

ザンビア共和国
農業省

ザンビア国
稲種子生産ほ場及び研修施設整備計画
準備調査報告書

(先行公開版)

2022年9月

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

NTCインターナショナル株式会社
八千代エンジニアリング株式会社
一般財団法人 日本国際協力システム

経開
JR (P)
22-129

ザンビア共和国
農業省

ザンビア国
稲種子生産ほ場及び研修施設整備計画
準備調査報告書

(先行公開版)

2022年9月

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

NTC インターナショナル株式会社
八千代エンジニアリング株式会社
一般財団法人 日本国際協力システム

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ザンビア国の「稲種子生産ほ場及び研修施設整備計画」に係る協力準備調査を実施することを決定し、同調査をJV 共同体（NTC インターナショナル株式会社、八千代エンジニアリング株式会社、一般財団法人日本国際協力システム）に委託しました。

調査団は、2021年10月から2022年1月まで、ザンビア国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踏査を実施し、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。

終わりに、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。

2022年9月

独立行政法人国際協力機構
経済開発部
部長 下川 貴生

要 約

1. 国の概要

ザンビア共和国（以下、「ザンビア国」と称す）は、南部アフリカに位置する内陸国で、コンゴ民主共和国、タンザニア、マラウイ、モザンビーク、ジンバブエ、ボツワナ、ナミビア、アンゴラの 8 ヶ国と国境を接する。国土面積は約 752,614 km²（日本の約 2 倍）、そのうち約 6 割の 42 百万 ha が耕作適地である。国土の大部分は海拔 1,000 m から 1,350 m の高地で、ケッペン気候区分では温帯夏雨気候に属し、4～11 月の乾季と 12～3 月の雨季に明確に分かれ、年降水量は 800 mm から 1,400 mm である。人口は約 1,838 万人（2020 年、世界銀行）、行政区はルサカ州やルアプラ州を含む 10 の州から構成されている。民族は 73 部族（ベンバ系、トンガ系、ニャンジャ系、ルンダ系等）から成る。公用語は英語であり、その他にルサカ州周辺では主にニャンジャ語、ルアプラ州周辺ではベンバ語など民族言語が用いられている。宗教はキリスト教が 8 割近くを占め、その他イスラム教、ヒンドゥー教、伝統宗教がある。

農業セクターはザンビア国の GDP の 19% を占め、労働人口の 67% が従事し、主要な収入源と就業先となっている。さらに、同セクターは農村地域の収入増加に貢献しており、限定的ながらも農村部の貧困削減に寄与するだけでなく、食料安全保障と栄養状態の改善にも役割を果たしている。

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

ザンビア政府は国家政策において、農業を経済成長の柱とするべく、主食のメイズ偏重から脱し、作物生産の多様化・高付加価値化を掲げ、コメを重点作物に位置づけている。当国のコメ需要は都市部を中心に拡大しているが、2019 年のコメ消費量 4.4 万トンに対して生産量は 2.0 万トンにすぎず（2019 年、FAO）、消費の半分以上を輸入に依存している。今後も都市部の人口増加に伴い、コメの需要拡大が見込まれるため、同国は「アフリカ稲作振興のための共同体フェーズ 2」（以下、「CARD2」と称す）に参加し、コメ生産量を 2030 年までに 2 倍に拡大する目標を掲げ、新規稲作農家の増加、既存稲作農家の生産性向上、コメの生産性向上に必要な優良種子の増産に取り組んでいる。

ザンビア国における農作物の栽培に関わる研究・開発は、農業省傘下のザンビア農業研究機構（以下、「ZARI」と称す）がその責任機関となる。ルサカ近郊の ZARI マウント・マクル研究所が、農作物の栽培技術の研究開発・研修を担い、気候条件等から稲作のポテンシャルが高く稲作ほ場を有するルアプラ州の ZARI マンサ研究所は、稲作技術の研究開発・研修の中心的役割と、原原種・原種種子の生産を担っている。両研究所では独立行政法人国際協力機構（以下、「JICA」と称す）の技術協力等の支援を受けながら種子生産を含む稲作技術を研究・開発しているほか、稲作農家や普及員に稲作技術の研修を実施している。しかし、両研究所の研修施設は小規模かつ老朽化し、研修用の灌漑ほ場がなく、研修可能な人数や期間が限られている。加えて、研修用の農業機械が整備されておらず、収穫後処理技術等の実践的研修を効率的に行うことができない。

また、優良種子の生産・増殖等を行っているマンサ研究所の種子生産ほ場は、ため池の容量が小さく、かつため池からほ場までの灌漑施設が十分でなく、現況は天水に依存した生産となっている。一方、雨期には排水不良によって栽培不良が生じるなど、コメの原原種・原種種子を生産する国家の基幹施設としては不安定で脆弱なものである。

このような背景から、ザンビア政府は我が国に対し、マウント・マクル研究所及びマンサ研究所の研修施設と機材の整備、マンサ研究所における種子生産ほ場の整備を内容とした無償資金協力事業「ザンビア国種子生産圃場・研修施設整備計画」を要請した。

CARD 2 の下、2030 年までのコメ生産量の更なる倍増を目指すためには、JICA がこれまで進めてきた技術協力の成果を今まで以上に面的展開することが求められ、そのためにはソフト面の支援のみならず、ハード面の支援が不可欠であると考えられた。このため、JICA は 2020 年に「アフリカ地域 CARD 促進インフラ・機材整備に係る情報収集確認調査」（以下、「確認調査」と称す）を実施し、CARD 2 の対象国において JICA の技術協力と相乗効果の高い事業計画を検討し、ザンビア国から要請のあった本件を含む案件の必要性や有効性について検討を行った。

上記確認調査の結果を踏まえ、JICA は要請案件の必要性・妥当性・緊急性を詳細に検証し、無償資金協力案件として適切な基本設計を行い、事業計画を策定し、概略事業費を積算することを目的に、2021 年 10 月より 2021 年 12 月まで基本設計調査団をザンビア国に派遣した。基本設計調査団は帰国後、要請内容及び協力の妥当性を検討し、適切な規模と内容の基本計画を策定し、事業概要書として取り纏め、2022 年 7 月に現地でその説明・協議を行った。

協議の結果、本プロジェクトにおける日本側の協力対象事業は、マウント・マクル研究所、マンサ研究所それぞれ研修内容・対象に基づき研修関連施設の建設、及び研修関連機材の調達と、マンサ研究所の種子生産ほ場の整備とすることが双方により確認された。

表 1. 両研究所の研修計画(2024/25)

実施時期	研修内容	研修対象と研修対象者数						月当たり研修日数(日)	月間参加人数(人)	月間延べ参加人数(人)	
		研究者・技術者	州・郡関係者	農家		国際機関・NGO	サービスプロバイダ				精米業者
				リーダー農家	種子生産農家						
8月	稲作概論、マーケティング概論、栽培計画等		✓	✓	✓			22	300	720	
9月	コメ栽培技術、農業機械概論		✓	✓	✓		✓	27	335	805	
10月	種子準備、播種、元肥施肥、除草、水管理等	✓	✓	✓	✓		✓	18	205	475	
11月	他機関連携事業・研修					✓		1	10	10	
12月	他機関連携事業・研修					✓		1	10	10	
1月	追肥、除草、水管理、ほ場検査、品質基準		✓	✓	✓			22	300	720	
2月	栽培品質管理、収穫後の品質管理		✓	✓	✓		✓	30	350	850	
3月	収穫、乾燥・調整、籾摺り・精米、貯蔵		✓	✓	✓		✓	20	210	510	
4月	生産物検査、コンバインハーベスターの運転・管理	✓				✓	✓	13	70	190	
5月	他機関連携事業・研修					✓		1	10	10	
	合計							155	1,800	4,300	

出典：ZARI/MOReDeP の研修計画を基に調査団編集

表 2. マンサ研究所のほ場整備対象と面積

ほ場名	主目的	面積
栽培試験ほ場	研究	0.5 ha
原原種種子生産ほ場	種子生産	
原種種子生産ほ場	種子生産	2.0 ha
認証種子生産ほ場	種子生産	3.0 ha
認証種子生産ほ場	研修	1.0 ha
計		6.5 ha

出典：ZARI/MOReDeP のヒアリングを基に調査団作成

3. プロジェクト概要

(1) 本事業の目的

本事業は、ザンビア農業研究機構（ZARI）マウント・マクル研究所及びマンサ研究所において、稲作技術普及のための施設及び機材、並びに原種種子及び認証種子生産のためのほ場及び灌漑設備を整備することにより、稲作技術の普及体制と原種種子及び認証種子の生産能力の強化を図り、もって当国のコメの生産量増大に寄与するものである。

(2) 本事業の概要

協力対象は、マウント・マクル研究所及びマンサ研究所の研修施設整備に関わる機材と建築施設、並びにマンサ研究所の種子生産ほ場の土木施設の整備である。本事業の概要を下表に示す。

表 3. 本事業の概要

プロジェクトサイト	1:ルサカ州チランガ郡 マウント・マクル研究所 2:ルアブラ州マンサ郡 マンサ研究所																															
実施機関	ザンビア農業研究機構(ZARI)																															
目的	稲作技術普及のための施設及び機材、並びに原種種子及び認証種子生産のためのほ場及び灌漑設備を整備することにより、稲作技術の普及体制と原種種子及び認証種子の生産能力の強化を図り、もって当国のコメの生産量増大に寄与する。																															
事業内容	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>マウント・マクル研究所</th> <th>マンサ研究所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>施設所在地</td> <td>ルサカ州チランガ郡</td> <td>ルアブラ州マンサ郡</td> </tr> <tr> <td>研修施設整備目的</td> <td colspan="2">研究者、普及員、リーダー農家、民間業者等を対象としたコメ栽培技術、種子乾燥/精米の収穫後処理技術の導入によるコメ栽培のバリューチェーンに沿った研修機能強化 ・優良種子生産のためのリーダー農家の実務能力の向上</td> </tr> <tr> <td>ほ場整備目的</td> <td>・試験研究及び種子生産用のほ場整備※1 ・研修用のほ場整備※1</td> <td>・原原種・原種種子用の生産基盤の整備 ・研修及び認証種子生産用のほ場整備</td> </tr> <tr> <td colspan="3">1. 機材</td> </tr> <tr> <td>研修用及び種子生産用機材</td> <td>トラクター・作業機、播種機、トレーラー、コンバインハーベスター、粗選機・乾燥機、精米プラント、冷凍庫ほか</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>試験研究用機材</td> <td>-</td> <td>試験用籾摺機・選別機・精米機、各種測定器、測定用機材ほか</td> </tr> <tr> <td colspan="3">2. 施設</td> </tr> <tr> <td>建築施設</td> <td>農業機械車庫 1 棟 稲処理施設 1 棟 ドライヤード 1 箇所 電気機械室 1 棟</td> <td>稲研修施設 1 棟 農業機械車庫 1 棟 稲処理施設 1 棟 ドライヤード 1 箇所 電気機械室 1 棟 ほ場研修倉庫 1 棟</td> </tr> <tr> <td>土木施設</td> <td>-</td> <td>種子生産ほ場 6.5 ha ため池改修 1 式 アクセス道路 1.2 km</td> </tr> </tbody> </table>		項目	マウント・マクル研究所	マンサ研究所	施設所在地	ルサカ州チランガ郡	ルアブラ州マンサ郡	研修施設整備目的	研究者、普及員、リーダー農家、民間業者等を対象としたコメ栽培技術、種子乾燥/精米の収穫後処理技術の導入によるコメ栽培のバリューチェーンに沿った研修機能強化 ・優良種子生産のためのリーダー農家の実務能力の向上		ほ場整備目的	・試験研究及び種子生産用のほ場整備※1 ・研修用のほ場整備※1	・原原種・原種種子用の生産基盤の整備 ・研修及び認証種子生産用のほ場整備	1. 機材			研修用及び種子生産用機材	トラクター・作業機、播種機、トレーラー、コンバインハーベスター、粗選機・乾燥機、精米プラント、冷凍庫ほか	同左	試験研究用機材	-	試験用籾摺機・選別機・精米機、各種測定器、測定用機材ほか	2. 施設			建築施設	農業機械車庫 1 棟 稲処理施設 1 棟 ドライヤード 1 箇所 電気機械室 1 棟	稲研修施設 1 棟 農業機械車庫 1 棟 稲処理施設 1 棟 ドライヤード 1 箇所 電気機械室 1 棟 ほ場研修倉庫 1 棟	土木施設	-	種子生産ほ場 6.5 ha ため池改修 1 式 アクセス道路 1.2 km
	項目	マウント・マクル研究所	マンサ研究所																													
	施設所在地	ルサカ州チランガ郡	ルアブラ州マンサ郡																													
	研修施設整備目的	研究者、普及員、リーダー農家、民間業者等を対象としたコメ栽培技術、種子乾燥/精米の収穫後処理技術の導入によるコメ栽培のバリューチェーンに沿った研修機能強化 ・優良種子生産のためのリーダー農家の実務能力の向上																														
	ほ場整備目的	・試験研究及び種子生産用のほ場整備※1 ・研修用のほ場整備※1	・原原種・原種種子用の生産基盤の整備 ・研修及び認証種子生産用のほ場整備																													
	1. 機材																															
	研修用及び種子生産用機材	トラクター・作業機、播種機、トレーラー、コンバインハーベスター、粗選機・乾燥機、精米プラント、冷凍庫ほか	同左																													
	試験研究用機材	-	試験用籾摺機・選別機・精米機、各種測定器、測定用機材ほか																													
	2. 施設																															
	建築施設	農業機械車庫 1 棟 稲処理施設 1 棟 ドライヤード 1 箇所 電気機械室 1 棟	稲研修施設 1 棟 農業機械車庫 1 棟 稲処理施設 1 棟 ドライヤード 1 箇所 電気機械室 1 棟 ほ場研修倉庫 1 棟																													
土木施設	-	種子生産ほ場 6.5 ha ため池改修 1 式 アクセス道路 1.2 km																														
※1: 技術協力プロジェクトで実施																																
事業目標	両研究所の研修受講者延べ人数: 1,800 人/年 内、リーダー農家の研修修了者数: 160 人/年 マンサ研究所の原種種子生産量: 3.4トン/年 マンサ研究所の認証種子生産量: 12トン/年																															

(3) 施設の概要

【機材】

本事業で整備する機材を以下に示す。

表 4. 研修用及び種子生産用機材

No	機材名	主な仕様	数量	
			マウント・マクル	マンサ
1	乗用トラクター (4WD)	PTO: 40 HP 以上	1 台	2 台
2	ディスクプラウ	3 ディスク	1 台	2 台
3	ディスクハロー	オフセットタイプ	1 台	2 台
4	ロータリーティラー	幅 1800 mm 以上	1 台	2 台
5	播種機(稲用)	6 条	1 台	2 台
6	畦塗機	高さ 250-300 mm	1 台	1 台
7	トレーラー	積載 2トン以上	1 台	1 台
8	水田車輪		1 セット	2 セット
9	田植機	6 条	1 台	1 台
10	コンバインハーベスター	自脱型、2 条	1 台	1 台
11	マイクロバス	最大乗車人数 30 名	1 台	1 台
12	ミニ精米プラント	500 kg/hr 以上、プレクリーナー、籾摺精米機、石抜き機、色彩選別機、袋詰め機	1 式	1 式
13	種子乾燥ユニット	タテ型、小型 250 kg/回～	1 台	1 台
14	冷凍庫	100 kg、-20°C 以下冷凍	1 台	1 台
15	エアークンプレッサー	小型	1 台	1 台
16	アーク溶接機	小型	1 台	1 台

表 5. 試験研究用機材

No	機材名	主な仕様	数量
			マンサ
17	試験用籾摺機	50 kg/時以上	1 台
18	試験用粒選別機	600 g /回以上	1 台
19	試験用精米機(研削式)	30 kg/時以上	1 台
20	砕粒選別機	100 g 以上	1 台
21	試料均分器	ホッパー1 kg 以上	1 台
22	水分計(携帯用)	籾:10～20%	1 台
23	水分計(ラボ用)	水分:1～40%	3 台
24	木屋式硬度計		1 台
25	厚み測定器	0-20 mm	1 台
26	米粒透視器	白米、玄米用	1 台
27	胴割粒透視器	LED	1 台
28	穀粒判別器		1 台
29	精米白度計	LED	1 台
30	電子天秤	秤量: 200 g	1 台
31	電子天秤	秤量: 2,000 g	1 台
32	マルチカウンター		1 台
33	数取器	ステンレス	1 台
34	鑑定用鏡板	40 x 45 cm	1 台
35	照明付拡大鏡	レンズ径 130 mm、LED	1 個
36	カルトン(穀粒鑑定皿)	φ180 x 30 mm	5 個
37	ステンレスふるい	300 x 100 mm	1 セット
38	ピンセット	180 mm	3 個
39	シャーレ	100 x 20 mm、ガラス製	30 個

【施設】

本事業で整備する施設を以下に示す。

表 6. 建築施設の計画概要

施設名称	主な施設	延床面積(m ²)	
		マウント・マクル	マンサ
稲研修施設	※マンサのみ 講堂、第1実験室、第2実験室、研修資機材用倉庫、会議室、エントランス・ホール/展示、受付・守衛室、研究者用執務室1~4、技術者用執務室、アシスタント執務室、男性用トイレ、女性用トイレ、車いす用トイレ、男性用着替え室、女性用着替え室、プロジェクト用執務室、男女兼用トイレ、サービスルーム	-	672.00
稲処理施設	※マンサ/マウント・マクル共通 種子乾燥室、集塵室、灯油缶保管庫、第1種子貯蔵庫、第2種子貯蔵庫、精米室、籾殻集積室	186.00	186.00
農業機械車庫	※マンサ/マウント・マクル共通(ただし、機材数の違いによりスパン縮小) 機材置き場、日常点検スペース、スペアパーツ保管庫、軽油缶保管庫	180.00	262.00
ドライヤード	※マンサ/マウント・マクル共通 ドライヤード、通路、雨除け	40.00	40.00
電気機械室	※マンサ/マウント・マクル共通 電気室、非常用発電機室	35.00	35.00
ほ場研修倉庫	※マンサのみ 倉庫、雨除け	-	20.00
合計		441.00	1,215.00

表 7. 土木施設の計画概要

工種	整備対象・	構造	規模・数量
1. ため池工	堤体工	均一型	堤高 H = 3.8 m 堤頂幅 3.0 m 堤頂長: L = 173.2 m
	洪水吐	RC造、側水路式	越流堰長: 16.0 m 全長 L = 67.6 m
	取水工 (バルブハウス)	RC造、アームコゲート(手動) バルブハウス: RC造	取水ゲート: φ300、 底樋管: ヒューム管 φ300、コンクリート巻立て
2. ほ場整備工	ほ場造成:	表土剥ぎ戻し(20 cm)、 基盤造成工	ほ区形状: 100 m × 50 m 13 区画 計 6.5 ha
	ほ場内排水路	土水路	0.3-0.5 m (B) x 0.7-1.5 m (H)
	付帯施設	水口工、水尻工、進入路工	
灌漑用水路	幹線用水路	RC造	0.3 m (B) x 0.5 m (H), L = 405 m
	二次用水路	RC造	0.3 m (B) x 0.3 m (H), L = 784 m
	ほ場内用水路	土水路	0.2 m (B) x 0.3 m (H), L = 1,353 m
	分水ゲート	分水柵 スルースゲート(鋼製)	3 箇所 300 x 300 mm
ほ場道路	分水口	角落し分水工	14 箇所
	ほ場道路	ラテライト舗装	有効幅員 3.0 m 総延長 L = 3,166 m
3. アクセス道路工	道路横断工	鉄筋コンクリート管	φ300、総延長 L = 139 m
	アクセス道路	ラテライト舗装	有効幅員 4.0 m 延長 L = 1,191 m

4. プロジェクトの工期及び概略事業費

(1) 工期

本プロジェクトの全体工期は、施設の内容・規模、雨期の現場状況、水稻作付け時期等から判断して以下のとおりの計画となる。

- ・実施設計（詳細設計、入札図書作成・入札契約）： 8 カ月
- ・調達・施設建設： 14 カ月
- ・施設引渡し後の先方負担事項の実施： 3 カ月

下表に本プロジェクトの概略工程表を示す。

表 8. 概略工程表

項目	暦年 暦月 通算月	2022			2023												2024											
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1.実施設計(D/D)																												
現地調査				■																								
入札図書作成				■	■	■	■	■																				
入札業務								■	■																			
入札評価・契約										■	■																	
2.施工																												
建築施設(マウント・マクル研究所)																												
建築施設(マンサ研究所)																												
土木施設(マンサ研究所)																												
3.調達(機材)																												
製作																												
輸送																												
据付・引渡し																												
4.先方負担事項の実施 -安全施設(フェンス、門扉)の設置 -建築施設内の一般家具の設置																												

(2) 概略事業費

概略工事費は、●●●●億円（日本側負担分：●●●●億円、ザンビア国負担分：35 百万円）である。

5. プロジェクトの評価

(1) 妥当性

本計画は以下の観点から、我が国の無償資金協力による対象事業として、妥当性が認められる。

a) 当該国の開発計画との関連

本事業は、マウント・マクル研究所及びマンサ研究所において、稲作技術普及のための施設及び機材、並びに優良種子生産のためのほ場及び灌漑設備を整備することで、コメの生産量増大に寄与するものであり、当国政府の掲げる国家開発計画、国家稲作振興戦略 2 (NRDS 2) に沿った優先度の高い事業として位置づけられる。

b) 我が国の援助政策・方針との整合性

対ザンビア共和国国別開発協力方針（2018年6月）の重点分野「産業の活性化」の中で農業セクターの活性化が掲げられており、本事業は同方針に合致する。また、当国はCARD2の重点国で、本事業はTICAD7で表明されたコメ生産量倍増や農業技術開発・展開の方針に合致する。

c) プロジェクトの裨益対象

本事業で整備する種子生産ほ場が生産する原原種・原種種子は、種子生産農家が増殖し、コメ生産農家に優良種子を供給する素となる。種子生産の栽培技術及びバリューチェーンが研修により強化され普及すると、全国の40%のコメ生産農家が優良種子を使ったコメ栽培が可能となり、そのインパクトは大きい。

(2) 有効性

a) 定量的効果

本事業の実施により期待される定量的効果は、以下のとおりである。

表 9. 定量的評価指標

指標名	基準値 (2020/21年実績)	目標値(2027/28年) 【事業完成3年後】
両研究所(施設内)研修受講者延べ人数(人/年)	78	1,800 ^{※1}
内、リーダー農家の研修修了者数(人/年) ^{※2}	0	160 ^{※2}
マンサ研究所の原種種子生産量(トン/年)	0	3.4 ^{※3}
マンサ研究所の認証種子生産量(トン/年)	6	12 ^{※3}

※1: 各回の研修(1~3日/研修)を受講した延べ人数

※2: 年間を通じて複数回にわたり実施される一連のリーダー農家向け研修を修了した人数。

40人/グループ×2グループ/年×2研究所=160人/年

※3: 2027年度(11月頃)作付けによる種子生産量(2028年4月頃収穫予定)

b) 定性的評価

本事業により期待される定性的効果は、以下のとおりである。

- ✓ 本事業で整備される施設・機材の活用による研修内容が充実し、研修実施が効率的となる。
- ✓ 本事業で調達する研修資機材及び建設する研修施設によって、コメ分野に関わる幅広いアクター（男性及び女性農民、農務官・普及員、研究者、精米業者等）の能力強化が図られる。
- ✓ 本事業で整備される施設・機材により、種子生産農家による認証種子の生産とコメ栽培農家への供給が促進されることで、認証種子の質の向上、及び認証種子によるコメの品質向上に寄与する。

以上のことから、本計画を我が国の無償資金協力で実施することは大変有意義であり、その妥当性・有効性は極めて高いと言える。

序文
要約
目次
位置図／完成予想図／写真
図リスト
表リスト
略語表
単位と通貨

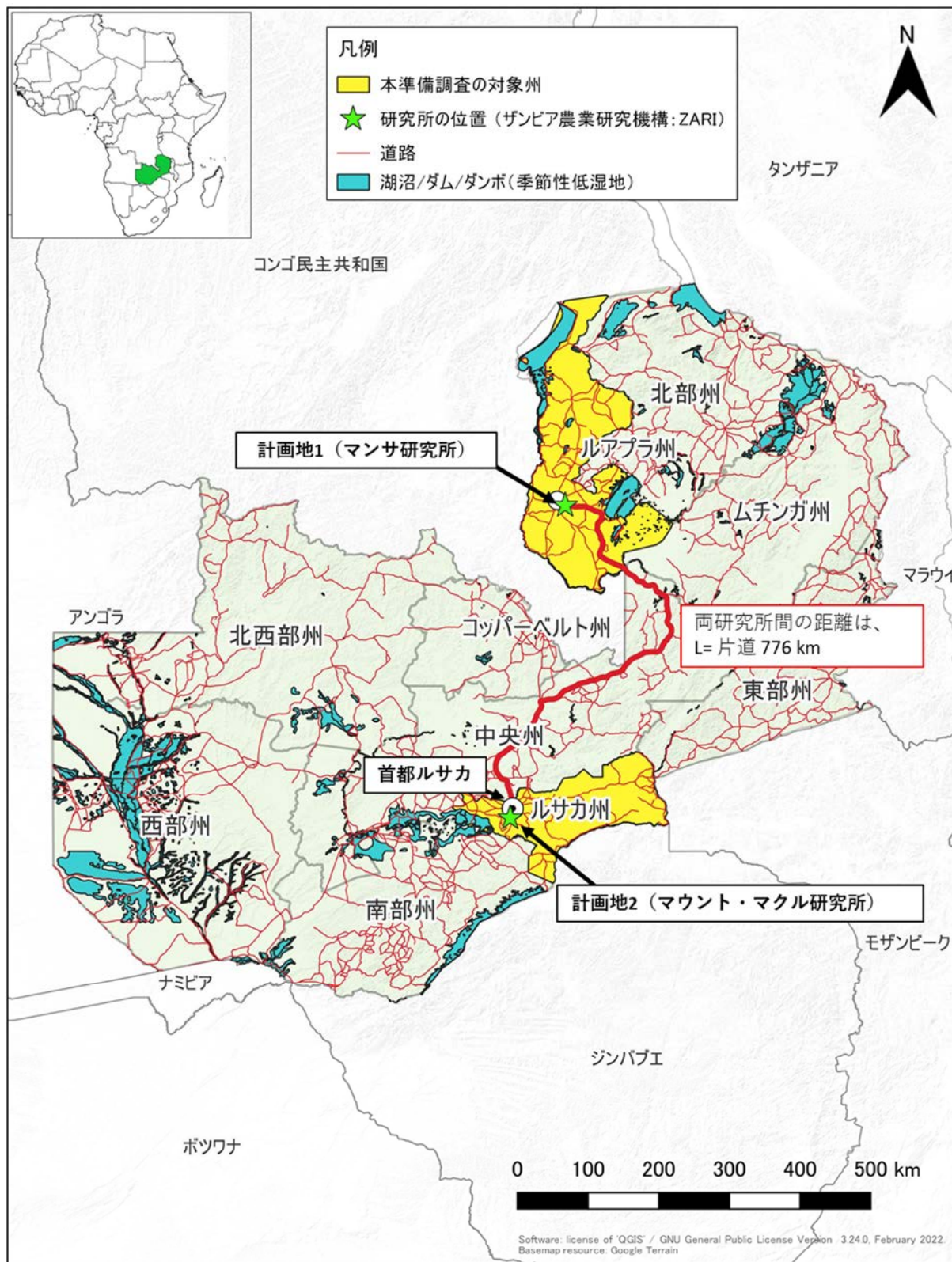
目次

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1 当該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.....	1-2
1-1-3 社会経済状況.....	1-3
1-2 無償資金協力事業の背景・経緯及び概要.....	1-4
1-2-1 プロジェクトの背景.....	1-4
1-2-2 調査経緯.....	1-4
1-3 我が国の援助動向.....	1-5
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.....	2-4
2-1-3 技術水準.....	2-4
2-1-4 既存施設・機材.....	2-5
2-2 プロジェクトサイト及び周辺状況.....	2-10
2-2-1 関連インフラの整備状況.....	2-10
2-2-2 自然条件.....	2-11
2-2-3 環境社会配慮.....	2-16
2-3 当該国における無償資金協力事業実施上の留意点.....	2-70
2-4 その他（グローバルイシュー等）.....	2-70
2-4-1 気候リスク.....	2-70
2-4-2 ジェンダー.....	2-70
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 事業名.....	3-1
3-1-2 事業概要.....	3-1
3-1-3 主要コンポーネント.....	3-2
3-2 協力対象事業の概略設計.....	3-5

3-2-1 設計方針	3-5
3-2-2 基本計画（施設計画／機材計画）	3-11
3-2-3 基本計画（建築施設）	3-14
3-2-4 基本計画（土木施設）	3-31
3-2-5 概略設計図	3-83
3-2-6 施工計画/調達計画	3-85
3-2-7 安全対策計画	3-96
3-3 相手国側分担事項	3-97
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画	3-98
3-4-1 運営・維持管理計画	3-98
3-5 プロジェクトの概略事業費	3-100
3-5-1 協力対象事業の概略事業費	3-100
3-5-2 運営・維持管理費	3-101
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	4-1
4-4 プロジェクトの評価	4-2
4-4-1 妥当性	4-2
4-4-2 有効性	4-2

資料

- 資料 1： 調査団員・氏名
- 資料 2： 調査行程
- 資料 3： 関係者（面会者）リスト
- 資料 4-1： 協議議事録（M/D）概略設計現地調査時
- 資料 4-2： 協議議事録（M/D）協力準備調査報告書（案）説明時
- 資料 5-1： 建築概略設計図面
- 資料 5-2： 土木概略設計図面
- 資料 6： 自然条件調査結果概要
- 資料 7-1： 環境社会モニタリングフォーム
- 資料 7-2： 環境チェックリスト
- 資料 8： その他の資料・情報

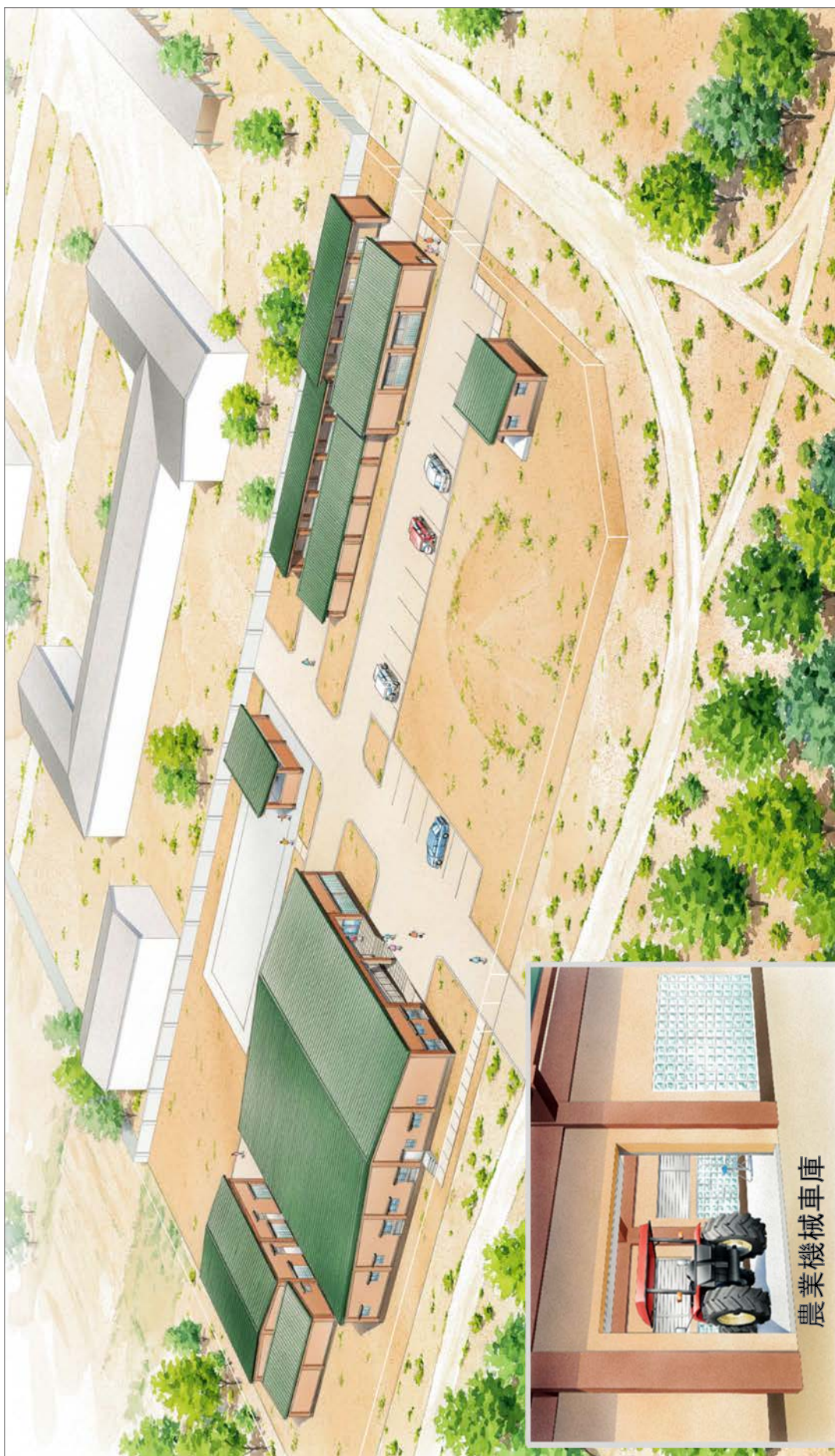


GISデータ出典: geoBoundaries (<https://www.geoboundaries.org/index.html>), DIVA-GIS (<https://www.diva-gis.org/>), OpenAFRICA (<https://open.africa/>) 公開データを使用して作成。

プロジェクト対象位置図



マウント・マクル研究所 建築施設
(稲処理施設、農業機械車庫、ドライヤード、電気機械室)



マンサ研究所 建築施設
(稲研修施設、稲処理施設、農業機械車庫、ドライヤード、電気機械室)



マンサ研究所 土木施設
(ため池改修、種子生産ほ場の整備、アクセス道路)

写真

<マウント・マクル研究所>

	
<p>管理事務所棟 ZARI マウント・マクル研究所の管理事務所棟。局長室、副局長室、事務職員室ほか会議室がある ZARI 本部。</p>	<p>ワークショップ 車両・農業機械のメンテナンス用の作業スペースを持つ施設。</p>
	
<p>建築施設建設予定地 本事業による建築施設の建設予定地。写真右の新会議室に隣接した写真中央のミオンボ林(マメ科の落葉樹の疎開林)跡に建設予定。</p>	<p>カンファレンス・ホール(WB 建設) 世銀の支援により 2019 年に建設された新会議室。2021 年 10 月頃から ZARI の会議や外部の会議や研修などにも活用されている。</p>
	
<p>ため池堤体と試験ほ場 ため池は独立前の 1960 年代に築造された。堤高約 6 m、有効貯水量約 7 万 m³。写真正面がマクル山。写真左が技プロにより造成された研究・種子生産ほ場 約 0.5 ha。写真奥の白い建屋が技プロで建設されたポンプハウス。</p>	<p>研究・種子生産ほ場 2021 年 12 月に完工した研究・種子生産ほ場 約 0.5 ha。ため池の水源水量不足の解消及び研究ほ場の安定的な取水確保のため井戸ポンプと調整池を新設し、灌漑用排水路の整備を実施、水田奥の天水田 1.0 ha も造成済み。</p>

<マンサ研究所>



管理事務所
ZARI マンサ研究所の管理事務所棟。



コメ関連事務所
技プロの事務所、コメ関連の資材置場、倉庫などが配備されている。建設予定地は写真奥の敷地を予定している。



コメ関連倉庫の内部
書籍・資料室であったが、書架を移動しスペースを確保し、コメ関連の機材の保管などで使われている。



種子生産ほ場と試験ほ場
2017/18年、試験ほ場と簡易な灌漑水路の整備が行われている。写真手前は灌漑可能な一部の水田で苗床の準備をしている様子。写真奥に広がるのが天水田。



ため池全景
試験ほ場の水源ため池（堤高 2.8 m、堤頂長 160 m）
技プロ(RDP)により 2018 年、貯水池の修復とサイホンによる取水工の新設が行われた。



既存ため池洪水吐
越流堰長 20 m。種子生産ほ場に用水を供給するのに新設した取水工では高低差が得られないため、ため池洪水吐からの越流水を土水路で送水している。

図リスト

図 2-1-1 農業省組織図	2-1
図 2-1-2 ZARI マウント・マクル研究所の組織図	2-2
図 2-1-3 ZARI マンサ研究所の組織図	2-2
図 2-1-5 マンサ研究所既存施設配置概要図	2-6
図 2-2-1 マンサ研究所周辺の道路網	2-10
図 2-2-2 マウント・マクル研究所（左）とマンサ研究所（右）の地質概況	2-12
図 2-2-3 ザンビア国土壌図	2-13
図 2-2-4 コーンペネトロメータ測定結果（マンサほ場）	2-15
図 2-2-5 コーンペネトロメータ測定位置図	2-15
図 2-2-6 各研究所と保護区の位置関係	2-17
図 2-2-7 ザンビアの土地利用状況	2-19
図 2-2-8 カフエ郡及びマンサ郡の人口ピラミッド	2-20
図 2-2-9 ザンビアにおける報告日別 COVID-19 新規陽性者数の推移	2-21
図 2-2-10 その他の感染症の罹患率・有病率	2-21
図 2-2-11 ルサカ州及びルアプラ州における就学率	2-22
図 2-2-12 EPB 審査手順	2-25
図 2-2-13 ZEMA 組織図	2-28
図 2-2-14 マンサ水質調査地点	2-35
図 2-2-15 GBV 発生件数の推移	2-41
図 2-2-16 ザンビアの農業生態ゾーン	2-44
図 2-2-17 稲作スケジュール（中央州チタンゴ郡の例）	2-44
図 2-2-18 環境管理・モニタリング実施／報告体系	2-50
図 2-2-19 計画満水位と計画洪水位の範囲	2-56
図 2-2-20 ため池水位と移転対象物の位置関係	2-63
図 2-2-21 苦情処理メカニズム	2-66
図 3-2-1 建築施設配置計画図（マウント・マクル研究所）	3-14
図 3-2-2 建築施設配置計画図（マンサ研究所）	3-15
図 3-2-3 稲研修施設の平面図（マンサ研究所）	3-18
図 3-2-4 稲研修施設の立面図（マンサ研究所）	3-18
図 3-2-5 稲研修施設の断面図（マンサ研究所）	3-19
図 3-2-6 稲処理施設の平面図	3-19
図 3-2-7 稲処理施設の立面図	3-20
図 3-2-8 稲処理施設の断面図	3-20
図 3-2-9 農業機械車庫の平面図（マンサ研究所）	3-21
図 3-2-10 農業機械車庫の平面図（マウント・マクル研究所）	3-21
図 3-2-11 農業機械車庫の断面図（マンサ研究所）	3-22
図 3-2-12 ドライヤードの断面図	3-22
図 3-2-13 計画地 1（マウント・マクル研究所）の地形測量、地質調査位置	3-23

図 3-2-14	計画地 2-1（マンサ研究所）の地形測量、地質調査位置	3-24
図 3-2-15	計画地 2-2（マンサほ場）の地形測量、地質調査位置	3-24
図 3-2-16	マウント・マクル研究所の受電・配電状況と計画地 1 の位置関係	3-26
図 3-2-17	マンサ研究所の受電・配電状況と計画地 2-1 の位置関係	3-27
図 3-2-18	マウント・マクル研究所の給水状況と計画地 1 の位置関係	3-28
図 3-2-19	マンサ研究所の給水状況と計画地 2-1 の位置関係	3-29
図 3-2-20	水源施設とほ場整備対象範囲	3-31
図 3-2-21	水源施設の配置図	3-32
図 3-2-22	ほ場整備計画平面図	3-33
図 3-2-23	Mansa 川、Mantumbusa 川、Chumfwa 川の流域図	3-34
図 3-2-24	流域の土地利用状況	3-34
図 3-2-25	解析期間の年最大降雨量（2000-2017）	3-35
図 3-2-26	確率降雨強度の算出結果（2000-2017）	3-35
図 3-2-27	HEC-RAS モデルによる流出解析結果	3-36
図 3-2-28	Chumfwa 川の長期流出解析結果（1950-2021）	3-36
図 3-2-29	流量観測地点と流量観測結果	3-37
図 3-2-30	簡易堰設置位置	3-37
図 3-2-31	簡易堰による流量観測状況と流量観測結果	3-37
図 3-2-32	マンサ空港観測所とマンサ研究所の平均月降水量	3-38
図 3-2-33	流域の地形勾配と流出率の関係	3-41
図 3-2-34	幹線道路の横断箇所の状況	3-41
図 3-2-35	月別平均降水量と最高・最低気温（マンサ空港観測所）	3-43
図 3-2-36	非渇水年の 11 月（左）と 4 月（右）の降水パターン	3-44
図 3-2-37	計画作付パターン図	3-44
図 3-2-38	計画用水系統図	3-46
図 3-2-39	マンサ研究所のため池の H-Q 曲線	3-51
図 3-2-40	マンサ研究所ため池の計画水位	3-52
図 3-2-41	計画排水系統図	3-57
図 3-2-42	堤体標準断面	3-58
図 3-2-43	洪水吐の構成	3-59
図 3-2-44	1/4 円弧堰の断面形状	3-60
図 3-2-45	側水路式越流堰の設計上の留意点	3-60
図 3-2-46	逐次計算法説明図（緩勾配放水路）	3-61
図 3-2-47	逐次計算法説明図（側水路）	3-63
図 3-2-48	逐次計算法説明図（急勾配放水路）	3-66
図 3-2-49	副ダム式減勢工	3-69
図 3-2-50	取水工一般構造図	3-74
図 3-2-51	底樋標準断面図	3-74
図 3-2-52	幹線用水路標準断面図（左）と二次用水路標準断面図（右）	3-75
図 3-2-53	分水工標準図	3-75

図 3-2-54 ほ場内施設の配置図	3-77
図 3-2-55 ほ場内用水路（左）と水口工標準図（右）	3-78
図 3-2-56 ほ場内排水路（左）と水尻工標準図（右）	3-78
図 3-2-57 進入路標準図	3-79
図 3-2-58 道路横断工標準図	3-79
図 3-2-59 車道幅員の決定根拠	3-80
図 3-2-60 土舗装の標準横断（FAO, 2011）	3-81
図 3-2-61 土地利用申請に用いた土取場位置図	3-82
図 3-2-62 事業実施体制	3-90
図 3-2-63 事業実施工程図	3-96

表リスト

表 1-1-1 主な上位計画と本事業の整合性	1-2
表 1-3-1 ザンビア国に対する事業展開計画	1-5
表 1-4-1 APPSA による農業研究場に対する整備実績	1-6
表 2-1-1 両研究所の職員数と構成	2-3
表 2-1-2 運営維持管理の技術者数と構成	2-3
表 2-1-3 コメ研修ユニットの計画体制	2-3
表 2-1-4 施設・機材の維持管理体制	2-3
表 2-1-5 農業省の年間予算	2-4
表 2-1-6 ZARI の年間予算	2-4
表 2-1-7 現有機材リスト（マウント・マクル研究所）	2-5
表 2-1-8 現有機材リスト（マンサ研究所）	2-5
表 2-1-9 種子生産ほ場の現状と課題	2-7
表 2-1-10 マンサ研究所の種子生産ほ場の現地調査結果	2-7
表 2-2-1 ルサカの気象状況	2-11
表 2-2-2 マンサの気象状況	2-11
表 2-2-3 マンサ研究所敷地内の土壌区分	2-13
表 2-2-4 自然条件調査の調査項目と数量	2-14
表 2-2-5 ボーリング調査の結果概要	2-14
表 2-2-6 事業対象地域の保護区	2-17
表 2-2-7 レッドリスト登録動植物の数	2-17
表 2-2-8 チランガ郡とマンサ郡の大気汚染物質	2-18
表 2-2-9 ルサカ市内の騒音レベル	2-18
表 2-2-10 ルサカ州及びルアプラ州の水質調査結果	2-18
表 2-2-11 ルサカ州及びルアプラ州の土地被覆	2-19
表 2-2-12 事業対象地域（州・郡）における人口と人口密度	2-20
表 2-2-13 ルサカ州及びルアプラ州の労働人口	2-20
表 2-2-14 環境社会配慮関連セクターのビジョンと達成目標	2-22
表 2-2-15 環境社会配慮に係る法律・規制・条約	2-23

表 2-2-16	ザンビア国環境社会配慮制度と JICA 環境社会配慮ガイドラインの比較結果 ...	2-26
表 2-2-17	ZARI における EIA の実績	2-28
表 2-2-18	代替案 1 マウント・マクル研修施設建設予定地.....	2-29
表 2-2-19	代替案 2 マンサ研修施設建設予定地	2-30
表 2-2-20	スコーピング結果	2-31
表 2-2-21	環境社会配慮調査の TOR	2-32
表 2-2-22	水質検査結果（既設井戸）	2-34
表 2-2-23	水質調査結果（マンサほ場）	2-35
表 2-2-24	騒音レベル測定結果	2-36
表 2-2-25	確認された樹木の一覧	2-37
表 2-2-26	確認された鳥類の一覧	2-38
表 2-2-27	確認された魚類の一覧（マンサ）	2-39
表 2-2-28	家庭内暴力を受けた経験を有する女性の割合.....	2-41
表 2-2-29	これまでの気候変化と今後の気候変動予測.....	2-43
表 2-2-30	影響評価結果	2-45
表 2-2-31	想定される影響に対する緩和策と費用.....	2-47
表 2-2-32	環境管理・モニタリング計画	2-48
表 2-2-33	用地取得・住民移転の関連法規	2-57
表 2-2-34	用地取得・住民移転に係るザンビア国法制度と JICA 環境社会配慮ガイドライン との比較表	2-58
表 2-2-35	本事業による被影響者	2-63
表 2-2-36	本事業の移転対象物	2-63
表 2-2-37	被影響世帯の家計・生活調査	2-64
表 2-2-38	Makalivila 組合員の家計・生活調査.....	2-64
表 2-2-39	エンタイトルメント・マトリックス	2-65
表 2-2-40	RAP 実施スケジュール.....	2-67
表 2-2-41	RAP 実施費用	2-67
表 3-1-1	本事業の概要	3-1
表 3-1-2	主要コンポーネントの内容	3-2
表 3-1-3	研修用及び種子生産用機材	3-2
表 3-1-4	試験研究用機材	3-3
表 3-1-5	建設施設向け家具	3-3
表 3-1-6	建築施設の計画概要	3-4
表 3-1-7	土木施設の計画概要	3-4
表 3-2-1	原原種・原種・認証種子用のほ場面積.....	3-5
表 3-2-2	マウント・マクル研究所のほ場利用計画.....	3-6
表 3-2-3	マンサ研究所のほ場利用計画	3-6
表 3-2-4	研修員属性と研修要素	3-6
表 3-2-5	研修実施スケジュール（案）と受講予定者数（マウント・マクル研究所）	3-7
表 3-2-6	研修実施スケジュール（案）と受講予定者数（マンサ研究所）	3-7

表 3-2-7	両研究所の研修計画（2024/25）	3-8
表 3-2-8	研修用機材リスト（マウント・マクル研究所及びマンサ研究所）	3-8
表 3-2-9	建築施設における平面計画	3-15
表 3-2-10	建築施設における断面計画	3-17
表 3-2-11	空気調和設備・換気設備の設置場所	3-29
表 3-2-12	建築施設における主な仕上げ	3-30
表 3-2-13	マンサ研究所のほ場利用計画	3-33
表 3-2-14	マンサ空港観測所の雨量データ（2009/10-2018/19）	3-38
表 3-2-15	マンサ研究所の雨量データ（2009/10-2018/19）	3-38
表 3-2-16	年間降雨量と日最大雨量データ	3-39
表 3-2-17	ガンベル法による確率日雨量	3-40
表 3-2-18	平均降雨強度の算出結果	3-40
表 3-2-19	洪水到達時間の算定結果	3-40
表 3-2-20	確率年ごとの確率日雨量と平均降雨強度	3-40
表 3-2-21	月別平均雨量から求めた流出率と流出量の関係	3-42
表 3-2-22	合理式による確率洪水量の算出結果	3-42
表 3-2-23	適用灌漑効率	3-45
表 3-2-24	灌漑諸元の概略値	3-45
表 3-2-25	対象路線と設計流量	3-46
表 3-2-26	灌漑水田の用途と水源計画	3-47
表 3-2-27	計画基準年（2016年）の月別雨量と月別有効雨量	3-48
表 3-2-28	ため池容量の検討条件と検討結果	3-48
表 3-2-29	ケース1：通常年の灌漑水収支計算	3-49
表 3-2-30	ケース2：計画基準年（2016年）の灌漑水収支計算	3-50
表 3-2-31	マンサ研究所のため池の貯水位と貯水容量の関係	3-51
表 3-2-32	現況洪水吐の流下能力の評価	3-52
表 3-2-33	計画洪水量流下時の堰堤長と越流水深の関係	3-53
表 3-2-34	洪水吐の型式の比較	3-53
表 3-2-35	日雨量と平均雨量強度	3-54
表 3-2-36	地目別流出係数	3-55
表 3-2-37	地区内外の単位排水量	3-55
表 3-2-38	計画排水量	3-55
表 3-2-39	計画排水路諸元	3-56
表 3-2-40	排水路断面の水力計算書	3-56
表 3-2-41	堤体断面寸法	3-58
表 3-2-42	洪水吐の主要諸元	3-59
表 3-2-43	簡易越流堰の流量係数	3-60
表 3-2-44	側水路式越流堰及び接近水路の主要諸元	3-61
表 3-2-45	緩勾配水路の主要諸元	3-62
表 3-2-46	側水路の主要諸元	3-63

表 3-2-47 緩勾配水路内の水面追跡結果	3-64
表 3-2-48 側水路内の水面追跡結果	3-65
表 3-2-49 急勾配放水路の主要諸元	3-67
表 3-2-50 急勾配水路内の水面追跡結果	3-68
表 3-2-51 減勢工流入諸元	3-69
表 3-2-52 主な測点の側壁高	3-71
表 3-2-53 水面追跡結果（洪水吐 側水路）	3-72
表 3-2-54 水面追跡結果（洪水吐 緩勾配水路）	3-73
表 3-2-55 水面追跡結果（洪水吐 急勾配水路）	3-73
表 3-2-56 用水路区分ごとの水路断面検討結果	3-76
表 3-2-57 用水路の水理計算結果	3-76
表 3-2-58 土取場の試掘調査結果と利用区分	3-82
表 3-2-59 建築施設 図面目録	3-83
表 3-2-60 土木施設 図面目録	3-84
表 3-2-61 施工／調達・据付区分	3-89
表 3-2-62 施工監理時の主な品質管理項目	3-93
表 3-2-63 機材調達予定国	3-94
表 3-2-64 主要資機材等調達先	3-95
表 3-3-1 主な相手国側分担事項	3-97
表 3-4-1 機材維持管理項目（案）	3-98
表 3-4-2 施設・設備維持管理項目（案）	3-98
表 3-4-3 灌漑施設の維持管理項目（案）	3-99
表 3-5-1 概略事業費（日本側事業費）	3-100
表 3-5-2 ザンビア国側負担経費	3-100
表 3-5-3 年間運営・維持管理費集計表（マウント・マクル研究所）	3-101
表 3-5-4 年間運営・維持管理費集計表（マンサ研究所）	3-102
表 3-5-5 年間電気料金（マウント・マクル研究所）	3-102
表 3-5-6 年間電気料金（マンサ研究所）	3-103
表 3-5-7 塗装塗替え費（マウント・マクル研究所）	3-103
表 3-5-8 塗装塗替え費（マンサ研究所）	3-103
表 3-5-9 土木施設の維持管理項目と年間経費	3-104
表 4-4-1 定量的評価指標	4-2

略語表

略語	正式名称	和称
7NDP	7th National Development Plan	第7次国家開発計画
A/P	Authorization to Pay	支払授權書
APPSA	Agricultural Productivity Program for Southern Africa	南部アフリカに対する農業生産性プログラム
ARAP	Abbreviated Resettlement Action Plan	簡易住民移転計画
B/A	Banking Arrangement	銀行取極め
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
BS	British Standard	英国規格
C/P	Counterpart	カウンターパート
CARD	Coalition for African Rice Development	アフリカ稲作振興のための共同体
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
CS	Certified Seed	認証種子
COVID-19	Coronavirus disease 2019	新型コロナウイルス感染症
D/D	Detailed Design	詳細設計
DMMU	Disaster Management and Mitigation Unit	災害管理軽減ユニット
E-COBSI	Expansion of Community-Based Smallholder Irrigation Development Project	地域密着型灌漑開発の展開プロジェクト
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIS	Environmental Impact Statement	環境影響評価書
E/N	Exchange of Note	交換公文
EMMP	Environmental Management and Monitoring Plan	環境管理・モニタリング計画
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
EPB	Environmental Project Brief	環境事業概要書
ESCs	Environmental and Social Considerations	環境社会配慮
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国連食糧農業機関
F.W.L	Full Water Level	満水位
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GBV	Gender Based Violence	ジェンダーに基づく暴力
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNI	Gross National Income	国民総所得
GOJ	Government of Japan	日本政府
HDPE	High Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
HEC-RAS	River Analysis System of Hydrologic Engineering Centre	米国工兵隊 水工部の流出解析システム
HIV/AIDS	Human Immunodeficiency Virus/Acquired Immune Deficiency Syndrome	ヒト免疫不全ウイルス／後天性免疫不全症候群
H.W.L	High Water Level	洪水位
IBA	Important Bird Area	重要野鳥生息地
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境影響評価
ITCZ	Inter-Tropical Convergence Zone	熱帯収束帯
IUCN	International Union for Conservation of Nature	国際自然保護連合
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JIS	Japanese Industrial Standard	日本工業規格
JST	JICA Survey Team	調査団
JV	Joint Venture	共同企業体
KBA	Key Biodiversity Area	重要な生物多様性保全地域
L.W.L	Low Water Level	低水位
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録

略語	正式名称	和称
MoA	Ministry of Agriculture	農業省
MoFNP	Ministry of Finance and National Planning	財務・国家計画省
MoIHUD	Ministry of Infrastructure, Housing and Urban Development	インフラ・住宅・都市開発省
MOReDeP	Market-Oriented Rice Development Project	市場志向型稲作振興プロジェクト
NFP	National Forest Policy	国家森林政策
NGO	Non-Governmental Organizations	非政府組織
NISIR	National Institute of Scientific and Industrial Research	国立科学産業研究所
NLP	National Land Policy	国家土地政策
NMR	National Milling Corporation	国立製粉公社
NPE	National Policy on Environment	国家環境政策
NPGR	National Plant Genetic Resources Centre	植物遺伝資源施設
NRDS2	Second National Rice Development Strategy	国家稲作振興戦略 2
NRP	National Resettlement Policy	国家住民移転政策
O/D	Outline Design	概略設計
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
O&M	Operation and Maintenance	維持管理
PAPs	Project Affected Persons	被影響者
PM	Particulate Matter	粒子状物質
QDS	Quality Declared Seed	品質認定種子
R&D	Research and Development	研究開発
RAP	Resettlement Action Plan	住民移転計画
RC	Resettlement Committee	移転委員会
RDP	Rice Dissemination Project	コメ普及支援プロジェクト
SABS	South African Bureau of Standards	南アフリカ連邦共和国規格
SCCI	Seed Control & Certification Institute	種子認証機関
S-NAP	Second National Agricultural Policy	第 2 次国家農業政策
SPT	Standard Penetration Test	標準貫入試験
STDs	Sexual Transmitted Diseases	性感染症
TDS	Total Dissolved Solids	総溶解固形物
TICAD	Tokyo International Conference on African Development	アフリカ開発会議
TOR	Terms of Reference	タームズ・オブ・レファレンス
TSS	Total Suspended Solids	総浮遊物質
UPS	Uninterruptible Power System	無停電電源装置
VAT	Value Added Tax	付加価値税
WB	World Bank	世界銀行
WHO	World Health Organization	世界保健機関
ZABS	Zambia Bureau of Standards	ザンビア国規格
ZARI	Zambia Agriculture Research Institute	ザンビア農業研究機構
ZESCO	Zambia Electricity Supply Corporation	ザンビア電力供給会社
ZEMA	Zambia Environmental Management Agency	ザンビア国環境管理機構
ZMW	Zambian Kwacha	ザンビアの通貨単位(クワチャ)

単位と通貨

Length/Distance

mm	millimetre
cm	centimetre
m	metre
km	kilometre
inch	inch = 2.54 cm

Area

cm ²	square centimetre
m ²	square metre
km ²	square kilometre
a	are = 100 m ²
ha	hectare = 100 a
ac, acre	acre = 4,047 m ²
lima	lima = 0.25 ha

Mass

m ³	cubic metre
MCM	million cubic metre
BCM	billion cubic metre
l, litre	litre = 1,000 cm ³

Weight

g	gram
kg	kilogram
t, ton, MT	metric tons = 1,000 kg

Time

s, sec	second
min	minute
h, hr	hour
d, day	day

Others

%	percent
°C	degrees Celsius
°F	degrees Fahrenheit
HP	horsepower
MSL	mean sea level
MW	mega watt
LPS, l/s, l/sec	litre per second
m/s, m/sec	metre per second
mm/d	millimetre per day
mm/mon	millimetre per month
m ³ /s, m ³ /sec	cubic metre per second
ppm(=mg/litre)	part per million
mg/l	milligram per litre
µg/m ³	microgram per cubic metre
µS/cm	micro Siemens per centimetre
cfu	colony forming unit

Money

USD	United States Dollar
JPY	Japanese Yen
ZMW	Zambia Kwacha

通貨交換レート (2022年1月時点)

	ZMW	USD	JPY
ZMW		0.06042	6.93254
USD	16.545		114.70
JPY	0.144247	0.0087184	

ザンビア国 会計年度

1 January 31 December

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

(1) 国の概要

ザンビア共和国（以下、「ザンビア国」と称す）は、南部アフリカに位置する内陸国で、コンゴ民主共和国、タンザニア、マラウイ、モザンビーク、ジンバブエ、ボツワナ、ナミビア、アンゴラの8ヶ国と国境を接する。国土面積は約752,614 km²（日本の約2倍）、そのうち約6割の42百万haが耕作適地である。国土の大部分は海拔1,000 mから1,350 mの高地で、ケッペン気候区分では温帯夏雨気候に属し、4～11月の乾季と12～3月の雨季に明確に分かれ、年降水量は800 mmから1400 mmである。人口は約1,838万人（2020年、世界銀行）、行政区はルサカ州やルアプラ州を含む10の州から構成されている。民族は73部族（ベンバ系、トンガ系、ニャンジャ系、ルンダ系等）から成る。公用語は英語であり、その他にルサカ州周辺では主にニャンジャ語、ルアプラ州周辺ではベンバ語など民族言語が用いられている。宗教はキリスト教が8割近くを占め、その他イスラム教、ヒンドゥー教、伝統宗教がある。

ザンビア国の経済は、輸出額の約6割を占める銅の生産に依存しているが、銅の生産量と国際価格の変動がザンビア国経済に大きな影響を与えるため、銅を中心としたモノカルチャー体質からの脱却が中長期的な課題となっている。農業セクターにおいても食料安全保障及び産業の多角化の観点から、メイズのモノカルチャーからコメを含めた多様な農作物への転換が課題である。

(2) コメ分野の現状と課題

農業セクターはザンビア国のGDPの19%を占め、労働人口の67%が従事し、主要な収入源と就業先となっている。さらに、同セクターは農村地域の収入増加に貢献しており、限定的ながらも農村部の貧困削減に寄与するだけでなく、食料安全保障と栄養状態の改善にも役割を果たしている。

ザンビア政府は国家政策において、農業を経済成長の柱とするべく、主食のメイズ偏重から脱し、作物生産の多様化・高付加価値化を掲げ、コメを重点作物に位置づけている。当国のコメ需要は都市部を中心に拡大しているが、2019年のコメ消費量4.4万トンに対して生産量は2.0万トン（2019年、FAO）にすぎず、消費の半分以上を輸入に依存している。今後も都市部の人口増加に伴い、コメの需要拡大が見込まれるため、同国は「アフリカ稲作振興のための共同体フェーズ2」（以下、「CARD2」と称す）に参加し、コメ生産量を2030年までに2倍に拡大する目標を掲げ、新規稲作農家の増加、既存稲作農家の生産性向上、コメの生産性向上に必要な優良種子の増産に取り組んでいる。

国全体としては豊富な水資源や耕作適地からコメ栽培のポテンシャルは高いものの、コメ生産量は周辺国と比較しても低レベル（2016年、全国平均単収1.16 t/ha）にある。このため、コメ栽培技術の向上や普及、組織・施設面の機能強化、農業機械の導入に加え、優良種子の生産と供給体制の構築が重要な課題である。

1-1-2 開発計画

(1) 当該セクターの上位計画

農業及びコメセクターの上位計画と本事業の整合性を整理して下表に示す。

表 1-1-1 主な上位計画と本事業の整合性

上位計画	整合性
第7次国家開発計画 (7NDP、2017)	7NDP(2017-2021)は、「2030年までの中所得国入り」を目標に掲げるビジョン2030を達成するための5カ年中期開発計画である。この計画を支える10の戦略的優先分野の中に、「研究と開発(R&D)の強化」が含まれている。さらに、具体的プログラムとして掲げられている研究施設の開発と施設の改修(upgrading)は、本事業が正に対象とする内容であり、整合性は極めて高い。
第2次国家農業政策 (S-NAP、2016)	ザンビアの農業政策を定めたS-NAPの目標の一つである農業生産性向上のためには、改良品種や認証種子の利用促進が具体的方法として謳われている。本事業によって原原種、原種、認証種子の品質及び生産能力の向上が期待されるため、S-NAPとの整合性は高い。
国家稲作振興戦略 (NRDS2、2016)	コメ生産性向上のための具体的な活動内容を記したコンセプトノートに掲げられている、種子の増殖及び配布、収穫後処理技術の開発、普及サービスの強化等は、本事業による種子生産ほ場の整備、機材投入、研修棟整備等によって実施促進されるものであり、整合性は極めて高い。
コメ種子開発のためのロードマップ(2019)	本ロードマップにおいても優良種子の生産と品質管理の重要性が記載されている。本事業により種子生産ほ場や資機材の整備を行い種子生産供給能力の強化が期待されるほか、開発した技術が研修施設を活用して効果的に普及することが期待されるため、整合性は極めて高い。

出典：調査団作成

この内、コメセクターに直接的に関連する国家稲作振興戦略2と種子ロードマップで計画されている戦略・目標について詳述する。

(2) 国家稲作振興戦略2

国家稲作振興戦略2 (NRDS2) は、NRDSを引継ぐ形で2016年からの5年間でコメ生産の倍増を掲げた国家計画である。ザンビア国は、コメ需要に対して生産量が不足し、国内消費を輸入に頼っており、同国のコメ生産上の課題として、優良種子の供給不足、低い栽培技術、粗放な水管理システム、機械化の遅れが挙げられている。これに対して、研究開発の強化により農家が改良した高品質の種子を入手できることを戦略として掲げ、具体的には既存種子の純化、現地優良種子の特定と評価、新品種の開発・改良、原種種子及び認証種子の生産、種子供給の強化、農家の優良種子の増産の支援、種子会社の強化を活動として挙げている。また、栽培技術の確立とその技術普及、農業機械の導入も重点戦略として掲げられている。

(3) 種子ロードマップ

種子ロードマップは、ザンビア国におけるコメの種子生産に関わる各アクターの役割・責任区分を整理した上で、国家目標としてコメ農家に良質な種子を供給するために必要な各種子クラス（育種家種子から品質認定種子 (QDS: Quality declared seed) を含む認証種子 (Certified seed) まで) の目標数値を示している。

同計画では、2017年のQDSを含む認証種子の全国の供給率を10%と推定し、これを段階的に向上し、全国のコメ栽培面積の40%に優良種子を供給するロードマップを策定している。2020年の原原種種子、原種種子の必要量はそれぞれ112.7kg、8.46tonと見積り、原種種子の必要面積は2.42haとしている。この内、水稻は全体の70%とし、必要な原種種子の栽培面積は1.7ha、生産量は約6tonと計画している。

1-1-3 社会経済状況¹

ザンビア国の人口は 1,838 万人、人口密度は 25 人/km²（2020 年、世銀）と非常に低く、人口の 45.5%が 15 歳未満で、若年層が多いことが特徴である。人口の約 58%が農村部に居住するが、近年は農村部から都市部への人口流入が続いている（都市部の人口増加率は 3.7%）。

ザンビア国の GDP は 193 億ドル（2020 年、世銀）、一人当たりの国民総所得（Gross National Income: GNI）は 1,190 ドル（2020 年、世銀）で、2011 年には低中所得国に分類された。2000 年以降の順調な経済成長を背景に、1996 年には 80%程だった貧困率は、2015 年には 54%まで減少したが、COVID-19 の影響を反映し、2021 年の貧困率は 60%に増加すると予想されている。主要産業は鉱業（銅・コバルト）、農業、観光業だが、GDP シェアでは小売・卸売業が最も高く、建設業・運輸業が増加傾向にある。ザンビア国の経済は銅の生産量と国際価格の変動に大きく影響を受け、国際価格の上昇と生産増により 6%前後の経済成長率を維持していたが、2014 年以降、国際価格の下落に伴う鉱業セクターの低迷、現地通貨安、降雨量不足による計画停電等、経済状況が悪化し、2020 年 11 月には、ユーロ債の利払いを履行できず、COVID-19 拡大以降、アフリカ初の債務不履行国となった。

ザンビアは 1964 年 10 月 24 日にケネス・カウンダ初代大統領のもとに独立を果たして以来、5 年ごとに民主的な選挙が行われ、内政は安定的に推移している。2021 年の総選挙では野党第一党の国民開発統一党（UPND）のヒチレマ現大統領が、当時現職だった与党のルング大統領に勝利し選出された。次回の大統領選挙は 2026 年 8 月に実施される予定である。

¹ 外務省ザンビア共和国基礎データ(令和 3 年 9 月 13 日)、ザンビア国 JICA 国別分析ペーパー(2019 年 3 月)、世界銀行 Zambia Overview, <https://www.worldbank.org/en/country/zambia/overview#1>, Accessed 26 May 2022

1-2 無償資金協力事業の背景・経緯及び概要

1-2-1 プロジェクトの背景

ザンビア国における農作物の栽培に関わる研究・開発は、農業省傘下のザンビア農業研究機構（以下、「ZARI」と称す）がその責任機関となる。首都ルサカ近郊の ZARI マウント・マクル研究所が、農作物の栽培技術の研究開発・研修を担い、気候条件等から稲作のポテンシャルが高く稲作ほ場を有するルアブラ州の ZARI マンサ研究所が、稲作技術の研究開発・研修の中心的役割と原原種・原種種子の生産を担っている。独立行政法人国際協力機構（以下、「JICA」と称す）は、技術協力等を通じて両研究所の種子生産を含む稲作技術の研究・開発を支援しているほか、稲作農家や普及員を対象とした研修の実施に協力している。しかし、両研究所の研修施設は小規模かつ老朽化し、研修用の灌漑ほ場がなく、研修可能な人数や期間が限られている。加えて、研修用の農業機械が整備されておらず、収穫後処理技術等の実践的研修を効率的に行うことができない。また、優良種子の生産・増殖等を行っているマンサ研究所の種子生産ほ場は、ため池の容量が小さく、かつため池からほ場までの灌漑施設が十分でなく、現況は天水に依存した生産となっている。一方、雨期には排水不良によって栽培不良が生じるなど、コメの原原種・原種種子を生産する国家の基幹施設としては不安定で脆弱なものである。

このような背景から、ザンビア政府は我が国に対し、マウント・マクル研究所及びマンサ研究所の研修施設と機材の整備、マンサ研究所における種子生産ほ場の整備を内容とした無償資金協力事業「ザンビア国種子生産圃場・研修施設整備計画」を要請した。

1-2-2 調査経緯

CARD 2 の下、2030 年までのコメ生産量の更なる倍増を目指すためには、JICA がこれまで進めてきた技術協力の成果を今まで以上に面的展開することが求められ、そのためにはソフト面の支援のみならず、ハード面の支援が不可欠であると考えられた。このため、JICA は 2020 年に「アフリカ地域 CARD 促進インフラ・機材整備に係る情報収集確認調査」（以下、「確認調査」と称す）を実施し、CARD 2 の対象国において JICA の技術協力と相乗効果の高い事業計画を検討し、ザンビア国から要請のあった本件を含む案件の必要性や有効性について検討を行った。

上記確認調査の結果を踏まえ、JICA は要請案件の必要性・妥当性・緊急性を詳細に検証し、無償資金協力案件として適切な基本設計を行い、事業計画を策定し、概略事業費を積算することを目的に、2021 年 10 月より 2021 年 12 月まで基本設計調査団（OD 調査団）をザンビア国に派遣した。OD 調査団は、農業省及び ZARI と本調査の目的・内容、無償資金協力事業の枠組みについて説明・協議を行い、結果を MD にて署名（2021 年 10 月 22 日）した後、現地調査を実施した。OD 調査団は帰国後、要請内容及び協力の妥当性を検討し、適切な規模と内容の基本計画を策定し、事業概要書として取り纏め、2022 年 7 月に現地でその説明・協議（DOD 協議）を行った。

DOD 協議において、本プロジェクトの日本側の協力対象は、マウント・マクル研究所・マンサ研究所それぞれの研修内容・対象に基づいた (i) 研修関連施設の建設、(ii) 研修関連機材の調達、及び (iii) マンサ研究所の種子生産ほ場の整備とすること、並びに (iv) 相手国側分担事業により実施される事項が双方によって確認され、協議結果として MD にて署名（2022 年 7 月 21 日）された。

1-3 我が国の援助動向

我が国のザンビア国に対する ODA の基本方針は、鉱業への過度の依存から脱却した多角的かつ強靱な経済成長の促進を大目標とし、ザンビア政府の「第7次国家開発計画」を踏まえ、2つの分野を重点分野として位置づけ、(1) 経済多角化に直接的に貢献する分野である産業の活性化と、(2) 経済活動を支えるインフラ整備・社会サービスの向上を通じ、同国の強靱な経済成長を促進することとしている。

重点分野である産業の活性化は、「経済多角化を進める上で重要な中小企業を中心とした民間セクターや農業セクターにおいて、技術協力を軸とした支援を行い、産業の活性化に貢献する」ことを目標としており、本事業は農業セクターにおける技術協力の研究・研修機能の強化を図るものである。ザンビア国に対する事業展開計画は、以下のとおりである

表 1-3-1 ザンビア国に対する事業展開計画

項目	内容		
現状と課題	農業従事者は労働人口の5割を占め、第7次国家開発計画で優先度の高い分野とされているが、天水に依存した不安定で低い生産性、農産物の付加価値の低さという課題を抱えている。上記課題は、天水でメイズを生産する小規模農家において特に深刻である。 一方で、ザンビアは国内に未開発な土地資源や豊富な水資源を有していることから、これら資源の有効利用を図りつつ、灌漑システム等の基盤整備を進めていくことが重要である。		
対応方針	過去の支援の成果やサブサハラ・アフリカ全体に対する我が国の支援方針を踏まえ、作物多様化の一環としての換金作物であるコメの普及支援、乾期に野菜等の高付加価値作物の栽培を可能とするための小規模灌漑の導入支援を中心として、農家所得の向上を目指した支援を行う。		
協力プログラム	農業分野プログラム	協力プログラムの概要	農家の所得向上を目指し、小規模コメ農家の生産拡大や生産性向上、品質向上を図る。また、これまで技術協力により支援してきた小規模灌漑技術の普及拡大も継続しつつ、市場指向型農業の導入にも取り組む。
案件名	実施期間		スキーム:概要
市場志向型稲作振興プロジェクト(MOREDeP)	2019 年度から 2025 年度		本事業は、ザンビア全土において、コメの生産性向上のための栽培技術の改良、技術の普及、稲作クラスターの形成、稲作農家の市場へのアクセス向上を通じて、換金作物としてのコメの生産振興を図り、もって稲作による農家の所得向上に寄与するもの。
コメ普及支援プロジェクト(RDP)	2015 年度から 2019 年度		ルアブラ州、北部州などの既存稲作地域やルサカ州などの新規稲作地域を対象地域とし、稲作普及システムの構築を目標とした技術協力プロジェクト。農業研究所でのイネの試験・研究の基盤整備、栽培ガイドラインなどの稲作普及教材の体系化、篤農家向けの研修プログラムを提供した。
地域密着型灌漑開発の展開プロジェクト(E-COBSI)	2019 年度から 2024 年度		小規模灌漑施設の導入と小規模農家の灌漑農地管理技術の向上により、対象地区における地域密着型の灌漑農業が促進されることをプロジェクト目標とした技術協力プロジェクト。

出典:外務省「対ザンビア国 事業展開計画」及びJICA ホームページ等より調査団編集・作成調査団作成

1-4 他ドナーの援助動向

(1) 農業ナレッジ・研修センター / 気候変動適応農法プロジェクト

(AKTC: Agricultural Knowledge Training Centre) / (CAFM: Climate Adapted Farming Method)

AKTC はザンビア農業省をカウンターパート機関としてドイツ政府支援によって実施されているプロジェクトであり、市場志向型農家が AKTC で知識を習得し、ザンビア農業の発展及び近代化に貢献することを目的としている。ルサカの北 65 km に位置する Golden Agricultural Research Trust (GART) の農場を拠点として 72 ha の灌漑ほ場でダイズ、コムギ、ジャガイモ等の近代的な農法のデモンストレーションを行うほか、27 ha の天水ほ場で CAFM と呼ばれる研究プロジェクトを行い、気候適合型耕耘方法の研究等を実施し、機械運転時間、病虫害管理、収量等の観点か

ら評価を行っている。また、MOReDeP を含め他機関から研修員を受け入れ、農業機械の運転・維持管理に係る研修も提供している²。

(2) 南部アフリカ地域農業生産性プログラム

(APPSA : Agricultural Productivity Program for Southern Africa)

APPSA は世界銀行支援によってザンビアを含む南部アフリカ地域の農業生産性向上を目的として実施されたプログラムであり、2020年に完了した。ザンビアにおいては下表に示すように既存農業研究所における施設改修や機材投入が行われている。本事業が整備対象とするマウント・マクル研究所においては、同プログラムの予算を用いてカンファレンス・ホールの新規建設、土壌実験室の改修、インターネット施設の接続、スクリーンハウスの建設が行われている。

表 1-4-1 APPSA による農業研究場に対する整備実績

施設・資機材	APPSA プロジェクトが整備対象とした農業研究場			
	マウント・マクル中央研究所	カブウェ研究場	ナンガ研究場	ゴールデンハレ研究場
	ルサカ州	中央州	南部州	中央州
灌漑施設の建設		○		
土壌実験室の改修	○	○		
インターネット施設の接続	○	○		
スクリーンハウスの建設	○	○	○	
道路整備(L=1.8 km)		○		
保冷室の改修				○

出典: APPSA 実施完了報告書(2020)を基に調査団作成

(3) 小規模農業ビジネス振興プログラム

(E-SAPP: Enhanced Smallholder Agribusiness Promotion Programme)

E-SAPP は IFAD を主要ドナーとして 2016 年から実施中（2024 年までを予定）のプログラムである。対象地域はザンビア全土であり、小規模農家の自給的農業から商業的農業への転換を促進するためのパートナーシップの構築やバリューチェーン強化に係る能力強化研修、アグリビジネス振興に係る政策提言等を実施している。コメも対象作物の一つに含まれており、同プログラムで研修を受けたコメ生産農家は農業投入材提供者（種子及び肥料）と交渉を行い、従来よりも高い販売価格で籾を販売することができたとされている³。

(4) コメ増産のためのコメ種子生産強化・普及サービス向上プロジェクト

(Strengthening Rice Seed Production and Enhancing Extension Services to Increase Rice Production)

本プロジェクトは、2015 年から 2017 年にかけて FAO 支援の下、農業省を実施パートナー機関として北部州及びムチンガ州における中小規模農家、コメ加工業者、コメ生産農家を対象として実施された。国内・第三国における稲作・種子生産に係る技術研修、フィールドデイ等を実施した結果、裨益農家の単収増加、所得向上等のインパクトが確認されている⁴。

² AKTC (2020) Climate Adapted Farming Methods (CAFM) Project in Zambia 及び ZARI 等ヒアリング

³ IFAD, Project Completion Report Validation (Date of Validation: May 2019)

⁴ FAO, 2019 Enhancing Rice Production in Zambia

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

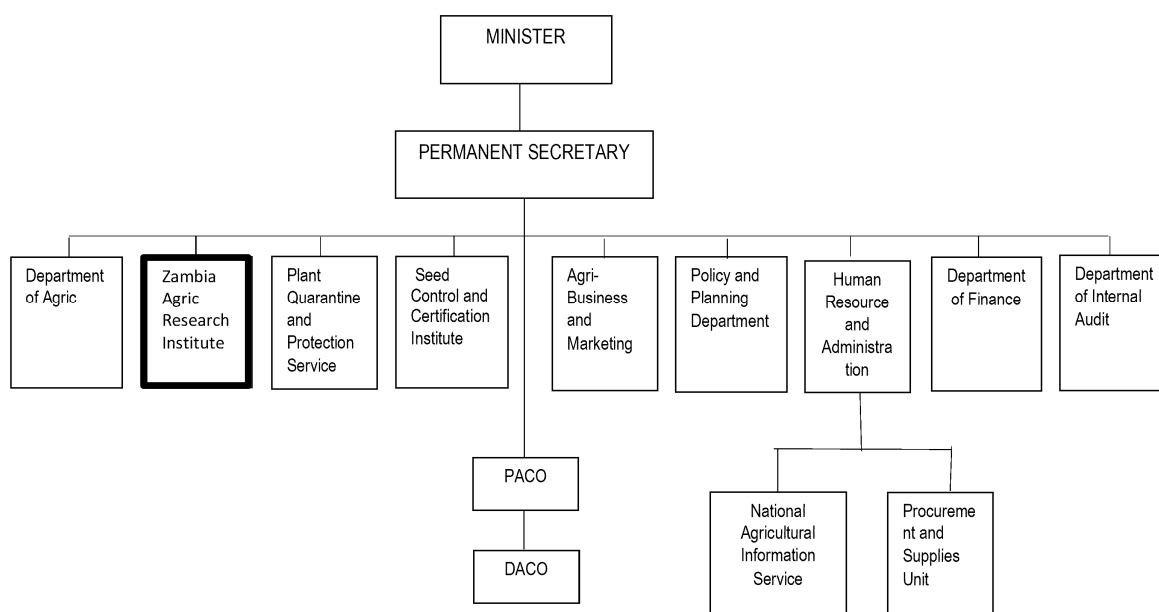
2-1-1 組織・人員

(1) 農業省（Ministry of Agriculture: MoA）

本事業の責任機関は農業省である。農業省は、政策計画局、農業局、農業ビジネス・マーケティング局、人材・業務局の4局のほか、試験研究を担当する農業研究機構（Zambia Agriculture Research Institute: ZARI）と作物の種子管理・認証を担当する部署の計6部署で構成される。

事業実施機関は、マウント・マクル研究所及びマンサ研究所を所管する農業研究機構（ZARI）である。両研究所は農業省の管轄下であり、施設・機材の運営・維持管理は同省が責任を負う。また、両研究所に配置予定の「コメ研修ユニット」が施設の運営・維持管理、及び研修の実務を担うことになる。

