

マラウイ共和国農業省

国際協力事業団

ブワンジェ・バレー灌漑農業開発計画実施調査

主報告書

平成6年2月

日本工営株式会社

株式会社バンフィックコンサルタンツ インターナショナル

農調展

J R

94 - 19

517
833
ATA

JICA LIBRARY



1118744{0}

マラウイ共和国農業省

国際協力事業団

ブワンジェ・バレー灌漑農業開発計画実施調査

主報告書

平成6年2月

日本工営株式会社

株式会社パシフィックコンサルタンツ インターナショナル

国際協力事業団

27390

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・バレー灌漑農業開発計画にかかるフィージビリティ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4年9月から平成6年2月までの間、3回にわたり、日本工営株式会社の尾中健二郎氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

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し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成6年2月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

伝達状

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介 殿

今般、マラウイ共和国におけるブワンジェ・バレー灌漑農業開発計画調査を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より、弊社が、平成4年9月から平成6年2月までの17ヶ月にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しまして、マラウイ国中部のデサ県、ヌチェウ県、およびマンゴチ県にまたがる調査対象地域の現状を十分に踏まえ、同地域の灌漑農業の発展と地域住民の生活水準の向上に貢献しうる3つの灌漑農業開発計画および灌漑農業開発の支援計画を策定いたしました。

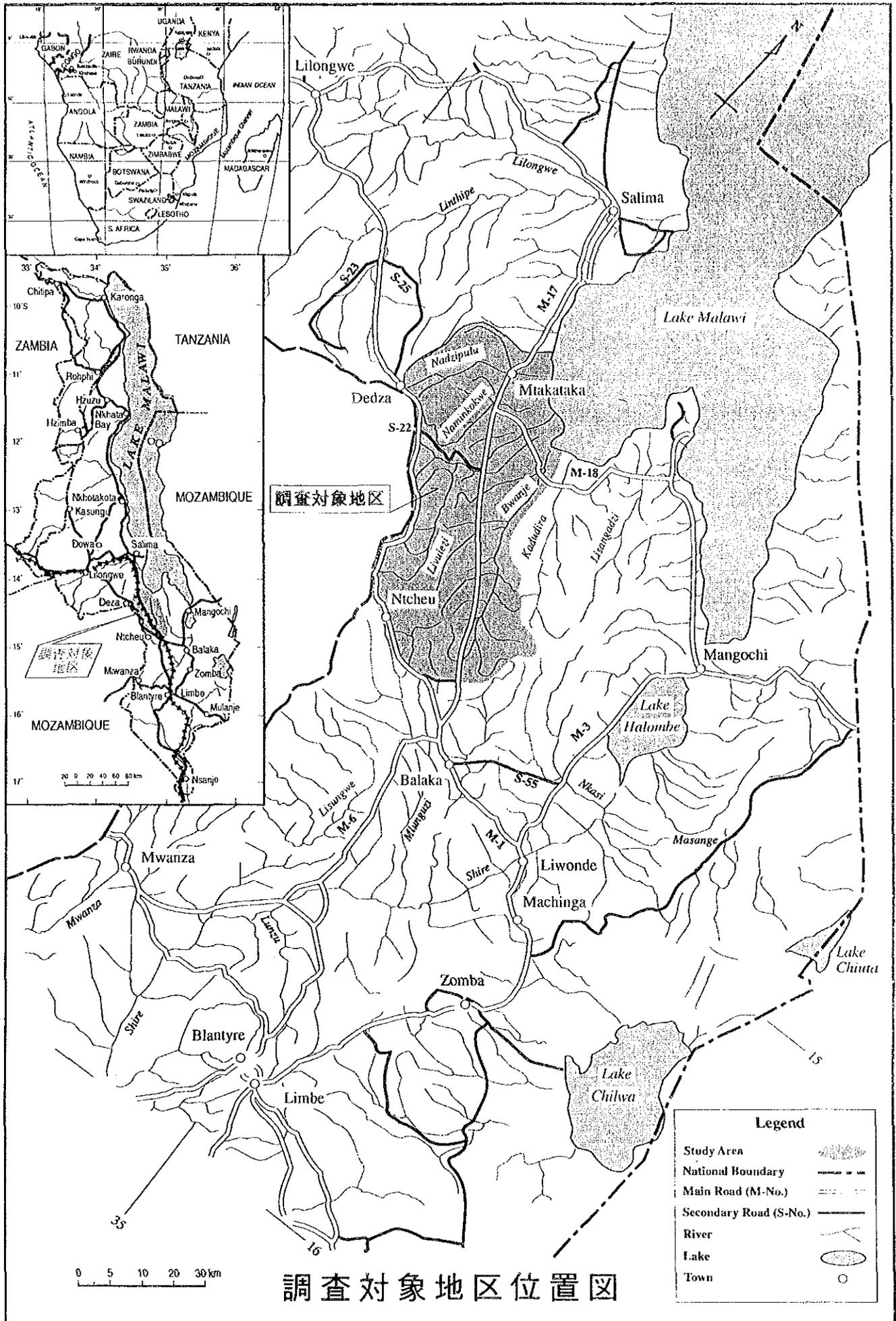
この灌漑農業開発計画は、調査対象地域内の3河川を水源とする合計1,570 haの可耕地を灌漑するものであります。さらに、灌漑農業計画地区を核とした農村道路網整備計画および農村給水施設整備計画等、灌漑農業開発の推進に役立つばかりでなく、地域住民の生活改善に寄与する開発計画を含むものであります。

尚、同期間中、貴事業団および関係各位には多大なご協力とご支援を賜り、心より御礼を申し上げます。また、マラウイ共和国農業省灌漑局関係者、在ザンビア日本大使館、貴事業団マラウイ事務所および派遣専門家の皆様より貴重なご助言とご協力をいただきました。合わせて御礼申し上げます。

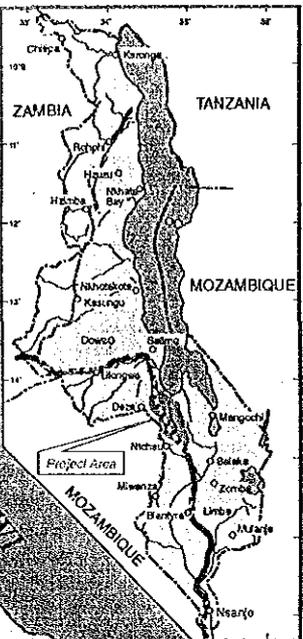
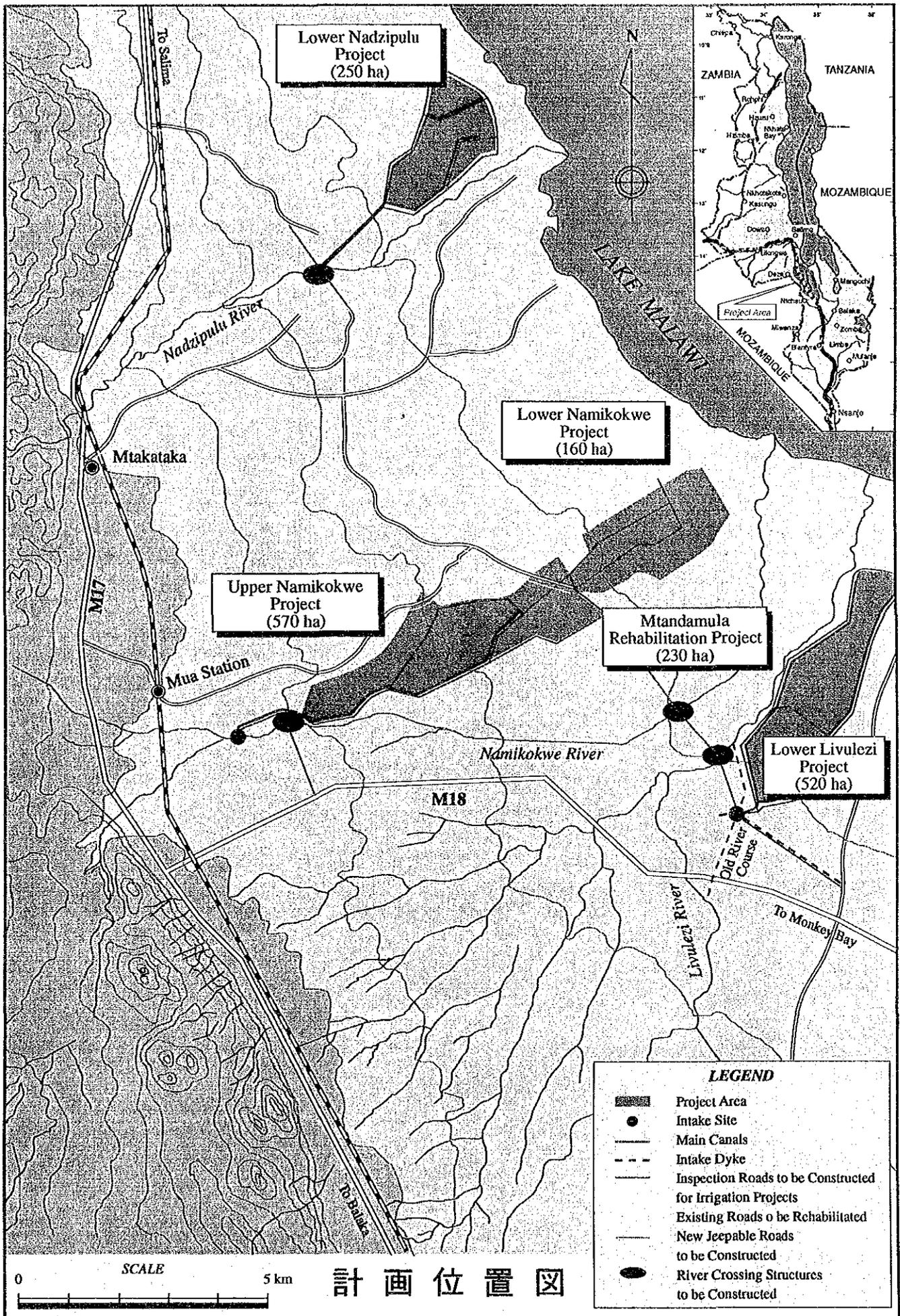
貴事業団におかれましては、ブワンジェ・バレー灌漑農業開発計画の推進に向けまして、本報告書を活用されることを切に希望いたします次第であります。

平成6年2月

日本工営株式会社／
株式会社パシフィックコンサルタンツ・
インターナショナル
共同企業体
ブワンジェ・バレー灌漑農業開発計画調査団
団長 尾中 健二郎



調査対象地区位置図



Lower Nadzipulu Project (250 ha)

Lower Namikokwe Project (160 ha)

Upper Namikokwe Project (570 ha)

Mtandamula Rehabilitation Project (230 ha)

Lower Livulezi Project (520 ha)

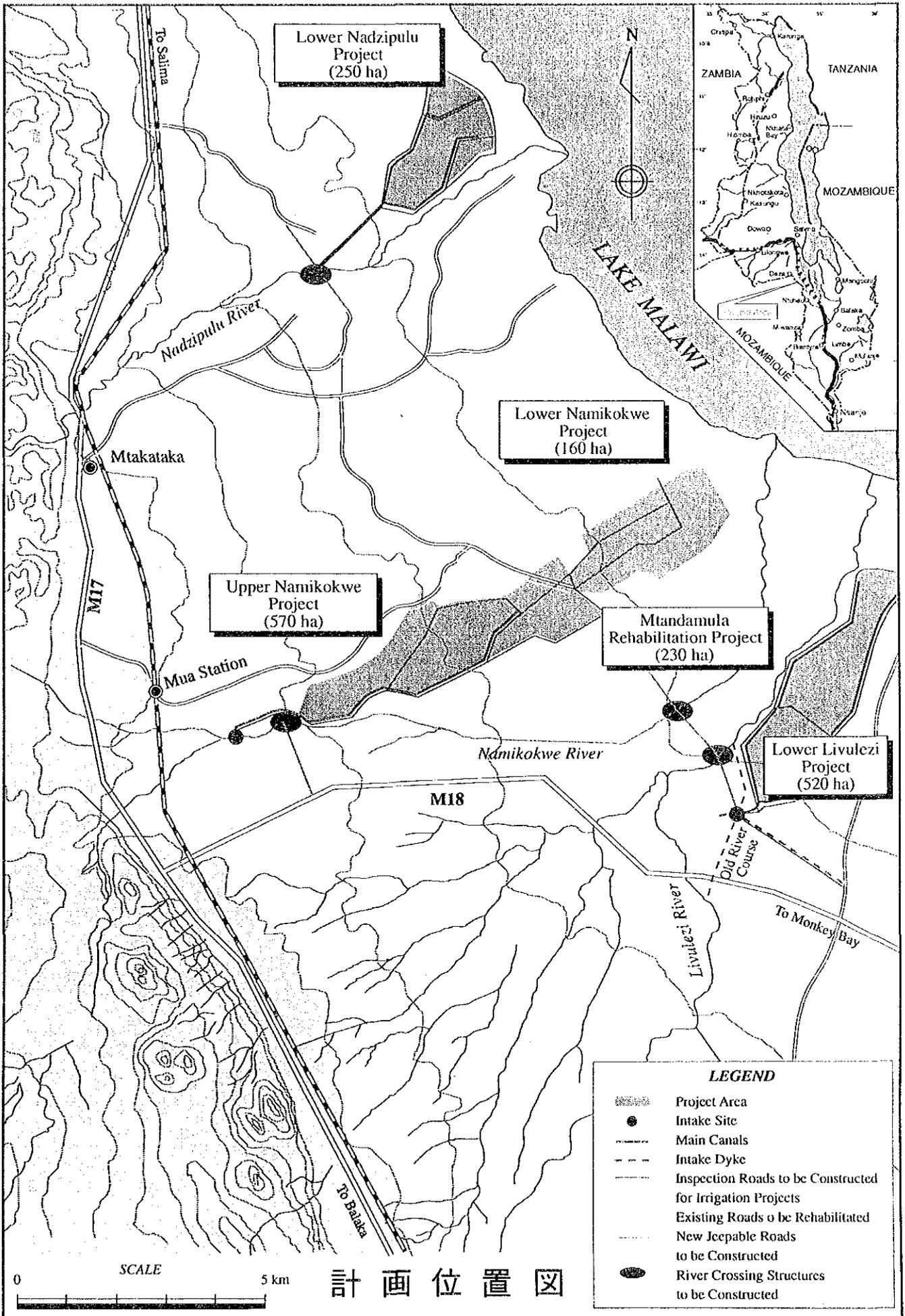
Mtakataka

Mua Station

M18

To Monkey Bay

計画位置図



要 約

序 章

はじめに

0 1 本報告書は、国際協力事業団（JICA）とマラウイ国農業省が1992年4月14日に締結した「ブワンジェ・バレー灌漑農業開発計画調査」の実施細則（Scope of Work）に基づき作成した最終報告書である。

