般的に収量も低い。各作業の単位面積当りの平均収量はメイズ0.79 ton／ha，落花生0.81 ton／ha，緑豆0.83 ton／ha，大豆0.67 ton／haである。

各作物の収量，生産量は下記の通りである。

作物名	作付面積	単位収量	生産量
	(ha)	(ton／ha)	(ton)
水稲	10,291	4.66	48,050
雨期作	6,138	4.60	28,280
乾期作	4,153	4.75	19,770
水田裏作物	(350)	(－)	(－)
メイズ	329	0.79	260
落花生	12	0.81	10
緑豆	7	0.83	6
大豆	2	0.67	1

4.6.4 畜　　産

計画地区内における畜産は，主タンパク源および畜力の供給を目的として水田周辺や収穫後の水田を利用し小規模に行なわれている。家畜飼育頭数および1農家当りの飼育頭数は下記の通りである。

家畜名	頭数	1農家当り飼育頭数
馬	6,179	0.48
牛	16,915	1.32
水牛	264	0.02
羊	3,544	0.03
鶏	146,009	11.36
あひる	39,021	3.04

（出所：ソッペン県畜産事務所1980年資料）

畜産物の年間収益は一般に小さく，一般農家経済はもちろんのこと本開発計画への影響はほとんどない。このため，畜産物は本開発計画の便益計画には組み入れない。

4.6.5 農産物の加工，販売

計画地区内の主要な販売農産物は，米が中心となっており，年間の販売量は約

３７,０００ tonと見積られる。農家が生産した米の余剰分は農業協同組合（ＫＵＤ）または仲買人を通じて中間業者へ販売される。協同組合または中間業者によって集荷された米は，精米後，食糧調達庁（ＤＯＬＯＧ）あるいは卸売業者に売り渡され，計画地区外の地域やウジュンパンダン，パレパレ方面に搬出されている。全体の販売量の約８０％がこれらの経路で流通しており，残り２０％が農民や仲買人により，地区内の市場で販売されている。

米の価格については，食糧調達庁で価格の基準が決められており，ソッペン県の食糧調達事務所の資料によると，１９８０／８１年の白米での最低基準価格は１７５ Rp／kg，販売価格は１９０Rp／kg である。一方，食糧調達庁では米の価格安定も行なっており，最低基準価格よりも下がれば購入し，最高保障価格より上がれば放出する。

計画地区内には３７０ヶ所のもみすり，精米所があるが，そのほとんどは家内工業的な小規模なもので，平均処理能力は６５０kg／hr，平均して年間の稼動日数は120日である。一般的な形式としてゴムロール式ワンパス精米機が使われており，砕米率が非常に高くなっている。これらの精米機による年間のもみ処理量は約２８,０００ tonである。

4.6.6　農産物生産額

農産物生産額は，ソッペン県および各郡の農業事務所からの資料，情報の収集と農家聴き取り調査の結果をもとに算出した。

計画地区内の主な農産物の年間総生産額は，４５億９千万Rp.（7.3百万US$）と推算され，その内訳は下表の通りである。

作物名	総生産量	単価	生産額
	(ton)	(Rp／kg)	(×10⁶ Rp)
水稲			
雨期作	２８,２８０	９５	2,６８７
乾期作	１９,７７０	９５	1,８７８
水田裏作物			
メイズ	２６０	６０	１６
落花生	１２	３００	4
緑豆	7	２５０	1
大豆	2	２５０	—
合計	—	—	4.５８６

農業生産費は，かんがい施設や栽培作物の違いによって異なっているが，現状における6,400haでの総生産費は，12億4千万Rp.（2.0百万US$）と推算される。詳細は英文報告書ANNEX－Iの農業および農業経済に述べられている。要約は下記の通りである。

作物名	栽培面積 (ha)	単位生産費 (Rp./ha)	総生産費 (×10⁶Rp.)
水稲			
雨期作	28,280	95	2,687
乾期作	19,770	95	1,878
水田裏作物			
メイズ	260	60	16
落花生	12	300	4
緑豆	7	250	1
大豆	2	250	－
合計	－		4,586

農業生産費は，かんがい施設や栽培作物の違いによって異なっているが，現状における6,400haでの総生産費は，12億4千万Rp.（2.0百万US$）と推算される。詳細は英文報告書ANNEX－Iの農業および農業経済に述べられている。要約は下記の通りである。

作物名	栽培面積 (ha)	単位生産費 (Rp./ha)	総生産費 (×10⁶Rp.)
水稲			
雨期作			
Semi－technical かんがい水田	3,320	127,000	422
Non－technical かんがい水田	2,818	105,000	296
乾期作			
Semi－technical かんがい水田	2,225	134,000	298
Non－technical かんがい水田	1,928	113,000	218
水田裏作物			
メイズ	329	23,000	8
落花生	12	79,000	1
緑豆	7	56,000	－
大豆	2	56,000	－
		合計	1,243

計画地区内での総生産額は，総生産額より総生産費を差し引いた額で３３億４千万Rp.（５.３百万US$）と推算される。

4.6.7　農地制度および経営規模

１９７３年の農業センサスによると南スラウェシ州における農家一戸当りの耕作面積は，耕地面積が限られている上に，農家戸数が多いため全農家の約８５％が２ha以下となっている。平均農家経営規模は1.７４haで，その内天水田を含む水田面積は，1.１３haとなっている。

計画地区内では農地１３,２５０haに１２,８６０戸の農家があり，平均農家経営規模は1.０３ha，その内水田0.６１haで，南スラウェシ州全体の平均より0.７１ha少ない。全体の約４０％が経営規模0.５ha以下となっており，これらの農業所得は生計費を維持するには不充分であり，ほとんどの農家では，出かせぎや農業外収入で不足分を補っている。ソッペン県税務事務所（IPEDA）の資料によれば全農家の約６５％が自作農，自小作農で，残り３５％が純小作農となっている。小作料は種々なものがあるが，一般的に生産分に対しての分益制度となっており，生産量に対して約５０％となっている。

4.6.8　農　家　経　済

農家経済の現状分析は，県および郡の農業事務所の資料および農家聴き取り調査の結果をもとに行なった。平均的農業粗収益額は，年間４４５,５００Rp.で家族労働費を除いた農業生産費は８６,６００Rp.と推算される。農家所得は３５８,９００Rp.で，これは平均家族数5.５３人の生活費にほぼ等しい額となっている。