下図に農業省の組織図を示す。



出典:MoA/ZARI

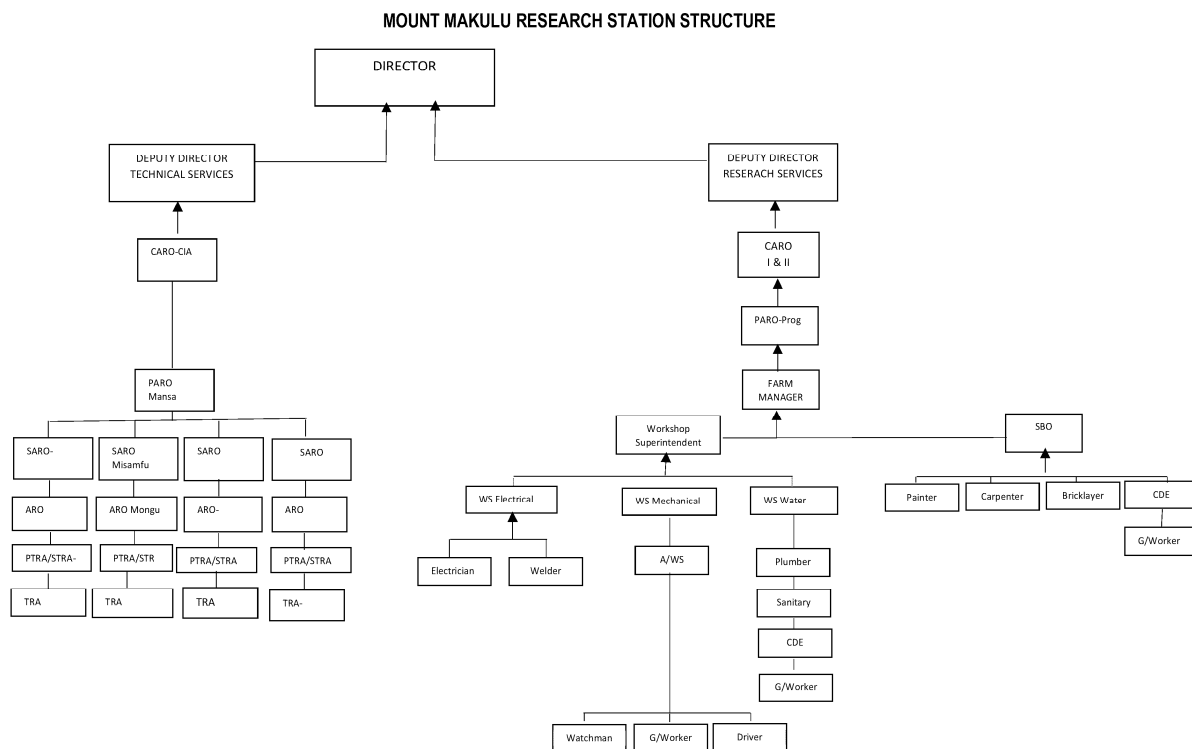
図 2-1-1 農業省組織図

(2) 農業研究機構（Zambia Agriculture Research Institute: ZARI）

ZARIは農業省の試験研究を担当する部署であり、本部はルサカ州ルサカ市から南方に約20kmに位置するマウント・マクル研究所に置かれている。ZARIは国内の9つの州に研究所を持ち、計20名の稲研究関連職員が4箇所の研究所に勤務している。マウント・マクル研究所のほかに、マンサ研究所（ルアプラ州）、Misamfu研究所（北部州）、Mongu研究所（西部州）である。このうち、本協力対象のマンサ研究所は水稻の拠点施設である。

ZARIのコメ栽培分野を含む作物の栽培・研究チームは、作物改良・栽培、農業システム、土壌・水管理、植物防疫の4つの専門分野からなる研究分野別のチーム編成となっている。マウント・マクル研究所の技術サービス部門の下には、チーフ研究者CARO(Chief Agricultural Research Officer)

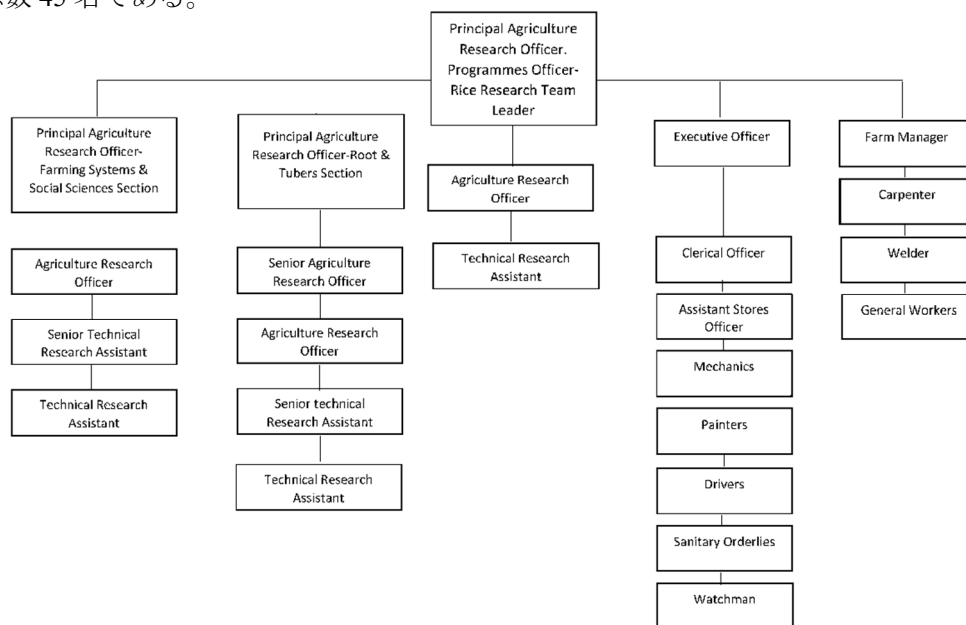
を長とする4つの部門の下に研究者（Researcher）が配属され、栽培・研究を実施し、研究者の下に技術者（Technician）が配属され研究者の補助を行う体制となっている。研究者は、上級職から順に PARO（Principal Agriculture Research Officer）、SARO（Senior Agriculture Research Officer）、ARO（Agriculture Research Officer）となる。図 2-1-2 にマウント・マクル研究所の組織図を示す。



出典：ZARI

図 2-1-2 ZARI マウント・マクル研究所の組織図

ZARI マンサの組織図を図 2-1-3 に示す。研究所長の下、主任研究者 (Principal Agriculture Research Officer) 2 名、研究者 (Researcher) 5 名、技術者 (Technician) 16 名、一般職員 (General Worker) 21 名の総数 45 名である。



出典：ZARI

図 2-1-3 ZARI マンサ研究所の組織図

(3) 両研究所の現況職員数

両研究所の職員数と構成を表 2-1-1 に示す。マウント・マクル研究所の全職員数は 213 名で、研究者 73 名中、コメ分野の研究者が 2 名、技術者 42 名中、コメ分野の技術者は 3 名配属されている。一方、マンサ研究所は全職員数 45 名の内、コメ分野の研究者 3 名、技術者 4 名が配属され、コメ分野の研究及び研修に従事している。

表 2-1-1 両研究所の職員数と構成

職位	マウント・マクル研究所		マンサ研究所	
	研究所職員数	内、コメ分野	研究所職員数	内、コメ分野
研究者	73	2	8	3
技術者	42	3	16	4
一般職員	98	1	21	1
合計	213	6	45	8

出典：ZARI からのヒアリングを基に調査団作成

上記技術者の内、施設及び機材の運営維持管理に直接関連する技術者の内訳を表 2-1-2 に示す。マンサ研究所は、現況で電気工の欠員があり補填する予定である。

表 2-1-2 運営維持管理の技術者数と構成

施設名	整備工 (Mechanic)	電気工 (Electrician)	運転士 (Operator)	合計
マウント・マクル研究所	9	5	3	17
マンサ研究所	2	-	2	4

出典：ZARI

(4) 事業完了後の体制

1) コメ研修ユニット

事業完了後の実施体制について、ZARI はそれぞれの研究所に「コメ研修ユニット」を設立し、コメ分野の研修及び研究を実施する計画である。「コメ研修ユニット」は、研究者 4 名、技術者 4 名によって構成され、現況のコメ分野の研究者（コメ生産チーム）に既存の ZARI 職員を補充配属して編成する。コメ研修ユニットが策定する研修計画と必要経費に基づいて農業省が予算要求を行うため、事業完成の 1 年前を目処にユニットを構築し、研修計画を策定する予定である。

表 2-1-3 コメ研修ユニットの計画体制

施設名	研究者 (Researcher)	技術者 (Technician)	合計
マウント・マクル研究所	4	4	8
マンサ研究所	4	4	8

出典：ZARI/MOREDeP

2) 維持管理体制

ZARI は、下表に示す技術者を配属し、本事業で整備される施設・機材の維持管理を実施する計画である。マンサ研究所で電気工の欠員補填する以外は、整備工、及び農作業機械の運転士は、現況の技術者により対応可能である。

表 2-1-4 施設・機材の維持管理体制

施設名	整備工 (Mechanic)	電気工 (Electrician)	運転士 (Operator)	合計
マウント・マクル研究所	1	1	1	3
マンサ研究所	2	1	2	5

出典：ZARI

2-1-2 財政・予算

(1) 農業省

農業省の年間予算を下表に示す。同省の予算は、国家予算に占める割合が6%程度で推移している。開発予算は年度によって変化があるが、人件費は450百万ZMW（約36億円）前後、経常部局費（経常支出）は100百万ZMW（約8億円）程度で推移している。

表 2-1-5 農業省の年間予算

(単位:百万ZMW)

	2018		2019		2020		2021	
国家予算 *1	71,662	100%	86,808	100%	106,008	100%	119,616	100%
農業省								
農業省年度予算 *2	5,048	7%	4,161	5%	3,484	3%	7,210	6%
内訳		100%		100%		100%		100%
貧困削減プログラム	2,853	57%	2,108	51%	1,110	32%	5,701	79%
農業開発プログラム	1,038	21%	1,254	30%	1,111	32%	356	5%
人件費	385	8%	458	11%	453	13%	455	6%
経常部局費	115	2%	109	3%	66	2%	86	1%
その他	658	13%	232	6%	745	21%	612	8%

出典: *1: National Budget Speech (2018-2022)、*2: ZAMBIA Agriculture Status Report (2018-2021) より調査団編集

(2) ザンビア農業研究機構 (ZARI)

ザンビア国の予算書 (Yellow Book) に示される ZARI の 2016 年から 2020 年の予算状況を下表に示す。予算は経常予算と研究費に大別され、経常予算は人件費、事務管理費、及び施設維持管理費に区分できる。年間予算は5年間の平均で、事務管理費は2百万ZMW（約16百万円）、施設維持管理費は1百万ZMW（約8百万円）、研究費は2.7百万ZMW（約16百万円）である。

表 2-1-6 ZARI の年間予算

(単位: '000 ZMW)

	2016	2017	2018	2019	2020	Average
経常予算	17,116	28,290	26,730	24,303	21,330	23,554
内訳						
人件費	14,297	25,794	22,040	20,540	19,971	20,528
事務費等	1,857	1,377	3,130	2,397	1,319	2,016
施設改善費等	962	1,119	1,560	1,366	40	1,009
研究開発費	2,005	2,556	3,227	3,455	2,247	2,698
合計	19,121	30,846	29,957	27,758	23,576	26,252

出典: Zambia, Yellow Book (2016-2019) を基に調査団編集

2-1-3 技術水準

我が国の継続的な技術協力の実施により、マウント・マクル研究所及びマンサ研究所の研究者は、稲作の栽培技術指導についての知識、経験は豊富であり、十分な能力を有している。また、施設引渡し後も一定期間 技術協力の実施が継続されることで、種子生産ほ場の管理、及び灌漑施設の操作・運営・管理上の問題はないと判断される。

一方で、稲作用農業機械の適切な操作、有効な活用及び維持管理技術については、実際に機材を有していないこともあり、習熟しているとは言い難い。特に、今回初めて導入する予定の乾燥機及び精米プラントについては、日常の点検、整備を怠ることなく、適正な運転、維持管理をする必要があるため、据付後の初期操作指導と維持管理指導を十分に行う必要がある。

2-1-4 既存施設・機材

(1) 機材

マウント・マクル研究所はザンビア国農業研究の中心であることから、研究者及び有する研究機材も農業分野では最高の人員及び最新の機材を揃えている。しかしながら、メイズをはじめとするあらゆる食用作物や土壌の試験研究機関であり、その体制は、研究分野別の組織となっており稲研究の専門部署は存在しない。

同研究所が、現在保有している農業機械と状態を表 2-1-7 に示す。試験・研究用のほ場を有し、各部門が栽培試験を実施しているが、稲作専用の農業機械はなく、適宜共有している状況である。

また、各研究部門及び研究室が有する機材は、それぞれの分野の試験・研究機材に加え、2013年から2020年まで実施された世銀の APPSA により導入された最新の分析機器が設置されており、その機材は、ガスクロマトグラフィ、液体クロマトグラフィ、オートクレーブ、クリーンベンチ、遠心分離機、冷凍庫、冷蔵庫、DNA 分析機器等に及ぶ。一方、現状でイネ種子の認証試験に必要な機材はなく、種子栽培責任機関としての検査実施のための機材の整備が求められている。

表 2-1-7 現有機材リスト(マウント・マクル研究所)

	農業機械名	仕様	メーカー名	調達年	状態
1	乗用トラクター	75 HP	John Deere	2019年	稼働中
2	乗用トラクター	81 HP	Massey Ferguson	2006年	故障
3	カーゴトラック	3トン	Isuzu	2006年	故障
4	ディスクプラウ	3 ディスク	Baldan	2015年	稼働中
5	ディスクハロー	オフセットタイプ	Tunden	2015年	稼働中
6	刈払機(モウワー)		BPI	2015年	故障
7	播種機		Baldan	2015年	稼働中
8	リッパ		BPI	2015年	稼働中
9	コーンシェラー		BPI	2015年	故障
10	トレーラー	3トン	不明	2015年	稼働中
11	ブームスプレヤー		BPI	2015年	稼働中
12	石灰散布機		BPI	2015年	稼働中

マンサ研究所が、現在保有している主な農業機械と状態を表 2-1-8 に示す。マンサ研究所は、主要稲作地域に位置しているが、キャッサバの主要生産地域でもあるため、UKAid（英国援助資金）の協力による CAMAP（Cassava Mechanization and Agroprocessing Project）によりキャッサバ生産用の農業機械が整備されている。稲研究についても、主要な分野として位置づけ、試験研究が実施されているが、現時点では、フラスコ、シャーレ等の実験器具を除き、イネ研究用機材をほとんど有していない。

表 2-1-8 現有機材リスト(マンサ研究所)

	農業機械名	仕様	メーカー名	調達年	状態
1	乗用トラクター MF385	85 HP	Massey Ferguson	不明	稼働中
2	乗用トラクター(2台)MF440	82 HP	Massey Ferguson	不明	故障
3	キャッサバプランター		PRANTI CENTER	不明	稼働中
4	キャッサバカルチベータ		PRANTI CENTER	不明	稼働中
5	トレーラー(2台)	3トン	BPI(南ア)	不明	稼働中
6	乗用トラクター 6015	80 HP	TAFE(インド)	2019年	稼働中
7	ディスクプラウ	3 ディスク	Baldan(インド)	2019年	稼働中
8	ディスクハロー	オフセット、16 ディスク	Baldan(インド)	2019年	稼働中
9	ロータリーティラー		SHAKTIMAN(インド)	2019年	稼働中
10	刈払機(モウワー)		SHAKTIMAN(インド)	2019年	稼働中
11	水田車輪	1 セット	BPI	2019年	稼働中
12	籾摺精米機 SB-30(2台)	1,100 kg/h	晶谷(JINGGU)	不明	故障

(2) 建築施設

マウント・マクル研究所は、ZARI 職員の研究者・技術者がコメ栽培に係る研究・研修活動を行うために十分な機材や施設がない状況である。このため、本事業の目的である研修やコメ栽培に必要な機材を格納する稲処理施設や農業機械車庫を新たに建設する必要がある。マウント・マクル研究所構内の東側には、世界銀行の支援により建設したカンファレンス・ホールが研修に利用可能であることから、これを活用する計画とし、新たに研修用の講堂は建設しない。

マンサ研究所もマウント・マクル研究所と同様に、稲処理施設や農業機械車庫を新たに建設する必要がある。さらに、マウント・マクル研究所のように既存の研修用の講堂がないため、講堂を含む稲研修施設を建設する必要がある。

(3) 土木施設

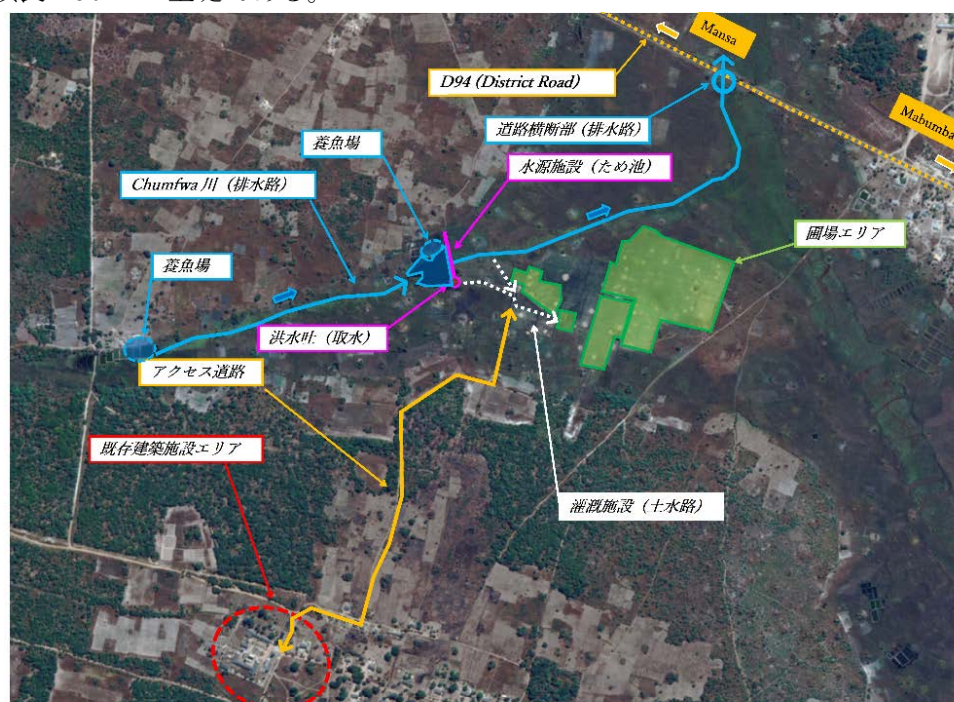
マンサ研究所及び種子生産ほ場の現況施設位置図を図 2-1-4 に示す。

マンサ研究所は、南緯 11 度 22 分から 25 分、東経 28 度 92 分～96 分に位置し、東西方向に約 300 m、南北方向に約 300 m の約 451 ha の敷地を有する。研究所の種子生産ほ場と水源施設（ため池）は Mansa 川の 3 次河川である Chumfwa 川の中流部に位置する。マンサ研究所の地形は、Chumfwa 川に沿って南西から北東に傾斜し、既存建築施設エリア（標高 1,230 m）から種子生産ほ場（標高 1,205 m）まで緩やかな勾配（2%）の既存アクセス道路がある。ため池上流には、ZARI 官舎の生活用水用のため池と養魚場がある。Chumfwa 川は、研究所の北側を東西に走る Mansa-Samfya 道路（D94）を横断し、約 4 km 下流で Mansa 川に合流する。

水源施設であるため池施設は 1960 年代に築造された施設を 2017 年に MOREDeP の先行技プロであるコメ普及支援プロジェクトで堤体の嵩上げ、洪水吐、取水施設の改修を行っている。現状の堤体は、堤高 2.8 m、堤頂長 150 m の土堤である。

マンサ研究所のほ場は、研究所内の耕作可能地を順次整備してきたもので、一部のほ場はため池からの余水を土水路で導水して灌漑水として利用しているが、ほとんどのほ場は天水により作付を行っている。

マンサ研究所の種子生産ほ場関連施設の現地調査結果を表 2-1-10 に示し、現地調査結果から判明した土木施設の現状と課題を表 2-1-9 に示す。



出典：衛星画像を基に調査団作成

図 2-1-4 マンサ研究所既存施設配置概要図

表 2-1-9 種子生産ほ場の現状と課題

対象施設	現状と課題	備考
水源施設 (ため池)	<ul style="list-style-type: none"> ・2018 年にため池の嵩上げ工事(1.0 m → 2.8 m)を実施したが、ため池容量が小さく乾期でも満水状態となる。 ・ため池洪水吐の流下能力が小さく、堤体の余裕高もない。 ・サイホン式取水施設は故障し、かつ取水水位が低く、ほ場に灌漑できない。 	
灌漑水路	<ul style="list-style-type: none"> ・ため池洪水吐の越流水を土水路で取水しているが、取水操作ができない。 	
ほ場	<ul style="list-style-type: none"> ・ほ場の一部が洪水吐からの越流水で灌漑しているが、残りは天水田で水管理ができない。 	
排水	<ul style="list-style-type: none"> ・排水不良で大雨時に冠水する 	
アクセス道路	<ul style="list-style-type: none"> ・雨期には研究所からほ場まで車両によるアクセスができない 	

表 2-1-10 マンサ研究所の種子生産ほ場の現地調査結果

施設	現地調査結果	写真
1. 水源施設 堤体	<p>余裕高不足: 洪水時の堤体の余裕高となる現況の F.W.L (洪水吐天端標高)と堤頂標高の差は 80 cm 前後である。2018 年の堤体嵩上げは、100 cm の余裕高をもって計画・施工されたとのことであるが、施工後 4 年を経過し、現状で 20 cm 不陸がみられ、部分的に堤防高が低くなり、余裕高不足が確認された。</p>	
堤体	<p>堤体からの漏水: 堤体下流の右岸、中央部、左岸の 3 箇所から少量の漏水が確認された。右写真に示す堤体右岸下流からの漏水量が最も多く、この箇所は現況の堤体施工時に特に入念に施工が行われたが、工事後も少量の漏水がみられるため堤体下流に沿って排水溝が設置されている。漏水量は、許容漏水量(60 L/min/100m)未満で構造上問題はないが、嵩上げ工事を行う際は、ベンチカット等による基礎面の処理などに配慮する必要がある。</p>	
洪水吐	<p>洪水吐の流下能力不足: 現況の洪水吐は、越流部にコンクリート枠が設置され枠内が捨石で護床された構造で、越流堰長 20 m の自然流路式の洪水吐である。改修時は、洪水吐下流側の捨石と高低差により流路が形成されていた。しかし、現状の洪水吐下流は、右写真に示すように土砂吐下流の落差が小さいため土砂の堆積により水生植物が繁茂し、洪水吐流下能力が著しく低下している。</p>	

施設	現地調査結果	写真
堤体	<p>ため池の容量不足： 右写真は、現地調査時(2021年12月)のため池洪水吐からの越流状況を示す。同年は、雨期が例年より著しく遅れ、無降水の期間が続いた渇水時であった。 無降水が続いたことから、ため池への流入量は、基底流量(最小流量)に相当するとみなせるが、右写真に示すように洪水吐から越流する状態が継続していることから、ため池の貯水容量は流域及び降水量に対して著しく小さいものと推測できる。</p>	
取水施設	<p>取水施設の故障と取水不足： 2018年に技術協力プロジェクトの支援によるため池嵩上げと併せて取水施設の新設が行われている。新設された取水工は、サイホン形式による取水であるが、サイホンの注水口の故障により取水ができない状況である。また、取水工下流に接続する水路の標高が低く、仮に現状の取水工を改修したとしても現況の種子生産ほ場に水が掛からないという根本的な問題がある。</p>	
2. 灌漑水路 取水口	<p>取水管理不能： 洪水吐からの越流水を取水している。構造上、取水操作・管理ができないため、ほ場に必要な灌漑水の供給と水量の調整をできない状況である。</p>	
3. ほ場	<p>現況灌漑水田： 右写真にため池からの用水を利用した栽培試験ほ場を示す。 栽培試験ほ場など現況ほ場の一部は、ため池から用水を利用した灌漑が行われ、技術協力プロジェクトの協力・支援の下、計画的にコメ栽培・試験研究が行われている。 しかし、前述のようにため池の貯水容量不足や取水操作不能などの理由により、ほとんどのほ場は天水田となっており、灌漑水田は限定的な範囲・面積に制限されている。</p>	
	<p>現況天水田： 右写真に現況天水田の耕作前の状況を示す。 雨期前にプラウで耕起、ハローで碎土し栽培の準備を行っている。 マンサ研究所のほ場は、計画的に区画整備されたものではなく、研究所内の栽培可能なエリアを散発的に順次整備してきたものである。 安定的な種子生産、研究・研修活動を実施するためには、降雨量や降雨時期の変動等の気象条件に左右される天水田ではなく、灌漑排水機能を備えた基盤整備が必要である。</p>	

施設	現地調査結果	写真
4. 排水	<p>降雨後の滞水による排水不良： ほ場内の洪水状況の湛水状況をヒアリングで確認した。ため池下流の中央排水路は約 200 m 掘削され、年に 3 回維持管理が行われている。右写真に維持管理された中央排水路の状況と洪水時の湛水面を示す。 この湛水面は、下写真に示すように中央排水路周辺のほ場面での湛水深で 5～20 cm の範囲であり、中央排水路の排水不良による湛水は水稲栽培に大きな影響を与えるものではないと考えられる。</p>	
道路横断部	<p>排水のネックとなる道路横断部の状況： 中央排水路は、下流の幹線道路 D94 を口径 1,350 mm のヒューム管 5 本で横断している。道路横断部は、上下流の地形条件から排水流下上のネックとなっているものと推定される。 右写真は、道路横断の上流部の状況で、青破線が降雨時の水位、赤破線がヒアリングによる最高水位を示す。降雨時の水位は、標高 1,199.5 m 程度であり、周辺の地形条件から雨期の多くの期間は同標高で滞水しているものと推測される。</p>	
5. アクセス道路	<p>ZARI 研究所からほ場のアクセス道路状況： 現況のアクセス道路は、有効幅員 2.0 m から 3.0 m のラテライト舗装である。雨天時には路面の一区間が泥濘化し、車両の通行に支障を来しているとのことである。 本事業で導入する農業機械の走行やほ場での研修時にスムーズにアクセスできるように、全天候型のアクセス道路に改良する必要がある。</p>	
ほ場周辺の農道	<p>ほ場周辺の農道の状況： ほ場へアクセスするほ場周辺の農道は、ほ場の一般作業員が順次整備し、現状で 2 箇所のアクセス道路が整備されている。農道の整備は、人力作業で周辺の砂質土を掘削・盛り立てて施工されている。 現状でも車両の通行など最低限の機能は満足しているが、路床部に軟弱地盤が存置していることや、道路周辺の承水路の整備が為されていないなどの課題があるため、長期的に安定したアクセス機能を確保することが望ましい。</p>	

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) マウント・マクル研究所

1) 道路

建築施設の計画地は北側で ZARI 私道（アスファルト舗装）と接道し、東側、西側及び南側は ZARI 所有敷地に面する。一般道から計画地までの道路は、工事用車両の走行に問題はない。

2) 電気・水道

受電設備は、ZARI とザンビア電力供給会社 (Zambia Electricity Supply Corporation、以下「ZESCO」と称す) の契約で、現在、マウント・マクル研究所エリア北側の一般公道反対側に 11 kV から 380/220 V, 50 Hz へ降圧する 500 kVA の変圧器が設置されている。

給水設備は、主に同研究所西側のマウント・マクル周辺井戸及び高架水槽である。本事業の計画地西側に建設されたカンファレンス・ホールは、東側の井戸から給水している。

(2) マンサ研究所

1) 道路

ザンビア国の道路網は、国家間を結ぶ幹線道路 (Trunk Roads: T)、幹線道路とディストリクト道路を接続する主道路 (Main Road: M)、ディストリクト (郡) 間を結ぶディストリクト道路 (District Road: D)、その他、郡内の道路としてのアクセス道路 (Access Road: アーバン道路、フィーダー道路 (プライマリー、セカンダリー)) に区分される。

マンサ市街地は、ルアプラ州の中南部の M3 号線と M13 号線、D94 号線との交差部に位置している。D94 号線

(Mansa-Samfya 道路) は、東側方面の Samfya を経由し、幹線道路 T2 号線にて首都ルサカへ至る。

建築施設の計画地は東及び南側で ZARI 私道（ラテライト舗装）と接道し、北側は既存研究所敷地の境界塀に面し、西側は ZARI 所有敷地に面する。D94 号線からマンサ研究所までの道路は、南に約 2.0 km（幅員 5.0 m）、東に 1.6 km（幅員 3.5 m）のラテライト舗装道路で接続し、工事用車両の走行に問題はない。

2) 電気・水道

受電設備は、ZARI と ZESCO の契約で現在、マンサ研究所エリアの北東角に 11 kV から 380/220 V, 50 Hz へ降圧する 100 kVA の変圧器が設置されている。

給水設備は、同研究所エリア用井戸及び高架水槽、職員住宅エリア用井戸及び高架水槽、キャッサバ処理施設用井戸及び高架水槽である。



2-2-2 自然条件

2-2-2-1 気象

ザンビアは南緯 9～18 度、東経 23～24 度に位置しており、国土の大部分は海拔 1,000～1,350m の高原である。国土の大半は亜熱帯気候に属する。季節は大きく 3 つに分けられ、5 月～8 月は低湿乾燥、9～10 月は高湿乾燥、そして 11 月～4 月は雨期に区別される⁵。

(1) マウント・マクル

首都ルサカの気象状況は、月平均の最高気温は 23℃～32℃、月平均の最低気温は 10℃～18℃、年間の平均総雨量は 838 mm、月ごとの平均降雨量（11 月～3 月）は、80 mm～220 mm の範囲であり、5 月～9 月はほとんど雨が降らない。

表 2-2-1 ルサカの気象状況

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計/平均
雨量(mm)	217	177	85	48	16	7	0	0	4	21	79	184	838
最高気温(℃)	26.7	26.8	27.2	26.6	25.4	23.7	23.3	26.3	29.8	31.5	30.4	27.5	27.1
最低気温(℃)	17.3	17.0	16.8	15.2	12.8	10.9	10.4	12.5	15.7	18.0	18.3	17.6	15.2
日照時間(hr)	5.6	6.5	7.2	8.7	8.8	9.1	9.4	10.0	9.6	9.5	8.0	6.3	8.2
湿度(%)	78	79	75	67	60	58	54	48	41	46	57	71	61
風速(m/s)	3.4	3.7	4.3	5.1	5.1	5.2	5.8	6.0	6.5	6.5	5.2	4.3	5.1

出典：調査団作成(マウント・マクル研究所近傍のルサカ空港観測所の収集データ(1990 年 1 月～2019 年 12 月の 30 年間)の平均値を月別に整理)

(2) マンサ

マンサ郡の気象状況は、月平均の最高気温は 26℃～33℃、月平均の最低気温は 9℃～17℃、年間の総雨量は 1,182 mm、月ごとの平均降雨量（11 月～3 月）は、120 mm～260 mm の範囲にあり、5 月～9 月はほとんど雨が降らない。

表 2-2-2 マンサの気象状況

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計/平均
雨量(mm)	259	227	202	49	23	0	0	1	13	36	122	252	1,182
最高気温(℃)	27.6	27.9	28.0	27.9	27.6	26.3	26.2	28.3	31.3	32.5	30.6	27.9	28.5
最低気温(℃)	17.0	16.8	16.7	15.3	12.6	9.2	8.7	10.7	13.8	16.5	17.1	17.0	14.3
日照時間(hr)	4.8	5.1	5.9	7.7	9.6	10.0	10.3	10.3	9.6	8.1	6.8	5.0	7.8
湿度(%)	80	79	79	74	67	62	58	52	46	49	65	78	66
風速(m/s)	2.2	2.2	2.2	2.8	3.2	3.4	3.6	4.4	4.9	4.5	3.4	2.6	3.3

出典：調査団作成(マンサ空港観測所の気象データ(1990 年 1 月～2019 年 12 月)の欠測値を除く全データの平均値を月別に整理)

2-2-2-2 水文



マンサ研究所のため池は、Mansa 川の三次河川である Chumfwa 川に位置し、ため池流入地点の流域面積は 6.0 km² である。流域最遠点からため池流入部までの流路長は 3,500 m、高低差は 35 m で、地形勾配は平均して 1% (1/100) である（水文の概況は「2-2-3-3 水文調査・解析」を参照）。

⁵ 社団法人国際農林業協働協会「ザンビアの農林業(2008 年)」

2-2-2-3 地形・地質

ザンビアの地質は、先カンブリア時代からのさまざまな岩と地層で構成されており、Mansa 川流域全体は、主に火山岩と花崗岩から構成される Bangweulu ブロックに位置する。

広域的な地質図⁶によると、マウント・マクル研究所は Pd5、マンサ研究所は Pu7 の地質に分布している。図 2-2-2 に両研究所の地質図と地質特性を示す。

マウント・マクル研究所	マンサ研究所
	
<p>基岩: Pd 5 (Dissected plateau) 傾斜: 5-16% 表層: 乾燥した暗褐色で砕けやすい細かいローム質と粘性土、及び腐植土から構成される。 表層下: 細かいロームと粘土質の土層が分布し、深さとともに粘土質の割合が増加する。</p>	<p>基岩: Pu 7 (PLATEAU flat to gently undulating) 傾斜: 0-5% 表層: 水はけが良く、黄色がかつた赤～強い茶色の細かいローム質と粘性土から構成される。 表層下: 適度に水はけが良い粘土質の層が分布し、深い層は水はけが悪い粘性土分布する。</p>

出典: Exploratory Soil Map of Zambia を基に調査団編集

図 2-2-2 マウント・マクル研究所(左)とマンサ研究所(右)の地質概況

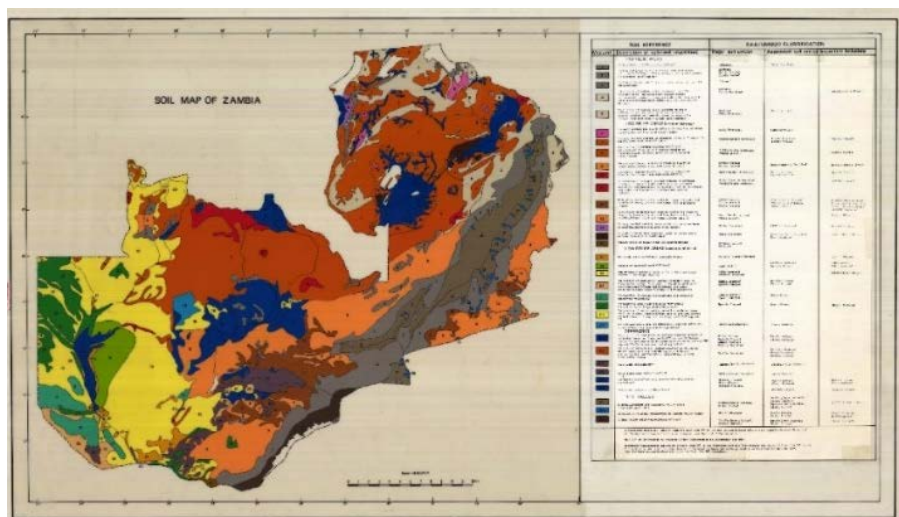
2-2-2-4 土壌

ザンビア国は、アフリカ大陸中南部一帯に分布するマメ科植物が優占する疎開林(ミオンボ林)が分布し、マンサは年降水量が 1,000 mm を超過することから湿性ミオンボに区分される。

マンサの土壌は、酸性岩に由来する濃い赤から茶色がかつた色の粘性土及びローム質の土壌が分布している。FAO-UNESCO の世界土壌図の土壌単位 (Soil Unit) によると、マンサの土壌はフェラソル (Ferralsol) に区分される。フェラルソルは、一般的にラテライトとも呼ばれ、湿潤熱帯の熱と水の潤沢な気候条件下で生成される。この土壌は赤・黄、あるいは灰色の色調をもち、熱帯・亜熱帯地域の古くて安定した緩斜地形面に分布する。主に石英・カオリン・遊離酸化物・有機物で構成されているが、深さ別の性質の変化は非常に緩慢で、層位の境界ははっきりしない。この土壌は風化が深くまで進行して土層が深い。比較的透水性が良いので耐食性は高い。⁷

⁶ Exploratory Soil Map of Zambia, Scale 1:1,000,000, Author(s): Soil Survey Section Research Branch, Ministry of Agriculture, Zambia

⁷ 熱帯土壌概説(3) <https://www.jifpro.or.jp/cgi-bin/ntr/documents/NET0365.pdf>, Accessed 3rd October 2021



出典: https://esdac.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/EuDASM/Africa/images/maps/download/afr_zm20011_so.jpg

図 2-2-3 ザンビア国土壌図

ZARI マンサ研究所敷地内の土壌調査によると土壌タイプは、下表に示す 5 タイプに区分され、種子生産ほ場の造成予定地は、Luano が広く賦存する。

表 2-2-3 マンサ研究所敷地内の土壌区分

Soils	別名	別名	特徴
Kafulafuta ローム質砂	-	Ochruguox	丘陵地とダンボの間に分布。暗灰色から灰色のローム質砂/砂が表層に 6～12 inch 厚で分布。その下に白色系の砂/ローム質砂が 16-24 inch で分布。表層を除き有機質や栄養素の少ない土壌である。16-24 inch 以深は、弱い～中位の砂質粘土ローム/砂質粘土が分布する。
Konkola 砂質粘土ローム	Red Ferrallitic	Typic Haplustoxs	研究所の南西部、地形勾配 1%未満でみられる透水性は中位の赤い粘土。表土は暗赤茶色/暗赤の砂質粘土ロームで 5-8 inch 厚。それ以深は、赤い砂質粘土/粘土。
Luano ローム質砂	-	-	Dambo の草地に覆われるエリアにみられ、黒/灰色のローム質砂/砂が 24 inch まで灰色の砂質粘土/粘土/砂質粘土ロームを覆っている。
Mufulira 砂質ローム	Yellowish-brown ferrallitic	Typic Haplustoxs	研究所内で最も広範にみられる土壌。透水性は中位で排水性は良く、粒径の小さいラテライト、石英のレキが 72 inch まで分布する。耕起していない表土は、5-9 inch の暗赤茶の砂質ロームで乾燥時には柔らかい。
Nsato ローム質砂	Lithosol	Lithic Quartzi psammets	鉄鉱石の露頭を含む浅い土層で、ローム質砂/砂質ロームが 10 inch 以深のラテライトを覆っている。Kafulafura のや dambo の上流部で観られる。

出典: Detailed soil survey: Luapula regional research station, Mansa, Zambia を基に調査団作成編集

2-2-2-5 自然条件調査

建設予定地の自然条件を把握するために、表 2-2-4 に示す調査を現地再委託調査で実施した。

- ✓ 地形測量：現地状況や地形を把握するため、建築施設及び土木施設の建設予定地において平面測量・縦横断測量を実施した。
- ✓ 地質調査：現地の土質・地盤状況を把握するため、建設予定地のボーリング調査と室内土質試験、試掘調査、及び土取場候補地の試料の室内土質試験を実施した（調査結果は、資料 5 自然条件調査結果の概要を参照）。
- ✓ 水質調査：建築施設に供する雑用水の水源としての適否を判断するため、既設水源（井戸）の水質調査を実施した（調査結果は、表 2-2-10 を参照）。

- ✓ 水文調査：対象ため池の位置する Mansa 川の流域特性を把握するため、洪水排水解析、長期流出解析を実施した（調査結果は、3-2-4-3 水文調査・解析を参照）。

表 2-2-4 自然条件調査の調査項目と数量

	工種	施設名称	数量	備考
マウント・マクル研究所				
地形 測量	平面測量	建築建設予定地	7.7 ha	縮尺 1/500、0.5 m 等高線
	縦横断測量		1,200 m	
地質/ 地盤 調査	ボーリング調査	建築建設予定地	3 地点、30 m	深度 10 m×3 孔
	試掘調査	建築建設予定地	6 カ所	
	室内土質試験	建築建設予定地	3 カ所	含水比、粒度、密度、液性限界、塑性限界ほか
	水質調査	建築建設予定地	2 カ所	既存井戸からサンプリング
マンサ研究所				
地形 測量	平面測量	建築建設予定地 ため池上下流 アクセス道路	84.0 ha	縮尺 1/500、0.5 m 等高線
	縦横断測量	建築建設予定地 ため池上下流 灌漑水路 アクセス道路	16,795 m	
地質/ 地盤 調査	ボーリング調査	建築建設予定地	9 地点、90 m	深度 10m×9 孔
	水質調査	建築建設予定地	2 カ所	既存井戸からサンプリング
	ボーリング調査	既存堤体	4 地点、25 m	標準貫入試験、土質試験、透水試験
		建築建設予定地	11 カ所	
	試掘調査	ほ場計画地	10 カ所	
		アクセス道路	10 カ所	
		建築建設予定地	9 カ所	含水比、粒度、密度、液性塑性限界ほか
	室内土質試験	既存堤体	5 カ所	含水比、粒度、密度、液性塑性限界
		ほ場計画地	10 カ所	
		土取場(既存地区外)	5 カ所	含水比、粒度、密度、液性塑性限界、締固め試験、透水試験
土取場候補地		10 カ所	含水比、粒度、密度、液性塑性限界 内、5 カ所で締固め試験、透水試験を実施	
CBR 試験	アクセス道路	10 カ所		
	土取場候補地	5 カ所		
水文 調査	洪水排水解析	ため池、Mansa 川	1 式	Mansa 川流量観測所を基点とする排水解析 - Chumfwa 川流域の地形・土地利用状況調査 - HEC-RAS モデルによるピーク流出解析
	長期流出解析	ため池、Mansa 川	1 式	- NAM モデルによる長期流出解析

調査地点ごとのボーリング調査結果の概要を表 2-2-5 に示す（調査結果は、資料 6 自然条件調査結果概要を参照）。

表 2-2-5 ボーリング調査の結果概要

調査位置	調査結果概要
マウント・マクル研究所 建築施設建設予定地	表土は有機質を含む 0.2~0.3 m の厚さで、その下に 3.0 m 程度までの深さで粘性土もしくは砂質土が分布。いずれも N 値 30 以上が確認されており、低層の建築物の基礎支持地盤としては十分な地耐力を有する。
マンサ研究所 建築施設建設予定地	地表面下 3 m 程度までは粘性土でも N 値 20 以上が確認されており、低層の建築物の基礎地盤として十分な地耐力を有する。それ以深も N 値 20 以上が確認されており基礎地盤として問題はない。
マンサ研究所 ため池改修予定地	堤体中央の盛土部の N 値は 20 以上の締まった状態で、深度 3~4 m の築造前の基礎地盤も N 値 30~50 以上ある。堤体左岸の調査孔では 4 m 以深に N 値 6~7 のやや軟弱な層が確認されているが、嵩上げしても堤高 4 m のフィルダムの基礎としては問題ない。

2-2-2-6 コーンペネトロメータ試験結果

マンサ種子生産ほ場においてコーンペネトロメータ試験を実施し、(1)農業機械の走行性、(2)表土厚さ、(3)農道路床の置換え厚の検討を行った。測線は計画農道の南北方向に沿って概ね 50 m 間隔で測定した。測定位置を図 2-2-5 に、測定したコーン指数を図 2-2-4 に示す。なお、測定時のほ場条件は、降雨前の乾燥した状態で、ディスクハローによる碎土が行われた状態であった。

(1) 農業機械の走行性

表層 10 cm 以深でトラクターの走行に必要な 200 kN/m^2 以上の強度が確保されており、機械化による地耐力は乾燥状態では問題ない。

(2) 表土厚さ

表層から 0-10 cm はコーン指数が小さく、10-20 cm はほぼ同じ値を示し、20 cm 以深でコーン指数が上昇する傾向を示している。これより、耕うんされ表土として扱われている厚さは 20 cm 程度と推測できる。

(3) 農道の置換え厚

ダンプトラックの走行に必要なコーン指数 ($1,200 \text{ kN/m}^2$) は、部分的に軟弱な箇所 (No.1、No.6、No.15) を除き、A-A 測線で 60 cm、B-B 測線では 40 cm~60 cm、C-C 測線では 40 cm、D-D 測線では 40 cm の深さで確認されている。これは、試掘調査で確認した砂層の深さ (平均 50 cm) と同程度である。これより深さ 50 cm の砂層まで置換えすることで農道のトラフィアビリティを確保できることが判る。

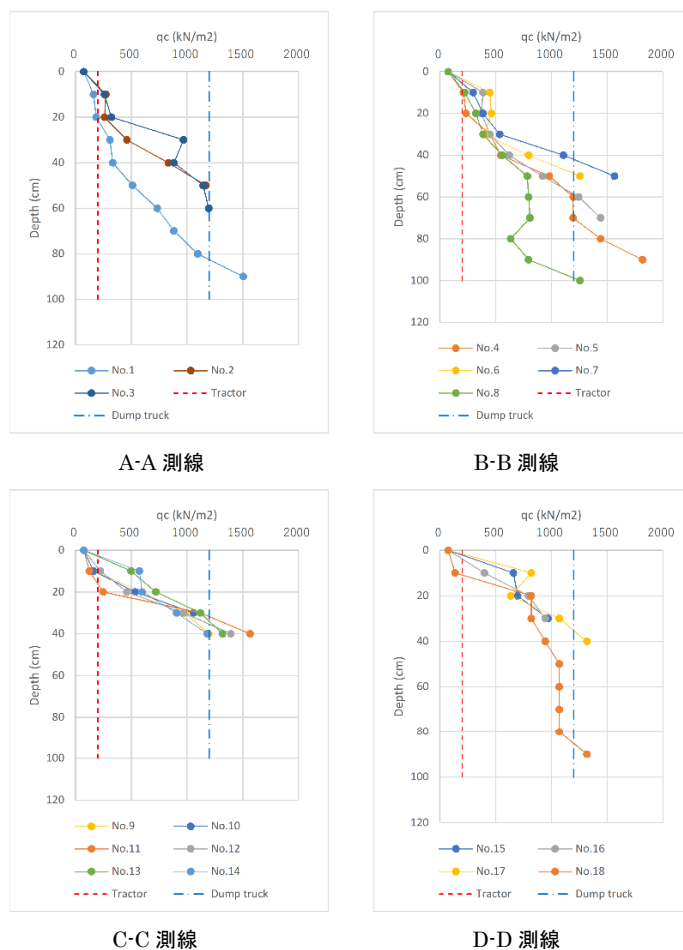


図 2-2-4 コーンペネトロメータ測定結果(マンサほ場)



出典：衛星画像を基に調査団作成

図 2-2-5 コーンペネトロメータ測定位置図

2-2-3 環境社会配慮

2-2-3-1 環境影響評価

(1) 環境社会配慮に係る基本方針

本事業は、国際協力機構環境社会配慮ガイドライン（2010年4月公布、以下「JICAガイドライン」）の「カテゴリ B」に分類されているため、初期環境影響評価（Initial Environmental Examination: IEE）レベルにおける環境社会配慮調査を相手国等と共同で行い、環境社会影響を回避・軽減するための対策やモニタリング計画の整備を検討する。環境影響評価は先方政府負担事項であるため、本調査団は、環境影響評価調査の実施、並びに環境許認可の取得に係る実施機関（MoA/ZARI）に対する技術的な支援を行う。

本事業は、基本的に既存農業研究所内での改修工事であるため用地取得は想定されないが、マンサ研究所におけるため池堤体嵩上げによるため池の水位上昇が、周辺の農地に影響を及ぼすことが想定されるため、ザンビア国土地関連法及び JICA ガイドラインに基づき、必要な調査を実施する。

(2) 環境社会配慮に影響を与える事業コンポーネント

1) 事業コンポーネント

環境社会影響を与える事業コンポーネントは、本報告書の「3-1 プロジェクトの概要 3-1-2 事業概要」、及び「3-1-3 主要コンポーネント」を参照。

2) 事業対象地域

事業対象地域は、ザンビア国ルサカ州チランガ郡に位置する ZARI マウント・マクル研究所及び、ルアプラ州マンサ郡の ZARI マンサ研究所である（巻頭図を参照）。

(3) 環境影響評価

1) 環境影響評価の範囲

環境影響評価の範囲は、各研究所における研修用施設建設予定地、及び灌漑施設改修予定地とその周辺を想定した。

2) ベースとなる環境及び社会の状況

I. 自然環境

i) 保護区

ザンビア国における保護区として、20カ所の国立公園をはじめ、555カ所の森林保護区等 641カ所が指定されている（このうち8カ所がラムサール条約登録湿地）。事業対象地周辺に位置する国立公園及び森林保護区は、マウント・マクル研究所とは市街地を挟んでおよそ 10 km、マンサ研究所とは直線距離にして 10～25 km 離れていることを確認した（図 2-2-6）。また、ザンビアには 42カ所の重要な生物多様性保全地域（Key Biodiversity Area: KBA）と 42カ所の重要野鳥生息地（Important Bird Area: IBA）が登録されているが、いずれも事業対象地のチランガ郡及びマンサ郡には存在しないことを確認した。

表 2-2-6 に事業対象地周辺の保護区の概要を示す。ルサカ州の Lusaka National Park はザンビア国内で 20 番目に登録された国立公園で、シロサイ、キリン、ウォータールバック等の大型哺乳類を

含む約 1,000 種の動物が生息する。ザンビアの森林保護区は、主要な集水域と生物多様性の保護を目的とした National Forest と地域住民による持続可能な利用を目的として設置された Local Forest に分類されるが、ルアプラ州の事業対象地域周辺の 2 カ所はどちらも Local Forest である。

出典: <https://www.zambiatourism.com/destinations/national-parks/lusaka-national-park/>, <https://chm.cbd.int/api/v2013/documents/8F86A493-48A2-D09D-DDBD-355A6B5D599E/attachments/207446/Reclassification%20Conservation%20Plan%20-%20FINAL.pdf>, Accessed on May 13, 2022, KBA: <https://www.keybiodiversityareas.org/kba-data2>, IBA: <http://datazone.birdlife.org/country/zambia/ibas>, Accessed on 17 June 2022



図 2-2-6 各研究所と保護区の位置関係

出典: World Database on Protected Areas (WDPA) <https://www.protectedplanet.net/country/ZMB> を基に作図

表 2-2-6 事業対象地域の保護区

Name	Designation	Region	Status Year	Reported Area
Lusaka National Park	National Park	Lusaka	2009	69.0 km ²
Lukangaba	Forest Reserve	Luapula	1966	71.63 km ²
Chimimba Hills	Forest Reserve	Luapula	1976	283.0 km ²

出典: <https://www.zambiatourism.com/destinations/national-parks/lusaka-national-park/>, accessed on 13 Apr 2022

ii) 絶滅危惧種（レッドリスト）

IUCN（国際自然保護連盟）レッドリストに掲載されているザンビアにおいて確認されている絶滅危惧種（CR：絶滅寸前+EN：絶滅危惧+VU：危急）及び準絶滅危惧種（LR/nt: Lower Risk/nt を含む NT: Near Threatened）の数は下表に示すとおり。

表 2-2-7 レッドリスト登録動植物の数

レッドリスト区分	哺乳類	鳥類	爬虫類	両生類	魚類	軟体動物	無脊椎動物	植物	菌類・藻類	計
CR+EN+VU	13	22	4	0	25	12	1	52	0	129
NT (LR/nt)	11	14	2	1	5	4	5	20	0	62

出典: <https://www.iucnredlist.org/statistics>, Table 5: number of threatened species in each major taxonomic group by country in Sub-Saharan Africa, Table 6a, Table 6b (Accessed on 11 January 2022)

事業対象地の動物相及び植物相は(6) 環境社会配慮調査結果 10. 生態系で後述する。

iii) 気象（2-2-2-1 参照）

iv) 地形・地質（2-2-2-3 参照）

v) 汚染対策項目（大気質・騒音・水質）

事業対象地における汚染対策項目の測定値を入手することが困難だったため、参考までに The Weather Channel (Web サイト)でチランガ郡及びマンサ郡の大気汚染物質の値を確認した結果と、過去にルサカ市内の道路沿い 5 カ所で測定された騒音レベルを表 2-2-8、表 2-2-9 に示す。

水質についても過去にルサカ州及びルアプラ州で測定された結果を表 2-2-10 に示す。なお、事業対象地における汚染対策項目の調査結果は 2-2-3-1(6)にて後述する。

表 2-2-8 チランガ郡とマンサ郡の大気汚染物質

	Chilanga, Lusaka	Mansa, Luapula	Zambia Emission Limits
PM2.5 (µg/m ³)	11.51	8.55	15µg/m ³ (12 months)
PM10 (µg/m ³)	1.05	12.57	70µg/m ³ (24 hours)

出典: The Environmental Management (Licensing) Regulations, 2013

<https://weather.com/en-ZA/forecast/air-quality/1/791bf7f17083f8ad1c4e21586b1a4e87434d4d5f47bbcc4a6dc389da5f0aa97a>, <https://weather.com/en-ZA/forecast/air-quality/1/530a30489f414e92eda5f0caf271218285d460ded3abbdc342ae0f9f5ec6ec1c>

表 2-2-9 ルサカ市内の騒音レベル

Sampling point	Noise level dB(A)		
	Morning	Noon	Afternoon
(1)	71.6	68.6	62.8
(2)	45.2	47.8	48.0
(3)	58.9	59.3	57.8
(4)	67.5	69.5	58.9
(5)	59.8	55.1	59.3

出典: The Study on Comprehensive Urban Development Plan for the City of Lusaka in the Republic of Zambia, Environmental and Social Considerations Study for the Inner Ring Road Project, March 2009

表 2-2-10 ルサカ州及びルアプラ州の水質調査結果

Parameter	Unit	ルサカ州 *1	ルアプラ州 *2	WHO 飲料水基準 *3	ザンビア飲料水基準 *4
pH	-	7.63	6.89	-	6.5-8.0
Turbidity	NTU	N/A	Clear	5	5
Conductivity	µs/cm	N/A	12.4	-	1500
Temperature	°C	23.47	23.8	-	-
Colour	TCU	N/A	Clear	15	15
Taste	-	N/A	Non	-	一般に不快感を与えない
Odor	-	N/A	Non	-	一般に不快感を与えない
Hardness	mg/l	188.39	Nil	-	500
Boron	mg/l	1.23	<0.02	0.5	-
Ammonia	mg/l	3.09	<0.01	1.5	-
Sulphate	mg/l	29.48	N/A	250	400
Chloride	mg/l	19.15	5.0	250	250
Nitrite (N-NO ₂)	mg/l	0.24	0.001	3	1.0
Nitrate (N-NO ₃)	mg/l	19.10	<0.01	50	10
Magnesium	mg/l	32.06	2-5	-	150
Calcium	mg/l	54.63	Nil	-	200

出典: *1) Nachiyunde et al., Evaluation of portable water in five provinces of Zambia using a water pollution index, African Journal of Environmental Science and Technology Vol. 7(1), pp. 14-29, January 2013, *2) ザンビア共和国第三次ルアプラ州地下水開発計画準備調査報告書 (2014), Well water in Milenge, *3) WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, *4) Zambian Standard (First Revision) DRINKING WATER QUALITY, The Environmental Managing (Licensing) Regulations, 2013

vi) 土地利用状況

ルアプラ州は、州面積の 65%に当たる 327 万 ha の森林被覆面積を有し、居住地、耕作地を除くと草地、森林、湿地が 9 割を占める。ルサカ州の森林面積は 140 万 ha で、州面積の 55%を占める。各州における土地被覆の内訳及びマップを以下に示す。

表 2-2-11 ルサカ州及びルアプラ州の土地被覆

	ルサカ州		ルアプラ州		(参考)土地被覆分類の概要
	面積(ha)	占有率	面積(ha)	占有率	
居住地	44,651	1.8%	46,231	0.9%	Settlements: 都市部や地方の町など人口密度が高い居住エリア
耕作地	459,080	18.0%	461,644	9.1%	Cropland: 農作物栽培に利用されている土地
草地	611,473	24.0%	838,800	16.6%	Grassland: 草地で覆われた放牧地、平野、ダンボ(浅い沼地)、河川や水路沿いのくぼ地
森林	1,409,189	55.2%	3,269,517	64.7%	Forest land: 自然林・人工林で覆われた土地(0.5 ha に対して 5 m 以上の高さの樹木の林冠が閾値 10%を満たす)
湿地	21,023	0.8%	434,426	8.6%	Wetland: 浸水地(地表水を含む)沼地や湿地、平野等、多年草に覆われている可能性もある
その他	5,329	0.2%	6,290	0.1%	砂や岩など自然の裸地や土壌で覆われた不毛地
総面積	2,550,745	100%	5,056,908	100%	

出典: Integrated Land Use Assessment Phase II (2011-2016). Forestry Department, Ministry of Lands and Natural Resources, FAO. Dec 2016

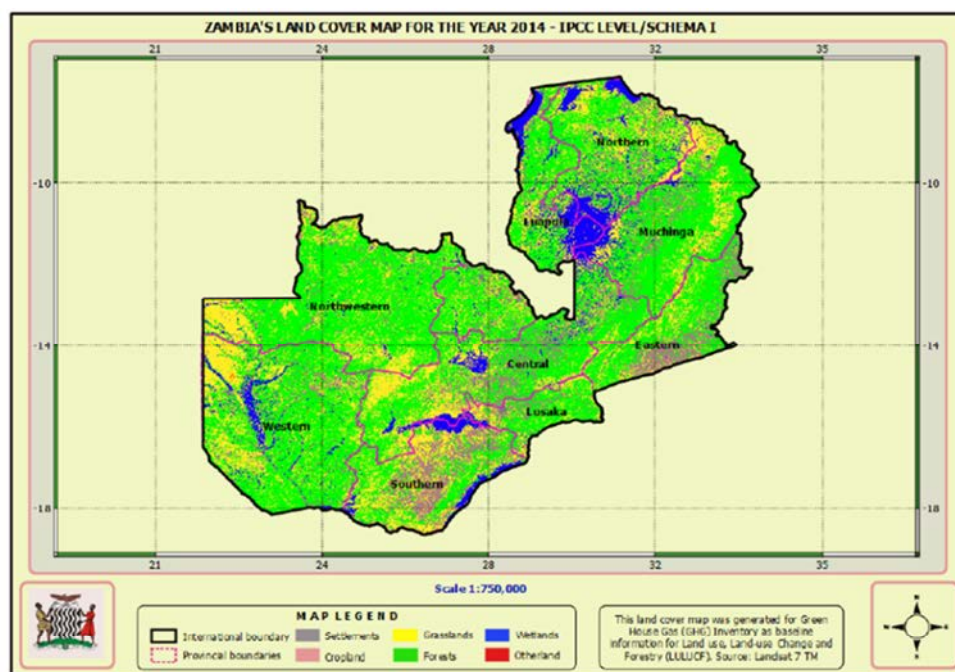


図 2-2-7 ザンビアの土地利用状況

出典: Integrated Land Use Assessment Phase II (2011-2016). Forestry Department, Ministry of Lands and Natural Resources, FAO. Dec 2016, Figure 10: The 2014 land cover map

II. 社会環境

i) 人口

マウント・マクル研究所はルサカ市の南に隣接するルサカ州チランガ郡に位置する。一方のマンサ研究所は、ルアプラ州の州都マンサ郡に位置する。事業実施地域（州・郡）の人口、人口密度、人口増加率を下表に示す。ただし、チランガ郡は2012年にルサカ州カフエ郡から分離したため、2010年のザンビア国勢調査及び人口推計のデータベースにチランガ郡としてのデータが存在しないことから、カフエ郡のデータを掲載する。

2020年の人口推計から作成した両郡の人口ピラミッドを図 2-2-8 に示す。ともに三角形を形成しており、15歳未満の人口が占める割合は、カフエ郡で43%、マンサ郡で47%、30歳以上の人口が占める割合は、カフエ郡で30%、マンサ郡で25%だった。

表 2-2-12 事業対象地域(州・郡)における人口と人口密度

	カフエ郡		マンサ郡		ルサカ州		ルアブラ州	
	2000年	2010年	2000年	2010年	2000年	2010年	2000年	2010年
男性(人)	77,001	121,321	90,211	106,148	705,778	1,080,152	387,825	467,613
女性(人)	73,216	121,433	90,732	111,455	685,551	1,118,844	387,528	491,363
合計(人)	150,217	242,754	180,943	217,603	1,391,329	2,198,996	775,353	958,976
人口増加率(年)	—	4.9	—	1.9	—	4.7	3.2	2.1
人口密度(人/km ²)	—	25.8	—	22.0	—	100.4	—	19.0
世帯数	—	—	—	-	—	456,957	—	204,749

出典: Population and Demographic Projections, <https://zambia.opendataforafrica.org/ZMPHC2015/population-and-demographic-projections-2011-2035>

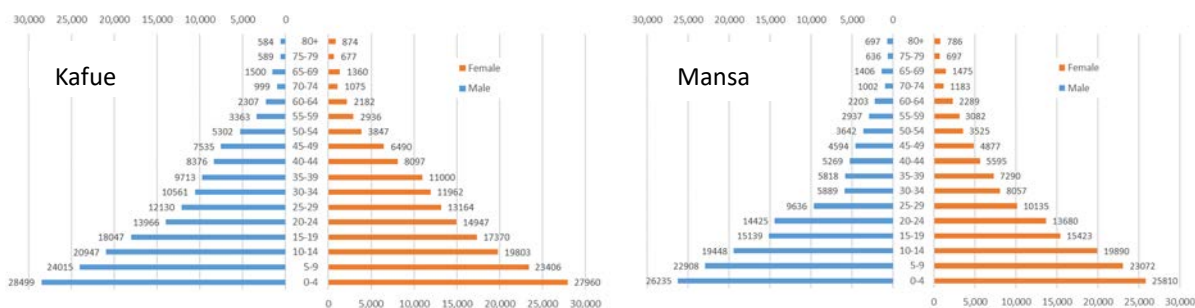


図 2-2-8 カフエ郡及びマンサ郡の人口ピラミッド

出典: Population and Demographic Projections, 2011-2035 の 2020 年推定人口を基に JST が作図 <https://zambia.opendataforafrica.org/ZMPHC2015/population-and-demographic-projections-2011-2035>

下表に両州の労働人口を纏めた。労働可能年齢人口（15歳以上）に占める就業者の割合は、ルサカ州では全国平均よりも高い水準だが、ルアブラ州では就業者の割合が男性20%、女性9%で、全国平均よりも低い水準であり、失業率は全国平均よりも高かった。

表 2-2-13 ルサカ州及びルアブラ州の労働人口

	労働可能年齢人口※1		就業者		労働可能年齢人口に占める就業者の割合	
	男性	女性	男性	女性	男性	女性
ルサカ州	924,294	1,056,557	558,519	393,756	60.4%	37.3%
ルアブラ州	329,056	356,556	67,043	32,162	20.4%	9.0%
全国	4,599,358	5,106,743	1,811,243	1,183,910	39.4%	23.2%
	労働力人口※2		失業者		失業率※3	
	男性	女性	男性	女性	男性	女性
ルサカ州	607,258	436,794	48,739	43,038	8.0%	9.9%
ルアブラ州	78,149	39,725	11,106	7,563	14.2%	19.0%
全国	2,059,965	1,363,521	248,722	179,611	12.1%	13.2%

※1:15歳以上の人口 ※2:労働可能年齢人口から就業不可の者、就業を希望しない者等を除いた人口 ※3:労働力人口に占める失業者の割合 出典: 2019 Labour Force Survey Report

ii) 保健

➤ 新型コロナウイルス感染症（COVID-19）

下図はザンビア国内でこれまでに確認された COVID-19 感染者の推移である。2021 年 6 月～7 月にかけて第 3 の感染拡大のピークが観察され、その後収束したものの、オミクロン変異株の出現により、2021 年 12 月に再び感染拡大の傾向が確認された。

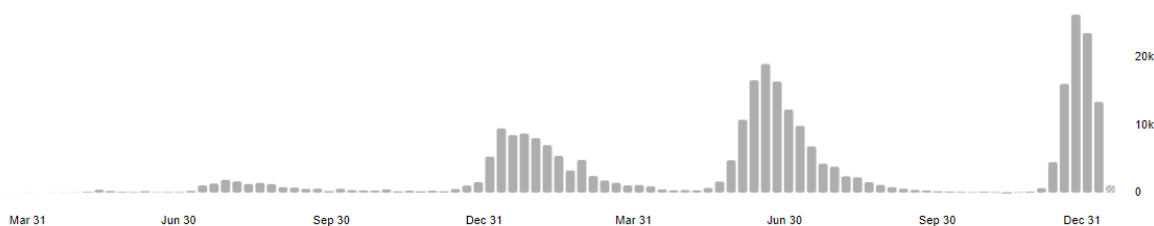


図 2-2-9 ザンビアにおける報告日別 COVID-19 新規陽性者数の推移

出典: <https://covid19.who.int/region/afro/country/zm>, Accessed 18 January 2022

2022 年 1 月 17 日時点の 1 日あたりの COVID-19 陽性者は 1,104 名（1 週間あたりは 13,228 名）で、それまでに確認されたザンビア国内における COVID-19 陽性者は 296,132 名、死者は 3,860 名に上る。なお、ワクチン接種済みの人口割合は 8% である。

出典: ジョンスホプキンス大学 Coronavirus Resource Centre <https://coronavirus.jhu.edu/region/zambia>, Accessed 18 January 2022

➤ その他の感染症（マラリア、下痢症、HIV）

2014 年の保健統計によると、ルアブラ州のマラリア罹患率は、人口 1,000 人あたり 790 人で、全国平均の 2 倍近くに上る。HIV 罹患率は男性よりも女性で高い割合を示すが、特にルサカ州の女性の罹患率は 19% で高い水準を示している。

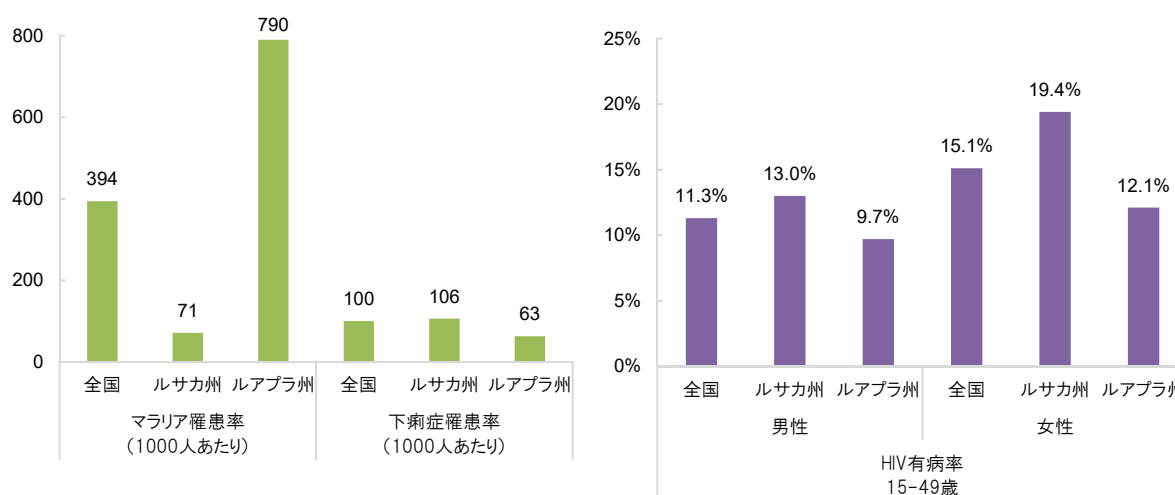


図 2-2-10 その他の感染症の罹患率・有病率

出典: Central Statistical Office of Zambia/ Health Statistics 2014 <https://zambia.opendataforafrica.org/alrbodc/health-statistics-2014> (Accessed on 1 Sep 2021) を基に作図

iii) 教育

2010 年ザンビア国勢調査によると、小学校就学率（7～13 歳人口の 1～7 年生に在籍する割合）は 71.6%、中等学校就学率（14～18 歳人口の 8～12 年生に在籍する割合）は 45.5% だった。男女間では就学率に大きな差はみられないが、都市部と農村部の就学率は小学校、中等学校ともに差

があり、特に、農村部の中等学校就学率は、都市部の 1/2 程度である。ルアプラ州の就学率は、全国平均よりもやや低い水準を示しており、小学校就学率は 64%、中等学校就学率は 36% だった。また、15 歳以上の識字率は、ルサカ州 93.5%、ルアプラ州 77.9% だった。

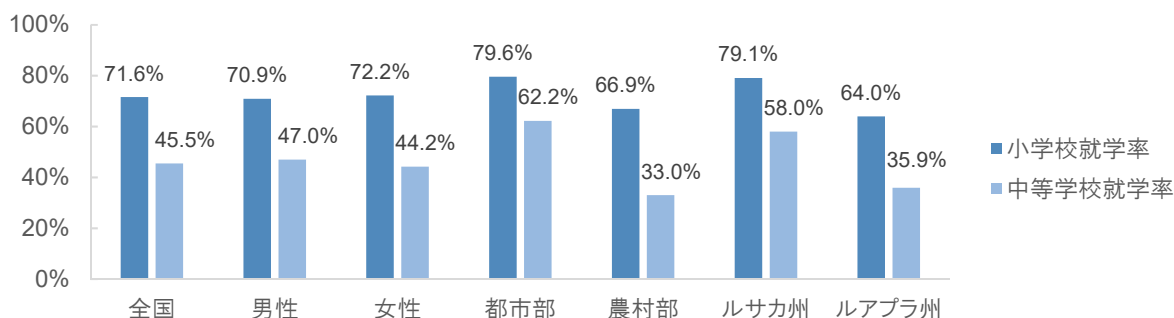


図 2-2-11 ルサカ州及びルアプラ州における就学率

出典: 2010 Census of Population and housing-National Analytical Report を基に作図

3) 相手国の環境社会配慮制度・組織

I. ザンビア国における環境社会配慮に係る法的枠組み

i) 政策及び計画

- Vision 2030 : ザンビアの国家長期開発計画。2030 年までに i) ジェンダーに配慮した持続可能な開発、ii) 民主主義、iii) 人権の尊重、iv) 伝統と家族の価値、v) 仕事に対する前向きな姿勢、vi) 平和的共存、vii) 官民連携の原則に支えられた、社会経済的な公正の価値を具現化する機会を提供する中所得国を目指すもの。環境社会配慮に関連性の高いセクターのビジョンと達成目標は以下のとおり。

表 2-2-14 環境社会配慮関連セクターのビジョンと達成目標

セクター	ビジョン	達成目標
土地	2030 年までに持続可能な社会経済開発のための、土地への安全、公平かつ衡平なアクセスと管理を目指す	<ul style="list-style-type: none"> ● 社会経済開発のために土地が生産的に利用される ● 女性、男性、障がい者が社会経済開発のために、生産的な土地に公正なアクセスができる
ジェンダー	社会経済開発におけるジェンダー平等の実現	<ul style="list-style-type: none"> ● 教育・訓練・開発に係るジェンダー不平等の削減 ● 土地の取得・所有による女性の経済的地位の向上
雇用・労働	持続的な完全雇用を目指す	<ul style="list-style-type: none"> ● 90%の労働人口が、労働法が順守され保護された環境で働く
環境・自然資源	持続可能な社会経済開発のための、生産的な環境と、適切に保全された自然資源の実現	<ul style="list-style-type: none"> ● 80%の廃棄物が回収され輸送される ● 統合的なライセンス制度を開発する ● 90%の産業廃棄物が環境法に準拠して処分される

- 第 7 次国家開発計画（Seventh National Development Plan: 7NDP, 2017-2021）：長期国家計画 Vision 2030 の実現のための 5 カ年の社会経済開発計画。鉱業、観光、農業等による持続可能な成長と社会経済的変革のための、多様で回復力のある経済を生み出すことを目標とする。
- 第二次国家農業政策（Second National Agricultural Policy: S-NAP, 2016）：持続的な農業開発を促進する環境を提供し、農業セクターの発展を促すために策定。持続可能な農業の多様化、商業化、民間部門の参加、包括的農業の成長を促進する枠組みを示したもの。
- 国家環境政策（National Policy on Environment: NPE, 2007）：環境及び自然資源を破壊しない

経済成長の達成を目指し、効果的な天然資源の利用と環境保全のための効果的な枠組みを示す。環境影響評価については以下の指針が示されている。

- EIA は、公的及び民間部門の開発が環境的に健全で持続可能であり、環境への影響が早期に認識され、プロジェクトの設計及び実施において考慮されることを保証するために必要とされる。
 - EIA は生物物理的影響だけでなく、社会的、経済的、政治的、文化的条件の観点から環境への影響を評価すること。
 - EIA において社会的・環境的に負の影響が懸念される全ての活動について、緩和計画が必要。
 - 緩和計画又はその他の方法で決定された活動には、検査、記録管理、及び監視を含む環境モニタリングが必要。
- 国家森林政策（National Forest Policy: NFP, 2014）：あらゆる形態の森林の持続的管理による森林資源及び森林サービスの向上、気候変動影響の緩和、収入機会の創出、貧困削減、雇用創出及び生態系の保全を目指す。森林面積の増加による森林伐採及び劣化面積の削減、統合的な参加型森林管理、改正法の施行及び民間投資による炭素貯留の改善を目標とする。
- 第二次国家生物多様性戦略及び行動計画（Zambia’s Second National Biodiversity Strategy and Action Plan: NBSAP-2, 2015-2025）：「2025年までに生物多様性の価値の評価、保全、回復、ワイズユース、生態系サービスの管理、健全な環境の維持、かけがえのない利益を全てのザンビア国民及びコミュニティに届ける」ことをビジョンとして掲げ、ザンビアにおける生物多様性の現状を分析した上で、5つの戦略的目標と重要業績評価指標（Key Performance Indicators: KPI）を設定している。
- 国家雇用・労働市場政策（National Employment and Labour Market Policy: NELMP, 2018）：NELMP2005の実施を通じて確認された成功と課題を基に策定。ザンビア経済が直面する失業の課題に対する対応策を講じ、包括的な成長と貧困の削減に貢献する。インフォーマルセクターとその雇用を段階的に正規化し、国家の生産性を高め、基本原則の尊重を促進、労働における権利を強化するもの。
- 国家気候変動政策（National Policy on Climate Change, 2018）：Vision 2030を達成するための持続可能な開発に向けた、気候変動レジリエンスと低炭素開発の道筋を確かなものとするための気候変動プログラムを協調的に実施する枠組みを示す。

ii) ザンビア国における環境社会配慮に係る法制度

ザンビアにおける環境社会配慮に関連する既存の法制度及びザンビアが批准している国際条約を以下に示す。

表 2-2-15 環境社会配慮に係る法律・規制・条約

分野	名称	概要
環境	● The Environmental Management Act, 2011	✓ 環境管理機構(ZEMA)の役割を規定 ✓ 大気質、水質、廃棄物による汚染を禁止
	● The Environmental Management Act (Licensing) Regulations, SI 112 of 2013	✓ 大気・排水等の汚染物質の排出規制上限値や有害廃棄物とその処分に係る手続き等
	● The Solid Waste Regulations and Management Act, No.20 of 2018	✓ 廃棄物の持続可能な規制と管理、廃棄物サービス業者等の許認可と機能を規定 ✓ 処分場施設の規制・運営・維持、料金設定等
	● The Water Resource Management Act, 2011	✓ 水資源管理機構の役割 ✓ 水資源とその生態系の保護・管理、ダム建設や井戸掘削等の水資源開発や利用に係る許認可等の法的手続き

分野	名称	概要
環境影響評価	<ul style="list-style-type: none"> The Environmental Impact Assessment Regulations, SI 28 of 1997 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 環境影響評価手続きを規定
地域開発・土地利用	<ul style="list-style-type: none"> The Urban and Regional Planning Act, 2 No.3 of 2015 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 都市・地域開発計画の枠組み、ガイドライン・体制、プロセスを規定。
	<ul style="list-style-type: none"> The Local Government Act, No.2 of 2019 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 地方行政の機能、責任、サービス分権化の実現、地方レベルにおける人々の意思決定への参加と統制を確保。
	<ul style="list-style-type: none"> The Land Act, No.27 of 1995 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 土地行政、土地権利の譲渡、処分、変更について規定
生態系	<ul style="list-style-type: none"> Zambia Wildlife Act, 2015 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 国立公園・鳥獣保護区等における禁止行為等を規定
文化/自然/歴史遺産	<ul style="list-style-type: none"> The National Heritage Conservation Commission (NHCC) Act, 1986 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 歴史・文化・自然遺産、記念建造物や記念品を定め、開発行為の禁止について規定
雇用	<ul style="list-style-type: none"> The Employment Code Act, No.2 of 2019 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 人の雇用、サービス契約に基づく雇用と契約の形式・執行について規定
	<ul style="list-style-type: none"> The Employment of Young Persons and Children Act, No.13 of 1994 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 事業における雇用方針、手順、規範。子どもや若年者の雇用を規制
労働安全・衛生	<ul style="list-style-type: none"> The Factories Act, 1999 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 工場やその他職場で働く人々の安全、健康、福祉に関する雇用条件を規制 ✓ 安全確保のための工場・機械の検査・点検について規定
	<ul style="list-style-type: none"> The Workers Compensation Act, No.10 of 1999 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 業務上の事故・疾病による労働者の補償を規定
	<ul style="list-style-type: none"> The Occupational Health and Safety Act, No.36 of 2010 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 職場の安全衛生委員会の設置、労働者の健康・安全・福祉を規定。 ✓ 事業・労働者の活動から生じる健康・安全リスクからの外部の人々の保護を規定。
公衆衛生	<ul style="list-style-type: none"> The Public Health Act, No.22 of 1995 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 疾病の予防と抑制、公衆衛生に関連する事項の一般的な規制
	<ul style="list-style-type: none"> The Public Health (Infected Areas) (Coronavirus Disease 2019) Regulations, 2020 (Statutory Instrument 22 of 2020) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 新型コロナウイルス感染症に係る規制
ジェンダー	<ul style="list-style-type: none"> The Gender Equity and Equality Act, No.22 of 2015 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 男女の公平・平等及び社会における両性の統合のため、あらゆる領域において措置を講じ、戦略的決定を行うことを定めた法律
国際条約・協定等	<ul style="list-style-type: none"> Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (1981) Vienna Convention (1990) Montreal Protocol (1990) Ramsar Convention (1991) Convention on Biological Diversity (1993) United Nations Framework Convention on Climate Change (1993) United Nations Convention to Combat Desertification (1996) Cartagena Protocol (2004) Kyoto Protocol (2006) Stockholm Convention (2006) Paris Agreement (2016) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約(CITES) ✓ ウィーン条約(オゾン層保護) ✓ モントリオール議定書(オゾン層) ✓ ラムサール条約(湿地保全) ✓ 生物多様性に関する条約 ✓ 気候変動に関する国際連合枠組み条約 ✓ 砂漠化対策条約 ✓ 生物多様性に関する条約のバイオセーフティに関するカルタヘナ議定書 ✓ 気候変動に関する国際連合枠組み条約の京都議定書 ✓ 残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約 ✓ パリ協定

出典: Access information on Multilateral Environmental Agreements, <https://www.informea.org/en/countries/zm/party-status> (Accessed on 22 Dec 2021)

II. ザンビア国における環境影響評価制度と手続き

環境保護・汚染管理規制（環境影響評価）（Environmental Protection and Pollution Control (Environmental Impact Assessment) Regulations, 1997）の施行により、ザンビアに環境影響評価制度が導入された。事業が環境に与える影響の程度に応じて環境事業概要書（Environmental Project Briefs: EPB）提出対象事業又は環境影響評価書（Environmental Impact Statement: EIS）提出対象事

業に区分される。

EPB は JICA における初期環境影響評価（Initial Environmental Examination: IEE）に相当する。EPB は環境への影響が低い第一種の分類に該当する事業の実施者に作成が求められる。ただし、第一種事業に該当しなくても環境管理機構（ZEMA）が必要と判断した場合や、既存事業の拡大等の場合も提出が求められる。EPB 提出が必要とされる第 1 種分類の事業について、ダム・河川・水資源分野、農業分野の事業の要件を環境保護・汚染管理規制（環境影響評価）より抜粋して以下に示す。なお、EIS は環境に重大な負の影響を及ぼすことが想定される事業（第 2 種分類）に適用される。

