盛土材や石材料の調達先は、プロジェクトサイト近郊の採取場から調達する計画とする。

砂質埋戻材料	: P5 頭首工から約 8km 離れた国道沿いの採取場
石材	: P5 頭首工から約 21km 離れた採石場
コンクリート用砂	: P5 頭首工直近の上下流の川砂
盛土材	: 地区内 3 箇所の土取場

[ゲート機材]

本事業で調達を計画するスルースゲートは、その規模は (B) 300× (H) 300～ (B) 2200× (H) 2000 と大小さまざまで、必要調達数量は 194 門である。マダガスカルには専門のゲート製作会社がなく、鉄工所はあるものの製作技術、実績、品質、供給能力 (納期) に懸念が大きい。よって、無償資金協力案件におけるゲート製品の品質を確実なものとするため、ゲート機材一式は日本調達とする。

表 3-2-35 調達区分表 (工所用資材)

種 別	資 機 材 名	調 達 区 分		備 考 (調 達 理 由)
		現 地	日 本	
工 事 用 資 材	木杭	○		
	異形鉄筋		○	経済的に有利であるため
	有刺鉄線	○		
	セメント	○		
	細骨材	○		
	粗骨材	○		
	減水剤	○		
	盛土材	○		
	捨石・石積用石材	○		
	碎石	○		
	角材	○		
	合板型枠	○		
	支保材	○		
	鋼製足場 (単管)	○		
	軽油	○		
	ガソリン	○		
	ヒューム管	○		
	ゲート機材		○	現地で調達ができないため
	鋼矢板		○	現地で調達ができないため
	止水板		○	現地で調達ができないため
伸縮目地		○	現地で調達ができないため	
吸出し防止シート		○	現地で調達ができないため	
ステップ		○	現地で調達ができないため	
ウィーブホール		○	現地で調達ができないため	

※本調達計画では、第 3 国からの調達は必要ない。

(4) 工所用機械

マダガスカルでは、バックホウ、ブルドーザ、クレーン付トラック、タイヤローラ、モーターグレーダ、ロードローラ、予備発電機等の汎用建設機械は、現地施工会社が所有しているものが殆どである。また、一部にはリース会社もありレンタルが可能である。ただし、これらの機械は現場近郊では調達できない。全てアンタナナリボで調達してプロジェクトサイトへ運搬する計画とする。以下に主要建設機械の調達区分を示す。

表 3-2-36 調達区分表（工事中用機械）

種別	資 機 材 名	調達区分	備考
		現地	
工 事 用 建 設 機 械	ブルドーザ（15t）	○	
	ブルドーザ（21t）	○	
	バックホウ（平積 0.6m ³ ）	○	
	バックホウ（平積 0.35m ³ ）	○	
	ダンプトラック（10t）	○	自走による輸送
	クレーン付トラック（5t/2.9t）	○	自走による輸送
	ラフテレーンカー（25t）	○	自走による輸送
	タイヤローラー（8-20t）	○	
	ロードローラー（10t）	○	
	コンクリートミキサー（0.5m ³ ）	○	
	発電機（10kva）～（200kVA）	○	

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

本事業では、頭首工ゲート、取水工ゲート、洪水放流工ゲートおよび分水工ゲートを設置するが、これらは全て手動式である。そこで、その開閉操作技術は、本工事を受注する建設業者の日本人技術者が施設引渡しの際に指導するものとする。ただし、灌漑計画に沿った取水や分水のためのゲート操作や洪水時のゲート操作に係わる運用指導は、ソフトコンポーネント計画の中で実施するものとする。

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

ソフトコンポーネントによる支援は、DRDA 及び両水利組合連合と傘下水利組合を対象とした、灌漑施設運営管理の安定化プログラム、灌漑施設維持管理体制の整備プログラム、サハベ川放流工管理体制の整備プログラムである。支援プログラムと活動内容は以下の計画とする。