詳細は表4.6.4に示す。

4.6.9　水　管　理　費

現在農家で使われているかんがい用水に対する水代は，２種類あり，１つは落村かんがい施設の管理，維持をしている管理人（ウルウル）に対する支払いで，その額は一般的には作物生産量の１％程度である。１つは村に対する資産償却費としての特別税であり，これは村落の資本投資額や施設の程度により異なっているが，平均約2,０００Rp.が作物収穫後に支払われている。

この他に，この地方独特の相互扶助制度（ゴトン・ロヨン）があり，かんがい施設の維持，修復に対し勤労奉仕による労働提供が行なわれている。農家の聴き取り調査の結果によると，この勤労奉仕は各農家平均して年間約５日間位となっている。

現在，年間に農家が支払っている水代を推算すると，１ha当りで年間作物生産量の2.１％に当たる約１５,０００Rp.となっている。

4.7 既存かんがい施設

4.7.1 概　　要

ランケメかんがい計画地区には，４８の小規模かんがい施設（面積約6,４００ha）がある。これら施設は４４のDesa かんがい施設と４地区のDPU Semi－technical かんがい施設に分けられ，それぞれ4,３００ha および2,０００ha の受益面積を持つ（表4.5.1，図4.5.1参照）。Desa かんがい施設はさらに，その施設構造物の状態により，Non－technical および Semi－technical かんがい施設に分けられる。計画地区内のDesa かんがい施設のうち，Non－technical かんがい施設は３４，Semi－techncal はわずかに１０地区であり，それぞれ2,９００ha および1,４００ha の受益地を持っている。また，地形条件あるいは水源の不足から，計画地区には約７０ha の天水田が残っている。

以下は，計画地区内にある各かんがい施設に関する調査結果の概要である。

4.7.2 DPU Semi－technical かんがい施設

前に述べた４施設の内，チェンナエかんがい地区は計画地区南端に位置し，ランケメ川の左岸に約２００ha の受益地を持つ。この地区は，ランケメ川をその水源として，蛇龍堰によってかんがい用水を取り入れている。雨期には取水の一部余剰水をランケメ本流に落とし，小規模水力発電に使用している。

アカンペンⅡ（Akampeng Ⅱ）かんがい地区は，チャベンゲ（Cabenge）の北に拡がる約８７０ha のかんがい面積を持ち，計画地区内外で最大の Semi－technical かんかんがい地区である。この地区はベロ（Belo）川を主な水源とし，加えて上流地域で使われラオ川水系によって排水された水を還元利用している。練石積の取水堰がアカンペン部落に設けてあるが現在その維持管理はきわめて悪い。

ラランゲ（Lalange）かんがい地区は，州道（シンカンータカララ線）とワラナエ川の間に広がる沖積平野に約７００ha の受益地を持つ。この地区は，近年関連施設が修復され，Semi－techncal 施設となった。ラジャ（Laja）川がその主な水源でコンクリート製の取水堰がチャチャレンパン（Cacalempeng）部落付近に設置されている。

ラガリギ（Lagarigi）かんがい地区は，チャベンゲ村付近に約３３０ha の受益地を持つ。その地区は，州道（ソッペンーチャベンゲ線）の両側に拡がっている。この施設はラジャ川の支流，ラベンパ（Labema）川を主な水源としている。練石積の取水堰がカンガディ（Cangadi）部落付近に設置されており，その維持管理の状況は比較的良好である。

以上の４地区の幹線水路の一部は，コンクリートあるいは石積でライニングされて

いるが大部分の水路は総じて土水路である。水路は比較的良く管理されているが水路の密度は低く，ｈａ当り２０から３０ｍ程度である。排水施設は特に設置されていないが，一般に水田近くを流れる地区内クリークが幹線排水路として機能している。（表 4.5.2 参照）

4.7.3　Desa かんがい施設

ランケメかんがい計画地区には，前述の４DPU Semi－technical かんがい施設の他に４４の Desa かんがい地区がある。その受益面積の総計は約 4,３００ha で1地区は１０から５００ha である。

これらのかんがい地区は，ワラナエ川の７小支川を水源とし，地区内に６６の取水堰が設置されている。その内１１の堰は，コンクリートまたは練石積による恒久構造物であるが，他は石積あるいは簡単な蛇龍堰の仮設構造物である。

計画地区内を流れる上記７小支川は，かんがい排水両水路に使用されている。上流部のかんがい地区からの排水は，これらの支川によって下流部地区に運ばれ，再びかんがい用水として還元利用される。このため，この地区には排水のための施設はほとんど見られない。

Desa かんがい施設の水路は，全て土水路で，その水路底は流入土砂によりかなり埋没している。また，これらの地区では，田越しかんがいが行なわれているため，その水路密度は低く，１ha 当り１０ｍ程度である。（表 4.5.2 参照）

4.8　農業支援制度

4.8.1　概　　要

南スラウェシ州には，２つの特別行政区（Kota Madya）と２１の県（Kabupaten）があり首長（Wali Kota）と県知事（Bupati）がそれぞれ行政を管理している。この下に１６９の郡（Kecamatan）があり郡長（Camt）がいる。郡の下には末端行政単位として1,１３６の村（Desa）がある。

各村には，村民の中から選出された村長（Kepala Desa）が，住民の健康，福祉，教育，公共事業などとともに農村地域の農業開発についても職責を負っている。

ソッペン県には５郡，３４ケ村があり，その内計画地域内では４郡，１３ケ村となっている。

4.8.2　ビマス・インマス計画

ビマス・インマス計画は，１９６３年より政府により推進されており，食糧自給達成運動として食糧増産や農業開発に大きな役割を果している。この計画では，参加農家に対する政府補助として，肥料，農薬，改良種子などの掛売，生産費の

信用貸し，指導チームによる技術指導を行ない食糧増産の効果を挙げている。

政府はこの計画の一層の発展をはかるため１９７３年に計画推進のための末端単位として村落連合（Wilayah Unit Desa）の設立と育成をするとともに，インドネシア国民銀行村落連合出張所（B.R.I. Unit Desa），村落連合小売店（KIOSK），普及員事務所などを整備し，村落単位の組織化を行なっている。各村落連合会は１つまたは複数の村落から構成され，その標準規模はかんがい水田面積６００から1,０００ｈａ，農家戸数1,０００から2,０００戸である。事業遂行のため次のような支援指導を行なっている。

