

の計画地区とした。

	灌漑地区名	面積 (ha)	備考
(i)	ナジプール川流域		
	ー 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		
	ー ナミコクウェ川上流灌漑地区	570	新規開発
	ー 既存ムタンダムラ灌漑地区	230	既存施設改修
	ー 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	

#### 4.5 灌漑開発地区の現況

##### (a) 社会環境

5つの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 人が居住しており、1 世帯当たりの平均家族数は 4.2 人である。また、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。

##### (b) 農 業

計画地区の現況土地利用は下表に示す通りである。計画地区の約42%は現在耕作を行っている。

(単位：ha)

土地利用	灌漑開発計画地区名					合計
	ナミコクウェ上流	既存ムタンダムラ	ナミコクウェ下流	リブレジ下流	ナジプール下流	
農 地	300	230	110	190	80	910
灌漑水稻	0	230	0	0	0	230
天水水稻	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

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すべ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、計画地区の農地の約90%で両作物が栽培され、綿花および豆類がそれに続く。大部分の作物は雨期の初めに播種され、農作業は耕起から収穫まで手作業で行われる。大部分が1期作であり、2期作は極く限られた少面積で実施している。

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。

水稻は、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のみ行われており、その他の地区では直播である。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用されていない。

計画地区のメイズおよび米の生産は、調査対象地区の一般的な作物生産状況と同様の要因によりその収量は低い。その内、米については、水田の均平度不足がもっとも大きい低収の原因となっている。

#### (c) 社会インフラ

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/km<sup>2</sup>)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。

計画地区農民の飲料水は、浅井戸(23%)、ボーリング井戸(50%)、および湖・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。

#### (d) 農家経済

計画地区内農家の経済状況については、160戸の農家面接調査および3戸の農作業調査の結果より求めた。農家経済収支をムタンダムラ既存灌漑地区とその他の天水農業地区とに分割整理して下表に示す。

項目	(単位：Kw)	
	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

上表によれば、計画地区農民の生計費は、一人当たり天水農家がMK 160、ムタンダムラ地区農家がMK 402であり、総支出に占める生計費の割合は、天水農家が98%、ムタンダムラ地区農家が74%となっている。以上から、計画地区の天水農家の生活水準は灌漑農家に比べかなり低いことがわかる。

計画地区の女性は、日常作業の他に農作業等、他の家族構成員と比べかなり厳しい労働を強いられている。一米作期間の女性の農作業時間は約1,000時間で、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。特に、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1kmと長いため、かなりの重労働となる。現況では、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。

#### (e) 農民の意識

前章3.11の農家経済調査(対象120人)に加えて実施した聴き取り調査(対象160人)の結果、計画地区内の農民の多くは耕作面積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。また、現行農業活動に対する農民の労働力不足が顕著である。

灌漑計画実施に関する聴き取り調査の結果、ムタンダムラ既存灌漑地区の農民全てと、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ている。また、計画地区内の全ての村の村長が、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、維持管理費用の支払いに関しては、現物(生産物)を水代の代価として支払うことを希望している。

## 第5章 開発計画

### 5.1 開発基本方針

本開発計画は、計画地区の農家所得の向上と福利の改善を目的とし、以下の開発基本方針に基づくものとする。

- (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

灌漑開発による土地および水資源を最大活用するために、河川からの安定取水による灌漑用水供給が必要である。従って、当該計画地区特有の自然条件である不安定な河道、洪水期の堆砂の影響を十分考慮して、計画の立案に当たる。また、米の高い国内需要に基づき、灌漑稲作を本事業の中心に置き、灌漑用水量の少ないメイズ、野菜を水稻の収穫後に播種し、降雨と残留土壌水分とともに、補足的用水供給によって栽培する。

作物生産性の向上は、灌漑のみならず、農業投入財と耕種法の改善により達成する。このためには(i)研究および展示、(ii)政府職員と中核農民への訓練の強化が不可欠である。本事業の効率的な実施の為に、当面の対応として、現行の農業支援組織の強化、灌漑農業の先進国における政府職員の実務研修、計画地区における実施可能な農事試験への支援等が必要となる。さらに、将来的には、より高度な灌漑農業の導入と計画地区内外への継続的な灌漑農業技術の普及のための組織作りが望まれる。

地域経済の適性な開発を推進するためには、地域の人的資源の活用が重要な要素となる。基本的な農村基盤施設の整備は、計画全体との調和の下に計画し、農作業に対する労働力の最適かつ最大配分に留意する。基本的な農村基盤施設には井戸、精米施設、農道が上げられ、井戸と精米施設の整備は、水汲み、精米に見られる農民、特に女性の労働を軽減し、農作業労働時間への転換に寄与する。また、地域の交通事情の改善のために、農道整備は農村基盤整備の内でも重要な開発項目であり、本事業の円滑な運営を促すことが期待される。

## 5.2 農業開発計画

### 5.2.1 土地利用計画

計画地区における将来の土地利用は、灌漑適地の灌漑化に重点に置くこととし、以下の点を土地利用計画策定の方針とする。

- (i) 既存天水田/天水畑の灌漑水田としての利用。
- (ii) 自然植生にある開発適地の灌漑水田への転換。
- (iii) 計画地区内と周辺の一部地区の、用水路、農村道、その他農業施設用地への転用。

5 灌漑計画地区の土地利用計画は以下の通りとなる。

(単位：ha)

	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				
ーナジプール川下流灌漑地区	250	205	19	
ナミコクウェ川流域				
ーナミコクウェ川上流灌漑地区	570	80	43	
ームタンダムラ既存灌漑地区	230	106	17	
ーナミコクウェ川下流灌漑地区	160	111	12	
リブレジ川流域				
ーリブレジ川下流灌漑地区	520	200	39	

### 5.2.2 計画作付け体系

農業開発計画の策定に当たり、以下の点を考慮して導入作物の選定を行った。

- (i) 気象、土壌条件に対する作物生理の特性
- (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

雨期の導入可能な作物には、メイズ、米、綿花、豆類、野菜が考えられるが、上記留意点より、米が最も有望な作物と考えられる。米は作物生理的に最も気象と灌漑栽培に適しており、野菜を除き生産収益が最も高く、さらにマラウイにおける米の流通は、ADMARCおよび民間流通業者による流通体制が発達している。一方綿花は灌漑栽培に適し、収益性は2番目に高いが、雨期の湿潤な条件は成育に不適である。豆類は3番目の収益性を上げるが、これも雨期の湿潤な土壌条件は成育に不適であり、市場性にも問題がある。メイズは計画地区の主食であり、高地において主に栽培されている。メイズの収益性は低く、灌漑栽培への適合性は低い。野菜は最も収益性の高い作物であるが、雨期の栽培環境に適合しない。以上のことから、本計画の雨期の導入作物として米を採用した。

米の導入に関して、成育期間が短く生産性の高い新品種の導入は、多くの肥料と農薬を必要とし、さらに高収量の達成には、高度な灌漑栽培管理が必要となる。このことから、本計画においては、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こととした。ファヤ品種の導入に当たり、同品種の高収量と品質向上を目的にした品種改良が今後の課題となる。

雨期における米の作付け体系は、以下の点を考慮して策定した。

- (i) 最降雨期を避けた収穫期の設定
- (ii) ファヤ品種の感光性（出穂期は3月下旬から6月）
- (iii) 日照を最も必要とする出穂期前15日と後25日の機関を可能な限り日照時間の長い時期にあわせる
- (iv) 有効雨量と河川流量の最大利用

米の成育日数は150日とし、作期のずれを1カ月間とする。植え付けは12月から1月に開始し、収穫は5月から6月に行う。

乾期導入作物の決定に当たり、以下の2比較案を設定し、用水量、降雨および灌漑利用可能水より乾期作付可能面積を算出した。

比較案-1：成育期間90日のメイズおよび野菜の早生品種の導入

比較案-2：計画地区内における現行作付の成育期間130日のメイズおよび野菜

乾期作付体系の上記2比較案による乾期作付面積は、計画地区の3河川流域で下表の通り

となる。

流域	比較案-1	比較案-2
ナジプール川流域	224 ha	0
ナミコクウェ川流域	123 ha	0
リブレジ川流域	239 ha	60ha
合計	589 ha	60 ha

上表の通り、比較案-2は殆ど灌漑耕作ができない結果となる。乾期における計画地区の利用可能な灌漑用水が限定されるため、乾期導入作物の成育期間は可能な限り短くする必要がある。早生品種の導入は、収量の安定化にとって重要な要素であり、成育期間90日以下のメイズと野菜の早生品種の導入が適する。従って、本計画策定に当たり、乾期作付体系として比較案-1を採用する。また、野菜品種は、キャベツ (Giant Drumhead、Sugarloaf、Chago)、玉ネギ (Early Texsa Grano、De Eildt、Red Creole)、トマト (Money Maker、Marglobe、Roma VF) が有望であり、これら品種の計画地区における栽培試験により、適性品種の選定を行うこととする。

計画作付け体系を図 5.2.1 に示す。

### 5.2.3 計画耕種法

#### (a) 農業機械化

マラウイでは、一部エステート農場において農業機械が使用されているが、小規模農家では農業機械の利用はほとんど行われていない。計画地区への機械化農業導入の可能性について検討した。本計画地区に機械化農業を導入するには、次の条件を満たすことが前提となる。

- (i) 農業経営的に採算性がある機械化農業が可能なこと
- (ii) 農業機械の導入後、適性な保守および維持管理が可能なこと
- (iii) 効率的な農業機械の運営利用を可能とする組織があること

計画地区内の個別農家に配分された農地の集積化は困難であり、小規模に分散された耕地において、農業機械化による土地生産性の向上は期待できない。また、機械化作業が期待される耕起作業の経費について、50馬力トラクターとロータベーターによる機械耕起と畜力による耕起との比較を行った。その結果、0.4ha当たりの経費は、前者がMK 225に対し、後者はMK 50

であった。農業機械利用に係わる高い経費は、機械購入価格、燃料、潤滑油等の調達価格が高いことと、高利子率による。また、計画地区の労賃が低廉であることから、機械利用の経費との大きな格差が発生する。また、現況においては、適性な保守、維持管理あるいは効率的な機械運用を実施する組織が期待できない。以上のことから、本計画策定に当たり、機械化農業の導入計画を除外することとした。機械化農業導入に関する詳細を英文付属報告書II 3.2.4 (1) に示す。

#### (b) 計画耕種法

計画地区における農業開発には、適正な耕種法の実践が不可欠であり、このためには政府支援施策の実施が必要となる。本計画の耕種法は、マラウイ農業省ゴロウィンドー灌漑地区および近隣諸国の資料をもとに策定した。耕種法の詳細は英文付属報告書II 3.2.4 (2) に示す。

#### 5.2.4 期待収量および生産量

本灌漑開発計画の実施後、作物収量の安定的増大が期待できる。将来の期待収量は、ムタンダムラおよびゴロウィンドー灌漑地区における収量調査結果、既存試験場の資料等をもとに、米 4,500 kg/ha、メイズ 2,000 ka/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想定した。5灌漑計画地区における作物生産量を、計画を実施した場合としない場合に分けて以下に示す。

灌漑計画	(単位: ton)				
	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					
-ナジプール川下流地区	1,130	220	190	0	80
ナミコクウェ川流域	4,320	120	720	980	260
-ナミコクウェ川上流地区	2,565	—	—	360	150
-ムタンダムラ既存地区	1,035	—	—	620	0
-ナミコクウェ川下流地区	720	—	—	0	100
リブレジ川流域					
-リブレジ川下流地区	2,340	240	390	290	0
合計	7,790	580	1,300	1,270	340



### 5.2.5 農業生産資材

計画の実施に当たり、農業生産資材の供給が必要となる。主な生産資材のヘクタール当たりの必要投入量は以下の通りとなる。

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

計画全体で必要となる農業投入資材は以下の通りである。

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. ナジプール川下流	250	10.0	2.8	47.5	13.5
2. ナミコクウェ川上流	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. ナミコクウェ川下流	160	6.4	0	30.4	8.6
5. リブレジ川下流	520	20.8	3.0	98.8	28.1
合計	1,730	69.2	7.3	319.2	93.4

注 : \* ナミコクウェ川上下流およびムタンダムラ灌漑計画地区を含む

### 5.2.6 所要農業労働力

本計画実施後の農業労働力の過不足を明らかにするために、農業労働力需給分析を計画地区内の典型的な農家を対象として実施した。計画を実施した場合、平均 0.4 ha の圃場で灌漑農業が行われる。大半の農家は計画を実施した場合においても、雨期に計画地区外でメイズの天水栽培を行うため、この天水メイズ栽培に必要な労働力を考慮して分析を行った。分析結果は以下の通りとなる。分析結果の詳細は表 5.2.1 に示す。

#### (a) 計画を実施しない場合

- 日曜を除く一人当たり平均日労働時間を 4.21 時間とすると、年間総労働力需要は 3,015 人時間となる。
- 労働力需要のピークは、米作の耕起、メイズ収穫後の圃場残さ整理を行う 10 月に発生する。
- 二番目の労働力需要のピークは、米の収穫、脱穀、唐箕、貯蔵作業を行う 6 月下

旬に発生する。しかし現状では、収穫後処理作業を長期間に亘って行う事で労働力不足を補っている。

(b) 計画を実施した場合

- 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。
- 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。
- 労働力需要のピークは、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。

### 5.2.7 収穫後処理

現行市場価格における籾買取価格（MK 1.5 /kg）に比べ、精米後の米価格（MK 4.0 /kg）は約 2.7 倍にまで上昇する。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、精米所を含む米の収穫後処理施設を設置することとする。収穫後処理施設は、精米能力 1.0 ton/hr の精米機、籾の天日乾燥場 400 m<sup>2</sup>、および精米機建屋、倉庫等関連建屋 50 m<sup>2</sup> を 1 組として灌漑面積／収量に応じて各計画地区内に配置する。後述の 3 灌漑計画地区の精米所箇所数は以下の通りである。

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

精米所のヶ所数選定方法は、表 5.2.2 に示す。

## 5.3 灌漑排水計画

### 5.3.1 計画の最適化

前章 4.4 に述べた通り、調査対象地域内 3 河川流域において以下の 5 灌漑地区が選定された。

#### ナジプール川流域

- ナジプール川下流灌漑地区

#### ナミコクウェ川流域

- ナミコクウェ川上流灌漑地区
- ムタンダムラ灌漑改修地区
- ナミコクウェ川下流灌漑地区

#### リブレジ川流域

- リブレジ川下流灌漑地区

上記灌漑地区における最適な灌漑開発計画の策定のために、取水地点、施設計画および灌漑可能面積、流域内の複数灌漑地区の統合、工事方法等に係わる開発計画の比較案を策定し、技術的妥当性および経済的な投資効率について比較検討を行った。比較案は、土地分級と利用可能な水資源より設定した灌漑可能面積および灌漑排水施設の概略設計に基づいて策定し、以下の手順により河川流域ごとに技術的、経済的な評価を実施した。

#### (1) ナジプール川流域

ナジプール川流域に設定されたナジプール下流灌漑地区は、同河川下流部に位置し、約1/250の勾配をもって北西方向に傾斜している。同地区の南東を流れるナジプール川は本灌漑地区唯一の灌漑水源である。本灌漑地区は、他地区に通ずる全天候型の道路がないことから、他地域から隔絶されている。

同地区は、ナジプール川の洪水氾濫原にあり、毎年の洪水期に氾濫が見られる。ナジプール川は、洪水により運ばれる土砂の堆積により、しばしば河道を変えている。灌漑水源であるナジプール川の流況と灌漑地区の現況から、灌漑開発計画策定に際し、下記の点に特に留意した。

- (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）、

以上の留意点と現地調査の結果を基に、最適灌漑開発計画の策定のために実行可能な比較案を策定した。ナジプール下流灌漑地区は、地形条件および土地適性の上から、対象地区の位置、灌漑面積は限定される。従って、同地区の灌漑計画策定に当たっては、取水地点の選定、取水施設の建設方法について以下の2比較案を設定した。

- 比較案-1: 現況河川の褶曲を利用し、褶局部内側に岡工事により取水施設を建設する。このため、現況河川に一切手を付けぬ状態で建設工事を実施する。計画地区上流端より約 2.5 km 上流。計画洪水流量：266.1 m<sup>3</sup>/sec.
- 比較案-2: 現況河川内に頭首工を建設するもの。工事期間中に建設予定地点を乾燥状態に保つ必要があるため、仮切り回し水路を新設する。計画地区上流端より約 4.0 km 上流。計画洪水流量：266.1 m<sup>3</sup>/sec.

