NO. 01

マラウイ共和国

ブワンジェ・バレー灌漑計画

基本設計調査報告書

平成9年3月

JICA LIBRARY
J 1136862 [8]

国際協力事業団
日本工営株式会社

調無一
CR(2)
97-035

マラウイ共和国　ブワンジェ・バレー灌漑計画　基本設計調査報告書
平成9年3月

518
J33
GR(1)

1136862 [8]

マラウイ共和国

ブワンジェ・バレー灌漑計画

基本設計調査報告書

平成9年3月

国際協力事業団
日本工営株式会社

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・バレー灌漑計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成８年９月８日から10月12日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。調査団は、マラウイ共和国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いたしました。帰国後の国内作業の後、平成８年11月25日から12月７日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成９年３月

国際協力事業団
総裁　藤田公郎

伝達状

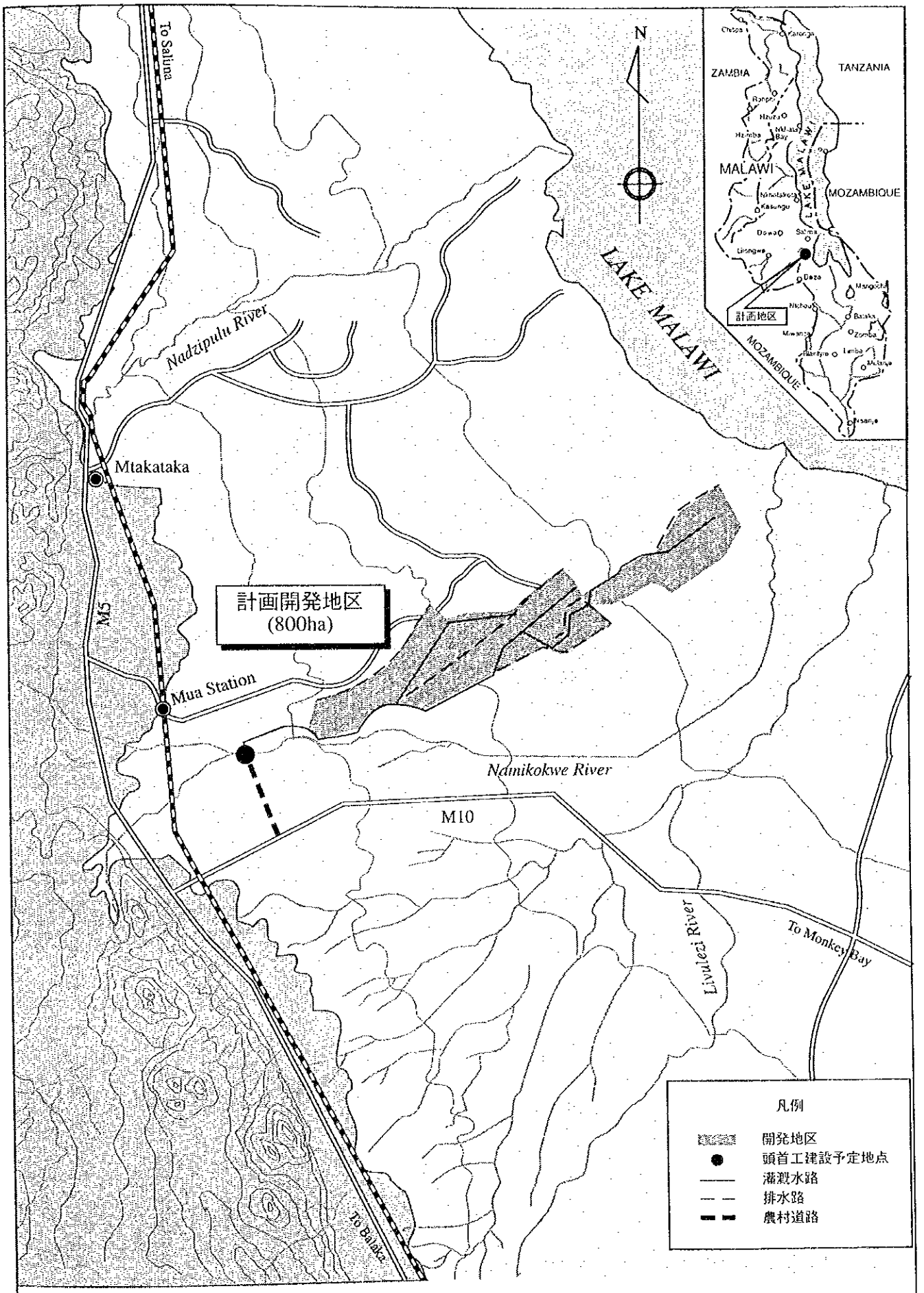
今般、マラウイ共和国におけるブワンジェ・バレー潅漑計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき日本工営株式会社が、平成８年９月２日より平成９年３月10日までの6.5ヵ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。

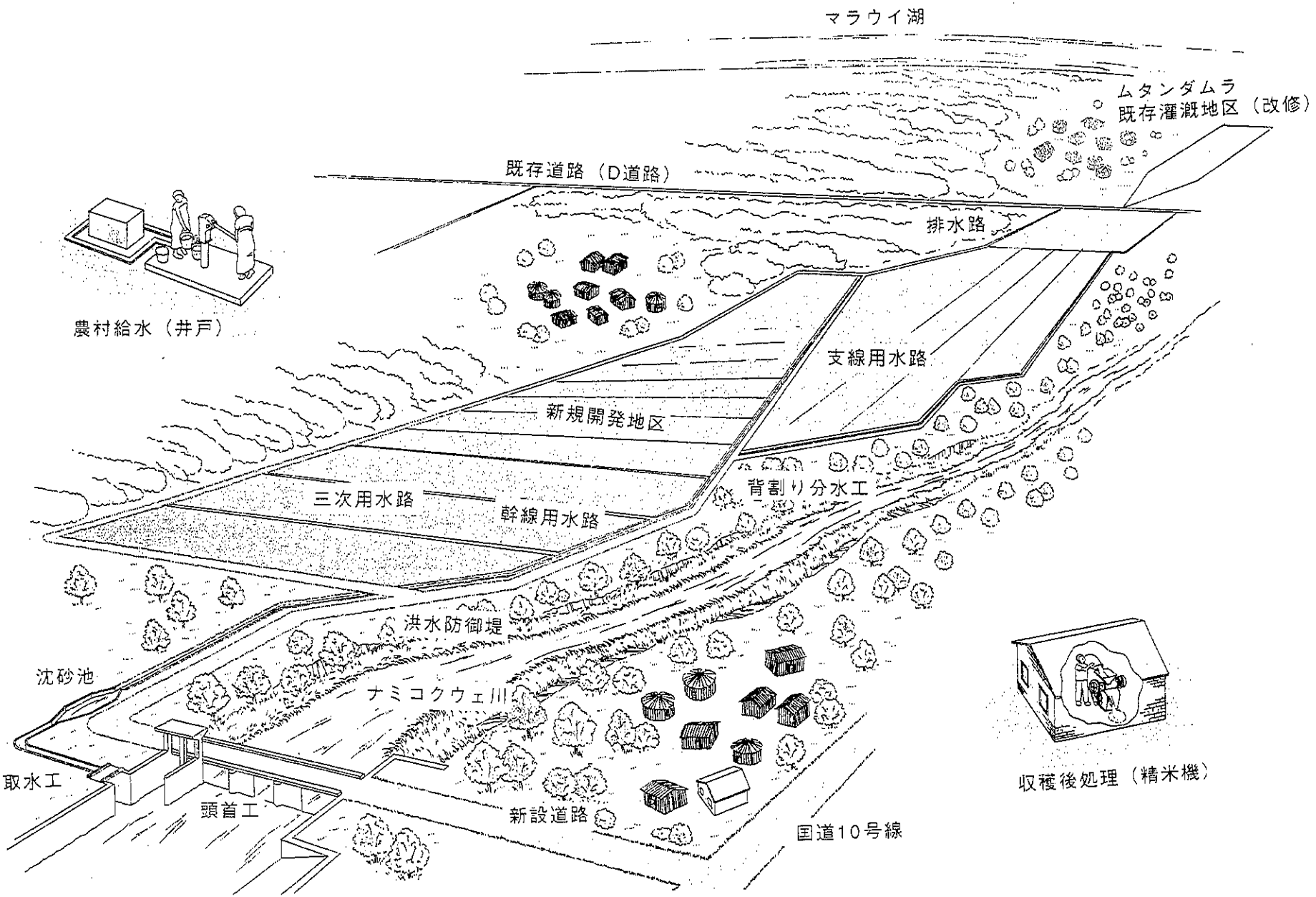
平成９年３月

日本工営株式会社
マラウイ共和国
ブワンジェ・バレー潅漑計画基本設計調査団
業務主任　　田　中　重　之


To Salima
N
LAKE MALAWI
Nadzipulu River
Mtakataka
M5
計画開発地区
(800ha)
Mua Station
Namikokwe River
M10
Liwulezi River
To Monkey Bay
To Balaka
ZAMBIA
TANZANIA
MALAWI
MOZAMBIQUE
計画地区
凡例
開発地区
頭首工建設予定地点
灌漑水路
排水路
農村道路
0
縮尺
5km

計画地区位置図

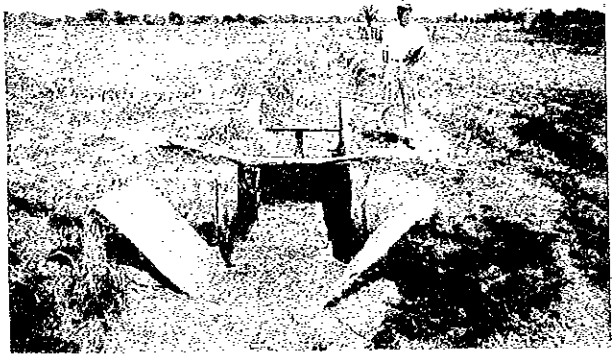
完成予想図


マラウイ湖
ムタンダムラ
既存灌漑地区（改修）
既存道路（D道路）
排水路
農村給水（井戸）
支線用水路
新規開発地区
背割り分水工
三次用水路
幹線用水路
洪水防御堤
沈砂池
ナミコクウェ川
取水工
頭首工
新設道路
国道10号線
収穫後処理（精米機）

頭首工建設予定地直上流部

ナミコクウェ川

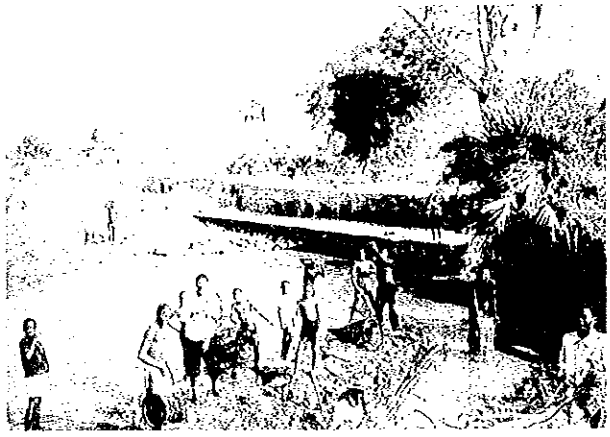
新規開発予定地区現況



ムタンダムラ既存灌漑地区幹線水路

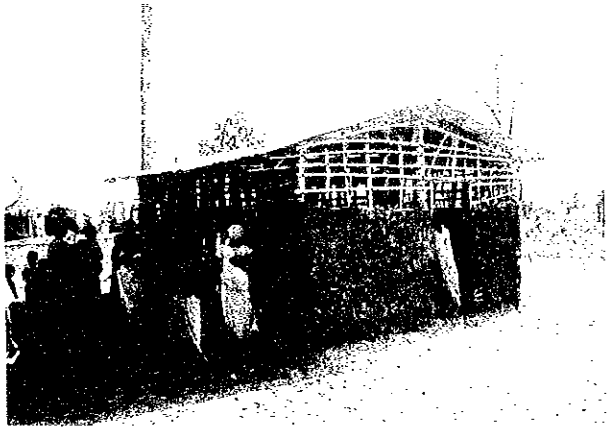
ムタンダムラ既存灌漑地区末端水路

新設道路予定地現況



道路横断工

農村給水施設



製粉施設建物

製粉機器

略語集

ACLCO	Land Resources and Conservation Branch
ADB	African Development Bank
ADD	Agricultural Development Division
ADF	African Development Fund
ADMARC	Agricultural Development and Marketing Corporation
ARNC	Adaptive Research National Coordinator
ARO	Adaptive Research Officer
CAARO	Department of Agricultural Research
CAETO	Department of Agricultural Extension and Training
CAM	Chainease Agricultural Mission
CAN	Calcium Ammonium Nitrate
CAS-NRDP	Controller of agricultural services
CAS-I	Controller of agricultural services
CDC	Common Wealth Devilment Corporation
CEC	Cation Exchange Capacity
CIF	Cost, Insurance and Freight
CONGOMA	Council for Non-Government Organizations in Malawi
DANIDA	Danish International Development Agency
DAP	Di-Ammonium Phosphate
DAR	Department of Agricultural Research
DET	Department of Agricultural Extension and Training
DO	Development Office
DOI	Department of Irrigation
EC	European Community
EC	Electric Conductivity
E/N	Exchange of Notes
EPA	Extension Project Areas
EPD	Economic Planning and Development
ESCOM	Electricity Supply Commission of Malawi
ETo	Evapotranspiration
EXST	Estate Extension Services Trust
FA	Field Assistant
FAO	Food and Agricultural Organization of the United Nations
FES	Farming Equipment and Engineering Services
FHA	Farm Home Assistants

FHH	Female Headed Households
GDP	Gross Domestic Product
HESP	Health Education and Sanitation Promotion Programme
IFAD	International Fund for Agriculture Development
IMF	International Manetary Fund
JICA	Japan International Cooperation Agency
Kc	Crop coefficient
KW	Malawi Kwacha
MIWD	Ministry of Irrigation and Water Development
MALD	Ministry of Agriculture and Livestock Development
MOF	Ministry of Finance
MOH	Ministry of Health
MOWS	Ministry of Works and Supplies
MRL	Malawi Railways Ltd.
NEWS	National Early Warning System
NGO	Non-governmental Organization
NOIL	National Oil Industries
NRC	National Research Coordinators
NSCM	National Seed Company of Malawi
NVRC	National Variety Release Committee
O&M	Operation and Maintenance
OPC	Office of the President and Cabinet
PFNO	Food and Nutrition Unit
PHA	Private Hospital Association
PM	Programme Manager
PO	Project Officer
RDP	Regional Development Project
SA	Sulphate of Ammonium
SACA	Smallholder Agricultural Credit Association
SADCC	Southern African Development Coordination Conference
SCF	Save the Children Fund
SFFRFM	Smallholder Farmers' Fertilizer Revolving Fund of Malawi
SFHA	Senior Farm Home Assistants
SLADD	Salima Agricultural Development Division
SMO	Seed Multiplication Officer
SMS	Subject Matter Specialists
STWPC	Seed Technology Working Party Committee
SUCOMA	Sugar Company of Malawi

TA	Traditional Authority
UNDP	United Nations Development Program
UT (M)	United Transport of Malawi
WFP	World Food Program

STANDARD ABBREVIATIONS

m^3	Cubic metre
m^3/sec	Cubic metre per second
d	Day
hr	Hour
°C	Degrees Celsius
El.	Elevation above mean sea-level
ha	Hectare
kg	Kilogram
km	Kilometre
lit	Litre
lit/min	Liter per minute
lit/sec	Litre per second
km	Kilometer
m	Metre
cm	Centimeter
mm	Millimetre
km^2	Square kilometre
m^2	Square metre
ton	Tonne

要　約

要　約

マラウイ国は、南緯9度22分から17度03分、東経33度40分から35度55分のアフリカ南部に位置し、総面積約12万km^2、総人口973千人（1994年）の内陸国である。総面積の約20%がマラウイ湖で占められている。1980年から1992年の人口増加率は年率3.2%と高い。1989年には人口の約10%に相当する難民が隣国モザンビークから流入している。このため、マラウイ国経済が圧迫され、特に、食料作物の不足が顕著化しており、1995年には主食であるメイズ必要量の13%を輸入している。

1980年代前半の世界銀行や国際通貨基金（IMF）の支援により実施された構造調整は、エステート部門への集中投資により同部門の強化を図るもので、これにより輸出換金作物の生産量が増加し、マラウイ経済は急激に向上した。しかし、エステート部門強化は、小規模自作農に対する農業金融の貸付条件をより厳しくするなど、小規模自作農部門に悪影響を与える結果となった。これに加え、1980年代中頃以降は、しばしば旱魃により食料作物の生産が深刻な影響を受けている。