(1) 農業普及員（ＰＰＬ）による普及活動

(2) インドネシア国民銀行村落連合出張所によるビマス・インマスクレジットの供与

(3) 村落連合小売店による農業資材の供給

(4) 農業協同組合（BUUD／KUD）の農産加工，販売活動

計画地区内には１３の村落連合があり，農業普及員１４名，インドネシア国民銀行村落連合出張所６，小売店６，農業協同組合６となっている。１村落連合当りの平均水田面積と農家戸数は，４９２ｈａ，９８９戸である。上述の村落連合編成の一般基準に比べると，計画地区内ではその編成規模はきわめて集約化されている。これらの機関の活動により，ビマス・インマス計画は，着実に成果を挙げており，雨期作水稲面積で2,８００ｈａ全体の約４６％，乾期作水稲面積で2,２００ｈａ，約５３％がこの計画でカバーされている。

ビマス・インマス計画をより充実させるため１９７９年に特別集団栽培計画"インスス"（Intensifikasi－Khusus）が着手された。インスス計画は進歩的農民により組織化され，自発的に立案された計画に基づくクレジット供与でビマス特別方式として今までのビマスクレジットと重複して農民は利用できない。各農民組織は，毎週訪問をする農業普及員の指導のもとにクレジットの内容決定，申請を行なう。計画地区内では１２０の農民組織の内約２０％がインスス計画に参加している。

4.8.3 試験研究

農業試験研究はジャワ（Java）島のボゴール（Bogor）にある農業中央研究所（ＣＲＩＡ）のもとに全国に６つの研究支場で行なわれている。南スラウェシ州の研究支場はウジュンパンダンの北方約４０㎞のマロス（Maros）にあり，総面積１４６ｈａの内１１０ｈａの稲作試験圃場を使って水稲の品種試験，施肥試験，病虫害防除試験などの研究が行なわれている。この研究支場の下に２つの分場がある。その内の１つシドラップ県（Kabupaten Sidrap）ランラン（Lanrang）支場では４４ｈａの

かんがい施設をもった稲作圃場で，稲作試験が行なわれている。他の１つゴワ（Gowa）支場では，主に水田裏作物に関する試験研究が行なわれている。これらの支場では，稲作研究員がビマス計画に参画し，米の増産に関する技術面からの支援活動を行なっている。

4.8.4

普及事業に関しては，村段階での普及教育活動を促進させるため，１９７４年以来一般農業行政から普及事業を切り離して，農業普及拡充計画が実施されている。中央段階では，農業大臣に直結する形で，農業普及教育研修庁と農業開発研究庁がおかれ，両庁の協力で普及事業が行なわれている。南スラウェシ州では州農業普及部長の統轄のもと行政系列と活動系列の２つの系列によって編成されている。また州内に農業開発センターの創設が進められており，試験研究による新しい農業技術の実用試験や普及員の教育を行なっている。各県には，農村普及センターの設置を進めており，普及活動の向上のための速成教育を行なっている。

計画地区内では，２つの農村普及センター（ＢＰＰ）がマランロエ（Malanroe）とパットジョ（Pattojo）にあり，専門技術員（ＰＰＳ）１名，普及指導主事（ＰＰＭ）２名，改良普及員（ＰＰＬ）２４名が農家に対する指導を行なっている。マランロエのセンターでは，新しい農業技術に対する討議や，先進農民に対する研修などの普及活動が行なわれている。

パットジョのセンターでは，作物栽培に関する実演栽培および普及を行なっており，最近ではかんがい水田裏作の実演栽培を始めている。

4.8.5　種　子　増　殖

南スラウェシ州で奨励されている水稲品種の種子増殖はマロスにある州中央種子センターにおいて行なわれており，ボゴールの農業中央研究所から供給された原々種から原種を生産している。中央種子センターは，これらの原種を各県で運営している３７の種子センターに配布する。これらの種子センターでは普及種子を生産し採種農家に供給する。採種農家で増殖された水稲の種子はビマス・インマス計画に従い農業協同組合を通じて，農家に配布される。

計画地域内にはマランロエに５ｈａのかんがい施設をもった種子センターがある。高収量品種であるＩＲ－３６は，１９７６年に本種子センターに導入されわずか４年間に約６０％以上の水田で栽培されている。これは当センターや普及員などの普及活動効果が高いことを示している。

4.8.6　農　業　金　融

農業に対する金融制度の主要機関となっているインドネシア国民銀行（ＢＲＩ－Bank

Rakyat Indonesia ）は，ビマス・インマス計画における融資機関として認可されている。南スラウェシ州ウジュンパンダンに地域事務所があり各支店および村落連合出張所を統轄している。ビマス・インマス計画に対する融資条件は，利子率月１％融資期間７ケ月で，各パッケージの種類ごとに融資額が一率に定められている。

ワタンソッペンに，１支店と計画地区内に６村落連合出張所が置かれている。ビマス・インマス計画における融資は着実に増加しており１９７９／８０年度の計画地区内で総額３億Rp.を越えている。

4.8.7　農業投入資材の供給

南スラウェシ州における肥料，農薬の供給は政府出資企業であるプスリ（P.T. PUSRI）が扱っている。ビマス・インマス計画における肥料，農薬は，ウジュンパンダンにあるプスリによって認可された６社の供給販売業者に支給される。そして供給販売業者は地方の小売業者あるいは村落連合，農業協同組合にその必要量を配送する。

農業増産計画のための農業投入資材の供給価格は，政府により全国統一価格となっている。現在，尿素および重過リン酸の農家渡し価格は７０Rp./kgとなっている。

4.8.8　農　民　組　織

農業投入資材の供給，農産物の加工，販売は１９４５年以来政府によって促進されてきた農業協同組合（BUUD/KUD）の設立，育成を通じて行なわれている。しかし，政府の努力にも拘わらず，その運営の弱体と運転資金の不足が主な原因で活発な業務活動が行なわれていない。そのため，前項に述べたように１９７３年以来，村落連合の設立，育成を行ない組織の強化および活動の活発化を計っている。

計画地区内には，６農業協同組合（KUD）が組織されており，全地区の約７０％の地域で業務を行ない，組合員も総農家戸数の約４０％，5,１００戸に及んでいる。

計画地区内の水管理制度は，既存の水管理人（Ulu Ulu）制度が全般的に普及している。１９７６年以来農業普及部の指導のもとにかんがい水田を耕作している農家の組織化が行なわれている。現在，１つの水利組合（P３A）があり，その組合員数は２８５名，かんがい面積は５３０ha である。

第5章　開　発　計　画

5.1　事業開発阻害要因

5.1.1　現　状　要　因

(i) 農　　業

計画地区の面積は約6,400 ha で，その全てが既存の水田である。地区内には44 Desa かんがい地区と4 Semi－technicalかんがい地区があり，これらのかんがい面積の合計は，計画地区の99％以上になる。これら既存かんがい地区のかんがい用水はワラナエ川の支川から取水されている。