上記2案は共に、技術的な実施妥当性は十分に有しているが、建設工事に対する安全性について比較案-1が優れている。また、取水構造物および関連構造物の直接建設費は、比較案-1が76.6百万円、比較案-2は80.0百万円である。以上のことから、上記比較案-1をナジブール川下流灌漑計画の計画取水地点として採用した。各比較案の詳細を表 5.3.1 に示す。

## (2) ナミコクウェ川流域

ナミコクウェ川流域に設定された灌漑開発地区は、以下の3地区である。

ナミコクウェ 上流灌漑地区	：新規開発、	570 ha
ムタンダムラ 施設改修地区	：既存施設の改修、	230 ha
ナミコクウェ 下流灌漑地区	：新規開発、	160 ha

ナミコクウェ川流域に設定された3灌漑地区に対する灌漑開発計画の策定は、ナミコクウェ川の河道状況、地形および土地適性等から、3灌漑地区それぞれの対象地区の位置、面積は限定される。ことから、同流域に対する灌漑開発計画の策定は、(i) 取水地点および取水構造物の建設工事方法に関する検討、(ii) 3灌漑地区単独の開発に対する検討、(iii) 3灌漑地区の統合に関する検討、(iv) 3灌漑開発地区および統合計画についての技術的、経済的な評価と本流域開発の最適な灌漑計画の選定、の手順で実施した。

### (a) 取水施設および建設方法

ナミコクウェ川は、調査対象地域西部を南北に走る鉄道との交差点の下流約 1.5 km でナジボクウェ川と合流する。同河川の河道は、左記合流点付近では安定しているものの、合流点の下流約 2.0 km より河幅が狭窄し河道が浅くなる事から、河道が著しく不安定となっている。

このことから、同河川流域の3灌漑地区および後述の統合計画に対する取水地点は上記合流点の下流約2.0 kmまでの限られた区間内で選定することとなる。取水地点の選定に当たり、地形、河道状況、過去の洪水氾濫状況等を勘案し、下記の2比較案を設定した。

- 比較案-1: 現況河川の褶曲を利用し、褶局部内側に岡工事により取水施設を建設する。このため、現況河川に一切手を付けぬ状態で建設工事を実施する。上記合流点の下流0.6 kmの地点。頭首工設計洪水：205.4 m<sup>3</sup>/sec.
- 比較案-2: 現況河川内に頭首工を建設するもの。工事期間中に建設予定地点を乾燥状態に保つ必要があるため、仮切り回し水路を新設する。上記合流点の下流1.3 kmの地点。頭首工設計洪水：205.4 m<sup>3</sup>/sec.

上記比較案の検討は、技術的な実施妥当性、建設工事の安全性、および経済性の視点より実施した。この結果、上記2案ともに、技術的な実施妥当性は十分に有しているが、建設工事に対する安全性について比較案-1が優れている。また、取水構造物および関連構造物の直接建設費は、比較案-1が76.9百万円、比較案-2は86.2百万円である。以上のことから、比較案-1をナミコクウェ川流域の灌漑開発計画の計画取水地点として採用する。ナミコクウェ川流域の灌漑開発計画に係わる取水地点および同建設方法の比較案の詳細を表5.3.1に示す。

#### (b) 3灌漑地区単独の開発計画

##### (b-1) ナミコクウェ川上流灌漑計画

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ボ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。

計画地区の現況およびナミコクウェ川の河川特性を勘案し、当該灌漑計画は下記の点に留意して策定した。

- 一安定した取水を確保する、
- 一ナミコクウェ川左岸に十分な洪水通過断面を確保する、
- 一計画地区の洪水被害を防ぐため、ナミコクウェ川左岸側に洪水防御堤を建設する（水路管理用道路兼用）、
- 一計画地区西部の丘陵地帯からの降雨流出を制御するための排水路を設置する、

ナミコクウェ川上流灌漑計画の概要は以下の通り。

一純灌漑地区面積	: 570 ha
一灌漑施設計画:	
一取水工	: 1ヶ所、計画取水量0.81 m <sup>3</sup> /sec.
一幹線用水路	: 6.7 km
一2次用水路	: 3.8 km
一3次用水路	: 43.1 km (排水路兼用)
一排水路	: 12.2 km
一管理用道路	: 10.1 km
一洪水防御堤/道路	: 7.0 km
一接続道路	: 1.2 km
一精米所および付属施設	: 3ヶ所

#### (b-2) ムタンダムラ既存灌漑施設改修計画

ムタンダムラ既存施設改修計画地区は、国道 M-17 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。計画地区の技術的問題点は以下の通り。

- 一不安定な取水
- 一取水門、幹線用水路および関連構造物の老朽化による灌漑効率の低下
- 一劣悪な水田均平状況
- 一地区内道路網の不備

ムタンダムラ既存灌漑施設改修計画は、既存灌漑施設の改修と拡充を通して上記問題点の解決を図り、当該地区の作物収量の増加と効率的な水資源の利用を目指すものである。ムタンダ

ムラ既存灌漑施設改修計画の概要は以下の通り。

---

一純灌漑地区面積	: 230 ha
一灌漑施設計画:	
一取水工(新規建設)	: 1ヶ所、計画取水量0.33 m <sup>3</sup> /sec.
一幹線用水路(新規建設)	: 6.7 km
一2次用水路	: 4.5 km
一3次用水路	: 12.6 km (排水路兼用)
一管理用道路(新規建設)	: 6.0 km
一洪水防御堤/道路	: 6.9 km
一接続道路(新規建設)	: 2.4 km
一精米所および付属施設(新規建設)	: 2ヶ所

---

### (b-3) ナミコクウェ川下流灌漑計画

ナミコクウェ下流灌漑計画地区は、ムタンダムラ既存灌漑施設改修計画地区の北側に接するやや標高の高い地域にあり、約1/250の勾配をもって北東方向に傾斜している。当計画地区は、ナミコクウェ川河道より遠く、標高が高いために、同河川の洪水の影響を受けない。同地区への交通は比較的良好で、ムタンダムラ既存灌漑施設改修計画地区を経由する全天候型道路が設置されている。同地区開発に係わる技術的問題点は以下の通りである。

- 一安定した取水源と取水地点候補地が計画地区の近隣に無い
- 一水田耕作に対する土地適性が低い
- 一地区住民の居住地区が計画地区内に点在している
- 一利用可能労働力が少ない

上記問題点を考慮して策定したナミコクウェ川下流灌漑計画の概要は以下の通りである。

---

一純灌漑地区面積	: 160 ha
一灌漑施設計画:	
一取水工	: 1ヶ所、計画取水量0.23 m <sup>3</sup> /sec.
一幹線用水路	: 6.7 km
一2次用水路	: 4.7 km
一3次用水路	: 11.1 km (排水路兼用)
一排水路	: 5.6 km
一管理用道路	: 5.1 km
一洪水防御堤/道路	: 4.2 km
一接続道路	: 1.8 km
一精米所および付属施設	: 2ヶ所

---

(c) 灌漑地区の統合に係わる検討

ナミコクウェ川流域に設定した3灌漑地区の内、ナミコクウェ下流灌漑地区およびムタンダムラ既存灌漑地区は、計画取水施設から灌漑地区までの導水距離が長く、灌漑可能面積に比較して建設費が割高となり経済的な投資効率が低いと予想される。土地および水資源の最大利用の観点から灌漑開発面積を拡大するために、3灌漑地区を組み合わせた以下の統合灌漑計画を設定した。統合計画案の設定に当たり、地区内最上流部に位置するナミコクウェ上流灌漑地区は、計画取水地点の位置、幹線用水路路線、灌漑地区の位置等より全ての統合計画に組み込むこととした。

統合計画案	組み合わせ	灌漑面積合計
- 統合灌漑計画-1	ナミコクウェ 川上流灌漑計画 ムタンダムラ 灌漑改修計画	800 ha
- 統合灌漑計画-2	ナミコクウェ 川上流灌漑計画 ナミコクウェ 川下流灌漑計画	730 ha
- 統合灌漑計画-3	ナミコクウェ 川上流灌漑計画 ムタンダムラ 灌漑改修計画 ナミコクウェ 川下流灌漑計画	960 ha

上記の3統合計画は、土壌の耕作適性を考慮した3灌漑地区の組み合わせであることから、土地適性の視点より問題はない。さらに、ナミコクウェ川の利用可能な水資源の評価結果である最大灌漑可能面積 1,104 ha を下回っていることから、技術的な実施妥当性を有する。各統合計画の概要を表 5.3.1 に示す。

(d) 最適な灌漑計画の選定

ナミコクウェ川流域の灌漑開発に対する最適な灌漑計画は、3灌漑地区に対する単独の開発計画および上述の3統合計画についての現地調査結果の解析、施設計画および概略設計、建設工事費、経済効果指標等をもとに、(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、最も優れた計画案を選定した。

上記最適灌漑計画選定に係わる検討結果を以下に示す。



計画案	灌漑面積	内部収益率 (FIRR:%)	利用可能労働力
ナミコクウェ 川上流計画	570 ha	11.6	A
ムタンダムラ 改修計画	230 ha	1.7	A
ナミコクウェ 川下流計画	160 ha	2.1	C
統合灌漑計画-1	800 ha	11.9	A
統合灌漑計画-2	730 ha	10.2	B
統合灌漑計画-3	960 ha	10.2	B

ここに、A：問題なし、B：一部地区につき労働力が不足、C：労働力が不足

上記6比較案の全てが技術的な実施妥当性を備えているが、経済効率の点でナミコクウェ川上流計画および3統合計画案が優れている。ナミコクウェ川下流計画地区内の農民の多くは既存ムタンダムラ灌漑地区の耕作農民であることから、ナミコクウェ川下流計画地区を始め同地区を含んだ統合計画案に利用可能な労働力の点で問題がある。以上の点に加え、土地および水資源の最大利用の視点より、統合灌漑計画-1が最も優れている事から、ナミコクウェ川流域開発に係わる灌漑計画として統合灌漑計画-1を採用する。上記比較検討の詳細と各比較案の内容は、英文付属報告書II 3.3.5 (2) に示す。

### (3) リブレジ川流域

リブレジ川流域に設定されたリブレジ川下流灌漑計画地区は、リブレジ川下流右岸に広がる同河川の洪水氾濫原にあり、概ね 1/350 の勾配をもって北に傾斜している。同計画地区は、西をリブレジ川に、東を丘陵地帯にかこまれている。計画地区最上流部の約 1.5 km に国道 M-18 が走っていることから、当該地区への交通の便は良い。

リブレジ川を横断する国道M-18の河川横断施設は、堆砂のために著しく通水断面が減少しており、同施設の構造的な欠陥により毎年の浚渫／補修を余儀なくしている。マラウイ政府建設省は、1992/93年の洪水期に際し、同国道の崩壊を防ぐため国道上流部約 1.5 kmの地点においてリブレジ川の河道を人為的に変更した。この為、リブレジ川は、旧河道を迂回し上記国道の下流約 7.0 km の地点で旧河道にもどっている。リブレジ川流域の灌漑開発のために設定したリブレジ下流灌漑地区の灌漑開発計画策定に際し、上記河道の復旧と河川横断構造物の改修に視点をあて、下記2比較案を設定した。

- 比較案-1: 浚渫による河道の復旧と国道M-18の河川横断施設の改修。  
灌漑面積：520ha。

- 比較案-2: 現行河道に手を加えず、旧河道への合流後に取水する。  
灌漑面積：380ha。

上記2比較案について施設計画、事業費、および内部収益率（FIRR）をもとに、(i) 技術的実施可能性、(ii) 経済的投資効率、(iii) 土地および水資源の最大利用、の視点から評価した。上記2案ともに、技術的な実施妥当性を有している。経済的投資効率については、内部収益率（FIRR）において比較案-1は7.6%、比較案-2が6.9%である。以上のことから、比較案-1が優れているものとして、同案をリブレジ川下流灌漑開発計画として採用した。各比較案の概要を表 5.3.1 に示す。

### 5.3.2 灌漑開発計画

#### (1) 灌漑用水量の算定

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、モンキーベイ気象観測所のものを使用。
- 作物係数（Kc）は、FAO技術ペーパー No.25に記載されているものを参照。
- しろかき用水量は150mmを使用。
- 水田の浸透損失は3mm/日を使用。
- 苗床用水量は少ないため無視する。

圃場用水量の算定は、以下の算定式による。

$$\text{(水稲)} \quad \text{CWR} = \text{PWR} + \text{FCU} + \text{P} - \text{ER}$$

ここに、

CWR : 圃場用水量  
PWR : 代かき用水量  
FCU : 作物用水量 (= ETo x Kc)  
P : 本田浸透量

$$\text{(雑作物)} \quad \text{CWR} = \text{FC} - \text{ER}$$

ER : 有効雨量  
CWR : 圃場用水量  
FC : 作物消費用水量 (= ETo x Kc)  
ER : 有効雨量

上記圃場用水量のピークは3月中旬に現れ（88.1 mm）、単位面積当たりの最大純灌漑用水量は 1.02 lit/sec/ha となる。各旬の算定値を以下に示す。

(単位：lit/sec/ha)

月/旬	水稲 (Faya)		月/旬	メイズ	
	しろかき期間	栽培期間		月/旬	月/旬
12月	上旬	0	6月	上旬	0
	中旬	0		中旬	0.03
	下旬	0.50		下旬	0.07
1月	上旬	0.50	7月	上旬	0.17
	中旬	0.50		中旬	0.27
	下旬	0.18		下旬	0.35
2月	上旬	1.00	8月	上旬	0.56
	中旬	1.00		中旬	0.62
	下旬	1.00		下旬	0.63
3月	上旬	1.01	9月	上旬	0.58
	中旬	1.02		中旬	0.30
	下旬	1.01		下旬	0.06
4月	上旬	0.91	10月	上旬	0
	中旬	0.93		中旬	0
	下旬	0.76		下旬	0
5月	上旬	0.39	11月	上旬	0
	中旬	0.14		中旬	0
	下旬	0		下旬	0

上記圃場用水量を基に、取水地点における必要取水量を決定するための灌漑用水量を算定した。灌漑用水量の算定に当たり、水路の運搬ロスを10%以下に抑え、限られた水資源を最大限に利用するために水路はライニング水路とし、送水効率を0.9とした。また、圃場内配水効率は、水稲の場合の一般的な効率0.8を採用した。この結果、灌漑効率は全体で0.72となる。畑作物に対する灌漑効率は、水稲の場合と同様0.72を使用した。灌漑用水量は水稲、畑作とも下記算式によって算定した。

$$IWR = CWR / Co$$

ここに、 CWR : 圃場用水量  
Co : 灌漑効率

以上算定の結果、最大灌漑用水量は 1.42 lit/sec/ha（水稲）、0.88 lit/sec/ha（畑作物）となる。

## (2) 排水量の算定

計画排水量は、5年確率雨量をもとに、水田における過剰雨量の排水と水田以外の土地からの流出の排水に分けて算定した。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時間と設定した。尚、5年確率の日雨量は、ムア観測所の降雨データを基に推定し、94.2 mmとした。計画排水量の算定は、以下の算式により算定した。

$$Q_p = 1/3.6 \cdot r_e \cdot A$$

ここに、

- $Q_p$  : 計画排水量
- $r_e$  : 許容貯留時間内の平均降雨強度 (=  $r_t \cdot f_p$ )
- $A$  : 排水面積
- $r_t$  : 許容貯留時間内の降雨強度  
(=  $R_{24}/24(24/t)n$ )
- $f_p$  : 流出係数、水田 0.7, 水田以外の土地 0.6
- $R_{24}$  : 5年確率日雨量
- $t$  : 許容貯留時間
- $n$  : 0.5

以上により算出した計画排水量は下記の通りである。

水田	: 0.764 m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup>	(7.64 lit/sec/ha)
水田以外の土地	: 1.601 m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup>	(16.01 lit/sec/ha)

## (3) 灌漑施設計画

### (a) 灌漑水路システム

本開発計画の灌漑水路システムは、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、8 ha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。

## (b) 頭首工

本計画における頭首工の設計は、以下の基本方針に基づいて行った。

- 安定した取水
- 頭首工および取水構造物に対する安全性の確保と上・下流および周辺地域に対する洪水および堆砂による被害の回避
- 取水構造物の作動および維持管理の簡素化

頭首工の設計に当たり、50年確率の洪水流量を設計洪水流量とした。洪水流量は、前述のドレイトン (Drayton) の算定式を用いた。計画地区に対する水源となる3河川の設計洪水流量は以下の通りである。

ナジプール川	: 266.1 m <sup>3</sup> /sec
ナミコクウェ川	: 205.4 m <sup>3</sup> /sec
リブレジ川	: 373.2 m <sup>3</sup> /sec

上記3河川の流況および河川特性と設計の基本方針を考慮し、本計画の頭首工設計は下記の点に特別な配慮を施した。

- 頭首工の堰高さを極力低くし、堰上流側の堆砂と洪水の影響を小さくした。
- 土砂吐け、取水工のゲートは、人力巻き上げとした。
- 取水工下流 (幹線水路内) に沈砂池を設置し、計画地区への流入砂の低減を図った。

頭首工の設計に関する詳細は英文付属報告書 II 3.3.4 に示す。

## (c) 用水路

灌漑用水路の内、幹線水路および2次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にした。圃上への配水を担当する3次水路は土水路とし、用排兼用として水田内の余剰水の排水機能を持たせている。

用水路設計の指針は以下の通り。

ー許容最大流速	
ーライニング水路	: 1.5 m/sec
ー土水路	: 0.6 m/sec
ー許容最小流速	: 0.3 m/sec
ー設計粗度係数	
ーライニング水路	: 0.015
ー土水路	: 0.030
ー水路余裕高	: 0.2 m
ーライニング	
ーライニング厚	: 0.1 m
ー一切土部分にはアンダードレインを配置し、5 m間隔にウイープ・ホールを設置する。	
ー設計単位用水量	: 1.42 lit/sec/ha

用水路の設計に関する詳細は英文付属報告書 II 3.3.4 に示す。

#### (d) 排水路

本計画の排水路は、地区内排水のための幹線排水路と地区外からの流出を排除する集水路からなる。幹線排水路は、3次水路によって集められた余剰水を地区外に排除するもので、集水路は地区外からの流入を防ぐために計画地区周辺に設置するものである。両排水路とも土水路とする。排水路の詳細は英文付属報告書 II 3.3.4 に示す。