このため、マラウイ政府は長期開発計画（1987年～1996年）の中で、農業開発を最優先し、とりわけ小規模自作農による食料作物生産強化に重点を置いた。同計画では、灌漑施設の整備、農業研究の推進、流通、畜産、農産物加工分野の改善および開発に重点が置かれている。

このような中、マラウイ政府は、我が国に対し同国で経済的に最も遅れている地域を対象としたブワンジェ・バレー灌漑農業開発計画のフィージビリティ調査（F/S）に係る技術協力を要請し、国際協力事業団（JICA）が1992年から1994年にかけ開発調査を実施した。その結果を踏まえ、マラウイ政府は、我が国に対し、技術的・経済的に妥当で、開発優先順位の最も高いナミコクウェ川流域の開発計画に係る無償資金協力を要請した。

このマラウイ政府の要請を受けて、日本政府は要請内容の確認を行う事前調査の実施を決定し、JICAが平成8年5月23日から6月5日にかけて事前調査団をマラウイへ派遣した。調査団は、無償資金協力の範囲、実施体制および技術レベル等要請の前提条件の確認を行った。事前調査の結果を踏まえ、JICAは平成8年9月8日から10月12日までの間、基本設計調査団をマラウイへ派遣した。調査団は、マラウイ政府関係者と事業の内容、両国の負担内容について協議を行った。さらに、計画地の自然・社会条件調査等の現地調査を行った。協議により確認された事項は協議議事録を作成して確認された。

帰国後の国内作業により、調査団は現地調査の結果を踏まえ、無償資金協力の内容として適正なものと同時に農民参加自主運営型の計画立案との方針に基づき、灌漑排水施設計画、農村インフラ計画、収穫後処理施設計画等を含む基本設計を行い、事業内容、実施計画、マラウイ側の負担事項をとりまとめた基本設計概要書を作成した。

JICAは平成8年11月25日より12月7日まで基本設計概要説明調査団をマラウイ国へ派遣した。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、協議議事録により確認された。

本計画の施設設計基本方針は次のとおりである。

(1) 灌漑排水計画

本計画は、小規模、農民参加自主運営型の灌漑開発として位置付けられていることから、より簡単な水管理ができるように、ナミコクウェ川に取水堰を設け取水の安定を図り、送水は常に幹線水路、支線水路、三次水路を経て圃場に到達する計画とする。幹支線水路は、限られた水源の有効利用に鑑み、送水効率を高める目的からコンクリートライニングを施す。圃場整備は、農民による営農作業を通じて均平が図られることから、サンプルとして合計47.8haを実施することとする。

計画地区内外の雨水を効率良く排水し、灌漑施設の安全性を高め、農地の生産性を向上するために排水路を設ける。灌漑排水施設の維持管理のため幅５mの管理道路を設ける。

(2) 農村インフラ計画

道路計画については、国道から計画地区へのアクセスを最低２通り確保し、計画地区を孤立させないという基本構想から、頭首工 - 国道M10路線を１つのアクセスとし、既存D道路を他のアクセスとして選定する。

井戸は、生活用水の確保と共に、女性の労働負担の軽減および河川水利用の低減化に伴う住血吸虫の感染からの減少を目的として設置する。

(3) 収穫後処理施設計画

自家消費を目的とした精米施設を各部落グループに設ける。本施設は女性の労働軽減に寄与する。製粉施設は、計画地区に充分な機能を持つ４施設あることから新規設置は行わない。

本計画の計画内容は以下のように取りまとめられる。

(a) 灌漑排水施設

灌漑面積	既存ムタンダムラ	230ha	
	新規開発	570ha	：計800ha
頭首工			： 1 個所
灌漑用水路	幹線水路		： 6.8km
	支線水路		： 14.8km
	三次水路		： 60.8km
開墾面積（サンプル地区）			： 47.8ha
排水路			： 17.3km
			(内、農民工事分10.9km)
維持管理道路			： 13.7km
洪水防御堤／道路			： 7.8km
付帯構造物	幹線水路		： 23個
	支線水路		： 98個
	三次水路		： 2,070個
	排水路		： 54個

(b) 農村インフラ

農村道路	頭首工-M10	： 2.3km
	付帯構造物	： 5個
農村給水	手押しポンプ付き	： 13個所

(c) 収穫後処理施設

精米機(含、ディーゼルエンジン)	： 100-120kg/hr
設置箇所数	： 4箇所

本計画の実施に必要な事業費は総額19.38億円であり、詳細設計期間4.5カ月、工事期間25カ月である。マラウイ側の負担行為として、受益者農民による、小排水路工事10.9km、支線用水路と道路の張芝工事110,000m^{2}および農村給水施設のフェンス工事13個所がある。

本計画は、灌漑施設を中心に農業および社会基盤を整備することにより、計画地区内の小規模自作農の生産性を高めるとともに女性の労働軽減を含む生活水準の向上を行うことなどの裨益効果が期待される事業である。

本計画の実施により、米（籾）収量で約3.6倍、作物総収入で約8.5倍に増加することが期待される。

計画実施後				現況			
収量 (ton)			総収入 (KW x10³)	収量 (ton)			総収入 (KW x10³)
米（籾）	メイズ	野菜	-	米（籾）	メイズ	野菜	-
3,600	372	600	46,960	980	150	-	5,471

農業は、マラウイ国の基幹産業であり、就業人口の87%を占めている。その大多数を占める小規模自作農は、不安定な天水農業に頼っており、生産性は低くまた年により生産性の変動が大きい。そのため、小規模自作農の所得は低く、旱魃年には主食のメイズさえ不足する状況にある。本計画は、マラウイ国の中で経済的に最も立ち遅れていること、首都リロンゲ市に比較的近い位置にあること等の背景により、マラウイ国の農業開発構想に基づくブワンジェ・バレー地域開発の一貫である。本計画の実施による波及的効果として、国家の食料供給の安定化に寄与するとともに、地域社会生活の活性化に貢献する事業として位置付けられている。

本事業は、マラウイ国でも最大級の灌漑施設の建設で、その工期も25カ月と予定されていることから、マラウイ側に対しても応分な負担と積極的な協力を求める。土地収用・配分については、同国独特のものがあり、事前調査時および基本設計調査時に、土地を支配している伝統的行政区長(TA：Traditional Authority)から保証を取り付けているものの、灌漑局による注視・管理が必要と考える。政府側実施体制も、建設事務所を新たに設立させ、必要な予算と人員の配置を求める。特に、農民参加により工事の一部が実施されることから、この農民参加を管理する体制を建設事務所に持たせ、必要な品質および工程を厳守させる。また、本計画は完成後、灌漑排水施設の運営・維持管理は農民組織により実施されることになっているが、現状の農民組織の内容から、完成直後では農民の受け入れ体制が十分に整っているとは考え難い。このため、施設移管までの暫定期間を設け、この期間内に政府側が運営・維持管理および農民組織への教育訓練を施すこととする。

マラウイ国においては、政府予算において非常に厳しいものがあり、本計画においても、運営・維持管理は農民組織が実施することと位置付けている。このため農民組織への運営・維持管理体制の移管方法および強化さらに政府側の支援体制を講じているが、政府の主導のもと確実に遂行される必要がある。以上の本計画を取り巻く環境を考慮すると、既にマラウイ政府側と確認済みの以下の点について充分な配慮がなされるならば、本計画はより円滑かつ効果的に実施されると考えられる。

(a) 建設用地、仮設用地、砕石採取場、土取り場等の土地収用と農民への土地配分を適正、かつ実施スケジュールに影響を及ぼさないよう円滑に行なう。

(b) 計画実施時と暫定期間中の政府側体制を確実に樹立し、必要な予算措置を行なう。

(c) 農民組織による農民参加型工事は政府側の技術的指導のもと本設施設実施スケジュールを配慮した計画のもと行なう。

(d) 農民組織による運営・維持管理の実施を考慮し、計画実施時および暫定期間時における農民組織への教育訓練を効率良く行なう。

(e) 農民組織による運営・維持管理に対する政府側による技術支援体制を整える。

マラウイ共和国
ブワンジェ・バレー灌漑計画
基本設計調査報告書

目　次

序文
伝達状
位置図／透視図／写真
略語集
要約

頁

第1章　要請の背景 …… 1 - 1
第2章　プロジェクトの周辺状況 …… 2 - 1
2.1　当該セクターの開発計画 …… 2 - 1
2.1.1　上位計画 …… 2 - 1
2.1.2　財政事情 …… 2 - 2
2.2　他の援助国、国際機関等の計画 …… 2 - 3
2.3　我が国の援助実施状況 …… 2 - 4
2.4　プロジェクト・サイトの状況 …… 2 - 4
2.4.1　自然条件 …… 2 - 4
2.4.2　社会基盤整備状況 …… 2 - 6
2.4.3　既存施設・機材の現状 …… 2 - 7
2.5　環境への影響 …… 2 - 8
第3章　プロジェクトの内容 …… 3 - 1
3.1　プロジェクトの目的 …… 3 - 1
3.2　プロジェクトの基本構想 …… 3 - 1
3.3　基本設計 …… 3 - 4
3.3.1　設計方針 …… 3 - 4
3.3.2　基本計画 …… 3 - 6
3.4　プロジェクトの実施体制 …… 3 - 22
3.4.1　組織 …… 3 - 22
3.4.2　予算 …… 3 - 23
3.4.3　要員・技術レベル …… 3 - 24
第4章　事業計画 …… 4 - 1
4.1　施工計画 …… 4 - 1
4.1.1　施工方針 …… 4 - 1
4.1.2　施工上の留意事項 …… 4 - 2

4.1.3 施工区分 …… 4 - 3
4.1.4 施工監理計画 …… 4 - 3
4.1.5 資機材調達計画 …… 4 - 4
4.1.6 実施工程 …… 4 - 5
4.1.7 相手国負担事項 …… 4 - 6
4.2 概算事業費 …… 4 - 8
4.2.1 概算事業費 …… 4 - 8
4.2.2 維持・管理計画 …… 4 - 9
第5章 プロジェクトの評価と提言 …… 5 - 1
5.1 妥当性に係る実証・検証及び裨益効果 …… 5 - 1
5.2 技術協力・他ドナーとの連携 …… 5 - 1
5.3 課題 …… 5 - 2

[資料]

1 調査団員氏名、所属 …… A-1
2 調査日程 …… A-2
3 相手国関係者リスト …… A-4
4 当該国の社会・経済事情 …… A-5
5 その他のデータ …… A-7
6 参考資料リスト …… A-9

第1章
要請の背景

第1章　要請の背景

マラウイ国は、南緯9度22分から17度03分、東経33度40分から35度55分のアフリカ南部に位置し、総面積約12万km^2、総人口973千人（1994年）の内陸国である。総面積の約20%がマラウイ湖で占められている。1980年から1992年の人口増加率は年率3.2%と高い。1989年には人口の約10%に相当する難民が隣国モザンビークから流入している。このため、マラウイ国経済が圧迫され、特に、食料作物の不足が顕著化しており、1995年には主食であるメイズ必要量の13%を輸入している。

1970年代後半まで、順調な成長を続けていたマラウイ経済は、1980年代前半に下降傾向を示した。この中で、マラウイ政府は世界銀行や国際通貨基金（IMF）の支援を受けて1981年から構造調整を実施した。その結果、同国経済は1980年後半にGDPの年間実質成長率3.6%を記録し、1990年までに4.8%まで上昇した。しかしながら、1992年および1994年には、旱魃のためGDP成長率はそれぞれマイナス7.9%および11.6%となるなど非常に不安定な要因を抱かえている。1993年の一人当たりGDPは200ドルである。

マラウイ国の農業部門は、GDPの36.8%（1995年）および就業人口の87%（1992年）を担っており、基幹産業として同国経済に重要な位置を占めている。特に、同国の輸出は大きく農業に依存しており、1995年総輸出額60.77億KW（クワッチャ）の86%がタバコ、茶、砂糖等の農業産品による。

マラウイ国の耕地面積は、国土の21.4%に当たる20,143km^{2}である。このうち69%に相当する13,833km^{2}は小規模自作農により耕作され、残り6,310km^{2}が輸出換金作物を大規模に栽培しているエステートによって耕作されている。主食作物であるメイズの生産は、マラウイの作物生産量の70～80%を占めるが、小規模自作農が天水状況下で伝統的耕種法により栽培しているため天候の影響を受けやすく、1995年には必要量の13%を輸入している。

1980年代前半の構造調整は、エステート部門への集中投資により同部門の強化を図るもので、これにより輸出換金作物の生産量が増加し、マラウイ経済は急激に向上した。しかし、エステート部門強化は、小規模自作農に対する農業金融の貸付条件をより厳しくするなど、小規模自作農部門に悪影響を与える結果となった。これに加え、1980年代中頃以降は、しばしば旱魃により食料作物の生産が深刻な影響を受けている。

このため、マラウイ政府は長期開発計画（1987年～1996年）の中で、農業開発を最優先し、とりわけ小規模自作農による食料作物生産強化に重点を置いた。同計画では、灌漑施設の整備、農業研究の推進、流通、畜産、農産物加工分野の改善および開発に重点が置かれている。

このような中、マラウイ政府は、我が国に対し同国で経済的に最も遅れている地域を対象としたブワンジェ・バレー灌漑農業開発計画のフィージビリティ調査（F/S）に係る技術協力を要請

し、国際協力事業団（JICA）が1992年から1994年にかけ開発調査を実施した。その結果、マラウイ政府は、我が国に対し、技術的・経済的に妥当で、開発優先順位の最も高いナミコクウェ川流域の開発計画に係る無償資金協力を要請した。

要請の主要コンポーネントは、以下の通りである。

- 灌漑面積800haの灌漑、排水、管理道路施設建設
- 開墾および均平（800ha）
- 道路改修および新設道路建設（21km）
- 精米所建設（精米容量1トン／時間、5個所）
- 農村給水井戸（1部落1井戸、29井戸）
- 開発センター建設および機材供与

このマラウイ政府の要請を受け、日本政府は以下の事前調査および基本設計調査を実施した。

(1) 事前調査　：　1996年5月～6月

要請内容が多岐に亘っていると同時に規模が大きいこと、実施体制および技術レベルが確認できないこと等から、無償資金協力の範囲および要請の前提条件の確認等を目的とした調査。

(2) 基本設計調査　：　1996年9月～1997年2月

事前調査の結果を踏まえ、無償資金協力の規模としての要請内容の検討および施設の維持管理体制の策定。

事前調査および基本設計調査を通し決定された主要コンポーネントは、以下の通りである。

- 灌漑面積800haの灌漑、排水、管理道路施設建設
- 開墾（47.8ha）
- 新設道路建設（2.3km）
- 精米所建設（精米容量100-120kg／時間、4個所）
- 農村給水井戸（1部落1井戸、13井戸）

第2章
プロジェクトの周辺状況

第2章 プロジェクトの周辺状況

2.1 当該セクターの開発計画

2.1.1 上位計画

マラウイ国の国家開発構想は、長期開発計画（Statement of Development Policies、1987-1996）の中で開発目標を掲げ、国家および民間による全ての開発計画は、公共部門投資計画（Public Sector Investment Programme）に沿って実施することとした。その主たる目的は貧困撲滅であり、以下の4項目を掲げた。

(1) 収支バランスの適正化
(2) 民間と公的分野間の投資の均衡化
(3) インフレ率を見込んだ資金調達調整
(4) 現行投資支出と運営資金間の適正な維持

また、今後の農業灌漑開発計画の指針とすべく国家灌漑開発構想草案（Draft National Irrigation Policy and Development Strategy）が策定され、現在討議されている。国家灌漑開発構想の中で、政府は灌漑開発の基本姿勢として、政策的な支援を行うが実施主体とはならないことを明示している。これらの政策の骨子は、以下のように要約される。

(i) 灌漑は、天水農業の補給的なものと考え、持続的な社会経済の開発を主目的とする。
(ii) 地域住民の参加を重要視し、研究、普及との一体化を重視する。
(iii) 政府はマクロ経済の安定を重視する。
(iv) 民間（小規模自作農、エステート、商用農場）活力による灌漑開発・運営に力をいれ、政府はそれを支援する。
(v) 小規模自作農の経済的地位の改善を目指し、初期の段階自給的農業の強化を重視し、商業的農業への脱皮は市場状況が改善してからとする。

マラウイ国の農業関連開発計画の主な目的は、農業開発を通した貧困撲滅と共に国家経済の発展としているが、マラウイ国の農業はしばしば旱魃に襲われており、灌漑施設の充実と農業用水の安定的供給が求められている。このような背景においても、マラウイ政府独自で灌漑施設を整備する資金はなく、現在まで諸外国からの援助により灌漑施設の拡充を進めてきている。現在においても、灌漑面積は約28,000 haと全耕地面積の約1%にしか至っていない。マラウイ政府は、諸外国に援助の要請を行うと共に、国内では農民の組織化を指導し、灌漑施設の運営・維持管理、補修作業等を農民独自で行える体制作りを推進している。

