

マラウイ共和国
ブワンジェバレー灌漑施設復旧計画
基本設計調査報告書

平成 17 年 10 月
(2005 年)

独立行政法人国際協力機構
無償資金協力部

無償

JR

05-168

マラウイ共和国

ブワンジェバレー灌漑施設復旧計画

基本設計調査報告書

平成 17 年 10 月
(2005 年)

独立行政法人国際協力機構
無償資金協力部

序 文

日本国政府は、マラウイ共和国政府の要請に基づき、同国のブワンジェバレー灌漑施設復旧計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成15年2月21日から平成17年3月8日にかけて4次にわたり基本設計調査団を派遣しました。調査団はマラウイ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成17年9月1日から平成17年9月8日まで実施された基本設計概要案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成17年10月

独立行政法人 国際協力機構

理事 小島 誠 二

伝 達 状

今般、マラウイ共和国におけるブワンジェバレー灌漑施設復旧計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 15 年 2 月より平成 17 年 10 月までの間、計 17.5 カ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましてはマラウイの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

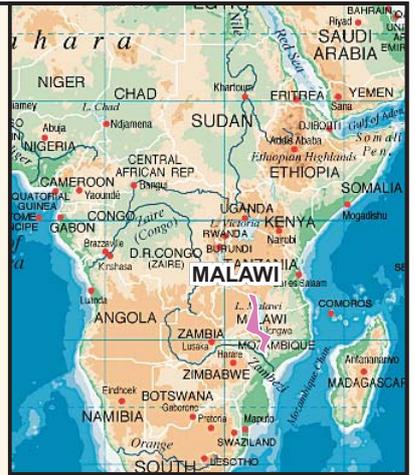
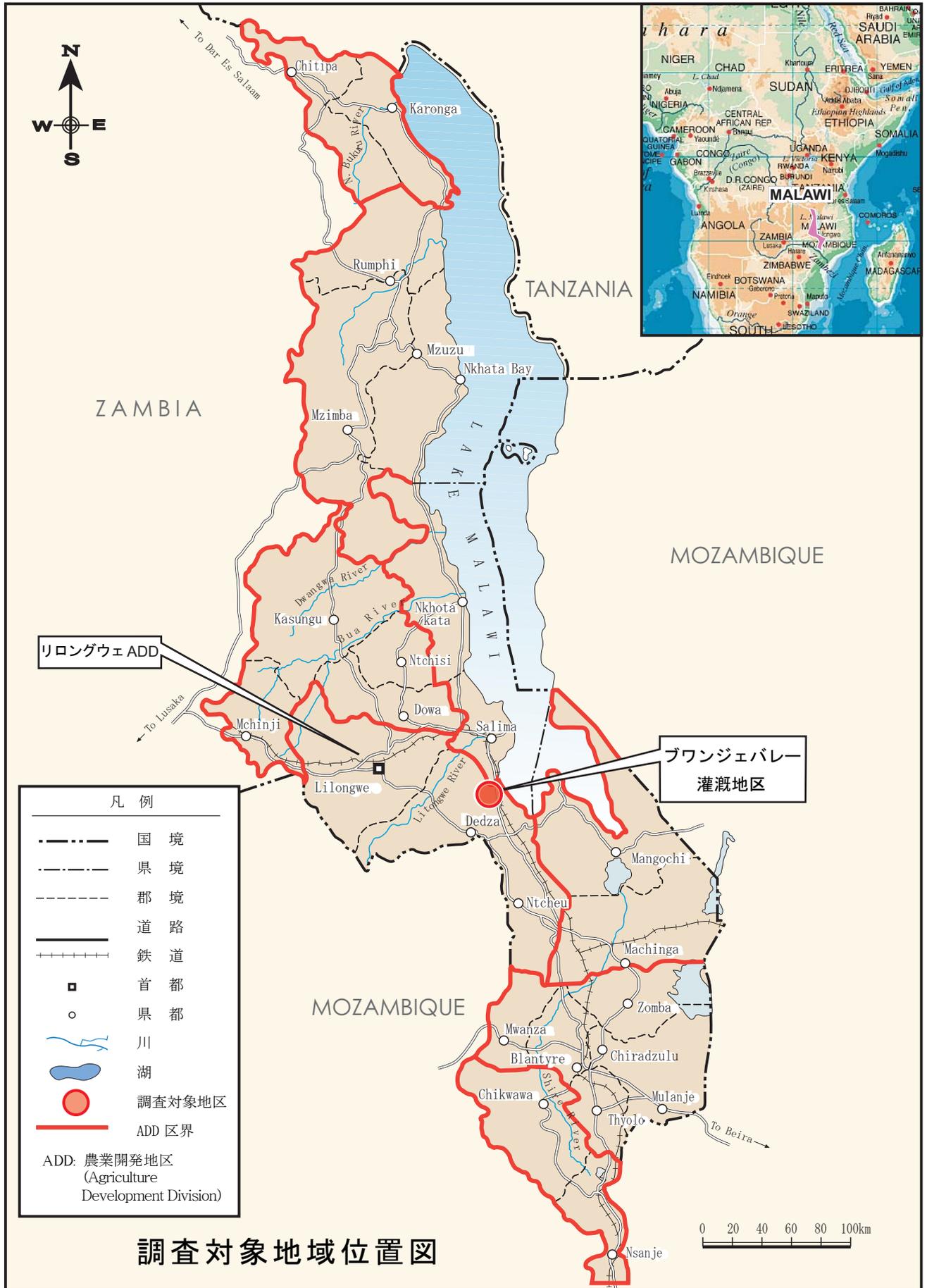
平成 17 年 10 月

日本工営株式会社

マラウイ共和国

ブワンジェバレー灌漑施設復旧計画基本設計調査団

業務主任 神 原 利 和



ZAMBIA

TANZANIA

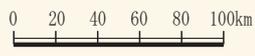
MOZAMBIQUE

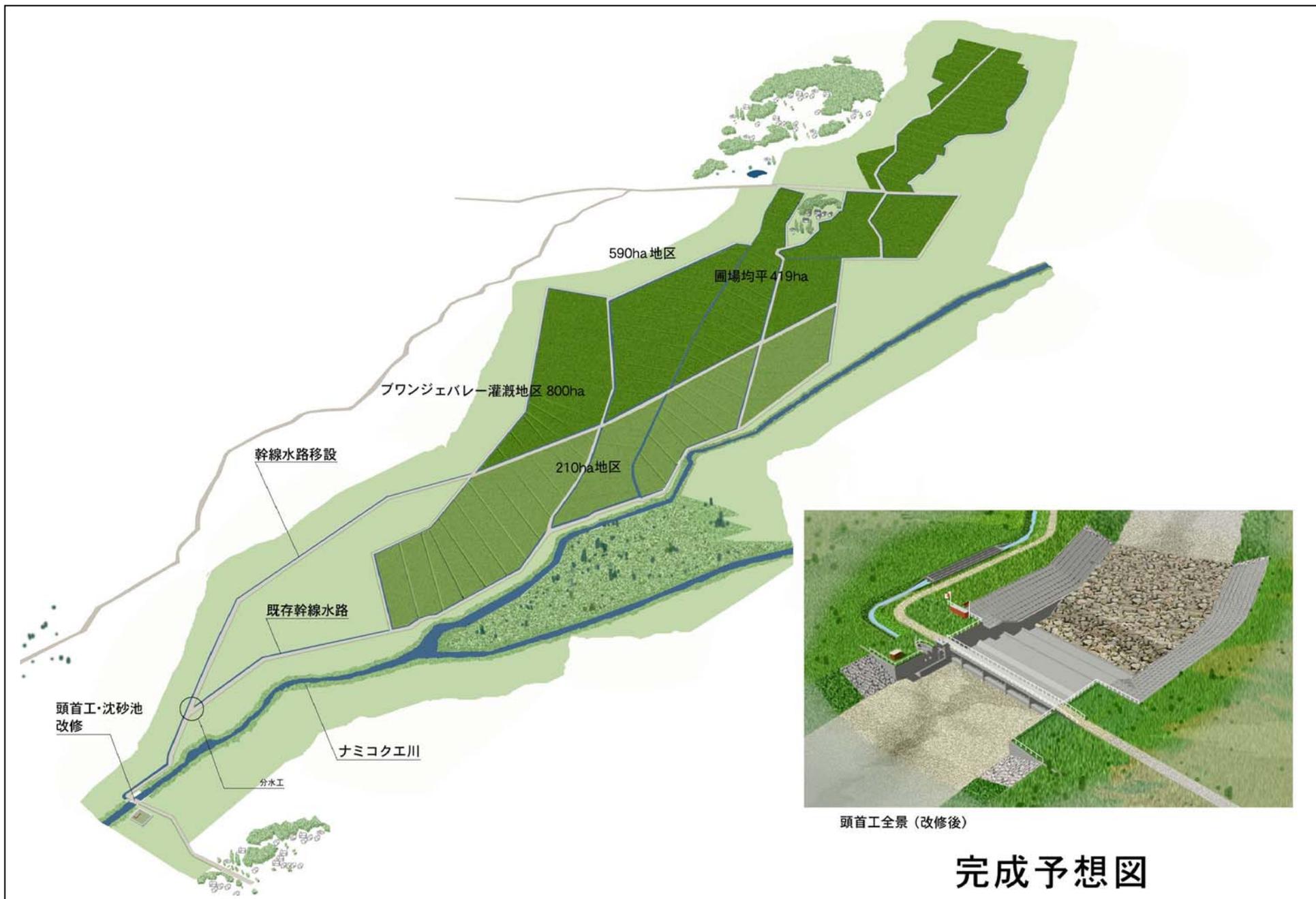
MOZAMBIQUE

リロングウェ ADD

ブワンジェバレー
灌漑地区

調査対象地域位置図





完成予想図



①頭首工堰体下流部(2005年2月撮影)



③沈砂池堆砂状況(2005年2月撮影)



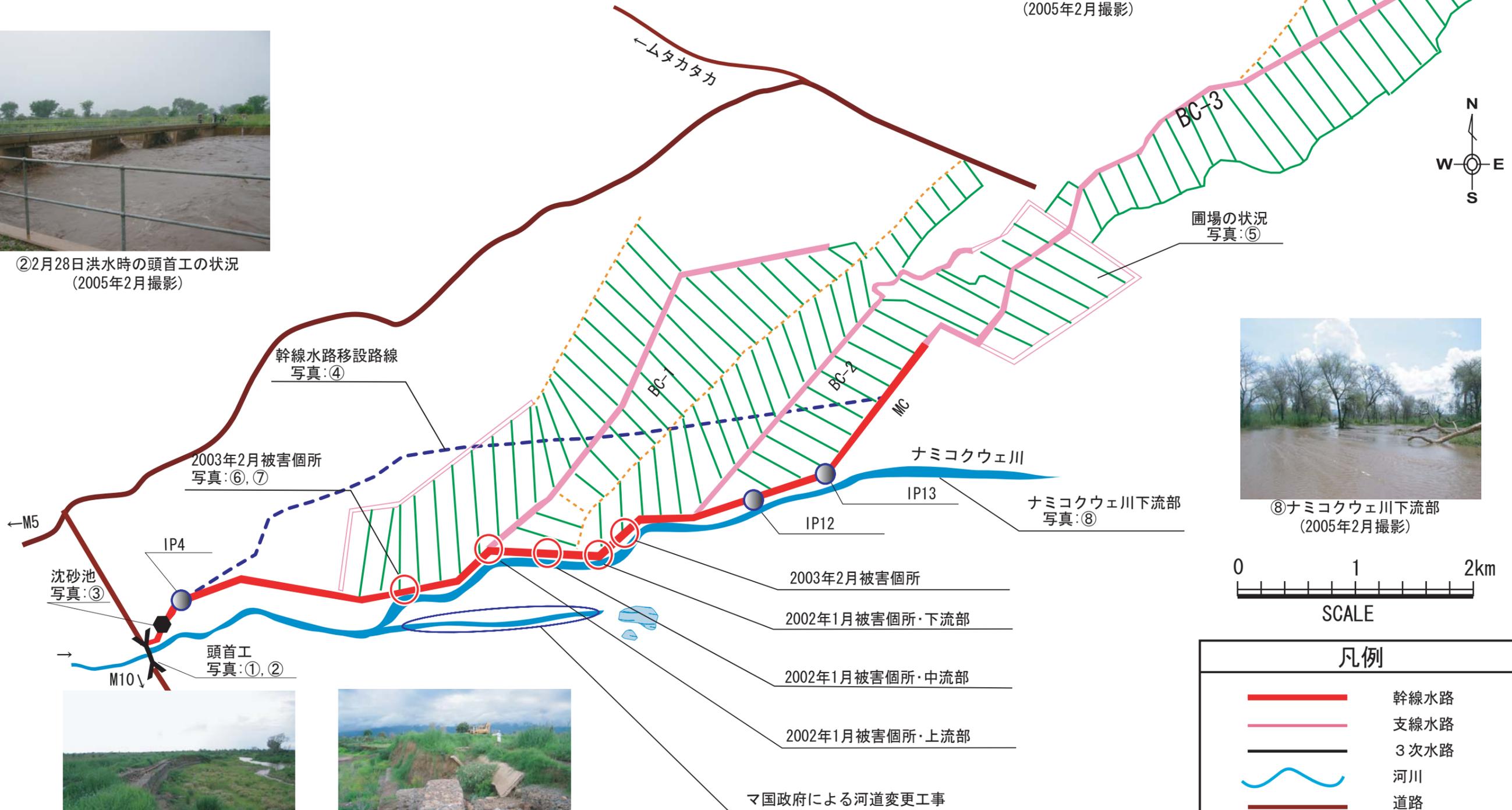
④新規幹線水路路線(2005年2月撮影)



⑤ブルドーザーによる均平が必要な圃場(2005年2月撮影)



②2月28日洪水時の頭首工の状況(2005年2月撮影)



⑧ナミコクウェ川下流部(2005年2月撮影)



⑥被災箇所の現況(2004年12月撮影)



⑦幹線水路被災箇所(2004年12月撮影)

調査対象地区現況図

凡例	
	幹線水路
	支線水路
	3次水路
	河川
	道路
	頭首工
MC	幹線水路
BC	支線水路

現場写真集 (1/3)



1. 頭首工堰体下流部
(2005年2月撮影)

下流側より。洪水により河床低下が起こり、ふとん箆が流失している。



2. 頭首工堰体下流部
(2005年2月撮影)

管理橋から下流側に向かって。土砂吐ゲート直下流のふとん箆が流失している。



3. 2003年2月1日の洪水の状況
(2003年2月撮影)
洪水発生初期の状況



4. 2003年2月1日の洪水で越水した管理橋
(2003年2月撮影)
推定洪水量は $460\text{m}^3/\text{s}$



5. 2005年2月28日の洪水の状況
(2005年2月撮影)
推定洪水量は $180\text{m}^3/\text{s}$



6. 洪水時の土砂吐ゲート
(2005年2月撮影)
ゲート上部を越流するため、スピンドルに浮遊物が大量に付着している

現場写真集 (2/3)



7. 沈砂池の堆砂状況
(2005年2月撮影)

雨期中は沈砂池内の堆砂量が多い。農民組合が毎週日曜日に排砂作業を実施している。



8. 既存幹線水路の現況
(2005年2月撮影)

農民組合が状況に応じ水路内の排砂作業、除草を実施



9. フォローアップ工事での改修箇所
(2003年3月撮影)

2002年の洪水で被災した箇所に対して、フォローアップ工事で改修工事を実施した。ふとん箆で護岸をしている。



10. 2003年2月の洪水による被災直後の幹線水路
(2003年3月撮影)

頭首工より約1.7km下流、第一分水工付近。
洪水防御堤(管理用道路)、幹線水路が崩壊した。



11. 2003年2月の洪水で被災した幹線水路の現況
(2005年2月撮影)

頭首工より約1.7km下流、第一分水工付近。
「マ」国政府がふとん箆で補修を実施した。



12. 新規幹線水路路線
(2005年2月撮影)

矢印方向が下流

現場写真集 (3/3)



13. 均平(中規模)を要する圃場の状況(BC2-14R)
(2005年2月撮影)

1枚の水田内に不陸が存在し、水かかりが様でない。



14. 均平(大規模)を要する圃場の状況(BC3-6R)
(2005年2月撮影)

水がかからないため、天水農業が実施されている。
畦畔も構築されていない。



15. 洪水防御対策案に関する関連ステークホルダーとの
協議
(2005年2月撮影)
管理事務所にて



16. 土地再配分実施に関する受益農民からの意見聴取
(2005年2月撮影)
ムチャンジャ村広場にて



17. ドマシ灌漑地区への土地配分事例スタディツアー
(2005年3月撮影)
圃場の様子



18. ドマシ灌漑地区への土地配分事例スタディツアー
(2005年3月撮影)
意見交換会

略語集

ADD	Agricultural Development Division	農業開発区
AEDO	Agricultural Extension Development Officer	営農普及員
B/D	Basic Design	基本設計
BC	Beginning of Curve	曲線始点
DC	District Commissioner	県知事
DOI	Department of Irrigation	灌漑局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EL	Elevation	海拔
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
E/N	Exchange of Notes	交換公文
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ調査
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNI	Gross National Income	国民総所得
GOM	Government of Malawi	マラウイ国政府
GOJ	Government of Japan	日本国政府
FAO	Food and Agricultural Organization of the United Nations	国際連合食糧農業機関
KATC	Kilimanjaro Agricultural Training Centre ンター	キリマンジャロ農業技術者訓練セ
IFPRI	International Food Policy Research Institute	国際食糧政策研究所
IP	Intersection Point	交点
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
JOCV	Japan Overseas Cooperation Volunteers	青年海外協力隊
MK	Malawi Kwacha	マラウイ・クワッチャ
MOA	Ministry of Agriculture	農業省
NSO	National Statistical Office	国家統計局
O & M	Operation and Maintenance	運営・維持管理
ORT	Other Recurrent Transaction	人件費以外の経常経費
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
RDP	Rural Development Project	県農業開発事務所
TA	Traditional Authority	伝統的首長

要 約

1 プロジェクトの背景

1. マラウイ国（以下「マ」国）の農業セクターはGDPの40%（2003年）、就業人口の79%（2002年）、輸出総額の83%（2003年）を占める「マ」国経済において最も重要な産業である。「マ」国政府は、国家開発計画である「ビジョン2020」、「マラウイ貧困削減戦略書」、「マラウイ経済成長計画」の中で、貧困削減、食料安全保障、持続的経済成長と開発などを主要な目標として掲げ、農業、灌漑開発の重要性について述べている。また、農業食料安全保障省が策定した「中期計画2003－2008」の中でも「灌漑を通じた農業生産性の向上」、「灌漑開発プログラム」、「灌漑スキームの改修、建設」が明記されており、その推進が図られている。しかし、「マ」国の農業の大部分は依然として天水に依存しており、粗放的な慣行栽培方法と相まって生産量は不安定な状況にあり、積極的な灌漑農業の推進が急務である。
2. プロジェクト対象地区であるブワンジェバレー灌漑地区は、受益面積800haを対象とした灌漑開発を目的とし、我が国の無償資金協力事業により1997年から1999年にかけて整備された。本地区は2000年より供用が開始されたが、2001年以降に頻発した洪水により灌漑施設が被害を受けその機能が低下した。特に2002年1月に発生した洪水により洪水防御堤が浸食をうけ、管理用道路および幹線水路が被害をうけたため、被害箇所に対して我が国のフォローアップ協力により河川護岸および幹線水路の復旧工事が実施された。しかし、復旧工事対象外の部分については依然として洪水の被災リスクにさらされており、また雨期の洪水時には河川の水位が上昇し、河川の右岸に居住する農民にとって左岸側にある本地区へのアクセスは困難な状態となっていた。このような状況下、「マ」国政府は今後の被災リスクを軽減し、所期の効果を発現させるために、2002年10月に①幹線水路の移設、②圃場へのアクセス改善を目的とした橋梁建設を日本政府に要請した。
3. 上記要請の後、2003年2月に発生した洪水により洪水防御堤および並行する幹線水路が再び被害を受けた。このような度重なる被害を受け、洪水に対するブワンジェバレー灌漑施設の抜本的な防災面の強化と、所期の事業効果発現のための施設の機能向上を目的とする復旧計画を策定する必要が生じることとなった。
4. 日本政府は、国際協力機構（JICA）を通して2003年2月21日から2005年3月8日までの間、4次に亘り基本設計調査団を「マ」国に派遣した。基本設計調査団は、現地調査の結果をもとに、特に灌漑施設の洪水対策について慎重な検討を重ね、本プロジェクトの規模・内容について「マ」国政府担当機関（農業食料安全保障省）と協議を行い、最終的に以下のコンポーネントを実施することで合意が得られた。

要 約

計画事業項目	当初要請内容	最終案および変更理由
1. 頭首工改修	なし	1 箇所 洪水により頭首工堰体下流部の被害を受けており、改修が必要と判断される。
2. 圃場へのアクセスの改善	1 箇所	なし アクセス改善のためには、右岸地区と灌漑地区間にナミコクウェ川を横断する構造物を建設することが考えられる。しかし、ナミコクウェ川の蛇行、河床低下が続いていることから、技術的に構造物の建設は困難である。
3. 沈砂池改修	なし	1 箇所 現状では人力排砂のため排砂作業が適切に実施されず、幹線水路への土砂流入による通水阻害の問題がある。灌漑地区への安定的な用水供給のためには沈砂池の改修が必要である。
4. 幹線水路移設	1 箇所	変更なし
5. 圃場均平	なし	419ha 本地区の圃場均平はマ国側により実施される予定であったが、現在の進捗は全体の 25%と低い状態である。上位目標である農業生産性の向上のためには圃場均平を早急を実施して灌漑面積を拡大させることが必須条件である。
6. 技術支援（土地再配分、水管理、既存幹線水路の洪水被害軽減工法・補修工法）	なし	ソフトコンポーネントによる協力 <u>土地再配分</u> 現況の土地配分が不平等なこと、新規幹線水路から灌漑する面積が800haから590haに変更になることから土地再配分が必要である。 <u>水管理</u> 幹線水路を移設することから水管理システムの再構築が必要があり、技術支援が必要である。 <u>既存幹線水路の洪水被害軽減工法・補修工法</u> 既存幹線水路も「マ」国の管理のもとで将来にわたって利用されるため、維持管理が必要である

5. 現地調査では、ブワンジェバレー灌漑地区における現状の問題点をハード、ソフト両面から調査した。ハード面では、過去のナミコクウェ川の洪水発生状況を現地踏査および水文データから調査・解析し、同時に洪水被害を受けた既存施設の現況を調査し、破損状況や機能状況およびその原因を明確することにより、ブワンジェバレー灌漑地区の抜本的な復旧計画の検討を行った。また、圃場均平状況の調査を行い、「マ」国政府側の実施能力も勘案した上で、新たな均平計画を立案した。ソフト面では、社会・農業状況に関して、プロジェクト対象地区の管理事務所職員、農民組合への聞き取り調査および103戸の農家に対してベースライン調査を行った。調査結果を社会・農業現況の把握に反映し、社会条件に対する方針策定の参考資料とした。加えて現況の運営・維持管理状況を調査し、直面している問題点や阻害要因の把握を行い、安定的な水供給を可能とするためのソフト面での支援計画および今後の運営・維持管理計画を策定した。調査団はこれらの結果から関連ステークホルダーのニーズを踏まえつつ計画をとりまとめ、基本設計概要書を作成した。

要 約

6. JICAは平成17年9月1日から平成17年9月8日まで基本設計概要説明調査団を「マ」国に派遣した。調査団とマラウイ政府関係者との基本設計概要書の内容についての協議の結果、概要書は基本的に合意され、討議議事録により確認された。

2 プロジェクト概要

1. 本プロジェクトはブワンジェバレー灌漑地区における農業生産性の向上を上位目標として、洪水により被害を受けた同地区の被災リスクを軽減し灌漑施設の機能を向上させ、安定的な灌漑用水の供給を可能とすることをプロジェクト目標としている。
2. プロジェクトにおける日本側の協力対象事業の基本方針は下記のとおりである。
 - ① 近年の洪水により被害を受け、農業生産活動が停滞しているブワンジェバレー灌漑地区に対し、防災機能強化のためのハード面での支援を行う。
 - ② ブワンジェバレー灌漑地区内の施設を適切に管理し、安定的に水供給を行うためのソフトコンポーネントによるソフト面での支援を行う。
3. 過去の洪水により洪水防御堤および並行する幹線水路が被害を受けており、他の部分についても河道が洪水防御堤と近接しており洪水による被災リスクが高い状況にあることから、幹線水路に対する洪水対策を検討した。洪水に対する安全性、施設に対する将来の維持管理負担、経済性等の観点から総合的に判断した結果、安全性が高く、維持管理負担も少ない幹線水路移設案が最も推奨できる案となり、この内容を「マ」国政府および農民組合に説明し協議を重ねた結果、最終的に同案を採用することとなった。この結果、ブワンジェバレー灌漑地区800haのうち590haに対しては新規幹線水路から灌漑し、210haに対しては「マ」国政府の責任下で既存幹線水路から灌漑することとなった。
4. 本協力対象事業のコンポーネントは、①頭首工改修工事、②沈砂池改修工事、③幹線水路移設工事、④圃場均平事業、⑤ソフトコンポーネント（土地再配分、水管理、洪水被害軽減・補修工法に対する技術支援）である。協力対象事業においては、主に新規幹線水路から灌漑される590haの地区に対して復旧工事を実施する計画となる。210ha地区については「マ」国政府の責任において灌漑を継続することとなる。ブワンジェバレー灌漑地区800haに対する協力対象事業の範囲を590ha地区と210ha地区に分けて整理すると、下表のとおりとなる。なお、ソフトコンポーネントによる技術支援は両地区に対して実施する。

要 約

項目		ブワンジェバレー 灌漑地区(800ha) 元計画	ブワンジェバレー灌漑地区	
作付計画		雨期：水稲 乾期：メイズ(145ha)	590ha 地区	210ha 地区
施 設 計 画	1. 灌漑排水施設		590ha 地区	210ha 地区
	灌漑面積	800 ha	雨期：水稲 乾期：メイズ(145ha)	雨期：原則メイズ
	頭首工(固定堰)	1 箇所	590ha	210ha
	沈砂池	1 箇所	1 箇所(改修)	左記施設を共有
	灌漑用水路	幹線水路	(既存利用) 1.0 km (新規建設) 5.8 km	左記施設を共有
		支線水路	(既存利用) 10.5 km (新規建設) 1.8 km	(既存利用) 5.8 km
		三次水路	(既存利用) 43.5 km (新規建設) 0.8 km	(既存利用) 4.3 km (新規建設) 1.2 km
	排水路	17.3 km	(既存利用) 14.2 km (新規建設) 1.0 km	(既存利用) 17.3 km
	管理用道路	13.7 km	(既存利用) 10.0 km (新規建設) 5.8 km	(既存利用) 3.1 km (新規建設) 3.0 km
	洪水防御堤／道路	7.8 km	(既存利用) 2.0 km	(既存利用) 3.7 km
	圃場均平対象面積	800 ha (均平済 203ha) (均平対象 597ha)	(既存利用) 590 ha (均平済 171ha) (均平対象 419ha)	(既存利用) 5.8 km
	2. 農村インフラ		590 ha	210 ha
	農村道路	頭首工～M10	(均平済 171ha) (均平対象 419ha)	(均平済 32ha) (均平対象 178ha)
	農村給水	手押ポンプ付	(既存利用) 2.3 km	(既存利用) 2.3 km
	3. 収穫後処理施設		(既存利用) 13 箇所	(既存利用) 13 箇所
精米機	100-120kg/hr	4 箇所	(既存利用) 4 箇所	
ソ フ ト コ ン ポ		-	①土地再配分支援 ②水管理支援 ③既存幹線水路・管理用道路の洪水被害軽減工法、補修工法に関する技術支援	

□ :本協力対象事業の範囲

5. 各コンポーネントにおける具体的な施設計画は以下のとおりである。

協力対象事業	施設計画
1. 頭首工改修工事	<u>下流護床工</u> 階段型落差工方式による減勢構造物および河床維持のための床止め工の設置 <u>下流護岸工</u> コンクリート法枠工の設置、沈砂池排砂管出口部の護岸 <u>管理橋</u> 管理橋の持上げ(0.5m)、取付け道路の改修 <u>土砂吐ゲート</u> 垂れ壁(ゲート上部)の設置およびゲートの改修

要 約

2. 本プロジェクトの事業実施機関は農業食料安全保障省であり、担当部署はリロンゲ ADD(Agricultural Development Division：農業開発区)である。事業実施後のブワンジェバレー灌漑地区の担当もリロンゲ ADD であり、現場レベルでは傘下のデザ RDP(Rural Development Project：県農業開発事務所)と管理事務所が実務を担当する。また、灌漑水開発省の灌漑局は、本プロジェクトに対し技術的支援を行う。
3. 本プロジェクト終了後のブワンジェバレー灌漑施設の所管は、原則として頭首工、幹線水路、支線水路までを政府の所管とし、3 次水路以下を農民組合へ移管するものとする。ブワンジェバレー灌漑地区の運営維持管理は原則として農民組合が実施し、政府側は農民組合の支援を主に行うこととなる。政府、農民組合間の役割分担計画は、下表のとおりである。

組織		役割
政府	灌漑局	施設の運営維持管理、改修に関する灌漑技術の観点からの技術支援（要員派遣等）
	リロンゲ農業開発区	農民組合の能力を超える大規模の改修工事、河川工事、農民組織強化・灌漑技術・営農支援
	デザ県農業開発事務所	同上
	管理事務所	現場レベルでの農民に対する組合組織運営・灌漑維持管理・灌漑農業/営農の指導、洪水被害対策
農民組合		施設の通常の運営維持管理、中小規模の改修工事

4 プロジェクトの評価と提言

1. 本プロジェクトは、以下に挙げる直接および間接効果を創出するものと期待される。
 - (a) 直接効果
 - ① 新規幹線水路から灌漑する 590ha 地区については洪水による被災リスクが軽減される。
 - ② 新規幹線水路から灌漑する 590ha 地区において灌漑用水が安定的に供給され、作付面積が雨期 590ha、乾期 145ha となる。
 - ③ 政府職員の既存幹線水路の洪水被害軽減、補修の技術が向上し、210ha 地区においても畑作への補給灌漑を中心とした営農継続の可能性が高まる。
 - ④ 政府職員および農民組合への灌漑施設維持管理の指導を通じ、政府職員、農民組合への灌漑施設維持管理に関する能力、技術などが向上する。
 - (b) 間接効果
 - ① 農産物の生産が安定し、生産量が向上する。
 - ② 農家の所得が向上する。
 - ③ 農村部における貧困が緩和される。

要 約

2. プロジェクトの妥当性の評価結果は以下のとおりである。

①	プロジェクトの裨益対象が貧困層を含む一般国民であり、その数がかかなり多数であるか？	本地区の貧困者層（一日の消費レベルが MK10.47 以下で生活を行う者）は、全住民の 74.6% に上り、これは全国平均 64.3% を上回っている。裨益対象人数は 1 万人である。
②	プロジェクトの目標が BHN や教育・人造りに合致する、もしくは民生の安定や住民の生活改善のために緊急的に求められているプロジェクトか？	ブワンジェバレー灌漑施設は洪水による度重なる被害を受け、所期の事業効果を発現していない状況であり、受益農民の農業生産に必要な灌漑用水を供給する為に緊急的に求められている復旧プロジェクトである。
③	被援助国が原則として独自の資金と人材・技術で運営維持管理を行うことができ、過度に高度な技術を必要としないか？	今日まで、実施機関は管理事務所の運営のため独自の資金を出してきて一定の成果を収めている。復旧される施設の操作や維持管理は従前のものから原則として変更していないため、高度な技術は不要である。
④	当該国の中・長期的開発計画の目標達成に資するプロジェクトか？	「マ」国の灌漑開発による安定的な農業生産を目的とした中・長期計画に資するとともに農村部の貧困削減計画に寄与する。
⑤	原則として過度に収益性の高いプロジェクトではないか？	本プロジェクトは、既存灌漑施設の復旧による機能回復が目的であり、過度に収益性の高いプロジェクトではない。
⑥	環境面で負の影響がないか？ また、負の影響を排除するための何らかの措置がとられているか？	本プロジェクトは、既存灌漑施設の改善・改修事業であり、環境面で負の影響は無い。この事については、「マ」国環境局に確認済みである。
⑦	我が国の無償資金協力の制度により、特段の困難がなくプロジェクトが実施可能か？	実施機関は、我が国の無償資金協力による事業の経験があることより、特段の問題がなくプロジェクトを実施可能である。