#### (e) 水路関連構造物

本計画の水路関連構造物として、分土工、配土工、道路横断構造物、落差工が設置される。水路関連構造物の詳細は英文付属報告書 II 3.3.4 に示す。

#### (f) 管理用道路および接続道路

管理用道路は、幹線および2次水路用水路の維持管理および農業投入資材と生産物の搬出・搬入に使用する。従って、管理用道路は幹線および2次水路用水路に添って設置するが、円滑な作業性を保つために一定の距離ごとに他の管理用道路と接続した。接続道路は、計画地区と地区外の全天候型道路との連絡のために設置する。両道路ともラテライト舗装とし、全幅5m、有効幅員3mとする。また、盛土部分の高さは最低0.6mとする。管理用道路および接続道路の詳細は英文付属報告書 II 3.3.4 に示す。

#### (g) 洪水防御堤／道路

上述"計画の最適化"に示した様に、本灌漑開発計画の計画地区は、概ね河川の洪水氾濫原にあることから、計画地区を洪水被害より防御する施策が必要となる。本計画では、計画地区の河川側辺に洪水防御堤を設け、計画地区への洪水侵入を防ぐこととした。洪水防御堤設計は下記の留意点を考慮して行った。

- －洪水防御堤と河川との間にスペースを確保し、十分な洪水流下能力を持たせた。同スペースの幅は、地形によりことなるが、概ね 200－500 m である。
- －洪水防御堤の高さの決定に当たり、各河川の 25 年確率洪水を設計洪水として採用し、現地測量によって得られた河川横断資料をもとに不等流解析を実施した。同解析により得られた洪水防御堤の必要高さに 0.5 m の余裕高を加えて、洪水防御堤の設計高とした。各灌漑計画における洪水防御堤の最大設計高および設計洪水流量は以下の通りである。

灌漑計画	最大設計高 (m)	設計流量 (m <sup>3</sup> /sec)
ナジブル川下流灌漑開発計画	: 1.2	217.5
ナミコクウェ川統合灌漑開発計画	: 1.5	167.9
リブレジ川下流灌漑開発計画	: 1.5	305.0

- －洪水防御堤は、すべて管理用道路を兼用することから、堤の断面設計は、管理用道路／接続道路と同様とする。

#### (h) 末端施設／圃場

3次水路は、約 8 ha の圃場に配水することとし、同水路上 30 m ごとにチェック板および径 0.2 m の暗渠を備えた水口を設け、圃場への配水を行う。1 圃場は短辺 30 m、長辺 150 m とし、純面積 0.4 ha とした。地形条件により 1 圃場内を小区画に分割することとなる。小区画間の灌漑用水の出し入れは田越し方式で行う。圃場内の余剰水は、下流側短辺に沿って配置された 3 次水路により、下流圃場あるいは幹線排水路に排水される。末端施設／圃場の詳細は英文付属報告書 II 3.3.4 に示す。

#### (4) 灌漑開発計画

前述 "計画の最適化" で選定した3河川流域の灌漑開発計画は以下の3事業である。

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

各灌漑開発計画の概要は以下の通りである。

流域河川 灌漑計画	ナジプール ナジプール川下流	ナミコクウェ 統合灌漑計画	リブレジ リブレジ川下流
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
幹線用水路	7.0 km	6.7 km	11.1 km
支線用水路	0.6 km	8.3 km	1.0 km
末端用水路	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
(収穫後処理施設)	(2ヶ所)	(5ヶ所)	(3ヶ所)

上記3灌漑開発計画の位置および計画諸元を図5.3.1 から5.3.3 に示し、詳細を英文報告書 II 3.3.5 に示す。

#### 5.4 農村基盤施設開発計画

##### 5.4.1 農村道路

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に、以下の開発基本方針に沿った農村道路網整備計画を策定した。



- (a) 年間を通じ車両通行可能な道路密度の増大
- (b) 灌漑計画地区と国道M-17およびM-18の間のアクセス改善
- (c) 河川で分断されている地区間の通行確保
- (d) 主要村落間の全天候型道路による結合

農村道路網整備計画は、既存道の改修、5路線の道路新設、河川横断構造物等の道路関連構造物の改修・新設を含む。新設5路線は、国道M-17とM-18に接続する路線、さらに路線間の接続路線がある。農村道路網整備計画の対象となる道路路線は以下の通りである（図 5.4.1）。

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

農村道路網整備計画に含まれる道路関連構造物は、調査対象地区内の主要3河川の横断構造物、小河川横断構造物、排水溝関連構造物等がある。道路の断面設計は、改修・新設部分とも上述の管理用道路/接続道路と同様とする。

#### 5.4.2 上水供給

計画地区内には、約3,800人の住民が生活しているが、同住民に対する生活用水の供給システムが不備な状況にある。現在、42ヶ村3,800人に対し、13本の深井戸と4本の浅井戸が使用可能である。人口1,000人に対する普及密度は、深井戸が3.4本、浅井戸が1.05本と少なく、飲料水の入手は、それらの井戸の他、河川、湖沼に依存している。水汲み作業は、片道平均約

1 kmの運搬作業をとまなう。このことは、水汲み作業に従事する農村女性にとって重労働であり、一日当たり約2時間を同作業に費やしている。以上の上水供給の現況を改善し、女性の重労働の軽減と社会環境の整備を図るために、本計画地区内に深井戸を設置する農村上水供給計画を策定した。

上水供給計画は、計画地区内の42ヶ村について、1村に1施設の設置を原則とする。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。尚、本調査では、地下水の飲料水としての利用に係わる水質調査・試験を実施していないことから、上水供給計画の実行に際し、十分な水質調査・試験の実施が必要となる。

#### 5.5 灌漑農業支援強化計画

後述の"維持管理計画"に述べる様に、本灌漑開発計画の実施・運営は、現行の運営方式に沿って、当面マラウイ政府が担当し、将来は農民自身によって運営されるものとする。この中で、本灌漑開発の円滑な実施・運営を実施する上で直面する問題点は下記の通り要約できる。

##### －政府支援組織（サリマ ADD）の問題

- －現地事務所および事務機器の不足
- －運営・維持管理作業に使用する車両の不足
- －通信機器等の不備
- －灌漑技術者、事業管理者、農業普及員、末端灌漑施設管理者の不足

##### －政府支援組織の農業技術面の問題点

- －灌漑営農技術、水管理技術、維持管理技術、その他灌漑事業運営に関する技術・ノウハウの不足
- －農事試験体制の不備

##### －農民自身による運営に関する問題点

- －末端水管理技術および経験の不足
- －末端施設維持管理技術の不足
- －施肥・施薬、灌漑水田における畑作物栽培等の農事技術および経験の不足

以上の問題点を解決し、本灌漑農業開発を円滑にすすめ、期待し得る開発便益の早期達成のためには、以下の点を強化する必要がある。

- (i) 灌漑農業支援のための施設の拡充
- (ii) 政府職員等の教育・訓練
- (iii) 現行農業実証試験のための施設・機材の整備、および
- (iv) 将来に向けた幅広い農事試験研究の準備

本計画の灌漑農業支援強化計画は、上記4点につき、強化の対象および緊急性より、(i) 短・中期的な施策の実行および (ii) 長期的な対応に分けて策定した。短・中期および長期的な計画内容は以下の通りである。

(a) 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
- － 政府職員等の研修
  - － 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
  - － 中核農家の研修
- － 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

(b) 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

## 5.6 維持管理計画

### 5.6.1 灌漑開発

本灌漑開発計画における維持管理計画は、“受益農民自身による運営”をその基本方針とした。しかし、ナミコクウェ統合灌漑開発計画地区のムタンダムラ既存灌漑地区を除いて、灌漑農業実施のための農民組織がない現状より、当面の維持管理作業は政府主導で実施するなどの段階的な維持管理計画の策定が必要となる。以上のことから、本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** 開発計画に係わる施設建設後の一定期間を第1段階として、マラウイ政府が施設の維持管理を実施する。この間に、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。同期間は、マラウイの自助努力による灌漑地区の現況（2章）より、農民組合の設立と維持管理業務の移行準備が可能な、5年間を目安とする。また、受益農民は、同期間中に政府が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。

維持管理費用は、事務所運営および人件費、機械経費、および施設修繕費からなる。ただし、第2段階における維持管理費は、農民自身の労務提供による事務所運営および人件費の削減が可能のため、第1段階の費用に比べて大幅な減額となる。本灌漑計画の3灌漑開発事業に係わる維持管理費を第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)
ナジプール川下流	250 ha	539	2,156	294	1,176
ナミコクウェ川統合	800 ha	640	800	384	480
リブレジ川下流	520 ha	624	1,200	371	713

灌漑面積 800 haのナミコクウェ統合灌漑計画における維持管理費は、年間MK 640,000、ヘク

タール当たりMK 800と見積られ、その内半数が管理経費である。第2段階における維持管理費は、第1段階の約60%に当たるMK 384,000、ヘクタール当たりMK 480となる。

#### 5.6.2 農業開発

精米施設および天日乾燥場等農業開発に係わる施設の維持管理は、原則として上記灌漑開発の維持管理計画に従うものとするが、農民に対する施設の運転、籾乾燥を含む精米工程の訓練後速やかに、マラウイ政府より受益農民の組織する農民組合に移管するものとする。

#### 5.6.3 農村基盤施設開発

農村道路の維持管理作業は、マラウイ政府内の職掌に合わせ、マラウイ建設省 (Ministry of Works) が行うものとする。

上水供給施設の維持管理は、受益者自身で行うものとする。上水供給施設の建設後、施設は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。

## 第6章 事業実施計画と組織

### 6.1 事業実施計画

#### 6.1.1 事業実施方針

本開発事業は、以下の灌漑開発計画、農業開発計画、農村基盤施設整備計画、灌漑農業支援強化計画からなる。

- －灌漑排水計画
  - －ナミコクウェ川統合灌漑開発計画
  - －リブレジ川下流灌漑開発計画
  - －ナジプール川下流灌漑開発計画
- －農業開発計画（収穫後処理施設）
- －農村基盤施設整備計画
  - －農村道路網整備計画
  - －農村上水供給計画
- －灌漑農業支援強化計画
  - －灌漑農業支援施設拡充
  - －政府職員および中核農家の研修
  - －農事試験実施への支援
  - －開発センターの設立と政府職員等の教育・訓練

本事業は、上記各開発計画を組み合わせた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、農業開発計画、農村基盤施設開発および農業支援部門の各計画を組み合わせるものとする。ただし、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、特定の灌漑開発計画にかかわるものではなく、3灌漑計画全体の支援強化につながり、さらにはマラウイ全体の灌漑農業開発に影響を与えるものであることから、独自の実施計画に添って実施するものとする。

各計画対象地区の地理的条件、パッケージの核となる灌漑開発計画との関連性、計画実施の緊急性等を勘案し、以下のパッケージを設定した。

- (a) パッケージ 1
  - (i) ナミコクウェ川統合灌漑開発計画
  - (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（Cルート、Dルートの一部）
  - (v) 灌漑農業支援施設拡充
  - (vi) 政府職員等の研修
  - (vii) 農事試験実施への支援
- (b) パッケージ 2
  - (i) リブレジ川下流灌漑開発計画
  - (ii) 農業開発計画（収穫後処理施設）
  - (iii) 農村道路網整備計画（A、Bルート、Dルートの一部）
- (c) パッケージ 3
  - (i) ナジプール川下流灌漑開発計画
  - (ii) 農業開発計画（収穫後処理施設）
  - (iii) 農村道路網整備計画（Eルート）
- (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

#### 6.1.2 事業実施計画

##### (a) 灌漑開発計画および農業開発計画の施設建設

灌漑開発計画および農業開発計画に係わる施設建設は、概ね以下の流れに添って実施する。

##### 一実施準備

- 一コンサルタントの選定
- 一基本設計調査の実施
- 一詳細設計調査の実施および入札図書の作成
- 一建設業者、機器供給業者の選定（入札）
- 一建設用地の取用
- 一その他関連準備作業

##### 一建設工事／機器供給

- 一業者乗り込みと建設工事实施準備
- 一建設工事
- 一機器発注／運搬／納入

灌漑開発および農業開発計画の施設建設は、上記実施準備期間を1ヶ年、建設工事／機器供給の期間を2ヶ年とし、合計3ヶ年間で完了するものとする。3 灌漑開発計画の施設建設に係わる建設工事計画を図 6.1.1 に示す。

#### (b) 農村基盤施設開発および灌漑農業支援強化計画の実施

農村基盤施設開発および灌漑農業支援強化計画の内、開発センターの設立および政府職員等の教育・訓練を除く各計画は、原則として灌漑開発計画の建設工事に添って実施する。農村道路網整備、農村上水供給計画等建設工事を伴うものは、灌漑開発計画の施設建設の手順に合わせ、準備／建設を実施する。機器供給関連の計画についても灌漑開発計画の機器供給に準ずる。建設／機器供給の準備期間は1ヶ年、建設／供給作業を1ヶ年とし、合計2年間で実施するものとする。政府職員等の研修、農事試験実施への支援作業は、灌漑開発の建設工事実施中に行うものとする。

#### (c) 開発センターの設立および政府職員等の教育・訓練

開発センターの設立に係わる建設工事および機器供給は、灌漑開発計画の施設建設／機器供給の手順に添って実施する。同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は、上記灌漑開発計画の施設建設期間中に開始し、灌漑農業開発計画の実施経過にもとづいて同センターの設立および機器供給を進める。

#### (d) 全体事業としての実施

本事業を構成する灌漑農業開発、農村基盤施設開発、灌漑農業支援強化および開発センターの設立と政府職員等の教育・訓練の実施につき、前述 6.1.1 で述べた各パッケージごとの実施計画を図 6.1.2 に示し、各パッケージの係わりを図 6.1.3 に示す。

## 6.2 事業実施組織と運営

### 6.2.1 建設期間の組織

本開発計画事業の実施組織は農業省灌漑局とする。灌漑開発計画（収穫後処理施設を含む）の建設工事のために、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。

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、関連機関との協力体制をとる必要



がある。農道、上水供給施設の建設の円滑化を図るため、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こととする。開発計画実施の建設段における実施組織を図6.2.1に示す。

#### 6.2.2 維持管理期間の組織

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ヶ年の間、それら施設の維持管理に当たる(5.6維持管理計画)。灌漑局は、灌漑局の代表者を委員長とし、地方自治組織、農民の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。農業省灌漑局が主導する施設建設後5年間の維持管理組織を図6.2.2に示す。農業省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。灌漑局は、受益者組織による維持管理に対し、技術および行政的支援を継続する。移管計画は、上記委員会が現場の農民組織の設立とその活動状況に応じて設定/実施する。

農業開発に係わる精米所および関連施設の運営、維持管理は、同施設の建設後速やかに受益農民に移管することとし、受益農民が所属する既存村落組織あるいは暫定的な精米所運営組織により運営、維持管理を実施することとする。灌漑開発の諸施設の運営、維持管理に当たる農民組織の設立後は、精米所および関連施設の運営、維持管理作業は同農民組織が引き継ぐものとする。

農村道路網および農村上水供給計画の諸施設は、建設後各々マラウイ建設省および村落レベルの維持管理体制のもとに置くこととする。

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、維持管理作業に当たる。開発センターの維持管理組織を図6.2.3に示す。

## 第7章 事業費積算

### 7.1 積算の前提条件

事業費は、以下の前提条件に基づいて算出した。

- (i) 工事単価は、日本の積算基準に従って、1993年中旬のマラウイにおける資材、雇用の市場価格を基に求め、労働省、農業省、およびマラウイ国内外の建設業者より収集した実勢建設費用に関する資料・情報によって検証した。
- (ii) 為替レート (MK 1.0 = ¥ 24.0) を用いる。
- (iii) 主要な建設工事は、建設工事契約方式で実施するものとする。
- (iv) 工事単価は、外貨分 (円)、内貨分 (MK) に分ける。外貨分に経常する輸入資機材価格は、CIFリロンゲを用いる。
- (v) 工事数量の増減に対する予備費は、総工事費の10%とし、物価変動に対する予備費は、内貨分について10%/年、外貨分について3%/年とした。

### 7.2 灌漑開発計画の事業費積算

#### 7.2.1 事業費

本開発計画の事業費は、直接工事費、資機材等購入費、土地収用費、技術費、管理費、及び予備費より成る。本灌漑開発計画（収穫後処理施設を含む）の3事業に係わる総事業費を以下に示し、事業費詳細を表 7.2.1 に示す。

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

#### 7.2.2 維持管理費

維持管理費は、事務所費用および人件費、機械経費、および灌漑施設の維持管理費から

なる。前章 5.6.1 "維持管理計画" の第 1 段階 (マラウイ政府による維持管理作業の実施期間) における各灌漑開発事業の年間維持管理費の内訳は以下の通りである。

灌漑計画	(1,000 MK)			
	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
ナミコクウェ川統合灌漑開発計画	310	204	126	640
リブレジ川下流灌漑開発計画	307	183	134	624

### 7.2.3 施設更新費

灌漑施設のゲート、スクリーン等の金物工および精米機は、定期的に更新するものとする。更新期は、事業開始から 20 年以内とする。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。

灌漑開発計画	(1,000 MK)		
	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

### 7.3 農村基盤施設開発計画に係わる費用

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

#### 7.4 灌漑農業支援強化に係わる費用

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)
<b>(a) 短・中期計画</b>			
一施設拡充	630	34,600	49,700
一サリマ ADD現地事務所等整備拡充	630	14,700	29,800
一車両等供給	0	12,700	12,700
一事務所機器供給	0	7,200	7,200
一政府職員および中核農家の研修	0	35,000	35,000
一海外研修	0	22,600	22,600
一視察研修/中核農家の研修	0	12,400	12,400
一農事試験実施			
一試験器具、資材、機器等供給	0	6,100	6,100
<b>(b) 長期計画</b>			
一開発センターの設置	6,200	167,700	316,100
一施設建設	6,200	125,900	274,300
一資機材供給	0	41,800	41,800