また、マラウイ政府は灌漑計画の規模により、小規模開発（1,000ha以下）、中規模開発（

10,000ha以下）、大規模開発（10,000ha以上）としている。したがい、本計画は、1984年以降の現政権により進められている小規模、農民参加自主運営型の灌漑開発に符合するものと位置付けられている。

2.1.2 財政事情

マラウイ政府の予算制度は、経常予算および開発予算に分類され、前者は政府管轄の灌漑案件の維持管理、海外援助のつかない灌漑開発計画の開発費ならびに職員の人件費・事務所維持管理費からなる。一方、開発予算とは、海外援助を受けて実施される開発計画実施のための予算である。

(1) 経常予算

実施機関の灌漑局の経常予算は、以下の通りである。

（単位：KW）

項目	1994/95 （実積）	1995/96 （実積）	1996/97 （予算）
1) 管理課			
- 人件費	1,722,414	2,669,584	1,113,396
- 資機材および施設管理費	1,403,925	2,151,857	3,235,670
（灌漑施設管理費）	(148,232)	(200,000)	(1,509,893)
2) 地方事務所（８農業開発区）	1,752,846	3,911,971	5,882,436
（サリマ農業開発区灌漑施設管理費）	(25,091)	(272,467)	(289,591)
3) 灌漑技術課	0	775,204	1,155,162
4) 農業普及課	0	655,200	411,138
合　計	4,879,185	10,163,816	11,797,802

出典：Ministry of Finance

(2) 開発予算

農林漁業部門における開発予算は、以下の通りである。尚、実施機関である灌漑局の1996/97年度の開発予算は、KW 32,704,900である。

（単位：百万KW）

項目	1994/95 （実積）	1995/96 （実積）	1996/97 （予算）
全開発予算	1,065.93	1,639.12	1,706.00
農業	107.11	134.26	167.30
森林保全	59.68	2.72	50.14
畜産	3.13	26.67	6.98
用地保全	3.29	8.45	22.74
漁業	30.02	16.43	27.08
農林漁業部門合計	203.23 (19.1%)	188.53 (11.5%)	274.24 (16.1%)

出典：MID-YEAR ECONOMIC REVIEW 1996 - 1997

（3）社会経済事情

マラウイ国の社会経済事情は、付属資料編に示されている。

2.2 他の援助国、国際機関等の計画

本計画が位置するサリマ農業開発区（Salima ADD）の管内で、1970年から1996年までに11件の灌漑計画が、ヨーロッパ連合、ドイツ、台湾、米国、イスラエル、フランス、国際農業開発基金（IFAD: International Fund for Agricultural Development）、アフリカ開発基金（ADF: African Development Fund）の援助で実施された。現在、マラウイ国で実施中の他援助機関による灌漑開発計画は、以下の通りである。

プロジェクト名	援助機関名	計画地区	計画概要
(1) 小規模灌漑計画	アフリカ開発基金 (ADF)	サリマ ADDを含む全国6ADD管内	- 1994年 - 2000年 - 各ADD事務所の機能強化、および職員訓練
(2) 小規模自作農食料保全計画	国際農業開発基金 (IFAD)	サリマ ADDおよびクスンガ ADD	- 1994年 - 1999年 - サリマ ADDの灌漑浅井戸建設 - クスンガ ADDの灌漑浅井戸改修
(3) シレ・バレー実証灌漑計画	フランス政府	シレ・バレーADD	- 1996年 - 1998年 - 250haのパイロット灌漑計画
(4) 小規模自作農灌漑スキーム	ヨーロッパ連合	ムズンズADD リオンデ ADD ブランタイヤ ADD	- 1991年 - 1994年未完成継続中 - 全10個所50ha以下の農民自主参加型灌漑

上記より、各機関および国の援助対象は、農民参加型小規模開発計画に重きを置いていることがうかがえる。

上記開発計画の内、本計画の対象地区サリマ農業開発区（ADD）管内では、小規模灌漑計画および小規模自作農食料保全計画が実施中であるが、本計画との重複性はない。

2.3 我が国の援助実施状況

マラウイの農業部門に対し日本が援助を実施した事業は、以下の通りである。

(1) 農業道路整備計画：1985年
(2) 穀物倉庫建設計画：1988年～1991年

また、農業部門の一環である、食料増産援助は1982年から1986年を除き継続されている。

2.4 プロジェクト・サイトの状況

2.4.1 自然条件

(1) 気象

調査地域は、熱帯サバンナ地域にあり、雨期は一般に11月から4月までであり、年間降雨量の99 %がこの時期に集中する。計画地区近辺の雨量観測は、ムア・ミッション観測所で1952年より観測が開始され、1978年に閉鎖されている。また、ムタカタカ農場観測所やムタカタカ空港観測所が、1980年代初頭に開設され、現在も観測が継続されている。ムア・ミッション観測所およびムタカタカ空港観測所における各年の月平均雨量は、表-2-1に示す通りで、平均降雨量は、921.2mmである。

計画地区の気象条件を代表する近隣の気象観測所であるモンキー・ベイ観測所の気象資料によれば、年平均気温は25 ℃で、月平均気温は11月に最も高く（28.1℃）6月に最も低い（21.2℃）。また、月平均最高気温は、9月から11月にかけて31℃を超え、6月、7月には月平均最低気温が16 ℃まで下がる。年平均相対湿度は66 %、最低は9月の53 %、最高は2月の80 %である。調査対象地域の風速は、平均2.4 m/秒で、月平均最高は3.0 m/秒（10月）、同最低は1.8 m/秒（2月）である。年平均日照時間は8.5 時間/日である。最も日照時間が長い9月～10月の平均日照時間は9.8時間/日、最短日照時間は、1月の6.6時間/日である。年平均蒸発量は約2,100 mmで、月最高および最低蒸発量は、それぞれ240 mm（10月）、145 mm（6月）である。本観測所における観測データの概要は、表-2-2に示す通りである。

(2) 河川および流量

当計画の灌漑水源は、ナミコクウェ川とその支流のナジポクウェ川である。ナミコクウェ川は、3.E.2 観測所で129 km^2 の流域面積を持ち、一年を通して流水が見られる。1957年から1996年の40年間のうち、欠損のない23年間の日流量データ記録から、3.E.2 観測所における年平均流量は 1.47 m^3/sec で、月により大きく変動する。ナミコクウェ川の支流であるナジポクウェ川は、鉄道横断地点の 1.5 km 下流でナミコクウェ川に合流する。同河川の流域面積は 30.1 km^2 で、年平均流量は 0.77 m^3/sec である。ナミコクウェ川は、上記合流点の下流 1 km まで勾配 1/200 ～ 1/300 の安定した河道を持つが、下流部は不安定で河幅2～3mの浅い河道状況を示し、通水能力が著しく低下する。このため、下流域は雨期の洪水における氾濫原となっている。氾濫水の一部は、既存のムタンダムラ灌漑地区の水源として利用されている。

(3) 水質

灌漑水資源開発省の水資源局（Water Department）が、定期的に全国主要河川の水質検査を実施しており、ナミコクウェ川についても実施されている。F/S調査時（1993年）およびその後の調査結果（1995年）を表-2-3に示す。FAO技術ペーパーNo.29の用水水質指針に基づけば、灌漑用水源として水質は特に問題ないと判断される。

(4) 地形

ナミコクウェ川上流灌漑地区は、ナミコクウェ川左岸の洪水氾濫原最上流部に位置し、概ね 1/170 - 1/250 の地形勾配をもって北東方向に傾斜している。同地区は、ナミコクウェ川とその支流であるナジポクウェ川の合流地点の下流約 1.5 km より北東方向に広がる約 570 ha の沖積平原であり、毎雨期にナミコクウェ川の洪水による氾濫が見られる。同地区への道路状況は比較的良好で、地区の西約 3.0 kmのムア鉄道駅より同地区西端に点在する部落へ通づる全天候型道路が設置されている。

ムタンダムラ既存施設改修計画地区は、国道M5 の東約 9.0 km に位置し、概ね1/250 の地形勾配をもって北東方向に展開している。計画地区は、ナミコクウェ川左岸の洪水氾濫原に広がる約 230 ha の既存灌漑施設地区で、1987 年の建設以来、マラウイ政府の支援のもとで農民自身が運営している。同地区は、ナミコクウェ川の氾濫水を主な水源としていることから、灌漑活動は雨期に限られており、灌漑用水の取水は非常に不安定である。

(5) 地質および土質

i) 頭首工建設予定地点

頭首工建設地点の堰軸上2点にてボーリング並びに標準貫入試験を実施し、基礎地盤の地質、

地耐力等の調査を実施した。調査結果によれば、表層（深さ0～5m、標高522.5～517.5m）は、粘土層とシルト層または砂層の互層で、N値は3から10の間である。中間層（深さ5～15m、標高517.5～507.5m）は、ヘドロ状の堆積シルト層で右岸側から中間層底部に密の粗い砂層が貫入している。堆積シルト層はヘドロ状になっていたため、標準貫入試験が実施できない状態であり、推定N値は0である。また、堆積シルト層に貫入している砂層のN値は23から32の間である。支持層（深さ15～20m、標高507.5～502.5m）は、砂質またはシルト質粘土層で、N値は50以上である。

ii) 灌漑用水路路線

灌漑用水路路線上に約2m深さのテストピットを10ヵ所試掘し、水路基礎の地盤調査を実施し、その結果から土質を類別化の上、夫々の代表試掘カ所3点について、室内土質試験を実施した。その結果、水路基礎地盤の土質は、統一土質分類法による「CL：塑性が普通以下のシルトおよび粘土」に大別される。

2.4.2 社会基盤整備状況

(1) 交通

調査対象地区周辺には、国道M5とM10が通っている。国道M5は、対象地区西側に沿う台地とリフト・バレーの平野地との境界沿いを走っており、国道M10は、計画対象地区の南側で、ナミコクウェ川の対岸側を走って、国道M5に交わっている。また、マラウイ鉄道公社の鉄道は国道M5と並行している。同鉄道の１日当たりの運行は、上下各１本となっている。

(2) 電話／通信

計画地区周辺には、電話等の通信施設は、敷設されていない。

(3) 電気／ガス

国道M5に沿って、電気の主線が整備されており、現在はMua Station近辺まで整備が終了しており、将来は同M5に沿って更に南に主線を延ばす計画がある。ただし、計画地区内への電化は、現在のところ計画されていない。ガスについても、公共／民営ともその施設はない。

(4) 上下水道

計画地では、生活飲料水のための公共上下水道施設は、整備されておらず、生活飲料水は、ナミコクウェ川およびナジポクウェ川の表流水並びにハンドポンプ付き浅井戸、掘り抜き井

戸による地下水を飲料水源としている。ただし、表流水は、季節的変動も大きく、住血吸虫の感染の危険性もあるため、井戸の敷設が望まれる。

2.4.3 既存施設・機材の現状

(1) 既存灌漑施設

ムタンダムラ既存灌漑地区は、1987年にECの援助により建設され、灌漑面積約230 haを有する灌漑施設で、建設以来、サリマ農業開発区の支援のもとで農民自身が運営している。施設内容は、取水施設、幹線水路、末端水路、ストップログ式堰上げ分水工、圃場取り入れ口、洪水堤防および圃場からなる。

幹線水路は、底幅約１m、水路高さ約0.8mの台形掘り込み式土水路で、現況は、法面の崩壊、水路底の深堀、分水工直上流での下流への迂回水路等が見受けられる。末端水路も同様に、水路法面の崩壊や全く水路断面を成していない水路も多く見られる。分水工は、幹線水路上約150m置きに21個所設置され、ストップログによる上流水位堰上げによる分水方式で落差50cmから80 cmの落差工が付帯している。量水施設は設置されていない。構造規格は、落差高さを除いてすべて同じである。施設の状況は、上下流の土水路への取り付けコンクリートライニングの背面が洗掘され崩落しているものが多かった。末端水路上に設置されている圃場取り入れ口は、150mm径の素焼きパイプを水路堤部に差し込んだだけの構造で、その長さもさまざまであった。末端水路には、特に堰上げのための堰板などの構造物は設置されていない。洪水堤防は、堤高1.5～1.8m、天端幅は2.0～2.5m、堤長約960mである。

(2) 既存井戸施設

既存井戸敷設状況は、計画地区対象村落22部落のうち、13部落で井戸が敷設されていない、または故障／老朽化しており、飲料水の確保のため、井戸施設のある隣村や川に水汲みに行っており、この作業を担う女性にとって重労働となっている。

(3) 既存収穫後処理施設

計画地区内の22部落を統括する4部落グループに、それぞれに１カ所づつ、民営のメイズ製粉施設が運営されており、その規模・容量とも十分と判断された。既存製粉機は、全てディーゼルエンジンを動力とした形式で、エンジン形式および製粉機形式も、一般的に当該地区での使用歴史および頻度の多い機種である。尚、精米施設は、計画地区内には敷設されていない。

2.5 環境への影響

本計画の実施に当たり留意すべき環境影響項目は、住民移転、水利権、住血吸虫、工事に伴う民家へのダメージ、動植物、土取場事後処理、水質汚染である。

(1) 住民移転

住民移転が懸念されるのは、幹支線用水路の路線にかかる家屋が対象となる。基本設計の段階で計画路線の踏査を実施した結果は、対象となる家屋は無かった。実施機関の灌漑局との協議において、今後実施までに約1年ほど時間があるが、計画地区内に新規家屋の建設は差し控える指導を行うこととした。三次水路については、その機能から多少の路線変更は可能であると判断できることから、家屋の移転は発生しないものと考えられる。

その他の施設、新規道路、給水井戸および精米所の建設のための家屋移転は発生しないと考えられる。

(2) 水利権

マラウイ国における水利権設定は、水資源委員会によって行なわれている。本計画の水利権は、基本設計時に算定した必要灌漑水量に基づき、灌漑局が手続きを実施することとなっている。

(3) 住血吸虫

マラウイ国において、住血吸虫による被害は深刻な問題となっている。本計画の実施において、感染率の上昇が予測される。本件については、管轄機関だけでなく保健省との連携を図り、診断・治療の実施や住民教育などの啓蒙活動、上水施設の整備等を講じる必要があるもの考えられる。施設管理面からは、水路内の灌漑水が滞らず常に流れていれば、住血吸虫を媒介する貝の発生がある程度押さえられるということから、水路の維持管理の徹底実施を農民組織に提言する必要がある。

幹支線用水路には、収穫物搬出および地域交通網としての道路網を配置し、水路横断構造物を500m程度間隔に設け、住民が水路に入る機会を少なくなるようにする。また、住血吸虫感染の原因となる河川水利用の低減化に伴う感染率の減少を目指し、1部落1給水井戸を確保する。

(4) 工事に伴う民家へのダメージ

工事中建設機械の移動に伴う、土壁民家への亀裂発生の影響が予想される。したがい、工事

機械の移動には速度制限を行う等の対応が必要と考えられる。また、民家や住民への土埃による影響は、交通速度の規制と同時に散水を施す必要があると考えられる。

(5) 土取場事後処理

水路および道路用盛土材の土取場は、計画地区山側のなだらかな勾配を持つ灌木地帯を想定している。土取場は灌木等の伐採が最大限少なくなり、また土壌侵食の起きにくい場所を選定する必要がある。土取場の使用に当たっては、関係機関との協議の下、使用面積および事後処理を決定する必要がある。

道路舗装材取場は、過去に国道M10のために使用された場所で、段丘斜面を削り取ることとなる。樹木は灌木が散在する程度である。近くに民家は無い。事後処理に当たっては、現状同様な斜面形状を与えることにより斜面の崩壊等を防ぐことが必要と考える。

(6) 動植物

本計画はナミコクウェ川氾濫原の縁辺部において、従来からの伝統的粗放農業が営まれた地区を対象としており、森林伐採を含まない。また、特殊な野生動物生息地を含まないことから、動植物の生態系に与える影響は極めて少ないと判断される。

(7) 水質汚染

農業開発に伴う、肥料の使用は、河川流下水の水質に多少の影響を与えるのもと推察できるが、計画地区下流部に住居地区がないこと、マラウイ湖水に対し肥料・農薬を含む灌漑余剰水量が微細であることから、住民およびマラウイ湖に与える影響は無視できるものと判断される。