Dams, Rivers and Water Resources	
(a)	Dams and barrages: covering a total of 25 ha or more（総面積 25 ha 以上のダム）
(b)	Exploration for, and use of, ground water resources including production of geothermal energy: water to be extracted to be more than 2 million cumecs m ³ /s（揚水量 200 万 m ³ /秒以上の地下水利用）
(c)	Water supply-reservoir surface area 50 m ² or more（表面積 50 m ² 以上の水資源事業）
Agriculture	
(a)	Land clearance for large scale agriculture（大規模農業のための土地開墾）
(b)	Introduction and use of agrochemicals new to Zambia（新規農薬の導入）
(c)	Introduction of new crops and animals especially exotic ones new to Zambia（新規作物品種・家畜品種導入）
(d)	Irrigation schemes covering an area of 50 ha or more（灌漑面積 50ha 以上の灌漑施設）
(e)	Fish farms-production of 100 tonnes or more a year（年間生産量 100トン以上の魚養殖）
(f)	Aerial and ground spraying-industrial scale（空中散布、地上散布）

本事業は ZEMA によるスクリーニングの結果、EPB の提出を必要とする。ただし、事業対象地がルサカ州チランガとルアプラ州マンサの 2 カ所に分かれており、距離も大きく離れ、それぞれの地域特性が異なることから、事業対象地ごとに EPB を作成・提出し、審査を受けることを求められた。

ザンビアにおける環境影響評価（EPB）の審査手順は下図に示すとおり。

事業提案者 (ZARI)	環境審査機関(ZEMA)
(Step 1) 事業提案書の提出又は環境影響評価の要否の確認	← スクリーニング
(Step 2) ドラフト EPB 報告書の提出	← レビュー・フィードバック
(Step 3) 必要に応じて修正	← レビュー・フィードバック
(Step 4) アセスメントフォーム作成	
(Step 5) EPB 報告書の提出(6 部) 審査費用 12,999.90ZMW の支払	
(Step 6) 関係省庁への照会とコメント取付け	
(Step 7) ZEMA 検査員によるサイト確認調査の実施	
(Step 8) ZEMA 審査委員会による審査	
(Step 9) 審査結果(承認(場合によって条件付き)、延期、却下)の決定	
(Step 10) 審査結果の決定文書の発行	

図 2-2-12 EPB 審査手順

EIS の申請では、Step 1 のスクリーニングの後に、スコーピング案及び TOR 案の提出・審査が求められるが、EPB においてはスコーピングの実施、TOR の作成は必要とされない。また、EIS では Step 8 の前にパブリックヒアリングの実施が求められる。EPB 報告書（最終版）を提出後、関係省庁へ照会され、コメントを受け付ける。その後、ZEMA により審査され、審査結果のレターが発出される。EPB 審査に要する日数は 40 日とされているが、レター発出まで 2~3 カ月を要するものと見込まれる。EPB の審査費用は 1 件あたり 12,999.90ZMW（約 90,000 円、2022 年 1 月 JICA 精算レート ZMW1=6.93254 円で換算）である。

本事業の EPB はオンライン申請され、ZEMA による審査が行われた。審査結果の決定文書は、ZEMA から ZARI に発出される。

III. ザンビア国における環境社会配慮に係る制度と JICA 環境社会配慮ガイドラインの比較

表 2-2-16 ザンビア国環境社会配慮制度と JICA 環境社会配慮ガイドラインの比較結果

対象事項	JICA 環境社会配慮ガイドライン	ザンビア国制度	ギャップの有無及び対処方針
基本的事項	プロジェクトを実施するに当たっては、その計画段階で、プロジェクトがもたらす環境や社会への影響について、できる限り早期から、調査・検討を行い、これを回避・最小化するような代替案や緩和策を検討し、その結果をプロジェクト計画に反映しなければならない。(JICA ガイドライン、別紙 11)	(国家環境政策：NPE - 7.4.2.1 Guiding Principles) (a)環境影響評価は公共及び民間の開発計画が環境的に健全で持続可能なものであり、環境への影響が早期に認識され、プロジェクトの設計や実施において考慮することを確かなものとするため実施が必要とされる。	両者の基本原則は概ね一致している。
情報公開	環境アセスメント報告書(制度によっては異なる名称の場合もある)は、プロジェクトが実施される国で公用語又は広く使用されている言語で書かれていなければならない。また、説明に際しては、地域の人々が理解できる言語と様式による書面が作成されなければならない。 環境アセスメント報告書は、地域住民等も含め、プロジェクトが実施される国において公開されており、地域住民等のステークホルダーがいつでも閲覧可能であり、また、コピーの取得が認められていることが要求される。(JICA ガイドライン、別紙 2)	該当する記載は見当たらない。 環境審査機関に提出された書類 (EPB、EIS、TOR、パブリックコメント等) は全て公共の文書であり、審査機関は要望する者に対してアクセスを許可すること。(EIA 規制)	環境影響評価報告書に用いる言語については特段言及されていないが、ザンビア国の公用語である英語を用いる。 両者に大きな相違はない。
住民協議	- 特に、環境に与える影響が大きいと考えられるプロジェクトについては、プロジェクト計画の代替案を検討するような早期の段階から、情報が公開された上で、地域住民等のステークホルダーとの十分な協議を経て、その結果がプロジェクト内容に反映されていることが必要である。(JICA ガイドライン、別紙 1、社会的合意 1) - 環境アセスメント報告書作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、地域住民等のステークホルダーと協議が行われ、協議記録等が作成されていないなければならない。 - 地域住民等のステークホルダーとの協議は、プロジェクトの準備期間・実施期間を通じて必要に応じて行われるべきであるが、特に環境影響評価項目選定時とドラフト作成時には協議が行われていることが望ましい。(JICA ガイドライン、別紙 2 カテゴリ A に必要な環境アセスメント報告書)	EIA 規制: Part III 8. (2) 事業実施者は TOR 策定時に住民の意見を取り入れることができるよう、(政府機関、地方自治体、NGO や地域の組織、関心のある/影響を受ける人々を巻き込んだ)住民協議を開催し、環境影響評価と EIS 作成の範囲を決定する。 EIA 規制: Part III (1) 事業実施者は EIS 提出前に、事業の影響を受ける住民の意見を聞くために必要な措置を講じること。(2) 住民の意見を聞く際、事業実施者は、(a)事業の影響について、地域住民が理解できる言語で、一定の間隔で 15 日以上、メディアを通じて広報すること、(b)(a)の後に協議を開催し、事業についての情報提供と住民の意見を聞くこと。 NPE (f) 環境影響評価は公開され、それに対するパブリックコメントが求められ、考慮されなければならない。	ザンビア国 EIA 規則では EPB プロセスにおいてステークホルダー協議の実施は必須ではないが、JICA ガイドライン及びザンビア国の EIS で求められる要件を考慮し、EPB スコーピング段階とドラフト報告書の段階において住民協議を開催する。

対象事項	JICA 環境社会配慮ガイドライン	ザンビア国制度	ギャップの有無及び対処方針
影響評価対象項目	<p>- 環境社会配慮に関して調査・検討すべき影響の範囲には、大気、水、土壌、廃棄物、事故、水利用、気候変動、生態系及び生物相等を通じた、人間の健康と安全及び自然環境への影響（越境の又は地球規模の環境影響を含む）並びに以下に列挙する様な事項への社会配慮を含む。非自発的住民移転等人口移動、雇用や生計手段等の地域経済、土地利用や地域資源利用、社会関係資本や地域の意思決定機関等社会組織、既存の社会インフラや社会サービス、貧困層や先住民族など社会的に脆弱なグループ、被害と便益の分配や開発プロセスにおける公平性、ジェンダー、子どもの権利、文化遺産、地域における利害の対立、HIV/AIDS等の感染症、労働環境(労働安全を含む)。(JICA ガイドライン、別紙 1、検討する影響のスコープ 1)</p> <p>- 調査・検討すべき影響は、プロジェクトの直接的、即時的な影響のみならず、合理的と考えられる範囲内で、派生的・二次的な影響、累積的影響、不可分一体の事業の影響も含む。また、プロジェクトのライフサイクルにわたる影響を考慮することが望ましい。(JICA ガイドライン、別紙 1、検討する影響のスコープ 2)</p>	<p>EPB/EIS Format:</p> <ul style="list-style-type: none"> - EPB 様式で記載が求められる項目は、気候、大気質、地質、水文地質、地形、土地利用、建築物、騒音・振動、生態系(動物相、植物相、鳥類) - EIS 様式の項目は上記に加え、歴史的・文化的環境、社会経済的状況(ジェンダー平等、伝統的・宗教的規範、脆弱性(社会的弱者)、移転や補償の必要性)が含まれる。 - NPE(c)環境影響評価は生物物理的な影響に限らず、社会的、経済的、政治的、文化的な観点からも環境への影響を考慮すること。 - EIS 様式の要件:影響評価は、正/負、直接的/間接的、短期的/長期的、影響規模(範囲)から評価すること、影響が及ぶ頻度・期間・深刻さ・範囲を組み合わせることで影響の大きさを評価することが求められる。 	<p>ザンビア国 EIA 規則では EPB プロセスにおいてスコーピングと TOR の設定は求められていないが、JICA ガイドラインのカテゴリ B 報告書作成要領に沿ってスコーピングと TOR の設定を行う。その際、環境チェックリスト:16、農業・灌漑・畜産を考慮する。</p>
モニタリング苦情処理等	<p>モニタリング結果を、当該プロジェクトに関わる現地ステークホルダーに公表するよう努めなければならない。(JICA ガイドライン、別紙 1、モニタリング 3)</p> <p>第三者等から、環境社会配慮が十分でないなどの具体的な指摘があった場合には、当該プロジェクトに関わるステークホルダーが参加して対策を協議・検討するための場が十分な情報公開のもとに設けられ、問題解決に向けた手順が合意されるよう努めなければならない。(JICA ガイドライン、別紙 1、モニタリング 4)</p>	<p>NPE(e)緩和策やその他文書で決められた活動に対して、検査、記録の保持、監視を含む環境検査の実施が求められる。</p> <p>EIA 規制:Part VII. 28. (5)監査は、許認可文書に添付された条件の実施にフォーカスし、(a)指定された対策が活動スケジュールに沿って実施されているか、(b)対策が期待される結果に達しているか、不備があれば対応策を提案しているか、についての結論を含めること。</p>	<p>モニタリング結果は実施機関が保管し、ステークホルダーの要望に応じて、閲覧可能な状態にする。</p>
生態系及び生態相	<p>プロジェクトは、重要な自然生息地又は重要な森林の著しい転換又は著しい劣化を伴うものであってはならない。</p>	<p>NPE 7.1.4.3 Strategies (e) 環境に重大かつ回復不能な損害を与える可能性のあるプロジェクトが進行しないよう、必要な措置を講じる。</p>	<p>両者に大きな相違はない。</p>
先住民族	<p>プロジェクトが先住民族に及ぼす影響は、あらゆる方法を検討して回避に努めなければならない。このような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補填するために、実効性ある先住民族のための対策が講じられなければならない。</p>	<p>該当する記載は見当たらない。</p>	<p>JICA ガイドラインに準拠する。</p>

IV. 関係組織（環境審査機関、その他関連機関）

i) ザンビア国環境管理機構（Zambia Environmental Management Agency: ZEMA）

ZEMA は 1992 年に設立された環境社会配慮に係る実施機関である。環境の管理、保護・保全、天然資源の持続可能な管理と利用、環境汚染・悪化の防止と制御、環境に係る意思決定への市民参加と情報アクセスの提供、監査及びモニタリング、国際協定や条約の実施の促進等を担う。組織図は下図に示すとおりで、オペレーション部門、計画・情報・研究部門、財務・執行部門、法務部門にそれぞれ局長、その下に部署ごとに、マネージャーが配置される。オペレーション部門は、環境評価、南部及び北部担当、天然資源・気候変動の 4 部署に分かれており、それぞれ主席調査官、上級調査官、調査官、技術者が配属している。

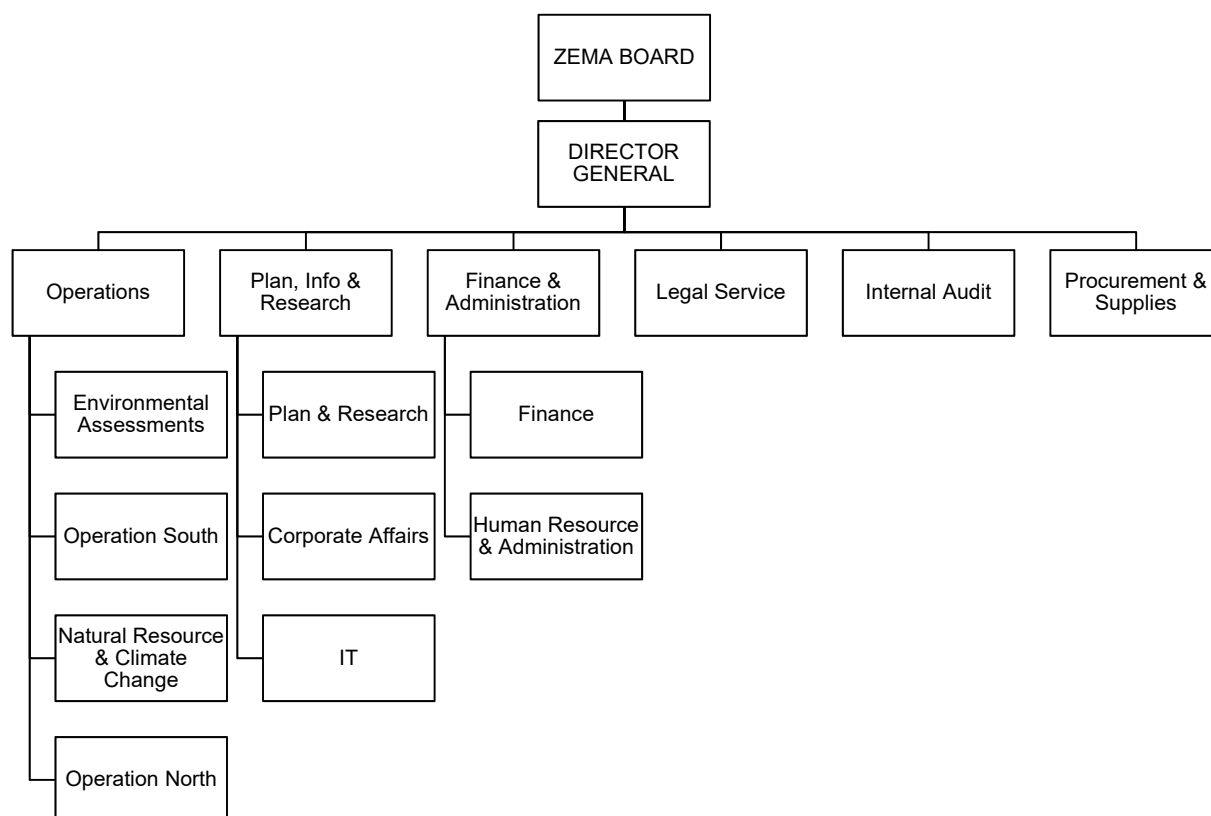


図 2-2-13 ZEMA 組織図

出典: ZEMA より入手した資料を元に調査団作成

ii) ザンビア農業研究機構 (Zambia Agricultural Research Institute: ZARI)

ZARI は農業省傘下の研究機関であり、本事業の実施機関である。ZARI は事業実施機関として、ZEMA からの環境許認可の取得、補償の支払いが生じる場合には必要な補償費用の確保と支払い、環境許認可付帯事項（環境マネジメント計画、モニタリング計画）の履行が求められる。

下表に ZARI において近年実施された環境影響評価実績を示す。ZARI は、世銀やアフリカ開発銀行等による開発プロジェクトにおける EIS の実施経験を有していることから、本事業で求められる一連の手続きについても一定の理解はあるものの、住民移転計画（RAP: Resettlement Action Plan）の実績は乏しいため、本準備調査の中で技術的支援が必要と考えられる。

表 2-2-17 ZARI における EIA の実績

Project	Donor	Progress	Type of EIA	Compensation	Approval
APPSA (Kabwe, and all provinces in Zambia Except Muchinga Province)	World Bank	Completed	EIS (no RAP)	N/A	Approved
World Bank Conference Hall Development (Chilanga District) *Part of APPSA	World Bank	Completed	EIS (no RAP)	N/A	Approved
Cashew Infrastructure Development Project (CIDP)	African Development Bank	On going	EIS (no RAP)	N/A	Approved
Developing Smallholder Strategies for FallArmyworm (FAW) Management in Southern Africa	Norwegian Agency for Development Cooperation	On going	EIS (no RAP)	N/A	Approved

出典: ZARI への聞き取りを元に調査団作成

iii) その他の環境社会配慮に関連する機関

- ✓ 土地所有権の申請・承認：Ministry of Lands and Natural Resources/ Lands & Deeds Department, Survey Department
- ✓ 天然資源：Ministry of Mines and Minerals Development, Mines Department
- ✓ 国立公園・管理保護区・野生動物：Ministry of Tourism and Arts, Department of National Parks & Wildlife (Zambia Wildlife Authority)
- ✓ 自然・文化・歴史遺産：National Heritage Conservation Commission (NHCC)

(4) 代替案（プロジェクトを実施しない案を含む）の比較検討

代替案の検討に際しては、技術的視点、経済効果、自然環境及び社会環境への影響、施工期間、工事費の観点から総合的な評価を実施した。マウント・マクルとマンサにおける研修施設建設予定地の代替案比較検討結果を以下に示す。

表 2-2-18 代替案 1 マウント・マクル研修施設建設予定地


項目	案 A	案 B	案 C (プロジェクトを実施しない案)
概念図			
概要	既存カンファレンス・ホールの東側に隣接	ZARI 敷地ゲート入り口付近	何も実施しない案。
技術的 観点	樹木を伐採し、カンファレンス・ホールと同程度の高さに平準化する必要がある。	全体的に緩やかな傾斜があり、平準化が必要となる。	必要なし
経済効果	工事に伴う雇用機会の創出が期待される。	案 A と同様	雇用機会は発生しない。
自然環境	カンファレンス・ホール周辺の樹木の伐採が発生する。 供用時には既存の井戸を水源として利用できる。	樹木の伐採は発生しない、又は発生しても数本程度の見込みである。 供用時に利用できる水源がないため、新たに井戸を設置する必要がある。	影響なし
社会環境	住民移転:0 世帯 用地取得:発生しない ZARI 敷地内であり、既存のカンファレンス・ホールに隣接しており、セキュリティを確保できる。	住民移転:0 世帯 用地取得:発生しない 敷地境界付近で、周辺に他の ZARI 施設が存在せず、機材の盗難等セキュリティ面で不安がある。	住民移転:0 世帯 用地取得:発生しない 影響なし
研修施設 としての機能面	既存カンファレンス・ホールを座学講義のための研修施設として利用する際、技術的な実習と組み合わせて効率的・効果的な研修実施が可能となる。	座学講義と技術的実習の実施場所が離れるため、研修実施の効率性がやや劣る。	技術的・実践的な研修は実施不可。
施工期間	標準的な施工期間で施工が可能である。	案 A と比べて井戸設置やセキュリティ追加のための期間が必要になる。	施工(0 日)
工事費	案 B と比べ、樹木伐採・整地に係る費用はやや高くなる。	案 A と比べて、井戸の新規設置、施設のセキュリティ確保のための費用(先方負担)が追加で必要となる。	必要なし
総合評価	推奨される	推奨されない	推奨されない

表 2-2-19 代替案 2 マンサ研修施設建設予定地

項目	案 A	案 B	案 C (プロジェクトを実施しない案)
概念図			
概要	既存研究所施設の南側	既存研究所施設の東側 (当初の建設計画地)	何も実施しない案。
経済効果	工事に伴う雇用機会の創出が期待される。	案 A と同じ。	雇用機会は発生しない。
自然環境	ZARI の研究用キャッサバ栽培畑に隣接。低木と草地が広がっている。	数本程度の樹木伐採が発生する見込みである。	影響なし
社会環境	住民移転:0 世帯	住民移転:0 世帯	住民移転:0 世帯
	用地取得:発生しない	用地取得:発生しない	用地取得:発生しない
	研究所施設の裏側のスペースで、他の利用目的は特になく空き地になっている。	ZARI 職員の居住エリアに隣接。住民のレクリエーション目的に活用されている。居住エリアに近い場合、工事中/稼働時の騒音・粉塵等の影響が懸念される。また、気象観測装置が設置されているため、装置の移設が必要となる。	影響なし
施工期間	標準的な期間	案 A と同じ	施工なし(0 日)
工事費	標準的な工事費	案 A に加え、樹木伐採と気象観測装置の移設のための費用が生じる。	必要なし
総合評価	推奨される	推奨されない	推奨されない

(5) スコーピング及び環境社会配慮 TOR

代替案比較検討を経て選定された推奨案に対し、現地調査の範囲を絞り込むため、スコーピングを実施した。影響項目の選定に当たっては、JICA 環境社会配慮ガイドラインにおける環境チェックリスト「16.農業、灌漑、畜産分野」並びに事前収集資料を参照し、工事前、工事中、供用時における環境及び社会への影響について検討した。併せて、スコーピングにおいて、多少の負の影響があると判断された項目について、想定される調査内容・方法を環境社会配慮調査の TOR として纏めた。スコーピング結果を表 2-2-20 に、TOR を表 2-2-21 に示す。

表 2-2-20 スコーピング結果

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	✓		工事中： 工事及び工事車両から排出される粉じんや排気ガスの一時的な影響が想定される。 供用時： 大気汚染を生じするような活動は想定されない。
	2	水質汚濁	✓	✓	工事中： 工事に伴い下流への濁水の排出や、コンクリート作業場周辺からの排水による水質への影響が懸念される。 供用時： 灌漑面積の増加に伴い、殺虫剤や殺菌剤等の農薬の使用量が増加し、水質への影響が懸念される。
	3	廃棄物	✓	✓	工事中： 既設構造物の撤去や移設に伴う廃棄物、掘削土等の発生が想定される。 供用時： 精米作業による廃棄物の発生が想定される。
	4	土壌汚染	✓	✓	工事中： 工用車両の整備に際して、オイル漏れ等による土壌汚染の影響が懸念される。 供用時： ほ場における農業機械からのオイル漏れ等による土壌汚染が懸念される。
	5	騒音・振動	✓	✓	工事中： 建設機械や工事に伴う騒音や振動の一時的な影響が懸念される。 供用時： 精米施設稼働による一時的な騒音が懸念される。
	6	地盤沈下			工事前/工事中/供用時： 大量に地下水を汲み上げるような作業は想定されない。
	7	悪臭			工事前/工事中/供用時： 悪臭を生じするような作業は想定されない。
	8	底質			工事前/工事中/供用時： 底質への影響は想定されない。
自然環境	9	保護区			工事前/工事中/供用時： 事業対象地周辺に保護区は確認されなかった。
	10	生態系	✓		工事中： スコーピング段階で負の影響が生じるかで判断できないため、事業対象地における IUCN 等のリストに登録された種の存在等、影響の程度について現地調査で確認する。 供用時： 貯水容量の改善に伴い、動物、鳥類、魚類、昆虫、植物等に対する水域環境が提供されることが期待される。
	11	水象			工事前/工事中/供用時： 水象への影響は想定されない。
	12	地形・地質			工事前/工事中/供用時： 地形や地質を大きく改変するような作業は想定されない。
社会環境	13	用地取得・住民移転	✓		工事前/工事中/供用時： ZARI 敷地の境界を確認し、プロジェクトの影響を受ける人 (PAPs) の存在の有無や、民間からの用地取得が発生しないことを確認する。
	14	貧困層	✓		工事前/工事中/供用時：(PAPs の存在が確認された場合)
	15	少数民族・先住民族			貧困層・少数民族・先住民族の有無について確認する。
	16	雇用や生計手段等の地域経済			工事中： 作業員としての地元農家に対する雇用機会の創出が期待される。また、作業員や運転手をはじめとする工事関係者が物やサービスを利用することにより、現場周辺の町における経済の活性化が期待される。 供用時： 灌漑施設の整備に伴い、安定的に優良種子が供給されることで、農家の優良種子へのアクセス改善が期待される。

分類	影響項目	評価※		評価理由
		工事前/ 工事中	供用時	
	17 土地や地域資源の利用	✓		工事中： ラテライト、コンクリート水路建設のための砕石、川砂等が利用される。 供用時： 土地や地域資源の利用への影響は想定されない。
	18 水利用			工事前/工事中/供用時： 周辺地域の水利用への影響は想定されない。
	19 既存の社会インフラや 社会サービス			工事前/工事中/供用時： 既存の社会インフラやサービスへの影響は想定されない。
	20 社会関係資本や地域の 意思決定機関等の社会 組織			工事前/工事中/供用時： 既存の意思決定機関等の社会組織を改編するような作業は想定されな い。
	21 被害と便益の偏在			工事前/工事中/供用時： 事業対象地において被害と便益の偏在は想定されない。
	22 地域内の利害対立			工事前/工事中/供用時： 利害の対立は想定されない。
	23 文化・歴史遺産			工事前/工事中/供用時： 事業対象地は ZARI 敷地内であり、登録された文化・歴史遺産及び景勝 地は存在しない
	24 景観			
	25 ジェンダー	✓		工事前/工事中： 雇用機会におけるジェンダー不平等が懸念される。
	26 子どもの権利	✓		工事中： 児童労働のリスクが懸念される。
	27 HIV/AIDS 等の感染症	✓		工事中： 作業員の Covid-19 感染リスク、クラスター発生が懸念される。 作業員の多くは地元雇用であるため、HIV/AIDS 等の感染症のリスクは軽 微である。 供用時： 湿地を水田として整備する為、マラリアをはじめとする水因性疾患の罹患 率が上昇するリスクは想定されない。
	28 労働環境(労働安全を 含む)	✓		工事中： 騒音や粉じん等が発生する現場における作業員に対して、適切な労働環 境が整えられない可能性が懸念される。 供用時： 労働者を雇用するような活動は想定されていない。
	その他	29 事故	✓	✓
30 越境の影響、及び気候 変動		✓	✓	工事中： 工用車両の稼働に伴い温室効果ガスの排出が懸念される。 供用時： 灌漑施設の改修により、洪水調節機能の改善が期待される。また、干ば つ時に水資源の効率的な利用が可能となり、降雨パターンの変化に対す るレジリエンスの向上が期待される。

✓: 負の影響が想定される、もしくは現時点で影響の有無を想定できない項目

表 2-2-21 環境社会配慮調査の TOR

影響項目	調査項目	調査方法
1 大気汚染	基準値等の確認(排出基準)	既存資料調査
	工事中の影響	工事の内容、工法、期間、工事範囲及び特に配慮を要する建物等 の確認、ヒアリング
2 水質汚濁	基準値等の確認(排出基準)	既存資料調査
	工事中の影響	工事の内容、工法、期間、位置範囲等の確認、現地踏査及びヒア リング、類似事例調査
	河川水の生活利用の状況	現地踏査及びヒアリング、水質サンプリング
	供用時の影響	農業の使用時期、量、成分等

影響項目	調査項目	調査方法
3 廃棄物	関連法規の確認(廃棄物処理)	既存資料調査
	工事中の影響	工事の内容、規模、工法、位置、期間等の確認、現地踏査及びヒアリング
	供用時の影響	施設利用計画、他類似案件における対策事例の確認
4 土壌汚染	関連法規の確認(土壌汚染)	既存資料調査
	工事中の影響	工事の内容、規模、工法、位置、期間等の確認、ヒアリング、類似事例の確認
	供用時の影響	導入予定の農業機械の種類、他類似案件における対策事例
5 騒音・振動	基準値等の確認	既存資料調査
	工事中の影響	工事の内容、工法、期間、工事範囲及び特に配慮を要する建物等の確認、ヒアリング
	供用時の影響	施設利用計画の確認、他類似案件における対策事例
10 生態系	希少種の有無	既存資料調査、ヒアリング
	工事中の影響	工事の内容、規模、工法、位置、期間等の確認、現地踏査、伐採対象樹木の確認
13 用地取得・住民移転	影響範囲内の PAPs の確認	現地踏査、ヒアリング
	(PAPs の存在が確認された場合) 移転の影響 補償方針の確認	移転対象者・施設の有無、現地踏査、ヒアリング 関連法規と類似案件における補償事例の確認
	ZARI 敷地境界の確認	既存資料調査、ヒアリング
	(用地取得の必要が生じる場合) 用地取得に係る法規の確認 用地取得の範囲の確認 補償方針の確認	既存資料調査、ヒアリング 工事の範囲、時期、土地所有者の確認 類似案件における補償事例の確認、ヒアリング
14 貧困層 15 少数民族・先住民 16 民族	(PAPs の存在が確認された場合) 社会的弱者の確認 補償・支援方針の確認	既存資料調査、ヒアリング 類似案件における補償・支援事例の確認、ヒアリング
	17 土地や地域資源の利用	工事中の影響
25 ジェンダー	雇用機会におけるジェンダー不平等の確認	既存資料調査、ヒアリング
26 子どもの権利	児童労働の確認	雇用可能な年齢の確認、他類似案件における対策事例
27 HIV/AIDS 等の感染症	工事中の感染症の影響	感染拡大防止ガイドラインの確認、他類似案件における対策事例、ヒアリング
28 労働環境(労働安全を含む)	労働衛生法等の確認	既存資料調査
	工事中の作業員に対する影響	工事の内容、期間、他類似案件における対策事例
29 事故	交通事故の確認	導入予定車両・機械の種類、他類似案件における対策事例
	農業機械による事故の確認	導入予定の農業機械の種類、他類似案件における対策事例
30 越境の影響、及び気候変動	気候変動対策(適応策)に資する可能性の確認	既存資料調査、ヒアリング

(6) 環境社会配慮調査結果

(以降の項目番号は、表 2-2-20 スコーピング結果の影響項目と一致する)

1. 大気汚染

マウント・マクルの大気質は近隣のセメント工場や幹線道路を通行する車両の排気ガスによって影響を受けることがある（過去、セメント工場からの粉塵に対し、地元住民から苦情が上がったことがあった）。一方、マンサの大気質は、炭焼きやチテメネ・システムと呼ばれる伝統的な焼畑農業により、特に乾燥した時期において局地的・一時的に大気質が悪化する場合がある。大気質は 2021 年 11 月中旬の 2 日間にサンプル採取を行い、PM10 濃度を測定した。両事業対象地とも、測定濃度は 10 未満～20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は、マウント・マクルで 10.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、マンサで 9.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、ザンビア国環境基準の 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を下回っていた。

工事中は、研修施設の建設地における整地・平準化作業、ほ場整備やため池堤体改修のための建設機械稼働・走行による土埃の発生や、ラテライト等の資材運搬作業等による大気汚染物質の排出の可能性が考えられる。工事中は仮設フェンスの設置や、土埃が発生しやすい場所に定期的に水撒きをする、工事用車両の定期的な清掃及び保守を行う等の措置を講じることで大気汚染物質の排出の抑制が可能と考えられる。なお、マウント・マクル、マンサとも、建設地の周辺に病院等、特別な配慮を必要とする施設は存在しない。

2. 水質汚濁

マウント・マクル、マンサ両研究所の既設井戸の水質調査結果を下表に示す。マウント・マクルの亜硝酸塩の測定値がザンビアの飲料水基準値を超えて検出されたが、WHO 飲料水基準値に収まっていた。また、マウント・マクルの電導度、硬度、硫酸イオン、塩素イオン、マグネシウムの測定値はマンサの測定値と比べ高い値を示したが、いずれもザンビアの飲料水基準値に収まっていた。

表 2-2-22 水質検査結果(既設井戸)

パラメーター	単位	測定値※1			水質・排水基準※2	
		Mt. Makulu	Mansa-1	Mansa-2	WHO 飲料水	ザンビア飲料水
pH	-	7.15	6.27	6.11	-	6,5-8.0
Turbidity 濁度	NTU	3.10	2.2	2.4	5	5
Conductivity 伝導度	µs/cm	1361	157	152	-	1500
Temperature 温度	°C	25	25.6	25.1	-	-
Colour 色度	TCU	1	1	1	15 (TCU)	15 (TCU)
Taste 味	-	Not Detected	Not Detected	Not Detected	-	不快感を与えない
Odor 臭気	-	Odor Free	Odor Free	Odor Free	-	不快感を与えない
Hardness 硬度	mg/l	450	50	55	-	500
Iron 鉄	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	0.3	0.3
Boron ホウ素	mg/l	<0.02	<0.02	<0.02	0.5	-
Ammonia アンモニア	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	1.5	-
Arsenic ヒ素	mg/l	<0.002	<0.002	<0.002	0.01	0.01
Lead 鉛	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01
Copper 銅	mg/l	<0.001	<0.003	<0.003	2	1
Sulphate 硫酸イオン	mg/l	103.10	<0.01	<0.01	250	400
Cadmium カドミウム	mg/l	<0.002	<0.002	<0.002	0.03	0.003
Chloride 塩素イオン	mg/l	115	12	10	250	250
Nitrite 亜硝酸塩(NO ₂ -N)	mg/l	0.1	<0.001	<0.001	3	1.0
Nitrate 硝酸塩(NO ₃ -N)	mg/l	16	1.7	1.9	50	10
Magnesium マグネシウム	mg/l	72.48	6.72	6.7	-	150
Calcium カルシウム	mg/l	71.2	8.8	9.1	-	200
Fluoride フッ素	mg/l	0.28	0.14	0.16	1.5	1.5
Manganese マンガン	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	0.5	0.1
Total coliforms 大腸菌	#/100ml	0	0	0	0	0
Feacal coliforms 糞便性大腸菌	#/100ml	0	0	0	0	0

※1:水質サンプルは、Mt. Makulu は建設予定地の井戸、Mansa-1 は ZARI 事務所内の井戸、Mansa-2 はキャッサバ製粉所の井戸で採取

※2:WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, *Zambian Standard (First Revision) DRINKING WATER QUALITY, The Environmental Managing (Licensing) Regulations, 2013*

マンサではため池及びほ場整備予定地の水質調査を実施した。サンプル採取箇所及び水質調査結果はそれぞれ図 2-2-14、表 2-2-23 に示すとおり。ザンビア国排水基準を超える値は検出されなかった。



図 2-2-14 マンサ水質調査地点

表 2-2-23 水質調査結果(マンサほ場)

測定項目	ため池	排水路	下流	ザンビア排水基準 ¹⁾
pH	6.52	6.50	6.52	6.0-9.0
電気伝導度 Conductivity (μS/m)	52	60	58	4,300
総溶解固形物 TDS (mg/l)	27	32	29	3,000
総浮遊物質 TSS (mg/l)	<1.0	<1.0	<1.0	100
生物化学的酸素要求量 BOD (O ₂ /l)	4	5	5	50
化学的酸素要求量 COD (O ₂ /l)	12	13	12	90
窒素 N (mg/l)	0.02	0.03	0.03	N/A
リン P (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01	6
油及びグリース Oils and Greases (mg/l)	<0.005	<0.005	<0.005	5
大腸菌数 (per 100ml)	88	70	72	25,000

Note: 1) Environmental Management (Licensing) Regulation, 2013, Third Schedule (Regulation 7 (2)) Limits for effluent and waste water

工事中はコンクリート作業の排水や、工事用重機からのオイル漏れによる水質汚染が懸念される。また、マンサにおいては種子生産ほ場の整備、及びため池堤体の改修工事において、泥水の排出により下流での濁りの発生が懸念される。

供用時は種子生産ほ場において農薬や化学肥料の使用が想定されるが、適切な管理の下で使用することで水質への重大な影響は回避されるものと考えられる。ZARI マンサへの聞き取りの結果、殺虫剤や除草剤のような農薬は使用していないが、複合肥料、尿素肥料を使用しており、これまで下流域の住民から水質についての苦情を受けた経験はない。種子生産では除草作業を3度行うが、コスト削減のため、今後、除草剤を使用する可能性はあるものの、使用する際は事前にZEMAと協議するとのことだった。ZARI マンサで使用されている肥料はN:P:K=10:20:10の複合肥料D-compoundと、粒状尿素46%窒素の尿素肥料で、使用量は複合肥料300kg/ha、尿素肥料200kg/ha程度である。

ZARI マンサで使用されている化学肥料の成分は一般的なものであり、本準備調査においては排水路や下流の水質調査では排水基準を超える値は検出されなかった。本事業の実施によりほ場面

積が拡大することで、化学肥料の使用量は増加するものの、排水路や下流の水質に著しい影響を及ぼすことは想定されない。

3. 廃棄物

本事業の特性から、整地により発生する土砂や伐採植物、灌漑施設整備により発生する掘削土のほか、生ゴミや缶・ペットボトル等の一般廃棄物、マンサにおいては既存構造物撤去による古レンガやコンクリート片等の廃棄物の発生が想定される。

工事中に発生する全ての廃棄物は集積され、適切に管理された後、ZEMA の許可を受けた各自治体の処分場に廃棄されることになる（Mansa Municipality の処分場は市の中心部から北に約 7 km に位置する Kampalal 処分場、チランガ郡は独自の処分場を有していないため、ルサカ市の中心部から北に約 7 km に位置する Lusaka City Dump Site）。

土木工事により発生する土砂は可能な限り埋戻材として再利用することにより捨土発生量を削減する方針である（ほ場整備における農道及び用排水路整備で発生する掘削土のうち表土は表土扱いとし、一時仮置きした後、ほ場の表土として流用する。それ以外の掘削土は、可能な限りほ場の基盤造成に再利用する計画とする。ため池堤体盛り立て予定箇所から発生する掘削土は、土取場で盛土材を掘削した跡地に敷き均す等 ZARI 敷地内で処理する計画）。なお、残土は土取場に捨土を行う計画である。

供用時には施設利用者による缶やペットボトル、食べ残し等の一般ゴミのポイ捨てが想定される。また、種子生産・稲作研修において植物性廃棄物（穀殻・藁）が発生するが、できる限り堆肥等として再利用され、処分場への廃棄や焼却処分は行わない方針である。

4. 土壌汚染

工事中には建設・土木工事の現場において工事用車両や重機からのオイル漏れによる土壌汚染が、また、供用時にはほ場でトラクターやコンバインハーベスター等の農業機械が導入される予定であり、農業機械からのオイル漏れによるほ場の土壌汚染の発生が懸念される。工事用車両や重機、農業機械の日常点検や定期的な整備を実施し、適切な管理の下にオイルを扱うことで、重大な土壌汚染の発生を回避することが可能と考えられる。

5. 騒音・振動

ZARI マウント・マクルは静かな環境で、車両通行時等を除いて騒音や振動を発生させるものは存在しない。また、ZARI マンサについても、周辺で産業活動は行われておらず、騒音や振動の発生源はない。騒音レベルの測定は 2021 年 11 月中旬の晴れた日中に行われた。測定結果は以下のとおり。

表 2-2-24 騒音レベル測定結果

測定場所		騒音レベル dB(A)	測定時の状況
マウント・マクル	建設予定地	35.5 dB	微風
	アクセス道路	44.9 dB	乗用車通過時
マンサ	ほ場	69 dB	幹線道路付近
	建設予定地周辺	56 dB	トラクター走行時
	ZARI 事務所	45 dB	職員が勤務中

ザンビア国環境管理規制には騒音レベルについての記載が見当たらないため、WHO の Guidelines for Community Noise を参照したところ、居住エリア（屋外）では 50dB を超える騒音は

人に苛立ちを感じさせ、産業・商業エリアや交通圏では 70dB で聴覚障害を引き起こす可能性がある。

整地作業やダンプカーの移動、建築資材の積み下ろし等により、騒音や振動が発生することが想定される。研修施設整備予定地の周辺に病院等の特別な配慮を必要とする施設は存在しないが、騒音・振動は現場で働く労働者のほか、マウント・マクルでは施設建設地に隣接するカンファレンス・ホールの利用者に対して影響を及ぼす可能性が考えられる。カンファレンス・ホールに関しては、ステークホルダー協議の場においても騒音・振動を懸念する声が挙がっており、工事スケジュールを周知することで、カンファレンス・ホール利用者の工事実施に対する理解を促す必要があるものと考えられる。

供用時における主な騒音発生源は籾摺り精米機の稼働に伴う騒音であるが、機械を設置した部屋のドアを閉め切ることによる減勢効果が期待されるほか、同機械を用いる研修は年間で 2 月から 4 月にかけて 8 回程度計画され、1 回当たりの使用は 1 時間程度であるため、騒音による影響は軽微であると考えられる。

10. 生態系

各事業対象地において、調査地域内に複数のランダムサンプルプロットを設定し、現場踏査と植生評価、動物相の活動（足跡、巣、排泄物、骨、死骸等、動物相の活動の二次的兆候）を確認した。なお、本準備調査中、事業実施対象地において IUCN レッドリストの絶滅危惧種（CR：絶滅寸前、EN：絶滅危惧、VU：危急）及び準絶滅危惧種（NT）の動植物は確認されなかった。

➤ 植物相

両事業対象地で観察された樹木を表 2-2-25 に示す。両事業対象地の植生は主にミオンボ種（*Brachystegia* 属などのマメ科樹木が優先する中南部及び東アフリカの樹林）で構成され、マウント・マクルではアカシア種の樹木をはじめ、一部で外来種の樹木（*Jacaranda*, *White teak*）やニトベギク（*Tithonia diversifolia*）が確認された。マンサの植生は主に多雨地域に分布するミオンボ種で構成され、下表に示す樹木のほか、ほ場周辺の湿地や水溜まりでは蓮（*Nelumbo nucifera*）やシダ類（*Nephrolepis exaltata*）、ユーコムス（*Eucomis*）等の植物が観察された。

なお、マウント・マクルで確認された *Jacaranda*（IUCN の VC：危急）は、施設建設予定地ではなく WB カンファレンス・ホールのエントランス脇の道路沿いに生息しており、伐採対象ではない。

表 2-2-25 確認された樹木の一覧

No.	Scientific Name	Common Name	Order / Family	IUCN Category (Trend)
マウント・マクル				
1	<i>Erythroleum africanum</i>	African blackwood, Kayimbi	Fabales(マメ目) Fabaceae(マメ科)	LC (Stable)
2	<i>Diospyros mespiliformis</i>	Jackal berry	Ericales(ツツジ目) Ebenaceae(カキノキ科)	LC (Unknown)
3	<i>Pterocarpus angolensis</i>	African teak, Ambila, Mukwa	Fabales(マメ目) Fabaceae(マメ科)	LC(Decreasing)
4	<i>Julbernardia paniculata</i>	Mutondo, Muchesa	Fabales(マメ目) Fabaceae(マメ科)	LC (Stable)
5	<i>Brachystegia longifolia</i>	Mbovu, Mchenga, Msamba	Fabales(マメ目) Fabaceae(マメ科)	LC (Stable)
6	<i>Bauhinia petersiana</i>	Large white bauhinia	Fabales(マメ目) Fabaceae(マメ科)	LC (Stable)
7	<i>Gmelina arborea</i>	White teak	Lamiales(シソ目) Lamiaceae(シソ科)	LC (Unknown)

No.	Scientific Name	Common Name	Order / Family	IUCN Category (Trend)
8	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	Lamiales(シソ目) Bignoniaceae(ノウゼンカズラ科)	VU(Decreasing)
マンサ				
1	<i>Julbernardia paniculata</i>	N/A	Fabales(マメ目) Fabaceae(マメ科)	LC (Stable)
2	<i>Julbernardia globiflora</i>	Mnondo	Fabales(マメ目) Fabaceae(マメ科)	LC(Decreasing)
3	<i>Isoberlinia angolensis</i>	Sukwa	Fabales(マメ目) Fabaceae(マメ科)	LC (Stable)
4	<i>Parinari curatellifolia</i>	Mobola	Malpighiales(キントラノオ目) Chrysobalanaceae(クリソバラヌス科)	LC (Unknown)
5	<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	Horn-pod tree	Gentianales(リンドウ目) Apocynaceae(キョウチクトウ科)	LC (Stable)
6	<i>Pterocarpus angolensis</i>	African Teak, Ambila,	Fabales(マメ目) Fabaceae(マメ科)	LC(Decreasing)
7	<i>Erythrophleum africanum</i>	African blackwood, Kayimbi	Fabales(マメ目) Fabaceae(マメ科)	LC (Stable)
8	<i>Uapaca Kirkiana</i>	Wild Loquat	Malpighiales(キントラノオ目) Phyllanthaceae(コミカンソウ科)	LC (Stable)
9	<i>Syzygium cordatum / Syzygium guineense</i>	Water Berry	Myrtales(フトモモ目) Myrtaceae(フトモモ科)	LC (Stable)
10	<i>Protea nitida</i>	Wagon tree	Proteales(ヤマモガシ目) Proteaceae(ヤマモガシ科)	LC (Stable)
11	<i>Margaritaria discoidea</i>	Pheasant berry	Malpighiales(キントラノオ目) Phyllanthaceae(コミカンソウ科)	LC (Stable)
12	<i>Diospyros mespiliformis</i>	African Ebony	Ericales(ツツジ目) Ebenaceae(カキノキ科)	LC (Unknown)
13	<i>Annona senegalensis</i>	African custard apple	Magnoliales(モクレン目) Annonaceae(バンレイシ科)	LC (Stable)
14	<i>Combretum psidioides</i>	Peeling bush willow, Mulondwe	Myrtales(フトモモ目) Combretaceae(シクンシ科)	LC (Stable)

マウント・マクルのサンプルプロット 0.6 ha で確認された樹木は 173 本で、幹の直径の平均は 10.5 cm、樹高及び幹高の平均はそれぞれ 7 m と 3.7 m だった。施設建設予定地は全体的に樹木が分布しており、建設予定地 861 m²において 25 本程度の樹木の伐採が想定される。

マンサのサンプルプロット 8 ha で確認された樹木は 111 本で、幹の直径の平均は 15 cm、樹高及び幹高の平均はそれぞれ 9 m と 2.7 m だった。施設建設予定地及びほ場整備予定地は主に草種や低木で構成されており、樹木の伐採は必要としないが、ラテライト採取を予定している 3 カ所合わせて 4.53 ha で 63 本程度の樹木の伐採が想定される。

➤ 動物相（鳥類）

マウント・マクル、マンサの各調査地域で観察された、又は生息の形跡が観察された鳥類は下表のとおり。

表 2-2-26 確認された鳥類の一覧

No.	Scientific name	Common name	Order / Family	IUCN Category (Trend)
マウント・マクル				
1	<i>Pycnonotus barbatus</i>	Common Bulbul (Pwelw, Bemba)	Passeriformes(スズメ目) Pycnonotidae(ヒヨドリ科)	LC (Increasing)
2	<i>Acrocephalus baeticatus</i>	African reed warbler (Titi, Bemba)	Passeriformes(スズメ目) Acrocephalidae(ヨシキリ科)	N/A
3	<i>Streptopelia lugens</i>	Dusky turtle-dove	Columbiformes(ハト目) Columbidae(ハト科)	LC (Stable)
4	<i>Caprimulgus europaeus</i>	Eurasian nightjar	Caprimulgiformes(ヨタカ目) Caprimulgidae(ヨタカ科)	LC (Decreasing)
5	<i>Dicrurus adsimilis</i>	Fork-tailed Drongo	Passeriformes(スズメ目)	LC (Stable)

			Dicruridae(オウチュウ亜科)	
6	<i>Uraeginthus angolensis</i>	Blue-breasted Cordon-bleu	Passeriformes(スズメ目) Estrildidae(カエデチヨウ科)	LC (Stable)
7	<i>Tyto capensis</i>	African Grass Owl	Strigiformes(フクロウ目) Tytonidae(メンフクロウ科)	LC (Decreasing)
8	<i>Serinus striolatus</i>	Streaky Seed eater	Passeriformes(スズメ目) Fringillidae(アトリ科)	LC (Stable)
9	<i>Corvus albus</i>	Pied Crow	Passeriformes(スズメ目) Corvidae(カラス科)	LC (Stable)
10	<i>Hirundo rustica</i>	Barn Swallow	Passeriformes(スズメ目) Hirundinidae(ツバメ科)	LC (Decreasing)
マンサ				
1	<i>Crecopsis egregia</i>	African crane	Gruiformes(ツル目) Rallidae(クイナ科)	LC (Stable)
2	<i>Treron calvus</i>	African green pigeon	Columbiformes(ハト目) Columbidae(ハト科)	LC (Decreasing)
3	<i>Cisticola chiniana</i>	Rattling cisticola	Passeriformes(スズメ目) Cisticolidae(セツカ科)	LC (Stable)
4	<i>Chrysococcyx caprius</i>	Diederik cuckoo	Cuculiformes(カッコウ目) Cuculidae(カッコウ科)	LC (Stable)
5	<i>Pycnonotus barbatus</i>	Common Bulbul (Pwelw, Bemba)	Passeriformes(スズメ目) Pycnonotidae(ヒヨドリ科)	LC (Increasing)
6	<i>Acrocephalus baeticatus</i>	African reed warbler (Titi, Bemba)	Passeriformes(スズメ目) Acrocephalidae(ヨシキリ科)	N/A

備考:N/A はIUCN レッドリストに記載がない

➤ 動物相（哺乳類・爬虫類・魚類）

マウント・マクルの調査地域では、小型の哺乳類（ネズミ、コウモリ、ウサギ）や、昆虫類（シロアリ、バッタ、ミツバチ）、爬虫類（トカゲ）が観察された（形跡も含む）。調査時には遭遇しなかったが、地元住民からヘビやカエルの存在が報告された。

一方、マンサの調査地域では鯨偶蹄目ウシ科の Sharpe's Grysbok (*Raphicerus sharpie*, LC (Stable))、Common Duiker (*Sylvicapra grimmia*, LC (Decreasing))、キツネといった中型の哺乳類の形跡や小型哺乳類（ネズミ、リス、コウモリ、ウサギ等）が観察されたほか、トカゲ等の爬虫類が観察された。また、ため池周辺では下表に示す魚類が確認された。

表 2-2-27 確認された魚類の一覧(マンサ)

No.	Scientific name	Common name	Order/ Family	IUCN Category (Trend)
1	<i>Hydrocynus vittatus</i>	Tiger fish	Characiformes(カラシン目) Alestidae(アレステス科)	LC(Unknown)
2	<i>Tilapia rendalli</i>	Coptodon rendalli	Perciformes(スズキ目) Cichlidae(シクリッド科)	LC(Unknown)
3	<i>Clarias ngamensis</i>	Blunt-toothed African Catfish	Siluriformes(ナマズ目) Clariidae(ヒレナマズ科)	LC(Unknown)
4	<i>Clarias gariepinus</i>	African Catfish	Siluriformes(ナマズ目) Clariidae(ヒレナマズ科)	LC(Unknown)

以上の調査結果より、工事中は小規模な植生の伐採が発生するものの、事業実施対象地における動物相への影響は想定されない。供用時は、ため池の貯水容量の改善と灌漑面積が増加することに伴い、動物、鳥類、魚類、昆虫、植物等に対して良好な生息水域環境が提供されることが期待される。

13. 用地取得・住民移転

ZARI マウント・マクル研究所及びマンサ研究所の用地は ZARI が借用している国有地であることを確認した。マウント・マクルの用地については土地省が発行する証明書を取得済みであるが、

マンサについては、土地収用証明書の更新手続きを行い、2022年1月18日付で証明書が発行された。

マンサの事業コンポーネント「灌漑施設の改修」には、ため池の取水施設の改修、洪水吐の設置、堤体の嵩上げが含まれる見込みである。ため池堤体の嵩上げに伴い、水位が上昇することにより、ため池上流側の土地が一部水没する。2021年12月中旬にため池周辺の状況調査を行ったところ、周辺住民による養魚池や耕作地が確認され、ため池水位の上昇が影響を及ぼす可能性のある世帯が存在することが明らかとなった。被影響者（PAPs: Project Affected Persons）の規模や範囲、及び、簡易住民移転計画（ARAP: Abbreviated Resettlement Action Plan）については、2-2-3-2 用地取得・住民移転で後述する。

14. 貧困層 15. 少数民族・先住民

ザンビアの法律上、明確な定義はないが、国家社会保障政策（National Social Protection Policy）では Vulnerable groups（脆弱な人々）に子ども、妊婦、高齢者、障がい者、病人、貧困者が含まれる。また、7NDP では、脆弱な世帯は保健、教育、水、衛生などの必要なサービスへのアクセスが制限されている人々で構成され、脆弱な人々には、女性や子どもが世帯主の世帯、障がい者、孤児、慢性疾患を有する者、高齢者等が含まれると示されている。

以上を踏まえ、PAPs の調査にあたっては、被影響者に、女性（または子ども）世帯主や、特に配慮を必要とする社会的弱者（障がい者、高齢者（60歳以上）、慢性疾患を有する者）の有無を確認し、ARAP では必要な支援策を検討する。

17. 土地や地域資源の利用

ZARI マンサにおける研修施設～灌漑ほ場間のアクセス道路の改修工事に用いる建設資材として、ZARI マンサ敷地内でラテライトを掘削する。3カ所の土取場候補地のいずれも掘削のために樹木の伐採を必要とする。なお、現場で発生する掘削土は可能な範囲で再利用する等、廃棄物発生を抑制する。

25. ジェンダー

▶ 雇用におけるジェンダー格差：

ザンビアにおける労働可能年齢（15-64歳）に占める労働力人口（就業中または求職中の者）の割合は、男性44.8%に対し、女性は26.7%で、男性と比べて女性は労働市場に参加していない割合が高い。ルサカ州、ルアプラ州においても男女格差が大きい。

ザンビアの建設業での雇用状況は大きな男女格差があり、2018年は男性27,488人に対し、女性1,211人、2019年は男性18,031人に対し、女性944人で、圧倒的に男性が多くを占めている。その主な要因として、建設業が伝統的に男性優位であるというジェンダーバイアスと、女性への十分な訓練・研修の機会の欠如があると報告されている。（参照：Gender Status Report 2017-2019）

ZARI への聞き取りによると、ZARI において地元女性を雇用することはあるが、農作業や除草のような軽作業での雇用がほとんどであり、施設建設の現場での女性の雇用実績はほとんどないとのことだった。

▶ ジェンダーに基づく暴力（Gender Based Violence: GBV）：

ザンビアの深刻な社会問題の一つとしてGBVの発生が挙げられ、GBV 発生件数は増加傾向にある（参照：Ministry of Gender, Gender Status Report 2017-2019）。The Anti Gender-Based Violence Act では、GBVを「その人の性別を理由とする、身体的、精神的、社会的、経済的な虐待」と定義する。

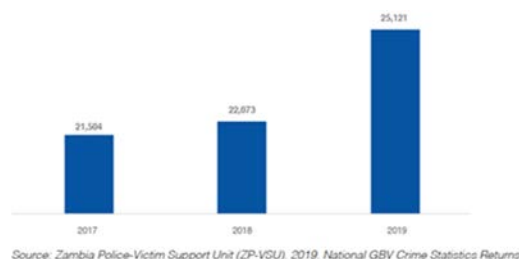


図 2-2-15 GBV 発生件数の推移

家庭内暴力（配偶者間の暴力）について、結婚歴のある15～49歳の女性の46.8%が現在もしくは直近の配偶者から身体的又は性的又は心理的暴力を受けた経験を有する。地域別では、ルサカ州は35.2%、ルアブラ州はムチンガ州（66.7%）に次いでいずれかの形態の暴力を受けた女性の割合が高い（55.5%）。

表 2-2-28 家庭内暴力を受けた経験を有する女性の割合

		身体的暴力	性的暴力	心理的暴力	身体的又は性的暴力	身体的又は性的又は心理的暴力
全体		36.6%	14.8%	31.1%	40.2%	46.8%
地域	ルアブラ州	42.7%	20.7%	34.0%	47.4%	55.5%
	ルサカ州	29.3%	7.1%	25.2%	30.4%	35.2%
夫のアルコール摂取	なし	24.9%	9.7%	20.7%	28.1%	34.1%
	ときどきある	47.4%	17.2%	38.4%	51.9%	59.4%
	よくある	72.9%	35.2%	68.1%	77.0%	84.4%

出典: DHS2018

女性の身体的・性的・心理的暴力を受けた経験の有無は、経済状況（貧富）、婚姻期間、地域、性感染症の既往歴の有無との関連を示し、特に夫のアルコール摂取は最も顕著な要因であることが報告されている。（参照：Kusanthan et al.; BJESBS, 12(2): 1-13, 2016; Article no.BJESBS.20140, Factors Affecting Domestic Violence among Married Women in Zambia)British Journal of Education, Society & Behavioural Science)

事業対象地において工事期間中に地元住民の雇用が見込まれ、収入機会を得ることができる一方、現金収入によりアルコール摂取機会を増加させ、これが家庭内暴力、配偶者間暴力を引き起こす要因となることが懸念される。後述する性感染症リスクに係る啓発活動と併せて、労働者に対してアルコール摂取や家庭内暴力に係る啓発活動を行うことで、影響を最小限に抑えることが可能と考えられる。

26. 子どもの権利

ザンビア国の法律（The Employment of Young Persons and Children Act）では、14歳未満を「Child：児童」、18歳未満を「Young person：青少年」を定義し、建物や道路、排水路、井戸、電信・電話設備、電気・ガス・水道等の建設、維持、修理、解体等の工事において、児童と16歳未満の青少年を雇用しないことを規定している。また、18歳未満の青少年を夜間（夜10時～朝5時）雇用することも禁止されている。

27. HIV/AIDS等の感染症

事業実施地域がHIV感染率の高い首都に隣接したチランガ郡と、失業率が比較的高いルアブラ州であることから、労働機会を求める人の地域外からの流入とHIVをはじめとする性感染症リスクが高まる懸念がある。建設工事では各事業対象地域で日当たり数百名ほどの労働者が雇用され

の見込みであるが、特殊な技能を要求しない一般作業員については基本的に地域住民を雇用し、性感染症リスクに係る啓発活動を行う等、感染リスクを増加させないための対策を講じる必要があるものと考えられる。

新型コロナウイルス感染症については、ザンビア保健省から感染対策ガイドラインが発表されており、感染状況に応じて更新される。基本的には下記のような継続的な「5つのゴールデンルール」の厳守と対策措置の実施が求められている。

5つのゴールデンルール：

- ✓ 公共の場におけるマスクの着用（マスクを正しく装着し、口、鼻、あごを確実に覆う）
- ✓ こまめな手洗い・アルコールによる手指消毒の慣行
- ✓ 社会的距離の確保（1m以上の間隔）
- ✓ 混雑、不急の旅行の回避
- ✓ 症状がある場合の早期受診

感染対策措置の例

（2021年11月28日発表のオミクロン株による脅威の可能性を受けたコロナ感染対策から一部抜粋）

- ✓ 公共の場でのマスク未着用の上場は許可されない
- ✓ 政府機関施設に立ち入る全ての来訪者はワクチン接種証明を提示することが求められる
- ✓ 公務員は職場出勤のためにワクチン接種が求められる
- ✓ 教会は1時間の会合を週3回まで開催することができる
- ✓ 葬儀の参列者は50名までとし、結婚式は参列者50名を上限に保健当局の許可の下に開催できる
- ✓ バー、レストラン、映画館等は常時マスクを着用し、定期的な手指消毒や社会的距離の確保などの公衆衛生対策を遵守しなければならない。バーの営業時間は18時から20時までの週4回とする。

なお、本事業の建築・土木工場の現場は基本的に屋外であり、作業員が密集する状況は想定されないが、マスクの着用と定期的な手指のアルコール消毒の実施が求められる。また、ワクチン接種の推奨や、作業員の検温を実施し、感染の可能性のある者のスクリーニングと早期受診を促す等、感染リスクの低減に努める必要がある。

供用時には、MOReDeP及びZARIは本事業によって整備される施設・機材を利用し、稲作に係る研修を実施する計画である。マウント・マクル、マンサの両研究所における研修対象者数は同等規模であり、表3-2-5と表3-2-6に示すとおり、1回あたりの研修参加者は15～40名が見込まれる。マンサの研修施設はルアプラ州をはじめとするザンビア北部地域の稲作農家や普及員等を対象とする一方、マウント・マクルの研修施設は、研究者や政府機関職員のほか、西部州の農家・業者等を招聘して研修を行うことが想定される。2022年現在のようなCOVID-19の感染状況が継続している場合、換気の実施やマスク着用等の適切な対策を講じることで、感染拡大防止に資することが可能と考えられる。

28. 労働環境（労働安全を含む）

本事業の建築施設は平屋建てであり、土木施設を含めても数十メートルの高さに及ぶ高所作業は発生しないが、類似案件における対策事例を踏まえ、作業安全策として以下のような対策を講じる方針である。

- ✓ 作業内容に応じた保護具（防塵マスク、保護メガネ、イヤープラグ等）の支給と適切な使用を義務付ける。
- ✓ 足場の手摺設置や必要に応じて転落防止ベルトの着用を義務付ける等の安全対策を講じる。
- ✓ 事故やケガ等が発生した場合の対応マニュアルや緊急連絡網を整備する。また、火災の発生に備え、消火器を設置し、応急手当用品を配置する。

29. 事故

建設現場や資材置き場、ほ場・ため池改修の土木工事現場、ラテライトの土取場へ工事用車両の出入りが一時的に増加することで、歩行者との接触等の交通事故の発生や、作業現場へ外部から人が侵入し、工事用車両や重機との接触事故が発生する懸念がある。このような危険を回避するため、工事用車両の走行速度制限の遵守や工事現場への立ち入りを制限する看板の設置、警備員の配置等の措置を講じる必要があると考えられる。

その他、供用時には農業機械の不適切な使用による事故の発生が懸念される。本事業では機材導入時に、日本人技術者が ZARI の農業機械オペレーター、維持管理従事者、研修指導員に対して操作・運転方法や維持管理方法についての指導が行われる計画であることに加え、ZARI で実施する稲作研修においても、操作・運転、点検・整備についての指導が含まれることで、農業機械による事故の発生を抑制することが期待される。

なお、ZARI マンサによると、ため池の深さは中央部で最大 2 m 程度であり、これまでに転落や遊泳中の事故等の発生は報告されていない。

30. 越境の影響、及び気候変動

ザンビアは南部アフリカの中央部に位置し、熱帯気候に属しているが、標高が高いため年間を通じて気温は比較的低温に保たれている。雨期の降水量は、熱帯収束帯（ITCZ: Inter-Tropical Convergence Zone）が 1 年の間に熱帯の北部と南部の間を周期的に移動することで、10 月～4 月にかけて月当たり 150 mm～300 mm の雨を降らせるが、ITCZ の動きによっては降水量に大きな差が生じることがある。また、エルニーニョ現象やラニーニャ現象によっても降雨パターンが大きく影響を受ける。エルニーニョでは雨期に南部が乾燥した状態、北部が湿った状態になり、ラニーニャではその逆となる。過去には、1997～1998 年のエルニーニョ現象が、北部では異常な持続的豪雨による洪水、南部では干ばつ状態をもたらした。

1960 年代からの主要な気候の変化と、2060 年までの予測される気候変動を下表に纏めた。

表 2-2-29 これまでの気候変化と今後の気候変動予測

1960 年代～これまでの気候の変化		今後の気候変動の予測
● 年間平均気温の上昇(+1.3°C)	→	➤ 2060 年までに 1.2～3.4°C 上昇
● その地域・時期の気温を 10% 上回る高温日・夜の頻度の増加(暑い日の発生は 3～5 月に、暑い夜の発生は 12～2 月に多い)	→	➤ 高温日・夜の発生頻度の増加 ➤ 低温日・夜の発生頻度の減少
● その地域・時期の気温を 10% 下回る低温日・夜の頻度の減少		
● 年間降水量の減少...平均 1.9mm/月、特に 12～2 月にかけては大きく減少(7.1mm/月)	→	➤ 9～11 月:減少傾向(-39%～+14%) ➤ 12～2 月:(特に北西部で)増加傾向(-11%～+15%)
● 異常気象(干ばつ・洪水)の頻度と強さの増加	→	➤ 豪雨の発生頻度の増加(主に 12～2 月と 3～5 月)

出典: UNDP Climate Change Profile Zambia, USAID Fact Sheet Climate Change Risk Profile

稲作において、気温と降雨は稲の生育や品質、収量に大きく影響を及ぼす。下記に挙げる高温障害の発生や、多雨・豪雨による、冠水や日照不足による生育不良、病害虫の発生が懸念される。これらに対する気候変動適応策としては、栽培時期や、肥料、栽培密度等の技術的な調整や、ほ場の排水改良が有効とされる。

<稲の高温障害>

- 生育期間の短縮
- 高温不稔…開花期の極端な高温による花粉障害型の不稔
- 白未熟粒…玄米の全部又は一部が乳白化する現象で、登熟期（出穂・開花から収穫までの期間）の日平均気温が27℃を上回ると多く発生
- 胴割れ米…完熟した米粒内の急激な水分変化により内部膨縮差が大きくなるため米粒に亀裂を生じる現象で、登熟初期の気温が高いほど発生しやすくなる

出典：農研機構気候変動プログラム <https://www.naro.affrc.go.jp/org/niaes/adpmit/tech/cont96.html>, 農林水産研究開発リポート No.23 (2007)地球温暖化が農林水産業に与える影響と対策, 大分県農林業における気象災害対策 <https://www.pref.oita.jp/site/901/rain-crop.html>

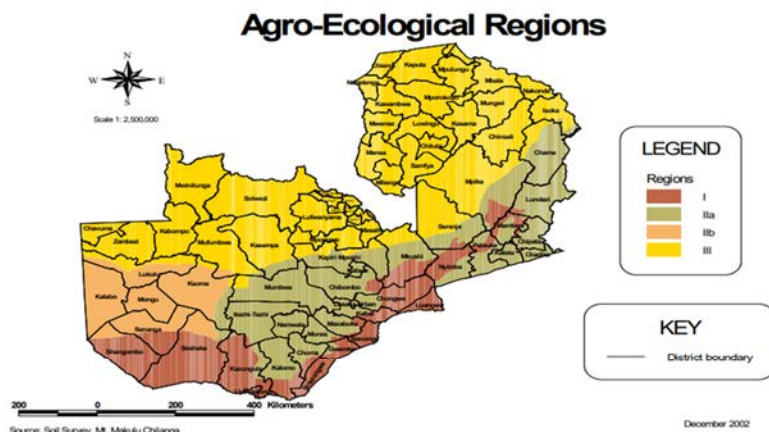


図 2-2-16 ザンビアの農業生態ゾーン

出典: MoA, Country Presentation on Agricultural Policy (SNAP)

ザンビアは上図に示すとおり、年間降水量によって主に3つの農業生態ゾーン (Agro-Ecological Zone) に分類される。このうち年間降水量が1,000 mm以上のRegion IIIが稲作に適しており、マンサを中心とする北部州、北西部州、中央州の一部等で稲作が行われている。

下図はザンビアにおける稲作の流れを示す。既述のとおり、12～5月は、この時期の平均的な気温を10%以上上回る日や夜間の高温の発生頻度、豪雨・洪水等の異常気象の発生頻度、及び雨量が増加傾向にある時期である。稲の生育期、開花期、登熟期を通じて、収量や品質に影響を及ぼすような気候条件下で栽培管理を行う必要がある。



図 2-2-17 稲作スケジュール(中央州チタンボ郡の例)

出典: MeRiP

Rice Cultivation Guidelines

本事業コンポーネントとして、ZARI マンサの灌漑施設の改修では、ほ場の整備、ほ場の排水路の改良、ため池の取水設備の改修、洪水吐の設置、堤体嵩上げ（貯水量の増加）の実施が想定される。これらの灌漑施設の改修は、上記のような気候変動の稲作への影響を緩和させる適応策を実現するために有用な施設であり、良質の種子の安定的供給に貢献するものと考えられる。

(7) 影響評価

表 2-2-30 影響評価結果

分類	影響項目		スコーピング		影響評価結果		評価理由
			工事前/ 工事中	供用時	工事前/ 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	✓		B-	N/A	<p>工事中： 工事及び工事車両から排出される粉じんや排気ガスの一時的な影響が想定されるが、工事範囲周辺に住宅地は隣接しておらず、影響の程度は軽微であると想定される。</p> <p>供用時： 大気汚染を生じるような活動は想定されない。</p>
	2	水質汚濁	✓	✓	B-	B-	<p>工事中： 工事に伴い下流への泥水の排出や、コンクリート作業場からの排水による水質への影響が懸念される。</p> <p>供用時： 灌漑面積の増加に伴い、化学肥料の使用量が増加し、水質への影響が懸念される。</p>
	3	廃棄物	✓	✓	B-	B-	<p>工事中： 既設構造物の撤去や移設に伴う廃棄物、再利用不可能な掘削土等の発生が想定される。</p> <p>供用時： 精米作業による植物性廃棄物や、施設利用者からのゴミの発生が想定される。</p>
	4	土壌汚染	✓	✓	B-	B-	<p>工事中： 工用車両の整備に際して、オイル漏れ等による土壌汚染の影響が懸念される。</p> <p>供用時： ほ場における農業機械からのオイル漏れによる土壌汚染が懸念される。</p>
	5	騒音・振動	✓	✓	B-	B-	<p>工事中： 建設機械や工事に伴う騒音や振動が一時的に発生する。ただし、発破や杭打ち等のように大きな騒音を伴う作業は想定されない。また、工事範囲は ZARI 敷地内で、周辺に家屋や病院等の施設が隣接していないことから、影響の程度は軽微であると想定される。</p> <p>供用時： 騒音や振動を伴う作業は想定されないが、住民や関係者から懸念の声が挙げられた。</p>
	6	地盤沈下			N/A	N/A	<p>工事前/工事中/供用時： 大量に地下水を汲み上げるような作業は想定されない。</p>
	7	悪臭			N/A	N/A	<p>工事前/工事中/供用時： 悪臭を生じるような作業は想定されない。</p>
	8	底質			N/A	N/A	<p>工事前/工事中/供用時： 底質への影響は想定されない。</p>
自然環境	9	保護区			N/A	N/A	<p>工事前/工事中/供用時： 事業対象地周辺に保護区は存在しない。</p>
	10	生態系	✓		B-	N/A	<p>工事中： 小規模な植生の伐採が発生するが、レッドリストに登録された種は確認されず、事業実施対象地における生態系への著しい影響は想定されない。</p> <p>供用時： 貯水容量の改善、灌漑面積の増加に伴い、動物、鳥類、魚類、昆虫、植物等に対する水域環境が提供される。</p>
	11	水象			N/A	N/A	<p>工事前/工事中/供用時： 水象への影響は想定されない。</p>
	12	地形・地質			N/A	N/A	<p>工事前/工事中/供用時： 地形や地質を大きく改変するような作業は想定されない。</p>

分類	影響項目		スコーピング		影響評価結果		評価理由
			工事前/ 工事中	供用時	工事前/ 工事中	供用時	
社会環境	13	用地取得・住民移転	✓		B-	N/A	工事前： 用地取得は発生しないが、ため池堤体の嵩上げを行う場合、水位上昇に伴い水没する範囲で養魚池や畑を所有する者に対する補償が発生する。ただし、被影響世帯は5世帯程度である。
	14	貧困層	✓		D	N/A	工事前： 被影響者に貧困層、少数民族・先住民族は含まれていない。
	15	少数民族・先住民族	✓		D	N/A	
	16	雇用や生計手段等の地域経済			N/A	N/A	工事中： 作業員としての地元農家に対する雇用機会の創出が期待される。また、作業員や運転手をはじめとする工事関係者が物やサービスを利用することにより、現場周辺の町における経済の活性化が期待される。
							供用時： 灌漑施設の整備に伴い、安定的に優良種子が供給され、農家の優良種子へのアクセス改善が期待される。研修者への宿泊施設提供等、地元にな新たな収入機会の創出が期待される。
	17	土地や地域資源の利用	✓		B-	N/A	工事中： ZARI 敷地内でテラライトが採掘される。
							供用時： 土地や地域資源の利用への影響は想定されない。
	18	水利用			N/A	N/A	工事前/工事中/供用時： ため池改修工事では下流への水の流れを遮断しないため、下流地域の水利用への影響は想定されない。
	19	既存の社会インフラや社会サービス			N/A	N/A	工事前/工事中/供用時： 既存の社会インフラやサービスへの影響は想定されない。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織			N/A	N/A	工事前/工事中/供用時： 既存の意思決定機関等の社会組織を改編するような作業は想定されない。
	21	被害と便益の偏在			N/A	N/A	工事前/工事中/供用時： 事業対象地において被害と便益の偏在は想定されない。
	22	地域内の利害対立			N/A	N/A	工事前/工事中/供用時： 利害の対立は想定されない。
	23	文化・歴史遺産			N/A	N/A	工事前/工事中/供用時： 事業対象地は ZARI 敷地内であり、登録された文化・歴史遺産及び景勝地は存在しない
	24	景観			N/A	N/A	
25	ジェンダー	✓		B-	N/A	工事中： 雇用機会にジェンダー不平等が懸念される。また、収入機会・アルコール摂取機会の増加による家庭内暴力の発生が懸念される。	
26	子どもの権利	✓		B-	N/A	工事中： 児童労働のリスクが懸念される。	
27	HIV/AIDS等の感染症	✓		B-	N/A	工事中： 作業員の COVID-19 感染リスク、クラスター発生が懸念される。作業員の多くを地元雇用するため、HIV/AIDS等の感染症のリスクは軽微である。	
						供用時： 湿地を水田として整備するため、マラリアをはじめとする水因性疾患の罹患率が上昇するリスクは想定されない。	
28	労働環境(労働安全を含む)	✓		B-	N/A	工事中： 高所作業は発生しない。騒音や粉じん等による作業員の健康への影響が懸念される。	
						供用時： 労働者を雇用するような活動は想定されていない。	

分類	影響項目		スコーピング		影響評価結果		評価理由
			工事前/ 工事中	供用時	工事前/ 工事中	供用時	
その他	29	事故	✓	✓	B-	B-	工事中： 工事用車両や建設機械の稼働に伴い、事故の発生が懸念される。 供用時： 農業機械による事故の発生が懸念される。
	30	越境の影響、 及び気候変動	✓	✓	B-	B+	工事中： 工事用車両の稼働に伴い温室効果ガスが排出されるが影響の程度は軽微である。 供用時： 灌漑施設の改修により、洪水調節機能が改善される。また、干ばつ時に水資源の効率的な利用が可能となり、降雨パターンの変化に対するレジリエンスが向上する。

A+/-: 重大な影響がある(正又は負)、B+/-: 多少の影響がある(正又は負)、C+/-: 影響(正または負)の程度は不明(調査検討が必要、調査過程で影響が明らかとなる)、D: ほとんど影響はない、N/A: 評価対象外

(8) 緩和策及び費用

表 2-2-31 想定される影響に対する緩和策と費用

影響項目		緩和策	実施機関	責任機関	費用
工事前/工事中					
0	共通	・ 苦情に適切に対応する	施工業者	ZARI	RAP 費用
1	大気汚染	・ 建設現場に定期的に散水を行う ・ 作業の内容に応じて適切な保護具を作業員に支給する ・ 資材運搬車両の走行速度を制限する ・ 工事用重機の定期的な点検・整備を行う	施工業者	ZARI	BOQ に含む
2	水質汚濁	・ 仮締切りを設けて泥土の流出量を緩和させる。 ・ オイル漏れの可能性がある作業を行う際はドリットレイを使用する	施工業者	ZARI	BOQ に含む
3	廃棄物	・ 掘削土をはじめ、可能な限り再利用する ・ 既存構造物の取り壊しによる廃棄物は自治体指定の処分場に廃棄する ・ 一般ゴミのポイ捨て防止・管理に係る指導を行う	施工業者	ZARI	BOQ に含む
4	土壌汚染	・ オイル漏れの可能性がある作業を行う際はドリットレイを使用する ・ 工事用重機の定期的な点検・整備を行う	施工業者	ZARI	BOQ に含む
5	騒音・振動	・ 異常音や異常振動発生予防のため、機材の定期的な点検・整備を行う ・ 振動を伴う機材付近で作業する作業員に対して保護具(イヤープラグ)を支給する ・ 工事スケジュールを周知する	施工業者	ZARI	BOQ に含む
10	生態系	・ 植生の伐採や整地は必要最小限に留める	ZARI	ZARI	ZARI 予算
13	用地取得・住民移転	・ ARAP に基づく補償又は支援の実施	ZARI マンサ	ZARI	RAP 費用
17	土地や地域資源の利用	・ 必要量を採掘し、採掘後は可能な限り埋戻す	施工業者	ZARI	BOQ に含む
25	ジェンダー	・ 可能な限り地元女性の雇用機会を提供する ・ アルコール摂取と GBV についての啓発を行う	施工業者	ZARI	BOQ に含む
26	子どもの権利	・ 16 歳未満の児童、若年者を雇用しない	施工業者	ZARI	BOQ に含む

影響項目	緩和策	実施機関	責任機関	費用
27 HIV/AIDS 等の感染症	<ul style="list-style-type: none"> 感染状況・行動制限状況に応じた COVID-19 感染防止対策：マスク、手指消毒、検温の実施 HIV 感染予防の啓発（必要に応じてマalariaに係る啓発）を行う 	施工業者	ZARI	BOQ に含む
28 労働環境（労働安全を含む）	<ul style="list-style-type: none"> 作業の内容に応じて適切な保護具を作業員に支給する 労働安全・衛生に係る教育・訓練の実施（感染症予防、消防訓練、応急手当等） 消火設備、応急処置用品を配置する 	施工業者	ZARI	BOQ に含む
29 事故	<ul style="list-style-type: none"> 工事用車両、重機の定期的な点検・整備を行う 危険個所への立ち入り制限する（フェンス・看板の設置、警備員の配置） 工事用車両の走行速度を制限する 	施工業者	ZARI	BOQ に含む
30 越境の影響、及び気候変動	<ul style="list-style-type: none"> 不必要なアイドリングを抑制する 	施工業者	ZARI	BOQ に含む
供用時				
2 水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> 肥料の規定使用量を遵守する 使用農薬の種類の確認 	ZARI マンサ	ZARI	ZARI 予算
3 廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 精米作業により発生する籾殻は堆肥等に利用する 	ZARI	ZARI	ZARI 予算
4 土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> 農業機械の定期的なメンテナンスを行う。 	ZARI マンサ	ZARI	ZARI 予算
5 騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> 施設稼働時間帯を周知する 	ZARI	ZARI	ZARI 予算
29 事故	<ul style="list-style-type: none"> 農業機械による事故防止対策を講じる 	ZARI	ZARI	ZARI 予算

(9) 環境管理計画及びモニタリング計画

環境管理・モニタリング計画を下表に纏めた。環境社会モニタリングフォームは、資料 6 を参照のこと。

表 2-2-32 環境管理・モニタリング計画

環境項目	モニタリング項目	頻度	基準・指標	場所	実施者	
工事前/工事中						
0	共有	苦情の発生・対応の状況	週 1 回	苦情処理記録の有無	プロジェクト サイト	施工業者
1	大気汚染	散水の実施	月 1 回	実施の有無 少なくとも 1 日 2 回	プロジェクト サイト	施工業者
		保護具の配布・使用	月 1 回	配布・使用の有無	プロジェクト サイト	施工業者
		走行速度遵守の啓発実施	月 1 回	実施の有無	プロジェクト サイト	施工業者
		工事用車両/重機の点検・整備の実施	日常点検：毎日 定期整備：任意	整備・点検記録の有無	プロジェクト サイト	施工業者
2	水質汚濁	ドリップレイ使用	月 1 回	使用記録の有無	プロジェクト サイト	施工業者
		水質(pH、EC、TSS)	月 1 回	ザンビア排水基準	マンサ	施工業者
3	廃棄物	掘削土の再利用	月 1 回	再利用の状況	プロジェクト サイト	施工業者
		廃棄物の管理・処理状況	月 1 回	適切な処分の有無	プロジェクト サイト	施工業者
		作業員への教育	月 1 回	実施の有無	プロジェクト	施工業者