## 第8章 事業評価

### 8.1 目的

前述第5章で選定した調査対象地区内の3河川流域における3灌漑開発計画について、その実施妥当性を明かにし、計画実施の優先順位を設定するために、同3灌漑開発計画の経済的、社会的実施効果に関する評価を実施した。左記評価に当たり、内部収益率、農家経営収支、計画の社会経済的影響を評価の視点とした。評価の対象とした3灌漑開発計画と灌漑農業開発の規模は以下の通りである。

流域	灌漑開発計画	雨期作付面積	乾期作付面積
ナジブール川流域	ナジブール川下流灌漑開発計画	250 ha	224 ha
ナミコクウェ川流域	ナミコクウェ川統合灌漑開発計画	800 ha	123 ha
リブレジ川流域	リブレジ川下流灌漑開発計画	520 ha	239 ha

### 8.2 経済評価

#### 8.2.1 評価の前提条件

マラウイ通貨であるクワチャ貸の国際通貨（US\$等）に対する実質交換レート、輸出助成金額、輸出・輸入税額等、財務価格の経済価格への変換係数算定のための資料が不十分であるため、経済価格に替え財務価格を使用した内部収益率（FIRR）を経済評価に利用した。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。

## 8.2.2 価格設定

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

政府の価格政策にもとづく籾の市場価格は、世界市場価格よりも幾分高く、精米価格は極端に高い。SACAの化成肥料の価格は農家にとって受け入れやすい価格であるが、計画されているSACAの改組によって、変更が予想される。

## 8.2.3 事業便益

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。本調査では、現況作物生産状況をWOと想定し、WおよびWOについて、作物生産費、粗収入に因づき、ヘクタール当たりの純生産額を算出し、各作物の灌漑受益面積に応じて灌漑便益を算出した。灌漑便益は、建設完了後3年目に目標に達するものとした。純生産額の算出結果を表8.2.1 に、灌漑便益の目標額を表 8.2.2 に示した。

## 8.2.4 事業費

### (a) 事業費

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)
ナジプール川下流灌漑開発計画	13.53	485.75	810.37
ナミコクウェ川統合灌漑開発計画	22.58	797.97	1,339.96
リブレジ川下流灌漑開発計画	23.48	808.28	1,371.78

上記事業費の準備/建設期間（3年間）における年別投入額は以下の通りである。

灌漑計画	現地貨 (MK百万)	外貨 (百万円)	合計 (百万円)
ナジプール川下流灌漑開発計画			
1年目 (1994年と想定)	1.41	61.16	96.06
2年目	7.34	210.23	386.37
3年目	4.78	214.36	328.94
総投資額	13.53	485.75	810.37
ナミコクウェ川統合灌漑開発計画			
1年目 (1994年と想定)	2.30	82.28	137.43
2年目	12.47	364.56	663.91
3年目	7.81	351.13	538.62
総投資額	22.58	797.97	1,339.96
リブレジ川下流灌漑開発計画			
1年目 (1994年と想定)	2.17	75.68	127.66
2年目	14.03	406.11	742.81
3年目	7.28	326.49	501.31
総投資額	23.48	808.28	1,371.78

(b) 年間維持管理費、施設更新費

年間維持管理費と更新費は以下の通りである。

灌漑計画	年間維持管理費 (MK千)	施設更新費 (MK千)
ナジプール川下流灌漑開発計画	539	914
ナミコクウェ川統合灌漑開発計画	640	2,161
リブレジ川下流灌漑開発計画	624	1,443

### 8.2.5 内部収益率

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(%)
ナジプール川下流灌漑開発計画	5.5
ナミコクウェ川統合灌漑開発計画	11.9
リブレジ川下流灌漑開発計画	7.6

### 8.3 財務分析

農家経済に対する本灌漑開発計画の実施効果は、農家経営収支をもとにして農家所得の向上についての検討を通して評価を行った。農家経営収支の分析は、ムタンダムラ灌漑地区と天水地区における平均規模農家を対象に行った。分析の結果は以下の通りである。

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

以上の結果より、事業を実施した場合の農家の財務余剰は、灌漑地区ではMK 1,601、天水地区ではMK 1,125になる。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、左記財務余剰より支出されることとなる。本開発計画の3灌漑開発地区における維持管理費負担は前述 5.6 "維持管理計画" に示す通りである。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
ナジプール川下流灌漑開発計画				
一天水田地区	1,176	470	1,125	655
ナミコクウェ川統合灌漑開発計画				
一天水田地区	480	192	1,125	933
一既存灌漑地区	480	192	1,601	1,409
リブレジ川下流灌漑開発計画				
一天水田地区	713	285	1,125	840

上表より、本開発の3灌漑開発計画地区の農家は、施設の維持管理費用負担後も、十分な財務余剰を持つことが明かとなった。

#### 8.4 社会的影響

##### (1) 波及効果

###### (a) 雇用機会の増大

灌漑開発実施に伴い、建設計画に係わる雇用機会が期待されるとともに、建設完了後のインテンシブな灌漑農業の実施により農業労働力の利用増大が図られる。また、灌漑開発は、開発地区内外の経済活動の活性化を促進することとなり、作物生産の増加に伴う農業関連産業振興と相俟って、新たな雇用機会の創設を促すこととなる。

###### (b) 展示効果

本計画は、マラウイの中部地域の灌漑農業開発にとって先駆的な役割を持つ。本事業の実施を通して、計画地区農民の灌漑農業に対する意識の改革と灌漑および営農技術の改良が推進される。このことは、計画地区周辺、ひいては同国中部地域全体に対する波及効果を生じ、同地域の農業開発にとって好影響を与えることとなる。

###### (c) 地域交通事情の改善

灌漑開発計画事業の一部として建設する地区内管理用道路、接続道路、および洪水防御堤上

に設置される全天候型道路によって、計画地区内外の交通状況は著しく改善される。

(d) 農産物の品質改善

十分な灌漑用水の供給により、作物被害が軽減され、米の登熟の均一化が促進され、米品質の向上をもたらす。米の市場価値は、品質の向上により高まる。

(e) 家畜飼料の増大

米生産の副産物である藁と米糠は、家畜飼料として利用できる。収穫後の圃場は、ヘクタール当たり0.3頭の家畜飼養が可能である(家畜1頭の生体重は300 kg)。

(f) 地域住民の栄養状態の改善

本事業による穀物と野菜の供給は、地域住民の栄養状況の改善に貢献する。

(g) 水利用状況の改善

農村給水施設の整備により、飲料水の調達の便が改善されるとともに、灌漑水路は、地区農民の炊事/洗濯等の生活用水供給に利用可能であることから、事業実施による現況水利用状況を大幅に改善できる。

(h) 女性の労働軽減

農村給水施設の整備は、これまで計画地区女性の労働に大きな比重を占めていた飲料水の調達を容易にすると共に、精米施設の導入は、女性の日常労働の軽減に貢献する。

(2) 実施後の影響

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患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。

## 8.5 環境影響評価

本開発計画実施による自然環境に対する影響を、(i) 生態系に与える影響、および (ii) 水質等河川・湖沼に与える影響について評価した。本灌漑農業開発計画は、森林伐採をふくまず、また計画地区内に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。水質等河川・湖沼への影響の内、従来遊水地であった dambos の開発による洪水流量と速度の変化による下流部への影響が考えられるが、本計画地区は、いづれもマラウイ湖岸に近く、下流部の居住地区は、殆どない。このことから、洪水流量形態の変化による実害はないと判断される。一方、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ものと推察できるが、前述の通り、下流部に居住地区がないこと、マラウイ湖水に対して肥料・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しうるものと判断した。

本開発計画の実施による社会環境に対する影響は、上述の通り本開発計画の直接・間接便益となって現われる。

## 8.6 評価結果および開発優先順位

上記事業評価結果の内、経済評価の結果によれば、ナミコクウェ統合灌漑開発計画が最も高い経済投資効率を示している。また、現行天水田地区の開発後の農家財務余剰についても他の2灌漑開発計画を凌いでおり、財務分析の結果においても最も優れている。さらに、同計画実施の社会経済的効果は、他の2灌漑開発計画同様に大きい。以上の評価結果にもとづき、3灌漑開発の開発優先順位を下記の通り設定した。

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

上記灌漑開発計画の開発優先順位に基づき、3灌漑開発計画とそれに付随する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。パッケージの実施優先順位は、各パッケージの核となる灌漑開発計画の開発優先順位とし、前述6章の"事業実施計画"に従って実施するものとする。各パッケージの実施優先順位と内容は以下の通り。

- 
- 第1優先順位 : パッケージ1 ; -ナミコクウェ統合灌漑開発計画
- 農村上水供給計画 (100%)
  - 農村道路網整備計画 (C,Dルートの一部)
  - 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 ; -リブレジ下流灌漑開発計画
- 農村道路網整備計画 (A,B,Dルートの一部)
- 第3優先順位 : パッケージ3 ; -ナジプール下流灌漑開発計画
- 農村道路網整備計画 (Eルート)
-

## 第9章 勧告

### (a) パッケージ1の早期実施

実施優先順位の最も高いパッケージ1に含まれるナミコクウェ統合灌漑開発計画は、技術的な実施妥当性が高く、本開発計画の中で最も大きな灌漑面積を持つことから、開発の主たる目的である農家所得の向上と福利の改善に大きく貢献するものである。また、限られた土地と水資源の最大利用の観点からも、その早期実施が望まれる。同計画は、ムタンダムラ灌漑改修計画を含むことから、灌漑農業の実戦的経験を積んだ農民を持つ。このことは、非灌漑地区の農民に対する灌漑農業技術の普及を容易にし、灌漑農業に対する農民の意識高揚に役立つとともに、事業の成熟を速めることから、事業実施の効果をより早期に期待できることとなる。

同パッケージに含まれる農村道路網整備計画の実施は、計画地区内外の経済活動を促進するなどの社会経済効果が期待される他、道路網の不備のために洪水期に隔絶されていた地域住民の福利の向上に大きな効果が期待される。一方、農村上水供給計画の実施は、日々の水汲みの重労働を担う農村女性の労働軽減に役立つとともに、灌漑農業開発に対する女性のさらなる参画が期待できる。

灌漑農業支援施設拡充、政府職員等の研修、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。以上のことから、上記諸開発計画を含むパッケージ1の早期実施を勧告する。

尚、パッケージ1に係わる事業費は、以下の通りである。

	(百万円)
1. ナミコクウェ川統合灌漑開発計画 (含精米所)	1,545
2. 農村上水供給計画	32
3. 農村道路網整備計画	193
4. 灌漑農業支援施設拡充	50
5. 政府職員等の研修	35
6. 農事試験実施への支援	6
合計	1,861

#### (b) 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建設後の維持管理作業は、前述5章の維持管理計画に沿って、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。

#### (c) 開発センター（パッケージ4）の設立

本調査対象地区における灌漑農業開発にとって、組織的且つ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。マラウイにおける灌漑技術者の数は極めて少なく、水管理技術者、末端施設管理者および農業普及要員も著しく不足している。また、地区農民の灌漑農業に対する経験は浅く、灌漑農業に係わる営農技術の普及は遅れている。このような状況の中で、灌漑農業開発を成功裡に進め、マラウイ農業セクターの国家的命題である食糧作物の増産と農民の福利の向上を達成するためには、灌漑農業にたずさわる技術者の養成と農民に対する技術の普及が必要となる。

本開発センターは、調査対象地区はもとよりマラウイ全体の灌漑農業開発のための長期的な人材の養成と灌漑農業技術の普及、および作物品種の選定、灌漑農業に適する営農方法の確立、水管理等の試験研究を通して、灌漑技術の確立を目指すものである。同センターの設立にむけたマラウイ政府の準備作業推進が望まれる。

#### (d) 河川流域に対する堆砂抑制および水源涵養策の実施

本開発計画の3灌漑開発計画の水源となっている河川は、洪水による運搬土砂量が大きい。この原因の一つに河川上流部流域の植生と畑作地としての高い利用度が指摘されている。本調査で実施したサリマADD内の既存灌漑地区の灌漑施設崩壊は、主に堆砂による河道変更と洪水に起因している。本計画地区河川の堆砂を抑制し、灌漑施設および灌漑受益地を堆砂/洪水被害から守り、灌漑計画に対する水源涵養のために、植林、再植林、既存畑の土砂流出防止のための農地保全および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/実施が必要となる。このことから、本灌漑農業開発計画の水源河川に対する左記流域保全計画の策定/実施を勧告する。

#### (e) 地下水開発の可能性の検討

本調査対象地域は、地下水の潜在的な利用可能性があるものと思われる。同調査対象地区の広大な土地資源の利用について地下水開発の可能性を詳細に調査する必要がある。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。

#### (f) 住血吸虫病に対するモニタリング

本開発計画の灌漑開発事業実施に際し、住血吸虫病の被害発生が懸念される。このため、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を勧告する。

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





# 付 表



表1.4.1 調査団及びカウンターパートのリスト

Name	Position
<b>JICA STUDY TEAM</b>	
Mr. K. Onaka	Team Leader / Regional Development Planner (NK)
Mr. H. Takada	Irrigation and Drainage Engineer (PCI)
Dr. M. Nozaki	Agronomist (PCI)
Dr. H. Ikeda	Institutional Expert (PCI)
Mr. F. Watanabe	Hydrologist
Mr. K. Mizushima	Irrigation and Drainage Engineer (NK)
Mr. K. Ito	Soils and Land Use Expert (NK)
Mr. M. Kouyama	Agro-economist (NK)
Mr. Y. Nakata	Topographic Survey (NK)
<b>COUNTERPART PERSONNEL</b>	
Mr. E.P.Chingamba	Programme Manager, Salima ADD
Mr. F.J.Chakholoma	Principal agricultural, extension officer, Salima ADD
Mr. R.H.S Padambo	Senior irrigation engineer, Salima ADD
Mr. M.S.Masoambeta	Project officer, Bwanje Valley RDP
Mr. K.F.D.Nyirenda	Evaluation officer, Salima ADD
Mr. D.K.Mitta	Land husbandry officer, Salima ADD
Mr. Mphamba	Development officer, Mtakatika EPA
Mr. Chauluntha	Irrigation officer, Salima ADD
Mr. C.R.Nkuna	Irrigation officer, Bwanje Valley RDP, Salima ADD
Mr. F.Mtambo	Senior hydrologist, Water Department
Remarks:	NK Nippon Koei Co., Ltd. PCI Pacific Consultants International

表 1.4.2 収集資料リスト

I. GENERAL

- An Outline of Our Government ; GOM (Government of Malawi)
- Malawi Population Census, 1987 ; GOM
- Statement of Development Policies, 1987 - 1996 ; GOM
- Statistical Year Book, 1987 ; GOM
- Human Development: from Poverty to Self-Reliance, 1992-96 ; GOM / UNDP

II. METEO-HYDROLOGICAL DATA

1. Discharge Data

- R.Nkhande (Thobola)
- R.Nadzipulun (Mtakataka)
- R.Nadzipokwe (Mua Mission)
- R.Namikokwe (Kampanikiza)
- R.Namikokwe (Mua-Livulezi F.R.)
- R.Livulezi (Khwekhwelele)

2. Meteorological Data

- Monkey Bay
- Salima
- Mtakataka

4. Others

- Summary of Monthly and Annual Rainfall Averages in Malawi Since Station opened, GOM

3. Rainfall Data

- Fort Mlangeni
- Salima Meteo. Station
- Salima Airport
- Dedza Meteo. Station
- Sharpevale
- Mua Mission
- Dedza Boma
- Golomoti
- Mtakataka
- Nakumba
- Melenbo
- Mlangeni
- Mlangeni

III. REPORTS CONCERNED

- Irrigation Study, Phase II, Feasibility Study, Vol.3, Irrigation Schemes (Likangala) ; Jan. 1986, GOM
- Irrigation Study, Phase II, Feasibility Study, Vol.4, Self Help Schemes ; Jan. 1986, GOM
- Agricultural Service Project, Project Preparation Exercise, Final Report ; Jun. 1992, GOM
- National Water Resources Master Plan, Annex 1, General ; Jul. 1986, GOM
- National Water Resources Master Plan, Annex 2A, Surface Water Resources General ; Jul. 1986, GOM
- National Water Resources Master Plan, Annex 6, Groundwater Resources of Malawi ; Jul. 1986, GOM
- Irrigation Schemes in Malawi, Civil Engineering Aspects ; Jan. 1980, GOM
- Shire Valley Water Resources Study, Design Report ; Jul. 1975, GOM
- Regional Irrigation Development Strategy, Draft Final Report, Vol. 1, Main Report ; May 1992, SADCC (Southern Africa Development Coordination Conference)
- Review of SLADD IV, Small Holder Irrigation Development ; Jul. 1988, GOM