調査実施の背景

0 2 1980年代前半、自作小農に対する支援・助成の立遅れによる食糧作物の生産性低迷と干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。1987年、マラウイ政府は、自作小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。

0 3 1992年10月、JICAは、マラウイ国プロジェクト形成調査（農業分野）により、同国の中で経済的に最も立ち遅れたブワンジェ・バレー地域の灌漑農業開発の開発構想を打出した。

0 4 マラウイ政府は、長期開発計画の骨子および上記開発構想に基づき、1991年8月、ブワンジェ・バレー地域における灌漑農業開発計画に係わるフィージビリティ調査の実施を日本国政府に要請した。1992年4月、JICAは事前調査団をマラウイに派遣し、マラウイ国政府の要請内容を確認すると共に、ブワンジェ・バレー灌漑農業開発計画調査の実施細則を締結した。

調査の目的

0 5 本調査は、調査対象地域をナジプール川、ナミコクウェ川、リブレジ川、およびブワンジェ川の4流域、2,500 km²とし、つぎの2点を目的として実施する。

- (a) 最適な灌漑農業開発計画を策定し、その技術的、経済的実施妥当性を評価する。
- (b) マラウイ国のカウンター・パートに対する技術移転を行う。

調査工程

0 6 本調査は、2フェーズ、17ヶ月間で実施した。各フェーズの目的と工程は以下の通りである。

- フェーズ I： 4流域全体の調査および開発基本構想の策定
 - ー現地作業；1992年9月から12月
 - ー国内作業；1993年1月から3月
- フェーズ II： 開発計画の策定および評価
 - ー現地作業；1993年6月から9月
 - ー国内作業；1993年10月から1994年2月

計画の背景

国家経済

07 マラウイの国家・経済に関する基本的な情報は以下の通りである。

国土面積	: 119,140 km ² (21 %, 24,000 km ² は湖水面積)
耕地面積	: 20,143 km ² (13,833 km ² ; 自作小農耕地、6,310 km ² ; エステート耕地)
総人口	: 795 万人 (1987 年, 人口密度は 85 人/km ²)
人口増加率	: 3.7 % (1977 - 1987 年)
GDP	: 61 億 MK (1991 年, 農業部門は GDP の 30 %, 就業人口の約 85 % を占める)
GDP の成長率	: 3.6 % (1980 年代後半)
	4.8 % (1990 年)
	7.8 % (1991 年)
	7.9 % (1992 年)
総輸出額	: 14.27 MK (農業産品は 94 % を占める)
総輸入額	: 20.67 MK (貿易収支は 6.4 億円の赤字)

1980 年代の急激な人口増加は、近隣諸国からの移住の影響が大きく、1989 年にはモザンビークからの難民流入は総人口の 10 % 当たる 80 万人に達した。このことは、主要輸出産品価格の低迷、干魃による農産物の不作、モザンビーク内戦による輸送コストの高騰とともにマラウイの経済を圧迫している。

農業

08 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。メイズ生産は、自作小農の伝統的な耕種法によって天水状況下で行われているため、天候の影響を受けやすく、生産量は年により大きく変動する。一方、砂糖きび、タバコ等の換金作物は、主としてエステート農家により栽培されている。砂糖等の余剰生産物は EC 諸国に輸出していたが、近年の国際価格の低迷や輸送コストの上昇により輸出量が低下した。タバコは、同国最大の外貨獲得源であり、輸出総額の 70 % を占める。

農業開発政策および計画

09 マラウイ政府は、長期開発計画 (1987-1996 年) の具体的な方策として、灌漑設備の拡充、農業研究の推進、流通、畜産、農産加工分野の改善と開発に重点を置いている。マラウイ政府は、同長期計画に基づき、以下の計画を策定・実施してきた。

- (a) 自作小農向け農業金融機関 (SACA) の設置
- (b) 農業研究および普及
- (c) 国家畜産開発計画
- (d) 農村開発計画
- (e) 自作小農灌漑地区の修復

マラウイにおける灌漑事業の現況

10 マラウイの灌漑農地 22,500 ha の内、自作小農が耕作を行っている農地は約 4,500 ha で、政府支援を受けている 16 地区 3,500 ha と農民の自助努力により建設・運営されている灌漑耕地が約 1,000 ha である。政府支援地区は、主に英国と台湾の援助により 1960 - 70 年代に建設されたもので、主に水稻栽培に使用している。同地区の灌漑施設は一般に老朽化が著しく、維持管理費用の高騰は政府財政を圧迫している。一方、自助努力による灌漑地区は、1980 年代以降に EC 等の一部援助をもとに建設されたが、建設、維持管理は主に農民の手作業によって実施されてきたが、水田均平等に問題があり、一般に収量は低い。

11 政府の灌漑部門に対する開発戦略は以下の通りである。

- (a) 既存の灌漑水稻栽培地区の改修
- (b) 総面積 20,000 ha をもつシレ・バレー下流域における灌漑開発可能性調査の実施
- (c) 投資資金の回収が可能な自作小農向け灌漑地区の開発
- (d) 灌漑計画および普及に対する制度の改善

一方、灌漑技術者の不足が顕著であり、今後の灌漑事業推進と円滑な事業の管理運営のために、灌漑技術者の育成が課題である。

調査対象地域の現況

地 形

12 調査対象地域は、谷地を含む起伏に富んだ台地およびリフト・バレー内の平坦な沖積平野よりなる。台地部分は、調査対象地区の西部に位置し、標高 2,000 m を越える山岳を含むが、概ね標高 600 - 1,500 m の範囲にある。リフト・バレー内の平坦な沖積平野は、標高 475 - 550 m の範囲にあり、ところにより微地形（地表面の凹凸）が見られるが、概して平坦である。計画対象地区を流れる 4 河川は、上記台地を源として沖積平野に落ち込み、1/200 - 1/500 の勾配をもってマラウイ湖に流下する。沖積平野を流れる河川の河道は不安定で、雨期の氾濫による低湿地（dambos）が見られる。

土壌および土地適性

13 調査対象地域の土壌は、FAO の土壌分類基準によれば、以下の 7 土壌に分類される。

- (a) Eutric-fersialic 土壌、 (b) Fluvic 土壌、 (c) Gleyic 土壌、 (d) Mopanic 土壌、 (e) Paralithic 土壌、
- (f) Vertic 土壌、 (g) Eutric ferralic 土壌。

1 4 調査対象地域の灌漑耕作に対する土地適性は以下の通りである。

評価基準	ナジプール川					ナミコクウェ川		リブレジ川		ブワンジェ川		合計	
	単位：ha (%)												
水 稲													
適 地	2,630	5,000	11,670	28,120	47,510	(19.0)							
不 適	33,490	30,680	58,540	79,780	202,490	(81.0)							
畑作物													
適 地	4,210	6,790	20,150	40,640	71,790	(28.7)							
不 適	31,910	28,890	50,060	67,350	178,210	(71.3)							
合 計	36,120	35,680	70,210	107,990	250,000	(100.0)							

気象・水文

1 5 調査対象地域の農業気象は以下の通りで、農業生産に適した気候と言える。

年平均降水量	: 970 mm (雨期; 11月 - 4月、99%の降水がある)
年平均気温	: 25℃ (月最高(11月); 28.1℃, 月最低(6月); 21.2℃)
年平均湿度	: 66% (月最高(2月); 80%, 月最低(9月); 53%)
年平均風速	: 2.4 m/秒 (月最高(10月); 3.0 m/秒, 月最低(2月); 1.8 m/秒)
年平均日照時間	: 8.5 時間 (月最高(9-10月); 9.8 時間, 月最低(2月); 6.6 時間)
年平均蒸発量	: 2,100 mm (月最高(10月); 240 mm, 月最低(6月); 145 mm)

1 6 調査対象地域内の4河川とその流量は以下の通りである。

河川	支川	流域面積 (計測地点)		年平均流量 (m ³ /sec.)	流量幅 (m ³ /sec.)
		(km ²)	(m ³ /sec.)		
ナジプール川		224 (3F3)	2.81	0.26 - 7.35	
	ナカインガワ川	63 (合流地点)	0.44	0.04 - 1.57	
ナミコクウェ川		129 (3E2)	1.49	0.16 - 5.29	
	ナジボクウェ川	30 (合流地点)	0.62	0.05 - 2.16	
リブレジ川		452 (3E3)	3.34	0.45 - 14.1	
ブワンジェ川		629	データなし	データなし	

1 7 調査対象地域内河川の既往最大洪水量およびドレイトン (Drayton) の算定式を用いて推定した確率洪水量は以下の通りである。

(既往最大洪水量)			
河川名	流域面積	既往最大洪水流量	年/月
	(km ²)	(m ³ /sec)	
ナカインガワ川	63.4	109.0	1979年2月
ナジプール川	224.0	91.7	1968年1月
ナジボクウェ川	30.1	80.5	1982年2月
ナミコクウェ川	129.0	130.2	1982年2月
リブレジ川	452.0	372.0	1986年1月

(確率洪水量)

(単位：m³/sec)

河川名	確率洪水年				
	5	10	25	30	50
ナカインガワ川	56	74	101	107	123
ナジプール川	104	137	186	196	227
ナジボクウェ川	33	43	58	61	71
ナミコクウェ川	86	113	154	162	188
リブレジ川	171	225	305	322	373

18 調査対象地域の各河川流水は、pH値、電気伝導度、含有イオン等の分析値が適正な範囲にあることから、全ての河川水が灌漑水に適していると判断できる。一方、各河川の水利権は以下の通りである。

河川名	水利権量 (m ³ /日)	目的
ナカインガワ川	200.0	道路工事
ナジプール川	90.9	雑用水
ナジボクウェ川	568.0	雑用水/発電/灌漑
ナミコクウェ川	200.0	道路工事
リブレジ川	200.0	道路工事

地下水

19 調査対象地域の利用可能地下水は量的に限られたものと思われる。マラウイ政府の実施した地下水調査によれば、第四期層中の非固結堆積物の深さは30~70mの範囲にあり、しばしば粗粒の碎屑性の含んでいる。井戸の揚水量は、0.3~3.0 lit/sec/mの範囲にある。水質は、電気伝導度が750 μ mho/cm以下の塩類含有量の中程度のものから、1,000 μ mho/cm以上の塩類含有量の高いものまでさまざまである。

土地利用および土地所有形態

20 調査対象地域の土地利用現況および土地所有形態は下表の通りである。

土地利用	面積 (ha)	割合 (%)
農地	159,400	63.7
- 天水耕地	(156,400)	
- 湿地	(2,800)	
- 灌漑地	(200)	
草地 (村を含む)	32,900	13.2
天然林および薪炭林	55,200	22.1
湿地/沼地	800	0.3
裸地/植生の僅かな土地	1,700	0.7
合計	250,000	100.0

土地所有形態	面積 (km ²)	割合 (%)
伝統的土地	2,168	86.7
公共地	190	7.6
自由所有地	4	0.2
借地	138	5.5
合計	2,500	100.0

行政機構および人口

21 調査対象地域は、南部州のデザ県およびヌチエウ県、中部州のマンガチ県の3県（10伝統的行政区）に属す。農業省の行政区分では、サリマADD（調査地域の47%）とリロングエADD（同53%）に属している。調査対象地域の人口は294,000人（1987年）、人口密度は118人/km²で、1977年から1987年までの10年間で人口は160%増加している。世帯数は68,400世帯、1世帯当たりの平均家族数は4.3人である。母系社会であり、調査対象地域の世帯の内、30~40%は女性が世帯主となっている。

作物生産・家畜

22 調査対象地域の主要作物はメイズで、その他に、米、落花生、豆類、綿花等が栽培されているが、ほとんどの作物は11月から5月の間に天水条件下で栽培されている。主要作物の生産状況を以下に示す。

主要作物	栽培面積	年生産量	単位収量
メイズ	44,200 ha	44,200 ton	977 kg/ha
水稲	478 ha	585 ton	1.22 ton/ha
落花生	1,167 ha	2,386 ton	2.0 ton/ha
綿花	1,850 ha	1,371 ton	740 kg/ha

調査対象地域におけるメイズおよび米の生産は、(i) 改良品種および農薬・肥料普及の遅れ、(ii) 乾期の水不足、(iii) 不十分な灌漑施設、農耕機具および農耕用家畜の不足、(iv) 雨期の排水不良、(v) 雑草の繁茂、(vi) 鳥およびカバによる被害等によりその収量はマラウイの全国平均を下回っている。1990年現在、調査対象地域の平均的農家1戸当たり、牛0.42頭、ヤギおよび羊が0.74頭を飼育している。

農家経済

23 干魃年であった1991/92年の農民の年収は200 MK から1,900 MKであり、生計費の年間支出は430 MK から780 MK である。生計費支出の約60%は食糧に充てられており、食糧以外の生計費は1世帯あたり130 MKから590 MK である。このことから、調査対象地域の農民の生活水準は非常に低いと言える。

灌漑地区

24 調査対象地域内の2灌漑地区；ムタンダムラ、ムワラオエラの2つの灌漑地区における技術的問題

点は、(i) 取水施設からの取水が不安定であること、(ii) 老朽化のため灌漑効率が低下していること、(iii) 農地の均平が不十分であるため、灌漑水が灌漑地に行きわたらないことの3点である。

