インドネシア共和国

ビラかんがい開発計画
実施調査報告書

要約書

昭和57年6月

国際協力事業団

インドネシア共和国

ビラかんがい開発計画
実施調査報告書

要約書

昭和57年6月

国際協力事業団

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の開発を進めてきたが、これを一層総合的に推進するため１９８０年３月、日本政府の協力のもとに「南スラウェシ州中部水資源総合開発計画マスタープラン」が作成された。

このマスタープランの中では、９件のプロジェクトが提案されているが、ピラかんがい開発計画は、１９８０年度国際協力事業団が実施調査を行ったランケメかんがい開発計画とともに、最も開発優先度の高い事業として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、ピラ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、日本政府は国際協力事業団を通じ、１９８１年２月事前調査団をインドネシア国に派遣した。この調査結果をふまえ、国際協力事業団は、同年６月本格調査団を派遣して本開発計画の実施調査を行った。

本調査団は、１９８１年６月２５日から同年１２月６日までの約５ケ月間にわたり現地調査を実施し、その成果を基にかんがい開発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・研修を行った。帰国後、引き続き技術的検討を加え、ここにピラ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、ピラ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、さらには日本およびインドネシア両国間の友好増進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戴い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５７年６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

日本政府とインドネシア国政府との間で合意された事項にしたがい、南スラウェシ州中部のピラかんがい開発計画実施調査報告書を提出致します。

本計画は、農業生産、特に米の増産と地域農民の生活向上を目指し、ピラ地区9,800haにピラ川およびカローラ川の水源を利用して、かんがい農業を実現させるものである。

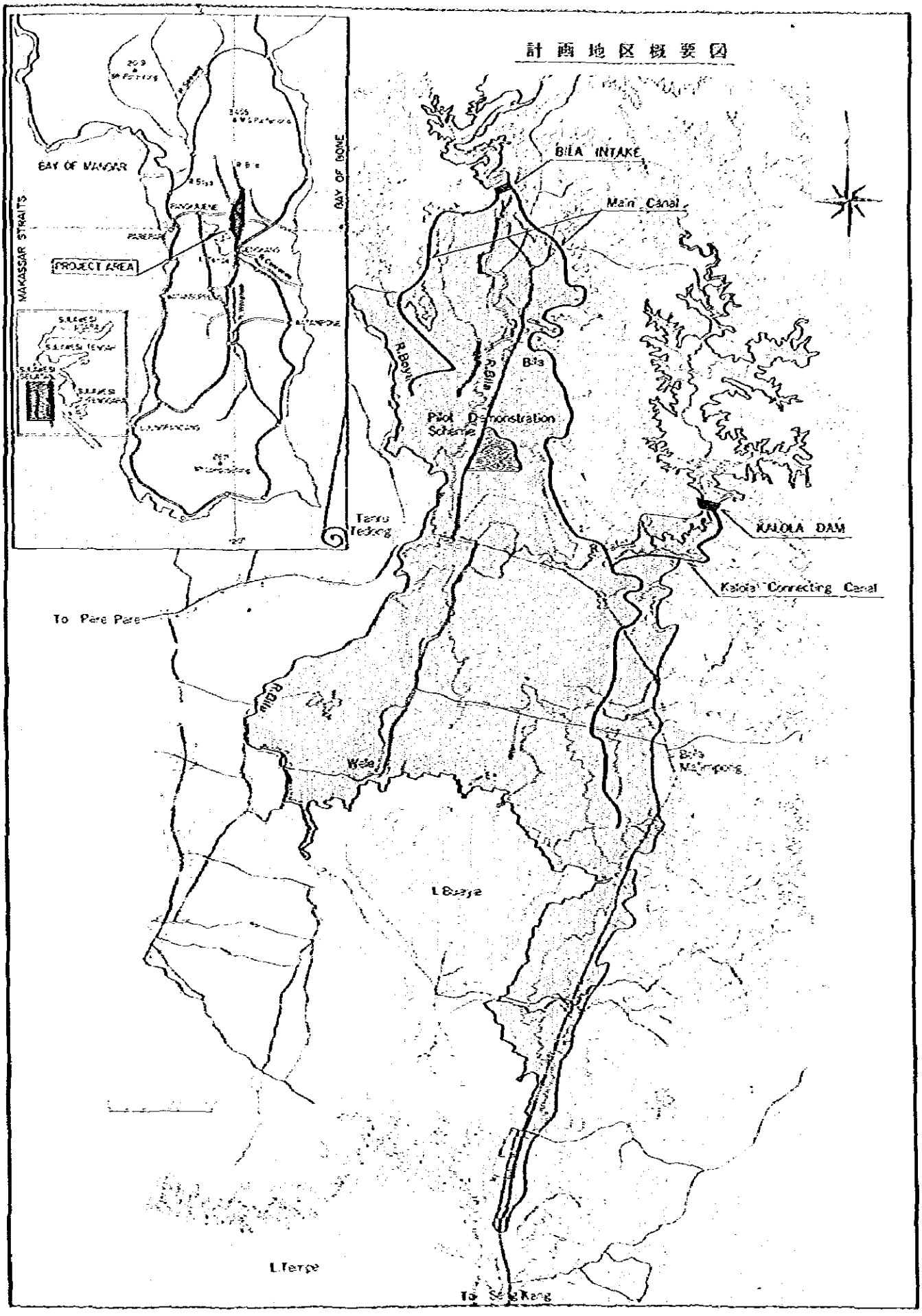
私共調査団は昭和56年6月から同年12月までの約5ヶ月間に亘り現地において必要な調査と計画の検討を行いました。帰国後さらに検討を加え、計画書草案を作成し、その草案についてインドネシア政府関係者と協議・検討を加え、ここに開発計画を策定致しましたので、最終報告書としてとりまとめ提出致します。

本報告書を作成するに当り、現地調査および国内作業に対し、多大なご援助とご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、在ウジュンパンダン総領事館の関係各位およびインドネシア共和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57年5月

インドネシア共和国ピラかんがい開発
計画実施調査団

団長　荘野　昌


計画地区概要図
BILA INTAKE
Main Canal
Bila
Pilot Demonstration Scheme
KALOLA DAM
Kalola Connecting Canal
To Pare Pare
Wela
L.Buaya
L.Tempe
To Sengkang
EAY OF MANDAR
BAY OF BONE
MAKASSAR STRAITS
PROJECT AREA

計　画　概　要

位置：　南スラウェシ州シドラップ県、およびリジョ県

計画面積：　9,800ha

水源：　ピラ川およびカローラ川

施設計画：
- ピラ頭首工
- カローラダム
- かんがい用水路
  - 幹線用水路，46.1km
  - 2次用水路，98.3km
- 排水路，86.5km
- 農道，172.5km
- 末端施設，9,800ha

事業費：

外貨分	329億2,600万Rp.
内貨分	348億9,700万Rp.
合　計	678億2,300万Rp.

工事期間：　1984年後半から5年半（詳細設計1.5年を除く）

年間施設維持管理費：　3億4,400万Rp.

年間純便益額：　95億5,520万Rp.

内部収益率　：　15.3%

ビラかんがい開発計画実施調査

要　約　書

目　次

Ⅰ．序　章

1.1　本報告書は、南スラウェシ州中部のピラ地区約9,800haの地域を対象としたピラかんがい開発計画のフィージビリティ・スタディに係る現地調査の結果と、その検討結果をとりまとめたものである。

1.2.　インドネシア政府は、第2次5ケ年計画に引き続き、民生の安定，社会的公正の確立と一層の経済発展を目標とした第3次5ケ年計画を策定し、特に、食糧自給の達成が国家開発計画の基本となるとして、開発の重点を米の増産に置いた。その政策に沿って、南スラウェシ州政府は、かんがい受益地の拡張とかんがい効率の改善による米の増産を最優先とした地域開発計画を開始した。

1.3.　インドネシア政府は、1970年代初頭南スラウェシ州中部地域における地域開発計画を既定しこの地域開発計画実現のために、当該地域におけるマスタープランを作成すべく、日本政府に対し技術援助を要請した。インドネシア政府の要請に応えて、国際協力事業団は、1973年以降、水文資料の収集整理，航空写真図化等マスタープラン作成の準備を進めた。

1.4.　上記準備作業を基に、1980年3月国際協力事業団は、南スラウェシ州中部水資源総合開発計画（マスタープラン）を策定した。マスタープランは、かんがい開発計画をはじめ、洪水調節．内水面漁業．水力発電等、広い分野にわたる調査・検討を行い、当該地域の住民の福祉の向上と地域経済開発のための9つの開発計画を提案した。その中で、ピラかんがい開発計画は、技術的，社会経済的に開発妥当性が高いとし、その実施について最優先順位を与えられた。

1.5.　インドネシア政府は、本計画の早期実施に対する地域住民の強い要望に応え、本計画に係わる調査を独自に進めてきた。さらに、計画地区面積を9,288haと設定し、かんがい用水路，頭首工等の主要構造物の詳細設計を実施した。

1.6.　インドネシア政府は、1981年初頭マスタープランの提案に基づき、ピラかんがい開発計画の推進を決定し、本計画のフィージビリティスタディに係わる、技術協力を日本政府に要請した。

1.7.　インドネシア政府の要請に応え、国際協力事業団は、日本政府と、インドネシア政府との間で合意した。本計画のフィージビリティスタディに関する、Scope of worksに基づき、1981年6月より翌年5月にかけて、フィージビリティスタディを実施した。

1. 計画の背景

2.1. インドネシア共和国は、１４,０００以上もの島々から成り、その国土約２００万km^2は豊富な土地および水資源に恵まれている。自然環境は農業に適し国土の約９％（1,８００万ha）が耕地として利用されている。インドネシアの総人口は１９８０年現在１億4,８００万人（７７人／km^2）で、その労働人口の約７０％が農業に従事している。インドネシアの国内総生産の約３０％は、農業部門に負っている。