表3.4.1

## 觀測所別既往最大洪水流量

Recorded maximum discharge of Nakalingwa river (3.F.2)			Recorded maximum discharge of Nadzipule river (3.F.3)			Recorded maximum discharge of Nadzipokwe river (3.E.1)		
Year	Date	Discharge (m <sup>3</sup> /s.)	Year	Date	Discharge (m <sup>3</sup> /s.)	Year	Date	Discharge (m <sup>3</sup> /s.)
1958/59	Mar.5	3.00	1958/59	Feb.22	25.00	1958/59	Feb.22	5.55
1959/60	Mar.15	5.96	1959/60	Jan.5	32.40	1959/60	Mar.14	4.16
1960/61	Mar.4	5.54	1960/61	Mar.4	64.60	1960/61	Mar.4	33.90
1961/62	Feb.20	33.20	1961/62	Dec.17	21.00	1961/62	Feb.19	6.96
1962/63	Mar.17	23.60	1962/63	Mar.17	51.50	1962/63	Feb.9	8.64
1963/64		*	1963/64	Feb.9	31.40	1963/64	Feb.15	5.46
1964/65	Feb.20	85.30	1964/65	Feb.20	40.20	1964/65	Feb.21	8.08
1965/66	Feb.1	5.17	1965/66	Feb.19	21.80	1965/66	Feb.3	3.39
1966/67	Feb.2	7.89	1966/67	Mar.20	81.60	1966/67	Feb.2	5.97
1967/68	Jan.27	7.98	1967/68	Jan.28	91.70	1967/68	Mar.12	17.50
1968/69	Jan.23	9.41	1968/69	Jan.30	42.40	1968/69	Jan.29	29.00
1969/70	Feb.3	7.04	1969/70	Dec.19	25.80	1969/70	Dec.25	48.40
1970/71	Feb.19	99.70	1970/71	Dec.7	21.50	1970/71	Dec.28	26.00
1971/72	Mar.25	4.52	1971/72	Jan.16	59.30	1971/72	Apr.15	1.84
1972/73	Jan.29	2.31	1972/73	Dec.6	34.30	1972/73	Apr.9	6.86
1973/74	Mar.28	3.33	1973/74	Feb.2	69.80	1973/74	Jan.31	9.33
1974/75	Mar.8	24.30	1974/75	Mar.10	17.80	1974/75	Mar.1	22.40
1975/76	Mar.5	21.80	1975/76		*	1975/76	Jan.11	14.90
1976/77	Mar.3	10.20	1976/77		*	1976/77	Mar.2	7.07
1977/78	Mar.21	92.00	1977/78	Mar.11	87.80	1977/78		*
1978/79	Feb.26	109.00	1978/79	Feb.27	33.90	1978/79		*
1979/80		*	1979/80	Apr.16	35.60	1979/80	Dec.24	7.00
1980/81	Dec.30	38.90	1980/81	Mar.4	52.90	1980/81	Mar.4	51.80
1981/82	Feb.6	7.85	1981/82	Jan.8	41.24	1981/82	Feb.6	80.50
1982/83	Feb.15	12.07	1982/83	Mar.11	21.53	1982/83	Feb.12	8.66
1983/84	Feb.25	3.11	1983/84	Feb.21	29.46	1983/84	Dec.24	16.68
1984/85	Mar.26	8.96	1984/85	Dec.27	29.78	1984/85	Jan.31	12.64
			1985/86	Jan.13	32.87	1985/86	Dec.14	13.18
			1986/87	Mar.10	30.21	1986/87	Jan.18	12.52
			1987/88	Feb.9	26.28	1987/88	Jan.24	14.58
			1988/89	Feb.4	39.87	1988/89	Jan.8	47.39
			1989/90	Jan.2	28.47	1989/90		
			1990/91	Jan.11	16.28	1990/91	Jan.18	7.08

Note: Station has closed since 1985.

Recorded maximum discharge of Namzikokwe river (3.E.2)		
Year	Date	Discharge (m <sup>3</sup> /s.)
1980/81	Dec.28	41.00
1981/82	Feb.7	130.16
1982/83	Feb.14	65.70
1983/84	Dec.24	*
1984/85	Feb.8	15.84
1985/86	Dec.24	117.13
1986/87	Feb.14	31.40
1987/88	Jan.25	79.02
1988/89	Jan.30	89.01
1989/90	Dec.30	44.04
1990/91	Dec.9	22.08

Note: Daily discharge data is not available before in 1980.

Recorded maximum discharge of Livulezi river (3.E.3)		
Year	Date	Discharge (m <sup>3</sup> /s.)
1958/59	Dec.12	37.30
1959/60	Mar.14	17.80
1960/61	Mar.10	59.80
1961/62	Feb.20	133.00
1962/63	Feb.10	113.00
1963/64	Jan.4	68.00
1964/65	Feb.23	147.00
1965/66	Feb.24	107.00
1966/67	Jan.2	72.20
1967/68	Jan.23	33.50
1968/69	Mar.6	32.40
1969/70	Jan.28	145.00
1970/71	Jan.28	111.00
1971/72	Feb.28	61.00
1972/73	Dec.25	30.10
1973/74	Mar.20	58.40
1974/75	Mar.1	79.00
1975/76		*
1976/77	Jan.24	47.00
1977/78		*
1978/79	Dec.21	54.10
1979/80	Dec.13	74.00
1980/81	Dec.25	76.00
1981/82	Jan.26	105.00
1982/83	Feb.12	101.16
1983/84	Feb.9	118.00
1984/85	Dec.19	176.66
1985/86	Jan.26	371.98
1986/87	Mar.25	37.37
1987/88	Feb.9	34.18
1988/89	Jan.29	26.64
1989/90	Jan.2	28.23
1990/91		*

Remarks : \* is data missing.

表3.9.1 調査地域周辺の主要作物栽培面積及び生産量

Crop	Planted Area (ha)			Production (ton)		
	Bwanje V.	Dedza H	Ntcheu	Bwanje V.	Dedza H	Ntcheu
1. Maize						
Local	24,375	42,121	55,304	22,622	35,874	53,872
Composite	1,047	-	-	1,243	-	-
Hybrid	3,108	1,415	1,257	4,263	3,152	4,200
Total	28,530	43,536	56,140	28,128	39,027	56,086
2. Rice	1,030	0	0	1,261	0	0
3. Groundnuts	2,515	3,352	2,697	3,792	1,027	1,015
4. Pulses	1,051	9,822	11,708	670	2,338	2,909
5. Wheat	0	46	1,085	0	65	681
6. Sorghum	342	-	-	91	-	-
7. Millet	1,126	-	-	370	-	-
8. Cassava	7,114	-	-	2,302	-	-
9. Irish Potatoes	0	1,536	1,029	0	6,467	4,484
10. Sweet Potatoes	1,163	0	0	1,604	0	0
11. Cotton	4,006	-	-	2,956	-	-
12. Tobacco	60	-	28	6	-	8
13. Sunflower	18	-	-	1	-	-
14. Chillies	164	-	-	82	-	-
Total	47,119	58,292	72,688	41,263	48,924	65,183



表 5.2.2 精米機の容量および所要台数

項目	単位	ナジプール川	ナミコクウェ川	リブレジ川
		下流灌漑開発計画	統合灌漑開発計画	下流灌漑開発計画
1 水稲栽培面積	(ha)	250	800	520
2 生産量 (4.0/ha)	(tons)	1,000	3,200	2,080
3 農家戸数		625	2,000	1,300
4 自家消費分				
(1) 年消費量 (320 kg/年/戸)	(tons)	200	640	416
(2) 必要精米機容量				
-10ヶ月 x 20日	(ton/日)	1.0	3.2	2.1
-6時間/日	(ton/hr)	0.17	0.54	0.35
5 市場用分				
(1) 最大市場充当分	(tons)	800	2,560	1,664
(2) 精米分 ((1)の50%)	(tons)	400	1,280	832
(3) 必要精米機容量				
-3ヶ月 x 20日	(ton/日)	6.7	21.4	13.9
-6時間/日	(ton/hr)	1.12	3.57	2.32
6 必要精米機台数				
(1) 日容量 (4 + 5)	(ton/hr)	1.29	4.11	2.67
(2) 必要台数 (1.0 ton/hr)	(台)	2	5	3



表5.3.1 灌漑開発計画比較案概要 (1/2)

(1) ナジプール川下流灌漑計画頭首工

	Alternative-1	Alternative-2
- Location	2.5 km upstream of the project area	1.5 km upstream of Alt-1 site
- Design flood Discharge	266.1 m <sup>3</sup> /sec.	266.1 m <sup>3</sup> /sec.
- Intake discharge	0.36 m <sup>3</sup> /sec.	0.36 m <sup>3</sup> /sec.
- Structures		
- Weir height	1.0 m above river bed (2.0 m in total)	1.0 m above river bed (3.0 m in total)
- Weir length	56.4 m	56.4 m
- Scouring sluice	1.2 m wide X 2 Nos.	1.2 m wide X 2 Nos.
- Intake gate	0.7 m wide	0.7 m wide
- flood dike	(construct as connecting road)	(construct as inspection road)
- Irrigation canal length	-	1.5 km longer than Alt.-1
- Construction method	dry condition by using river meandering	river diversion channel required

(2) ナミコクウェ川流域灌漑計画の頭首工

	Alternative-1	Alternative-2
- Location	0.6 km downstream of the conjunction of the Namikokwe with Nadzipokwe	0.7 km downstream of Alt-1
- Design flood Discharge	205.4 m <sup>3</sup> /sec.	205.4 m <sup>3</sup> /sec.
- Intake Capacity	0.81 m <sup>3</sup> /sec.	0.81 m <sup>3</sup> /sec.
- Structures		
- Weir height	1.4 m above river bed (2.4 m in total)	1.4 m above river bed (3.4 m in total)
- Weir length	46.4 m	46.4 m
- Scouring sluice	1.2 m wide X 2 Nos.	1.2 m wide X 2 Nos.
- Intake gate	0.9 m wide X 2 Nos.	0.9 m wide X 2 Nos.
- flood dike	300 m long on the left bank	1.0 km on the left bank
- Irrigation canal length	0.55 km longer than Alt-2	
- Construction method	dry condition by using river meandering	river diversion channel be required

(3) ナミコクウェ川流域の3統合計画

	Integrated-1	Integrated-2	Integrated-3
- Irrigation area	800 ha	730 ha	960 ha
- Project facilities			
- Head works	1 site	1 site	1 site
- Main irrigation canal	6.7 km	6.7 km	6.7 km
- Branch canals	8.3 km	7.4 km	11.9 km
- Tertiary canals	55.7 km	54.2 km	66.8 km
- Drainage canals	12.2 km	17.8 km	17.8 km
- Inspection roads	12.8 km	12.9 km	15.6 km
- Road/flood protection dikes	7.0 km	7.0 km	7.0 km
- Connecting road	2.4 km	1.8 km	2.4 km
- Rice mill and related facilities	5 sites	5 sites	6 sites

表5.3.1 灌漑開発計画比較案概要 (2/2)

(4) リブレジ川下流灌漑開発計画

	Alternative-1	Alternative-2
- Irrigation area	520 ha	380 ha
- Project facilities		
- Head works	1 site	1 site
- Main irrigation canal	11.1 km	7.8 km
- Branch canals	1.0 km	-
- Tertiary canals	38.3 km	21.8km
- Drainage canals	13.7 km	11.2 km
- Inspection roads	8.5 km	2.5 km
- Road/flood protection dikes	6.1 km	4.2 km
- Connecting road	2.5 km	3.6 km
- Rice mill and related facilities	3 sites	2 sites
- Additional Works		
- Rehabilitation of Culverts on M-18	Required	Not required
- River dredging	1.0 km	-

表 7.2.1 灌漑開発計画事業費 (1/2)

(1) ナジプール下流灌漑開発計画

Description	Local Currency (1,000 MK)	Foreign Currency (1,000 J.Yen)	Total (1,000 J.Yen)
I. Direct Construction Cost			
1. Preparatory Works	623	19,141	34,093
2. Head Works	1,609	37,970	76,586
3. Main Canals	2,246	44,701	98,605
4. Branch Canal	160	2,567	6,407
5. Inspection Roads	741	43,650	61,434
6. Flood Dike/Road	845	46,653	66,933
7. Connecting Road	873	46,584	67,536
8. Tertiary Development	1,545	71,714	108,794
9. Drainage Canals	106	3,649	6,193
10. Rice Mill	356	18,566	27,110
(Sub-total)	(9,104)	(335,195)	(553,691)
II. Engineering Services	1,190	106,400	134,960
III. Administration Cost	1,627	0	39,048
VI. Land Compensation	375	0	9,000
(Total; I-V)	12,296	441,595	736,699
V. Contingencies			
1. Physical	1,230	44,160	73,670
2. Price	2,966	31,378	102,563
(Grand Total; I - VI)	16,492	517,132	912,932

(2) ナミコクウェ統合灌漑開発計画

Description	Local Currency (1,000 MK)	Foreign Currency (1,000 J.Yen)	Total (1,000 J.Yen)
I. Direct Construction Cost			
1. Preparatory Works	1,120	33,036	59,916
2. Head Works	1,607	38,311	76,879
3. Main Canals	2,644	65,401	128,857
4. Branch Canal	2,614	40,191	102,927
5. Inspection Roads	1,198	70,603	99,355
6. Flood Dike/Road	1,075	61,927	87,727
7. Connecting Road	248	13,310	19,262
8. Tertiary Development	4,606	216,938	327,482
9. Drainage Canals	441	13,689	24,273
10. Rice Mill	891	46,416	67,800
(Sub-total)	(16,444)	(599,822)	(994,478)
II. Engineering Services	1,398	125,600	159,128
III. Administration Cost	1,834	0	44,016
VI. Land Compensation	855	0	20,520
(Total; I-V)	20,530	725,422	1,218,142
V. Contingencies			
1. Physical	2,053	72,542	121,812
2. Price	4,941	52,026	170,599
(Grand Total; I - VI)	27,523	849,990	1,510,553

表 7.2.1 灌漑開発計画事業費 (2/2)

(3) リブレジ下流灌漑開発計画

Description	Local Currency (1,000 MK)	Foreign Currency (1,000 J.Yen)	Total (1,000 J.Yen)
I. Direct Construction Cost			
1. Preparatory Works	1,203	35,146	64,018
2. Culvert on M-18	971	14,206	37,510
3. River Dredging	46	3,995	5,099
4. Head Works	3,802	135,333	226,581
5. Main Canals	3,822	73,412	165,140
6. Branch Canal	393	5,879	15,311
7. Inspection Roads	795	38,066	57,146
8. Flood Dike/Road	1,478	84,022	119,494
9. Connecting Road	273	14,208	20,760
10. Tertiary Development	3,217	149,269	226,477
11. Drainage Canals	846	33,812	54,116
12. Rice Mill	534	27,850	40,666
(Sub-total)	(17,380)	(615,198)	(1,032,318)
II. Engineering Services	1,351	119,600	152,024
III. Administration Cost	1,834	0	44,016
VI. Land Compensation	780	0	18,720
(Total; I-V)	21,345	734,798	1,247,078
V. Contingencies			
1. Physical	2,135	73,480	124,708
2. Price	5,067	52,070	173,681
(Grand Total; I - VI)	28,547	860,348	1,545,467

表 8. 2. 1 純生産額の算出

(1) 水稻

Items	Unit	Without Project-1 (paddy)			Without Project-2 (paddy)			With Project (Milled Rice)		
		Unit Yield (a) (kg)	Unit Price (b) (MK)	Amount (a x b) (MK)	Unit Yield (a) (kg)	Unit Price (b) (MK)	Amount (a x b) (MK)	Unit Yield (a) (kg)	Unit Price (b) (MK)	Amount (a x b) (MK)
Gross Revenue	kg	2,700.0	1.5	4,050.0 (e)	1,000.0	1.5	1,500.0 (c)	2,925.0	4.0	11,700.0 (e)
Farm Inputs										
1) Seeds	kg	90.0	1.5	135.0	90.0	1.5	135.0	40.0	1.5	60.0
2) Fertilizers										
- Urea	kg	0.0	1.2	0.0	0.0	1.2	0.0	190.0	1.2	231.0
- TSP	kg	0.0	1.3	0.0	0.0	1.3	0.0	54.0	1.3	71.4
Sub-total				0.0			0.0			302.5
Miscellaneous (5 % of product. cost)		5%		6.8	5%		6.8	5%		18.1
Total Production Cost				141.8 (d)			141.8 (d)			380.6 (d)
Net Return per Ha (e - c - d)				3,908.3			1,358.3			11,319.4
(e/c %)				97%			91%			97%

Remarks: \* "Without project-1" indicates crop budget for irrigated rice in the existing Mtandamula scheme, while "Without project-2" for rainfed paddy in Upper Namikokwe area and Livulezi area.