3. 本プロジェクトは上述のように直接・間接効果が期待されると同時に、広く住民の生活改善に寄与するものであることから、本プロジェクトの一部に対して、我が国の無償資金協力を実施することは妥当と思われる。さらに、以下の点が確実に実施されれば、「マ」国側の本プロジェクトの運営・維持管理についても、円滑かつ効果的に行われるものと考えられる。

- ① 本灌漑地区における政府機関である管理事務所の現体制が将来にわたり維持され、滞りなく事務所維持のための予算が執行される。
- ② 政府と農民組合の間で灌漑管理合意書が締結され、灌漑施設の運営維持管理の責任分担が明確化される。

マラウイ共和国
ブワンジェバレー灌漑施設復旧計画

基本設計調査報告書

目次

序文	
伝達状	
位置図/完成予想図/調査対象地区現況図/写真	
略語集	
要約	
	頁
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	1-3
1.1.3 社会経済状況	1-4
1.2 無償資金協力要請の背景・経緯および概要	1-5
1.3 我が国の援助動向	1-6
1.4 他ドナーの援助動向	1-8
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2.1 プロジェクトの実施体制	2-1
2.1.1 組織・人員	2-1
2.1.2 財政・予算	2-1
2.1.3 技術水準	2-2
2.1.4 既存の施設・機材	2-2
2.2 プロジェクト・サイトおよび周辺の状況	2-6
2.2.1 関連インフラの整備状況	2-6
2.2.2 自然条件	2-6
2.2.3 社会・農業状況	2-8
2.2.4 環境	2-14
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 プロジェクト目標および上位目標	3-1
3.1.2 プロジェクトの概要	3-1

3.2	協力対象事業の基本設計	3-2
3.2.1	設計方針	3-2
3.2.1.1	基本方針	3-2
3.2.1.2	自然条件に対する方針	3-4
3.2.1.3	社会条件に対する方針	3-5
3.2.1.4	建設事情および調達事情に対する方針	3-8
3.2.1.5	現地業者の活用に対する方針	3-9
3.2.1.6	実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針	3-9
3.2.1.7	施設のグレードの設定に係る方針	3-11
3.2.1.8	工法、工期に係る方針	3-11
3.2.1.9	環境保全に対する方針	3-12
3.2.2	基本計画	3-12
3.2.2.1	全体計画	3-12
3.2.2.2	施設計画	3-20
3.2.3	基本設計図	3-31
3.2.4	施工計画	3-31
3.2.4.1	施工方針	3-31
3.2.4.2	施工上の留意事項	3-32
3.2.4.3	施工区分	3-33
3.2.4.4	施工監理計画	3-33
3.2.4.5	品質管理計画	3-34
3.2.4.6	資機材調達計画	3-36
3.2.4.7	ソフトコンポーネント計画	3-37
3.2.4.8	実施工程	3-43
3.3	相手国側分担事業の概要	3-44
3.3.1	相手国側分担事業項目	3-44
3.3.2	相手国側分担事業項目の実施可能性、妥当性	3-45
3.4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-45
3.4.1	灌漑システムの運営・維持管理に関する政府方針	3-45
3.4.2	プロジェクト運営・維持管理計画	3-46
3.5	プロジェクトの概算事業費	3-48
3.5.1	協力対象事業の概算事業費	3-48
3.5.2	運営・維持管理費	3-49
3.6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-50

第4章 プロジェクトの妥当性の検証	4-1
4.1 プロジェクトの効果	4-1
4.2 課題・提言	4-2
4.3 プロジェクトの妥当性	4-3
4.4 結論	4-4

付 表

表 2-1	農業省(当時)、灌漑局、リロンゲ ADD の財務状況	T-1
表 2-2	灌漑局、リロンゲ ADD 本局職員数	T-2
表 2-3	月別降雨量	T-3
表 2-4	ブワンジェバレー灌漑地区の位置する村落グループの人口	T-4
表 2-5	ブワンジェバレー灌漑地区の作付面積	T-5
表 3-1	洪水防御案比較検討表	T-6
表 3-2	水配分方法比較検討表	T-7
表 3-3	管理事務所の年間維持費	T-8
表 3-4	農民組合による年間の灌漑施設・事務所運営維持管理収支	T-9

付 図

図 2-1	農業食料安全保障省組織図	F-1
図 2-2	リロンゲ ADD 組織図	F-2
図 2-3	灌漑水開発省組織図	F-3
図 2-4	灌漑局組織図	F-4
図 2-5	農民組合現況組織図	F-5
図 3-1	計画作付け体系	F-6
図 3-2	圃場均平状況	F-7
図 3-3	ソフトコンポーネント実施工程表	F-8
図 3-4	農民組合計画組織図	F-9

添付資料

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 討議議事録(M/D)
 - 資料-1 討議議事録（インセプションレポート説明時、2003年2月）
 - 資料-2 討議議事録（第二次現地調査開始時、2003年7月）
 - 資料-3 討議議事録（第四次現地調査開始時、2005年2月）
 - 資料-4 討議議事録（基本設計概要説明時、2005年9月）
5. 事前評価表
6. 参考資料/入手資料リスト
7. 事業効果測定のためのベースライン調査
8. 環境関連計画
 - 資料-1 環境管理計画（Environmental Management Plan）
 - 資料-2 環境モニタリング計画（Environmental Monitoring Plan）
9. 農民からの意見聴取結果
10. 基本設計図

単 位

長さ		時間	
mm	millimeter	s	second
cm	centimeter	m	minute
m	meter	hr	hour
km	kilometer	d	day
面積		電気・エネルギー	
cm ²	square centimeter	A	ampere
m ²	square meter	V	volt
km ²	square kilometer	W	watt
ha	hectare	kW	kilowatt
体積		kWh	kilowatt hour
cm ³	cubic centimeter	kVA	kilovolt ampere
m ³	cubic meter	通貨	
MCM	million cubic meter	\$	USA Currency (Dollar)
重量		¥	Japanese Currency (Yen)
g	gram	MK	Malawi Kwacha
kg	kilogram	その他	
t	ton	ppm	parts per million
MT	metric ton	°C	degree centigrade
		%	percent

換算レート

\$ 1.00 = ¥ 107.03

MK 1.00 = ¥ 0.99

(2005年3月現在)

第1章

プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

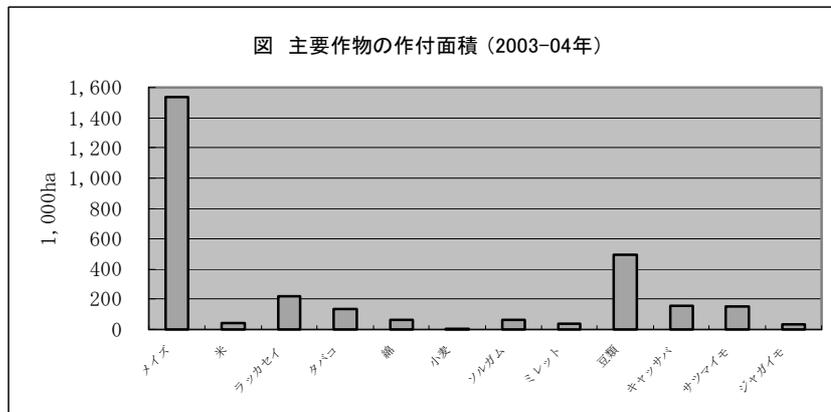
1.1 当該セクターの現状と課題

1.1.1 現状と課題

(1) マラウイ国における農業・灌漑セクターの現状

マラウイ国（以下「マ」国）における農業セクターは、GDP の 40%（2003 年）就業人口の 79%（2002 年）、輸出総額の 83%（2003 年）¹を占めており、「マ」国経済において最も重要な産業である。

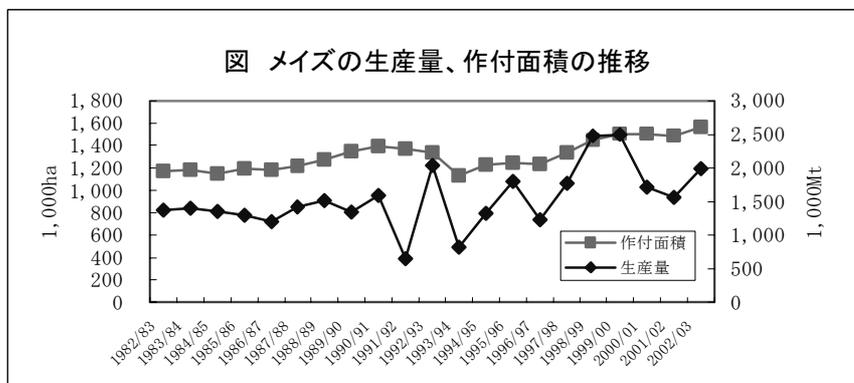
「マ」国における主要作物は国内向け作物としてメイズ、米、落花生、小麦、ソルガム、豆類、キャッサバ、芋類、輸出向け作物としてタバコ、綿花、コーヒーなどが挙げられる。主要作物の 2003-04 年における作付面積を以下に示す。



出典：農業食料安全保障省

この中で、主食であるメイズの作付面積（およそ 150 万 ha）が突出して大きい。続いて作付面積は、豆類、落花生の順となっている。輸出総額のほぼ 6 割を占めるタバコの作付面積はおよそ 14 万 ha、また米の作付面積は 4.2 万 ha と他の作物と比べ依然低い水準となっている。

次に、メイズの生産量、作付面積の推移を下図に示す。

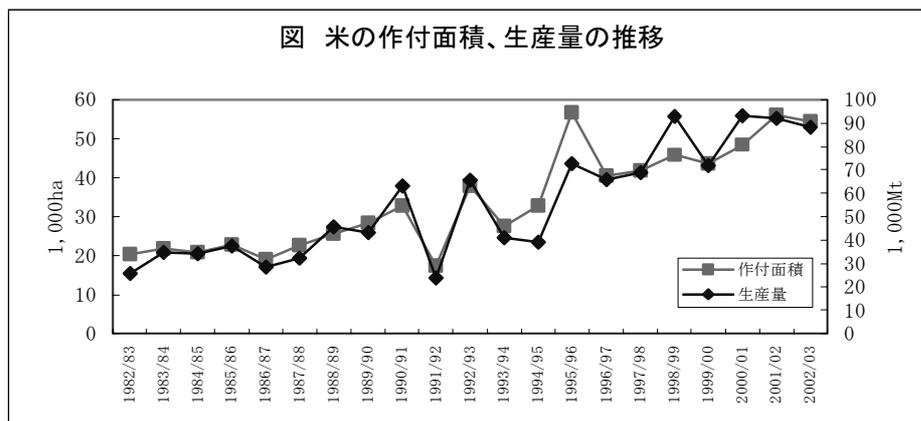


出典：農業食料安全保障省

¹ 統計年鑑 2004 (2005 年 1 月)

作付面積、生産量はともに増加傾向にあるが、作付面積は順調に増加している一方、生産量は不安定である。これは、メイズの栽培を主に天水に頼っているため、天候の影響を大きく受けていると考えられる。特に 2000/2001 年からは、干ばつと洪水の被害に見舞われ農業生産が落ち込んだことと国家穀物備蓄の減少によって食料不足が深刻になってきており、FAO その他のドナーからの緊急食料援助に依存する状況となっている。

米の作付面積、生産量の推移は、以下のとおりである。



出典：農業食料安全保障省

作付面積、生産量ともに増加傾向にあるが、ともに不安定である。これは灌漑が発達しておらず天水に頼った生産であるため天候の影響を直接受けていることが原因と考えられる。「マ」国における米の消費量は 1997 年から 2002 年まで年平均 12%で増加していることから、今後も米増産が必要であると言える。

灌漑局 (DOI) によると全国の灌漑可能面積は 400,000ha と見積もられている一方、灌漑面積総計が 56,400ha (小規模農家による灌漑面積が 8,300ha、エステート農家による灌漑面積が 48,100ha) と低い水準に留まっている。灌漑面積の拡大のための灌漑施設の新規建設に対する政府予算は不足しており、ドナーの支援に依存している状況である。

(2) 対象サイトの現状と課題

ブワンジェバレー灌漑地区は、リロンゲ ADD (Agriculture Development Division) 内のデザ RDP (Rural Development Project) が管轄する。

リロンゲ ADD は、農業食料安全保障省傘下の農業開発区で、全国に 8 つある ADD のうちのひとつである。各 ADD の 2002-03 年のメイズと米の作付面積と生産量を下表に示す。

² FAOSTAT

表 各 ADD におけるメイズと米の作付面積と生産量 (2002-2003 年)

	メイズ				米			
	作付面積 (ha)		生産量 (ton)		作付面積 (ha)		生産量 (ton)	
全国	1,568,975	100%	1,983,440	100%	54,407	100%	88,184	100%
カロンガ ADD	43,432	3%	48,515	2%	5,336	10%	8,324	9%
ムズズ ADD	150,090	10%	127,932	6%	2,021	4%	3,791	4%
カスング ADD	287,730	18%	438,262	22%	615	1%	834	1%
リロンゲ ADD	348,590	22%	443,339	22%	3,756	7%	8,996	10%
サリマ ADD	78,910	5%	111,057	6%	8,719	16%	14,890	17%
マチンガ ADD	309,925	20%	387,286	20%	20,543	38%	32,992	37%
ブランタイヤ ADD	243,218	16%	307,941	16%	8,133	15%	9,443	11%
シレバレー ADD	107,080	7%	119,108	6%	5,284	10%	8,914	10%

出典：農業食料安全保障省

リロンゲ ADD はメイズの作付面積、生産量とも最大であるが、米の生産量では全国で 4 番目となっている。

リロンゲ ADD は、リロンゲ RDP、デザ RDP、ニチュウ RDP の 3 つの RDP を管轄している。各 RDP の 2002-03 年のメイズと米の作付面積と生産量を下表に示す。

表 リロンゲ ADD 内各 RDP のメイズと米の作付面積と生産量 (2002-2003 年)

	メイズ				米			
	作付面積 (ha)		生産量 (ton)		作付面積 (ha)		生産量 (ton)	
リロンゲ ADD	348,590	100%	443,339	100%	3,756	100%	8,996	100%
リロンゲ RDP	173,890	50%	259,676	59%	91	2%	180	2%
デザ RDP	99,761	29%	104,089	23%	3,094	82%	8,178	91%
ニチュウ RDP	74,939	21%	79,574	18%	571	15%	638	7%

出典：農業食料安全保障省

ブワンジェバレー灌漑地区を管轄するデザ RDP は、デザ県全体の農業部門を担当している。デザ RDP は、リロンゲ ADD 管轄内で米の生産量の 9 割を占めており、リロンゲ ADD 内で最も米作が盛んであることがわかる。このような中、デザ県は 2002 年に「県開発計画 2002-2005」を策定し、その中で取り組むべき課題として 11 項目を挙げている。その第一番目として「食料の不安定」があり、その解決方法として「灌漑活動の促進」が述べられており、灌漑を通じた食料確保を政策として掲げている。

1.1.2 開発計画

(1) マラウイ国の上位政策

「マ」国の国家上位政策として、以下 3 つが挙げられる。

1) ビジョン 2020

国家長期開発展望として 1997 年に策定され、国民に必要な国家開発目標、政策と戦略のための枠組みを提供している。ビジョンの範囲として 9 つの課題を挙げており、その中の「持続的経済成長と開発」、「食料安全保障」に、農業セクターが位置づけられてい

る。

2) マラウイ貧困削減戦略書 (MPRSP)

2002年に策定され、2005年までに貧困ライン以下の貧困人口の割合を65.3%から59.3%に下げることが目標とし、その達成のために4つの柱からなる戦略を打ち立てている。第1の柱「持続的な貧困削減に資する成長」は2つの目標からなり、そのうちの1つ「貧困削減に資する成長源の促進」の中にサブ目標として「農業所得の向上」が記載されており、MPRSPでは農業は重要な分野として位置づけられている。

3) マラウイ経済成長計画

MPRSPを補完し主に経済成長に資するものとして、2004年7月に策定され、15の戦略が謳われている。農業セクターはGDPの40%を占め輸出総額の80%を占める最大セクターであり、民間部門主導による成長が期待されている。その中において灌漑開発が作物生産への鍵であるとしている。

以上のとおり、これら上位3政策において農業、灌漑開発の重要性が述べられている。

(2) 農業分野の上位政策

農業分野においては、農業灌漑省（現農業食料安全保障省）により「中期計画2003-2008」が2003年1月に作成された。この中で農業灌漑省は、「持続的な食料安全保障と、農業を基礎とした収入向上が確保される国家」をミッション、「食料安全保障、所得向上、就業機会の創出を保証するための農業生産性向上、持続的管理、天然資源利用の促進」をビジョンに掲げ、これらミッション、ビジョンを満たすために22の目的、そしてそれらの目的を達成するために23の戦略を規定している。

22の目的の1つに「灌漑を通じた農業生産性の向上」、23の戦略のうちの2つに「灌漑開発プログラムの強化」、「灌漑スキームのリハビリ、建設」がそれぞれ明記されており、農業分野における灌漑開発の重要性が謳われている。

(3) 灌漑分野の上位政策

農業灌漑省（現在灌漑分野は灌漑水開発省が担当）は、灌漑分野の政策として2000年6月に「国家灌漑政策・開発戦略」を策定した。「2020年までに灌漑を通じた繁栄」というビジョンのもと、7の政策目標、8の開発戦略を掲げている。これによると、政府は灌漑開発においてファシリテーターの役割を担い、農民が計画設計段階から施工維持管理段階までの各段階において参加することを政策として掲げている。

1.1.3 社会経済状況

(1) 社会経済状況

「マ」国の人口は世銀によると2004年で11.2百万人、年率2%で増加している。平均寿命

は 2003 年のデータで 37.5 歳、2004 年の一人当たりの GNI は 170 ドルで 208 カ国中 201 位であり (World Bank)、また人間開発指数は 177 国中 165 位 (UNDP human development report 2005) であることより世界の中で最も貧しい国の一つである。

GDP の産業別内訳は 2004 年のデータで第一次産業が 38.6%、第二次産業 15.2%、第三次産業 46.2% である (World Bank)。「マ」国経済は第一次産業の農業とその加工による第二次産業より支えられているため、天候と産品の世界市況による影響を受けやすい。主要生産物はタバコ、茶、砂糖、コーヒー等で、主要製造業はこれら農産物の加工業である。また、労働人口の約 90%が農業と農業関連事業に従事している。

(2) 貧困状況

1998 年センサスの結果によると、全国で人口の 64.3%が貧困ライン³以下である。さらに、最貧困ライン以下の人口は全人口の 36.3%を占めている。農村部での貧困人口の割合はおおよそ 65%、都市部では約 55%と、農村部で貧困人口の割合が高い。本プロジェクトの対象地区を含むマラウイ湖南西部から南側が主な貧困地域となっている。

(3) 行政社会構造

「マ」国では県以下の行政単位として、伝統的首長 (TA : Traditional Authority) を中心とした伝統的首長区が設定されている。伝統的首長は、習慣や風習の上での中心的な存在であると同時に、農村部における土地配分の権限を持つなど社会的に重要な地位にある。伝統的首長の下には、村落グループ長、村長がこの順番で存在し、同様に担当地域における土地配分や問題解決等の権限を持つ。

1.2 無償資金協力要請の背景・経緯および概要

本プロジェクト対象地区であるブワンジェバレー灌漑地区は、1992～1994 年に行われた開発調査におけるフィージビリティスタディー結果に基づき、受益面積 800ha を対象とした灌漑開発を目的とし、我が国の無償資金協力により 1997 年～1999 年にかけて頭首工、灌漑排水施設、維持管理施設、精米機、井戸が整備されたものである。無償資金協力事業「ブワンジェバレー灌漑計画」の概要は下記のとおりである。

① 灌漑排水施設

灌漑面積		: 800 ha
頭首工 (固定堰)	4.5m (H) x 50m (L)	: 1 箇所
設計取水量 (最大)		: 1.14 m ³ /s
取水ゲート	1.2 m (W) x 1.2 m (H)	: 1 門

³ 1998 年時点で 1 日の消費レベルが 10.47MK 以下が貧困ライン。また貧困ラインの 60%、6.28MK を最貧困ラインとしている。出典は Malawi-An Atlas of Social Statistics, NSO and IFPRI

灌漑用水路	幹線水路 Q = 1.140 - 0.385 m ³ /s	: 6.8 km
	支線水路 Q = 0.350 - 0.395 m ³ /s	: 14.8 km
	三次水路 Q = 0.01 - 0.07 m ³ /s	: 60.8 km
排水路		: 17.3 km
維持管理道路		: 13.7 km
洪水防御堤／道路		: 7.8 km
圃場均平済面積		: 47.8 ha

② 農村インフラ

農村道路	頭首工～M10	幅員 5.0 m	: 2.3 km
農村給水	手押しポンプ付き		: 13 箇所

③ 収穫後処理施設

精米機（含むディーゼルエンジン）	100 - 120 kg/hr	: 4 箇所
------------------	-----------------	--------

本地区は 2000 年より供用が開始されたが、2001 年以降に頻発した洪水により灌漑施設が被害を受け機能が低下した。特に 2002 年 1 月に発生した洪水により洪水防御堤が浸食をうけ、管理用道路および幹線水路が被害をうけたため我が国のフォローアップ協力により河川護岸および幹線水路の復旧工事が実施された。しかし、依然復旧工事対象以外の施設については洪水の被災リスクにさらされており、また雨期の洪水時には河川の水位が上昇し、河川の右岸に居住する農民にとって左岸側にある本地区へのアクセスは困難な状態となっていた。このような状況下、「マ」国政府は今後の被災リスクを軽減し、所期の効果を発現させるために、①幹線水路の移設、②圃場へのアクセス改善を目的とした橋梁建設を日本側に要請した（2002 年 10 月 29 日付）。

上記要請の後、2003 年 2 月に発生した洪水により洪水防御堤および並行する幹線水路が再び被害を受けた。このような度重なる被害を受け、洪水に対するブワンジェバレー灌漑施設の抜本的な防災面の強化と、所期の事業効果発現のための施設の機能向上を目的とする復旧計画を策定するため、現地調査、国内検討および「マ」国政府との協議を重ねた結果、最終的に以下のコンポーネントを対象とすることで合意が得られた。

- ① 幹線水路の移設
- ② 沈砂池の機能向上
- ③ 頭首工の改修
- ④ 圃場均平作業
- ⑤ 技術支援（土地再配分、水管理、既存幹線水路の洪水被害軽減・補修）

1.3 我が国の援助動向

(1) 全体の動向

我が国の「マ」国における支援実績は、以下のとおりである。

表 2003年度までの形態別実績累計

単位：億円	
項目	金額
円借款	331.49
無償資金協力	441.59
技術協力	245.79
合計	1,018.87

出典：外務省ホームページ

このうち近年における灌漑開発分野の主な支援について、本計画に関連するものは(2)、その他のものは(3)のとおりである。

(2) 本計画に関連する支援

① 開発調査

- 1) プロジェクト名 : ブラウンジェバレー灌漑農業開発計画
- 2) 実施期間 : 1992年9月～1994年2月
- 3) 概要 : ナジプール川、ナミコクウェ川、リブレジ川流域における灌漑農業開発計画の策定(計1,570ha)およびフィージビリティスタディ

② 専門家派遣

- 1) 派遣期間 : 1999年以降
- 2) 派遣人数 : 計4名
- 3) 指導科目 : 農業普及、農民組織化、灌漑水管理、圃場整備

③ フォローアップ事業

- 1) プロジェクト名 : ブラウンジェバレー灌漑開発計画フォローアップ事業
- 2) 実施期間 : 2002年6月～2003年3月
- 3) 概要 : 洪水被害を受けた洪水防御堤および幹線水路の被害原因の調査と、その対応策として洪水防御堤(3箇所)の補修工事の実施

④ 無償資金協力事業

- 1) プロジェクト名 : ブラウンジェバレー灌漑開発計画
- 2) 実施期間 : 1996年～1999年度
- 3) 概要 : ブラウンジェバレー灌漑地区(800ha)における灌漑排水施設、道路・給水施設および収穫後処理施設の建設

(3) その他の支援

① 開発調査

- 1) プロジェクト名 : 小規模灌漑開発技術力向上計画調査
- 2) 実施期間 : 2002年12月～2005年3月
- 3) 概要 : 小規模灌漑開発手法の確立および関係者の小規模灌漑開発にかかる技術的・組織的能力開発

1.4 他ドナーの援助動向

DOIによると、灌漑分野における他ドナーの実施中プロジェクトは以下のとおりである。

1) 小規模自作農氾濫原開発計画（1998年～2005年）

IFADの資金援助にて実施。プロジェクトの内容は、新規灌漑スキーム建設（計1,166ha）、既存灌漑スキームリハビリ（計1,830ha）、キャパシティービルディング等をマッチング、バラカ、ンコタコタ、カロンガ県において行うものである。プロジェクト総額は1,550万ドルである。

2) 園芸・食料作物開発計画（1999年から5年間）

アフリカ開発銀行の資金援助にて実施。ムズズ、カスング、リロンゲ、サリマ ADD にて新規灌漑スキーム建設とダムのリハビリを行うプロジェクト。キャパシティービルディングをはじめ農産物集荷センターや卸売市場の整備等も行う。灌漑開発面積総計は3,400ha、プロジェクト総額は1,200万ドルである。

3) 小規模自作農灌漑計画（1999年から5年間）

アフリカ開発銀行の資金援助にて実施。ブランタイヤ、シレバレーADDにおいて、灌漑スキームを建設し、総計4,600haを灌漑開発するプロジェクト。同時にキャパシティービルディングプログラムも行っている。プロジェクト総額は800万ドルである。

4) マラウイ湖沿岸小規模灌漑計画（2005年～2006年）

アラブ経済開発銀行支援によるプロジェクト。ンカタベイ県とマンゴチ県に灌漑面積800haの灌漑スキームをそれぞれ1箇所建設する。プロジェクト総額は800万ドルである。

実施予定のプロジェクトは以下のとおりである。

5) 灌漑農村農業開発計画

世銀によるプロジェクト。灌漑施設リハビリと新規開発（総面積2,352ha）、普及・灌漑農業技術移転・組織支援等を行う予定。

第 2 章

プロジェクトを取り巻く状況

第2章プロジェクトを取り巻く状況

2.1 プロジェクトの実施体制

2.1.1 組織・人員

本プロジェクトの事業実施機関は農業食料安全保障省（旧農業省）である。2005年の組織改変により農業省から現省へと名称が変更された。職員数は9,559名であり、組織は図2-1に示すとおりである。同省の中での本プロジェクト担当局はリロンゲADDである。ADD（農業開発区）は、農業技術サービス統括局傘下の組織で全国に8つ設置されており、担当地域における農業部門を統括している。リロンゲADDはリロンゲRDP、デザRDP、ニチュウRDPの3つのRDP（県農業開発事務所）を擁し、職員数は2005年2月時点で1,410名である。リロンゲADDの組織図を図2-2に示す。本プロジェクト対象地区であるブワンジェバレー灌漑地区を管轄するのはデザRDPであり、職員は394人である。この下に管理事務所が設置されており、現在技術系職員4名が配置されている。

本プロジェクト実施における技術面での支援は、2005年7月に旧農業省から灌漑水開発省に移管された灌漑局が行う。灌漑水開発省は6つの組織からなり（図2-3）、灌漑局はそのうちの一部局となった。灌漑局本局は8つの組織からなり、職員数は79名である（図2-4）。灌漑局は、各ADD、RDPに所属している灌漑技術者に対して技術的な指導をすることになっている。

改修後の施設維持管理は農民組合が実施する。政府側は、農民組合の支援を主に行うこととなり、その担当もリロンゲADDである。現場レベルでは、デザRDPと管理事務所が実務を担当する。

2.1.2 財政・予算

2002/2003年から2004/2005年の農業省（当時）、灌漑局、リロンゲADDの財務状況を表2-1に示す。同省の予算額は、2002/2003、2003/2004年ともに24百万米ドル、2004/2005年が66百万米ドルである。経常予算は主に人件費、管理運営費に充てられており、農業省では2004/2005年の経常予算額が前2年と比較して増加しており、それは職員数が増加し、また食料安全保障関連の支出が増加したことによる。開発予算には事業開発に必要な経費が計上されており、農業省、灌漑局ともに8~9割を外国からの支援に依存している。灌漑局の開発予算は過去3年間で増加しており、灌漑開発事業関連支出が増加していることを示している。

リロンゲADDの2004/2005年の経常予算は1,614千米ドルである。灌漑施設の運営維持管理予算は、経常予算のうち、人件費以外の経常経費（ORT）に計上されており、ブワンジェバレー灌漑地区を管轄しているデザRDPの2004/2005年のORTは101千米ドルとなっている。

2.1.3 技術水準

本プロジェクトの直接の担当部署であるリロンゲ ADD 本局には、2005 年 2 月時点で 43 名の技術系職員が配属されている。このうち、改修工事および改修後の施設維持管理にかかわる灌漑技術者は 3 名とその比率は低い。よって灌漑技術にかかる技術的な支援は灌漑局が行うこととなる。灌漑局では、17 名の技術系職員のうち半数以上が灌漑技術者であり、またブルドーザなどの重機オペレータも所属している。両局の職員数については、表 2-2 のとおりである。

両局とも、我が国無償資金協力事業を含む国際機関や各国の援助を受けて多くの事業を実施していることから、本事業の工事監理に関する知識および経験を十分に有していると判断される。

2.1.4 既存の施設・機材

ブワンジェバレー灌漑地区の既存灌漑施設は度重なる洪水により被害を受け、かつ将来の洪水による被災リスクにさらされている。既存灌漑施設の現況は以下のとおりである。

(1) 頭首工現況

既存の頭首工は国道 5 号線からマラウイ湖側に約 3km の地点に、灌漑用水の取水に必要な水位を確保することを目的として、ナミコクウェ川の扇状地の要にあたる箇所に建設された。堰形式は固定堰で、堰体下流部に護床工としてふとん籠が敷設されている。既存の頭首工の施設諸元を以下のとおり示す。

- ① 設計洪水量 : 205 m³/s (50 年確率洪水量)
- ② 形式 : 固定堰
- ③ 堰高 x 堰長 : 4.5 m x 50 m
- ④ 堰頂標高 : EL. 519.40 m
- ⑤ 土砂吐ゲート : 2 門、1.5 m (W) x 1.4 m (H)
- ⑥ 取水ゲート : 1 門、1.2 m (W) x 1.2 m (H)
- ⑦ 減勢工 : 静水池タイプ、15 m
- ⑧ 護床工 : ふとん籠、19 m



下流護床工の状況

しかし、2001 年以降頻繁に発生した洪水により堰体下流側において河床低下が起り、ふとん籠の半分程度が流失した (写真参照)。また、2003 年 2 月 1 日の洪水では、当初設計における計画洪水量 205m³/s をはるかに上回る推定 460m³/s の洪水が流下し、堰体にかかる管理橋を越水する事態となった。堰体および管理橋の安全性が確保できない状況となっている。

(2) 沈砂池現況

既存の沈砂池は頭首工の左岸側にある取水工の下流部 (幹線水路最上流部) に、河川水に

含まれる土砂の水路内流入を防止する目的で設置された。既存沈砂池の施設諸元は以下のとおりである。

- ① 設計用水量 : 1.14 m³/s
- ② 沈砂溝 : 長さ 27.3 m x 幅 8 m (一連)
- ③ 排砂管 : 1.0 m x 1.0 m
- ④ 排砂管ゲート : 1 門、1.0 m (W) x 1.0 m(H)
- ⑤ 最小沈積粒径 : 0.3 mm
- ⑥ 排砂方式 : 人力排砂