表 3-2-37 ソフトコンポーネントによる支援プログラムと活動内容

支援プログラム名	対象	活動内容
灌漑施設運営管理の安定化	<ul style="list-style-type: none"> - DRDA - フィボラナ水利組合連合 - ツェラボイ水利組合連合 - 傘下水利組合 - 水利組合員（農民） 	<ul style="list-style-type: none"> - 灌漑施設運営管理ガイドラインの作成 - 灌漑施設運用マニュアルの作成 - ガイドライン及びマニュアルに係る DRDA との確認・協議 - 各水利組合連合に対するガイドライン及びマニュアルの説明 - 各水利組合連合主催の傘下水利組合及び農民に対するガイドライン及びマニュアルの説明会の実施支援 - 前年度の活動を通じて得られた教訓を踏まえたガイドライン及びマニュアルの改訂
灌漑施設維持管理体制の整備		<ul style="list-style-type: none"> - 施設運営・維持管理に係る技術者養成研修 - 灌漑施設維持管理ガイドラインの作成 - 灌漑施設維持管理作業マニュアルの作成 - ガイドライン及びマニュアルに係る DRDA との確認・協議 - 各水利組合連合に対するガイドライン及びマニュアルの説明 - 各水利組合連合主催による傘下水利組合及び農民に対するガイドライン及びマニュアルの説明会の実施支援

支援プログラム名	対象	活動内容
		- 前年度の活動を通じて得られた教訓を踏まえたガイドライン及びマニュアルの改訂
サハベ川放流工管理体制の整備	- DRDA - PC23 南水利組合大連合 - 傘下水利組合員（農民）	- 施設運営維持管理ガイドラインの作成 - 施設運用・維持管理作業マニュアルの作成 - 水利組合大連合に対するガイドライン及びマニュアルの説明 - 水利組合大連合による傘下水利組合連合、水利組合、及び住民に対するガイドライン及びマニュアルの説明会実施支援

上記で提案した活動に関しては、邦人コンサルタント要員が直接支援することとする。更に、現地ローカルコンサルタントを適宜配置し、これらの活動を支援するものとする。また、マダガスカル側からカウンターパート2名を配置する計画とする。

- 邦人コンサルタント要員 : 1名 (水管理技術/研修計画)
 現地ローカルコンサルタント : 1名 (研修/施設運営維持管理/通訳)
 実施機関カウンターパート : 2名 (住民組織強化担当者、灌漑技術者)

ソフトコンポーネントは第一期工事終了直前から始まり、3ヶ年で延べ8カ月間行う計画とする。P1及びP5灌漑地域とも、工事竣工後の施設引渡しの時点で、それぞれの地域の施設について上記プログラムの運営・維持管理に係るガイドライン及びマニュアルが整備された状態となるような活動を行う。

3-2-4-9 実施工程

(1) 工事施工順序

当計画では対象現場が広範囲に亘るが、大別してP5灌漑地域、P1灌漑地域に2区分される。地区の施工順序は、P5灌漑地域から着手し、その後にP1灌漑地域とする。それぞれの灌漑地域の工事の工種は、頭首工、沈砂池、洪水放流工の局所的な工事と、用水路および農道の線的な工事に大きく分類されるが、両者の工事は同時進行で実施する。

(2) 工期設定の条件

・作業休止係数

本工事は乾期中（4月中旬～12月中旬）に行われること、かつ降雨以外の波浪、潮位、強風等、工事に影響を及ぼす特別な自然条件および地域特有の環境的、社会的、風習的要因などによる工事稼働への影響はないこと、から作業休止係数は1.35とする。

表 3-2-38 作業休止係数

	作業休止係数	
1. 一般的区分な工事（工種、作業）	1.35	採用
2. 降雨の影響を受けない工事（工種、作業）	1.20	

出典：設計積算マニュアル 補完編（土木分野） P12

・日稼働時間

マダガスカルにおける標準的な労働時間は、8:00～17:00（9時間拘束）、1時間の休憩時間から8時間が標準稼働時間となる。本計画では8時間の日稼働時間を計画していることから、残業代は見込まない。

(3) 工事日数の算定

各工種の工事日数を、工事数量と機械の日当り作業能力から算定すると概ね次のとおりである。

表 3-2-39 各工種の工事日数

工種	工事日数 (日)
P5 頭首工の本体工、取水工、取付水路	160
P5 頭首工の沈砂池	100
P5 幹線用水路、RM 農道、R1 農道	140
P5 灌漑地域 2次用水路 (C5.3) , (C5.5)、R2 農道 (S1)	105
P5 灌漑地域 2次用水路 (C5.6)、R2 農道 (S2)	130
P5 灌漑地域 洪水放流工	110
P1 頭首工の取水工、取付水路、沈砂池	110
3年次: P1 幹線用水路、RM 農道、R1 農道、R2 農道	180
P1 灌漑地域 2次用水路 (C1.0) , (C1.1) , (C1-3 分水工 136～終点)	80
4年次: P1 幹線用水路、RM 農道、R2 農道	180
P1 灌漑地域 2次用水路 (C1-2) , (C1-3 始点～分水工 136) , (C1-4)	75
アンドラノチミオチャ頭首工の取水工、取付水路、沈砂池	110