2.2. インドネシア政府は世界有数の米作国家であり、１９７９年には2,６００万t_mの生産量を上げ世界第３位の実績を残した。一方、インドネシアの急速な人口増加と１人当りの米消費量の増大は、その米の自給を遅らせ、年間１９０万t_mもの米の輸入を余儀なくしている。

2.3. インドネシア政府は、第１次および第２次五ケ年計画にひきつづき、1979／80年第３次五ケ年計画を策定し実施中である。インドネシア政府は、第３次五ケ年計画によって、経済発展の促進と、福祉の向上とその均等な配分を目指している。

水資源開発部門においては、食糧の増産，特に米の増産が、政策の中で最優先順位を与えられている。

2.4. 南スラウェシ州中部地域は、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島々に移出されている。南スラウェシ州中部地域では、現在３４４,０００haが耕地として利用されており、その47％に当る約160,000haが稲作に使用されている。しかしながら、その７５％以上が天水田である。

2.5. 南スラウェシ州中部地域北部のピラかんがい開発計画地区においても、地区内水田のほとんどが天水田の状態であり、水稲栽培は雨期に集中し、収量は低い。地区内住民の７８％以上が現在農業に従事しているが、農業収入が低く乾期の就業率が低いため、周辺の既開発地域への季節的人口流出が急増している。

2.6. 以上の現況をふまえ、ピラかんがい開発計画は、地区住民の生活水準の向上と、公共の福祉の改善に大いに役立つと言えよう。加えて、本開発計画実施に伴い、米の生産量の増加が、現在の米輸入代金としての外貨流出を防ぎ、インドネシアの外貨節約にも貢献するであろう。

Ⅲ. 計画地区の現況

3.1. ピラかんがい計画地区は、南スラウェシ州中部に位置し、州都ウジュンパンダン（Ujung Pandang）から州道沿いに北東約２１０㎞の距離にある。また、本計画地区は、ワジョ県（Kabupaten Wajo）の県都シンカン（Sengkang）の北西に拡がり、おおむね南をブアヤ（Buaya）湖、西をピラ・ポヤ西河川に、そして、北・東を丘陵地帯にその境を接している。本計画策定に当り、調査地区を計画地区およびその周辺地区として面積約２０,０００ haと設定した。

3.2. 調査地区の人口は、約８３,９００人で、１９７１年から１９８０年の資料によると、人口増加率は年間約1.２％と推定される。労働人口は約３４,３００人で総人口の約４１％にあたり、その内２６,８００人が農業に従事している。地区内の総世帯数は約１５,４００戸で、1戸当り平均5.5人の構成となっている。農家戸数は１１,６００戸で総世帯数の約7.5％をしめる。

3.3 計画地区は、ピラ・ポヤ西河川，ブアヤ湖および、丘陵地帯によって囲まれ、頂点をブアヤ湖東岸に置く三角形を呈している。本計画の主水源となるピラ川は、北方山地のタル山に源を発し、計画地区を南に走り、ブアヤ湖およびテンペ湖に流入する。本計画補助水源として計画に取り込まれているカローラ川は、東部丘陵地から西進し、計画地区中央でピラ川と合流する。

計画地区北部は若干の起伏が見られ、約1％の勾配でピラ川に向って傾斜している。計画地区南部は約0.1％のゆるい勾配でブアヤ湖に向って傾斜しているが南東部の丘陵部は起伏が連続し、やや急峻でその勾配は1％程度である。計画地区標高は北部で３５ｍから１５ｍ、南部で１５ｍから１０ｍの範囲にある。

3.4. 計画地区の地質は一般に沖積層の上に、やわらかい粘土質あるいはシルト質堆積物が拡っている。計画地区周辺の丘陵地帯の地質は、第三紀鮮新世の泥岩，砂岩，凝灰岩等の堆積岩の互層からなっている。ピラ頭首工およびカローラダム計画地点の地質調査の結果、これら計画地点の地質状況は、水理構造物の基礎として適したものであることが明らかとなった。コンクリート用骨材に使用する砂・砂利等はピラ・ポヤ川の河床に見られる。

3.5. 調査地区約２０,０００ヘクタールに分布する土壌は下記に示す５種の土壌単位に分類される。

(1) ユートリック・フルビソル （Eutric Fluvisols）

(2) ユートリック・グライソル　(Eutric Gleysols)

(3) ユートリック・レゴソル　(Eutric Regosols)

(4) プリンシィク・アクリソル　(Plinthic Acrisols)

(5) フェリック・アクリソル　(Ferric Acrisols)

ユートリック・フルビソルとユートリック・グライソルは、その一般的土壌特性、すなわち、深い有効土層、粘土質土壌、高い保水性等により、稲作に適している。

調査地区の既存水田１３,７００haは、この２種類の土壌分布地区にある。

ユートリック・レゴソル，プリンシィク・アクリソル，フェリック・アクリソルは調査地区6,３００haに分布しているが、かんがい水稲栽培には適さない。

3.6. 計画地区の季節は、降雨分布により雨期と乾期に分けられる。年間降雨は、1,500mmから2,000mmの間にあり、その６５％は雨期に、３５％は乾期の約７ヶ月間に見られる。年間平均気温は２７.3°Cで、最大値は２８.2°Cで１０月に、最低値は25.9°Cで７月に見られる。

３０日を越える連続乾天日数は例年主に８月から１０月の乾期に見られる。降雨量は、年あるいは季節によって大幅に変動するため、天水に寄っている計画地区の水稲栽培にしばしば大きな打撃を与えている。

3.7. ピラ川水系は、ピラ川河口において、1,３６８km²の流域を持つ。その内、カローラ川の流域はピラ川との合流点において１６７km²である。ピラ川流域における年間降雨量は2,０００mmから2,５００mmの間にあり、ピラ部落地点（流域約３７９km²）における年平均流量は１８m³／secである。これは、年間流出高1,５０６mmに当たる。また、同地点における月平均最大・最小流量は、各々３1.４m³/sec・9.4m³/secであり、各々５月と１月に観測されている。カローラダムにおける年間平均流量は計画ダム地点（流域面積１２２km²）において4.7m³/secと推定した。これは、年流出高1,２３０mmに当たる。カローラ川の月平均最大・最小流量は、10.7m³/sec・1.0m³/secで、各々６月と１月に見られる。

3.8. 本計画地区内には、６ヶ所の既存小規模かんがい施設がある。その内、１ヶ所のセミテクニカルかんがい地区は、５００ha，他のノンテクニカルかんがい地区は７００haの受益地を持つ。各々のかんがい地区は東部山地から流れ出る小河川を主な水源としており、玉石積の恒久取水施設を持つ。しかし、他のかんがい施設は不備で、維持管理も十分に行われていない。また、計画地区内には、排水施設は未整備である。

3.9. 南スラウェシ州都ウジュンパンダンを起点とする国道が、計画地区西部から、南西部地区端を走っている。本国道は、計画地区およびその周辺地区の幹線道路として利用されている。また、国道から分岐している州道があり、国道とともに全て路面はアスファルト舗装で、年間を通じた通行が可能である。しかし、他の地方道は未舗装で雨期中の車輌通行は不可能である。

3.10 計画地区内の土地は、可能な限り耕地として利用されている。地区内の水田のほとんどが天水田の状態である。調査地区の現況土地利用の概要を下表に、またその詳細を図－3に示す。

土地区分	面積	比率
	(ha)	(%)
水田	13,700	68.5
畑地	700	3.5
果樹	1,260	6.3
森地／草地	3,800	19.0
村落／その他	540	2.7
計	20,000	100

3.11. 調査地区内の平均農家所有土地面積は1.54haで、その内水田は、1.29haである。所有面積が0.5ha以下の農家は、全農家の約42%である。

3.12. 調査地区内の現況作付体系は次の4種に分けられる。

(1) 水稲

(2) 水稲－水稲－水田裏作物

(3) 水稲－水田裏作物

(4) 水稲－水田裏作物－水田裏作物

地区内の水田の作付体系の約73%は(1)である。地区内の水稲栽培は主に雨期に集中しており、乾期はごく限られた地区で行われているにすぎない。水田裏作物は、雨期作水稲の収穫後に行われる。作物収量と生産量は、降雨量，洪水被害等により年ごとに大きく変動する。過去5年間（1976年－1980年）の平均単位収量と生産量を下記に示す。

作　　物	作付地区	単位収量	生産量
	(ha)	(t∞/ha)	(t∞)
雨期作水稲	10,800	2.97	32,000
		(乾燥モミ重量)	
乾期作水稲	730	2.84	2,000
		(乾燥モミ重量)	
水田裏作物	3,500	0.73	2,550

3.13. 水稲栽培は主に農家の家族労働によっている。また、シロカキ等の作業に畜力が利用されているが、農業機械の利用はごく一部に見られる程度である。肥料および農薬使用は広く普及している。一方、水田裏作物の栽種法は旧来の慣行法に沿ったもので、肥料はもとより、改良品種の使用もあまり使われておらず収量も低い。

3.14. 計画地区内の余剰米の流通は主に農業協同組合（KUD）および穀物仲買人による。米の価格については、一般的に食糧調達庁が調整を行なっている。

下表は、1980年の農家庭先価格を示す。

作　　物	農家庭先価格
	(Rp／Kg)
乾燥モミ	90
メイズ	66
落花生	400
緑豆	217
大豆	212

Ⅳ. 開発計画の立案

4.1. 本計画地区に対する既存かんがい開発計画は、次の２つがある。

(1) 国際協力事業団の作成した南スラウェシ州中部水資源総合開発計画（マスタープラン）

(2) インドネシア国公共事業省，水資源総局かんがい局の行った、本計画に関する詳細設計（D. O. I 計画）

両者は、取水地点，かんがい受益面積等に関して異った計画となっている。(1)のかんがい受益面積は１０,５００ha，(2)は9,２８８haとなっている。

4.2. かんがい開発受益地区の選定に当り、次の４項目について考慮した。

(1) 現況の土地利用

(2) 土壌条件

(3) かんがい施設計画

(4) 地区内の排水状況

調査地区約２０,０００haについては、上記項目に添って調査を実施し、その結果を基に下表の通り現況土地分類を明らかにした。調査地区内のかんがい開発可能地区は１１,２００haであり、沖積平野に拡がる現況水田地区である。
この内、純かんがい面積は約１０,０００haである。