元設計では沈砂池底高とナミコクウェ川河床高との高低差が十分確保できないことから人力排砂による排砂方式として計画されていた。しかし、ナミコクウェ川上流域の開発や、洪水による河岸浸食の影響で土砂流入量が増加し、これが排砂にかかる農民の負担を大きくしている。その結果、排砂作業が不十分となり水路内に土砂が流入し通水量が大幅に低下する状況が発生することとなった (写真参照)。



(3) 水路および付帯構造物現況

既存の水路および付帯構造物の施設諸元は以下のとおりである。

- ① 単位用水量 : 1.42 lit/s/ha
- ② 水路延長・断面
 - 幹線水路 : 延長 6.8 km、コンクリートライニング、水路底幅 1.0 m~0.6 m
 - 支線水路 : 延長 14.8 km、コンクリートライニング、水路底幅 0.6 m
 - 三次水路 : 延長 60.8 km、土水路、水路底幅 0.4 m
- ③ 用水路付帯構造物
 - 背割り分水工 : 2 箇所
 - 分水工 : 91 箇所
 - 横断工 : 19 箇所
 - 落差工 : 6 箇所
 - 排水路横断工 : 2 箇所
 - 圃場取入れ口 : 2,070 箇所

2001 年から頻繁に発生した洪水により、ナミコクウェ川の河道は幹線水路に並行する洪水防御堤に近接し、河幅は 70 m~100 m に拡大し、また河床は約 6 m 低下したため、洪水防御堤および幹線水路が崩壊することとなった。現在までに被災した箇所と水路の現況について

次表に整理した。

表 幹線水路被災箇所と現況

幹線水路被災箇所概略位置図

被災箇所	頭首工からの距離	被災時期	被災状況	現状
①	1.8 km	2003 年 3 月	2003 年 2 月 1 日に推定 460m ³ /s の洪水が発生し、200m にわたって河道が洪水防御堤に近接することとなった。その後 3 月下旬に発生した洪水で、洪水防御堤が決壊し、並行する幹線水路のコンクリートライニングが 50m 崩壊した。	水路崩壊箇所についてはふとん管で補修が行われている。木材、レンガ等で水路の修復が試みられたが、漏水がひどいため現在この区間の幹線水路は使用されていない。 維持管理道路の補修はなされておらず車両の通行は不可能である。
②	3.0 km	2001 年 12 月～2002 年 2 月	2001 年 12 月の豪雨から洪水防御堤の浸食が始まり、徐々に浸食が進んだ結果 2002 年 2 月に車両による道路通行が不可能となった。	2002 年度のフォローアップ工事によりふとん管による護岸が設置されている。 維持管理道路は迂回道路が設けられており車輛の通行は可能である。
③	3.2 km	2001 年 12 月～2002 年 1 月	住民により建設された堰があったが、2001 年 12 月からの豪雨により倒壊し、洪水防御堤の浸食が始まった。その後被害が拡大し、幹線水路が崩壊した。	2002 年度のフォローアップ工事により迂回水路の建設、護岸工、迂回道路の設置が実施された。
④	3.4 km	2001 年 12 月～2002 年 2 月	被災箇所②と同様、2001 年 12 月の豪雨から洪水防御堤の浸食が始まり、浸食が進んだ結果 2002 年 2 月に車両による道路通行が不可能となった。	2002 年度のフォローアップ工事によりふとん管による護岸、迂回道路が設けられている。
⑤	3.9 km	2003 年 2 月	2003 年 2 月 1 日に発生した推定 460m ³ /s の洪水時に河川が洪水防御堤に近接し、その後浸食が進んで車両による道路通行が不可能となった。	洪水防御堤の浸食を防ぐためマ国政府により水制工が建設されている。 維持管理道路の補修はなされておらず、車両の通行は不可能な状態である。

2005年2月の現地調査時点では、幹線水路が分断している区間（被災箇所①）では、幹線水路と並行する支線水路1（BC1）を利用して灌漑を継続していた。

上表のとおり、これまでの洪水被害は頭首工から下流4km区間の幹線水路に集中している。この区間においてナミコクウェ川は幹線水路に近接しているため、将来発生し得る洪水により再度被災するリスクは極めて高い状況である。

(4) 圃場均平状況

1999年の施設完成の後、圃場均平作業はマ国側の負担にて実施される予定であった。圃場均平用の重機としてブルドーザ3台、バックホウ1台が導入されたが、予算不足が原因で5年経過した2005年2月時点でも完了していない。リロングADDおよび営農普及員への聞き取りによると、均平作業の進捗状況は2005年2月時点で下表のとおりであり、均平作業が完了している圃場は203haと全体の約25%にとどまる。

表 圃場均平進捗状況

単位：ha

実施年	日本側による均平	マ国側による均平	合計
1999	47.8	0	47.8
2000	-	0	0
2001	-	34.1	34.1
2002	-	67.5	67.5
2003	-	53.5	53.5
2004	-	0	0
合計	47.8	155.1	202.9

出典：管理事務所

2003年3月に灌漑局は、圃場を均平状況に応じて、①均平済み圃場、②小規模の均平作業を要する圃場、③中規模の均平作業を要する圃場、④大規模の均平作業を要する圃場の4つのカテゴリーに分類した。現時点までのブルドーザによる均平作業の進捗を反映した結果、カテゴリー毎の圃場面積は下表のとおりである。

表 カテゴリー毎の圃場面積

単位：ha

カテゴリー	ブワンジエバレー灌漑地区 (800ha)
1. 均平済み圃場	203
2. 均平作業を要する圃場	597
①小規模の均平作業を要する圃場	184
②中規模の均平作業を要する圃場	291
③大規模の均平作業を要する圃場	122
合計	800

出典：管理事務所、JICA 専門家

2.2 プロジェクト・サイトおよび周辺の状況

2.2.1 関連インフラの整備状況

(1) 道路（国道、農道、維持管理道路について）

首都リロンゲからプロジェクト・サイト近傍の町ムアまでは国道5号線が整備されている。国道5号線は両側2車線のアスファルト舗装道路であり幅員も広く路面状態も良好である。ただし、サリマームア間にあるルワジ橋、ナミコクウェ橋の2箇所だけは2002年以降の洪水により、橋梁が損傷したため現在1車線の仮設橋が架けられている状況である。

国道5号線から頭首工までは国道10号線および農村道路を利用する。いずれも未舗装ではあるが幅員は5.0m以上あり、アクセスは良好である。

灌漑地区内の維持管理用道路は無償資金協力で建設されたが、前述のとおり洪水により被災を受けた区間は車両の通行が不可能な状態であり、頭首工から灌漑地区下流部へアクセスするには灌漑地区北側の農村道路を使用するしかない。この道路の路面は凹凸が多く雨期の降雨時には冠水し通行が困難となる。被災箇所以外の区間については概ね状態は良好であり車両の通行に支障はない。

(2) 電気・水道・電話

頭首工右岸側に位置する管理事務所には電線が架設され、電気が供給されている。しかし、供給は安定せず停電も多い状況である。水道はなく、住民は村落毎に掘られた深井戸から生活用水を得ている。電話線は架設されていないが、灌漑地区内では携帯電話が使用可能である。

(3) 建設用地の手当て

本プロジェクト実施のため必要とされる建設用地は、事務所・工事用道路等の仮設ヤード、新規に建設する施設のためのものである。これらに使用される予定の土地は草地または耕作地でありプロジェクト実施に支障をきたすような構造物等はない。

2.2.2 自然条件

(1) 地形

プロジェクト対象地区であるブワンジェバレー灌漑地区は、「マ」国を南北に縦断するアフリカ大地溝帯（リフトバレー）内の標高約500mの平坦な沖積平野に位置している。灌漑地区の西部は標高600mから1,500mの台地となっており、一部デザ・ビルのように標高2,000mを超える山岳も存在する。灌漑地区の東部はマラウイ湖が広がり、同地区の取水源であるナミコクウェ川は西部の台地を源とし、灌漑地区の傍を流下した後、このマラウイ湖に流れ込んでいる。灌漑地区は、ナミコクウェ川が急傾斜の台地部から平坦部の沖積平野に流れこむ箇所において形成された扇状地に位置しており、その地形勾配は1/200から1/500である。

(2) 気象

下表に示すように、プロジェクト対象地区に近い観測所（サリマ）の年平均気温は25.1℃

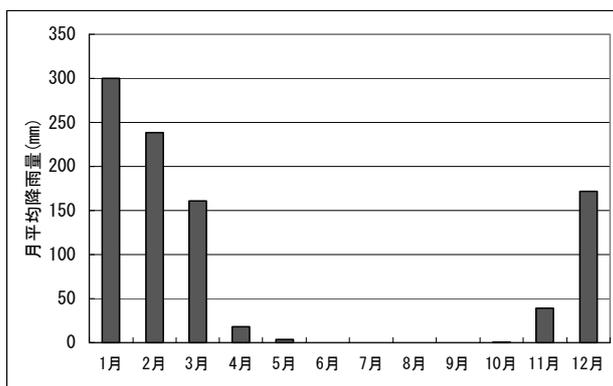
で、11月に月平均気温が最も高く、6月に最も低い。また、平均月最高気温は9月から12月にかけて30.0℃を超えるが、6、7月には平均月最低気温が17.0℃前後まで下がる。年平均相対湿度は65%、年間の平均風速は2.3m/秒、年平均日照時間は8.7時間/日である。

表 プロジェクト対象地区近傍の気象データ

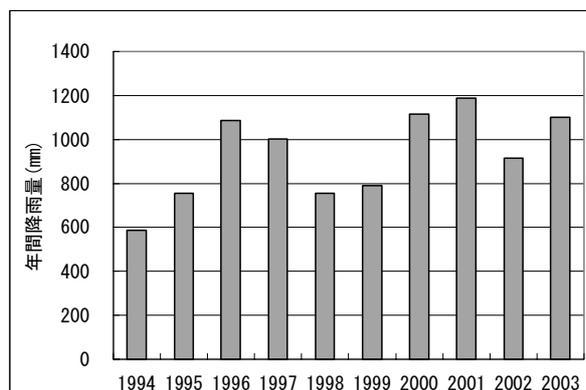
項目	単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	
気温	月最高	℃	29.7	29.6	29.9	29.4	28.4	27.0	26.4	28.3	30.7	32.8	33.1	31.6	29.7
	月最低	℃	22.3	21.7	22.1	21.2	18.7	17.1	16.9	17.7	19.4	21.8	23.4	23.3	20.5
	月平均	℃	26.0	25.7	26.0	25.3	23.5	22.0	21.7	23.0	25.0	27.3	28.2	27.4	25.1
月平均湿度	%	78	82	74	69	63	60	60	59	54	53	59	64	65	
月平均風速	m/s	1.6	1.4	1.7	2.4	2.2	2.4	2.9	2.7	2.4	2.7	2.4	2.1	2.3	
月平均日射量	hr/day	5.8	6.6	7.6	9.5	10.0	9.5	9.2	9.5	9.8	10.0	9.5	7.3	8.7	

観測所：サリマ観測所（気温、風速、日射量）、モンキーベイ観測所（湿度）

プロジェクト対象地区は、熱帯サバンナ地域にあり、過去10年間における年平均降雨量は930mmである。雨期と乾期が明確に分かれており、12月から3月が雨期となり年間降雨量の90%以上が集中している。年間降雨量は下図に示すとおり年により大きく変動し、過去10年間において年間降雨量の最低が587mm、最高が1,189mmと2倍程度の差がある。各年の月別降雨量は表2-3に示すとおりである。



出典：気象局



出典：気象局

図 月平均降雨量（1994-2003、ムタカタカ空港観測所）

図 年間降雨量の変動（1994-2003、ムタカタカ空港観測所）

(3) 水文・水理

本調査では河川流量資料として以下の資料を灌漑水開発省水資源局より収集した。2003年6月以降の資料は水資源局で所有していないため入手不可能であった。

- 1) ナジポクウェ川河川流量データ（3E1 観測所、1991年11月～2003年6月）
- 2) ナミコクウェ川河川流量データ（3E2 観測所、1991年11月～2003年6月）

河川流量は1日2回計測される水位の平均水位から算出されているため、洪水発生時のピーク流量を適切に表しているとはいえない。またデータの欠損も多く信憑性にかけるためこのデータから洪水量を算定することは困難である。

よって2001年以降発生した大規模な洪水量については頭首工固定堰の越流水深から以下の

とおりに算定した。

表 洪水時における推定洪水量

洪水発生日	越流水深	推定洪水量
2001年1月頃	1.6m	171m ³ /s
2003年2月1日	3.1m	460m ³ /s
2005年2月28日	1.7m	180m ³ /s

2003年2月1日に発生した洪水量460m³/sが現時点の既往最大洪水量であり、これは既存の洪水防御堤の設計洪水量170m³/sおよび頭首工の設計洪水量205m³/sを大きく上回るものである。この日は、午前4時から激しい豪雨が発生し、頭首工地点において河川が増水し、午前9時から9時半にかけて洪水量はピークとなり管理橋を越流するという未曾有の洪水となった。記録的な豪雨は「マ」国南部までおよび、マラウイ湖を中心に少なくとも6万人が家を失い、27,000haの耕作地が被害を受け、大統領により非常事態宣言が発令される状況となった。また、この洪水によりナミコクウェ川に架かる国道の橋梁の橋脚が傾き、ナミコクウェ川支流に80年前に建設された堰の堰体の一部が流亡している。

これら大規模の洪水が頻発する一因としては近年の異常気象が挙げられる。またナミコクウェ川上流域の耕作地拡大が進み急速に森林が減少していることも原因として考えられる。

2.2.3 社会・農業状況

(1) 事業効果測定のためのベースライン調査

ベースライン調査はプロジェクト対象地区内の受益農家および施設維持管理を行う農民組合を対象として、受益農民の生活環境、営農および農民組合の現況把握と事業効果測定の基礎情報提供を目的とし、2003年3月に実施した。ここでは調査項目の概略について述べ、調査結果の詳細は「添付資料：ベースライン調査結果」に示した。

(a) 調査方法

各対象に対する調査は以下の方法で実施した。

受益農家

調査期間が短期間であることから、受益農家に関する調査は標本調査にて実施した。対象は、各支線水路に耕作地を持つ農民から選定し、標本数は各支線水路の灌漑面積に応じ決定した。最終的には下表に示すとおりの受益者2,000世帯(当初計画時)の約5%に当たる103世帯に対し調査を実施した。

表 標本数

支線水路	農家数	%
BC-1	39	37.9
BC-2	30	29.1
BC-3	34	33.0
合計	103	100.0

農民組合

農民組合に関する調査は、組合管理委員会本部および、各支線水路に設置されている合計3つの組合管理委員会支部の委員メンバー（議長、秘書、会計係）を対象とし、質問表を用いたディスカッション形式で実施した。

(b) ベースライン調査事項

調査の主な項目は以下のとおりである。

表 主な調査項目

大項目	小項目	
	受益農民に対する質問	組合に対する質問
社会一般	家族構成、居住環境、生活環境	—
農家経済	収支、購買物、生活必需品の所有	—
営農	米耕地面積、作付け米品種、米収量、米販売状況、農具の所有状況	—
組合運営	メンバーシップ、組合活動の認識度、組合の問題点、水利費の支払意思	組織構造、組織運営の問題点
施設維持管理活動	活動への参加状況	水路・沈砂地清掃回数

(2) 人口・貧困状況

(a) 県、TA区

ブワンジェバレー灌漑地区が位置するデザ県はTA区を含む9つの行政単位から構成され、総人口486,682人、113,544世帯を擁する。プロジェクト対象地区を管轄するTA区はカチンダモトTA区であり、人口68,092人、16,041世帯が所属する。デザ県の貧困ライン以下の貧困層の割合は72.8%、カチンダモトTA区は74.6%と、いずれも「マ」国平均の64.3%を越えている¹。

(b) ブワンジェバレー灌漑地区

カチンダモトTA区の中でブワンジェバレー灌漑地区が位置する村落グループはブワナリ、カフラマ、ムチャンジャ、ムテンバンジの4つであり、これらに所属している村と人口を表2-4に示す。

当初の無償資金協力事業によってブワンジェバレー灌漑地区が開発された際の土地配分対象村は上記4村落グループの中の14村で、以下のとおりである。

表 ブワンジェバレー灌漑地区内における土地配分対象の村落グループと村名

村落グループ	村
ブワナリ	フォレ、マジアツツアトシ
カフラマ	ムロンゴチ
ムチャンジャ	ムチャンジャ、ムドゥランバレ、ヌドングウェ
ムテンバンジ	ブワナマコワ、チャテワ、ジコ、ガラネネンジ、ムバンガリ、ムコンドリレ、ムテンバンジ、ムワシンジャ

¹出典は全て Malawi-An Atlas of Social Statistics, NSO and IFPRI。1998年の人口センサスが基データ。

一方、JICA 専門家、協力隊員が 2004 年に作成した土地台帳によると、現状では 7 村落グループ、27 村に所属する農民がブワンジェバレー灌漑地区内に耕作権を持っており、これらのブワンジェバレー灌漑地区内の耕作権者は 1,926 人である。

(3) 営農・作付状況

受益農民の平均耕地所有面積は 0.85ha、このうち半分程度がブワンジェバレー灌漑地区内に位置している。

灌漑地区内では、一部の農民が稲の二期作を実施しているが、一般的には雨期の一作のみである。雨期作は一般的に雨期の始まる 11～12 月に代掻きおよび苗代の作成を行い、12～1 月に苗を移植(一部直播)、4～5 月頃に収穫を迎えるが、作期は農家によってばらつきがある。殆どの農家は慣行農法に従い無肥料・無農薬農業を営んでおり、農具は農家の大部分が鋤以外を所有しておらず粗放的な農業を営んでいる。

主な品種は「マ」国において広く栽培されているファヤ (Faya) および、高収量早稲品種のプッサ (Pussa) である。これらの品種特性は以下のとおり。

表 「マ」国における稲の主要品種

品種	生育期間 (日)	単収(籾) (t/ha)	その他
ファヤ	155	4.0	灌漑に適する(雨期)
キロンベロ	130	4.4	灌漑に適する(雨期)
プッサ	112	6.0	灌漑稲作に適する(雨期、乾期)

出典：リフー稲作研究所

上表に示されるとおり、研究所における単収は、4.0～4.5t/ha であるが、灌漑地区内における 3 品種の平均単収は 1.8t/ha と低い水準に留まっている。この原因としては、肥料、農薬などの投入資材の不足に加え不安定な灌漑用水の供給が挙げられる。

収穫物は主に自家消費米となるが、一部の農家は余剰米の販売を行っており、多くの農民は庭先での販売を行っている。庭先販売価格は MK8～15/kg である。農民組合も一部の農民から MK20/kg で籾の購入を始めている。

メイズは雨期作後の乾期作での栽培が営農普及員によって推奨されている。品種はハイブリッド種、在来種が栽培され、米の収穫後 6～7 月頃に播種し、8～9 月に収穫するのが一般的である。施肥量は少なく、無農薬で栽培している。対象地区でのその他の畑作物として、キャッサバ、豆類なども栽培されている。

近隣の市場として、ムタカタカおよびムアに公設市場が開設されているが、アクセスが悪いため、肥料や農薬などの投入資材の購入は農民にとって困難な状況となっている。このような背景を受け、農民組合は肥料の農民への販売を一部実施している。

(4) ブワンジェバレー灌漑地区における灌漑状況、施設の維持管理現況

当初の無償資金協力事業で建設された灌漑施設が 2000 年に供用が開始されて現在 5 年が経過している。灌漑施設、維持管理の現況は以下のとおりである。

(a) 灌漑状況

ブワンジェバレー灌漑地区は、2000 年より施設供用が開始された。供用開始後から 2004-2005 年の雨期までの作付面積の実績を表 2-5 に示す。幹線水路が洪水の被害を受けた 2001-2002 年雨期、そして 2003 年 2 月の被災の次の雨期（2003-2004 年）の米の作付面積がそれぞれ 449ha、467ha と、計画米作付面積 800ha のおよそ 6 割に留まっている。

(b) 施設の維持管理現況

① 政府による維持管理の現状

本地区の管轄 ADD は、2002 年にサリマ ADD からリロンゲ ADD に変更となった。1997 年に策定された当初計画では、農民組合への施設運営維持管理移管までの暫定期間として 5 年が設定され、「マ」国政府はこの暫定期間内において、維持管理課、資料収集課、農民指導課、総務課および経理課の 5 課からなる灌漑施設維持管理事務所を設置し、①灌漑施設維持管理活動の実施、②農民組合への教育・訓練を行うこととなっていた。しかし、政府予算・要員不足から計画通りの要員配置ができず、営農普及員 3 名に加え、2003 年 1 月に常駐要員として 1 名のプロジェクトマネージャーが配置され、現在、管理事務所は常駐技術系職員 4 名体制で農民に対する支援を実施している。

② 農民組合と組合による維持管理の現状

当初の無償資金協力事業完工後、受益農民は組合の正式登録を目指し 1999 年に設立された農民組織準備委員会を中心として、政府の支援のもと灌漑施設の運営維持管理を実施してきた。2004 年 8 月には協同組合法（Cooperative Society Act）に基づき法的に登録が完了し、現在正式な組織（農民組合）として活動を続けている。正式名称は「Bwanje Valley Irrigation Production and Marketing Cooperative Society Limited」である。

農民組合の規約には、ブワンジェバレー灌漑地区が位置する村の農民が組合員となる資格を有すること、組合員の義務として組合への出資の為のシェアの購入、年会費・水利費等の支払いが定められている。2005 年まで組合幹部、管理事務所政府職員も書類不備等の理由から正式な組合員の人数を把握しておらず、参考として年会費を支払った人数を組合員数とみなしていたが、2005 年から土地再配分計画の一環として農民の組合への再登録を開始した。農民はシェアの購入を始め、正式に組合員として登録されつつある。2005 年 8 月現在、シェアを支払い正式に組合員として登録されている人数は 2005 年 8 月段階でおおよそ 1,600 人、地区内全耕作権者の約 8 割²である。

農民組合の現況組織は、図 2-5 のとおりである。組合の運営に責任を持つ組合管理委員会本部を筆頭に支線水路ごとに管理委員会支部が設置され、別途サブコミッティーとして機能

² JICA 専門家、協力隊員が 2004 年に作成した土地台帳から、現在 800ha 地区内の耕作権者数は 1,926 人

別に 11 の委員会が設置されている。支線水路毎の管理委員会支部はそれぞれ灌漑用水路網のブロック、農民クラブという下部組織で構成されている。組合管理委員会本部は、議長、副議長、秘書、副秘書、会計、副会計、役員 4 人の計 10 人のメンバーから構成されており、彼らは組合の幹部として位置付けられる。管理委員会支部、ブロック、農民クラブにも同様、4 人～10 人のメンバーが幹部として存在している。これらのメンバーは原則選挙によって選出されている。また、農民組合の事務所は、管理事務所の建物内にある。

主な組合活動は、灌漑施設の運営維持管理、精米事業である。収入は、年会費、水利費、精米機使用料の徴収、シェアの販売（組合員の出資の意味）、精米販売等からなり、灌漑施設の維持管理費、精米事業に係る経費、雇用人の給料が主な支出である。灌漑施設の日常的な運営維持管理費は、洪水による幹線水路の大規模な被災修復費用を除き組合が負担している。

現在組合はゲート管理人（Water Guard）を 3 人雇用し、組合の水管理委員会とともに政府職員の支援を受け以下のとおり維持管理業務を実施している。

表 水管理・施設維持管理現況

	業務内容	実施担当者	方法
頭首工	土砂吐ゲート、取水ゲートの操作 取水ゲート前のスクリーンに溜まった流木、草木等の除去作業	ゲート管理人 3 人	操作マニュアルはない。ゲート操作は原則ゲート管理人の経験に依存。 洪水時には、原則取水ゲート閉鎖、土砂吐ゲート全開。 流木、草木等の除去作業も適時ゲート管理人が行う。
沈砂池	沈砂池内に堆積した土砂の排砂作業	ゲート管理人 3 人	排砂作業は毎日曜日。（基本的に人力排砂ではなく、自然排砂方法に拠っている）
幹線水路	三支線水路へのゲートの操作	ゲート管理：ゲート管理人 3 人	雨期：3 支線水路へのゲートは全て全開。 乾期：3 支線水路へのゲートは支線水路水配分計画に基づき輪番にて管理。
	水路内に堆積した土砂の排砂作業	排砂作業：雇用農民	排砂作業：状況を見て適宜組合により農民を雇用し実施
支線水路	三次水路へのゲートの操作	ゲート管理：ゲート管理人 3 人	ゲート管理：3 次水路水配分計画に基づき午前、午後にわけ該当 3 次水路のゲートを開閉。
	水路内に堆積した土砂の排砂作業	排砂作業：農民（無償）	排砂作業：原則月に 2 回。
三次水路	圃場への水配分管理 水路内の清掃	農民（無償）	スキーム内で統一された方法はない。各クラブに任されている。

三次次水路水配分計画は、原則として月に 1 回 3 次水路毎の組織（農民クラブ）、ブロック

(農民クラブの上位組織)、支線毎の管理委員会支部からの意見をもとに作成され、農民へ周知されている。

水管理、施設の操作、維持管理に関する問題点として、以下が挙げられる。

- 三次水路水配分計画は農民の意見を聴取して作成されているものの、技術的な検討が加えられていない。
- 三次水路の維持管理は農民クラブ毎にばらつきがある。
- 施設の操作、維持管理についても技術的な裏づけがなく、特に頭首工のゲートについては施設が損傷する可能性のある操作が散見される。

当初の無償資金協力事業で導入した精米機、井戸は運営維持管理が概ね順調になされている。4つの精米機については、組合がオペレータを雇用し、必要時にはスペアパーツを購入する等整備を実施し運営維持管理を実施している。精米機は農民が使用料を支払い使用しており、この使用料は組合の収入源の一つとなっている。13箇所の井戸についても、組合の井戸管理委員会のもと、各村落レベルでの維持管理が定着している。

組合の財務状況は、JICA 専門家、協力隊員、政府職員の支援の結果、比較的安定している。会計系の雇用によって財務管理が容易となったことも一因であり、ムタカタカにある組合の銀行口座には、2004年12月時点で100万MKを越える額が貯金され、財務基盤が徐々に確立されている。

しかしながらこれらの活動全般は、プロジェクト管理事務所の政府職員とJOCV隊員の支援、指導に依存しており、現状では農民組合単独での上記活動の維持は困難であると思われる。

(5) 農業支援サービス

プロジェクト対象地区はムタカタカEPA、ゴロモチEPAの管轄内にあり、両EPAより管理事務所に灌漑地区担当の営農普及員が3人配属されている。この3人の営農普及員が農民に対する農業支援サービス全般を実施している。

(6) 土地所有形態

「マ」国における土地所有形態は、大きく①政府管轄の公有地 (Public Land)、②伝統的首長が管轄する慣習地 (Customary Land)、③私的所有の民有地 (Private Land)の3つに分類される。ブワンジェバレー灌漑地区内の土地所有形態は、デザ県知事 (DC) によると本地区は公有地であるが、実際は伝統的首長に支配される慣習地の性格をもって運営されている。

ブワンジェバレー灌漑地区内の土地配分は、当初プロジェクト実施時に伝統的首長により村落グループの行政界が適用され配分された。その結果、農民一人当たりの耕作面積が不平等となり現在農民が不満を抱いている。自分では耕作できない大きさの土地を所有していることなど不平等な耕作面積が、耕作が放棄されている土地の存在の原因のひとつとも考えられる。幹線水路移設に伴う農民への配慮とあわせ、「マ」国政府は現況を改善する為に本プロ

プロジェクト実施にあわせ土地を再配分する方針である。

2.2.4 環境

マ国においては、開発事業を実施する場合の環境アセスメントに関するガイドラインとして「環境影響評価ガイドライン」(1997年12月)が森林・漁業・環境省³(the Ministry of Forestry, fisheries and Environmental Affairs)環境局(Environmental Affairs Department)により策定されている。

この中で、農業・水産プロジェクトのうち環境影響評価(EIA)を実施する必要性のあるプロジェクトの基準を以下のように規定している。

- ① 1ha以上の農業に係る排水プロジェクト
- ② 10ha以上の灌漑プロジェクト
- ③ 20ha以上の農用地開発プロジェクト
- ④ 20家族以上の移転が必要となる農業プロジェクト、または、20ha以上の農用地を他用途に転用する場合。
- ⑤ 石灰を除く年間1トン/haの肥料を20ha以上に使用する場合。
- ⑥ 5ha以上に農薬を使用する場合。
- ⑦ 100m³以上または池から直接取水する養魚場、または鑑賞魚用の池を建設する場合。
- ⑧ 新種の魚種を導入する場合。

本プロジェクトは既存灌漑施設の改修工事であることから上記の基準にはあてはまらず、環境影響評価を実施する必要はないことを環境局に確認している(添付資料4 資料-4 討議事録(基本設計概要説明時、2005年9月参照))。

³ 現鉱物天然資源環境省(the Ministry of Mines, Natural Resources and Environment)

第 3 章

プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの概要

3.1.1 プロジェクト目標および上位目標

マラウイ国（以下「マ」国）では、2001年ごろから干ばつと洪水の被害に見舞われ農業生産が落ち込んだことと国家穀物備蓄の減少によって食料不足が深刻になってきており、FAO その他のドナーからの緊急食料援助を頼っている状況となっている。

こうした食料不足を解消するため、「マ」国の農業食料安全保障省（旧農業省）は、灌漑開発による安定的な農業生産を目的として「灌漑を通じた農業生産性の向上」、「灌漑開発プログラムの強化」、「灌漑スキームのリハビリ、建設」を国家の上位計画¹として掲げている。

本プロジェクト対象地区であるブワンジェバレー灌漑地区は、受益面積 800ha を対象とした灌漑開発を目的とし、我が国の無償資金協力事業により 1997年～1999年にかけて頭首工、灌漑排水施設、管理用道路、井戸が建設された。本灌漑地区は 2000年より供用が開始されたが、2002年1月に発生した洪水により、河川の洪水防御堤が浸食され、管理用道路および幹線水路が被害を受けたため、我が国のフォローアップ協力により河川の護岸および幹線水路の復旧工事が実施された。しかし、2003年2月に発生した洪水により上記の洪水防御堤が被災したため、所期の目標を達成し得ない状況にある。

本プロジェクトはブワンジェバレー灌漑地区における農業生産性の向上を上位目標として、洪水により被害を受けた同地区の被災リスクを軽減し灌漑施設の機能を向上させ、安定的な灌漑用水の供給を可能とすることを目標としている。

3.1.2 プロジェクトの概要

本基本設計調査では、洪水に対する幹線水路の被災リスクを軽減するための計画策定が焦点となり、検討の結果、幹線水路を山側に移設することに決定した（検討の詳細については 3.2.2 にて後述）。このことにより、移設した新規幹線水路が用水を供給する面積が 800ha から 590ha となった。既存幹線水路と新規幹線水路に挟まれた 210ha については、「マ」国政府の責任のもと既存幹線水路からの用水供給を実施して農民組合が主体的に営農を続けることになった。

上記を踏まえ、本プロジェクトでは「3.1.1」で述べた目標を達成するために防災強化の観点から現地調査結果に基づき灌漑施設改修工事を行う。さらに、「マ」国政府が主体となって実施する土地再配分等の技術支援を行う。具体的には下記のとおりである。