2.5 サリマADD管内の11既存灌漑区（既に放棄された地区を含む）の技術的な問題点と新規灌漑計画策定に対する留意点は以下の通りである。

- (i) 洪水被害および堆砂を防ぐための方策、
- (ii) 灌漑効率を高めるための灌漑施設改善、
- (iii) 灌漑技術の普及強化、
- (iv) 維持管理費用を低減するための維持管理の簡素化、
- (v) 灌漑水稻栽培地の農地均平度の向上、および
- (vi) 安定的高収量を得るための農業支援サービスの強化。

農産物流通と農産加工

2.6 マラウイにおける農作物の流通は、農業開発流通公社（ADMARC）、民間流通業者、およびエステートの流通部門の3つの流通経路による。メイズの流通の90%は、ADMARCが担っているが、米については、その換金作物としての需要の伸びとともに市場性が高まったことから、民間業者による流通活動が大きな比重を占めている。農業資材の供給は、世界銀行、欧州開発基金、ドイツからの資金援助によってADDが運営している農業金融制度のもとで行われており、自作農民はそれら農業金融を農民クラブを通じて受け取っている。

2.7 サリマADD管轄地区内外の農産加工および収穫後処理施設としては、バラカにあるADMARCの綿織り工場、サリマにあるチゴナミカンゴ会社の綿織り工場、コタコタのティイエセ会社が運営している製粉工場、およびコタコタのマラウイ製油会社（NOIL）による精米所がある。サリマADDにおけるADMARCの既存貯蔵庫の容量合計は34,100トンで、この他にサリマADDの各市場に合計49,000m²の簡易貯蔵施設があり、現在の需要を満たしている。

農村インフラ

2.8 調査対象地域とその周辺には、下記の主要道路網が配置されているが、調査対象地域内の支線道路は、極めて未整備の状態となっている。

道路名	調査地域内の道路部位	備考
M17	サリマーバラカ	サリマーマア間の62 km は改修中 (1994年完了予定)
M14	サリマーリロングエ	内 103 km は改修中
M18	(サリマー) ムタカタカーマンゴチ	
M1	リロングエーデザーチェウーブランタイヤ	
M8	バラカーリウォンデ	

29 調査対象地域の主な飲料水源は、掘抜き井戸およびボーリング井戸である。1992年12月現在、サリマADD管内にはボーリング井戸が1,060箇所、掘抜き井戸が630箇所あり、そのうち約60%が使用できる状態にある。これは、井戸一箇所あたり150~200世帯が依存していることとなり、現在世界銀行等が推進している地下水開発計画の目標値(100世帯/1井戸)を大きく下回っている。

農業支援システムおよび農民組織

30 サリマADDは、調査対象地域における最も重要な農業支援組織であり、種子増殖、研究、普及・訓練、および農業金融を実施している。1991年末現在のサリマADDの職員数は476人で、そのうち5人がシニア職員、41人が中級職員、残り430人が下級職員である。サリマADDは現在、(i)熟練職員の欠如、(ii)職員の交通手段の欠如、(iii)予算不足、といった問題を抱えている。

31 農民クラブは、(i)サリマADDからの農業金融の受取り、(ii)地域コミュニティーを統括するユニット、(iii)流域保全のためのユニット、として重要な機能を果たしている。調査対象地域には、約1,000もの農民クラブがあり、全農民の約20%に当たる24,000の農民が所属している。調査対象地域にあるムタンダムラおよびムワラオエラ灌漑地区では、灌漑施設の建設を農民の参加によって実施した。また、同灌漑地区では、サリマADD職員の支援の下で、農民自身で構成している管理委員会が水管理を行っている。

農民の要望

32 調査対象地域の農民は、灌漑・排水施設の建設、耕作地の拡張、農業資材の供給、普及および農業金融の強化等を強く希望している。農村開発に関して農民が強く望んでいるものは、井戸、病院、精米所の建設である。

開発ポテンシャルおよび開発対象地区

土地資源のポテンシャル

33 調査対象地域内の各河川流域の灌漑耕作に対する土地適性は以下の通りである。

河川名	総流域面積 (ha)	灌漑水稲適地 (ha)	灌漑畑作適地 (ha)
ナジプール	36,100	2,630	4,210
ナミコクウェ	35,700	5,000	6,790
リブレジ	70,200	11,670	20,150
ブワンジェ	108,000	28,210	40,640
合計	250,000	47,510	71,790
総流域面積比	(%)	19	29

最適灌漑水源

3.4 調査対象地域における灌漑開発のための水源は、ナジプール川、ナミコクウェ川、およびリブレジ川からの直接取水とする。ブワンジェ川は、河道が変化しやすく乾期流量が著しく低いことから、灌漑水源としての利用が困難であるため、本計画における水源の検討から除外した。水源3河川の1969/70年(計画年)の月別平均流量は下表の通りである。

(単位：m³/秒)

月	ナジプール川	ナミコクウェ川	リブレジ川
11	0.31	0.13	0.17
12	0.58	0.80	0.27
1	5.25	1.83	6.66
2	2.85	1.60	3.63
3	5.71	3.68	8.77
4	2.50	1.79	3.34
5	1.17	0.73	1.22
6	0.91	0.52	0.90
7	0.67	0.35	0.64
8	0.46	0.23	0.36
9	0.31	0.15	0.20
10	0.18	0.09	0.11

開発可能面積

3.5 調査対象地区内の3河川流域における利用可能水量から算定した最大灌漑可能面積は下記の通りである。

(単位：ha)

河川名	雨期灌漑可能面積	乾期灌漑可能面積
ナジプール川	1,658	224
ナミコクウェ川	1,104	123
リブレジ川	946	239
合計	3,708	586

灌漑開発地区の選定

3.6 調査対象地域3河川流域の5灌漑開発地区を本灌漑開発の計画地区として下記の通り選定した。

No.	灌漑地区名	面積 (ha)	備考
(i)	ナジプール川流域		
	－ナジプール川下流域灌漑地区	250	新規開発
(ii)	ナミコクウェ川流域		
	－ナミコクウェ川上流灌漑地区	570	新規開発
	－既存ムタンダムラ灌漑地区	230	既存施設改修
	－ナミコクウェ川下流灌漑地区	160	新規開発

(iii) リブレジ川流域		
ーリブレジ川下流灌漑地区	520	新規開発
合計	1,730	

灌漑開発地区の現況

37 上記5灌漑開発地区を含む計画地区は、カチンダモト伝統区 (TA) の管轄下にある。計画地区とその周辺には42の集落があり、合計3,780世帯、15,800人が居住している。1世帯の平均家族数は4.2人である。全世帯のうち約40%が女性が世帯主となっており、地域社会の90%以上が母系社会である。

38 計画地区の現況土地利用は下表に示す通りである。

(単位：ha)

土地利用	灌漑開発計画地区名					合計
	ナミコウエ上流	既存ムタンダムラ	ナミコウエ下流	リブレジ下流	ナジブール下流	
農地	300	230	110	190	80	910
灌漑水稲	0	230	0	0	0	230
天水水稲	150	0	110	0	80	340
畑作物	150	0	110	0	80	340
非農地	350	0	180	560	190	1,280
合計	650	230	290	750	270	2,190
純灌漑可能面積	570	230	160	520	250	1,730

39 計画地区における作物栽培は、ムタンダムラ既存灌漑地区を除き、全て天水条件下で行われている。主要作物はメイズと米であり、雨期の初めに播種され、耕起から収穫まで手作業で行われている。メイズは、11月から12月にかけて播種され、5月から6月にかけて収穫される。計画地区の農家の約60%はローカル品種を、16%がNSCM-42やMH-16等の高収量品種を、そして24%が両品種を栽培している。水稲は、11~12月に播種され5~6月に収穫される。移植栽培は、ムタンダムラ既存灌漑地区において行われており、その他の地区では直播が主である。米作農家の約75%が「Faya」種を用いており、肥料および農薬は使われていない。

40 メイズの単位収量は、ローカル品種が約1トン/ha、高収量品種が約1~2トン/haである。水稲収量は、天水田において約1~1.5トン/ha、灌漑水田において約2.7トン/haである。米の低収量の原因の中で、水田の均平不足がもっとも大きい原因となっている。

41 計画地区における社会インフラは未整備の状況にある。国道および主要な村へ通じる全天候型道路は、全長約60km (0.3km/km²) に過ぎない。計画地区は、地区内を流れる3河川によって分断され国道以外には橋がないため、雨期には河川の氾濫によって集落間の交通が遮断される。また、計画地区農民の飲料水は、浅井戸 (23%)、ボーリング井戸 (50%)、湖・河川 (27%) に依存している。計画地区内にはボーリング井戸が13と浅井戸が4あるが、それらの井戸の状態は悪く、乾期にはしばしば枯渇する。

4 2 下表に示す計画地区内の標準農家の経済状況によれば、農家の生活水準は非常に低いと言える。

(単位：MK)

項目	ムタンダムラ地区農家 (灌漑地区)	その他の農家 (天水地区)
1. 家族数	4	4.3
2. 耕作面積	1.4	1.2
3. 収入	2,281	705
4. 総支出	1,979	756
(生計費)	1,685 (402)*	689 (160)*
5. 収支	302	-51

*：一人当たりの年間生計費

4 3 一米作期間の女性の農作業時間は約 1,000 時間であり、加えて料理、水汲み、薪運び、精米およびメイズの製粉、育児を行っている。1日4回行われる水汲みは、井戸および川/湖への平均距離が約 1 km と長いと、かなりの重労働となる。地区内の女性は、1日平均2時間を水汲みに、0.5～1時間をメイズ製粉に費やしている。このように女性の労働環境は厳しく、特に寡婦にとっては、労働力不足のために栽培面積が減少し、収入が減る等大きな問題となっている。この問題の解決には、井戸の増設および精米/製粉機の導入が考えられる。

4 4 計画地区内の農民の多くは耕作面積の拡大による農業収入の増加を希望しており、75%の農民は野菜の栽培を希望している。ムタンダムラ既存灌漑地区の農民全と、天水農業を営んでいる農家の40%が、灌漑施設の建設および維持に対して労働力を提供する意向を示し、計画地区内の全ての村長が、灌漑施設運営に関して、施設運営開始当初はサリマADDが、その後は農民独自で運営していくことを望んでいる。さらに、維持管理費用に関しては、農民が現物（生産物）を水代として支払うことを希望している。

開発計画

開発基本方針

4 5 本開発計画は、以下の開発基本方針に基づいて策定された。

- (i) 灌漑開発による土地および水資源の最大活用
- (ii) 耕種法の改善による作物収量の増大
- (iii) 灌漑農業開発に対する支援体制の強化
- (iv) 基本的な農村基盤施設の整備

4 6 本開発計画の策定に当たり、計画地区特有の自然条件を考慮し、既存河川からの取水により安定した灌漑用水供給を目指す。さらに、農業投入材と耕種法の改善、地域経済の適性な開発を推進するための人的資源の活用を図る。また、井戸、精米施設、農道等の農村基盤施設の整備を通じて、地域農民の福利の向上と本事業の円滑な運営を図る。

農業開発計画

4 7 計画地区の3河川流域、5灌漑計画地区の土地利用計画は以下の通りとなる。

	雨期土地利用		乾期土地利用	
	灌漑水田	灌漑畑作 (メイズ)	灌漑畑作 (野菜)	
ナジプール川流域				
ーナジプール下流灌漑地区	250 ha	205 ha	19 ha	
ナミコクウェ川流域				
ーナミコクウェ上流灌漑地区	570 ha	80 ha	43 ha	
ームタンダムラ既存灌漑地区	230 ha	106 ha	17 ha	
ーナミコクウェ下流灌漑地区	160 ha	111 ha	12 ha	
リブレジ川流域				
ーリブレジ川下流灌漑地区	520 ha	200 ha	39 ha	

4 8 本開発計画の導入作物の選定に当たり、以下の点を考慮した。

- (i) 気象、土壌条件に対する作物生理特性
- (ii) 作物の市場性と収益性
- (iii) 灌漑条件下における単位収量増
- (iv) 所要農業労働力と計画地区内外の投入可能労働力
- (v) 農民の作物栽培に対する経験
- (vi) 作物の貯蔵性と加工適性

本計画における雨期の導入作物は米とし、農業投入資材と農家の経済的負担の少ないフアヤ品種を導入することとした。乾期導入作物は、成育期間90日のメイズおよび野菜の早生品種とする。

4 9 本灌漑開発計画の期待収量は、米4,500 kg/ha、メイズ2,000 kg/ha、野菜10 ton/haと設定した。作物収量は、建設完了後徐々に増加し、3年後に期待収量に達するものとする。3流域の5灌漑計画地区における作物生産量を以下に示す。

(単位: ton)

灌漑計画	事業を実施した場合			事業を実施しない場合	
	米	メイズ	野菜	米	メイズ
ナジプール川流域					
ーナジプール下流地区	1,130	220	190	0	80
ナミコクウェ川流域	4,320	120	720	980	260
ーナミコクウェ上流地区	2,565	—	—	360	150
ームタンダムラ既存地区	1,035	—	—	620	0
ーナミコクウェ下流地区	720	—	—	0	100
リブレジ川流域					
ーリブレジ下流地区	2,340	240	390	290	0
合計	7,790	580	1,300	1,270	340

5 0 主な農業生産資材の水稲および畑作（メイズ）の単位面積当たりの必要投入量と各灌漑計画地区の必要投入量は以下の通りとなる。

作物	(単位：kg/ha)		
	種子 (46% N)	尿素 (46% P ₂ O ₅)	三重過酸化リン酸
灌漑水稲	40	190	54
灌漑メイズ	25	-	-