環境項目	モニタリング項目	頻度	基準・指標	場所	実施者	
				サイト		
4	土壌汚染	ドリフトレイ使用	2.水質汚濁と共通			
		工事用車両/重機の点検・整備の実施	1.大気汚染と共通			
5	騒音・振動	工事用車両/重機の点検・整備の実施	1.大気汚染と共通			
		保護具の配布・使用	1.大気汚染と共通			
		作業予定の周知の実施	月1回	周知の有無 苦情処理記録の有無	プロジェクト サイト	施工業者
10	生態系	植生伐採状況の確認	月1回	不必要な伐採の有無	プロジェクト サイト	ZARI
13	用地取得・住民移転	(RAPで実施)	(RAPで実施)	(RAPで実施)	マンサ	RAP実施 委員会
17	土地や地域資源の利用	土取場の状況確認	月1回	土取場埋戻し状況の確認	土取場 (マンサ)	施工業者
25	ジェンダー	労働者名簿の確認	月1回	女性の雇用の有無	プロジェクト サイト	施工業者
		啓発活動の実施	月1回	実施の有無	プロジェクト サイト	施工業者
26	子どもの権利	労働者名簿の確認	月1回	16歳未満の雇用の有無	プロジェクト サイト	施工業者
27	HIV/AIDS等の感染症	感染対策の実施	月1回	マスク着用・手指消毒 実施の有無 検温記録の有無	プロジェクト サイト	施工業者
		啓発活動の実施	月1回	実施の有無	プロジェクト サイト	施工業者
28	労働環境 (労働安全を含む)	保護具の配布・使用	1.大気汚染と共通			
		教育・訓練の実施	月1回	実施の有無	プロジェクト サイト	施工業者
		設備・用品配置	月1回	配置の有無	プロジェクト サイト	施工業者
29	事故	工事用車両/重機の点検・整備の実施	1.大気汚染と共通			
		フェンス・看板の設置	月1回	設置の有無	プロジェクト サイト	施工業者
		走行速度遵守の啓発実施	1.大気汚染と共通			
		事故の発生状況	月1回	事故発生記録の有無	プロジェクト サイト	施工業者
30	越境の影響、及び気候変動	アイドリング抑制の啓発実施	月1回	実施の有無	プロジェクト サイト	施工業者
供用時						
2	水質汚濁	肥料・農薬使用状況	半年に1回	使用・散布記録の有無	マンサ	ZARI
3	廃棄物	再利用状況	半年に1回	再利用の有無	研修施設	ZARI
		研修員への啓発	半年に1回	実施の有無	研修施設	ZARI
4	土壌汚染	農業機械の点検・整備の実施	半年に1回	整備・点検記録の有無	研修施設	ZARI
5	騒音・振動	施設利用予定の周知の実施	半年に1回	周知の有無 苦情処理記録の有無	研修施設	ZARI
29	事故	事故の発生状況	半年に1回	事故発生記録の有無	研修施設	ZARI

工事中及び供用時の環境管理・モニタリングの実施と報告体系は下図に示すとおりである。

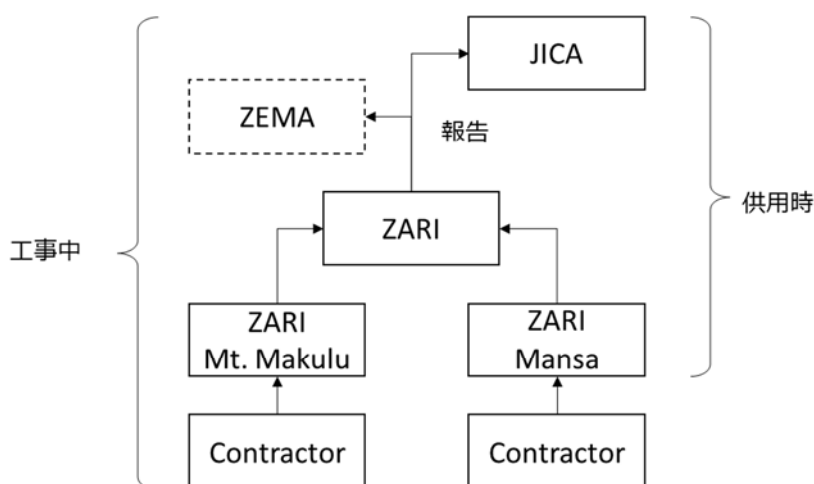


図 2-2-18 環境管理・モニタリング実施／報告体系

(10) ステークホルダー協議

ステークホルダー協議は、開催の1週間前にレターを配布し、開催の告知を行った上で、i)スコーピング案段階、ii)ドラフト報告書段階で実施した。本事業におけるステークホルダーは多岐にわたり、事業対象地ごとにそれぞれ関心のある分野も異なるため、事業実施の目的や環境及び地域社会への影響について説明を行い、関係者の理解を得られるよう努めた。両事業対象地では、協議を通じて事業実施に対する理解を得ることができ、事業の実現への期待の声が寄せられた。マウント・マクルのステークホルダーからは、カンファレンス・ホール利用者への工事中の騒音に対する懸念が挙げられ、緩和策に反映された。また、マンサのステークホルダー協議では、施設建設予定地について議論された結果、当初の予定地よりも影響が少ないと考えられるエリアでの施設建設が提案され、この提案に基づいて代替案を検討した。

各事業対象地において実施した協議の概要を以下に示す。

➤ マウント・マクル第1回ステークホルダー協議（2021年11月19日）

日時	2021年11月19日(金)9:45～10:35	
開催場所	ZARI マウント・マクル研究所 カンファレンス・ホール	
実施機関	ZARI	
目的	地域のステークホルダーをプロジェクト初期段階から巻き込み、事業実施者が関係者の懸念事項を踏まえた対応策を検討し、対立を避け、事業への理解・協力を得られることを目的とする。	
主な議題	1) プロジェクト概要(目的、実施予定地)、2) 想定される影響、3) 環境影響評価の手順、4) 懸念事項の共有と質疑応答	
参加者	ZARI, Chilanga Town Council, National Assembly Constituency Office, National Institute of Scientific and Industrial Research (NISIR), Lafarge Cement Plc, JICA Survey Team	
コメント・質問	回答・その他補足事項	
ZARI 職員からの懸念事項		
● 粉塵が発生するタイミング	➤ 精米施設の稼働は研修目的のみであり、年間の限られた	

<ul style="list-style-type: none"> ● 廃棄物の処理 ● 工事期間中の騒音について(カンファレンス・ホールの活動への影響) 	<p>期間であるため、量も少ないため、周辺への影響はほとんどないと考えている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 植物性の廃棄物(籾殻)については、堆肥への再利用等も検討できると考えている。 ➢ 工事期間中は騒音や粉塵防止のフェンスを設置し、水を撒くことで周辺への影響を最小限に抑える。 ➢ カンファレンス・ホールでの活動への騒音の影響は少ないものと考えられる。カンファレンス・ホールと研修施設の間は20～30mほど離れ、さらに樹木による植栽を設ける計画である。
<p>チランガ地区評議会</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 土地の利用については問題ないものと考えられ、異論はない。また、動植物への影響も作業範囲を見れば、大きなものではない。 ● 施設のレイアウト図面は地区評議会に提出し、評議会から州計画事務所に対し承認を求める。 	
<p>ラファージ(地元のセメント会社)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 工事の労働者は地元から雇用する予定か？(労働者が外部から導入されると HIV/AIDS 蔓延が懸念される) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ HIV/AIDS 感染リスクを鑑みて臨時労働者は地元から雇用することが理想的である。熟練労働者は外部からの可能性が高いが、単純労働者は地元から雇用する見込みである。
<p>NISIR(国立科学産業研究所。ZARIに隣接)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 本事業はキャパシティビルディングや研究の促進につながる重要なものであるという認識。 ● 将来的に、ZARI と NISIR が共同で施設や機材を利用できるような可能性はあるか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 今回の JICA 無償資金協力事業は、稲作に係る研修機能と優良種子生産体制の強化を目的としている。NISIR が稲作に関心があれば、施設や機材を活用した ZARI との連携も可能と考えられる。
<p>地元の国会議員事務所</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 工事の期間はいつ頃か？ ● 議員は時間を見つけて建設予定地の視察を行う予定である。 ● 議員の関心事項は若者の技術獲得であり、本事業についてもその点で関心がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 2022 年に詳細設計があり、建設の開始は 2023 年になる見込みである。 ➢ 地元議員に対し表敬を行い、事業実施への関心を高める必要がある。

➤ マンサ第1回ステークホルダー協議（2021年11月25日）

日時	2021年11月25日(木)9:45～11:45	
開催場所	ZARI マンサ研究所 会議室	
実施機関	ZARI, JICA Survey Team	
目的	地域のステークホルダーをプロジェクト初期段階から巻き込み、事業実施者が関係者の懸念事項を踏まえた対応策を検討し、対立を避け、事業への理解・協力を得られることを目的とする。	
主な議題	1) プロジェクト概要(目的、実施予定地)、2) 想定される影響、3) 環境影響評価の手順、4) 懸念事項の共有と質疑応答	
参加者	ZARI, Ministry of Agriculture (MoA), Road Development Agency (RDA), Mansa District Commissioner, Mantumbsha Primary School, MIHUD, MPANDIKA (Ward), NAMWANDW (Ward), CHANSUNSU (Ward), JICA Survey Team 約40名	
コメント・質問		回答・その他補足事項
<p>(質問者: Mantumbsha 小学校校長)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 工事中/供用時の粉塵や騒音が Mantumbsha 小学校の授業に影響を与えるほどのものになるか？ 		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 本事業では、工事中/供用時に粉塵と騒音の発生があるが、建設工事中はフェンスの設置や水撒きによって粉塵を抑えることが可能と考える。また、精米施設の騒音・粉塵は、学校との距離が十分に離れており(約3km)、影響はない。
<p>(質問者: ルアブラ州 Survey Dept. 担当者)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 土地の不法占拠に対してどのような措置が取られるのか？ 		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 事業実施地は ZARI 敷地内であり、本事業によって影響を受ける土地はない。 ➢ ZARI の土地が不法占拠された場合には、JICA ガイ

	ドラインに沿って問題を解決することになる。
(質問者:RDA 道路開発庁) ● 提案されているアクセス道路の設計・計画を Mansa 市議会と RDA に提出し、承認を得よう助言	➤ RDA はいかなる道路開発も承認する必要があるとのこと。
(質問者:MoA 農業省) ● 精米施設と研修施設の建設予定地の正確な位置はどこになる見込みか？	➤ 提案されている予定地はキャッサバ製粉施設の隣だが、この場所は住宅や気象観測装置があるという課題がある。そのため、住宅や気象観測装置から離れた場所(ZARI マンサ研究所のキャッサバ処理施設の近く)が建設予定地の候補である。この場所であれば、工事中/供用時の騒音や粉塵等の問題を最小限に抑えることが可能と考える。
(質問者:Chansunsu Ward area councillor) ● 施設の建設工事により、区内の若者がどのような恩恵・支援を受けることができるのか？	➤ 施設の建設に係る入札は、ザンビア公共調達法及び JICA 調達手続きに従って行われる。 ➤ JICA/ZARI が契約を締結する際は、法律の規定に従う。また、地元業者が入札する際は、法律に規定されるガイドラインを全て満たしている必要があり、入札文書に規定される工事を実施する能力を有している必要がある。
(質問者:MIHUD インフラ省郡事務所) ● 精米施設の生産能力はどれくらいか？ ● 産業廃棄物と一般廃棄物の扱いについて、どのように保管され、処分されるのか？ ● 精米時の廃棄物の再利用計画はあるか？	➤ 予想される種子生産量は 14MT ➤ 工事に発生する廃棄物は法律に従って処理される。産業廃棄物は現場で保管され、ZEMA が承認したライセンス保持業者が回収する。また、全ての過程廃棄物は Mansa Municipal Council の一般廃棄物処理場に廃棄される。
(質問者:Namwandw WDC zonal Rep.) ● 研修を受ける農民の選定基準は？ ● プロジェクトの持続可能性について知りたい。ドナーがプロジェクトを終了した場合、プロジェクトは継続されるのか、それとも活動は終了するのか。	➤ (コメント:ZARI): 稲作の研修センターは MoA を通じて研修を必要とする農民を募集する。MoA には新旧の稲作従事者を選定する既存ルートがある。 ➤ (コメント:MoA): 農業省には選定チームがある。選考は農業普及員を通じて行われる。普及員もまた、研修施設の利用者となる。2021 年には約 900 人の農家が研修を受け、2022 年には新たに 1800 人、2023 年には約 3000 人の農家が研修を受ける予定。 ➤ (コメント:MoA): 農家が習得するスキルが一生続くという点において持続可能である。MoA は今後も農家と農業普及員の双方に稲作研修を行う。
(質問者:MIHUD インフラ省郡事務所) ● JICA/ZARI はオイルの流出や火災、精米工場から発生する微粒子についてどのように対処するのか？	➤ 施設のフロアにはコンクリートラインが設置され、こぼれたオイルは回収・分離され、処理することが可能である。 ➤ 施設は防火システムが備えられる。火災が発生した場合には消火システムが使用され、定期的なメンテナンスが行われる。 ➤ 精米施設は工場として定義されるため、本事業の一部は工場法を遵守することになる。 ➤ 労働者の健康・安全を守るため、イヤーマフやマスクといった保護具が提供される。また、ザンビアの法律では全ての工場労働者に定期健診が義務付けられている。 ➤ 大気中の微粒子のモニタリングにも配慮する。
(質問者:気象局) ● JICA/ZARI は気象観測所について、どのような計画を持っているのか？	➤ 周辺の住宅や気象観測所、研究所の事務所等の位置関係を考慮すると、建設予定地を当初予定から変更する可能性がある。
(質問者:ZARI) ● 研修を受ける人のための宿泊施設の建設は予定されているのか？	➤ 宿泊施設は事業コンポーネントに含まれないが、地域の人々は研修者の宿泊等によって収入を得る機会がある。


	<p>可能性がある。</p> <p>➤ (コメント:MoA)ウガンダの研修施設にはホステル施設はないものの、宿泊施設は民間の個人や企業によって提供されている。地元の人々は本事業に収入のチャンスを見出すべき。</p>
<p>(質問者:Mpandika Village Secretary)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● これまでの経験から、ZARI 周辺の地元住民は ZARI での小規模な仕事には興味を示さない(ほとんどが賃金が最低限のため)。政府が最低賃金を設定することは良いことだが、JICA/ZARI は(賃金の追加を検討する等)魅力的なものにするべき。 	<p>➤ (コメント: Chansungu Ward Area Councillor) JICA/ZARI やプロジェクトに従事する他のコントラクターは、最低賃金を言い訳にするのではなく、生活を支えるのに十分な賃金を与えるべき。</p> <p>➤ (コメント:JST)JICA/ZARI は雇用に関する法律に従うことになる。</p> <p>➤ (コメント:ZARI)これまでの経験から、雇用主は最低賃金で従事者を抑圧している。</p> <p>➤ コメントに留意し、JICA/ZARI は EIA プロセスにおいて賃金の問題を考慮する。</p>
<p>(質問者:MIHUD インフラ省郡事務所)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● コメの生産目的は何か？地元市場への供給か、輸出品目的か？ 	<p>➤ (コメント:ZARI):本事業の目的は国内のコメ生産不足を解消するため、より多くの農家に稲作研修を提供することである。</p> <p>➤ (コメント: MoA) 地元農家と協力して、National Milling Corporation 等の地元企業でブランド化する計画が進行中だが、コメの質と量に課題がある。本事業は地元農家の技術を向上させ、コメの生産量を増加させるものであり、地元の需要を満たした先に、コンゴへの輸出も可能になると考える。</p>
<p>(質問者:RDA)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 灌漑施設計画について、地元自治体に計画書を提出する必要がある。 	<p>➤ 既存のほ場を改修する。一部は灌漑ほ場、その他は天水田となる。</p>
<p>(質問者:Chansungu Ward Area Councillor)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ZARI マンサ研究所の土地は慣習地か、それとも国有地か？ 	<p>➤ (コメント:Survey Dept.)ZARI マンサの土地は国有地である。</p>
<p>閉会の挨拶(Village Headwoman)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 本事業が、建設作業に伴う雇用機会の創出、稲作研究所やその他の実施プロセスにおける地元労働者の活用、コメのバリューチェーンの各段階における農家の知識と技術の向上、食糧と収入の安定性の向上等を通じ、地元の人々の生活向上に大きく貢献することと期待する。 ● また、アクセス道路は ZARI と近隣コミュニティにとって重要であり、ZARI と主要道路や公共サービス(学校、保健センター、マーケット等)を繋ぐものとなる。道路の整備は、さまざまな雇用機会を求めて ZARI に集まる地域住民の助けになると期待する。 	

➤ マウント・マクル第2回ステークホルダー協議（2022年1月12日）

日時	2021年1月12日(水)9:45~10:25	
開催場所	ZARI マウント・マクル会議室	
実施機関	ZARI, JICA Survey Team	
目的	地域のステークホルダーに対し、現地調査及び環境影響評価結果を共有し、事業が地域に及ぼす可能性のある影響と、関係者の懸念事項を踏まえた対応策について説明し、事業への理解・協力を得られることを目的とする。	
主な議題	1) プロジェクト概要(目的、実施予定地)、2) フィールド調査結果、3) 想定される影響、4) 緩和策、5) モニタリング計画、6) 質疑応答	
参加者	DNPW (Department of National Parks and Wildlife, Ministry of Tourism and Arts), SCCI (Seed Control & Certification Institute), NISIR (National Institute for Scientific and Industrial Research), Constituency Officer (Office for Chilanga Member of Parliament), ZARI 職員, ECOWISE(再委託業者), JICA Survey Team が参加	

コメント・質問	回答・その他補足事項
(質問者:DNPW) ● 施設建設時に粉塵が発生した場合、渡り鳥に影響するのでは？(Chilanga は渡り鳥のルートである)	➢ 建設時には防塵のためのフェンス設置や水撒きを行う。粉塵は鳥類の生態に影響を与えるほどの量は発生せず、影響はほとんどないと考えられる。
(質問者:SCCI) ● 世銀カンファレンス・ホールと十分に距離が離れているため、騒音の影響は小さいとの説明だったが、施設運用後の方が騒音の影響は大きいように感じる。影響評価のランク付けを修正すべきではないか？	➢ 工事中の騒音はフェンスの設置等の緩和策によって抑えられる。また、施設運用時、精米機は研修目的で限られた期間のみ使用され、騒音はほとんど発生しないと予想される。
(質問者:SCCI) ● ZARI は籾殻を何に使う予定か？	➢ 籾殻は ZARI の活動に試験的に使われる可能性があるが、廃棄される分は堆肥として利用する。
(コメント:議員事務所) ● 本プロジェクトは雇用機会を生み出すことから、JICA/ZARI はプロジェクトを先へ進め、実施するべきと考える。チランガ郡の若者を含む地域住民が雇用機会を得られる。	
(質問者:DNPW) ● 影響が大きいと予想される項目の評価付けの基準は何か？	➢ 影響が発生する可能性、期間、範囲、タイミングを考慮して検討し、点数付けをした後、影響の大きさを評価した。

➤ マンサ第 2 回ステークホルダー協議（2022 年 2 月 15 日）

日時	2021 年 2 月 15 日(火)10:30-12:15	
開催場所	ZARI マンサ会議室	
実施機関	ZARI, JICA Survey team	
目的	地域のステークホルダーに対し、現地調査及び環境影響評価結果を共有し、事業が地域に及ぼす可能性のある影響と、関係者の懸念事項を踏まえた対応策について説明し、事業への理解・協力を得られることを目的とする。	
主な議題	1) プロジェクト概要(目的、実施予定地)、2) フィールド調査結果、3) 想定される影響、4) 緩和策、5) モニタリング計画、6) 質疑応答	
参加者	District Commissioner, Ward Councillor, Ward Development Committee, Village Committee, Ministry of Agriculture, ZARI Mansa 職員・関係者、ECOWISE(再委託業者)、JICA Survey Team から 22 名が参加	
コメント・質問	回答・その他補足事項	
(質問者:WDC) ● 研修では農家は農機具を無料で与えられるのか、研修後は日本メーカーの農機具を購入できるのか？	➢ 農機具は基本的に研修のために提供されるが、研修を通じて農機具のコスト等の情報が農家に提供され、日本メーカーの農機具購入の後押しとなることが期待される。 ➢ ザンビア政府は議会を通じて予算を承認し、毎年 2,600 万 ZMW が Constituency Development Fund からリリースされる。研修を受けた農家は組合を結成し、共同で農業機械を購入するといったことも可能になるだろう(District Commissioner)。	
(質問者:WDC) ● 建設工事では 200 名が雇用されるとのことだが、一般労働者、作業員の最低賃金を知りたい。 ● また、一般労働者、作業員の選定基準は？	➢ 最低賃金を示すザンビアの法律に従うことになる。 ➢ (特別な技能を必要としない)作業員は地元コミュニティから雇用する予定である。	
(質問者:MoA) ● プロジェクトの開始はいつ頃か？	➢ まず、本プロジェクトの環境管理計画について ZEMA による承認が必要になる。承認は 2022 年の 6 月頃に取得できる見込み、また、建設工事の開始は 2023 年の雨期の後になる見込み。	

<p>(質問者: MoA)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 本プロジェクトは地元業者が請け負うのか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 作業によっては地元業者が請負うことになる見込みである。 ➢ 多くの業者は Mansa 郡外から来るため、地元業者との契約を模索すべき (MoA)
<p>(質問者: ZARI)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 精米施設で発生する廃棄米について、どのような処理計画があるのか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 精米施設から発生する廃棄物の量は(廃棄米から燃料を生産するような)生産的な利用ができるほど多く発生しない。植物性廃棄物は堆肥として土壤に還元される。
<p>(質問者: ZARI)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 農家が生産したコメを販売するマーケットは既に確立されているのか、もしくはプロジェクトでマーケットを整備する計画はあるのか？例えばメイズは Food Reserve Agency (FRA) に持ち込まれ、量に関わらず買い取られる。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 例えば Zambia National Milling Company のような国内外に販路を持つ買い手がいるので、マーケットは大きな問題ではなく、課題は米の質と量である。集荷センターのようなまとまった量を供給できるような施設が必要。(Provincial Agriculture Officer) ➢ マーケティングやバリューチェーン等は研修内容に含まれるものと考えられる。しかし、コメの販路を確立するために稲作農家が研修で得た知識を活用する必要がある(JICA が農家から米を買い取るような事業ではない)。
<p>(質問者: ZARI)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ため池のダム改修によって、工事中と供用時に畑や養魚池に影響するのを知りたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 現時点ではダムの改修を行うか否かの決定がされていない。将来的にダムの嵩上げを行う場合、プロジェクトの影響を受ける人々に対する補償計画が実施される。昨年 12 月に事前調査を行い、影響を受ける可能性のある世帯(養魚池を含め)を確認している。
<p>(質問者: ZARI)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ラテライトが掘削される予定の場所はどこか？また、資源の掘削は、ZARI 職員の居住地に水を供給するポンプハウスの水資源に影響を及ぼすことはないか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ ZARI 敷地内の 3 つの候補地の位置と、ポンプハウスの水への影響はない。
<p>(質問者: ZARI)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 精米施設はどのあたりに位置するのか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ ZARI マンサの既存のラボ・倉庫の建物の裏側で、外周壁の外側に建設される予定。 ➢ 第 1 回ステークホルダー協議で、当初提案されていた建設予定地について騒音を懸念する声が挙げられた。それらの意見も踏まえ、研修施設の建設予定地が変更された。
<p>(District Commissioner のコメント)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● JICA を通じたザンビアと日本の連携に感謝する。 ● 地区評議員 (Ward councillors) と地元コミュニティには、農家の CDF (基金) 活用のための組合を形成することを勧める。 ● プロジェクトが開始されることを期待している。質・量ともに良好なコメが生産されることがプロジェクトの成功である。プロジェクトに携わる全ての人々が貢献していく必要がある。 	

2-2-3-2 用地取得・住民移転

(1) 用地取得・住民移転の必要性

1) 用地取得・住民移転を生じさせる事業コンポーネント

本事業で計画している建設予定地には住居は存在しないことから、住民移転は発生しない。また、工事用道路の敷設、土取場及び土捨場の候補地、施工ヤード及び資材置き場（仮設）については、ZARI 敷地内で用地を確保することが可能であり、民間からの用地取得は発生しない見込みである。ただし、マンサの既存ため池堤体の嵩上げ工事を実施する場合、ため池周辺に設置された養魚池や耕作地の水没が発生する可能性がある。なお、現況の満水位でのため池面積 10,252 m² に対して、計画満水位の面積が 15,205 m²、計画洪水位の面積は 25,473 m² と図測される。

水没発生の可能性のある範囲を下図に示す。



図 2-2-19 計画満水位と計画洪水位の範囲

(2) ザンビア国における用地取得・住民移転に係る法的枠組み

1) 用地取得・住民移転に係る政策

➤ 国家土地政策（National Land Policy : NLP , 2021）

NLP は 2021 年 5 月に開始されたザンビア初の包括的土地政策フレームワークで、8 つの目的とそれぞれの方策が示される。

- ① 土地配分の仕組みの強化
- ② 土地登記制度の強化
- ③ 土地紛争管理の仕組みの強化
- ④ ザンビア国民による土地所有の促進
- ⑤ ザンビア国民以外の土地所有の規制
- ⑥ 土地市場の機能強化
- ⑦ 持続可能な開発のための、土地行政における気候変動、天然資源・環境保護の主流化
- ⑧ ジェンダー、若者、障がい者、社会的弱者に配慮した土地セクターの実現

➤ 国家住民移転政策（National Resettlement Policy : NRP, 2017）

再定住プログラムを包括的な政策的・法的枠組みを伴わずに 24 年以上実施してきたことにより、土地に関する訴訟のほか、さまざまな問題が生じたこと、開発事業等の実施による非自発的住民移転が近年増加傾向にあることを背景として、NRP が策定された。要点を一部抜粋して以下に示す。

＜基本原則＞

- 全ての人、団体及びコミュニティは適切な代替地（安全で、危険のない、アクセス可能で、手ごろな価格で、住み易い）への権利を有する
- 割り当てられる土地の大きさは、入植者が土地を開発する能力に見合ったものであり、且つ/又は、基本的な自給自足の食料と、妥当な備蓄を持つ平均的な家族を養うのに十分なものでなければならない
- 非自発的住民移転は、国内強制移動に係る原則（UN Guiding Principles on Internal Displacement）に定められる国際人権及び人道法に基づいて行われるべきである
- 非自発的住民移動は可能な限り回避すべきである。避けられない場合には、実行可能な全ての代替案を検討し、影響を最小限に抑える必要がある
- 非自発的に移転する住民の経済的及び社会的未来が、事業がない場合と同程度又はそれ以上に有利になるよう補償及び支援されるべきである

＜補償に係る政策＞

- 被影響者が事業によって移転する前、又は事業実施に伴い経済的に影響を受ける前に補償を支払うこと
- 事業が直接的原因となって生じた生計手段、資産及び資産へのアクセスの損失に対する補償は、市場価値又は再取得価格のいずれか高い方で、迅速且つ効果的な方法で支払う
- 補償の支払いに際しては、女性世帯主やその他弱者を優先的に配慮する

2) 関係機関

土地再定住プログラムは副大統領府の再定住局（Department of Resettlement, Office of the Vice President）が実施する省庁横断的な活動である。再定住局は、対象者を自発的・非自発的な再定住において、代替生計を提供し、農村地域の生活水準を向上させる役割を担う。また、再定住計画のインフラ整備や、世帯の食糧安全保障を促進するため、定住者への普及活動やその他の支援サービスを行う。

3) 用地取得・住民移転に係る法規

ザンビア国の用地取得・住民移転に係る法律を下表に纏めた。

表 2-2-33 用地取得・住民移転の関連法規

法規名	概要
Constitution of Zambia (Amendment), 2016 ザンビア国憲法	第 1 条第 16 節「資産の剥奪からの保護」は、資産に対する基本的権利と人々を資産の剥奪から保護することを規定。いかなる財産も議会法に基づく適切な補償の支払いが行われない限り、強制的に収用することはできない。
Land Act, No. 29 of 1995, Cap. 184 土地法	借地権と借地権の継続、大統領への土地の継続的な権利確定、大統領による土地の譲渡、及びいくつかの関連事項を規定
Land Acquisition Act, Cap. 189 用地取得法	土地やその他の財産の取得について規定。
Lands and Deeds Registry Act CAP 185 土地登記法	土地に関する書類の登記、所有権の証明、土地の譲渡の法的手続き及び効果、その他土地の所有権の登記に関する事項について規定
Land Survey Act, Cap. 188 土地調査法	土地測量の実施方法、図面や計画作成方法を規定。ビーコンやその他の測量標識の保護について定める。

法規名	概要
Land Tribunal Act No. 39 of 2010 土地審判法	土地法に基づき設立された土地審判所への上訴の手続き及び審判所での手続き、並びに審判所の一定の権限について規定
Arbitration Act, No.19 of 2000 仲裁法	第 12 条第 2 項において、土地所有者又は占有者が補償金額に合意できない場合、仲裁当事者は 1 名又は複数名の仲裁人を選任するための手続きを行う。
Valuation Surveyor Act, Cap. 207 資産鑑定士法	ザンビアにおける鑑定士の登録義務と、鑑定士として業務を行う上でのルール（倫理規定）、鑑定士に支払われるべき報酬水準等について規定
Urban and Regional Planning Act, 2015 都市・地方計画法	貧困削減及び生活の質の向上に資する総合的開発の実施に当たる計画策定機関とその内容（同法第 13 条および第 19 条）、開発に伴う損失に対する補償（同法第 68 条および 69 条）を規定
Agricultural Lands Act Cap. 187 農地法	農地委員会の設立を定め、その組織とメンバーシップ、機能、権限を規定する。また、小作制度の創設と、国有地の土地利用規制を主な任務とする土地局の設置を規定。

4) ザンビア国における用地取得・住民移転に係る法制度と JICA 環境社会配慮ガイドライン及び世界銀行セーフガードポリシーのギャップ分析

ザンビア国における用地取得・住民移転に係る法制度と JICA 環境社会配慮ガイドライン及び世界銀行セーフガードポリシーのギャップ分析の結果を下表に示す。

表 2-2-34 用地取得・住民移転に係るザンビア国法制度と JICA 環境社会配慮ガイドラインとの比較表

No.	JICA / WB Guidelines	ザンビア National Resettlement Policy	ギャップの有無と対応
1	(JICA GL) 非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。	NRP/ 5. Guiding Principles (xi) 実行可能な限り、非自発的再定住は回避されるべきである。住民の移転が避けられない場合は、実行可能な全てのプロジェクトの選択肢を検討することにより、最小限にとどめるべきである。	概ね一致。 影響が避けられない場合、JICA ガイドラインに沿って対策を講じる。
2	(JICA GL) このような検討を経ても回避が不可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、対象者との合意の上で実効性のある対策が講じられなければならない。		
3	(JICA GL) 移転住民には、移転前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるような補償・支援を提供する。	NRP/ 5. Guiding Principles (xii) やむを得ず移住した人々には補償と支援が行われ、彼らの経済的・社会的な将来が、プロジェクトがなかった場合と同等かそれ以上になるようにすること。	概ね一致。 JICA ガイドラインに準拠する。
4	(JICA GL) 補償は可能な限り再取得費用に基づかなければならない。	Land Acquisition Act 公共の事業により影響を受ける財産は保証されるべきであり、財産の価値は、「自発的な売り手により公開市場で売却された場合に予想される金額」とする	概ね一致。 再取得費用に基づいて補償をする。
5	(JICA GL) 補償やその他の支援は、物理的移転の前に提供されなければならない。	NRP/ 6.2.6 Compensation (i) 補償は、物理的・経済的に移転させられた人々に対して、移転の原因となった開発プロジェクトの開始前に支払われるべきである。	概ね一致。 JICA ガイドラインに準拠する。

No.	JICA / WB Guidelines	ザンビア National Resettlement Policy	ギャップの有無と対応
6	(JICA GL) 大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画が作成・公表されていなければならない。	関連した記載は見当たらない。	本事業では大規模住民移転は発生しない。
7	(JICA GL) 住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われていなければならない。	NRP/ 6.2.8 Transparency and Good Governance (ii) 影響を受ける人々に、利用可能な再定住の選択肢について十分に情報を提供し、相談する。	概ね一致。 JICA ガイドラインに準拠する。
8	(JICA GL) 協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない。	NRP/ 7.7.2 Involuntary Resettlement Process (xv) 補償金支払い、生活再建活動、再定住の計画、実施、モニタリング、評価の間、全ての関連情報の開示と影響を受けるコミュニティ・人々の参加が継続されること。情報は、影響を受ける人々にとって適切な言語で提供されるべきである。	概ね一致。 JICA ガイドラインに準拠する。
9	(JICA GL) 非自発的住民移転及び生計手段の喪失に係る対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進されていなければならない。		
10	(JICA GL) 影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない。	NRP/ 7.7.2 Involuntary Resettlement Process (viii) 副大統領府の Department of Resettlement を住民移転の責任機関とする。政府が情報を持ち、プロセスを監視し、事業者／投資家と影響を受ける人々との間で紛争が発生した場合に調停することを可能にする。	地方行政機関、伝統的統治制度の指導者を巻き込んだ苦情処理メカニズムを構築する。
11	(WBOP412 Para6) 利益を享受しようとする不法占拠者やその他の人々がその後に流入するのを防ぐために、できればプロジェクトの特定段階で、影響を受ける人々は、最初のベースライン調査(適格性の判断基準となる人口センサス、資産目録、社会経済調査を含む)を通じて適格性を確立するために、可能な限り早い段階で特定及び記録されなければならない。	NRP/ 7.7.2 Involuntary Resettlement Process (xvii) プロジェクトの影響を受ける人の国勢調査と資産目録の完了日は公表されなければならない。締切日以降にプロジェクト地域を占有する人は補償と再定住の支援を受ける資格はない。	概ね一致。 カットオフデットはセンサス調査の開始日とし、住民協議の場で周知する。
12	(WB OP412 Para15) 給付の対象となるのは、土地に対する正式な法的権利(法律で認められた慣習的・伝統的な土地の権利を含む)を持つ PAPs、国勢調査の時点で土地に対する正式な法的権利を持っていないが、そのような土地や資産に対する請求権を持つ PAPs、自分が占有している土地に対する認識できる法的権利を持たない PAPs などである。	NRP/ 7.7.2 Involuntary Resettlement Process (xviii) , (xxii) 住民移転政策は、慣習地や国有地、あるいは憲法や国会法の下で認められているその他の保有システムの下で土地を保有し、移転の影響を受ける可能性がある人、あるいは問題の土地にある資産の破壊に対する補償をサポートする。 不法占拠者/侵入者は既存の関連法に従って対処されるため、政府は補償する義務はない。	土地に対する正式な法的権利を有していない PAPs に対しても支援対象として検討する。
13	(WB OP412Para11) 生活の基盤が土地にある避難民に対しては、土地を基盤とした再定住戦略を優先すべき。	関連した記載は見当たらない。	土地に依存して生計を立てている農家に対しては土地ベースの補償を優先する。
14	(WBOP412 Para6) 移行期(避難から生活再建まで)の支援を提供する。	関連した記載は見当たらない。	移行期間の影響と支援の必要性について検討する。

No.	JICA / WB Guidelines	ザンビア National Resettlement Policy	ギャップの有無と対応
15	(WB OP412Para8) 避難民の中でも、特に貧困層、土地を持たない人、高齢者、女性や子ども、少数民族など、弱い立場にあるグループのニーズには特に注意を払う。	NRP/ 6.2.6 Compensation (vi) 補償金を支払う際、女性やその他の弱者がいる世帯を優先する。	概ね一致。 被影響世帯に社会的弱者が含まれている場合、必要な支援を検討する。
16	(WBOP412 Para25) 200 人未満の土地取得や非自発的住民移転を伴うプロジェクトでは、簡易住民移転計画が作成される。	関連した記載は見当たらない。	被影響者数が 200 人未満の場合、簡易住民移転計画を作成する。

5) 本事業における用地取得・住民移転方針

上記のギャップ分析の結果を踏まえ、本事業における用地取得・住民移転の方針を以下のように定める。

I.	<p>The Government of the Republic of Zambia will use the Project Resettlement Policy (the Project Policy) for the Project for Development of Seed Production Field and Training Facilities in the Republic of Zambia specifically because existing national laws and regulations have not been designed to address involuntary resettlement according to international practice, including JICA's policy. The Project Policy is aimed at filling-in any gaps in what local laws and regulations cannot provide in order to help ensure that PAPs are able to rehabilitate themselves to at least their pre-project condition. This section discusses the principles of the Project Policy and the entitlements of the PAPs based on the type and degree of their losses. Where there are gaps between the Republic of Zambia legal framework for resettlement and JICA's Policy on Involuntary Resettlement, practicable mutually agreeable approaches will be designed consistent with Government practices and JICA's Policy. (ザンビア国政府は、現行国内法と JICA ポリシーを含む International practice と乖離があることから、本事業について、特別に以下のポリシーを採用する。事業ポリシーは国内法と JICA ポリシーのギャップを埋めることを目的とする。ここでは、損失の内容・程度に応じた PAPs の受給権について、本事業のポリシーを説明する。国内法と住民移転に係る JICA ポリシーに乖離がある場合には、両者を満たすような現実的な方法を検討する。)</p>
II.	<p>Land acquisition and involuntary resettlement will be avoided where feasible, or minimized, by identifying possible alternative project designs that have the least adverse impact on the communities in the project area. (代替案の検討を行い、移転を回避又は最小化する)</p>
III.	<p>Where displacement of households is unavoidable, all PAPs (including communities) losing assets, livelihoods or resources will be fully compensated and assisted so that they can improve, or at least restore, their former economic and social conditions. (移転が避けられない場合は PAPs の生計が改善又は少なくとも回復できるよう、十分な補償を行う)</p>
IV.	<p>Compensation and rehabilitation support will be provided to any PAPs, that is, any person or household or business which on account of project implementation would have his, her or their: (補償や支援は以下のような影響を受ける全てのの人に提供される)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standard of living adversely affected; (生活水準への負の影響) • Right, title or interest in any house, interest in, or right to use, any land (including premises, agricultural and grazing land, commercial properties, tenancy, or right in annual or perennial crops and trees or any other fixed or moveable assets, acquired or possessed, temporarily or permanently; (家屋への権利、土地利用の権利、農地・放牧地・商業地・テナント・一年生又は多年生作物・樹木・その他不動産等への永久的及び一時的権利への負の影響) • Income earning opportunities, business, occupation, work or place of residence or habitat adversely affected temporarily or permanently; or (一時的又は永久的な負の影響を受ける所得創出機会、営業、職業、住民の営業場所等) • Social and cultural activities and relationships affected or any other losses that may be identified during the process of resettlement planning. (社会的・文化的活動及び関係への影響)
V.	<p>All affected people will be eligible for compensation and rehabilitation assistance, irrespective of tenure status, social or economic standing and any such factors that may discriminate against achievement of the objectives outlined above. Lack of legal rights to the assets lost or adversely affected tenure status and social or economic status will not bar the PAPs from entitlements to such compensation and rehabilitation measures or resettlement objectives. (所有権の有無や社会的地位に関係なく、影響を受ける全ての人は全て補償や支援の対象とする) All PAPs residing, working, doing business and/or cultivating land within the project impacted areas as of the date of the latest census and inventory of lost assets(IOL), are entitled to compensation for their lost assets (land and/or non-land assets), at replacement cost, if available and restoration of incomes and businesses, and will be provided with rehabilitation measures sufficient to assist them to improve or at least maintain their pre-project living standards, income-earning</p>

	capacity and production levels. (直近のセンサス及び資産調査の時に影響地域において居住、労働、営業または耕作していることが確認されたものは全て補償や支援の対象となる)
VI.	PAPs that lose only part of their physical assets will not be left with a portion that will be inadequate to sustain their current standard of living. The minimum size of remaining land and structures will be agreed during the resettlement planning process. (資産の一部を失う場合、残りの資産がその後の生計を維持しているのに十分でなければ、移転対象者として扱う(残地、残資産等の最小規模は移転計画作成時に決定される)
VII.	People temporarily affected are to be considered PAPs and resettlement plans address the issue of temporary acquisition. (一時的な影響についても移転計画で考慮される)
VIII.	Where a host community is affected by the development of a resettlement site in that community, the host community shall be involved in any resettlement planning and decision-making. All attempts shall be made to minimize the adverse impacts of resettlement upon host communities. (移転先のホストコミュニティへの影響が想定される場合には、移転計画作成や意思決定へのホストコミュニティの参加が確保されなければならない)
IX.	The resettlement plans will be designed in accordance with Zambia's National Involuntary Resettlement Policy and JICA's Policy on Involuntary Resettlement. (ザンビア国法制度及び住民移転に係る JICA ポリシーに沿って移転計画を作成する)
X.	The Resettlement Plan will be translated into local languages and disclosed for the reference of PAPs as well as other interested groups. (移転計画は現地語に翻訳され、PAPs やその他関心のある人のために公開される)
XI.	Payment for land and/or non-land assets will be based on the principle of replacement cost. (補償は再取得費用の考え方にに基づき提供される)
XII.	Compensation for PAPs dependent on agricultural activities will be land-based wherever possible. Land-based strategies may include provision of replacement land, ensuring greater security of tenure, and upgrading livelihoods of people without legal land titles. If replacement land is not available, other strategies may be built around opportunities for re-training, skill development, wage employment, or self-employment, including access to credit. Solely cash compensation will be avoided as an option if possible, as this may not address losses that are not easily quantified, such as access to services and traditional rights, and may eventually lead to those populations being worse off than without the project. (農地に依存している PAPs への補償は、可能な限り土地ベースで行う)
XIII.	Replacement lands, if the preferred option of PAPs, should be within the immediate vicinity of the affected lands wherever possible and be of comparable productive capacity and potential. As a second option, sites should be identified that minimize the social disruption of those affected; such lands should also have access to services and facilities similar to those available in the lands affected. (代替地は移転前の土地と同立地同生産性とすべき)
XIV.	Resettlement assistance will be provided not only for immediate loss, but also for a transition period needed to restore livelihood and standards of living of PAPs. Such support could take the form of short-term jobs, subsistence support, salary maintenance, or similar arrangements. (移転支援は、目先の損害だけでなく、PAPs の生活水準回復のための移行期間に対しても提供される。このような支援は、短期の雇用、特別手当、収入補償等の形態をとることができる)
XV.	The resettlement plan must consider the needs of those most vulnerable to the adverse impacts of resettlement (including the poor, those without legal title to land, ethnic minorities, women, children, elderly and disabled) and ensure they are considered in resettlement planning and mitigation measures identified. Assistance should be provided to help them improve their socio-economic status. (移転計画は、移転の負の影響に対して最も脆弱な人々にニーズに配慮して作成されなければならない。また、彼らの社会経済状況を改善するための支援が提供されなければならない。脆弱な人々には、貧困層、土地の所有権を持たない人々、先住民族、少数民族、女性、子ども、老人、障がい者等が含まれる)
XVI.	PAPs will be involved in the process of developing and implementing resettlement plans. (PAPs は移転計画の作成、実施に参加する)
XVII.	PAPs and their communities will be consulted about the project, the rights and options available to them, and proposed mitigation measures for adverse effects, and to the extent possible be involved in the decisions that are made concerning their resettlement. (事業や彼らの権利、検討されている負の影響への緩和策等について、PAPs 及び彼らのコミュニティの意見を聞き、可能な限り移転に関する意思決定に参加する)
XVIII.	Adequate budgetary support will be fully committed and made available to cover the costs of land acquisition (including compensation and income restoration measures) within the agreed implementation period. The funds for all resettlement activities will come from the Government. (補償や所得回復対策等を含む用地取得に必要な費用は全て、合意された実施期間内に入手可能な状態となる。移転活動に必要な費用は全てザンビア国政府が負担する)
XIX.	Displacement does not occur before provision of compensation and of other assistance required for relocation. Sufficient civic infrastructure must be provided in resettlement site prior to relocation. Acquisition of assets, payment of compensation, and the resettlement and start of the livelihood rehabilitation activities of PAPs, will be completed prior to any construction activities, except when a court of law orders so in expropriation cases. (Livelihood restoration measures must also be in place but not

necessarily completed prior to construction activities, as these may be ongoing activities. (物理的移転は、移転のために必要な補償や支援の提供前に実施されない。移転地のインフラは、移転前に十分整備される。資産の取得、補償費の支払、移転、及び生計回復活動の開始は、裁判所により収用が決定された場合を除いて、全て工事前に完了する。(生計回復支援は継続すべき活動であるため、移転前に開始される必要があるが、完了している必要はない)

XX. Organization and administrative arrangements for the effective preparation and implementation of the resettlement plan will be identified and in place prior to the commencement of the process; this will include the provision of adequate human resources for supervision, consultation, and monitoring of land acquisition and rehabilitation activities. (実効的な移転計画作成・実施のための組織、管理体制が、移転プロセス開始前に構築される。これは住民協議、用地取得・生計回復活動に係るモニタリング等について管理するために必要な人的資源を含む)

XXI. Appropriate reporting (including auditing and redress functions), monitoring and evaluation mechanisms, will be identified and set in place as part of the resettlement management system. An external monitoring group will be hired by the project and will evaluate the resettlement process and final outcome. Such groups may include qualified NGOs, research institutions or universities. (移転管理体制の一部として、適切なモニタリング、評価、報告のメカニズムが構築される。本事業のための外部モニタリンググループが雇用され、移転のプロセスや最終成果を評価する。外部モニタリンググループとしては、資格を有する NGO や研究機関、大学等が考えられる)

Cut-off-date of Eligibility

The cut-off-date of eligibility refers to the date prior to which the occupation or use of the project area makes residents/users of the same eligible to be categorized as PAPs and be eligible to Project entitlements. In the Project, Cut-off dates for titleholders will be the date of notification under the Land Acquisition Act and for non-titleholders will be the beginning date of the population census; 12 March 2022. This date has been disclosed to each affected village by the relevant local governments and the villages have disclosed to their populations. The establishment of the eligibility cut-off date is intended to prevent the influx of ineligible non-residents who might take advantage of Project entitlements.

Principle of Replacement Cost

All compensation for land and non-land assets owned by households/community organizations who meet the cut-off-date will be based on the principle of replacement cost. Replacement cost is the amount calculated before displacement which is needed to replace an affected asset without depreciation and without deduction for taxes and/or costs of transaction as follows:(世帯・コミュニティ組織が所有する土地と土地以外の資産に対する補償は、再取得価格の原則に基づいて行われる)

- a. Productive land (agricultural and aquaculture) based on actual current market prices that reflect recent land sales in the area, and in the absence of such recent sales, based on recent sales in comparable locations with comparable attributes, fees and taxes or in the absence of such sales, based on productive values; (生産性の高い土地(農業・養殖業)は、市場価格に基づいて、又は同等の場所における売買価格、又はその生産価値に基づき算定される)
- b. Existing local government regulations for compensation calculations for constructions and crops will be used where ever available; (既存の地方自治体の規定が利用可能な場合はそれを利用する)
- c. Basically annual crops are allowed to be cultivated until harvest (No cash compensation for cultivated crops) However if resettlement is required prior to harvest, annual and perennial crops, including reared fish, cash compensation at replacement cost should be in line with local government regulations and, if available, will be equivalent to current market value for each type, age and relevant productive value at the time of compensation;(農作物は基本的には収穫まで栽培することが認められるが、収穫前に移転の必要が生じた場合、一年生作物又は養殖魚を含む多年生作物は、農業省の規定に沿った再取得価格、もしくは種類や年数による補償時の市場価値と同等の再取得価格で補償する)

(3) 用地取得・住民移転の規模と範囲

補償や支援等の利益を求め、不当に人々が流入することを防ぐため、本事業では JICA ガイドラインに沿ってカットオフデートを設定し、ベースライン調査を実施した。本準備調査におけるカットオフデートは調査開始日の 2022 年 3 月 12 日に設定した。

1) 被影響者の数

本事業による被影響者数は、ため池周辺で作物を栽培する農家 4 世帯と、養魚池を設置している地元住民の組合である。被影響世帯と組合は、いずれも実施機関が所有する土地において非正規で土地を使用している。

表 2-2-35 本事業による被影響者

Type of Loss	Affected Unit	Affected Persons
耕作地を移転する世帯 Required for displacement/ HH owns farm land	4 世帯	世帯人数の合計 24 名
養魚池を移転する組合 Required for displacement/ CBO owns fish pond	1 組合	組合員の合計 50 名 (男性 30 名、女性 20 名)

2) 財産・用地調査

移転対象となる資産と数量は下表に示すとおり。また、ため池との位置関係は図 2-2-20 に示す。

表 2-2-36 本事業の移転対象物

S/N	位置	移転対象	被影響範囲の面積	計
PAP-01	(1)	Farm Land (Rice)	690 m ²	4,057 m ²
PAP-02	(2)	Farm Land (Tomato)	702 m ²	
PAP-03	(3)	Farm Land (Maize)	2,572 m ²	
PAP-04	(4)	Farm Land (Sugar cane)	93 m ²	
PAP-05	(5)	Fish pond x 3 20 m x 16 m 30 m x 24 m 24 m x 22 m	2,318 m ²	2,318 m ² このうち構造物面積 1,600 m ²

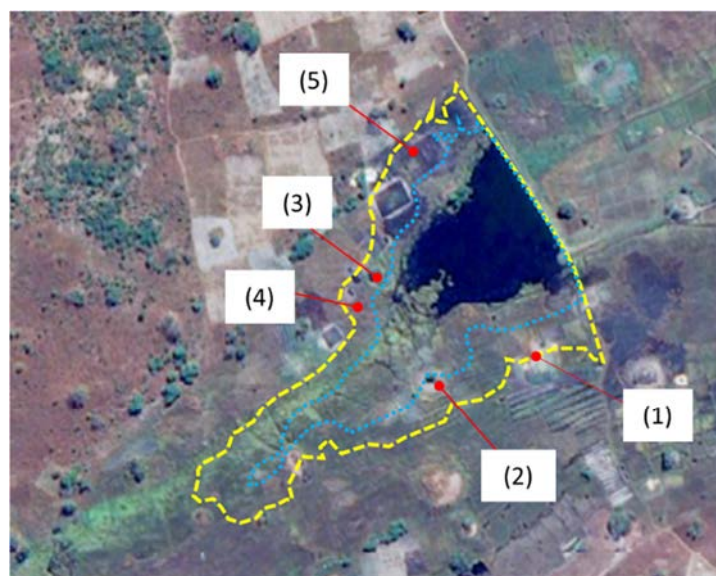


図 2-2-20 ため池水位と移転対象物の位置関係

3) 家計・生活調査・社会的弱者

被影響 4 世帯 (PAP-01～04) の構成を表 2-2-37 に示す。世帯主は 33～48 歳のいずれも男性で、PAP-05 の Makalivila Cooperative の組合員である。被影響世帯の世帯主には高齢者や障がい者等の社会的弱者は含まれていなかった。各世帯は世帯主の男性とその配偶者、子どもで構成され、世帯員は最大で 9 名だった。また、いずれの世帯も自家消費と余剰分の販売による現金収入を目的とした農業を営んでおり、一部の世帯で養鶏を行っていた。被影響世帯の収入は 500～1,500ZMW/月 (JICA 精算レート 2022 年 1 月 : 1ZMW=6.93254 円換算で、3,466～10,398 円) だった。

表 2-2-37 被影響世帯の家計・生活調査

S/N	Sex of HH head	Age of HH head	Age of Spouse	Total HH Members	No. of female in HH	No. of children (under 14) in HH	Source of income	Income ZMW/month
PAP-01	Male	47	33	4	2	1	Sell vegetable and employment	1,200
PAP-02	Male	38	35	6	2	4	Sell vegetable and employment	1,500
PAP-03	Male	48	43	9	2	3	Sell vegetable and employment	1,200
PAP-04	Male	33	27	5	3	2	Sell vegetable	500

移転対象となる養魚池を所有する組合（Makalivila Cooperative）の組合員は、男性 30 名、女性 20 名の計 50 名である。組合員 8 名について家計・生活調査を行った結果を下表に示す。調査した 8 名の組合員の平均年齢は 46.75 歳、世帯人数の平均は 6.75 人だった。収入は、農作物の販売が収入源だった人の 1 カ月あたりの収入は 100～500ZMW（752～3,762 円）、農作物販売と雇用による収入がある人で 1 カ月あたり 1,200～1,500ZMW（9,030～11,287 円）だった。調査した組合員には 65 歳以上の高齢者と女性世帯主が 1 名ずつ含まれていた。

表 2-2-38 Makalivila 組合員の家計・生活調査

S/N	Initial Name	Sex (M/F)	Age	No. HH members	No. of female in HH	No. of children (under 14) in HH	Source of income	Income ZMW/month	Vulnerability
1	E. M	M	47	4	2	1	Sell vegetable and employment	1,200	-
2	W.M	M	38	6	2	4	Sell vegetable and employment	1,500	-
3	A.K	M	48	9	2	3	Sell vegetable and employment	1,200	-
4	G.C	M	33	5	3	2	Sell vegetable	500	-
5	D.M	M	65	3	2	0	Pension	600	Elderly
6	B. M	M	54	11	6	2	Sell farm produce	250	-
7	J. M	F	38	7	4	3	Sell farm produce	100	Female HH head
8	G. B	F	51	9	7	1	Sell farm produce	200	-

(4) 補償・支援の具体策

1) 損失補償

本準備調査において、ため池の水位上昇により影響を受ける可能性のある PAPs として、ため池周辺で耕作を行う 4 世帯と 3 つの養魚池を設置している組合の存在が確認された。

4 世帯はいずれも一年生作物を栽培しており、それぞれの耕作地面積を合計しても 1 ha に満たない規模であった。土地の損失に対する補償としては代替地の提供を原則とすべきだが、住民協議において ZARI 敷地外で代替地を提供する場合、アクセスが困難になることへの懸念の声が挙げられた。本事業の被影響世帯の耕作地面積が 0.01～0.25 ha と小さく、アクセスが容易で、且つため池の改修工事に影響しない場所での代替地の提供が可能であることから、ZARI から被影響世帯に対し、代替地を提供する方針とする。

養魚池に関しては、工事の影響が及ばない場所で、且つ組合員がアクセス可能な代替地を確保し、既存の池面積と同等規模の養魚池を新設することが望ましいと考えられる。ZARI と組合との間で協議した結果、ZARI が代替施設の新設を支援する方針である。

なお、社会的弱者に該当する組合員（高齢者や女性世帯主）に対しては、補償・移転の方針決定や実施に当たり、情報アクセスや意思決定において取り残されないことがないように、移転委員会のメンバーに含める等の配慮を行うこととする。

2) 生活再建策

PAPs の生活再建策として、代替地で耕作を再開するに当たり、移転先の除草・整地作業や肥料の提供等、必要な支援を提案する。支援は移転の初期段階で提供されることとし、モニタリング期間は移転開始から1年間とする。

また、必要に応じて、ZARI から Makalivila Cooperative に対して、マンサ郡や Fiyongoli Aquaculture Research Station（マンサ郡に所在）が実施する魚の養殖に係る研修に関する情報提供を行うことで、組合の能力強化を支援することを提案する。支援の提供は移転後1年間とし、その後1年間をモニタリング期間とする。

3) エンタイトルメント・マトリックス

本事業におけるエンタイトルメント・マトリックスは下表のとおり。

表 2-2-39 エンタイトルメント・マトリックス

Type of Loss	Beneficiary	Compensation / Assistance
Loss of land	Users of farm land PAPs who don't have formal or recognizable legal rights to the land at the time of census but; - have a claim to the land or assets - occupy the land - cultivate the land	<ul style="list-style-type: none"> Provision of replacement farmland allocated under ZARI premise Additional assistance (as required) <ul style="list-style-type: none"> Provision of workforce for land clearance and preparation of replacement land
Loss of crops	Owner of crops (annual/ perennial crops and reared fish)	<ul style="list-style-type: none"> No cash compensation for annual crops Cultivation of annual crops shall be allowed until harvest (all crops should be harvested before construction starts) Additional Crop restoration assistance (as required) <ul style="list-style-type: none"> Tranings, technical advice Assistance in-kind such as seed, fertiliser
Loss of community structures	Owners of the structures	<ul style="list-style-type: none"> Provision of workforce for reconstructing alternative structures Additional assistance (as required) <ul style="list-style-type: none"> Provision of information on aquaculture training in Mansa District

(5) 苦情処理メカニズム

補償や構造物の移転に関連する苦情は、被影響者から事業実施機関である ZARI に申し立てを行い、基本的には被影響者と ZARI との間で協議し、解決することが期待される。二者による協議によって解決されない場合、移転委員会 Resettlement Committee (RC) が介入し、合意形成を行うが、それでも解決が困難な場合、RC は紛争解決のための特別委員会 (Dispute Resolution Committee) を設置し、ZARI、政府機関、その他当事者に対して、是正措置や責任等に関する勧告を行う。特別委員会は、ZARI、地区評議会 (District Council)、PAPs 又はコミュニティの代表から構成され、ZARI 及び政府機関から独立した人物 (例えば NGO の代表等) を委員長とする。

苦情処理と報告体系のフローは下図のとおり。

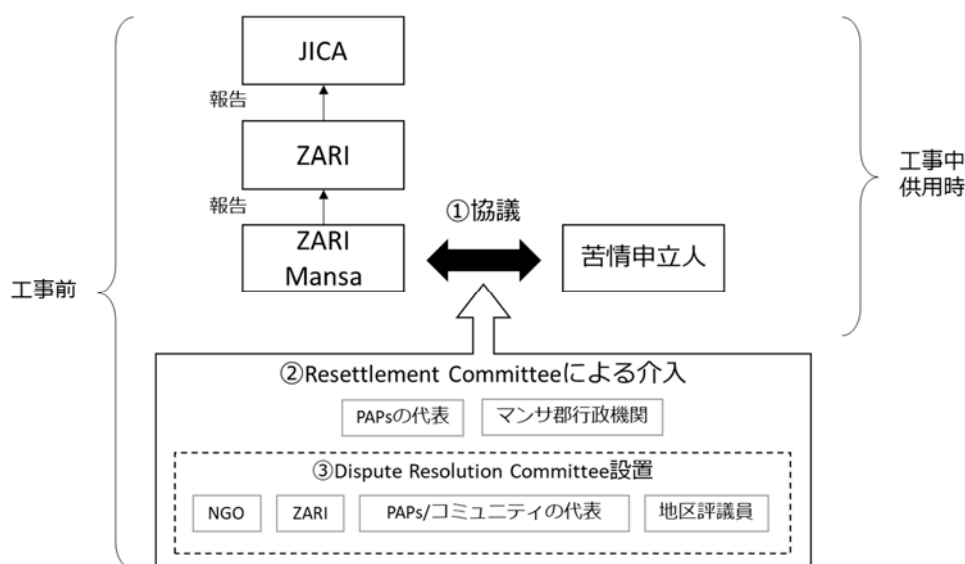


図 2-2-21 苦情処理メカニズム

(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）

ZARI は PAPs の補償及び支援に係る計画 (ARAP) の策定と実施を担い、ザンビア政府機関及び伝統的統治体制と連携し、RAP を実施することとする。移転委員会 : Resettlement Committee (RC) は、PAPs の代表と政府機関 (農業省及びマンサ郡の行政長官事務所) の職員等で構成し、補償の計画と実施のための協議の場とし、最終的な補償方針や金額の決定、事業実施機関－被影響者間の合意形成を行う。

(7) 実施スケジュール

マンサのため池堤体の嵩上げを事業コンポーネントとして実施する場合、2022 年 10 月より RAP 実施に向けた作業を開始し、2022 年 12 月中に補償に係る合意形成を行い、2023 年 1 月に補償・支援を実施する。モニタリング期間は 2 年程度とし、モニタリング頻度は月 1 回とする。

表 2-2-40 RAP 実施スケジュール

Year	2022	2023	2024	2025
Detailed Design & Tender Assistance (7month)	Dec	← Jun		
Construction Work (14 months)		Jul	← Aug	
RAP Implementation				
(1) Disclosure of RAP study findings	■Oct			
(2) Final Cut-off date	■Oct			
(3) Formulation of Resettlement Committee	■Oct			
(4) Final Asset Valuation	Nov■			
(5) Compensation Agreement	Dec■			
(6) Compensation		■Jan		
(7) Monitoring and Grievance Redress (2 years)		←	→	
(8) ARAP Disclosure Report				■Jan

(8) 費用と財源

RAP 実施費用を下表に示す。RAP 実施費用には補償と支援に係る人件費と予備費が含まれる。RAP 実施に必要な費用は、本事業実施機関である ZARI が負担する。

表 2-2-41 RAP 実施費用

No.	Item	No. of PAU	QTY	Unit	Unit cost (USD)	Total (USD)
1	Construction of fish pond	1 cooperative	3	unit	206.40	619.20
2	Land clearance	4 HHs	1	unit	25.80	25.80
Sub-total (compensation and assistance cost)						645.00
3	Contingencies	10% of sub-total				64.50
Total						709.50

(9) モニタリング体制及びモニタリングフォーム

モニタリングの主な目的は、被影響者に対して RAP で計画された補償や支援が適切な時期に実施されたか、被影響者の生活水準が少なくとも事業実施以前と同等かそれ以上の水準まで回復したことを確認することとする。ZARI はモニタリングフォームを作成し、JICA へ提出する。（モニタリングフォームは資料 7-1 を参照のこと）

(10) 住民協議

ARAP に係る現地調査を実施する前に、関係者に対して事業実施が及ぼす影響やその範囲を説明し、補償方針等について説明するため、2022年3月11日に住民協議を開催した。第2回の協議は2022年6月10日に実施し、ARAPの概要と補償方針等について協議した。概要は以下に示す。

▶ マンサ第1回 ARAP 住民協議（2022年3月11日）

日時	2022年3月11日 9:30-12:45	
場所	ZARI マンサ会議室	
実施機関	ZARI, JICA survey team	
目的	ARAP に係る現地調査に先立ち、関係者に対して事業実施が及ぼす影響やその範囲を説明し、補償方針等について事前に意見交換を行うことで、対立や誤解を避けるとともに、事業への理解・協力を得られることを目的とする。	
議題	1) 本住民協議の目的、2) ARAP の概要：被影響地域、損失・補償の種類、手順・プロセス、3) 質疑応答	
参加者	Makali Villa Multipurpose Cooperative の組合員 10 名(うち女性 4 名)、ZARI マンサ職員、JICA Survey Team ローカルスタッフ、再委託業者(計 14 名)	
	質問/コメント	回答
	<ul style="list-style-type: none"> ● 参加者にとって金銭的な補償と代替地の提供のどちらが好ましいか？(再委託業者) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 組合はこれまで養魚池に多くの投資をしてきており、最良の選択をしたい。(組合員) ▶ 代替地が遠く、水源がない可能性があるため、金銭的補償がよいと考える。(組合員) ▶ 補償として代替の養魚池を提供する場合、ZARI は現在と同等の条件の代替地を確保する必要がある。(JST ローカルスタッフ) ▶ 補償方針を検討する委員会を設置する。(組合員)
	<ul style="list-style-type: none"> ● 魚の養殖で利益を得るためには、タイミングが重要であり、池に魚がいるときにため池の改修工事が行われると、魚を失い、投資が無駄になる恐れがある。(組合員) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 個人的な利益ではなく、プロジェクトが全体に利益をもたらすという視点が大切。(JST ローカルスタッフ) ▶ 改修工事は補償が実施された後に行われる。農作物や養殖魚は収穫することができる。万が一、工事実施時に魚がいる場合、養魚池と魚が補償対象となる。(再委託業者)
	<ul style="list-style-type: none"> ● 開発者には誠実に、事業進捗について時間をかけて知らせてほしい。(組合員) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 今回の協議のほかに、調査結果を明らかにする協議も実施する予定。また、事業実施フェーズにおいても住民説明などを行う予定である。(再委託業者)
	<ul style="list-style-type: none"> ● 測量が行われた時には周辺で農業をしていた人もいた。その後、畑を近くの別の場所に移した人はどうなるのか？(組合員) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 補償対象となる耕作中の畑を調査する。(再委託業者)
	<ul style="list-style-type: none"> ● 影響を受ける土地が国有地や慣習地の場合はどうなるのか？(組合員) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 影響を受ける耕作地は全て ZARI の敷地内にある。(ZARI) ▶ ZARI と慣習地の境界は Chumfwa 川(ため池に流れ込む川)である。(組合員) ▶ ダムに最も近い Makaliki 村と Mpandika 村は 1957 年に設立された(ZARI はそれよりも後に設立)。(JST ローカルスタッフ) ▶ 国有地でも慣習地でも補償の対象となる。(再委託業者)
	<ul style="list-style-type: none"> ● 3 つ目の養魚池には現在魚はいないが、池を深くして、魚を移したい。(組合員) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ ため池改修工事の前までであれば、魚の移動は可能と考えられるが、工事前までに養殖している魚は収穫することが望ましい。(再委託業者)

補足：

住民協議の趣旨を説明し、参加者からのフィードバックを受けた後、全員で現地を確認を行った。
ダム嵩上げによる被影響者は、4世帯と1組合である。
(そのほか3名は、ため池周辺で作物栽培しているが、耕作地は嵩上げの影響を受けない位置にあった)

なお、本住民協議開催の翌日の2022年3月12日をカットオフデートとし、被影響地域と被影響世帯の調査を実施した。



➤ マンサ第2回 ARAP 住民協議（2022年6月10日）

日時	2022年6月10日(金)10:30-12:10	
開催場所	ZARI Mansa 会議室	
実施機関	ZARI Mansa	
目的	Draft ARAP 策定段階において、関係者に対し、事業実施に伴う移転及び補償方針等について説明し、協議を通じて、対立や誤解を避けるとともに、事業実施への理解・協力を得られることを目的とする。	
主な議題	1) 本住民協議の目的、2) 第1回協議の議事録の確認、3) 養魚池の移転方針の確認と協議	
参加者	Makali Villa Cooperative の組合員 4 名と ZARI Mansa 職員 4 名	
協議の概要、質疑応答		
<p>2022年3月に実施された協議の議事録を確認し、内容について組合代表の賛同を得た。 事業実施の影響を受ける可能性のある農家とコミュニティの代表者たちは、事業実施予定の土地を明け渡す用意があること、また、本事業の実現は地元住民の雇用やザンビアの発展に貢献するものと期待していることが伝えられた。</p>		
<p>(組合員) 養魚池用の土地は既に確保されており、計画どおりに養殖を開始できるよう、3つの養魚池の建設への支援を ZARI Mansa に要請した。</p>	<p>(ZARI プログラムオフィサー) ZARI は組合員へ、ダムの改修工事がすぐに始まるわけではないため、パニックを起こさず、移行期間を過ごしてほしい。</p>	
<p>(組合員) ZARI Mansa が学校や診療所、マーケット、交番の建設用地を提供した際に、政府から割り当てられた地域開発用地について知りたい。</p>	<p>(ZARI プログラムオフィサー) 区画整理の際に作成した地図を確認し、地域開発のための土地を集計する。(組合の代表者たちに、改めて事務所に来るよう要請)</p>	

2-3 当該国における無償資金協力事業実施上の留意点

実施機関である ZARI は、無償資金協力事業の経験がないため、書類手続きや省庁間の調整等が速やかに行われるように、適宜コンサルタントにより実施機関の支援を行うことが望ましい。先方負担事項の内、円滑な事業実施のために予算申請を含め特に留意が必要な項目は以下のとおりである。

- ・各契約（コンサルタント契約、業者契約）締結後の銀行取極（B/A）、及び支払授權書（A/P）の発行並びにそれらの手数料負担※
- ・環境に関する許可の取得の ARAP の実施
- ・建築許認可の申請（省庁間の調整）
- ・建築建設施設及び土取場の伐採・伐根
- ・本邦調達資機材の荷揚げ、通関手続きと関税の免税※

※実施機関は、財務・国家計画省（Ministry of Finance and National Planning: MoFNP）との調整を行う。

2-4 その他（グローバルイシュー等）

2-4-1 気候リスク

本事業が整備する灌漑排水施設により、渇水時や大雨が降った際の稲の生育への影響が緩和され、気候変動適応策への貢献が期待される。また、本事業によって実施される研究施設の建築及び機材の投入によって稲の品種開発・研究の素地が整えられる。これにより、例えば、耐乾性品種や早生品種等、今後の気候変動に応じて求められる稲品種の開発や研究にも寄与することが期待される。

2-4-2 ジェンダー

本事業は、ジェンダーの観点から計画・設計・施工の各段階を検討し、以下の事項を包摂する計画とすることを ZARI 側と協議・合意した。

- ✓ 研修計画は、男女の参加者の比率などジェンダー平等に配慮した計画とする。
- ✓ 建築施設の設計計画において、女性・男性、及び障がい者の使用・アクセスを考慮した施設設計（エントランス構造、トイレ、更衣室）とする。
- ✓ 施工中は、建設現場における男女双方の建設作業員のためのジェンダーに配慮した衛生施設の設置を行うなどの留意点について確認・合意した。
- ✓ 施工中は、請負業者が労働者に対するジェンダー平等とハラスメント防止等の意識醸成に係る研修の実施を行うこと、実施機関とコンサルタントはその実施を監督することを確認した。

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 事業名

和名：ザンビア国 稲種子生産ほ場及び研修施設整備計画

英名：Project for the Development of Rice Seeds Production Field and Training Facilities in the Republic of Zambia

3-1-2 事業概要

本事業の概要を表 3-1-1 に示す。

表 3-1-1 本事業の概要

プロジェクトサイト	1:ルサカ州チランガ郡 マウント・マクル研究所 2:ルアブラ州マンサ郡 マンサ研究所		
実施機関	農業省ザンビア農業研究機構(ZARI)		
事業目的	稲作技術普及のための施設及び機材、並びに原種種子及び認証種子生産のためのほ場及び灌漑設備を整備することにより、稲作技術の普及体制と原種種子及び認証種子の生産能力の強化を図り、もって当国のコメの生産量増大に寄与する。		
事業内容	項目	マウント・マクル研究所	マンサ研究所
	施設所在地	ルサカ州チランガ郡	ルアブラ州マンサ郡
	研修施設整備目的	研究者、普及員、リーダー農家、民間業者等を対象としたコメ栽培技術、種子乾燥/精米の収穫後処理技術の導入によるコメ栽培のバリューチェーンに沿った研修機能強化 ・優良種子生産のためのリーダー農家の実務能力の向上	
	ほ場整備目的	・試験研究及び種子生産用ほ場整備※1 ・研修用ほ場整備※1	・原原種・原種種子用の生産基盤の整備 ・研修及び認証種子生産用ほ場整備
	1. 機材		
	研修用及び種子生産用機材	トラクター・作業機、播種機、トレーラー、コンバインハーベスター、粗選機・乾燥機、精米プラント、冷凍庫ほか	同左
	試験研究用機材	-	試験用籾摺機・選別機・精米機、各種測定器、測定用機材ほか
	2. 施設		
	建築施設	農業機械車庫 1 棟 稲処理施設 1 棟 ドライヤード 1 箇所 電気機械室 1 棟	稲研修施設 1 棟 農業機械車庫 1 棟 稲処理施設 1 棟 ドライヤード 1 箇所 電気機械室 1 棟 ほ場研修倉庫 1 棟
	土木施設	-	種子生産ほ場 6.5 ha ため池改修 1 式 アクセス道路 1.2 km
※1: 技術協力プロジェクトで実施			
事業目標	両研究所の研修受講者延べ人数: 1,800 人/年 内、リーダー農家の研修修了者数: 160 人/年 マンサ研究所の原種種子生産量: 3.4トン/年 マンサ研究所の認証種子生産量: 12トン/年		

3-1-3 主要コンポーネント

協力対象は、マウント・マクル研究所及びマンサ研究所の研修施設整備に関わる機材と建築施設、並びにマンサ研究所の種子生産ほ場の土木施設の整備である。

本事業の主要コンポーネントを表 3-1-2 に示す。

表 3-1-2 主要コンポーネントの内容

コンポーネント	内容	数量	
		マウント・マクル	マンサ
(1)機材	【研修用・種子生産用機材】		
	トラクター・作業機	1 台	2 台
	播種機	1 台	2 台
	コンバインハーベスター	1 台	1 台
	粗選機・乾燥機	1 台	1 台
	ミニ精米プラント	1 式	1 式
	田植機、冷凍庫ほか	各 1 台	各 1 台
	【試験研究用機材】 試験用籾摺機・選別機・精米機、各種測定器、測定用機材ほか	-	1 式
(2)建築施設	稲研修施設	-	672 m ²
	稲処理施設	186 m ²	186 m ²
	農業機械車庫	180 m ²	262 m ²
	ドライヤード	40 m ²	40 m ²
	電気機械室	35 m ²	35 m ²
	ほ場研修倉庫	-	20 m ²
(3)土木施設	種子生産ほ場	-	6.5 ha
	ため池改修	-	1 式
	アクセス道路	-	1.2 km

(1) 機材

本事業で調達する機材とその仕様を表 3-1-3、表 3-1-4、及び表 3-1-5 に示す。

表 3-1-3 研修用及び種子生産用機材

No	機材名	主な仕様	数量	
			マウント・マクル	マンサ
1	乗用トラクター (4WD)	PTO: 40 HP 以上	1 台	2 台
2	ディスクプラウ	3 ディスク	1 台	2 台
3	ディスクハロー	オフセットタイプ	1 台	2 台
4	ロータリーティラー	幅 1800 mm 以上	1 台	2 台
5	播種機(稲用)	6 条	1 台	2 台
6	畦塗機	高さ 250-300 mm	1 台	1 台
7	トレーラー	積載 2トン以上	1 台	1 台
8	水田車輪		1 セット	2 セット
9	田植機	6 条	1 台	1 台
10	コンバインハーベスター	自脱型、2 条	1 台	1 台
11	マイクロバス	最大乗車人数 30 名	1 台	1 台
12	ミニ精米プラント	500 kg/hr 以上、プレクリーナー、籾摺精米機、石抜機、色彩選別機、袋詰め機	1 式	1 式
13	種子乾燥ユニット	タテ型、小型 250 kg/回～	1 台	1 台
14	冷凍庫	100 kg、-20℃ 以下冷凍	1 台	1 台
15	エアコンプレッサー	小型	1 台	1 台
16	アーク溶接機	小型	1 台	1 台

表 3-1-4 試験研究用機材

No	機材名	主な仕様	数量	
			マンサ	
17	試験用籾摺機	50 kg/時以上	1	
18	試験用粒選別機	600 g /回以上	1	
19	試験用精米機(研削式)	30 kg/時以上	1	
20	砕粒選別機	100 g 以上	1	
21	試料均分器	ホッパー1 kg 以上	1	
22	水分計(携帯用)	籾:10~20%	1	
23	水分計(ラボ用)	水分:1~40%	3	
24	木屋式硬度計		1	
25	厚み測定器	0-20 mm	1	
26	米粒透視器	白米、玄米用	1	
27	胴割粒透視器	LED	1	
28	穀粒判別器		1	
29	精米白度計	LED	1	
30	電子天秤	秤量: 200 g	1	
31	電子天秤	秤量: 2,000 g	1	
32	マルチカウンター		1	
33	数取器	ステンレス	1	
34	鑑定用鏡板	40 x 45 cm	1	
35	照明付拡大鏡	レンズ径 130 mm、LED	1	
36	カルトン(穀粒鑑定皿)	φ180 x 30 mm	5	
37	ステンレスふるい	300 x 100 mm	1	セット
38	ピンセット	180 mm	3	
39	シャーレ	100 x 20 mm、ガラス製	30	

表 3-1-5 建設施設向け家具

No	機材名	主な仕様	数量	
			マウント・マクル	マンサ
40	作業机	テーブル型、1.8 m×0.9 m×0.7 m	2	-
41	作業いす	丸いす、背もたれなし	2	-
42	ラック	パーツ置き用棚、金属フレーム、5 段以上、 1.8 m×0.6 m×2.1 m	10	-
43	事務机	片袖、1.2 m×0.7 m×0.7 m	-	16
44	事務いす	背もたれ、手すり付、鉄パイプ	-	20
45	教室机	テーブル型、1.8 m×0.4 m×0.7 m	-	26
46	教室いす	背もたれ付、鉄パイプ	-	54
47	作業机	テーブル型、1.8 m×0.9 m×0.7 m	-	3
48	作業いす	丸いす、背もたれなし	-	8
49	収納棚	観音開き戸、鍵付き、上部 3 段、下部引き出し、 0.9 m×0.4 m×2.1 m	-	38
50	ラック	パーツ置き用棚、金属フレーム、5 段以上、 1.8 m×0.6 m×2.1 m	-	10

(2) 建築施設

建築施設の計画概要を表 3-1-6 に示す。

表 3-1-6 建築施設の計画概要

施設名称	主な施設	延床面積(m ²)	
		マウント・マクル	マンサ
稲研修施設	※マンサのみ 講堂、第1実験室、第2実験室、研修資機材用倉庫、会議室、エントランス・ホール/展示、受付・守衛室、研究者用執務室1~4、技術者用執務室、アシスタント執務室、男性用トイレ、女性用トイレ、車いす用トイレ、男性用着替え室、女性用着替え室、プロジェクト用執務室、男女兼用トイレ、サービスルーム	-	672.00
稲処理施設	※マンサ/マウント・マクル共通 種子乾燥室、集塵室、灯油缶保管庫、第1種子貯蔵庫、第2種子貯蔵庫、精米室、籾殻集積室	186.00	186.00
農業機械車庫	※マンサ/マウント・マクル共通(ただし、マウント・マクルは機材数の違いによりスパン縮小) 機材置き場、日常点検スペース、スペアパーツ保管庫、軽油缶保管庫	180.00	262.00
ドライヤード	※マンサ/マウント・マクル共通 ドライヤード、通路、雨除け	40.00	40.00
電気機械室	※マンサ/マウント・マクル共通 電気室、非常用発電機室	35.00	35.00
ほ場研修倉庫	※マンサのみ 倉庫、雨除け	-	20.00
合計		441.00	1,215.00

(3) 土木施設

土木施設の計画概要を表 3-1-7 に示す。

表 3-1-7 土木施設の計画概要

工種	整備対象	構造	規模・数量
1. ため池工	堤体工	アースダム、均一型	堤高 H = 3.8 m 堤頂幅 3.0 m 堤頂長: L = 173.2 m
	洪水吐	RC造、側水路式	越流堰長: 16.0 m 全長 L = 67.6 m
	取水工 (バルブハウス)	RC造、アームコゲート(手動) バルブハウス: RC造	取水ゲート: φ300、 底樋管: ヒューム管 φ300、コンクリート巻立て
2-1. ほ場整備工	ほ場造成:	表土剥ぎ戻し(20 cm)、 基盤造成工	ほ区形状: 100 m × 50 m 13 区画 計 6.5 ha
	ほ場内排水路	土水路	0.3-0.5 m (B) × 0.7-1.5 m (H)
	付帯施設	水口工、水尻工、進入路工	
2-2. 灌漑用水路	幹線用水路	RC造	0.3 m (B) × 0.5 m (H), L = 405 m
	二次用水路	RC造	0.3 m (B) × 0.3 m (H), L = 784 m
	ほ場内用水路	土水路	0.2 m (B) × 0.3 m (H), L = 1,353 m
	分水ゲート	分水柵 スルースゲート(鋼製)	3 箇所 300 × 300 mm
	分水口	角落し分水工	14 箇所
2-3. ほ場道路	ほ場道路	ラテライト舗装	有効幅員 3.0 m 総延長 L = 3,166 m
	道路横断工	鉄筋コンクリート管	φ300、総延長 L = 139 m
3. アクセス道路工	アクセス道路	ラテライト舗装	有効幅員 4.0 m 延長 L = 1,191 m

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 種子生産に係る方針

(1) 優良種子の生産計画

ザンビア国では NRDS2 (2016-2020) 策定以降、コメ増産のための具体的な数値目標は示されていない。このため、生産量を倍増するための方策として、NRDS2 の戦略を踏襲し、計画作付面積を 10 年で基準年の 20% 増とし、目標年 (2030/31 年) の全国目標作付面積を求める。次に、「稲作種子ロードマップ」(2019 年、MOA) に示された優良種子の全国の目標供給率 40%、播種量 40 kg/ha を採用し、単収をマンサ農業研究所の 2020 年実績値 2,100 kg/ha、種子更新頻度を 5 年とすると、原原種、原種、認証種子の栽培面積及び種子生産量は下表のとおり算定される。

なお、これは種子ロードマップで計画された原種種子生産に必要な栽培面積 1.7 ha とほぼ同規模となる。

表 3-2-1 原原種・原種・認証種子用のほ場面積

目標作付年	全国目標作付面積	必要面積			必要種子量		
		原原種子	原種種子	認証種子	原原種子	原種種子	認証種子
2030/31 年	約 56,000 ha	0.031 ha	1.62 ha	85 ha	65 kg	3,400 kg	179,000 kg