第3章
プロジェクトの内容

第3章　プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの目的

1980年代前半、小規模自作農に対する支援・助成の立遅れによる食糧作物の生産性低迷と旱魃による作物被害は、マラウイの食糧安全保障を不安定とした。この状況を改善するため、マラウイ政府は、小規模自作農による食糧作物生産向上を最優先目標とした長期開発計画(1987 - 1996)を策定し、農業部門改善に着手した。同時に、マラウイ政府は、国家灌漑開発の中で、以下の基本姿勢を打ち出した。

(a) 灌漑は、天水農業の補助的なものと考え、持続的な社会経済の開発を主目的とする。
(b) 地域住民の参加を重要視し、研究、普及との一体化を重視する。
(c) 政府はマクロ経済の安定を重視する。
(d) 民間（小規模自作農、エステート、商用農場)活力による灌漑開発・運営に力をいれ、政府はそれを支援する。
(e) 小規模自作農は経済的地位の改善を目指し、初期の段階自給的農業の強化を重視し、商業的農業への脱皮は市場状況が改善してからとする。

本計画は、この長期開発計画の骨子、国家灌漑開発基本姿勢および同国の中で経済的に最も立遅れたブワンジェ・バレー地域の農業開発構想に基づき、取り挙げられたもので、小規模、農民参加自主運営型の灌漑開発として位置付けられ、灌漑施設を中心に農業および社会基盤の整備を通して、計画地域内の小規模農家の生産性および生活水準の向上を目的とする。

3.2 プロジェクトの基本構想

(1) 灌漑排水計画方針

本計画は、小規模、農民参加自主運営型の灌漑開発として位置付けられていることから、建設時における農民参加および建設後の農民組織による運営・維持管理が適用される。従い、本計画実施においては、この農民参加自主運営型を充分に取り入れた計画とする。特に、運営において一番重要な水管理も農民組織により行なわれる。このため、より簡易な水管理が出来るように、ナミコクウェ川に取水堰を設け、取水の安定を図り、送水は常に幹線水路、支線水路、三次水路を経て圃場に到達するように計画する。

幹線水路および支線水路は限られた水源の有効利用に鑑み、搬送効率を高めるため、ライニングを施す。この水路ライニングは、こういった利点に加え、用水路の維持管理が容易になり農民組織への負担軽減に貢献し且つ適正な水配分の維持に寄与する。三次水路の建設に関しては、農民参加の思想から農民による建設という案もあり充分に検討した。その結果、(a) 農民

に出来る土工事は地山の掘削程度(農民との対話を通して確認)、(b) 品質管理および工程管理の難しさ等を考慮して、三次水路建設は本計画に取り込む方針とする。一方、農民参加作業として、(a) 芝張工、(b) 小排水路の建設、(c) 工事人夫としての参加を取り入れる。

圃場整備は、農民による営農作業を通じて均平が図られることが期待できることおよび、無償資金協力事業としての規模も考慮して、原則として本計画から除外することとするが、圃場整備のサンプルとして3維持管理エリアに合計47.8haを実施する。圃場の区画割りについては、三次水路付帯構造物である取り入れ口が、0.4ha区画毎に設置されることから、農民による区画割りに対する技術的な問題はない。また、地形勾配が1/200～1/300であるところから、0.4haをさらに小区画化することにより、均平作業にかかる労働負担は、軽減できると考えられる。

頭首工、幹線水路、支線水路の運営・維持管理のため幅5m、有効幅員3m、風化砂岩砕石舗装20cm厚の管理道路を併設する。また、三次水路には幅1mの管理歩道を設け、農産物および肥料等の人力搬送に利用する。計画地区内外の雨水を効率良く排水し、灌漑施設の安全性を高め、農地の生産性を向上するため5本の排水路を建設する。排水路は全て素掘り水路とする。

(2) 農村インフラ計画方針

本計画について要請では、上述の維持管理道路のほか、上記維持管理道路を結ぶ3本の連絡道路、既存道路(C道路とD道路)の改修および新設道路の建設がある。連絡道路はその使用頻度および必要性を検討した結果、本道路の必要性は低いと判断し、本計画から外す方針とする。道路の改修および新設については、(a) D道路の改修、(b) C道路の改修、(c) 頭首工から国道M10の新設道路建設および (d) 新規灌漑上流地区からC道路の4カ所の新設/改修案があるが、国道から計画地区へのアクセスを最低2通り確保し、計画地区を孤立させないという基本構想に基づき総合的に検討した。その結果、灌漑地区対岸に住む対象農民の灌漑地区への往来の確保を目的として頭首工 - 国道M10路線を1つのアクセスとして選定した。D道路は現在建設省の管轄に属し維持管理が期待出来ることから、もう1つのアクセスとした。D道路の改修は、必要ないものと判断し本計画から削除した。

井戸計画においては、計画関連22部落の既存井戸の状況調査の結果に基づいて、女性の労働負担の軽減および河川水利用の低減化に伴う住血吸虫の感染からの減少を目的として13カ所の井戸を設置する方針とする。

(3) 収穫後処理施設計画方針

収穫後処理施設として精米機および製粉機が要請されていたが、計画関連22部落(4部落グループ)には精米機がないことから、自家消費を目的として各部落グループに1機設置する方針とする。製粉機については民間の4施設があり、機能的にも充分と判断して、製粉機の新規設置は本計画から外す方針とする。

(4) 事業実施方針

本計画の工事は、マラウイ国で最大級の灌漑施設の建設で、その工事期間も25カ月と予定されることから、マラウイ政府に対しても応分な負担と積極的な協力を求める。政府側実施体制も、建設管理事務所を新たに設立させ、必要な予算と人員の配置を求める方針とする。特に、農民参加により工事の一部である小排水路および張芝工事が実施されることから、この農民参加を管理する体制を建設管理事務所に持たせ、必要な品質および工程を遵守させる。また、工事計画も灌漑システムを考慮して、部分竣工を計画し、完成した地区をマラウイ側に引き渡し政府側の運営・維持管理を見極め、必要に応じて助言を行う。

(5) 運営・維持管理方針

本計画は完成後、その灌漑排水施設の運営・維持管理は農民組織が実施していく計画となっているが、現状の農民組織の内容からして、完成直後では、農民組織の受け入れ体制が充分に整っているとは考え難い。このため、施設移管までの暫定期間を設け、この期間内に政府側が運営維持管理および農民組織への教育訓練を施す方針とする。暫定期間は、施設の規模および重要性を考慮して決定する方針とする。

暫定期間内では、来るべき農民組織への施設移管を考えて、維持管理事務所は施設の運営・維持管理だけでなく、農民組織への教育・訓練を行なう。このような作業を効率良く行なうために、維持管理事務所に特別に農民指導課を設けることとする。暫定期間後、灌漑・排水施設は農民組織へ移管される。この移管に伴い、維持管理事務所を閉鎖する。しかしながら、マラウイ政府はサリマ農業開発区の灌漑課を通して農民組織に継続的な技術支援を行なう。

計画対象面積800haに対しての農民組織は、以下の基本方針に基づき策定する。

- 既存農民組織を基本的に適用し、その拡張および新規専門委員会の設置もしくは機能強化を持って対応する。
- 農民組織の主目的を、灌漑、排水施設の運営・維持管理とし、副目的として、農民の意向をもって農業金融の斡旋や市場売買の紹介を行う。

(6) 本計画の基本構想

以上の基本方針に基づき、本計画の基本構想は、同国の中で経済的に最も立遅れたブワンジェ・バレー地域800haについて、現状の農産物の低生産性を改善し、約9,900人の小規模自作農の生活水準の向上を図るとともにマラウイ国の食糧生産の安定に貢献することを目的として、以下灌漑排水施設、農村インフラおよび収穫後処理施設の建設を行なうものである。

(a) 灌漑排水施設

灌漑面積	既存ムタンダムラ	230ha	
	新規開発	570ha	：計800ha
頭首工			： 1カ所
灌漑用水路	幹線水路		： 6.8km
	支線水路		： 14.8km
	三次水路		： 60.8km
開墾面積（サンプル地区）			： 47.8ha
排水路			： 17.3km
			（内、農民工事分10.9km）
維持管理道路			： 13.7km
洪水防御堤／道路			： 7.8km
付帯構造物	幹線水路		： 23個
	支線水路		： 98個
	三次水路		： 2,070個
	排水路		： 54個

(b) 農村インフラ

農村道路	頭首工-M10	： 2.3km
	付帯構造物	： 5個
農村給水	手押しポンプ付き	： 13カ所

(c) 収穫後処理施設

精米機(含、ディーゼルエンジン)	： 100-120kg/hr
設置箇所数	： 4箇所

3.3 基本設計

3.3.1 設計方針

(1) 自然条件に対する方針

(a) 頭首工計画地点

頭首工計画地点の基礎地盤土質性状を調査するため、2本のボーリングを実施した。調査結果によれば、地表から深度12-13mまではN値が0-10の間にあり、15-20mでN値23以上の砂質またはシルト質粘土層となる。従い、基礎地盤として期待できる支持地盤は、地表から15-20mに位置する。この脆弱な基礎に対する対処方針は、以下の通りである。

- 頭首工基礎面に接するN値0の層は、仮設工事および本体工事の施工性を高める目的から支持地盤層まで砂で置換する。
- 頭首工の安定確保は、支持地盤への杭基礎で対処する。
- 頭首工基礎面の上・下流側には、鋼矢板を打ち込みパイピングに対する防御対策を講じる。

- 頭首工上・下流開削部の堤防で旧河道部を通過する箇所は、支持力不足による盛土沈下を防ぐため砂置換を適用する。

(b) 灌漑用水路

灌漑用水路は、旧河道を横断することになるので、この地点での基礎処理を適正に行ない、水路の安定を確保する必要がある。処理方法は、軟弱地盤を砂との置換で処理する。

新規開発地区570haには、家屋および樹径20-30cmの樹木が散在する。これらの家屋の移動および樹木の伐採を極力避ける為、可能な限り路線変更を持って対処する。

(2) 社会条件に対する方針

本計画では、灌漑対象地区の対岸にも対象農家があり、工事における農民参加および工事終了後の農作業に従事するため、河川横断構造工が必要となる。現在、丸太のみを渡した横断施設があるだけで、これも洪水のたびに流出・破損してしまい、洪水時には渡ることが出来ない。このような状況および灌漑施設の維持管理のため国道M10からのアクセスを考慮して、コンクリート橋を頭首工に併設する方針とする。

本計画地区は、住血吸虫の汚染地区のため、本計画実施による感染率の最少化を目指し、幹支線用水路には、500mに1カ所の水路横断構造物を設け、地域住民への住血吸虫感染防止対策の一環とする。

農村給水井戸の設置に伴い、排水桝を囲うフェンスを受益者農民負担で設け、井戸水への家畜の糞尿等による雑菌流入防止対策とする。

精米所施設は、部落グループ内に設置するものの、騒音対策を考慮してその位置を選定する。

(3) 現地業者・資機材等についての方針

各種構造物の設計では、マラウイ国で容易に調達可能なセメント、鉄筋、水門等の施設用資機材の使用および現地業者の採用を技術的に問題のない範囲内で出来るだけ反映させ、現地業者および現地資材流通の活用を図る。

(4) 施設・機材のグレード設定に対する方針

開発の基本構想で述べた通り、限られた水資源の有効利用、維持管理の容易さ、適正な水配分の維持という観点から、幹支線用水路は素掘りでなく、ライニングを施す方針とする。この水路ライニングは農民組織の運営・維持管理の負担軽減に大きく寄与する。

幹支線水路に併設される管理道路は、計画地区での役割および重要度、使用頻度、維持管理の簡易さを考慮し、舗装を計画するが、舗装材としては近辺で入手可能な風化砂岩砕石を使用し、今後の維持管理の容易さに資する方針とする。

農村給水として、13カ所の井戸を設置するが、使用される手押しポンプはマラウイ国で広く採用されているものとし、今後の維持管理の容易さに重点を置く方針とする。

精米機およびディーゼルエンジンは、出来る限り計画地区近郊で使われているものを採用し、持続的維持管理の実現を目論む方針とする。

(5) 工期に対する方針

年間可能稼働日数、工事数量、日本の会計制度との整合性を考慮して、本計画の工期は以下に示すとおり25カ月で実施する方針とする。各工事項目3.2章に述べるとおり。

実施スケジュール

	1年度	2年度	3年度
工　程			

3.3.2 基本計画

(1) 灌漑排水施設計画

(a) 設計方針

本計画地区の灌漑排水計画策定にあたっての基本方針は、以下の通りとする。

i) 限られた水資源の有効活用
ii) 安定した取水地点の選定および取水量の確保
iii) 農民自身による水管理および施設の操作・維持管理が容易な輪番灌漑の適用
iv) 公平な水配分が可能な施設計画
v) 管理用道路と併用した洪水堤防設置による洪水被害防御
vi) 計画地区内の十分な排水能力の確保および地区外の排水不良地区発生の回避
vii) 農村道路計画を踏まえた維持管理用道路の計画・設計
viii) マラウイ国の建設技術、施工方法、労働事情を踏まえた、容易で経済的な施設計画
ix) 施設の維持管理も踏まえた、マラウイ国で調達可能な資材の活用

(b) 設計条件の検討

(i) 河川流量

灌漑計画地区の灌漑用水源は、ナミコクウェ川とその支流であるナジポクェ川である。両河川とも、1950年代後半に流量観測所が設置され、水位標の読み取り値から流量を算定している。灌漑可能面積の確認のための水収支計算を行うため、開発調査で収集した日流量データを追加収集・補完し、1957年から1996年の40年間のうち、欠損のない23年間の記録を整理した。ナミコクウェ川とナジポクェ川の流況は、以下の通りである。

- ナミコクウェ川は、3.E.2 観測所で129 km^2 の流域面積を持ち、一年を通して流水が見られる。3.E.2 観測所における年平均流量は 1.47 m^3/sec であるが、月により大きく変動する。
- ナジポクウェ川は、ナミコクウェ川の支流で、鉄道横断地点の 1.5 km 下流でナミコクウェ川に合流する。同河川の流域面積は 30.1 km^2 で、年平均流量は 0.77 m^3/sec である。

両河川の各年の月平均流量を表-3-1に示すとともに、以下に月平均流量を示す。

(単位：m^3/sec)

観測所	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	平均
ﾅﾐｺｸｳｪ(3E2)	0.27	2.25	3.59	5.04	3.93	2.16	1.02	0.67	0.48	0.33	0.21	0.15	1.47
ﾅｼﾞﾎﾟｸｳｪ(3E1)	0.11	1.04	1.71	1.49	2.28	0.93	0.47	0.32	0.24	0.18	0.11	0.07	0.77
合計平均	0.36	3.37	5.39	6.61	6.60	3.15	1.51	1.01	0.73	0.52	0.34	0.22	2.25

(ii) 計画作付け体系

計画作付け体系は、米の高い国内需要に基づき、灌漑稲作を中心に置き、灌漑用水量の少ないメイズ、野菜を水稲の収穫後に播種し、降雨と残留土壌水分とともに補給的用水供給にて栽培する。米の導入に関しては、現在ムタンダムラ地区を含めマラウイ国で広く普及しており、農業投入資材と農家の経済的負担の少ないファヤ品種を導入する。雨期稲作の作付け体系は、有効雨量と河川流量の最大利用、最降雨期を避けた収穫期の設定、ファヤ品種の感光性、日照時間等を考慮して策定する。また、乾期作については、利用可能な灌漑用水が限定されるため、成育期間の短いメイズの早生品種の導入が最適である。この方針に基づいた計画作付け体系を図-3-1 に示す。各作物についての将来の期待収量は、米4.5ton/ha、メイズ2.0ton/ha、野菜10ton/haと設定する。

(iii) 灌漑用水量

灌漑用水量は、前述の計画作付体系に基づき、以下の条件における 10 日ごとの圃場用水

量を算定した。

- 蒸発散量（ETo）は、各作物の成長毎に変化する作物係数に蒸発散量を乗じて算定する。モンキ･･ベイ気象観測所にて月毎に算定されている数値を採用する。
- しろかき用水量は、 150 mm とする。
- 水田の浸透損失は 3 mm/日とする。
- 有効雨量は、日雨量記録を基に、日水収支法に基づき算定する。日雨量記録は、1957年から1978年については、ムア観測所を、その後は、同観測所が閉鎖されているため、計画地区より約7km北部に位置するムタカタカ空港の記録を採用する。日水収支法に基づき算定した結果は、以下の通りである。

$0 \leq R10 < 10$ mm　　ER = 0 (mm)

$10 \leq R10 < 100$ mm　　ER = 0.87 x R10 + 1.2 (mm)

$R10 \geq 100$ mm　　ER = 90.0 (mm)

ここに、　R10：旬降雨量 (mm)

ER ：有効雨量 (mm)

- 灌漑効率は、送水効率90%、適用効率80%とし、総灌漑効率は72%とする。

上記条件で、1957年から1996年の40年のうち、日雨量データが入手できた31年間についての旬別灌漑用水量を算定し（表-3-2 参照）、その平均値を以下に示す。