灌漑計画	灌漑面積 (ha)	(単位：ton)			
		米種子	メイズ 種子	尿素	三重過酸化リン酸
1. ナジプール下流	250	10.0	2.8	47.5	13.5
2. ナミコクウェ上流	570	22.8	1.5 *	98.8	30.8
3. ムタンダムラ	230	9.2	0	43.7	12.4
4. ナミコクウェ下流	160	6.4	0	30.4	8.6
5. リブレジ下流	520	20.8	3.0	98.8	28.1
合計	1,730	69.2	7.3	319.2	93.4

注：* ナミコクウェ上下流およびムタンダムラ灌漑計画地区を含む

5 1 計画実施後の農家の平均灌漑耕作面積を 0.4 ha とし、計画実施後の所要農業労働力を以下の通り分析した。

- (i) 年間総労働力需要は現況の3,015人時間から3,266人時間に増加する。
- (ii) 労働力不足を補うために、天水メイズの播種は、米の代かき、移植作業の半月程度前に行う。
- (iii) 最労働力需要は、米の移植、メイズの除草を行う12月に発生し、労働力不足量は72人・時間(約10人日)と推算される。この労働力不足は雇用労働でまかなう必要がある。さらに畜力の利用促進と省力化を目的とした、耕種法の改善が必要である。

5 2 本灌漑農業開発計画の主要生産物である米の付加価値を高めるために、精米所および関連施設からなる収穫後処理施設を設置する。収穫後処理施設は、1.0トン/時間の精米能力を持つ精米機、天日乾燥場、および倉庫からなる。後述の3灌漑開発計画地区に設置する収穫後処理施設の箇所数は以下の通り。

ナジプール川下流灌漑開発計画	：	2ヶ所
ナミコクウェ川統合灌漑開発計画	：	5ヶ所
リブレジ川下流灌漑開発計画	：	3ヶ所

灌漑排水計画

5 3 灌漑排水計画策定に当たり、土地および水資源の最大利用を基本として、水源となる河川の特性、計画地区の地形、および既存灌漑地区の技術的問題点の解析結果に基づき、下記の点に特に留意して各河川流域ごとの適性な灌漑開発計画を策定した。

- (i) 安定した取水地点の選定
- (ii) 十分な洪水流下断面の確保
- (iii) 洪水堤防の設置等による洪水被害防御（管理道路としての併用）
- (iv) 計画地区外からの流出水の処理
- (v) 水田均平状況の改善（既存灌漑地区の改修）
- (vi) 地区内道路網の整備
- (vii) 工事の安全性と建設方法

5.4 適性な灌漑開発計画の策定は、3河川流域に設定された5ヶ所の灌漑地区に対し、取水計画、灌漑施設計画、工事方法、建設工事費用、灌漑面積等について比較案を策定し、(i) 技術的实施妥当性の評価、(ii) 経済的投資効果の評価、(iii) 資源の最大利用、(iv) 地区内外の利用可能労働力、の視点より比較検討して、最も優れた比較案を計画案とした。各流域に対する開発比較案と選定結果を以下に示す。

灌漑開発比較案	灌漑面積	選定結果	比較案内容
ナジプール川流域			
(a) ナジプール下流計画	250 ha	◎	取水地点、工事方法の比較
ナミコクウェ川流域			
(b) ナミコクウェ上流計画	570 ha		取水地点、工事方法の比較
(c) ムタンダムラ改修計画	230 ha		取水地点、工事方法の比較
(d) ナミコクウェ下流計画	160 ha		取水地点、工事方法の比較
(e) 統合灌漑計画-1	800 ha	◎	(b)+(c)
(f) 統合灌漑計画-2 (b+d)	730 ha		(b)+(d)
(g) 統合灌漑計画-3 (b+c+d)	960 ha		(b)+(c)+(d)
リブレジ川流域			
(h) リブレジ下流計画（比較案-1）	520 ha	◎	河川改修／道路構造物改修を含む
(i) リブレジ下流計画（比較案-2）	380 ha		河川改修／道路構造物改修を含まず

ここに、◎：流域の灌漑開発計画として採用

5.5 灌漑施設設計に使用した単位灌漑用水量および排水量は以下の通り。

単位灌漑用水量	:	水稲	;	1.42 lit./sec./ha
		畑作物	;	0.88 lit./sec./ha
単位排水量	:	水田	;	7.64 lit./sec./ha
		水田以外の土地	;	16.01 lit./sec./ha

5.6 本開発計画の灌漑システムは、頭首工、幹・支線用水路、3次用水路、および水路関連構造物からなる。取水施設および幹・支線用水路の設計容量は、24時間配水を基本として、設計用水量（最大灌漑用水量）と各水理構造物の支配灌漑地区面積によって決定した。3次用水路は、8haを1灌漑ブロックとしたローテーション灌漑を基礎として設計した。ローテーションの間隔は10日とした。

5 7 3 河川流域の灌漑開発計画は以下の3事業である。各灌漑開発計画の概要は下表の通りである。

流域河川 灌漑計画	ナジプール ナジプール下流	ナミコクウェ 統合灌漑計画	リブレジ リブレジ下流
灌漑面積	250 ha	800 ha	520 ha
灌漑施設			
頭首工	1カ所	1カ所	1カ所
幹線水路	7.0 km	6.7 km	11.1 km
支線水路	0.6 km	8.3 km	1.0 km
末端水路	18.4 km	55.7 km	38.3 km
排水路	5.2 km	12.2 km	13.7 km
管理用道路	7.9 km	12.8 km	8.5 km
農道/洪水防御堤	4.5 km	7.0 km	6.1 km
連絡道路	2.0 km	2.4 km	2.5 km
河川横断施設の改修	-	-	要
河川浚渫	-	-	1.0 km

農村基盤施設開発計画および灌漑農業支援強化計画

5 8 農村基盤施設開発計画として、調査対象地域の劣悪な道路状況の改善と道路網の整備のための農村道路網整備計画、生活用水の供給システムの改善を図る上水供給計画、および本灌漑開発計画の円滑な実施と開発便益の早期達成のための灌漑農業支援強化計画を策定した。

5 9 農村道路網整備計画の概要は以下の通りである。

(A)	国道M-18 - ジョカ村 - ナジプール下流灌漑計画地区 - チャタラ
	改修延長 : 6.5 km
	新設延長 : 2.5 km
(B)	ムタカタカ(国道M-17) - チャタラ - チトゥラ
	改修延長 : 13.0 km
	新設延長 : 2.5 km
(C)	ムア駅(国道M-17) - ムワシンジャ
	改修延長 : 12.0 km
(D)	チャタラ - ムワシンジャ - ムテムバンジ (ナミコクウェ統合灌漑計画地区)
	改修延長 : 9.0 km
(E)	ムテムバンジ (ナミコクウェ統合灌漑計画地区) - リブレジ下流灌漑計画地区
	新設延長 : 10.0 km

6 0 上水供給計画は、計画地区内の42ヶ村について、1村に1施設を設置するものとする。上水施設は、手動の揚水ポンプを備えた深井戸とし、水汲み場、洗濯場等の付属施設を含むものとする。既存井戸の稼働状況を勘案し、本計画では、29本の深井戸を設置する。

6 1 灌漑農業支援強化計画の内容は以下の通り。

(短・中期計画)

- － 灌漑農業支援施設の拡充
 - － サリマ ADD の現地事務所 (EPA 事務所：ムタカタカ) の整備・拡充
 - － 3 灌漑事業の現地管理事務所 (Project Office) の設置
 - － 3 灌漑事業の運営・維持管理用車両の供給
 - － 現地事務所および管理事務所の事務機器および通信機器の供給
- － 政府職員および中核農家の研修
 - － 灌漑・水管理、耕種法等農業技術、収穫後処理技術等の海外研修
 - － 近隣国の灌漑施設の視察・研修
 - － 中核農家に対する研修
- － 農事試験実施に対する支援
 - － 試験・研究機器の供給
 - － 肥料、種子の供給
 - － 簡易試験圃場の建設

(長期計画)

- － 政府職員、農民を対象とした教育・訓練の継続的な実施、灌漑農業技術の普及、および幅広い農事試験研究の実施を目指した開発センターの設立
 - － 関連施設の建設
 - － 実験圃場の建設
 - － 関連資機材の供給
- － 政府職員等の継続的な教育・訓練

維持管理計画

6 2 灌漑開発計画における維持管理計画は、以下の2段階に分れる。

第1段階 施設建設後5年間を目安として、マラウイ政府が施設の維持管理を実施する。この間、政府は農民に対して、組合の設立、灌漑施設の維持管理に関する教育・訓練を行い。組合設立に対する助言・支援を行う。また、受益農民は、政府の実施する維持管理作業に対して労働力を提供する。

第2段階 維持管理業務を農民組合に移管する。政府は農民への教育・訓練を継続する。

3 灌漑開発事業に係わる維持管理費を上記の第1段階、第2段階に分けて下記に示す。

灌漑開発計画	開発面積	第1段階		第2段階	
		費用合計 (1000 MK)	ha当り費用 (MK)	費用合計 (1000MK)	ha当り費用 (MK)
ナジプール下流	250 ha	539	2,156	294	1,176
ナミコクウェ統合	800 ha	640	800	384	480
リブレジ下流	520 ha	624	1,200	371	713

6 3 農業開発に係わる精米施設等収穫後処理施設は、建設後受益農民が所属する村落組織あるいは暫定的な施設管理組織により運営、維持管理を実施することとし、灌漑施設の運営に係わる農民組織設立後は、同農民組織によって運営するものとする。農村道路の維持管理作業は、現行のマラウイ国政府の道路管理組織である建設省に移管する。上水供給施設の維持管理は、受益者自身で行うものとし、施設建設後、各村の行政組織に移管する。維持管理作業は村民の労働力および資金の提供のもとで、村の行政組織が実施する。農業省灌漑局は、関連機関と協力しながら施設の維持管理を支援する。

事業実施計画と組織

事業実施計画

6 4 本事業は、パッケージ方式により実施するものとし、パッケージは、各河川流域ごとに立案された灌漑開発計画を核とし、農業開発、農村基盤施設開発および灌漑農業支援強化の各計画を組み合わせる。灌漑農業支援強化計画の内、開発センターの設立と政府職員等の教育・訓練は、独自の実施計画に添って実施する。パッケージの内容は以下の通り。

- (a) パッケージ 1
 - (i) ナミコクウェ統合灌漑開発計画
 - (ii) 農業開発計画 (収穫後処理施設)
 - (iii) 農村上水供給計画 (100 % 実施)
 - (iv) 農村道路網整備計画 (前述(C) および(D)の一部)
 - (v) 灌漑農業支援施設拡充
 - (vi) 政府職員および中核農家の研修
 - (vii) 農事試験実施への支援
- (b) パッケージ 2
 - (i) リブレジ下流灌漑開発計画 (収穫後処理施設を含む)
 - (ii) 農業開発計画 (収穫後処理施設)
 - (iii) 農村道路網整備計画(前述(A),(B) および(D)の一部)
- (c) パッケージ 3
 - (i) ナジプール下流灌漑開発計画 (収穫後処理施設を含む)
 - (ii) 農業開発計画 (収穫後処理施設)
 - (iii) 農村道路網整備計画 (前述(E))
- (d) パッケージ 4
 - (i) 開発センターの設立と政府職員等の教育・訓練

6 5 灌漑開発計画および農業開発計画に係わる施設建設は、実施準備期間を1ケ年、建設工事/機器供給の期間を2ケ年とし、合計3ケ年間で完了するものとする。農村基盤施設開発および農業支援の各計画は、灌漑開発計画の建設工事に添って実施する。建設/機器供給の準備期間は1ケ年、建設/供給作業を1ケ年とし、合計2年間で実施する。開発センターにおける教育・訓練の内容、手法、プログラム等の作成、運営組織の詳細計画の策定と設置の準備等は、上記灌漑開発計画に係わる施設の建設期間中に開始し、同計画の実施経過にもとづいてセンターの設立および機器供給を進める。

6 6 本開発計画事業の実施組織は農業省灌漑局とする。灌漑局の下に建設事務所を設置し、詳細設計等の建設準備作業および建設工事の施工監理を行う。また、灌漑局は農村基盤施設開発に係わる建設工事実施に際し、関連機関を委員とした建設委員会を設置し、技術面および行政面における調整を図る。

6 7 農業省灌漑局は、灌漑開発計画に係わる諸施設の建設後概ね5年の間、施設の維持管理に当たる。灌漑局は、同局の代表者を委員長とし、地方自治組織、農民代表者を委員とする委員会を組織し、施設の維持管理業務に関する推進調整を行う。また、同委員会の下に建設事務所を改組した維持管理事務所を置き、維持管理の実務に当たらせる。灌漑局による維持管理作業の実施期間を経て、維持管理作業は受益者組織に移管される。開発センターの運営・維持管理は、灌漑局の下にセンター管理事務所を設置し、全ての運営、維持管理作業にあたる。

事業費積算

事業費

6 8 本灌漑開発計画（収穫後処理施設建設を含む）の3事業に係わる総事業費を以下に示す。

灌漑計画	内貨分 (千MK)	外貨分 (千円)	総事業費 (千円)
ナジプール下流灌漑開発計画	16,492	517,132	912,932
ナミコクウェ統合灌漑開発計画	27,523	849,990	1,510,553
リブレジ下流灌漑開発計画	28,547	860,348	1,545,467

維持管理費

6 9 各灌漑開発事業（収穫後処理施設建設を含む）の年間維持管理費は以下の通りである。

(1,000MK)

灌漑計画	事務所経費 及び人件費	機械経費	施設 維持管理	合計
ナジプール川下流灌漑開発計画	300	167	72	539
ナミコクウェ統合灌漑開発計画	310	204	126	640
リブレジ下流灌漑開発計画	307	183	134	624

施設更新費

7 0 本灌漑開発計画の3事業に係わる施設更新費を以下に示す。尚、施設の更新は建設開始より20年以内に実施する。

(1,000MK)

灌漑開発計画	金物工	精米機	更新費合計
ナジプール川下流灌漑開発計画	337	577	914
ナミコクウェ統合灌漑開発計画	719	1,442	2,161
リブレジ下流灌漑開発計画	578	865	1,443