出典: 調査団作成

【BOX-1：必要ほ場面積と種子量の算定方法】

1. 全国目標作付面積
全国作付面積 (NRDS2, 2010/11) 38,537 ha、
10 年ごとに面積を 20% 増とすることより
全国目標作付面積 (2030/31) = 38,537 ha × 1.20 × 1.20 = 55,493 ha → 56,000 ha
2. 優良種子 (= 認証種子 (CS)) の必要量
優良種子の全国の目標供給率 40%、播種量 40 kg/ha、単位収量 2.1 ton/ha、
5 年に 1 回更新する計画より
認証種子の必要量 = 56,000 ha × 0.4 × 40 kg/ha ÷ 1,000 kg/ton ÷ 5 年 = 179 ton/年
認証種子生産に必要な面積 = 179 ton ÷ 2.1 ton/ha = 85 ha
3. 原種種子 (BS) の必要量
対象播種面積 85 ha、播種量 40 kg/ha、単位収量 2.1 ton/ha より、
原種種子必要量 = 85 ha × 40 kg/ha = 3,400 kg
原種種子生産ほ場必要面積 = 3400 kg ÷ 2,100 kg/ha = 1.62 ha
4. 原原種種子 (P-BS) の必要量
同様に、
原原種種子必要量 = 1.62 ha × 40 kg/ha = 65 kg
原原種種子生産ほ場必要面積 = 65 kg ÷ 2,100 kg/ha = 0.031 ha = 310 m²

上記の優良種子の栽培に必要なほ場面積と種子量について、ZARI 及び MOReDeP と協議を行い、種子生産ほ場整備計画の基本条件を決定した。

原原種種子と原種種子は、研究所内での栽培を行う計画である。2030/31 年の目標を想定した場合、両者を併せて 1.65 ha となる。一方、認証種子の生産は、リーダー農家などに栽培委託による普及展開が必要となるが、その実地研修と一定量の認証種子生産のため試験ほ場内にも認証種子用のほ場を整備する計画とする。

(2) 両研究所の種子生産ほ場の用途と計画収量

ほ場利用計画について、MOReDeP 及び ZARI 側と協議し、以下のとおり確認した。研究目的と原原種・原種用には用・排水の操作・管理が可能な灌漑施設を整備する計画とする。

表 3-2-2 マウント・マクル研究所のほ場利用計画

ほ場名	主目的	ほ場タイプ	面積	計画単収	収量
栽培試験ほ場	研究	灌漑水田	0.3 ha	—	—
原原種・原種種子生産ほ場	種子生産	灌漑水田	0.2 ha	3.0 ton/ha	0.6 ton
認証種子生産ほ場	研修	天水田	1.0 ha	3.0 ton/ha	3.0 ton
		計	1.5 ha		3.6 ton

出典: 調査団作成

表 3-2-3 マンサ研究所のほ場利用計画

ほ場名	主目的	ほ場タイプ	面積	計画単収	収量
栽培試験ほ場	研究	灌漑水田 1	0.3 ha	—	—
原原種種子生産ほ場	種子生産	灌漑水田 1	0.03 ha	3.0 ton/ha	0.09 ton
原種種子生産ほ場	種子生産	灌漑水田 1	2.0 ha	3.0 ton/ha	6.0 ton
認証種子生産ほ場	種子生産	灌漑水田 2	3.0 ha	3.0 ton/ha	9.0 ton
認証種子生産ほ場	研修	灌漑水田 2	1.0 ha	3.0 ton/ha	3.0 ton
		計	6.33 ha		18.09 ton

出典: 調査団作成

3-2-1-2 研修に係る方針

コメ研修計画の基本計画について、MOReDeP 及び ZARI 側と協議し、以下のとおり確認した。マウント・マクル研究所とマンサ研究所の種子生産及び研修に関する基本的な考え方は以下のとおりである。また、想定される研修対象者、研修内容、受講予定者数を表 3-2-4、表 3-2-5、及び表 3-2-6 に示す。

- ・ 研修内容及び規模（対象者数）は、両研究所とも同じ計画である。
- ・ マウント・マクル研究所は、既存のカンファレンス・ホールを研修用の講堂として利用する。
- ・ マウント・マクル研究所には、試験研究用機材は投入しないため、研究者／技術者、国際機関／NGO 職員及びサービスプロバイダ（民間）を対象とした研修は含まない。
- ・ 研修棟 講堂（マンサ）の研修対象最大数は 40 名である。
- ・ 試験研究用機材は、マンサ研究所の稲研修施設に投入する。
- ・ 認証種子生産ほ場を研修用に利用する。
- ・ 両研究所とも研修に使用するほ場の面積は 1.0 ha を確保し、同じ研修用機材を投入する。

表 3-2-4 研修員属性と研修要素

MOReDeP研修員属性と研修要素

No	研修員カテゴリー	MORiP	MeRiP	認証種子生産	原原種・原種生産	白米品質検定	コメ品質管理	精米機オペレーション	稲研究手法
1	研究者/技術者	○		○	○	○		○	○
2	州・郡農務官・普及員	○							
3	リーダー農家	○	○						
4	種子生産農家	○		○					
5	国際機関/NGO職員	○							
6	精米業者					○	○	○	
7	サービスプロバイダ（民間）		○						

MORiP(Market-oriented Rice Production)は、サイトセレクション、整地、播種、除草、簡易機械化、施肥、水管理、自家採取、収穫、収穫後処理、SHEPを含むパッケージ。

MeRiP(Mechanized Rice Production)は、大型機械による賃耕・賃刈サービスが普及している地域を対象とした稲作研修

出典: ZARI/MOReDeP

表 3-2-5 研修実施スケジュール(案)と受講予定者数(マウント・マクル研究所)

対象者	研修日数 A (日/回)	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	回数 C=ΣB (回/年)	日数 D=A*C (日/年)	人数 E (人/回)	受講人数 F=C*E (人/年)	延べ受講 人数 G=D*E (人日/年)
		B (回)																
研究者/技術者														0	0	0	0	0
州・郡農務官・普及員	3	2	2	1			2	2	1					10	30	30	300	900
リーダー農家	2	2	2	1			2	2	1					10	20	40	400	800
種子生産農家	2	0.5	1	1			0.5	1	1					5	10	20	100	200
国際機関/NGO職員														0	0	0	0	0
精米業者								1	1	1				3	9	15	45	135
サービスプロバイダ（民間）	3													0	0	0	0	0
															69		845	2,035

出典：ZARI/MOREDeP の研修計画を基に調査団編集

表 3-2-6 研修実施スケジュール(案)と受講予定者数(マンサ研究所)

対象者	研修日数 A (日/回)	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	回数 C=ΣB (回/年)	日数 D=A*C (日/年)	人数 E (人/回)	受講人数 F=C*E (人/年)	延べ受講 人数 G=D*E (人日/年)
		B (回)																
研究者/技術者	3			1						1				2	6	15	30	90
州・郡農務官・普及員	3	2	2	1			2	2	1					10	30	30	300	900
リーダー農家	2	2	2	1			2	2	1					10	20	40	400	800
種子生産農家	2	0.5	1	1			0.5	1	1					5	10	20	100	200
国際機関/NGO職員	1				1	1	1				1	1		5	5	10	50	50
精米業者	3							1	1	1				3	9	15	45	135
サービスプロバイダ（民間）	3		1											2	6	15	30	90
															86		955	2,265

出典：ZARI/MOREDeP

【BOX-2：受講人数について】

表 3-2-5、表 3-2-6 に示す受講人数は、次式による。

$$\text{受講人数 (人)} = \text{人数 (人/回)} \times \text{回数 (回/年)}$$

ここで、

回数 (回/年)：1 年間に行う研修の回数

人数 (人/回)：1 回の研修に参加する最大人数。州・郡農務官・普及員、リーダー農家、種子生産農家は年間を通じて同じ研修生が継続して受講することを想定

両研究所の受講人数は、以下となる。

$$845 \text{ 人/年 (マウント・マクル研究所)} + 955 \text{ 人/年 (マンサ研究所)} = 1,800 \text{ 人/年}$$

【BOX-3：リーダー農家研修修了者数について】

表 3-2-5、表 3-2-6 に示す ZARI/MOREDeP によって計画された研修実施スケジュール（案）より、

- ・リーダー農家の受講人数は、両研究所それぞれ 400 人/年である。
- ・リーダー農家の研修人数は、40 人/回で計画され、2 グループを対象に開催する計画である。
- ・リーダー農家の研修は、栽培期間（8 月～3 月）を通じた一連の研修を複数回に亘り実施する。
- ・リーダー農家の研修修了者は、この年間を通じた一連のリーダー農家向け研修の修了者とすることを想定している。

したがって、1 年間のリーダー農家の研修対象者数は、以下のとおりとなる。

$$\text{各研究所のリーダー農家の研修対象者数：} \quad 40 \text{ 人/グループ} \times 2 \text{ グループ} = 80 \text{ 人/年}$$

$$\text{両研究所のリーダー農家の研修対象者数：} \quad 80 \text{ 人/年} \times 2 \text{ 研究所} = 160 \text{ 人/年}$$

後述する定量的評価指標（表 4-4-1）に示す「リーダー農家の研修修了者数」は、上記で求めた「両研究所のリーダー農家の研修修了者数」を指標として設定した。

MOReDeP 及び ZARI で計画する研修要素、研修対象、及び研修テキストから表 3-2-7 に両研究所の研究内容、研修対象を整理して示す。

表 3-2-7 両研究所の研修計画(2024/25)

実施時期	研修内容	研修対象と研修対象者数						月当たり研修日数(日)	月間参加人数(人)	月間延べ参加人数(人)		
		研究者・技術者	州・郡関係者	農家		国際機関・NGO	サービスプロバイダ				精米業者	
				リーダー農家	種子生産農家							
8月	稲作概論、MORiP 概論(品質の重要性、市場情報の入手、共同出荷、精米・販売計画、MeRiP 概論、ほ場選定、品種選定、作付計画作成等)		✓	✓	✓				22	300	720	
9月	GRiP 概論(品種選定、条植、除草、収穫/収穫後処理、優良種子)、ほ場準備(荒起こし、畦塗り)、ビジネスプラン作成、トラクター及び作業機の日常的・定期的点検方法・清掃方法、賃耕に係る契約管理等		✓	✓	✓			✓	27	335	805	
10月	催芽処理、苗床作り、播種(方法・量)、元肥施肥、除草、水管理(国際機関・NGO 等他機関連携事業・研修含む)	✓	✓	✓	✓			✓	18	205	475	
11月	他機関連携事業・研修						✓		1	10	10	
12月	他機関連携事業・研修						✓		1	10	10	
1月	追肥、除草、水管理、ほ場検査、品質基準		✓	✓	✓				22	300	720	
2月	異株・罹病株の判別・抜取、品質基準、市場が求めるコメの品質、乾燥・調整、籾摺り・精米、貯蔵		✓	✓	✓			✓	30	350	850	
3月	収穫、収量構成要素、乾燥・調整、籾摺り・精米、貯蔵		✓	✓	✓			✓	20	210	510	
4月	生産物検査、コンバインハーベスターの運転、日常的・定期的点検・清掃方法、賃刈に係る契約管理(国際機関・NGO 等他機関連携事業・研修含む)	✓					✓	✓	✓	13	70	190
5月	他機関連携事業・研修						✓		1	10	10	
合計								155	1,800	4,300		

備考:*1: 研修対象者のうち、州・郡関係者は、農務官及び普及員、農家はリーダー農家及び種子生産農家、サービスプロバイダは、民間賃耕・賃刈業者を指す。

*2: 本表における研修日数、参加人数、及び延べ参加人数は両研究所の合計数値である。

出典: ZARI/MOReDeP 作成の研修計画案を基に調査団編集

前項の研修計画における研修の実施に必要な機材は以下のとおりであり、そのうち現時点で ZARI が保有しない機材の調達を計画する。

表 3-2-8 研修用機材リスト(マウント・マクル研究所及びマンサ研究所)

	研修内容	研修実施に必要な機材名
1	ほ場整備(耕起、均平、畦塗り)	乗用トラクター及び作業機(プラウ及びハロー、ロータリーティラー、畦塗機)
2	催芽処理、播種、苗床作り、施肥、除草、水管理	施肥播種機、田植機、種子検査用機器
3	収穫	コンバインハーベスター
4	乾燥・調整、籾摺り・搗精、貯蔵	乾燥機、粗選機、回転式米選別機(ライスグレーダー)、小型精米プラント、 ※以下、マンサ研究所のみ 試験用籾摺機、試験用粒選別機、試験用精米機(摩擦式・研削式)、その他試験研究用機材

出典：ZARI/MOREDeP からのヒアリングを基に調査団作成

3-2-1-3 自然環境条件に対する方針

自然環境条件に対する方針を以下に述べる。

(1) 気温・降雨に対する方針

【建築】

- ✓ 屋根面の日射及び輻射熱や集中して降る雨に留意し、居室内の温度が急激に上昇することのない、豪雨の際に雨が居室内に漏れることのない構造・仕様とする。

【土木】

- ✓ ルアプラ州マンサは、雨期の12月から3月の4か月間は月間降水量が200mmを超えることから、造成工事及び堤体盛土工事はこの期間を除いた期間で計画する。
- ✓ 土木施設の建設予定地が小河川沿いの低位部に位置し、アクセス道路は未舗装であることから、雨期におけるため池及び種子生産ほ場へのアクセスを確保するため、工事用道路、及び仮排水路を雨期前に設置する工程計画とする。
- ✓ コンクリートについては、ルアプラ州マンサの気温が、日最高気温の記録が38.9℃（2016年10月）で、最高気温は9月から11月にかけて約35℃前後であるが、1年中ほぼ一定して30度前後であること、最低気温は6月から7月にかけて約10度以下となるが、日平均気温が4℃以下となることはないこと、当該工事のコンクリート打設時期は9～10月から外れることを考慮し、普通コンクリートを採用する。

(2) 地質に対する方針

【建築】

- ✓ マンサは砂質土、マウント・マクルは粘性土と土質は異なるが、いずれも十分な長期許容支持力が得られるため、直接基礎構造とする。
- ✓ 地形の傾斜に合わせ、盛土を最小限とし、切土による良好な地盤を活かした建築施設ごとのレベルとする。

【土木】

- ✓ ため池堤体の基礎地盤は、ボーリング調査及びコーンペネトロメータ試験により所要の支持力が得られるため、地盤対策を行わず、現地盤に堤体を設置することとする。

(3) 地震に対する方針

- ✓ 災害管理軽減ユニット（Disaster Management and Mitigation Unit: DMMU）によれば、両地域ともにこれまでに大きな被害をもたらした地震はない。
- ✓ 建築においては、地震が観測されておらず、地震荷重の算定根拠がないため、地震時の層せん断力ベースシア係数を0.2と仮定する。

(4) 落雷に対する方針

- ✓ 両地域ともに多雷地域のため、落雷事故、落雷による停電もしばしば発生する。
- ✓ 建築においては、日本の建築基準法では避雷設備が不要な高さ（20 m 未満）であるが、落雷から建築施設を保護する。

3-2-1-4 社会経済条件に対する方針

- ✓ 既存の研究活動を継続しながらの工事となるため、研究者等の往来に配慮し、交通安全対策に留意した施工計画とする。
- ✓ 新型コロナウイルスの拡大防止のため、会議の開催方法や、作業員に対するマスク等の支給については、ザンビア政府が定める感染拡大防止策に従うこととする。

3-2-1-5 運営・維持管理に対する対応方針

【機材】

- ✓ 調達機材の運営・維持管理については、両研究所のワークショップに配置されているエンジニア及びメカニックにより実施されるが、機材納入時にメーカー技術者を派遣し、初期操作指導、日常点検指導及び維持管理指導を行うこととする。また、納入業者に対してスペアパーツの供給のための現地もしくは近隣国にサービスエージェントの配置を義務付ける。

【建築】

- ✓ 建築施設の運営・維持管理については、既存施設の清掃は ZARI 用務員が、電気・給水のメンテナンスは電気、給水の各設備技術者チームが編成され実施されている。日常清掃や定期的な点検及び修繕により現在の ZARI 組織内の人員で運営・維持可能な建築施設仕様とする。

【土木】

- ✓ ため池及び種子生産ほ場の運用・維持管理は、現況と同様に ZARI のコメ栽培チームが行うことになるため、人力による操作が容易な施設とし、農道及びアクセス道路の舗装材は維持管理が容易で現地調達可能なラテライト舗装とする。

3-2-1-6 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

【機材】

- ✓ 機材の仕様については、我が国の規格を満たすことを基準とし、原則として本邦メーカー製造の機材を調達することとする。特に乾燥機及び精米プラントについては、現地で生産される品種が長粒種であることに留意し、長粒種に適用可能な機材を選定する。

【建築】

- ✓ 建築施設のグレード設定にあたっては、ザンビア国で定める建築関係法令・基準を参考とし、加えて日本の支援としての精度を確保する。また、現地の工法や材料を極力取り入れることにより、竣工後の施設の維持管理を容易にする計画とする。

【土木】

- ✓ 土木施設の仕様は、日本の基準を参考に、現地調達可能な材料を用いた仕様とする。ゲー

ト・バルブ等の現地調達が困難でかつ精度を要するものは、本邦機材を選定する。

3-2-2 基本計画（施設計画／機材計画）

3-2-2-1 機材計画

主な機材選定の基本方針は以下のとおりである。

1) 乗用トラクター

小規模ほ場でも小回りが利く 40 HP クラスのトラクターを選定する。また、多様なほ場環境でも対応できることを想定し、四輪駆動とする。このトラクターの能力に合致する作業機を以下に選定する。なお、水田にて使用するため、水田車輪を付属するものとする。

2) ディスクプラウ

円板が回転しながら土壌を切断し、反転・砕土させる作用を持った耕起作業機である。円板が自転するため土との摩擦抵抗が少なく、ボトムプラウではささりこめない固い土壌、凹凸の激しい土地でも使用可能である。水田及び畑地にも使用可能な 24 inch のディスクの 3 連プラウを選定する。

3) ディスクハロー

プラウで耕起した後に砕土、整地作業を行うための作業機で円板の回転により耕土を切断し土壌表面を均平にする作用を持つ砕土作業機である。土壌や植物の茎根などを切削、破碎する作用は優れているが、耕土の表面を均平にする作用はロータリーより劣る。40 HP のトラクターに適した 18 inch×18 disc のオフセット型ディスクハローを選定する。

4) ロータリーティラー

耕うん軸に爪を取り付け PTO の回転力を利用して爪軸を回転させ、1 工程で土壌を切断、攪拌、砕土する。鋤き込みはプラウより劣るが、作業幅が広く均平能力に優れているため、移植作業の前の代かき作業に使用される。水田代かき用の爪とし、作業幅は 1.8 m - 2 m とする。

5) 播種機

穀類の種子をスジ状に一定間隔をおいて点播する作業機で、溝切、播種、覆土、鎮圧作業を一工程で行うものが多い。さらに、施肥を同時に行う施肥機能を有するものもある。コメ種子を条播きが可能な機種で 6 条植を選定する。

6) 畦塗機

ほ場を取り囲んでいる土の壁にはほ場の土を塗り付けて、割れ目や穴を塞ぎ、防水加工をする作業機である。水が漏れると、水の管理が困難になるだけではなく、除草剤や肥料の効果も低下するため、水田においては必須の作業機である。250 mm - 300 mm の畦を立てることができる機種を選定する。

7) 田植機

苗箱にマット状に栽培されたイネの苗を機体の進行につれて水田にさし込んでいく機械である。歩行用と乗用があり、いずれもエンジンの動力で走行、人が手で植える時の動作をまねた植付け機構を持つ。作業者の労力軽減と作業速度を考慮して、効率のよい乗用とする。条数は、標準的な6条とする。

8) トレーラー

トラクターに設置して、イネ栽培に必要な肥料等の生産資材及び収穫後の籾の運搬等に使用するため、2t積載の牽引式トレーラーを選定する。

9) 自脱型コンバインハーベスター

自脱コンバインは自動脱穀機をベースとし、これに刈取部と走行部を装備し、ほ場を自走して稲を刈り取りながら脱穀・選別する日本特有の収穫機器である。普通コンバインと比べて刈り取った穀桿（穀物の茎と茎から上の部分）から穀粒だけを脱粒する方式であるため、所要動力も少なく、選別がよく穀粒損失も少ないという特徴がある。小規模ほ場用として、クローラータイプの2条刈りの機種を選定する。

10) マイクロバス

マウント・マクル研究所は首都ルサカから約20km離れたチランガに位置しており、マンサ研究所もマンサ市街から約10kmの郊外にあるため、研修受講者を時間通りに参加し、効率的、効果的な研修を実施するために、専用で使用されるマイクロバスの調達を行う。毎回の研修参加者が20人から30人程度であるため、最大30人乗りのマイクロバス各1台を調達することとする。

11) ミニ精米プラント

精米プラントは乾燥後の籾を精米して白米にするための機械の組み合わせであり、籾摺り精米機を主要機械として、その前後にプレクリーナー、石抜き機、色彩選別機及び包装機等の独立した機能を有する専用機を揚穀機（バケットエレベーター）などで連結し、一つの機械としたものである。その構造は、脱ぶ部・風選部、精白部・篩別部、及び搬送部等から構成される。

中心となる籾摺り機は、精白米を得るために原料籾を粗選された玄米を精米機にかけて精白米にする機能を有し、ゴムロールで脱ぶされた穀粒は唐簞による風選で、籾、籾殻、しいな等に分けられ、籾殻及びしいなは機外へ、籾と玄米は揚穀機により、万石部（篩い）へ搬送される。選別方式には自然流下と揺動の網式、揺動板式、断続空気流式、及び回転筒式等があり、選別された籾は脱ぶへ、玄米は良玄米、又は屑米口に送られる。脱ぶ方式により摩擦式（ゴムロール）と衝撃式（遠心式）、精米方式により摩擦式（ロール耐触圧力）と研削式とに区分されるが、一般には両者ともに摩擦式が多い。また、精白部の摩擦式は、精白室内の螺旋ロールと出口の抵抗器によって穀粒を加圧、主として穀粒の相互摩擦により糠層を除去して精白米を得るものである。

プレクリーナー（粗選機）は、乾燥後に含まれているわら屑や小石・土砂等の異物を除去する。

石抜き機は、プレクリーナーや籾摺り機で分別されなかった石を重力作用により取り除く、色彩選別機（カラーソーター）は赤米等の色のついた穀粒をセンサーにより判別し、取り除く機能を有している。

精米プラントは大小さまざまな規模のものがあるが、本案件では主に研修用として 100 kg 程度の籾の精米工程を説明、実演することを目的とすることから、最大 650–1,000 kg/時の小規模なプラントとする。

12) 種子乾燥ユニット

穀物乾燥機には静置式と穀物移動式の 2 種類あるが、穀物のローテーションや排出の労力軽減のため、循環式の乾燥機が利用されることが多い。循環式乾燥機は、穀物を移動しながら乾燥する特徴があり、上部に穀物の穀留部、下部に火炉・排風機により熱風をつくり穀物を乾燥する乾燥部、これらを繋ぐ搬送部等で構成されており、張り込みホッパーからの穀物は、昇降機（バケットエレベーター）で上部に送られ、上部スクリーンと均分機により貯留部に拡散堆積される。穀物を循環させることにより、急激な乾燥によって発生する胴割れや乾燥ムラを少なくすることができる。

タテ型の循環式の乾燥機を選定するが、研修用のため乾燥穀物量が少ないため、最小張り込み量が 250 kg より少量の小規模乾燥機を選定する。また、併せて粗選機を前処理用に調達する。

13) 冷凍庫

研究所で生産された原原種種子を保存するために冷凍庫を整備する。1 年あたりの原原種種子生産目標量は 100 kg とされていることから、300ℓサイズの冷凍庫を調達する。また、停電に備えるため、インバーター及び蓄電池を備え付ける。

3-2-3 基本計画（建築施設）

3-2-3-1 敷地・施設配置計画

(1) マウント・マクル研究所

マウント・マクル研究所における本事業建築施設の計画地は、本調査開始時にマウント・マクルの ZARI 本部と協議した結果、既存カンファレンス・ホールを研修用の講堂として利用することから同ホール東側の空地（現在、雑木林）に決定した。計画地は北側で ZARI 私道と接道し、東側及び南側は全て空地（現在、雑木林）となり、将来、建築施設建設の計画はない。

種子生産及び研修に係る方針に沿って、必要な諸室及び機材置き場を確保し、施工時経済性、ZARI 運営・維持管理の容易性に配慮した建築施設整備とする。建築施設の配置は、既存建築施設の動線及び環境（安全、臭気、騒音）に配慮した計画とする。

図 3-2-1 にマウント・マクル研究所の建築施設配置計画図を示す。

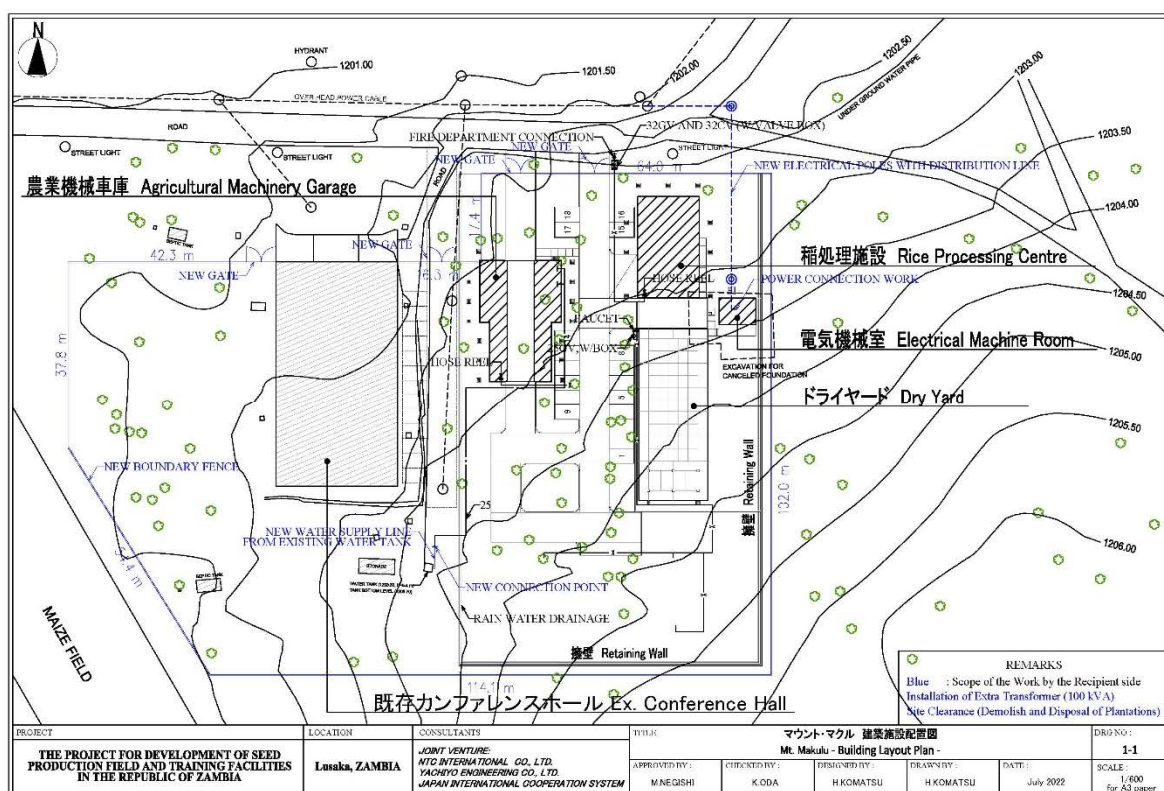


図 3-2-1 建築施設配置計画図(マウント・マクル研究所)

(2) マンサ研究所

マンサ研究所における本事業建築施設の計画地は、本調査開始時にマウント・マクルの ZARI 本部と協議した結果、既存研究所敷地東側の ZARI 私道反対側に位置する空地に決定した。しかし、マンサ第 1 回ステークホルダー協議（2-2-3-1 (10) 参照）において、マンサ研究所の職員・関係者との意見交換により、i)当該空地北側に職員宿舎があること、ii)当該空地はリクリエーション広場として活用中であること、iii)既存研究所敷地と接することで動線及び管理面が簡易となること等の理由から、当初計画地から既存研究所の南側に位置する空き地に変更することが妥当である

と判断された。この計画地は、東及び南側で ZARI 私道と接道し、北側は既存研究所敷地の境界
堀に面し、西側は ZARI 所有敷地（現在、雑木林）に面する。

図 3-2-2 にマンサ研究所の建築施設配置計画図を示す。

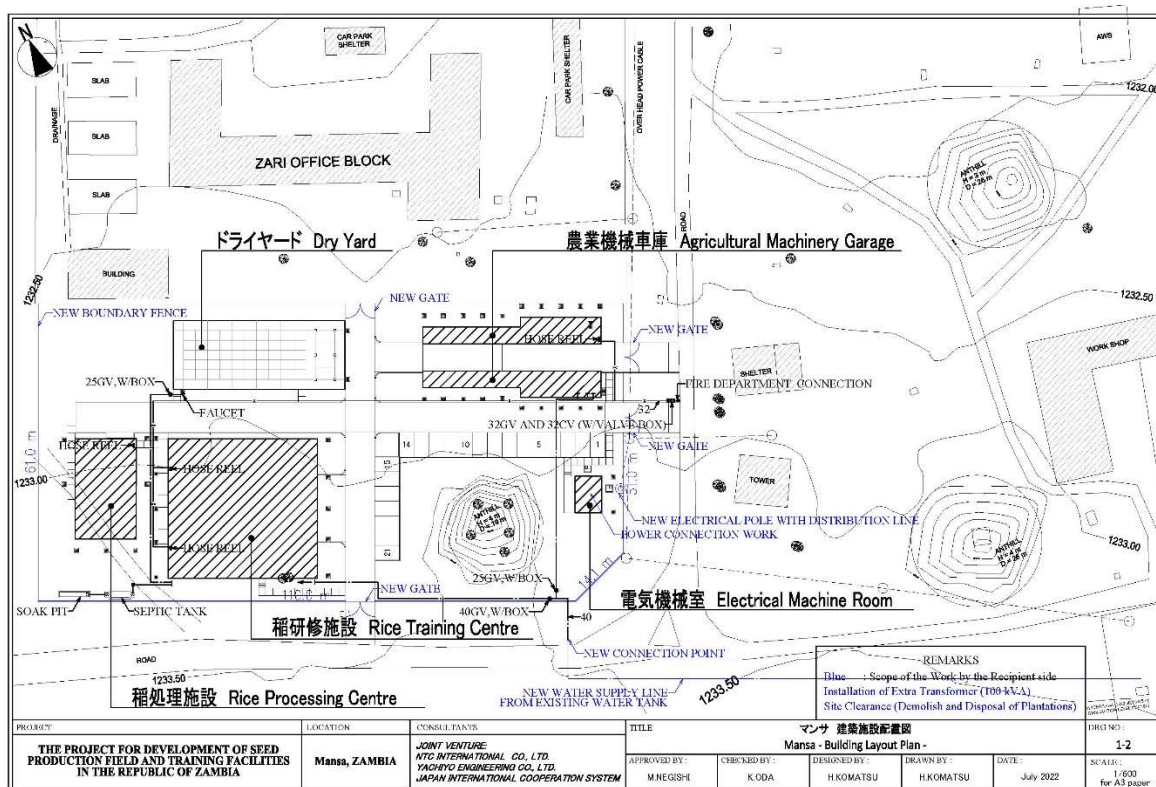


図 3-2-2 建築施設配置計画図(マンサ研究所)

3-2-3-2 建築計画

(1) 平面計画

本事業の各建築施設における平面計画を表 3-2-9 に示す。

表 3-2-9 建築施設における平面計画

施設／諸室名称	平面計画	マウント・マクル			マンサ		
		床面積 (m ² /室)	室数	合計床面積 (m ²)	床面積 (m ² /室)	室数	合計床面積 (m ²)
稲研修施設	中廊下型とし、両側に教室を 設け、自然採光が可能な諸室 配置。	延べ床	-	-	延べ床	-	672.00
講堂	講師と研修生 40 名を対象。2 組に分けて研修可能とする ため、可動間仕切り壁を設 置。	-	-	-	168.00	1	168.00
研修資機材用倉庫	研修機材及び試料を保管す る棚が設置可能な広さ。	-	-	-	15.00	1	15.00
アシスタント執務室	1 室 4 名グループ席	-	-	-	15.00	1	15.00
受付・守衛室	1 室 2 名個別席	-	-	-	19.25	1	19.25
エントランス・ホール	展示スペースを兼ねる。	-	-	-	42.00	1	42.00
会議室	12 名座席可能な広さ。	-	-	-	30.00	1	30.00
研究者用執務室 1~4	専門性により個室。	-	-	-	14.00	4	56.00
男性用トイレ	研修生及び講師人数を対象。	-	-	-	18.00	1	18.00
女性用トイレ		-	-	-	11.55	1	11.55
車いす用トイレ	ユニバーサル・デザインの観 点から用途・規模に応じ設置	-	-	-	4.70	1	4.70

施設／諸室名称	平面計画	マウント・マクル			マンサ		
		床面積 (m ² /室)	室数	合計床面積 (m ²)	床面積 (m ² /室)	室数	合計床面積 (m ²)
男性用着替え室	ジェンダーの観点、作業着への着替え必要性から設置。	-	-	-	4.00	1	4.00
女性用着替え室		-	-	-	4.00	1	4.00
技術者用執務室	1室4名個別席。	-	-	-	40.75	1	40.75
第1実験室	試験機器・器具を取り扱うための試験用テーブルを中心に、流し台2台を設置。	-	-	-	40.75	1	40.75
第2実験室	作動時に粉塵を伴う試験機器設置に必要な広さ。	-	-	-	15.00	1	15.00
プロジェクト用執務室	1室4名個別席。	-	-	-	28.00	1	28.00
男女兼用トイレ	プロジェクト用執務室に隣接。	-	-	-	4.40	1	4.40
サービスルーム	流し台1台を設置。	-	-	-	15.00	1	15.00
廊下	中廊下型	-	-	-	140.60	1	140.60
稲処理施設	車寄せ（荷卸し場）に面して、種子乾燥室と精米室を配置。	延べ床		186.00	延べ床		186.00
種子乾燥室	種子乾燥機を設置。スペアパーツ保管と研修生40名を収容可能な広さ。	72.00	1	72.00	72.00	1	72.00
集塵室	種子乾燥機稼働時に発生する塵を集積。	4.00	1	4.00	4.00	1	4.00
第1種子貯蔵庫	原種種子貯蔵用パレットを配置可能な広さ。	20.00	1	20.00	20.00	1	20.00
第2種子貯蔵庫	認証種子貯蔵用パレットを配置可能な広さ。	30.00	1	30.00	30.00	1	30.00
灯油缶保管庫	種子乾燥機用燃料の灯油缶保管に必要な広さ。	6.00	1	6.00	6.00	1	6.00
精米室	精米プラントを設置。研修生40名を収容可能な広さ。	51.00	1	51.00	51.00	1	51.00
粃殻集積室	精米プラント稼働時に発生する塵を集積。	3.00	1	3.00	3.00	1	3.00
農業機械車庫	農業機械車庫列を中央車路に対面配置。	延べ床		180.00	延べ床		262.00
機材置き場	トラクター、コンバインハーベスター、田植え機、その他作業機等の農業機械を格納に必要な広さ。	112.00	1	112.00	180.00	1	180.00
日常点検スペース	農業機械の清掃や簡易な日常点検に必要な広さ。	54.00	1	54.00	54.00	1	54.00
スペアパーツ保管庫	農業機械スペアパーツの保管に必要な広さ。	7.00	1	7.00	14.00	1	14.00
軽油缶保管庫	農業機械用燃料の軽油缶保管に必要な広さ。	7.00	1	7.00	14.00	1	14.00
ドライヤード	柵目状ヤード（50柵）	施工床		490.00	施工床		490.00
ドライヤード	60 kg/柵の種子を均し置き可能な広さ。	250.00	1	250.00	250.00	1	250.00
通路	ヤード周囲の通路。	200.00	1	200.00	200.00	1	200.00
雨除け	降雨時の種子仮集積場としてヤードに面して設置。	40.00	1	40.00	40.00	1	40.00
電気機械室	電気室と非常用発電機室の2室配置。	延べ床		35.00	延べ床		35.00
電気室	受電盤を配置し、各施設内分電盤への地中配線へ分配するためのケーブルピットを設置。	17.50	1	17.50	17.50	1	17.50
非常用発電機室	屋内用非常用発電機の室内中央配置及び周囲メンテナンスに必要な広さ。	17.50	1	17.50	17.50	1	17.50
ほ場研修倉庫 （※マンサのみ）	研修機材用倉庫と農業器具用倉庫の2室配置。	延べ床		-	延べ床		20.00
研修機材用倉庫	研修機材保管に必要な広さ。	-	-	-	10.00	1	10.00
農業器具用倉庫	農業器具保管に必要な広さ。	-	-	-	10.00	1	10.00

※註： 特記なき限りマウント・マクル及びマンサ研究所の計画地内建築施設共通。

(2) 断面計画

本事業の各建築施設における平面計画を表 3-2-10 に示す。

表 3-2-10 建築施設における断面計画

施設／諸室名称	断面計画	部位ごとの主な仕上げ		
		床高	階高	天井高
稲研修施設（※マンサのみ）				
講堂、研究者用執務室1～4、技術者用執務室、アシスタント執務室、プロジェクト用執務室、研修資機材用倉庫、会議室、受付・守衛室、第1実験室、第2実験室、男性用トイレ、女性用トイレ、車いす用トイレ、男女兼用トイレ、男性用着替え室、女性用着替え室、サービスルーム、エントランス・ホール／展示、廊下	<p>蟻害対策を考慮し、また、浸水を避け、既存施設の床高に合わせてGL+600mmとする。車いす対応のため、エントランス・アプローチ及びテラスにスロープを設ける。</p> <p>施工性及び降雨排水性を考慮し、1/10 勾配屋根とする。</p> <p>講堂 3,400mm、廊下 2,800mmとし、天井高さ 600mm 差を設け、壁掛け空調設備機器室内機から室外機まで廊下天井内のドレーン配管とする。</p>	GL+600mm	4,800～6,000mm	天井仕上げ有り 3,400mm 天井仕上げ有り 2,800mm
稲処理施設				
種子乾燥室、精米室	<p>車寄せでの荷卸しが必要なため、床高をGL+200mmとする。</p> <p>施工性及び降雨排水性を考慮し、1/10 勾配屋根とする。</p>	GL+200mm	5,200～5,800mm	天井仕上げ無し
第1種子貯蔵庫、第2種子貯蔵庫、灯油缶保管庫	<p>精米プラント及び稲乾燥機の機材高さ及び上部クリアランスに必要な階高とする。</p>		3,300～3,800mm	天井仕上げ無し
農業機械車庫				
機材置き場（田植え機、その他作業機等）	<p>中央車路勾配により床高は、GL+0～300mm（マウント・マクル）、GL+0～250mm（マンサ）となる。</p> <p>施工性及び降雨排水性を考慮し、1/10 勾配屋根とする。</p> <p>機材高さ及び上部クリアランスに必要な階高とする。</p>	GL+0～300mm GL+0～250mm	3,000～3,300mm	天井仕上げ無し
機材置き場（コンバインハーベス）、スペアパーツ保管庫、軽油缶保管庫			4,000～4,500mm	天井仕上げ無し
機材置き場（トラクター）、日常点検スペース、				
ドライヤード				
ドライヤード、通路	<p>荷卸しが必要なため、また、ヤードの水捌けを考慮して床高をGL+250～300mmとする。</p> <p>雨除けの屋根は、施工性及び降雨排水性を考慮し、1/10 勾配屋根とする。</p>	GL+250～300mm	-	-
雨除け			3,000～3,400mm	天井仕上げ無し
電気機械室				
電気室、非常用発電機室	<p>浸水を避け、既存施設の床高に合わせてGL+600mmとする。</p>	GL+600mm	3,100～3,600mm	天井仕上げ無し
ほ場研修倉庫（※マンサのみ）				
研修機材用倉庫、農業器具用倉庫	<p>浸水を避け、既存施設の床高に合わせてGL+600mmとする。</p> <p>雨除けの屋根は、施工性及び降雨排水性を考慮し、1/10 勾配屋根とする。</p>	GL+600mm	3,100～3,500mm	天井仕上げ無し

※註：特記なき限りマウント・マクル及びマンサ研究所の計画地内建築施設共通。

以下に主要な施設の平面図、立面図、断面図を示す。

(3) 稲研修施設 (マンサ研究所)

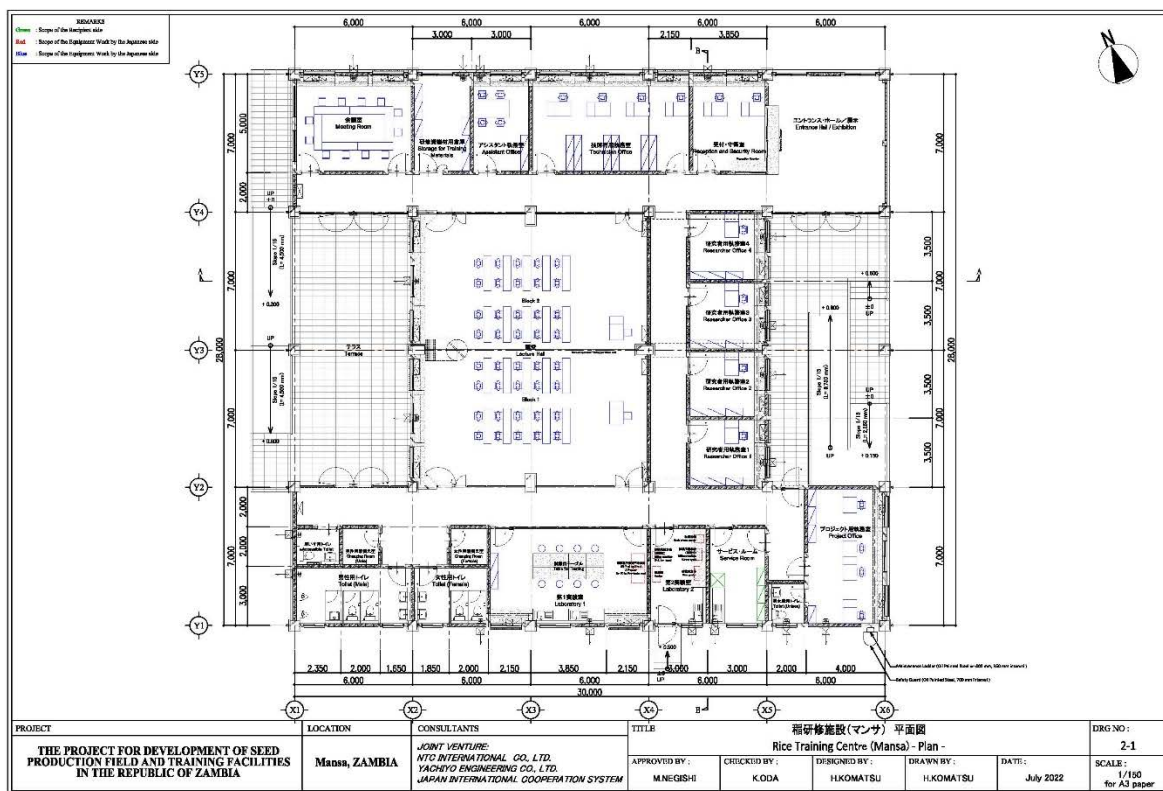


図 3-2-3 稲研修施設の平面図(マンサ研究所)

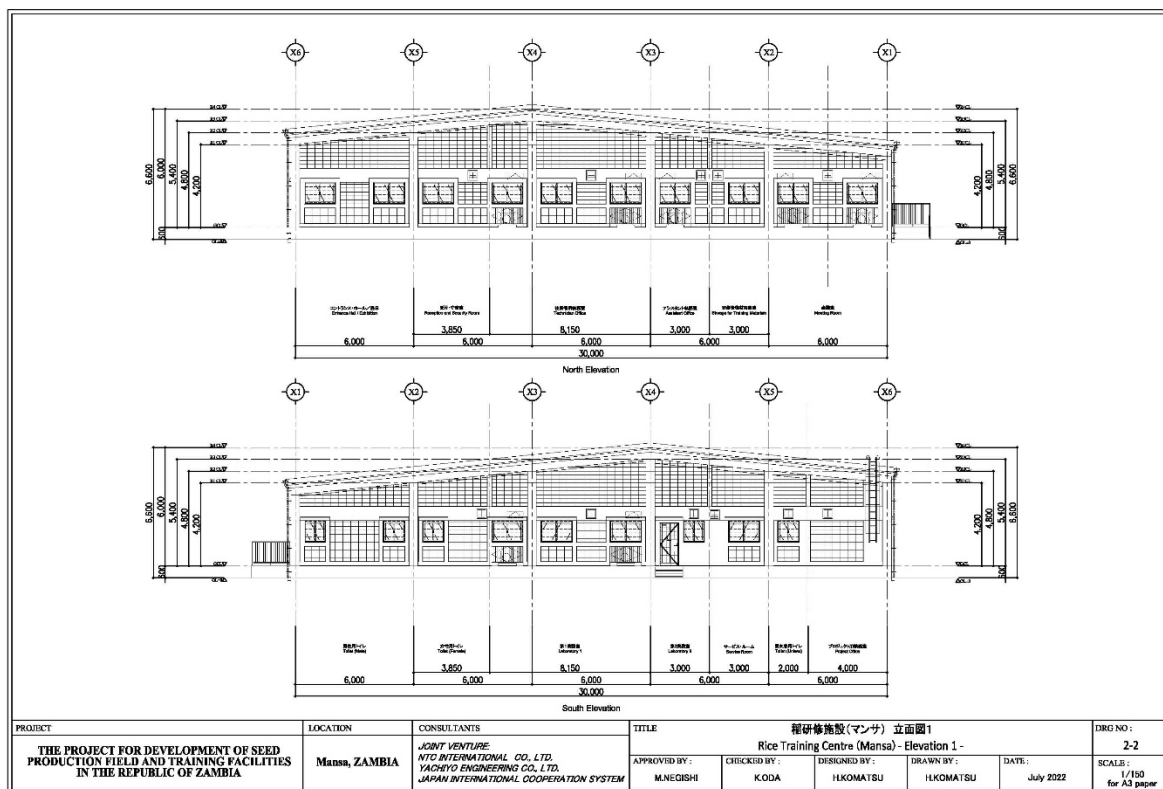


図 3-2-4 稲研修施設の立面図(マンサ研究所)

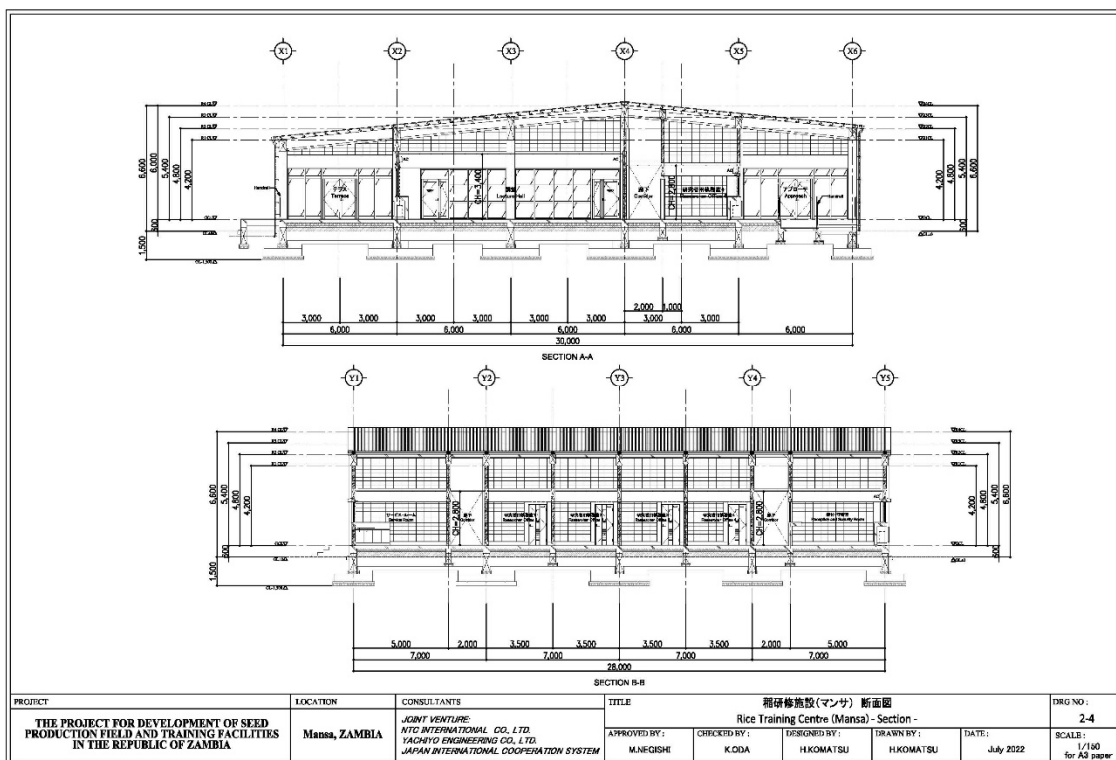


図 3-2-5 稲研修施設の断面図(マンサ研究所)

(4) 稲処理施設

稲処理施設は、マウント・マクル研究所及びマンサ研究所で同じ規模・仕様の施設とする。

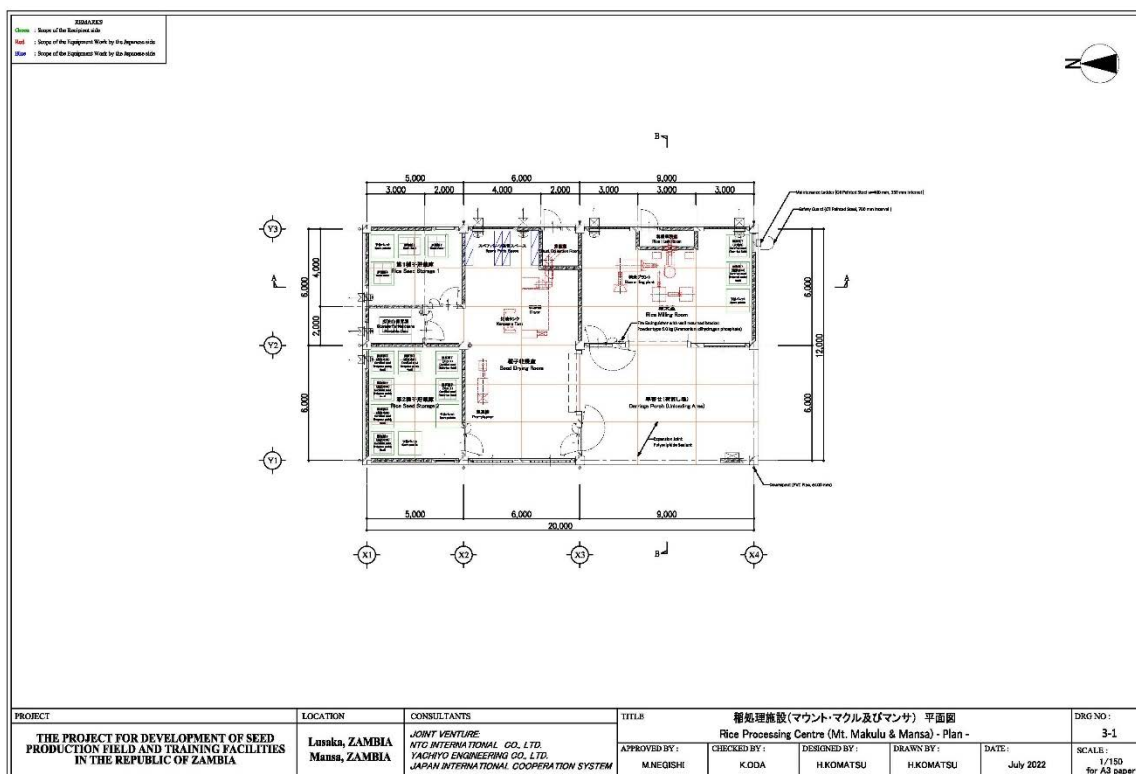


図 3-2-6 稲処理施設の平面図

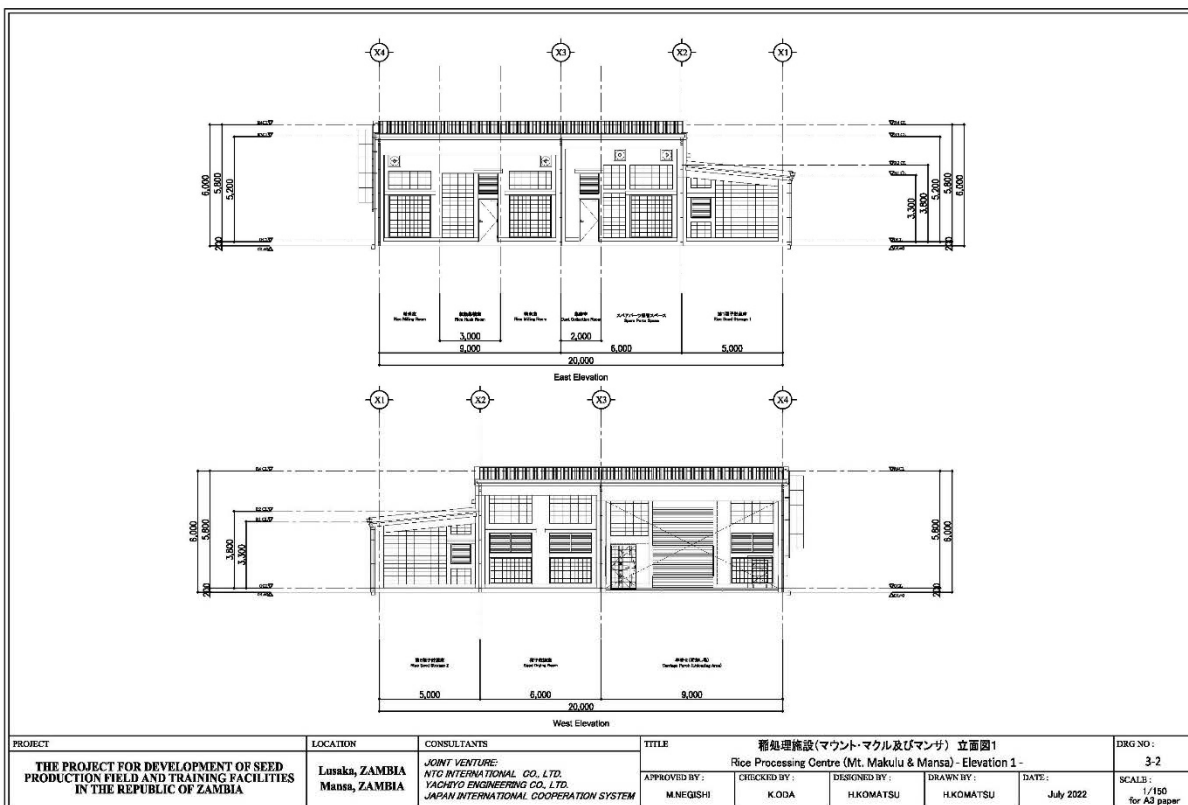


図 3-2-7 稲処理施設の立面図

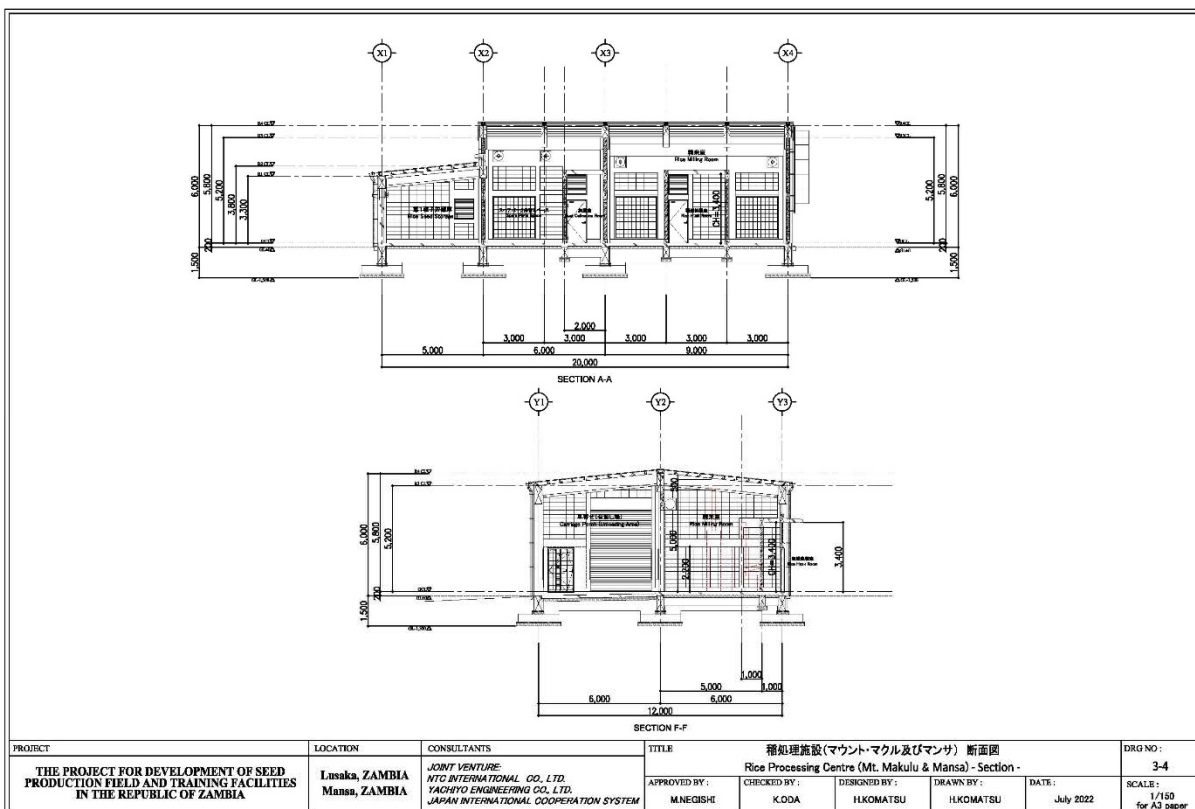


図 3-2-8 稲処理施設の断面図

(5) 農業機械車庫

農業機械車庫は、調達する農業機械の種別・台数に合わせて、両研究所でそれぞれ下図に示すペースとする。

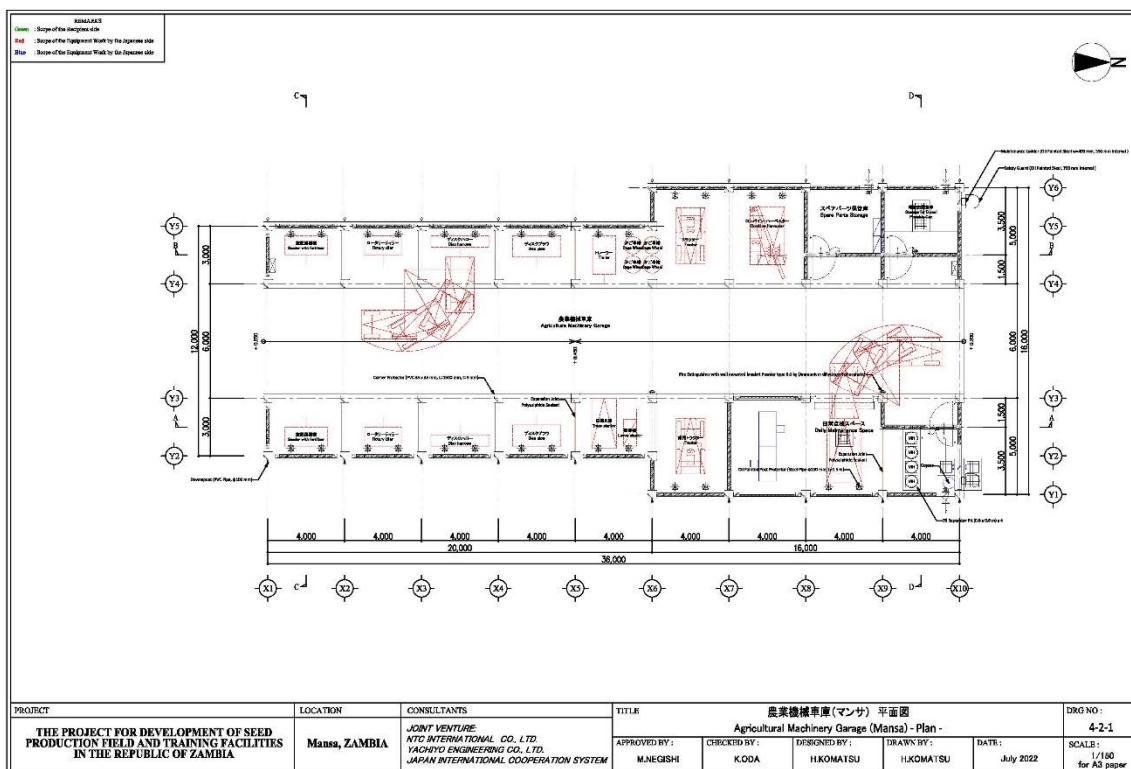


図 3-2-9 農業機械車庫の平面図(マンサ研究所)

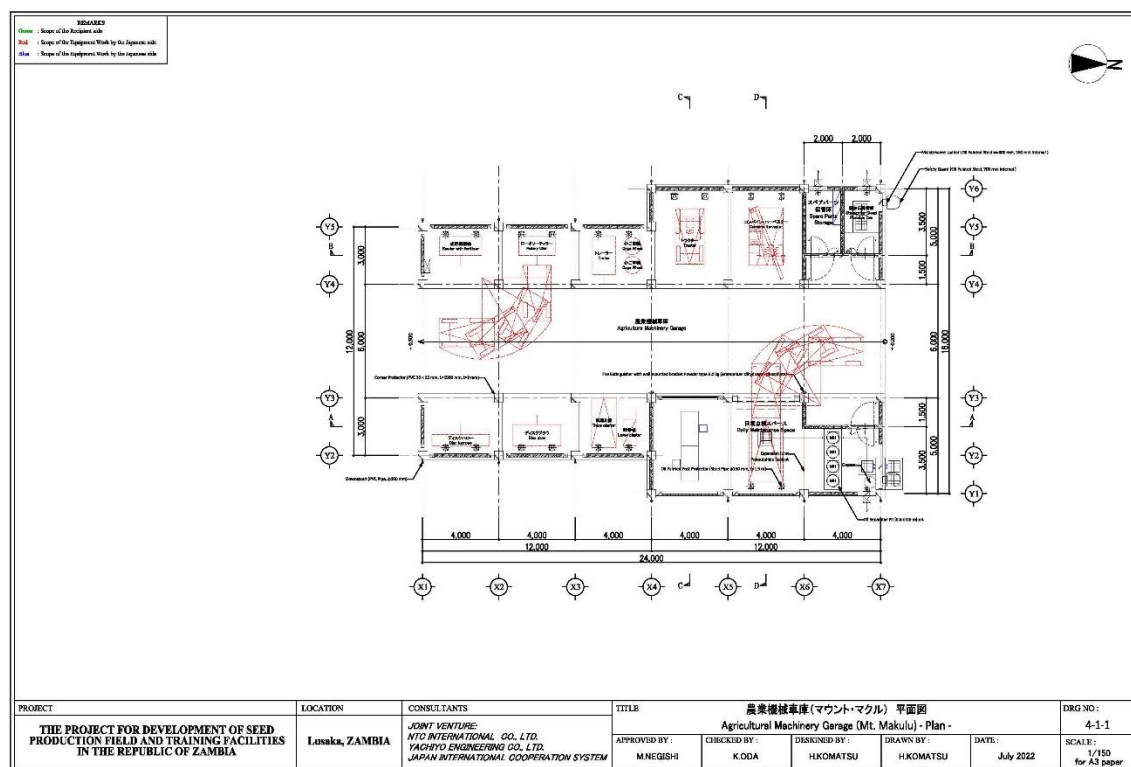


図 3-2-10 農業機械車庫の平面図(マウント・マクル研究所)

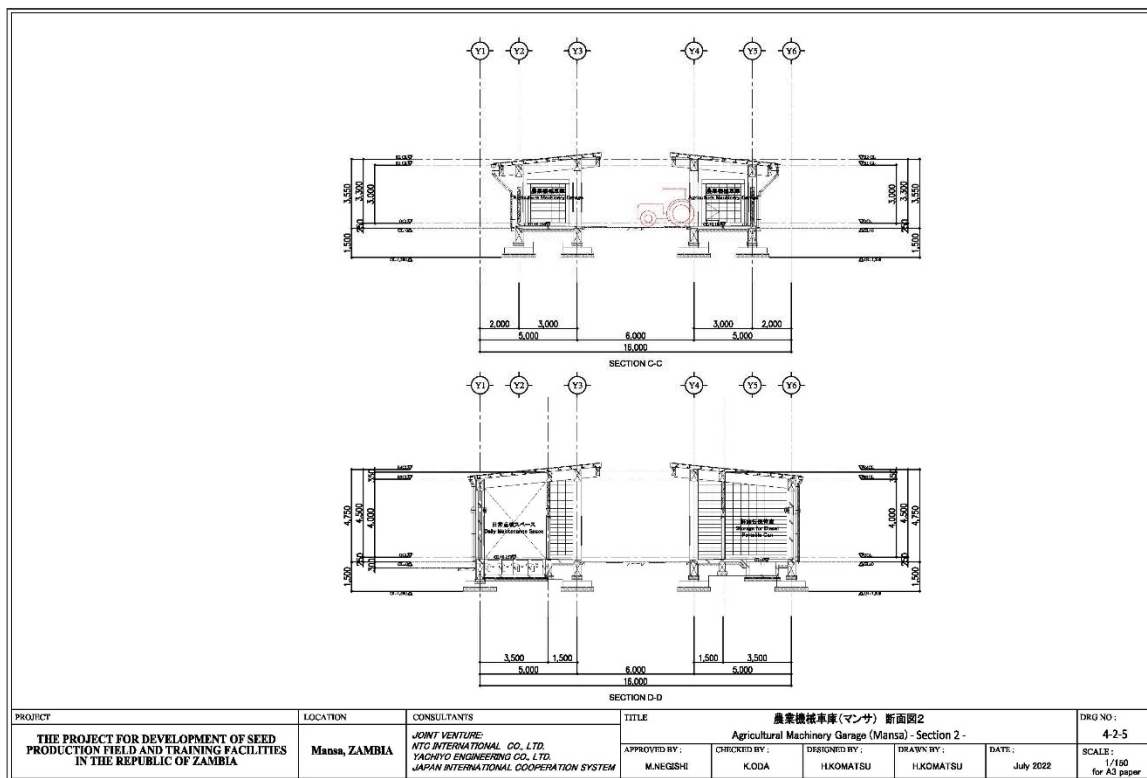


図 3-2-11 農業機械車庫の断面図(マンサ研究所)

(6) ドライヤード

ドライヤードは、マウント・マクル研究所及びマンサ研究所で同じ規模・仕様の施設とする。

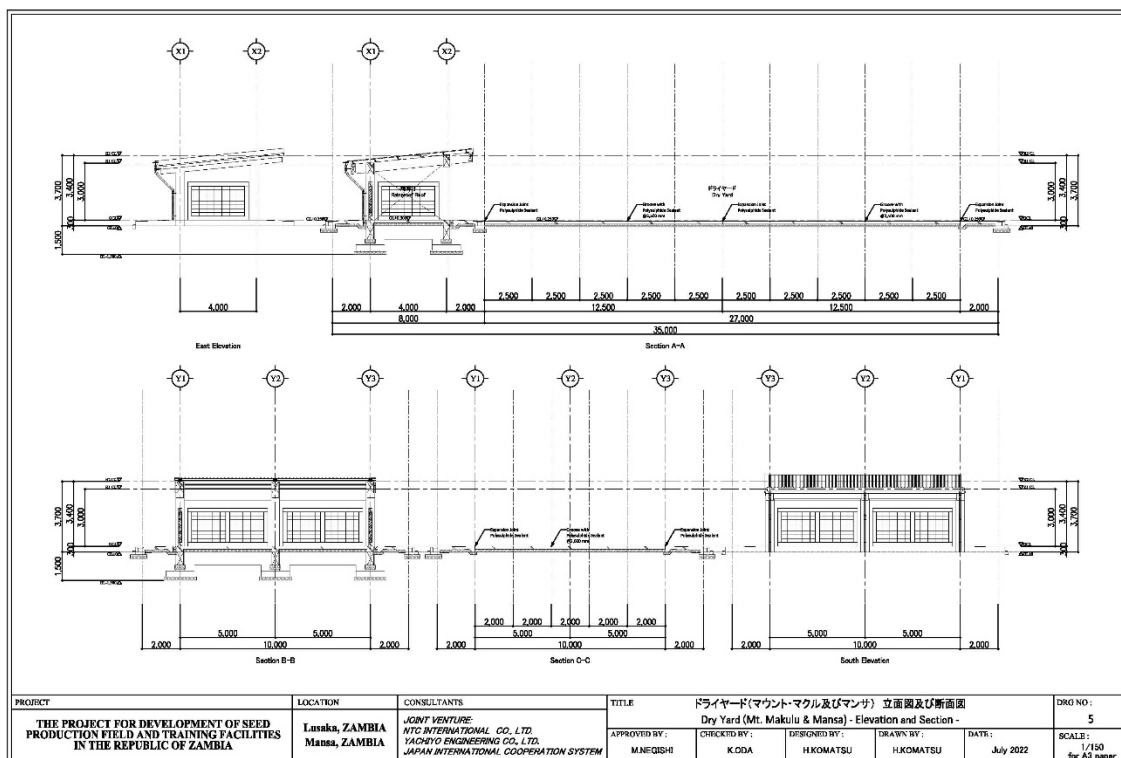


図 3-2-12 ドライヤードの断面図

3-2-3-3 構造計画

(1) 計画地の地盤状況

1) マウント・マクル研究所

計画地 1（マウント・マクル研究所）の形状及び既存地盤レベル、周辺施設との位置関係を図 3-2-13 に示す。計画地は南北方向約 100 m に対し高低差約 2 m の傾斜となるが概して平坦である。3 カ所（各 10 m）のボーリング及び標準貫入試験の結果から堅固な粘性土層を確認、N 値及び室内土質試験結果から長期許容支持力（410 kN/m²）と仮定する。

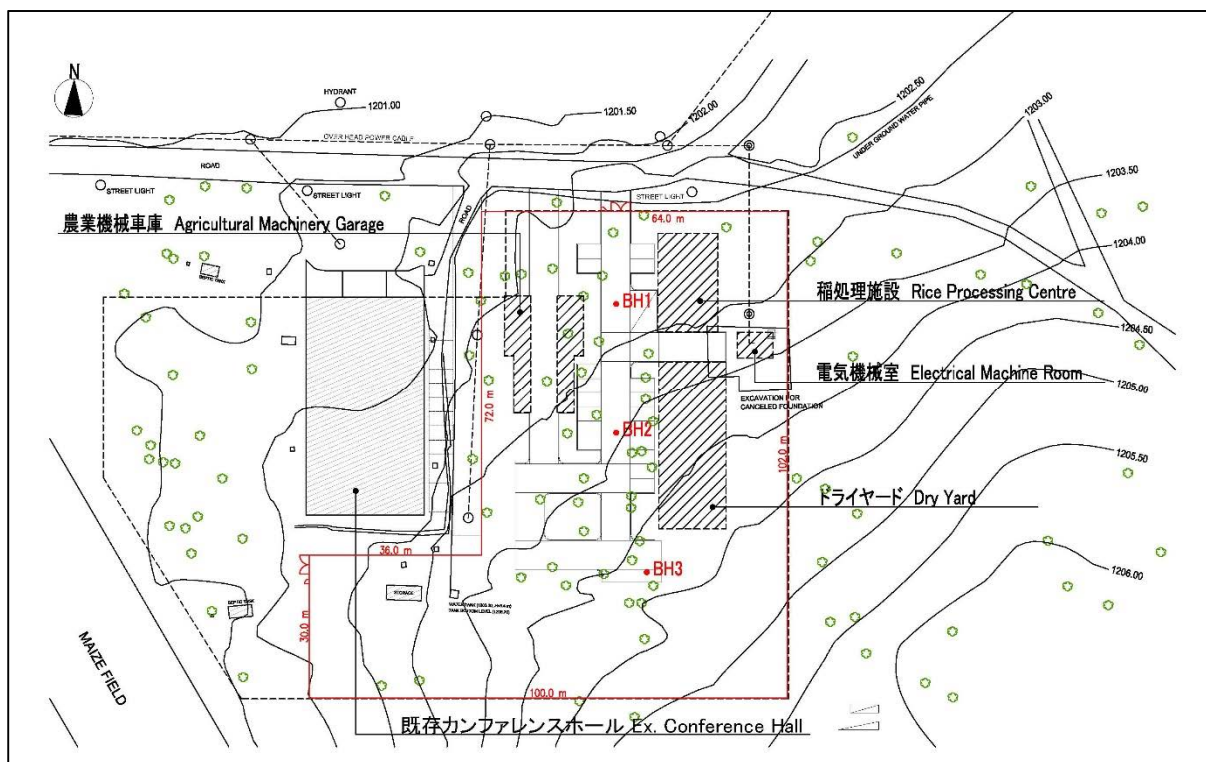


図 3-2-13 計画地 1(マウント・マクル研究所)の地形測量、地質調査位置

2) マンサ研究所

計画地 2-1（マンサ研究所）の形状及び既存地盤レベル、周辺施設との位置関係を図 3-2-14 に示す。計画地は南北方向約 100 m に対し高低差約 1 m の傾斜となるが概して平坦である。3 カ所（各 10 m）のボーリング及び標準貫入試験の結果から比較的堅固な砂質土層を確認、N 値及び室内土質試験結果から長期許容支持力（200 kN/m²）と仮定する。

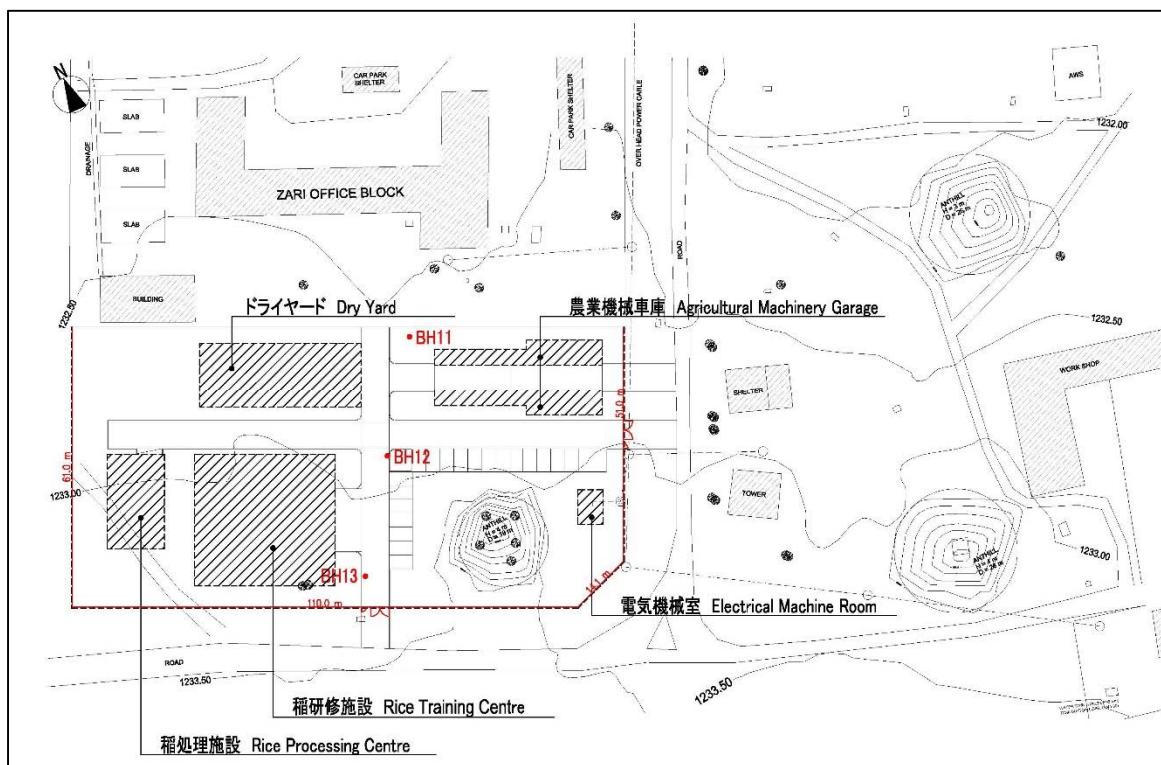


図 3-2-14 計画地 2-1(マンサ研究所)の地形測量、地質調査位置

計画地 2-2（マンサほ場）の形状及び既存地盤レベル、周辺施設との位置関係を図 3-2-15 に示す。本事業の建築施設として計画するほ場研修倉庫の建設予定地は、本事業の土木施設整備の計画地内となる。西から東へ傾斜となるが概して平坦な計画地である。ほ場研修倉庫の建設予定地でポータブルコーン貫入試験を実施したが、地表面で 600 kN/m^2 と非常に堅固であった。計画地 2-1（マンサ研究所）の長期許容支持力（ 200 kN/m^2 ）の砂質土層同等と仮定する。

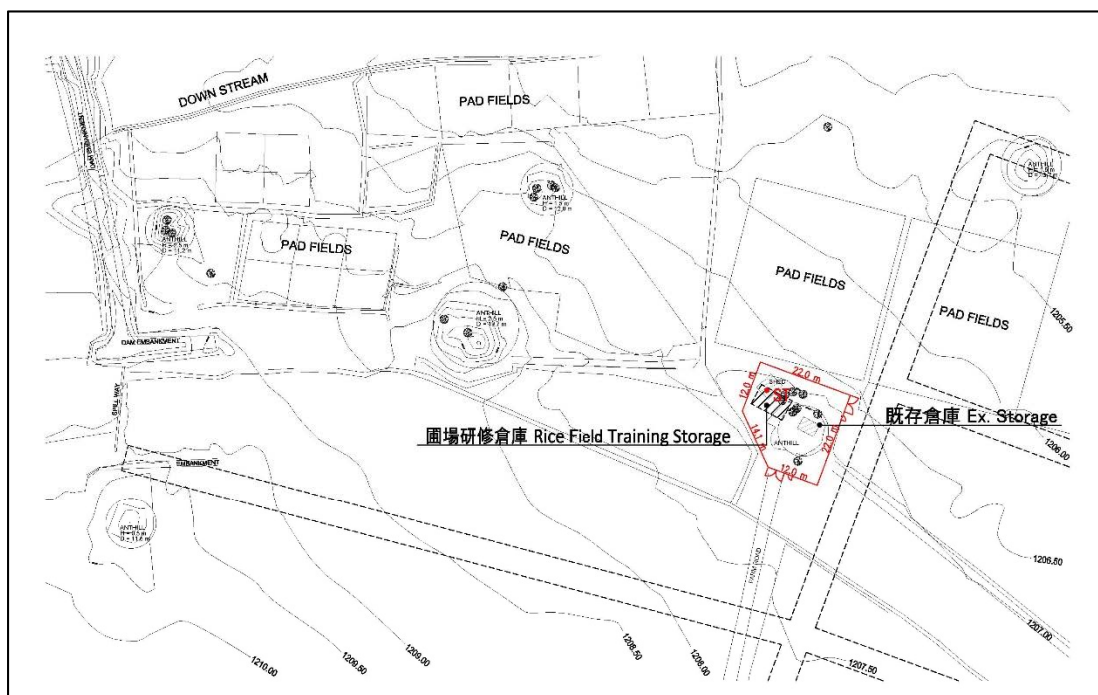


図 3-2-15 計画地 2-2(マンサほ場)の地形測量、地質調査位置

(2) 基礎計画

基礎底は設計 GL-1.5 m の直接独立基礎とする。計画地 1 及び計画地 2-1 の地質調査で深さ 10 m まで地下水位が確認されなかった。構内井戸の深度もさらに深いことから、地下水の浮力は考慮しない。