3-3 相手国側分担事業の概要

プロジェクトの実施にあたりマダガスカル側負担とされる事項及び事業の円滑な実施・運営や事業全体の効果発現のために必要なマダガスカル側の分担事業は以下のとおりである。これらについては、マダガスカル側で必要となる経費を含めて本準備調査報告書（案）の説明・協議（概略設計概要資料説明調査）において協議し、M/D（2016年2月17日）において合意した。

- 1) 本計画の実施確定後、日本のコンサルタントが実施する詳細設計調査に対し、必要な資料・情報を提供すること。
- 2) 本計画によって整備される施設・資機材の設置のために必要な用地の確保を図ること。
- 3) 銀行取決めに基づき、銀行に対し必要な手数料を支払うこと。
- 4) 本計画によって搬入される資機材について、通関及び免税手続きを速やかに行うこと。
- 5) 本計画に基づく資機材の調達および日本国民による役務の提供に関し、マダガスカルにおいて課せられる関税、国内税およびその他の財政課徴金を負担すること。
- 6) 本計画実施のための役務を提供する日本国民に対し、その作業の遂行のためのマダガスカルへの入国および同国における滞在に必要な便宜を図ること。
- 7) 本計画により整備された施設・資機材を適切かつ効果的に維持・運用すること。また、日本側の求めに応じ、施設・資機材の運用状況を日本側に報告すること。
- 8) 日本国による無償資金協力に含まれないその他すべての必要な経費を負担すること。
- 9) 工事に先立ち、地区内の取水停止（4月中旬～12月中旬）を着実に実施すること、及び取水停止期間の現地住民への生活用水の確保を講じるよう、関係者間の調整を完了しておくこと。
- 10) 本事業では、工事用道路と現地住民の生活道路や営農活動のための道路が併用となることから、工事期間中の住民への説明及び住民への注意喚起を促すこと。
- 11) 国道 3a 号線或いは幹線農道（R1 農道）沿いにおける現場事務所・宿舎用地の使用許可手続きおよび整地工事を行うこと。
- 12) 現場事務所までの電力線の引き込み工事を行うこと。
- 13) 首都アンタナナリボおよびトゥアマシナ港からの資機材の運搬に支障を生じないように道路の維持管理を行うこと。
- 14) 輸入資機材に係わる免税処置および通関業務を行うために、十分な能力を有する業者を選定すること。
- 15) PC23 灌漑地区内で水掛が悪い区画における圃場均平、3 次用水路及びそれ以下の用水路の水路整備、及び圃場末端までの水供給を妨げているその他の要因の除去を、水利組合連合の参加の下で実施すること。
- 16) 土取場、土捨場、灌漑施設改修工事に必要な十分な用地を確保すること。
- 17) 環境影響評価に係る業務を実施すること。
- 18) ソフトコンポーネント実施にあつてはカウンターパートを配置し、水利組合連合の活動を支援すること、またソフトコンポーネント実施後においては、水利組合連合及び傘下の水利組合の維持管理活動を継続的にモニタリングし必要な指導・支援を行うこと。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 プロジェクトの運営・維持管理体制

本事業で改修対象となる灌漑排水施設は、PC23 灌漑地区における (1) P1 頭首工、(2) P5 頭首工、(3) 洪水放流工、(4) 北集水路頭首工 (3 箇所)、(5) 幹線用水路及び水路附帯構造物、(6) 2 次用水路及び水路附帯構造物、及び (7) P23 灌漑地区内の農道の一部である。これら施設の運営・維持管理は、マダガスカル「灌漑農業網の管理・保守・秩序の維持を定める成文」(1990 年制定、2014 年改正) に従い、DRDA の管理の下、ツアラボイ水利組合連合 (PC23 南地区、P5 幹線用水路掛り) 及びフィボラナ水利組合連合 (PC23 北地区、P1 幹線用水路掛り) の両水利組合連合に委ねられる。また、(3) 洪水放流工の運営・管理は PC23 南水利組合大連合 (ツアラボイ水利組合連合、サハミライ水利組合連合、サハベミライ水利組合連合) が担うこととなる。