（単位： lit/sec/ha）

月	旬	雨期作：ﾌｧﾔ	月	旬	乾期作：ﾒｲｽﾞ
	上旬	0		上旬	0
12月	中旬	0	6月	中旬	0.04
	下旬	0.69		下旬	0.10
	上旬	0.70		上旬	0.23
1月	中旬	0.85	7月	中旬	0.38
	下旬	0.77		下旬	0.49
	上旬	0.67		上旬	0.78
2月	中旬	0.64	8月	中旬	0.86
	下旬	0.77		下旬	0.87
	上旬	0.85		上旬	0.81
3月	中旬	0.95	9月	中旬	0.40
	下旬	1.08		下旬	0.09
	上旬	1.09		上旬	0
4月	中旬	1.16	10月	中旬	0
	下旬	1.00		下旬	0
	上旬	0.53		上旬	0
5月	中旬	0.18	11月	中旬	0
	下旬	0		下旬	0

また、雨期作および乾期作における最大計画用水量は、表-3-2 に基づき下記の通り設定した。

雨期作　：　1.42 lit/sec/ha

乾期作　：　0.87 lit/sec/ha

(iv) 灌漑可能面積

灌漑可能面積について確認を行うため、上記により整理・算定した10日ごとの河川流量および用水量に基づき、以下手順で水収支計算を行った。

- 解析は、流量データおよび日雨量データの両方を収集できた23年間について行う。
- 解析手法については、開発調査の手法に準拠し、各年について10日ごとに河川流量と用水量から、灌漑可能面積を算定する。
- 各年の最小灌漑可能面積を正規分布確率法で確率灌漑面積を算定するとともに、対数確率紙にプロットするヘーゼンプロット法にても確認する。

上記手順に基づき、解析した結果は表-3-3 および図 -3-2 に示す通りで、5年渇水確率で雨期作において850ha、乾期作において145haの灌漑が可能である。以上から、本計画の計画灌漑面積800haの灌漑は、可能であると判断できる。

(v) 水利権

水利権については、必要灌漑用水量に基づき、実施機関の灌漑局が水資源委員会に申請し、本計画に係る水利権設定に必要な手続きを取る。必要灌漑用水量は、上記で算定した最大灌漑用水量および灌漑可能面積から以下の通りとなる。

作付け	最大灌漑用水量 (liter/sec/ha)	灌漑面積 (ha)	必要灌漑用水量 (m^3/sec)
雨期作	1.42	800	1.14
乾期作	0.87	145	0.13

(vi) 洪水流量

確率洪水流量は、開発調査の手法に準拠し、マラウイ国内で一般的に適用されているドレイトン（Drayton）の算定式を採用した。

$$Q = MAF \times (-1.92 + 2.58 \times (T - 0.5)^{0.17})$$

$$MAF = 2.89 \times Area^{0.55} \times STMFRQ^{0.36}$$

ここに、Q　：　確率洪水量（m^3/sec）

MAF　：　年平均洪水量（m^3/sec）

T　：　確率年（year）

Area　：　流域面積（km^2）

STMFRQ　：　流域係数（2.63）

上記算定式に基づき、ナミコクウェ川とナジボクウェ川の合算流域面積（159.1km^2）に対して、以下の通り算定した。

河川名	確率洪水流量（m^3/sec）				
	確率洪水年				
	5	10	25	30	50
ナミコクウェ川	93.9	123.9	167.9	177.3	205.4

一方、ナミコクウェ川の日流量から各年の既往最大流量（表-3-4 参照）を確認し、その洪水量をヘーゼンプロット法にて確率処理を行う。その結果は、図-3-3 に示す通りで、確率年が25年以上については、ほぼ上記確率洪水量に相当し、頭首工および洪水防御堤の設計に資する50年および25年確率の洪水量の妥当性が確認された。

(vii) 排水量

計画排水量は、開発調査にて策定の排水計画に準拠し、５年確率雨量をもとに、水田における排水と水田以外の土地からの流出の排水に分けて算定する。算定に当たり、水田における余剰降雨の貯留可能時間を24時間とし、水田以外の土地からの排水を４時間と設定する。また、５年確率の日雨量は、ムア観測所の降雨データを基に算定し、94.2mmとした。計画排水量の算定は、以下の算式により算定した。

$$Qp = 1/3.6 \cdot re \cdot A$$

ここに、　Qp　：計画排水量

re　：許容貯留時間内の平均降雨強度（= rt・fp）

A　：排水面積（km^2）

rt　：許容貯留時間内の降雨強度

（= $R24/24(24/t)^n$）

fp　：流出係数、水田 0.7、水田以外の土地 0.6

R24　：５年確率日雨量（94.2mm）

t　：許容貯留時間（hr.）

n　：0.5

以上により算定した計画排水量は、以下の通りである。

水田　　：　7.64 lit/sec/ha

水田以外の土地　：　16.01 lit/sec/ha

(c) 基本計画

(i) 頭首工

頭首工の基本設計に当たっては、以下に示す技術的要素を十分考慮し諸元決定を行った。

① 位置の選定

位置の選定は、ミオ筋が安定していること、土砂の著しい流入が無いこと、堰上げによる上下流への影響がないことを選定の決定条件とした。計画の取り付け水路の線形はほぼ直線であり、また勾配も1/500であることから、灌漑期の河川流速は、0.3-0.2m/sec程度と想定され、また洪水時においても、河川勾配から流速による著しい河床変動は生じないものと判断できる。洪水時の上下流の影響に対しては、設計洪水量流下状況で不等流計算を行い、十分な余裕高を考慮し堤防標高を決定した。ミオ筋は、新設取付水路がほぼ直線線形であること、また取水が左岸のみであることから判断し、通常時の川水は左岸方向に流れが確保されており、ミオ筋の確保については特に問題とはならない。

② 洪水量

マラウイ国には明確な洪水量に対する基準等は定められていない。このため本計画に当たっては、水文調査による確率計算および現況河川の通水能力を参考として、50年確率洪水量を採用した。（Q=205 m^3/sec）

③ 構造物の安定

基礎処理：計画地点の基礎地盤は、河床堆積物の下にN値がほとんど0に近いシルト混じりの軟弱層が平均5m程度堆積しており、その下部にN値が30以上を示す固結の砂質層がある。頭首工基礎部分は、この軟弱層部分に位置することとなるが、この軟弱層は力学的には構造物基礎としては全く期待出来ず、何らかの基礎処理工法を採用しなければ構造物の安定性は確保できない。基礎処理工法としては頭首工上部からの作用荷重が15-20tf/m^2と想定されること、また当国における調達可能な建設資機材および施工数量等を総合的に考慮して、コンクリート杭基礎工法を採用した。またパイピング等の水理的安定性に対しては、頭首工基礎部の縦横断方向の必要浸透路長の計算を行い、止水目的のため延長6mおよび12mの鋼製矢板を打設することとした。

洗掘対策：洪水流下時の河床洗掘防止のため、頭首工下流減制工（静水池）の下流部に護床工を設けた。諸元は計算値に若干の余裕を持たせている。また、安全のため上流部にも護床工を設けた。護床工材料はフトン篭を採用した。

④ 維持および管理

頭首工には2門の土砂吐ゲートが設置され、洪水後は前面に堆積した土砂の排砂のためにゲートの開閉操作が必要となる。土砂吐ゲートは縦1.4m、幅1.5mの鋼製スルースゲートであり、土砂堆積時でも人力で十分操作可能なように、スピンドルに減力歯車を取り付けたホイストを採用した。

⑤ 施工時における洪水対策

頭首工は現況河川の右岸部に建設が予定されており、いわゆるオカボリ工法が採用される。また現地盤標高は設計洪水位より高く、施工に当たって仮締め切り堤防のような特別な仮設は考慮しなくても十分対応出来る。一方、建設地点の地下水位は地表近くと想定され、従い基礎掘削および基礎スラブコンクリート打設時には相当量の地下水の湧出が考えられるので十分な工事排水設備が必要と判断される。

頭首工の主要施設は、取水堰、上下流取付水路（新設河道）、取水工、余水吐き付帯沈砂池、灌漑用水路への取付水路、管理橋、管理棟からなる。施設の概略を以下に述べる。

取水堰	流域面積	159.1 km^2
	設計洪水量	205 m^3/sec（50年確率洪水量）
	形式	固定堰
	堰頂標高	EL. 519.40 m
	計画洪水位	EL. 521.72 m
	堰高 x 堰長	4.5 m x 50 m
	土砂吐きゲート	2 門、1.5 m (W) x 1.4 m (H)
	減勢工	静水池タイプ、15 m
	護床工	フトン篭、19m
取水工	計画取水量（最大）	1.42 m^3/sec
	計画取水位	EL.519.30 m
	取水ゲート	1 門、1.2 m (W) x 1.2 m (H)
沈砂池	長さ x 幅	72 m x 8 m
	余水吐き堰長	48 m
	余水吐きゲート	1 門、1.0 m (W) x 1.0 m (H)
量水施設	形式	広頂堰
管理橋	形式	コンクリートスラブ橋
	有効幅員 x 橋長	2.5 m x 50 m
管理棟	建物規模	15 m^2
	仕様	レンガ造り

(ii) 灌漑用水路系統

灌漑用水路系統は、幹線・支線用水路、三次用水路、および水路付帯構造物からなる。幹線用水路は、頭首工左岸よりナミコクウェ川にほぼ並行して流下し、途中3本の支線用水路に分岐していく。三次用水路は、原則支線用水路からの分水とし、幹線用水路から直接分水は行わない。これに伴い、計画地区は、ほぼ同灌漑支配面積を持つ３本の支線水路系統で独立した系統となる。これにより、水管理組織の面からも支線用水路ごとに組織化が可能となり、円滑な運営・維持・管理が期待できる。三次用水路は、還元水の有効利用を配慮した用排兼用水路とする。灌漑方法は、幹支線用水路は連続灌漑方式で計画し、三次用水路については4日間隔の輪番灌漑とした。

灌漑用水路系統図を、添付図面集（Dwg.No. ID-01）に示すとともに、以下に概要を示す。

灌漑用水路	延長 (km)	純灌漑面積 (ha)	三次用水路本数 (本)
幹線用水路	6.79	800	0
支線用水路			
BC-1	4.92	278.4	43
BC-2	4.33	246.4	41
BC-2-1	0.73	(15.0)	5
BC-3	4.80	275.2	43
三次用水路	60.8	1.9～12.2	-

(iii) 灌漑用水路

灌漑用水路の内、幹線用水路および支線用水路は、現場打ちコンクリート・ライニング水路とし、搬送に伴う用水ロスの低減を図るとともに、水路の維持管理作業を容易とした。圃場へ配水する三次用水路は、土水路とし、用排兼用として水田内の余剰水の排水も行う。

用水路設計指針は、以下の通りとする。

① ライニング水路（幹線・支線用水路）

ー設計流量	:	1.42 lit/sec/ha
ー許容最大流速		
幹線水路	:	1.5 m/sec
支線水路	:	1.0 m/sec
ー許容最小流速	:	0.3 m/sec
ー設計粗度係数	:	0.015
ー水路余裕高	:	0.2 m（ライニング部）
		0.3 m（盛土部）
ー水路断面	:	底幅1.0m～0.6m

ー水路法面勾配　：　1 : 1.0

ーライニング厚さ　：　10 cm

② 土水路（三次用水路）

ー設計流量　：　1.42 lit/sec/ha

ー許容最大流速　：　0.5 m/sec

ー許容最小流速　：　0.2 m/sec

ー設計粗度係数　：　0.030

ー水路余裕高　：　0.2 m

ー水路断面　：　底幅0.4m

ー水路法面勾配　：　1 : 1.0

灌漑用水路の概要は、以下の通りである。

灌漑用水路	設計流量 (m^3/sec)	縦断勾配	水路底幅 (m)	水路高さ (m)
幹線用水路	1.14～0.385	1/220～1/2400	1.0～0.6	1.0～0.6
支線用水路				
BC-1	0.395	1/600	0.6	0.6
BC-2／BC-2-1	0.350	1/600	0.6	0.6
BC-3	0.385	1/600	0.6	0.6
三次用水路	0.01～0.07	1/200～1/1200	0.4	0.5

(iv) 用水路付帯構造物

① 背割り分水工

幹線用水路から支線用水路、および支線用水路から支線用水路に分岐する地点に設置する。分水比率即ち面積比率により分水開口部幅を決定するため、配水に伴うゲート操作は不要であるが、水路の維持管理作業等を考慮して、鋼製スルースゲートを付設する。

② 分水工

分水工は、支線用水路から三次用水路に分水する地点に設置する。構造的は、上流水位を調整するための鋼製スルースゲートを付帯するチェック構造物および三次用水路への取り入れ流入構造物からなる。取り入れ流入構造物の開口部は、面積比率により決定し、量水施設として広頂堰を付帯させる。

③ 横断工

横断工は、管理用道路等を横断するためのボックスカルバート、パイプカルバート並びに人畜が水路を横断するための簡易なスラブ橋からなる。

④ 落差工

落差工は、用水路の流速が許容最大流速以上となる場合、および盛土が高くなり経済的でない場合等に設置する。落差工のタイプは、垂直落差工とする。

⑤ 排水路横断工

幹線排水路が支線用水路を横切る カ所に設置する。

⑥ 圃場取り入れ口

圃場一筆毎に一カ所設置する。取り入れ口は、径150mmのPVCパイプを付帯したプレキャスト・コンクリート製とする。取り入れ口直下流に水位調整のためのチェックを付帯する。

用水路付帯構造物の概要は、以下の通りである。

(単位：個)

構造物	幹線用水路	支線用水路 BC-1	BC-2	BC-2-1	BC-3	三次用水路
背割り分水工	2	0	1	0	0	0
分水工	0	30	27	5	29	0
横断工	15	1	1	0	2	0
落差工	6	0	0	0	0	0
排水路横断工	0	0	0	0	2	0
圃場取り入れ口	0	0	0	0	0	2,070

(v) 排水路系統

排水システムは、圃場内余剰水を地区外へ排水するための排水路で、それぞれ灌漑地区下流部の自然河川に接続する。圃場内の排水は、用排兼用の三次用水路を通じて幹線排水路に排水する。排水路は、土水路とする。排水路系統図を、添付図面集（Dwg.No. ID-02）に示すとともに、以下に概要を示す。

排水路	延長 (km)	排水面積 (ha)	三次水路本数 (本)
幹線排水路			
DC-1	4.17	176.6	15
DC-2	4.35	181.2	20
DC-2-1	1.58	(50.4)	7
DC-3	4.15	267.1	47
DC-4	3.05	636.5	22

注：上記幹線排水路の内、10.9kmは農民負担工事

(vi) 排水路

排水路は、素掘り台形土水路で、その設計指針は以下の通りとする。

－許容最大流速 ： 0.75 m/sec

－許容最小流速 ： 0.3 m/sec

－設計粗度係数　：　0.030
－計画水位　：　現地盤高より20cm下がり
－水路断面　：　底幅0.6m～3.3m
－水路法面勾配　：　1：1.5

排水路の概要は、以下の通りである。

幹線排水路	設計流量 (m^3/sec)	縦断勾配	水路底幅 (m)
DC-1	0.38～2.2	1/300～1/950	0.6～1.4
DC-2	0.31～1.38	1/260～1/2000	0.6～1.2
DC-2-1	0.39	1/300～1/2000	0.6
DC-3	0.51～2.0	1/360～1/900	0.8～1.2
DC-4	0.35～8.6	1/300～1/2400	0.6～3.3

(vii) 排水路付帯構造物

① 落差工
用水路の落差工と同様に水路の勾配を調整する目的で付設する。国道に架設されている橋梁の上下流に川岸護岸の目的で多く使われている、フトン篭を採用する。

② 横断工
横断工は、管理用道路等を横断するためのパイプカルバートおよびボックスカルバートからなる。

排水路付帯構造物の概要は、以下の通りである。

(単位：個)

幹線排水路	落差工	横断工
DC-1	11	0
DC-2	10	1
DC-2-1	2	0
DC-3	15	1
DC-4	14	0

(viii) 管理用道路／洪水防御堤

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、幹線用水路および支線用水路沿いに設置する。また、洪水防御堤を、計画地区をナミコクウェ川の洪水から防御する目的で、ナミコクウェ川に沿って設置し、同河川に沿う幹線用水路の維持管理道路を兼ねる。道路の設計諸元は、以下の通りである。