土地分類	面積
Ⅰ. 開発可能地区	（ha）
排水の良い水田	5,９００
比較的排水の良い水田	5,３００
小計	１１,２００
Ⅱ. 非開発地区	
高標高水田	1,６００
排水不良水田	９００
畑地／果樹地／村落	2,５００
森林	９００
草地	2,９００
小計	8,８００
計	２０,０００

4.3. かんがい用水量は経験式によって算定した。シロカキ用水量は２２０㎜とし水田浸透量は、現地測定の結果を基に雨期・乾期とも２㎜／dayとした。

有効雨量は、１９７３年から１９８１年までのタンルテドン市の日雨量資料を使用し、１日ごとの水収支計算を行って算定した。かんがい効率は、かんがい用水搬送損失および配水損失を各々２０％として、６４％とした。単位計画用水量は、旬ごとに算定し、８０％の保証率を持つものとした。計画値は、1.65ℓ／sec／haである。

4.4 ビラ川自然流における、かんがい可能面積を決定するに当り、過去８年間の流量資料と算定した計画取水量を基に、日単位で水収支計算を行った。この結果から、各年の雨期・乾期の作付時期における最低充足率を１０日単位で抽出し、その平均値を以て各期のかんがい可能面積を算定した。すなわち、雨期4,６００ha、乾期2,６００haである。

4.5. 以上の解析結果を基に、マスタープラン計画およびD. O. I計画の見直しを行った。その結果、ビラ川自然流のみで、計画地区のかんがい可能地区を開発することは不可能であり、ビラ川自然流のみの開発計画に対する経済的評価も低い。マスタープラン，D. O. I両計画に対する内部収益率は、各々8.9％，１0.3％となる。

4.6. 両計画の経済的開発妥当性を高めるため、ビラ川およびカローラ川における貯水池計画を立案し、水文．地形条件および地質について検討を行った。貯水池計画の概要は次の通りである。

(1) ビラ川にダムを建設する。

(2) カローラ川にダムを建設し、ビラ川自然流によるかんがい用水の補助水源とする。

上記２案を比較検討した結果、(2)がより経済的であると結論した。

4.7. 既存２計画を経済的に改良するために、カローラ貯水池計画を組み合わせた次の３比較案を立案した。

比較案－１ （計画案）	本比較案は、計画地区のかんがい開発可能面積の大部分9,８００haをかんがいする計画案で、D. O. I計画のかんがい施設を基本とし、カローラダムから南へ、新規の水路を建設し、南部高標高地区をもかんがいするものである。
比較案－２	本比較案は、マスタープラン計画案を基本とし、カローラダムを加え面積１0,０００haをかんがいしようとするものである。

比較案－3　　本比較案は、D. O. I. 計画を基本とし、カローラダムを加え、面積8,500haをかんがいしようとするものである。

以上の3比較案について、技術的、経済的検討を加えた結果、比較案－1が、本開発計画に最適な案であるとし、本計画の計画案として採用することを決めた。この際、考慮した検討事項は次の通りである。

- 高い経済性　(内部収益率　15.3%)。
- 調査地区のかんがい可能地区のほぼ全域を計画地区としている(9,800ha)。
- 既存の設計を利用し、計画の早期実施が可能である。

V. 開発計画

5.1. 計画地区（純面積9,800ha）に対する、農業開発計画の概要は次の通りである。

- 雨期作水稲栽培の安定と改良を計る。
- 乾期作水稲栽培の作付面積の拡大と増産を計る。
- 最大かんがい可能面積までかんがい地区を拡大し、増益を計るとともに、政府方針の一つである、格差の是正を計る。
- 排水の改良を実施し、かんがい水稲栽培における高収量の安定維持を計る。
- 農道の整備・改良を実施し、営農活動の活発化を計る。
- 既存の農業組織,特に、現地の農業普及組織の効果的な運営を行う。

5.2. 現況土地利用は、かんがい実施に伴って下記の表の通り変換する。

	現　況	計画実施後
	(ha)	(ha)
粗かんがい地区	10,900	10,900
水　田	10,300	9,800
用排水路，農道，および関連構造物，ケイハン	600	1,100
純かんがい地区	—	9,800
作付面積	9,490	9,800

5.3. 作付体系決定に当り、水稲，水田裏作物を組み合わせ、5つの比較案を立案し比較検討を行った。検討は、適性，労働力，および用水量について行い、図－4に示す通り水稲2期作を採用することとした。また生産量を最大とするため、早生高収量品種の導入を計る。耕作は基本的に人力とし、一部農業機器の導入を行う。

5.4. 年間乾燥モミ生産量は、計画事業達成後、98,000tonとなり、事業を実施しない場合と比較して約68,100tonの増収となる。詳細は下表の通りである。

	作付面積	単位収量	生産量
	(ha)	(tons／ha)	(t_{ons})
事業を実施しない場合			
水　稲	10,080	2.96	29,870
雨　期　作	9,490	2.97	28,190
乾　期　作	590	2.84	1,680
水田裏作物	2,720	0.73	1,990
事業を実施した場合			
水　稲	19,600	5.00	98,000
雨　期　作	9,800	5.00	49,000
乾　期　作	9,800	5.00	49,000
水田裏作物	—	—	—

5.5. 経済評価に用いる農家庭先価格は、世界銀行（IBRD）1990年の長期市場予測価をもとに算出し、乾燥モミで200,000 R_p／t_{on}とした。事業を実施した場合の純生産額は年額1,401,000 R_p／haとなる。

5.6. かんがい開発計画は、ピラ川および補給水源としてのカローラダムより最大12.71 m^3／secのかんがい用水を計画地区9,800 haに供給するものである。

計画に必要となるかんがい施設は、ピラ川頭首工，カローラダム，幹支線用水路，排水路，農道，関連構造物，および末端施設からなる。ピラ川頭首工は、ボヤ川との合流点より8km上流の蛇曲部に建設する。カローラダムはピラ川との合流点から上流約10km地点のカローラ川の狭窄部に建設する。

5.7. 計画案の主要構造物の概要は下表の通りである。また、計画案全体図を図－1，用水系統図を図－5に示す。

(1) ピラ頭首工

取水工

－セキ	捨石積による二段式セキ
－セキ頂標高	EL. 303 m（水路始点水位 EL. 300 m）
－最大取水量	12.71 m^3／sec
－設計洪水量 （100年確率洪水量）	1,200 m^3／sec
－両岸側壁間の全幅	70.0 m

―越流頂幅	47.5 m
―土砂吐幅（含ピア幅）	7.0 m（左岸）、3.5 m（右岸）
―取水口幅	8.5 m（左、水門2.0 m×3門）
	4.3 m（右、水門1.3 m×4門）
―セキ高（静水池敷高より）	8.65 m（上流部）、9.85 m（下流部）
―管理橋	全幅5.1 m、全長70.0 m

袴切り堤

―盛土のタイプ	均一型盛土
―堤頂標高	EL. 36.15 m
―堤頂幅	5.0 m
―最大堤高（河床より）	12.65 m
―堤頂長さ	60 m

(2) カローラダムおよび貯水池

概　要

―流域面積	122 km^2
―満水時貯水面積	12 km^2
―貯水容量	
総貯水容量	43×10^5 m^3
有効貯水容量	37×10^5 m^3
堆砂容量	6×10^5 m^3
―水位	
洪水位	EL. 39.5 m
平時高水位	EL. 36.0 m
低水位	EL. 30.0 m

ダ　ム

―ダムタイプ	センターコア型ロックフィルダム
―堤頂標高	EL. 42.5 m
―堤高	30.5 m
―堤頂長さ	230 m

余水吐

―タイプ	ゲートを持たない横越流セキ型
―設計洪水量	800 m^3／sec

ーセキ頂標高	EL. 36.0m
ーセキ頂長さ	57.0m

仮排水トンネル

ータイプ	圧力トンネル
ー設計洪水量	485 m^3/sec
ートンネル径	6.0m

取水工

ー設計取水量	12.01 m^3/sec
ー取水門	スルースゲート
	(幅1.8m×高さ1.8m×2門)

(3) かんがい用水路

幹線および接続水路

ー水路延長	46.1km
ー付帯構造物	
分水工／制水工	42ケ所
カルバート	2ケ所
余水吐	5ケ所
落差工	6ケ所
横断暗渠	50ケ所
サイホン	1ケ所
流量測定装置	3ケ所

2次用水路およびその補助水路

ー水路延長	98.3km
ー付帯構造物	
分水工／制水工	68ケ所
カルバート	6ケ所
余水吐	10ケ所
横断暗渠	29ケ所
落差工	8ケ所
サイホン	3ケ所

(4) 排水路

幹線および2次排水路

ー排水路延長	86.5km
ー付帯構造物	
落差工	129ヶ所
合流保護工	17ヶ所
橋　梁	5ヶ所

(5) 農　道

ー工事用道路／農村道路	280km
ー幹線管理用道路	46.1km
ー支線管理用道路	98.3km

(6) 末端施設

ー第3次かんがい用水路	224km
ー第3次圃かんがい用水路	70km
ー第4次かんがい用水路	686km
ー第3次排水路	294km
ー第3次管理用道路	294km

5.8. 計画事業の建設費は1981年の市場価格で674億3700万R_p.であり、その内、内貨分は、329億2600万R_p.外貨分は348億9700万R_p.である。建設費の概要を表ー1に示す。外貨分建設費は、次の項目を含むものとする。

