



インドネシア共和国

ランケメかんがい開発計画
実施調査報告書

主報告書

昭和 56 年 3 月

国際協力事業団

農計技
[REDACTED]
81-05

JICA LIBRARY



1056081E13

インドネシア共和国

ランケメかんがい開発計画
実施調査報告書

主報告書

昭和 56 年 3 月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	84. 5. 2	108
登録No.	04174	83.3
		AFT

あ い さ つ

インドネシア政府はかねてから南スラウェシ州中部地域における水資源総合開発計画を推進してきた。その一環として、1980年3月、日本政府の協力のもとに当該地域における水資源総合開発計画に係るマスタープランが作成された。

ランケメかんがい開発計画は、そのマスタープランの中で、最も開発優先度の高い事業としてその早期実施を勧告されたものである。インドネシア政府は、このマスタープランの勧告に基づき、ランケメかんがい開発計画のフィージビリティースタディ実施に関する協力を日本政府に要請した。

この要請にこたえて、日本政府はランケメかんがい開発計画実施調査を行なうこととし、その実行を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は1980年7月インドネシア国に調査団を派遣し、これに関する調査を実施した。

本調査団は、1980年7月15日から同年12月25日までの約5ヶ月に亘り、必要な現地調査を基に実現可能な計画を立案するとともに、本調査の主目的の一つであるインドネシア政府技術者の訓練・研修を行なった。帰国後、引き続き本計画に対する検討を加え、ここにランケメかんがい開発計画実施調査報告書をまとめる運びとなった。

この報告書が、ランケメかんがい開発計画の実現はもとより、南スラウェシ州中部の地域開発に寄与し、さらに日本およびインドネシア共和国の間の友好に一層貢献することを願うものである。

最後に、この調査に際し積極的なご支援とご協力を賜ったインドネシア国政府、在インドネシア日本大使館、在ウジュンパンダン総領事館、外務省、農林水産省の関係各位に対し、深甚の謝意を表する次第である。

昭和56年3月

国際協力事業団

総裁 有田 圭 輔

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 有 田 圭 輔 殿

日本政府とインドネシア共和国との間で合意された事項に従い、南スラウェン州中部のランケメかんがい開発計画に関するフィージビリティスタディ実施調査の報告書を提出いたします。

本計画は、地区内外の水質源を有効に利用することにより、面積約6,400 haの地区に技術的・経済的に実施可能なかんがい開発計画を策定しようとするものであります。私共調査団は、昭和56年7月から同年12月までの約5ヶ月にわたり、現地において必要な調査と計画案草案を作成いたしました。帰国後引き続き、この草案に検討を加え計画案を策定いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

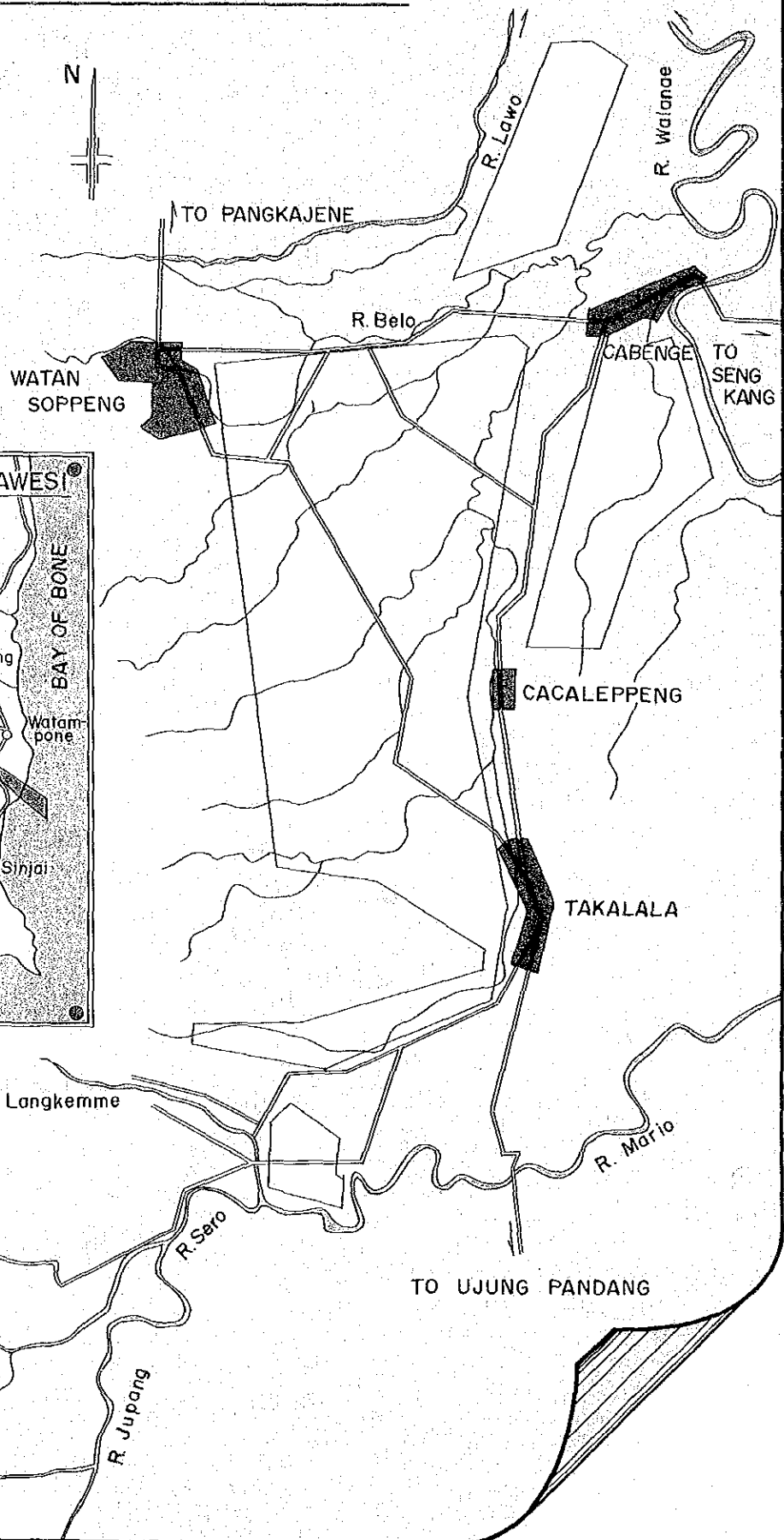
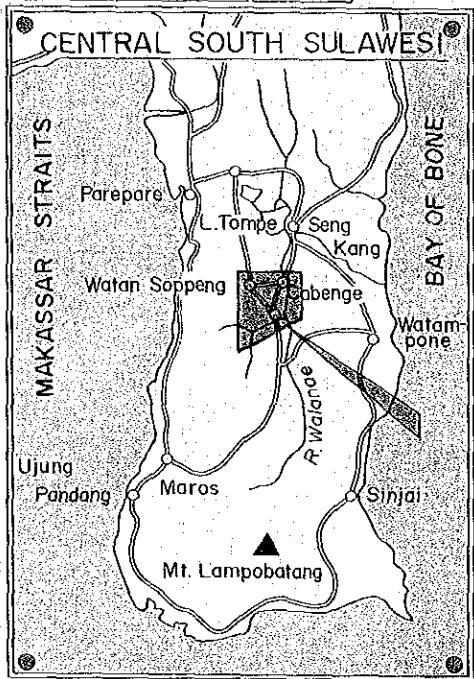
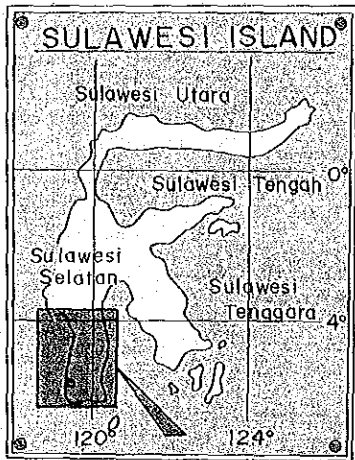
本報告書を作成するにあたり、現地調査および国内作業の間、多大な援助と協力を頂きました貴事業団を始め、外務省、農林水産省、在インドネシア大使館の関係各位およびインドネシア国政府関係者に対し、心から感謝の意を表するものであります。