農村基盤施設開発計画に係わる費用

7 1 農村基盤施設開発計画の農村道路網整備および農村上水供給に係わる直接工事費を以下に示す。

	内貨分 (千MK)	外貨分 (千円)	総事業費 (千円)
農村道路網			
Route A	1,375	56,315	89,324
Route B	2,235	91,512	145,152
Route C	2,321	95,032	159,735
Route D	1,547	63,354	100,490
Route E	1,719	79,393	111,656
農村給水；井戸及び機材			
29 村	1,330	0	31,900

灌漑農業支援強化に係わる費用

7 2 灌漑農業支援強化に係わる費用を下記に示す。

	内貨分 (千MK)	外貨分 (千円)	総経費 (千円)
(a) 短・中期計画			
－施設拡充	630	34,600	49,700
－サリマ ADD現地事務所等整備拡充	630	14,700	29,800
－車両等供給	0	12,700	12,700
－事務所機器供給	0	7,200	7,200
－政府職員および中核農家の研修	0	35,000	35,000
－海外研修	0	22,600	22,600
－視察研修／中核農家研修	0	12,400	12,400
－農事試験実施			
－試験器具、資材、機器等供給	0	6,100	6,100
(b) 長期計画			
－開発センターの設置	6,200	167,700	316,100
－施設建設	6,200	125,900	274,300
－資機材供給	0	41,800	41,800

事業評価

経済評価

7.3 経済評価は内部収益率（FIRR）を用いて行ない、同算定の前提条件を以下の通りとした。

- (i) 各灌漑計画の建設期間は、1ケ年の準備期間を含めて3年とする。
- (ii) 事業耐用年数は、建設期間の2ケ年を含めて30年間とする。
- (iii) 事業費は1993年価格で示す。
- (iv) 市場価格をもって FIRR 算出の価格とする。
- (v) 1993年の為替レート US\$ 1.0 = MK 4.33 = ¥104（MK 1.0 = ¥24）を適用する。

7.4 農産物、農業投入資材の市場価格は以下の通りである。

項目	単位	市場価格
1. 農産物		
米/精米所価格 (米糠価格を含む)	(MK/ton)	4,000
籾/農家庭先	(MK/ton)	1,500
メイズ/農家庭先	(MK/ton)	430
2. 農業投入資材		
米種子	(MK/kg)	1.50
メイズ種子	(MK/kg)	3.31
尿素	(MK/kg)	1.22
三重過酸化リン酸	(MK/kg)	1.32

7.5 本事業の直接便益は、事業を実施した場合(W)としない場合(WO)の作物純生産額の差として定義する。各灌漑開発計画事業の事業便益は以下の通りである。

灌漑開発計画	事業便益 (MK/年)
ナジプール川下流灌漑開発計画	3,176,000
ナミコクウェ統合灌漑開発計画	8,633,000
リブレジ下流灌漑開発計画	6,229,000

7.6 事業費は、(i)直接工事費、(ii)コンサルタント費、(iii)管理費、(iv)土地収用費、(v)工事数量予備費、(vi)価格予備費からなる。内部収益率の算定に当たり、左記事業費の内、価格予備費を除く費用を事業費とした。内部収益率の算定のための事業費を以下に示す。

灌漑計画	現地貨 (MK百万)	外貨 (百万円)	合計 (百万円)
ナジプール下流灌漑開発計画	13.53	485.75	810.37
ナミコクウェ統合灌漑開発計画	22.58	797.97	1,339.96
リブレジ下流灌漑開発計画	23.48	808.28	1,371.78

77 各灌漑開発計画の実施に係わる内部収益率 (FIRR) は以下の通りである。

灌漑計画	財務内部収益率(%)
ナジプール下流灌漑開発計画	5.5
ナミコクウェ統合灌漑開発計画	11.9
リブレジ下流灌漑開発計画	7.6

財務分析

78 事業実施後 (W) と事業を実施しない場合 (WO) の農家経営収支を、ムタンダムラ灌漑地区と天水地区に分けて以下に示す。

項目	単位	ムタンダムラ灌漑地区		天水地区	
		(W)	(WO)	(W)	(WO)
農家世帯員数	人	4	4	4.3	4.3
耕作面積					
灌漑水田	ha	0.40	-	0.36	-
灌漑メイズ畑	ha	0.03	-	0.03	-
灌漑野菜畑	ha	0.03	-	0.03	-
天水田	ha	-	0.40	-	0.36
天水メイズ畑	ha	1.0	1.00	0.83	0.83
農家収入 (I)	MK	4,094	2,281	3,805	705
農業収入	MK	4,053	2,240	3,679	395
家畜生産収入	MK	41	41	126	126
農外収入	MK	0	0	0	184
農家支出 (II)	MK	2,493	1,979	2,680	756
農家余剰 (I-II)	MK	1,601	302	1,125	-51

79 灌漑開発計画の施設の維持管理費は、維持管理作業が政府より農民組織に移管された場合、上記財務余剰より支出されることとなる。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。

(単位：MK)

	維持管理費		農家財務余剰	
	ha 当たり負担額	一戸当負担額	負担前	負担後
ナジプール下流灌漑開発計画				
- 天水田地区	1,176	470	1,125	655
ナミコクウェ統合灌漑開発計画				
- 天水田地区	480	192	1,125	933
- 既存灌漑地区	480	192	1,601	1,409
リブレジ下流灌漑開発計画				
- 天水田地区	713	285	1,125	840

社会経済効果

8 0 本開発事業実施に伴う社会経済効果は以下の通り期待できる。

- (a) 雇用機会の増大
- (b) 灌漑農業の展示効果
- (c) 地域交通事情の改善
- (d) 農産物の品質改善
- (e) 家畜飼料の増大
- (f) 地域住民の栄養状態の改善
- (g) 水利用状況の改善
- (h) 女性の労働軽減

一方、マラウイ国の既存灌漑水田地区において、地区内農民に住血吸虫病による健康障害が多く発見されている。このことから、灌漑水田開発と住血吸虫病罹病発生率との間に高い関連性があると考えられ、本事業の灌漑開発においても、住血吸虫病による被害が予想される。

環境影響評価

8 1 本開発計画の実施に伴う自然環境に与える影響につき、(i)生態系に与える影響、(ii)水質等河川・湖沼に与える影響の評価を実施した。本開発計画は、森林伐採等を含まず、計画地区内に特殊な動・植物の生息地を含みぬことから、生態系に与える影響は少ない。また、肥料の使用により河川等の水質にある程度の影響が予想されるが、計画地区下流に居住地区が殆どないこと、マラウイ湖への流入は量的に無視し得ることから、水質の微変化についても問題は無いと判断した。

評価結果および開発優先順位

8 2 経済評価の結果に基づき、計画地区の3灌漑開発計画事業の実施優先順位を以下の通り設定した。

	<u>FIRR 値 (%)</u>
第1優先順位 : ナミコクウェ統合灌漑開発計画	11.9
第2優先順位 : リブレジ下流灌漑開発計画	7.6
第3優先順位 : ナジプール下流灌漑開発計画	5.5

上記灌漑開発計画の開発優先順位に基づき、3灌漑開発計画と農村基盤施設開発および農業支援施策を包含する各パッケージについて、実施の優先順位を決定した。各パッケージの実施優先順位と内容は以下の通りである。

第1優先順位	： パッケージ1；	<ul style="list-style-type: none"> －ナミコクウェ統合灌漑開発計画（収穫後処理施設を含む） －農村上水供給計画（100%） －農村道路網整備計画（前述(C)および(D)の一部） －灌漑農業支援施設の研修 －政府職員および中核農家の研修 －農事試験実施への支援
第2優先順位	： パッケージ2；	<ul style="list-style-type: none"> －リブレジ下流灌漑開発計画（収穫後処理施設を含む） －農村道路網整備計画（前述(A),(B)および(D)の一部）
第3優先順位	： パッケージ3；	<ul style="list-style-type: none"> －ナジプール下流灌漑開発計画（収穫後処理施設を含む） －農村道路網整備計画（前述(E)）

勸告

83 **パッケージ1の早期実施**：経済的な投資効率が高くと高く、限られた土地と水資源の最大利用の観点からも優れたナミコクウェ統合灌漑開発計画を含むパッケージ1の早期実施が望まれる。また、同パッケージに含まれる農村道路網整備計画、農村上水供給計画の実施は、計画地区内外の経済活動を促進し、地域住民の福利の向上に大きな効果がある。同パッケージの灌漑農業支援施設拡充、政府職員および中核農家の研修、および農事試験実施への支援は、現在の実施組織の問題点を解決するための緊急且つ基本的な施策であり、ナミコクウェ統合灌漑開発計画の円滑な実施と効果的な管理のために必要不可欠である。尚、パッケージ1に係わる事業費は、総額1,861百万円となる。

84 **農民主導による事業の実施**：本灌漑農業開発計画は、受益者である農民主導による事業の運営を目指すものである。灌漑農業開発に係わる施設の維持管理作業は、マラウイ農業省から農民への円滑な移行が望まれる。農民による事業運営の早期実現のために、マラウイ政府担当部局および受益農民双方に、農民組合設立等に係わる作業の綿密な準備と実行を期待する。

85 **開発センターの設立準備**：灌漑農業開発の推進のために、組織的および継続的な人的資源の開発と灌漑農業技術の普及が必要となる。開発センターは、調査対象地域は基よりよりマラウイ全体の灌漑農業開発に対する長期的な人材の養成と灌漑農業技術の普及に役立つことから、同開発センターの設立にむけたマラウイ政府による準備作業の推進が望まれる。

86 **流域保全計画の策定・実施**：河川流域に対する堆砂抑制と洪水被害の軽減および水源涵のために、上流部流域に対する植林、既存メイズ畑の保全、上流部河川河道の崩壊防止策等からなる流域保全計画の策定・実施を勧告する。

87 **地下水利用の可能性の検討**：本調査対象地区の広大な土地資源の利用のために、同地域における地下水開発の詳細且つ広範な調査と地下水灌漑の可能性に関する検討の実施を勧告する。

88 **住血吸虫病に対するモニタリング**：灌漑開発事業の実施とともに、計画地区内外の住血吸虫病への対応のためのモニタリングが必要となろう。同モニタリングは、灌漑開発事業の主管組織である農業

省灌漑局が、マラウイ厚生省他の関係各機関と協力して実施し、以下の項目について継続的な活動を行うこととなる。

- 一 地域住民の教育
- 一 定期的な診察の実施
- 一 治療薬の配布
- 一 下水および上水供給施設の改善
- 一 感染媒体であるカタツムリの駆除

ブワンジェ・バレー灌漑農業開発調査計画

主報告書

目次

	ページ
第1章 序論	1
1.1 はじめに	1
1.2 調査の背景	1
1.3 調査の目的	2
1.4 調査工程	3
第2章 計画の背景	4
2.1 国家経済	4
2.2 農業	4
2.3 農業開発政策および計画	5
2.4 マラウイにおける灌漑事業の現況	6
第3章 調査対象地域の現況	7
3.1 地形	7
3.2 土壌および土地適性	7
3.3 農業気象	8
3.4 水文	8
3.4.1 調査地域内の河川およびその流量	8
3.4.2 洪水流量	10
3.4.3 水質および水利権	10
3.5 地下水	11
3.6 土地利用	11
3.7 土地所有	12
3.8 行政機構および人口	12
3.9 作物生産	12
3.10 家畜	13
3.11 農家経済	14
3.12 灌漑地区	14
3.13 農産物流通	15
3.14 農産加工および流通施設	15
3.15 農村インフラ	16
3.16 農業支援システム	17
3.17 農民組織	17
3.18 農民の要望	17

	ページ
第4章 開発ポテンシャルおよび開発対象地区	18
4.1 土地資源	18
4.2 最適灌漑水源の検討	18
4.3 灌漑開発可能面積	20
4.4 灌漑開発地区の選定	20
4.5 灌漑開発地区の現況	21
第5章 開発計画	24
5.1 開発基本方針	24
5.2 農業開発計画	25
5.2.1 土地利用計画	25
5.2.2 計画作付け体系	25
5.2.3 計画耕種法	27
5.2.4 期待収量および生産量	28
5.2.5 農業生産資材	29
5.2.6 所要農業労働力	29
5.2.7 収穫後処理	30
5.3 灌漑排水計画	30
5.3.1 計画の最適化	30
(1) ナジプール川流域	31
(2) ナミコクウェ川流域	32
(3) リブレジ川流域	37
5.3.2 灌漑開発計画	38
(1) 灌漑用水量の算定	38
(2) 排水量の算定	40
(3) 灌漑施設計画	40
(4) 灌漑開発計画	44
5.4 農村基盤施設開発計画	44
5.4.1 農村道路	44
5.4.2 上水供給	45
5.5 灌漑農業支援強化計画	46
5.6 維持管理計画	48
5.6.1 灌漑開発	48
5.6.2 農業開発	49
5.6.3 農村基盤施設開発	49
第6章 事業実施計画と組織	50
6.1 事業実施計画	50
6.1.1 事業実施方針	50
6.1.2 事業実施計画	51
6.2 事業実施組織と運営	52
6.2.1 建設期間の組織	52
6.2.2 維持管理期間の組織	53

	ページ
第7章 事業費積算	54
7.1 積算の前提条件	54
7.2 灌漑開発計画の事業費積算	54
7.2.1 事業費	54
7.2.2 維持管理費	54
7.2.3 施設更新費	55
7.3 農村基盤施設開発に係わる費用	55
7.4 灌漑農業支援強化に係わる費用	56
第8章 事業評価	57
8.1 目的	57
8.2 経済評価	57
8.2.1 評価の前提条件	57
8.2.2 価格設定	58
8.2.3 事業便益	58
8.2.4 事業費	58
8.2.5 内部収益率	60
8.3 財務分析	60
8.4 社会的影響	61
8.5 環境影響評価	63
8.6 評価結果および開発優先順位	63
第9章 勧告	65