(1) 鉄筋，金属資材，およびセメント

(2) 建設機械の償却費

(3) 外国コンサルタント報酬

上記の費用は、材料予備費として直接費の15%を含む。また、対物価予備費として、外貨分に対し直接費の7%，内貨分に対し10%を含むものとする。

5.9. 事業費および事業便益に基づき、事業の内部収益率を算定した。内部収益率算定に当り、かんがい開発による作物増産量によって生じる直接便益を経済事業便益とした。算定は、事業の存続期間を50年とし1983年に開始するものとして行った。また事業便益は開始後5年で目標額に達するものとする。純事業便益は年95億5,200万R_p.となる←(表ー2参照)。経済費用は、351億7800万R_p.で、外貨分206億7000万R_p.内貨分145億800万R_p.である。施設の維持管

理費は、年間3億4,500万R_p.となる。以上の算定数値を基に事業の経済評価を行った結果、内部収益率は15.3%となり、本計画事業は経済的に実施妥当性が高いと言える。（表--3 参照）

5.10 計画事業完成後の地区内標準農家の純貯蓄額は年1,190R_p.から302,810R_p.に増加する。このことから、本計画が、農民の生活レベルの向上に大いに貢献することが明らかである。さらに、地域経済の活発化に役立つであろう。一方、事業の財務評価は、農家経済を基に行った。農民は、事業費用の一部を水代として支払うこととし、ha当り35,200R_p.と算定した。この額は、農民の支払能力の約15%程度で、事業の年間維持管理費に相当する。政府は、事業費の年経費の内大部分を補助する必要がある。

5.11 計画事業完成後、次の様な、社会経済的影響が期待できる。

- 米輸入に対する支出外貨の節約
- 近代的かんがい法の実演効果
- 就業機会の増加
- 農産物の質の向上と市場性の向上
- 農村環境の改良

VI. 事業実施計画

6.1. 本計画事業の建設工事は大別して主要施設工事と末端施設工事の２つに別かれる。主要施設工事は、ピラ頭首工、カローラダム、幹線・二次用水路、幹線排水路および建設道路工事からなる。末端施設工事は、三次分水工以下の全ての施設工事からなる。すなわち、三次用水路、三次排水路、農道、小水路および関連構造物の工事を含む。主要施設工事は、外国およびインドネシア国内の建設業者に当らせ、三次用排水路および農道の工事はインドネシア国内の建設業者に当らせることとする。四次水路網以下は、地方政府の指導の基に農民自身が建設することとする。

6.2. 建設工事は、機械力および人力によるものとする。建設機械は、主要施設工事に利用し、末端施設工事は主に人力によって行い、小規模機械も利用するものとする。

6.3. 計画事業は次の３段階に分けて実施するものとする。

(1) 主要構造物に関する、既存設計の見直しと、詳細設計

(2) 主要構造物の建設

(3) 末端施設の詳細設計と建設工事

6.4. 計画事業の円滑な実施のために、詳細設計および建設工事期間を通じコンサルタントに事業職員の指導と協力に当らせる。

6.5. 計画事業の実施計画は図－６に示す通りである。本実施計画は、準備作業および建設工事を含む。準備作業は調査・図化作業、既存設計の見直し、詳細設計および事務所・宿舎の建設工事を含み２２ヶ月間とする。建設工事は６８ヶ月間とし、主要施設工事および末端施設工事を実施する。

6.6. 事業実施計画における準備作業は、地形図作成、施設の詳細設計、事務所・宿舎の建設、用地買収からなる。地形図は、縮尺1／5,000、等高線間隔0.5mで、計画地区内外の約２0,０００haを対象とする。図化作業は１９８３年から開始する。既設計の見直しおよび改良は、１９８３年３月に開始する。その内、ピラ頭首工の設計は、１９８３年１０月末に完成する。また、用排水路の設計は、１９８４年２月末完成とする。カローラダムの設計は、１９８３年末開始し、１９８４年８月末完成する。事務所および宿舎の建設は主工事開始前に完了することとし、１９８４年末までに終了する。建設用地買収は、少くとも主工事着工の１年前に終了するものとする。

6.7. ピラ頭首工工事は、取水堰、管理橋、取水工、導水路、締切堤工事からなる。取水堰はオカボリ工法によって建設され、準備工事開始から５７ヶ月間で完了する。取水堰は、導水路内に練石積工によって建設され、主に人力によって工事が進められる。練石積工の工期は約３ヶ年とし、１９８５年３月から、１９８８年２月に完了する。取水堰の工事終了後導水路堀削工事を開始し、１９８９年１２月に完了する。締切堤の盛土工事は、導水路堀削土を使用して行うため、導水路堀削工事と平行して進める。本工事は主に大型機械によって行われる。

6.8. カローラダム建設は、準備工事開始後５６ヶ月で完了する。本工事に関する準備工事は、仮締切堤、導水トンネル等で、１９８５年５月に開始し、１９８６年１０月に完了する。仮締切堤に引き続き、１９８６年１１月ダム本体の建設を開始する。余水吐のコンクリート工事は、ダム本体の盛土工事と平行して進め、１９８７年５月に開始し、１９８９年５月末に完了する。取水塔、水門等の附帯工事は、1989年６月末までの約７ヶ月間で完了する。

6.9. 幹線用水路と、管理道路建設工事は、１９８５年１月から１９８８年４月までの４０ヶ月間で行われる。これと平行し、２次用水路工事を１９８７年６月から２５ヶ月間で行う。用水路建設は幹線水路上流側より始め、下流側へと進める。また、雨期中は水路関連構造物工事を主に行う。用水路の堀削土は、水路盛土あるいは管理用道路盛土材とする。

6.10. 建設道路工事は、幹線用水路工事と平行して行うこととし、１９８５年１月に開始する。また管理用道路も建設工事期間中は建設道路として使用する。上記道路の盛土材料不足分は排水路堀削材料を使用する。主要排水路堀削工事は、１９８７年１月から１９９０年２月末までに行われる。幹線用水路管理道路および建設用道路の舗装工事は、建設工事終了後実施し、舗装された道路は村落循環道路として使用される。

6.11. かんがい施設の末端組織に関する詳細設計は、航空図化による地形図と、現地調査の結果を基に、１９８４年９月から実施し、建設工事は工区分けをして実施する。建設工事は、計画地区北部から始める。工期は１９８４年１０年より１９９０年２月末までとなる。

6.12. 公共事業省、水資源総局がピラかんがい開発計画の実施母体となる。水資源総局は本計画実施に対する責任を持つと共に、計画に関連するすべての政府出先機関と

地域行政組織との調整を行なう。

水資源総局のかんがい局は、本計画実施に直接の責任を負い、南スラウェシ州・公共事業省の州機関は建設に関する業務の調整を行う。

6.1.3. さらに、本計画を円滑に実施するためにピラかんがい工事事務所が南スラウェシ州・公共事業省に設けられる。この事務所は、必要な測量や調査、現地事務所や宿舎の建設、用地買収、詳細設計および施行監理などを行う。

工事事務所は中央事務所と4支所からなる。中央事務所は、ワジョ県のシンカンに設置される。各支所は、ピラ、タンルテドン、カローラそしてボラマリンボンに工事の進捗に合わせて設置される。本計画の実施体制は図7に示した。

6.1.4. 本計画事業の工事に係わる建設工事の年ごとの費用配分は、建設計画を基に決定された。（詳細は表4に示す。）

Ⅶ. 勧 告

7.1 ビラかんがい計画実施調査の結果、当計画は技術的に実行可能であり、経済的にも妥当であるという結論を得た。さらに当計画地区は、既存かんがい地区の谷間にあり、かんがい開発計画からとり残されてきており、住民は長い間、かんがい事業の実現を強く望んでいる。このような背景を考え、当計画を早急に実施に移すよう勧告する。

7.2 当計画の実施調査は、現地調査開始時、既に作成されていた地形図を使用して行われた。使用した地形図は、次の通りである。

(1) 縮尺１：5,０００、等高線間隔１ｍ。この地形図は、D.O.I.が１９７６年地表測量を基に作成したもので、計画地区の大部分に対して作成されている。

(2) 縮尺１：２5,０００、等高線間隔５ｍまたは１０ｍ。この地形図は、ＪＩＣＡが１９７８年に航空写真を図化したもので、計画地区全てに対して作成されている。

しかしながら、計画を成功裡に進めるため、特に末端施設や主要構造物の設計施工のため、補助地形測量および地形図を作成する必要がある。必要となる地形図は、次のものとなろう。

(1) 縮尺１：5,０００、等高線間隔0.５ｍ。この地形図は、計画地区全てに対して作成し、末端施設の設計工事および土地台帳作成に供する。

(2) 縮尺１：５００、等高線間隔0.２５ｍ。この地形図は、ビラ頭首工およびカローラダム予定地点に必要となる。

7.3 カローラダムのダム計画は、短期の実測流量資料と、大部分は、他河川の流出特性や降雨特性から推定した流量によって行われたものである。したがって、カローラ川流域の水文観測網の設置が早急に必要である。計画地区内および近隣に水文観測施設はあるが、長期間の信頼性の高い資料はまだ少ない。したがって、現況水文観測網の強化拡充も同様に必要となる。

7.4 カローラダムの堆砂量の検討のため、ダム予定地点において、定期的に流砂量の調査を行う必要がある。

7.5 ビラ頭首工およびカローラダム計画地点における地質、土質調査は、Ｆ／Ｓ調査期間中に実施された。また１９７６年から１９７８年にD.O.I.によって実施された調査の結果が参考となる。本事業実施に当たり、さらに詳細な地質状況あるいは

ダム盛土材料等の土性を明確にするために、下記の追加調査が必要となろう。

(1) ボーリング調査、標準貫入試験および透水試験

－ピラ頭首工地点、５点、計１００m

－カローラダム地点、４点、計１００m

(2) 土質試験および盛土材料試験

－ピラ頭首工締切堤材料

－カローラダム盛土材料

7.6. ピラ川およびカローラ川は、当計画の主なかんがい水源である。これらの全流域面積は、約５００㎢であり、そのうち、５６％のみが森林で覆われている。しかし、森林面積は、焼畑農業や家畜の放牧によって序々に減少している現状である。したがって、植林を土地保全と水源涵養のため、早急に進める必要がある。植林計画は、既存の「水源涵養緑化計画」に沿って進める必要があろう。

7.7. 近代かんがい農業を早急に実現させるために、既存のかんがい施設の維持運営、およびかんがい稲作農法に対する農業支援制度を強化させるため、職員と予算の増加が必要である。当計画の維持運営に携わる職員に対し、将来予想される維持運営作業と同様な作業の経験の場を与える必要があろう。この意味で、主要工事の開始前に計画地区に、パイロット展示地区を設置することを勧告する。

7.8. 既存の精米施設は、計画が目標収量に達成する時期において、増産される籾を処理するには能力不足である。さらに、現況のほとんどの精米施設は、一過程で同時に籾摺と精米の２工程を行うものである。したがって、砕米が多く発生する。精米施設の改善が、乾燥方法の改善と共に、米の市場性を高めるために重要となる。

7.9. 農村道路の改善は、計画地区にかんがい農業を導入するために重要である。かんがい施設の工事と並行して、工事用道路として既存主要道路を改修する必要がある。工事完了後、これらの道路は、農村道路として重要な役割を果すことになる。

表 1　年次別総事業費

(Unit: 10^6 Rp.)