本事業対象地域の灌漑排水施設の運営・維持管理の責任者を以下のとおりである。

表 3-4-1 灌漑排水施設維持管理の管理責任者

施設	運営維持管理責任者
(洪水防御堤)	水利組合連合
洪水放流工* ¹	DRDA、水利組合連合、水利組合大連合* ³
頭首工* ¹	DRDA、水利組合連合
幹線用水路	水利組合連合
(幹線排水路)	水利組合連合
基幹農道、支線農道、幹線水路管理用道路	水利組合連合
2 次用水路、(2 次排水路)、(管理用道路) * ²	水利組合連合、水利組合
(3 次用水路)、(3 次排水路)、(圃場内道路)	水利組合

*¹: DRDA が管理責任者だが、水利組合大連合、水利組合連合に運営・維持管理を委託

*²: 規模により責任者は異なる (大規模なものは水利組合連合、小規模なものは水利組合)。

*³: 水利組合大連合の定款が未整備であり、明文化されていない。

() : 本協力事業に含まれていない。

出典: DRDA、調査団 (各水利組合連合への聞き取り調査より)

(1) 水利組合連合

ツアラボイ水利組合連合は 20 水利組合、フィボラナ水利組合連合は 12 水利組合で構成される。ツアラボイ水利組合連合では各組合長が役員 (アドバイザー) となり年間活動計画の策定と実行、予算策定とモニタリング、水配分計画の策定・維持管理計画の策定を担う。フィボラナ水利組合連合でも役割は類似しているが、全ての水利組合からアドバイザーが選出されるわけではない。役員の下に事務局が設置され、組織活動にかかる事務作業全般を担当する。事務局にて雇用された Water Police (水管理担当者、及びその監督) は、幹線用排水路及び 1 次用水路のゲート操作を行う。水利費の徴収は水利組合経由で行うこととする。