付 表

	<u>ページ</u>
表 1.4.1 調査団及びカウンターパートのリスト -----	T-1
表 1.4.2 収集資料リスト -----	T-2
表 3.4.1 観測所別既往最大洪水流量 -----	T-3
表 3.9.1 調査地域周辺の主要作物栽培面積及び生産量 -----	T-4
表 5.2.1 計画を実施した場合及び実施しなかった場合の農業労働力収支 -----	T-5
表 5.2.2 精米機の容量と所要台数 -----	T-6
表 5.3.1 灌漑開発計画比較案概要 -----	T-7
表 7.2.1 灌漑開発計画事業 -----	T-9
表 8.2.1 純生産額の算出 -----	T-11
表 8.2.2 灌漑便益の目標額 -----	T-12

付 図

図 3.4.1 気象水文観測所位置図 -----	F-1
図 3.9.1 調査地区における現況作付け体系 -----	F-2
図 5.2.1 計画作付け体系 -----	F-5
図 5.3.1 ナジプール下流灌漑開発計画地区計画概要図 -----	F-6
図 5.3.2 ナミコクウェ統合灌漑開発計画地区計画概要図 -----	F-7
図 5.3.3 リブレジ下流灌漑開発計画地区計画概要図 -----	F-8
図 5.4.1 道路網計画概要図 -----	F-9
図 6.1.1 灌漑開発計画の建設計画 -----	F-10
図 6.1.2 開発パッケージの実設計画 -----	F-11
図 6.1.3 全体事業実施の流れ -----	F-12
図 6.2.1 建設期間中の事業実施組織 -----	F-13
図 6.2.2 維持管理に対する組織図 -----	F-14
図 6.2.3 開発センター運営組織図 -----	F-15

単 位

m ³	立方メートル
m ³ /sec	立方メートル/秒
d	日
℃	度
El.	標高 (海拔)
ha	ヘクタール
kg	キログラム
km	キロメートル
lit	リットル
lit/sec	リットル/秒
m	メートル
mm	ミリメートル
m ²	平方メートル
ton	トン

通貨交換レート

US\$ 1 = MK 4.33 = 104 円

MK 1 = 24 円

(1993年現在)

第1章 序 論

1.1 はじめに

本報告書は、国際協力事業団（JICA）とマラウイ国農業省との間で1992年4月14日に締結された「ブワンジェ・バレー灌漑農業開発計画調査」の実施細則（Scope of Work）に基づき作成した最終報告書である。

本調査は1992年9月に開始し、調査団はこれまでにマラウイ国農業省に対して以下の報告書を提出した。

- (1) インセプションレポート（1992年9月）
- (2) プログレスレポートⅠ（1992年12月）
- (3) インテリムレポート（1993年3月）
- (4) プログレスレポートⅡ（1993年9月）
- (5) ドラフトファイナルレポート（1993年11月）

本報告書は、これまでの調査結果および上記報告書に対するJICAおよびマラウイ国農業省のコメントを基に作成したものである。

1.2 調査の背景

マラウイ国農業省は、1980年代前半の経済構造調整政策に沿って、主としてエステートが栽培しているタバコ、茶、砂糖キビ等の輸出向け換金作物の増産に開発の重点を置いてきた。その結果、それら換金作物の生産量は徐々に伸び、1990年代始めには同国の総輸出額の90%を占めるに至った。

エステート部門が優先されるなかで、自作小農に対する支援は、農業金融や組織支援に対する政府予算の削除、肥料に対する補助の廃止等に見られるように不十分なものとなっていた。このため、自作小農による食糧作物の生産性は、政府の予測をはるかに下回るほど低い伸びで推移してきた。生産性の低迷と合わせて、近年の干魃による食糧作物の不作は、マラウイ国の食糧自給態勢をより不安定なものとした。

内陸国という地理的環境は、マラウイ国の社会経済に影響を与えている。例えば、1980年代前半に始まった隣国モザンビークの内戦は、農業資材および輸出作物の輸送・保険費用の上昇を招き、1980年代の経済不況とあいまって、マラウイ国の農業分野のみならず、国家経済全体に深刻な影響を与えた。

このような状況の下、マラウイ国政府は1987年に長期開発計画（1987-1996）を策定し、農業部門の改善計画に着手した。本長期開発計画は自作小農による食糧作物生産の向上を最優先目標とした。

ブワンジェ・バレー地域は、マラウイ国の中でも最も経済的に立ち遅れた地域である。本地域では、主として自作小農による天水農業が行われているが、年間降水量が600-900mmと少なく、降雨の年変動が激しいため、他の地域と比べて干魃の被害を受けやすい。

ブワンジェ・バレーの開発構想は、1991年10月に実施されたJICAのマラウイ国プロジェクト形成調査（農業分野）の中で打ち出されたものである。マラウイ国政府は左記開発構想に基づき、1991年8月、ブワンジェ・バレー地域における灌漑農業開発計画に係わるフィージビリティ調査の実施を日本国政府に要請した。この要請を受けて、1992年4月、JICAは事前調査団をマラウイ国に派遣し、マラウイ国政府の要請内容を確認すると共に、同月14日JICAとマラウイ国農業省との間で「ブワンジェ・バレー灌漑農業開発計画調査」の実施細則（Scope of Work）を締結した。

1.3 調査の目的

本調査は、ナジプール川、ナミコクウェ川、リプレジ川、およびブワンジェ川の流域2,500km²を調査対象地域とし、次の2点を目的とする。

- (a) 最適な灌漑農業開発計画を策定し、その技術的、経済的妥当性を評価すること。
- (b) 調査を通してマラウイ国カウンターパートに技術移転を行うこと。

調査は2フェーズ、17ヶ月にわたって実施された。各フェーズの調査目的は次の通りである：

- フェーズⅠ： 4流域全体の調査および開発基本構想の策定
フェーズⅡ： 開発計画の策定および分析

1.4 調査工程

フェーズⅠの現地調査は1992年9月から12月、国内作業は1993年1月から3月に実施された。同調査により調査対象地域の開発制限要因を明らかにすると共に、土地資源および水資源の評価を実施し、5箇所の開発適地に対する灌漑開発計画を概定した。

フェーズⅡの現地調査は1993年6月9日、国内作業は1993年9月から翌1994年2月に実施した。フェーズⅡでは、新たにJICAが作成した1/5,000地形図を基に、フェーズⅠで選定した灌漑開発計画地区の詳細な調査を実施し、開発計画を策定すると共に、その実施可能性を検討した。

調査は、JICA調査団とサリマADDが合同で実施した。調査団は、業務の遂行を通してカウンターパートに対する技術移転を行い、2週間に1度（月曜日）の定例会議の中で計画に対する意見の交換を行った。調査団員およびカウンターパートのリストを表1.4.1に掲げ、調査期間中に収集した資料を表1.4.2に示す。

第2章 計画の背景

2.1 国家経済

マラウイは、南緯 9° 22 から 17° 03、東経 33° 40 から 35° 55 に位置する南北に長い内陸国である。国土の総面積は 119,140 km² で、その 21 % に当たる 24,000 km² が湖である。

1987 年の人口センサスによると、総人口は 795 万人、1977 年から 1987 年の 10 年間の人口増加率は 3.7%、人口密度は 85 人/km² である。総人口の約 50 % は南部地域に集中しているため、同地域の人口密度は 125 人/km² と全国平均より高い。また、1980 年代には、近隣諸国からの移住が進み、1989 年のモザンビーク内戦に伴う難民の流入は総人口の 10 % に当たる約 80 万人に達し、マラウイ国経済を圧迫している。特に、食糧作物の不足が顕在化してきている。

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 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。1991 年および 1992 年には各々 7.8 % および 7.9 % に達している。農業部門は、GDP 61 億 MK (1991 年) の約 30 % および就業人口の約 85 % を担っており、基幹産業としてマラウイ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、1992 年の総輸出額 14.27 億 MK の 94 % がタバコ、茶、砂糖等の農業産品による。

1980 年代のマラウイの輸出は、主要な輸出農産品の国際価格低迷によって伸び悩み、さらに近年の干魃による輸出農産物の不作と輸送コストの上昇によって深刻な影響を受けた。輸送コストの上昇は、隣国のモザンビークのベイラ港 (マラウイから 360 km) およびナカラ港 (同 650 km) が内戦のために使えず、南アフリカのダーバン港 (同 3,500 km) およびタンザニアのダルエスサラーム港 (同 2,500 km) の利用を余儀なくされたことによる。これにより、農業投入資材等の輸入輸送費は輸入価格の 40 % 以上に上昇し、輸出品の国際競争力が低下した。

2.2 農業

マラウイの耕地面積は国土の 21.4 % に当たる 20,143 km² である。このうち 69 % に相当する 13,833 km² は自作小農により耕作され、残り 6,310 km² が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、自作小農が天水状況下で伝統的耕種法によって生産しているため天候の影響を受けやすく、生産量は年により大きく変動する。

砂糖キビ、タバコなどの輸出換金作物は、主としてエステートにより栽培されている。砂糖キビの生産量は、過去10年間、常に国内需要量を超えており、余剰分はアメリカやEC諸国へ輸出していた。しかし近年、国際価格の低迷や輸送コストの上昇により、砂糖の輸出量は低下している。タバコは、マラウイ最大の外貨獲得原であり、総輸出額の70%以上を占める。

2.3 農業開発政策および計画

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、これにより輸出用のタバコ、茶、砂糖の生産量が増加し、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、自作小農に対する農業金融の貸付条件をより厳しくするなど、自作農部門に悪影響を与える結果となった。そのため、自作小農によって栽培されていた食糧作物の生産量は、国内需要量の増加に追い付かず、需給バランスは危機的状態に陥った。さらに、1980年代中頃には、干魃によって食糧作物が深刻な影響を受け、「食糧作物の生産強化を計り、食糧自給を確保すべきである」との議論が巻き起こった。

マラウイ政府は長期開発計画（1987-1996）の中で、農業開発を最優先し、とりわけ自作小農による食糧作物生産強化に重点を置いた。長期開発計画の主目的は、食糧自給と輸出農産品の多様化による輸出額の増加を通じて、福利の充実、農業従事者の所得向上、国家の繁栄と安定を図ろうとするものである。同長期開発計画では、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。

マラウイ政府は、上記長期開発計画に従っていくつかの農業開発計画を実施してきた。1991/92年には、農業分野へ6,400万MKを配分し、以下の国家事業を実施した。

- (i) 自作小農向け農業金融機関（SACA）の設置、
- (ii) 農業研究および改良技術の普及、
- (iii) 国家畜産開発計画、
- (iv) 農村開発計画、
- (v) 自作小農灌漑地区の修復。

2.4 マラウイにおける灌漑事業の現況

マラウイには、全国の灌漑可能地の約10%にあたる22,500 haの灌漑農地がある。この内、15,000 haの砂糖キビ栽培地と3,000 haの茶、タバコ、小麦栽培地の計18,000 haがエステートによる灌漑地である。自竹小農が耕作を行っている灌漑農地は約4,500 haであり、その内訳は、政府支援を受けている16灌漑地区計3,500 haと農民が自助努力で建設・運営している8灌漑地区1,000 haである。

政府の支援を受けている灌漑地区は、主に英国と台湾の援助によって1960年代から70年代にかけて建設されたもので、主として水稻を栽培している。灌漑地区の施設建設から完工後の維持管理作業に至るまで、援助国の経済および技術協力のもとでマラウイ政府直轄の形で行われている。現在、それらの灌漑地区では、施設の老朽化が著しく、維持管理費用の高騰は政府の財政を圧迫している。

自助努力による灌漑地区は1980年代以降に建設され、建設資材調達の一部および大規模構造物の建設をEC等の援助をもととしたマラウイ政府の財政支援により行い、完工後の施設運営、維持管理は、受益農民自身が組織する運営委員会によって実施している。維持管理は、主に農民自身の労務提供によって行われている。自助努力による灌漑地区に対する政府の支援は、建設時の施設設計、建設監理、完工後のADD職員による農事指導等に限られており、政府としての支出は少ない。一方、同灌漑地区の建設、維持管理は主に農民の手作業によって実施されてきたが、水田均平等に問題があり、一般的に収量は低い。

政府の灌漑部門に対する開発戦略は、(i) 既存の灌漑水稻栽培地区の改修、(ii) 総面積20,000 haをもつシレ・バレー下流域における灌漑開発可能性調査の実施、(iii) 投資資金の回収が可能な自作小農向けの自助努力型灌漑地区の開発、(iv) 灌漑計画および普及に対する制度の改善である。

一方、マラウイには灌漑技術者が極めて少なく、現在、3人のシニア灌漑技術者が全国の灌漑事業を管轄している状況にある。灌漑技術者の育成は、灌漑事業を促進し円滑な管理運営を行う上で、重要且つ緊急に対処しなければならない課題となっている。

第3章 調査対象地域の現況

3.1 地形

調査対象地域は、その地形条件から、(i) 谷地を含む起伏に富んだ台地と山、(ii) リフト・バレー内の平坦な沖積平野の2地域に分類できる。両者は、南北に走っている大断層によって分断されている。

台地は調査対象地域の西部に位置し、概ね標高 600 m から1,500 m の範囲にあるが、デザ・ヒルのように標高 2,000 m を超える山岳も含まれる。調査対象地域内を流れる4河川は、すべてこの台地を源とし、急傾斜の谷間を形成して標高550 m から475 m の平坦なリフト・バレーへ落ち込む。これらの河川は、沖積平野を1/200 から1/500 の勾配をもって流れ、不安定な河道によりマラウイ湖に流入する。

リフト・バレー内の沖積平野は、ところにより微地形（地表面の凹凸）が見られるが、概して平坦である。マラウイ湖に面した地区には、現地語で「dambos」と呼ばれる低湿地があり、雨期に湛水する。

3.2 土壌および土地適性

調査対象地域の土壌は、FAO の分類法（Soil Map of the World, 1988）に準じたマラウイの土壌分類に従い、Eutric-ferisalic 土壌、Fluvisol 土壌、Gleyic 土壌、Mopanic 土壌、Paralithic 土壌、Vertic 土壌、Eutric ferralic 土壌の7土壌グループに分類される。