	Item	Total	Foreign Currency	Local Currency
1.	Preparatory Works	1,718	698	1,020
2.	Bila Intake	2,665	1,774	891
3.	Kalola Dam	7,656	5,456	2,200
4.	Irrigation Canals and Roads			
	- Irrigation canals and inspection roads	8,208	4,574	3,634
	- Drainage canals	1,343	1,063	280
	- Construction road	780	491	289
5.	Tertiary Development	4,485	444	4,041
6.	Office and Quarters	640	-	640
	Sub-total	27,495	14,500	12,995
7.	Land Acquisition	2,370	-	2,370
8.	O & M Equipment	992	942	50
9.	Administration Expenses	612	-	612
10.	Engineering Services	4,889	4,529	360
11.	Physical Contingency	5,454	2,996	2,458
	Sub-total	14,317	8,467	5,850
	Total	41,812	22,967	18,845
12.	Price Contingency	26,011	11,930	14,081
	GRAND TOTAL	67,823	34,897	32,926

表 2 かんがい便益

Description		Without Project	With Project	Increment
1. Project Area	(ha)	10,900	9,800	-1,100
2. Planted/Harvested Area	(ha)			
Wet season paddy		9,490	9,800	310
Dry season paddy		590	9,800	9,210
Polowijo crops		2,720	-	-2,720
3. Gross Production Value	(10^6 Rp.)	6,518	19,600	13,082
Wet season paddy		5,637	9,800	4,163
Dry season paddy		335	9,800	9,465
Polowijo crops		546	-	-546
4. Total Production Cost	(10^6 Rp.)	2,499	5,872	3,373
Wet season paddy		2,131	2,886	755
Dry season paddy		121	2,986	2,865
Polowijo crops		247	-	-247
5. Net Production Value	(10^6 Rp.)	4,019	13,728	9,709
Wet season paddy		3,506	6,914	3,408
Dry season paddy		214	6,814	6,600
Polowijo crops		299	-	-299
6. Production Loss Value	(10^6 Rp.)	157	-	-157
Wet season paddy		136	-	-136
Dry season paddy		8	-	-8
Polowijo crops		13	-	-13
7. Annual Incremental Benefits	(10^6 Rp.)	4,176	13,728	9,552 (US$1,560/ha)

表 3　年次別事業費と便益

(Unit: 10^6Pp.)

Year	Year in Order	Cost			Benefit
		Capital	Replacement	O & M	
1983	1	1,320	0	0	0
1984	2	2,255	0	0	0
1985	3	3,600	0	0	0
1986	4	4,004	0	0	0
1987	5	6,700	0	0	0
1988	6	9,419	0	0	0
1989	7	6,252	0	168	752
1990	8	1,628	0	345	2,536
1991	9	0	0	345	4,478
1992	10	0	0	345	6,421
1993	11	0	0	345	8,362
1994	12	0	0	345	9,552
1995	13	0	0	345	9,552
1996	14	0	0	345	9,552
1997	15	0	0	345	9,552
1998	16	0	445	345	9,552
1999	17	0	445	345	9,552
2000	18	0	0	345	9,552
2001	19	0	0	345	9,552
2002	20	0	0	345	9,552
2003	21	0	0	345	9,552
2004	22	0	0	345	9,552
2005	23	0	0	345	9,552
2006	24	0	0	345	9,552
2007	25	0	0	345	9,552
2008	26	0	445	345	9,552
2009	27	0	445	345	9,552
2010	28	0	0	345	9,552
2011	29	0	0	345	9,552
2012	30	0	43	345	9,552
2013	31	0	55	345	9,552
2014	32	0	962	345	9,552
2015	33	0	0	345	9,552
2016	34	0	0	345	9,552
2017	35	0	0	345	9,552
2018	36	0	445	345	9,552
2019	37	0	445	345	9,552
2020	38	0	0	345	9,552
2021	39	0	0	345	9,552
2022	40	0	0	345	9,552
2023	41	0	0	345	9,552
2024	42	0	0	345	9,552
2025	43	0	0	345	9,552
2026	44	0	0	345	9,552
2027	45	0	0	345	9,552
2028	46	0	445	345	9,552
2029	47	0	445	345	9,552
2030	48	0	0	345	9,552
2031	49	0	0	345	9,552
2032	50	0	0	345	9,552

Present Worth

Interest (%)	Cost	Benefit
4	35,778	136,858
6	30,358	87,958
8	27,038	59,272
10	24,120	41,540
12	21,738	30,058
14	19,738	22,324
16	18,026	16,937
18	16,539	13,080
20	15,235	10,253

IRR: 15.3%

表 4 事業の財務費用

(Unit: 10^6Rp.)

Description	Total		1983		1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990	
	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC
1. Preparatory Work	698	1,020	-	-	349	510	349	510	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Bila Intake	1,774	891	-	-	-	-	155	216	183	254	183	254	1,245	162	8	5	-	-
3. Kalola Dam	5,456	2,200	-	-	-	-	208	76	878	303	728	222	1,540	519	1,412	565	690	515
4. Canals & Roads																		
(1) Canals & inspection roads	4,574	3,634	-	-	-	-	597	453	595	453	1,320	1,048	1,442	1,170	622	510	-	-
(2) Drainage canals	1,063	280	-	-	-	-	-	-	-	-	340	90	340	90	340	89	43	11
(3) Construction roads	491	289	-	-	-	-	167	98	162	96	162	95	-	-	-	-	-	-
5. Tertiary System	444	4,041	-	-	-	-	-	-	31	283	129	1,172	129	1,172	129	1,172	26	242
6. Office and Quarters	-	640	-	-	-	640	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-total	14,500	12,995	-	-	349	1,150	1,474	1,353	1,849	1,389	2,862	2,881	4,696	3,113	2,511	2,341	759	768
7. Land Acquisition	-	2,370	-	570	-	1,300	-	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8. O & M Equipment	942	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	471	25	471	25	-	-
9. Administration Expenses	-	612	-	46	-	68	-	88	-	101	-	101	-	101	-	97	-	10
10. Engineering Service	4,529	360	1,155	74	564	48	519	44	489	41	580	49	640	54	549	47	33	3
11. Physical Contingency	2,996	2,458	173	103	137	385	299	298	351	230	516	455	871	494	530	376	119	117
Sub-total	8,467	5,850	1,328	793	701	1,801	818	930	840	372	1,096	605	1,982	674	1,550	545	152	130
Total	22,967	18,845	1,328	793	1,050	2,951	2,292	2,283	2,689	1,761	3,958	3,486	6,678	3,787	4,061	2,886	911	898
12. Price Contingency	11,930	14,081	192	167	236	977	712	1,060	1,082	1,075	1,982	2,690	4,045	3,593	2,917	3,300	764	1,219
GRAND TOTAL	34,897	32,926	1,520	960	1,286	3,928	3,004	3,343	3,771	2,836	5,940	6,176	10,723	7,380	6,978	6,186	1,675	2,117

Remarks: /1/ Engineering service of item 10 includes the expenses required for the detailed design.

/2/ Price contingency of item 12 is calculated from the standpoint 1981 based on the annual increase rates of 7% and 10% for the foreign currency and local currency portions respectively.