水利組合連合の運営・維持管理体制と役割を下図に示す。

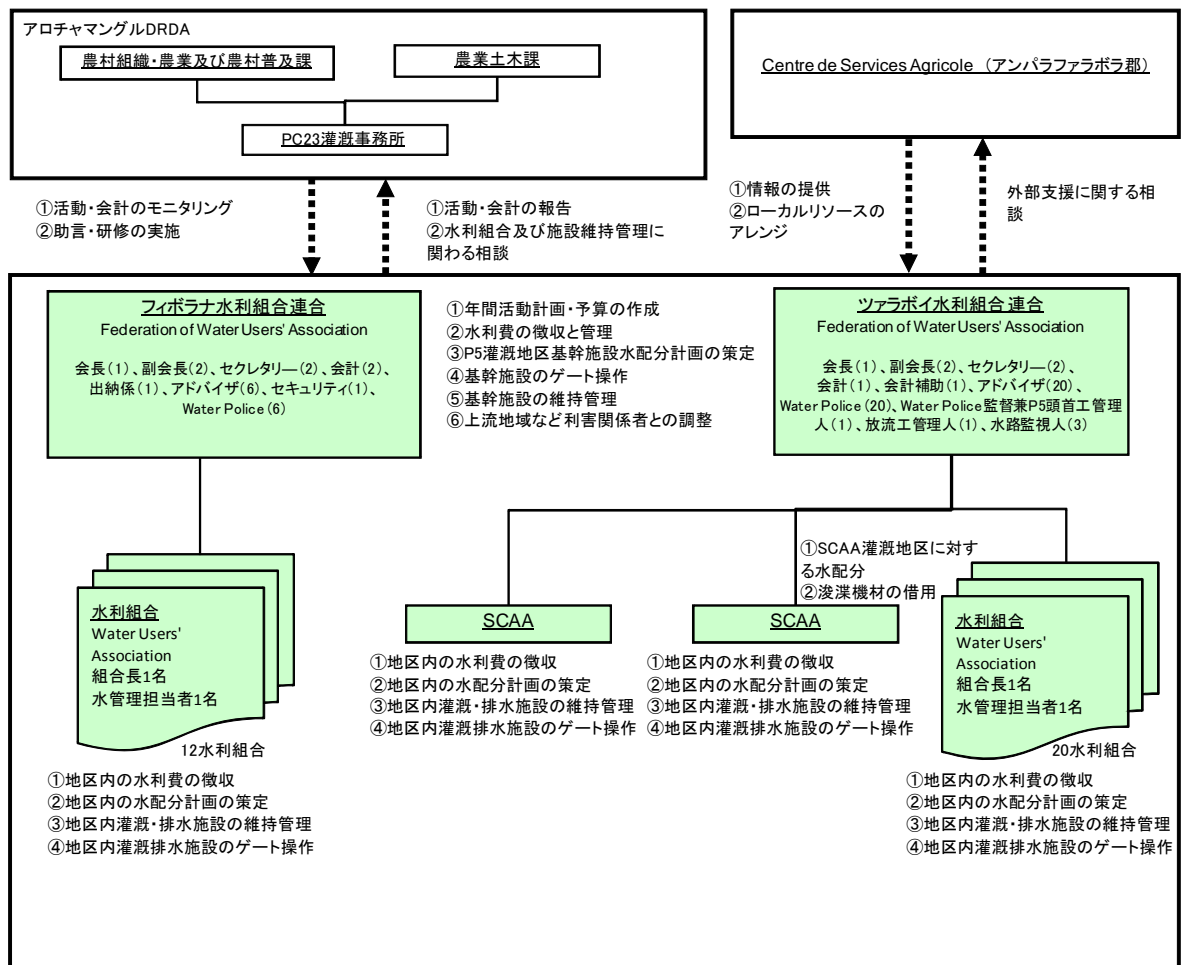


図 3-4-1 水利組合連合の運営・維持管理体制

(2) 水利組合

法人格を有する各水利組合は、選出された組合長とボードメンバーからなり、水管理担当者を雇用する。水管理担当者は、管轄圏区における水配分計画の作成と配水、2次用排水路、農道の維持管理を行う。また、灌漑水の利用者をモニタリングし、水利費の徴収を行う。徴収した水利費は、ツアラボイ水利組合連合では全額、フィボラナ水利組合連合では半額を水利組合連合に納入する。

(3) アロチャ・マングル DRDA

アロチャ・マングル DRDA では、既存の「農業土木課」及び「農村組織・農業及び農村普及課」から選出された職員から成る PC23 灌漑事務所が窓口となり、水利組合連合及び水利組合の活動のモニタリングと適切な助言、必要に応じて能力向上にかかる研修を行う。

3-4-2 プロジェクトの運営・維持管理計画の策定

プロジェクトの運営・維持管理計画の策定とその責任分担は以下の示す通りとする。なお、短期・中期の運営・維持管理計画は、参加型手法を用いて、DRDR、水利組合連合及び水利組合の参加の下で策定する。

表 3-4-2 プロジェクトの運営・維持管理に係る計画項目と管理責任者の責任分担

計画項目	アロチャ・マンガル DRDA	水利組合連合	水利組合
組織運営	-年間活動計画、予算作成の指導、支援、承認 -水利組合連合との維持管理負担事項の協議 -水利費の管理 -適切な助言・研修の開催	-年間活動計画、予算の策定 -利害関係者との調整	-水利組合管轄内における活動計画作成 -水利組合の能力を超える維持管理・補修作業の連合への申請 -水利費の徴収と連合への納付
水管理	-水管理計画策定の技術指導 -水管理活動のモニタリング -水争いの仲裁と利害関係者との調整	-灌漑地域における水配分計画の策定 -水管理担当者による基幹施設のゲート開閉操作	-管轄圃区における水配分計画の策定 -2次用水路以下のゲート操作
年間維持管理	-維持管理にかかる水利組合、委託業者間の契約に関する技術的助言 -維持管理活動の技術指導、モニタリング	-基幹施設にかかる維持管理 -沈砂池の浚渫 -ゲートの開閉監視、注油 -基幹水路（幹線、2次用水路）の補修	-2次用排水路以下の施設の維持管理、人力浚渫
中・大規模補修作業（10年毎）	-水利組合連合が策定する補修計画の承認 -河川の定期的な浚渫、堤防盛土強化作業	-補修計画策定 -基幹水路、施設の補修、ゲートの部品交換、補修	-2次用水路以下の施設補修