昭和56年3月

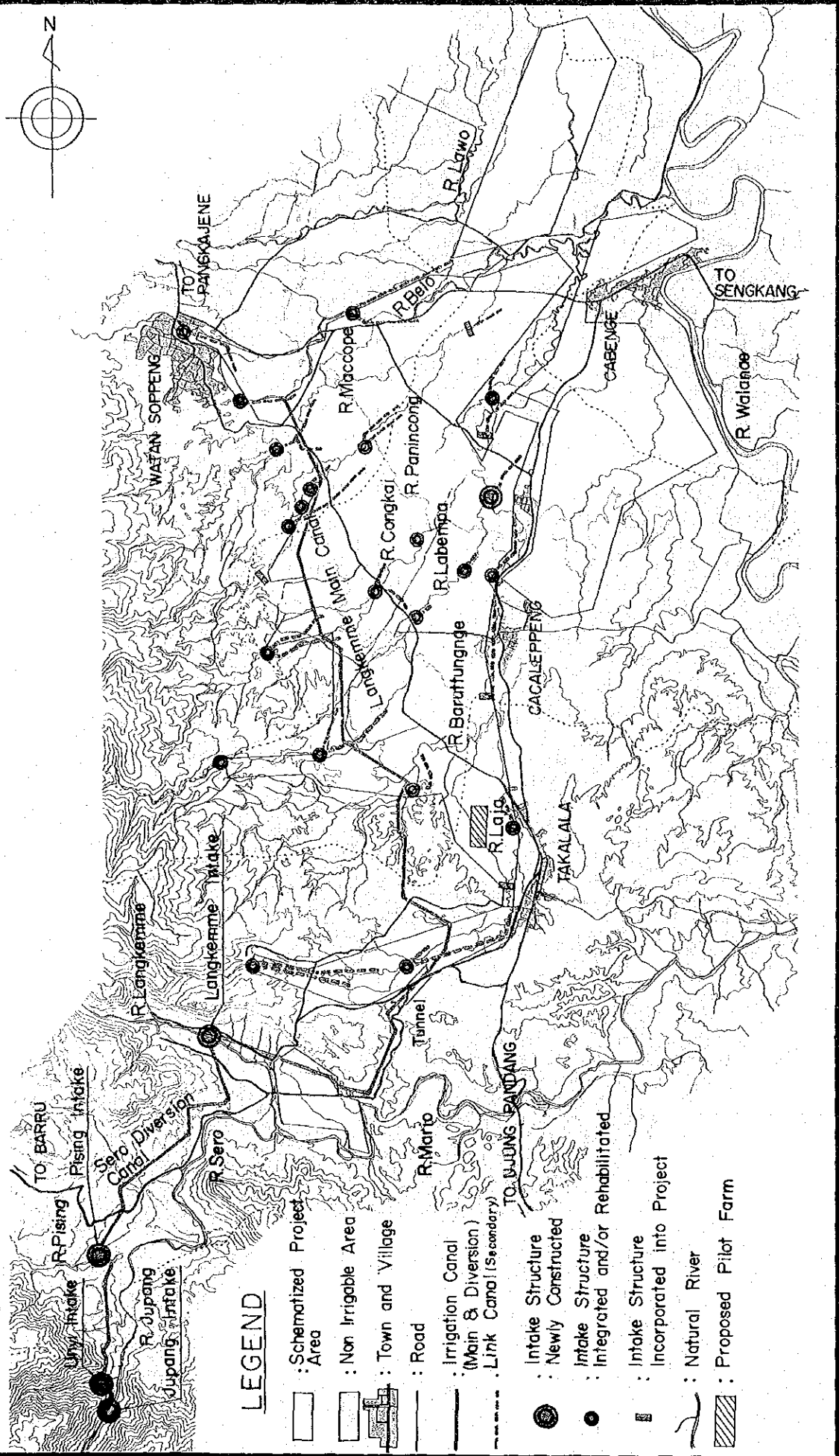
インドネシア国ランケメかんがい開発計画
実施調査団

団 長 山 本 裕 司

計画地区概要図



事業計画概要図



開発計画の背景

- 01 インドネシア国は、近年米の増産に努め見るべき成果を残している。しかし、急激な人口増加と一人当りの米消費量の増大により、いまだ米の自給は達成されていない。過去5年間の米の輸入は年平均1.4百万tonにのぼっている。そのため、インドネシア政府は稲作に力を入れ米の増収を目指している。水田の改良と拡大はインドネシア政府の米自給計画の重要な施策の1つである。
- 02 1978年から1980年にかけて実施された南スラウェシ州中部水資源総合開発計画に係るマスタープランは、9つの具体的な開発計画を示した。その中で、ランケメかんがい開発計画は最も優先度の高い事業であるとともに当地域における農業開発に先駆的な役割を持つことが明らかにされた。
- 03 南スラウェシ州中部地域は、豊富な水資源に恵まれているにもかかわらずその約3%が有効に利用されているにすぎず常習的な旱魃被害にみまわれている現状である。一方、土地資源の約41%が耕地として利用され、その約50%が稲作に使用されているが、かんがい施設のある水田は全水田のわずか23%にすぎず、当地域におけるかんがい施設の不足は、農業開発の大きな障害となっている。
- 04 ランケメかんがい開発計画地区は、米の生産量が比較的高いにもかかわらず、高い人口密度と1農家当りの営農規模が小さいため農家経済は低迷している。また、地区内の雇用機会が少ないため、農民は彼らの生計を補うため職を求めて季節的に地区外に流出する。近年、これらの季節的労働力流出が増加している。

計画地区の選定

- 05 計画地区は面積的8,000haの既存水田地帯に選定し、かんがい受益地区は約6,400haとする。また、計画地区は、マスタープランで示された地区に加え、政府によって運営されているSemi-technicalかんがい地区を含めたものである。

計画地区の現況

- 06 計画地区はワラナエ川左岸にあり、北部をラオ川、南部をマリオ川、西部を山岳丘陵地帯の山麓に囲まれた地域であり、行政的にはソッペン県に属す。
- 07 地区内の総人口は1979年で約89,000人であり、年人口増加率は1.0%である。総世帯数は16,100戸であり、そのうち農家は12,600戸である。
- 08 計画地区およびその周辺地域の可耕地の面積は約15,000haであり、そのうち

9,700 ha は稲作に適しており、現在そのほとんどが水田地帯になっている。残りの耕作地は地形に起伏があり、耕土が浅く、用水が限られているため、主に畑作地帯になっている。また、農業に不適な土地が周辺地帯に広がっており、これらの地帯は土地保全の意味から開発を控えるべきである。

09 計画地区の水源として、ワラナエ川の7小支川、ランケメ川およびセロ川水系があり、その流域面積は各々104 Km²、104 Km²および335 Km²である。

これらの河川の年間流出量は年により大きく変動する。平均年間流出量は、以下の通りである。

7小支川合計	1億1,400万m ³	(流出高1,140mm)
ランケメ川	1億1,500万m ³	(流出高1,150mm)
セロ川	4億1,000万m ³	(流出高1,240mm)

10 地形は勾配約1%で西南部より北東部に向って傾斜しており、標高はEL200mからEL10mの間にある。計画地区北部は比較的平担であり、水田としてすでに開発されている。

11 季節は短い乾期、長い雨期および両者の移行期に大別される。雨期および乾期の始まりは、年によって大きな差がある。年間降雨量1,500mmの約85%は11月から7月に集中しており、1975年～1979年の5年間の最長連続干天日数は84日である。

12 地質は、主に安山岩、さんご石灰岩およびややしまった堆積物である。安山岩は計画地区の西部の山岳丘陵地一帯に分布しており、その山麓地帯にさんご石灰岩が広く分布している。堆積物はワトゥ村およびラベッシー村周辺に散在している。テンベ湖周辺に分布している軟沖積層は計画地区には見られない。

13 計画地区内には、48の小規模かんがい地区があり、そのうち44地区がDesaかんがい地区で、他の4地区がDPU Semi-technical地区である。これらの小規模かんがい地区は、ワラナエ川の7小支川を主な水源としている。大部分のDesaかんがい地区はNon-technical段階にあり、その水路設置密度は平均30m/haと低い。上記48地区のかんがいを行なうために、7小支川に66の取水堰が設置されているが、そのうち恒久的な練石積堰は、わずか11ヶ所である。

14 交通網は州道が計画地区周辺に配備されており、県道は計画地区の中央部を横切っている。これらの道路は、アスファルト舗装であり、いかなる気象条件下においても通行可能である。村道は村々の間に配備されているが、そのほとんどは路面が未整備であるため乾期においてさえ車輛の通行が困難である。既存の農道の密度は低く、車や農機の通行を困難にし農業の機械化の障害となっている。バレバレ港は計画地区内

外の農産物の輸出および農薬等の輸入港として重要な役割をはたしている。

- 15 通信網は、通信施設が発達しておらず、電話通信が使用できない。電力の供給は、電力会社のチェンナエおよびチャベンゲの2ヶ所の小規模発電所で発電が行なわれているにすぎず、計画地区内のほとんどの集落においては協同または個人により、小規模発電機を備えている。

上水道施設はなく、各集落では生活用水および飲料水を主に地下水に依存している。

- 16 稲作は雨期に集中して行なわれており、乾期には、かんがい用水が枯渇し栽培面積は極端に少なくなる。作付体系は、季別降雨分布に大きく影響されている。作付面積および収穫面積は、降雨量および支川の水源により年ごとに大きく変動する。4月から7月の雨期においては、ほぼ全域で水稻栽培が行なわれている。一方11月から2月にかけての移行期には約65%の既存水田においてかんがい稲作が行なわれている。8月から10月までの乾期には、ほぼ全域にわたって水稻栽培は行なわれていない。
- 17 稲作の単位収量は、それほど低くなく、雨期作で平均4.6 ton/ha、乾期作では4.75 ton/haをあげているが、一層の農業改良の余地がある。
- 18 畑作は肥料農薬等の投入がほとんど行なわれず、天水のみに依存しているため単位収量は一般に低い。
- 19 営農規模は一般に小さく、一農家平均1.03 haであり、そのうち0.61 haが水田である。最近の農家経済調査によると、それらの狭い農地からの収益だけでは、農民自身の生活を維持することさえ困難である。このような営農規模の農家所得を引き上げるには、生産性の向上を図らなければならない。

開発計画の概要

- 20 本計画の目標は、ランケメおよびゼロ両河川の新規の水資源並びに既存かんがい施設の開発を通して、ランケメ地区の農産物の増産および農民の生活水準の向上を図ることにある。

農業開発計画の基本構想は、以下の通りである。

1. 雨期作水稻の安定と改良
 2. 乾期作水稻の作付面積の拡大
 3. 水田裏作物の導入と作付率の増大
 4. 既存農業諸制度の強化
- 21 上述の農業開発計画に関する構想をふまえて、かんがい計画を以下のように行なう。
1. 既存かんがい施設を改良し、ワラナエ川の7小支川の水資源の有効利用を行なう。

2. 全既存かんがい施設を本計画の末端水路網の一部に組み込む。
 3. 補給水源としてランケメ川およびゼロ川水系の水資源の有効利用を行なう。
 4. 排水路網は新たに整備を行わず、自然河川を排水路として使用する。
- 2.2 開発の基本構想に従い、農業開発計画を策定した。計画実施後、計画地区全域の水田では Technical かんがい地区として通年かんがいが実施される。4つの作付体系の比較案を、収益性、労働力、用水量の観点から検討した。その結果、三毛作すなわち、“水稻-水田裏作物-水稻”を選定した。計画実施後の水稻の予想収量は、乾燥穂付もみ重量で6 ton/haである。
- 水田裏作物の単位収量は、ポゴールの実験結果の約70%とし、メイズは2.0 ton/ha、落花生、緑豆、大豆は1.2 ton/haとした。計画実施後、水稻の年収量は約2,900.0 tonに増加する。
- 2.3 計画のかんがい用水源は、7小支川・ランケメ川およびゼロ川水系である。これらの各水系の流量を旬ごとに算定し、最小利用可能流量を下記の通り推定した。

7 小支川	約 0.5 m ³ /sec
ランケメ川	約 1.2 m ³ /sec
ゼロ川	約 0.9 m ³ /sec
計	約 2.6 m ³ /sec

- 2.4 かんがい用水量は、気象データおよび計画作付体系を基に1975年から1979年までの期間について旬ごとに計算した。最大単位用水量は1978年1月下旬で1.26 l/sec/haと推定される。
- 2.5 各河川の利用可能流量と、かんがい用水量との間で、1975年から1979年の5年間について旬ごとの水収支計算を行なった。その結果、最大取水量をランケメ取水堰で2.5 m³/sec、ゼロ川水系の3取水堰で計2.5 m³/secとした。

開発計画の概要

- 2.6 既存の取水堰の内、43の堰を、統合または改修する。また、総延長3.0 Kmの接続水路を建設し、上記の堰と Desa かんがい地区とを結ぶ。これらの水路には、分水施設および沈砂工を設置する。
- 2.7 ランケメ取水堰をチェーンエ DPU Semi-technical かんがい地区の既設取水堰上流約500 m 地点に設置する。約3.5 Kmの幹線水路を丘陵地帯の山麓に沿って建設する。全計画地区6,400 haにかんがい用水を供給する幹線水路の最大流量は5.0 m³/secである。丘陵地帯を横切り水路延長を短縮するための約700 mの水路トンネルおよび7小支川を横断するための河川横断構造物を建設する。

既設の Desa かんがい地区の内、Semi-technical かんがい地区 1,600 ha と、すでに統合改修された既存の堰を結ぶため、接続水路約 2 Km を建設する。現在 30 m/ha である Desa かんがい地区の水路設置密度を 70 m/ha に引き上げる。

- 2.8 セロ川水系のジュバン、ウニ、ピシンの 3 河川に各々 1 ケ所の取水堰を建設する。3 取水堰から取水される最大 $2.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ のかんがい用水は延長 1.5 Km のセロ導水路によってランケメ幹線水路に運ばれる。セロ導水路は、ウニ、ピシンの両河川を始め、多くの小河川を横断するため多数の河川横断構造物が必要となる。

3 地区の D.P.U Semi-technical かんがい地区を Technical 段階に引き上げその水路設置密度を 30 m/ha から 70 m/ha に改良する。