(2) メイズ

Items	Unit	Without Project			With Project		
		Unit Yield (a) (kg)	Unit Price (b) (MK)	Amount (a x b) (MK)	Unit Yield (a) (kg)	Unit Price (b) (MK)	Amount (a x b) (MK)
Gross Revenue	kg	1,000.0	0.43	430.0 (c)	2,000.0	0.43	860.0 (c)
Farm Inputs							
1) Seeds	kg	60.0	1.0	58.8	25.0	3.3	82.8
Miscellaneous (5 % of product. cost)		5%		2.9	5%		4.1
Total Production Cost				61.7 (d)			86.9 (d)
Net Return per Ha (c - d)				368 (e)			773 (e)
(e/c %)				86%			90%

(3) 野菜

Items	Unit	With Project		
		Unit Yield (a) (kg)	Unit Price (b) (MK)	Amount (a x b) (MK)
Gross Revenue*	kg	-	-	13,902.0 (c)
Farm Inputs				
1) Seeds	kg	-	-	381.0
2) Fertil./chemi	kg	-	-	1,960.0
Miscellaneous (5 % of product. cost)		5%		117.1
Total Production Cost				2,458.1 (d)
Net Return per Ha (c - d)				11,444 (e)
(e/c %)				82.3%

Remark: \* Estimated at 70% of the farm budget in Ngolowind Irrigation Scheme

表8.2.2 灌漑便益の目標額

(1) ナジプール下流灌漑開発計画

	Area (ha)	Unit Benefit (MK/ha)	Amount (MK)
A. Without Project			
1.Rainfed paddy	0	1,358	0
2.Irrigated paddy	0	3,908	0
3.Maize	80	368	29,440
Total-A			29,440
B. With Project			
1.Irrigated paddy	250	11,319	2,829,850
2.Irrigated maize	205	773	158,465
3.Irrigated vegetable	19	11,444	217,436
Total-B			3,205,751
C. Increment (1,000 J¥)			3,176,311 (76,231)

(2) ナミコクウェ統合灌漑開発計画

	Area (ha)	Unit Benefit (MK/ha)	Amount (MK)
A. Without Project			
1.Rainfed paddy	150	1,358	203,745
2.Irrigated paddy	230	3,908	898,909
3.Maize	150	368	55,200
Total-A			1,157,854
B. With Project			
1.Irrigated paddy	800	11,319	9,055,520
2.Irrigated maize	63	773	48,699
3.Irrigated vegetable	60	11,444	686,640
Total-B			9,790,859
C. Increment (1,000 J¥)			8,633,005 (207,192)

(3) リブレジ下流灌漑開発計画

	Area (ha)	Unit Benefit (MK/ha)	Amount (MK)
A. Without Project			
1.Rainfed paddy	190	1,358	258,077
2.Irrigated paddy	0	3,908	0
3.Maize	0	368	0
Total-A			258,077
B. With Project			
1.Irrigated paddy	520	11,319	5,886,088
2.Irrigated maize	200	773	154,600
3.Irrigated vegetable	39	11,444	446,316
Total-B			6,487,004
C. Increment (1,000 J¥)			6,487,004 (149,494)

付 図





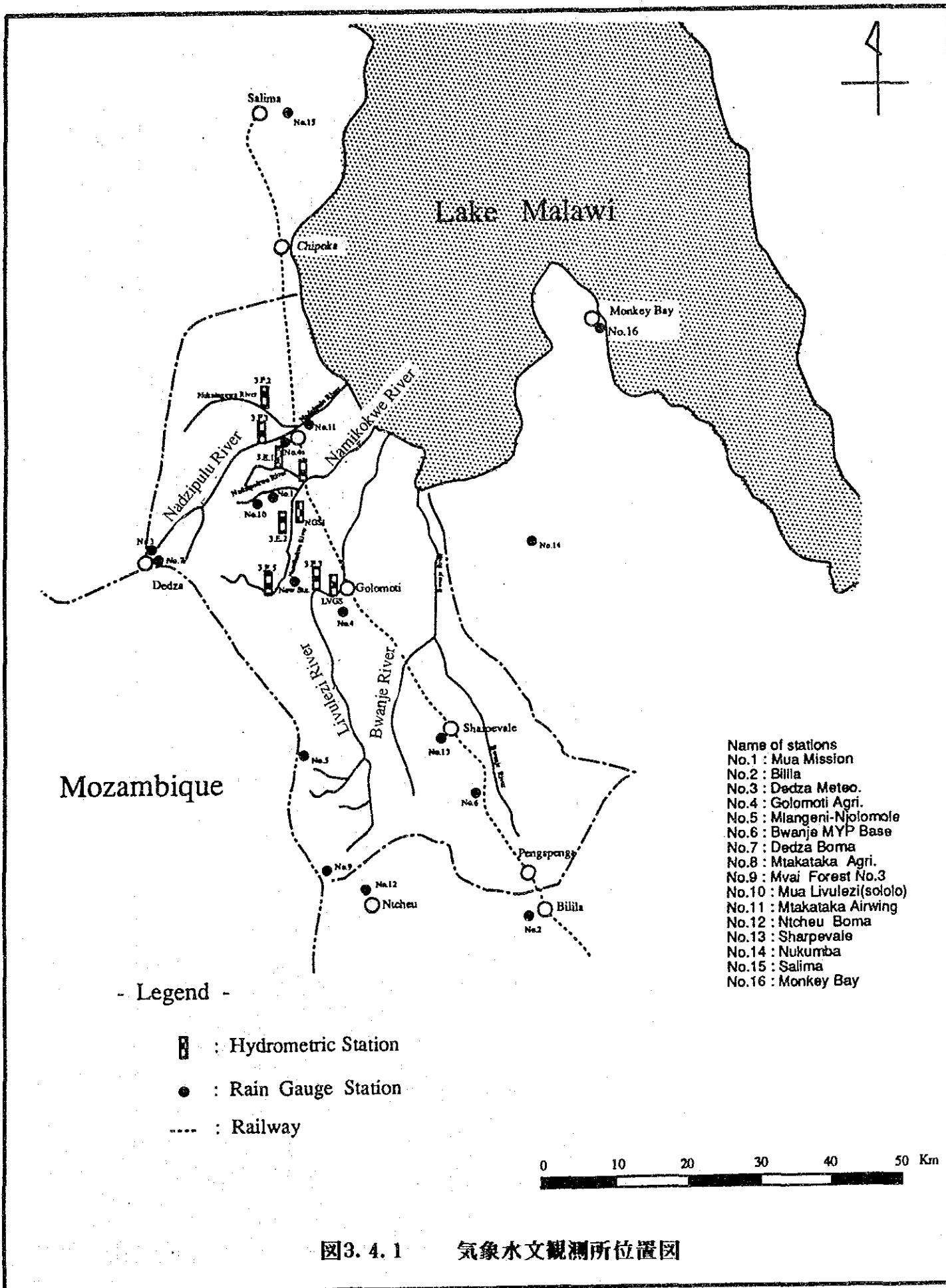


図3.4.1 気象水文観測所位置図

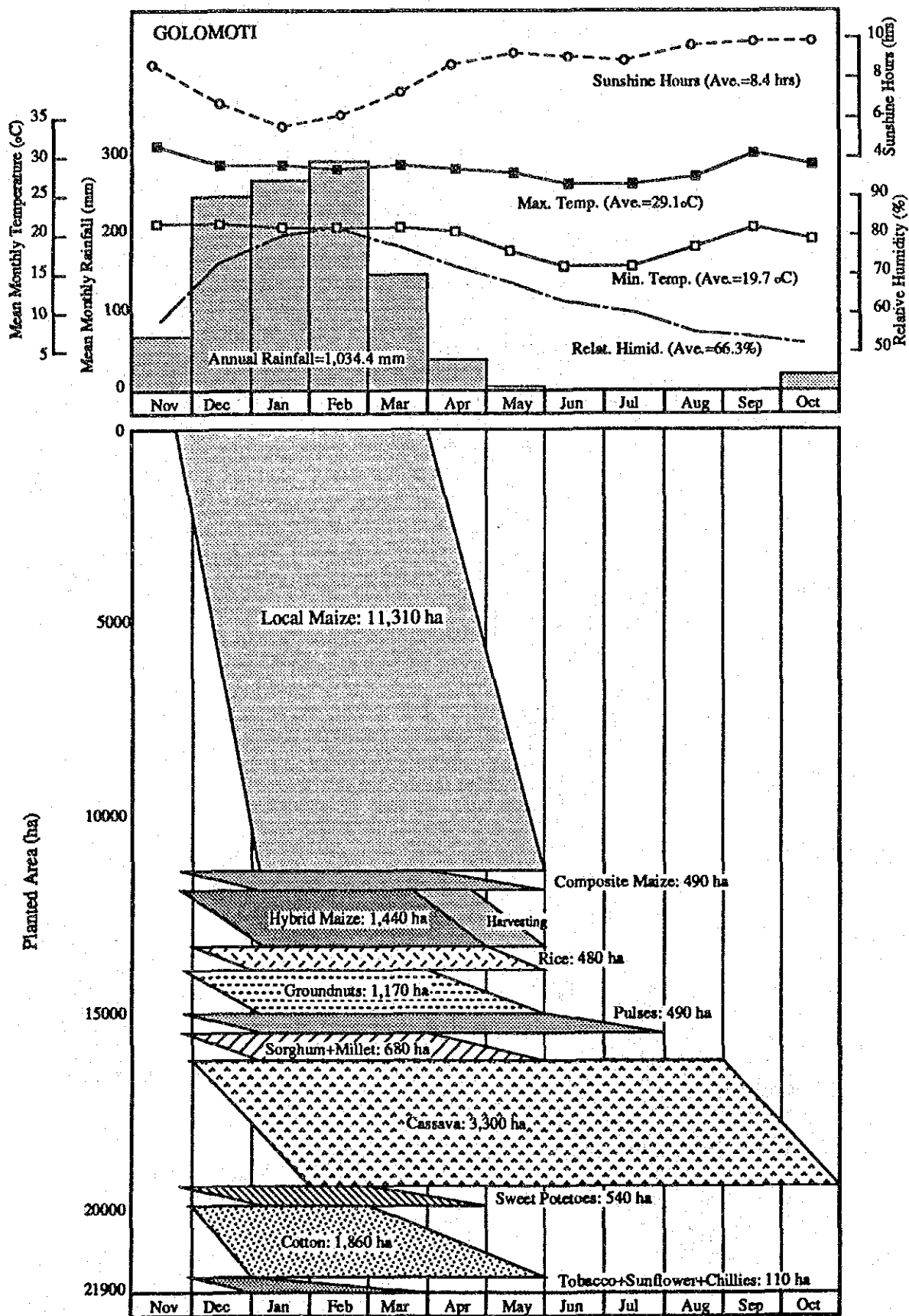


図3. 9. 1 (1/3) 調査地区における現況作付け体系 (ブワンジェ・バレーRDP)

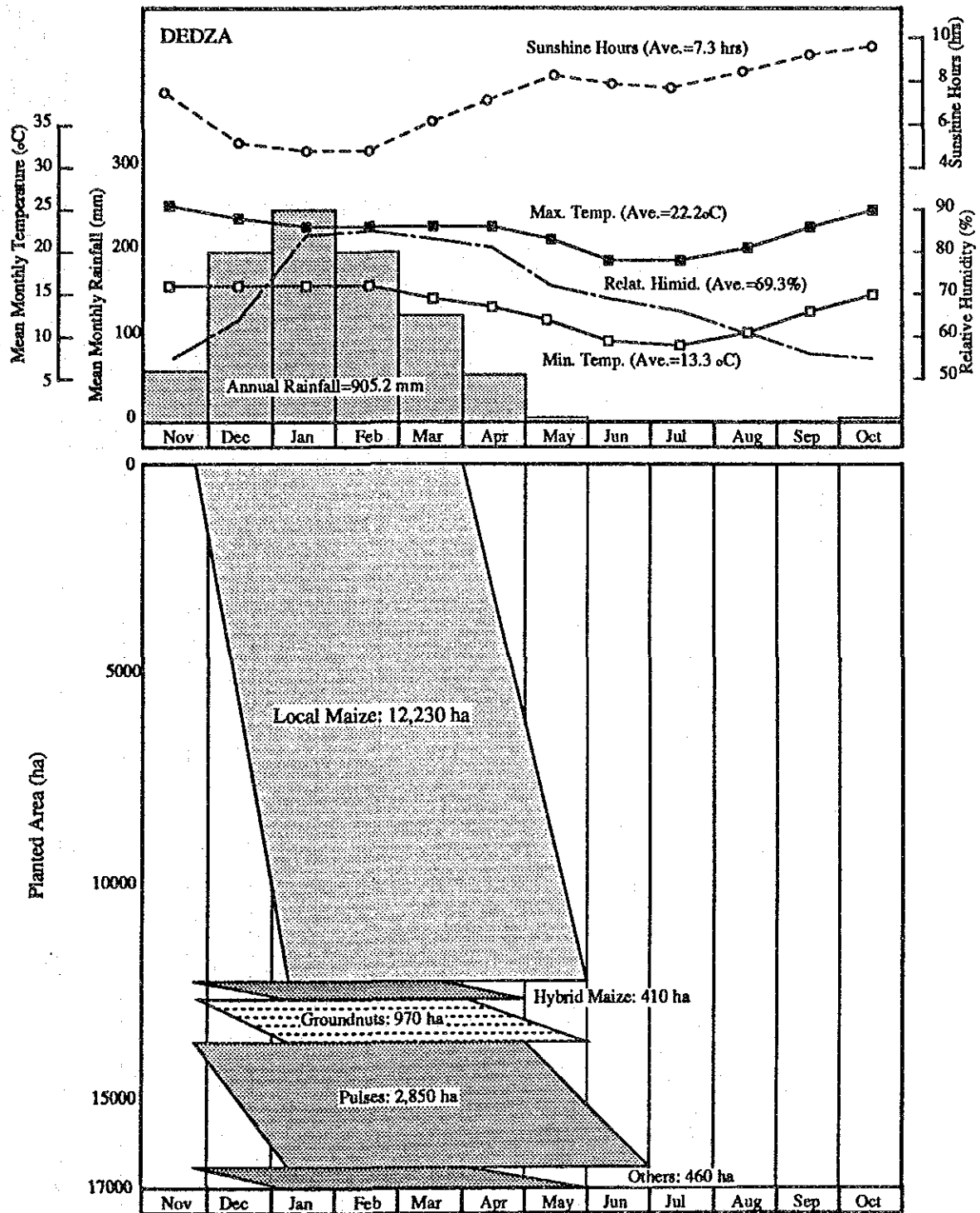


図3.9.1 (2/3) 調査地区における現況作付け体系 (ネザRDP)

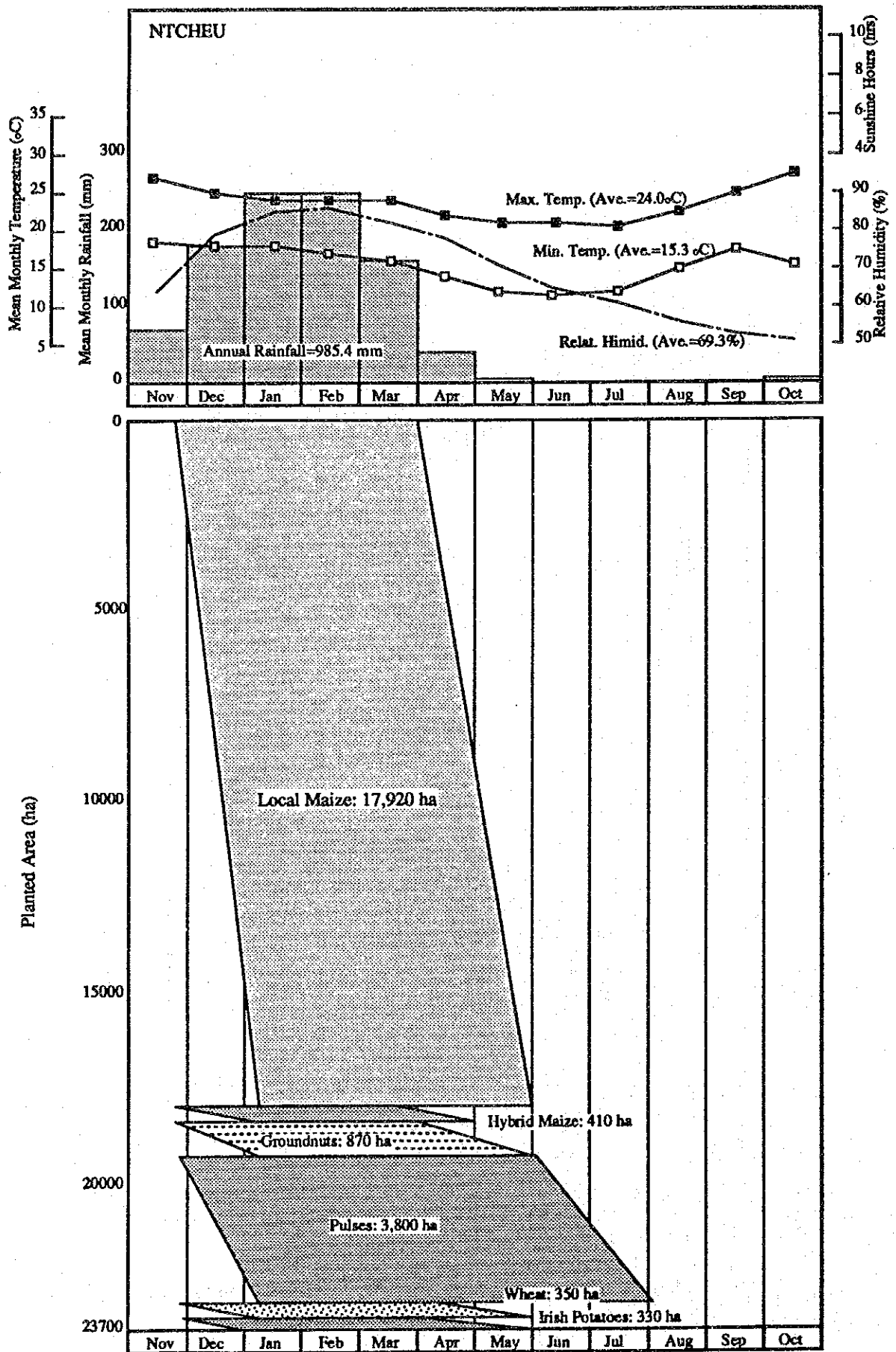


図3.9.1 (3/3) 調査地区における現況作付け体系 (ニチエウ RDP)