① 灌漑施設改修工事（ハード面）

¹中期計画 2003-2008 農業省（現農業食料安全保障省）

- －頭首工の改修
- －沈砂池の機能向上
- －幹線水路の移設
- －圃場均平作業

② 技術支援（ソフト面）

- －土地再配分
- －水管理強化
- －既存幹線水路の洪水被害軽減工法、補修工法

上記の活動を実施することにより、下記の成果が期待される。

ハード面

- ① 洪水に対する灌漑施設の安全性が高まり、安定的な水供給が可能となる。
- ② 水路内の堆砂の問題が解消され、通水能力が確保されるとともに、排砂にかかる農民の作業負担が軽減する。
- ③ 圃場均平がなされることにより、水田としての利用率が高まる。

ソフト面

- ① 不公平な土地配分が解消され、土地利用効率が高まる。
- ② 水管理技術の向上により、適正な水配分が可能となる。
- ③ 既存幹線水路の継続的な利用が可能となる。

3.2 協力対象事業の基本設計

3.2.1 設計方針

3.2.1.1 基本方針

本協力対象事業の基本方針は下記のとおりである。

- ① 近年の洪水により被害を受け、農業生産活動が停滞しているブワンジェバレー灌漑地区に対し、防災機能強化のためのハード面での支援を行う。
- ② ブワンジェバレー灌漑地区内の施設を適切に管理し、安定的に水供給を行うためのソフトコンポーネントによる技術支援を行う。

現地調査結果を踏まえ、本地区におけるハード面およびソフト面での問題を分析し、協力対象事業を下表に示すように決定した。

表 協力対象事業の決定

問題点	現状と対応	協力対象事業の内容
<p>1. ハード面での問題</p>	<p>①頭首工 2002年から頻繁に発生した洪水により頭首工下流の河床が低下し、護床工、護岸工の一部が被害を受けており、2003年2月の洪水で河川水が管理橋を越水していることから、今後の洪水被害を軽減するための対策が必要である。さらに、土砂吐・取水工についても維持管理の面から改修が必要である。</p> <p>②沈砂池 人力排砂のため排砂作業が適切に実施されず、幹線水路への土砂の流入による通水阻害の問題がある。安定的な灌漑用水の灌漑地区への供給のために沈砂池の改修工事が必要である。</p> <p>③幹線水路 既存幹線水路は洪水により被災し今後も洪水の被災リスクにさらされているため、幹線水路を安全な山側に移設することが必要である。</p> <p>④圃場均平作業 圃場均平が実施された面積は一部であり、灌漑用水がかからない地区がある。その地区に対して圃場均平作業を速やかに実施する必要がある。</p>	<p>⇒頭首工改修工事</p> <p>⇒沈砂池改修工事</p> <p>⇒幹線水路移設工事</p> <p>⇒圃場均平工事</p>
<p>2. ソフト面での問題</p>	<p>① 土地配分の不平等 現況の土地配分が不平等であることから、幹線水路移設を機会として土地再配分を行う必要がある。</p> <p>② 水管理 既存の灌漑施設の水管理が必ずしも適切に行われておらず、かつマニュアルがない。さらに、新規幹線水路および既存幹線水路のための新しい水管理システムの構築が必要であり、マニュアル作成、トレーニングが必要である。また、水利費の徴収率が低いため、これを高める必要がある。</p> <p>③ 既存幹線水路の防災強化 既存幹線水路の機能回復のための補修工事および将来の洪水被災リスクを低減するための洪水被害軽減工法を「マ」国が自主的にできるようになる必要がある。</p>	<p>⇒土地再配分に関わるソフトコンポーネント</p> <p>⇒水管理に関わるソフトコンポーネント</p> <p>⇒洪水被害軽減工法、補修工法の技術支援に関わるソフトコンポーネント</p>

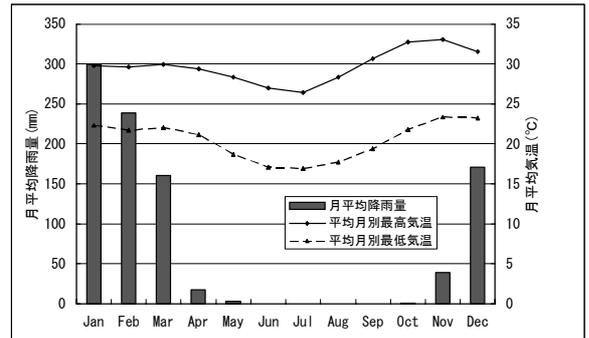
上記をまとめると協力対象事業は、①頭首工改修工事、②沈砂池改修工事、③幹線水路移設工事、④圃場均平工事、⑤ソフトコンポーネント（土地再配分、水管理、洪水被害軽減・補修工法に対する技術支援）となる。

3.2.1.2 自然条件に対する方針

(1) 気象・水文

右図に示すように、プロジェクト対象地域に近いサリマ観測所の年平均気温は25.1℃で、11月に月平均気温が最も高く(28.2℃)、6月に最も低い(21.7℃)。また、平均月最高気温は9月から12月にかけて30.0℃を超える。

降雨パターンとしては雨期と乾期が明確に分かれており、12月から3月が雨期となり年間降雨量の90%以上が集中している。これらの気象条件は施工計画および品質管理計画に反映させるものとする。



出典：Department of Meteorological Services

図 平均月別最高・最低気温（1992-2004、サリマ）、
月平均降雨量（1994-2003、ムタカタカ）

(2) ナミコクウェ川の洪水量

1996年の基本設計（以下「元設計」）では頭首工、洪水防御堤の設計洪水量は「マ」国で通常使用されているドレートンの式を用いて下記のように算出されている。

頭首工 : 205 m³/s (50年確率)

洪水防御堤 : 170 m³/s (25年確率)

しかし、2003年2月1日に推定460 m³/sという上記の設計洪水量を大きく越える洪水が発生した。本プロジェクトの実施に際しては、近年の異常気象も考慮し、頭首工地点で既往最大である460 m³/sに対して安全な施設となるよう改修を行う方針とする。

(3) 地質

本灌漑地区はリフトバレー内の沖積層に位置している。元設計時の頭首工地点での地質調査の結果によると地表から12mはN値0~10のシルト層であり、それより下層のEL.511.00m付近でN値が25以上の砂混り粘性土層が現れる。既存の頭首工堰体はこの粘性土層を支持層として、杭基礎により支持させている。本プロジェクトにおいても頭首工下流部に建設される静水池等の構造物の基礎の設計は同様に行うものとする。

(4) 地震条件

本灌漑地区周辺で大きな地震は発生していない。「マ」国農業省では設計に使用する地震係数の基準を設定していないため、日本の土地改良設計基準に準拠し最低値の $K_h=0.1$ を使用する。

3.2.1.3 社会条件に対する方針

(1) 土地再配分の必要性

幹線水路を移設した場合、既存の幹線水路を利用して灌漑を継続する 210ha 地区では、河川が既存幹線水路と並行して流れているため洪水に対する安全性が低く、河川から離れた新規幹線水路を通じて灌漑する 590ha 地区と比較し洪水による被災リスクに差が生じることとなる。このため、土地配分の現況がこのまま続くと、営農の継続性という意味で両地区間の農民に不平等が生じる恐れがある。

また、ブワンジェバレー灌漑地区内の土地配分の現況についても、1997～1999 年の無償資金協力による工事実施時に、伝統的首長により村落グループ境界に基づき土地配分した結果、農民一人当たりの平均耕作面積が下表のとおり不平等となっている。

表 村落グループ別農民一人当たり平均耕作面積

村落グループ	カフラマ	ブワナリ	ムチャンジャ	ムテンバンジ	全体
農民数 (人)	105	250	508	1,041	1,904
農民一人当たり 平均耕作面積 (ha)	0.21	0.20	0.43	0.45	0.40

出典：土地台帳、2004

上表の通り、カフラマ、ブワナリの農民一人当たりの平均農地は、ムチャンジャ、ムテンバンジの平均耕作面積の約半分となっており、同じ村落グループ内でも、最大格差が 7.5ha と不公平な状態となっており、所有面積の少ない農民の大きな不満要素となっている。この土地配分の不平等は耕作が放棄されている土地の存在の一因であり、本プロジェクトの効果発現上重要な問題である。

以上の問題を解決するためには土地再配分の実施が必要である。その必要性については「マ」国政府、農民組合も認識しており、土地再配分委員会を既に組織している状況にある。

(2) 他灌漑事業の土地配分事例調査

他灌漑事業の土地配分事例調査として、リロンゲ ADD、デザ RDP、現地管理事務所職員、農民組合員参加の元、マチンガ ADD 内ドマン灌漑地区へのスタディーツアーを実施した (2005 年 3 月 2 日)。同地区は台湾政府の支援により 1975 年に完成した灌漑地区で、灌漑面

積 470ha、受益農民 1,656 人である。また、現在 IFAD の小規模自作農氾濫原開発計画にて施設の改修と水管理組織のキャパシティービルディングが実施されている。

ドマシ灌漑地区では、農民への土地配分は施設建設後に、組織された土地配分委員会が主体となって実施された。水管理組織会長によると、現在農民一人当たり平均耕作面積は 0.2ha で、農民間の耕作面積格差は最大で 6 倍程度 (0.1~0.6ha) であり、土地配分に係る問題は特にない。

ブワンジェバレー灌漑地区の土地配分との大きな違いは、大きく以下 3 点にまとめられる。

- ① ドマシ灌漑地区では 3 次水路、圃場均平を含め灌漑地区がすべて整備されたあとに農民に配分されたが、ブワンジェバレーでは圃場均平が未了のうちに配分が行われた。
- ② ドマシ灌漑地区では、地方指導者 (TA、村落グループ長、村長) の土地配分に対する関わりが土地配分委員会のアドバイザー的役割であったのに対し、ブワンジェバレーでは、地方指導者が配分を行った。
- ③ ドマシ灌漑地区では、地区内に行政界が適用されてはならず、農民は所属村に関わらず平等に土地の配分が受けられたが、ブワンジェバレーでは所属村落グループの行政界が適用されたことで農民の耕作面積に不均衡が見られる。

(3) 土地再配分方法の比較案検討

ブワンジェバレー及びドマシ灌漑地区の現状を踏まえ、土地再配分方法として下表のとおり第 1 案：現状是認案、第 2 案：均等配分案、第 3 案：均等換地案が考えられる。

表 土地再配分方法比較表

案 1. 現状是認案	案 2. 均等配分案	案 3. 均等換地案
590ha の土地を、210ha 地区の再配分希望者 + 590ha 地区の農民に対し、現状の土地所有状況をできるだけ活かしながら配分する。	590ha の土地を、再配分を希望する農民に対し、機械的に均等配分する。	800ha 受益農民全員に、590ha の土地、210ha の土地をそれぞれ別に機械的に均等配分する。
210ha 地区内の農民一人一人に、説明し、210 地区内に残っても良いか、590ha 地区の土地を再分配してほしいかなどの確認を取る。 590ha の土地の再分配を希望する農民に対し、590ha の土地所有状況から、原則平均所有面積 0.4ha と比して過大な面積を持っている農民から優先的に再配分を行う。最終的には、所有面積がおおよそ同等となるよう調整をはかる。 210ha 内の土地配分については、協議・検討が必要。	590ha の土地を、再配分を希望する農民の総計で除した面積で機械的に均等に再配分してしまう。 210ha 内の土地配分については、協議・検討が必要。	全受益農民に対しての配分、つまり、 $590ha \div 1,926 人 = 0.3ha$ を 590ha に、 $210ha \div 1,926 人 = 0.1ha$ を 210ha 内に持たせるように機械的に均等に再配分を行う。

土地再配分方法について「マ」国政府職員、TA、農民組合、受益農民と協議を行った

結果、最も現実的な方法として第2案が推奨できる案であることが合意されており、この結果を受けて「マ」国政府も第2案を基本として土地再配分について具体的な方針を決定していくものとしている。

(4) 土地再配分実施方針

「マ」国政府が現時点で計画する土地再配分の実施方針は以下のとおりである。

1) 実施主体

農民組合内に設立された土地配分委員会を実施主体とする。リロンゲ ADD、デザ RDP、現場管理事務所職員がその支援を行う。農民同士の利害が絡んで土地再配分委員会で調整が困難な場合は、TA、県知事（DC）に問題解決のための支援を依頼する。

2) 土地再配分対象地区

現時点では基本的に 590ha 地区を優先して土地再配分を行うこととする。210ha 地区についても原則的に土地再配分を実施する予定であるが、その実施方針については 590ha 地区の土地再配分作業と並行して農民組合と協議する。

3) 土地再配分の対象者

土地再配分の対象者は、正式に農民組合の組合員として登録された農民とする。組合員としての登録は規約に記載されているとおり MK500/口のシェアと年会費 100MK/人を払うことである。

4) 農民一人当りの土地配分面積

農民一人当りの土地配分面積の最大は 0.4ha とする。実際の配分面積は土地再配分対象者として登録された農民の数に依存するため、登録が済み土地再配分詳細実施計画および基準を準備する段階で検討する。

5) スケジュール

土地再配分の実施スケジュールは下記を予定している。

項目	予定
(1) 農民の登録	
1. 登録条件の準備	2005年2月中旬～3月中旬
2. 土地再配分の農民への説明	2005年2月中旬～3月末
3. シェアの支払い	2005年2月下旬～9月末
4. 農民のリスト作成	2005年2月下旬～9月末
(2) 土地再配分に関するトレーニング	2005年2月下旬～6月末
(3) 農民からの合意とりつけ	2005年10月～2006年2月末
(4) 土地再配分詳細実施計画・基準の準備	2005年12月～2006年2月末

項目	予定
(5) 土地再配分の実施	
1. 土地再配分の実施	2006年5月～2007年12月末
2. 土地登録リスト、地籍図の作成	2006年5月～2007年12月末

本無償資金協力事業では、「マ」国政府が主体的に実施する土地再配分が円滑に進むよう、ソフトコンポーネントで支援する方針とする。

3.2.1.4 建設事情および調達事情に対する方針

(1) 労務

「マ」国では、農業、漁業等の第一次産業以外の第二次、第三次産業の限られた就職先に対し慢性的に労働力過多の傾向となっている。建設業においても同様であり、労働力調達に問題は無い。現場周辺地域では単純労働者のみ調達可能と考えられ、熟練労働者（特殊作業員、大工、石工、機械工等）やオペレーターはリロンゲ、ブランタイヤ等の都市から調達することになる。また、豊富な工事経験を有する技能工（世話役）が不足しており、本工事においては工程管理および品質確保の観点から、南アフリカ共和国（以下、南ア）からの調達を計画する。

(2) 建設資機材の調達

1) セメント

現地ではジンバブエ産の材料を用いた普通ポルトランドセメントの販売を行っている。セメント販売会社の品質試験の結果によると強度は 32.5N/mm^2 以上であり、本事業のコンクリート設計強度である 21N/mm^2 より高いことから強度に問題はない。よって、安価である現地調達の普通ポルトランドセメントを使用する。供給量は豊富で調達上問題はない。

2) 骨材

建設予定地付近には安定した品質、量を確保できる採石場がない。リロンゲからサリマに向かい約 30km の地点にカムブラ採石場があり、クラッシングプラントも設置されている。他の採石場と比較して所要の品質を確保できる材料であると判断できるため、この採石場よりコンクリート用粗骨材、クラッシャーラン、護床工用の石材を購入する。

3) 鉄筋

鉄筋は、現地で南アからの輸入品を購入可能である。しかし供給量は豊富でなく中間マージンがかかるため割高である。比較検討した結果、南アから直接調達したほうが安

価であることから、鉄筋は南ア調達として計画する。

4) ゲート

現地には本事業に必要とされる品質のゲートを製作できる工場がないため、南アのゲートメーカーから調達する計画とする。

5) 建設機械

現地の建設会社およびリース会社が、主に道路工事用の建設機械を保有しているが、「マ」国全体の建設機械の数量は限られており、一般的に価格も高価である。したがって、原則的に建設機械は南ア調達とするが、現地でも調達可能な機種については輸送費を含めた費用を比較した上で安価となる方を選定する。

3.2.1.5 現地業者の活用に対する方針

運輸・公共事業省研修所内の国家建設産業協会より入手した施工業者名簿に基づき聞き取り調査を行った。その結果、国内の建設業者の施工実績としては道路工事が多く、本事業のような灌漑事業の経験は少ないことが明らかとなった。しかし、本事業の工事は特殊な機械や、施工方法を必要とする内容ではないため、現地建設業者を十分活用できるものと判断する。

3.2.1.6 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針

(1) 実施機関

本プロジェクトの実施機関は農業食料安全保障省（旧農業省）であり、担当部署はリロンゲ ADD である。現在灌漑水開発省の 1 部局である灌漑局（DOI）は元農業省傘下の一部局であり、今まで同様、本協力対象事業における技術的支援を行う。

本灌漑地区はリロンゲ ADD 下のデザ RDP の管轄にあり、デザ RDP がプロジェクトサイトに管理事務所を置き農民組合に対し運営維持管理支援を行っている。これらの組織図を次図に示す。

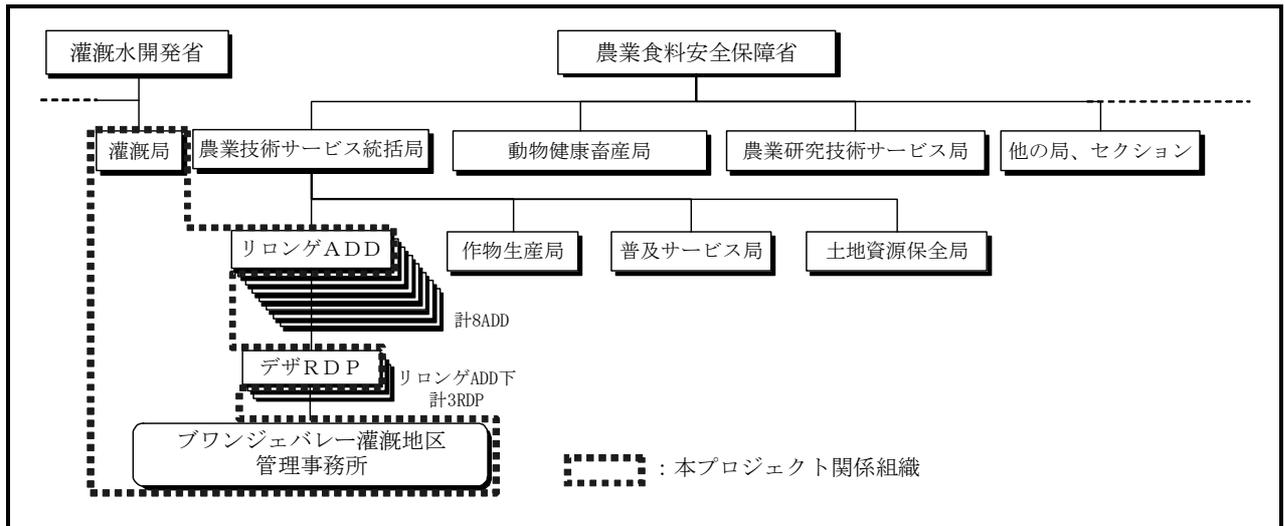


図 関係機関組織図

2000年に本灌漑地区の供用が開始されて以来、管理事務所に対して年間1.8百万MK程度（人件費、日当、燃料代等）の予算措置がなされてきており、今後も継続される見込みである。

当初の無償資金協力事業による灌漑施設の完成以降現在まで、原則として灌漑地区の運営維持管理は農民組合が実施し、管理事務所は農民組合に対する技術支援を行ってきた。ソフトコンポーネントにより水管理、補修工法などの技術移転を農民組合、管理事務所を実施すれば、本協力対象事業後の施設の適切な維持管理が継続的に実施可能となるものと思われる。

(2) 農民組合

ブワンジェバレー灌漑地区には、受益農民により組織されている農民組合が存在する。主な組合活動は、灌漑施設の運営維持管理、収穫された米販売を中心とする精米事業である。

施設の運営維持管理については、運用開始後5年が経過し、農民による維持管理が徐々に進展しつつあるもののまだ不十分な状況である。農民組合は、頭首工、沈砂地の操作、水管理技術についてのさらなる技術指導を望んでおり、ソフトコンポーネントにより支援を行う方針とする。また、運営維持管理費を毎年支出するために組合の財務体質を強化することが重要であり、その一環として徴収率の低い水利費の徴収体制強化支援をソフトコンポーネントにて実施することとする。

今後は、有望な事業と考えられる精米事業を中心とした組合活動をさらに発展させ、収入を増加することにより、財務体質を強化することが望まれる。

3.2.1.7 施設のグレードの設定に係る方針

上記の議論から、施設の改修の方針は、①洪水に対し安全な施設とすること、②実施機関および農民組合の維持管理の費用、労力負担を極力少なくすること、③既存施設の防災強化を中心とした改修工事のため、新設する施設の整備水準は既存施設と同等とする。

3.2.1.8 工法、工期に係る方針

本協力対象事業におけるハード面での支援は大きく以下の4つの工事から構成される。

- ①頭首工改修工事
- ②沈砂池改修工事
- ③幹線水路移設工事
- ④圃場均平工事

①頭首工改修工事は河川内の工事となるため、洪水が頻繁に発生する雨期中は施工できず、乾期の施工となる。工事区域内には河川水がない状態で施工できるよう、河川の迂回する水路と頭首工上下流に仮締切堤防を建設する。②沈砂池改修工事では、既存の沈砂池を撤去するため工事中は取水を中断する必要がある。灌漑用水の供給を継続するためには仮設水路を建設する必要があり、洪水が発生する恐れのある雨期を避け、乾期の施工となる。③幹線水路移設工事は雨期、乾期を通じて施工が可能であるが、通水を確保するため既存幹支線水路との交差部にカルバート等を仮設する必要がある。④圃場均平工事はブルドーザにより施工することになるが、雨期は圃場に作付けが行われていること、大半の圃場が湛水状態となりブルドーザによる作業が困難であることから乾期の施工とする。

以上の施工上の制約を踏まえ、工事数量から各工事に必要な期間を算出した結果、工事期間は以下のとおりとなった。

表 各工事の工事期間

工事内容	工事可能時期	工事期間
①頭首工改修工事	乾期（4月～11月）	8ヶ月
②沈砂池改修工事	乾期（4月～11月）	4ヶ月
③幹線水路移設工事	通年	15ヶ月
④圃場均平工事	乾期（4月～11月）	8ヶ月

上記のとおり幹線水路移設工事が最も工事期間が長くなる。その他の工事は並行して実施することから、以下のとおり本事業の工期は18ヶ月とする。

$$\boxed{\text{幹線水路移設工事（15ヶ月）} + \text{準備工（1ヶ月）} + \text{通水試験（2ヶ月）} = 18\text{ヶ月}}$$

また、本協力対象事業で実施される土地再配分においては、対象となる農民から合意を取り付けることが最も重要であり、この作業は「マ」国政府の責任により実施される。工事開

始は合意取り付けの完了が確認された後となることが望ましい。

3.2.1.9 環境保全に対する方針

2.2.4 に述べたとおり本プロジェクトにおいては環境影響評価を実施する必要はないものの、環境局から、事業を実施する際には環境管理計画（EMP：Environmental Management Plan）に従うことを求められている。EMP は、事業によって想定される環境影響とその軽減措置を計画するものであり、灌漑局とリロング ADD は、環境モニタリング計画（Environmental Monitoring Plan）とあわせて 2005 年 9 月に EMP を作成し環境局へ提出している。環境保全については、これらの計画に従いプロジェクトを実施することで対処する方針である。（添付資料 8 環境関連計画参照）。

3.2.2 基本計画

3.2.2.1 全体計画

(1) 洪水被害の原因とその対策の基本的考え方

本灌漑地区は 2000 年より供用が開始されたが、2002 年 1 月に発生した集中豪雨により洪水防御堤上の管理用道路およびそれに並行する幹線水路が被害を受けた。その後、我が国のフォローアップ協力により河川の護岸および管理用道路・幹線水路の復旧が実施された。しかし、その後も洪水が発生し管理用道路・幹線水路が再度被害を受けた（被害の詳細については 2-4 頁の表参照）。

本灌漑地区における洪水防御対策案については、フォローアップ調査（2002 年）、基本設計調査における 4 次わたる現地調査、特に 2004 年 12 月の第 3 次現地調査、2005 年 1 月の現地調査の結果に基づき、下記のとおり検討を行った。

1) 河道変遷の把握

本灌漑地区に隣接して流下するナミコクウェ川の変遷は下記のとおりである。

- ① 1992 年から 1996 年にかけて、河川水は頭首工下流部 1.5km 地点より、ナミコクウェ川、ムタンダ川、チコンベ川の 3 川に分派していた。
- ② 1997 年 12 月から 1999 年 12 月にかけて、灌漑施設工事着手に伴い仮設堰を設置し、河川水をナミコクウェ川から右岸側のチコンベ川に流下させた。
- ③ 灌漑施設工事終了後、仮設堰撤去にともない、河川水はナミコクウェ川を流下した。
- ④ ナミコクウェ川の河道は、幹線水路を保護する洪水防御堤に擦り寄るように変動、発達し、河床は低下傾向を示すようになった。

⑤現在の流域の河川水は、洪水防御堤に沿って発達したナミコクウェ川に集中するようになった。

2) 河川の状況

ナミコクウェ川の対象流域は、西側の高原台地（標高 1200～1400m）とアフリカ大地溝帯の延長上にあるマラウイ湖（湖面標高海拔 474m）の間にあり、表土は全体に厚い風化土層に覆われていて、ところどころに花崗岩と粘土固結層が露出している。これらは、浸食されやすい地質状況を呈している。

流域内においては高い樹木は全体に少なく、水源上流に登るほど民家が増え土地利用が進み、山の急斜面にメイズ、ジャガイモ、トマトなど畑作が広がっている。上流部に通じる道路の拡幅工事による切土、盛土斜面はいたるところで土砂崩壊を起こし、浸食が激しく、荒廃が進んでいる。溪流の勾配は急で、その谷底は浅い。

雨季の河川流量は豊富で、多量の土砂を含有して著しく濁り、下流への土砂供給が相当に大きいことが推定できる。

河川水は頭首工から約 3.5km 上流辺りで急崖区間（勾配 1/30～1/60）を滝状となって流下し、河道区間に入る。河道区間に入って勾配が急緩(1/300)し、灌漑適地となる扇状地を形成し、その下流域では広大な湿地帯をつくり出してマラウイ湖に注いでいる。

3) 洪水被害の原因

元設計では、25 年確率の設計洪水量（170m³/s）以上の洪水がナミコクウェ川を流下した場合は、洪水防御堤を越水するものと予想していた。しかし、実際には越水することではなく、洪水防御堤に河川が近接している区間では河床が低下し、洪水により洪水防御堤の下部が抉り取られて不安定な状況となり円弧すべりにより防御堤が崩壊した。

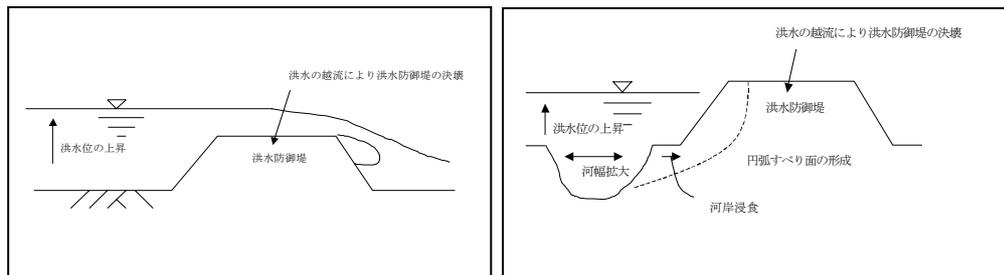


図 想定していた堤防の決壊

図 実際の洪水による洪水防御堤の決壊

この現象と河道の変遷、被害箇所近辺の地形、河床材料等から洪水被害の原因は下記のように考えられる。

①前述したように本灌漑地区に最も近くに流れるナミコクウェ川に河川水が集中するようになった。

②それまでの河川は浅く、川幅も狭かったため、洪水時には洪水が河道から氾濫しながら他河川を含む周辺地区全体に広がって流下し、流速は比較的小さく掃流力は弱かった。しかし、ナミコクウェ川に洪水が集中するようになると流速が大きくなり掃流力も大きくなった。

③さらに 2002 年から 2003 年にかけて発生した洪水の流下により掃流力が今まで以上に増大した。ナミコクウェ川の河床材料は砂、粘性土で形成されているため洪水により浸食され易く、この結果、河床が低下した。

④ナミコクウェ川の河道内には所々に粘土固結層が露出しており、洪水流がこれにぶつかるとその流れを変え蛇行を開始し、いくつかの箇所では洪水防御堤を直撃することとなった。但し、現時点では河床が最大で 7m 程度下がり掘込河道となっているため、河岸浸食、蛇行などが各所に見られるものの、河道は当分の間現在の状況を保つものと予想できる。

⑤上記のような河床低下、河川の蛇行という現象が続いた中で、河川が洪水防御堤に近づいた箇所では円弧すべりが発生して洪水防御堤防が崩壊し、場所によっては堤防に並行する幹線水路のライニングも崩壊して通水が遮断される事態となった。

4) 洪水防御対策に対する農民の意見

ブワンジェバレー灌漑地区の洪水防御に対し、第 3 次現地調査において受益者である農民から意見を聴取した。支線水路地区（BC-1、BC-2、BC-3）ごとにワークショップを行った結果、それぞれの農民の意見をまとめると下表のとおりとなる。

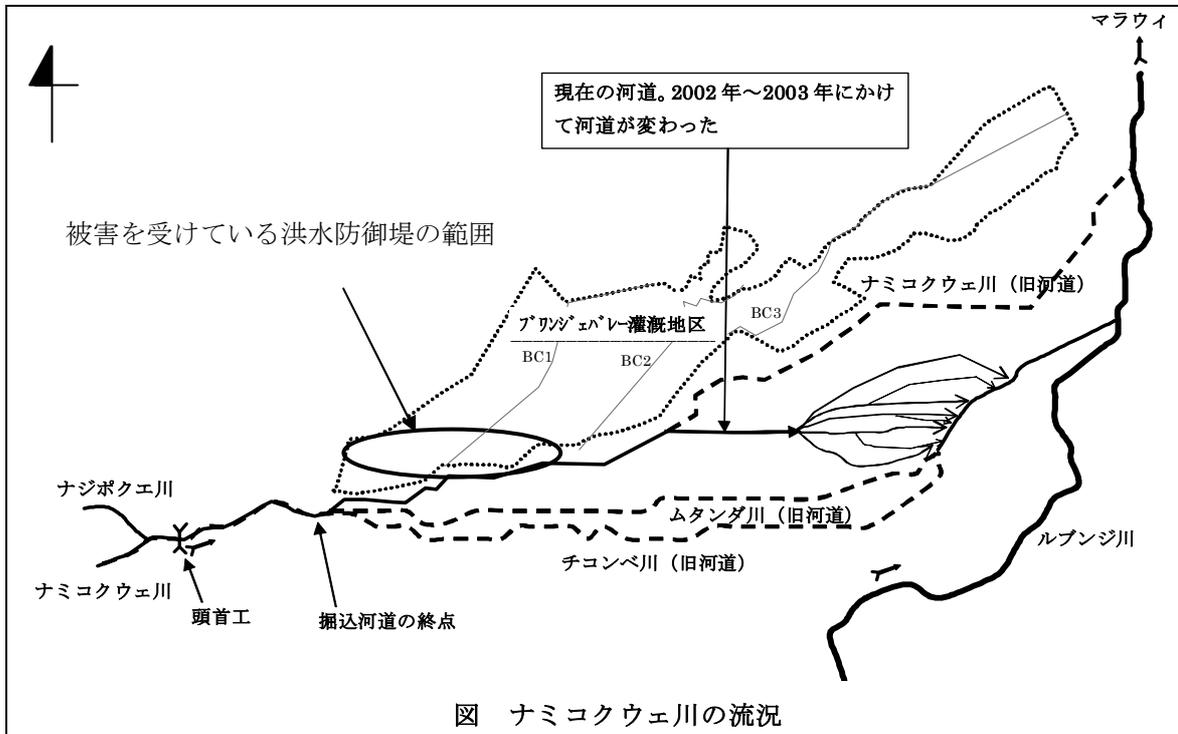
表 農民の意見聴取結果

農民	意見の要旨
1. BC-1 の農民	河道を変更し、既存の幹線水路を使い続けたい。 水路を移設した場合の土地再配分は難しい。
2. BC-2 の農民	第一優先順位として幹線水路の移設、第二優先順位として、河道を変更してほしい。 水路を移設した場合の土地再配分は、受け入れ可能である。
3. BC-3 の農民	第一優先順位として幹線水路の移設、第二優先順位として、河道を変更してほしい。 水路を移設した場合の土地再配分は、受け入れ可能、困難両論である。