計画地区の稲作は雨期に集中している。乾期は水源の水量が著しく減少するので，稲作はほとんど実施されていない。現在の稲作のパターンは明瞭に降雨の季節変動パターンと一致している。即ち，栽培面積は降雨およびワラナエ川支川の水量に影響を受けて，年ごとに大きく変動している。4月から7月の雨期の間，ほとんどの水田で稲作が行なわれる。一方，11月から2月の間の降雨の不安定な時期では，約65％の水田が稲作に利用されているにすぎず，残りの水田は水田裏作として畑作が営まれているか放置されている。また，8月から10月の乾期の間，水田には何も栽培されていない。

計画地区では既に高収量品種の稲が普及している。これは，ビマス・インマス計画の着実な活動の成果である。こうした活動によって計画地区の稲作単位収量は雨期作4.60 ton／ha，乾期作4.75 ton／ha と比較的高い。しかし，かんがい用水の安全供給を計ることによって，この収量を向上させる余地は充分に存在する。

水田裏作は，かんがい用水の不足で現在きわめて少ない。また，水田裏作は天水条件下で行なわれているため，一般に単位収量は低い。

計画地区内の農家経営規模は計画地区内に耕地拡大の余地がないことおよび人口が多いことから一般に低い。一戸あたりの平均経営規模は1.03 ha であり，水田はその内0.61 ha である。農家経営調査によれば計画地区内の農家は，経営面積が小さいため，生計を維持するために必要な所得を農業から得ておらず，出稼ぎ収入で不足分を補っている現状である。こうした状況下では，土地の生産性を向上させる以外農家の所得を改善する道はないと考えられる。

(ii) か　ん　が　い

計画地区およびその周辺部には約8,000 ha の水田があり，それらにはDesa かんがい施設，DPU Semi－technical かんがい施設と呼ばれる小規模な既存かんがい施設が設置されている。これらの既存かんがい施設の水源はワラナエ川の7つの小支

川である。7つの小支川の流量は，流域の雨量の変動に従い年ごとに大きく変動している。かんがい面積とこの流域面積との比をとってみると明らかなことであるが，計画地区のかんがい用水不足はかなり深刻であると考えられる。この限られたかんがい用水源を有効に利用するために，現在かんがい用水の反復利用が広く実施されている。即ち上流のかんがい地区での排水のかんがい地区での排水は下流の堰で再取水して下流のかんがい地区で再利用されている。

計画地区内の既存かんがい施設は未だ未整備で，Non-technical レベルと Semi-technical レベルにとどまっている。かんがい面積は 6,4 0 0 ha でありNon-technical レベルのかんがい面積は 2,9 0 0 ha，Semi-technieal レベルのかんがい面積は 3,5 0 0 ha である。Non-technicalレベルのかんがい地区では一般に石積みの仮設堰が建設されているが，これらの仮設堰は洪水期に洗い流されることが多く，流されては建設し直すということを繰り返している。こうした堰の建造は，ゴトンロヨン（Gotong Royong）と呼ばれる農家協力の体制で農家自身の手で為される。一方 Semi-technical レベルのかんがい地区では練石積堰やコンクリート堰が建設されているが，その多くは維持管理が悪く老朽化している。

現状の水路設置密度は，平均3 0 m/ha と評価されている。一般にかんがい用水が著しく不足しているのに加えて，用水の各かんがい地区での配分が不均衡なのは，この水路設置密度が低いことによるものと考えられる。また，既存かんがい用水路の多くは維持管理の不足で著しい沈砂が見られる。

水源であるワラナエ川の支川は主要な排水路としての機能も果している。一般に計画地区は地形的に排水問題が少なく，特別の排水施設を持たない。

5.1.2 開発阻害要因

計画地区は，近年南スラウェシ州中部地域の代表的な稲作地として発展してきた所である。しかし，土地生産性の向上は用水不足，永久かんがい施設の不備，営農資材の不足，かんがい用水管理の不足，農業支援組織の不備等により頭打ちになっている。これらの阻害要因の内，特にかんがい用水の不足および恒久かんがい施設の不備が，本計画地区の決定的な開発阻害要因となっている。

5.2 開発基本構想

本計画は，ランケメ地区（6,4 0 0 ha）における農業生産を拡大し，地区内農民の生活レベルを向上させることを目的とする。この目的を達成するため，既存かんがい施設の改善とともに，ランケメ川およびセロ川の水資源開発を計画する。

農業開発の基本骨子は，次の通りである。

(1) 現在，不安定な雨期作水稲の収量および生産量をかんがい用水の安定供給を通じて安定化させる。

(2) 乾期作水稲の作付面積を，周年かんがいシステムの導入によって拡大する。

(3) かんがい用水を最大限に活用するため，作付率を可能な限り増大する。

(4) 作物の選定については，政府の政策を反映して，稲を中心にした上で，導入作物の多様化を計る。

(5) プロジェクト実施後の効果的な運営のため，農業支援組織を強化する。

このような農業開発の基本骨子を実現するための，かんがい開発の基本構想は，次の通りである。

(1) 既存のかんがい地区が依存している7つの小支川の水資源の有効利用を，既存かんがい施設の改善を通じて計る。また，既存かんがい施設の全てを，Technicalレベルに改善する。

(2) 既存のSemi−technicalかんがい地区は全て計画に組み入れ，将来のかんがい施設の中で末端施設として機能するよう考慮する。

(3) 7つの小支川の水資源に加えて十分なかんがい用水の確保のため，計画地区に隣接するランケメ川およびセロ川の水源開発を計画する。

5.3 農業開発計画

5.3.1 計画の前提条件

計画地区は，不完全ながら既にかんがいが行なわれており，農業生産も安定した作付計画の下で実施されている。従って計画地区の農業経済はかなり安定したものと言え，今後，大規模なかんがい開発，あるいは農業技術の向上が行なわれない限り，本計画地区の経済は大きく飛躍しないであろう。

現在，計画地区において，新たな水源が開発されない限り，かんがい用水の拡大は考えられない。一方，農業生産技術，即ち新品種，肥培管理，病虫害の防除，水管理等の技術の改善は今後とも考えられ，ある程度，将来の農業生産に影響を与えるであろうことは予測できるが，農業生産の飛躍的な増加は期待できない。