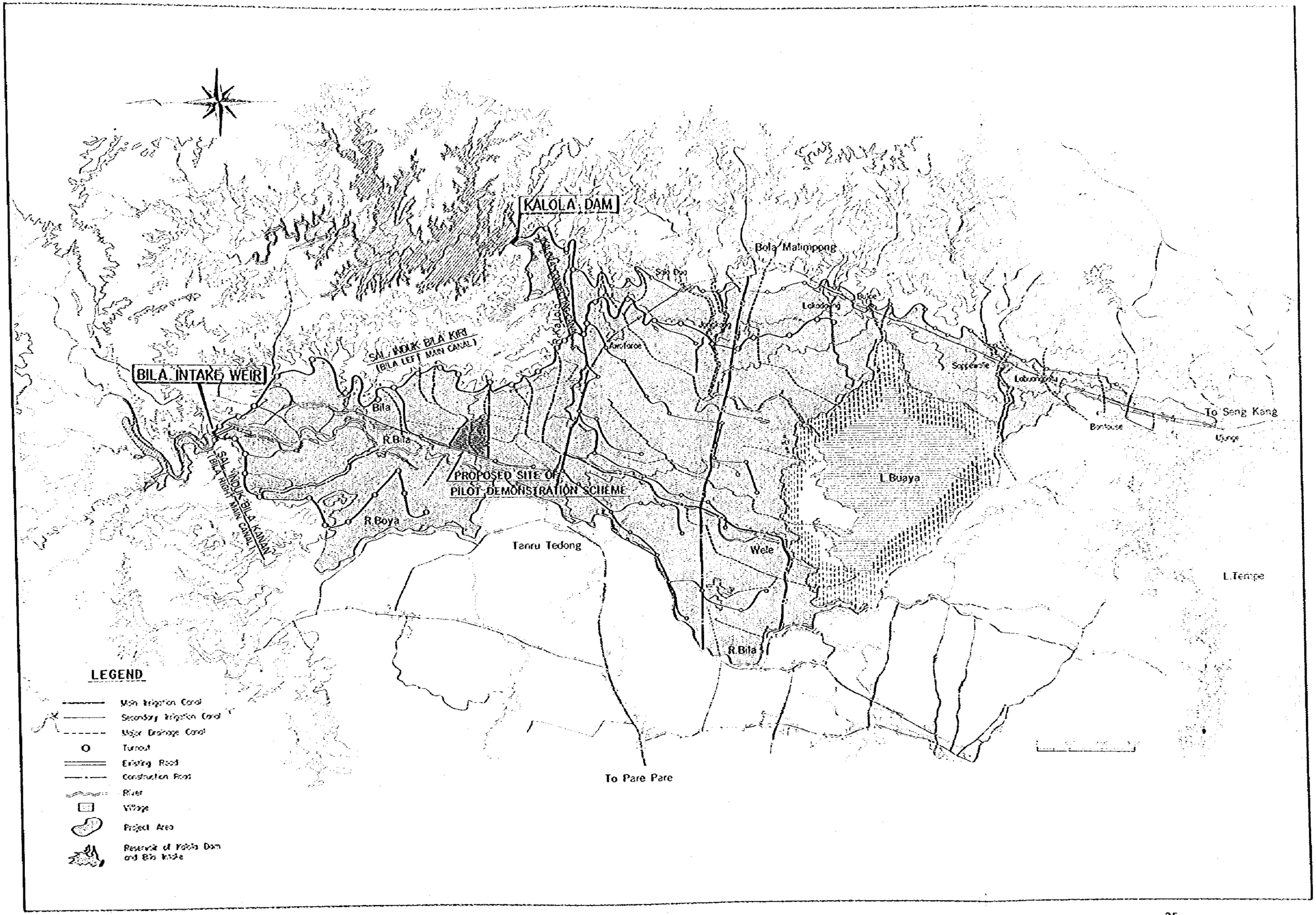
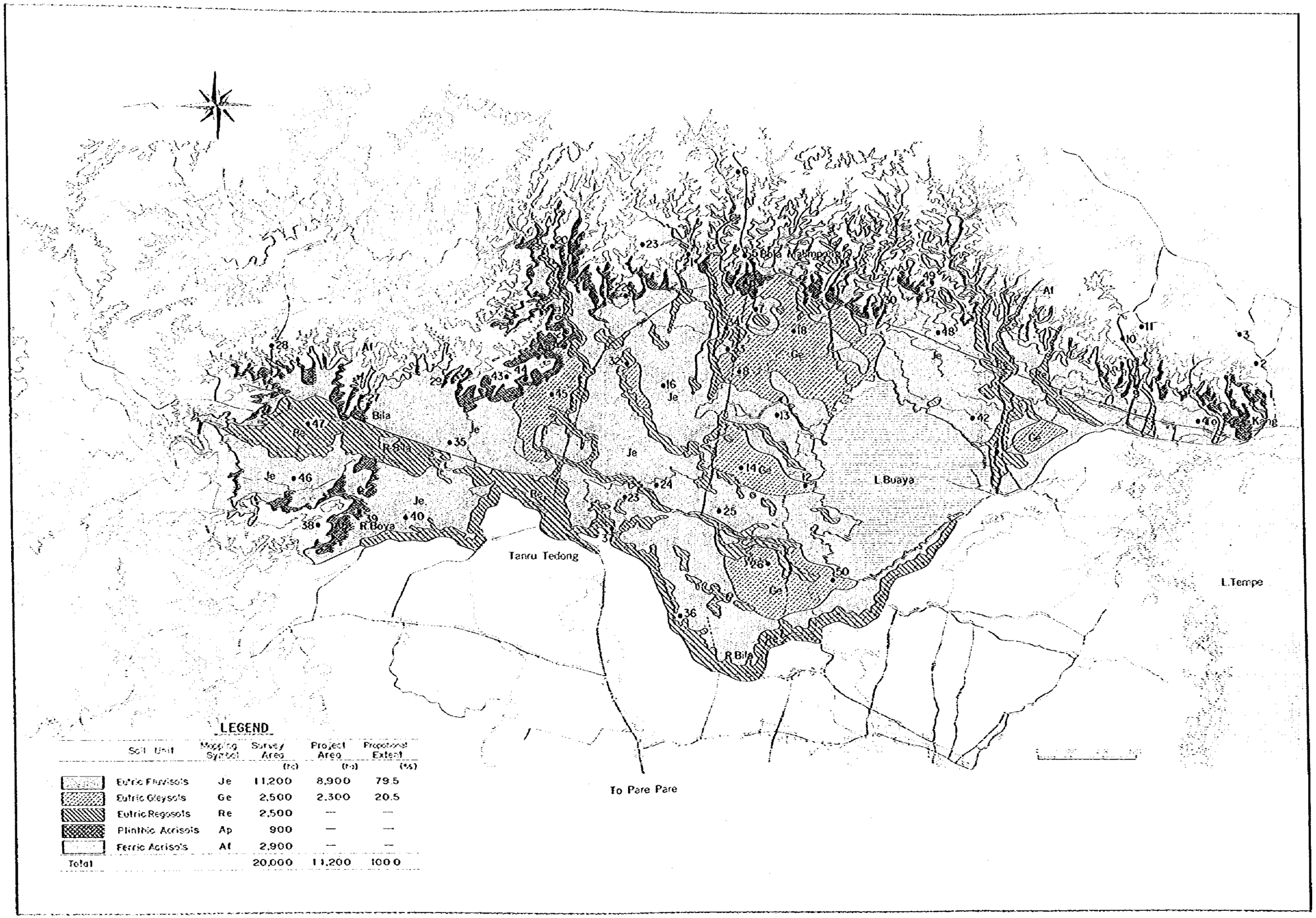
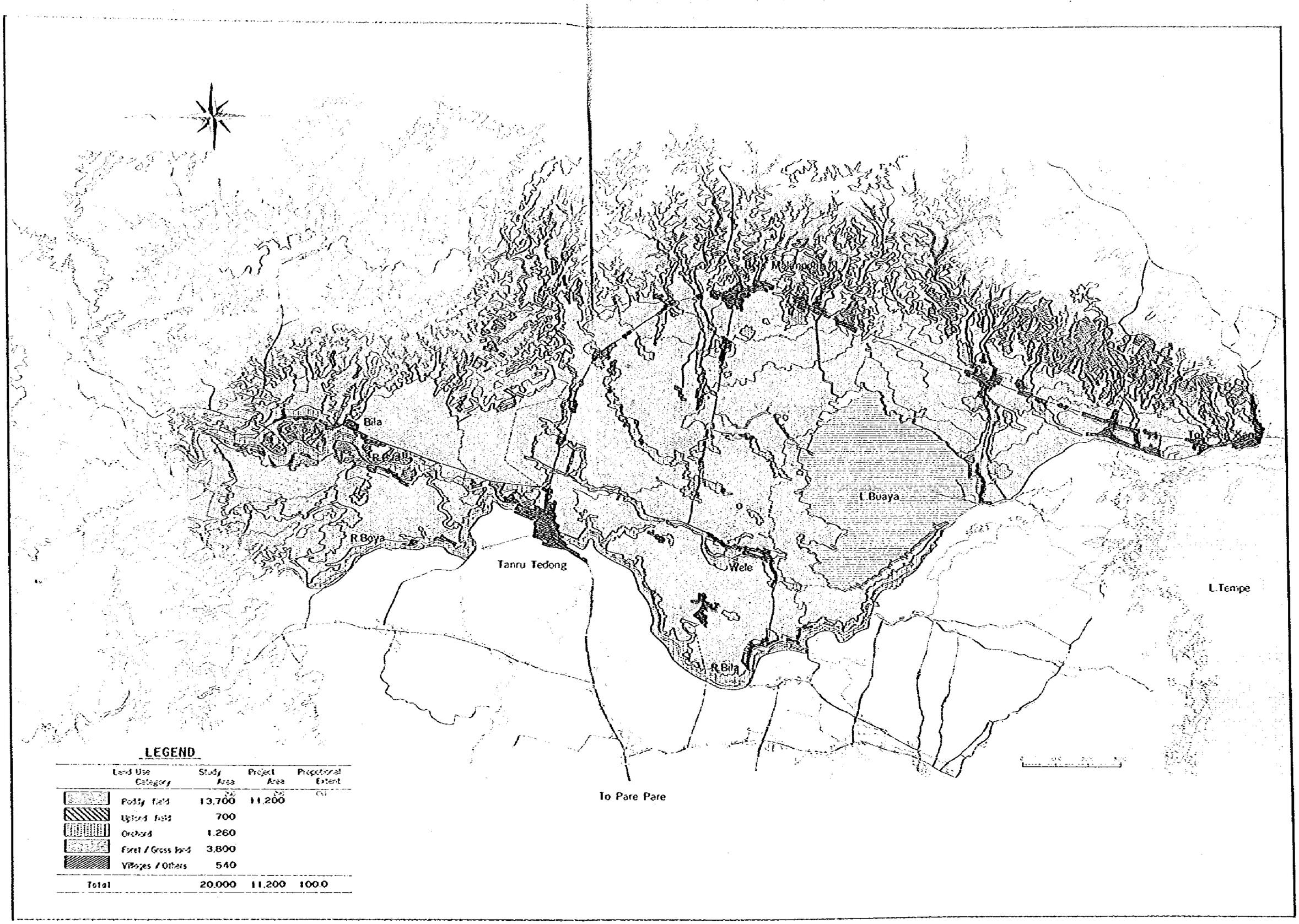