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業費の事業費

(1) 日本側負担経費

「施工・調達業者契約認証まで非公表」

(2) マダガスカル国側負担経費 : 829.15 百万 Ar (アリア) (約 34.83 百万円)

① 現場事務所・宿舍等用地の整地、電力引き込み工事	4.00 百万 Ar	(約 0.17 百万円)
② 3次用水路整備及び圃場均平作業等	724.00 百万 Ar	(約 30.41 百万円)
③ 通関・免税措置	4.13 百万 Ar	(約 0.17 百万円)
④ 環境影響評価の実施と許可に係る経費	11.56 百万 Ar	(約 0.49 百万円)
⑤ ソフトコンポーネント実施に係る経費	13.32 百万 Ar	(約 0.56 百万円)
⑥ バンクコミッション費用	72.14 百万 Ar	(約 3.03 百万円)
合計	829.15 百万 Ar	(約 34.83 百万円)

(3) 積算条件

- ① 積算時点 : 平成 27 年 9 月
- ② 為替交換レート : 1 US\$ = 124.40 円
1 MGA (アリア) = 0.042 円
- ③ 施工・施工期間 : 詳細設計、工事の期間は、施工工程に示したとおり。
- ④ その他 : 積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行う。

3-5-2 運営・維持管理費

「3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画」に基づき、DRDA 及び水利組合連合による年間の運営・維持管理にかかる費用と補修作業のための積立金を算出すると下表のとおりとなる。

表 3-5-1 水利組合連合及び DRDA による年間の運営・維持管理に係る費用と補修作業の積立金

項目		費用 (アリア)
水利組合連合	年間運営・維持管理費	437,242,700
	修繕積立費	118,932,000
	計	556,174,700
DRDA	10年毎の施設補修のための年間積立費	118,932,000

運営維持管理費用は、水利組合連合の職員や水管理人 (Water Police 等) の人件費及び沈砂地の浚渫や水路/道路の補修のための費用である。この費用を水利組合連合が負担するためには、年間 556 百万アリアの水利費を徴収することが必要となる。この額は、現行のツァラボイ水利組合連合の規定水利費 (粃米 100kg/ha) を計画面積から徴収することによって賄うことができる金額である (粃米の販売価格 600~700Ar/kg から、徴収水利費=100kg×9,870ha×(600~700) Ar/kg=592~690 百万アリア)。しかし、この金額の徴収を定着するためには、公平な水配分を実現するための長期にわたる施設の維持管理の取り組みの必要がある。一方で、ツァラボイ及びフィボラナの両水利組合連合は、灌漑用水を享受している一部の受益農民から規定した水利費を徴収し、これを資金として「水路の浚渫」等の維持管理作業を実施したことがある。これらのこれまでの活動から判断すると、水利組合連合による水利費の徴収とそれを原資とする運営・維持管理の実現は可能であると判断される。一方で、これを実現するためには、DRDA 等の外部からの長期にわたる運営・維持管理技術の支援が必要で、DRDA は、これらの活動を支援するための担当職員の配置と必要経費の確保を継続する必要がある。

DRDA は、農業省の開発予算から 10 年に一度の施設の大規模補修を行う費用として年間 119 百万
ルリアを確保し積み立てる必要がある。これは省の開発予算の 1.0% 以下で予算確保が可能な金額であ
る。DRDA は、省に働きかけてこの費用を確保し積み立てることが必要である。

第4章 プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

(1) 施設建設用地、建設許可の取得及び工事に係る地域住民への通知・説明

本事業は、アロチャ湖南西部 PC23 灌漑地区において、「灌漑用水を安定供給する」を目標として、既存の頭首工及び分水工の改修、既存用水路の浚渫及び農道の改修を行うもので、新規の施設建設は行わないことから、新たな施設建設用地を確保する必要はない。事業の実施に先立ち、先方政府が、工事中の工事現場事務所用地や土捨て場及び土取り場の土地使用許可を得ること及び工事期間中の灌漑取水の停止の間の受益地住民の生活雑用水の確保に係る関係者間の調整を行うことについて了解を得ている。また、工事期間中は既存農道を工事用道路として利用する計画であることから、工事に対する地域住民の理解と周知を工事実施前に先方政府から地域住民に通知・説明することを確認している。