調査対象地域の灌漑開発に対する土地適性を、FAO の土地評価のフレームワークに従って、水稲と畑作物に対して行った。評価は下記の要因で行った。(i) 水分保持能力、(ii) 土壌透水性、(iii) 表層土壌の硬度、(iv) 有効土層、(v) 洪水被害頻度、(vi) 土壌肥沃度、(vii) 塩/アルカリ度、および (viii) 地形的制約。土地評価の結果は、下表に示す通りである。

単位：ha (%)

評価基準	ナジプール川	ナミコクウェ川	リブレジ川	ブワンジェ川	合計
水 稲					
適 地	2,630	5,000	11,670	28,120	47,510 (19.0)
不 適	33,490	30,680	58,540	79,780	202,490 (81.0)
畑作物					
適 地	4,210	6,790	20,150	40,640	71,790 (28.7)
不 適	31,910	28,890	50,060	67,350	178,210 (71.3)
合 計	36,120	35,680	70,210	107,990	250,000 (100.0)

3.3 農業気象

調査地域は、熱帯サバンナ地域にあり、年平均降水量は 970 mm であるが、年により大きく変動する。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。降雨は、12 月、1 月、2 月に多く、この 3 ヶ月間の降雨量は年降雨量の 70 %に相当する。

年平均気温は 25 °C で、月平均気温は 11 月に最も高く (28.1 °C) 6 月に最も低い (21.2 °C) 。また、月平均最高気温は、9 月から 11 月にかけて 31 °C を超え、6 月、7 月には月平均最低気温が 16 °C 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。以上の気象条件は、降雨の点を除けば農業生産に適したものと言える。

3.4 水 文

3.4.1 調査地域内の河川およびその流量

調査対象地域内にはナジプール川、ナカインガワ川 (ナジプール川の支流)、ナミコクウェ川、ナジボクウェ川 (ナミコクウェ川の支流)、リブレジ川、およびブワンジェ川、の 6 河川がある (図 3.4.1) 。各河川の流量観測所は、1950 年代前半に設置され、主に水位標の観測値より流量を算定する方法をとっている。観測方法および流量算定方法から判断すると、低水時の観測値は十分な信憑性はあるが、観測時間が固定されていることから、水位変動の大き

い高水時の算定流量に対する信憑性は低い。

ナジプール川は、3.F.3 観測所において 224 km^2 の流域面積をもつ。同観測所における月平均流量は $0.26 \text{ m}^3/\text{sec}$ から $7.35 \text{ m}^3/\text{sec}$ の間にあり、年平均流量は $2.81 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。ナカインガワ川は、沖積平野西端を南北に走る鉄道との交差点の下流でナジプール川と合流する。同合流地点におけるナカインガワ川の流域面積は 63.4 km^2 、年平均流量は $0.44 \text{ m}^3/\text{sec}$ であるが、乾期流量は少なく、 $0.04 \text{ m}^3/\text{sec}$ から $0.20 \text{ m}^3/\text{sec}$ の範囲にある。ナジプール川は、上記合流点から約 4 km 下流のマセンバ村付近まで深く切り込まれた河道状況を示すが、マラウイ湖に近づくにつれて、堆砂により河道が浅くなり、通水容量が減少する。

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 $1.49 \text{ m}^3/\text{sec}$ であるが、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 $0.62 \text{ m}^3/\text{sec}$ 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 $1/200 \sim 1/300$ の安定した河道を持つが、下流部は不安定で河幅 $2 \sim 3 \text{ m}$ 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。

リブレジ川は、3.E.3 観測所において 452 km^2 の流域面積を持ち、平均河川勾配 $1/300$ で北東に流下している。同河川の年平均流量は $3.34 \text{ m}^3/\text{sec}$ で、雨期中の月平均流量は $14.1 \text{ m}^3/\text{sec}$ (2月) に達するが、乾期流量は $0.45 \text{ m}^3/\text{sec}$ (9月) まで低減する。リブレジ川河道は、沖積平野上流部で安定しているが、下流部では河道が浅く通水能力の著しい低下が見られる。同河川流域は森林が少なく、土砂の供給源となっている。マラウイ政府の実施した全国水資源開発のためのマスタープラン報告書によれば、リブレジ川の単位流量当たりの土砂運搬量は $0.4 \text{ kg}/\text{m}^3$ 以上である。

ブワンジェ川の流域面積は 629 km^2 である。同河川は雨期に洪水が頻発するが、乾期の流量が極めて少ないといった特徴を持ち、河道が不安定である。同河川の流量記録は無い。

ブワンジェ川を除く 5 河川の月平均流量は、下表に示すとおりである。

単位：m³/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
ナジプール(3F3)	0.34	3.15	5.65	7.35	7.32	3.69	1.89	1.23	0.87	0.64	0.41	0.26	2.81
ナカインガワ(3F2)	0.05	0.28	0.90	1.51	1.57	0.82	0.32	0.23	0.16	0.11	0.07	0.04	0.44
ナジボクウエ(3E2)	0.28	2.45	3.79	5.29	4.58	2.35	1.12	0.74	0.52	0.36	0.23	0.16	1.49
ナジボクウエ(3E5)	0.10	0.75	1.04	1.33	1.30	0.69	0.39	0.27	0.20	0.14	0.09	0.07	0.52
ナジボクウエ(3E1)	0.07	0.94	2.03	1.52	2.16	0.80	0.40	0.26	0.18	0.13	0.08	0.05	0.62
ナカインガワ(3E3)	0.62	5.51	9.16	14.1	10.9	4.51	1.97	1.28	0.92	0.67	0.45	0.49	3.34

3.4.2 洪水流量

調査対象地域内の河川の既往最大洪水流量は下表の通りである。詳細は表 3.4.1 に示す。

河川名	流域面積 (km ²)	既往最大洪水流量 (m ³ /sec)	年/月
ナカインガワ川	63.4	109.0	1979年2月
ナジプール川	224.0	91.7	1968年1月
ナジボクウエ川	30.1	80.5	1982年2月
ナミコクウエ川	129.0	130.2	1982年2月
リブレジ川	452.0	372.0	1986年1月

上記既往最大洪水流量は、各観測所で1日2回の定時測定の見測値であるため、ピーク流量はさらに大きいものと推定される。各河川の確率洪水流量を、マラウイで一般的に使われているドレイトン (Drayton) の算定式を用いて推定した結果は、下表の通りである。

河川名	確率洪水流量 (m ³ /sec)				
	確率洪水年				
	5	10	25	30	50
ナカインガワ川	56	74	101	107	123
ナジプール川	104	137	186	196	227
ナジボクウエ川	33	43	58	61	71
ナミコクウエ川	86	113	154	162	188
リブレジ川	171	225	305	322	373

3.4.3 水質および水利権

調査対象地域の各河川流水は、pH 値、電気伝導度、含有イオン等の分析値が適正な範囲にあることから、全ての河川水が灌漑水に適していると判断できる。一方、各河川の水利権は、

次表の通りである。

河川名	水利権量 (m ³ /日)	目的
ナカインガワ川	200.0	道路工事
ナジプール川	90.9	雑用水
ナジポクウェ川	568.0	雑用水/発電/灌漑
ナミコクウェ川	200.0	道路工事
リブレジ川	200.0	道路工事

3.5 地下水

マラウイ政府が全国およびシレ灌漑計画の中で実施した地下水調査によれば、サリマADD管内およびブワンジェ川流域における利用可能地下水は量的に限られたものと思われる。同調査の8ヶ所のボーリングの結果によれば、第四期層の中の非固結堆積物の深さは30～70mの深さにあり、しばしば粗粒の碎屑性の物質を含んでいる。井戸の揚水量は、0.3～3.0 lit/sec/mの範囲にある。水質は、電気伝導度が750 μ mho/cm以下の塩類含有量の中程度のものから、1,000 μ mho/cm以上の塩類含有量の高いものまさままでである。

3.6 土地利用

調査対象地域の土地250,000 haの内、63.7%に当たる159,400 haが耕作地として利用されている。耕作地の大部分が「dambos」と呼ばれる湿地2,800 haを含む天水耕地であり、灌漑水田は200 haとなっている。調査対象地域の土地利用の現況は下表の通りである。

土地利用	面積 (ha)	割合 (%)
農地	159,400	63.7
- 天水耕地	(159,200)	
- 灌漑地	(200)	
草地 (村を含む)	32,900	13.2
天然林および薪炭林	55,200	22.1
湿地/沼地	800	0.3
裸地/植生の僅かな土地	1,700	0.7
合計	250,000	100.0

3.7 土地所有

調査対象地域内の土地は、(i) 伝統的所有制度に基づく土地、(ii) 公共地、(iii) 自由所有地、(iv) 借地、に分けられる。調査対象地区の約 87 % を占める伝統的所有制度に基づく土地は、カチンダモト伝統行政区長および村長の管轄下であり、原則として農民の要請によって振り分けられる。農民に振り分けられた土地は、売買はもとより貸し借りもできない。これらの土地の耕作権は、実際には、夫婦間、親子間の世襲となっている。現況土地所有を下表に示す。

土地所有形態	面積 (km ²)	割合 (%)
伝統的土地	2,168	86.7
公共地	190	7.6
自由所有地	4	0.2
借地	138	5.5
合計	2,500	100.0

3.8 行政機構および人口

調査対象地域は、行政区分上、南部州のデザ県およびヌチエウ県、中部州のマンゴチ県の 3 県 (10 伝統的行政区) にまたがっている。農業省の行政区分では、サリマ ADD (調査地域の 47%) とリロングエ ADD (同 53%) に属している。

1987 年の人口センサスによると、調査対象地域の人口は 294,000 人、人口密度は 118 人 / km² で、1977 年から 1987 年までの 10 年間で人口は 160 % にまで増加している。世帯数は 68,400 世帯、1 世帯当たりの平均家族数は 4.3 人である。母系社会であり、調査対象地域の世帯の内、30 ~ 40 % は女性が世帯主となっている。

3.9 作物生産

調査対象地域の主要作物はメイズで調査地域の耕作面積 62,500 ha の 70 % に当たる 44,200 ha の土地において栽培されている。その他に、米、落花生、豆類、綿花等が栽培されているが、ほとんどの作物は 11 月から 5 月の間に天水条件下で栽培されている。極く一部に豆科作物の間作を実施しているところがある。

調査対象地域では、伝統的な耕種法が広く用いられており、農作業は播種から収穫まで全て

手作業で行われ、肥料・農薬等の資材の使用は少ない。耕作面積の約 20 %を占めるハイブリッド種のメイズと綿花の栽培でのみ肥料が使用されているが、水稲には肥料は用いられていない。水稲の栽培方法は、ムタンダムラ既存灌漑地区は移植による栽培を行っているが、それ以外では直播である。直播の場合は発芽率が低く幼苗の成育が悪いため収量が低い。

メイズに関しては、調査対象地域の農家の 90 %以上がローカル種を栽培しており、また 47.3 %がハイブリッド種を、2.5 %が混雑種を栽培している。単位収量は調査地域全体の平均で 977 kg/ha、このうち混合種は 1,187 kg/ha、ハイブリッド種は 1,882 kg/ha である。農業省は現在、白色メイズとの交配によるハイブリッド種の育種に関する研究を進めている。

水稲栽培面積は 478 ha で、その内 48 %に当たる 230 ha はムタンダムラ地区で灌漑により栽培されており、残りは湿地で栽培されている。主要品種は Faya 14-M-69 で、全水田の内 416 ha で栽培されている。調査対象地域の平均単位収量は 1.22 ton/ha である。

一部換金作物として栽培されている豆類は、落花生が主であり、ささげ豆、きまめ、大豆、ひよこ豆がそれに続く。落花生は、豆類栽培面積の 70 %に当たる 1,167 ha で栽培されており、その平均収量は約 2.0 ton/ha である。綿花は、同地域の自作小農にとって重要な換金作物である。綿花の平均収量は 740 kg/ha である。

調査対象地域におけるメイズおよび米の収量は、マラウイ全国平均の単位収量（米：1.76 ton/ha、メイズ：1.14 ton/ha）を大きく下回っている。この低い収量は、(i) 改良品種および農薬・肥料普及の遅れ、(ii) 乾期の水不足、(iii) 不十分な灌漑施設、農耕機具および農耕用家畜の不足、(iv) 雨期の排水不良、(v) 雑草の繁茂、(vi) 鳥およびカバによる被害等による。

調査対象地域における現況作付体系を図 3.9.1 に示し、作物の栽培面積、単位収量および生産量を表 3.9.1 に示す。

3.10 家畜

1990 年現在、調査対象地域の家畜頭数は牛 30,200 頭、ヤギ 23,300 頭、羊 2,300 頭、豚 114,000 頭、鶏 13,200 羽であり、平均的農家 1 戸当たり、牛 0.42 頭、ヤギおよび羊が 0.74 頭を飼育している。これらの家畜は現金収入源あるいは農耕用として重要な役割を果たしている。

3.1.1 農家経済

調査団は、調査対象地域の農家経済現況を解明するために、マラウイ湖岸よりリフトバレー断層の間に広がる可耕地内の農家 120 戸について農家経済調査を実施した。同調査は、直接の聞き取り調査とアンケート調査よりなり、寡婦農家については、労働時間、労働内容、生活状況等についての追加調査を実施した。聞き取りあるいはアンケート調査の内容は、(i) 生産作物、作付け規模、収量、(ii) 農業収入、(iii) 支出、(iv) 生活状況および (v) 農業・農村開発に対する農民の意向等である。この農家経済調査の結果によると、干魘年であった 1991/92 年の農民の年収は 200 MK から 1,900 MK である。一方、生計費の年間支出は 430 MK から 780 MK である。生計費支出の約 60% は食糧に充てられており、それを除く生計費は 1 世帯あたり 130 MK から 590 MK である。このことから、調査対象地域の農民の生活水準は非常に低いと言える。