- 2.9 開発計画の施設の概要は以下の通りである。

作業項目	概要
(作業区分-I)	
1. 既設の堰の統合および改修	チロルタイプ取水堰 19ヶ所 固定取水堰 3ヶ所
2. 接続水路	総延長 約 3.4 Km かんがい面積 2,900 ha
3. 三次水路網の質的向上	量水施設のついた分水工の設置
(作業区分-II)	
1. ランケメ頭首工	粗石コンクリート造り固定堰 堤長 37.5 m 堤高 4.0 m 設計取水量 $2.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ (EL 170.0 m)
2. ランケメ幹線水路	総延長 約 3.0 Km 設計流量 $5.0 \text{ m}^3/\text{sec} \sim 0.80 \text{ m}^3/\text{sec}$
3. 接続水路	総延長 約 2.5 Km 設計流量 $0.1 \text{ m}^3/\text{sec} \sim 0.9 \text{ m}^3/\text{sec}$
4. 水路トンネル	延長 720 m 設計流量 $4.8 \text{ m}^3/\text{sec}$
5. 関連構造物	
5-1 水路橋	1ヶ所 箱形鉄筋コンクリート 設計流量 $3.0 \text{ m}^3/\text{sec}$
5-2 逆サイフォン	3ヶ所 箱形または円形鉄筋コンクリート 設計流量 $2.9 \text{ m}^3/\text{sec} \sim 0.8 \text{ m}^3/\text{sec}$

5-3 分水工	15ヶ所 設計流量 $0.06 m^3/sec \sim 0.50 m^3/sec$
5-4 その他	暗渠, 余水吐, 水位調節工, 放流工, 横断暗渠, 落差工他
6. 三次水路網の質的向上	かんがい面積 4500 ha 水路密度 $30 m/ha$ より $70 m/ha$ への増大

(作業区分-III)

1. ジュバン取水堰	粗石コンクリート造りチロルタイプ 設計取水量 $1.9 m^3/sec$
2. ウニ取水堰	ジャカゴ 設計取水量 $0.5 m^3/sec$
3. ビンン取水堰	ジャカゴ 設計取水量 $0.5 m^3/sec$
4. セロ導水路	総延長 $14.9 Km$ 設計取水量 $2.5 m^3/sec$
5. 関連続造物	
5-1 水路橋	3ヶ所 箱形コンクリート 設計流量 $1.92 m^3/sec \sim 2.50 m^3/sec$
5-2 その他	暗渠, 横断暗渠 セロ川流域水田への小分水工
6. 接続水路	総延長 約 $3.6 Km$

30 本開発計画の建設期間は5年間とし、取水堰頭首工、横断構造物等の大型構造物は重建設機械によって施工する。その他の小構造物は計画地区および周辺の農民の雇用機会の増大を図るために、人力により施工する。

31 開発計画の事業費は財務費用で34.6百万US\$(21,60.9百万Rp)である。その内、14.5百万US\$が外貨分、20.1百万US\$が内貨分となる。

組織および管理

32 ランケメかんがい開発計画の建設事務所は、南スラウェシ州DPU内に置かれ、現場事務所は工事を能率的に行なうため計画地区内に置く。

33 建設完了後、管理事務所はソッベン県の地方かんがい事務所の統括の下におき、取水堰から三次水路の分水工までの全かんがい組織の維持管理の業務を行なう。また管

理事務所の下に2支所と3ヶ所の派出所を設置する。

- 34 既存の水理組織を、いわゆる P₃A と呼ばれる水利組合に再編制する。組合の実行機関は配水管理責任者、連絡人、水門操作人で組織される。管理責任者は受益者の代表により民主的に選出する。原則として組合は三次水路の支配する農区単位で組織するが、150 ha を越える農区は分割して組織する。

開発計画の評価

- 35 開発計画に係る総経済費用は21.7百万US\$ (13,563百万Rp) である。その内外貨分は1.0百万US\$, 内貨分は11.7百万US\$ (7,313百万Rp) となっている。維持管理費は年間約0.47百万US\$ となる。

直接便益は工事着工後15年で年間6.1百万US\$ となる。内部収益率は、約14.7%と算定した。本開発計画は技術面でも経済面でも妥当なものである。

- 36 本開発計画の完成後は、平均農家一戸当たりの年間可処分所得は、現況の1,800 Rp から197,600 Rp に増加する。この額は、将来の開発へ農民が参加する機会を増大することとなる。

- 37 建設所要資金の内、外貨分の全てと内貨分の一部については、国際金融機関からの融資を受ける。融資に対する償還は政府の補助金で賄うものとする。本開発計画の主施設に対する管理維持の費用は毎年政府予算によって賄うものとする。

- 38 開発計画の実施により下記の社会・経済的インパクトが期待される。

- (1) 米の輸入量の減少による外貨の節約
- (2) 近代化的かんがい法の導入による効果の実証
- (3) 雇用機会の拡大
- (4) 農産物の品質向上による市場の拡大
- (5) 内水面漁業の発展
- (6) 農村環境の改良
- (7) セロ川導水路沿いの計画地区外水田へのかんがい用水の供給
- (8) 既存かんがい施設の管理維持の改良

勸告

- 39 ランケメかんがい開発計画は、技術面、経済面、および財政面等あらゆる観点から妥当なものと判断される。従って本調査の終結にあたって、本開発計画の早期実施を強く勧告する。

- 40 本開発計画の実施にあたっては、建設工事を円滑に推進するため、相当量の補足的

な作業、および調査が必要となる。

- 4.1 セロ川とワラナエ川の7小支流流域における荒廃地の保全と水資源涵養のため再植林が必要である。これらはすでに南スラウェン州で各庁が実施に当たっている再植林計画の一環として推進されるべきである。
- 4.2 本計画地区にある水位観測所の数は少なく、水文資料も不足しているため、本計画の詳細設計および将来のかんがい施設の維持管理のために、観測所の新設および観測網の整備を実施しなければならない。
- 4.3 本計画における農業開発計画の実施には、近代的な耕種技術と水管理技術の導入が必要である。これらの技術を導入し、農民に普及させるための試験農場を設置すべきである。
- 4.4 道路網の整備は、将来の本計画地区内での農業機械化実現のために必要であり、その費用は特別の資産を利用して実施すべきである。
- 4.5 INSUS計画は、近年本計画地区内外に広く普及し始めその効果が大きい。ため将来本地区内でも奨励すべきである。
- 4.6 近代化された水利組合は、計画地区の水資源の有効利用のために必要であり、本開発計画を始めるにあたって、既存のウルウル制度を組み入れて設立しなければならない。
- 4.7 作物の多様化を目的とした水田裏作物の導入は、政府の施策にもなっており、今後の課題としてかんがい用水を使用した水田裏作物の耕作技術の研究と、農業普及活動を通じた農民への普及が必要である。
- 4.8 既存の精米処理能力は、本計画を実施した後に増加する米の量に対し充分なものであるが、その大部分の精米機が旧式で小型の一回通し方式のため、碎米が多く米の市場性が低いため、今後ともみ乾燥を含めた精米施設の改良が必要である。
- 4.9 内水面漁業の開発は、本計画の完成後には、幹線水路や取水堰上流を利用して実施でき、地域農民の農家収入を増大させるのに役立つが、養魚技術、水田内の養魚法の導入にあたってはさらに詳しい調査・研究が行なわれなければならない。
- 4.10 小規模水力発電は、計画幹線水路内において設置可能であり、その電力は農産加工、農業の機械化、かんがい施設等に広く利用されるものである。本計画には取り上げていないが、将来の関連計画の中で遂行されるべきである。
- 4.11 本計画地区の末端部分は、洪水期にその被害を受ける可能性がある。将来完全な営農が実施され農民の福祉をより向上するためには、マスタープランで述べられているワリンボン多目的ダム計画をできる限り早期に実施することが望ましい。

目 次

あ い さ つ	
伝 達 状	
計画地区概要図	
事業計画概要図	
要 約	
第1章 序 言	1
1.1 序 言	1
1.2 経 緯	1
1.3 調査の目的	2
1.4 実施調査	2
1.4.1 調査の内容	2
1.4.2 調査工程	2
第2章 計画の背景	5
2.1 国家経済の背景	5
2.2 地域経済の背景	5
2.3 かんがい開発の必要性	6
2.4 南スラウェシ州中部地域における開発計画	7
2.4.1 第3次5ヶ年計画の目標と施策	7
2.4.2 水資源開発のためのマスタープラン	7
第3章 計画地区の決定	11
第4章 計画地区の現況	13
4.1 概 要	13
4.2 土 地 資 源	13
4.3 水 資 源	14
4.3.1 ランケメ川	14
4.3.2 セロ川水系	14
4.3.3 フラナエ川の7小支川	15
4.4 自 然 条 件	16
4.4.1 地 形	16
4.4.2 気 象	16
4.4.3 土 壤	17

4.4.4	地 質	18
4.5	インフラストラクチュア	19
4.5.1	輸送および通信	19
4.5.2	電力および生活用水	20
4.6	農 業	21
4.6.1	土地利用と作付体系	21
4.6.2	耕 種 法	22
4.6.3	作物の収量および生産量	23
4.6.4	畜 産	24
4.6.5	農産物の加工, 販売	24
4.6.6	農産物生産額	25
4.6.7	農地制度および経営規模	27
4.6.8	農 家 経 済	27
4.6.9	水 管 理 費	27
4.7	既存かんがい施設	28
4.7.1	概 要	28
4.7.2	DPU Semi-technical かんがい施設	28
4.7.3	Desa かんがい施設	29
4.8	農業支援制度	29
4.8.1	概 要	29
4.8.2	ピマス・インマス計画	29
4.8.3	試 験 研 究	30
4.8.4	普 及 事 業	31
4.8.5	種 子 増 殖	31
4.8.6	農 業 金 融	31
4.8.7	農業投入資材の供給	32
4.8.8	農 民 組 織	32
第5章	開 発 計 画	33
5.1	農業開発阻害要因	33
5.1.1	現 状 要 因	33
5.1.2	開 発 阻 害 要 因	34
5.2	開 発 基 本 構 想	34
5.3	農 業 開 発 計 画	35

5.3.1	計画の前提条件	35
5.3.2	土地利用の変化	36
5.3.3	作付計画	36
5.3.4	営農計画	38
5.3.5	収量および生産予測	38
5.3.6	市場および価格予測	39
5.3.7	作物生産費	40
5.3.8	事業を実施した場合と実施しなかった場合の純生産額	41
5.4	かんがい排水	41
5.4.1	水源	41
5.4.2	かんがい用水量	41
5.4.3	取水量	42
5.5	かんがい施設	43
5.5.1	第1工事区	43
5.5.2	第2工事区	44
5.5.3	第3工事区	46
5.6	建設計画	47
5.6.1	実施工程	47
5.6.2	建設資材	48
5.7	事業費	49
5.7.1	建設費	49
5.7.2	施設更新費	49
5.7.3	維持管理費	49
第6章	組織と運営	51
6.1	計画実施体制	51
6.2	維持管理体制	51
6.3	水利組合	52
第7章	開発計画の評価	53
7.1	概要	53
7.2	かんがい便益	53
7.2.1	農産物の増収	53
7.2.2	不完全配水による農産物の減少	53
7.2.3	直接便益	54