これらの事業実施のための前提条件は、先方分担事項であることを確認している。

(2) 環境影響評価調査の実施

工事に先立ち、マダガスカルの「開発投資と環境の両立に関する政令」(MECIE)に準拠して、環境影響評価書(EIE)を作成し、国家環境局(ONE)に提出・承認を得ることが必要となっている。これに関して、本件の協力準備調査報告書(案)の討議(2016年2月17日)において、先方政府農業省が上記のEIEの承認を2016年5月までに完了することを確認した。

(3) 関税手続きと免税措置

本案件は日本の無償資金協力事業であることから、マダガスカルにおいて課せられる関税、国内税およびその他の課徴金は免除される。これらに対する免除手続きは、主管官庁である農業省が行うことで合意を得ている。

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入(負担)事項

(1) 3次用水路及び圃場用水路の整備及び水掛かりが悪い圃場の均平作業の実施

プロジェクトの目標達成のためには、灌漑水が本事業で改修した幹線用水路や2次用水路から分岐した3次用水路、圃場用水路を通じて圃場へ適切に送配水されねばならない。しかしながら、現況の送配水状況の調査によると、2次用水路以降の用水路の破堤や土砂の堆積によって送水が阻害されている箇所及び圃場の不陸によって水掛かりが不良な箇所や深水が生じる箇所が散見される。プロジェクト目標の達成のためには、送配水を阻害しているこれらの要因を除去する必要がある。協議の結果、これらの送水不良の用水路の整備や不陸箇所の圃場の均平作業は、マダガスカル側が行うことで合意されている。

(2) 事業実施後の水利組合連合による運営・維持管理活動への継続的支援

改修した灌漑施設は、アロチャ・マングル DRDA の支援・監理の下、水利組合連合とその傘下の水利組合によって運営・維持管理されることになる。本事業では、ソフトコンポーネントによって、DRDA および水利組合連合を対象に、改修した灌漑施設の取水・配水のための運用・維持管理能力の向上に向けた活動を行うことになっている。水利組合連合は、施設を適切に運

用・維持管理することによって灌漑水を広範囲の灌漑受益地に安定供給し、これによって水利費の徴収率を拡大し、更に、徴収した水利費を原資として施設の維持管理活動を継続的に行うとしている。しかしながら、施設改修直後の段階では、水利費の徴収も制度的に定着せず、施設を計画通り適切に運営・維持管理することが難しい状況が続くことが想定される。

施設の継続的な運営・維持管理の実施は、上位目標であるコメ生産量の増加に繋がる基本的な活動である。ソフトコンポーネント実施後も運営・維持管理や水利費徴収の体制が定着するまでは水利組合連合に対する支援は継続される必要がある。事業の効果を発現・持続させるためには、DRDA による活動支援とそのための予算の確保が不可欠である。

(3) ラバカ対策の継続的な実施及び定期的な河川の浚渫

本事業で改修した灌漑施設を持続的に運用・維持管理するためには、水源河川の上流域からの土砂流出量を低減することが重要で、マダガスカル政府はそのための方策として上流域におけるラバカ対策の必要性を認識している。これに関連して、世銀が実施予定の PADAP (Project Agriculture Durable par une Approche Paysage) において、アロチャ湖南西部の流域も調査対象地域に選定されたことから、農業省は当面の取り組みとしてこの中でラバカ対策の必要性を打ち出す意向である。

当初、P1 及び P5 灌漑地域の上流域を流下する小河川の「河川の浚渫」が要請されたが、本協力事業では対象コンポーネントから除外された。しかし、これらの河川は、PC23 灌漑地区の水源河川に連なる河川でもあるため、DRDA はこれまでと同様に、河川内の土砂の堆積状況に応じて、水利組合との協働で浚渫作業を行う必要がある。

4-3 外部条件

プロジェクトの効果を発現・持続するための外部条件は以下の通りである。

- ・ マダガスカル農業政策および灌漑政策に大きな変更・転換が起こらないこと。
- ・ 農業省及びアロチャ・マングル県農業開発局 (DRAD) による水利組合連合による施設の運用・維持管理活動への監理・支援が継続されること。
- ・ 水利組合連合によって施設の運営・維持管理が適切且つ継続的に実施されること。
- ・ 受益農家が規定された水利費を水利組合連合に支払う状況が継続すること。
- ・ 渇水や洪水などの異常気象現象が起こらないこと。
- ・ 上流域のラバカ対策等が継続的に実施されること。
- ・ PC23 灌漑地区の水源河川の土砂の堆積状況が監視され「河川の浚渫」が適切に行われること。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