計画地区の将来の農業経済は，ランケメかんがい開発計画実施の効果を反映したものとなる。即ち，計画地区の農業生産の予測は，以下の前提で行うものとする。

(1) 計画地区の水田は，本計画下で全てTechnicalレベルのかんがい施設を有するものとする。

(2) 本計画は，工事計画通りに実施されるものとする。

(3) 計画地区の一般的な社会・経済的諸条件は，大きく変化しないものとする。また，

大きな変化があったとしても，その影響は，事業を実施した場合と実施しなかった場合のいずれにも同様の変化を与えるものとする。

5.3.2　土地利用の変化

本計画実施後，計画地区の水田はTechnicalレベルのかんがい施設が完備することになり，より集約的な営農が可能になる。このようなかんがい施設の改善によって水稲を中心とした作物の多様化により作付率の向上を図るものとする。

計画地区の周辺には，耕地を拡大する余地がなく，本計画によって新たに追加される耕地はない。耕地の拡大が不可能であり，合せて人口の増加があるため，一農家当りの平均営農規模は将来むしろより小さくなる傾向がある。農家経営調査の結果によれば，平均営農規模の農家は1.03haの農地（うち水田は0.6ha）を持ち，かろうじて生計費を賄うだけの作物収入を得ているにすぎない。こうした状況下で農業収入の増大が可能な方法は，作付率を増大し，土地の生産性を向上させる以外にない。本計画は，こうした農家に農業経営の力を拡大する良い機会を与えることになろう。

土地利用の形態は基本的には，本計画実施によって変化しない。また，計画地区の周辺部の土地利用は，農業開発の可能性が小さく，現状のまま変化しないであろう。しかし，丘陵部の焼畑農業の拡大は，流域保全の観点から制限し，植林等を進めて土壌浸食に備えるべきである。

5.3.3　作　付　計　画

かんがい用水が豊富になることによって，計画地区内の作物および作付計画に何らかの変化が生じることになろうが，計画地区の農家がどのように営農形態を変化させるかを予測するのは容易ではない。この点について種々の意見があるが，作付計画の策定に係る基本的な要因については，次の様に考えることができる。

(1) 作付計画は，国にとっても，農家にとっても可能な限り最大の便益を生じせしめるものでなくてはならない。

(2) 作付計画は，本計画によって供給されるかんがい用水を，最大限に利用するものでなくてはならない。

(3) 作付計画は，現在の社会的慣習に合致したもので，地域の農民に受け入れられるものでなくてはならない。

(4) 作付計画は，家族労働力で実施できるものでなくてはならない。

以上に示した作付計画の基本骨子に基づき，以下に示す4つの比較案を作成し検討を加えた。

A	：水稲 ── 水田裏作物 ── 水稲	（1年3作）
B	：水稲 ── 水稲	（1年2作）
C	：水稲 ── 水稲 ── 1／2水稲	（2年5作）
D	：水稲 ── 1／2水田裏作物 ── 水稲	（2年5作）

これら4つの比較案は図5.3.1に示した。最も適切な作付計画を決定するため，これら4つの比較案について収益性，用水量，労働所要量の観点から比較検討を行なった。比較検討の結果は次の通りである。

比較案	収益性 ∠1	労働所要量∠2	要水量 ∠3
	（10^3Rp.／ha）	（man-days／ha）	（10^3 m^3／ha）
比較案A	1,268	371.4	14.9
比較案B	1,050	292.1	14.0
比較案C	1,215	363.5	16.7
比較案D	1,159	331.8	14.4

∠1 ： 1ha当たり年間総収入

∠2 ： 1ha当たり年間労働所要量

∠3 ： 1ha当たり年間要水量

本計画の開発基本構想は，米の安定的増収を図るとともに農家経済面からは，家族労働力を吸収し，最大の収益をあげることにある。この様な観点から見て，A案が最も妥当なものであることが分る。また，用水量の面からA案は水節約型であるといえる。

以上の比較検討について1980年9月3日，ソッペン県知事の臨席を得て，県の農業関係者および農家代表に説明を行なったが，その説明会の席上においても比較案Aが農家にとって最も適したものとして承認された。

最終的に選定した作付計画は，農業気象データとともに図5.3.2に示した。計画地区は年間を通じて温度の変化が少なく，いつ播種しても発芽の障害はない。一方，収穫の時期は雨期を避けるよう留意した。作付計画の枠組を設定するに当って用水量計算に基づき，できる限りかんがい面積を拡大できるようにし，年3作の導入を計画していることから，その運営を容易にするためIR－28やIR－36のような早生品種を用いることとした。

この作付計画は，ランケメかんがい計画の諸工事の全てが完了した時点で全計画地区で導入されることになるが，工事期間中新しい水源の水が利用可能となるまでは水稲２期作のパターンを暫定的に導入するものとする。

5.3.4 営 農 計 画

水稲栽培は主として人力労働で行うものとし，部分的に背負式スプレーヤー，脱穀機，風選機等を利用するものとする。耕起およびしろかきは畜力利用とする。計画地区内にはこの目的に十分な数の水牛や役牛が飼養されている。農業機械の急激な導入は，起伏のある地形，小さな区画の水田，豊富な労働力，圃場内道路の未整備など，機械化の阻害要因が多く残されているため，現状においてはむずかしいものと判断する。

適切な肥培管理は，かんがい条件下でなお一層その効果を現わすので，注意深い計画が必要である。計画地区の土壌は，一般に植物養分の含有率が低い。特に窒素，リン酸などの含有率が低い。これらの要素は施肥によって補う必要がある。土壌の性質を考慮すると，計画地区で使用される肥料は，尿素，過リン酸石灰，塩化加里で，標準施肥量は５０kg／ha とする。

計画地区内で見られる主な害虫はメイ虫である。害虫防除はメイ虫の世代交代を考慮して，１作につき３～４回に分けて３－４ℓ/ha の殺虫剤を散布する必要がある。また，病虫対策のため１作につき１回の殺菌剤を散布することが必要であろう。

水田裏作物の栽培については慣行的栽培法を改め，新品種を導入し，肥料・農薬も投入する。水田裏作の投入資材はビマス計画に含まれているのと同様とする。水稲栽培および水田裏作物の栽培方法の基準を表 5.3.1 および表 5.3.2 に示す。

5.3.5 収量および生産予測

計画地区の作物収量は，南スラウェン州の他地区と比較して高いが，かんがい用水が不安定なため年ごとに大きく変動している。本計画実施後は，かんがい用水の安定供給および農業支援組織の強化によって，水稲収量は安定しかつ上昇する。また，水田裏作物の収量もかんがいと近代的農業技術の導入によって上昇する。