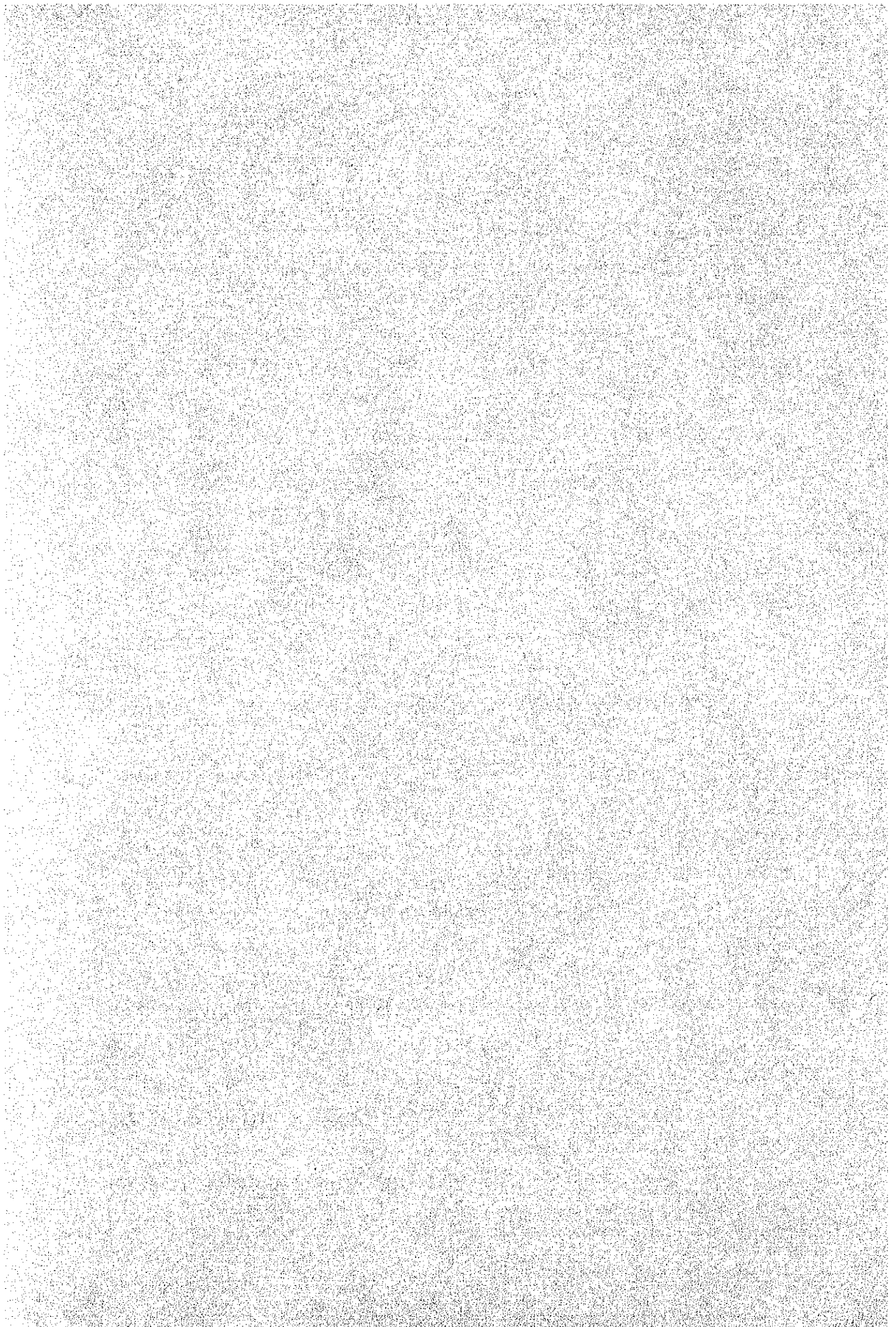
7.3	経 済 費 用	54
7.4	経 済 評 価	54
7.5	農家経済分析と事業の借入返済	55
7.6	建設所要資金および借入金償還能力	55
7.6.1	水 代	55
7.6.2	建設必要資金および償還	56
7.7	社会経済的効果	56
第8章	勸 告	59
付 録-I	試 験 農 場	111
付 録-II	道 路 組 織	113
付 録-III	小 規 模 発 電	115
付 録-IV	流 域 保 全	117
付 録-V	作業監理委員，調査団およびカウンターパート名簿	119

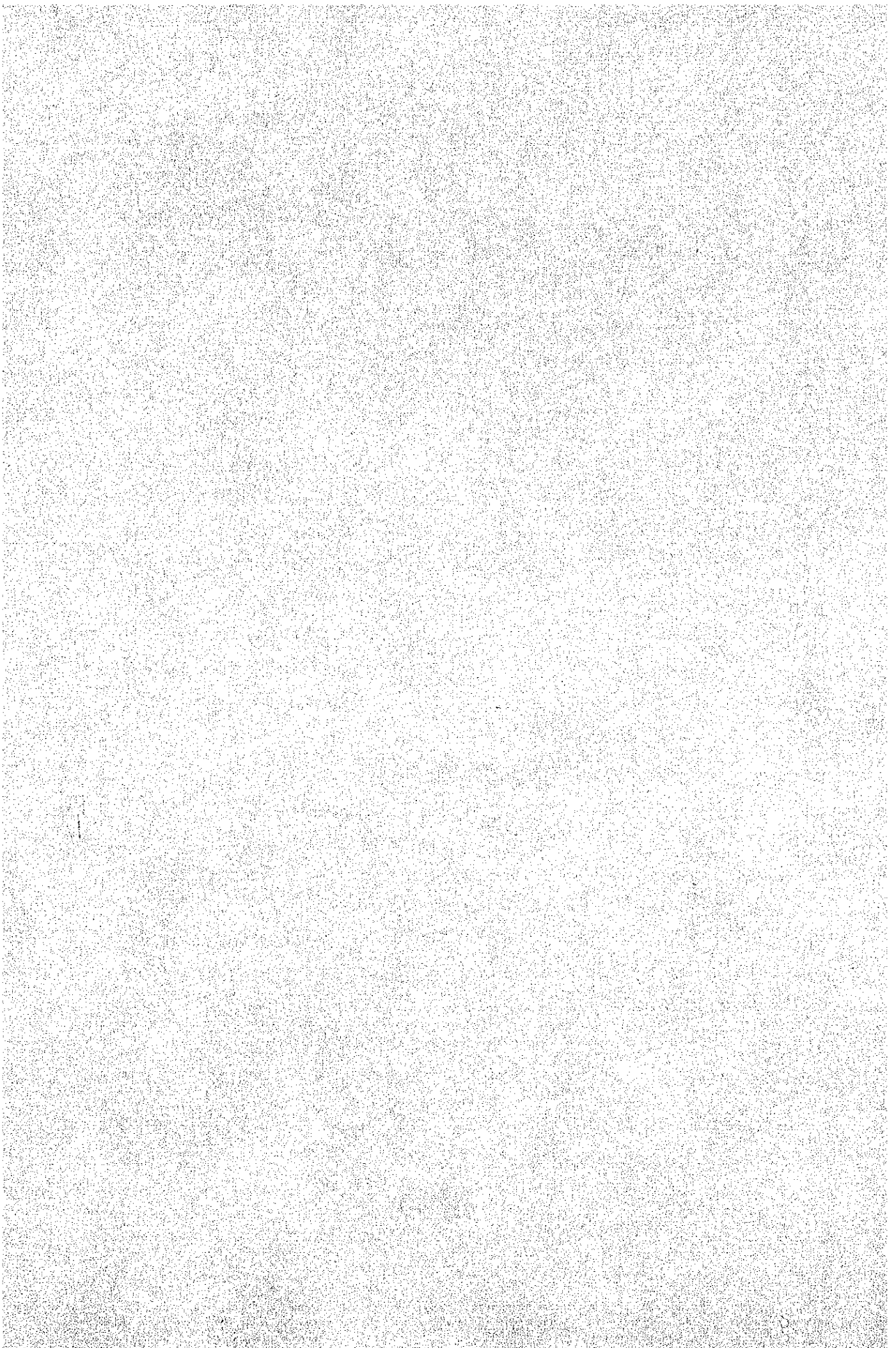
付 表

表 4.5.1	既存かんがい施設	61
表 4.5.2	既存かんがい施設の水路密度	62
表 4.6.1	過去5年間の米生産量(6,400ha)	63
表 4.6.2	収量調査の結果(雨期作)	64
表 4.6.3	収量調査の結果(乾期作)	65
表 4.6.4	標準農家における農家経済の現状	66
表 5.3.1	水稻の耕種法	67
表 5.3.2	水田裏作物の耕種法	68
表 5.3.3	計画地区内外の米の単位収量(1975-1979)	69
表 5.3.4	事業実施と実施しない場合の年間米収量(6,400ha)	70
表 5.3.5	計画地区内の乾燥穂付き籾の経済価格	71
表 5.3.6	事業実施と実施しない場合の総生産費	72
表 5.5.1	ランケメ取水堰の設計諸元	73
表 5.5.2	ゼロ導水路上の取水堰の設計諸元	73
表 5.7.1	事業の財務費用	74
表 5.7.2	修復費および維持管理費	75
表 7.2.1	事業実施と実施しない場合の純生産量	76
表 7.2.2	かんがい便益	77
表 7.4.1	年次別事業費と便益	78
表 7.4.2	経 済 便 益	79
表 7.5.1	事業実施と実施しない場合の標準農家における農家経済	80
表 7.6.1	キャッシュフロー	81

付 図

図 3.1	調 査 地 区	83
図 4.1.1	計画地区の行政区分	84
図 4.3.1	主要河川の流域	85
図 4.3.2	旬 別 流 出 量	86
図 4.4.1	土 壤 図	87
図 4.4.2	地 質 図	88
図 4.5.1	既存かんがい施設	89
図 4.6.1	計画地区内における現状の作付体系	90
図 4.6.2	既存水田における現状の土地利用体形	91
図 5.3.1	作付体系の比較案	92
図 5.3.2	計画作付体系（A案）	93
図 5.3.3	ソッペン県における作物の小売価格	94
図 5.4.1	かんがい用水量の季別変動	95
図 5.4.2	取水要量の季別変動と取水量	96
図 5.5.1	かんがい水路組織図	97
図 5.5.2	計画施設（第一工事区）	99
図 5.5.3	計画施設（第一工事区）	100
図 5.5.4	かんがい開発計画（第三工事区）	101
図 5.6.1	建設計画概要図	102
図 5.6.2	建 設 計 画	103
図 5.6.3	ランケメかんがい開発計画実施図	104
図 6.1.1	事業実施組織	105
図 6.2.1	維持・管理組織	106
図 6.3.1	水 利 組 合	107
図 7.2.1	米の収量被害と連続非かんがい日数の関連	108
図 7.4.1	感 度 分 析	109





第 1 章 序 言

1.1 序 言

本報告書は、日本国政府とインドネシア共和国政府との間で締結された「インドネシア国ランケメかんがい開発計画フィージビリティスタディ」に関する“Scope of Work”に基づき、国際協力事業団（JICA）派遣の調査団によって行なわれた現地調査および国内作業の成果を取りまとめたものである。

1.2 経 緯

インドネシア政府は、1970年代の始め、南スラウェシ州中部の地域開発計画の推進を決定し、日本政府に対して当地域のマスタープラン作成に関する協力を要請した。

この要請に基づき、国際協力事業団は1973年に現地へ事前調査団を派遣し、マスタープランの実施に必要な地形図の作成および水文資料の収集、整理などの基本的な準備をあらかじめ行なうことを勧告した。また、1976年には水文資料の収集および整理のためコロンプラン専門家として水文技術者2名を現地へ派遣するとともに、地形図の作成を開始した。1978年9月、縮尺1/25,000の地形図を完成しマスタープランへの準備作業を終了した。