KALOLA DAM
BILA INTAKE WEIR
SAL. INDUK BILA KIRI
(BILA LEFT MAIN CANAL)
SAL. INDUK BILA KANAN
(BILA RIGHT MAIN CANAL)
Bila
R.Bila
R.Boya
PROPOSED SITE OF
PILOT DEMONSTRATION SCHEME
Tanru Tedong
Bola Malimpong
L.Buaya
Wele
R.Bila
L.Tempe
To Seng Kang
To Pare Pare
LEGEND
Main Irrigation Canal
Secondary Irrigation Canal
Major Drainage Canal
Turnout
Existing Road
Construction Road
River
Village
Project Area
Reservoir of Kalola Dam
and Bila Intake

図 1　事業計画概要図



Soil Unit	Mapping Symbol	Survey Area (ha)	Project Area (ha)	Proportional Extent (%)
Eutric Fluvisols	Je	11,200	8,900	79.5
Eutric Gleysols	Ge	2,500	2,300	20.5
Eutric Regosols	Re	2,500	—	—
Plinthic Acrisols	Ap	900	—	—
Ferric Acrisols	Af	2,900	—	—
Total		20,000	11,200	100.0

図 2　土　壌　図



LEGEND

Land Use Category	Study Area (ha)	Project Area (ha)	Proportional Extent (%)
Paddy field	13,700	11,200	
Upland field	700		
Orchard	1,260		
Forest / Grass land	3,800		
Villages / Others	540		
Total	20,000	11,200	100.0

図 3　土 地 利 用 図

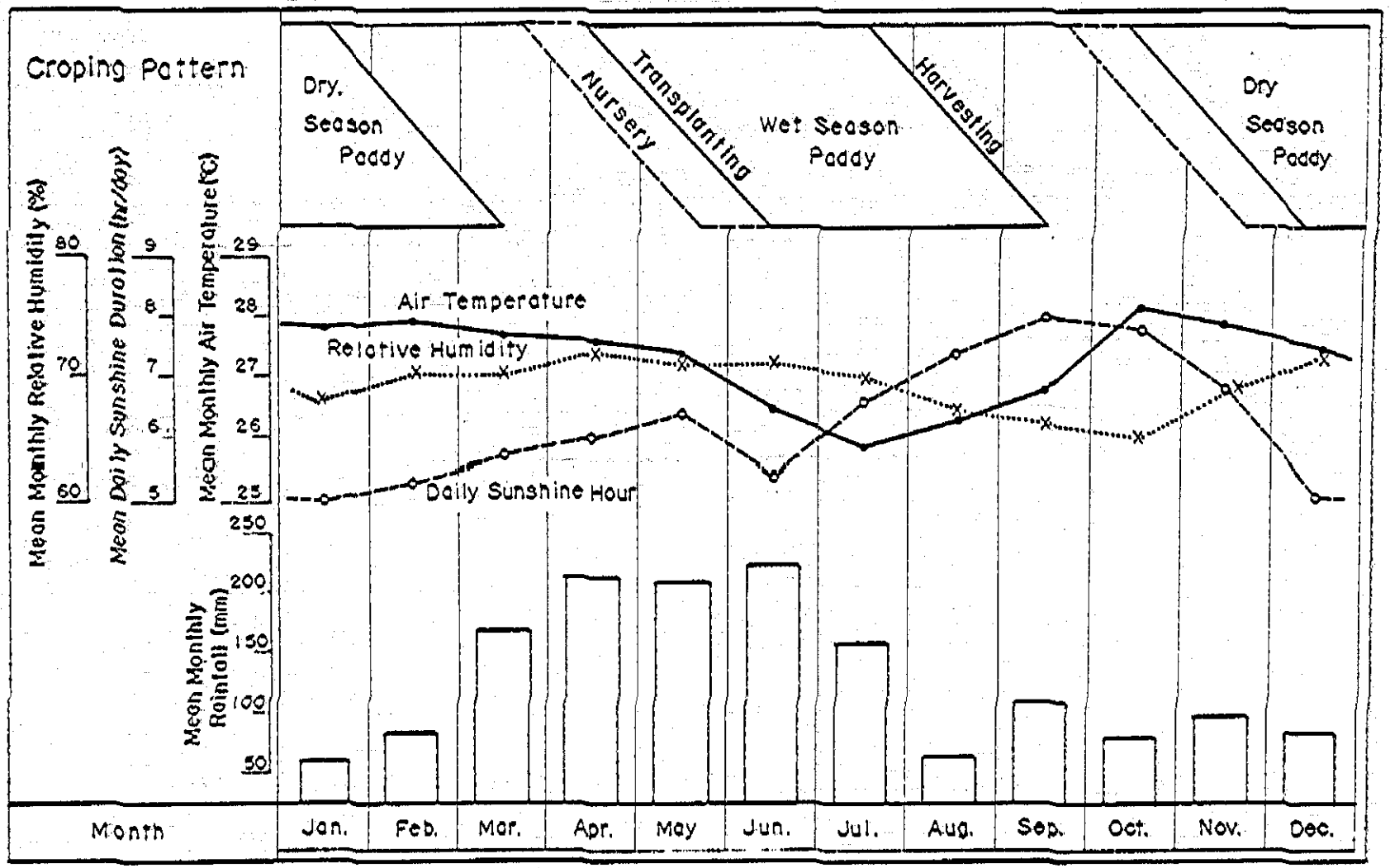
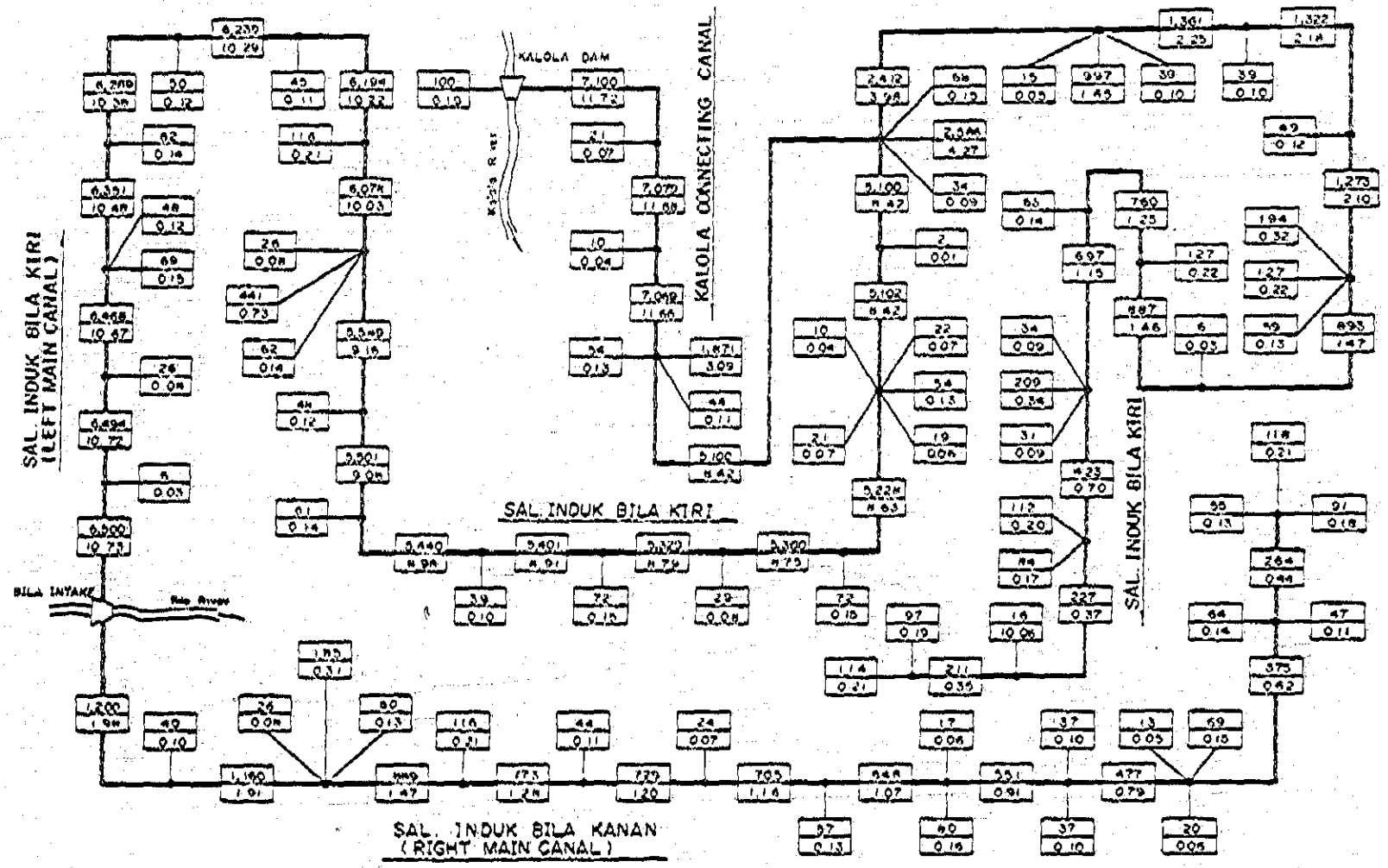

Croping Pattern
Dry. Season Paddy
Nursery
Transplanting
Wet Season Paddy
Harvesting
Dry Season Paddy
Mean Monthly Relative Humidity (%)
80
70
60
Mean Daily Sunshine Duration (hr/day)
9
8
7
6
5
Mean Monthly Air Temperature (°C)
29
28
27
26
25
Air Temperature
Relative Humidity
Daily Sunshine Hour
Mean Monthly Rainfall (mm)
250
200
150
100
50
Month
Jan.
Feb.
Mar.
Apr.
May
Jun.
Jul.
Aug.
Sep.
Oct.
Nov.
Dec.