1) 構造形式

上部躯体構造は、鉄筋コンクリート造ラーメン構造とする。壁はコンクリート・ブロック積みとするが、建具や換気扇等の開口を要する壁、エアコンやメンテナンス梯子等の固定を要する壁は鉄筋コンクリート造とする。稲研修施設の居室部分、稲処理施設の種子貯蔵庫、電気機械室の屋根形式は、当該国の無償資金協力事業で建設された施設も参考とし、1/10 の緩やかな傾斜スラブ屋根に、地方都市マンサでの工事であることも考慮して、施工容易な母屋組みの上、防水として溶融アルミニウム亜鉛合金めっき鋼板 0.8 mm 厚を敷設する。その他の施設や諸室はスラブを設けず、同鋼板のみを敷設する。

2) 地震、風荷重

地震が観測されておらず、地震荷重の算定根拠がないため、地震時の層せん断力ベースシア係数を 0.2 と仮定する。風荷重は、ザンビアの統計量が著しく不十分なため、ザンビア政府側と協議の結果、設計用風速は英国規格（British Standard: BS）の 50 年再現期待値の最小値 38 m/s を採用する。

3) 設計強度

セメント、細骨材、粗骨材は現地調達品、練り混ぜ水は井戸水あるいは給水車による市水となるが、現地資材品質及び管理状況、無償資金協力事業であることに鑑み、日本建築学会 JASS 5 に準じ、計画供用期間の級を短期とし耐久設計基準強度を 18 N/mm²、設計基準強度を 21 N/mm² とすることから、品質基準強度を 21 N/mm² とする。工事準備期間中にコンクリート調合管理計画書に基づき試験練りを実施し、供試体の圧縮強度試験を工事期間中に実施し強度管理を行う。

鉄筋は、南アフリカ連邦共和国規格（South African Bureau of Standards: SABS）あるいは、SABS に準じたザンビア国規格（Zambia Bureau of Standards: ZABS）の現地調達可能な JIS G3112 SD345 同等品の異形鉄筋とする。工事準備期間中に鉄筋の引張り・曲げ試験による強度確認を行い、工事期間中はミルシートと調達された鉄筋のタグで照合を行う。

4) その他の特記事項

マンサ研究所があるルアプラ州マンサ、マウント・マクル研究所があるルサカ州チランガの両地域ともに各所で巨大な蟻塚が見られる。蟻により木製部材が食い荒らされる恐れがあり、以下の防蟻対策を施す。

- ・ 既存建築施設の床レベルに倣い、研修施設、電気機械室、ほ場研修倉庫は 1 階床レベルを GL+600 とする。稲処理施設、農業機械車庫は大型機材の搬入及び乗り入れのため、1 階床レベル GL+600 以下となるが、基礎周りや土間下の地中に防蟻剤散布を行う。
- ・ 木製建具や屋根受けの木材は食い荒らされる恐れがあり、アルミニウム製及び鋼製建具とし、屋根受けは鋼製母屋とする。

3-2-3-4 設備計画

(1) 電気設備計画

両地域ともに多雷地域のため、落雷事故、落雷による停電もしばしば発生する。このため、本事業の電気機械室内の受電設備に自動電圧調整器（Automatic Voltage Regulator: AVR）を設置する。停電の頻度も ZARI 職員、ザンビア電力供給会社（Zambia Electricity Supply Corporation、以下「ZESCO」と称す）及び術協力専門家へのヒアリングの結果、ZESCO 変電所内定期点検による計画停電や落雷による商用電源停止により、日中の電力供給が得られない日も多く、ZARI の施設運用上の要望を踏まえ、非常用発電機（エアコンを除く設置型機材の動力、コンセント、照明等の研修に必要な最小限な電力）を設置する。実験室の種子保存冷凍庫には停電時に備え予備バッテリーを調達する。

両研究所の計画地内に保安上の街灯を計画する。マンサほ場におけるほ場研修倉庫においては太陽光発電の街灯以外の設備計画はない。

1) マウント・マクル研究所

マウント・マクル研究所は図 3-2-16 のとおり、ZARI と ZESCO の契約で現在、マンサ研究所エリア北側の一般公道反対側に 11 kV から 380/220 V、50 Hz へ降圧する 500 kVA の変圧器が設置されている。本事業の建築施設及び機材へ必要な計画電力を供給するため、先方負担にて変圧器を増設（100 kVA 想定）する。また、計画地北側の ZARI 私道沿いの架空電線から分岐して、本事業の電気機械室内受電設備に接続するまでの受電工事は先方負担となる。現在、マウント・マクル研究所に非常用発電機が既存建築施設用として 1 台（63 kVA）、植物遺伝資源施設（National Plant Genetic Resources Centre: NPGRC）用として 1 台（30 kVA）設置されている。しかし、本事業で利用予定のカンファレンス・ホール及び計画地へ供給可能な非常用発電機は設置されていない。このため、カンファレンス・ホール、本事業の建築施設及び機材を対象とした非常用発電機（50 kVA）を設置する。

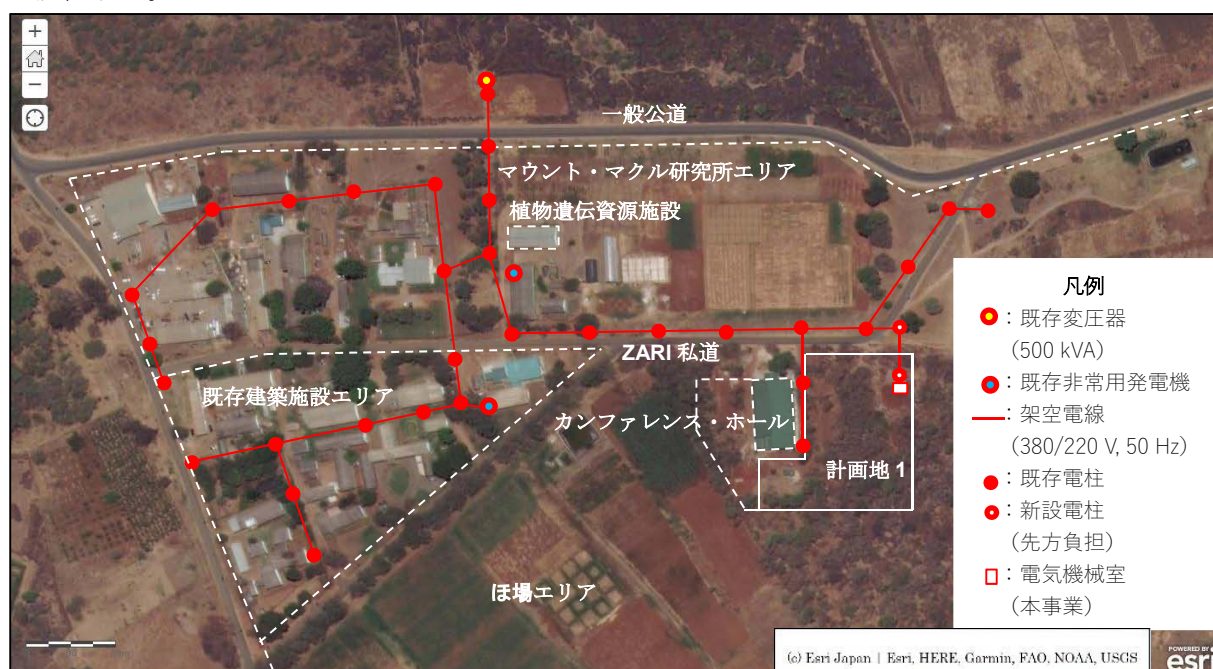


図 3-2-16 マウント・マクル研究所の受電・配電状況と計画地 1 の位置関係

2) マンサ研究所

マンサ研究所は図 3-2-17 のとおり、ZARI と ZESCO の契約で現在、マンサ研究所エリアの北東角に 11 kV から 380/220 V, 50 Hz へ降圧する 100 kVA の変圧器が設置されている。本事業の建築施設及び機材へ必要な計画電力を供給するため、先方負担にて変圧器を増設（100 kVA 想定）する。また、計画地東側の ZARI 私道沿いの架空電線から分岐して、本事業の電気機械室内受電設備に接続するまでの受電工事は先方負担となる。現在、マンサ研究所に非常用発電機は設置されていない。本事業の建築施設及び機材のみを対象とした非常用発電機（50 kVA）を設置する。



図 3-2-17 マンサ研究所の受電・配電状況と計画地 2-1 の位置関係

(2) 避雷設備計画

マウント・マクル研究所があるルサカ州チランガ、マンサ研究所があるルアプラ州マンサの両地域ともに多雷地域のため、受電設備に避雷器（サージ防護機器）を計画する。落雷から施設を保護するため、稲研修施設、稲処理施設、農業機械車庫、電気機械室等の屋根に鬼より線（避雷設備用導線）を敷設する。

(3) 電話設備・LAN 設備計画

マンサ研究所の稲研修施設内の研修資機材用倉庫に、先方負担事項で設置する電話用の主配線盤（Main Distribution Frame: MDF）と LAN 用端末のスペースを設ける。設置スペースには接続点を設け、各執務室への先行配管（空配管）を本事業で計画する。

(4) 火災報知設備計画

稲研修施設、稲処理施設、農業機械車庫、電気機械室の監視ゾーンを分けて、各室に熱感知器及び煙感知器を、稲研修施設内の受付・守衛室に操作パネルを設置する。

(5) 給排水衛生設備計画

マウント・マクル研究所の給水設備は、主に同研究所西側のマウント・マクル周辺井戸及び高架水槽である。本事業の計画地西側に建設されたカンファレンス・ホールは、図 3-2-18 のとおり、東側の井戸から給水。同ホール単独使用の高架水槽（2,000 ℓ、水槽下レベル 5.4 m）の利用は、同ホール内トイレに限られ、本事業で要する給水は、農業機械車庫（日常点検スペース流し）、ドライヤード（流し）程度のため、ZARI と協議の結果、先方負担事項で同ホール用的高架水槽から計画地まで給水管（高密度ポリエチレン：High Density Polyethylene、以下「HDPE」と称す）径 40 mm にて供給される。

雨水排水設備は、敷地内共通雨水排水溝はなく、縦樋から先は地表面に放流している状況である。計画地 1 においては、計画地北側の ZARI 私道（東西方向）が西に向かって緩やかに傾斜し下っているため、計画地内に滞留しないよう極力、勾配にて同私道へ放流する計画とする。特記事項は、農業機械車庫の日常点検スペース内に設置する油水分離槽と電気式給湯設備（油汚れの洗浄や外気温が低い時期の職員・研修生手洗いのため）となる。

消防設備は、既存建築施設に消火器及び消火栓が設置されている。本事業の各建築施設内に ZARI 職員の初期消火用として消火器を設置し、現地消防隊の消火活動用として、計画地北側の ZARI 私道沿いに各建築施設へ連結する消火栓を設置する。



図 3-2-18 マウント・マクル研究所の給水状況と計画地 1 の位置関係

マンサ研究所の給水設備は、図 3-2-19 のとおり、研究所エリア用井戸及び高架水槽（2,000 ℓ、水槽下レベル 4.5 m）、職員住宅エリア用井戸及び高架水槽（2,000 ℓ）、キャッサバ処理施設用井戸及び高架水槽（2,500 ℓ、水槽下レベル 8.5 m）である。キャッサバ処理施設用給水設備の利用はキャッサバ出荷時に限られ、本事業で要する給水は稲研修施設（トイレ、実験室流し台、サービスルーム流し台）、農業機械車庫（日常点検スペース流し）、ドライヤード（流し）程度のため、ZARI と協議の結果、先方負担事項でキャッサバ処理施設用的高架水槽から計画地まで給水管（HDPE、径 40 mm）にて供給される。

公共下水道未整備地区のため、既存の下水排水設備は浄化槽となる。既存井戸からの離隔（20 m 以上）及び運用・維持管理時のアクセスを考慮して、計画地南側 ZARI 私道沿いに浄化槽を新設する。雨水排水設備は、敷地内共通雨水排水溝はなく、縦樋から先は地表面に放流している状況である。計画地 2-1 においては、計画地東側の ZARI 私道（南北方向）が北に向かって緩やかに傾斜し下っているため、計画地内に滞留しないよう極力、勾配にて同私道へ放流する計画とする。特記事項は、農業機械車庫の日常点検スペース内に設置する油水分離槽と電気式給湯設備（油汚れの洗浄や外気温が低い時期の職員・研修生手洗いのため）となる。

消防設備は、既存建築施設に消火器及び消火栓が設置されている。本事業の各建築施設内も ZARI 職員の初期消火用として消火器を設置し、現地消防隊の消火活動用として計画地東側の ZARI 私道沿いに各建築施設へ連結する消火栓を設置する。



図 3-2-19 マンサ研究所の給水状況と計画地 2-1 の位置関係

(6) 空調換気設備計画

本事業の建築施設における主な空気調和設備及び換気設備の設置場所をに示す。

表 3-2-11 空気調和設備・換気設備の設置場所

施設名称	空気調和設備 壁掛け（冷暖房）	換気設備
稲研修施設 （※マンサのみ）		
講堂、第 1 実験室、研究者用執務室 1~4、技術者用執務室、アシスタント執務室、プロジェクト用執務室、会議室、受付・守衛室	○	○
稲処理施設		
第 1 種子貯蔵庫、第 2 種子貯蔵庫、種子乾燥室、灯油缶保管庫、精米室	—	○
農業機械車庫		
日常点検スペース、スペアパーツ保管庫、軽油缶保管庫	—	○
電気機械室		
電気室、非常用発電機室	—	○

※註：特記なき限りマンサ及びマウント・マクル研究所の計画地内建築施設共通。

(7) その他工事計画（外構工事計画）

マンサ研究所及びマウント・マクル研究所の建築施設整備において、本事業の外構工事で構内道路舗装及び雨水排水を計画するが、土木施設整備の計画地と異なるため、建築・土木間の外構工事区分はない。マンサほ場における本事業で建設するほ場研修倉庫は、土木施設整備の計画地内に計画するが、同倉庫の建設工事のみで、外構工事はない。

3-2-3-5 建築資材計画

本事業の建築施設における主な仕上げを表 3-2-12 に示す。

表 3-2-12 建築施設における主な仕上げ

施設名称	部位ごとの主な仕上げ		
	床	壁	天井
稲研修施設（※マンサのみ）			
講堂	磁器質タイル	モルタル金鍍の上、 塗装仕上げ	600 mm 角化粧石膏ボード9 mm 厚（T字型格子システム天井）
第1実験室、第2実験室			
研究者用執務室1~4、技術者用執務室、アシスタント執務室、プロジェクト用執務室、研修資機材用倉庫、会議室、受付・守衛室			
男性用トイレ、女性用トイレ、車いす用トイレ、男女兼用トイレ			
男性用着替え室、女性用着替え室、サービスルーム			
エントランス・ホール／展示、廊下			
稲処理施設			
第1種子貯蔵庫、第2種子貯蔵庫	コンクリート金鍍仕上げ	モルタル金鍍の上、 塗装仕上げ	コンクリート補修の上、 塗装仕上げ
種子乾燥室、集塵室			溶融アルミニウム亜鉛合金めっき鋼板あらわし
灯油缶保管庫			
精米室、粃殻集積室			
農業機械車庫			
機材置き場	コンクリート金鍍仕上げ	コンクリート・ブロック 塀：モルタル金鍍の上、 塗装仕上げ	溶融アルミニウム亜鉛合金めっき鋼板あらわし
日常点検スペース		モルタル金鍍の上、 塗装仕上げ	
スペアパーツ保管庫			
軽油缶保管庫			
ドライヤード			
ドライヤード、通路、雨除け下	コンクリート金鍍仕上げ	該当なし	溶融アルミニウム亜鉛合金めっき鋼板あらわし（雨除けのみ）
電気機械室			
電気室、非常用発電機室	コンクリート金鍍仕上げ	モルタル金鍍の上、 塗装仕上げ	コンクリート補修の上、 塗装仕上げ
ほ場研修倉庫（※マンサのみ）			
研修機材用倉庫	コンクリート金鍍仕上げ	モルタル金鍍の上、 塗装仕上げ	溶融アルミニウム亜鉛合金めっき鋼板あらわし
農業器具用倉庫			

※註：特記なき限りマウント・マクル及びマンサ研究所の計画地内建築施設共通。

3-2-4 基本計画（土木施設）

3-2-4-1 全体計画

本計画施設は、種子生産ほ場の整備とその水源施設であるため池改修、及びアクセス道路を含む種子生産ほ場の基盤整備を行うものである。種子生産ほ場は、研究、原原種・原種種子、認証種子生産、及び研修用のほ区（計13ブロック）を整備する計画である。ため池の改修は、既存堤体の嵩上げによる貯水容量の増、洪水吐の改修による堤体の安全性の確保、取水施設改修と灌漑施設新設による水管理と水資源の有効活用を図る計画である。アクセス道路は、ほ場管理及び研修のためにZARIマンサ研究所から種子生産ほ場まで通年通行可能な農道に改修する計画である。

下図に種子生産ほ場及び水源施設の配置図を示す。

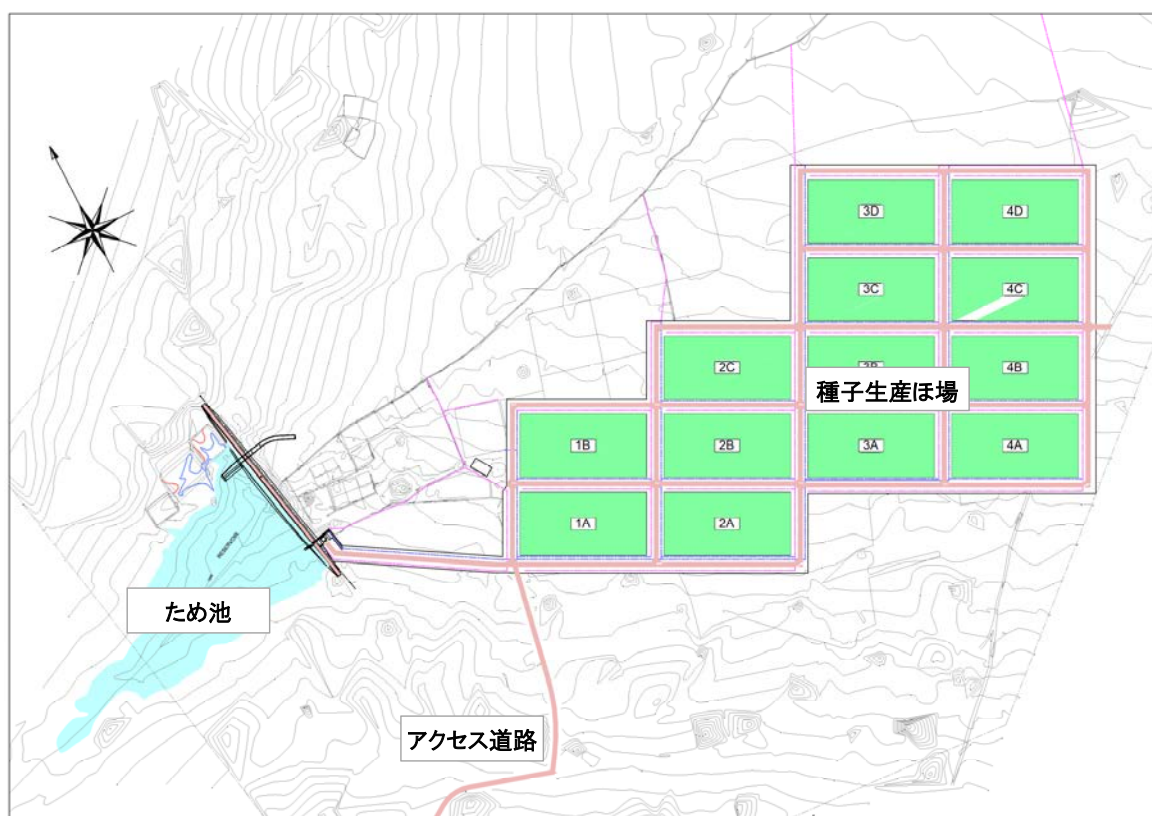


図 3-2-20 水源施設とほ場整備対象範囲

3-2-4-2 土木施設の基本方針

現地調査及び国内解析結果を踏まえ、土木施設設計の基本方針を以下のとおりとする。

(1) 水源施設

- ✓ ため池は、取水施設の機能不全と貯水容量不足、洪水吐の流下能力及び堤体の余裕高不足が確認された。このため、種子生産ほ場に計画的かつ安定的に灌漑用水を供給するため、(i)貯水容量確保のための堤体の嵩上げ、(ii)洪水吐の改修、及び(iii)取水施設の改修を行う。
- ✓ ため池容量は、降水量が不安定で不足する栽培初期の11月と栽培終盤の4月に灌漑水田6.5 haに補給水を供給可能な容量で計画する。

- ✓ 取水施設は、灌漑する種子生産ほ場が右岸側に位置していること、灌漑水田をできるだけ高位部に設置することから、現況洪水吐の高位部から取水する計画とする。
- ✓ 最低取水水位は、灌漑対象の水田標高及び取水地点周辺の標高から取水可能かつ可能な限り高い水位に設定することとする。
- ✓ 洪水吐は設計洪水量を安全に流下する構造とし、現地地形条件及び取水施設との位置関係から、堤体左岸側の地山に設置する計画とする。
- ✓ 堤体の左岸直上流にある建設中の養魚場（土堤）は、先方政府負担により着工前に移転を行う計画とする。

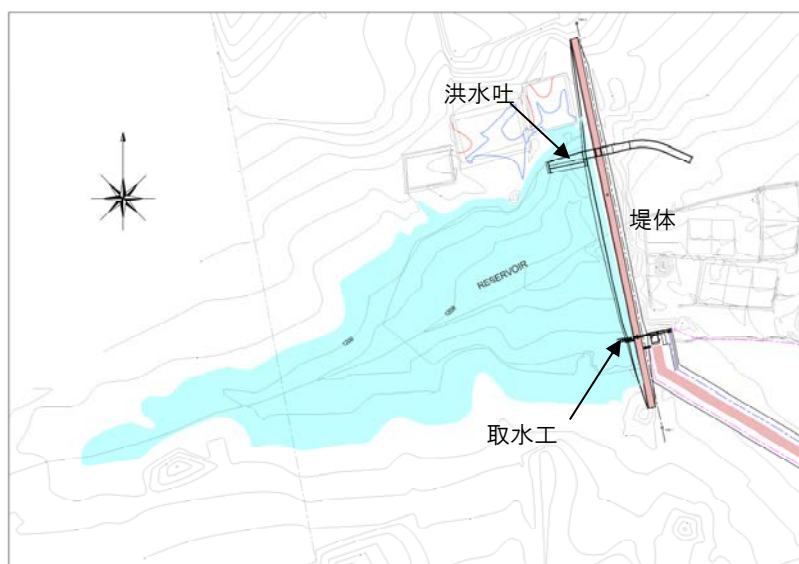


図 3-2-21 水源施設の配置図

(2) 灌漑計画

- ✓ 施設容量は、降雨を考慮しないものとし、期別減水深を用いて用水量を算出し、普通期用水量と代かき用水量の大なる方を採用する。
- ✓ 代かき用水は、24 時間通水とし、施設容量を決定する。
- ✓ 普通期（代かき期以外）は、8 時間通水とし、施設規模を決定する。

※これは、研究目的に応じた自由度の高い水管理が要求されること、ほ場の規模が小さいことから、ほ場管理者による計画的な水管理（朝夕のゲート操作）を行うためである。

(3) ほ場排水計画

- ✓ 計画基準雨量は 1/10 確率雨量とし、計画単位排水量は合理式より算定する。
- ✓ 地区外流域は承水路で、ほ場内はほ場排水路で集水した後、支線排水路に排水し、ため池下流の種子生産ほ場を北東に流れる中央排水路に自然排水する。
- ✓ 中央排水路の流下能力改良には、地区外の河川改修を含めた抜本的な対策が必要となり、事業規模が本事業範囲を大きく超えることから、現況流下能力を前提とした排水計画とする。

(4) ほ場整備

- ✓ 区画の形状は、ほ場が研究所の基幹施設として種子生産、研究・研修に活用されること、農業機械の作業性を考慮して長方形とする。
- ✓ ほ場の大きさは、栽培管理、水管理、農業機械の走行性から本邦での標準事例を参考とし、現地地形条件から決定する。
- ✓ ほ場の造成においては、現地調査結果を踏まえ適切な表土扱いを行う。
- ✓ ほ場内道路の路床は、農作業機械の走行性確保のため、表層の黒土を置換える。
- ✓ ほ場面積は下表に示すとおり全体で 6.5 ha で計画する。
- ✓ 栽培試験ほ場と原原種・原種種子生産用に必要な面積 2.5 ha は、上流側に配置する。
- ✓ 認証種子用の 4.0 ha（内 1.0 ha は研修用）は、下流側のブロック 3、ブロック 4 に配置する。

表 3-2-13 マンサ研究所のほ場利用計画

種類	区分	目的	現況面積※1 (2021 計画)	計画面積 (本事業)	計画ほ区番号
栽培試験(研究)ほ場	灌漑水田 1	研究目的	0.2 ha	0.3 ha	1A ²
種子生産ほ場	灌漑水田 1	原原種種子生産	1 ha	0.03 ha	1B, 2Block
	灌漑水田 1	原種種子生産		2.0 ha	
	灌漑水田 2	認証種子生産	4 ha	4.0 ha	3Block, 4Block,
計			5.2 ha	6.5 ha	

※1: 現況のほ場は天水田である。

※2: 研究用と原原種種子生産用の必要面積は、0.33 ha であるが、ほ区 1A (整備面積 0.5ha) を利用する計画とする。

出典: 調査団作成



図 3-2-22 ほ場整備計画平面図

(5) 道路計画

- ✓ 現況で雨期には通行不能となるため、種子生産及び研修に支障が出ないように、雨期にも通行可能な道路構造とする。
- ✓ 第三者が関与しない種子生産ほ場内の農道及びアクセス道路であることから、一車線とし、両側通行のすれ違い幅は考慮しない。

3-2-4-3 水文調査・解析

(1) 対象河川の位置

マンサ研究所の種子生産ほ場の水源施設であるため池は、Mansa 川の三次河川である Chumfwa 川に位置し、ため池流入地点で 6.0 km² の流域面積を持つ小河川に築造されている。Chumfwa 川は、幹線道路 D94 の 130 m 上流付近で Mansa 川の二次河川である Mantumbusa 川に合流した後、4.2 km 下流で Mansa 川に合流する。合流地点での流域面積は、Mantumbusa 川 45.45 km²、Mansa 川 1,077.6 km² である。

図 3-2-23 に Chumfwa 川と Mantumbusa 川の流域図を示す。

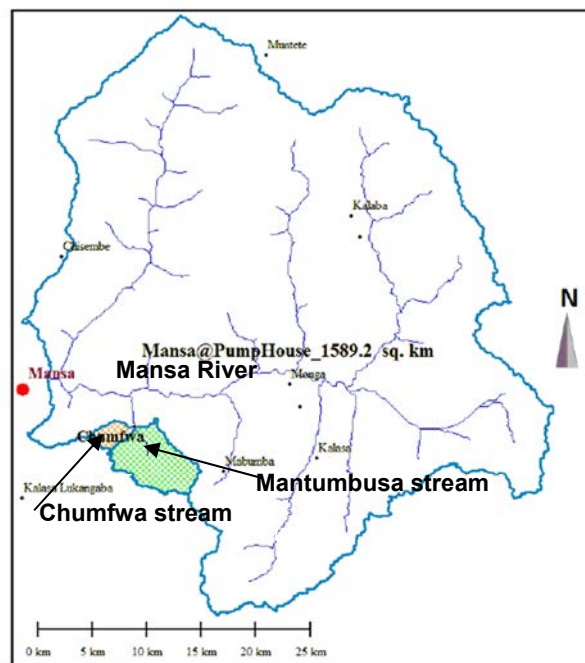


Figure 5: Chumfwa and Mantumbusa wrt. Mansa River at Pump house Area

図 3-2-23 Mansa 川、Mantumbusa 川、Chumfwa 川の流域図

(2) Chumfwa 川流域の地形勾配

流域最遠点からため池流入部までは、流路長は 3,500 m、高低差は 35 m となっており、地形勾配は平均すると、1% (1/100) である。

(3) 流域の土地利用状況

Chumfwa 川の流域の土地利用状況を図 3-2-24 に示す。流域の主な地覆は、落葉樹林 (Miombo) と草地である。FAO/UNESCO(1995) によると、Mansa 川の流域の土壌は、酸性岩 (acid rock) を母岩とする赤から茶色の粘性土もしくはローム土に覆われている。

流域に占める割合は、落葉樹林 62%、草地 26%、湿地 9%、宅地等 1%となっている。ZARI マンサ研究所建築施設も流域内に位置する。

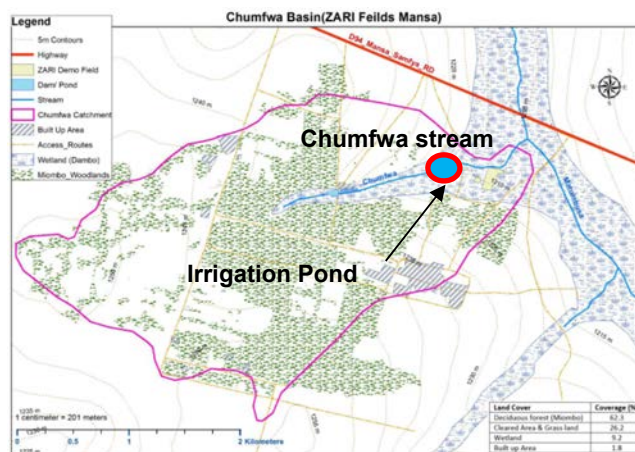


図 3-2-24 流域の土地利用状況

(4) 流量観測所

Chumfwa 川及び Mantumbusa 川には流量観測所はない。Mansa 川には、マンサ市街地近傍に 2 箇所の流量観測所がある。マンサ市街地東部に位置する水資源管理局が管理するポンプハウス観測所は、量水標の読み取りによる水位観測所である。一方、マンサ市街地西部にある Kalungwishi 村の観測所は、自動水位計測による観測が 2019 年より行われている。後述する Mike Hydro-NAM モデルによる流出解析は、この自動水位記録の流観データを用いてキャリブレーションを行った。

(5) HEC-RAS モデルによるピーク流出解析

HEC-RAS モデルによる流出解析は、NASA の時間降雨量 (MERRA, 2000-2017) と AW3D 30 m DEM データを用いて解析を行った。解析は、NASA の時間雨量を用い、各年のため池洪水吐地点の最大流量を算出した。各年の流出量算出結果を図 3-2-25 に示す。HEC-RAS による解析結果、最大流量が観測されたのは、2012 年の 9.537 m³/s、次いで 2009 年の 8.223 m³/s である。

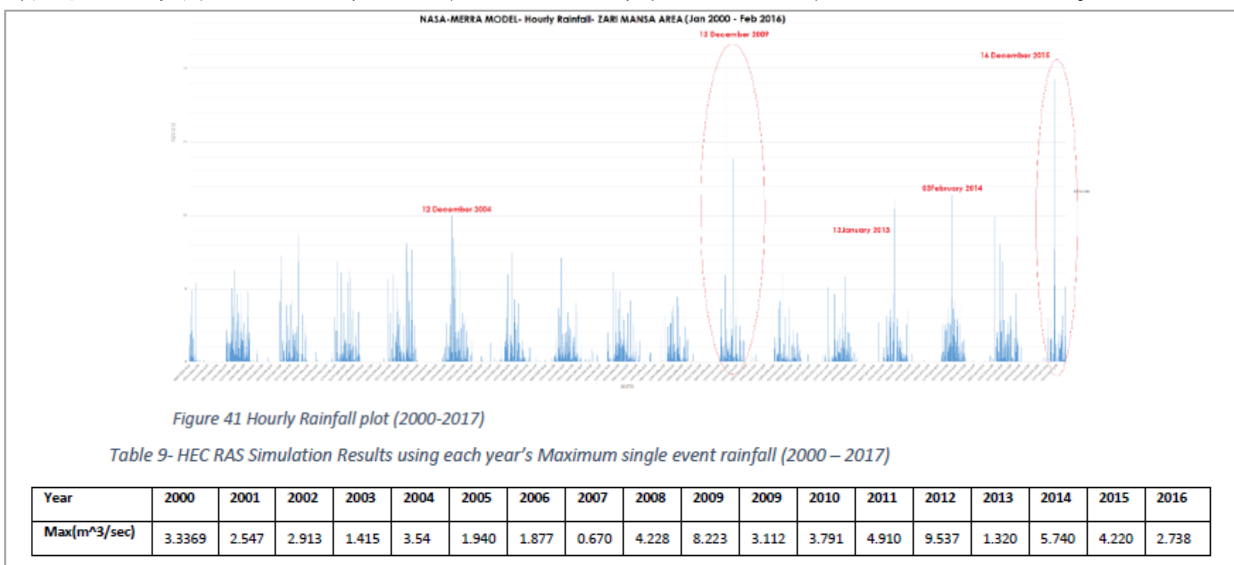


図 3-2-25 解析期間の年最大降雨量(2000-2017)

(6) 確率降雨強度

2000 年から 2017 年の 17 年間の降雨データを基に、ガンベル分布法で確率計算をした洪水到達時間の時間降雨強度を図 3-2-26 に示す。洪水到達時間は、3 時間から 5 時間の間に分布し、確率計算により求められた 1/20 年確率の降雨強度は、18.4 mm/hr となる。この確率降雨強度は、洪水吐の施設設計において、合理式によるピーク流出量算定の基礎資料とする。

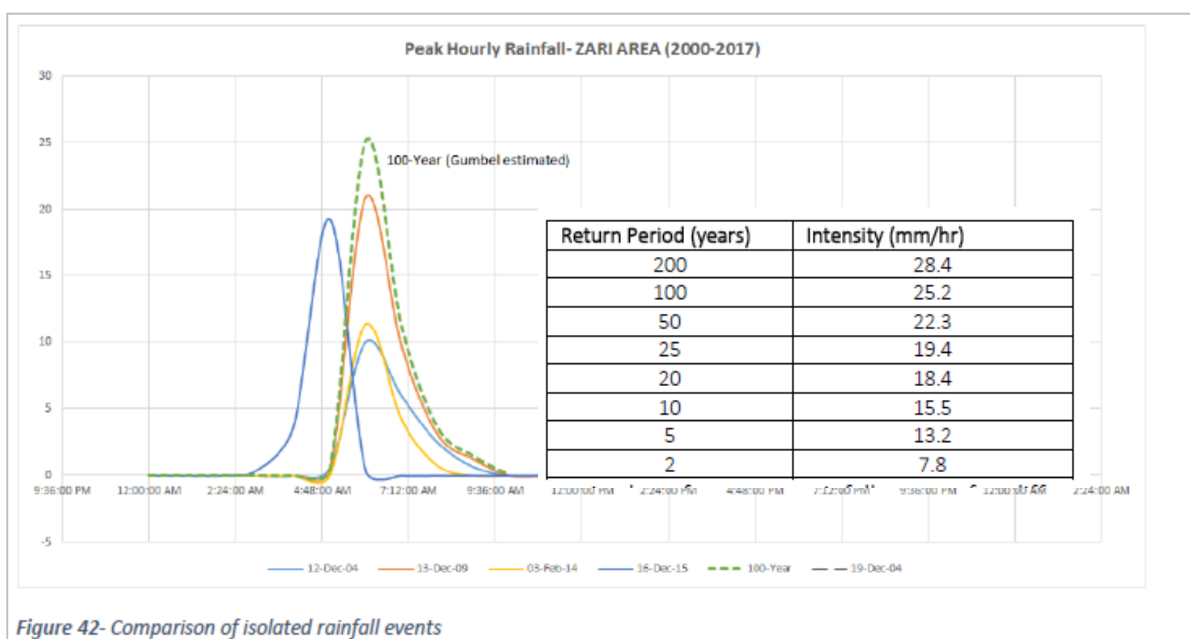


図 3-2-26 確率降雨強度の算出結果(2000-2017)

(7) HEC-RAS による確率洪水量

前述の雨量データを入力値とし、HEC-RAS モデルを用いて流出解析を行った結果を図 3-2-27 に示す。解析結果、1/20 年確率洪水量は 8.3 m³/s、1/100 年確率洪水量で 11.5 m³/s となる。

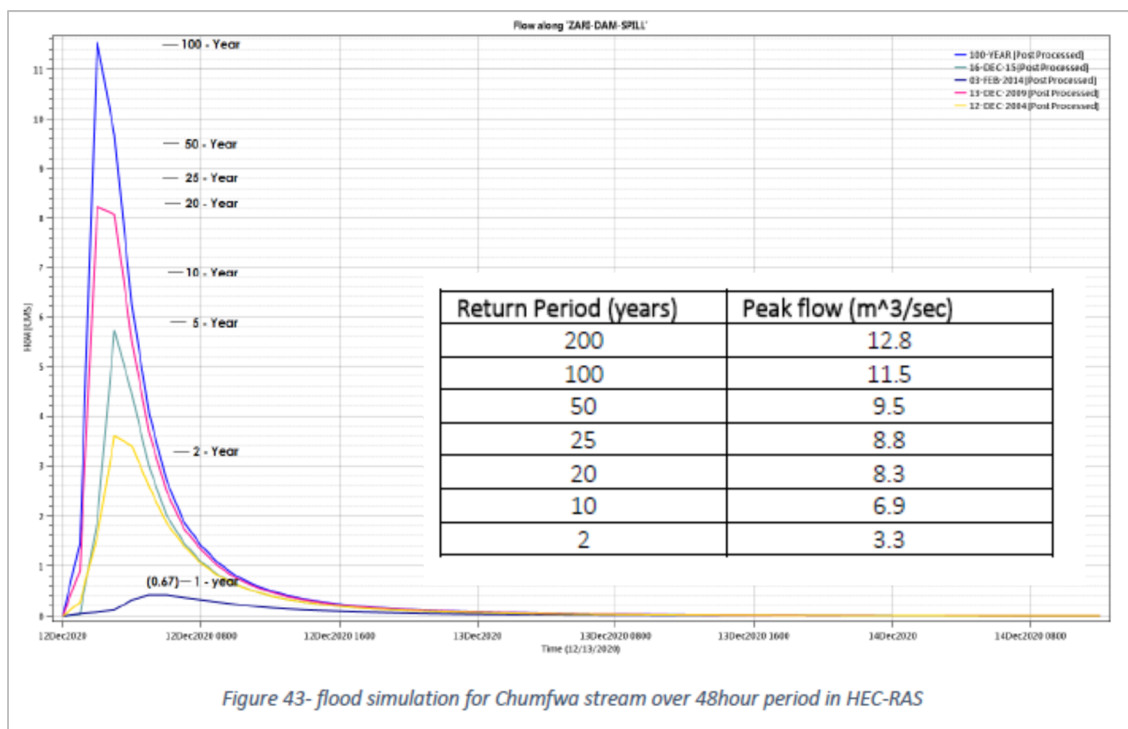


図 3-2-27 HEC-RAS モデルによる流出解析結果

(8) NAM モデルによる長期流出解析結果

図 3-2-28 に NAM モデルを用いて解析した月別の最大流量、最小流量、平均流量を示す。解析は、前述の 2019 年から 2020 年の流量観測結果を用いて NAM モデルのキャリブレーションを行った後、1950 年から 2021 年の降雨量とポテンシャル蒸発散量を用いて解析を行った。

マンサ研究所のため池に流入する Chumfwa 川の解析結果は、以下に示すとおりとなり、平均して年間の流入量は、2.2 百万 m³ と見積られる。

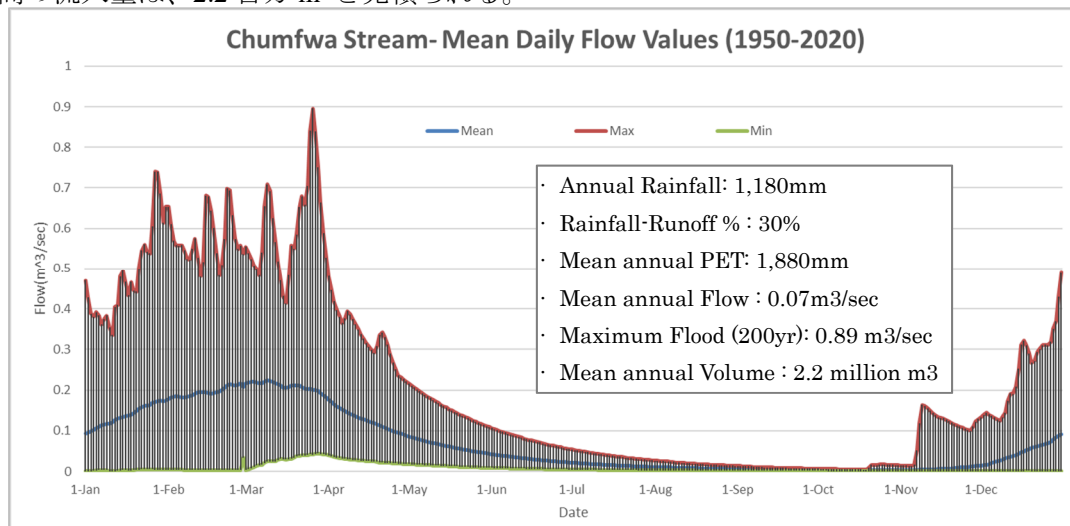


図 3-2-28 Chumfwa 川の長期流出解析結果(1950-2021)

(9) 流量観測

1) 現場流量観測

現地再委託による現地調査で流量観測を行った結果を 図 3-2-29 に示す。マンサため池直下流で 7 litre/sec の流量が観測され、水量的にはため池の嵩上げ等を行わなくても灌漑できる可能性が示唆された。

これを踏まえ、調査データの信頼性を高め事業計画に反映するため、現地再委託で量水標を設置し、流量観測を継続的に行うこととしたが正しいデータが得られなかった。

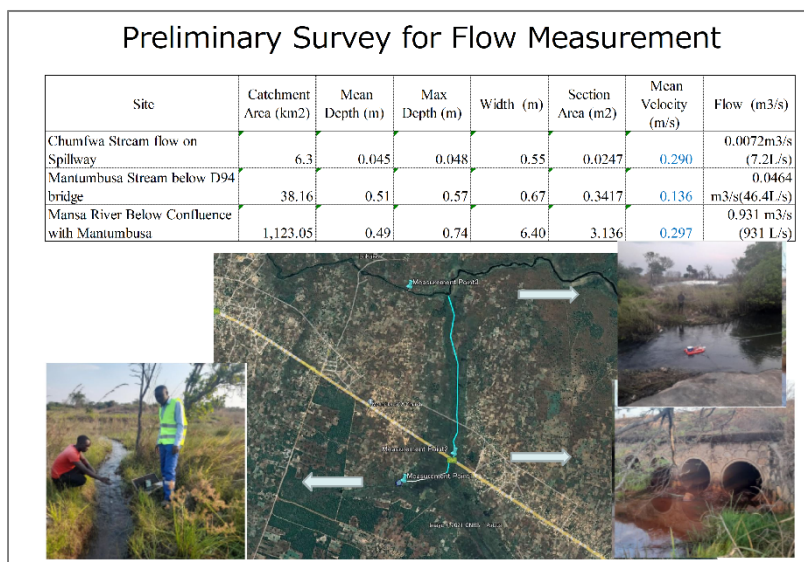


図 3-2-29 流量観測地点と流量観測結果

2) 簡易堰によるため池流入量の計測

ため池流入量の基底流量を把握するため流量観測を実施した。計測は、図 3-2-30 に示す洪水吐直下流の取水口に木板による簡易な堰を設置し、越流水深 3 点と越流幅を計測した。観測は、2021 年 11 月～12 月の 1 カ月間、基本的に朝夕の 1 日 2 回計測する方法をとった。観測期間中は雨期の遅れがあり降雨はほとんど観測されていない。流量観測結果は、図 3-2-31 に示すとおり、観測期間を通して概ね 0.5 litre/sec が確認できた。これをため池の基底流量とする。

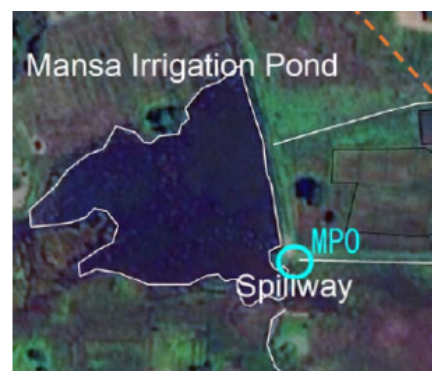
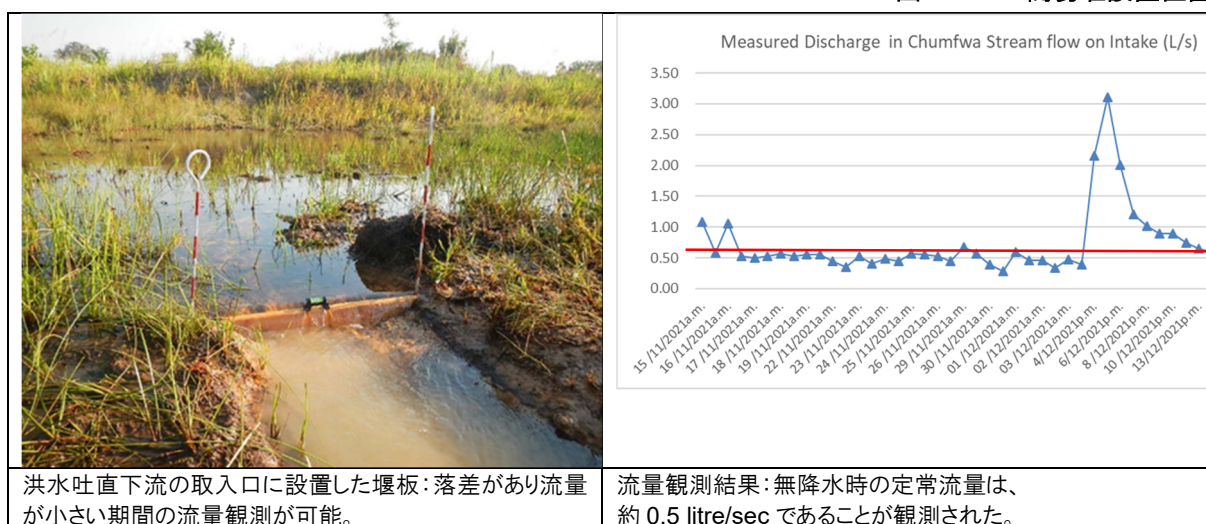


図 3-2-30 簡易堰設置位置



洪水吐直下流の取入口に設置した堰板：落差があり流量が小さい期間の流量観測が可能。

流量観測結果：無降水時の定常流量は、約 0.5 litre/sec であることが観測された。

図 3-2-31 簡易堰による流量観測状況と流量観測結果

3-2-4-4 計画洪水量の算定

(1) 気象観測所

マンサ研究所の近傍の気象観測所は、マンサ空港観測所と ZARI マンサ研究所である。両観測所の 2009/10 から 2018/19 の栽培期別（9 月～8 月）の月別降雨量を下表に示す。

表 3-2-14 マンサ空港観測所の雨量データ(2009/10-2018/19)

	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	Average
Sep.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oct.	0	16.5	52.5	21.3	4.8	0	0	9.9	121.9		25.2
Nov.	188.3	82.4	160.1	85.9	131.3	60.5	0	0	164.4	67.2	94
Dec.	220.1	188.7	180.8	277.7	199.5	283.2	235.8	342.1	335	246	250.9
Jan.	238.7	182.3	301.1	280.7	212.7	168.4	228.4	131.3		157	211.2
Feb.	168.9	378.4	224.3	220	223.8	217.2	210.7	211.9		371.3	247.4
Mar.	131.3	278.8	281.2	182.3	184.2	147.7	166.3	234.7		141.1	194.2
April	23.8	33.1	0	1.4	104.2	216.4	9.6	175		41.9	67.3
May	0	6.2	0	0	0	0	0	0		7.5	1.5
June	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
Jyly	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
Aug.	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0

表 3-2-15 マンサ研究所の雨量データ(2009/10-2018/19)

	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	Average
Sep.	0	0	1.5	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	0	0	0.3
Oct.	7.3	4.4	20.1	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	5.4	9.3
Nov.	86.4	n.a	80.1	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	161.5	37	91.3
Dec.	n.a	201.8	n.a	277.7	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	239.8
Jan.	n.a	167.4	243.9	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	399	179.2	247.4
Feb.	168.9	279.9	153.9	128.8	n.a	n.a	n.a	n.a	399	235	227.6
Mar.	157.2	363.1	316.6	n.a	117.6	n.a	n.a	0	203.4	343	214.4
April	16.2	28.7	15.3	n.a	111.5	n.a	n.a	175.8	105.4	3	65.1
May	0	2	n.a	n.a	0	n.a	n.a	0	n.a	0	0.4
June	0	0	n.a	n.a	0	n.a	n.a	0	n.a	0	0
Jyly	n.a	0	n.a	n.a	n.a	0	n.a	0	n.a	0	0
Aug.	0	0	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	0	0	0	0

Note: n.a: Not available N=62 Total Number of Data: N=120

ZARI マンサ研究所は、全 120 月の内、半数以上の 62 カ月にデータ欠損があり、栽培期を通して降雨データが得られた年はない。一方、マンサ空港観測所の降雨データは、2017/18 年にデータ欠損があるが、他の欠損月は乾期であり無降水でデータ記録が行われていないだけであると推測できる（仮に降雨記録の欠損としても降水量が少なく影響は低いと判断する）。

右図に両観測所の平均月降水量を示す。同図から、両観測所の平均月降水量は、ほぼ同様の数値を示しており、マンサ空港観測所と ZARI マンサ研究所の立地条件による相違は、大きくないものと判断できる。

以上のことから、マンサ研究所の解析に持ち入る降雨データは、継続して観測・記録されているマンサ空港観測所の観測値を用いる。

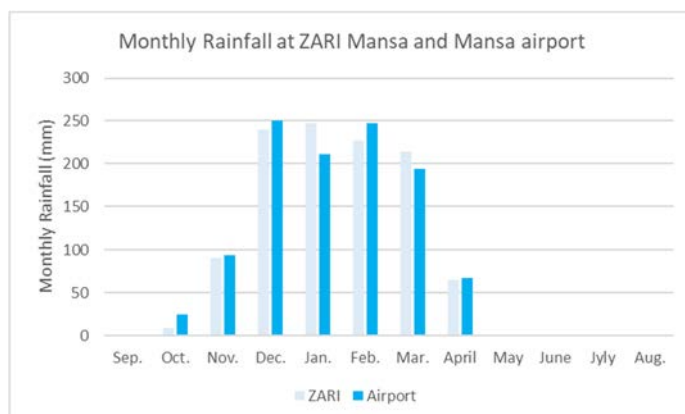


図 3-2-32 マンサ空港観測所とマンサ研究所の平均月降水量

(2) 雨量データ

Mansa 空港観測所から収集した 1990～2020 年までの 30 年間における日最大雨量を下表に示す。2020 年は 6 月までのデータである。2006 年と 2018 年はデータの欠損があるためこの年は除外した。日最大雨量の最大値は、2003 年 1 月 23 日に観測された 168.8 mm である。

表 3-2-16 年間降雨量と日最大雨量データ

(Unit: mm/day)

Year	Annula Rainfall (mm)	Maximum Daily Rainfall (mm/day)	Year	Annula Rainfall (mm)	Maximum Daily Rainfall (mm/day)	Year	Annula Rainfall (mm)	Maximum Daily Rainfall (mm/day)
1990	1139.8	79.6	2000	1183.2	148.3	2010	850.3	46.9
1991	1057.7	59.9	2001	1180.5	64.1	2011	1272.2	86
1992	971.5	72	2002	1499.6	166.6	2012	1191.5	61.5
1993	950.5	39.6	2003	1058.3	168.8	2013	1020	63.4
1994	833.9	51.2	2004	1146.4	104.4	2014	1068.6	72.2
1995	1073.6	76.6	2005	636	76.1	2015	985.5	58.3
1996	1102.5	75.2	2006	1218.8	90.2	2016	967	54.6
1997	1124.6	118.9	2007	1090.7	88.9	2017	1374.2	95.2
1998	1096.1	96.5	2008	1235	90	2018		n.a
1999	1190.9	99	2009	1293.2	59	2019	1096.8	103.2
Average	1100.3	85.0						
Maximum	1499.6	168.8						
Minimum	636.0	39.6						

出典; Mansa Airport weather station

(3) 洪水流出解析

1) 適用基準

流出解析は、ザンビア国で一般的に用いられている以下の図書を参考に計画を行う。ただし、ため池施設の計画及び設計は、本事業が無償資金協力事業であることから日本の農林水産省の設計基準、設計指針を適用する。

- ✓ FAO, FAO Irrigation and Drainage Paper 64, Manual on small earth dam, 2010
- ✓ 農林水産省、土地改良事業設計指針 「ため池整備」

2) 計画基準年

「設計指針ため池」では、ため池の洪水吐は 1/200 年確率洪水量を対象に設計することとなっている。一方、ザンビア国において、水資源省など政府関係機関が制定したダムやため池に対する設計基準やガイドラインはなく、FAO より発行されている「Manual on small earth dams, 2010」がザンビア国における小規模アースダム（ため池）の計画・設計の参考図書となる。

同書によると、流域の小さい小規模ため池の洪水吐の設計洪水量として、1/20、1/25 年確率洪水量、流域の大きいダムの設計洪水量は 1/50 年確率洪水量が例示・適用されている。本検討対象の ZARI マンサ研究所の既存ため池は、流域 6.0 km² の流域の小さいため池であること、ため池下流は農地と湿地であり、堤防決壊時の経済的・社会的影響が考えられないことから、ザンビア国の整備水準に併せて 1/20 年確率洪水量を採用する。

3) 確率降雨量

マンサ空港観測所の日最大雨量を用い、確率日雨量を算定する。確率年の計算は、極値分布による Gumbel 法を用いる。これにより、1/20 年確率日雨量は 155 mm が得られた。

表 3-2-17 ガンベル法による確率日雨量

確率年	極値変数 y	日雨量 x (mm)	備考
1/2	0.36651	80	n=29 x=69.44+28.91y y: 極値変数
1/10	2.25037	134	
1/20	2.97020	155	
1/50	3.90194	182	
1/100	4.60015	202	
1/200	5.29581	223	

4) 平均降雨強度の推定

洪水到達時間の平均降雨強度は、ザンビアでは時間雨量のデータの入手が困難であることから、以下の 2 方法を用いて推定した。算出結果を下表に示す。これより、洪水到達時間の平均降雨強度が大きい値を示した物部の式により推定された平均降雨強度を用いてピーク洪水量を算定する。

表 3-2-18 平均降雨強度の算出結果

算出方法/Method	20 年確率の降雨強度 (mm/hr)	洪水到達時間 Tc (hr)
物部式	36.1	0.77
NASA's MERRA hourly data	18.4	1.0

5) 洪水到達時間内の平均降雨強度の推定（物部の式）

洪水到達時間は、流域の地形条件と Rziha 公式より算出し、46 min (0.77 hr)となる。

表 3-2-19 洪水到達時間の算定結果

河川名	流域面積 (km ²)	標高 EL1 (m)	標高 EL2 (m)	標高差 (m)	延長 (m)	勾配	流速 (m/s)	洪水到達時間 (min)
Chumfwa stream	6.0	1,250	1,215	35	3,500	1/100	1.26	46

洪水到達時間内の平均降雨強度は、物部の式から平均降雨強度を推定する。

$$R_t = R_{24} / 24 \times (24 / t)^n$$

R_t : 平均降雨強度 (mm/hr)

t : 降雨継続時間 (hr)

n : 係数（一般的に 1/3～2/3、本地区では 0.5 を採用）

これにより、時間雨量は下表のとおりとなる。

表 3-2-20 確率年ごとの確率日雨量と平均降雨強度

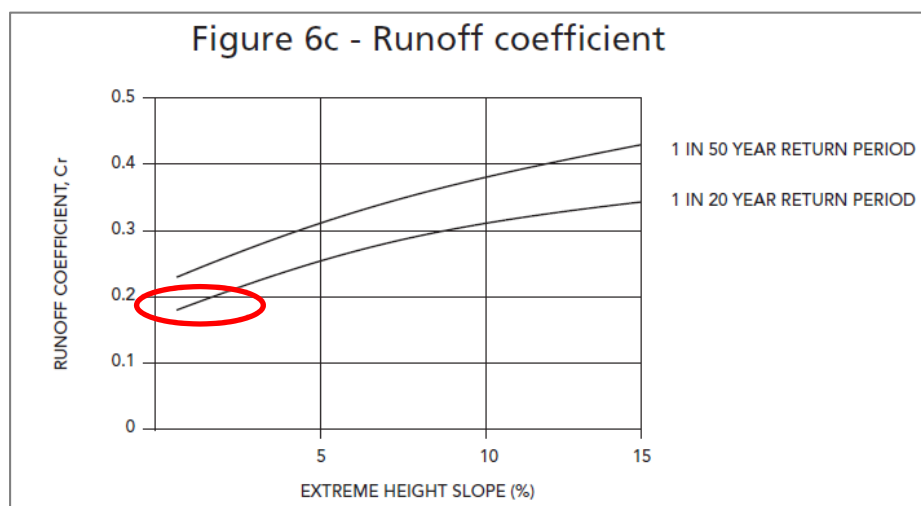
確率年	確率日雨量 R ₂₄ (mm)	平均降雨強度 R _t (mm/hr)	備考
2	80	18.7	
10	134	31.2	
20	155	36.1	
50	182	42.4	
100	202	47.1	
200	223	52.0	

(4) 合理式による洪水量算出

1) 流出率

FAO の「Manual on small earth dams, 2010」は、ローデンシア地域（ザンビア・ジンバブエ）を主な調査対象地とし、ため池の調査設計を整理したマニュアルである。同マニュアルには、ローデンシア地域の地形勾配とピーク流出時の流出率との関係が 1/20 年確率、1/50 年確率のそれぞれについて下図のとおり例示されている。

これによると地形勾配 1%程度の本地区の 1/20 年確率洪水量の流出率は **0.18** 程度である。



出典: FAO, Manual on small earth dams, 2010

図 3-2-33 流域の地形勾配と流出率の関係

2) 水位痕跡からの流出率の検証

D94 横断箇所での水位痕跡 (h=60 cm) から地形勾配で、おおむね等流で流下し背水の影響を受けないものと仮定すると、水理計算より横断管 1 本当たりの流下能力は約 2m³/s となる。横断管 φ1350 が 5 本あることから、洪水量は 2 m³/s×5=10 m³/s と推測できる。

ため池のある Chumfwa 川 (流域 約 6 km²) は、Mantumbusa 川 (流域 約 38 km²) に合流した後、道路横断部に流下している。洪水時は両河川から同じ比流量で流入すると仮定すると、Chumfwa 川の雨期の流量は、以下のとおり推測できる。

$$\begin{aligned} \text{雨期の Chumfwa 川流量} &= 10 \text{ m}^3/\text{s} \times 6 / (6 + 38) \\ &= 1.4 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

これを一月当たりの流量に換算すると、361,200 m³/月を得る。

マンサ空港観測所の 30 年間の月別平均降雨量を基に、流域内に一様に降雨が降ったものと仮定して、流出率ごとの月別流出量を算出とすると表 3-2-21 に示すとおりとなる。横断部の水位痕跡から推定した中央排水路の月間流量から、流出率は 0.2 程度と推定され、FAO Manual の流出率は妥当な数値であると判断できる。よって、**流出率 0.18** を採用する。



図 3-2-34 幹線道路の横断箇所の状況

表 3-2-21 月別平均雨量から求めた流出率と流出量の関係

	Rainfall (mm/month)	Catchment (km ²)	Volume (m ³ /month)	Runoff ratio C=0.1	Volume (m ³ /month)	Runoff ratio C=0.2	Volume (m ³ /month)	Runoff ratio C=0.3	Volume (m ³ /month)
Sep	13	6.0	78,000	0.1	7,800	0.2	15,600	0.3	23,400
Oct	36	6.0	216,000	0.1	21,600	0.2	43,200	0.3	64,800
Nov	122	6.0	732,000	0.1	73,200	0.2	146,400	0.3	219,600
Dec	252	6.0	1,512,000	0.1	151,200	0.2	302,400	0.3	453,600
Jan	259	6.0	1,554,000	0.1	155,400	0.2	310,800	0.3	466,200
Feb	227	6.0	1,362,000	0.1	136,200	0.2	272,400	0.3	408,600
Mar	202	6.0	1,212,000	0.1	121,200	0.2	242,400	0.3	363,600
Apr	49	6.0	294,000	0.1	29,400	0.2	58,800	0.3	88,200
May	23	6.0	138,000	0.1	13,800	0.2	27,600	0.3	41,400
Jun	0	6.0	0	0.1	0	0.2	0	0.3	0
Jul	0	6.0	0	0.1	0	0.2	0	0.3	0
Aug	1	6.0	6,000	0.1	600	0.2	1,200	0.3	1,800

出典：マンサ空港観測所の月別平均雨量と流域面積から調査団試算

3) 確率洪水量

確率洪水量は、合理式より以下のとおりとなる。

$$Q = 1/3.6 \cdot r_t \cdot f \cdot A$$

ここで、

Q：流量（m³/s）

r_t：t時間中の平均降雨強度（=36.1 mm/hr）

f：流出係数（=0.18）

A：流域面積（6.0 km²）

よって

$$\begin{aligned} \text{設計洪水量（1/20年確率洪水量）} Q &= 1/3.6 \times 36.1 \times 0.18 \times 6.0 \\ &= 10.8 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

表 3-2-22 合理式による確率洪水量の算出結果

計画確率年	日雨量 (mm)	降雨強度 (mm/hr)	洪水量 (m ³ /s)
1/2年	80	18.7	5.6
1/10年	134	31.2	9.4
1/20年	155	36.1	10.8
1/50年	182	42.4	12.7
1/100年	202	47.1	14.1
1/200年	223	52.0	15.6

3-2-4-5 灌漑計画

(1) マンサの降雨状況

マンサ空港観測所の 1990 年～2020 年までの降水量と最高・最低気温を作物（9 月～8 月）で整理して図 3-2-35 に示す。雨期は、11 月から翌年 4 月までの期間で、4 月の降水量は少なく、10 月と 5 月に降水のある年は稀である。

降水は、主に 12 月～3 月の 4 カ月間に観測され、月平均 200 mm～250 mm の降水量がある。日雨量に均すと 7～8 mm/day の降水が得られ、この 4 カ月間は雨水により必要水量が供給されるため、灌漑の必要性は低いと判断される。

30 年間で月降水量が 120 mm（4 mm/day）未満となった年を渇水年と判断すると、1993/94, 2002/03, 2003/04, 2006/07 の 4 回発生している。2002/03 は、2 月～3 月の 2 カ月間連続して 120 mm 未満を観測しているが、1993/94 と 2006/07 の 2 年は 3 月の 1 カ月間に発生している。

Mansa Airport (Average from 1990/91 to 2019/20)

Month	Mean Daily Maximum Temperature (°C)	Mean Daily Minimum Temperature (°C)	Mean Total Rainfall (mm)
Sep	31.3	13.8	2.5
Oct	32.5	16.5	19.2
Nov	30.6	17.1	113.4
Dec	27.9	17.0	252.2
Jan	27.6	17.1	258.3
Feb	27.9	16.9	223.8
Mar	28.0	16.8	205.0
Apr	27.9	15.3	45.9
May	27.7	12.6	3.3
Jun	26.3	9.2	0.0
Jul	26.2	8.7	0.0
Aug	28.4	10.7	0.0

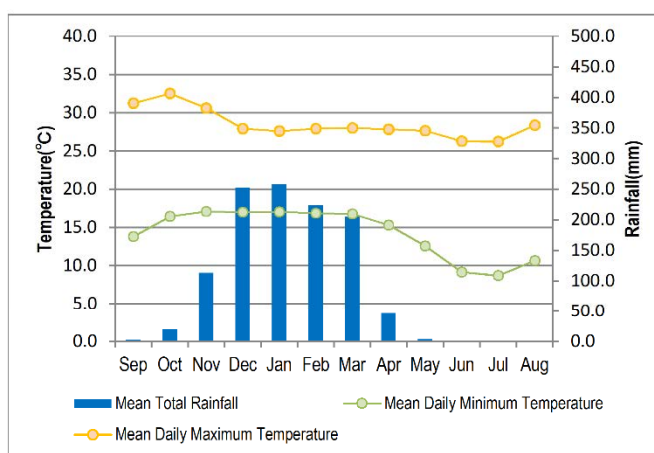


図 3-2-35 月別平均降水量と最高・最低気温(マンサ空港観測所)

(2) 現況作付期間

FAO/AQUASTATによるとザンビアのコメの作付期間は、12月～4月の5カ月間となっている。MOReDePも12月を作付開始時期として計画している。

ザンビア国で主に栽培されている水稲品種は、SUPA-MGで、MOReDePもSUPA-MGをメインに栽培しており、計画でも同種の原原種・原種子生産が主となる。SUPA-MGの栽培は、登熟期間（days to maturity）が170日間、用水必要期間（water requirement）が150日と長い栽培期間を要する品種である。

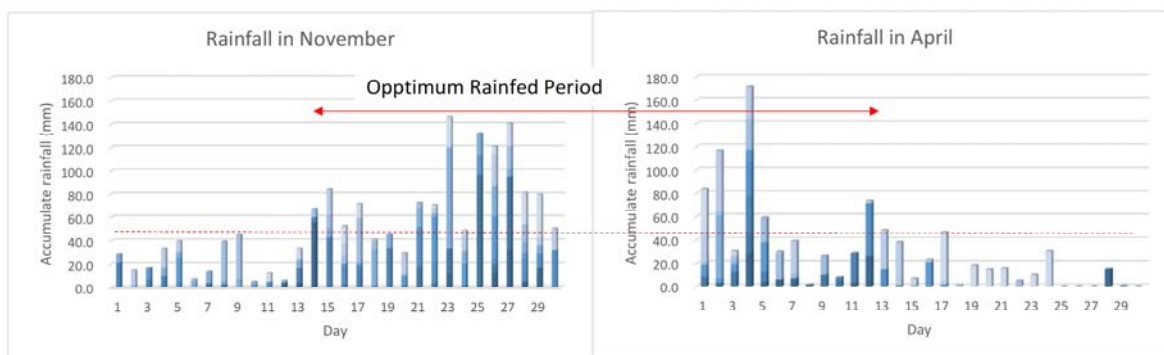
以上より、現況の作付期間は12月から4月の5カ月間である。なお、5月以降は降水量が、ほとんどないことに加えて、6月、7月には低温障害が発生するため栽培時期を遅らせるとしても5月までとなる。

(3) 計画作付期間

過年度の降雨量・降雨パターンを分析し、計画上の最適な作付期間を検討する。前述の降雨データから、11月の月降水量が120 mm（4 mm/day）を超過した年は9回ある。また、4月の月降水量が60 mm（2 mm/day）を超過した年は9回ある。この9年間を非渇水年とみなし、日雨量を日ごとに累積して図 3-2-36 に示す。同図より、11月は15日以降の中旬から下旬に降雨が多く、4月

は上旬の 1-2 週間に降雨が集中していることが判る。このことから、用水が必要となる 5 カ月間を確保するには、12 月から作付を開始するよりは、11 月中旬から作付を開始した方がより有効に水資源（降雨）を利用することができると言える。現状では、11 月中旬から 12 月に降雨量が一定量・安定的に得られないことから、12 月以降に作付を開始しているものと推測される。しかし、この期間の必要水量をため池貯水量から供給することができれば、計画的な栽培が可能となる。

水資源開発の観点からは、作付開始時期を 11 月中旬で計画し、11 月中旬から 12 月までの降雨量が少ない期間 2 週間の必要灌漑水量をため池貯水量から補給灌漑することが効率的である。したがって、次項以降で 2 週間の灌漑水量の供給に必要な容量を算定し、施設計画の設計諸元とする。



11月の降水量（1990/91～2019/20の降雨データから月降水量が150mmを超過する年計9年を抽出）
11月の降水量9年分を降雨日毎に累計した図を示す。雨期の始まりである前半の降水量は少なく、15日以降から平均的に一定の降水量（日雨量で5mm以上）が得られることが判る。したがって、11月中旬を作付開始時期とし、11月中旬～11月末までに降水量が少ない年は、ため池に貯水した水量で補給することで安定した種子生産が可能となる。

図 3-2-36 非渇水年の 11 月(左)と 4 月(右)の降水パターン

(4) 計画作付パターン

通常時の計画作付パターンを下図に示す。

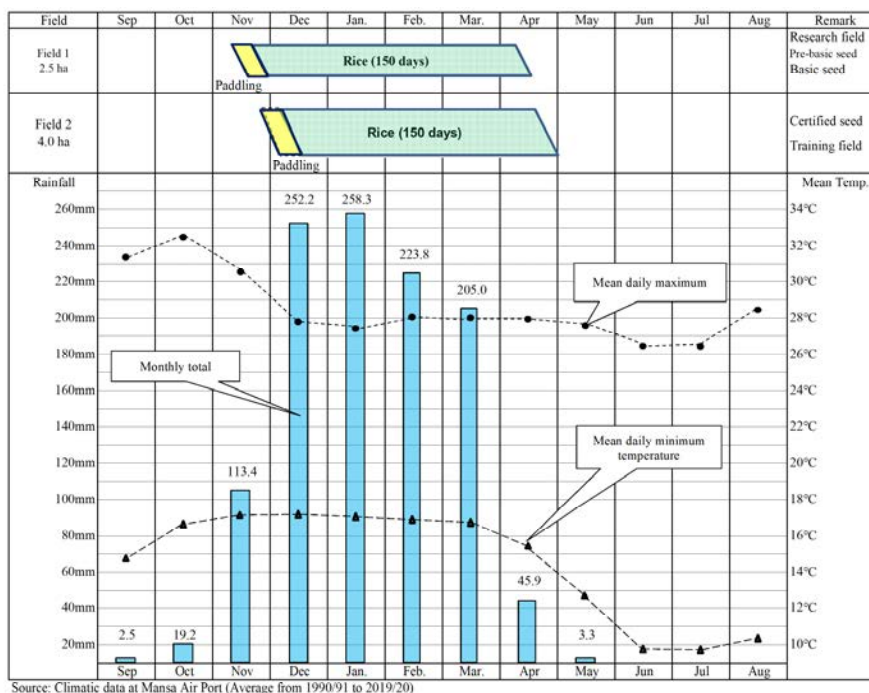


図 3-2-37 計画作付パターン図

(5) 設計用水量

1) 単位粗用水量

灌漑水路の施設容量は、降雨を考慮しないものとし、以下の諸元・期別減水深を用いて用水量を算出し、普通期用水量と代かき用水量の大なる方を採用する。

- ✓ 普通期減水深：20 mm/day（施設容量は適正減水深を適用）
- ✓ 代かき減水深：150 mm/day（管理用水含む）
- ✓ 灌漑効率：0.72
- ✓ 単位粗用水量（普通期）：0.0032 m³/s/ha（=20 mm/day÷8640÷0.72）
- ✓ 単位粗用水量（代かき期）：0.0241 m³/s/ha（=150 mm/day÷8640÷0.72）

2) 灌漑効率

灌漑効率は、FAO Paper No.24 より以下の諸元を適用し、灌漑効率 0.72 を採用する。なお、減水深から必要水量を算出していることからほ場効率は適用しない。

表 3-2-23 適用灌漑効率

項目	条件	数値
搬送効率	Continuous supply with no substantial change in flow	0.9
支線効率	Blocks up to 20 ha with lined	0.8
ほ場効率	減水深に含まれるため考慮しない	1.0

3) 必要灌漑水量の概略計算

灌漑水路の施設容量は、上記の単位用水量を用いて用水系統ごとに算出し、必要貯水池容量は水収支計算により算定した。ここでは、他地区の参考となるように概略検討時に用いた灌漑諸元及び水源容量の概略計算結果を下表に示す。

表 3-2-24 灌漑諸元の概略値

項目	値	単位	備考
1. Condition			
Irrigation Area	10,000	m ²	(1 ha)
Water requirement rate	20	mm/day	
2. Gross water requirement			
Net water requirement	200	m ³ /day	
Irrigation efficiency	0.72		
Gross water requirement	280	m ³ /day	
3. Capacity of irrigation reservoir			
Reservoir loss	0.95		
Necessary reservoir capacity	300	m ³ /day	
4. Irrigation area	2.5	ha	
Required period (estimation)	14	days	
Volume of reservoir	約 10,000	m ³	

4) 用水路の設計流量

用水路の施設容量算定の設計条件は以下のとおりである。

- ✓ 種子生産ほ場の水管理は、ほ場管理者及び研究者が通常の勤務時間内に行うことから、8 時間通水を基本方針として計画する。
- ✓ 普通期は、普通期粗用水量を灌漑面積 6.5 ha に 8 時間で灌漑可能な施設容量とする。
- ✓ 代かきは、8 時間で灌漑とすると施設規模が著しく過大となることから、1 ブロック（ほ区）0.5 ha に 1 日（24 時間通水）で灌漑する流量を代かき最大流量とする。

これらより幹線用水路の設計流量は下表のとおり算定される。下図に計画用水系統図と路線ごとの設計流量を示す。

- ✓ 設計取水量 : 0.062 m³/s（普通期最大）
- ✓ 幹線用水路設計流量 : 0.062 m³/s
- ✓ 支線用水路設計流量 : 0.019 m³/s
- ✓ ほ場内用水路 : 0.012 m³/s

表 3-2-25 対象路線と設計流量

対象路線	条件	設計流量	適用	計算式
幹線用水路 (設計取水量)	普通期最大 6.5 ha、8 時間通水	0.062 m ³ /s	○	=0.0032 m ³ /s/ha×6.5 ha× 24/8
	代かき最大、0.5 ha、24 時間通水	0.012 m ³ /s		=0.0241 m ³ /s/ha×0.5 ha
支線用水路	普通期最大 2.0 ha、8 時間通水	0.019 m ³ /s	○	=0.0032 m ³ /s/ha×2.0 ha× 24/8
	代かき最大、0.5 ha、24 時間通水	0.012 m ³ /s		=0.0241 m ³ /s/ha×0.5 ha
ほ場内用水路	普通期最大 0.5 ha、8 時間通水	0.005 m ³ /s		=0.0032 m ³ /s/ha×0.5 ha× 24/8
	代かき最大、0.5 ha、24 時間通水	0.012 m ³ /s	○	=0.0241 m ³ /s/ha×0.5 ha

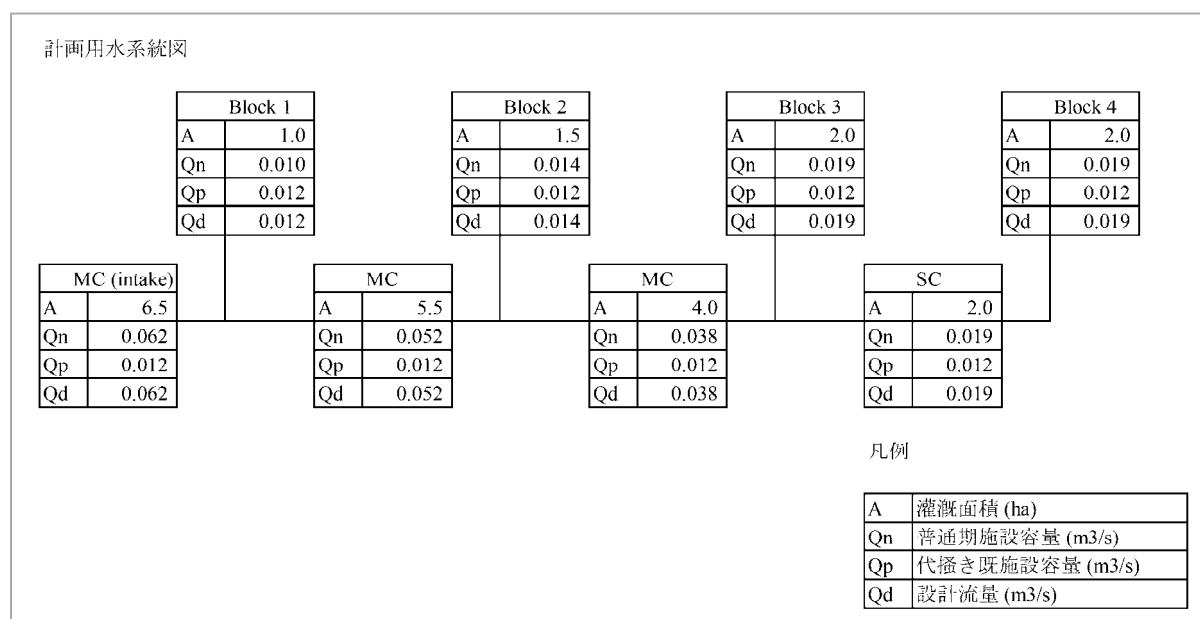


図 3-2-38 計画用水系統図

3-2-4-6 水源計画

(1) 水源計画の基本方針

種子生産ほ場は、目的・用途、重要度に応じて以下の2区分とする。水源計画は、それぞれの重要度に応じて以下に示す基本方針とする。

- ✓ 灌漑水田1は、降雨に左右されない計画的な栽培とするため、11月中旬から代かきを実施、11月下旬から栽培する計画とする。
- ✓ 灌漑水田2は、灌漑水田1に次いで代かき、栽培することを基本とするが、降雨が遅れる年は、半月程度栽培時期を遅らせることで調整する。

表 3-2-26 灌漑水田の用途と水源計画

区分	目的・用途	灌漑面積	重要度	水源計画
灌漑水田1	研究用、原原種・原種種子生産	2.5 ha	大	渇水年においても所定の時期に代かき用水量を供給し、計画作期どおりに栽培可能な水源容量を計画する。
灌漑水田2	認証種子生産	4.0 ha	中	渇水年においては、作付時期を半月程度後ろ倒しすることで、ため池のピーク容量を低減する計画とする。

- ✓ ため池の施設容量に用いる必要水量は、前掲のマンサ空港観測所（2009/10～2018/19）の月平均気象データからペンマン法で算出し、基準年の有効雨量を考慮する。

(2) ため池利用計画

ため池容量は、基準年の有効雨量を考慮して必要貯水量の算定を行う。

マンサ郡は、12月～3月の雨期4カ月の降雨は潤沢にあり、灌漑用水が不足することはなく、また、渇水年においても1月～2月の2カ月の降雨量は多くため池の容量回復が可能である。一方、ザンビアの一般的な水稻の作付日数は5カ月であり、雨期の前後併せて1ヶ月の灌漑用水を補給することで安定的な水供給・水稻栽培が可能となる。

降雨パターンから、ため池は年2回使いする計画とする。すなわち、雨期前の代かき時期（11月）に必要な水量を灌漑し、雨期に容量を回復した後、雨期終盤（4月）の用水量を灌漑する計画とする。

(3) 有効雨量

灌漑計画の確率渇水量はガンベル法により算出し、年降雨量が近似する2016年を基準年とした。有効雨量は、基準年の日雨量の80%とし、2mm未満の降雨は無降雨扱いとして月別の有効雨量を算定した。

整備水準：1/5年確率渇水量

確率渇水量：962 mm/year（ガンベル法にて算出）

基準年雨量：2016年（1/5確率渇水量に該当 967 mm/year）

有効雨量：日雨量（>2 mm）の80%

表 3-2-27 計画基準年(2016年)の月別雨量と月別有効雨量

月	月雨量 (mm)	有効雨量 (mm)
1月	228.4	176
2月	210.7	168
3月	166.3	128
4月	9.6	8
5月	0	0
6月	0	0
7月	0	0
8月	0	0
9月	0	0
10月	9.9	8
11月	0	0
12月	342.1	270
年雨量	967	758

(4) ため池必要容量

ため池必要容量は、通常年と渇水年の2パターンを想定し、それぞれの作付パターンから必要なため池容量を算定した。検討条件と算定結果を下表に示す。

これより、算定したため池必要容量から基底流量（1,300 m³/月）を控除すると、

$$\begin{aligned} \text{ため池必要容量} &= 11,000 \text{ m}^3 - 1,300 \text{ m}^3 \\ &= 9,700 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