国際協力事業団は、1978年9月マスタープラン作成のための調査団（団長坂本正以下20名）をインドネシア国に派遣しマスタープラン策定の作業を実施した。調査団は1980年3月調査結果をとりまとめマスタープラン報告書としてインドネシア政府に提出した。

マスタープラン調査団は、その報告書の中でかんがい、洪水調節および多目的ダムを含む9つの開発計画を提案し、これらに関し技術的、経済的および社会的観点からの検討結果を明らかにするとともに、この内最も優先度の高いランケメかんがい開発計画に関するフィージビリティ調査の早期実施を勧告した。

その勧告に基づき、インドネシア政府は、ランケメかんがい開発計画のフィージビリティ調査実施を決定し、1979年当調査に関する協力を日本政府に要請した。その要請に基づき、1980年2月国際協力事業団は本調査に先だて、事前調査団（団長木村克彦氏）をインドネシア国に派遣しフィージビリティ調査の準備を行ない、本調査に関する“Scope of Work”を協議締結した。

上記“Scope of Work”に基づき1980年7月国際協力事業団は、ランケメかんがい開発計画実施調査団（団長山本裕司以下12名）をインドネシア国に派遣した。調査団は同年7月から12月までの約5ヶ月間、インドネシア公共事業省（DPU）の協力

を得て現地調査を実施し、同年11月中間報告書（Interim Report）を、また12月最終報告書草案（Draft Final Report）をインドネシア政府に提出した。本最終報告書（Final Report）は、上記の各報告書に対するインドネシア政府並びに事業団委嘱の作業監理委員会から示された意見、勧告に基づいて取りまとめたものである。

1.3 調査の目的

本調査の目的は大別して次の2点にある。

- (1) ランケメかんがい開発計画の実施に関する技術的、経済的妥当性の検討
- (2) インドネシア政府技術者に対する技術知識の移転と実地研修

1.4 実施調査

1.4.1 調査の内容

本調査は計画対象地域における現地調査と、主にウジェンパンダンの公共事業省における室内作業から成る。

(1) 現地調査

- イ. マスタープラン調査で収集された、本計画に係わる資料の整備、補充
- ロ. かんがい開発計画策定の基礎となる水資源、土地資源と社会経済の現況調査およびかんがい施設の計画、設計のための地質、土質等の調査並びに地形測量

(2) 室内作業

- イ. 計画地区の現況解析
- ロ. 土地利用、農業開発並びにかんがい開発等の計画案策定
- ハ. かんがい施設等の設計および事業費の積算
- ニ. 事業の経済評価、財務分析
- ホ. 事業実施計画の草案作成

1.4.2 調査工程

- (1) 7月15日、調査団第1陣（団長以下3名）がジャカルタ（Jakarta）に乗り込み、調査工程等に関してインドネシア政府関係者と協議した。
- (2) 8月11日、約1ヶ月の現地踏査および資料分析の結果に基づき、作業計画書（Inception Report）を作成し、インドネシア政府に提出した。続く22日、ジャカルタ公共事業省において、インドネシア政府関係当局と上記計画書について協議、討論を行ない、かんがい開発計画作成の基本方針を策定した。
- (3) 作業計画書提出後約3ヶ月の現地調査および室内作業の結果、並びに作業監理委員会の勧告を基に中間報告書（Interim Report）草案を作成し、インドネシア

彼府に提出した。

- (4) 11月7日、南スラウェシ州都ウジュンパンダンにおいて、先に提出した中間報告書草案に関しインドネシア政府代表者と協議検討を行ない、報告書草案の一部を修正し11月14日、中間報告書をインドネシア政府に提出した。
- (5) インドネシア政府並びに作業監理委員会の中間報告書に対する意見、勧告を基に約1ヶ月間の補完調査、検討を行ない、12月20日、インドネシア政府に最終報告書草案 (Draft Final Report) を提出した。引き続きインドネシア政府関係者と最終報告書に関する協議を行ない、調査団は予定通り12月25日帰国した。
- (6) 現地調査期間を通じ、調査団はインドネシア政府技術者の実地研修を行なうとともに、9月から11月までの約3ヶ月間に、各専門家による講議を定期的に行ない技術移転を効果的に実施した。

第2章 計画の背景

2.1 国家の経済の背景

インドネシア共和国は、約2百万Km²の国土に豊富な土地および水資源を有している。その自然環境は農業に適し国土の約7%（1.4百万ha）が耕地として利用され、インドネシアの総人口（1億3千万人）の約60%が農業に従事している。

1969年インドネシア政府は、第1次5ケ年計画を策定、実施し、国家経済の立て直しを図った。1960年代の国内総生産の伸びは年2%と低いものであったが、第1次5ケ年計画の最終年（1973/74）には、年8.2%に成長している。

農業部門においては、農業改良、耕地の拡大等によって米の生産量の伸びは年平均3.5%を示し、1974年度の米の生産量は15.4百万tonに達している。しかしながら、急激な人口増加に伴う米の消費量の増大は、インドネシアにおける米の自給達成を遅らせ、1973/74年の米の輸入量は百万tonにも達した。

これらの状況をふまえて、インドネシア政府は第2次5ケ年計画を策定し、引き続き1974/75年から実施にうつした。この計画では経済成長の推進をその主目的とし、国民総生産の伸び率を年7.5%（計画最終年において44%増）と設定した。第2次5ケ年計画においては、食糧の自給に係わる農業開発が計画の成否をにぎると考えられ、特に米の増産に開発の重点がおかれた。

第2次5ケ年計画の終結に引き続き、1979年度には新たに第3次5ケ年計画が策定、実施された。3次計画では主に経済開発、国民的安定の成就および公正な社会正義の確立を国家計画の柱とし、その目標を年経済成長率6.5%、年一人当り国民所得4.5%並びに人口増加率2%以下と設定した。

インドネシア国における米の年間輸入量は過去5年間平均で約1.4百万tonを記録している。この国の米不足の現状は主として不安定な気象条件、かんがい施設の不足、および不完全な農業支援制度に帰因する。これら種々の制約条件を解決し大幅な米の収量増や安定生産を実現することが、この国の米の自給達成には不可欠と言える。

2.2 地域経済の背景

南スラウェン州中部地区は米の生産に、きわめて良好な自然条件に恵まれ、現在インドネシアの代表的な穀倉地帯としての地位を確保している。この地域の余剰米は周辺の米不足地域や近隣の東カリマンタン、マルク、イリヤンジャヤ等へ移出されている。この地域からの余剰米の供給は年間平均約2.8万トン程度と言われている。インドネシア国における米の需給予測に関する研究によると、現在の米の不足状況は西暦2000年

においてもなお解決されないと結論している。

南スラウェシ州中部地域は、米の代表的な産地と言われているにもかかわらず、かんがい用水の不足による作物被害は常習化している。同地域における河川流域は年間約6億tonにもおよぶ莫大な水資源の賦存量をもちながらその利用率はわずかに3%にすぎない。一方、土地資源も豊富でかんがい開発に対してかなりの潜在耕地があり、賦存土地資源の41%相当の約32万haが現在農地として開発利用されている。この既耕地の51%相当の約16万haは水田として利用されている。しかしながら、かんがい施設の普及はわずかに23%で、大半は現在なお、天水田であり、このかんがい施設普及率の低さはこの地域の高度な農業開発達成にとって大きな制限要素となっている。

南スラウェシ州中部地域の人口密度は高く、特に同地域の南部はかなりの人口をかかえている。とりわけソッベン県ララバタ郡はこの地域で最大の人口6.4万人を有し、そこでの人口密度は1ha当たり172人にも達している。季節的な人口移動がこの地域からカリマンタンへ年々加速的にふえているがこれは乾期中の雇用機会の不足が主因と思われる。この地域の季節的な雇用問題を解決するためには国内入殖計画の促進とともに、特に乾期における農業生産にかかわる就業機会を緊急且つ大幅にふやす努力をしなければならぬ。

2.3 かんがい開発の必要性

目標通りに1978年度に終結した第2次5ヶ年計画において、南スラウェシ州は地域的な経済状況をふまえて、4つの開発地域に分割された。即ち

(1) 南部開発地区

ウジュンパンダンを中心とした地区であるが農業的には後進地区である。

(2) 西部開発地区

バレバレを中心とした地区で南スラウェシ州の主要な米産地でかなりの余剰米を移出している地区である。

(3) 東部開発地区

ワタンボネを中心とした地区で農業的には稲作、畑作の多毛作地区で人口密度が南スラウェシ州で最も高い地区である。

(4) 北部開発地区

パロッパを中心とした地区である。この地区は比較的森林および鉱物資源に恵まれ加えて土地資源にも恵まれ将来のかんがい開発のポテンシャルの高い地域である。

南スラウェシ州中部地域は上記東部開発地区に属し、行政的には4つの県即ちワジョ県、ボネ県、ソッベン県およびシドラップ県によって分割されている。この4県の

中で、ソッペン県とシドラップ県が稲作の適地の条件を備えている。なかでもシドラップ県は近年米産においてかなり高い水準に達している。この高水準は主として第1、2次5ヶ年計画のもとで実施されたサダンププロジェクトの完成で相当の面積が通年かんがいを享受していることに帰因している。一方ソッペン県の大半の水田地帯はDesaかんがいの組織が発達しているものの、満足のゆくかんがい用水の供給が行なわれていない。その結果ここでの稲作はきわめて不安定で常習的な干ばつ被害をこうむっている。従って、この地区の住民は、米の増産達成のために、サダンププロジェクトのような近代的なかんがい施設の開発の実施を期待している。

第2次5ヶ年計画に規定されているように南スラウェシ州中部地域は、米に加え種々の作物を導入し、作物多毛作の基本施策の実現に最も適した地区と言える。最近完成したサダンププロジェクトは米の単作地区における先駆的な役割を担っているに過ぎない。従って南スラウェシ州中部地域においては多毛作農業の先駆となるべきかんがい事業が緊急に必要となる。

ソッペン地区における営農規模は、南スラウェシ州の平均より小さく農業人口密度はきわめて高い。農家経済調査の結果によればソッペン地区の農家は収入を主として米の生産に依存し不足は農外収入によって補っている。農家人口の重圧と営農規模が小さいために、高い単位収量にもかかわらず、この地区の農家経済はなお低い水準で、農家の年平均保留は小さい。このような状況下で、農家経済を改善するためには、かんがい開発を通じて米の大幅増産および裏作導入を達成するのが最善である。ソッペン地区のかんがい開発にはこのような背景とさしせまった必要性がある。開発農業人口が多く、営農規模の小さいそして比較的開発の進んだ地域における農業開発を志向しながら進めることになるであろう。

2.4 南スラウェシ州中部地域における開発計画

2.4.1 第3次5ヶ年計画の目標と施策

南スラウェシ州中部地域における地域開発に対する主要な阻害要因の一つは利用可能水資源の不足である。当地域の開発目標と基本施策は第3次5ヶ年計画の中で以下のように規定されている。