また、現況と将来計画に対する意見を定量的に把握するために、質問票による調査をあわせて行った。その結果は、ワークショップの結果の詳細とともに添付資料 9 に示す。支線水路地区により意見は異なるが、洪水防御対策として幹線水路を移設することを概ね農民は期待し、次に河道を変更することを期待していることが明らかとなった。

5) 洪水防御対策案

現地調査の結果、洪水被害を受けている洪水防御堤の範囲は、次図に示すように灌漑地区上流部に集中している。従い、この範囲を中心として洪水対策案を策定する必要があった。



洪水被害を受けている幹線水路の改修案として、①新規河道案、②幹線水路移設案、③護岸案（現状復帰案）が考えられた。これらの案の概要は以下のとおりである。

1) 新規河道案

既存の洪水防御堤に沿って流下している河道を、幹線水路から南側に移動させる案である。

2) 幹線水路移設案

水路を河道から遠ざけるよう灌漑地区内に移設する案である。

3) 護岸案（現況復帰案）

既設の洪水防御堤の護岸を整備し改修を行う案である。

これらの案を、洪水に対する安全性、ステークホルダーの意見、施設に対する将来の維持管理負担、経済性等の観点から総合的に比較検討した結果、②幹線水路移設案が最も推奨できる案となった（表 3-1 参照）。また、この内容を「マ」国政府および農民組合に説明し、協議を重ねた結果、最終的に同案を採用することとなった。この結果、協力

対象事業として防災強化を図る地区はブワンジェバレー灌漑地区 800ha のうちの 590ha となった。また、590ha に対しては新規幹線水路から灌漑し、210ha に対しては「マ」国政府の責任下で既存幹線水路から灌漑することとなった。

(2) 本協力対象事業の範囲

本協力対象事業は、次表のとおり①頭首工改修工事、②沈砂池改修工事、③幹線水路移設工事、④圃場均平事業、⑤ソフトコンポーネント（土地再配分、水管理、洪水被害軽減・補修工法に対する技術支援）であり、その詳細は次表のとおりである。

表 協力対象事業の概要

項目		ブワンジェバレー灌漑地区(800ha)元計画	ブワンジェバレー灌漑地区		
			590ha 地区	210ha 地区	
作付計画		雨期：水稻 乾期：メイズ(145ha)	雨期：水稻 乾期：メイズ(145ha)	雨期：原則メイズ	
施設計画	1. 灌漑排水施設				
	灌漑面積	800 ha	590ha	210ha	
	頭首工(固定堰)	1 箇所	<u>1 箇所(改修)</u>	左記施設を共有	
	沈砂池	1 箇所	<u>1 箇所(改修)</u>	左記施設を共有	
	灌漑用水路	幹線水路	6.8 km	(既存利用) 1.0 km <u>(新規建設) 5.8 km</u>	(既存利用) 5.8 km
		支線水路	14.8 km	(既存利用)10.5 km <u>(新規建設) 1.8 km</u>	(既存利用) 4.3 km <u>(新規建設) 1.2 km</u>
		三次水路	60.8 km	(既存利用)43.5 km <u>(新規建設) 0.8 km</u>	(既存利用) 17.3 km
	排水路	17.3 km	(既存利用)14.2 km <u>(新規建設) 1.0 km</u>	(既存利用) 3.1 km <u>(新規建設) 3.0 km</u>	
	管理用道路	13.7 km	(既存利用)10.0 km <u>(新規建設) 5.8 km</u>	(既存利用) 3.7 km	
	洪水防御堤／道路	7.8 km	(既存利用) 2.0 km	(既存利用) 5.8 km	
	圃場均平対象面積	800 ha (均平済 203ha) (均平対象 597ha)	590 ha (均平済 171ha) <u>(均平対象 419ha)</u>	210 ha (均平済 32ha) (均平対象 178ha)	
	2. 農村インフラ				
	農村道路	頭首工～M10	2.3 km	(既存利用) 2.3 km	
	農村給水	手押しポンプ付	13 箇所	(既存利用) 13 箇所	
3. 収穫後処理施設					
精米機	100-120kg/hr	4 箇所	(既存利用) 4 箇所		
ソフトコンポーネント		—	①土地再配分支援 ②水管理支援 ③既存幹線水路・管理用道路の洪水被害軽減工法、補修工法に関する技術支援		

:本協力対象事業

(3) 設計計画の基本的考え方

協力対象事業である①頭首工改修工事、②沈砂池改修工事、③幹線水路移設工事、④圃場均平工事の要旨を以下に示す。設計計画を策定するにあたり参考とした設計基準・参考資料は、土地改良設計基準（「頭首工」、「水路工」）、「河川構造令」、「河川砂防技術基準（案）」、「床止めの構造設計手引き」、「柔構造樋門設計の手引き」等である。

1) 頭首工改修工事

頭首工においては下記の部分の改修・改良工事を実施する。

表 頭首工改修工事に係る設計計画

構造物	現況	設計計画
① 頭首工エプロン 下流部の護床工・護岸工	元設計では下流側河床の標高はEL.517.80mであったが、2005年3月現在でEL.515.50m前後まで下がっている。この河床低下のため、下流側水位が維持できず設計とおりの減勢ができない状況となった。また、この河床低下のため護岸工・護床工の崩壊が見られる。	落差による減勢と水クッションによる減勢を組み合わせた方式を採用する。落差工部分はコンクリート構造物とし、水クッションを形成する減勢池の底部の保護はコンクリート護床ブロックよりも安価な岩ブロックを敷き並べるものとする。
② 頭首工管理橋	2003年2月1日に発生した洪水（ $Q=460\text{m}^3/\text{s}$ ）は管理橋を越流した。	管理橋の持上げを行う。
③ 土砂吐ゲート	人力による開閉作業のため扉体の巻き上げに時間がかかり、洪水位以上に扉体を上げることは通常行われていない。このため、扉体を越流する浮遊物がスピンドルにあたり損傷の原因となる可能性がある。	扉上部に垂れ壁を設け、扉体を四方水密構造として、洪水時に浮遊物からスピンドルを保護する。
④ 取水工	取水口にデッキがないためスクリーン前に堆積した浮遊物を除去することが困難であり、取水量が減少する。	取水口にデッキを設け、スクリーンのごみの除去を簡便にする。
⑤ 土砂吐水路上流部導流壁	土砂吐ゲート操作時には、導流壁の高さが不足しているため堰体部から河川水が流入し、土砂吐水路部にて射流が形成されるのに時間がかかる。そのため、ゲート前の堆砂の除去作業に時間がかかっている。	導流壁を高くして射流が早期に形成されるようにする。

2) 沈砂池改修工事

沈砂池の現状と農民の維持管理作業の軽減を考慮して設計計画を策定した。

表 沈砂池改修工事に係る設計計画

検討項目	現況	設計計画
①沈砂溝の連数	既存沈砂溝は単連であるため、排砂作業中は全ての用水が河川に流下し、灌漑は中断される。	排砂作業中でも灌漑を中断しないよう、複連方式を採用する。

検討項目	現況	設計計画
②排砂方式	元設計では、取水水位 (EL.519.30m) と下流河床高 (EL.517.80m) の水位差が 1.5m しかなかったため人力排砂方式を採用している。この方式では排砂作業の負担が農民にとって大きく、必ずしも適切に排砂作業が実施されず、下流に土砂が流入する原因となっている。	下流側河床が EL.517.80m から EL.515.50m 程度に下がり水位差が 4m 程度になったことから、自然排砂方式を採用して排砂作業の軽減化と排砂時間の短縮を図る。
③最小沈積粒径	元設計では最小沈積粒径を 0.3mm としているが、0.3mm 未満の土砂が大量に幹線水路に流入し、堆積している。	沈砂池、幹線水路の堆積土砂の粒度分布を調査した結果、0.2mm を沈積粒径に設定すると水路での有害な土砂堆積を回避できる。

なお、右図は、沈砂池 (No.1) ,中流部分水工 (No.2) 下流末端の支線水路 (No.3) の土粒子を採取して粒度分析を実施した結果である。通水を阻害する土砂の粒形は沈砂池 (No.1) におけるものと考えられ、粒度分析の結果から最小沈積粒形を 0.2mm とすると 90%以上の土砂の排除が可能となる。

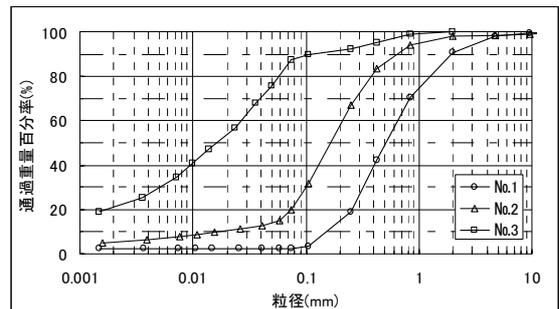


図 沈砂池近辺における土粒子の粒度分布

また、以下の理由から、既存沈砂池は取り壊し、沈砂池を新設する計画とする。

- ① 自然排砂を可能とするためには沈砂溝内で射流を発生させる必要があることから、底面勾配を現状より急勾配としなければならない。その結果、沈砂溝最下端部の底面標高は既存沈砂溝より低くなる。
- ② 沈砂溝・排砂管の諸元 (延長、幅、高さ) が変わるため、既存施設を再利用できる部分はほとんどない。

3) 幹線水路移設工事

幹線水路移設工事としては、幹線水路を洪水被害から護るために現在のナミコクウェ川と並行している既存幹線水路を北側の尾根線まで移設するものとする。移設後の灌漑面積および作付計画は下表に示すとおりとなり、図 3-1 に計画作付け体系を示す。

表 灌漑面積および作付計画

	元計画		本プロジェクト			
			590ha 地区		210ha 地区	
作期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期
灌漑面積	800ha	145ha	590ha	145ha	210ha	—
作付計画	水田	畑地 (メイズ)	水田	畑地 (メイズ)	原則畑地 (メイズ) への灌漑	—

210ha では既存幹線水路を利用し灌漑を継続するが、洪水による既存幹線水路の被災リ

スクが依然として存在する。したがって、灌漑用水の継続的な供給を保障できないため、用水供給が中断するリスクも考慮し原則畑作への補給灌漑として計画する。

本設計を行うにあたり、①設計取水量、②移設する新規幹線水路の設計流量について、実情を考慮して次のように設計計画を策定した。

表 幹線水路移設工事に係る設計計画

検討項目	設計計画
①設計取水量	現況では、圃場 800ha に対して $Q=1.14\text{m}^3/\text{s}$ の設計取水量となっている。対象外地区 (210ha) も今後営農を継続することから、対象地区 (590ha) と併せて現況と同じく $Q=1.14\text{m}^3/\text{s}$ の設計取水量とする。
②移設する新規幹線水路の設計流量	<p>両地区への用水供給方法としては、①両地区に対し連続して灌漑する案、②交互に灌漑する案の二案が考えられる。</p> <p>連続灌漑を採用すると新旧二つの幹線水路に常時水が流れるため、水路延長が長くなり現状より送水ロスが大きくなる。また、将来既存幹線水路が洪水により被害を受けたとき、800ha 分の通水量が 590ha 分の設計通水量しか持たない新規幹線水路に流入することになり、灌漑施設の防災強化計画上好ましくない。このような事態を回避するために、590ha および 210ha を交互に灌漑する案を採用する。連続灌漑案と輪番灌漑案の比較検討の詳細は表 3-2 に示すとおりである。</p> <p>既存の三次水路は 4 日間の輪番灌漑を想定し設計されていること、それに従い現況の水配分も 4 日間の輪番を採用していることから、現況の輪番灌漑サイクルを変えないよう、4 日間のうち 590ha に 3 日間、210ha に 1 日間の割合で輪番灌漑を行う計画とする。</p> <p>この結果、移設する新規幹線水路の設計流量の通水量は、</p> $1.42 \text{ lit/sec/ha} \times 590 \times 4/3 \div 1000 = 1.12 \text{ m}^3/\text{s}$ <p>となり、元設計の $1.14 \text{ m}^3/\text{s}$ とほぼ一致する。</p> <p>従い、設計流量は、$Q=1.14 \text{ m}^3/\text{s}$ として水理計算を行う。</p>

4) 圃場均平工事

圃場均平工事は、今までに日本側が当初の無償資金協力事業において 47.8ha を、「マ」国側が 155.1ha を実施した。幹線水路の移設に伴い、分割される地区ごとの圃場均平状況を下表のとおり整理する (図 3-2 参照)。

表 圃場均平状況

単位 : ha

カテゴリー	590ha 地区	210ha 地区
1. 均平済圃場	171	32 ^{*1)}
2. 均平作業を要する圃場	419	178
①小規模の均平作業を要する圃場	146	38
②中規模の均平作業を要する圃場	179	112
③大規模の均平作業を要する圃場	94	28
合計	590	210

出典：管理事務所 (590ha 地区)、JICA 圃場均平専門家 (210ha 地区) (2005 年 3 月時点)

注：*1)210ha 地区の均平済み圃場の面積には、新規幹線水路の建設用地となる圃場面積も含まれる。

本設計を行うにあたり、①均平範囲に関する本無償資金協力事業と「マ」国側の区分、
②均平の整備水準について、実情を考慮して下表のように設計計画を定める。

表 圃場均平工事の設計計画

検討項目	設計計画
①均平範囲に関する本無償資金協力事業と「マ」国側の区分	210ha 地区は「マ」国側の責任下で灌漑を継続することから、均平範囲の区分を以下のとおりとする。 本無償資金協力事業：590ha 地区 「マ」国側：210ha 地区
②均平の整備水準	「マ」国側が実施した圃場均平作業の整備水準と同等の±7.5cm とする。

3.2.2.2 施設計画

(1) 施設計画概要

本無償資金事業における各コンポーネントの施設計画は下表の通りとなる。

表 施設計画概要

協力対象のコンポーネント	施設計画
1. 頭首工改修工事	<u>下流護床工</u> 階段型落差工方式による減勢構造物および河床維持のための床止め工の設置 <u>下流護岸工</u> コンクリート法枠工の設置、沈砂池排砂管出口部の護岸 <u>管理橋</u> 管理橋の持上げ(0.5m)、取付け道路の改修 <u>土砂吐ゲート</u> 垂れ壁(ゲート上部)の設置およびゲートの改修 <u>取水工</u> オペレーションデッキの増設、垂れ壁の設置 <u>土砂吐水路上流部導流壁</u> 導流壁の取水工敷高(EL. 518.80m)までの嵩上げ
2. 沈砂池改修工事	<u>沈砂溝</u> 延長：31.0 m、幅：1.5m x 3連、底勾配：1/60 <u>排砂管</u> 延長：35.0 m、幅 x 高：1.0m x 1.0m、底勾配：1/38 <u>排砂管ゲート</u> ：1.0m x 1.0m x 3門 <u>制水ゲート</u> ：1.2m x 0.5m x 3門 <u>全量吐ゲート</u> ：1.0m x 1.25m x 1門
3. 幹線水路移設工事	<u>幹線用水路</u> 延長：5.8km、設計流量：1.14 ~ 0.53 m ³ /s <u>支線用水路</u> 延長：3.0km、設計流量：0.33 ~ 0.18 m ³ /s <u>三次水路</u> 延長：0.8km <u>既存用水路嵩上げ</u> 延長：10.2km、嵩上げ高：10cm~20cm <u>水路付帯構造物</u> 分水ゲート、射流分水工、分水工、落差工、カルバート工、排水路横断工、水路横断工、圃場取入れ口、分水枡 <u>排水路</u> 延長：4.0km、設計流量：0.04~0.37 m ³ /s <u>管理用道路</u> 延長：5.8km、幅員：5.0m(有効幅員3.0m)
4. 圃場均平工事	小規模の均平：146ha、中規模の均平：179ha、大規模の均平：94ha (計 419ha)

施設計画決定までの詳細な検討について以下に記述する。

(2) 頭首工の施設計画

1) 設計条件および構造諸元

項目	諸元	備考
①計画洪水量	460m ³ /s	既往最大洪水量 (460m ³ /s、2003年2月1日に発生)
②計画高水位	HWL.522.50m	元設計：EL.521.79m。 HWL.522.50m は計画堤防高と同一である。
③計画取水量	1.14m ³ /s	元設計と同じ。
④堰形式	固定堰	元設計と同じ。
⑤堰頂標高	EL.519.40m	元設計と同じ。
⑥堰高×堰長	4.5m×50m	元設計と同じ。
⑦計画取水水位	WL.519.30m	元設計と同じ。

2) 構造諸元の検討

構造物	構造諸元の決定
① 頭首工エプロン下流部の護床工・護岸工	<p>①河床低下のため現在の河床高 (EL.515.50m) が既存護床工の位置 (EL.517.80m) より低くなってしまったため、既存護床工は撤去する。</p> <p>②既存護岸工についても底部が既存護床工に接続しているため全て撤去する。</p> <p>③減勢のため堰体直下に落差工形式の構造物を設ける (幅 50m)。土地改良設計基準「頭首工」と日本での施工例を参考として落差 h に対してエプロン長 L は原則として 3h 以上とする。</p> <p>④既存堰体直下から一度で落差をつけると掘削により既存堰体に悪影響が出るので、3 段階の落差で流下させるようにする。(第1 落差工：h=2.0m、L=7.0m、第二落差工：h=2.5m、L=8.0m、第三落差工：h=2.0m、L=6.0m)</p> <p>⑤第三落差工のエプロンの標高は EL.510.00m となる。下流側の河床は将来の河床低下も考え EL.515.00m とする。</p> <p>⑥第三落差工エプロン下流端は下流河床 (EL.515.00m) まで擦り付ける。</p> <p>⑦擦り付け区間の護床工は、経済性の観点から岩石を護床工として用いる。</p> <p>⑧擦り付け区間が終了した箇所将来の深刻な河床低下が生じた場合に堰体とその影響を与えないようにシートパイル (III 型、L=3m) を基礎面まで打ち込む。</p> <p>⑨ナミコクウェ川は、既存堰体下端から 54.4m の地点で約 20 度左方に屈曲していることおよび左岸に設置される沈砂池の排砂管出口の護岸工を考慮して、床止工下流に設置する護床工 (岩石) を、落差工下端より河川中心線で 103m にわたり設置するものとする。</p>
②頭首工管理橋	<p>①持ち上げ高は、特に左岸側に取付け (アプローチ) の余裕がないため、0.5m とする。0.5m 分持ち上げると洪水に対する流積は左右岸に大きく広がり、洪水位の上昇はほとんどなくなることから洪水による管理橋の流失を防ぐことが可能となる。</p>

構造物	構造諸元の決定
	②現況の管理橋の鏡面高は EL.523.00m であり、取付擁壁の天端高 EL.522.50m である。両者の高低差は 0.50m であるので両者の境目にはスロープがある。上記により持上げ高を 0.50m とすると高低差は 1.00m となる。スロープ勾配は、10% とする。
③土砂吐ゲート	①ゲートの天端の標高は現在 EL.519.20m である。一方、堰頂標高 EL.519.40m であるため、そこから余裕高 0.10m を見込み、ゲートを 0.30m 嵩上げし天端高を EL.519.50m とする。 ②洪水時にスピンドルを浮遊物から守るため、スピンドルの背面に垂れ壁を設ける。
④取水工	①スクリーンに付着する浮遊物を除去するためオペレーションデッキ（幅 1.00m）を設ける。取水工敷高は EL.518.80m であり設計取水位は WL.519.30m である。オペレーションデッキの敷高からの高さは（設計水深 50cm）+（余裕高 50cm）+（オペレーションデッキの版厚 25cm）=125cm 程度とする。この結果、オペレーションデッキの標高は EL.520.05m となる。オペレーションデッキの背面は垂れ壁となる。 ②スクリーンの高さは、（設計水深 50cm）+（余裕高 50cm）= 100cm となる。
⑤土砂吐水路 上流部導流壁	現在の導流壁の天端の標高は EL.518.50m であり、土砂吐水路底の標高 EL.517.80m より 70cm 高いが、取水工の敷高 EL.518.80m より 30cm 低い。しかし、導流壁を取水工敷高より高くすると土砂吐水路からのみの取水となりやすく取水工での流入流速が早くなる。そこで導流壁の天端をコンクリートで 30cm 嵩上げて取水工敷高と同一とし、堰体全体からの取水を確保し、また、排砂時は速やかに土砂吐水路内で射流を実現させる設計とする。

(3) 沈砂池の設計計画

1) 沈砂池の設計条件

項目	諸元	備考
①計画取水位	WL.519.30m	元設計と同じ。
②計画高水位	HWL.522.50m	元設計と同じ。
③計画取水量	1.14m ³ /s	元設計と同じ。
④排砂方式	自然排砂方式	既存沈砂池：人力排砂方式
⑤沈砂溝の連数	複連	既存沈砂池：単連
⑥最小沈積粒径	0.2mm	既存沈砂池：0.3mm
⑥流入導水路の幅	1.2m	元設計と同じ。

2) 沈砂溝の連数・幅・延長の検討

沈砂溝は利水並びに維持管理の優位性から二連以上とする。設計取水量が $Q=1.14\text{m}^3/\text{s}$ と小さいことから、二連または三連程度が適当である。

維持管理上（特に沈砂溝の清掃）必要な沈砂溝の最小幅 1.5m とし土地改良設計基準

「頭首工」を参考にして比較案を検討した。

表 沈砂溝比較案

項目	①比較案 1	②比較案 2	③比較案 3
1) 沈砂溝の幅 (B)	1.50m	1.50m	2.00m
2) 連数 (n)	2	3	3
3) 水深 (H)	1.92m	1.92m	1.92m
4) 沈砂溝延長 (L)	67.0m	31.0m	21.0m
5) 沈砂池容量	323m ³	266m ³	251m ³

これらの比較案の特徴は次のようになる。

表 各比較案の特徴

構造物	特徴	判定
① 比較案 1 (B1.50m×2 連)	沈砂溝延長が長くなるため排砂時間も長くなる。また、排砂管出口の位置が三案の中で最も下流側となるため護床工・護岸工の延長が他案と比較して長くなる。ゲートのコストは 2 連のため一番安価となるものの、全体の建設コストは護床工・護岸工を含めると最も高価となる。	△
②比較案 2 (B1.50m×3 連)	排砂時間は比較案 1 と比較して短くなる。ゲート数は 3 連となるため比較案 1 と比べて増加するが、躯体の規模は小さくてよく、又、護床工・護岸工の規模も小さくなる。	○
②比較案 3 (B2.00m×3 連)	排砂時間も比較案の中で最も短い。また、護岸工・護床工の規模も小さい。但し、沈砂溝幅が 2.00m となるので、ゲートの規模が大きくなりコストが高くなる。	△

上記の検討から排砂時間を短縮でき維持管理負担も軽減され、かつ最も経済的な比較案 2 を採用する。

3) 沈砂池の構造諸元の検討

構造物	構造諸元の決定
① 沈砂溝	<p>①沈砂溝の幅は維持管理の面から幅 1.5m とする。</p> <p>②沈砂溝の幅・高さの設計は土地改良設計基準「頭首工」に基づく。</p> <p>沈砂溝は 3 連のため、1 連の設計通水量は、$Q = 1.136/3 = 0.379\text{m}^3/\text{s}$</p> <p>沈積最小粒径 $d_c=0.02\text{cm}$ の限界摩擦速度 u_{*c} の 2 乗は、岩垣公式から</p> $u_{*c}^2 = \tau c / \rho = 8.41 \times d_c^{11/32} = 8.41 \times (0.02)^{11/32} = 2.192$ $k = \tau c / \rho i = 2.192 / (1/60) = 132\text{cm}^2/\text{sec}^2 = 0.0132 \text{ m}^2/\text{sec}^2$ <p>τc: 沈積すべき最小粒子の限界掃流力 (tf/m^2)、ρ: 通水の密度 (t/m^3)、i: 沈砂溝の底勾配</p> <p>$\alpha=1.2$ として、次式で計算される沈砂溝の幅 B を大体 1.5m 程度とする h を求める。h=1.42m とすると</p> $B = (h + \alpha Q^2 / kh)^{0.5} - h$ $= [1.42^2 + 1.2 \times 0.379^2 / (0.0132 \times 1.42^2)]^{0.5} - 1.42$ $= 1.494 \text{ m}$

構造物	構造諸元の決定
	<p>沈積完了時の水位：WL. 519. 17m、沈積完了時の底高：EL. 517. 50m、仮定した沈積厚を 0. 25m とすると、沈積完了時の水深は、 $519. 17 - 517. 50 - 0. 25 = 1. 42\text{m}$ となる。 沈降理論に基づけば（「頭首工、P329」）、沈砂溝の長さ(m)は次式により求められる。</p> $L = Kh/vg \times u = KQ/Bvg$ <p>ここで、 K:1. 5~2. 0 (安全率) h:沈積すべき最小粒径が沈積を完了する位置における堆砂面上の水深(m)、B:沈砂溝の幅(m)、$u=u_c$:所定砂粒子の掃流限界流速(m/s)、v_g:沈積すべき最小粒子の限界沈降速度 (m/s)、Q:一沈砂溝設計通水量 (m³/s) K=1. 75(中間値)、$Q=0. 379\text{m}^3/\text{s}$、$B=1. 50\text{m}$ とし、V_g は最小沈積粒径 0. 2mm と「頭首工」P329 より表-19. 1 (添付資料-3) より $V_g=0. 01\text{m}/\text{s}$ となる。 上記より、</p> $\begin{aligned} L &= Kh/Vg \times u = KQ/BVg \\ &= 1. 75 \times 0. 379 / (1. 50 \times 0. 01) \\ &= 44. 217\text{m} \Rightarrow 45. 0\text{m} \end{aligned}$ <p>沈砂池の容量は次式で求められる。</p> $\begin{aligned} V &= \{ (519. 17 - 517. 50) \times 1. 50 + \{ 519. 17 - (517. 50 + 45/60) \} \times 1. 50 \} \times \\ &\quad 1/2 \times 45. 0 \times 3 \text{ 連} \\ &= 262. 2\text{m}^3 \end{aligned}$ <p>③上記の計算で、設定水位は取水水位(WL. 519. 30m)と設計河床高(EL. 515. 00m)から沈積完了時の底高を EL. 517. 00m とすることが可能である。従い、沈積完了時の水深は $519. 17 - 517. 00 - 0. 25 = 1. 92\text{m}$ と 50cm 深くなり、水路幅をそのままとすると水路延長を短くすることができる。 水路延長を 31m と仮定すると沈砂池の容量は次式で求められる。</p> $\begin{aligned} V &= [(519. 17 - 517. 00) \times 1. 50 + \{ 519. 17 - (517. 00 + 31/60) \} \times 1. 50] \times 1/2 \\ &\quad \times 31. 0 \times 3 \text{ 連} \\ &= 266. 677\text{m}^3 \end{aligned}$ <p>とほぼ同一となる。従い、沈砂溝の設計延長を 31m、設計幅は 1. 5m とし、沈積完了地点での水深を 1. 92m (底標高：EL. 517. 00m) とする。 ④沈砂溝上端部には整流のために越流堰を設ける。</p>
② 余水吐	<p>洪水時に設計取水量を超えた場合に備えて、沈砂溝に余水吐を設ける。余水吐水路の幅は施工を考え 1.00m とする。沈砂溝上流部の導水路は構造上土砂が溜まる場合に排除できないため、余水吐水路を延長して沈砂溝上流部の導水路に接続させ土砂排除を可能にする構造とする。導水路から余水吐水路へはゲートを設ける。</p>
③ 排砂管	<p>排砂管の平面線形は河川の法線に直角にせず、河川に斜めに合流する線形とする。排砂管出口は河床標高が EL.515.00m である。出口付近での土砂の閉塞を避けるため、出口標高を EL.515.40m とする。この結果、排砂管の勾配は 1/38 となり射流による排砂が可能となる。排砂管の内径は現場打ちの最小の内空寸法とされる 1.00m×1.00m となる。</p>
④ 量水施設	<p>①各沈砂溝末端には、排砂ゲート(四方水密)を設ける。このゲート寸法は排砂管の内空断面に合わせて B1.00m×H1.00m となる。</p>

構造物	構造諸元の決定
	②沈砂溝と幹線水路始点の間に量水のために広頂堰を設ける。 ③乾期で取水量が小さい場合、排砂時間を短縮するために水量を一つの沈砂溝に集中して流下させる必要がある。これを実現するため、各広頂堰にB1.20m×H0.50m（三方水密）の制水ゲートを設ける。

(4) 幹線水路移設の設計計画

1) 幹線水路移設の設計条件

項目	諸元	備考
①設計取水量	1.14m ³ /s	元設計通り
②灌漑面積	590ha	幹線水路移設に伴い590haとなる。
③単位用水量	1.42 lit/s/ha	元設計通り
④最大許容流速（幹線水路/フルーム・ライニング水路）	1.5 m/s	元設計通り
⑤最大許容流速（支線水路/ライニング水路）	1.0 m/s	元設計通り
⑥最大許容流速（三次水路/土水路）	0.6 m/s	元設計通り
⑦最小許容流速（幹線・支線水路/ライニング水路）	0.5 m/s	元設計通り
⑧最小許容流速（三次水路/土水路）	0.3 m/s	元設計通り

2) 構造諸元の検討

構造物	構造諸元の決定																																																												
① 幹線水路	1) 新規幹線水路の設計 幹線水路は、地形、支線水路での必要水位を考慮し経済的になるよう設計する。水路の構造形式は、元設計と同じくコンクリートライニングを採用する。 検討した断面と水理設計の結果を下表に示す。 <div style="text-align: center;"> 表 新規幹線水路の水理諸元 <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th>水路区間</th> <th>BC4 - BC4+300m</th> <th>BC4+300m - BF1</th> <th>BF1 - BF2</th> <th>BF2 - IP9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①水路形式</td> <td>フルーム</td> <td>コンクリートライニング (タイプ A)</td> <td>コンクリートライニング (タイプ A)</td> <td>コンクリートライニング (タイプ B)</td> </tr> <tr> <td>②流量 (m³/s)</td> <td>1.14</td> <td>1.14</td> <td>0.81</td> <td>0.53</td> </tr> <tr> <td>③底幅 (m)</td> <td>2.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>④水路高 (m)</td> <td>1.25</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>0.70</td> </tr> <tr> <td>⑤水路法勾配</td> <td>1:1</td> <td>1:1</td> <td>1:1</td> <td>1:1</td> </tr> <tr> <td>⑥粗度係数</td> <td>0.015</td> <td>0.015</td> <td>0.015</td> <td>0.015</td> </tr> <tr> <td>⑦位置 (m)</td> <td>0-300</td> <td>300-2,575</td> <td>2,575-4,093</td> <td>4,093-5,773</td> </tr> <tr> <td>⑧区間距離 (m)</td> <td>300</td> <td>2,275</td> <td>1,518</td> <td>1,680</td> </tr> <tr> <td>⑨水路勾配</td> <td>1/500</td> <td>1/500</td> <td>1/330</td> <td>1/260</td> </tr> <tr> <td>⑩水深 (m)</td> <td>0.43</td> <td>0.53</td> <td>0.39</td> <td>0.32</td> </tr> <tr> <td>⑪流速 (m/s)</td> <td>1.33</td> <td>1.41</td> <td>1.49</td> <td>1.46</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>注：BC4：新規幹線水路始点（既存幹線水路との分岐点） BF1、2：分流工（Bifurcation） IP9：新規幹線水路終点（既存幹線水路との合流点）</p>	水路区間	BC4 - BC4+300m	BC4+300m - BF1	BF1 - BF2	BF2 - IP9	①水路形式	フルーム	コンクリートライニング (タイプ A)	コンクリートライニング (タイプ A)	コンクリートライニング (タイプ B)	②流量 (m ³ /s)	1.14	1.14	0.81	0.53	③底幅 (m)	2.00	1.00	1.00	0.80	④水路高 (m)	1.25	1.00	1.00	0.70	⑤水路法勾配	1:1	1:1	1:1	1:1	⑥粗度係数	0.015	0.015	0.015	0.015	⑦位置 (m)	0-300	300-2,575	2,575-4,093	4,093-5,773	⑧区間距離 (m)	300	2,275	1,518	1,680	⑨水路勾配	1/500	1/500	1/330	1/260	⑩水深 (m)	0.43	0.53	0.39	0.32	⑪流速 (m/s)	1.33	1.41	1.49	1.46
水路区間	BC4 - BC4+300m	BC4+300m - BF1	BF1 - BF2	BF2 - IP9																																																									
①水路形式	フルーム	コンクリートライニング (タイプ A)	コンクリートライニング (タイプ A)	コンクリートライニング (タイプ B)																																																									
②流量 (m ³ /s)	1.14	1.14	0.81	0.53																																																									
③底幅 (m)	2.00	1.00	1.00	0.80																																																									
④水路高 (m)	1.25	1.00	1.00	0.70																																																									
⑤水路法勾配	1:1	1:1	1:1	1:1																																																									
⑥粗度係数	0.015	0.015	0.015	0.015																																																									
⑦位置 (m)	0-300	300-2,575	2,575-4,093	4,093-5,773																																																									
⑧区間距離 (m)	300	2,275	1,518	1,680																																																									
⑨水路勾配	1/500	1/500	1/330	1/260																																																									
⑩水深 (m)	0.43	0.53	0.39	0.32																																																									
⑪流速 (m/s)	1.33	1.41	1.49	1.46																																																									