3.1.2 灌漑地区

調査対象地域内には、農家の自助努力によるムタンダムラ灌漑地区とムワラオエラ灌漑地区の 2 つの灌漑地区がある。同 2 灌漑地区における技術的問題点は以下の 3 点に集約できる。(i) 取水が不安定であること、(ii) 老朽化のため灌漑効率が低下している (ムタンダムラ灌漑地区) こと、(iii) 農地の均平が不十分であるため、灌漑水が灌漑地にいきわたらないこと。

一方、サリマ ADD 管内の 11 既存灌漑区 (既に放棄された地区を含む) の現地踏査および収集資料の検討を実施した。11 既存灌漑地区は、ブア (Bua)、ムパマンサ (Mpamatha)、リフウ (Lifuwu) 灌漑地区のような外国政府の援助により建設され、マラウイ政府が直轄により運営、維持管理を実施している政府支援地区とカシトゥ (Kasitu) 灌漑地区等の受益農民自身によって建設、運営を行っている自助努力型灌漑地区からなる (詳細は英文付属報告書 II - 2.8 に示す)。同調査を通して、今後の灌漑計画策定に際し、以下の点についての十分な考察と方策立案の必要性が明かとなった。即ち、(i) 洪水被害および堆砂を防ぐための方策、(ii) 灌漑効率を高めるための灌漑施設の改善、(iii) 灌漑技術の普及強化、(iv) 維持管理費用を低減するための維持管理の簡素化、(v) 灌漑水稲栽培地の農地均平度の向上、および (vi) 安定的高収量を得るため農業支援サービスの強化である。

3.1.3 農産物流通

マラウイにおける農作物の流通は、農業開発流通公社（ADMARC：Agricultural Development & Marketing Corporation）、民間流通業者、およびエステートの流通部門の3つの流通経路である。調査対象地域の農産物流通は、ADMARCのサリマ、バラカ、ナセンジェ地区事務所が管轄している。ADMARCは、農業省の監督下にある公社の一つで、小農の農産物の買上げと販売・輸出、種子・肥料等の供給を主な業務としている。

ADMARCのサリマおよびバラカ地区事務所における、1989/90年から1991/92年までの作物買い付け総量は、それぞれ10,931トン、31,251トンである。サリマ地区事務所では、買い付け総量の93%に当たる10,150トンを綿花、メイズ、米が占めている。その内、綿花の買い付け量が最も多く、地区事務所の総買い付け量の71%にあたる7,778トンとなっている。

一方、農業省によれば、1990/91年の民間流通業者によるメイズおよび米の買い付け量は、それぞれ26,000トン、4,600トンであり、これはADMARCによる買い付け量の、それぞれ10%、156%に相当する。近年、米の流通は多様化しており、民間流通業者の占める割合が大きい。このことは、需要の伸びに対する換金作物としての米の生産量の伸びが1983/84年から1990/91年の8年間で1.5倍になる等、米の市場性が高まったことから、民間流通業者の進出が増えてきたものと考えられる。

農業資材の供給は、世界銀行、欧州開発基金、ドイツからの資金援助によってADDが運営している農業金融制度のもとで行われている。自作農民はそれら農業金融を農民クラブを通じて受け取っている。サリマADDの記録によると、1991/92年に化学肥料4,960トンと作物種子4,990トンを供給した。

3.1.4 農産加工および流通施設

サリマADD管轄地区内外にある農産加工および収穫後処理施設としては、バラカにあるADMARCの綿織り工場、サリマにあるチゴナミカンゴ会社の綿織り工場、クタクタのティイエセ会社が運営している製粉工場、および同じくクタクタのマラウイ製油会社（NOIL）による精米所がある。

サリマADDにおけるADMARCの既存貯蔵庫の容量は、合計34,100トンで、その内訳は、

サリマ貯蔵所の倉庫 29,600 トンとミニサイロ 4,500 トンとなっている。この他に、サリマ ADD の各市場に合計 49,000 m² の簡易貯蔵施設があり、現在の需要を満たしている。

ADMARC のムタカタカ、ナニヤング、ピリラ地域事務所は、それぞれ年間約 1,530 トン、2,080 トン、1,160 トンの作物を買い付けている。それら ADMARC 地域事務所の既存貯蔵施設は、それぞれ 10,100 トン、2,900 トン、1,950 トンの貯蔵容量を持っている。

3.15 農村インフラ

(a) 交通

調査対象地域とその周辺には、以下に掲げる主要道路網が配置されている。

道路名	調査地域内の道路部位	備考
M17	サリマ - バラカ	サリマ - ムア間の 62 km は改修中 (1994年完了予定)
M14	サリマ - リロングエ	内 103 km は改修中
M18	(サリマ -) ムタカタカ - マンゴチ	
M1	リロングエ - デザ - チェウ - ブランタイヤ	
M8	バラカ - リウォンデ	

上記道路のうち、南北に走る M1 および M17 は、調査対象地域と他の地域を結ぶ主要交通路となっている。マラウイ建設省は、現在、M17 道路のサリマ - ムア間の改修およびバラカまでの延長工事、M14 道路のサリマ - リロングエ間の改修工事を実施中である。同工事完了後には、リロングエおよびブランタイヤ双方への交通が飛躍的に改善される。しかし、調査対象地域内の支線道路は、極めて未整備の状態となっている。

(b) 農村給水

農村部では、地下水が主な飲料水源となっており、マラウイ国の中部州および南部州地域の農村人口のそれぞれ 75% および 53% が、堀抜き井戸およびボーリング井戸に依存している。サリマ ADD 管内では、現在、世界銀行、英国、欧州の資金援助によって 4 つの地下水による給水計画が進行中である。また、世界銀行の Kampsax、英国 ODA の児童救済基金によって既存ボーリング井戸の改修が行われている。1992 年 12 月現在、サリマ ADD 管内にはボーリング井戸が 1,060 ケ所、堀抜き井戸が 630 ケ所あり、そのうち約 60% が使用できる状態にある。これ

は、井戸一ヶ所あたり150～200世帯が依存していることとなり、上記4農村給水計画の目標である100世帯あたり1ヶ所の設置密度を大きく下回っている。

3.16 農業支援システム

サリマADDは、調査対象地域における最も重要な農業支援組織であり、その業務内容は、種子増殖、研究、普及・訓練、および農業金融と多岐にわたっている。1991年末現在のサリマADDの総職員数は476人で、そのうち5人がシニア職員、41人が中級職員、残り430人が下級職員である。しかし、サリマADDは、(i)熟練職員の欠如、(ii)職員の交通手段の欠如、(iii)予算不足、といった問題を抱えている。

3.17 農民組織

農民クラブは任意団体であるが、マラウイでは伝統的に農業開発を進めるための重要な組織となっている。同クラブは、(i)サリマADDからの農業金融の受取り母体、(ii)地域コミュニティーを統括するユニット、(iii)流域保全のためのユニット、として重要な機能を果たしている。調査対象地域には、約1,000の農民クラブがある。しかし、農民が同クラブの機能や重要性を十分認識していないことから、全農民の約20%に当たる24,000農民が所属しているにすぎない。農業資材供給計画を通じて農産物の増産を図るためには、農民の同クラブへの参加率を高めることが重要となっている。

調査対象地域にあるムタンダムラおよびムワラオエラ灌漑地区では、灌漑施設の建設を農民の参加によって実施している。また、同灌漑地区では、サリマADD職員の支援の下、農民自身の管理委員会が水管理を行っている。

3.18 農民の要望

前述の農家経済調査の中で、調査対象地域の120農家を対象に、将来の農業・農村開発に対する意向調査を行った。この結果、農民が最も強く望んでいるものは、灌漑施設の建設、排水施設の建設、耕作地の拡張、農業資材の供給／普及および農業金融の強化等である。農村開発に関して農民が強く望んでいるものは、井戸、病院、精米所の建設である。

第4章 開発ポテンシャルおよび開発対象地区

4.1 土地資源

土地評価の結果、調査対象地域の19%に当たる47,500 haが灌漑水稻栽培に適しており、また、29%に当たる71,800 haが灌漑畑作物栽培に適している。それら灌漑適地は、下表に示す通り、そのほとんどがマラウイ湖とリフト・バレーの断層との間にある沖積平野に位置する。

河川名	総流域面 (ha)	灌漑水稻適地		灌漑畑作適地	
		TA	DOE	TA	DOE
ナジプール	36,100	2,630	2,630	4,210	4,210
ナミコクウェ	35,700	5,000	4,790	6,790	6,790
リブレジ	70,200	11,670	9,680	20,150	15,270
ブワンジェ	108,000	28,210	26,860	40,640	39,290
合計	250,000	47,510	43,960	71,790	65,560
総流域面積比	(%)	19	18	29	26

注) TA：総流域面積の中の灌漑適地面積。

DOE：灌漑適地の内、マラウイ湖と断層に挟まれた部分に位置するもの。

4.2 最適灌漑水源の検討

調査対象地域内の灌漑水源としては、(i) 河川からの直接取水、(ii) ダム建設による河川水調節、(iii) マラウイ湖、(iv) 地下水、がある。調査対象地域内の主要な河川は、ナジプール川、ナミコクウェ川、リブレジ川、ブワンジェ川の4河川である。この内、ブワンジェ川は雨期に頻発する洪水の氾濫のために河道が変化しやすく、乾期流量の低減が著しいため、灌漑水源としての利用が困難である。また、同河川における水文観測が行われていないため、流出および洪水解析のための基礎資料が不備である。さらに、同河川の洪水調節と灌漑用水の貯留のためのダム建設について、適当な建設候補地が無い事などから、ブワンジェ川を灌漑水源の検討から除外し、残る3河川について本開発計画の利用可能な灌漑水源として解析/検討を行った。

河川流水の調節に関し、ナジプール川およびリブレジ川に適当なダム建設候補地があるが、ナミコクウェ川には適当なダム候補地はない。ナジプール川のダム候補地は、同河川の支流であるムワチクラ川沿いのチラサモンゴ村の近くに位置し、流域面積は約45 km²、総貯水可能容量は約2,500万トンと推定される。リブレジ川のダム候補地は、トンドーヤ村の近くに位置し、流域面積は約320 km²、総貯水可能容量は1,200万トンと推定される。しかし、当該ダム建設

に対して、以下の問題の解決が必要となる。(i) 堆砂量が大きいことから、有効貯水を確保するためにダム規模が大きなものとなる。(ii) 約 500,000 m³ の盛土工事が必要となり、その工事費は 10 億円を超える。(iii) 貯水池および周辺地区に散在する部落の移転／保障が必要となる。以上により、ダム建設による河川流水調節は、技術的、経済的な実施妥当性が低く、社会環境の保持が難しいことなどから、調査対象地域の水源として適当ではない。

マラウイ湖水の利用に際し、まず、開発予定地区の標高よりも高い位置に貯水池を建設し揚水しなければならない。また、揚水機等の主要な施設規模を適性なものとし、建設費および維持管理費を抑えるためには、開発地区を水源から近い湖岸地域に限定する必要がある。しかし、湖岸地域の土壌は灌漑開発に不適であること、貯水池建設に適当な場所が見当たらないこと、さらに、マラウイにおける揚水機等の部品調達が困難なこと等から、マラウイ湖からの取水案も除外せざるを得ない。

一方、地下水開発案は、調査対象地域の地下水賦存量が概して少なく、灌漑計画を策定するためにはさらなる地下水ポテンシャルの調査が必要となる。このため、現段階における地下水開発採用は適当とは言えない。

上記のことから、調査対象地域における灌漑開発のための水源として、ナジプール川、ナミコクウェ川、およびリブレジ川からの直接取水が適当と判断される。左記 3 河川の 1969/70 年(計画年：後述)の月別平均流量は下表の通りである。

(単位：m ³ /sec)			
月	ナジプール川	ナミコクウェ川	リブレジ川
11	0.31	0.13	0.17
12	0.58	0.80	0.27
1	5.25	1.83	6.66
2	2.85	1.60	3.63
3	5.71	3.68	8.77
4	2.50	1.79	3.34
5	1.17	0.73	1.22
6	0.91	0.52	0.90
7	0.67	0.35	0.64
8	0.46	0.23	0.36
9	0.31	0.15	0.20
10	0.18	0.09	0.11

4.3 灌漑開発可能面積

灌漑可能面積の算定に当たり、5年に一度の渇水年を計画年とした。計画年は、調査対象地域のムア観測所の年別降雨データを基に5年確率雨量を算出し、同雨量に最も近い降雨量のあった年とした。計画年は1969/70年で、年間降雨量は750mmである。

次に、計画年における利用可能水（河川流量）と降雨を旬ごとに整理し、次章5.3.2に述べる灌漑用水量を用いて灌漑面積を算定した。尚、算定に当たり、利用可能水量は、開発地区下流住民の河川流水利用のために、1969/70年（計画年）の月別最低流量を河川維持用水として放流した後の残流量と規定した。

調査対象地区内の3河川流域の灌漑可能面積の算定結果は下記の通りである。

(単位：ha)

河川名	雨期灌漑可能面積	乾期灌漑可能面積
ナジプール川	1,658	224
ナミコクウェ川	1,104	123
リブレジ川	946	239
合計	3,708	586

4.4 灌漑開発地区の選定

土地・水資源の評価結果および灌漑開発可能面積を基に、調査対象地域内の3河川を水源とする灌漑開発地区を選定した。開発地区選定は、(a)既存の5万分の1地形図を用いた地区概定および予備的検討（フェーズI調査）、(b)1993年2月JICA作成の5千分の1地形図を用いた開発地区の詳細調査および灌漑施設計画の作成（フェーズII調査）、の順序で実施した。施設計画の策定に当たっては、取水方法、灌漑・排水施設の配置、灌漑方法、道路網の配置等につき、技術的に実施可能な比較案を検討した。開発地区の選定は下記の条件下で行った。

- (i) 河川流水を水源とする重力式灌漑方法の採用する。
- (ii) 土地が灌漑農業に適している。
- (iii) 雨期の洪水防御対策を計画する。

以上の検討に基づき、調査対象地域の3河川流域から5灌漑開発地区を選定し、本灌漑開発