- イ) 食糧増産のための農業開発
- ロ) 水力発電の開発に基づく農業開発
- ハ) インドネシア東部における米生産地帯としての役割を一層強化すること

2.4.2 水資源開発のためのマスタープラン

インドネシア政府は1970年代初頭より南スラウェシ州中部地域におけるこれ

ら賦存の資源開発を具体化するために、1980年前述のマスタープランを策定し、開発目標を以下のように設定した。

- (1) 米の増産
- (2) 社会福祉の増進
- (3) 各部門ごとの改善
- (4) 水力発電の開発
- (5) 地域経済の格差是正

これら開発目標に基づき、それぞれの部門別に開発計画が提案され、最終的に以下に列記する9つの開発計画に統合された。

- (1) ビラ・ボヤかんがい開発・洪水防御計画
- (2) ランケメかんがい開発計画
- (3) ジオかんがい開発計画
- (4) チェンラナエかんがい開発計画
- (5) ギリランかんがい開発計画
- (6) サンレゴかんがい開発計画
- (7) バダンゲンかんがい開発計画
- (8) チェンラナエ洪水調節計画
- (9) ワリンボン多目的ダム計画

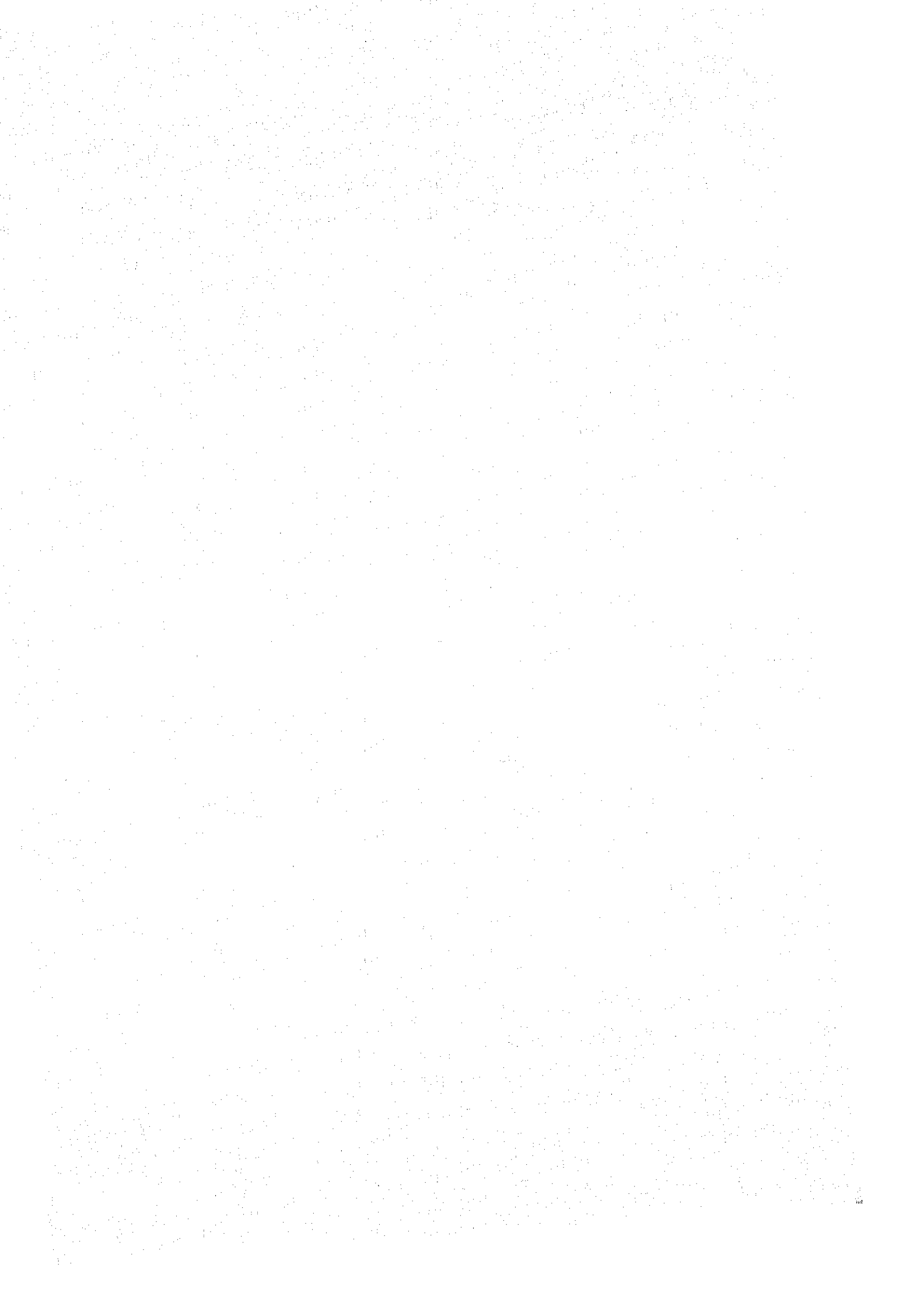
これら9開発計画実施には長期開発構想が必要となりマスタープランにおいては社会経済的見地から段階的開発構想が以下の通り示されている。

- (1) 第1期事業；ランケメかんがい開発計画
 ビラボヤかんがい開発／洪水防御計画
- (2) 第2期事業；サンレゴかんがい開発計画
 ラオかんがい開発計画
 ギリランかんがい開発計画
- (3) 第3期事業；ワリンボン多目的ダム計画
 チェンラナエかんがい開発計画
 チェンラナエ洪水調節計画
 バダンゲンかんがい開発計画

上述のようにマスタープランはランケメかんがい開発計画を第1期事業のひとつとしてとりあげ同開発計画が南スラウェン州中部の地域開発の中核となるであろうと結論し、さらにビラボヤかんがい開発洪水防御計画とともに、遅くとも第3次5ヶ年計画の期間中に実施するよう強力に勧告している。

このような経済的背景や開発の必要性に沿ってランケメかんがい開発計画は、諸開発計画の中で最優先開発順位を与えられ、早期実施が期待されている。

本開発計画は南スラウェシ州中部地域で構想されている農業に対する先駆的役割を担うとともに、第3次5ヶ年計画の目標達成に実質的な貢献をするであろう。



第 3 章 計画地区の決定

本計画地区は、“Scope of Work” に明記されているように、西方の山岳丘陵地帯を背に東をワラナエ (Walanae) 川、南北をワラナエ川の支流であるマリオ (Mario) 川およびラオ (Lawo) 川に囲まれた地域である。

マスタープランに示された計画地区は面積約 6,000 ha であるが、インドネシア政府は新たに、近隣の 3 地区 (面積約 7,000 ha) について調査検討を行なうよう調査団に要請した。以下は、その要請に基づき調査団の行った調査、検討の結果である。

(図 3.1 参照)

地区-1. 当地区はランケメ (Langkemme) 川右岸の河岸段丘に帯状に広がる面積 100 ヘクタールの天水田地帯であり、ランケメ川に向って傾斜している棚田である。

地区の標高は EL170m から EL220m の範囲にあり、後述のランケメ取水堰によるかんがいは不可能となる。ただし、セロ (Selo) 川とランケメ川の間で建設が計画されているセロ導水路によるかんがいは可能であるが、受益面積は非常に少ない。従って、当地区は開発計画立案に係る受益面積から除外する。

地区-2. 当地区はマスタープランで示されている計画地区の南東に位置し、石灰地層の上に形成された面積約 3,500 ha の丘陵地である。当地区は、急峻な地形で起伏が多く、現在森林と草地在が広がっている。

近年この地区の一部が開墾され耕地として利用されているが表土が薄い上に土壌が砂質であることと急峻な地形条件のため、土壌侵食がはげしく土壌保全が問題化している。

調査団の行なった当地区に係わる調査、検討の結果、当地区はかんがい開発に不適であると結論した。

地区-3. 当地区はマスタープランで示されている計画地区の北東に位置し、ワラナエ川およびラジャ (Laja) 川に囲まれた沖積平野に広がる面積約 3,500 ha の水田地帯である。

当地区は、ラジャ川を主な水源とする面積約 2,000 ha の Semi-technical かんがい地区を含み、その整備されたかんがい施設により部分的に水稻の年 3 期作が実施されている。

当地区は、比較的整備されたかんがい施設を持つことから、その改修に当って投入事業費を低くおさえることができ、他の地区に比べて事業費投入の効果は大

きい。このことから、当地区は、そのかんがい用水源が確保される範囲で計画地区に組み込まれる。

以上の調査検討の結果により、本計画地区はマスタープランで示された計画地区に、地区-3に含まれる面積約2,000haを加えて、粗面積約8,000haとする。

第4章 計画地区の現況

4.1 概 要

ランケメかんがい開発計画の計画地区は、南スラウェシ州中部に位置し、州都ウジュンパンダンから州道沿いに北東約130kmの距離にある。

また、計画地区はソッペン県 (Kabupaten Soppeng) の県都ワタンソッペン (Watan Soppeng) の南に拡がり、州道ウジュンパンダン—シンカン (Sengkang) 線に沿って南北に延びており、おおよそ東を前記の州道に、南北をマリオ川およびラオ川に接している。地区西側は海拔1,500m前後の丘陵地帯のすそ野とその境を接している。計画地区の粗面積は前述のごとく約8,000haで、その内純かんがい地区は約6,400haである。

計画地区は行政上ソッペン県の4つの郡、すなわちララバタ郡 (Kecamatan Lalabata)、リリアジャ郡 (Kecamatan Liliriaja)、マリオリワオ郡 (Kecamatan Marioriwawo) およびリリラウ郡 (Kecamatan Lilirilau) にまたがり、13の村 (Desa) および31の部落 (Kampung) を含む (行政組織は、図4.1.1を参照)。

ソッペン県の統計資料によると、計画地区の総人口は1979年現在で約89,000人であり、人口増加率は1972年から1979年の間で年平均約1%である。労働人口は、総人口の47.2%に当る42,000人でありその内25,700人が農業に従事している。計画地区内の総世帯数は16,100戸、1世帯の家族数は平均5.53人で構成されている。農家世帯数は12,600戸で、その内農地所有者は約80%である。

計画地区の人口増加率は、南スラウェシ州における過去10年間の平均人口増加率約2.1%に比べて非常に低い。男子の総人口に占める割合は48.8%と低く、20歳代から40歳代までの男子人口は45.3%と低い値を示している。これらのことから、相当数の人口、特に働き盛りの男子が、計画地区から流出しているものと推定される。これらは、農業収入が低いために、農家の生計が農外収入に頼っていることを示すものである。

4.2 土 地 資 源

計画地区およびその周辺に拡がる約9,700haは稲作に適し、FAO/UNESCOの土壌分類基準による土壌単位、ユートリック・フルビゾル、ペリック・ヴァーティゾルおよびユートリック・グライゾルに属する。これらの地域は現在米作が行なわれている。また、計画地区の南東部に接する面積約3,000haの石灰岩地層の上に発達したカルカリック・ルビゾルでは畑作が行なわれている。一方この地域は、起伏の多い地形で表

土が薄く礫が多い上にかんがい用水が不足しているため、水田稲作には不適である。

ワラナエ川とその小支川付近には、新しく形成された砂質のレゴゾル土壌が発達している。面積約2,500 haのこの土地では現在、タバコあるいは落花生が栽培されている。

計画地区周辺の土壌単位は総じてリトゾルであり、農業に不適である。これらの土地は現在、生産性の低い森林あるいは草地となっている。近年、農業人口の過剰と可耕地の不足から、一部の森林と草地が開墾されしだいに畑地に転換されているが、これらの土地の土壌侵食が問題になっている。