構造物	構造諸元の決定																																							
	<p>既存幹線水路始点 (BP) から新規幹線水路始点 (BC4) までの区間 (L=333 m) は既存幹線水路をそのまま利用し、水路底については、BC4 以下のフルームの水理諸元と同等とすべく現在 1/2,400 の勾配を持つ水路底に調整コンクリート (無筋) を打ち増し、1/500 の勾配を得る計画とする。</p> <p>2) 嵩上げ区間</p> <p>新規幹線水路は IP9 にて既存幹線水路に合流する。IP9 から幹線水路終点 (支線水路-3 への引継ぎ地点) までの水路の諸元は、元設計で $Q=0.39\text{m}^3/\text{s}$ ($1.14\text{m}^3/\text{s} \times 273\text{ha}/800\text{ha}$)、水路高=0.60m であったが、本設計では $Q=0.53\text{m}^3/\text{s}$ ($1.14\text{m}^3/\text{s} \times 273\text{ha}/590\text{ha}$) となり必要な水路高は $H=0.70\text{m}$ (水路タイプ B) となる。従い、これらの部分についてはライニング水路の天端にブロックを積み (Type1、$h=10\text{cm}$) 水路を嵩上げする。</p> <p style="text-align: center;">表 既存幹線水路嵩上げに係る諸元</p> <table border="1" data-bbox="475 779 1369 922"> <thead> <tr> <th rowspan="2">水路名</th> <th colspan="2">元設計</th> <th colspan="2">新設計</th> <th rowspan="2">嵩上げ高 (m)</th> </tr> <tr> <th>Q (m³/s)</th> <th>H (m)</th> <th>Q (m³/s)</th> <th>H (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>幹線水路 (L=570m) (No. 62+50-No. 68+20)</td> <td>0.39</td> <td>0.60</td> <td>0.53</td> <td>0.70</td> <td>0.10</td> </tr> </tbody> </table>	水路名	元設計		新設計		嵩上げ高 (m)	Q (m ³ /s)	H (m)	Q (m ³ /s)	H (m)	幹線水路 (L=570m) (No. 62+50-No. 68+20)	0.39	0.60	0.53	0.70	0.10																							
水路名	元設計		新設計		嵩上げ高 (m)																																			
	Q (m ³ /s)	H (m)	Q (m ³ /s)	H (m)																																				
幹線水路 (L=570m) (No. 62+50-No. 68+20)	0.39	0.60	0.53	0.70	0.10																																			
②支線水路	<p>1) 新規支線水路の設計</p> <p>幹線水路を移設すると、新設された幹線水路によって三次水路が分断され灌漑が不可能となる地区が生じる。それらの地区の最上流端に分流工を設置して幹線水路から分水し、分断された三次水路に用水を供給するよう支線水路を建設する。また、新規支線水路は既存の支線水路に接続した点が終点となる。</p> <p>この措置が必要となるのは支線用水路 No.1、No.2 であり、No.3 は既存幹線水路の終点から始まっているので必要ない。</p> <p>新規支線水路の水理諸元は下表のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 新規支線水路の水理諸元</p> <table border="1" data-bbox="475 1339 1385 1803"> <thead> <tr> <th>水路名称</th> <th>支線水路 No. 1</th> <th>支線水路 No. 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水路区間</td> <td>BF1-既存支線水路 No. 1 との交点</td> <td>BF2-既存支線水路 No. 2 との交点</td> </tr> <tr> <td>①水路形式</td> <td>コンクリートライニング (タイプ C-1)</td> <td>コンクリートライニング (タイプ C-1)</td> </tr> <tr> <td>②流量 (m³/s)</td> <td>0.33</td> <td>0.28</td> </tr> <tr> <td>③底幅 (m)</td> <td>0.60</td> <td>0.60</td> </tr> <tr> <td>④水路高 (m)</td> <td>0.70</td> <td>0.70</td> </tr> <tr> <td>⑤水路法勾配</td> <td>1:1</td> <td>1:1</td> </tr> <tr> <td>⑥粗度係数</td> <td>0.015</td> <td>0.015</td> </tr> <tr> <td>⑦位置 (m)</td> <td>0-960</td> <td>0-880</td> </tr> <tr> <td>⑧延長 (m)</td> <td>960</td> <td>880</td> </tr> <tr> <td>⑨水路勾配</td> <td>1/600</td> <td>1/600</td> </tr> <tr> <td>⑩水深 (m)</td> <td>0.36</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>⑪流速 (m/s)</td> <td>0.97</td> <td>0.93</td> </tr> </tbody> </table> <p>2) 支線水路の嵩上げ</p> <p>支線水路では、三次水路に対し輪番灌漑を実施している。本設計では同様の輪番灌漑を実施するものとして計画する。この場合、支線水路下流部に上流部と同じ通水能力を持たせる必要がある。よって下流部の設計通水能力を高めるため、ライニング水路の天端にブロックを積み水路を嵩上げする。さらに、支線水路 No.3</p>	水路名称	支線水路 No. 1	支線水路 No. 2	水路区間	BF1-既存支線水路 No. 1 との交点	BF2-既存支線水路 No. 2 との交点	①水路形式	コンクリートライニング (タイプ C-1)	コンクリートライニング (タイプ C-1)	②流量 (m ³ /s)	0.33	0.28	③底幅 (m)	0.60	0.60	④水路高 (m)	0.70	0.70	⑤水路法勾配	1:1	1:1	⑥粗度係数	0.015	0.015	⑦位置 (m)	0-960	0-880	⑧延長 (m)	960	880	⑨水路勾配	1/600	1/600	⑩水深 (m)	0.36	0.33	⑪流速 (m/s)	0.97	0.93
水路名称	支線水路 No. 1	支線水路 No. 2																																						
水路区間	BF1-既存支線水路 No. 1 との交点	BF2-既存支線水路 No. 2 との交点																																						
①水路形式	コンクリートライニング (タイプ C-1)	コンクリートライニング (タイプ C-1)																																						
②流量 (m ³ /s)	0.33	0.28																																						
③底幅 (m)	0.60	0.60																																						
④水路高 (m)	0.70	0.70																																						
⑤水路法勾配	1:1	1:1																																						
⑥粗度係数	0.015	0.015																																						
⑦位置 (m)	0-960	0-880																																						
⑧延長 (m)	960	880																																						
⑨水路勾配	1/600	1/600																																						
⑩水深 (m)	0.36	0.33																																						
⑪流速 (m/s)	0.97	0.93																																						

構造物	構造諸元の決定																																																																						
	<p>上流部では元設計で $Q=0.39\text{m}^3/\text{s}$ ($1.14\text{m}^3/\text{s} \times 273\text{ha} / 800\text{ha}$)、水路高=0.60m であったが、本設計では $Q=0.53\text{m}^3/\text{s}$ ($1.14\text{m}^3/\text{s} \times 273\text{ha} / 590\text{ha}$) となり必要な水路高は $H=0.70\text{m}$ (水路タイプ B) となる。これらの計算結果は下表のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 新規支線水路嵩上げに係る諸元</p> <table border="1" data-bbox="475 398 1417 734"> <thead> <tr> <th rowspan="2">水路名</th> <th colspan="2">元設計</th> <th colspan="2">新設計</th> <th rowspan="2">嵩上げ高 (m)</th> </tr> <tr> <th>Q (m³/s)</th> <th>H (m)</th> <th>Q (m³/s)</th> <th>H (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>支線水路 No. 1 (L=570m) (No. 22+70-No. 48+54)</td> <td>0.21</td> <td>0.50</td> <td>0.33</td> <td>0.60</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>支線水路 No. 2 (L=2,584m) (No. 22+51-No. 44+46)</td> <td>0.18</td> <td>0.50</td> <td>0.28</td> <td>0.60</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>支線水路 No. 3 (L=3,060m) (No. 0+00-No. 30+60)</td> <td>0.39</td> <td>0.60</td> <td>0.53</td> <td>0.70</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>支線水路 No. 3 (L=1,780m) (No. 30+60-No. 48+40)</td> <td>0.39</td> <td>0.50</td> <td>0.53</td> <td>0.70</td> <td>0.20</td> </tr> </tbody> </table> <p>3) 210ha 地区の支線水路延長</p> <p>210ha 地区において、新設された幹線水路によって三次水路が分断され灌漑が不可能となる地区が生じる。それらの分断された三次水路に用水を供給するべく既存の支線水路を延長する。</p> <p>なお、工事費節減のため、構造形式としてはレンガによるライニングを採用する。これらの延長する支線水路の水理諸元は下表のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 210ha 地区新規支線水路の水理諸元</p> <table border="1" data-bbox="475 1070 1417 1541"> <thead> <tr> <th>水路</th> <th>既存支線水路 BC-1 の延長</th> <th>既存支線水路 BC-2 の延長</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①水路形式</td> <td>レンガ積ライニング タイプ D</td> <td>レンガ積ライニング タイプ D</td> </tr> <tr> <td>②流量 (m³/s)</td> <td>0.21</td> <td>0.18</td> </tr> <tr> <td>③底幅 (m)</td> <td>0.50</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>④水路高 (m)</td> <td>0.50</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>⑤水路法勾配</td> <td>1:1</td> <td>1:1</td> </tr> <tr> <td>⑥粗度係数</td> <td>0.015</td> <td>0.015</td> </tr> <tr> <td>⑦位置 (m)</td> <td>No. 0 (No. 22+31.49 of BC-1) - No. 5+02</td> <td>No. 0 (No. 19+65.01 of BC-2) - No. 6+70</td> </tr> <tr> <td>⑧距離 (m)</td> <td>500</td> <td>670</td> </tr> <tr> <td>⑨水路勾配</td> <td>1/200 - 1/290</td> <td>1/260 - 1/210</td> </tr> <tr> <td>⑩水深 (m)</td> <td>0.23 - 0.25</td> <td>0.22 - 0.21</td> </tr> <tr> <td>⑪流速 (m/s)</td> <td>1.30 - 1.13</td> <td>1.12 - 1.21</td> </tr> </tbody> </table>	水路名	元設計		新設計		嵩上げ高 (m)	Q (m ³ /s)	H (m)	Q (m ³ /s)	H (m)	支線水路 No. 1 (L=570m) (No. 22+70-No. 48+54)	0.21	0.50	0.33	0.60	0.10	支線水路 No. 2 (L=2,584m) (No. 22+51-No. 44+46)	0.18	0.50	0.28	0.60	0.10	支線水路 No. 3 (L=3,060m) (No. 0+00-No. 30+60)	0.39	0.60	0.53	0.70	0.10	支線水路 No. 3 (L=1,780m) (No. 30+60-No. 48+40)	0.39	0.50	0.53	0.70	0.20	水路	既存支線水路 BC-1 の延長	既存支線水路 BC-2 の延長	①水路形式	レンガ積ライニング タイプ D	レンガ積ライニング タイプ D	②流量 (m ³ /s)	0.21	0.18	③底幅 (m)	0.50	0.50	④水路高 (m)	0.50	0.50	⑤水路法勾配	1:1	1:1	⑥粗度係数	0.015	0.015	⑦位置 (m)	No. 0 (No. 22+31.49 of BC-1) - No. 5+02	No. 0 (No. 19+65.01 of BC-2) - No. 6+70	⑧距離 (m)	500	670	⑨水路勾配	1/200 - 1/290	1/260 - 1/210	⑩水深 (m)	0.23 - 0.25	0.22 - 0.21	⑪流速 (m/s)	1.30 - 1.13	1.12 - 1.21
水路名	元設計		新設計		嵩上げ高 (m)																																																																		
	Q (m ³ /s)	H (m)	Q (m ³ /s)	H (m)																																																																			
支線水路 No. 1 (L=570m) (No. 22+70-No. 48+54)	0.21	0.50	0.33	0.60	0.10																																																																		
支線水路 No. 2 (L=2,584m) (No. 22+51-No. 44+46)	0.18	0.50	0.28	0.60	0.10																																																																		
支線水路 No. 3 (L=3,060m) (No. 0+00-No. 30+60)	0.39	0.60	0.53	0.70	0.10																																																																		
支線水路 No. 3 (L=1,780m) (No. 30+60-No. 48+40)	0.39	0.50	0.53	0.70	0.20																																																																		
水路	既存支線水路 BC-1 の延長	既存支線水路 BC-2 の延長																																																																					
①水路形式	レンガ積ライニング タイプ D	レンガ積ライニング タイプ D																																																																					
②流量 (m ³ /s)	0.21	0.18																																																																					
③底幅 (m)	0.50	0.50																																																																					
④水路高 (m)	0.50	0.50																																																																					
⑤水路法勾配	1:1	1:1																																																																					
⑥粗度係数	0.015	0.015																																																																					
⑦位置 (m)	No. 0 (No. 22+31.49 of BC-1) - No. 5+02	No. 0 (No. 19+65.01 of BC-2) - No. 6+70																																																																					
⑧距離 (m)	500	670																																																																					
⑨水路勾配	1/200 - 1/290	1/260 - 1/210																																																																					
⑩水深 (m)	0.23 - 0.25	0.22 - 0.21																																																																					
⑪流速 (m/s)	1.30 - 1.13	1.12 - 1.21																																																																					
③三次水路	<p>幹線水路移設により三次水路が分断される場合には下表のとおり三次水路を延長し、圃場取入れ口を設置する。</p> <p style="text-align: center;">表 三次水路延長および圃場取入れ口</p> <table border="1" data-bbox="469 1666 1407 1966"> <thead> <tr> <th>支線水路名称</th> <th>三次水路名称</th> <th>水路延長 (m)</th> <th>圃場取入れ口</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">BC-1</td> <td>BC-1-7L</td> <td>54</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>BC-1-15R</td> <td>119</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>BC-1-16R</td> <td>91</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>BC-1-17R</td> <td>90</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">BC-2</td> <td>BC-2-6L</td> <td>96</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>BC-2-14R</td> <td>117</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>BC-2-15R</td> <td>117</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>BC-2-16R</td> <td>117</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	支線水路名称	三次水路名称	水路延長 (m)	圃場取入れ口	BC-1	BC-1-7L	54	1	BC-1-15R	119	3	BC-1-16R	91	2	BC-1-17R	90	2	BC-2	BC-2-6L	96	1	BC-2-14R	117	3	BC-2-15R	117	3	BC-2-16R	117	3																																								
支線水路名称	三次水路名称	水路延長 (m)	圃場取入れ口																																																																				
BC-1	BC-1-7L	54	1																																																																				
	BC-1-15R	119	3																																																																				
	BC-1-16R	91	2																																																																				
	BC-1-17R	90	2																																																																				
BC-2	BC-2-6L	96	1																																																																				
	BC-2-14R	117	3																																																																				
	BC-2-15R	117	3																																																																				
	BC-2-16R	117	3																																																																				

構造物	構造諸元の決定																																																																																																	
	水路形式・諸元は土水路とし底幅=40cm、水路高=50cm とし、元設計と同じとする。																																																																																																	
④水路付帯構造物	<p>新規幹線水路と既存幹線水路の分岐点である IP4 において、両水路に対する流量を制御するため分水ゲートを設置する。</p> <p>新規幹・支線水路上においては、既存施設と同種の水路付帯構造物（分流工、分水工、落差工、カルバート工、排水路横断工、水路横断工）を設置するとともに下記の構造物を設置する。</p> <p>① 洗濯場</p> <p>住民の要望を考慮し、村落からのアクセスがよい箇所に洗濯場を設置する。構造は階段式の簡易なものとする。</p> <p>② 分水柵</p> <p>210ha 地区の新規支線用水路から三次用水路に分水する地点に設置する。使用頻度が少ないことから鋼製ゲートは使用しない簡便な構造とし、ストップログにより水管理を行う。</p> <p>なお、延長する三次水路上には圃場取入口を設置する。取入れ口は既存の施設と同様径 150mm の PVC パイプを付帯し、取入れ口の直下流に水位調整のためのチェックを設置する。</p> <p>新規に建設する水路付帯構造物の設置数および設置箇所は次表のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 三次水路延長および圃場取入口 単位：箇所</p> <table border="1" data-bbox="475 1055 1378 1547"> <thead> <tr> <th rowspan="3">構造物</th> <th colspan="3">590ha 地区</th> <th rowspan="3">三次用水路</th> <th colspan="2">210ha 地区</th> <th rowspan="3">合計</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">幹線用水路</th> <th colspan="2">支線用水路</th> <th colspan="2">支線用水路</th> </tr> <tr> <th>No. 1</th> <th>No. 2</th> <th>No. 1-A</th> <th>No. 2-A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>分水ゲート</td> <td>1</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>分流工</td> <td>2</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>分水工</td> <td>-</td> <td>7</td> <td>6</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>落差工</td> <td>5</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>カルバート</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>1</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>排水路横断工</td> <td>3</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>水路横断工</td> <td>18</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>洗濯場</td> <td>4</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>分水柵</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>圃場取入口</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>18</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>18</td> </tr> </tbody> </table>	構造物	590ha 地区			三次用水路	210ha 地区		合計	幹線用水路	支線用水路		支線用水路		No. 1	No. 2	No. 1-A	No. 2-A	分水ゲート	1	-	-	-	-	-	1	分流工	2	-	-	-	-	-	2	分水工	-	7	6	-	-	-	13	落差工	5	-	-	-	-	-	5	カルバート	4	1	-	-	-	1	6	排水路横断工	3	-	-	-	-	-	3	水路横断工	18	1	1	-	-	-	20	洗濯場	4	-	-	-	-	-	4	分水柵	-	-	-	-	2	2	4	圃場取入口	-	-	-	18	-	-	18
構造物	590ha 地区			三次用水路	210ha 地区		合計																																																																																											
	幹線用水路		支線用水路		支線用水路																																																																																													
		No. 1	No. 2		No. 1-A	No. 2-A																																																																																												
分水ゲート	1	-	-	-	-	-	1																																																																																											
分流工	2	-	-	-	-	-	2																																																																																											
分水工	-	7	6	-	-	-	13																																																																																											
落差工	5	-	-	-	-	-	5																																																																																											
カルバート	4	1	-	-	-	1	6																																																																																											
排水路横断工	3	-	-	-	-	-	3																																																																																											
水路横断工	18	1	1	-	-	-	20																																																																																											
洗濯場	4	-	-	-	-	-	4																																																																																											
分水柵	-	-	-	-	2	2	4																																																																																											
圃場取入口	-	-	-	18	-	-	18																																																																																											

構造物	構造諸元の決定																																																							
⑤排水路	<p>排水路は圃場内余剰水を地区外へ排水すること、地区外から地区内へ雨水の流入を防ぐことを目的として設置されている。現況では4本の幹線排水路(DC1、DC2、DC3、DC4)が建設されており、圃場内の排水は、三次用水路と並行している小排水路を通じて幹線排水路に排水され、それぞれ灌漑地区下流部の自然河川に接続している。</p> <p>用水系統と同様、幹線水路移設により排水路も分断されるため、排水が圃場内に滞留しないよう新たに排水路を建設する。建設箇所は、幹線水路と並行して設置する。既存の排水路を生かすよう、新規水路が既存の幹線排水路 DC2、DC3、DC4 を横断する箇所には排水路横断工(カルバート)を設置する。</p> <p>設計は下記の条件に従い行う。</p> <p>① 単位排水量 : 7.64 lit/s/ha ② 水路形式 : 素掘り台形土水路 ③ 最大許容流速 : 0.75 m/s ④ 平均流速公式 : マニングの式を用いる。 ⑤ 粗度係数 : 0.030 ⑥ 計画水位 : 現地盤高から最低 20cm 下がり</p> <p>検討の結果、決定した排水路の設計諸元は下表のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 排水路の水理諸元</p> <table border="1" data-bbox="478 918 1372 1120"> <thead> <tr> <th>対象地区</th> <th>排水路</th> <th>面積 (ha)</th> <th>設計流量 (m³/s)</th> <th>延長 (m)</th> <th>縦断勾配</th> <th>底幅 (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">590ha 地区</td> <td>DC No. 2-A</td> <td>6.7</td> <td>0.05</td> <td>660</td> <td>1/220</td> <td>0.40</td> </tr> <tr> <td>DC No. 3-A</td> <td>4.9</td> <td>0.04</td> <td>290</td> <td>1/250</td> <td>0.40</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">210ha 地区</td> <td>DC No. 2-B</td> <td>39.2</td> <td>0.30</td> <td>1630</td> <td>1/260</td> <td>0.60</td> </tr> <tr> <td>DC No. 3-B</td> <td>48.7</td> <td>0.37</td> <td>1410</td> <td>1/300</td> <td>0.60</td> </tr> </tbody> </table> <p>排水路の付帯構造物は下表のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 排水路付帯構造物の設置数および設置箇所 単位：箇所</p> <table border="1" data-bbox="478 1220 1380 1388"> <thead> <tr> <th rowspan="2">構造物</th> <th colspan="2">590ha 地区</th> <th colspan="2">210ha 地区</th> <th rowspan="2">合計</th> </tr> <tr> <th>DC No. 2-A</th> <th>DC No. 3-A</th> <th>DC No. 2-B</th> <th>DC No. 3-B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>落差工</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>排水路横断工</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	対象地区	排水路	面積 (ha)	設計流量 (m ³ /s)	延長 (m)	縦断勾配	底幅 (m)	590ha 地区	DC No. 2-A	6.7	0.05	660	1/220	0.40	DC No. 3-A	4.9	0.04	290	1/250	0.40	210ha 地区	DC No. 2-B	39.2	0.30	1630	1/260	0.60	DC No. 3-B	48.7	0.37	1410	1/300	0.60	構造物	590ha 地区		210ha 地区		合計	DC No. 2-A	DC No. 3-A	DC No. 2-B	DC No. 3-B	落差工	0	0	0	2	2	排水路横断工	0	0	1	1	2
対象地区	排水路	面積 (ha)	設計流量 (m ³ /s)	延長 (m)	縦断勾配	底幅 (m)																																																		
590ha 地区	DC No. 2-A	6.7	0.05	660	1/220	0.40																																																		
	DC No. 3-A	4.9	0.04	290	1/250	0.40																																																		
210ha 地区	DC No. 2-B	39.2	0.30	1630	1/260	0.60																																																		
	DC No. 3-B	48.7	0.37	1410	1/300	0.60																																																		
構造物	590ha 地区		210ha 地区		合計																																																			
	DC No. 2-A	DC No. 3-A	DC No. 2-B	DC No. 3-B																																																				
落差工	0	0	0	2	2																																																			
排水路横断工	0	0	1	1	2																																																			
⑥管理用道路	<p>1) 構造諸元の決定</p> <p>管理用道路は、灌漑用水路の維持管理および収穫物等の搬送のために、幹線用水路沿いに設置する。構造諸元は元設計と同等とする。</p> <p>① 幅員 全幅員 : 5.00 m 有効(舗装)幅員 : 3.00 m ② 最低道路高 : 現況地盤より 0.60m ③ 舗装形式 舗装材 : 風化砂岩碎石 舗装厚 : 0.20m ④ 盛土法面勾配 : 1:1.5</p> <p>2) 管理用道路概要 管理用道路の延長は 5,770m である。</p> <p>3) 管理用道路の付帯構造物設計計画 既存幹線用水路を横断する箇所が 2 箇所あるため、カルバート工を設置する。</p>																																																							

(5) 圃場整備の施設計画

1) 圃場整備の設計条件

項目	諸元	備考
① 均平度	±7.5cm	元設計と同様。
② 小規模の均平作業地区	146ha	現地調査結果による
③ 中規模の均平作業地区	179ha	現地調査結果による
④ 大規模の均平作業地区	94ha	現地調査結果による

2) 設計諸元の検討

検討項目	均平方法の検討
① 小規模の均平作業を必要とする地区	<p>サンプル測定の結果、このカテゴリーに属する圃場の条件は以下のとおり整理される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①現在原則的に水田が作付けされている。 ②現況の均平度は±10cm 以内。 ③畦畔は既に構築されている。 ④局所的に不陸が存在している。 <p>以上より、均平作業は対象の圃場全体に実施するわけではなく、局所的に存在する不陸部分を均す作業となる。よって均平作業の方針は以下のとおりとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①均平作業を実施する前の雨期に、対象となっている圃場の耕作者（この時点では土地再配分はまだ実施段階に入っていないため、現在の耕作者）から聞き取りを行い、不陸の存在する圃場を確定する。併せて現地にて目視により状況を確認する。 ②均平の対象となる最小単位は畦畔で囲まれた小区画とする。 ③耕作が行われていない乾期に均平作業を実施する。現況水田の高低差が±10cm 程度以下のため簡易整備工（表土の切盛り作業と整地のみを同時に行う作業）とする。 ④均平完了後、均平状況を確認する。
② 中規模の均平作業を必要とする地区	<p>サンプル測定の結果、このカテゴリーに属する圃場の条件は以下のとおり整理される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①現況の圃場の均平度は±15cm。 ②畦畔は既に構築されている。 ③圃場全体に不陸が存在する。 <p>以上より、水田の作付けを可能とするためには圃場全体の均平が必要である。よって均平作業の方針を以下のとおりとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①均平は対象圃場全体に対し実施する。 ②耕作が行われていない乾期に均平作業を実施する。均平度が±15cm 以内と表土扱いをする必要がないため簡易整備工とする。 ③均平作業は原則的に現況の畦畔で仕切られた小区画を変更しないで行う。 ④均平完了後、均平状況を確認する。

検討項目	均平方法の検討
③ 大規模の均平作業を必要とする地区	<p>サンプル測定の結果、このカテゴリーに属する圃場の条件は以下のとおり整理される。</p> <p>①均平、畦畔構築がなされておらず、傾斜した地形のままである。</p> <p>②三次用水路沿いの土地の地表高は水位より高くなっている。</p> <p>③場所により圃場内に樹木が存在する。</p> <p>以上より、水田を造成するためには均平、畦畔構築と大規模な圃場整備が必要となる。一耕区の面積は平均 0.4ha であるが、現況の区画計画に準じ小畦畔を設置し五等分することにより小区画化する。切土が深くなること、地表面より 30cm から 90cm の深さに砂層が存在することから表土扱いを行うこととする。なお、圃場内に存在する樹木については伐採、除根にかかるコストと時間を軽減するため、特に除去しない方針とする。以上より均平作業の方針を以下のとおりとする。</p> <p>①圃場整備では表土扱いを行う。</p> <p>②1 耕区を小畦畔により小区画化する。1 区画は平均 0.08ha とする。</p> <p>③圃場内の樹木は除去しない</p> <p>④均平完了後、均平状況を確認する。</p>
④ 現況圃場高の確認	<p>各耕区における計画圃場高を設定するには、現況の圃場高を全て測量する必要がある。均平対象地区における現況圃場高の測量は協力対象事業における工事期間内に行うこととする。</p>

3.2.3 基本設計図

上記にて計画した改修施設の基本設計図を巻末に添付する。

3.2.4 施工計画

3.2.4.1 施工方針

- ① 「マ」国の実施機関は、農業食料安全保障省である。
- ② 事業実施形態はA型国債とし、事業は2008年2月末に完了させる計画とする。
- ③ 日本国政府と「マ」国政府との間で事業実施（詳細設計）に関わる交換公文（E/N）が取り交わされた段階で、農業食料安全保障省は事業実施の準備を開始する。同省は詳細設計と並行して土地再配分にかかる農民からの合意取り付け、建設用地取得を実施する。
- ④ 本工事は既存灌漑地区内の改修工事となるため、工事期間を通じて地区内への通水を確保するよう施工計画を策定する。
- ⑤ 頭首工改修工事にかかる河川内の工事は原則乾期に実施することとする。工事期間中に洪水が発生する可能性もあることから、頭首工右岸側に迂回開水路を建設し、工事中はドライな状況とする。
- ⑥ 圃場均平工事は雨期中の耕作を妨げないよう乾期に実施する。
- ⑦ 幹線水路移設工事、圃場均平工事完了後、通水試験を実施し施設機能の確認を行う。
- ⑧ 工事完了に伴い、改修された灌漑施設は農業食料安全保障省に移管する。

3.2.4.2 施工上の留意事項

(a) 労働基準の遵守

建設業者は「マ」国の現行建設関連法規を遵守し、雇用を伴う適切な労働条件や制度を尊重し、労働者との紛争を防止すると共に安全を確保するものとする。

(b) 通水の確保

工事期間中も下流灌漑地区に対し灌漑用水を供給する必要があるため、既存幹線水路を利用して下流部に通水することとする。従い工事期間中は新設水路と既存水路を接続せず、付帯構造物を含めた全ての水路構造物が完成後、新設水路と既存水路を接続する。また、既存水路と新設道路等との交差点についてはコンクリートパイプ等を設置し、通水を遮断しないようにする。やむを得ず通水を停止する際には、対象地区、期間をあらかじめ農民に提示し、承諾を得ることとする。

(c) 調達事情

「マ」国で調達可能な資材は、骨材、石材、砂、木材、燃料、セメントであり、また建設機械については一部調達可能であるが、その台数、機種は限られている。そのため、その他の大部分の資機材については南ア（一部日本）からの調達となる。したがって、これらの調達に関しては輸送、荷卸しおよび通関手続き等の所要日数を十分に考慮した施工計画を立案する。

(d) 用地の確保

幹線水路移設工事にあたっては、水路建設用地（面積約 17ha）とキャンプヤード、仮設水路等の仮設用地（約 5ha）の確保が必要となる。用地確保は「マ」国政府の負担事項であることが確認されており、工事着手に遅れないよう実施されることが必要である。また、水路の建設用地となる土地の耕作者に対しては、並行して実施する土地再配分事業で土地を手当てすることを「マ」国側に確認している。

(e) 交通の安全

本工事は、既存灌漑地区内の工事となるため住民が利用している農道、アクセス道路を工事用車両が使用することとなる。これに伴う交通事故の発生を防止するため、以下の対策を講じることとする。

- 工事予定地直近に工事予告板を掲示して周辺住民に交通の安全について注意を促す。
- 移設する幹線水路沿いに工事用道路を設置し、工事中は原則この道路を使用する。道路の分岐点にバリケードまたは安全ロープ等を設置して第三者の工事現場への侵入を防ぐ。
- 地区内の移動にかかる道路で幅員の狭いところは部分的に拡幅する。
- 保安灯、安全ロープ等を要所に配置して車輛だけでなく周辺住民に対する安全も確保する。