－道路および洪水防御堤とも全幅員5.0m、有効（舗装）幅3.0mとする。
－舗装材は、計画地区近くで調達可能な風化砂岩砕石とする。舗装厚は20cmとする。
－管理用道路の最低道路高は、現地盤より60cmとする。
－洪水防御堤は、洪水位に対し余裕高60cmとする。洪水位は、ナミコクウェ川の25年確率洪水を設計洪水として採用し、現地側量によって得られた河川横断資料をもとに流解析を実施して決定する。
－盛土法面勾配は、1:1.5とする。

管理用道路および洪水防御堤の概要は、以下の通りである。

項目	延長（km）
洪水防御堤	7.84
管理用道路	
IR-1	0.9
IR-2	2.3
IR-3	2.7
IR-4	3.5
IR-5	1.0
IR-6	3.3

(x) 圃場整備

一圃区の面積は、計画地区近郊の類似案件および既存ムタンダムラ既存地区等を参考とし、1 耕区は短辺 30 m、長辺 150 m、純面積0.4haとする。ただし、計画地区では、農耕は人力に依存するため、労働負担の低減化および能率化を図ること、および経済性も考慮して、耕区内に小畦畔を設置し、小区画化する。均平作業を実施する地区については、3.2 章「プロジェクトの基本構想」に述べるとおり、均平圃場のサンプルとして、支線用水路系統毎に2カ所の三次水路ブロックについて実施する。水田均平度は±5cmとする。均平工事予定地は、以下の通りである。

支線用水路	三次水路ブロック名	灌漑面積 (ha)
BC-1	BC-1-1L	9.6
	BC-1-2L	8.7
BC-2	BC-2-8L	7.3
	BC-2-9L	7.3
BC-3	BC-3-4R	7.2
	BC-3-5R	7.7
合計		47.8

(2) 農村インフラ

(a) 設計方針

本計画の農村インフラ整備対象部落は、灌漑開発地区内および周辺地区に位置する4部落グループに統合される22部落とする。農村インフラ対象施設は、新設農村道路および農村給水施設とする。計画地区内の生活環境の整備を考慮し、農村インフラ計画の基本方針は、以下の通り設定する。

i) 農村道路計画は、計画地区内の劣悪な道路状況の改善・整備によって、一年間を通じ車輌通行可能な道路密度の増大、計画地区と国道M10の間のアクセスの改善、河川で分断されている地区間の通行の確保を図る。
ii) 道路計画は、できる限り延長が短くなるようにし事業費の低減化を図る。
iii) 農村給水施設は、建設後の施設運営を十分考慮し将来の維持管理面に問題の生じないものとする。

(b) 設計条件の検討

(i) 農村道路

頭首工 - 国道M10間の新規建設を行う。対象新設道路区間は、以下の通りである。なお、本道路は建設後、建設省道路課デイザ地方管理事務所の管理下になる。

位 置	延長	既存状況 幅員	状況
頭首工-国道M10	2.3km	3.0m フットパス	M10から0.8km間車輌通行可能 乾期間は車輌通行可能

(ii) 農村給水

計画地区対象部落22カ村のうち、9カ村については、井戸施設が敷設され、十分に機能している。残り13カ村についての井戸状況は、以下の通りである（表-3-5 参照）。なお、井戸建設後は、各井戸に受益者からなる井戸組合が組織化され運営・維持管理を行う。

村落グループ名	村落名	状況
ムテンバンジー	デジコ	井戸無し
	ムコンドリア	井戸無し
	チャテワ	井戸無し
	ムテンバンジー	既存井戸故障激しい
	ムバンガリ	井戸無し
	ブワナマコワ	井戸無し
	ムワシンジャ	既存井戸故障激しい
カフラマ	マルザ	井戸無し
ブワナリ	ムソロ	井戸無し
ムチャンジャ	ムヅランバレ	井戸無し
	コースウェ	井戸無し
	ムチャエンボ	既存井戸古く漏水激しい
	ヌボングエ	井戸無し

施設計画の基本方針は、以下の通りとする。

i) 既存井戸の性状を把握するため、水資源局の持つ建設時資料（表-3-6 参照）を検討する。

ii) 施設設計に当たり、将来の維持補修に速やかに対応できる施設とするとともに現地調達の容易な建設材料の仕様を考慮する。

(c) 基本計画

(i) 農村道路

新設道路はその路線状況を考慮し、必要な盛土を実施するとともに路面保護のための風化砂岩砕石の舗装を計画する。道路計画は、以下の通りである。

道路名	延長	計画諸元（m）			
	(km)	全幅員	盛土高	舗装幅	舗装厚
新設道路（RR-1）	2.3	5.0	最小0.6	3.0	0.2

山側からの雨水排水は、構造の簡単な潜函橋を主体に計画する。

(ii) 農村給水

井戸計画は、以下の通りとする。

i) 建設する井戸は、13部落各1井戸とする。
i) さく井井戸は、既存工事資料（表-3-6 参照）から、深度50m、さく井径250mm、ケーシング／スクリーン径150mmとする。
ii) スクリーン長20m、ポンプ吸い込み深度40m
iii) 手押しポンプは、水資源局で薦めるアフリデフポンプとする。
iv) 期待水量60-80lit/min
v) 洗い場および排水桝は、マラウイ国で広く採用されている形状とする。

1人・1日当たりの必要計画水量は、水資源局基準に基づき農村地域に適用する27lit/人/日とする。

既存井戸の水質検査（表-3-7 参照）から、排水桝の構造および管理が悪いとその汚水が井戸水に染込むことが分かった。したがい、排水桝は受益者農民の負担工事でフェンスを設けることとした。

(5) 収穫後処理施設

(a) 設計方針

本計画は、計画地区農民の自家消費米の精米施設である。設計方針は、以下の通りである。

i) 建設予定地の気候、風土、生活様式、建築様式施設の機能を十分に理解し、これら条件に適合した設計とする。
ii) 自然採光、自然通風、日照を積極的に採用し、維持管理費の軽減を図る。
iii) マラウイ国の建設技術、施工方法、労働事情を考慮し、建設の容易なかつ経済的な設計とする。
iv) 施設の維持管理のため、使用する材料はマラウイ国で調達できるものを最優先とする。
v) 精米機器は、現在計画地区および近隣地区で使われているものを考慮した計画とする。

(b) 設計条件の検討

計画地区内にある製粉施設建物は、単に雨風を凌ぐものでレンガやワラで作られたものである。計画地区近郊にある精米・製粉施設の建物は、スレート屋根のレンガ壁造りである。一方、精米機、製粉機およびディーゼルエンジン類は、それぞれ同じメーカーのものが使われている。

本計画は、女性の労働軽減の一環であるとともに、自家消費用精米を目的としたもので、計画地区内外での精米施設と同程度なものを考慮する。

(c) 基本計画

(i) 精米機計画

精米機の規模は、計画地区住民の消費量に基づき計画する。サリマ農業開発区の示す1人当たりの年間消費量は表-3-8 の通りである。受益者の利用距離および施設の管理面を考慮し、各4部落グループに1カ所毎設置する。精米機必要台数の算定は、表-3-9 に示す通りで、以下にその結果を示す。

部落グループ名	精米機 容量	機械台数
ムテンバンジ部落グループ	100-120kg/hr	1
カフラマ部落グループ	同上	1
ブワナリ部落グループ	同上	1
ムチャンジ部落グループ	同上	1

(ii) 施設計画

精米機の配置は、計画地区近郊の既存施設を参考とするともにサリマ農業開発区との協議に基づき、建物の中央に精米機およびディーゼルエンジンを縦並びとし、片側に精米機およびディーゼルエンジンの部品および燃料仮置き場のスペースを配置する。その他のスペースとしては、精米用持ち込み米の仮置き場、精米の熱処理場、作業場等を考慮する。

精米の余熱をとる仮置場（コンクリート叩き）の面積は、精米機1時間分の精米容量を持たせる。

精米機容量	：110kg/hr（平均）
精米熱発散量	：0.11トン
精米の見せかけ比重	：0.75
熱発散量	：0.083m^3
熱発散時米層	：0.1m
作業スペース	：1.00m^2
コンクリート叩き面積	：(0.083÷0.10)+1.08=1.83m^2（改め2.0m^2）

実際の間取りは、精米機械の配置を考慮して決定する。

建物規模は、各部落グループとも同じとし、以下の通りとなる。

部落グループ名	建物規模
ムテンバンジ部落グループ	42m^2
カフラマ部落グループ	42m^2
ブワナリ部落グループ	42m^2
ムチャンジ部落グループ	42m^2

建物出入口は、機器の出し入れを考慮し、幅2.0m高さ1.8mの木製引き戸とする。

(iii) 構造計画

レンガ壁の構造、屋根の木製トラス等の構造は、既存施設を参考として計画する。

(iv) 敷地計画

最終的な建設予定地点は、本事業が確定した後受益者農民により設立される収穫後処理施設維持管理組織により決定される。しかしながら、調査時点で想定した設置部落の調査結果によれば、本建物敷地に可能な建設用地は十分確保でき、本施設基礎についても十分支持力が期待できる。

(6) 基本設計図

工事数量の算定、施工計画および事業費積算を目的として表-3-10 に示す基本設計図を作成した。

3.4 プロジェクトの実施体制

3.4.1 組織

(1) 政府側実施体制

本計画の実施機関は、灌漑水資源開発省の灌漑局である。灌漑局は、以前農業・畜産開発省に属していたが、1994年10月分離独立し建設省の一部局であった水資源開発局と合併し、新しく出来た灌漑水資源開発省の部局となった。灌漑局は、図-3-4 に示すように灌漑技術課、地方事務所、管理課、農業普及課の4つの課からなっており、このうち、灌漑技術課が設計・工

事監理を担当している。従い、本計画での灌漑・排水施設の建設は、この灌漑技術課の指揮下のもとで行なわれることとなる。

本計画は、通常の灌漑開発計画であるが、開発面積800haは、当国では最大級の灌漑計画であることおよび工事の一部が農民組織によって実施されること等を考慮して、上述の灌漑技術課のもとにブワンジェ・バレー灌漑農業開発建設管理事務所を設立する。計画実施体制組織図を図-3-5 に示す。

政府側計画実施体制は、建設管理事務所長のもと、技術第一課、技術第二課、農民指導課、総務課、経理課の5課からなる。建設管理事務所長は、事務所の運営、関連省庁との連絡、コンサルタントおよび建設業者との連絡や会議の設定、農民建設委員会との会合、必要書類や報告書作成等の計画実施に係る全体の取り纏めを行なう。技術第一課は、頭首工および幹線水路の一部の工事管理およびナミコクウェ上流地区の灌漑・排水施設の工事管理に従事する。技術第二課は、ナミコクウェ中流地区およびナミコクウェ下流地区の灌漑・排水施設の工事管理に従事する。農民指導課は、農民参加の政策のもとで実施される農民組織による工事の技術指導を行ない、品質および工期の遵守を図る。総務課は、建設管理事務所の運営・維持に係る事務を取り扱う。経理課は、事務所員の給料や事務所の運営・維持に必要な諸経費についての経理業務を担当する。それぞれの課の業務内容の詳細を表-3-11 に示す。

(2) 農民側実施体制

マラウイ国にて、灌漑開発での農民参加は、農民自身に農民のための事業であるという意識を植え付けるためだけでなく、土地配分のためのふるい分けの要素として重要な政策の一つである。従い、本計画においても、農民参加を取り入れ、工事の一部を農民により実施する。農民側による実施体制は、事業実施が決定されたと同時に、伝統的行政区長（TA）を議長とする土地配分委員会が事業につき関連農民に連絡し、参加希望者を登録する。登録された農民は、彼ら自身により農民建設委員会を設立する。この委員会は、議長を含め10名の委員からなり、工事参加に伴う規約の作成、工事参加予定表の作成、農民指導課の技術支援の下での農民の工事の管理および灌漑局職員との圃場の区分け作業等を実施する。

3.4.2 予算

本計画の実施機関である灌漑水資源開発省灌漑局の過去3年間の実績/予算は以下の通りである。

1994/95(実績)： KW 4,879,185
1995/96(実績)： KW 10,163,816
1996/97(予算)： KW 11,797,802

この予算は経常予算で、灌漑局の職員の給料、住居手当て、事務所の維持管理費の他、政府が

管理している灌漑計画の維持管理費が含まれている。この経常予算のほかに、海外援助のもとで実施される灌漑開発計画のための開発予算が別途計上されている。1996/97年度においては、開発予算としてKW32,704,900が配分されている。従い、1996/97年度の灌漑局予算として、KW44,502,702が計上されている。

本計画において、工事実施期間中の建設管理事務所の維持管理費はこの開発予算に含まれる。その後、灌漑排水施設は農民組織へ移管されるため、技術的支援のみの予算が経常予算の中に盛り込まれる。

3.4.3 要員・技術レベル

現在、灌漑局には155名の職員がおり、このうち本省には44名、本計画地のあるサリマ農業開発区（ADD）には18名の職員が配置されている。この職員数は、定員を満たしていない。本省およびサリマADDだけでも、11名の欠員が生じている。灌漑局によれば、本計画のために要員数は増やせないが、定員を満たすための人員増は行なうとのことで、本計画に必要な要員は、管内の職員の配置換えにより対応が可能と考えられる。

当国においても、開発途上国に通常見られるように人材不足で経験ある技師の数が限られている。しかしながら、本計画と同様な位置付けの小規模灌漑計画は今までに計約1,800haを開発した実績がある。また、政府灌漑事業として、1968年以降約3,600haの灌漑計画を開発してきており、現在約400haが開発中である。

こういった実績および本計画実施で実質上中心となる技師数は図-3-5 に示すように4名であることから、このぐらいの要員数であれば、ある程度の経験を有した技師を確保できると判断される。

第4章
事業計画

第4章 事業計画

4.1 施工計画

4.1.1 施工方針

(1) 実施方針

日本の無償資金協力案件として実施することを前提として、以下の方針により事業を実施する。

(i) マラウイ国の実施機関は、灌漑水資源開発省灌漑局である。
(ii) 日本政府とマラウイ政府との間で詳細設計に係る交換公文（E/N）が取り交わされた段階で、灌漑局は建設管理事務所を開設し、事業実施に係わる業務を進める。建設完了後、建設管理事務所は、維持管理事務所へ移行する。
(iii) 日本のコンサルタントが灌漑局と契約し、本工事に係わる詳細設計および入札図書を作成する。
(iv) 灌漑局は、詳細設計と並行して用地取得、家屋補償、樹木伐採手続を開始する。灌漑局は、本工事に係わるE/Nが交換されるまでに用地取得家屋補償等に係わる計画地区住民より具体的な形で合意を得ておく必要がある。
(v) 日本政府とマラウイ政府との間で、本工事に係わるE/Nが交換された後、日本のコンサルタントが灌漑局と施工監理に係わる契約を行い、本工事の入札手続き作業を開始する。
(vi) 日本の建設業者と灌漑局が本工事の契約を取り交わし工事を行い、コンサルタントが工事監理を行う。
(vii) 建設管理事務所は、建設業者に本工事対象地区を引き渡す。この時点で、用地取得、家屋補償、樹木補償が完了している必要がある。
(viii) 建設事務所は、農民の工事を支援し工事精度の確保、工程の厳守を管理する。
(ix) 本工事完了に伴い、同地区の維持管理責任は維持管理事務所に移管される。
(x) 維持管理事務所は、農民組織へ施設の運営維持管理を肌理細かく指導を続け、農民組織の運営維持管理が問題なく実施できる施設を段階的に、農民組織へ移管する。

(2) 施工体制

マラウイ国では日本の1-2社の建設業者が、無償資金協力事業を実施している。これらの建設業者は、それぞれマラウイ国の建設業者を下請けとして使っている。マラウイ国で、下請けとして期待できるのは、外国建設業者の3-4社となる。下請けの形態は、機材・材料を建設業者が貸与し下請け業者が労務を提供する、労務提供型の部分下請けが一般的である。本工事の規模、数千人の労務者を使用することを考えると1社の下請け会社ではとても作業量を消化で

きないため、複数の下請け業者を使用すると考えられる。

したがい、本事業は、日本の建設業者が建設機材、材料（セメント、鉄筋、骨材、ゲート等）を支給し、複数のマラウイ国の建設業者を労務提供型の部分下請けとして使う施工体制で実施される。

(3) 建設業者の日本人技術者派遣

現地材料および工法を多用した設計内容であるため、一般土木工事に対しては日本人技術者を派遣する必要性は少ない。しかしながら、マラウイ国には、頭首工基礎処理のコンクリート杭および鋼矢板打ち込み、ほ場整備作業および水路コンクリートライニングの熟練者はいない。したがい、それぞれの日本人技能者を各１名づつ派遣する。