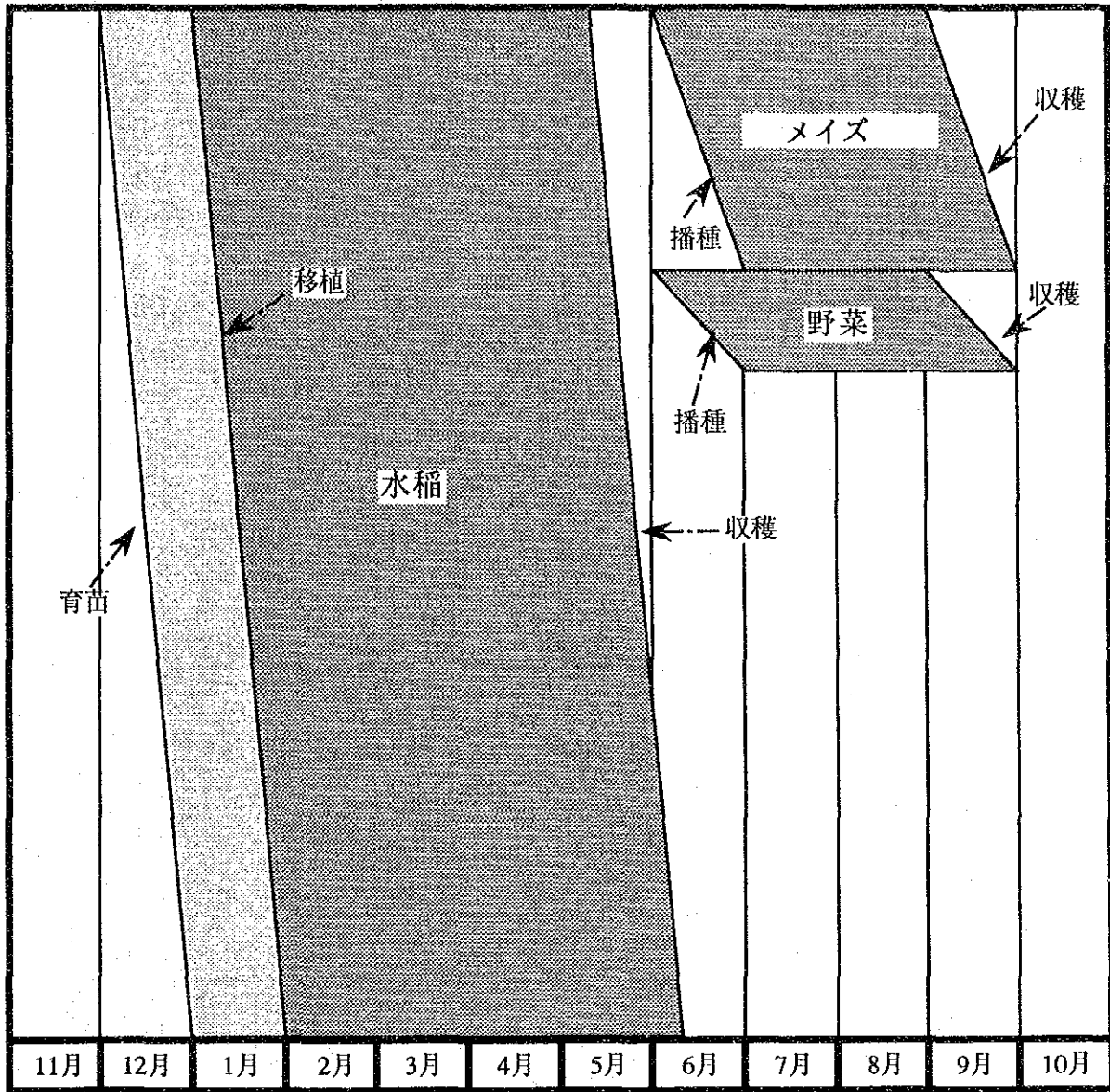


図 5.2.1 計画作付け体系

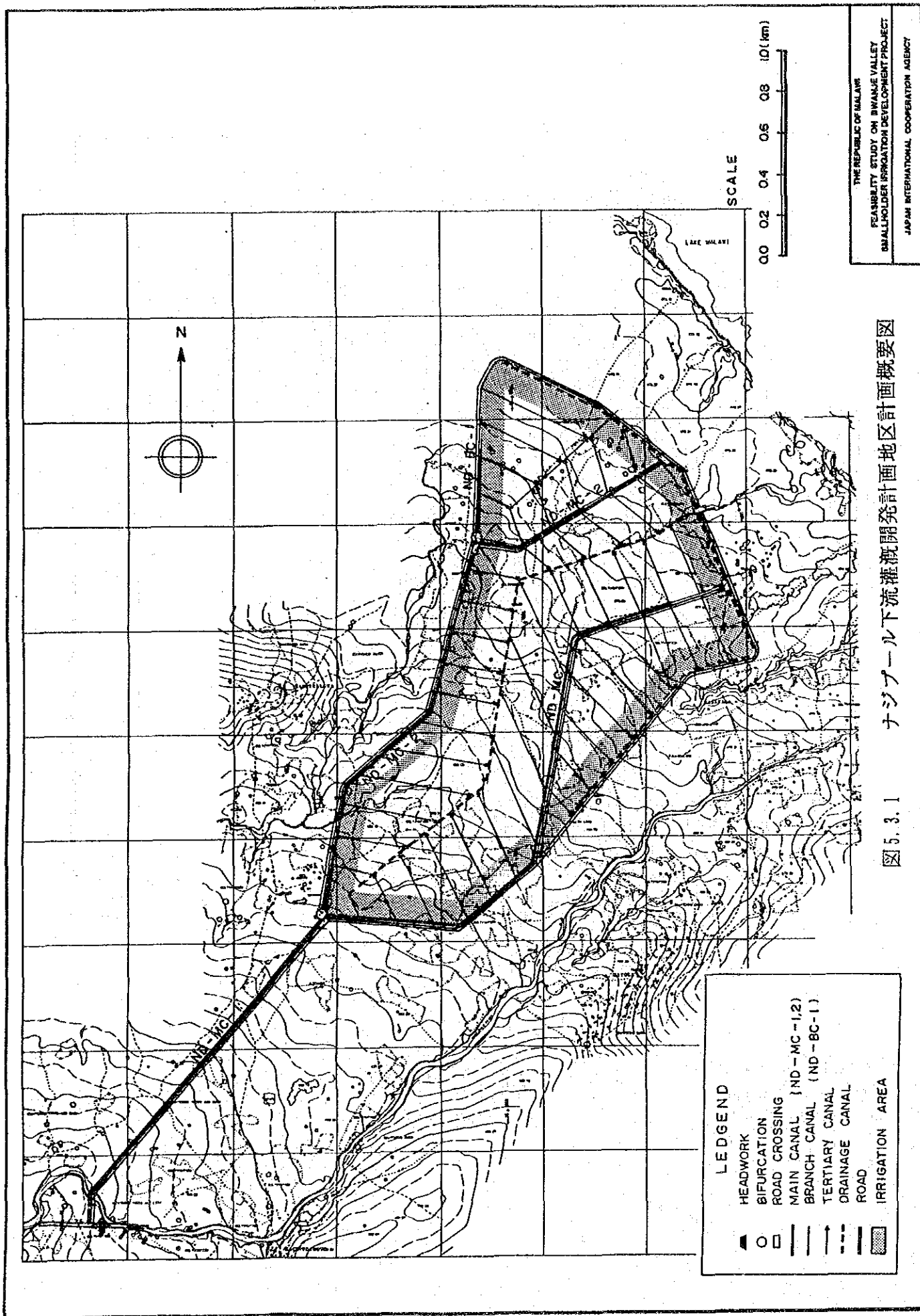
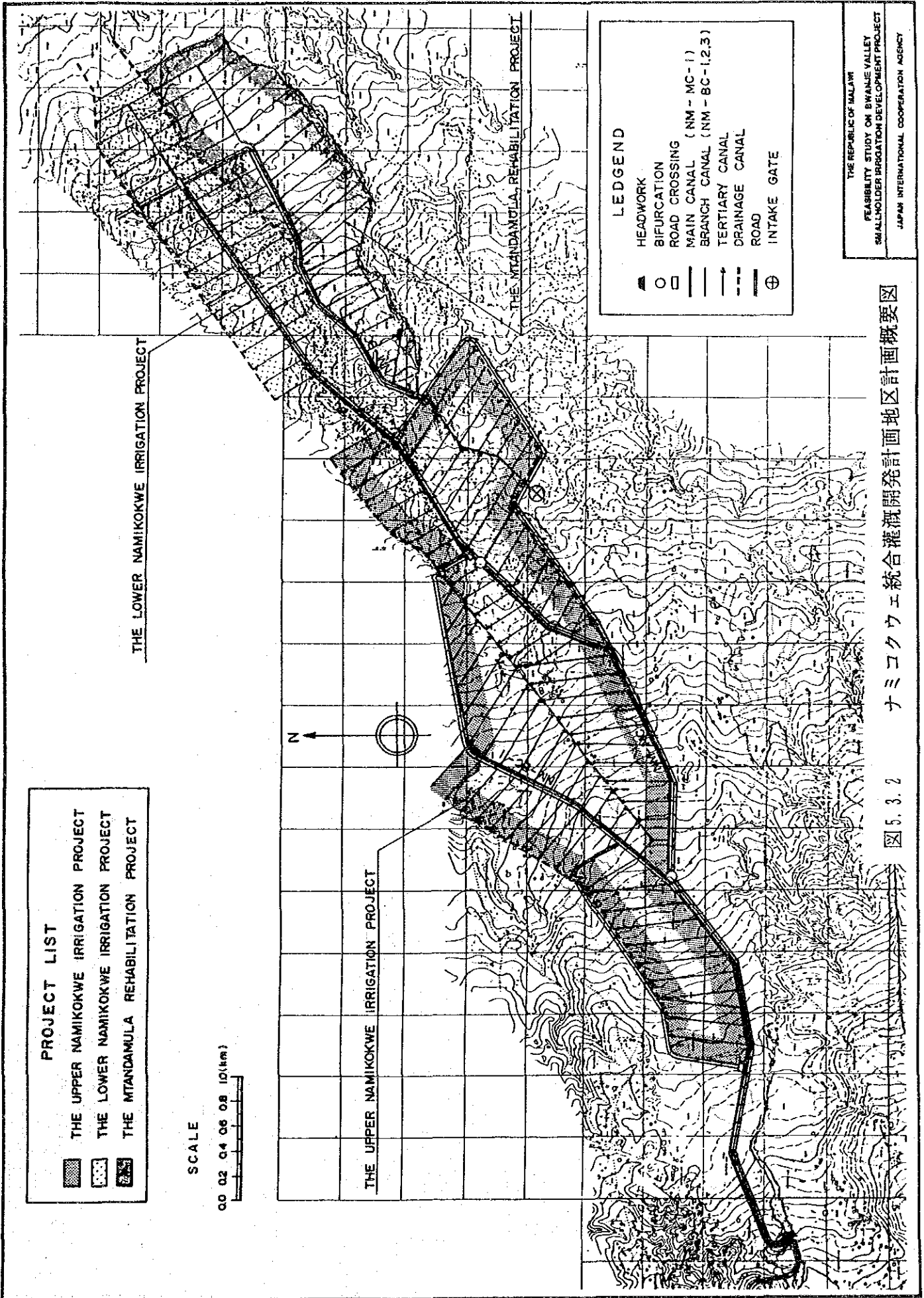





図 5.3.1 ナジプール下流灌漑開発計画地区計画概要図












**PROJECT LIST**

-  THE UPPER NAMIKOKWE IRRIGATION PROJECT
-  THE LOWER NAMIKOKWE IRRIGATION PROJECT
-  THE MTANDAMULA REHABILITATION PROJECT

**SCALE**  
 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 (km)

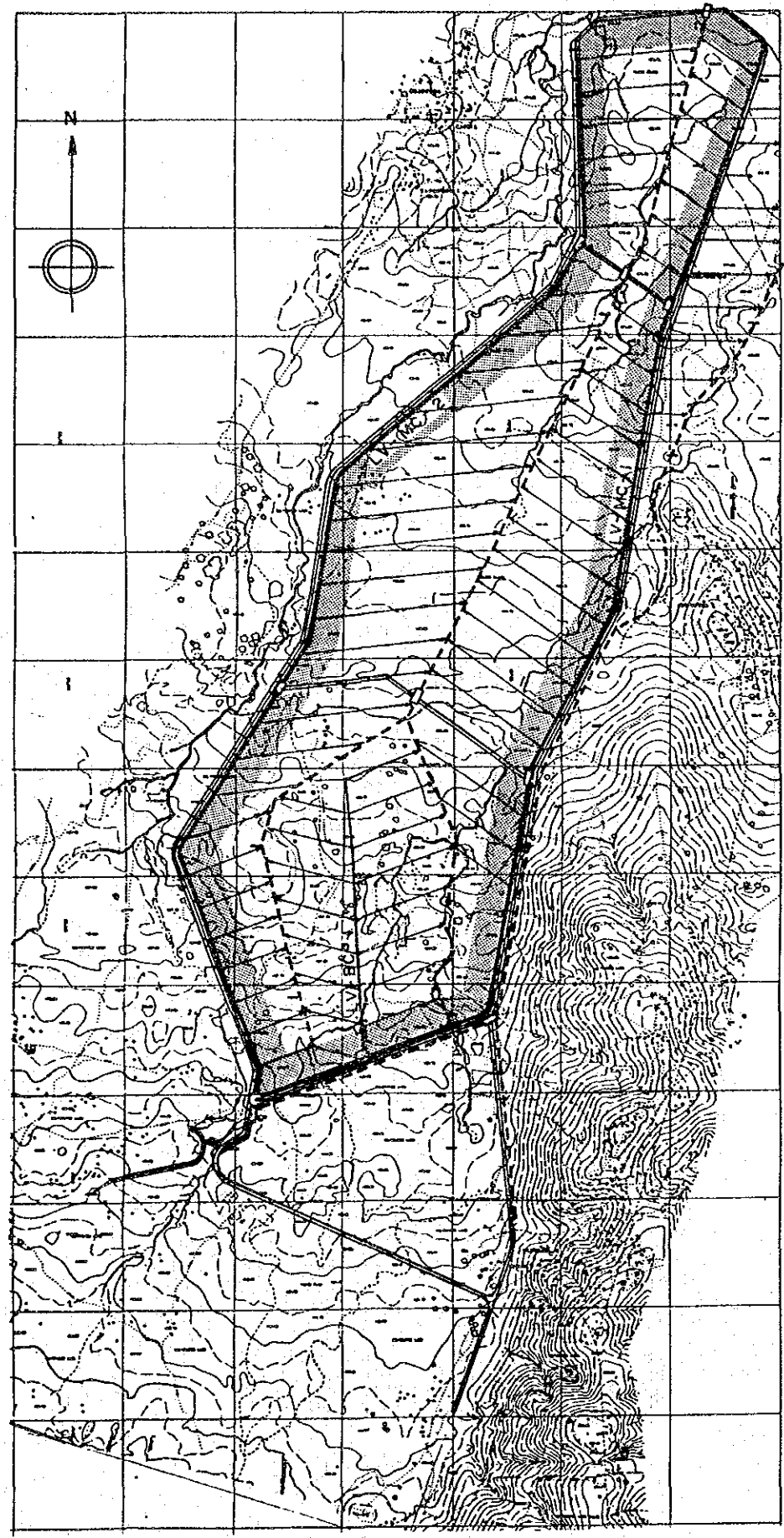
**LEGEND**

-  HEADWORK
-  BIFURCATION
-  ROAD CROSSING
-  MAIN CANAL (NM - MC - 1)
-  BRANCH CANAL (NM - BC - 1,2,3)
-  TERTIARY CANAL
-  DRAINAGE CANAL
-  ROAD
-  INTAKE GATE

THE REPUBLIC OF MALAWI  
 FEASIBILITY STUDY ON BWAJE VALLEY  
 SMALLHOLDER IRRIGATION DEVELOPMENT PROJECT  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

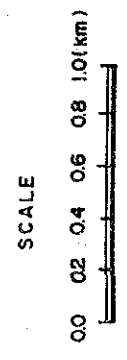
図 5.3.2 ナミコクウェ統合灌概開発計画地区計画概要図

図 5.3.3 リブレジ下流灌概開発計画地区計画概要図



**LEGEND**

▲	HEADWORK
○	BIFURCATION
□	ROAD CROSSING
—	MAIN CANAL (LV-MC-1,2)
—	BRANCH CANAL (LV-BC-1)
—	TERTIARY CANAL
—	DRAINAGE CANAL
—	ROAD
■	IRRIGATION AREA