(1) 裨益対象者について

マダガスカルは、一人当たり GNI は 440US ドル(2013 年世銀) で世界の最貧国の一つに位置付けられており、貧困率は 70% 台で推移している。本プロジェクトの PC23 地区の裨益対象は、マダガスカルでも貧困層が多い農村部の約 4,300 世帯と多数であることから、本プロジェクトは貧困削減に寄与することになる。

(2) プロジェクトの緊急性について

本プロジェクトは、マダガスカル最大のコメの供給地であるアロチャ湖周辺地域におけるコメの増産に寄与するもので、コメの自給を目指す国家目標「食料の安全保障」に合致している。また、コメの増産は地域農民の収入増加に繋がり、それによって地域の民生の安定や住民の生活改善に寄与することから、プロジェクト実施の緊急性は高い。

(3) 当該国の中・長期的開発計画との関連

本プロジェクトは、コメの生産基盤を強化する「流域管理・灌漑国家プログラム (PN-BVPI)」に沿ったものである。また、2018 年までにコメ生産量を 3 倍とすることを目標とする「アフリカ稲作イニシアティブ (CARD)」(2008 年～2018 年) 構想の一環を成すマダガスカル国別稲作振興戦略文書 (SNDR) に含まれるとともに、農業の再建と基礎設備の原状回復を目指す長期的開発計画の「農業・畜産・漁業セクタープログラム (PSAEP)」(2013~2025 年) に資するものである。

(4) 我が国の援助政策・方針との関連

我が国は、マダガスカルに対しては同国の開発方針を踏まえた経済協力の展開を基調としつつ、我が国の農業やインフラ整備の開発分野における優位性を活かした援助を行う方針である。稲作振興の一環を成す本プロジェクトは、この援助方針に一致している。

以上の検討結果により、本プロジェクト実施の妥当性は高い、と判断される。

4-4-2 有効性

本事業の実施により期待される効果は以下の通りである。

(1) 定量的効果

本プロジェクトの実施により、以下に示す定量的効果が期待される。

① 受益面積が拡大する。

取水量が回復し送水の安定供給が可能となる。これによりこれまで灌漑水が供給されていなかった圃場に灌漑水が供給できるようになり灌漑面積が拡大する。

② 土砂流入量が減少する。

取水口に設置した制水ゲートの開閉操作によって、河川からの土砂流入を制御することが可能となり、これまで幹線用水路に自然流入していた土砂の流入量を減少することができる。

表 4-4-1 定量的評価指標の基準値及び目標値

指標名		基準値 (2015 年) (推定値)	目標値 (2024 年) (事業完成 3 年後)
受益面積 (ha)	P5 灌漑地域	3,036	4,068
	P1 灌漑地域	3,360	4,815
土砂流入量 (m ³ /年)	P5 頭首工	2,070	777
	P1 頭首工	1,270	477
	アンドラノチミオチャ頭首工	630	237

(2) 定性的効果

定量的な計測が困難な定性的な効果として以下が期待される。

- ① 技術協力プロジェクト等との連携により、受益地のコメ生産量が增大する。
当該地区において灌漑稲作技術の普及を見据えた技術協力プロジェクト等との連携を行い、これによってコメ生産量を増大することができる。
- ② 沈砂池を新設することにより、土砂の浚渫作業が容易になる。
河川から水路に流入・分散して堆積していた土砂を沈砂池内の一か所に沈砂させることによって、重機による浚渫作業が容易となる。
- ③ 通水ロスが減少し、水利用の効率性が向上する。
幹線水路や 2 次水路の改修によって、灌漑用水の供給時の浸透ロスや溢流ロスが減少する。また、水位・流量制御ゲートが更新されることにより配水ロスが減少し、受益地全体の水利用効率が改善する。
- ④ 適正な水管理・施設維持管理が行われる。
ソフトコンポーネントの実施により、水利組合連合の施設の適切な運用・維持管理能力が向上し、灌漑水の供給に係る適正な水管理・施設維持管理が持続的に行われる。
- ⑤ 洪水放流工の改修により、冠水被害が軽減する。
洪水放流工が改修され放流能力が増強されるとともに放流量が制御されることによって、サハベ川上流域の洪水時の冠水被害が軽減される。