よって、

計画有効貯水量 10 千 m³ とする。

表 3-2-28 ため池容量の検討条件と検討結果

ケース	ため池容量の検討条件	ため池必要容量
ケース 1: 通常年	必要水量: 月平均気象条件から修正ペンマン法で算定 雨あり: 月平均降雨量を適用 灌漑水田 1(2.5 ha): 11 月中旬に代かき、11 月下旬から 4 月中旬に栽培 灌漑水田 2(4 ha): 灌漑水田 1 に続いて代かきを実施。11 月下旬から代かき、12 月上旬から 4 月中旬に作付を行う。	ため池は 2 回使い 11 月: 7,400 m ³ 4 月: 8,100 m ³
ケース 2: 渇水年	必要水量: 月平均気象条件から修正ペンマン法で算定 雨あり: 渇水基準年(2016年)を適用 灌漑水田 1(2.5 ha): 11 月中旬に代かき、11 月下旬から 4 月中旬に栽培 灌漑水田 2(4 ha): 降雨状況から代かきと播種時期を遅らせる。基準年では 12 月上旬から代かきを行い、12 月中旬から 4 月下旬に作付を行う。	ため池は 2 回使い 11 月: 9,900 m ³ 4 月: 11,000 m ³

表 3-2-29 ケース 1: 通常年の灌漑水収支計算

		Sep		Oct		Nov		Dec		Jan		Feb		Mar		Apr		May		Jun		Jul		Aug			
		1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd		
Cropping Pattern		No Cropping		No Cropping		LP		Paddy		Paddy		No Cropping		No Cropping		No Cropping		No Cropping		No Cropping		No Cropping		No Cropping			
Paddy field 1 (Pre-basic, basic seed field)																											
Paddy field 2 (Certified seed field)						LP		Paddy		Paddy																	
(day)		30		31		30		31		31		28		31		30		31		30		31		31		31	
A. Land Preparation Requirement																											
1. Land Preparation Intensity																											
Paddy field 1 (Pre-basic, basic seed field)						2.5		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4	
Paddy field 2 (Certified seed field)						2.5		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4	
Total						2.5		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4	
2. Land Preparation Requirement																											
(mm/day/A)		150		150		150		150		150		150		150		150		150		150		150		150		150	
(mm/day)		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
(mm/day)		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
3. Total Requirement for Land Preparation																											
1. Crop Intensity																											
Paddy field 1 (Pre-basic, basic seed field)						2.5		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4	
Paddy field 2 (Certified seed field)						2.5		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4	
Total						2.5		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4	
2. Crop Coefficient																											
Paddy field 1 (Pre-basic, basic seed field)						1.05		1.13		1.13		1.20		1.20		1.05		1.05		1.05		1.05		1.05		1.05	
Paddy field 2 (Certified seed field)						1.05		1.08		1.13		1.15		1.20		1.14		1.05		1.05		1.05		1.05		1.05	
Weighted average						1.05		1.05		1.13		1.15		1.20		1.14		1.05		1.05		1.05		1.05		1.05	
3. Potential ETo		8.03		7.10		4.70		3.04		2.82		3.30		3.94		3.94		5.10		6.10		6.34		6.49		7.31	
(mm/day/A)		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
4. Consumptive Use, Etc		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
(mm/day/A)		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
5. Crop Water Requirement		-2.17		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
(mm/day)		-2.17		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
6. Crop Water Requirement		10.00		29.00		97.00		202.00		207.00		207.00		181.00		161.00		40.00		18.00		0.00		0.00		0.00	
(mm/day)		10.00		29.00		97.00		202.00		207.00		207.00		181.00		161.00		40.00		18.00		0.00		0.00		0.00	
C. Total (AG+Rf)		0.33		0.94		3.23		6.32		6.68		6.68		5.19		1.33		0.58		0.00		0.00		0.00		0.00	
(mm/month)		0.33		0.94		3.23		6.32		6.68		6.68		5.19		1.33		0.58		0.00		0.00		0.00		0.00	
Effective Rainfall		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50	
(mm/day)		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50		6.50	
Net irrigation area		-4.33		-2.17		-6.08		-21.61		-22.78		-22.25		-16.28		-3.77		-3.77		-3.77		-3.77		-3.77		-3.77	
(mm/day)		-4.33		-2.17		-6.08		-21.61		-22.78		-22.25		-16.28		-3.77		-3.77		-3.77		-3.77		-3.77		-3.77	
E. Net field Water Requirement		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
(l/acc)		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
Net Field Water Requirement for Paddy		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
Gross Water Requirement		0.00		0.00		0.640		5.035		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
(l/acc)		0.00		0.00		0.640		5.035		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
Ei		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80	
Gross Water Requirement		15.0		15.0		15.0		15.0		15.0		15.0		14.0		15.0		15.0		15.0		15.0		15.0		15.0	
(cum/day)		15.0		15.0		15.0		15.0		15.0		15.0		14.0		15.0		15.0		15.0		15.0		15.0		15.0	
Gross Water Requirement		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-	
(cum)		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-	
Gross Water Requirement		-		-		830		6,525		-		-		-		5,446		-		-		-		-		-	
(cum)		-		-		830		6,525		-		-		-		5,446		-		-		-		-		-	
Gross Water Requirement		-		-		7,355		-		-		-		-		8,103		-		-		-		-		-	
(cum)		-		-		7,355		-		-		-		-		8,103		-		-		-		-		-	

表 3-2-30 ケース 2:計画基準年(2016 年)の灌漑水収支計算

		CASE 2: Mansa Drought Year																									
		Sep		Oct		Nov		Dec		Jan		Feb		Mar		Apr		May		Jun		Jul		Aug			
		1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd		
Calculation of Net Field Water Requirement for Paddy																											
Cropping Pattern																											
Paddy field 1 (Pre-basic, basic seed field)																											
Paddy field 2 (Certified seed field)																											
		6.5 (ha)																									
A. Land Preparation Requirement																											
1. Land Preparation Intensity																											
Paddy field 1 (Pre-basic, basic seed field)																											
Paddy field 2 (Certified seed field)																											
Total																											
2. Land Preparation Requirement																											
(mm/day/A)																											
(mm/day)																											
3. Total Requirement for Land Preparation																											
(mm/day)																											
B. Crop Water Requirement																											
1. Crop Intensity																											
Paddy field 1 (Pre-basic, basic seed field)																											
Paddy field 2 (Certified seed field)																											
Total																											
2. Crop Coefficient																											
Paddy field 1 (Pre-basic, basic seed field)																											
Paddy field 2 (Certified seed field)																											
Weighted average																											
3. Potential ET ₀																											
(mm/day/A)																											
4. Consumptive Use, Etc																											
(mm/day/A)																											
5. Crop Water Requirement																											
(mm/day)																											
6. Crop Water Requirement																											
(mm/day)																											
C. Total A(3)+B(6)																											
(mm/day)																											
D. Effective Rainfall																											
(mm/month)																											
(mm/day/A)																											
(ha)																											
(mm/day)																											
(mm/day)																											
(mm/day)																											
(l/sec)																											
E. Net field Water Requirement																											
Net Field Water Requirement for Paddy																											
E _i																											
Gross Water Requirement																											
0.90																											
1.00																											
0.72																											
Gross Water Requirement																											
Gross Water Requirement																											
(cum/day)																											
(cum)																											

(5) 最低取水位

ため池の堤体は低いほど経済的となることから、最低取水位は可能な範囲で低くすることが望ましい。種子生産ほ場に重力灌漑で導水するには、少なくとも標高的に既存の土水路と同様に洪水吐天端標高からの取水が必要となる。現況の種子生産ほ場の田面高と地形勾配に沿った幹線用水路の縦断勾配（1/1000）から、最低取水位は、現況の常時満水位（F.W.L）から 50 cm 下げた高さ（1208.5 m）に設定することが可能である。

よって、

計画最低取水位（L.W.L） = 1208.5 m

とする。

(6) 常時満水位

測量結果を基に作成したマンサ研究所のため池の H-Q カーブを下表に示す。現況の常時満水位は、越流堰頂標高の 1209.0 m で、この時の貯水容量は 7,000 m³ である。

計画最低取水位を 1208.5 m とした場合、前述の用水計画で求めた計画有効貯水量約 10,000 m³ を確保するため常時満水位を 1209.5 m に設定する必要がある。

計画満水位（F.W.L） = 1209.5 m

表 3-2-31 マンサ研究所のため池の貯水位と貯水容量の関係

Elevation (m)	Measurement area (m ²)	Water surface area at elevation (m ²)	Volume between EL1 and EL2 (m ³)	Accumulated volume at EL2 (m ³)
1207.3	0	0	0	0
1207.5	530	530	100	100
1208.0	2,228	2,758	800	900
1208.5	3,190	5,948	2,200	3,100
1209.0	3,857	9,805	3,900	7,000
1209.5	5,862	15,667	6,400	13,400
1210.0	9,323	24,990	10,200	23,600
1210.5	10,642	35,632	15,200	38,800

出典：地形測量結果に基づき調査団作成

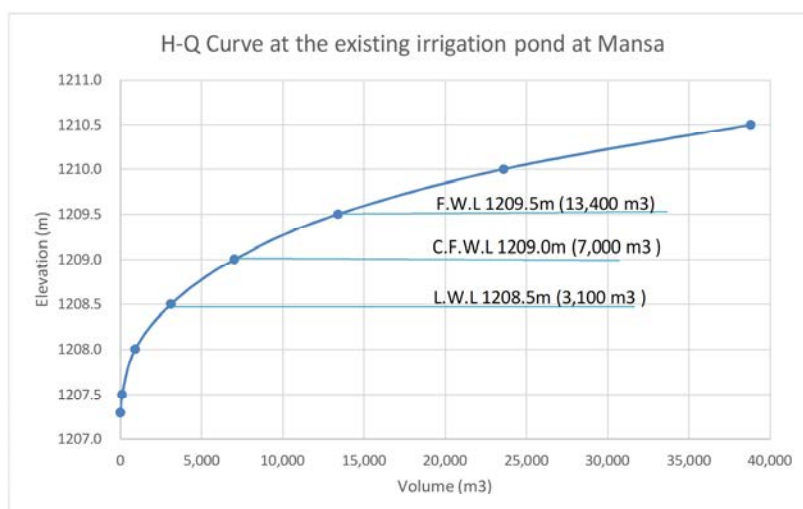


図 3-2-39 マンサ研究所のため池の H-Q 曲線

(7) 設計洪水位

後述する施設計画 洪水吐の設計より、洪水吐からの越流水深は 0.52 m となる。

したがって、

$$\begin{aligned} \text{計画洪水位 (H.W.L)} &= \text{常時満水位} + \text{越流水深} \\ &= 1209.5 \text{ m} + 0.52 \text{ m} \\ &= 1210.02 \text{ m} \end{aligned}$$

以上より、計画水位を下図に示すとおり設定する。

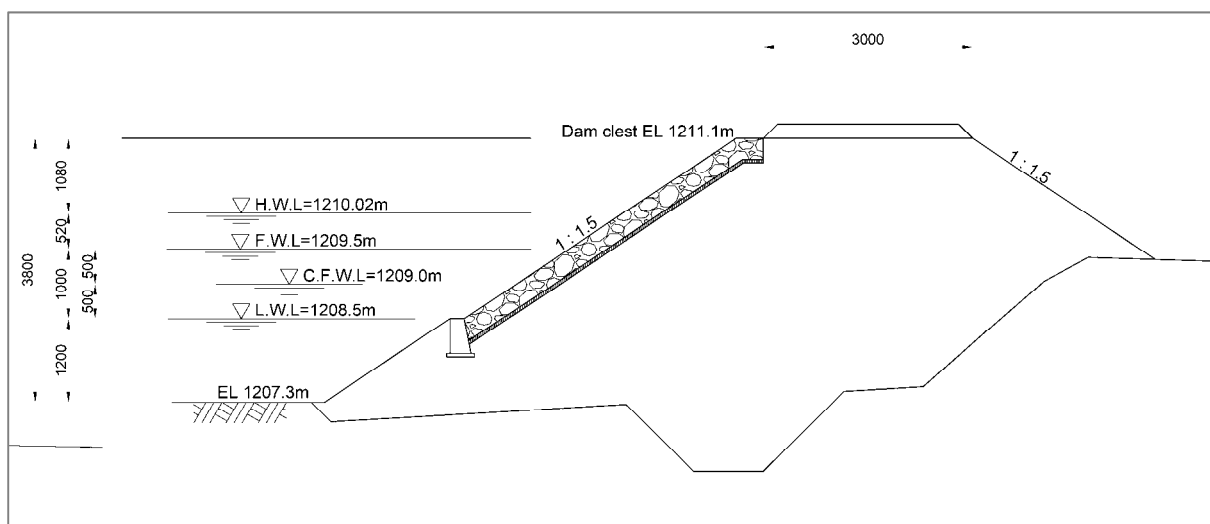


図 3-2-40 マンサ研究所ため池の計画水位

(8) 洪水吐の設計

1) 現況洪水吐の流下能力

現況の洪水吐の構造は、堰を設けた完全越流ではなく、水路流入型（堰無し）に分類される。この時の流量係数は、「設計指針ため池」より 1.4（ $=1.704 \times 0.82$ ）と推定される。洪水吐の越流長は 20 m より、各確率年の越流水深を算定すると下表に示すとおりとなる。これより、1/10 年確率洪水量 $10.8 \text{ m}^3/\text{s}$ の流下能力はあるが、50 年確率洪水量ではオーバーフローすると推測される。

表 3-2-32 現況洪水吐の流下能力の評価

確率年	洪水量 (m^3/s)	越流堰長 b (m)	越流水深 D (m)	判定
1/10 年	9.4	20	0.48	
1/20 年	10.8	20	0.53	
1/50 年	16.3	20	0.70	オーバーフロー
1/100 年	19.6	20	0.79	オーバーフロー

2) 洪水吐改修後の流下能力

洪水吐を改修し、越流堰下流に落差を設けて越流型の洪水吐とした場合、その流下能力が向上し、越流水深を低くすることが可能である。現地での施工性を考慮し、簡易越流堰の流量係数として、本邦で用いられている一般的な値（ $C=1.8$ ）を用いて算定した計画洪水量流下時の堰堤長と越流水深の関係を下表に示す。

堤高 5 m 未満の洪水吐の越流水深は 0.5 m 程度で設定されている例が多いこと、現況の越流水深や洪水吐設置予定位置の地形条件から判断し、堰堤長 16 m（越流水深 0.52 m）を採用する。

表 3-2-33 計画洪水量流下時の堰堤長と越流水深の関係

確率年	洪水量 (m^3/s)	越流堰長 b (m)	越流水深 D (m)	備考
1/20 年	10.8	10	0.71	
1/20 年	10.8	12	0.63	
1/20 年	10.8	14	0.57	
1/20 年	10.8	16	0.52	決定値
1/20 年	10.8	18	0.48	
1/20 年	10.8	20	0.45	
1/20 年	10.8	22	0.42	

3) 洪水吐の型式

洪水吐の型式は、現況の水路流入型の約 1.5 倍の洪水排除能力を持つ越流堰型に改良する。設計洪水量 $10.8 m^3/s$ 、越流堰長が 16 m と長くなることから側水路型とし、地形条件から堤体左岸の地山部に新設する。

表 3-2-34 洪水吐の型式の比較

洪水吐の型式	各部の型式		各洪水吐型式の比較		
	調整部	移行部	洪水吐位置	洪水量	洪水排除能力
水路流入型	水路流入	正面越流	地山又は堤体上	極小	小さい
正面越流型	越流堰	漸縮水路	地山又は堤体上	小～中	水路流入型の約 1.5 倍
側水路型	越流堰	側水路	地山	中～大	水路流入型の約 1.5 倍

出典：『土地改良事業設計指針「ため池整備」』

3-2-4-7 ほ場内排水計画

(1) 計画基準雨量

本地区の日雨量の基準値は、下記降雨資料を用いガンベル法による確率計算により算出した。計画基準雨量は『土地改良事業標準設計 第11編 ほ場整備』（以後、『標準設計 ほ場整備』）P.109によれば、「計画基準雨量は、従来の経験から見て 1/10 程度の確率雨量をとることが適当である」とある。よって、本地区においても計画基準雨量は 1/10 確率雨量を採用する。

観測所	マンサ空港観測所
観測期間	1990～2019 の 29 年間（一部欠損有り）
計画基準雨量	1/10 年確率日雨量 $R_{10}=134$ mm/day 1/2 年確率日雨量 $R_2=80$ mm/day

(2) 排水諸元

- ✓ 排水流域 : ため池流入点 $A=6.0$ km²
- ✓ 基底流量 : 0.0005 m³/s/km²
- ✓ 流出率 : 0.4（地区内：水田）
: 0.5（地区外：畑・その他）
- ✓ 排水計算方法 : 合理式
- ✓ 単位排水量 : 1/10 年確率洪水量
地区内 0.0062 m³/s/km²
地区内 0.0078 m³/s/km²

(3) 排水方式

地区外流域は承水路で、ほ場内はほ場排水路で集水した後、支線排水路に排水し、ため池下流の種子生産ほ場を北東に流れる中央排水路（Chumfwa stream）に自然排水する。

(4) 排水系統

計画排水系統は、ほ場レイアウトと地区外排水流入位置から図 3-2-41 に示す排水系統で計画した。

(5) 計画排水量

1) 洪水解析方法

計画排水量は、日雨量日排除により算定した排水量とする。平均雨量強度は、次式により求める。

$$\text{平均雨量強度 } r = \Sigma R / 24 \text{ (mm/hr)}$$

表 3-2-35 日雨量と平均雨量強度

確率年	R_{24} (mm)	r (mm/hr)	備考
R_{10}	134	5.58	
R_2	80	3.33	

2) 流出率

地目別流出率は、『土地改良事業計画設計基準・計画 排水』より下表の値を採用し、地区内外の流出率を以下のように決定した。

表 3-2-36 地目別流出係数

(単位：ha)

区分	地区内	地区外	計	備考
	水田	既畑・その他		
流域面積	6.5	66.4	72.9	
流出率	0.4	0.5	-	

3) 計画単位排水量

計画単位排水量 (q) は合理式より、以下のとおりとなる。

$$q = 1/360 \cdot r_t \cdot f \cdot A$$

q : 単位排水流量 (m³/s/ha)

r_t : t 時間中の平均降雨強度 (mm/hr)

f : 流出係数

A : 流域面積 (ha) (1.0 ha とする)

表 3-2-37 地区内外の単位排水量

区分	確率年	f	r _t (mm/hr)	A (ha)	q (m ³ /s/ha)
地区内	R10	0.4	5.58	1.0	0.0062
	R2	0.4	3.33	1.0	0.0037
地区外	R10	0.5	5.58	1.0	0.0078
	R2	0.5	3.33	1.0	0.0046

4) 計画排水量

計画排水量は、それぞれのほ場内排水路・支線排水路ごとに積上げて、中央排水路に流下する計画とする。計画排水量の算出結果は、下表に示すとおりである。

ほ場内排水路は、ほ区一区画 (0.5 ha) の排水となることから排水量は、0.0031 m³/s となる。

支線排水路は、各ほ区からの排水量の累積となり下表に示すとおりとなる。

表 3-2-38 計画排水量

排水路名	地区内流域			地区外流域			計画排水量 (m ³ /s)
	ほ区面積 (ha)	累計面積 (ha)	排水量 (m ³ /s)	地区外面積 (ha)	累計面積 (ha)	排水量 (m ³ /s)	
D-0	-	-	0.000	-	14.5	0.113	0.113
D-0-1	-	-	0.000	0.4	-	0.003	0.003
CD-0-1	-	-	0.000	2.3	-	0.018	0.018
CD-0-2	-	-	0.000	11.8	-	0.092	0.092
CD-Access	-	-	0.000	14.2	14.2	0.111	0.111
D-1	1	1	0.006	1.4	1.4	0.011	0.017
D-2	1.5	1.5	0.009	1.8	9	0.070	0.080
CD-2	-	-	0.000	7.2	-	0.056	0.056
D-4	-	4	0.025	-	13.4	0.105	0.129
D-4	2	-	0.012	3.5	-	0.027	0.040
CD-4	-	-	0.000	9.9	-	0.077	0.077
D-3	2	-	0.012	-	-	0.000	0.012
計 (中央排水路)	6.5	6.5	0.065	52.5	52.5	0.410	0.450

(6) 排水路水理計算

1) 設計条件

排水路断面の算定は、計画水路勾配と許容流速により決定する。

水路勾配 : ほ場内排水路 I=1/500
支線排水路 I=1/200 (落差工を設け、最大勾配 1/200 とする)

水理公式 : マニング公式

排水路タイプ : 土水路

粗度係数 : 水路底 (土羽) n=0.030
水路側壁 (土羽) n=0.030

許容最大流速 : V=0.9 m/s

水路深さ : 地下水低下による排水強化より、田面から 1.0 m 以上深くする。

2) 排水路断面の決定

路線ごとの水理計算により決定した水路断面を下表に示す。

表 3-2-39 計画排水路諸元

路線名	設計流量 (m ³ /s)	水路勾配	水路断面		
			B (m)	×	H (m)
D-0	0.225	1/200	0.5	×	0.6~0.8
D-0-1	0.003	1/500	0.3	×	0.6~0.8
CD-0-1	0.018	1/500	0.3	×	0.6~0.8
CD-0-2	0.203	1/200	0.5	×	0.6~0.8
CD-Access	0.111	1/200	0.4	×	0.6~0.8
D-1	0.017	1/200	0.3	×	0.6~0.8
D-2	0.115	1/200	0.4	×	0.6~0.8
CD-2	0.092	1/500	0.4	×	0.6~0.8
D-4	0.116	1/200	0.4	×	0.6~0.8
D-4	0.09	1/200	0.3	×	0.6~0.8
CD-4	0.077	1/500	0.4	×	0.6~0.8
D-3	0.012	1/200	0.3	×	0.6~0.8

表 3-2-40 排水路断面の水理計算書

地区名 : ZARIマンサ研究所
構造形式 : 土水路
計算条件

路線名	D-0	D-0-1	CD-0-1	CD-0-2	CD Access	D-1	D-2	CD-2	D-4	D-4	CD-4	D-3	Central drainage
流量	Q (m ³ /s) = 0.225	0.003	0.018	0.203	0.111	0.017	0.115	0.092	0.116	0.090	0.077	0.012	3.040
勾配	I = 1/200	1/500	1/500	1/200	1/200	1/200	1/200	1/500	1/200	1/200	1/500	1/200	1/200
水路底幅	B (m) = 0.50	0.30	0.30	0.50	0.40	0.30	0.40	0.40	0.40	0.30	0.40	0.30	3.00
壁高	h1 (m) = 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
小段幅	b (m) = 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
水路側壁勾配	l : m1 = 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
水路法面勾配	l : m2 = 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
粗度係数 (底版)	n1 = 0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
粗度係数 (側壁)	n2 = 0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
粗度係数 (小段)	n3 = 0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
粗度係数 (法面)	n4 = 0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
計算結果													
等流水深	h (m) = 0.604	0.043	0.206	0.557	0.443	0.143	0.456	0.554	0.460	0.533	0.480	0.109	0.703
水面幅	B' (m) = 0.500	0.300	0.300	0.500	0.400	0.300	0.400	0.400	0.400	0.300	0.400	0.300	3.000
通水断面積	A (m ²) = 0.302	0.013	0.062	0.278	0.177	0.043	0.183	0.222	0.184	0.160	0.192	0.033	2.108
潤辺	P (m) = 1.708	0.386	0.712	1.614	1.286	0.586	1.313	1.508	1.319	1.366	1.359	0.517	4.405
径深	R (m) = A/P = 0.177	0.033	0.087	0.173	0.138	0.073	0.139	0.147	0.139	0.117	0.141	0.063	0.479
合成粗度係数	n = 0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
流速	V (m/s) = 1/n · R ^{2/3} · I ^{1/2} = 0.743	0.155	0.292	0.731	0.629	0.413	0.633	0.415	0.634	0.564	0.404	0.373	1.442
速度水頭	hv (m) = V ² /2g = 0.028	0.001	0.004	0.027	0.020	0.009	0.020	0.009	0.020	0.016	0.008	0.007	0.106
フルード数	Fr = V/√(g·h) = 0.305	0.238	0.206	0.313	0.302	0.348	0.299	0.178	0.299	0.247	0.186	0.362	0.550
流量	Q' (m ³ /s) = A · V = 0.224	0.002	0.018	0.203	0.111	0.018	0.115	0.092	0.116	0.090	0.078	0.012	3.040

3) 排水系統と設計流量

下図には場レイアウト及び地区外排水の流入経路を考慮して決定した排水系統図を示す。図中、水色で着色した排水路とその設計流量を用いて、前述の水理計算を実施し、必要な排水路諸元を決定した。

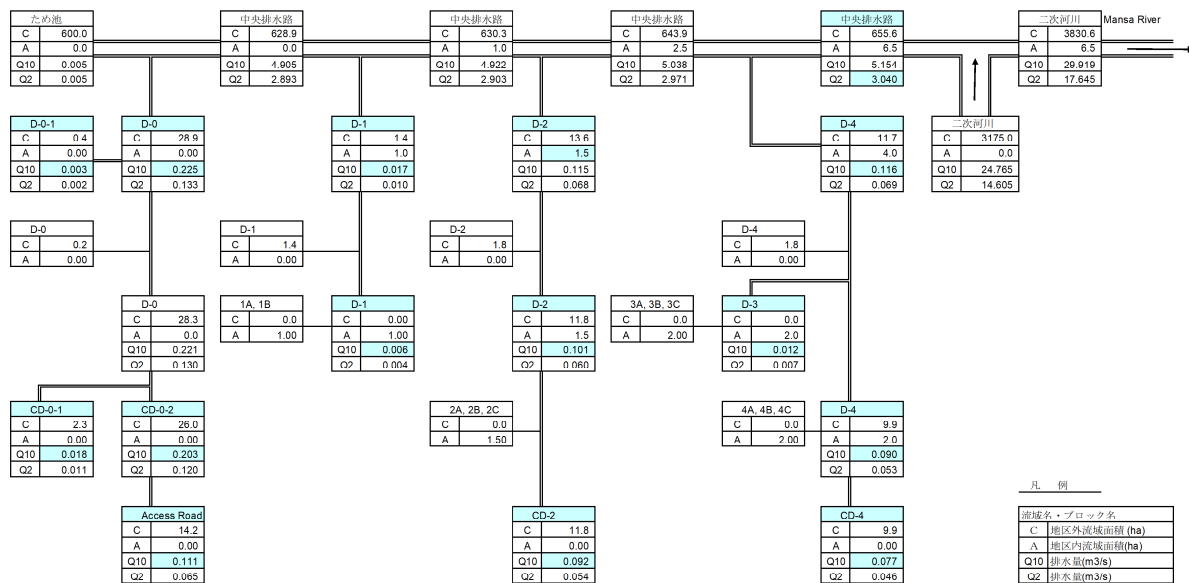


図 3-2-41 計画排水系統図

3-2-4-8 施設計画

(1) 堤体

1) 標準断面

図 3-2-42 に堤体標準断面を示す。整備対象とするため池の計画堤高が 4 m 未満と低いこと、堤体材料が現場近傍で入手可能なことから、盛土の施工性に優れる均一型を採用する。堤体断面は、「設計指針ため池」の堤高 5 m 未満の参考寸法表を参考に表 3-2-41 に示す断面とする。

現況堤体の基礎地盤面は N 値 10~12 の範囲であることから堤体の基礎地盤として十分な地耐力を有する。貯水後の堤体の安定性に配慮し、基礎地盤面は池底敷に堆積した軟弱化し易い有機質土等を除去する。また堤体を現地盤面に密着させて漏水を低減させる目的でコアトレンチ深度 1 m を設ける。

堤体下流には法先ドレーンを設置し、中央の排水路へ流下する計画とする。

表 3-2-41 堤体断面寸法

項目	決定値	項目	決定値
堤高	3.8 m	上流法勾配	1:1.5
計画越流深	0.52 m	下流法勾配	1:1.5
余裕高	1.0 m	床掘り深さ	1.0 m
堤頂幅	3.0 m		

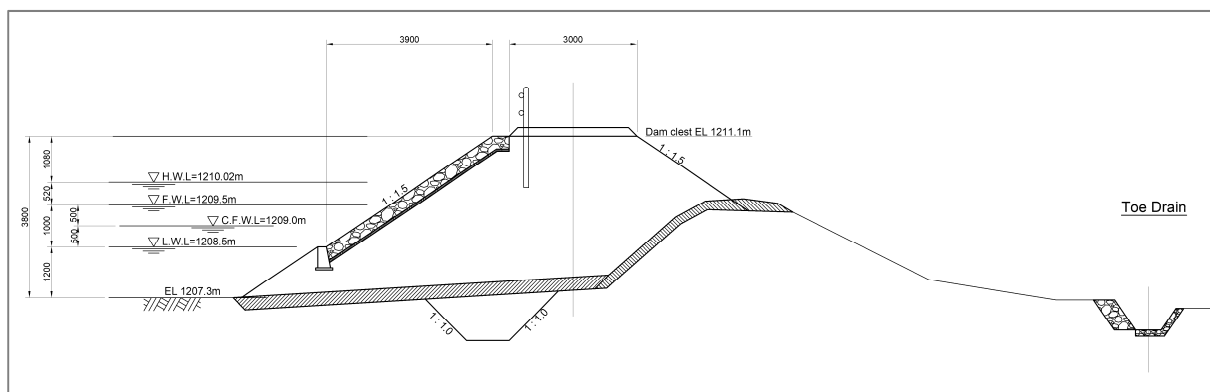


図 3-2-42 堤体標準断面

2) 余裕高

土地改良事業設計指針「ため池整備」を参考に余裕高は 1 m とする。

堤高が 5.0 m 未満のため池では、洪水量、ため池容量、ため池周辺の土地利用状況から想定されるため池決壊時の被害規模に応じて、余裕高を最小 1 m とすることができる。

出典：『土地改良事業設計指針「ため池整備」』

(2) 洪水吐

1) 洪水吐の構成と設計洪水流量・主要諸元

洪水吐は、流入部（接近水路、調整部（側水路式越流堰）、移行部（緩勾配水路））、導流部（急勾配放水水路）、減勢部（減勢工）からなる（下図参照）。

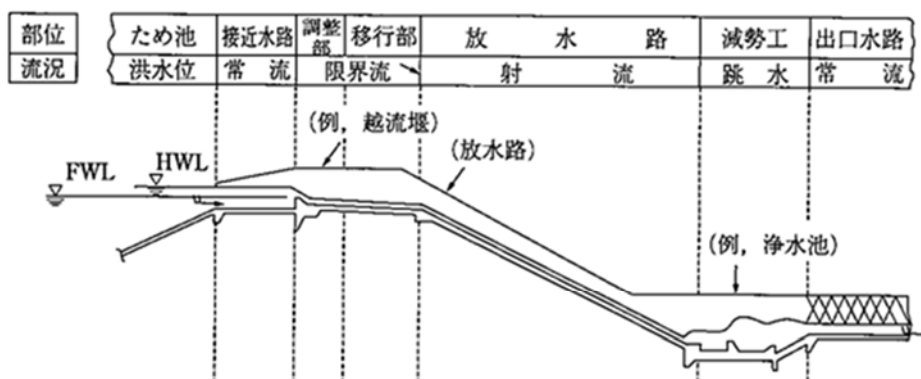


図 3-2-43 洪水吐の構成

出典：『土地改良事業設計指針「ため池整備」』

マンサ研究所の既存ため池は、流域 6.0 km² の小規模ため池であること、ため池下流が農地と湿地であり、堤防決壊時の経済的・社会的影響が限定的であることから、FAO マニュアル（『Manual on Small Earth Dams』）とザンビア国の整備水準を基に、接近水路から減勢工までの洪水吐全線にわたり、1/20 年確率洪水流量（ $Q=10.8 \text{ m}^3/\text{s}$ ）を安全に流下できるように設計する。

表 3-2-42 洪水吐の主要諸元

サイト名	マンサ研究所ため池
設計洪水流量	10.8 m ³ /s(1/20 年確率洪水流量)
流量係数	1.8
設計水頭	0.520 m(速度水頭を含む)
調整部型式	側水路式越流堰、1/4 円弧堰
延長(側水路～減勢工)	67.61 m
越流堰頂標高(F.W.L)	1209.50 m
常時満水位(H.W.L)	1210.02 m
堰幅	16.0 m
堰高	1.0 m
水路底幅(調整部・側水路)	1.6 m(上流端)、3.2 m(下流端)
水路底幅(移行部～放水路)	2.8 m～3.2 m
減勢工型式	副ダム式

2) 洪水吐の検討・水理計算

a. 側水路式越流堰 (調整部)・緩勾配水路の検討

洪水吐調整部は、原則として、直線的な平面形とし、できるだけ効率の良い断面形状とする。ここでは、設計洪水流量・地形条件等を考慮し、現況の水路流入式から「側水路式越流堰」に変更する。また、現況洪水吐は堤体右岸に設置されているが、計画する洪水吐は堤体左岸に設置する。越流堰のタイプは、現地での施工性と放水能力を考慮し、簡易越流堰の一種である「1/4 円弧堰」を採用する。左図に、1/4 円弧堰の断面形状を示す。

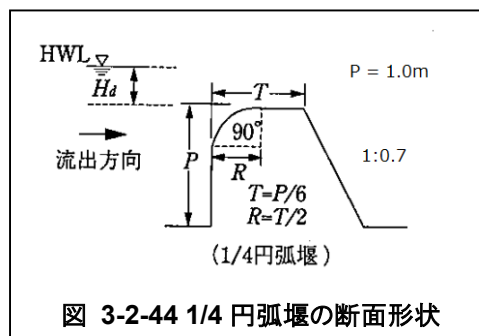


図 3-2-44 1/4 円弧堰の断面形状

側水路の流入側の勾配は 1:0.7 程度とし、対岸 (地山側) は直壁とする。流量係数は、下表より 2.1 程度とすることも可能であるが、安全側に配慮し、一般的に用いられている 1.8 とする。

表 3-2-43 簡易越流堰の流量係数

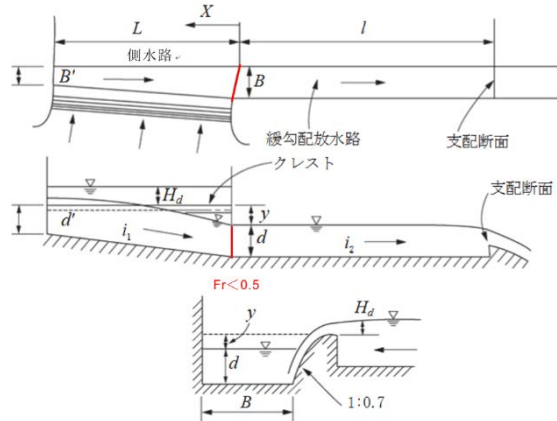
堰形状	P/H_d				
	0.2	0.5	1	2	5
円弧堰	1.8		1.8 ~ 2 ($R_1 = H_d \sim 0.5H_d$ で1.8~2と変化)		
1/4円弧堰			2.1	~ 2.1	1.84
刃形堰	2.1		2	1.83	
標準型越流頂 (参考)	2.0	2.1	2.15	2.16	2.18

* P: 堰高 (上流側), H_d : 設計水頭

出典:『土地改良事業設計指針「ため池整備」』

以下に、側水路式越流堰・緩勾配水路の設計上の主要な留意点を示す。

- ・設計洪水流量に対してどの部分も堰頂潜没を起こさない。
- ・側水路の底勾配は $i \leq 1/13$ とする。
- ・側水路下流端の底幅 B と水深 d の比は、 $d/B=0.5$ 程度とする。
- ・側水路下流端のフルード数は、 $Fr < 0.5$ とする。
- ・側路上流端の水位は、水理計算で常時満水位を超えないことを原則とする。
- ・側水路に続く緩勾配水路は、十分緩やかな勾配とする。
- ・緩勾配水路下流端 (急勾配放水路の上流端) に越流堰を設ける ($Fr=1$ 、支配断面となる)。



出典:『土地改良事業設計指針「ため池整備」』

図 3-2-45 側水路式越流堰の設計上の留意点

b. 接近水路

整流のため、側水路式越流堰に接続する接近水路を 1 m 程度設置する。接続水路内の流速は 4.0 m/s 以下とし、流れに乱れの起きない平面線形とする。越流堰と接近水路敷との高低差（堰高）は、少なくとも越流堰長における越流総水頭（Hd：速度水頭を含む総水頭）の 1/5 以上とする。下表に側水路式越流堰並びに接近水路の主要諸元を示す。

表 3-2-44 側水路式越流堰及び接近水路の主要諸元

記号	項目	値	単位	備考
Q _d	設計洪水流量	10.8	m ³ /s	1/20 年確率洪水流量
C	流量係数	1.8	-	
H _d	設計水頭	0.520	m	速度水頭を含む越流総水頭
H _v	接近水路内の速度水頭	0.010	m	
d	接近水路内の水深	0.510	m	
V	接近水路内の流速	0.447	m/s	≤4m/s
Fr	接近水路のフルード数	0.116	-	
P	堰の高さ	1.0	m	≥1/5H _d = 0.104 m 越流堰頂標高: 1209.50 m
B	堰幅(接近水路底幅)	16.0	m	
L	接近水路延長	1.0	m	
P/H _d	堰の高さ/設計水頭	1.923	-	

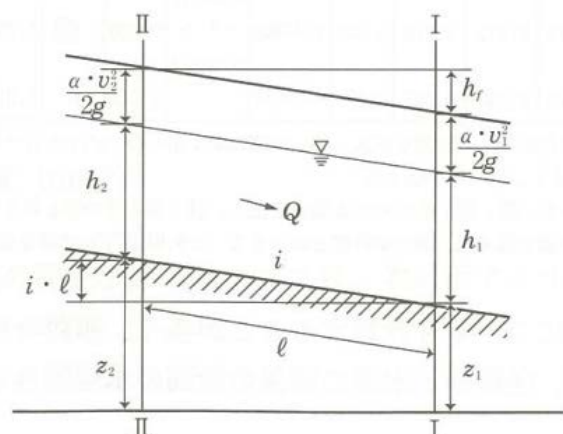
c. 緩勾配水路（移行部）～側水路（調整部）の水面追跡

① 緩勾配水路（移行部）の水面追跡

緩勾配水路内は、下流端の支配断面位置を基点に、以下の運動方程式（ベルヌーイ式）を用い、下流から上流に向けて水面追跡計算を行う。この水面追跡計算により、緩勾配放水路の上流端（側水路下流端）で、上述のフルード数の条件（Fr < 0.5）が満たされることを確認する。

$$h_1 + \frac{\alpha \times Q^2}{2g \times A_1^2} + Z_1 + h_f = h_2 + \frac{\alpha \times Q^2}{2g \times A_2^2} + Z_2$$

$$h_1 = \frac{Q^2 \times l}{2} \left(\frac{n_1^2}{R_1^{4/3} \times A_1^2} + \frac{n_2^2}{R_2^{4/3} \times A_2^2} \right)$$



- z : 基礎面から水路底までの高さ (m)
- h : 水深 (m)
- Q : 流量 (m³/s)
- v : 流速 Q/A (m/s)
- i : 水路底勾配
- H_f : I、II断面で生じた水頭損失 (m)
- l : I、II断面区間の斜距離 (m)
- R : 径深 (m)
- A : 通水断面 (m²)
- n : 粗度係数
- g : 重力加速度 9.8 (m/s²)
- α : エネルギー補正係数

図 3-2-46 逐次計算法説明図(緩勾配放水路)

緩勾配放水路の水面追跡の結果を下表に示す。緩勾配放水路は、側水路との接続箇所である上流端において Fr=0.50（側水路側 Fr=0.495）で、下流端において Fr=1（限界流）となり、急勾配放水路に接続する。

なお、現地地形の制約により、緩勾配放水路長が短く（22.0 m）、水路上流端のフルード数が大きくなるため、水路下流端に末端越流堰を設ける。以下に、緩勾配水路の主な諸元を示す。

表 3-2-45 緩勾配水路の主要諸元

記号	項目名	値	単位	備考
d ₁	緩勾配放水路下流端(支配断面)の水深(限界水深)	1.149	m	
V ₁	緩勾配放水路下流端(支配断面)の流速	3.357	m/s	
Fr ₁	緩勾配放水路下流端(支配断面)のフルード数	1.0	-	
H _s	緩勾配放水路下流端の末端越流堰の堰高	0.15	m	
d ₂	緩勾配放水路上流端の水深	1.680	m	
V ₂	緩勾配放水路上流端の流速	2.009	m/s	
Fr ₂	緩勾配放水路上流端(側水路下流端)のフルード数(緩勾配放水路側)	0.50	-	側水路⇒緩勾配放水路で水路断面形状が変化。 ≤0.5
A _{H1}	緩勾配放水路下流端の水路底の標高	1207.40	m	末端越流堰の堰高を含む
A _{H2}	緩勾配放水路下流端の水路底の標高	1207.25	m	
B _H	緩勾配放水路上流端の水路底の標高	1207.27		
Q _d	設計洪水流量	10.8	m ³ /s	
B ₂	緩勾配放水路の水路底幅(上流端)	3.20	m	
B ₁	緩勾配放水路の水路底幅(下流端)	2.80	m	
L	緩勾配放水路の水路の延長	22.0	m	
I	緩勾配放水路の水路勾配	1/1100	-	
g	重力加速度	9.8	m/s ²	
n	粗度係数	0.015		

② 側水路（調整部）の水面追跡

側水路の水面追跡は以下の運動方程式を用い、側水路下流端（緩勾配放水路上流端）を基点に下流から上流に向かって進める。下式でΔhを仮定、試算して上流断面の水位を順次求めていく。これにより側水路内の水面計算を側水路上流端まで求め、その最高水面高が完全越流の条件（側水路の上流端の水位が水理計算で常時満水位を超えない）を満足するように側水路底高及び側水路底勾配を決定する。

$$\Delta h = \frac{Q_1 \times (V_1 + V_2)}{g \times (Q_1 + Q_2)} \left(\Delta V + \frac{q \times V_2 \times \Delta X}{Q_1} \right)$$

ここに

- Δh : ΔX区間の水位の上昇量 (m)
- Q₁ : 下流断面 (a₁) の流量 (m³/s)
- Q₂ : 上流断面 (a₂) の流量 (m³/s)
- V₁ : 下流断面 (a₁) 平均流速 Q₁/A₁ (m/s)
- V₂ : 上流断面 (a₂) 平均流速 Q₂/A₂ (m/s)
- q : 単位幅当たりの流量 (この場合、越流量) (m³/s/m)
- ΔV : V₁-V₂ (m/s)
- g : 重力加速度 9.8 (m/s²)

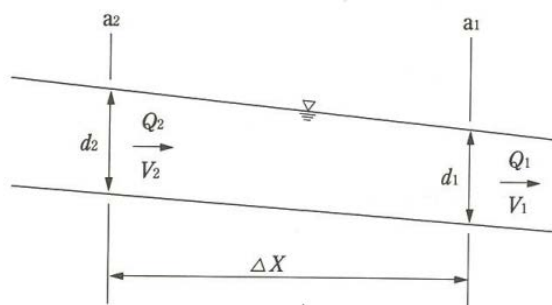


図 3-2-47 逐次計算法説明図(側水路)

側水路は下流端において $Fr=0.495$ (≤ 0.5) で、緩勾配放水路に接続する。以下に、側水路の主な諸元を示す。

表 3-2-46 側水路の主要諸元

記号	項目名	値	単位	備考
d_1	側水路下流端の水深	1.680	m	
V_1	側水路下流端の流速	2.009	m/s	
Fr_1	側水路下流端(緩勾配放水路上流端)のフルード数(側水路側)	0.495	-	≤ 0.5 側水路⇒緩勾配放水路で水路断面形状が変化
d_2	側水路上流端の水深	1.996	m	
V_2	側水路上流端の流速	0.000	m/s	
Fr_2	側水路上流端のフルード数(側水路側)	0.000	-	
A_H	側水路下流端の水路底の標高	1207.27	m	
B_H	側水路上流端の水路底の標高	1207.50	m	
Q_d	設計洪水流量	10.800	m^3/s	
B_2	側水路の底幅(上流端)	1.60	m	$B_2/B_1=0.5$
B_1	側水路の底幅(下流端)	3.20	m	$d_1/B_1 \approx 0.5$
L	側水路の延長	16.0	m	=洪水吐堰幅
I	緩勾配放水路の水路勾配	1/69.565	-	$\leq 1/13$
g	重力加速度	9.8	m/s^2	
n	粗度係数	0.015		

表 3-2-47 緩勾配水路内の水面追跡結果

緩勾配水路下流端水跡 E.L. 1207.25 m
0.15 m
越流堰 H

マンサ研究所ため池 緩勾配水路内の水面追跡
(雑用)
・ 堰高 Z_e=0.15m の場合

測点	区間距離 L (m)	流量 Q (m ³ /s)	水深 d (m)	水面 標高 EL (m)	断面積 A (m ²)	流速 V (m/s)	速度水頭 V ² /2g (m)	潤辺 p (m)	径深 R (m)	摩擦係数		水跡標高 EL (m)	全エネルギー		フルード 数 Fr	水跡位置 水跡右配 勾配 I/1	R ² /4	既 差	池加距離 L ₂ (m)
										Sf	平均 Sf		φ (m)	ψ (m)					
緩勾配水路 下流端	0.000	10.800	1.149	1208.549	3.217	3.357	0.575	5.088	0.631	0.00468	0.00395	1207.400	1208.124	0	1100	0.736			
	2.000	10.800	1.571	1208.823	4.399	2.455	0.308	5.942	0.740	0.00203	0.00202	1207.252	1208.131	0	1100	0.818	0.000	2.000	
	2.000	10.800	1.574	1208.828	4.407	2.450	0.306	5.948	0.741	0.00201	0.00176	1207.254	1208.134	0	1100	0.819	0.000	4.000	
	2.000	10.800	1.636	1208.891	4.807	2.201	0.247	6.271	0.782	0.00151	0.00135	1207.255	1208.138	0	1100	0.849	0.000	6.000	
	2.000	10.800	1.677	1208.934	5.385	2.013	0.207	6.553	0.818	0.00119	0.00118	1207.257	1208.140	0	1100	0.875	0.000	8.000	
	2.000	10.800	1.677	1208.936	5.388	2.012	0.207	6.555	0.818	0.00119	0.00118	1207.259	1208.143	0	1100	0.875	0.000	10.000	
	2.000	10.800	1.678	1208.939	5.389	2.012	0.206	6.556	0.819	0.00119	0.00119	1207.261	1208.145	0	1100	0.875	0.000	12.000	
	2.000	10.800	1.678	1208.941	5.371	2.011	0.206	6.557	0.818	0.00119	0.00119	1207.263	1208.148	0	1100	0.875	0.000	14.000	
	2.000	10.800	1.679	1208.944	5.372	2.010	0.206	6.558	0.818	0.00119	0.00119	1207.265	1208.150	0	1100	0.876	0.000	16.000	
	2.000	10.800	1.679	1208.945	5.374	2.010	0.206	6.559	0.819	0.00119	0.00119	1207.266	1208.151	0	1100	0.876	-0.001	18.000	
緩勾配水路 上流端 (側水路 下流端)	2.000	10.800	1.680	1208.948	5.375	2.009	0.206	6.559	0.818	0.00118	0.00118	1207.268	1208.154	0	1100	0.876	0.000	20.000	
	2.000	10.800	1.680	1208.950	5.377	2.009	0.206	6.560	0.820	0.00118	0.00059	1207.270	1208.156	0	1100	0.876	0.000	22.000	

表 3-2-48 側水路内の水面追跡結果

マンザ研究所ため池 側水路内の水面追跡

		設計洪水量(20年確率)		Q= 10.8 m ³ /s		Q= 0.875 m ³ /s/m													
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰			
測点	追加距離 (m)	区間距離 △x (m)	水深 水跡感 標高 EL(m)	△h' (m)	水面 標高 EL(m)	水深 d (m)	水跡感 B (m)	通水 断面積 A(m ²)	流量 Q (m ³ /s)	流速 V (m/s)	Q1+Q2 (m ³ /s)	Q1 / (g×⑩)	v1+v2 (m/s)	△v= v1-v2	qv2△x / Q1	⑮+⑯ △h= ⑮×⑰× ⑱	減差 ⑲-⑳	フルード 数 Fr	水路勾配 1/ 80.565
側水路 下流端		0.000	1207.270	-	1208.950	1.680	3.200	5.377	10.800	2.009	-	-	-	-	-	-	-	0.495	0.014
	2.000	2.000	1207.299	0.097	1209.047	1.748	3.000	5.244	9.450	1.802	20.250	0.054	3.811	0.207	0.257	0.464	0.006	0.435	0.014
	4.000	2.000	1207.328	0.087	1208.134	1.807	2.800	5.058	8.100	1.601	17.550	0.055	3.403	0.201	0.287	0.468	0.000	0.381	0.014
	6.000	2.000	1207.356	0.080	1208.214	1.858	2.600	4.830	6.750	1.387	14.850	0.056	2.888	0.204	0.279	0.483	-0.001	0.327	0.014
	8.000	2.000	1207.385	0.074	1208.288	1.903	2.400	4.588	5.400	1.182	12.150	0.057	2.879	0.215	0.286	0.511	0.000	0.274	0.014
	10.000	2.000	1207.414	0.087	1208.358	1.942	2.200	4.273	4.050	0.948	9.450	0.058	2.130	0.234	0.318	0.550	-0.001	0.217	0.014
	12.000	2.000	1207.443	0.080	1208.416	1.974	2.000	3.948	2.700	0.684	6.750	0.061	1.632	0.284	0.342	0.606	0.000	0.156	0.014
	14.000	2.000	1207.471	0.049	1208.468	1.994	1.800	3.590	1.350	0.376	4.050	0.068	1.060	0.308	0.376	0.684	0.000	0.085	0.014
側水路 上流端	16.000	2.000	1207.500	0.031	1209.496	1.996	1.600	3.194	0.000	0.000	1.350	0.102	0.376	0.376	0.423	0.789	0.000	0.000	0.014

d. 急勾配放水路の検討

急勾配放水路は、現況地形並びに接続する減勢工の型式を考慮するとともに、平面・縦断計画にあたっては、できる限り掘削が発生しないように配慮した。

e. 急勾配放水路の水面追跡

急勾配放水路では、射流で流下することから、支配断面（急勾配放水路上流端＝緩勾配放水路下流端）を始点として、上流から下流に向かって水面追跡を行う。計算は以下のとおりベルヌーイ式に基づいて行う。

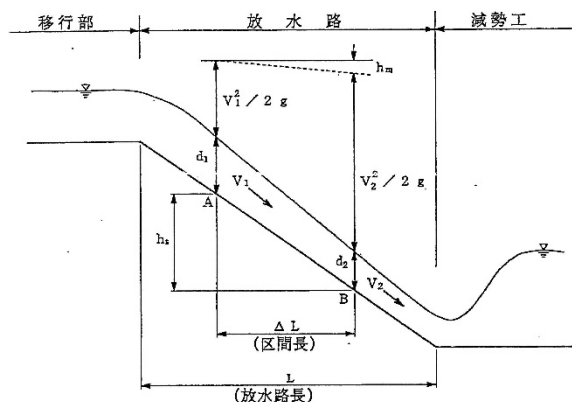


図 3-2-48 逐次計算法説明図(急勾配放水路)

上図において、ベルヌーイの定理を適用すれば、

$$du + \frac{Vu^2}{2g} = dL + \frac{VL^2}{2g} + hf$$

区間上、下流の水面落差を h_e とするとき、

$$h_e = du + \Delta L \tan \theta - dL$$

$$h_e = \frac{VL^2}{2g} - \frac{Vu^2}{2g} + hf$$

$$hf = \frac{1}{Cm^2 \times Rm} \times \left(\frac{Vu + VL}{2} \right)^2 \times \Delta L1$$

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

$$\therefore h_e = \frac{VL^2}{2g} - \frac{Vu^2}{2g} + \frac{n^2}{Rm^{4/3}} \times Vm^2 \times \Delta L1$$

$$\therefore du + \Delta L \tan \theta - dL = \frac{VL^2}{2g} - \frac{Vu^2}{2g} + \frac{n^2}{Rm^{4/3}} \times Vm^2 \times \Delta L1$$

ここに、

- h_e 任意区間 Δ の水面落差(m)
- V_u 任意区間 Δ の上流端における流速(m/s)
- V_L 任意区間 Δ の下流端における流速(m/s)
- d_u 任意区間 Δ の上流端における水深(m)
- d_L 任意区間 Δ の下流端における水深(m)
- ΔL_1 任意区間 Δ の斜距離(m)
- ΔL 任意区間 Δ の水平距離(m)
- θ' 任意区間 Δ の水路の傾斜
- V_m 任意区間 Δ の $(V_u+V_L)/2$ (m/s)
- R_m 任意区間 Δ の径深の平均(m)
- n 任意区間 Δ の粗度係数

上記の条件を満たすような、任意区間 Δ の上流端の水深 d_u を、試算により求める。

急勾配放水路は下流端において $Fr=2.484$ 、流速 6.156 m/s で、減勢工に接続する。以下に、急勾配放水路の主な諸元を示す。

表 3-2-49 急勾配放水路の主要諸元

記号	項目名	値	単位	備考
d_1	急勾配放水路下流端の水深	0.627	m	
V_1	急勾配放水路下流端の流速	6.156	m/s	
Fr_1	急勾配放水路下流端のフルード数	2.484	-	
d_2	急勾配放水路上流端の水深	1.149	m	
V_2	急勾配放水路上流端の流速	3.356	m/s	
Fr_2	急勾配放水路上流端のフルード数	1.0	-	
A_{H1}	急勾配放水路下流端の水路底の標高	1206.25	m	
B_{H1}	急勾配放水路上流端の水路底の標高	1207.40	m	末端越流堰の堰高を含む
B_{H2}	急勾配放水路上流端の水路底の標高	1207.25	m	
Q_d	設計洪水流量	10.8	m ³ /s	
B_2	急勾配放水路の底幅(上流端)	2.8	m	
B_1	急勾配放水路の底幅(下流端)	2.8	m	
L	急勾配放水路の延長	17.51	m	
l	急勾配放水路の水路勾配	1/17.51	-	
g	重力加速度	9.8	m/s ²	
n	粗度係数	0.015		

表 3-2-50 急勾配水路内の水面追跡結果

マンサ研究所ため池 急勾配水路内の水面追跡

設計洪水量 $Q=10.8m^3/s$

測点	区間距離 L (m)	流量 Q (m^3/s)	水深 h (m)	水位 EL(m)	通水断面積 A (m^2)	流速 V (m/s)	速度水頭 V ² /2g (m)	管底 p (m)	管径 R (m)	摩擦勾配		摩擦損失 hf(m)	その他 hl(m)	水跡標高		フルード数 Fr	水路側壁 勾配 1/1	R ^{2/3}	誤差 追加距離 (m)
										Sf	平均 Sf			φ (m)	ψ (m)				
	0.000	10.800	1.148	1208.549	3.218	3.366	0.575	5.088	0.631	0.00463				1207.400	1208.124	1.000	0	0.736	0.000
	5.000	10.800	0.746	1207.711	2.980	5.167	1.362	4.285	0.467	0.01563	0.01013	0.051		1208.964	1208.073	1.810	0	0.619	5.000
	5.000	10.800	0.684	1207.363	1.916	5.635	1.620	4.186	0.460	0.02014	0.01791	0.090		1208.878	1208.884	2.176	0	0.598	10.000
	5.000	10.800	0.643	1207.036	1.800	6.000	1.837	4.086	0.441	0.02416	0.02215	0.111		1208.393	1208.873	2.380	0	0.573	15.000
	2.510	10.800	0.627	1206.877	1.754	6.156	1.933	4.053	0.433	0.02604	0.02510	0.083		1206.250	1208.810	2.484	0	0.572	17.510

粗差係数 n = 0.015 程高 0.15

f. 減勢工の検討

側水路式越流堰からの流下水を安全に流下させ、堤体及び下流の安全性を確保するために、減勢工を設ける。

① 減勢工流入諸元の検討

減勢工への流入時の水理諸元は、前項「急勾配放水路の水面追跡」の結果より、下表のとおりとする。

表 3-2-51 減勢工流入諸元

設計洪水流量 Q (m ³ /s)	単位幅流量 q (m ³ /s/m)	流入水深 d ₁ (=h ₁) (m)	流入流速 V (m/s)	流入時のフルード数 Fr	備考
10.8	3.857	0.627	6.156	2.484	

注) 流入水深 h₁ は、水路面と垂直方向の水深である。

② 減勢工の型式・規模の検討

ア. 減勢工の型式

減勢工流入諸元に示したとおり、流入時のフルード数が、Fr=2.484 と「弱跳水」(Fr1.7～Fr2.5) の範囲内であり、跳水時の表面渦も小さく下流の水面は静穏で安定していることから、跳水式減勢工の一種である「副ダム式」(跳水の共役水深を副ダムにより人工的に保たせる方法) を採用する。

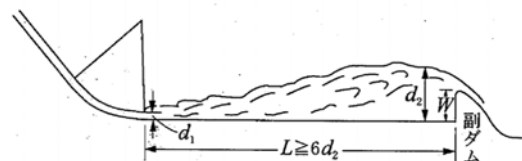


図 3-2-49 副ダム式減勢工

イ. 跳水深

減勢工で生じる跳水深 (d₂) は、運動量保存則に基づく次式により求める。

$$d_2 = \frac{d_1}{2} \times \left(\sqrt{1 + 8F_1^2} - 1 \right)$$

ここに、

- d₁ : 流入水深 (= 0.627 m)
- d₂ : 跳水深
- F₁ : 流入時のフルード数 (= 2.484)

したがって、設計洪水流量流下時の跳水深 (d₂) は、

$$d_2 = \frac{0.627}{2} \times \left(\sqrt{1 + 8 \times 2.484^2} - 1 \right) = 1.91\text{m}$$

ウ. 減勢工の長さ

副ダム式減勢工では、減勢工（静水池）の長さを十分にとることにより、安定した減勢効果が得られる。静水池の長さLは、跳水深を d₂ として 6・d₂ 程度とされ、次の計算のとおりとなる。

エ. 副ダム（越流堰）の高さ

副ダムの高さWは、以下の式を用いて算出する。

$$L = 6 \times d_2 = 6 \times 1.91 = 11.46 \approx 11.50 \text{ m}$$

ここに、

d_1	: 跳水始点における水深 (0.627 m)
d_2	: 跳水末端における水深 (1.91 m)
F_1	: 流入時のフルード数 (2.484)
W	: 副ダムの高さ (m)
C	: 副ダム流量係数 ※通常 1.9~2.0 (2.0)
g	: 重力加速度 (9.8 m/s ²)

$$\frac{W}{d_1} = \frac{62.821}{18.584} - 2.473 = 0.907$$

$$W = 0.907 \times 0.627 = 0.568 \approx 0.6 \text{ m}$$

③ 流末の処理

副ダムの下流側には、じゃかご工を設け、流下水による流末周辺の地盤洗堀を防ぐとともに、近接する排水路（土水路）に自然流下させる。

g. 側壁高の検討

① 接近水路、側水路式越流堰～緩勾配水路、急勾配放水路の側壁高

側壁高の決定にあたっては、以下の計算式により常流域、斜流域の余裕高 F_b を計算し、堤体の天端高及び洪水吐を設置する周辺の地盤高を考慮の上、側壁高を決定する。

常流域の余裕高 $F_b = 0.07 \times h + \frac{V^2}{2g} + 0.10$

ただし、最小余裕高を 0.3 m とする。

斜流域の余裕高 $F_b = C \times V \times h^{1/2}$

ただし、最小余裕高を 0.6 m とする。

※ C: 0.10（長方形断面）、0.13（台形断面）

急勾配水路曲線部の壁高の検討

設計条件

設計流量：10.8 m³/s

水路底幅：2.8 m

水路勾配：0.057

粗度係数：0.015

曲率半径：28 m

等流計算により、等流水深 h_0 及び平均流速 V_0 を求める。

等流水深：0.481 m

平均流速：8.018 m/s

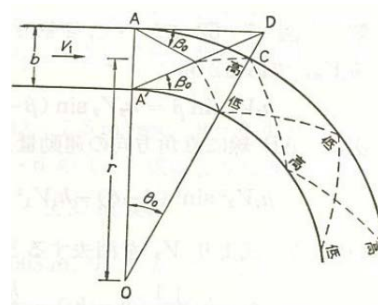
フルード数：3.693

限界水深：1.149 m

ここで、限界水深 (1.149 m) > 等流水深 (0.481 m) であるのでこの水路の流れは射流であり、以下の式により曲線部の外側壁に沿う流れの最大水深を求める。

$$\tan \theta_0 = \frac{b}{\left(r + \frac{b}{2}\right) \tan \beta_0}, \quad \sin \beta_0 = \frac{1}{F_1} = \frac{\sqrt{gh_1}}{V_1} \quad (7.55)$$

$$h = \frac{V_1^2}{g} \sin^2 \left(\beta_0 \pm \frac{\theta}{2} \right) \quad (7.56)$$



出典：荒木・椿『水理学演習下巻』p87

$$\beta_0 = \sin^{-1} \left(\frac{\sqrt{gh_1}}{V_1} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{\sqrt{9.8 \times 0.481}}{8.018} \right)$$

$$= \sin^{-1} 0.270782 = 15^\circ 42' \approx 15.71$$

$$\theta_0 = \tan^{-1} \left(\frac{b}{\left(r + \frac{b}{2}\right) \times \tan \beta_0} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{2.8}{\left(28 + \frac{2.8}{2}\right) \times \tan 15^\circ 42'} \right)$$

$$= \tan^{-1} 0.338817 = 18^\circ 43' \approx 18.72$$

よって曲線部の外外壁に沿う流れの最大水深は、

$$H_{\max} = \frac{V_1^2}{g} \times \sin^2 \left(\beta_0 \mp \frac{\theta}{2} \right) = \frac{8.018^2}{9.8} \times \sin^2 \left(15^\circ 42' + \frac{18^\circ 43'}{2} \right)$$

$$= 6.56 \times \sin^2 (15^\circ 42' + 9^\circ 22') = 6.56 \times 0.423^2 = 1.174 \text{ m}$$

以下に、主な測点の側壁高を示す。

表 3-2-52 主な測点の側壁高

項目	流速 V (m/s)	水深 h (m)	フルード数 Fr	余裕高 Fb (m)		側壁高 H1 (m)	
				計算 or 最小余裕高	採用	計算	採用
測点				計算 or 最小余裕高	採用	計算	採用
接近水路	0.447	1.510	0.12 常流	0.220 < 0.30		1.810	2.80
側水路上流端	0.000	1.996	0.0 常流	0.240 < 0.30		2.296	3.80
側水路下流端	2.009	1.680	0.495 常流	0.423 > 0.30		2.103	4.03
緩勾配水路上流端	2.009	1.680	0.500 常流	0.423 > 0.30		2.103	4.03
緩勾配水路下流端	3.357	1.149	1.000 限界流	0.360 < 0.60		1.749	2.10
急勾配水路上流端	3.357	1.149	1.000 限界流	0.360 < 0.60		1.774	2.10
急勾配水路下流端	6.156	0.627	2.484 射流	0.667 > 0.60		1.841	2.70

② 減勢工の側壁高

減勢部の余裕高 F_b は、次式より求める。

$$F_b = 0.1(V_1 + d_2) = 0.1(V_1 + d_2)$$

ここに、

- F_b : 余裕高 (m)
- V_1 : 跳水始点への流速度 (6.156 m/s)
- d_2 : 跳水末端での水深 (1.910 m)

$$F_b = 0.1(6.156 + 1.910) = 0.807 \text{ m}$$

よって、側壁高 H は、

$$H = d_2 + F_b = 1.910 + 0.807 = 2.717 \approx 2.7 \text{ m}$$

以上より、減勢部の側壁高は、2.7 m 以上とする。

表 3-2-53 水面追跡結果(洪水吐 側水路)

マンサ研究所ため池 側水路

設計洪水量(20年確率) $Q_{20} = 10.8 \text{ m}^3/\text{s}$

測点	区間距離 L (m)	水路底幅 B (m)	水深 d (m)	水位 WL. EL(m)	流速 V (m/s)	フルード数 Fr	速度水頭 $\frac{hv}{2g}$ (m)	余裕高		必要壁高 hs (m)	採用壁高 h	壁天端標高 EL(m)	水路敷高 EL(m)
								F_b (m)	F_b (鉛直) (m)				
側水路 下流端	0.000	3.200	1.680	1208.950	2.009	0.495	0.206	0.423	0.423	2.103	4.030	1211.300	1207.270
	2.000	3.000	1.748	1209.047	1.802	0.435	0.166	0.388	0.388	2.136	4.001	1211.300	1207.299
	2.000	2.800	1.807	1209.134	1.601	0.381	0.131	0.357	0.357	2.164	3.972	1211.300	1207.328
	2.000	2.600	1.858	1209.214	1.397	0.327	0.100	0.330	0.330	2.188	3.944	1211.300	1207.356
	2.000	2.400	1.903	1209.288	1.182	0.274	0.071	0.305	0.305	2.208	3.915	1211.300	1207.385
	2.000	2.200	1.942	1209.356	0.948	0.217	0.046	0.282	0.300	2.242	3.886	1211.300	1207.414
	2.000	2.000	1.974	1209.416	0.684	0.156	0.024	0.262	0.300	2.274	3.857	1211.300	1207.443
側水路 上流端	2.000	1.800	1.994	1209.466	0.376	0.085	0.007	0.247	0.300	2.294	3.829	1211.300	1207.471
	2.000	1.600	1.996	1209.496	0.000	0.000	0.000	0.240	0.300	2.296	3.800	1211.300	1207.500

表 3-2-54 水面追跡結果(洪水吐 緩勾配水路)

マンサ研究所ため池 緩勾配水路

設計洪水量(20年確率) Q20= 10.80 m³/s 堰高: 0.15m

測点	区間距離 L (m)	水路底幅 B (m)	水深 d (m)	水位 WL. EL(m)	流速 V (m/s)	フルード数 Fr	速度水頭 $\frac{hv}{2g}$ (m)	余裕高		必要壁高 hs (m)	採用壁高 h (m)	壁天端標高 EL(m)	水路敷高 EL(m)
								Fb (m)	Fb(鉛直) (m)				
緩勾配水路 下流端	0.000	2.800	1.149	1208.549	3.357	1.00	0.575	0.360	<0.6以上	(堰頂から) 1.749	(堰頂から) 1.950 (水路敷から) 2.100	1209.350	1207.400 (↓堰頂) (↓水路敷)
	2.000	2.800	1.571	1208.823	2.455	0.63	0.308	0.518	0.518	2.089	2.100	1209.352	1207.252
	2.000	2.800	1.574	1208.823	2.450	0.62	0.306	0.517	0.517	2.091	2.100	1209.354	1207.254
	2.000	3.000	1.636	1208.891	2.201	0.55	0.247	0.462	0.462	2.098	2.100	1209.355	1207.255
	2.000	3.200	1.677	1208.934	2.013	0.50	0.207	0.424	0.424	2.101	2.100	1209.357	1207.257
	2.000	3.200	1.677	1208.936	2.012	0.50	0.207	0.424	0.424	2.101	2.100	1209.359	1207.259
	2.000	3.200	1.678	1208.939	2.012	0.50	0.206	0.424	0.424	2.102	3.268	1210.529	1207.261
	2.000	3.200	1.678	1208.941	2.011	0.50	0.206	0.424	0.424	2.102	4.037	1211.300	1207.263
	2.000	3.200	1.679	1208.944	2.010	0.50	0.206	0.424	0.424	2.103	4.035	1211.300	1207.265
	2.000	3.200	1.679	1208.945	2.010	0.50	0.206	0.424	0.424	2.103	4.034	1211.300	1207.266
緩勾配水路 上流端	2.000	3.200	1.680	1208.948	2.009	0.50	0.206	0.424	0.424	2.104	4.032	1211.300	1207.268
	2.000	3.200	1.680	1208.950	2.009	0.50	0.206	0.423	0.423	2.103	4.030	1211.300	1207.270

表 3-2-55 水面追跡結果(洪水吐 急勾配水路)

マンサ研究所ため池 急勾配放水水路 側壁高計算表

・堰高Zc=0.15mの場合

測点	区間距離 L (m)	水路底幅 B (m)	水深 d (m)	最大水深 (外側壁) (m)	水位 WL. EL(m)	流速 V (m/s)	フルード数 Fr	速度水頭 $\frac{hv}{2g}$ (m)	余裕高		必要壁高 (曲線考慮) hs (m)	採用壁高 h (m)	壁天端標高 EL(m)	水路敷高 EL(m)
									Fb (m)	Fb(鉛直) (m)				
上流端	0.000	2.800	1.149	1.174	1208.549	3.356	1.000	0.575	0.360	<0.6以上	(堰頂から) 1.774	(堰頂から) 1.950 (水路敷から) 2.100	1209.350	1207.400 (↓堰頂) (↓水路敷)
	5.000	2.800	0.746		1207.711	5.167	1.910	1.362	0.580	0.600	1.774	1.986	1208.950	1206.964
	5.000	2.800	0.684		1207.363	5.635	2.176	1.620	0.611	0.611	1.785	2.271	1208.950	1206.679
	5.000	2.800	0.643		1207.036	6.000	2.390	1.837	0.650	0.650	1.824	2.557	1208.950	1206.393
下流端	2.510	2.800	0.627		1206.877	6.156	2.484	1.933	0.667	0.667	1.841	2.700	1208.950	1206.250

(3) 取水工

取水工計画の設計思想は以下のとおりである。

- ✓ 取水工は、最低水位から自然流下で取水できる構造とする。
- ✓ 取水口の前庭は、安定した取水を確保するため石積工による保護を行う。
- ✓ 取水工右岸上流の地山崩壊による土砂流入を防護するため石積工で法留めする。
- ✓ 取入口には、ステンレス製のスクリーンを設置し、大きなゴミの流入を防止する。
- ✓ スクリーンの維持管理等を安全に行えるように取入口の上部に操作台兼点検歩廊を設ける。
- ✓ 取水操作台へのアクセスのため階段工を併設する。
- ✓ 取水管はヒューム管を用い、その口径は水理計算により必要断面を求めるが、最小口径は本邦のため池で実績がある $\phi 300$ mm とする。
- ✓ 底樋形式の取水管周りの埋戻しは、人力施工で入念に密着を図ることを基本とする。
- ✓ 取水管沿いの貯水池からの漏水を防御するために、ダム軸と交差する位置にコンクリート止水壁を設置する。
- ✓ 種子生産ほ場の水管理のため、本取水工は、頻回に通水・止水操作を繰り返すことから、堤体下流からのバルブ操作により容易に取水管理ができる構造とする。
- ✓ バルブ保護とバルブ操作及び点検維持管理を容易とするため、バルブ室を設ける。

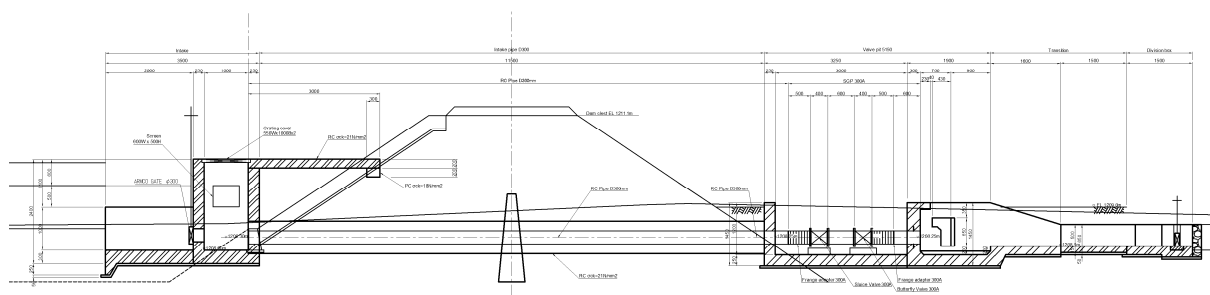


図 3-2-50 取水工一般構造図

1) 底樋管の管径

設計条件

設計流量	$Q=0.062 \text{ m}^3/\text{s}$
底樋管延長	$L=9.7 \text{ m}$
設計取水水位	1208.5 m
下流水位	1208.4 m
水位差	$\Delta h=0.1 \text{ m}$

水理計算結果、口径 $\phi 250$ mm でも流下可能であるが、最小口径 $\phi 300$ mm を適用した。底樋部の標準断面図を下図に示す。

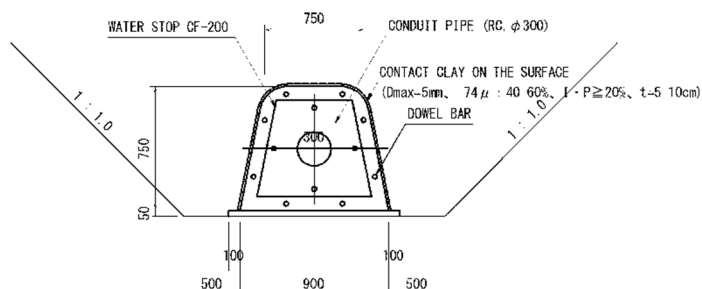


図 3-2-51 底樋標準断面図

(4) 灌漑施設

水源施設から種子生産ほ場に灌漑用水を送水するための灌漑施設を整備する。灌漑施設は、以下の計画とする。

- ✓ 送水方式は、自然流下方式とし、水路形式は開水路方式とする。
- ✓ 灌漑水路の平面計画は、灌漑用水を送水するほ場の標高や地形勾配、灌漑水路と併設する管理用道路の基礎地盤の安定から、可能な範囲で右岸側（南側）に路線をとる。
- ✓ 地形条件及びほ場形状から、幹線用水路は、ほ区の長辺方向、二次用水路はほ区の短辺方向、ほ場内用水路はほ区の長辺方向に配置し、それぞれの分岐部で水管理ができるように簡易な分水工を設ける。
- ✓ 地形勾配から、幹線用水路、ほ場内水路などのほ区长辺方向の用水路は 1/500 を基本とし、二次用水路などのほ区短辺方の用水路は、地形勾配から 1/200 を基本に縦断計画を行う。
- ✓ 各用水路の流末は排水路に接続し、余剰水や用水操作遅れによる用水を安全に流下できる構造とする。
- ✓ 幹線用水路及び二次用水路は、鉄筋コンクリート造とし、最小断面は施工性・ゲートの汎用性等から一般的に適用されている 300 mm×300 mm とする。

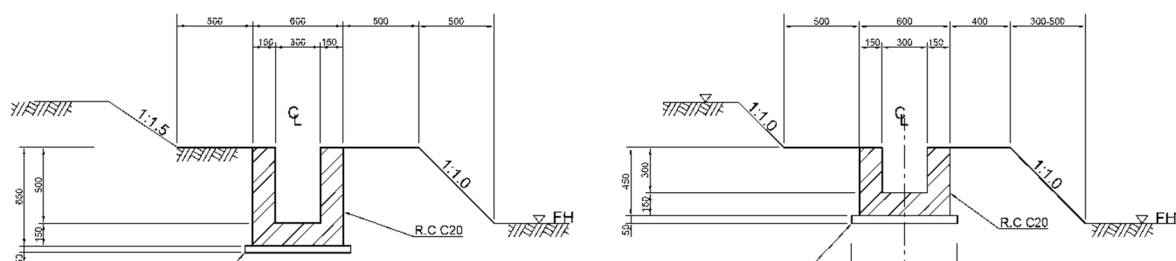


図 3-2-52 幹線用水路標準断面図(左)と二次用水路標準断面図(右)

- ✓ ほ場内水路は、経済性及び栽培する耕区に合わせた取入口の改変が容易なように土水路とする。ただし、計画上の取入口として、ほ区ごとに 4 箇所設ける水口はコンクリート構造とする。
- ✓ 幹線用水路から二次用水路の分岐部は、スルースゲートによる分水工を設置する。
- ✓ 二次用水路からほ場内用水路の分岐部は、角落しとバルブによる分水工を設置する。
- ✓ ほ場内に設ける水口は、角落しによる堰上げでほ場に分水する構造とする。

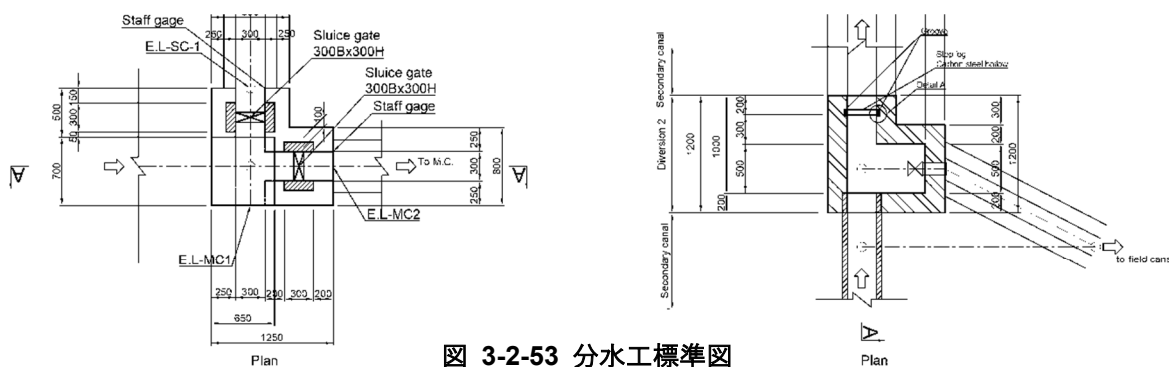


図 3-2-53 分水工標準図

1) 灌漑用水路の設計

用水路断面は等流計算により設計流量を安全に流下可能な断面とする。水路勾配は地形勾配及びほ場計画標高から、横断方向を 1/500、縦断方向を 1/200 を基本とし、等流水深はマニング式により算定した。また、維持管理・施工性を考慮してコンクリート水路の最小断面は 30 cm × 30 cm とした。なお、幹線用水路には余水吐を設けず、取水ゲート操作遅れ等による無効放流は、二次水路を経由して中央排水路へ放流できるように SC-3 と SC-4 の水路断面は幹線用水路の設計流量を流下可能な断面とした。

下表に決定した水路断面、次頁に水理計算結果を示す。

表 3-2-56 用水路区分ごとの水路断面検討結果

区分	区間	設計流量(m ³ /s)	構造	断面(B×H)	勾配	備考
幹線用水路	取水工～Block4	0.062	RC	0.3 x 0.5	1/500	
二次用水路	縦断方向	0.012~0.019	RC	0.3 x 0.3	1/200	
ほ場内用水路	各ほ区	0.012	土水路	0.2 x 0.3	1/500	側法勾配1:0.5

表 3-2-57 用水路の水理計算結果

計算条件

路線名	MC-H	SC-H	SC-V	FC
流量	Q (m ³ /s) = 0.062	0.019	0.019	0.012
勾配	I = 1/500	1/500	1/200	1/500
水路底幅	B (m) = 0.30	0.30	0.30	0.20
壁高	h1 (m) = 0.50	0.30	0.30	0.30
小段幅	b (m) = 0.000	0.000	0.000	0.000
水路側壁勾配	1 : m1 = 0.000	0.000	0.000	0.500
水路法面勾配	1 : m2 = 0.00	0.00	0.00	0.00
粗度係数(底版)	n1 = 0.015	0.015	0.015	0.030
粗度係数(側壁)	n2 = 0.015	0.015	0.015	0.030
粗度係数(小段)	n3 = 0.030	0.030	0.030	0.030
粗度係数(法面)	n4 = 0.030	0.030	0.030	0.030

計算結果

等流水深	h (m) = 0.318	0.127	0.091	0.157
水面幅	B' (m) = 0.300	0.300	0.300	0.357
通水断面積	A (m ²) = 0.095	0.038	0.027	0.044
潤辺	P (m) = 0.935	0.554	0.482	0.551
径深	R (m) = A/P = 0.102	0.069	0.057	0.079
合成粗度係数	n = 0.015	0.015	0.015	0.030
流速	V(m/s) = 1/n · R ^{2/3} · I ^{1/2} = 0.650	0.500	0.696	0.275
速度水頭	hv (m) = V ² /2g = 0.022	0.013	0.025	0.004
フルード数	Fr = V/√(g*h) = 0.369	0.449	0.736	0.222
流量	Q' (m ³ /s) = A · V = 0.062	0.019	0.019	0.012
誤差判定	Q-Q'	0.000	(0.000)	(0.000)
		OK	OK	OK
余裕高	Fb1(m)	0.094	0.072	0.081
0.07h+hv+(0.05~0.15)	Fb2(m)	0.194	0.172	0.181
必要壁高	H1	0.412	0.199	0.173
	H2	0.512	0.299	0.273
決定壁高		0.500	0.300	0.300