土地および土壌保全の観点から、森林や草地等の可耕地への転換を図る前に、既存の可耕地の有効かつ最大限の利用が考えられるべきである。

4.3 水 資 源

4.3.1 ランケメ川

標高1,474 mのニニコナン (Ninikonang) 山にその源を発するクシ (Kesi) 川およびライリ (Lairi) 川は付近の小河川を組み込んで約5 km流下した後合流し、その名をランケメ川とする。

ランケメ川はさらに約1.2 km流下し、セロ川と合流してマリオ川となる。ランケメ川の流域はマリオリワオ郡チェンナエ村付近でランケメ川にかかる橋梁地点で104 km²である。(図4.3.1参照)

1974年、自記水位計が上記の橋脚直上流に設置され、以後比較的信頼性の高い水位資料が得られている。ランケメ川の年間総流出量は、自記水位計地点で平均約1.15百万m³(流出高1,100 mm)と推定される。しかし、その流出量は年により大きく変動し、最大は1977年の1.85百万m³、最少は1976年の75百万m³と推定される。また、流出のその季節変動も大きく、8月から10月までの3ヶ月間には年間流出量のわずか約14%が流出するに過ぎない。過去5年間のランケメ川の濁水流量は通常8、9および10月に現われ、その流量は平均1.2 m³/secである。ランケメ川は、現在チェンナエかんがい事業(面積約200 ha)の水源として使用されているのみで、その賦存水資源は現在未開発のままである。

4.3.2 セロ川水系

セロ川水系は、セロ川の2大支川であるジュパン (Jupang) 川およびピシン (Pising) 川から成っている。(図4.3.1参照)

ジュパン川は、標高約1,350 mのマレンパン (Malempang)、トラタック (Tratak) の両山にその源を発し、南から北へ約3.0 km流下し、ピシン川と合流する。ジ

ジュパン川は本水系最大の流域（面積 298 km²）を持つ。

主要支流のピシン川はその源を海拔約 1,000 m のドゥワ（Dua）山に発し西から約 10 km 流下しジュパン川と合流する。両河川は合流後その名をセロ川と変え、約 3 km 流下後ランケメ川と合流する。

1975年、ランケメ、セロ両河川の合流点の上流約 500 m の地点に水位標が設置され、以後水位資料が集積されているが、水位標の管理が悪いため、集積された資料の精度はかなり低い。

セロ川の流出量は年により異なるが、上記水位標の地点で年平均 410 百万 m³（1240 mm 流出）と推定される。最大年間流出は 1977 年の 580 百万 m³、最少は 1978 年の 290 百万 m³ である。流出の季節的変動も大きく、渇水期 8、9 月の流出は年間流出の 7% で、過去 5 年間の渇水流量は平均 0.9 m³/sec と推定される。

現在セロ川水系の水資源は流域周辺に水田地帯の発達がないこともあって、そのほとんどが未開発のままである。

4.3.3 ワラナエ川の 7 小支川

本計画の西側に連なる標高約 1,500 m の丘陵地帯に源を発したワラナエ川の 7 小支川は、山麓の峡谷を流下し計画地区の拡がる扇状地をぬけ、南スラウェン州中部最大のワラナエ川に流入している。7 小支川の総流域は扇状地の扇頂で 104 km² である。（図 4.3.1 参照）

各支川の流出に関する実測資料はないが、これら支川の流域特性から見て、ランケメ川と同様雨期中は比較的安定した流出が期待できる。

これら小支川の年間流出量は、調査団によって行なわれた流量観測結果と、類似の流域を持つランケメ川の流量資料をもとに推定された。それによると、年間流出量は平均 114 百万 m³ で、最大は 1977 年の 180 百万 m³、最少は 1976 年の 70 百万 m³ である。また、流出量の季節的変動はランケメ川と同様大きく、全支川の渇水期流量は年間流出の約 9% であり、その渇水流量は平均 0.5 m³/sec と推定される。

現在、これら 7 小支川は計画地区内外で小規模 Desa かんがい施設の水源として使われており、面積約 8,000 ha の地域がかんがいされている。また、流域の規模とかんがい実績から、これら 7 小支川は、かんがい水源としてさらに開発が可能であると言える。

ランケメ・セロ川およびワラナエ川の 7 小支川に関する流量資料と同時流量観測の結果をもとに、これら河川の年間流量を旬別に算定し図示すると図 4.3.2 の通りである。

4.4 自然条件

4.4.1 地形

ランゲメかんがい計画地区は、その地形条件により次の3地区に分類される。

- 1) 北西部扇状地
- 2) 北東部沖積平野
- 3) 南部河岸段丘

計画地区の北西部には、計画地区の西側に連なる丘陵地から流れ出るワラナエ川の7小支川によって形成された扇状地が広がっている。この地域は標高200mから530mの間にあり、その傾斜は約1%である。

計画地区北東部は、ワラナエ川によって形成された沖積平野で、平坦な地形には水田が広がっている。

計画地区南部は、ワラナエ川およびラジャ(Laja)川沿いに発達した河岸段丘の上にある細長い水田地帯で、標高は170mから100mの間にあり急峻でその勾配は約20%である。

4.4.2 気象

計画地区は、作物の栽培にとって良好な気候に恵まれているが降雨量は年あるいは季節により大幅に変動する。

計画地区の季節は、降雨分布により雨期・乾期および移行期の3期に分けられる。しかし年によりその期間が大きく変動するため、これらの季節の明確な区分は困難である。概して、雨期は3月から7月までの5ヶ月間、続く8月から10月までの短期間が乾期、移行期は11月に始まり翌年2月まで続く。本計画地区では、年間降雨約1,550mmの約85%が11月から翌年7月の間にあり、15%が乾期に分布している。また、最長連続干天日数は、1977年8月27日から11月18日の間で84日間を記録している。

年間蒸発計蒸発量(A-Pan Evaporation)はシンカン(Sengkang)の気象観測所において、平均1,988mmであり、月および日最大平均蒸発量は1977年10月に記録されそれぞれ1,988mmおよび10mmである。一方、1980年7月に月および日最低が記録され、それぞれ10.9mmおよび3.5mmである。また、年間のA-Pan蒸発量はたえず年降雨量を上回っている。

相対湿度は蒸発量と同様、シンカンの気象観測所において測定されている。相対湿度は雨期に71%、乾期に75%と年間を通じてほとんど変動がない。最低値は気温の高い時期に現われ、最高値は比較的気温の低い時期に記録されている。

月平均風速は、3.6から9.7km/hrの間にあり、年平均6.7km/hrである。

年平均日照時間はシンカン気象観測所で53% (6.4 hr/day)であり、月平均日照時間は最高9.9 hr/dayが乾期に、最低4.2 hr/dayが雨期に記録されている。

4.4.3 土 壤

FAO/UNESCOの土壌分類基準に基づき土壌の特性を検討した結果、計画地区およびその周辺の約20,000 haに分布する土壌は下記に示す7種の土壌単位に分類される。

- 1) ユートリック・フルビゾル (Eutric Fluvisols)
- 2) ペリック・ヴァーティゾル (Pellic Vertisols)
- 3) ユートリック・グライゾル (Eutric Gleysols)
- 4) カルカリック・ルビゾル (Calcic Luvisols)
- 5) ユートリック・レゴゾル (Eutric Regosols)
- 6) レンジナ (Rendzinas)
- 7) リトゾル (Lithosols)

また、土地分類に関しては、日本の農林水産省の土地分級基準に基づいて行なった。調査地域の土壌図は図4.4.1に示す通りである。

計画地区の土壌の特性および各土壌単位に関する土地分級の概要は次の通りである。

(1) ユートリック・フルビゾル

この土壌は、ランケメ川およびワラナエ川の7小支川周辺に広がる沖積地に分布し、有効土層は一般に厚い。本土壌は、新しく形成された沖積層に発達しているため、きわだった形態学上の特性は見られない。

表層は暗褐色から灰褐色の砂質粘土である。心土は総じて黄褐色の重粘土である。この土壌の分布する地区は、現在水田稲作が行なわれており、かんがい対象地区として適している。また、その面積は約3,630 haで、調査地区の18.2%に相当する。

(2) ペリック・ヴァーティゾル

この土壌は、平地と丘陵地にはさまれた起伏のある沖積地に見られる。表層は褐色または黒色の粘土で石灰質の沖積層の上に形成されている。この土壌は粘土の膨張特性を持ち、湿潤状態ではやわらかく粘着するが、乾燥すると堅く固結し深い亀裂が多く発生する。このため表層にはギルガイが発生する。また、この表層は浅く、総じて30 cm程度の厚さである。心土は、場所によってその土性が異なり、礫から粘土まで幅広い土性が見られる。

現在、この土壌の分布する地区は水田として利用されており、かんがい適地である。しかし、水田耕作に当っては、十分な水の供給が必要である。この土壌の分布

する地区は調査地域の28.7%に当たる5,730 haである。

(3) ユートリック・グライゾル

この土壌は、低湿地帯あるいは河川堆積地に分布し高い地下水位の影響を受けて排水が悪く、水成化作用を受けている。この土壌の下層部はたえず湿潤しているため、還元状態にあり、オレンジ色または赤色の斑点を伴う灰青色を呈する。この土壌の構造は、壁状構造で、亜角塊構造が多少形成されている。この土壌の発達した土地では、現在稲作が行なわれているが、肥沃度の低い土壌であるため、稲作に当っては、適切なかんがいと肥料の投与が必要であろう。この土壌の分布する地域は、全調査地区の約1.8%、370 haである。

(4) カルカリック・ルピゾル

この土壌は、主に石灰岩地層の上に発達しており丘陵地に多く見られる。土層の深さは地形条件により異なるが、総じてその層位の順はA/B_t/Cである。また、この土壌では、粘土質のB層がよく発達している。

この土壌の分布する大部分の土地は、現在畑地として利用されている。これらの土地は、比較的肥沃であるが、その地形的制限、土層の厚さ、礫の含有量、および水の供給の問題等があるため積極的に利用されていない。この土壌の分布する地域は全調査地区の14.9%、2,990 haである。

(5) ユートリック・レゴゾル

この土壌はきわめて新しく形成されたもので、層位の発達はなく、ワラナエ川および計画地区内の小河川に沿う河岸段丘にみられる。その土性は一般に砂質が強いため、保水力がきわめて低い。現在、この土壌の分布する土地は、タバコあるいは落花生の栽培に利用されており、全調査地区の約12.4%、2,480 haを占めている。

(6) レンジーナ

この土壌は、石灰岩の上に形成されており、主に計画地区の南東の丘陵地に分布する。この土壌は礫の含有率が高く、農業に不適で、分布する地域は、調査地区の2.6%、約530 haである。

(7) リトゾル

この土壌は、起伏の多い丘陵地あるいは山地に分布し、硬岩の上に10 cm弱の厚さで発達している。この土壌は、鉍物性土壌であるため、農業に不適で、この土壌の分布する地域は全調査地区の21.4%に相当する4,270 haである。

4.4.4 地質

計画地区およびその周辺の地質は、主に石灰岩、安山岩類、さんご礁質石灰岩およ

び第三紀の堆積岩から成る。計画地区の低標高部では、これらの岩の上に第四紀の扇状地あるいは段丘堆積物が見られる。

石灰岩は、主にピシン川の流域に分布し計画地区内外で最も古い地層である。ここで見られる石灰岩は塊状を呈し暗乳白色で、非常に堅くしまっている。

安山岩類は、第三紀中新世あるいは漸新世に形成されたもので、計画地区西側の丘陵からその山麓にかけて広く分布している。この安山岩類は、安山岩、凝灰岩および凝灰角礫岩から成る。安山岩は比較的均一で堅く、暗灰色から暗緑色を呈する。凝灰岩および凝灰角礫岩は一般に柔らかく、安山岩に比べて凝集性が弱い。これらの安山岩は比較的堅く、風化されていない。また、はっきりした成層は見られない。