(f) 工事に伴う環境影響

工事中の環境影響としては、一般的に(i)騒音の影響、(ii)粉塵の影響、(iii)重機作業による振動の影響、(iv)交通事故等の発生が挙げられる。本工事の対象地区で騒音、振動が重大な影響を与える施設はないが、夜間における周辺住民への配慮は必要である。このことから、夜間工事の禁止を原則とする。トラック、重機の通行による粉塵対策として、使用道路への散水を励行する。工事における事故防止に関しては、①運転手・オペレーターに対する安全教育、②安全定例会議、③車輛・重機の整備要員の配置等を規定する。

3.2.4.3 施工区分

日本および「マ」国の施工区分は下表のとおりになる。

表 日本側および「マ」国側の施工内容

日本側負担事項	「マ」国側負担事項
<ul style="list-style-type: none">- 「基本計画」に示した下記4工事の実施<ul style="list-style-type: none">① 頭首工改修工事② 沈砂池改修工事③ 幹線水路移設工事④ 圃場均平工事- キャンプヤード（現場事務所、宿舍、資機材置場等）・工事区域内の工事用道路の建設・撤去	<ul style="list-style-type: none">- 既存幹線水路の補修、水制工・護岸工の設置

3.2.4.4 施工監理計画

(1) 詳細設計および入札図書作成

本工事の実施に先立ち、詳細設計および入札図書作成業務が必要となる。事業実施の E/N 締結後、直ちに「マ」国政府と本邦のコンサルタントはコンサルタント契約を結び、詳細設計に着手する。現地調査時に、実施機関となる農業食料安全保障省と詳細設計、実施工程、建設用地確保、土地再配分にかかる詳細な打合せを行う。詳細設計に係わる作業は以下のとおりである。

① 追加調査（基本設計に基づく追加調査）

- 頭首工、沈砂池改修予定地周辺の地形確認
- 新規幹線水路の路線測量および障害物確認
- 盛土材、細骨材調達地点の再確認

② 詳細設計

- 現場調査に基づく詳細設計
- 頭首工下流部の護床工形状確定のための水理模型実験

- 詳細設計に基づく事業費の算定
- ③ 入札関連書類の作成
 - 入札用設計図の作成
 - 建設工事の入札関連書類の作成

(2) 入札業務および施工監理

詳細設計および入札図書作成後、入札業務を行う。また、工事開始後の施工監理業務の概要は以下のとおりである。

① 施工図等の審査、承認

建設業者の提出する施工図、工事許可願、材料見本、機械仕様等の審査および承認。

② 工事の指導

施工計画および工程・品質管理の検討・指導、工事進捗状況の把握/検討/指導、施工途中での必要な検査の実施。

③ 支払承認

工事支払証明書および工事完成後の完成証明書の発行に必要な出来高の確認と承認。

3.2.4.5 品質管理計画

「マ」国では特に法令により定められた品質管理基準がないため、本邦の農林水産省において用いられている施工管理基準に準じて行なう。コンクリート試験および土質試験は運輸・公共事業省の試験機関でも実施可能であることを確認している。

コンクリート、盛土などの日常の品質管理は施工業者が実施し、その結果を仕様書に基づきコンサルタントが確認する。各工事および調達品に関して、主だった品質管理項目は、次表に示すとおりである。

表 主要品質管理項目および方法

管理項目	管理内容	品質規格	測定頻度	方法	
1. コンクリート工事					
セメント	種類		搬入時随時	観察	
	品質規格に適合していること	JIS R5210	300ton/回	第三者機関	
混和剤	JISに適合していること	JIS A6204	配合設計前	製造工場の試験成績表により確認	
骨材	粒度	コンクリート標準仕様書	600m ³ に一回、および採取場所が変わる毎に一回	試験立会	
	単位容積質量	粗骨材 1.25kg/l以上			採取場所および材質が変わる毎に一回
		細骨材 1.45kg/l以上			
	細骨材の比重および吸水率	比重 2.5以上 吸水率 3.5%以下			
	粗骨材の比重および吸水率	比重 2.5以上 吸水率 3.0%以下			
	粗骨材の磨り減り試験	40%以下			
	骨材の洗い試験	細骨材 5%以下 粗骨材 1%以下		第三者機関	
	粘土塊量	細骨材 1%以下 粗骨材 0.25%以下			
	砂の有機不純物量	JIS A1105			
	骨材の安定性	細骨材 10%以下 粗骨材 12%以下			
アルカリシリカ反応性	ASTM C289-66				
現場配合	細骨材の表面水量		一日一回、または降雨などにより変動した場合	適宜立会	
	スランプ	JIS A1101	一日二回（午前・午後）		
	空気量	JIS A1116			
	圧縮強度試験	JIS A1108	一日の打設量が50m ³ 未満の場合、50m ³ に一回、50m ³ 以上の場合は、打設一日につき二回	試験立会	
2. 盛土試験					
材料	土粒子密度	JIS A1202	盛土材料ごと	試験立会	
	粒度	JIS A1204			
	液性・塑性限界	JIS A1205			
	最適含水比	JIS A1210			
施工	試験盛土	最大乾燥密度の 95%以上	延長 200m ごとに一回、測定箇所は横断方向に 3 点	適宜立会	
	土の含水比	最適含水比±5%			
	現場密度の測定	最大乾燥密度の 95%以上			
3. 調達品（鉄筋、水門など）			ロット単位	メーカーからの品質証明書、試験成績書の提出	

3.2.4.6 資機材調達計画

「マ」国内においては、セメント、骨材、木材、型枠、燃料が調達可能である。「マ」国で調達不可能または割高なものについては南アからの調達とする。但し、鋼矢板については日本製が安価であるため、日本調達とする。

表 工事中資材の調達区分整理表

資材名	現地調達	日本	南アフリカ	調達理由	輸送ルート
セメント	○			強度は高くないが現地にて調達可能	ブランタイヤー現場
骨材	○			現地にて調達可能	カムブラ採石場ー現場
鉄筋			○	現地で調達可能な鉄筋は大部分が南ア製であるが、供給量が少なく割高である。比較検討の結果直接南アから調達する方が安価であるため、南ア調達とする。	ヨハネスブルグージンバブエーモザンビークー現場
木材、型枠	○			現地にて調達可能	リロンゲー現場
鋼矢板		○		現地生産なし。安価である日本調達とする。	日本ーダーバンージンバブエーモザンビークー現場
燃料	○			現地にて入手可能。	リロンゲー現場
鋼製ゲート			○	現地生産なし。	ヨハネスブルグージンバブエーモザンビークー現場

工事に使用する建設機械は「マ」国内において調達可能であるが、機種、台数に制限があるため、原則的に南アからの調達とする。発動発電機、水中ポンプ等の小型機械は賃貸より購入のほうが有利であるため、購入による調達とする。

表 工事中機械調達区分整理表

機械	仕様	調達方法	現地	日本	南ア
ブルドーザー	15ton	賃貸			○
ブルドーザー	21ton	賃貸			○
湿地ブルドーザー	16ton	賃貸			○
湿地ブルドーザー	20ton	賃貸			○
バックホー	0.6m ³	賃貸			○
バックホー	1.0m ³	賃貸			○
トラクターショベル	1.7m ³	賃貸	○		
ダンプトラック	10ton	賃貸	○		
トラッククレーン	25ton	賃貸			○
トラッククレーン	160ton	賃貸			○
クローラクレーン	50ton	賃貸			○
コンクリートミキサ	0.5m ³	賃貸			○
トラックミキサ	4.5m ³	賃貸			○
タイヤローラー	8-20ton	賃貸			○
ロードローラー	10-20ton	賃貸	○		

機械	仕様	調達方法	現地	日本	南ア
モーターグレーダー	3.1m	賃貸	○		
振動ローラ	0.8-1.1ton	購入(損料)			○
タンパ	60-100kg	購入(損料)			○
パイプロハンマ	60kW	賃貸			○
大型ブレーカー	1,300kg	賃貸			○
水中ポンプ	150mm	購入(損料)			○
発動発電機	10kVA	購入(損料)			○
発動発電機	45kVA	購入(損料)			○
発動発電機	60kVA	賃貸			○
発動発電機	200kVA	賃貸			○

3.2.4.7 ソフトコンポーネント計画

(1) ソフトコンポーネントを計画する背景

(a) 土地再配分支援

既存の幹線水路から用水が供給される 210ha 地区では、河川が既存幹線水路と並行して流れているため灌漑施設の洪水に対する安全性が低く、河川から離れた新規幹線水路から用水供給される 590ha 地区と洪水による被災リスクに差が生じる。

また現地調査の結果、ブワンジェバレー灌漑地区は当初の土地配分時にグループ村の行政区界線が適用されたため不平等な土地配分が実施されたことが明らかとなっている。この土地所有の不平等な状況が現在のブワンジェバレー灌漑地区における農民の耕作意欲阻害要因のひとつともなっている。

土地問題は営農上重要な問題であり、以上から受益農民を対象として農地を再配分する必要があるため、農民組合によって土地配分委員会が組織されている。本事業後に農民がスムーズに営農活動を開始できるよう土地再配分に対する技術支援を実施する必要がある。

(b) 水管理支援

1) 水管理組織

水管理は農民組合が政府職員の指導のもと実施している。本事業実施により、支線毎の三次用水路圃区が変更になること、土地再配分実施により耕作者が変更されることから、組合内に存在する農民クラブ、ブロックのメンバーが変更されることとなる。これにより、水管理に関係する組織の再編成が必要となる。

また、210ha 地区についても既存施設の維持管理、地区内および 590ha 地区との水配分計画の協議、ゲート操作が必要であり、210ha 地区の水管理を実施する組織を組合内に再編する必要がある。

2) 水管理・施設維持管理強化の支援

現在までの調査で明らかになった現況の水管理・施設維持管理にかかる主要な問題点は、①農民および農民組合が三次水路レベルで適切に水管理・維持管理を行っていないこと、②ゲート管理人が頭首工ゲート操作を適切に実施していないこと、である。

これらの問題を解消し、灌漑地区全体での公平な水配分のためには特に三次用水路レベルでの水管理強化が必要である。また、改修後の頭首工のゲート操作および沈砂池の排砂作業を適正に行うためには、それぞれのマニュアルの作成とともに、「マ」国現地職員、農民組合（特に水管理を担当する水管理委員会）、農民組合が雇用するゲート管理人（Water Guard）へのトレーニングが必要である。

同時に、再構築される水管理組織を通じた新灌漑用水系統における全体水管理システムの再編が必要であり、幹線水路、支線水路を含めゲート管理人を活動の中心とする現況の全体水管理システムを可能な限り活かすように支援を行うことが重要である。

3) 水利費徴収システム構築に対する支援

現在農民組合では水利費徴収を行っているが、幹線水路の被災等により灌漑用水が供給されていない農地があることなどから、徴収率は年間 10~30%と低い。また、水利費は組合が雇用している会計事務員 1 人で収集管理しており体制強化も重要である。

組合の財務状況として、精米販売で得られる利益を灌漑施設の維持管理費用に補填することも可能であるが、第一義的には、灌漑施設の維持は施設の運用に関連した収入、すなわち水利費でまかなわれるべきであり、適切な水利費徴収システムを構築することにより強固な財務体質とすることが必要である。

(c) 既存幹線水路の洪水被害軽減工法、補修工法に関する技術支援

210ha 地区は、既存幹線水路を利用して灌漑を継続する計画となる。しかし、既存の幹線水路は洪水による被災後、フォローアップ工事や「マ」国政府によるフトンカゴ等に補修が行われてきたものの、洪水に対して脆弱で水路・道路の迂回工事が必要な箇所が残されている。加えて、ナミコクウェ川が水路に近接している箇所においては、将来の洪水による水路の崩壊を防ぐために護岸工または水制工等何らかの対処が必要である。

210ha 地区における灌漑施設は「マ」国側の責任下で整備されることとなっているが、「マ」国政府は上記の工事の実施について日本からの技術支援を要望している。210ha 地区の灌漑を継続するためには、「マ」国政府職員および現場職員が洪水被害軽減工法、補修工法についての技術を習得し、将来補修工事の必要性が生じても「マ」国側が独自に実施できることが必要である。

(2) ソフトコンポーネントの目標

本ソフトコンポーネント計画では、「マ」国側が協力事業実施後も継続的な活動を実施することを前提に、以下の目標を設定する。

- ① ブラウンジェバレー灌漑地区において公平な土地所有が継続し、適切に管理される。
- ② 「マ」国政府職員・農民組合によって適切な水管理がなされ、ブラウンジェバレー灌漑地区に安定的にかつ公平に水が供給される。
- ③ 既存幹線水路に対する洪水被害が軽減され、既存幹線水路が継続的に利用可能となる。

(3) ソフトコンポーネントの成果

ソフトコンポーネントの実施により期待される成果は以下のとおりである。

(a) 土地再配分支援

成果 1) 590ha 地区において土地および耕作者を管理するための基礎情報である土地登録リスト、地籍図が整備される。

成果 2) 「マ」国政府職員（管理事務所職員）と農民組合（幹部、土地配分委員会）が土地再配分方法を習得し、基礎情報を管理、更新する能力が向上する。

成果 3) 農民組合（土地配分委員会）、伝統的首長、デザ県知事により 590ha 地区の土地再配分が適切に実施され、受益農民に対し公平に農地が分配される。

(b) 水管理支援

成果 1) 水路移設に伴う灌漑用水系統の変更および土地再配分による耕作者の変更に基づき、農民組合において水管理組織が新しく再構築される。

成果 2) 「マ」国政府職員（管理事務所職員）、農民組合（幹部、水管理委員会、ブロック、農民クラブ、ゲート管理人）の水管理・施設維持管理を計画、実施する能力が向上する。

成果 3) 水利費徴収システムが構築され、「マ」国政府職員（管理事務所職員）の支援能力が向上し、農民組合（幹部、会計事務員）が水利費を適切に徴収、管理できるようになる。

(c) 既存幹線水路の洪水被害軽減工法、補修工法に関する技術支援

成果 1) 「マ」国政府職員（灌漑局、リロンゲ ADD および現地職員）が既存幹線水路の洪水被害軽減工法および補修工法に関する技術を習得する。

成果 2) 既存幹線水路の洪水被害箇所において、迂回水路・道路、護岸工および水制工が建設されることで、既存幹線水路の洪水による被災リスクが軽減される。

(4) 成果達成度の確認方法

(a) 土地再配分支援

成果 1) 590ha 地区において土地および耕作者を管理するための基礎情報である土地登録リスト、地籍図が整備される。

土地登録リスト、地籍図が適切に作成されているか、農民組合によって管理、更新されているかを確認する。

成果 2) 「マ」国政府職員（管理事務所職員）と農民組合（幹部、土地配分委員会）が土地再配分方法を習得し、基礎情報を管理、更新する能力が向上する。

土地再配分終了後に組合事務所における基礎情報のファイリング状況および更新状況を確認する。

成果 3) 農民組合（土地配分委員会）、伝統的首長、デザ県知事により 590ha 地区の土地再配分が適切に実施され、受益農民に対し公平に農地が分配される。

土地再配分業務を通じて作成される土地登録リスト、地籍図を使用し土地再配分対象農民の数、各自に配分された面積を確認し、その後、実際の圃場で目視と聞き取りによって記録どおりに配分が行われたか耕作者と範囲を確認する。特に旧耕作者が土地を手離さず耕作を継続していないかどうか確認をする。

(b) 水管理支援

成果 1) 水路移設に伴う灌漑用水系統の変更および土地再配分による耕作者の変更に基つき、農民組合において水管理組織が新しく再構築される。

農民組合における、再構築された水管理関連組織を各種記録（組織図、メンバーリスト等）により確認する。

成果 2) 「マ」国政府職員（管理事務所職員）、農民組合（幹部、水管理委員会、ブロック、農民クラブ、ゲート管理人）の水管理・施設維持管理を計画、実施する能力が向上する。

水管理・施設維持管理に関するマニュアル（後述）を作成するので、それらのマニュアルに基づき頭首工および沈砂池のゲート操作、水配分、水路維持管理が適切に実施されているかを確認する。

成果 3) 水利費徴収システムが構築され、「マ」国政府職員（管理事務所職員）の支援能力が向上し、農民組合（幹部、会計事務員）が水利費を適切に徴収、管理できるようになる。

構築された水利費徴収システム（体制、方法）を確認する。徴収マニュアルを作成するので、試験等により政府職員のマニュアル理解度を評価し、また農民組合による水利費の徴収実態をマニュアルと比較し確認する。そして、効果測定として水利費徴収率を確認する。

(c) 既存幹線水路の洪水被害軽減工法、補修工法に関する技術支援

成果 1) 「マ」国政府職員（灌漑局、リロンゲ ADD および現地職員）が既存幹線水路の洪水被害軽減工法および補修工法に関する技術を習得する。

各技術の習得に関し灌漑局、リロンゲ ADD と現地職員が具体的作業項目を実施するこ

とが可能かどうかを確認する。

成果2) 既存灌漑施設の洪水被害箇所において、迂回水路・道路、護岸工および水制工が建設されることで、既存灌漑施設の洪水による被災リスクが軽減される。

協力事業終了時点で既存幹線水路の補修工事が実施され、新設された迂回水路・道路、護岸工、水制工が機能する状態にあることを確認する。

(5) ソフトコンポーネントの活動

上記の成果の達成のために必要な活動を以下のとおり計画する。

(a) 土地再配分支援

- (i) 農民の登録（「マ」国側単独実施）
- (ii) 土地再配分に関する政府職員、農民組合、農民に対するトレーニング（「マ」国側単独実施）
- (iii) 農民からの合意とりつけ（「マ」国側単独実施）
- (iv) 土地再配分詳細実施計画・基準の準備支援
 - i) 土地再配分詳細実施計画・基準の検討
 - ii) 関係ステークホルダーの意見聴取、最終化
- (v) 土地再配分の実施支援、土地登録リスト、地籍図の作成支援
 - i) 配分資格農民の配分地案、土地登録リスト案作成
 - ii) 関係ステークホルダーとの合意形成
 - iii) 関係者立会いのもと土地再配分実施
 - iv) 地籍図等の作成
 - v) 進捗モニタリング、工程管理
 - vi) 必要時のコンサルティング（農民間のトラブルや、伝統的首長、デザ県知事との調整等が必要な場合など）

(b) 水管理支援

- (i) 農民組合における水管理体制の再構築支援
- (ii) 水管理・施設維持管理能力向上
 - i) 水管理計画の策定支援
 - ii) 水管理マニュアルの作成
 - iii) 施設管理マニュアルの作成
 - iv) 水管理・施設管理に関するトレーニング
- (iii) 水利費徴収システム構築
 - i) 水利費徴収システムの強化支援

ii) 水利費徴収に関するトレーニング

(c) 既存幹線水路の洪水被害軽減工法、補修工法に関する技術支援

(i) 迂回水路・道路、護岸工、水制工の建設への技術支援

(ii) 実際の工事を通じた洪水被害軽減・補修工法に関する実地トレーニング

(iii) 洪水被害軽減・補修工法に関するマニュアルの作成

(6) ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

ソフトコンポーネントの実施には工事スケジュールとの調整が非常に重要であること、現地で土地再配分を実施した経験を有するローカルコンサルタントを見つけることは非常に困難であることから、邦人コンサルタント要員が直接支援することとする。

(7) ソフトコンポーネントの実施工程

ソフトコンポーネントに係る実施工程表は図 3-3 に示すとおりである。

(8) ソフトコンポーネントの成果品

ソフトコンポーネントの成果品は、「マ」国側および日本側に提出する完了報告書の他に主な成果品として、土地再配分詳細実施計画および基準、土地登録リスト／地籍図、水管理マニュアル、施設管理マニュアル、水利費徴収マニュアル、洪水被害軽減・補修工法に関するマニュアル等である。

(9) ソフトコンポーネントの概算事業費

ソフトコンポーネントの概算事業費は以下のとおりである。

項目	計
実施設計段階	7.3 百万円
本体工事段階	28.9 百万円
計	36.2 百万円

(10) 相手国実施機関の責務

上記のソフトコンポーネントの目標達成にあたり、実施機関や農民組合の責務となる活動は以下のとおりである。

(a) 土地再配分について

土地再配分の実施主体は「マ」国政府であり、日本側はそれを支援する立場にある。土地再配分の実施にあたっては、その前段として再配分対象農民のリストの作成および合意の取り付け、また、他灌漑事例における過去の知見の蓄積が必要である。よって、「マ」国側は、これらの作業を日本側の協力実施前に完了しておかなければならない。

そしてソフトコンポーネント支援および事業実施後に、配分された圃場の条件を農民が受け入れすみやかに営農活動に入り、またブワンジェバレー灌漑地区の土地情報の管理を継続的に行うためには、農民組合とそれを支援する政府現地職員（プロジェクトマネージャー、営農普及員）の活動を継続することが「マ」国側の責務である。

(b) 水管理について

ソフトコンポーネント支援によって水管理システムの整備がなされ、ブワンジェバレー灌漑地区に安定的にかつ公平に水が供給されるためには、これらの活動を支える組合が活性化し、活動費用をまかなう財政基盤が強化されなければならない。よって、組合活動の強化が「マ」国側の責務となる。そのために組合に対する現地政府職員の継続的な支援が必要である。

(c) 洪水被害軽減・補修工法技術について

将来洪水が起こった場合、ソフトコンポーネントによって習得した洪水被害軽減・補修工法技術を用いて被害を軽減、あるいは補修工事を実施するためには、工事用重機がすみやかに配置できる体制を保持することが重要である。そして、その予算を確保することも必要である。

3.2.4.8 実施工程

「3.2.1.8 工法、工期に対する方針」で述べたとおり、本事業はA国債にて実施されることとなる。実施設計にかかるE/Nが締結後、コンサルタントは実施設計を開始する。実施設計作業と並行して「マ」国政府は土地再配分にかかる農民からの合意取り付けを行い、全員からの合意が確認された後、本体工事にかかるE/Nが締結される。E/N締結後直ちに入札業務を開始する。実施設計開始から入札業務完了まで9ヶ月の予定となっている。

業者契約が完了したのち、工事を開始する。各工事の期間は次図のとおりであるが、工事の最終段階で通水試験を実施し、建設された施設の機能確認を行う。

- j) 計画事業実施中に第三者および周辺住民から寄せられた種々の問題に対する速やかな対応
- k) 計画事業に携わる日本国民に対する、闘争、暴動、騒乱、反乱、地雷などからの安全性確保

3.3.2 相手国側分担事業項目の実施可能性、妥当性

(1) 無償事業に必要な各種事務手続き等

実施機関である農業食料安全保障省は当初の本邦無償資金協力事業で実施された本地区の「ブワンジェバレー灌漑開発計画」の建設工事（1997年～1999年）および「ブワンジェバレー灌漑開発計画フォローアップ協力工事」（2002年～2003年）の実施・運営経験を有しており、無償事業に必要な各種事務手続きについては経験があり、対応可能であると判断される。

(2) 用地確保

用地確保については「ブワンジェバレー灌漑開発計画」の建設工事時に本地区全体の土地に対して農民に用地買収費が支払われている。今回の工事で用地確保が必要となるのは新規幹線水路（並行する新規支線水路も含む）であるが、農地の再配分が実施されることになっており用地確保については問題ないとの回答を「マ」国政府から得ている。また、上記の建設工事（1997年～1999年）において用地確保が実施されていることから対応可能であると判断される。

3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3.4.1 灌漑システムの運営・維持管理に関する政府方針

農業灌漑省（現農業食料安全保障省）は、2000年6月に「国家灌漑政策と開発戦略（National Irrigation Policy and Development Strategy）」を発表し、その中で灌漑施設の維持管理方針について以下のとおり規定している。

- 政府の灌漑管理は、法的に組織された地方組織を通じた受益者による灌漑施設のフルオーナーシップを原則とする
- 全ての運営維持管理と更新費用は、灌漑地区の受益者が負担する

この方針をうけ、同戦略の中では、政府管轄の灌漑施設を受益者へ移管することとしている。運営維持管理面での政府の役割は、政府職員の教育訓練、灌漑農業普及・研究、コミュニティ組織化・農民へのトレーニング等となっている。

また「マ」国政府は、灌漑法（Irrigation Act）を2001年に制定した。その中で、灌漑開発・管理について地方コミュニティの参加を規定しており、適正な灌漑管理のために、①管理計画、②政府による支援の内容を記載した「灌漑管理合意書(Irrigation Management Agreement)」

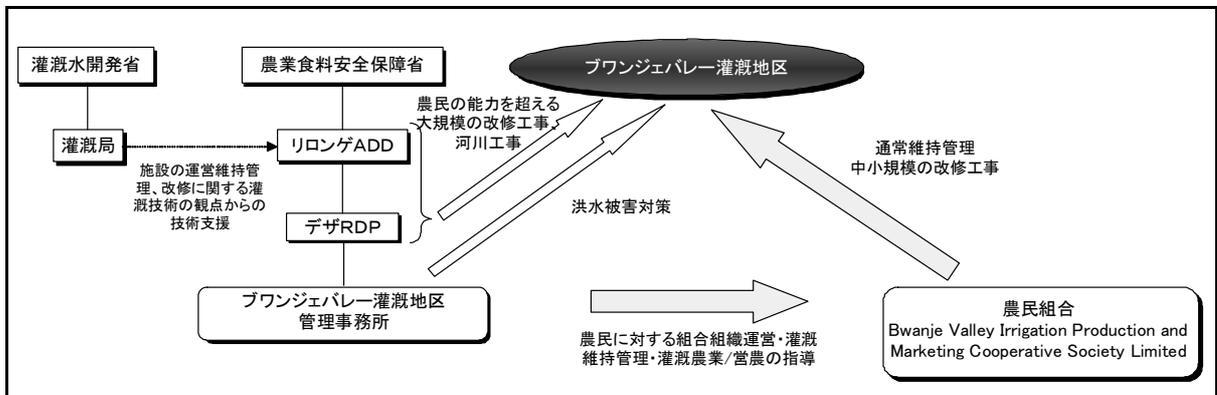
を政府と灌漑管理団体との間で締結するとしている。

3.4.2 プロジェクト運営・維持管理計画

(1) 運営・維持管理体制

当初の無償資金協力事業では、運用開始5年後（2005年）に灌漑施設、運営維持管理を農民組合へ移管し、現場の管理事務所を閉鎖する計画であった。しかし、農民組合は現在政府から支援を受けており今後とも政府の支援が必要と考えられる事から、農民組合への移管は一部の施設と運営維持管理とし、政府（灌漑局、リロンゲ ADD、デザ RDP と管理事務所）の灌漑地区への関与を継続する計画とする。計画体制の概念図は次図のとおり。

図 運営維持管理体制概念図



原則として、灌漑施設の管理は、頭首工、幹線水路、支線水路までを政府の所管とし、3次水路以下を農民組合へ移管するものとする。運営維持管理の政府、農民組合間の役割分担計画は、下表のとおりである。

表 運営維持管理に関する政府・農民組合間の役割分担計画

組織		役割
政府	灌漑局	施設の運営維持管理、改修に関する灌漑技術の観点からの技術支援（要員派遣等）
	リロンゲ農業開発区	農民組合の能力を超える大規模の改修工事、河川工事、農民組織強化・灌漑技術・営農支援
	デザ県農業開発事務所	同上
	管理事務所	現場レベルでの農民に対する組合組織運営・灌漑維持管理・灌漑農業/営農の指導、洪水被害対策
農民組合		施設の通常の運営維持管理、中小規模の改修工事

リロンゲ ADD やデザ RDP は、通常は管理事務所を通じ（必要であれば直接）農民組織強化、灌漑技術・営農支援を行い、大規模改修工事や河川工事が必要となった場合には、現場の管理事務所からの連絡をもとに必要に応じ灌漑局の支援をうけ工事を行うものとする。農民組合、管理事務所の役割は(2)、(3)にて後述するとおりである。

また本無償資金協力事業が終了した後の本灌漑地区の運営維持管理体制を明確にするために、政府の方針・法律に従い、政府と農民組合の間で、施設の所管、運営維持管理に関する上表の内容を含む灌漑管理合意書の作成が必要である。

(2) 管理事務所

現場に設置されている管理事務所が直接農民組合に対し各種指導を行う体制を継続する。現状と同規模の管理事務所を継続し、配置する技術系職員は以下とする。

プロジェクトマネージャー 1名
 営農普及員（AEDO） 3名

プロジェクトマネージャーは灌漑地区全体に責任を持ち、その下に配置される営農普及員は590ha地区、210ha地区とも各支線水路を原則として担当する（下表参照）。

表 営農普及員の担当支線水路

590 ha	210 ha
BC1： 1人	BC1：590haのBC1担当普及員
BC2： 1人	BC2：590haのBC2担当普及員
BC3： 1人	残り一人はフォロー。

これら技術系職員の最低1人は、灌漑技術の知識を持つ要員を配置することが望ましい。管理事務所の主たる業務は以下のとおりである。

- 農民に対する組合組織運営指導
- 農民に対する灌漑維持管理指導
- 農民に対する灌漑農業/営農指導
- 洪水被害対策

210ha地区に灌漑用水を供給する既存幹線水路は、引き続き洪水による被災をうけるリスクがあるため、農民組合を指導しながら河川の巡回を行う。河川が洪水防御堤に近づいた場合の水制工の設置や、洪水の被災を受けた場合の防御堤や幹線水路の改修工事について、農民組合と協議し大規模と判断される場合に、デザ RDP やリロンゲ ADD へ工事依頼を行うものとする。

(3) 農民組合

農民組合が、ブワンジェバレー灌漑地区の運営維持管理を全面的に行う計画とする。現在既に施設の運営維持管理を実施しているため、本無償資金協力事業後も現在の運営維持管理方法を基本とする。

1) 組織

農民組合の計画組織は、現状の組織に210ha内の管理委員会下部組織を新規に創設するものとし、他の組織は大幅には変更しない。新設する下部組織の構成は、既存の下部組織（ブ

ロック委員会、クラブ委員会)と同様のものとする。計画組織図を図3-4に示す。

土地再配分によって590ha内に土地耕作権をもつ農民が確定した時点で、クラブやブロックを再構成し水管理体制を整備する必要がある。同様に、210ha内の組織体制も整備することとなる。

2) 灌漑施設の維持管理

現在の維持管理方法を基本的に踏襲する。変更点として、頭首工、沈砂池を担当する専属ゲート管理人を一人新規に雇用し、洪水対策もあわせ頭首工の管理体制を整える。

3) 210ha地区の灌漑用水配分計画

210ha地区においては、依然洪水による既存幹線水路の被災リスクが高く、営農計画としてはメイズ等の畑作を推奨する。210ha地区への灌漑用水配分は、4日間のうち1日灌漑用水を配水する輪灌漑により行う計画であり、詳細は210haの管理委員会組織と590ha内の管理委員会組織の協議により決定することとする。

3.5 プロジェクトの概算事業費

3.5.1 協力対象事業の概算事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は9.73億円となり、先に述べた日本と「マ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記(3)に示す積算条件によれば、次のとおり見積もられる。

なお、この概算総事業費は暫定値であり、日本政府による無償資金協力としての承認のため、さらに精査される。また、この概算事業費は即交換交文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本国側負担経費

概算総事業費 約 973 百万円

費目		概算事業費 (百万円)			
施設	頭首工改修工事	護床工 護岸工 土砂吐ゲート改修 管理橋嵩上	317	814	814
	沈砂池改修工事	既存沈砂池撤去 沈砂溝 排砂管	37		
	幹線水路移設工事	幹・支線用水路 三次用水路 水路付帯構造物 排水路 管理用道路	299		
	圃場均平工事		161		
実施設計・施工監理・技術指導					159

(2) マラウイ国側負担経費

費目	金額(MK)	円換算額(百万円)
①建設用地に対する作物補償	758,000	0.8
②銀行手数料	2,121,000	2.1
③土地再配分実施	524,000	0.5
④既存幹線水路補修工事	1,672,000	1.7
合計	5,075,000	5.1