4.1.2 施工上の留意事項

(1) 雨期の施工

マラウイの雨期は、11月から4月までの6カ月で年間の半分を占めており、年間総雨量の99%となる。雨期間のナミコクウェ川の平均月流量は、0.36-6.61m^3/secの間にあり年間流量の73%になる。この期間の頭首工の基礎掘削は、土砂崩落やナミコクウェ川水の染みだしが予測されること等により事実上不可能と考えられる。また、洪水防御堤は、雨期中の工事とすると洪水の到来が予想されるため、雨期中の工事は行わない。また、幹支線用水路の掘削は、地盤の湿潤化により作業環境が悪くなることが予測される。このため、雨期には頭首工の基礎処理作業、洪水防御堤工事、幹支線用水路の掘削作業は行わないこととする。

(2) 工事に伴う環境影響

工事中の環境対策として考えられるのは、工事用機械の移動に伴う土壁民家への影響の縮小化、土取場および道路舗装材取場の事後処理、舗装材取場（国道M5とM10の交差点山側地点）へのダンプトラックの往復時の交通事故防止が考えられる。

工事機械の移動に伴う民家建物構造への影響は、交通速度を規制し土壁などに亀裂などの影響がでないよう規制する。また、土埃による住民の影響が最小になるよう専用散水車の運行規則を厳守する。

土取場は、計画地区山側の潅木地帯を計画している。潅木などの伐採は、関係機関への手続きを怠り無く実施し、後で問題発生を防ぐ。また、使用後は、関係機関と協議の下、形状を決めることを第一義とする。舗装材取場は、過去の国道M10工事用材料に使われた場所で、段丘斜面を削り取ることとなる。現在潅木が散在する程度で、樹木伐採の問題はない。使用後は崩

れ難い斜面に整形することとするが、既存フットパスの復元および形状は関係機関と協議のもと決めることとする。

ダンプトラックの計画地区外への運行による事故防止は、(i) 交通規則および速度制限の厳守、(ii) 私用による使用禁止、(iii) 運転手の教育・定期的会合による注意喚起、(iv) 交通整理員の配置等で対処する。

4.1.3 施工区分

(1) 日本側負担工事

- 実施設計および入札図書の作成
- 「3.3 基本設計」で示された施設の建設

(2) マラウイ側負担事項

- 本施設建設に必要な用地の確保
- 農民組織による建設工事（盛土法面の芝張、小排水路掘削）
- 受益者農民による農村給水施設の排水桝のフェンス建設（13カ所）
- 政府維持管理事務所から農民組織へ施設の維持管理業務の指導

4.1.4 施工監理計画

(1) 詳細設計および入札業務

本工事の実施に先立ち、実施詳細設計および入札関連作業が必要となる。詳細設計のE/N締結後、直ちにマラウイ国灌漑局とコンサルタント契約を結び、同局と詳細設計に係わる綿密な協議を行い実施設計に着手する。現地調査時に、灌漑局と施設設計、実施工程について打ち合わせを行う。詳細設計に係わる作業は、以下の通りである。

- 追加調査（基本設計に基づく追加調査）
  a) 地形測量調査
  b) 頭首工および幹線用水路地質調査
  c) 頭首工および土取場土質試験

- 詳細設計
  a) 地形測量調査に基づく圃場設計
  b) 地質および土質調査に基づく基本設計の確認
  c) 詳細設計に基づく事業費の確認

- 入札書関連書類の作成
  a) 入札用設計図の作成
  b) 建設工事の入札関連書類の作成

建設業者選定は、先ず入札参加資格審査を実施する。この公示は、灌漑局の名で日本の主要建設・経済関係の日刊紙に掲載する。入札参加資格審査書は、コンサルタントが配付する。次に、入札参加資格審査を通過した建設業者に対し入札書が配布される。業者の入札書はコンサルタントが受付け、マラウイ国政府関係者の立合いのもとで開封される。開封後、直ちにマラウイ国政府関係者と共同で評価を行い契約書草案を作成する。

(2) 施工監理

建設業者契約締結後、コンサルタントの総括責任者は、建設業者と工事工程について協議確認を行う。着工後、常駐管理者が現地に常駐し、工事監理を実施するとともに、JICAマラウイ事務所および灌漑局に対し定期的に施工状況を報告する。また、建設業者を含めた本計画関係者の意志疎通を図る。

本計画では河川構造物、水路施設、道路、井戸、精米所など特性の異る施設からなるため、現地常駐管理者に加え土木工事監理者が駐在し、施設の建設監理業務を実施する。加えて、頭首工建設、頭首工基礎および用水路工事の盛土材料の試験および監理のため土質・基礎の専門家を、それぞれ必要時に配置する。

施工監理の遂行に当たっては、工事の円滑な進捗と最良の成果を得るよう努力し、所定期限内の完工を達成する。

施工監理業務の概要は、以下の通りである。

(i) 施工図等の審査、承認
建設業者の提出施工図、工事許可願い、材料見本、機械仕様等の審査および承認

(ii) 工事の指導
施工計画および工程の検討指導、工事進捗状況の把握、検討および指導、施工途中での必要な検査の実施

(iii) 支払承認
工事中の工事費支払証明書、工事完成後の完成証明書発行に必要な出来高の確認

4.1.5 資機材調達計画

現地材料および工法を極力採用する方針により、現地主要建設業者との協議、現在建設中の無償資金協力事業のリロンゲ市下水道整備計画工事現場視察および灌漑局関係者との協議を行った。その結果、本建設の工事資材は、一般的なものであることから南アフリカから輸入された資材が

マラウイ国で調達可能であることが分かった。一部、鋼矢板などはマラウイには常時ないが、建設業者が南アフリカから輸入できる。

また、井戸用資材は手押しポンプを含め、全て現在水資源局が進める井戸計画で使用されているものでマラウイ国で調達できる。精米機も、計画地区内外で使用されているものと同程度のものでマラウイ国で一般的なものであり、マラウイ国での調達に心配はない。

一方、マラウイ国で使用されている建設機械は、日本製またはヨーロッパ製が大半を占めている。調達は工事資材同様南アフリカから輸入している。したがい、本計画も日本に比べ地の利の良い南アフリカから調達する。

このようにマラウイ国の建設資機材は、ほとんどが南アフリカから輸入されたもので成り立っている。したがい、一般的な建設工事の資機材は、マラウイ国で調達できる。

4.1.6 実施工程

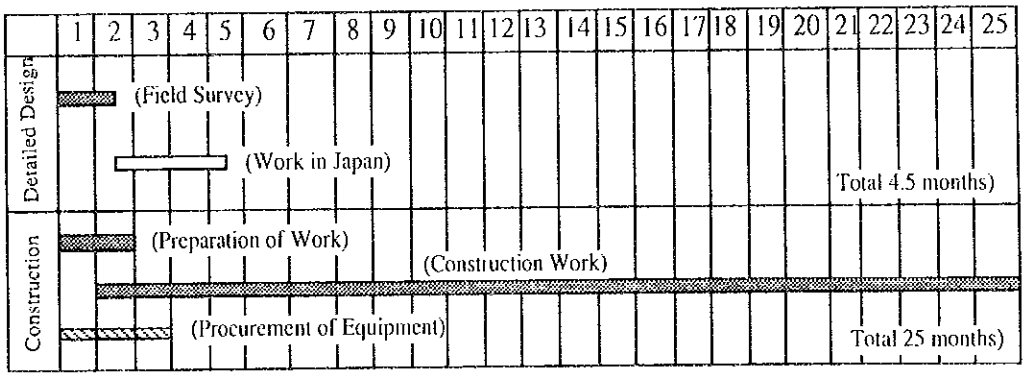
(1) 実施工程

「3.3 基本設計」で述べた通り本計画は以下のような形態で実施される。

詳細設計：4.5カ月
建設工事：25カ月

実施工程を以下の通り示す。

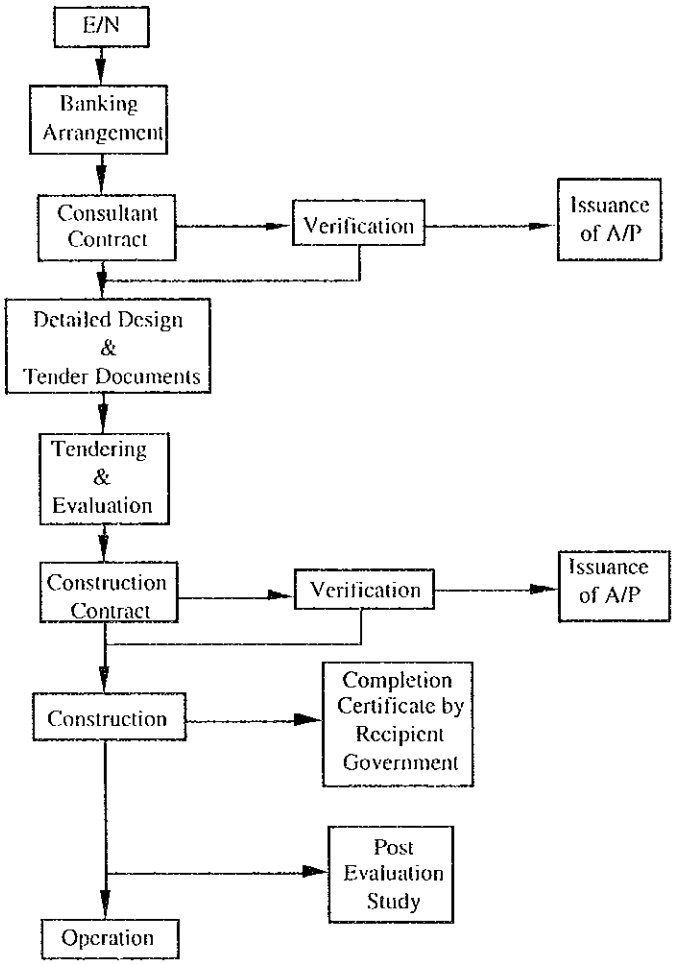
実 施 工 程 表



(2) 無償資金協力の精度における実施手順

無償資金協力の制度により実施される場合、以下の手順で本計画は進められる。

無償資金協力による場合の計画の実施手順



Note. E/N : Exchange of Notes
A/P : Authorization to Pay

4.1.7 相手国負担事項

(1) 詳細設計および建設工事関連

(i) 計画の実施に必要な資料、情報の提供

(ii) 計画施設用地の確保

(iii) 日本国内の外国為替公認銀行に勘定を開設。支払受諾書の発行。

(iv) 認証された契約に基づいて調達される資機材、および日本国民に課せられる関税、内国税

およびその他の財政課徴金の免除

(v) 認証された契約に基づいて供与される役務について、その作業の遂行のために入国および滞在に係る便宜供与

(vi) 日本および第三国調達資機材の通関が速やかに実施されることの確保

(vii) 計画の実施に必要な許認可の取得

(viii) 供与された機材を有効かつ効果的に運用するための要員、予算の確保

(ix) 完成施設の維持管理

(x) 日本側の施工負担区分以外の行為に係る費用の負担

(2) 農民参加工事

計画灌漑面積800haを0.4ha毎に区画し1家族に配分することを原則としている。したがい、受益農家個数は2,000家族となる。農地の配分は、伝統的行政区長を長とする土地配分委員会により実施される。土地配分は、工事への参加度合いが大きな判断基準となる。本計画での農民参加型工事内容は、小排水路掘削および張芝とする。

各工事の必要労力は、以下の通りとなる（表-4-1、表-4-2参照）。

工事内容	工事時期	必要労力（人／日）
小排水路工事	1998年5月-10月	122
	1999年5月-10月	170
張芝工事	1998年11月-1999年4月	108

必要労力は、農民全体2,000家族から考えると、最大必要時期は約10日に1日工事に参加する程度となることから、十分余裕のあるものである。しかしながら、政府側建設管理事務所は建設業者の工程・進捗を考慮しながらの十分な管理が必要となる。

一方、受益農家の多くは現在計画地区に天水田や天水畑をもっているところから、工事中の作付け中断から請負業者の人夫等で現金収入を得る必要がある。上記農民参加工事は、時間的に十分余裕があることから、農民が建設業者の人夫等として工事に従事でき、労賃を得ることが可能である。

4.2 概算事業費

4.2.1 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要となる事業総額は、約19.38 億円となり、先に述べた日本とマラウイ国の負担区分に基づく双方の経費内容は、下記に示す積算基準によれば、以下の通り見積られる。

(1) 日本側負担経費

事業費区分	事　業　費
(1) 建設費	17.30 億円
ア. 直接工事費	(11.84)
イ. 共通仮設費	(1.11)
ウ. 現場経費	(1.94)
エ. 技術者派遣費	(0.16)
オ. 輸送梱包費	(1.05)
カ. 一般管理費	(1.20)
(2) 機材費	0.04 億円
(3) 設計・監理費	2.04 億円
合　計	19.38 億円

(2) マラウイ国側負担経費

無し。但し、受益者農民工事は、以下の通りである。

(a) 受益者農民による灌漑排水工事内容

工事項目	内容	工事数量	工事時期	必要労力（人／日）
小排水路工事	排水路掘削	26,300m^3	1998年5月-10月	122
			1999年5月-10月	170
張芝工事	支線水路	58,200m^2	1998年11月-1999年4月	108
維持管理道路		47,100m^2		
新設農村道路		5,000m^2		

(b) 受益者農民による農村給水施設排水桝フェンス工事

農村給水施設数	排水桝数	フェンス寸法	フェンス仕様
13カ所	13カ所	3.6mx3.6m	木柵1m高

(3) 積算条件

i)	積算時点	平成8年10月
ii)	為替交換レート	1US$=109.00円 1KW =7.13円
iii)	施工期間	1期による工程とし、詳細設計、工事の期間は、施工工程に示した通り。
iv)	その他	本工事は日本の無償資金協力の精度に従い、実施されるものとする。

4.2.2 維持・管理計画

(1) 既存運営・維持管理組織

灌漑局では、本計画を受益農民の自助努力を重視した小規模灌漑計画として位置付けているため、施設の運営維持管理は、受益農民により行なわれる。

本計画には、既存灌漑システムのあるムタンダムラ地区(230ha)を含んでいる。この地区では、472戸の農民により組織が、1985/86年に設立され運営・維持管理が実施されている。この農民組織は、図-4-1 に示すように土地分配委員会、スキーム委員会、ブロック委員会、クラブ委員会および農民となっている。土地配分委員会は、議長、副議長、秘書、副秘書および委員からなる。議長は世襲的に伝統的行政区長（TA）がなっており、他の委員は、議長によりスキーム委員会から選出される。全委員数は議長を含め10名である。

スキーム委員会は、議長、副議長、秘書、副秘書、会計、副会計および委員の計10名からなる。この委員会は、それぞれ10名の委員からなる市場流通専門委員会、水管理専門委員会、規律専門委員会を持っている。スキーム委員会のもと、4ブロック委員会が組織され、1ブロックは41haから71haを支配し、農業活動を管理している。ブロック委員会の構成はスキーム委員会と全く同じである。クラブ委員会は、農民組織の中で最下部組織であるが、農民金融を扱っている。

この農民組織は、政府に正式に承認はされてはいないが定款を持ち、これに沿って運営されている。

(2) 計画運営・維持管理組織

前述のように、本計画は完成後、その灌漑排水施設は農民組織に移管される計画となっているが、政府側の継続的技術支援は、運営維持管理を農民組織が効率よく実施していく上で必要不可

欠と考える。また、施設の農民組織への移管は、現状の農民組織の内容からして、完成直後では、農民組織の受け入れ体制が充分に整っているとは考え難い。このため、施設移管までの暫定期間が必要で、この期間内の運営維持管理は政府側が行なうと同時に、農民組織へ教育訓練を施す。

農民組織への維持管理に関する技術支援は、灌漑局の地方事務所的役割を持つサリマ農業開発区の灌漑課により実施される。サリマ農業開発区の組織図を図-4-2 に示す。

灌漑局の下部機関の灌漑課のあるサリマ農業開発区は、農業開発のための行政区分で、農業畜産開発省の地方農政局的な役割を果たしている。従って、本計画の営農や農業普及に関する農民への諸指導は、このサリマ農業開発区により行なわれる。灌漑水資源開発省の灌漑局と農業畜産開発省との各レベルでの関係を図-4-3 に示す。

(a) 実施機関から農民組織への施設移管スケジュール

灌漑局から農民組織の施設移管は、施設の規模および重要性を考慮して、以下のような暫定期間に基づいて行なわれる。

(a) 頭首工	:	5年間
(b) 幹線水路網	:	3年間
(c) 支線水路網	:	2年間
(d) 三次水路網	:	0年間
(e) 排水路	:	3年間

この暫定期間は一つの目安で、実際の教育訓練を通してこの期間で移管が難しいと判断された場合は、施設移管は延長する必要がある。また逆に、この期間内に施設移管が可能と判断された時は、この暫定期間にとらわれず実施しても良いと考える。施設移管の時期に関しては、灌漑局の代表者を委員長とし、地方自治組織、農民代表を委員とした施設移管委員会で討議し、決定する。