(5) ほ場整備

ほ場整備の主要な検討・決定事項は以下のとおりである。

- ✓ ほ区の区画は、栽培管理、水管理、農業機械の走行性から、本邦での標準事例を参考に長辺長 100 m、短辺長 50 m の 1 区画 0.5 ha とし、ほ区内は同一標高で均平を図る。
- ✓ 用水路と排水路は分離する。
- ✓ 原原種・原種種子生産の栽培に必要な離隔（10 m）を確保するため、各ほ区の周囲には用排水路及びほ場内道路を配置し、それぞれのほ区を分離する平面計画とする。
- ✓ ほ場造成は、現地調査結果から表土厚 20 cm を表土扱いとし、ほ区内を同一標高で均平に基盤造成後、表土戻しを行う。
- ✓ ほ場内道路は、農作業機械の走行性を確保するため、現地試掘調査で確認された表層の黒土 50 cm を置換える。

(6) ほ場内施設

図 3-2-54 にはほ場内施設の配置計画を示す。ほ場内施設の施設計画は、以下の考えで設計した。

- ✓ ほ区は、畦畔により長辺方向に 4 つの耕区（1 耕区=0.5 lima）に分割し、耕区ごとに栽培・水管理ができるよう付帯施設を設置する。これは、種子生産が多品種にわたることや、栽培管理のしやすさに配慮したものである。具体的には、水口工や水尻工を耕区ごとに設置する。

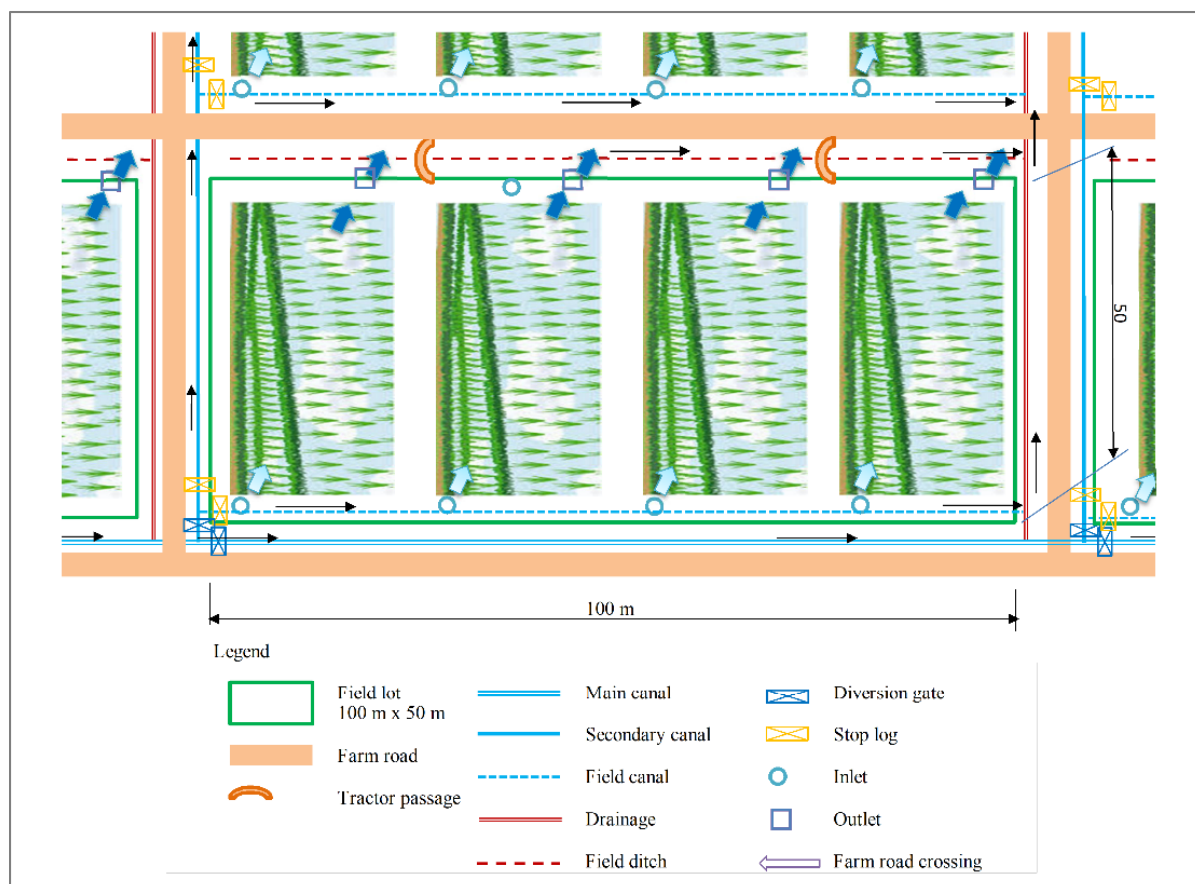


図 3-2-54 ほ場内施設の配置図

1) ほ場内用水路

- ✓ ほ区内に設けるほ場内用水路は、地形勾配から長辺方向に設置し、水口工を4箇所/ほ区に設置する。

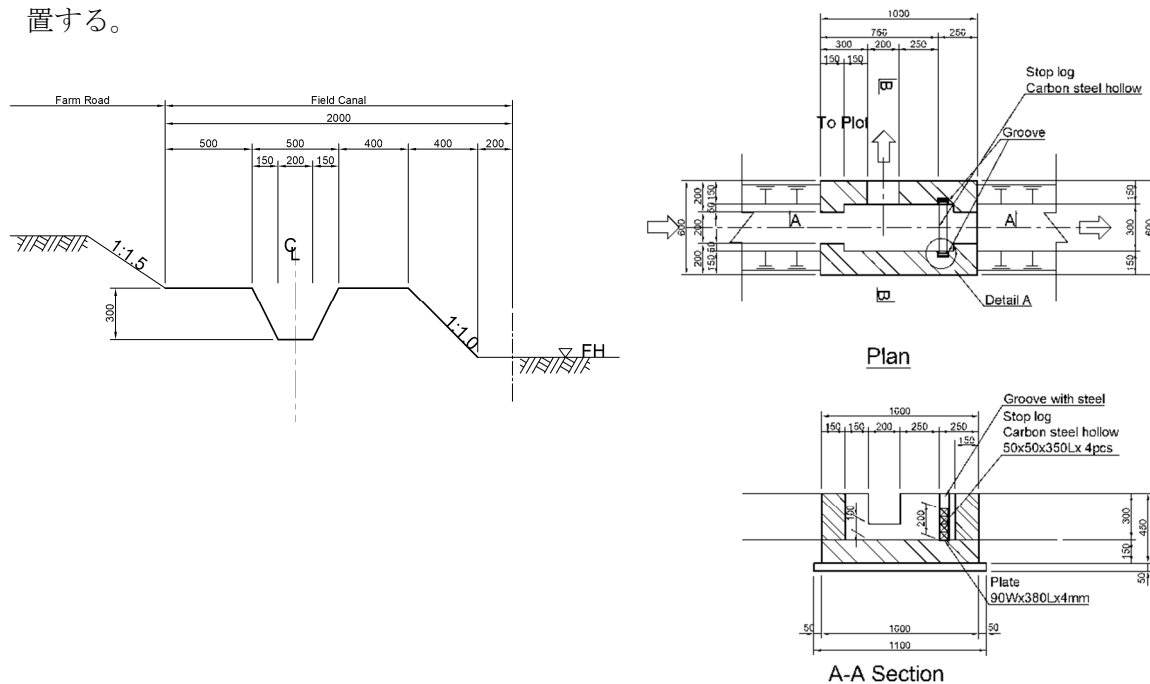


図 3-2-55 ほ場内用水路(左)と水口工標準図(右)

2) ほ場内排水路

- ✓ ほ場内排水路は土水路とし、長辺方向の下流側（北側）に設置し、短辺方向下流（東側）に設けた排水路へ接続する。
- ✓ ほ場内排水路はほ場と排水路の高低差を十分に確保し、整備される場内の排水機能を強化し、長辺方向に設置し、水尻工を4箇所/ほ区に設置する。

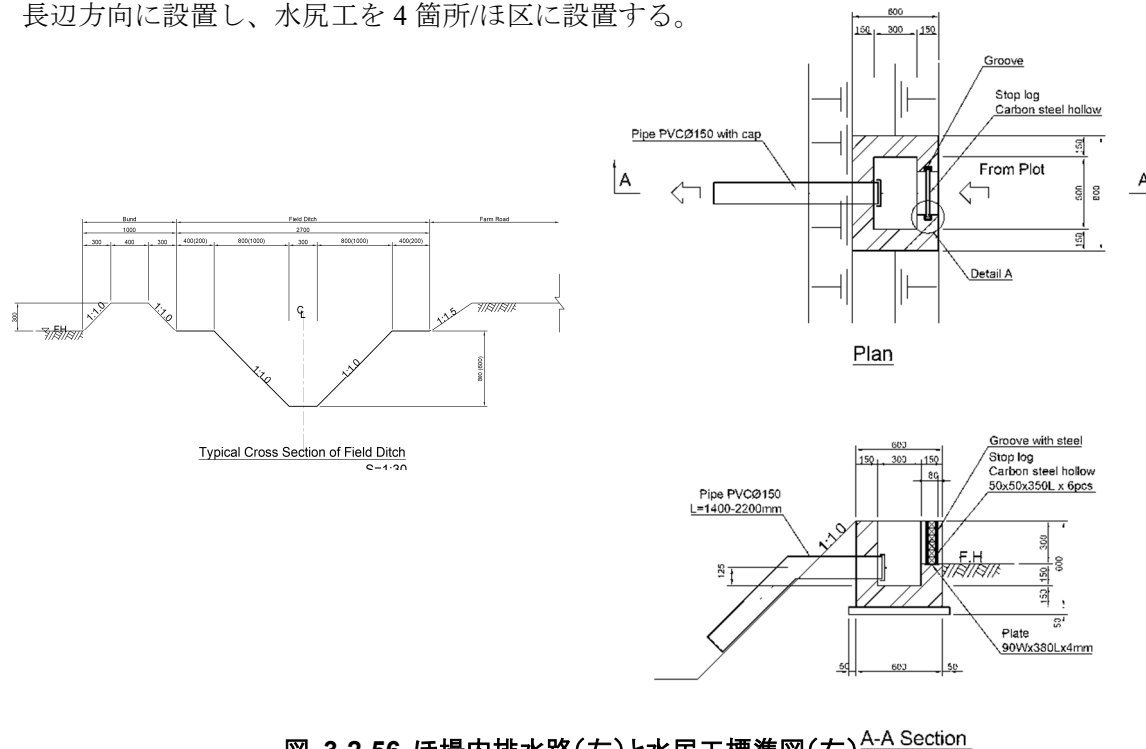


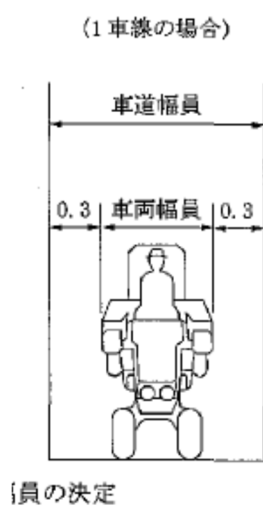
図 3-2-56 ほ場内排水路(左)と水尻工標準図(右) A-A Section

(7) 農道

農道は、現況のほ場面に設置する計画となるが、土壌調査結果、現況ほ場の位置する谷地部は、表層に粘性土の黒土が 50 cm 程度あり、その下に砂質系土壌が分布することが確認されている。コーンペネトロメータによる試験結果、表層の黒土の地耐力は十分ではなく、農道として利用する場合、その置き換えが必要である。したがって、路床部に位置する表層の黒土 約 50 cm をラテライトで置換えた後、路盤材及び舗装材を敷設する計画とする。

農道の幅員は、一般車両の通行が想定されないことから、1車線道路として計画し、作業機械の内 最大幅員となるトラクター幅から以下のように決定した。

- トラクター幅 2.3 m
- 車道幅員 0.3 m + 2.3 m + 0.3 m = 2.9 m → 3.0 m
- 路肩 0.5 m
- 全幅員 0.5 m + 3.0 m + 0.5 m = 4.0 m



名称	幅員(m)	高さ(m)	名称	幅員(m)	高さ(m)
乗用車	1.7	2.0	ディスクハロー (マウント)	2.3	
大型トラック (58.8kN以上)	2.5	3.8	ライムソウ (700L級) (マウント)	3.5	
小型トラック (19.6kN)	1.7	2.8	ロールベアラ	1.7	2.4
軽自動車 (軽トラック)	1.5	2.0	ファームワゴン (自走式、牽引式)	2.0	2.5
耕うん機 (3.7kW未満)	0.6		スピードスプレーヤ (400L)	0.9~1.1	2.0
〃 (3.7kW以上)	0.8		〃 (500~1000L)	1.5	2.0
乗用トラクタ (22.1kW未満)	1.3	2.0	コーンハーベスタ (自走式、牽引式)	2.4	3.7
〃 (22.1kW級)	1.7	2.0	フォーレージハーベスタ (自走式、牽引式)	2.4~3.1	3.6
〃 (36.8kWを超える)	2.3	2.8	ポテトハーベスタ (牽引式)	3.0	3.0
コンバイン (2条)	1.6	2.0	〃 (自走式)	2.5	3.0
〃 (3, 4条)	1.7	2.0	田植機 (4条)	1.6	1.5
〃 (5条)	2.0	2.7	〃 (5条)	1.9	1.5
〃 (6条)	2.3	2.7	〃 (6条)	2.2	1.6
〃 (58.8kW級)	2.3	2.0	〃 (8条)	2.2	1.7
〃 (88.3kW級)	3.8	2.9	水田用栽培管理ビークル	2.0	1.8
自転車	1.0		汎用いも類収穫機	2.2	2.8
トレーラ (牽引式)	1.9	1.3	風筒式防除機 (歩行型)	1.0	
ドリルシーダ (マウント)	3.0		果樹用管理ビークル	0.9	
鎮圧ローラ (牽引式)	2.4		小型クローラ運搬車	0.6	1.0
マニュアルスプレッド (自走式、牽引式)	2.0	2.8			
プラウ	2.5				

表-8.5.2 路肩の幅員 (単位: m)

車道幅員	歩道等を設けない場合						歩道等を設ける場合					
	一般部		橋梁部		トンネル部		一般部		橋梁部		トンネル部	
	標準	特例	標準	特例	標準	特例	標準	特例	標準	特例	標準	特例
6.5m	1.0	0.5	0.75	0.5	0.5	-	0.5	0	0.5	0.25	0.5	0.25
6.0m	0.75	0.5	0.75	0.5	0.5	-	0.5	0	0.5	0.25	0.5	0.25
5.5m	0.75	0.5	0.75	0.5	0.5	-	0.5	0	0.5	0.25	0.5	0.25
5.0m以下	0.5	0.25	0.5	0.25	0.5	0.25	0.5	0	0.5	0.25	0.5	0.25

- 注1) 橋梁部とは、延長50m以上の橋梁をいう。
- 注2) 特例値の0.25mは、構造令の適用を受ける道路にあつては0.5mに読み替えて適用すること。
- 注3) 歩道等を設ける場合の一般部の特例値0mについては、区画線の設置を考慮し0.25mを確保することが望ましい。

出典: 『土地改良事業設計基準「農道」』

図 3-2-59 車道幅員の決定根拠

(8) アクセス道路

1) 幅員及び幾何構造

ZARI 敷地内に設置される道路となるため、道路の構造についてはザンビア国内の農道（Farm to Road）整備の際に適用されている農道基準（FAO. 2011. Rural structures in the tropics. Design and development）を基本とし、地方道の道路設計基準（Ministry of Housing and Infrastructure Development, Low Volume Roads Manual Volume 1 Pavement Design, Volume 2 Geometric Design and Road Safety, November 2019）にて補完する。

アクセス道路の幅員及び幾何構造の基本は、以下とする。

- ・幅員：4.0 m
- ・縦断勾配（最大縦断勾配 6%：平地）
- ・横断勾配（6%：5-7%の中間値を採用）
- ・最小曲線半径（R=15、推奨 R=30 以上）

建築施設エリアからほ場を結ぶアクセス道路は、建設重機や作業員のスムーズなアクセスを可能にするため、施工期間の初期段階にて整備する。

また、施工期間中に表層等の傷みや轍等の発生が懸念されることから、施工中の舗装（表層部）は仮舗装と位置づけ、全体工期の最終段階にて表層を仕上げ、工事中における路盤の破損個所については、最終的に補修を行う計画とする。

2) 舗装構成

CBR 試験結果により、アクセス道路の舗装構成は、Low Volume Roads Manual Volume 1 による” Minor Gravel Roads” の舗装構成を適用し、表層 150 mm、路盤 200 mm とする。いずれも、ZARI 敷地内の土取場から採取されるラテライト材を使用する。

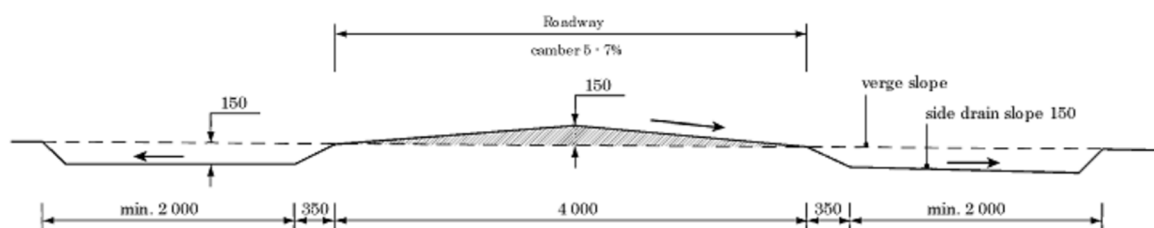


図 3-2-60 土舗装の標準横断(FAO, 2011)

3-2-4-9 仮設計画

(1) 土取場計画

ZARI 敷地内の土取場を選定するため、衛星画像から表層部にラテライトが賦存していると推定された疎開林の分布が多いエリアを中心に現地踏査し、道路築堤材及びため池盛土材に適した材料を得られる範囲を概定し、試掘調査及び室内土質試験を行った。図 3-2-61 に選定した土取場位置図、表 3-2-58 に試掘調査結果を示す。



図 3-2-61 土地利用申請に用いた土取場位置図

試掘調査結果、道路盛土材料として適すると判断された土取場 1、堤体盛土材料として適すると判断された土取場 3、及び両者を補完する予備的な土取場 2 を土取場候補として、各テストピットからサンプリングし、室内土質試験を実施した。試掘調査結果及び室内土質試験結果から、各土取場を以下の方針で利用する計画とする。

表 3-2-58 土取場の試掘調査結果と利用区分

土取場	概定面積	用途	試掘結果と盛土材利用計画
土取場 1	0.8 ha	道路用盛土材	土取場の東側(TP1,TP2)の地表面下 20 cm 以深において、レキを含む固結していないラテライトの賦存が確認された。西側(TP3,TP4)ではレキをほとんど含まないラテライトを確認した。したがって、西側から掘削を開始し、路床及び路盤材料に利用し、東側の良質なラテライトを表層に利用する。
土取場 2	1.2 ha	道路用盛土材と堤体盛土材の予備	土取場 2 の東側(TP5)ではレキの含有率が高いラテライト、西側(TP6, TP7)ではレキの含有率が小さいラテライトが確認されている。土取場 2 は、土取場 1, 3 で盛土材料が不足した場合の予備的な土取場として準備する。
土取場 3	1.6 ha	堤体盛土材	土取場南側(TP8)では、レキの含有率が低いラテライトが確認され、堤体盛土材料として適している。北側(dambo 側)に近づくにつれ、レキの含有率が高いラテライトが表層部に出現するのが確認できた。したがって、堤体盛土材料としては、土取場 3 の南側から掘削を開始し、堤体天端部の盛土材料には多少レキを含む北側の材料を利用する。

3-2-5 概略設計図

3-2-5-1 建築施設

本事業に係る建築施設の計画図面は以下のとおりである。設計図面は、資料 5-1 建築概略設計図面に添付する。

表 3-2-59 建築施設 図面目録

No	図面名称
1-1	マウント・マクル 建築施設配置図
1-2	マンサ 建築施設配置図
1-3	マンサ ほ場研修倉庫配置図
2-1	稲研修施設(マンサ) 平面図
2-2	稲研修施設(マンサ) 立面図1
2-3	稲研修施設(マンサ) 立面図2
2-4	稲研修施設(マンサ) 断面図
3-1	稲処理施設(マウント・マクル及びマンサ) 平面図
3-2	稲処理施設(マウント・マクル及びマンサ) 立面図1
3-3	稲処理施設(マウント・マクル及びマンサ) 立面図2
3-4	稲処理施設(マウント・マクル及びマンサ) 断面図
4-1-1	農業機械車庫(マウント・マクル) 平面図
4-1-2	農業機械車庫(マウント・マクル) 立面図1
4-1-3	農業機械車庫(マウント・マクル) 立面図2
4-1-4	農業機械車庫(マウント・マクル) 断面図1
4-1-5	農業機械車庫(マウント・マクル) 断面図2
4-2-1	農業機械車庫(マンサ) 平面図
4-2-2	農業機械車庫(マンサ) 立面図1
4-2-3	農業機械車庫(マンサ) 立面図2
4-2-4	農業機械車庫(マンサ) 断面図1
4-2-5	農業機械車庫(マンサ) 断面図2
5	ドライヤード(マウント・マクル及びマンサ) 立面図及び断面図
6-1	電気機械室(マウント・マクル及びマンサ) 平面図
6-2	電気機械室(マウント・マクル及びマンサ) 断面図
7-1	ほ場研修倉庫(マンサ) 平面図
7-2	ほ場研修倉庫(マンサ) 断面図

3-2-5-2 土木施設

本事業に係る土木施設の計画図面は以下のとおりである。設計図面は、資料 5-2 土木概略設計図面に添付する。

表 3-2-60 土木施設 図面目録

NO	図面名称
【ため池施設】	
101	マンサ研究所施設配置図
102	ため池一般計画平面図
103	ため池標準断面図
104	洪水吐構造図
105	取水工構造図
106	バルブハウス計画図
【ほ場整備】	
201	ほ場整備標準断面図
202	用水路計画平面図
203	排水路計画平面図
204	耕作道路計画平面図
205	灌漑施設・排水路 構造図
206	道路横断工構造図
207	進入路構造図
【アクセス道路】	
301	アクセス道路計画平面図
302	アクセス道路標準断面図

3-2-6 施工計画/調達計画

3-2-6-1 施工方針/調達方針

(1) 機材選定の基本方針

機材選定の基本方針は以下のとおりである。

- 現在実施中の技術協力プロジェクト MOREDeP が行う灌漑稲作指導研修及び ZARI のイネ種子生産に必要なとされる機材を調達することとし、トラクター、田植え機及びコンバイン等主要機材については、水稻稲作技術が発達した本邦メーカー製の機材を調達する。
- また、種子乾燥機及び精米プラントについては、ザンビア国で生産される長粒種に適用可能な機種を選定する。
- 試験・研究用機材については、イネの品質や形状を検査、測定するために最低限必要な基本的な機材を選定、調達する。
- 種子生産はマウント・マクル研究所及びマンサ研究所それぞれにおいて実施されるものの、対象ほ場面積がそれぞれ 1.5 ha 及び 6.5 ha であるため、マウント・マクル研究所では、研修用機材と併用して種子生産を行うこととし、マンサ研究所には種子生産用機材一式を調達する。
- スペアパーツは、各メーカーの勧める初期交換部品及び消耗品について、本体価格の 5% を基準に本体と同時に調達する。
- 据付が必要な種子乾燥機及び精米プラントについては、メーカーからの技術者を派遣し、据付及び初期操作指導を行うものとする。
- 機材のメーカー保証期間は 1 年間とする。
- 主要機材のアフターセールスサービスについては、調達契約者に対し現地での維持管理及びスペアパーツ調達の窓口として、代理店契約をすることを入札条件として義務付ける。

(2) 建築施設

建築施設における施工方針/調達方針を以下に示す。

1) 施工方針

建物の構造強度等に係わる基準は日本の設計基準を考慮し、工法はザンビア国で多く採用されている鉄筋コンクリート・ラーメン構造による柱・梁、コンクリート・ブロック積の上、モルタル塗り、塗装仕上げによる壁を基本方針とする。

2) 調達方針

セメント、型枠、鉄筋等の主な土木建設資材はマンサにおいても調達可能なものもあるが取扱店が限定的であり、首都ルサカから調達する方針とする。

3-2-6-2 施工上/調達上の留意事項

(1) 全体共通事項

1) 建設場所

ザンビア国における主要な建設業者は首都ルサカ市に多い。建設予定地であるマウント・マクルはルサカ市南部に位置し、比較的容易に技能工、また労働力を得やすい環境にある。一方、マンサはマウント・マクルから北に 770 km 離れた場所に位置する。本事業の建築工事は 2 サイト同時に進める必要があるため、この点に留意し、建設業者の選定を行う。

2) 工程管理

ザンビア国では 12～4 月が雨期にあたり、特に 12～2 月の降雨量が非常に多いことから、あらかじめこの時期を考慮して事前に資機材搬入計画を策定し、工程への影響を最小限に留めるようにする。仮設計画は、建設用地内に冠水しない仮設エリア・仮設道路を確保することに留意し、雨期に対応した基礎工事や外構工事等の工程遅延防止策が必要である。

特に、業者契約締結から雨期までの期間が当初想定より短くなっている点に留意の上、工程計画を検討する。これを含めて円滑な工事推進を図るため、ZARI を含む農業省担当官、施工業者及びコンサルタントが参加する会議を開催し、工程、安全、品質等について報告、協議を綿密に行い必要な措置を徹底させる。

3) 建設業者

業者選定にあたっては、過去の実績、技術力、資機材調達、労務管理能力、資本金等の施工能力を総合的に判断し、経験と信頼性の高い業者を選定し、遅滞なく工事の工程、品質管理を行うことが重要である。加えて、ルサカ市から遠く離れたマンサにおいても建設可能な建設業者を選定することに留意する。選定条件には、2 サイト同時に建設工事を進めるにあたり、十分な現地建設技術者、施工要員を動員可能か、建設機械を準備できるか、という観点を条件に含める。

現地建設工事会社の中には、技術力及び動員力を有し、元請となる本邦施工業者の下請け業者として機能するのに必要な能力を有する企業が見られることから、これらの企業を活用することを想定する。

4) 資機材調達

3-2-6-6 資機材等調達計画を参照。

5) 安全対策

建設現場では、作業員に対する安全確保に留意する。本計画建築施設は平屋建てで 30 m を超えるような高所作業はないが、外部足場の安全手摺設置のほか、必要に応じて作業員に対し転落防止ベルトの着用を義務付け、安全教育を徹底する。また、盗難等に対する防犯対策として、夜間も常駐の警備要員を配置する。

本事業実施につき、徹底した安全管理体制を確立するため、以下のとおり、施工計画の策定と併せて詳細に検討する。

- ・ ODA 建設工事安全管理ガイドンスに従い、工事請負業者に対し「安全対策プラン」及び「安全施工プラン」を作成させ、レビュー・策定し、安全管理に関する活動を適切に遂行する。

- ・ 現地監理者は携帯電話を携帯し、日本人関係者、ザンビア国関係者、病院等を網羅した緊急連絡網を整備し、関係者に周知徹底する。
- ・ 朝礼を励行し、作業開始前に当日の作業内容の確認や安全訓示を行う。
- ・ 作業開始前・終了時には、現場の見回りを徹底し、作業足場、支保工、手摺り等が安全な作業環境にあることを確認する。
- ・ 悪天候の場合は、作業床や搬入路が滑りやすくなり、転倒・転落の原因になることから、常にアクセス部分の点検を行い、良好な状態を確保する。
- ・ 新型コロナウイルス感染による関係者の健康と安全を確保し、工程への影響をできるだけ最小化するため、ザンビア保健省が定める感染拡大防止措置を確認し、必要な措置を講じる。

(2) 機材

上記、機材選定の基本方針にて記載のとおりである。

(3) 建築施設

建築施設における施工上／調達上の留意事項を以下に示す。

1) 仮設工事

- ・ 盗難及び第三者への事故防止に留意し、マウント・マクル研究所、マンサ研究所、マンサほ場研修倉庫における建設予定地の仮囲い設置及び警備員配置を計画する。

2) 土工事

- ・ マンサ研究所の計画地は南北方向約 100 m に対し高低差約 1 m の傾斜となるが概して平坦である。マウント・マクル研究所の計画地は南北方向約 100 m に対し高低差約 2 m の傾斜となる。地形の傾斜に合わせて、盛土を最小限とすることに留意し、切土による良好な地盤を活かした建築施設ごとのレベル計画とする。
- ・ 雨期に留意し、雨期前に基礎部の施工を完了するように施工業者の工事工程管理状況を監理する。
- ・ マンサ研究所があるルアプラ州マンサ、マウント・マクル研究所があるルサカ州チランガの両地域ともに各所で巨大な蟻塚が見られるため、蟻害に留意し、埋戻し時の基礎周りや土間下の地中に防蟻剤散布を行う計画とする。

3) 防水工事

- ・ 稲研修施設の居室部分、稲処理施設の種子貯蔵庫、電気機械室の屋根形式は、1/10 の緩やかな傾斜スラブ屋根に、地方都市マンサでの工事であることも留意し、施工容易な母屋組みの上、防水として溶融アルミニウム亜鉛合金めっき鋼板 0.8 mm 厚を敷設する計画とする（その他の施設や諸室はスラブを設けず、同鋼板のみを敷設する）。

4) 資機材調達

- ・ セメント、型枠、鉄筋等の主な土木建設資材はマンサにおいても調達可能なものもあるが取扱店が限定的であるため、資機材調達の遅れにより工事工程の遅延が発生しないように施工業者の調達管理状況を監理する。

(4) 土木施設

土木施設の施工については現況のアクセス道路では土木分野の改修対象施設であるため池やほ場にアクセスすることが困難となるため、雨期前にアクセス道路と仮設道路・仮廻し水路等を優先的に整備する計画とする。具体的な留意事項を以下に示す。

1) 仮設工事

- ・ 既存堤体の上流側に盛立てる改修計画としているため、本体工事前に落水を行い、施工箇所をドライな状態にする必要がある。貯水容量、工期、経済性等を総合的に評価の上、落水は自然排水を基本とし、一部水中サンドポンプを併用する。
- ・ 堤体上流側に工事用道路を兼ねた仮締切堤を設置し、上流側からの流入水はコルゲート管で既存堤体下流まで排水することで施工性を確保する。

2) アクセス道路工事

- ・ 施工期間中に表層等の傷みや轍等の発生が懸念されることから、施工中の舗装（表層部）は仮舗装と位置づけ、全体工期の最終段階に路盤の破損個所の補修を行った上で、表層を仕上げの計画とする。

3) ため池工

- ・ ため池の堤体盛立て箇所は不良土層を含む盛土材としての不適土は、表土 20 cm 厚さを剥ぎ、床掘部の掘削を行う。
- ・ 堤体盛土における撒出し・転圧は、堤軸に平行に行う。転圧に先立ち、草木根及びオーバーサイズ粒径の石が混入している場合には取り除く。
- ・ 1層の撒出し厚さ、転圧機械、転圧回数は、盛立試験を行い、所定の設計密度が得られるよう適切に設定する。
- ・ 洪水吐は施工区間を数ブロックに分け、各ブロックの低位置のスパンから打設することを原則とする。

4) ほ場整備工

- ・ ポータブルコーン貫入試験にて農業機械の走行性、表土厚さ、農道の置換え厚の検討を行った結果、表土厚 20 cm、農道下の置換え厚 50 cm と確認されたため、ほ場整備の中で表土剥ぎ及び農道下の置換え工を実施する計画とする。
- ・ 農道、用排水路、ほ場造成において、表土を一時仮置きし、基盤造成後表土戻しを行う。
- ・ 施工現場の排水性を確保するため、農道整備後、排水路掘削を優先的に行い、その後ほ場の面的整備を行う。

3-2-6-3 施工区分/調達・据付区分

本プロジェクトの実施は、無償資金協力事業の制度に従って、日本国政府とザンビア国政府との協力によって実施される。両国の施工／調達・据付区分は、以下のとおりである。

なお、特記なき限り、マウント・マクル及びマンサ研究所共通である。

表 3-2-61 施工／調達・据付区分

工事区分(負担項目)	日本国側	ザンビア国側	備考
1. 敷地の確保			
1) 敷地の確保		○	
2) 建築施設建設予定地の既存樹木の伐採・伐根		○	
3) 工事仮設用地の確保		○	
4) 建設予定地内の支障物(架空電線及び電柱)移設		○	
2. 機材調達・据付			
1) 本報告書に記載された機材の調達	○		
2) 上記以外の本プロジェクトに必要な機材		○	
3) 資機材仮置き場の確保		○	
4) 本報告書に記載された機材の据付	○		
5) 初期操作指導	○		
3. 施設建設(建築)			
1) 本報告書の設計図面に記載された施設の建設	○		
2) 建設中の仮囲い・仮設ゲート	○		
3) 施設建設後の塀等(安全フェンス・門扉)の整備		○	
【建築施設 特記事項】			
4) 給水配管工事(既存高架水槽から建設予定地内の接続点まで)		○	
5) 場外既存変圧器の増圧(100 kVA)工事		○	
6) 電気室受電盤への引き込み工事		○	
7) 機材調達家具以外の一般家具(カーテン、冷蔵庫等)		○	
8) LAN ケーブルの調達・配線工事	先行空配管は日本国側	○	ZARIにて建築施設の引渡し後に実施予定(稲研修施設)
9) 既存カンファレンス・ホール電気系統と非常用発電機の接続工事		○	ZARIにて建築施設の引渡し後に実施予定(マント・マクルのみ)。
4. 施設建設(土木)			
1) 本報告書の設計図面に記載された施設の建設	○		
2) 土取場の確保		○	既存樹木の伐採・伐根含む
3) ため池建設の支障物件の撤去		○	
4) 建設中の周辺住民への安全啓発		○	
5. 手続業務			
1) 施設建設に係る諸手続		○	
2) 免税手続き		○	
3) 内陸輸送費	○		
4) 通関手続き		○	
5) 銀行取極に基づく支払授權書の発給・支払手数料		○	
6) 環境に関する許認可、モニタリング、JICA 報告の費用		○	
7) 日本側負担経費以外の全ての経費		○	
8) 本プロジェクトの業務遂行のために入国、滞在する日本人に対する必要な便宜供与		○	

本プロジェクトでの調達資機材の引渡し場所は、機材リストに記された ZARI マウント・マクル研究所、及び ZARI マンサ研究所それぞれの施設とし、資機材の引渡しが行われるまでが日本側の負担事項となる。引渡し後の資機材の維持管理は、ザンビア国側により行われる。

3-2-6-4 施工監理計画/調達監理計画

本事業は、閣議決定を経て、両国政府間の事業実施に係る交換公文 (E/N) 及び JICA とザンビア政府間の贈与契約 (G/A) 締結後、ザンビア国責任機関と契約した本邦の設計・施工監理コンサルタントが、実施設計、入札業務、設計・施工監理業務を実施する。

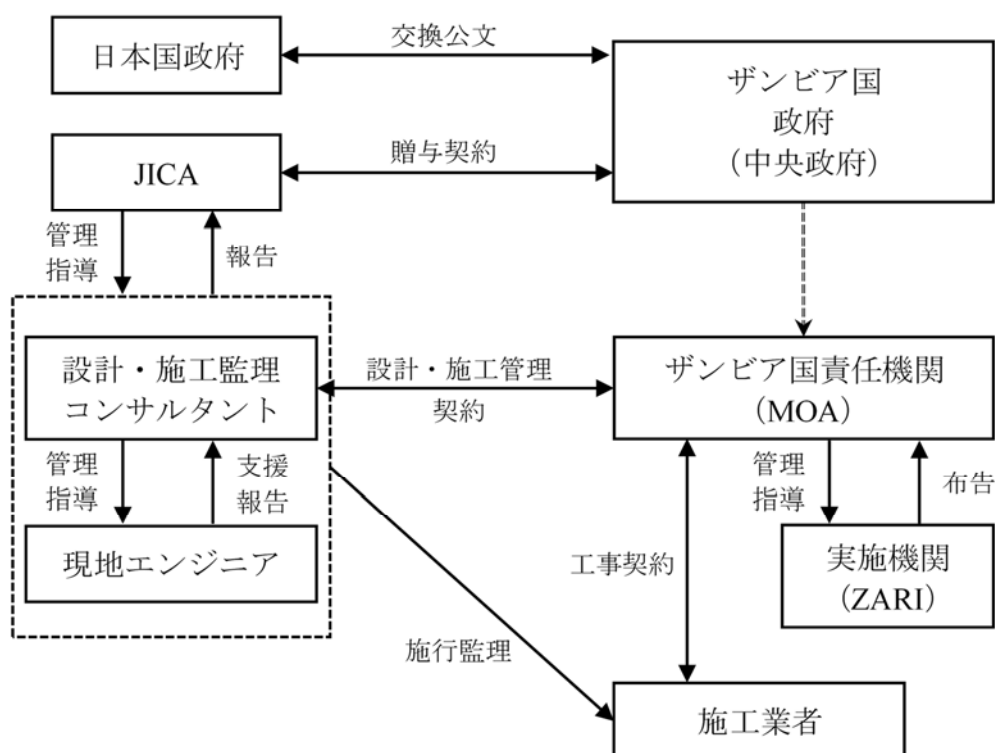


図 3-2-62 事業実施体制

(1) 実施設計・施工監理コンサルタント

JICA から推薦を受けた本邦コンサルタントが、ザンビア側責任機関と業務契約し、詳細設計の他、入札補助及び施工監理業務を行う。施工監理段階では、施工監理を行いつつ、関係機関との連絡・調整を行う。

設計・施工監理コンサルタントの役割は、下記のとおりである。

1) 実施設計段階

- ・ 現地調査を基に、基本設計の内容を補足・追加
- ・ 詳細設計図面及び数量計算書の作成
- ・ 設計仕様書及び入札関係書類の作成
- ・ 施設の施工計画、事業費積算書の作成
- ・ 準備調査時の設計と詳細設計の比較検討書の作成、提出事業対象サイトの詳細現況調査を行い、基本設計の内容を補足・追加する。

2) 入札段階

- ・ 責任機関、実施機関より入札図書の承認取得
- ・ 入札事前資格審査基準の作成とこれに基づく公示案の作成
- ・ 事前資格審査(P/Q)の実施、及び入札公示
- ・ 入札図書の説明、配布
- ・ 入札会の実施、入札結果の評価及び報告書の作成
- ・ 落札者決定及び業者契約締結の促進

- ・ 業者契約認証前審査及び認証の促進
- ・ 予備的経費対応業務（土木のみ）

3) 施工監理・調達監理段階

- 仕様書に記された工事の品質確保、進捗状況及び安全管理に関する確認を行い、定期的
に実施機関・ JICA に報告する。
- 施工業者から支払い請求があった場合には、出来高検査を実施し、実施機関・ JICA に
結果を報告する。
- 出荷前検査、船積前機材照合検査立会いを行う。
- 据付後検査、検収及び引渡し、納入確認を行う。
- 工事完了時に竣工検査を実施し、実施機関・ JICA に結果を報告する。
- 竣工検査 1 年後に瑕疵検査を実施し、実施機関・ JICA に結果を報告する。

(2) 要員計画

1) 実施設計段階

本邦コンサルタントの日本人技術者の構成は、以下の体制とする。業務主任は土木分野を
管理するとともに、機材総括・建築総括と連携・調整の上、三分野全体の統括を行う。機材総
括及び建築総括は各分野の専門家の管理を行うほか、業務主任への報告・相談を遅滞なく行
う。

分野	専門分野	人数
機材	機材総括、調達設計・監理	2
建築	建築総括、建築設計-1、建築設計-2、構造設計、設備設計-1、設備設計- 2、積算-1、積算-2、	8
土木	業務主任、灌漑施設設計-1、灌漑施設設計-2、施工計画／積算（土木）	4
計		14

2) 入札図書作成段階

実施体制を以下に示す。このうち、業務主任、建築総括、機材総括、調達設計・監理、入札図書
作成（土木）の計 5 名は、入札図書承認を得るため、相手国に渡航する。

分野	専門分野	人数
機材	機材総括、調達設計・監理	2
建築	建築総括、入札図書作成（建築）	2
土木	業務主任、入札図書作成（土木）	2
計		6

3) 入札段階

入札は、本邦で実施する。入札段階においても三分野で異なる専門性への対応が要求され
るため、以下に示すとおり各分野の入札管理（調達監理）担当を配置する。

分野	専門分野	人数
機材	機材総括、調達設計・監理	2
建築	建築総括、入札管理（建築）	2
土木	業務主任、入札管理（土木）、予備的経費対応	3
計		7

4) 施工監理・調達監理段階（瑕疵検査を含む）

施工監理時には、首都ルサカのマウント・マクル研究所とマンサ研究所が 770 km（陸路で片道約 10.5 時間）離れた場所に位置することに加え、専門性の異なる建築・土木の同時施工となることから、常駐施工監理技術者をマンサに建築担当 1 名、土木担当 1 名の計 2 名を配置する。また、機材据付時、建築構造・設備工事時、土木品質管理会議時等、それぞれの分野で必要とされる時期にスポット管理として技術者を派遣する。

分野	専門分野		人数
	常駐	短期渡航（スポット管理）	
機材		機材総括、調達設計・監理	2
建築	常駐施工監理（マンサ）	建築総括、施工監理（構造）、施工監理（設備）、瑕疵検査	5
土木	常駐施工監理（マンサ）	業務主任	2
	計		9

3-2-6-5 品質管理計画

(1) 品質管理会議

本事業の土木施設に関して、品質管理に課題が見られるアフリカの土木案件であることから、工事の品質確保のため品質管理会議を開催する。

品質管理会議は、案件関係者（先方実施機関（施主）、コンサルタント、施工業者及び JICA）が、工物品質の確保に向け継続的に共通理解を図ることを目的とする。会議は、準備段階から定期的に一堂に会し、当該案件の準備調査及び詳細設計段階からの留意事項等につき認識を共有するとともに、施工開始後においては、定期的に施工現場の改善状況等をモニタリングする。

本事業では、土木施設の工事を対象に工事契約後の着工前の準備段階で第 1 回品質管理会議を実施し、着工前の品質管理項目の確認、品質管理及び安全管理上の留意事項について共通理解を図る。第 2 回品質会議は、工期の中間段階でかつ土工事が本格化する雨期明けの 4 月を目処に開催し、ほ場整備及び堤体築堤に関わる品質管理を中心にモニタリングを実施する。

なお、会議は、施主が主催し、コンサルタントが、会議の準備・調整等の事務局機能を担う。

(2) 品質管理項目

主な品質管理項目を次頁表 3-2-62 に示す。

表 3-2-62 施工監理時の主な品質管理項目

工事名	管理項目	試験(検査)方法	試験頻度
ため池堤体工事	堤体材料	土質試験(含水比、液性・塑性指数、粒度試験、土の密度試験、締固め試験)	土取場ごとに3箇所×3試料
	盛立試験	試験施工(捲出し厚×転圧回数)	土取場ごとに1回
	地耐力	基礎地盤面の確認(目視、触診)	
	堤体工	出来形検査(基準高、堤幅、法長、延長)	20 mに1箇所
	堤体締固め度	現場密度試験、含水比管理	層ごとに3箇所
	堤体の透水性	現場透水試験	層ごとに3箇所
ほ場整備工	均平度	単点測量	3点/10a
土工事	長期許容支持力	簡易支持力測定	直接基礎の場合
	締固め度	目視検査(30 cm ごとのランマー締固めの確認)	基礎周辺全箇所
	根伐り法面角度 床付精度	計測(1:0.8 以上勾配) 計測	
	搬入土質検査	粒度試験	土取場1箇所
型枠工事	出来形	寸法検査・写真	全部材
	材料検査	板厚・材質・変形	全部材
	組立検査	目視(隙間・補強材・スペーサー)	全部材
鉄筋工事	引張強度	引張強度試験(JIS、ASTM 等規格以上)	サイズ・鋼種ごと1回
	品質全般	ミルシート(オリジナル) ※コピーの場合は、タグの確認を行う。	サイズ・鋼種ごと1回
	配筋検査	本数・径・鉄筋間隔・継ぎ手長さ・定着長さ・被り厚さ	コンクリート打設前・全箇所
コンクリート工事	骨材粒度	振り分け試験	1回
	試験練り	配合・水セメント比・圧縮強度・スランプ・塩分濃度試験	1回
	圧縮強度	圧縮強度試験(設計基準強度+補正值+割増し)	打設部位ごと1回
	スランプ	スランプ試験	打設ごと
	塩化物量	カンタブ試験	打設部位ごと1回
	コンクリート温度	打込み時コンクリート温度(35℃以下)	打設ごと
	出来形(型枠解体後)	計測	全部位
建具工事	建具品質	目視・計測	搬入時
電気工事	電線	絶縁テスト、通電テスト	
給排水工事	給水/排水管の漏れ	水圧テスト/通水テスト	
空調換気設備工事	設備機器品質	動作確認	設置後

3-2-6-6 資機材等調達計画

(1) 機材の調達計画

1) 機材調達予定国

本計画における機材の調達先は表 3-2-63 のとおりである。家具を除く、全機材において、本邦メーカー製機材を調達条件とし、本邦メーカー製品であれば第三国が原産国となることを問わない。ただし、トレーラーについては、本邦メーカー製のみならず、第三国製品を認める。

また、家具については、現地調達を行うこととする。

表 3-2-63 機材調達予定国

No	機材名	総数量	調達国
1	乗用トラクター40HP	3台	日本及び本邦メーカー製造国
2	ディスクプラウ	3台	日本及び本邦メーカー製造国
3	ディスクハロー	3台	日本及び本邦メーカー製造国
4	ロータリーティラー	3台	日本及び本邦メーカー製造国
5	播種機(稲用)	3台	日本及び本邦メーカー製造国
6	畦塗機	2台	日本及び本邦メーカー製造国
7	トレーラー	2台	日本及び DAC 加盟国
8	水田車輪	3セット	日本及び本邦メーカー製造国
9	田植機	2台	日本及び本邦メーカー製造国
10	コンバインハーベスター	2台	日本及び本邦メーカー製造国
11	ミニ精米プラント	2台	日本及び本邦メーカー製造国
12	種子乾燥ユニット	2式	日本及び本邦メーカー製造国
13	マイクロバス	2式	日本及び本邦メーカー製造国
14	冷凍庫	2台	日本及び本邦メーカー製造国
15-16	維持管理用機材	2式	日本及び本邦メーカー製造国
17-40	試験研究用機材	各数量	日本及び本邦メーカー製造国
41-56	家具類	各数量	ザンビア現地調達

2) 輸送計画

本計画で調達される機材の輸送は、日本側の経費負担により、調達契約業者がザンビア国内プロジェクトサイト（マウント・マクル及びマンサ）まで行う。

日本で調達される機材はコンテナ詰めされ、横浜あるいは東京など京浜地区の主要港から海上輸送され、タンザニア連合共和国ダルエスサラーム港で陸揚げされる港で通関後、ザンビア国に向け陸上輸送される。

農業生産用機材、収穫後処理機材及び試験研究用機材をそれぞれのサイトに向け、まとめてコンテナに詰め輸送することが最も効率的かつ経済的であると考えられる。

3) 据付工事（施工）計画

本計画で調達される機材のうち、据付工事を必要とする機材として、ミニ精米プラント及び種子乾燥ユニットがあり、それぞれマウント・マクル研究所及びマンサ研究所に1式ずつ据え付けられる。据付工事は日本又は第三国からメーカーの技術者を派遣し実施し、同時に調整・試運転を行う。

(2) 建設資機材の調達計画

1) 労務

施工監理技術者（土木、建築）と熟練工（鉄筋工、型枠工、建機オペ、設備工等）は首都ルサカ又はマンサから調達可能である。また普通作業員、運転手、警備員等は現地マンサから調達する。

2) 施工機械

本事業で想定される主な施工機械は、バックホウ、ブルドーザ、振動ローラ、ダンプトラック、グレーダ、コンクリートミキサ等であるが、マンサにおける重機の確保は厳しいため、首都ルサカにおける建設会社からの調達を計画する。

3) 建設資材

セメント、型枠、鉄筋等の主な建設資材はマンサにおいても調達可能であるが取扱店が限定的であるため、首都ルサカからの調達となる。また、ため池堤体築堤材料、農道及びアクセス道路の盛土材料として用いるラテライトは ZARI 敷地内の土取場からの掘削・運搬を計画する。骨材についてはクラッシャープラント（碎石生産量 80 トン/日）を保有する業者がマンサ郊外に 1 社存在し、採掘認可取得済みであることを確認している。

なお、建築資材は南アフリカからの輸入品が多いものの、多くの資機材がザンビア国内流通品にて調達が可能である。本計画で採用する主要建設資機材は、概ねザンビア国内での調達が可能（市場に出回っている輸入資材も含む）な資機材とする。ため池取水施設のうち、取水ゲート、SGP 管、フランジアダプタ、仕切弁等は現地における加工・調達が困難であるため、本邦からの調達・輸送を計画する。主な資機材等調達先は、表 3-2-64 のとおりである。

表 3-2-64 主要資機材等調達先

資機材名	調達先	生産地		備考
	現地	現地産	輸入品	
建設工事				
ポルトランドセメント	○	○		国内入手可能(原料は輸入)
コンクリート用骨材	○	○		国内入手可能
木材	○	○	○	〃
型枠材	○		○	国内入手可能(南アからの輸入品)
鉄筋	○	○	○	国内入手可能
鉄骨	○		○	国内入手可能(材料は南アより輸入、加工・組立は国内)
コンクリート・ブロック	○	○		国内入手可能
インターロッキングブロック	○	○		〃
タイル	○		○	国内入手可能(南アからの輸入品)
塗装材	○		○	〃
システム天井、石膏ボード	○		○	〃
溶融アルミニウム亜鉛合金めっき鋼板	○		○	〃
鋼製建具	○		○	〃
アルミ製建具	○		○	〃
ガラスブロック	○		○	〃
ガラス	○		○	〃
電気設備工事 関連				
発電機、電気配線、照明器具、スイッチ類、機器類	○		○	国内入手可能(南アからの輸入品)
給排水衛生設備工事				
管材	○		○	国内入手可能(南アからの輸入品)
衛生設備機器	○		○	〃
空調換気設備工事				
空調設備機器	○		○	国内入手可能(南アからの輸入品)
換気設備機器	○		○	〃
建設機械 関連				
ダンプトラック、トラッククレーン、バックホウ、ブルドーザ、ロードローラ、タンバ、コンクリートミキサ車、コンクリートポンプ車	○	○		国内入手可能

3-2-6-7 初期操作指導・運用指導等計画

据付工事を実施する機材については、日本または第三国からのメーカー技術者が初期操作指導も実施し、併せて適正な維持管理のための日常メンテナンス指導を行うこととする。

また、乗用トラクター、コンバイン等の主な農業機械については、その初期操作指導及び保守管理指導のための技術者を調達契約業者から派遣することを入札条件に含める。

3-2-6-8 ソフトコンポーネント計画

本計画ではソフトコンポーネントは実施しない。

3-2-6-9 実施工程

E/N、G/A の締結から業者契約まで約 9 カ月、工事本工期 14 カ月、E/N 締結から引渡しまで 23 カ月を要する。施設引渡し後に先方負担事項で行うフェンス設置及び一般家具の据付・搬入に 3 カ月を見込み、プロジェクト完成まで計 26 ヶ月となる。

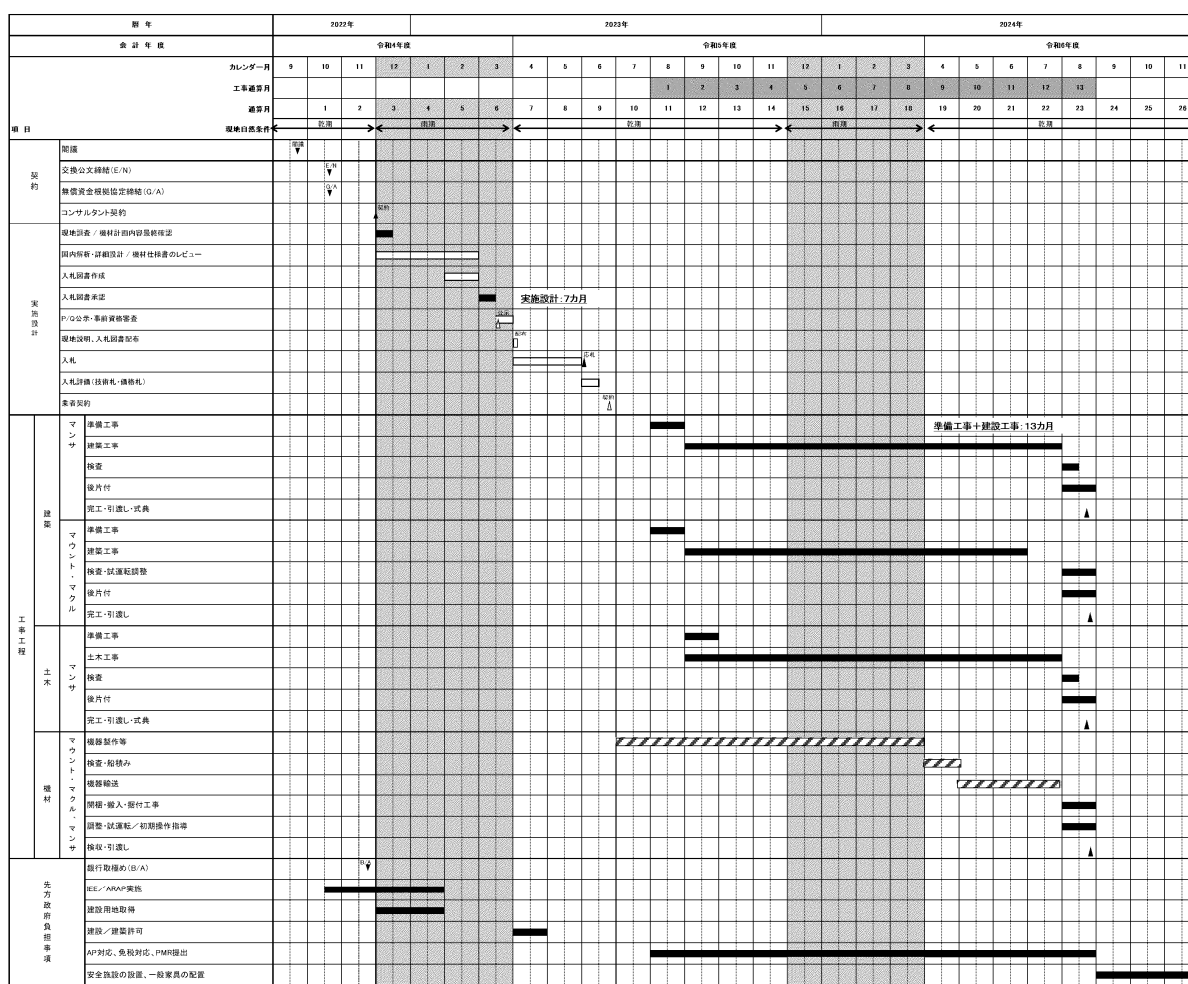


図 3-2-63 事業実施工程図

3-2-7 安全対策計画

事業実施予定地における治安脅威リスクとして、特記事項は確認されていない。

3-3 相手国側分担事項

ザンビア国側で負担する主な事項は、以下のとおりである。

表 3-3-1 主な相手国側分担事項

時期	負担項目	期限／備考
調査時	1) 用地取得に係る手続き	本調査にて両研究所の証明書コピーを取得済み
	2) 施設建設に係る建設予定地の確保	本調査にてマウント・マクル及びマンサの建設予定地の確保を ZARI から同意済み
	3) 施設建設に係る仮設工事用地の確保	本調査にてマウント・マクル及びマンサの仮設工事用地の確保を ZARI から同意済み
入札前	4) 銀行取極め (B/A) の手続き及び手数料負担	G/A 後、一カ月以内
	5) 環境に関する必要な許可の取得 (EPB)	工事開始前
	以下の用地確保 6) 計画敷地 7) 工事車両のアクセス 8) 近接する仮設・資機材置場 9) 土取場	入札公示前
	10) 詳細設計の承認	詳細設計完了時
	11) 本計画施設・建築に係る設計図書の承認取得	入札公示前 (MOA 及び ZARI が MoIHUD へ承認申請を行い、許可取得)
	12) 本計画施設・建築に係る建設の許可取得	入札公示前 (MOA 及び ZARI が MoIHUD へ承認申請を行い、許可取得)
	プロジェクト実施中	銀行取極 (B/A) に基づいた日本の銀行への以下の手数料負担 13) 支払授權書 (A/P) 発行手数料
14) 支払授權書 (A/P) 支払い手数料		支払いごと
15) 輸入調達資機材の港における確実な荷揚げと通関手続きの実行		本計画期間中
16) 契約に基づく資機材、及びサービスの提供に必要とされる関税及び内税、その他課税の確実な免税 (付加価値税、商業上の税、日本人スタッフの所得税・法人税、住民税、燃料税を含む)		本計画期間中
17) 無償資金協力が負担する以外の、施設建設及び機材の輸送と設置に必要な経費負担		本計画期間中
18) 電気室受電盤への引込み工事		工事完了 1 カ月前
19) 給水配管工事 (既存高架水槽から建設予定地内の接続点まで)		工事完了 1 カ月前
20) 場外既存変圧器の増圧 (100 kVA) 工事		工事完了 1 カ月前
21) 環境モニタリングレポートの提出		毎月
22) 建築施設の塀等の整備		工事完了後 3 カ月以内
23) 既存カンファレンス・ホール電気系統と非常用発電機の接続工事		工事完了 1 カ月前
24) 一般家具配置		工事完了後 3 カ月以内
プロジェクト完了後	25) 無償資金協力によって供与された施設・機材の適切な使用及び維持管理	工事完了後
	26) 環境モニタリング	モニタリング期間：供用開始後 2 年間

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 運営・維持管理計画

本事業の実施機関は ZARI であり、調達機材及び施設の所有権は ZARI となる。調達機材及び施設の運営・維持管理は、ZARI マウント・マクル研究所と ZARI マンサ研究所それぞれが担当することを基本とする。現在、施設の補修等の維持管理は、ZARI が必要に応じて計上した年度ごとの経常予算を用い、施設の補修工事を行っており、計画でも同様の方法で施設の維持管理を行う計画とする。

(1) 機材の運営維持管理計画

日常のメンテナンスは ZARI の管理のもと適切に行う必要があるため、本計画で調達する機材を専門的に維持管理するメカニックとテクニシャンを最低 1 名ずつ割り当てる必要がある。

同技術者が中心となり、農業機械のオペレーターとともに日常の機材使用管理、使用後の点検、整備及び簡易な修理を行うものとする。

調達する農業作業機械の維持管理のため、アーク溶接機やエアコンプレッサーを調達する。

表 3-4-1 機材維持管理項目(案)

機材名	項目	頻度	作業内容
トラクター、コンバイン等	日常点検、調整	毎日	使用前の燃料確認、オイル・フィルターチェック、ベルト類の確認、使用後の清掃
精米施設	点検、調整	稼働日は毎日、その他週 1 回程度	電気系統目視確認、機器の汚れ、ゆがみ等の確認、稼働時の異音確認、清掃
乾燥機	点検、調整	稼働日は毎日、その他週 1 回程度	電気系統目視確認、機器の汚れ、ゆがみ等の確認、稼働時の異音確認、清掃
マイクロバス	日常点検、調整	毎日	使用前の燃料確認、オイル・フィルターチェック、ベルト類の確認、使用後の清掃

(2) 建築施設の運営維持管理計画

維持管理体制、要員技術力、交換部品、消耗品を考慮し、先方が継続的に負担可能な運営維持管理計画とする。想定する維持管理項目を表 3-4-2 に示す。

表 3-4-2 施設・設備維持管理項目(案)

項目	頻度	作業内容	頻度	作業内容
清掃	毎日	日常清掃	毎四半期	大清掃
建具	年に 1 回	開閉点検・調整		
塗装	3 年に 1 回	補修	10~15 年に 1 回	塗替え
受変電設備	毎日	目視点検	年に 1 回	技術者による点検・整備
発電機	週に 1 回程度	目視点検	年に 1 回	技術者による点検・整備
照明器具	随時	球切れ交換		
誘導灯、非常照明	月に 1 回程度	点灯確認		
空調機器	週に 1 度	目視点検	3 カ月に 1 回	フィルター清掃、交換
	年に 1 回	制気口清掃		
換気機器	月に 1 回	目視点検、ファンベルト調整	年に 1 回	制気口清掃
排水設備	週に 1 回程度	排水確認		
衛生器具	週に 1 回程度	通水確認		

(3) 土木施設の運営維持管理計画

種子生産ほ場の運用維持管理は、現況と同様に技術協力プロジェクトの支援のもと、ZARI のコメ栽培チームがほ場の水管理、施設の維持管理に当たる計画とする。

本事業で供与する施設の維持管理活動は、以下に示すとおりとする。

表 3-4-3 灌漑施設の維持管理項目(案)

施設・対象	項目	頻度	作業内容
ため池・灌漑施設	施設全般の 日常点検	作業時毎日	目視点検、不具合が発見された場合には、 応急的な補修
ため池	取水工	年 3 回	取水塔周辺の清掃、異物除去、スクリーン 清掃
灌漑施設	分水工・水口	年 3 回	堆積土の排出、目視点検、
排水路・畦畔・道路法面等	土羽、法面	年 1 回	土羽の草刈り及び崩壊部の補修、 水路底の堆積土の浚渫
横断排水工	枅内	年 1 回	枅内の堆積土砂の浚渫、目視点検
農道・アクセス道路	砂利舗装	年 1 回	欠損部が確認された場合は、ラテライト材 の充填・締固め
ため池取水工	ゲート・巻上機	年 1 回	作動状況確認、巻上機へのグリース塗布
バルブ室	バルブ	年 1 回	作動状況確認、バルブピットの浸水の有無
ため池・灌漑施設	施設全般の長期 定期点検	5 年に 1 回	ゲート・巻上機、バルブ等の作動状況確認、 水密性の確認 構造物の周辺の異常（沈下、洗掘、閉塞） の有無確認、構造物の確認（ひび割れ、欠 損、漏水、目地劣化）

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

(1) 日本側事業費

施工・調達業者契約認証まで非公表

(2) ザンビア国側負担経費

ザンビア国負担経費は、約 5.0 百万 ZMW（約 35 百万円）であり、その内訳は下表に示すとおりである。

表 3-5-2 ザンビア国側負担経費

項目	負担金額 (1,000 ZMW)	円換算値 (1,000 円)
共通		
銀行取極(B/A)、及び支払授權書(A/P)の発行並びにそれらの手数料 4), 13), 14)	-	-
免税、通関手続き等の実施 15), 16)	n.a.	n.a.
環境に関する必要な許可の取得(EPB) 5)	26	180
環境社会配慮モニタリングの実施・JICA への報告に係る費用 21), 26)	-	-
詳細設計の承認 10)	n.a.	n.a.
マウント・マクル研究所		
建築許認可の手数料 11), 12)	15	104
建築施設建設予定地の既存樹木の伐採・伐根 6), 7), 8)	364	2,523
建築建設工事		
- 場外既存変圧器の増圧(100 kVA)工事 20)	267	1,851
- 建設予定地のセキュリティフェンス、門扉 22)	1,758	12,187
- 給水配管工事(既存高架水槽から建設予定地内の接続点まで)19)	22	153
- 電気工事(既存変圧器から電気室受電盤までの配線配管工事)18)	67	464
- 既存カンファレンス・ホール電気系統と非常用発電機の接続工事 23)	35	243
- 機材調達家具以外の一般家具(カーテン、冷蔵庫、食器棚等)24)	30	208

マンサ研究所		
建築許可の手数料 11), 12)	15	104
建築施設建設予定地の既存樹木の伐採・伐根 6), 7), 8)	159	1,102
建築建設工事		
- 場外既存変圧器の増圧(100 kVA)工事 20)	267	1,851
- 建設予定地のセキュリティフェンス、門扉 22)	968	6,711
- 給水配管工事(既存高架水槽から建設予定地内の接続点まで)19)	22	153
- 電気工事(既存変圧器から電気室受電盤までの配線配管工事)18)	67	464
- 機材調達家具以外の一般家具(カーテン、冷蔵庫、食器棚等) 24)	60	416
土木建設工事		
- 土取場の既存樹木の伐採・伐根 9)	817	5,664
- ARAPに基づく被影響施設の移転等に係る費用 5), 6)	12	83
- 水利権申請の手数料 17)	7	49
合計	4,978	34,510

注：為替レート:ZMW1.00=¥6,93254, USD1.00=¥114.70

上記経費はVAT(16%)を含む。

表中の番号「X)」は、表3-3-1の主な相手国側負担事項の番号を示す。

(3) 積算条件

- ① 積算時点 : 2022年1月（調査終了月）
- ② 為替交換レート : 1USD = 114.70円
- ③ 施工・調達期間 : 事業実施工程表を参照。
- ④ その他 : 積算は、日本政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこととする。

3-5-2 運営・維持管理費

3-5-2-1 運営・維持管理費

プロジェクト供与施設の維持管理に必要な年経費は、マウント・マクル研究所で約3,000USD、マンサ研究所で約8,000USDと見込まれる。ZARIの事務管理費は年間約8万～18万USDで推移しており、本事業に必要となる運営・維持管理費は、各研究所配賦予算内での調整が可能と想定される。このほか、概ね10年に1回、建築物修繕費としてペンキ塗替費が発生する。

表 3-5-3 年間運営・維持管理費集計表(マウント・マクル研究所)

費目	分野	項目	費用 (ZMW/年)	費用 (USD/年)	備考
人件費	機材	メカニック1名、テクニシャン1名		-	現職員が兼務
		オペレーター1名、		-	現職員が兼務
	建築	テクニシャン2名(電気、給水)		-	現職員が兼務
		用務員1名		-	現職員が兼務
	小計			-	
運営 維持 管理費	機材	燃料費	22,500	1,360	
	建築	電気料金		720	
		発電機燃料費		1,150	
		建築物修繕費(ペンキ塗替費)		(21,000)	(10年ごと)
	小計			3,230	
合計			3,230		

表 3-5-4 年間運営・維持管理費集計表(マンサ研究所)

費目	分野	項目	費用 (ZMW/年)	費用 (USD/年)	備考
人件費	機材	メカニック 2 名、テクニシャン 1 名		-	現職員が兼務
		オペレーター 2 名、		-	現職員が兼務
	建築	テクニシャン 2 名(電気、給水)		-	現職員が兼務。ただし、電気工は欠員のため補填予定。
		用務員 1 名		-	現職員が兼務
	土木	ゲーキーパー 1 名、ほ場管理人 4 人		-	日常維持管理費に含
	小計			-	
運営 維持 管理費	機材	燃料費	45,000	2,650	
	建築	電気料金		2,000	
		発電機燃料費		1,150	
		建築物修繕費(ペンキ塗替費)		(48,000)	(10 年ごと)
	土木	日常維持管理・軽微な補修		679	
		ゲート操作		1,290	
		長期定期点検		26	年あたり費用に換算
	小計			7,795	
合計			7,795		

現地通貨から換算レート: ZMW 1 = USD 16.55

以下に各分野の運営・維持管理費の内訳を示す。

(1) 機材

ZARI は農業機械の運転及び保守のための燃料、オイル及び電気代などの予算を立てる必要がある。参考までにトラクターの燃料費を以下に示すと、

400 時間/年 × (0.12ℓ/kW-hr × 30 kW) × 15.60 ZMW/ℓ = 22,464 ZMW/年 となる。

その他、機材も同様に適切な予算措置を要請する。

(2) 建築施設

本計画により、建築施設において新たに発生する維持管理の年間経費は以下の項目である。

1) 建築施設の電気代

表 3-5-5 年間電気料金(マウント・マクル研究所)

対象施設	電気量	需要率	計算式	単価 (2022 年 1 月時点)	電気料金 (年間想定)
1) 稲処理施設	23.972 kWh	40 %	4 時間/日 8 日/月 × 12 カ月 = 3,682 kWh/年	0.051 USD/kWh	187.78 USD
2) 農業機械車庫	8.434 kWh	40 %	4 時間/日 20 日/月 × 12 カ月 = 3,239 kWh/年	0.051 USD/kWh	165.19 USD
3) ドライヤード	外構に含む				
4) 電気機械室	0.892 kWh	40 %	1 時間/日 4 日/月 × 12 カ月 = 17 kWh/年	0.051 USD/kWh	0.87 USD
5) 外構	0.700 kWh	100 %	12 時間/日 30 日/月 × 12 カ月 = 3,024 kWh/年	0.051 USD/kWh	154.22 USD
基本料金			12 カ月	18.00 USD/月	216.00 USD
合計					724.06 USD

表 3-5-6 年間電気料金(マンサ研究所)

対象施設	電気量	需要率	計算式	単価 (2022年1月時点)	電気料金 (年間想定)
1) 稲研修施設	66.046 kWh	40 %	4 時間/日 20 日/月 x 12 カ月 = 25,362 kWh/年	0.051 USD/kWh	1,293.46 USD
2) 稲処理施設	23.972 kWh	40 %	4 時間/日 8 日/月 x 12 カ月 = 3,682 kWh/年	0.051 USD/kWh	187.78 USD
3) 農業機械車庫	7.958 kWh	40 %	4 時間/日 20 日/月 x 12 カ月 = 3,056 kWh/年	0.051 USD/kWh	155.86 USD
4) ドライヤード	外構を含む				
5) 電気機械室	0.892 kWh	40 %	1 時間/日 4 日/月 x 12 カ月 = 17 kWh/年	0.051 USD/kWh	0.87 USD
6) 外構	0.700 kWh	100 %	2 時間/日 30 日/月 x 12 カ月 = 3,024 kWh/年	0.051 USD/kWh	154.22 USD
基本料金			2 カ月	18.00 USD/月	216.00 USD
合計					2,008.19 USD

2) 非常用発電のガソリン代

現地での停電頻度実績は、通年で週1回、1回当たり1時間程度という現地ヒアリングより、1回当たり1時間稼働と想定して、燃料費を想定すると以下のとおり試算される。

$$1 \text{ 回/週} \times 4 \text{ 週/月} \times 12 \text{ カ月/年} \times 15 \text{ L/時間} = 720 \text{ L/年}$$

$$720 \text{ L/年} \times 1.60 \text{ USD/L} = 1,152 \text{ USD}$$

3) 建築物修繕費

建築物修繕費として、ペンキ塗替え費用が概ね10年に1回発生し、その概算費用は以下のとおりとなる。

表 3-5-7 塗装塗替え費(マウント・マクル研究所)

対象施設	修繕内容	概算費用
1) 稲処理施設	内外壁の再塗装	8,300 USD
2) 農業機械車庫	同上	9,200 USD
3) ドライヤード	同上	1,600 USD
4) 電気機械室	同上	1,900 USD
計		21,000 USD

表 3-5-8 塗装塗替え費(マンサ研究所)

対象施設	修繕内容	概算費用
1) 稲研修施設	内外壁の再塗装	22,100 USD
2) 稲処理施設	同上	8,300 USD
3) 農業機械車庫	同上	12,200 USD
4) ドライヤード	同上	1,600 USD
5) 電気機械室	同上	1,900 USD
6) ほ場研修倉庫	同上	1,900 USD
計		48,000 USD

(3) 土木施設

表 3-5-9 土木施設の維持管理項目と年間経費

施設名	作業項目	頻度	作業人員	必要資機材	年当り延べ数量	費用 (US\$)
(1) 日常維持管理						
ため池・灌漑施設	施設全般の日常点検	作業時毎日	通常作業に含む	スコップ、鎌（マチェット）竹竿、バケツ、トラクター（トレーラー付）、その他補修材、ハツリハンマー、モルタル、グリース		
ため池	取水工の清掃	3 回/年	1 名		3 人日	
灌漑施設	分水工・水口の泥上げ等	3 回/年	4 名		12 人日	
排水路・畦畔・道路法面等	土羽の草刈り	12 回/年	4 名		48 人日	
	土羽の崩壊部の補修、水路底の堆積土の浚渫	1 回/年	4 名		4 人日	
横断排水工	柵内の堆積土砂の浚渫、目視点検	1 回/年	4 名		4 人日	
農道・アクセス道路	欠損部が確認された場合は、ラテライト材の充填・締固め	1 回/年	4 名		4 人日	
ため池取水工	作動状況確認、巻上機へのグリース塗布	1 回/年	2 名		2 人日	
バルブ室	作動状況確認、バルブピットの浸水の有無	1 回/年	2 名		2 人日	
小計 (1)					79 人日	679
(2) 施設使用時の運転・操作						
ゲート	ゲート操作	150日/作期×1作期=150日/年	1 名	なし	150 人日	
小計 (2)					150 人日	1,290
(3) 長期定期点検						
ため池・灌漑施設	ゲート・巻上機、バルブ等の作動状況確認、水密性の確認	1 回/5年	5 名	鎌、スタッフ、計測器具（シリンダーまたはバケツ）、スマートフォン（位置情報、写真、時間測定等）	1 人日	
	構造物の周辺の異常（沈下、洗掘、閉塞）の有無確認	1 回/5年	5 名		1 人日	
	構造物の確認（ひび割れ、欠損、漏水、目地劣化）	1 回/5年	5 名		1 人日	
小計 (3)					3 人日	26
合計 (小計 (1)+(2)+(3))					232 人日	1,995

*1 一般作業員単価 = 8.60 US\$/日（現地調査終了月である2022年1月時点のレート）

*2 本表においては、5年ごとに実施する長期定期点検費用は、年あたりに換算して算出している。

3-5-2-2 維持管理予算

(1) 種子の販売収益

ZARI マンサ研究所は、生産した原種種子を民間企業に販売する計画を持つ。この販売により得られた収益は、一旦国庫に返納した後、当初計画以上の収益については財務・国家計画省から再配分され、維持管理費に充当することが可能となる。その金額は以下のとおり試算される。

原種種子生産量	4.5 ton（=約 1.5 ha×3 ton/ha）
コメ販売単価	5,000 ZMW/ton（契約販売額より）
収益	22,500 ZMW/年（約 18 万円）

本計画で整備した種子生産ほ場で生産した原種種子を販売した場合、年間に要する維持管理費を全てカバーすることはできないが、新たに種子生産ほ場の維持管理に要する費用は概ね補填できると見積もられる。

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

本事業の実施にあたっては、ザンビア側による以下の負担事項が確実に行われることが前提条件となる。

- ✓ 本事業の資機材輸入の免税、通関手続き及び速やかな国内輸送のための措置
- ✓ 日本国の無償資金を使用するものに対しザンビア内で課税される関税、内国税及びその他税金の負担
- ✓ 本事業に従事する日本人がザンビアへ入国及び滞在するために必要な法的措置
- ✓ 調達機材登録及び通行許可、並びに邦人の入域許可等の取得に係る関係機関との調整
- ✓ 調達機材の適切な運用及び維持管理
- ✓ 整備された施設の適切な運用及び維持管理
- ✓ 本事業実施上必要となる経費のうち、日本国の無償資金によるもの以外の所要経費の負担
- ✓ 本事業に関し日本に開設する銀行口座の手数料の負担
- ✓ 環境保護・汚染管理規制（環境影響評価）（Environmental Protection and Pollution Control (Environmental Impact Assessment) Regulations, 1997）に基づく環境許認可の取得

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

本事業の全体計画を達成するためにザンビア側が投入（負担）すべき事項は以下のとおりである。

- ✓ 本事業による機材の調達後、速やかな機材運用開始
- ✓ 本事業の調達機材の適切な運用、維持管理、及びそのために必要となる職員の配置
- ✓ 事業対象地域周辺の住民に対する事業スケジュールや注意事項等の十分な説明
- ✓ 本事業により建設する建屋、灌漑施設の適切な運営及び維持管理
- ✓ 上記施設運営及び維持管理のために必要な人員配置並びに予算措置

4-3 外部条件

本プロジェクトの効果を発現・持続するための外部条件を以下に示す。

- ✓ ザンビア国の国家稲作振興戦略（NRDS）が継続される。
- ✓ ザンビア国の治安状況が悪化しない。
- ✓ ザンビア国の政治経済状況が極度に悪化しない。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

本計画は以下の観点から、我が国の無償資金協力による対象事業として、妥当性が認められる。

(1) 当該国の開発計画との関連

本事業は、マウント・マクル研究所及びマンサ研究所において、稲作技術普及のための施設及び機材、並びに優良種子生産のためのほ場及び灌漑設備を整備することで、コメの生産量増大に寄与するものであり、当国政府の掲げる「第7次国家開発計画（2017-2021）」に沿った、優先度の高い事業として位置づけられる。

(2) 我が国の援助政策・方針との整合性

対ザンビア共和国国別開発協力方針（2018年6月）の重点分野「産業の活性化」の中で農業セクターの活性化が掲げられており、本事業は同方針に合致する。また、当国はCARD2の重点国で、本事業はTICAD7で表明されたコメ生産量倍増や農業技術開発・展開の方針に合致する。

(3) プロジェクトの裨益対象

本事業で整備する種子生産ほ場が生産する原原種・原種種子は、種子生産農家が増殖し、コメ生産農家に優良種子を供給する種となる。種子生産の栽培技術及びバリューチェーンが研修により強化され普及すると、全国の40%のコメ生産農家が優良種子を使ったコメ栽培が可能となり、そのインパクトは大きい。

4-4-2 有効性

本プロジェクトの実施により、以下の定量的、定性的効果が期待される。

(1) 定量的効果

表 4-4-1 定量的評価指標

指標名	基準値 (2020/21年実績)	目標値(2027/28年) ^{※4} 【事業完成3年後】
両研究所(施設内)研修受講者延べ人数(人/年) ^{※1}	78 ^{※3}	1,800 ^{※5}
内、リーダー農家の研修修了者数(人/年) ^{※2}	0 ^{※3}	160 ^{※5}
マンサ研究所の原種種子生産量(トン/年)	0 ^{※6}	3.4 ^{※7}
マンサ研究所の認証種子生産量(トン/年)	6 ^{※6}	12 ^{※8}

※1: 各回の研修(1~3日/研修)を受講した延べ人数を示す。

※2: 年間を通じて複数回にわたり実施される一連のリーダー農家向け研修を修了した人数を示す。
40人/グループ×2グループ/年×2研究所=160人/年

※3: 研修受講者数の基準値は2020/21年の技プロの研修実績の内、技プロ及びC/PがZARI研修施設を利用して直接指導・研修した受講者数を示す。

※4: 評価は、事業完成予定年(2024年8月)から3年後の2027/28年(コメの作期で2027年11月~2028年4月収穫)を対象に、種子収穫後(2028年度)に実施する計画とした。

※5: 目標年の研修受講者数は、ZARI/MOReDePの研修計画案が事業完成後も継続されるものと仮定し、研修計画案の最終年2024/25年の研修対象者数と同数値とした。

※6: 種子生産量の基準値は、MOReDePのマンサ研究所における実績値とした。

※7: 原種種子生産量は、認証種子生産のために必要な原種種子の必要量より目標値を設定した(3-2-1-1(1)優良種子の生産計画 参照)。

※8: 認証種子生産量は、本事業で整備する認証種子生産用の灌漑ほ場(4.0ha)の生産量を目標値とした設定した(表3-2-3 マンサ研究所のほ場利用計画 参照)。

(2) 定性的効果

本事業により期待される定性的効果は、以下のとおりである。

- ✓ 本事業で整備される施設・機材の活用による研修内容が充実し、研修実施が効率的となる。
- ✓ 本事業で調達する研修資機材及び建設する研修施設によって、コメ分野に関わる幅広いアクター（男性及び女性農民、農務官・普及員、研究者、精米業者等）の能力強化が図られる。
- ✓ 本事業で整備される施設・機材により、種子生産農家による認証種子の生産とコメ栽培農家への供給が促進されることで、認証種子の質の向上、及び認証種子によるコメの品質向上に寄与する。