図 4　計画作付体系



LEGEND

: Main and Connecting Canal

: Turn out

6,500 : Commanding Area in ha

10.73 : Discharge in m³/sec

図 5 かんがい水路組織図

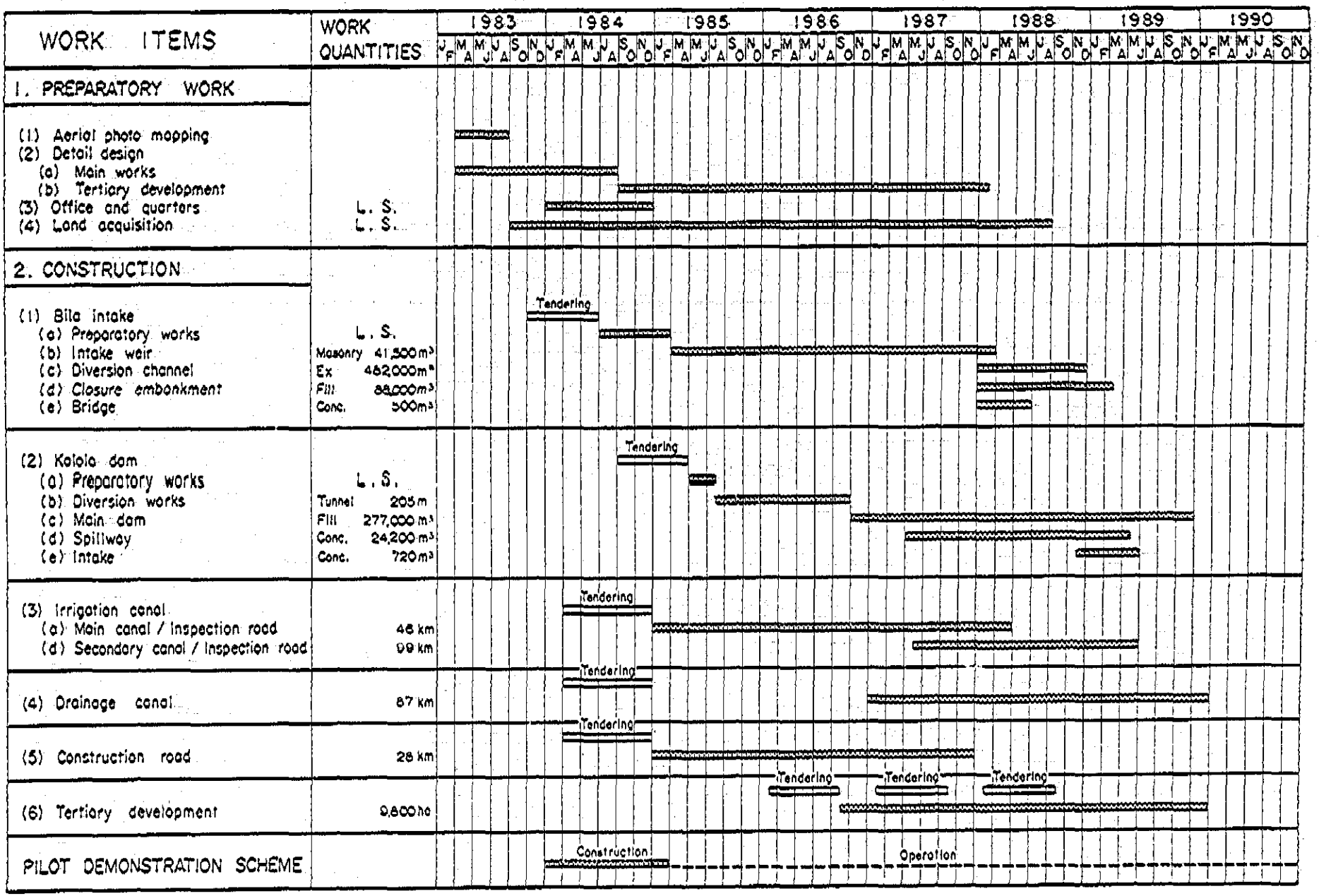

WORK ITEMS
WORK QUANTITIES
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
J F M A M J J A S O N D
1. PREPARATORY WORK
(1) Aerial photo mapping
(2) Detail design
(a) Main works
(b) Tertiary development
(3) Office and quarters
L. S.
(4) Land acquisition
L. S.
2. CONSTRUCTION
(1) Bila intake
(a) Preparatory works
L. S.
(b) Intake weir
Masonry 41,500 m³
(c) Diversion channel
Ex 462,000 m³
(d) Closure embankment
Fill 88,000 m³
(e) Bridge
Conc. 500 m³
Tendering
(2) Kalola dam
(a) Preparatory works
L. S.
(b) Diversion works
Tunnel 205 m
(c) Main dam
Fill 277,000 m³
(d) Spillway
Conc. 24,200 m³
(e) Intake
Conc. 720 m³
Tendering
(3) Irrigation canal
(a) Main canal / Inspection road
46 km
(d) Secondary canal / Inspection road
99 km
Tendering
(4) Drainage canal
87 km
Tendering
(5) Construction road
28 km
Tendering
Tendering
Tendering
(6) Tertiary development
9,800 ha
PILOT DEMONSTRATION SCHEME
Construction
Operation

図 6 事業実施計画

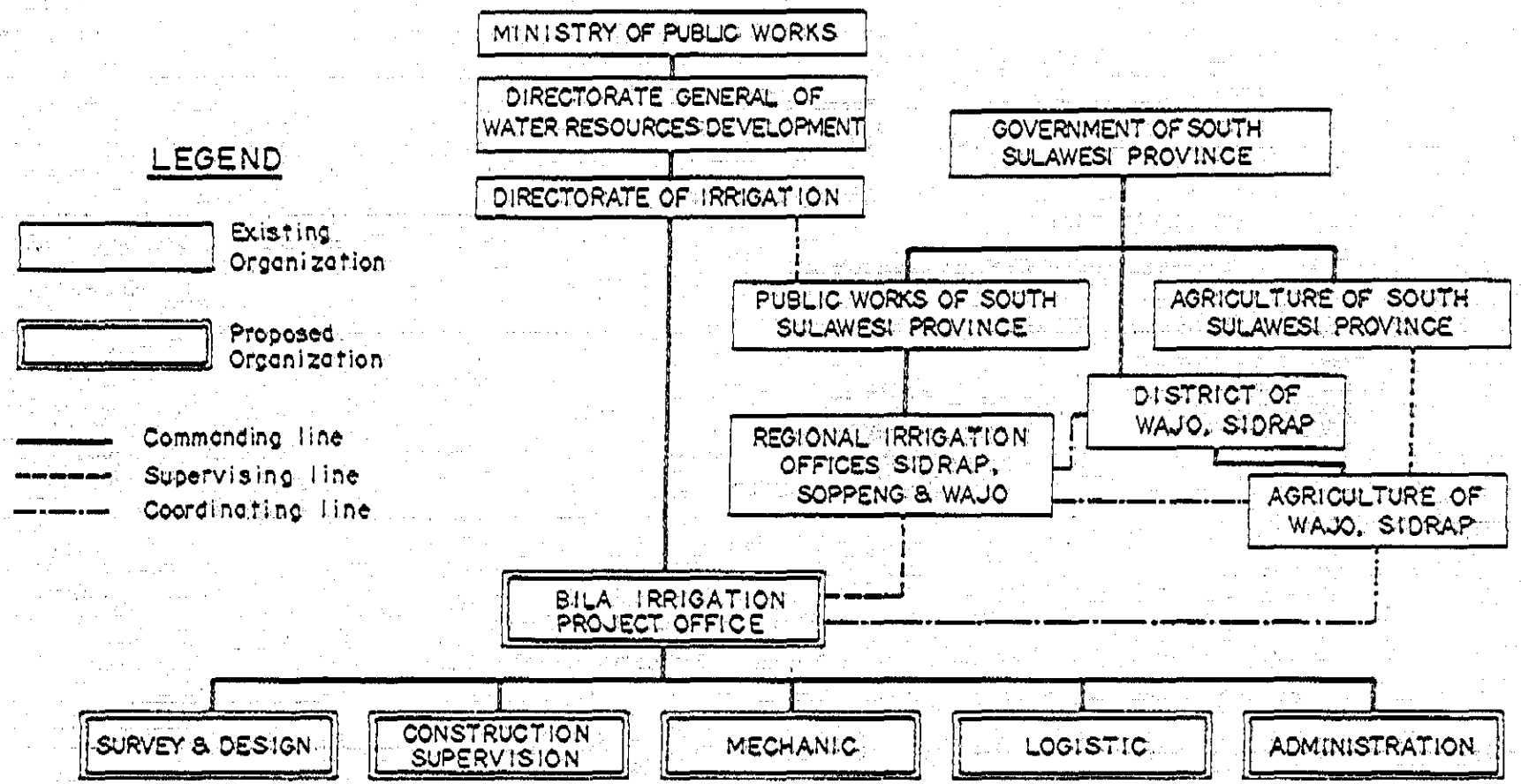

LEGEND
Existing Organization
Proposed Organization
Commanding line
Supervising line
Coordinating line
MINISTRY OF PUBLIC WORKS
DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES DEVELOPMENT
DIRECTORATE OF IRRIGATION
GOVERNMENT OF SOUTH SULAWESI PROVINCE
PUBLIC WORKS OF SOUTH SULAWESI PROVINCE
AGRICULTURE OF SOUTH SULAWESI PROVINCE
DISTRICT OF WAJO, SIDRAP
REGIONAL IRRIGATION OFFICES SIDRAP, SOPPENG & WAJO
AGRICULTURE OF WAJO, SIDRAP
BILA IRRIGATION PROJECT OFFICE
SURVEY & DESIGN
CONSTRUCTION SUPERVISION
MECHANIC
LOGISTIC
ADMINISTRATION

図 7　事業実施組織

JICA