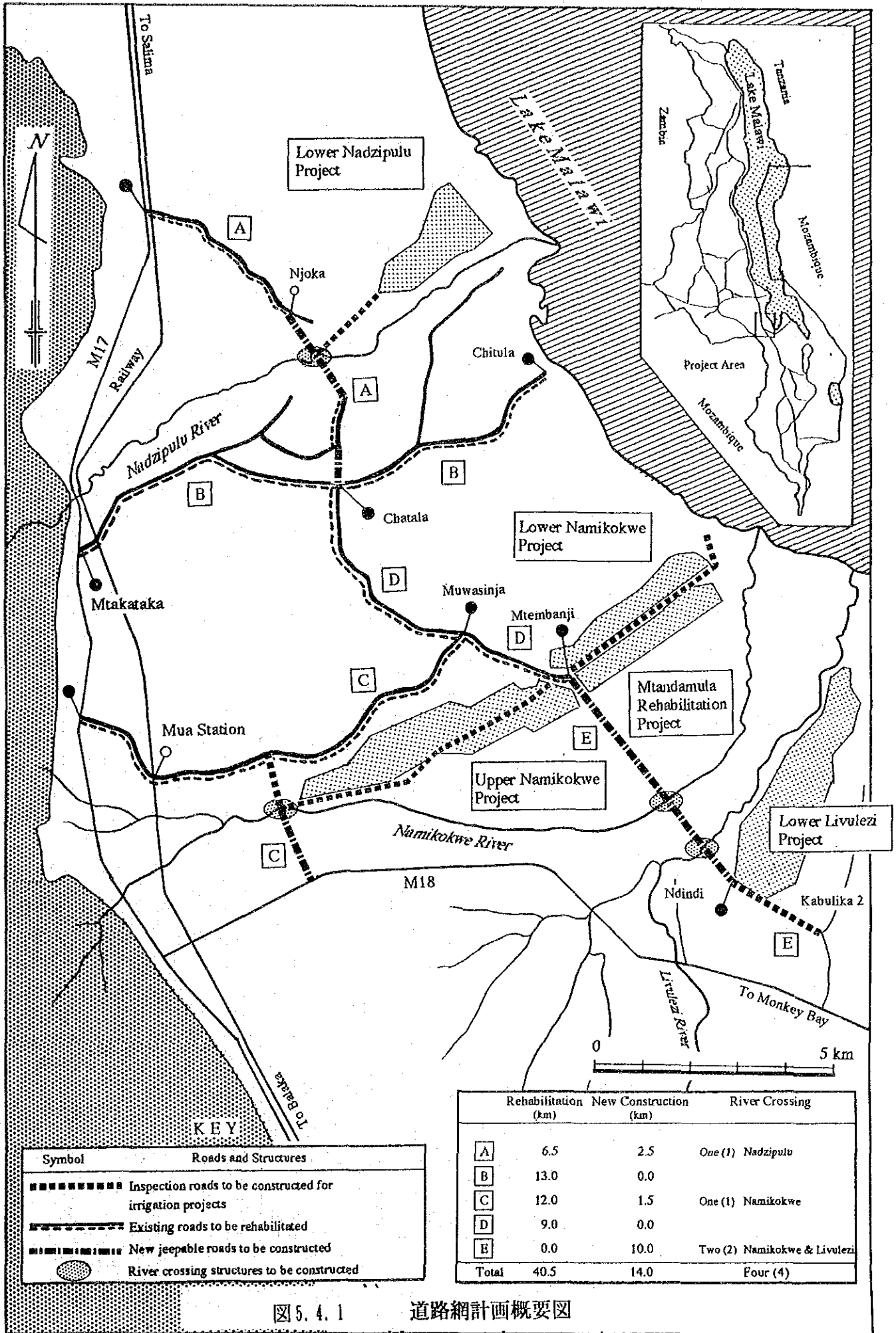


図 5. 4. 1 道路網計画概要図

図6.1.1 灌漑開発計画の建設計画

(1) ナジプール下流灌漑開発計画

Work Item	1 st. Year												2 nd. Year												3 rd. Yera												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
<b>I. PREPARATORY WORKS</b>																																					
1. Selection of Consultants	█																																				
2. Detailed Design Works	█			█																																	
3. Tendering									█																												
4. Mobilization for Implementation												█																									
5. Land Compensation	█																																				
<b>II. CONSTRUCTION WORKS</b>																																					
1. Preparatory Works for Construction													█																								
2. Head Works														█																							
3. Irrigation Canal and Structures															█																						
4. Drainage Canals and Structures																█																					
5. Inspection Roads																	█																				
6. Connecting Road																		█																			
7. Road/Flood protection Dike																			█																		
8. Tertiary Development																				█																	
9. Rice Mill and Facilities																					█																
<b>III. PROCUREMENT WORKS</b>																																					
1. Rice Mill and Related Facilities																									█												

(2) ナミコクウェ統合灌漑開発計画

Work Item	1 st. Year												2 nd. Year												3 rd. Yera												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
<b>I. PREPARATORY WORKS</b>																																					
1. Selection of Consultants	█																																				
2. Detailed Design Works	█			█																																	
3. Tendering									█																												
4. Mobilization for Implementation												█																									
5. Land Compensation	█																																				
<b>II. CONSTRUCTION WORKS</b>																																					
1. Preparatory Works for Construction													█																								
2. Head Works														█																							
3. Irrigation Canal and Structures															█																						
4. Drainage Canals and Structures																█																					
5. Inspection Roads																	█																				
6. Connecting Road																		█																			
7. Road/Flood protection Dike																			█																		
8. Tertiary Development																				█																	
9. Rice Mill and Facilities																					█																
<b>III. PROCUREMENT WORKS</b>																																					
1. Rice Mill and Related Facilities																									█												

(3) リブレジ下流灌漑開発計画

Work Item	1 st. Year												2 nd. Year												3 rd. Yera												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
<b>I. PREPARATORY WORKS</b>																																					
1. Selection of Consultants	█																																				
2. Detailed Design Works	█			█																																	
3. Tendering									█																												
4. Mobilization for Implementation												█																									
5. Land Compensation	█																																				
<b>II. CONSTRUCTION WORKS</b>																																					
1. Preparatory Works for Construction													█																								
2. River Dredging														█																							
3. River Crossing Structures on M18															█																						
4. Head Works																█																					
5. Irrigation Canal and Structures																	█																				
6. Drainage Canals and Structures																		█																			
7. Inspection Roads																			█																		
8. Connecting Road																				█																	
9. Road/Flood protection Dike																					█																
10. Tertiary Development																						█															
11. Rice Mill and Facilities																							█														
<b>III. PROCUREMENT WORKS</b>																																					
1. Rice Mill and Related Facilities																									█												



図 6.1.3 全体事業実施の流れ

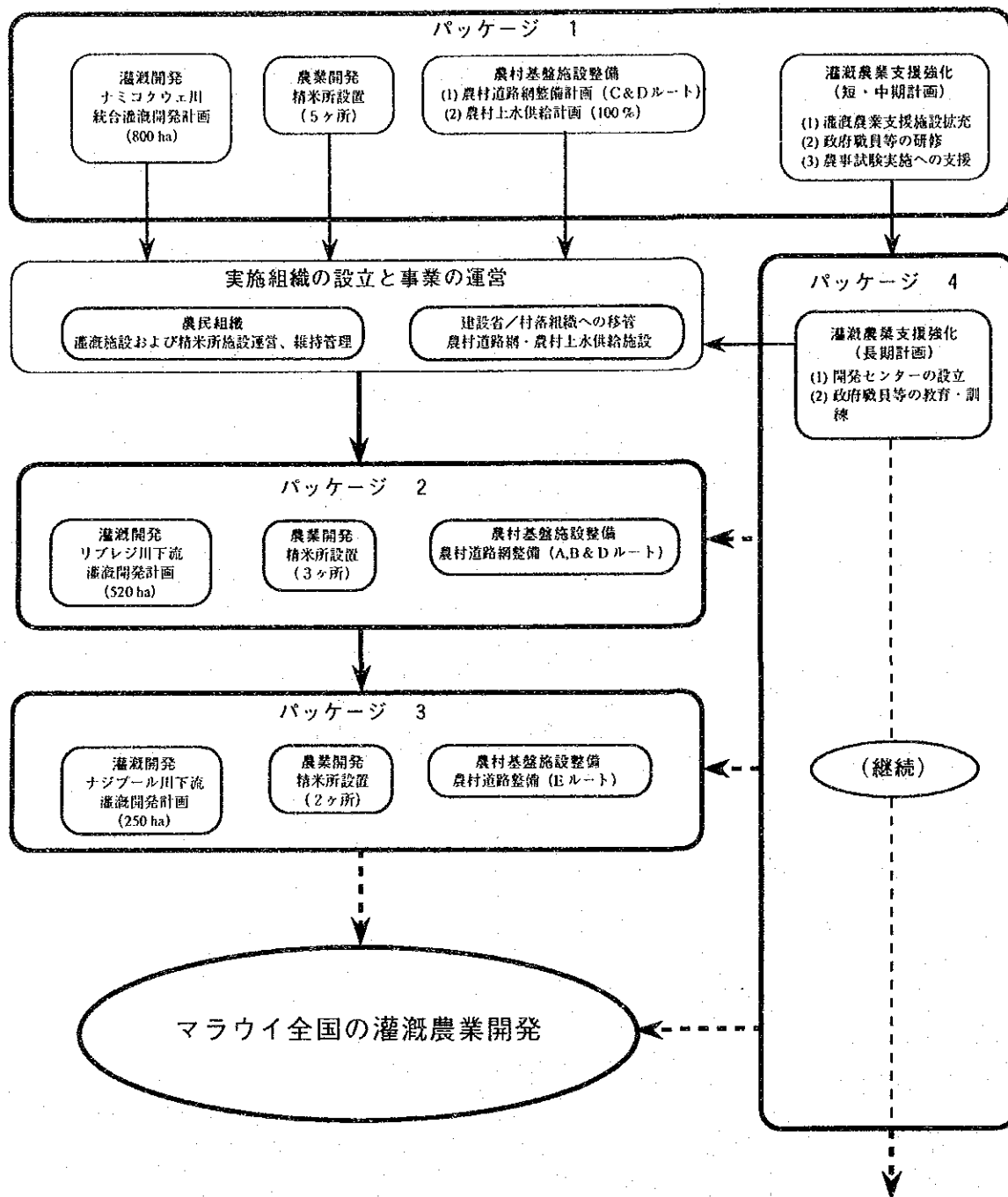


図 6.2.1 建設期間中の事業実施組織

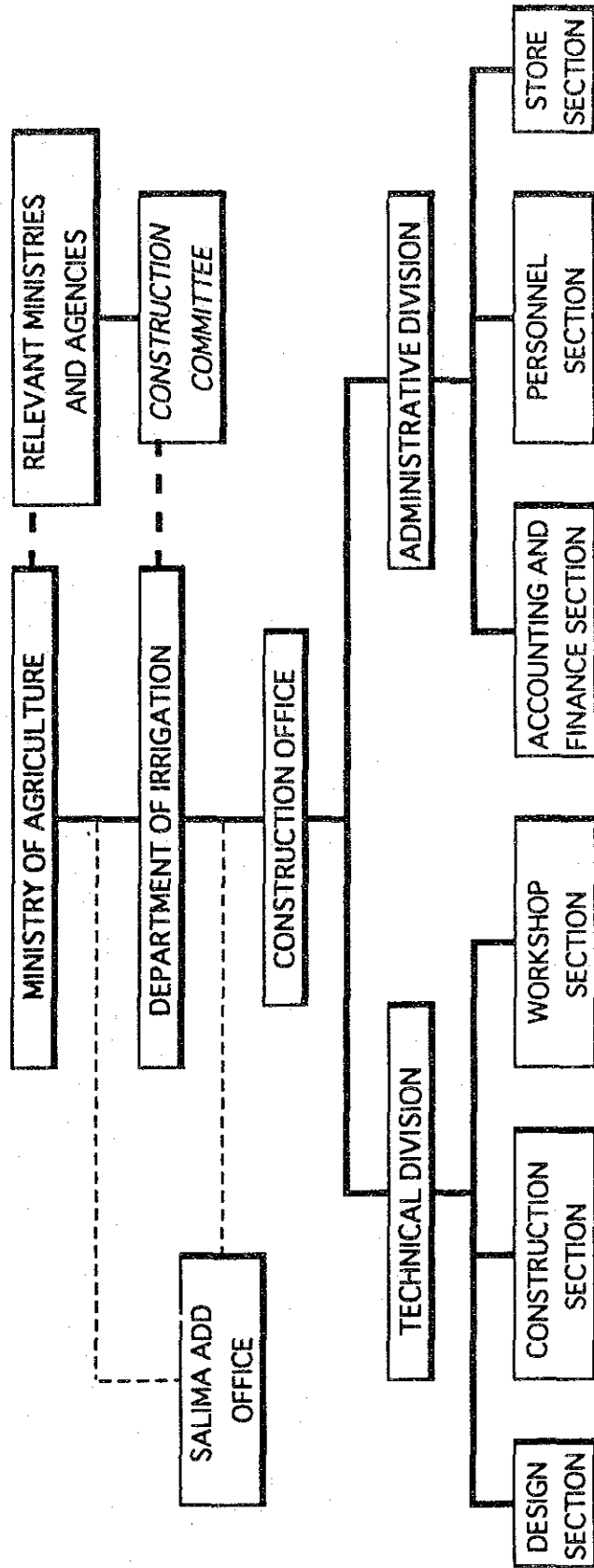


図 6.2.2 維持管理に対する組織図

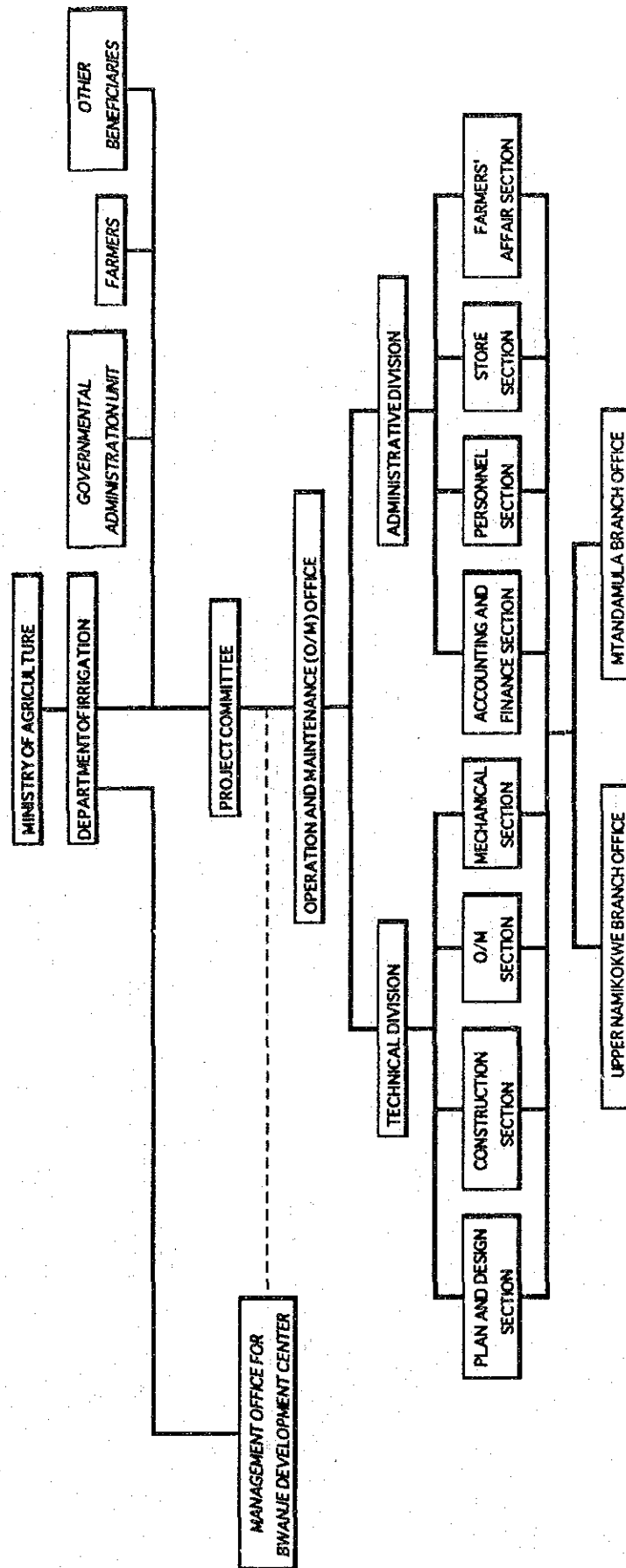
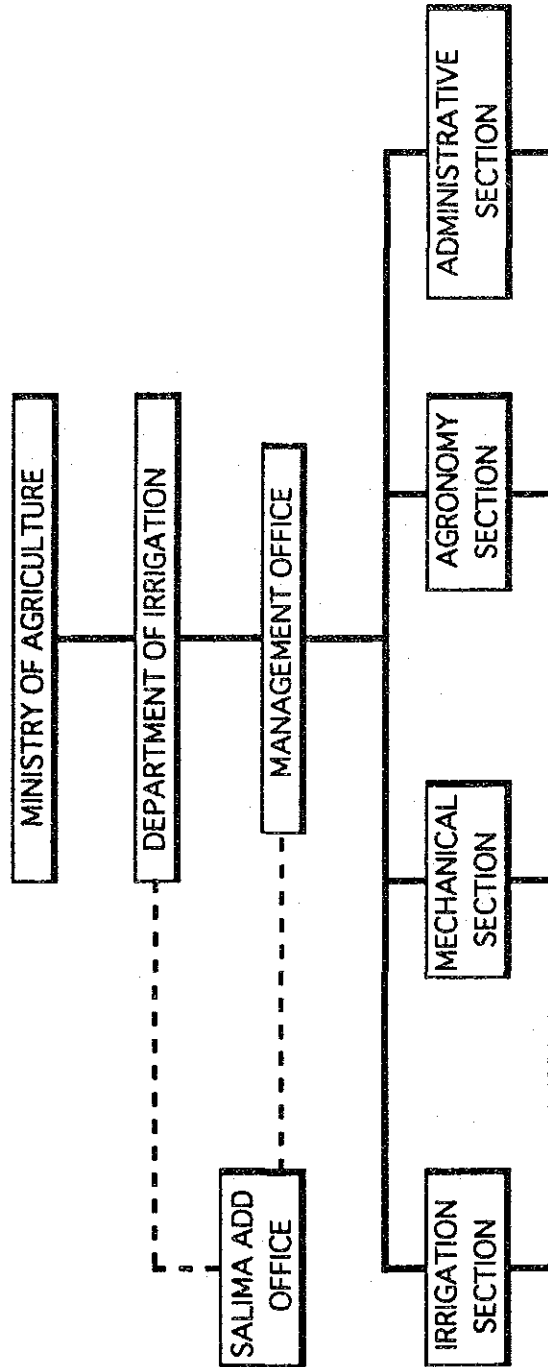


図 6.2.3 開発センター運営組織図









JICA