本計画実施後の作物収量は次のようになる。

作　物	事業を実施しない場合	事業を実施する場合
	(ton／ha)	(ton／ha)
雨期作水稲	4.60	6.0
乾期作水稲	4.75	6.0
水田畑作物		
とうもろこし	0.79	2.0
落　花　生	0.81	1.2
緑　　豆	0.83	1.2
大　　豆	0.67	1.2

これらの収量予測は過去５ヶ年間の収量データと収量調査に基づき，やや低めに見積った。表5.3.3に示したようにかんがい用水の比較的豊富なマリオリワオ郡の現在の平均収量は，既に６ ton／haを越えている。収量調査の結果もまた改良品種の平均収量が６ ton／haを越えていることを示している。収量調査での最高収量は９ ton／ha以上にも達している。さらに，１９７０／８０年のインスス計画下の平均収量は７ ton／ha以上になったとの報報もある。このような事実から，６ ton／haという予測収量は十分実現可能な目標であり，むしろ低めな目標とも言える。

水田裏作物の予測収量は，ボゴール中央農業研究所の栽培試験の収量データの約70％に設定した。

本事業実施後，計画地区の米の生産は７６,８００ ton（乾燥穂付き籾換算）に達し，事業実施による増産分は年間２９,０００ tonとなる。（表5.3.4参照）

5.3.6　市場および価格予測

(i)　市　場　予　測

南スラウェシ州は，インドネシア国の中で最も大きな米の余剰地域の１つである。南スラウェシ州の米の生産は１９７８年で約1.72百万 ton（乾燥穂付き籾換算）と報告されている。一方，消費は約1.44百万 tonであり，年間約0.28百万 tonの余剰米を産出している。この傾向は将来においても変らず，むしろ余剰米は増加するであろうことがマスタープランで報告されている。計画地区は南スラウェシ州の中でも大きな余剰米産出地域であり，その年間余剰米産出量は約３７,０００ tonになっている。この余剰米の多くは，南スラウェシ州の米不足地域であるボネ（Bone）県やワジョ（Wajo）県またさらに州外へも移出されている。

南スラウェシ州にある食糧管理庁（DOLOG）は７つの州を管轄しているが，その内南スラウェシ州だけが余剰米を産出し，他の６州では深刻な米不足に直面している。

この食糧管理庁の管轄地域全体の米不足量は約60,000 tonであり，南スラウェシ州で生産される米が，これらの地域へ移出されることが期待される。

現在の水田裏作物の生産性の低さは，市場価格の不安定性と共々品質不良による市場価格の低さに起因している。農家経済調査の結果によれば，品質の良い畑作物には販売上の問題はなく高価格で流通しうる。計画地区では，これら水田裏作物はかんがい条件下で栽培されることになり，高品質のものが産出されることが期待できる。また，価格については，その安定化に対して政府の支援が必要となろう。

(ii) 価格予測

インドネシア国は米の輸入国であり，以下に示すように最近5ケ年間に，年平均1.4百万 tonの米を輸入している。

（単位：千 ton）

1974	1975	1976	1977	1978	平均
1,132	693	1,301	1,973	1,848	1,388

人口増加率，一人当たりの消費量，国内生産の伸び等を考慮すると，インドネシアの米不足は，今後も続くことが予測される。一方，南スラウェシ州は引き続き余剰米産出地域であろう。

本計画実施後の米の増産分は，輸入米の代替として国内市場に出され米の輸入量を減らすことになる。従って，本計画の経済評価に用いる米の価格は，輸入代替の価格を予測してもとめた。経済評価に用いる農家軒先価格は，乾燥穂付き籾で120,000 Rp.／ton である。（表5.3.5参照）

本計画の財務分析に用いる米の農家軒先価格は，ソッペン県の市場価格をもとに，乾燥穂付籾で106,000 Rp.／ton と見積った。

水田裏作物の市場価格は，図5.3.3に示すように，年ごとに大きく変動している。そのため経済評価に用いる価格は，政府管理の下で比較的安定している米の価格を基準に補正した。（詳細は英文報告書ANNEX－Iを参照されたい）。補正した水田裏作物の農家軒先価格は，とうもろこし92,000 Rp.／ton，落花生351,000 Rp.／ton，緑豆31,000 Rp.／ton，大豆328,000 Rp.／ton である。

5.3.7 作物生産費

作付計画に基づく作物生産費は，農業を実施した場合と事業を実施しなかった場合について積算した。事業を実施しなかった場合の作物生産費は，現在の生産費をもと

に見積った。前述の前提条件で述べたように，現在の農業環境は新たに大規模なかんがい計画が実施されない限り，大きく変化することはないと考えられる。従って事業を実施しなかった場合の生産費は現状と大きく変らないものとし，各生産費項目の単価のみを南スラウェシ州一般物価指数を用いて予測した。

事業を実施した場合の作物生産費は，表5.3.6に示したように増加する。年間1ha当たりの生産費の増加は83.4％となる。この生産費の増加は1ha当たりの作付率の増加によるもので，1ha当たりの1作の生産費の増加は1.7％に過ぎない。この増加分は，種子や肥料，農薬，労力等の増分によるものである。

5.3.8　農業を実施した場合と実施しなかった場合の純生産額

事業を実施しなかった場合の純生産額は，これまでに述べた作物の価格と生産費に基づき，年額おおむね4,044百万Rp.（1,011US$／ha）となる。この場合，作物収量は現状と同じと仮定した。

事業を実施した場合，純生産額は同様の計算方法に基づいて8,135百万Rp.（2,034US$／ha）と予測した。（表7.2.1参照）

5.4　かんがい排水

5.4.1　水　　源

かんがい排水計画の主な水源は，ワラナエ川の7小支川，ランケメ川およびセロ川水系の3水系である。

本計画は，既存のDesaかんがい施設の取水堰の統合と恒久化および水路網の整備により，ワラナエ川7小支川の水源確保と開発から始まる。続いて，主要水源であるランケメ川の水源開発のために，ランケメかんがい用水路網の建設が行なわれ，さらに不足かんがい用水補充のためにセロ導水路が建設され，セロ川水系の水源開発が行なわれる。上記3水系に関して，過去5年間の流量資料をもとに旬別の流量を推定した。その内，最少利用可能流量は，次の通りである。