(b) 暫定期間内の計画運営・維持管理組織

5年間の暫定期間内の灌漑排水施設の運営・維持管理は、サリマ農業開発区の灌漑課により実施される。この暫定期間内の計画維持管理組織を図-4-4 に示す。この期間内では、来るべき農民組織への施設移管を考えて、維持管理事務所は上記運営・維持管理だけでなく、農民組織への教育・訓練を行なう。このような作業を効率良く行なうために、維持管理事務所に維持管理課、資料収集課、農民指導課、総務課および経理課の5課を設ける。

(c) 暫定期間後の計画運営・維持管理組織

上記施設移設委員会の決定に基づき、灌漑排水施設は農民組織へ移管される。この移管に伴い、維持管理事務所を閉鎖する。しかしながら、農民組織への技術支援を継続するためサリマ

農業開発区の灌漑課のもとにセクション・ブワンジェバレ-を設ける。配置される職員は、1名の灌漑技師補、3名の現場補助員および1名の機械工で、農民組織の要請により技術支援を実施する。

計画対象地域となっているムタンダムラには、230haの既存灌漑システムがあり、この運営維持のため農民組織が既に確立されている。この農民組織は、図-4-1 に示すように土地分配委員会、スキーム委員会、ブロック委員会、クラブ委員会および農民となっている。計画対象面積800haに対しての農民組織は、以下の基本方針をもとに策定された。

- 既存農民組織を基本的に適用し、その拡張および新規専門委員会の設置もしくは機能強化を持って対応する。
- 農民組織の主目的を、灌漑排水施設の運営維持管理とし、副目的として、農民の意向をもって農業金融の斡旋や市場売買の紹介を行う。

この基本方針に基づき、作成した計画農民組織を図-4-5 に示す。この計画農民組織では、クラブ委員会、ブロック委員会の上位機関としてエイリア委員会が設置される。計画対象地域は、灌漑水路システム上、それぞれナミコクウェ上流地域、ナミコクウェ中流地域、ナミコクウェ下流地域と大きく3地域に分けている。このうち、ナミコクウェ下流地域が現在のムタンダムラ既存灌漑システムにほぼ相当する。これらのエイリア委員会の上位機関として、メイン委員会を設置し、本計画全体を管理する。また、メイン委員会およびエイリア委員会には、市場流通専門委員会、水管理専門委員会、規律専門委員会の他に維持管理専門委員会が、ブロック委員会には、水管理専門委員会と維持管理専門委員会が設置され、施設の維持管理の強化が図られる。

(3) 運営計画

(a) 暫定期間内

暫定期間内の本計画の運営は、維持管理事務所の主導のもと実施される。本計画の運営は大きく分けて、灌漑計画作成のための基礎資料の収集、水管理および農民組織への教育・訓練の実施となり、それぞれ資料収集課、維持管理課および農民指導課の担当となる。

資料収集課では、灌漑計画作成のための基礎資料となるムタカタカでの雨量(登録番号14342012)、ナミコクウェ川の流量、頭首工での取水量および下流側への放流量、沈砂池での堆砂状況および排砂回数、土砂吐の使用回数、作物別作付面積、水路の損失量等を収集、編集する。

維持管理課では、資料収集課で集められた資料を基に、灌漑計画を作成し水配分を実施する。灌漑計画の中において、頭首工での取水量、幹線水路から支線水路への分水量、支線水路から

三次水路への分水量を季節的変動に対応して明示する。特に、暫定期間後の農民組織への施設移管を考慮し、取水工、土砂吐、分水工、チェック、量水施設および水配分についての基本的な実施規約の作成や作付計画に基づいた灌漑用水量と維持管理費の算定方法の簡略化を行ない、施設移管と同時にこれらを農民組織へ移管する。また、運営・維持管理に必要な金額を算定し、納入するよう農民組織へ連絡する。会計処理は経理課によって取り扱われる。

農民指導課では、農民組織による運営・維持管理実施のためのガイダンス・プログラムを作成し、これに基づき手引き書の作成、講義の実施、現場での実地訓練等技術的な教育訓練の他、総務課および経理課と協同で簡単な会計処理等の知識を農民組織へ移転する。これら一連の教育訓練に関し、農民組織はメイン委員会を窓口として対応する。

後述の維持管理を含めた各課での詳細な作業項目を表-4-3に示す。

(b) 暫定期間後

暫定期間後は、農民組織により施設の運営を行なう。施設の運営は、メイン委員会、エイリア委員会およびブロック委員会に設置された各種専門委員会で検討され、それぞれが属する委員会の承認のもと実行に移される。各種専門委員会において、運営に関する主たる作業は以下の通りである。

(i) 市場流通専門委員会
- 計画地域の作付カレンダーの作成
- 肥料や種子の協同購入
- 農産物の協同販売
- 農民金融の斡旋

(ii) 水管理専門委員会
- 灌漑計画の作成
- 取水口および各分水地点での分水量の算定

(iii) 維持管理専門委員会
- 維持管理費の算定

(iv) 規律専門委員会
- 農民組織定款に違反した農民への罰則
- 農民間での争いの解決

後述の維持管理を含めた各委員会レベルでの詳細な作業項目を表-4-4 に示す。

(4) 維持管理計画

(a) 暫定期間内

暫定期間内の灌漑排水施設の維持管理は、維持管理事務所の維持管理課が中心となって行なう。維持管理は以下の作業からなる。

(i) 定期的維持管理作業

定期的維持管理作業は、施設の日々の維持管理で頭首工のゴミ取り、盛土の修理、量水施設の点検、管理道路の路面修理、ゲートの点検・油差し等である。

(ii) 周期的維持管理作業

周期的維持管理作業は、水配分および水路決壊等に結びつかない小規模な破損の修理・修繕であり、灌漑水路システムの小規模な改良工事がある場合は、この周期的維持管理作業に含まれる。

(iii) 緊急修理作業

通常の灌漑作業に支障を来すような施設の破損に対する修理作業で、早急に効率良く実行されなければならない。こう言った破損は、洪水、大雨、各ゲートの誤操作、動物や車両による接触等に起因する。

(iv) 年次維持管理作業

この維持管理作業は、農閑期に集中的に実施すべきもので、どちらかというと規模が大きく、時によっては、建設業者により行なわれる。

こういった維持管理作業に関し、維持管理事務所の維持管理課/農民指導課は農民組織の維持管理専門委員会に適時連絡をとり、作業処理の訓練を行なう。

(b) 暫定期間後

農民組織の維持管理専門委員会が、この任にあたる。維持管理専門委員会はメイン、エイリアおよびブロック委員会にそれぞれ設置されており、メイン委員会の維持管理専門委員会は、頭首工と幹線水路システム、エイリア委員会は支線水路システム、ブロック委員会は三次水路システムの維持管理を担当する。維持管理内容は、上述の暫定期間内と同じである。作業実施につき問題がある場合は、サリマ農業開発区の灌漑課の傘下のセクション・ブワンジェバレーの技術支援をあおぐ。

(5) 農村給水、精米機および道路維持管理

(a) 農村給水

現在、計画地区内の生活用水は、河川、井戸もしくは歩行圏内に井戸が無く且つ地下水位が高い場合は部落近傍に穴を掘り地下水から供給されている。この生活用水確保の作業は女性の仕事となっており、女性の労働負担を大きくしている。また、河川からの供給は、住血吸虫病の感染率の可能性を高めている。このような状況に鑑み、給水ポンプの設置が本計画に盛り込まれている。

調査の結果によれば、計画地域内の10村落に井戸が設置されておらず、既存の2カ所の井戸は破損し使用出来ない状況にある。又、既存の1カ所の井戸は老朽化が著しく、早急な取り替えが必要である。この結果から、計13カ所の給水ポンプを設置する。この新規給水ポンプの維持管理は、受益農民による給水ポンプ維持管理委員会により行なわれる。委員会の組織図を図-4-6 に示す。委員会は、議長を含め10名の委員により構成されるが、このうち60%以上は女性でなくてはならない。この委員会の支援は、関連省庁からの上級地区職員からなる協同管理チームにより行なわれる。この協同管理チームにはNGOも関与している。維持管理費として、現在1農家当たり年間KW5が、支払われている。

(b) 精米機

本計画実施による米の生産増に対し、自家消費のため精米機を各部落グループ毎に設置する。施設の設置後、受益農民は、精米機維持管理委員会を設立する。委員会は、図-4-7 に示すように10名からなる。この委員会に対する技術支援は灌漑局にある機械サービス課が行なう。

(c) 道路

本計画では、4つの道路開発が取り上げられているが、国道からの計画地区へのアクセスを最低2アクセス確保し、計画地区の孤立を防ぐという基本方針をもって検討した結果、既存道路のD路線を1つのアクセスとする。但し、その改修はマラウイ政府の自助努力を期待し、建設省により行なわれる計画とする。もう１つのアクセスは、対岸に住む関連農民の計画地区へのアクセスの確保を主たる理由として取り上げられた頭首工－国道M10路線で、本計画のもと新規に建設される。この頭首工－国道M10路線の建設は、灌漑施設と同様工事事務所により管理される。工事終了後の維持管理は、図-4-8 に示した建設省のデイザ地区事務所により行なわれる。

(6) 運営・維持管理費

施設の維持管理費は、暫定期間内および暫定期間後に対し、それぞれ政府側維持管理費および農民組織負担分の2通りに分けて算定する。算定される項目は、以下の通りである。

(i) 政府側負担分
- 政府職員の給料
- 維持管理事務所の維持管理費
- 車両の維持管理費

(ii) 農民側負担分
- 農民組織の運営費
- 建設機器による維持管理費
- 維持管理に必要な建設資機材費
- ゲートおよびスクリーンの更新費

以上の項目について算定した維持管理費の要約は以下に、その詳細を表-4-5 に示す。

(a) 暫定期間内(Initial Stage)

(i) 政府側負担分	:	KW 824,000(KW1,030/ha)
(ii) 農民側負担分	:	KW 641,500(KW 802/ha)

(b) 暫定期間後(Final Stage)

(i) 政府側負担分	:	KW 63,000(KW 79/ha)
(ii) 農民側負担分	:	KW 831,300(KW1,039/ha)

暫定期間内および暫定期間後の農民負担分につき、農家経営収支を基にした農家所得の向上から支払いの可能性を検討した。農家収支の分析は、ムタンダムラ既存灌漑地区と天水田地区の2地区に対し、基本設計調査時に収集した資料に基づいて行なった。その結果、本計画を実施した場合、農家の財務余剰は表-4-6 および表-4-7 にそれぞれ示すようにムタンダムラ既存灌漑地区でKW11,546、天水田地区でKW10,304になる。維持管理費負担後の農家の財務余剰は以下の通りとなる。

(a) ムタンダムラ既存灌漑地区

(i) 暫定期間内(Initial Stage)の農家の財務余剰

- ha当たり負担額	:	KW 802
- 一戸当たり負担額	:	KW 321
- 財務余剰		
負担前	:	KW 11,546
負担後	:	KW11,225

(ii) 暫定期間後(Final Stage)の農家の財務余剰

- ha当たり負担額	:	KW 1,039
- 一戸当たり負担額	:	KW 416
- 財務余剰		
負担前	:	KW 11,546
負担後	:	KW 11,130

(b) 天水田地区

(i) 暫定期間内(Initial Stage)の農家の財務余剰

- ha当たり負担額	:	KW 802
- 一戸当たり負担額	:	KW 321
- 財務余剰		
負担前	:	KW 10,304
負担後	:	KW 9,983

(ii) 暫定期間後(Final Stage)の農家の財務余剰

- ha当たり負担額	:	KW 1,039
- 一戸当たり負担額	:	KW 416
- 財務余剰		
負担前	:	KW 10,304
負担後	:	KW 9,888

上表より、本開発のムタンダムラ既存灌漑地区および天水田地区の農民は、施設の維持管理費用負担後も、KW9,888からKW11,225の余剰金があり、これは開発調査時の生計費KW2,493およびKW2,680の約4倍に相当し、例え現状のインフレーション下でも十分に生活出来ると判断される。

第5章
プロジェクトの評価と提言

第５章　プロジェクトの評価と提言

5.1 妥当性に係る実証・検証及び裨益効果

本計画の実施は、以下に述べる観点より無償資金協力による実施が妥当であると判断される。

(a) 計画の主な裨益対象は、灌漑施設が殆ど整備されておらず、生産は不安定で低収量に苦しむ貧困層に属する小規模自作農およびその家族である。本計画で、灌漑施設の建設、井戸の設置、道路の整備により、農業生産性の向上および農家所得の向上などの直接裨益を受ける農民は、少なくとも9,900人以上である。

(b) 計画地区は、灌漑施設が殆ど未整備で、旱魃が発生したときは、主食のメイズさえ不足するような環境にある。本計画の実施は、当該地農民に生活基盤を保障し、民生安定および生活水準の向上に大きく貢献する。

(c) 本計画では、農民参加型開発方針が適用されるため、建設時での農民参加が実施され、且つ、運営・維持管理は農民組織により行なわれる。従い、本計画の実施により、農民組織の活性化および協調化が推進されることから、農村社会における社会経済活動の活性化が期待出来る。

(d) 実施機関である灌漑局は、本計画と同様な位置付けの小規模灌漑計画は今までに計約1,800haを開発した実績がある。また、政府事業として、1968年以降約3,600haの灌漑計画を開発してきており、現在約400haが開発中である。こういった実績をもってすれば、無償資金の制度内で、実施可能であると判断する。施設建設後は、農民組織が運営・維持管理を行なうこととなっているが、灌漑局や農業牧畜開発省が技術支援を行なうこと、さらに施設が非常に簡素な型式のため、運営・維持管理に関して特段の問題はないと判断する。

(e) 本計画の実施によりマラウイ政府が策定し、努力している長期開発計画(1987-1996)の目標達成に寄与されると判断される。特に、本計画は、小規模農家の農業生産性向上と生計の向上を図ることを目的としているから、マラウイ政府の提唱している灌漑農業開発計画と整合性を有する。

(f) 本計画は、灌漑排水施設の整備、井戸および精米機の設置および農道の整備で、収益性を目的としたものではないので、無償事業として妥当である。

5.2 技術協力・他ドナーとの連携

本計画は、事業完成後灌漑局を中心とした政府維持管理体制の下、農民維持管理組織へ技術移

管が行なわれる。その経過により施設により段階的経緯を経て、最終的な維持管理者である農民組織へ引き渡される計画である。政府維持管理組織を援助し、より効果のある活動を導き出すために技術協力が必要と考えられる。政府維持管理組織が行うべき維持管理計画および水配分計画、農民組織設立等は、事業実施時期に並行して実施されることから、技術協力もこれと時期を合わせた計画がより効果のあるものと考えられる。

現在、他ドナーが実施また計画している事業で、本計画に関連するものはない。

5.3 課題

本計画に対する現地調査と国内解析の結果、本計画は前述のように多くの直接的、間接的な効果が生じ、小規模自作農の所得向上に寄与するのみならず、マラウイ国の食糧安定・民生安定に貢献することが期待される。従って、本計画を無償資金協力で実施することは妥当であると判断される。但、マラウイ国においては、土地収用・配分に独特のものがあり、事前調査時および基本設計調査時に、土地を支配している伝統的行政区長(TA：Traditional Authority)から保証を取り付けているものの、灌漑および局による注視・管理が必要と考える。TAによる本計画への協力および土地配分実施に係る確認書を添付資料-A5および添付資料-A6に示す。また、マラウイ国においては、政府予算において非常に厳しいものがあり、本計画においても、運営・維持管理は農民組織が実施することと位置付けている。このため実施体制において、農民組織への運営・維持管理体制の移管方法および強化さらに政府側の支援体制を講じているが、政府の主導のもと確実に遂行される必要がある。以上の本計画を取り巻く環境を考慮すると、既にマラウイ側と確認済みの以下の点について充分な配慮がなされるならば、本計画はより円滑かつ効果的に実施されると考えられる。

(a) 建設用地、仮設用地、砕石採取場、土取り場等の土地収用と農民への土地配分を適正、かつ実施スケジュールに影響を及ぼさないよう円滑に行なう。

(b) 計画実施時と暫定期間中の政府側体制を確実に樹立し、必要な予算措置を行なう。

(c) 農民組織による農民参加型工事は、政府側の技術的指導のもと本設施設実施スケジュールを配慮した計画のもとに行なう。

(d) 農民組織による運営・維持管理の実施を考慮し、計画実施時および暫定期間時における農民組織への教育訓練を効率良く行なう。

(e) 農民組織による運営・維持管理に対する政府側による技術支援体制を整える。