(3) 積算条件

- ① 積算時点 平成17年3月
- ② 為替交換レート 1.0 米ドル = 107.03 円
1MK (マラウイクワッチャ) = 0.99 円
- ③ 施工期間 詳細設計および工事期間は施工工程に示したとおり。
- ④ その他 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

3.5.2 運営・維持管理費

(1) 管理事務所必要経費

「マ」国政府側の通常の本プロジェクト運営維持管理費用は、管理事務所の維持経費となる。具体的な費目は、以下のとおりである。

- プロジェクトマネージャー、3人の営農普及員、その他牛飼いや人等の給料
- その他経費

詳細については表3-3に記載したが、全体維持管理費用は1,782,000MKとなる。デザ RDPの2004/05年の経常予算の合計が40,973,950MKであり、管理事務所経費はこの4%を占めるのみであり、人件費はこれまで同規模の支出実績があるため、今後の予算措置は可能と考えられる。

(2) 農民組合によるブワンジェバレー灌漑地区の運営維持管理

ブワンジェバレー灌漑施設の維持管理に必要な経費、それに付随する組合事務所経費は以下のとおりである。

① 傭人雇用

- ゲート管理人 (施設の維持管理)
- 会計事務員 (水利費管理)
- 警備員 (施設、組合事務所の警備)

② その他

- 灌漑施設土砂浚渫、ゲート潤滑油等費用

- その他事務所雑費（事務用品、電気、通信費等）

これらの経費は、水利費の徴収により補填される。水利費は、590ha 地区からの徴収とし、590ha 地区内の全ての土地が農民に再配分されたと想定して計算する。以上から、年間の収支は以下のとおりとなる（詳細は、表 3-4 に示す）。

表 農民組合灌漑施設維持管理収支

維持管理コスト	365,400MK
水利費徴収額	459,375MK
差（水利費徴収額－維持管理コスト）	93,975MK

上表より、通常の維持管理コストは、水利費が完全に徴収可能となれば十分農民組合によって負担可能である。水利費徴収額が 90,000MK 程度減額となっても、最低限の維持管理費用を確保することが可能である（この場合の徴収率は 75%）。現在の徴収率は 1~3 割程度であることから灌漑施設の維持管理経費を水利費で補填するためには徴収体制を強化する必要がある、ソフトコンポーネントで支援する。

なお、210ha 地区内の灌漑施設の維持管理費用は、上記で見積もった経費に含まれており、210ha 地区からの水利費収入が期待できれば、より安定した資金計画となる。

また、組合には精米事業等の活動で得られる収益も存在するため、農民組合による灌漑施設の通常の運用維持管理は十分可能と結論することができる。

今後は、出資金に該当する組合員へのシェア（500MK/口）販売、年会費（100MK/人）徴収強化はもとより、精米・米販売事業の強化による組合活動の収入安定化を目指すことが重要である。

尚、今後精米・米販売事業の強化に伴い発生すると考えられる経費の主なものは以下のとおりである。

- バイク、車輛等の購入、維持費
- 新規精米機の購入、中古精米機の機能更新費
- 乾燥場、米貯蔵施設の建設費
- 精米の包装資材費

これらは、適宜組合の財務状況を判断しつつ将来支出することが必要である。

3.6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

(1) 建設用地確保に係わる項目

無償事業の対象となる沈砂池、水路およびそれに並行する仮設道路、仮設現場事務所、倉庫・資材置場の土地確保に関しては、遅くとも建設業者契約時には終了していることが必要である。

(2) 土地再配分に関わる項目

無償工事期間中にプロジェクト対象地区の土地再配分が適切に実施され、受益農民に対し公平に農地が分配されるためには、本無償協力事業の実施前に下記の作業が終了していなければならない。

- ① 土地再配分に参加する農民の農民組合への登録
- ② 土地再配分に参加することに関する農民の合意取り付け

第4章

プロジェクトの妥当性の検証

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4.1 プロジェクトの効果

本無償資金協力事業により、本地区に灌漑用水が安定的に供給される基盤が整備される。その直接効果および間接効果は次表に示すとおりである。

(1) 直接効果

表 期待される直接効果

現状と問題点	本プロジェクトでの対策 (協力対象事業)	プロジェクトの効果・改善程度
近年の洪水により、本灌漑地区の頭首工、幹線水路が被害を受け、かつ現在も洪水の被災リスクにさらされている。 沈砂池では人力による排砂作業が適切に実施されず幹線水路へ土砂が流入するとなった。 圃場均平については整備された面積は全体の一部であり未だ灌漑用水が行き渡らない地区がある。 さらに、既存の灌漑施設の運営・維持管理については、土地配分の不平等、不十分な水管理、被災した既存幹線水路の補修が不十分という問題がある。	<ul style="list-style-type: none"> - 頭首工改修工事 - 沈砂池改修工事 - 幹線水路移設工事 - 圃場均平工事 - ソフトコンポーネント (土地再配分、水管理、洪水被害軽減工法・補修工法の技術支援) 	<ul style="list-style-type: none"> ①新規幹線水路から灌漑する 590ha 地区については洪水による被災リスクが軽減される。 ②新規幹線水路から灌漑する 590ha 地区において灌漑用水が安定的に供給され、作付面積が雨期 590ha、乾期 145ha となる。 ③政府職員の既存幹線水路の洪水被害軽減、補修の技術が向上し、210ha 地区においても畑作への補給灌漑を中心とした営農継続の可能性が高まる。 ④政府職員および農民組合への灌漑施設維持管理の指導を通じ、政府職員、農民組合の灌漑施設維持管理に関する能力、技術などが向上する。

(2) 間接効果

表 期待される間接効果

期待される間接効果	内容
農産物生産の安定、生産量の向上	本プロジェクトの実施により灌漑施設が安定的に使用可能となることで、雨期における米作、乾期におけるメイズ作の農産物生産が安定し生産量が向上する。
農家所得の向上	農産物生産が安定化し生産量が向上することで農民は余剰農産物を持つ事が可能となり、それらを販売することで農家所得が向上する。
農村部における貧困緩和	農家所得の向上により、農村部における貧困が緩和する。

(3) 直接裨益人口

直接裨益農家数は約 2,000 戸である。直接裨益人口は 10,000 人と推定される。

(4) 成果指標

－ 灌漑面積

590ha 地区における灌漑面積（雨期）が、事業実施前の 250ha（2004 年）から 590ha に増加する。

評価のタイミングについては事業実施後 1 年後の 2009 年に予定し、その指標は農業食料安全保障省報告書、管理事務所によるモニタリング記録をベースとする。

4.2 課題・提言

本無償協力対象事業により洪水被害を受けている灌漑施設の改修が実施され且つソフトコンポーネント（土地再配分、水管理、洪水被害軽減・補修工法技術）によりハード・ソフト両面から生産基盤が整うことになる。

プロジェクト効果が発現・持続するためには、以下の課題について「マ」国側の自助努力が必要である。

(1) 公平な土地配分の保証

ソフトコンポーネント支援のもと「マ」国による土地再配分が終了し公平な土地配分が実現した後、プロジェクト運営維持管理の観点から、灌漑地区内の土地所有管理を継続する必要がある。土地管理の原則として、灌漑地区内は行政区の境界が適用されない地域として農民の所属行政村に関係なく公平な耕作権所有を継続的に「マ」国政府が保証する必要がある。

(2) 既存幹線水路の維持管理

プロジェクト実施後、灌漑施設の防災機能が高まり洪水被害は軽減されることが期待される。但し、既存幹線水路は補修工事を通じてその流下能力が回復するものの大規模洪水に対しては依然として脆弱である。このため、出水時においてはある程度の洪水被害が想定されるため、その監視と補修が継続的に管理事務所、農民組合によって実施されることが必要である。また、農業省（当時）により、洪水被害を軽減し且つ灌漑用水を右岸地区に供給する目的で、2004年の乾期にナミコクウェ川から右岸側に河道を分流する工事が進められた。しかし、新河道の始点の河床高がナミコクウェ川の河床高より高いこと、新河道の河床勾配がナミコクウェ川より緩やかであることから新規河道に上流からの土砂が堆積する傾向にある。このようなことから、新規河道がその機能を果たすためには、ナミコクウェ川との関係に配慮する必要があり、さらに長期的な維持管理が必要である。

(3) 灌漑稲作技術の向上

当初の無償資金協力事業実施時点（1997－1999）において氾濫原農業を行っていた大部分の受益農民は、ブワンジェバレー灌漑地区という近代灌漑システムの導入により彼等自身の営農技術を徐々に進展させてきた。本プロジェクトの実施により、洪水被災リスクが軽減され、灌漑用水が圃場に供給されることで本格的な灌漑稲作農業の発展が期待される。したがって、次の段階として農民の営農技術、特に灌漑稲作技術の向上が重要となる。

灌漑稲作技術向上の一つの方法として、タンザニア国に建設されたキリマンジャロ農業技術者訓練センター（KATC : Kilimanjaro Agricultural Training Centre）の活用が挙げられる。KATCはその活動をタンザニアだけに止まらず近隣諸国に拡げており、本灌漑地区もそ

の対象となっている。管理事務所の政府職員、選抜された受益農民がタンザニアに派遣され、同センターで稲作技術についての研修を受けた。また、同センターのファシリテーターが本地区を訪れ、地区農民の参加のもと現況の問題分析が行われている。

このような稲作技術の向上につながる研修制度を「マ」国側は積極的に利用することが望まれる。さらに、現地に派遣されている青年海外協力隊の稲作隊員とともに管理事務所を中心として受益農民の灌漑稲作技術の向上に努めることが重要である。

(4) 農民組合強化の必要性

灌漑スキームの運営維持管理以外の農民組合活動、特に精米事業、組合組織の強化の2点が今後の発展に非常に重要である。これより組合財務体質が強化され、組合員（受益農民）の意識も向上し灌漑施設の持続的な維持管理の実現を担保するものと考えられる。

現在、農民組合は、精米後の白米をブランド米（ブワンジェバレーライス）とし組合の事務所で販売している。この事業は現在の農民組合の活動の中で最も利益のある事業であるが、小規模なため大口の注文には応じられない状況である。今後、稲作の安定的生産が実現し精米設備が充実すれば、白米の販売増大により大幅な利益を得ることが可能となり、その利益は地区農民に還元されることになる。したがって、「マ」国側が管理事務所を維持し、精米事業を含む農民組合の活動を支援することが重要である。

(5) 灌漑施設における運営維持管理の責任分担明確化

政府の灌漑分野における方針・法律では、灌漑施設の維持管理は受益者負担を原則とし、適正な灌漑管理計画と政府による支援の内容を記載した灌漑管理合意書を作成するものとしている。しかし、現在灌漑施設の運営維持管理に関し、政府と農民組合との責任分担は文書等で明確化されていない。したがって、本無償資金協力事業が終了し圃場整備を含めて灌漑施設が整備された段階で、政府と農民組合の間で灌漑管理合意書を作成し、施設の所管、運営維持管理に関する責任分担を明確化することが重要である。

4.3 プロジェクトの妥当性

プロジェクトの妥当性の評価結果は以下のとおりである。

表 プロジェクトの妥当性の評価

1)	プロジェクトの裨益対象が貧困層を含む一般国民であり、その数がかかり多数であるか？	本地区の貧困者層（一日の消費レベルがMK10.47以下で生活を行う者）は、全住民の74.6%に上り、これは全国平均64.3%を上回っている。裨益対象人数は1万人である。
2)	プロジェクトの目標がBHNや教育・人造りに合致する、もしくは民生の安定や住民の生活改善のために緊急的に求められているプロジェクトか？	ブワンジェバレー灌漑施設は洪水による度重なる被害を受け、所期の事業効果を発現していない状況であり、受益農民の農業生産に必要な灌漑用水を供給する為に緊急的に求められている復旧プロジェクトである。

3)	被援助国が原則として独自の資金と人材・技術で運営維持管理を行うことができ、過度に高度な技術を必要としないか？	今日まで、実施機関は管理事務所の運営のため独自の資金を出してきて一定の成果を収めている。復旧される施設の操作や維持管理は従前のものから原則として変更していないため、高度な技術は不要である。
4)	当該国の中・長期的開発計画の目標達成に資するプロジェクトか？	「マ」国の灌漑開発による安定的な農業生産を目的とした中・長期計画に資するとともに農村部の貧困削減計画に寄与する。
5)	原則として過度に収益性の高いプロジェクトではないか？	本プロジェクトは、既存灌漑施設の復旧による機能回復が目的であり、過度に収益性の高いプロジェクトではない。
6)	環境面で負の影響がないか？また、負の影響を排除するための何らかの措置がとられているか？	本プロジェクトは、既存灌漑施設の改善・改修事業であり、環境面で負の影響は無い。この事については、「マ」国環境局に確認済みである。
7)	我が国の無償資金協力の制度により、特段の困難がなくプロジェクトが実施可能か？	実施機関は、我が国の無償資金協力による事業の経験があり、特段の問題がなくプロジェクトを実施可能である。

4.4 結論

本プロジェクトは上述のように直接・間接効果が期待されると同時に、広く住民の生活改善に寄与するものであることから、本プロジェクトの一部に対して、我が国の無償資金協力を実施することは妥当であると思われる。さらに、以下の点が確実に実施されれば、「マ」国側の本プロジェクトの運営・維持管理についても、円滑かつ効果的に行われるものと考えられる。

- ① 本灌漑地区における政府機関である管理事務所の現体制が将来にわたり維持され、滞りなく事務所維持のための予算が執行される。
- ② 政府と農民組合の間で灌漑管理合意書が締結され、灌漑施設の運営維持管理の責任分担が明確化される。

付 表

表2-1 農業省（当時）、灌漑局、リロンゲADDの財務状況

農業省予算 (単位：1,000US\$)

	2002/2003年	2003/2004年	2004/2005年
経常予算	13,940	14,998	49,500
人件費	5,777	6,455	9,139
人件費以外	8,163	8,542	40,361
開発予算	9,427	8,941	16,141
外国支援	8,412	8,325	12,737
国内予算	1,015	617	3,404
総計	23,367	23,939	65,641

出典：財務省

灌漑局予算 (単位：1,000US\$)

	2002/2003年	2003/2004年	2004/2005年
経常予算	1,443	308	239
人件費	101	92	70
人件費以外	1,342	216	170
開発予算	3,545	4,094	8,095
外国支援	3,272	3,851	7,480
国内予算	274	244	615
総計	4,988	4,403	8,334

出典：灌漑局

リロンゲADD経常予算 (単位：1,000US\$)

	2002/2003年	2003/2004年	2004/2005年
本局	316	590	346
人件費	164	153	149
人件費以外	151	436	196
リロンゲRDP	773	804	611
人件費	670	656	483
人件費以外	103	148	127
デザRDP	402	530	379
人件費	315	397	278
人件費以外	87	133	101
ニチェウRDP	224	344	278
人件費	178	238	180
人件費以外	46	106	98
リロンゲADD	1,715	2,267	1,614
人件費	1,328	1,444	1,091
人件費以外	387	823	523

出典：リロンゲADD

表2-2 灌漑局、リロンゲADD本局職員数

1. 部署別職員数

(1) 灌漑局

単位：人

部署	技術系職員	事務員	技能、労務職	合計
管理部門	1	1	0	2
教育諮問部	2	1	0	3
計画設計運営部	7	1	0	8
灌漑研究開発部	1	0	0	1
製図室	0	4	0	4
機械修理場	2	1	0	3
灌漑計画部	2	0	0	2
人事部	2	13	0	15
会計部	0	12	0	12
技能、労務者等	0	0	29	29
合計	17	33	29	79
割合	22%	42%	37%	100%

出典：灌漑局(2005年2月)

(2) リロンゲADD本局

単位：人

部署	技術系職員	事務員	技能、労務職	合計
管理部門	2	1	0	3
灌漑課	3	0	0	3
作物課	8	0	0	8
畜産課	8	0	0	8
農業普及課	11	0	0	11
土地資源保全課	3	0	0	3
計画課	5	3	0	8
人事課	3	26	0	29
財務課	0	14	0	14
監査課	0	3	0	3
製図室	0	2	0	2
工事機械修理場	0	5	0	5
技能、労務職	0	0	32	32
合計	43	54	32	129
割合	33%	42%	25%	100%

出典：リロンゲADD(2005年2月)

2. 職種別職員数

職種	灌漑局		リロンゲADD	
	職員数(人)	割合	職員数(人)	割合
I. 正規職員	50		97	
I-1 技術系職員	17	100%	43	100%
管理職	4	24%	5	12%
灌漑技師	9	53%	3	7%
機械技師	2	12%	0	0%
農業技師	0	0%	8	19%
農業普及員	0	0%	11	26%
畜産技師	0	0%	8	19%
土地資源保全技師	0	0%	3	7%
経済専門家	2	12%	5	12%
I-2 事務員	33		54	
会計	12		14	
監査	0		3	
補助スタッフ(タイピスト、クレーク等)	21		37	
II. 技能、労務職	29		32	
運転手	14		18	
機械工	2		5	
オペレーター	4		0	
その他(電工、大工等)	9		9	
合計	79		129	

出典：灌漑局、リロンゲADD(2005年2月)

表2-3 月別降雨量

No.	年	月別降雨量(mm)												年間雨量 (mm)	雨量観測所
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
1	1994	307	166	40	4	0	0	0	0	0	4	7	61	587	ムタカタカ
2	1995	295	103	78	11	0	0	0	0	0	0	56	213	755	同上
3	1996	246	463	148	11	29	0	0	0	0	0	0	191	1,087	同上
4	1997	386	240	0	0	0	0	0	0	0	0	109	268	1,003	同上
5	1998	206	243	196	1	0	0	0	0	0	0	78	32	755	同上
6	1999	213	285	204	8	0	0	0	0	0	0	34	47	790	同上
7	2000	267	343	203	97	0	0	0	0	0	0	97	110	1,117	同上
8	2001	232	229	331	17	0	0	0	0	0	0	0	380	1,189	同上
9	2002	321	172	184	19	0	0	0	0	0	0	0	218	914	同上
10	2003	522	142	223	8	0	0	0	1	1	0	12	193	1,102	同上
	平均	300	239	161	18	3	0	0	0	0	0	39	171	930	

表2-4 ブワンジェバレー灌漑地区の位置する村落グループの人口

村落グループ	村	人口	世帯数
ブワナリ	フォレ	1,010	202
	マジアツアトシ	1,345	269
	ブワナリ	450	90
	ムソロ	740	148
	ンジョロ	1,955	391
	マキンジャ	525	105
	ナクンバ	840	168
	小計	6,865	1,373
カフラマ	ムロンゴチ	1,405	281
	カンカンダ	495	99
	カフラマ	5,435	1,087
	テンベテンベ	2,285	457
	マイワザ	1,085	217
	クムチャンバ	940	188
	マルザ	780	156
	カネラ	870	174
	ヌデレマ	830	166
	カオンゴ	300	60
	小計	14,425	2,885
ムチャンジャ	ムチャンジャ	1,745	349
	ムドウランバレ	915	183
	ヌドンゴウエ	650	130
	カメンド	1,000	200
	ミチェンボ	755	151
	コスウエ	715	143
	小計	5,780	1,156
ムテンバンジ	ブワナマコワ	335	67
	チャテワ	910	182
	ジコ	730	146
	ガルアネネンジ	1,905	381
	ムバンガリ	740	148
	ムコンドリレ	600	120
	ムテンバンジ	1,735	347
	ムワシンジャ	1,380	276
	小計	8,335	1,667
合計		35,405	7,081

出典：ムタカタカEPA、ゴロモチEPA（2004年10月）

備考：

*:人口は、EPAの聞き取りから一世帯平均5人を乗じて算出

**：スクリーンをかけた村は、ブワンジェバレー灌漑地区において当初土地配分対象となった村

表2-5 ブワンジェバレー灌漑地区の作付面積

単位：ha

	雨期(11月～4月：計画面積800ha)							
	耕作地						不耕作地	
	米		畑作		合計			
1999-00	615	77%	0	0%	615	77%	185	23%
2000-01	624	78%	20	3%	644	81%	156	19%
2001-02	396	50%	53	7%	449	56%	352	44%
2002-03	466	58%	82	10%	548	69%	252	31%
2003-04	332	42%	135	17%	467	58%	333	42%
2004-05	534	67%	78	10%	612	76%	189	24%

	乾期(5月～10月：計画面積145ha)							
	耕作地						不耕作地	
	米		畑作		合計			
2000	68	47%	46	32%	114	79%	31	86%
2001	53	37%	442	305%	495	341%	-	-
2002	129	89%	391	270%	520	359%	-	-
2003	118	81%	243	168%	361	249%	-	-
2004	0	0%	169	117%	169	117%	-	-

出典：管理事務所

表3-1 洪水防御案比較検討表

項目	第1案－新規河道案	第2案－幹線水路移設案	第3案－護岸案(現状復帰案)
概略図			
工事内容	新規河道を建設することにより、河道を約300m南側に移設する案である。現河道は埋戻すこととする。主な工事の内容は以下の通り。 ①新規河道建設(河道幅50m、河道延長4.5km) ②現況河道の埋戻(埋戻延長4.0km) ③既存幹線水路・管理用道路復旧	幹線水路を河道から遠ざけるため北側の灌漑地区内に500m～1.0km移設する案である。主な工事内容は以下の通り。 ①幹線水路新設(延長5.8km) ②支線水路新設(延長3.0km) ③三次水路新設(延長0.8km) ④管理用道路新設(延長5.8km)	既存の洪水防御堤を護岸する案である。河床の変動等に追従できるよう護岸はふとん箆を採用する。主な工事内容は以下の通り。 ①ふとん箆による護岸(平均法面長7.0m 改修延長4.0km) ②既存幹線水路・管理用道路復旧
洪水に対する安全性 (高、中、低で評価)	中 △ ①河道を幹線水路から離すことにより、水路が洪水被害を受けるリスクを軽減することが可能となる。 ②洪水により新規河道の河床変動、河岸侵食が発生し、流心に変化する可能性が高く、将来の河道予測は非常に困難である。このため、将来新規河道の蛇行により河道周辺の人家(300戸)、農地に被害を及ぼす危険性がある(現況河道は人家からは離れている)。 なお、2003/04年に「マ」国政府主導のもと、河道変更工事が実施され一部新規河道が建設された。現況河道との分岐点に堤防を築き新規河道に転流したが新規河道での堆砂が激しく河床が高くなり、洪水時に堤防が決壊して元の河道に戻っている。この事実から新規河道を安定させることは非常に困難であり、洪水に対して確実な防御対策ではないことが判明している。	高 ○ ①新規幹線水路は現河道から500m～1.0km離れており、かつ標高の高い丘側に建設されることから、将来、洪水による蛇行や川幅の拡幅、洪水の氾濫が発生しても、洪水に対する安全性は確保できる。 ②既存幹線水路は現河道に近接しており、洪水により被災し易い。	中 △ ①既存防御堤を護岸することにより、灌漑地区側への河道の蛇行を防ぐことが出来る。 ②護岸を施すものの、幹線水路に対し現河道が非常に近接した位置にある。このため、洪水流による護岸裏側の河岸土砂の吸出しおよび護岸基礎の局所的な河床掘削により護岸が破壊された場合、即座に既存幹線水路が崩落する恐れがある。 また、ふとん箆は磨耗等により鉄線の劣化が短期間(5～10年)に進みやすく、鉄線の破損およびこれに伴う中詰りの流失等が発生し、護岸としての機能が低下する。その結果、洪水発生時に護岸の崩壊等が起こり、既存幹線水路が被害を受ける可能性がある。
ステークホルダーのニーズ (適、普、不適で評価)	適 ○ ①河道を変更したいという「マ」国政府、受益農民他関係ステークホルダーのニーズに最も合致している。 ②但し、右岸側にすむ農民からは、変更した河道における洪水の発生を不安視する声もある。	普 △ ①新規幹線水路からの灌漑の対象外となる210ha地区に圃場が比較的少ないBC-2、3の農民からは移設も構わないとの意見が出されている。 ②210ha地区に圃場が多いBC-1の農民からの反対が多い。また、210ha地区内の農家への対策を検討する必要がある。	普 △ ①既存の幹線水路を使用したいというニーズに合致している。 ②幹線水路と河道が近接していることに対する不安がある。
施工性 (易、普、難で評価)	易 ○ ①新規河道の掘削および現況河道の埋戻は土工事が主体となるため、施工は比較的容易である。 ②洪水を避けるため原則的に乾期の工事となる。	普 △ ①既存水路から新規水路への通水の切替えがあること、圃場内での工事が多くなることから、施工中は灌漑用水の通水を遮断しないような配慮が必要であるが、河川内の工事が伴わないため比較的工事は容易である。 ②乾期・雨期共に、施工は可能である。	難 × ①河床のふとん箆設置には、工事区域の仮締切、水替え工等の排水の対策が必要であり施工は困難である。 ②河川内の工事が大部分を占めるため、原則的に乾期の工事となる。
洪水防御のための維持管理負担 (大、中、小で評価)	中 △ 新規河道を安定させるためには、河岸侵食・河床変動等に対する定期的なモニタリングが必要であり、河道が再度幹線水路に近接した場合や河道の堆砂による閉塞が生じた場合は適時対策工(水制工、浚渫等)を実施する必要があり、政府、農民の負担は大きい。 (年間維持管理費 約US\$19,000/年)	小 ○ 新規幹線水路は河道から離れており、洪水防御に対する維持管理費用は特に必要ない。 しかし、既存幹線水路については洪水による被災に対して応急処置をしながら継続して利用するため、将来洪水被害を受けた場合には応急処置としての補修、簡易な護岸・水制工の設置が必要である。(年間維持管理費 約US\$5,000/年)	大 × ふとん箆の場合、磨耗等により鉄線が破損する恐れがあるため、護岸としての機能低下を防ぐには定期的な点検と補修が必要である。延長4.0kmの護岸全てに対して維持管理を実施することは政府、農民の負担が大きい。 (年間維持管理費 約US\$22,000/年)
概算事業費 (高、中、安で評価)	高 × 7.9億円	安 ○ 3.6億円	高 × 7.2億円
灌漑面積	○ 原計画どおり800ha	△ 新規幹線水路から灌漑する面積は590haとなり、既存幹線水路(マラウイ国の責任で維持管理を実施)から灌漑する面積210haと併せて灌漑面積800haとなる。	○ 原計画どおり800ha
総合評価 (順位)	② 新規河道が安定すれば、洪水に対して安全な案といえる。 しかし、新規河道を安定させるためには、定期的な河川のモニタリングと対策工が必要であり維持管理の負担が大きい。また、事業費が4案中2番目に大きい。	① 幹線水路の洪水に対して安全性が高く、かつ事業費も最も小さい。 しかし、既存幹線水路が洪水被害を受ける可能性があり、これを利用して灌漑を継続する210ha地区内の圃場、農家への対策を講じ、合意を得る必要がある。	③ 灌漑地区側への河道の蛇行を防ぐには確実な案である。 しかし、河道と洪水防御堤・幹線水路が近接しており、護岸が洪水被害を受けた場合は即座に幹線水路も影響を受ける危険性が高い。事業費及び維持管理の負担も大きい。

表3-2 水配分方法比較検討表

比較案	1案 連続灌漑案		2案 輪番灌漑案	
概要図				
水配分方法	590ha、210ha地区それぞれに対し、面積に応じた用水量を連続で灌漑する。分水工は常に一定の流量配分をする背割り分水工または越流堰を設ける構造となる。		590ha、210ha地区それぞれを交互に灌漑する。分水工は自由に流量配分を変更できるようゲートを設置する。	
灌漑効率	低 △	<ul style="list-style-type: none"> ・2本の水路に対し同時に送水を行うため水路延長が長くなり当初計画より送水ロスが大きくなる。 ・支線水路上の分水工の個数が87個から約100個に増えることから、管理ロスが大きくなる。 ・上記のとおり送水ロス、管理ロスが現況より大きくなることから圃場で水不足を生じる恐れがある。 	高 ○	<ul style="list-style-type: none"> ・常に一方の水路を使用するため水路延長は変わらず送水ロスは変わらない。 ・支線水路上の分水工数は590ha地区で約70個、210haで約30個となるが、交互に通水することから操作時期が重ならないため管理ロスを最小限とすることができる。
水管理	不利 △	<ul style="list-style-type: none"> ・分水工における水管理は一定配分のため負担は少ない。 ・流量配分が分岐点の分水工により規定されてしまうため、作付面積、天候状況に応じた柔軟な水管理ができない。 ・支線水路上の分水工の操作は現在3人のゲート管理人が行っているが、連続灌漑の場合は操作を必要とする分水工の総数が増加し、ゲート管理人の負担が現状より大きくなる。 	有利 ○	<ul style="list-style-type: none"> ・分水工でのゲート操作が必要となるが、開閉のみの操作であり容易である。 ・水路断面が確保されており、水配分を状況に応じいかようにも変更できるため、水配分の自由度が高い。 ・交互に通水を行うため、操作が必要な支線水路上の分水工の数は現状より少なくなり、ゲート操作にかかる負担は軽減される。
防災強化	低 △	<ul style="list-style-type: none"> ・既存幹線水路に常時水が流れており、分岐点における分水工のミスオペレーションまたは洪水で既存幹線水路が被災を受けたときの通水遮断時には、全量が590ha地区に通水し、オーバーフローを起こし盛土を崩壊させる危険性がある。これを防ぐため分水工の上流に余水吐と放流路を設置する必要がある。 	高 ○	<ul style="list-style-type: none"> ・210ha灌漑時に、既存幹線水路が洪水により被災を受けた際、灌漑用水を緊急的に590ha地区に流下させることができる。 ・分岐点の分水工においてゲートのミスオペレーションがあっても事故は起こさない。
建設費	約3.6億円	水路の建設費は、水路断面を小さくできるため2案に比べて小さい。しかし防災強化の観点から余水吐、放流路を設置する必要があり、全体の建設費はほぼ等しくなる。	約3.6億円	水路の建設費は、水路断面が若干大きくなるためコンクリート、土工量が多くなる。しかし、余水吐等の施設は不要である。
評価	△	建設費はほぼ拮抗しているのに対し、水路断面を小さくしてしまうため、水管理の自由度を規定してしまうこと及び灌漑効率が小さくなることから第2案より劣る。	○	水管理の自由度、灌漑効率、分水工操作の負担、防災強化の観点から考えると第1案より有利である。

表3-3 管理事務所の年間維持費

人件費						
プロジェクトマネージャー		250,000 MK/年	1 人			250,000 MK
営農普及員		160,000 MK/年	3 人			480,000 MK
雑役夫		54,000 MK/年	8 人			432,000 MK
	小計					1,162,000 MK
経費						
日当宿泊費*						310,000 MK
オートバイ燃料代	プロジェクトマネージャー、営農普及員用	5,000 MK/月	4 人	12 月/年		240,000 MK
その他事務所経費**						70,000 MK
	小計					620,000 MK
合計						1,782,000 MK

出典：デザRDP

*: 管理事務所職員の日当宿泊費およびその他出張旅費

** : 表3-4 農民組合の事務所運営維持管理費より

表 3-4 農民組合による年間の灌漑施設・事務所運営維持管理収支

支出					
備人費					
ゲート管理人	2,300 MK/月*1	4 人	12 月		110,400 MK
会計	3,000 MK/月*1	1 人	12 月		36,000 MK
番人	1,500 MK/月*1	3 人	12 月		54,000 MK
		小計			200,400 MK
その他					
灌漑施設メンテナンス費*2	1 式				95,000 MK
その他事務所経費*3	1 式				70,000 MK
		小計			165,000 MK
合計					365,400 MK
収入					
水利費					
雨期	590 ha		50 MK/0.08ha		368,750 MK
乾期	145 ha		50 MK/0.08ha		90,625 MK
合計					459,375 MK
収支 (収入－支出)					93,975 MK

*1 農民組合会計より

*2 農民組合年間予算2003/2004より。ゲートのグリース代、排砂作業、水路沿いの草刈代等。

*3 農民組合支出実績(2002－2005年の平均)より。文房具、会議費、電気代等。