ワラナエ川7小支川	0.5 m^3／sec
ランケメ川	1.2 m^3／sec
セロ川水系	0.9 m^3／sec
合　　計	2.6 m^3／sec

5.4.2　かんがい用水路

作物の水消費量は，ペンマン（Pennman），ハーグリーブス（Hargreaves）およ

びラディエイションの3経験式で算定した値の平均値を採用した。なお，算定に当たり，シンカン(Sengkang)気象観測所で得られたA－Class Panによる蒸発計蒸発量と比較検討を行なった。この結果，例年，最大蒸発量は10月に5.5㎜／day，最小値は3.1㎜／dayで6月に生起している。

浸透損失に関し，調査団は1対の有底，無底のシリンダーを使用し，かんがい田において減水深測定を行なった。それによると，浸透損失は1日当たり1ないし2㎜の範囲にあり，安全測に見込み，かんがい用水量において，浸透損失を2.0㎜／dayと規定した。

生育期の水稲に対する有効雨量は，過去5年間の降雨資料をもとに，Daily Water Depth Balance Methodによって算定された。一方，水田裏作物に対する有効雨量はUSDA－CCS Methodによって求められた。過去5年間の降雨資料によれば，年間有効雨量は815㎜で，この内訳は水稲に対して715㎜，畑作物に対して100㎜である。この量は，年間降雨量の約45％に相当する。詳細は英文報告書ANNEXⅡに記載した。

計画地区内の土壌の構造および低い透水性から，かんがい用水量に占めるしろかき用水量を120㎜とした。苗床は，全水田面積の5％と仮定し，その期間の用水量を決定した。

水稲の生育期のかんがい効率は，Semi－technicalかんがい施設では56％，Technicalかんがい施設で64％とし，水田裏作物に対しては，そのかんがい方法や水田裏作地の状況を加味してかんがい効率を60％とした。

かんがい用水量は，気象資料と計画作付体系をもとに，1975年から1979年まで，旬ごとに試算した。（詳細は図5.4.1参照）単位用水量の最大は1978年1月下旬に生起し，1.26ℓ/sec/haである。（詳細は英文報告書ANNEX－Ⅱを参照）

5.4.3 取　水　量

かんがい用水の不足量を明確にし，ランケメ，セロ両河川からの取水量を算定するために，年間を通じた両河川の利用可能量と，計画作付体系によるかんがい用水量の比較，検討を1975年から1979年までの5年間について旬ごとに行なった。この結果，ランケメ，セロ両河川からの最大取水量は各々，3.6㎥／sec．および5.5㎥／sec．となる。しかし，この取水量は5年間に1度しか現われない。用水路の使用頻度を考慮して，ランケメおよびセロ川からの計画取水量はそれぞれ2.5㎥／sec．とした。両河川における利用可能水量の季節変動と，取水量は図5.4.2に示す通りである。

5.5 かんがい施設

本計画のかんがい施設の建設工事は3工事区に分けて行う。

5.5.1 第1工事区（Work Division－1）

ここでは，主にDesa かんがい施設の内，Non－technical施設（受益面積約2.900 ha ）を施設構造物の整備等により，Semi－technical レベルに引上げる。主な工事は，既存取水堰の統廃合と改修，末端水路とそれに係る構造物の整備，補完および連絡水路（二次水路）の建設である。

各Desa かんがい施設地区は，本計画の工事終了後，そのまま，末端かんがいブロックとして組み込まれ，現在使われているその幹線水路は，ランケメかんがい用水路網の3次水路として使われる。

(1) 連絡水路に関する比較検討

既存のDesa かんがい地区を，本計画に組み入れることに関して，それらの地区へのかんがい用水配分の方法を比較・検討した。比較案は，各々次の通りである。

i) 比較案－1　　かんがい用水は幹線水路から直接自然河川（ワラナエ7小支川）に放流し，各々下流域の既存取水堰により，各かんがい地区に取り入れられる。この場合，連絡水路は建設せず，既存取水堰を整備補完する。

ii) 比較案－2　　幹線水路によって選ばれたかんがい用水は，新設の連絡水路によって各かんがい地区に配水される。この場合，大部分の既存取水堰の整備は行なわない。

以上の2案について，建設費，水管理，土地買収および水資源の有効利用の観点に立って比較・検討を行なった。その結果，水管理の上では比較案－2がよりすぐれているが，比較案－1は建設費が低く，水源の効果的な利用が期待できる。この比較検討の結果をふまえて，新たに上記2案の利点を加味した折衷案を作成検討し，本計画のかんがい用水配水システムとして採用した。この折衷案は建設費の軽減に留意して作成された。連絡水路と改修整備される取水堰の位置は図5.5.2に示す通りである。（詳細は英文報告書ANNEX Ⅱを参照）

(2) 既存取水堰の改修と統廃合

計画幹線水路付近に位置する既存取水堰は，統廃合し，連絡水路によって連絡される。一方，幹線水路から遠く隔った既存取水堰は，改修整備だけを行ない統合しない。計画幹線水路からもよりの自然河川に放流されたかんがい水は改修堰で，個別に取水されるので，連絡水路の建設は不要となる。

大部分の統合堰は，勾配約1／100 の急流に建設される。これら渓流の洪水量の

大きさを考慮して，チロル式取水工を採用する。一方，ベロ（Bello）川に建設される取水堰については，その流砂，堆砂の状況により，チロル式取水工は技術的に不適と判断されるので，土砂吐を持つ普通型の取水堰を採用した。いずれの取水堰も，練石積により建設する。

(3) 連絡水路

連絡水路は，整備統合される既存取水堰とかんがい地区を結ぶ。連絡水路の通水能力は，約８０ℓ／sec. から５００ℓ／sec. の間にあり，その全長は約３０kmになる。これらの連絡水路は全て土水路で，台形断面を持つ。

(4) 末端水路網の整備

既存のDesa かんがい地区は，計画の中でかんがいブロックとしての役割を担う，附帯構造物を含め，このDesa かんがい施設の水路網はいまだにNon－technical の水準にある。第１工事区では，量水装置を末端水路に設置するとともに，埋ぼつ水路のしゅんせつを行う。

5.5.2 第２工事区

本計画地区の約1,６００ha のSemi－technical 地区と，第１工事区Semi－technical レベルに引き上げた面積約2,９００ha の地域を合わせ，約4,５００ha がこの第２工事区の対象地区となる。それら4,５００ha の水田に対するかんがい用水は，第１工事区で取り上げたワラナエ川７小支川に加えて，ランケメ川水源開発によって確保する。この工事区の主な仕事は，ランケメかんがい水路網の建設と，末端施設をSemi－technical レベルからTechnical レベルへ引き上げるための末端整備である。