さんご礁質石灰岩は、安山岩類の分布する丘陵地や山麓・計画地区内の水田地帯下部に広く分布している。このさんご礁質石灰岩は更新世あるいは鮮新世に形成され、黄色を帯び比較的堅く、化石を含んでいる。また、多孔質で浸透性が高い。この地域に多く見られる湧水は、これらさんご礁質石灰岩からの浸透水によるものと思われる。

堆積岩は、低い丘陵地とゆるやかな傾斜に点在している。堆積岩は固結度の低い泥岩、砂岩および礫岩から成っており、時折、凝灰岩の皮層が見られる。成層の傾斜はほぼ水平であるが、ランケメ、セロ両河川の合流地点付近では、急傾斜の成層が見られる。

平野部の基盤は、主にさんご礁質石灰岩、洪積層段丘、崖錐および残積層から成る。これらは土質的に粘土（CH）、粘土礫（GH）、および粘土質砂粒土（SC）に分けられる。後述の幹線水路々線の下層部は比較的堅固である。計画地区内では、軟弱地盤のような層は見られない。計画地区およびその周辺の地質分布は図4.4.2に示す通りである。

4.5 インフラストラクチャ

4.5.1 輸送および通信

南スラウェシ州中部では、つぎの3つの州道があり、その内幹線として使用されているのはウジョンパンダンからチャベンゲ（Cabenge）、シンカンそしてパンカジャネ（Pangkajene）を經由してパレパレ（Pare Pare）に至る約250 Kmである。この幹線は、全線アスファルト舗装で計画地区の東側を南から北に通過しており、当地区周辺の交通に重要な役割を果たしている。

いま1つの路線はこの幹線よりチャベンゲで分岐し、計画地区の北辺を通り、ソッペン県の県都ワタンソッペンを經由して、テンペ（Tempe）湖西側を北上しパンカジャネで幹線と接続している。この州道は、延長約60 Kmで道路条件も良く、現在農

産物搬出等に使用されている。一方、計画地区内のタカララ (Takalala) で幹線道路から分岐しているもう1つの路線は、計画地区南端でランケメ川を渡り、バル (Barru) に至る。約6.0 Kmの延長の一部が近年アスファルト舗装を開始しているが、その大部分は、雨期中の車輛通行が困難な状況にある。

上記の3つの州道に加えて、計画地区中央を走る約1.0 Kmの県道がタカララ・ワタンソッペン間を結んでいる。この県道は幹線州道と同様道路管理状態は良好であり、現在計画地区内の主要農道として利用されている。

この他に、計画地区の集落を結ぶ農道が網状に延びているが、その大部分は路面状況が悪く雨期中に車輛通行が困難となる。

船運に関しては、ウジュンパンダン港の他に、計画地区の西約8.0 Kmにパレパレ港がある。同港は現在、計画地区およびその周辺の農産物移出に大きな役割を果たしており、中型船舶の寄港が可能である。

ワタンソッペンと他の主要都市との交信、通話回線は比較的整備されているが計画地区内は全く未整備でこれら施設の利用は不可能である。

4.5.2 電力および生活用水

ランケメ川左岸のチェンナエ村付近に、出力5.0kWの小規模水力発電所が電力公社 (PLN) によって建設された。この発電所のための取水施設は、DPU, Semi-technical かんがい施設の取水施設を兼用している。この施設は、かんがい用水としての使用が優先していることから、常時発電用水が供給されることはない。雨期中で平均約1.4時間、時には5時間程度の運転しか行なわれない。乾期は全く運転されない。乾期中の電力需要に応じるため、ディーゼル発電機が同発電所に併設されている。電力はチェンナエ村およびタカララ村に送られている。

計画地区内の多くの村には小型ディーゼル発電機が設置されているが、それらは個人または村単位で設置され、運転されている。現在のところその運転は夜間に限られている。

ワタンソッペンには、電力公社によって総出力1,400kWの4機のディーゼル発電機が設置されているが、燃料費、維持管理費が高い反面、需要が低いことからそれらの発電機の運転は夜間に限られている。

先活用水の施設としてワタンソッペンの市街地では、ソッペン川の水を利用して、近代的な上水道施設が完備されているが、計画地区内集落にはこのような施設はない。計画地区内の各々の集落では、生活用水は地下水に依存しており、数軒単位で浅井戸が掘削利用されている。

4.6 農 業

4.6.1 土地利用と作付体系

調査地域約 20,000 ha の約 66% の 13,250 ha が農地として利用されている。その内水田は 7,800 ha, 畑地 4,700 ha, 果樹園その他が 750 ha である。計画地区では、全域が既存の水田で、6,400 ha となっている。これらの水田には何らかのかんがい施設が備わっており、Desa かんがい施設、DPU かんがい施設があるが、その多くは永久施設ではなく不完全なものである。かんがい施設別に水田を分けると下記の通りである。

			(単位 ha)
(イ)	Desa Non-technical	かんがい水田	2,900
(ロ)	Desa Semi-technical	かんがい水田	1,400
(ハ)	DPU Semi-technical	かんがい水田	2,100
合 計			6,400

計画地区内の主要作物は水稲である。水田裏作物 (Polowijo Crops) としてはメイズ、大豆、緑豆、落花生がある。その他の換金作物として、バナナ、ココヤシ、キャッサバ、タバコ、クローブ、コショウ、カボック等が畑地や果樹園で栽培されている。

水稲栽培は雨期に集約され、乾期はかんがい用水が不足するため、あまり栽培されていない。一般的に水稲栽培は、不規則な降雨状況にかなり影響を受け、その作付および収穫面積が年により大幅に変動している。雨期作水稲の作付は、一般的にモンスーンが開始する 4 月から 5 月に行なわれ、8 月から 9 月に収穫される。乾期作水稲の作付は 11 月から翌年 1 月に行なわれ、2 月から 4 月に収穫される。このように乾期作が遅延するのはかんがい用水の不足に帰因する。

1975 年から 1979 年の 5 年間の平均収穫面積は雨期作で 6,138 ha, 乾期作で 4,153 ha で全水田面積に対してそれぞれ 96% と 65% に相当する。乾期に収穫面積が減少するのは基本的にかんがい用水の不足によるものである。

畑作物の栽培は、一般の畑地の雨期作水稲の収穫後の水田で裏作として行なわれている。しかしながら水田裏作の栽培面積はかんがい用水の制限を受け、全水田面積に対しわずか 5% の 350 ha で行なわれているにすぎない。

計画地区での平均作付率は水稲、水田裏作を含め 166% となっている。作付体系は、かんがい水の供給の程度によって以下の 5 つのパターンに分類できる。(詳細は図 4.6.2 参照)

パターン	作付率(%)	面積 (ha)
I. 水稲-水稲-水稲	260-300	70
II. 水稲-畑作-水稲	260-300	140
III. 水稲-水稲	180-200	2,080
IV. 水稲-水稲	180-180	3,370
V. 水稲-水稲	100-120	740
合 計	平均 166	6,400

パターン I は、ララング地区の D P U, Semi-technical かんがい水田で行なわれているもので年間を通じてかんがい用水が確保されている。パターン II は、主に小河川の上流地域で Desa かんがい施設によりかんがい用水が確保されている地域にある。しかし、乾期においては、小河川からのかんがい用水量が安定しておらず、供給量によって水田裏作物の栽培をやめ水稲二期作になることもある。パターン III は、かんがい用水が比較的安定しており年二期作を行なっているが、乾期作の栽培面積が多少影響を受けている。パターン IV も、年二期作になっているものの乾期作が不安定で、作付率 130-180% の幅がある。パターン V は、既存かんがい施設のある地域の下流部で、常にかんがい用水に不足を生じている。これらの作付状況は図 4.6.1 に示す通りである。

4.6.2 耕 種 法

計画地区内での主作物である水稲の耕種法は、植付けから収穫まで家族全員の集約労働によって行なわれている。耕起、しろかき作業には牛、馬による畜力が一般的に利用されている。農業機械は、農薬散布に人カスプレーヤーが普及している以外あまり使われていない。

水稲の品種は、ピマス・インマス計画を通じて高収量の改良品種が広く普及しており、全水田面積に対し、雨期作で 82%、乾期作で 67% の面積で栽培されている。在来品種は、主として雨期作の一部で作付られ自家消費に用いられている。早生型の高収量品種である I R-36 は 1977 年に導入され、現在計画地区内で広く普及しつつある。この品種の導入により 7 ヶ月で二期作が可能となり、また一年を通じてかんがい用水の確保可能な地域で三期作栽培が行なわれている。

肥料、農薬は、ピマス・インマス計画の実施により、広く普及しており、その使用量、使用効果について農民も熟知している。肥料としては、尿素、過リン酸石灰が使われており、Semi-technical かんがい水田での使用量は、尿素 100 kg/ha,

過リン酸石灰 50 kg/ha となっている。カリ肥料はあまり使用されていない。農薬としては、殺虫剤としてダニアジノンやスミチオンが背負式人カスプレーヤーにより散布されている。殺菌剤ではリン化亜鉛が通常使われている殺菌剤ではカスミンやフラデンがいもち病の予防に使われている。

畑作物や水田裏作物の耕種法は旧来の慣行法で栽培されており、肥料、農薬や改良品種の使用もあまり行なわれておらず、その収量も低い。

4.6.3 作物の収量および生産量

計画地区内での主要作物の収量および生産量は、各郡庁の農業事務所が作成した村単位の資料をもとに推定したが、不規則な降雨や予期せぬ病虫害などにより、毎年大幅に変動している。現状の収量および生産量は、入手した資料に基づき 1975年から1979年の5年間の平均値により算出した。

水稻の過去5年間における収量、生産量は表 4.6.1 に示した。単位面積当りの平均収量は、穂付き乾燥粃で雨期作 4.60 ton/ha、乾期作で 4.75 ton/ha である。今回の調査期間中に雨期作水稻の収量調査を 8月、9月に実施した。この調査では、地区内水田により無作為選別により 22ヶ所で標本採集し、収量分析を行なった。この結果は表 4.6.2 に示した。一方、1979年3月、4月にマスタープラン調査団が実施した乾期作水稻の収量調査結果も合せて表 4.6.3 に示した。

これらの調査結果では、乾期における収量と単位当り穂数とに明確な相関があった。しかし雨期作では単位当り穂数、粃数、一穂粃数、登熟歩合などの収量構成4要素と収量との間には明確な相関はなく全般的に、登熟歩合が非常に低いことがわかった。

以上の結果から現状の収量が低い原因としては下記の点が考えられる。

雨期作水稻

- イ) 生育時期におけるかんがい用水量の不足
- ロ) 既存水田における水管理の不良
- ハ) いもち病などの病虫害による被害
- ニ) 生育初期における肥料の投入過多による徒長

乾期作水稻

- イ) 全般的な水不足、特に生育初期での水不足
- ロ) 水管理の不良
- ハ) 肥料、農薬などの投入量不足
- ニ) めい虫などの病虫害による被害

畑作、水田裏作はかんがい用水量の変化により栽培面積、栽培場所が異なり、収量、生産量も毎年変化している。また、肥料、農薬などもほとんど使用していないため一