(1) ランケメ取水堰

取水地点決定に当り，３比較案を作成し幹線水路の路線と合わせて比較検討した。（詳細は，英文報告書ANNEX Ⅱ参照）この結果，チェンナエDPU Semi－technical 施設の取水地点から約５００m 上流地点を，技術的・経済的に最適とし，ここに取水堰を建設することとした。

計画取水地点における流域面積は１０４km²で，水文解析の結果，その１００年確率洪水量は約７００m³／sec. と推定した。取水地点付近の河床および両岸に，固結度の低い堆積物で形成された基盤岩が露出している。地質的には，取水地点の基礎は取水堰建設に全く問題はない。

ランケメ川からの取水量およびかんがい用水補給水源として計画に組み込むセロ川の利用可能水量の季節的変動を考慮して，計画取水量は5.0 m³／sec. とした。地形条件から，調節水門は取入口に設置せず，流入した余剰水は，取水地点直下流に設置した横越流式の水路余水吐によって本川に排除する。取水施設は練石積工で建設し，ラ

ンケメ川に沿って作られる導水路部分は練石積によってライニングする。取水堰に設置する土砂吐および導水路頭部に設置される調節水門は，鋼製水門を設置する。セロ川水系よりの導水は，直接ランケメ幹線水路に放流し，効率的にその水を使用する。セロ川導水路からランケメ川を横断するために，取水堰堤体内に逆サイホン工を設ける。ランケメ取水堰の主要諸元は表5.5.1に示す。

(2) ランケメ幹線水路

ランケメ幹線水路は，長さ約30㎞である。取水地点よりランケメ川および州道に沿って東進し，約10㎞下流地点で丘陵を横切るために，約700mの水路トンネルを設ける。さらに幹線水路はラジャ川を横断し，その西方の丘陵山麓に沿って建設される。西方の丘陵地を北進した幹線水路は，ワタンソッペン市の東約1㎞の地点で，ベロ川に接続する。

ランケメ幹線水路は，ベロ川に接続するまでに，地区内を流れるワラナエ川の7小支川を横断する。従って，1ケ所の水路橋と6ケ所のサイホン〔工事の1〕が，幹線水路上に建設される。また，7小支川の内5本の支川にかんがい用水を直接放流し，各支川の下流部で遠く隔ったDesa かんがい地区に用水の補給を行なう。（図5.5.1参照）15ケ所の分水工を設け，第1工事区で建設した連絡水路および本工事区で新設する二次水路に，かんがい用水を分水する。

ランケメ幹線水路は，台形断面をもつ土水路で，一部土質条件から水路内の漏水を防ぐために練石積によるライニングをほどこす。水路断面は，地形および土質条件によって3種類に分けられる。（詳細は図面集，英文報告書ANNEX Ⅳ参照）

(3) 連 絡 水 路

第1工事区で建設した30㎞の連絡水路に加えて，本工事区では約2㎞の連絡水路を建設する。連絡水路は，総じて自然河川に沿って建設され，各支川の取水堰とDesaかんがい地区を連結している。（図5.5.3参照）連絡水路は，全線台形断面をもつ土水路で，通水能力は約80から250ℓ／sec.である。また，その水路附帯構造物は練石積工で建設される。

(4) 末端水路網の整備

既存のDesa かんがい地区の用水路設置密度は，1ha当たり10から100mと，地区により大きな開きがある。この工事区においては，その密度を1ha当たり平均約70mに引き上げる。この用水路密度は，スラウェシ州内にあるサダン(Sadang)およびバンティムルン（Bantimurung）両かんがい事業の実施資料と，南スラウェシ州の公共事業局により示された資料を参考に決定した。本工事区で建設される末端水路は，水管理を円滑に行なうために，分水施設，調節施設および量水装置を完備する。

5.5.3 第 3 工 事 区

計画区内の3DPU Semi−technicalかんがい地区（面積約1,900 ha ）について，その水源を確保し，Technicalレベルに引き上げる。この3地区は，現在，ワラナェ川の小支川を主な水源にしているが，そのかんがい用水補給のためにはランケメ川の開発のみでは不充分で，セロ川水系の開発が必要となる。

この工事区の主な工事は，3ケ所の取水施設を含むセロ導水路の建設と，上記Semi−technical 施設をTechnicalレベルに引き上げるための末端整備からなる。

(1) ジュパン取水堰

ジュパン川の取水地点は，ピシン川との合流点の上流約8 kmにあり，その流域面積は約230 km²である。取水地点での100年確率の洪水量は1,250 m³／sec. である。また，取水地点の地質は厚さ約2 mの河川堆積物におおわれた安山岩地層であり，取水堰建設に何ら支障はない。

この取水堰の形式は，予想される洪水の大きさと極端に小さい渇水流量，河床材料および建設費の軽減等を考慮して，チロル式渓流取水工とした。そのため，土砂吐を設置せず，取水工直下流に沈砂池を設け，流入する土砂の排除を行なう。取水地点直下流では，水路を河川に沿って設けるため，地形条件および洪水の規模等を考慮して調節水門を設置しない。この部分では，水路に流入した余剰水は，横越流式水路余水吐

ジュパン取水堰の計画取水量は2.5 m³／sec、である。

(2) ウ ニ 取 水 堰

ウニ川はジュパン川の小支川で，ジュパン取水堰の下流約1 kmでジュパン川に合流している。ウニ取水堰は，この合流点の上流約500 mの地点に計画され，その流域面積は約30 km²である。100年確率の計画洪水量は400 m³／sec. と推定される。洪水量および取水量（0.5 m³／sec. ）を考慮し，ウニ取水堰は簡易な蛇籠堰とする。かんがい用水は，承水路によって，セロ導水路まで運ばれる。取水工および流入工は全て練石積で建設する。

(3) ピ シ ン 取 水 堰

ピシン取水堰は，ジュパン川との合流点の約3 km上流に計画され，取り入れられたかんがい用水はリンポテンゲ（ Limpotenge ）部落付近でセロ導水路に流入する。

取水地点での流域面積は約40 km²で，100年確率の洪水量は約500 m³／sec. と推定される。取水地点は付近の河床および両岸には，石灰岩が露出している。

計画取水量（0.5 m³／sec. ），計画洪水量および地質条件を考慮し，ピシン取水堰もウニ取水堰と同様に簡易な蛇籠堰とする。取水地点から約5 km承水路が建設され，

セロ導水路と連絡する。取水工および流入工は全て練石積によって建設される。

(4) セ ロ 導 水 路

図5.5.1に示す通り，ジュバン川の取水地点から，ランケメ取水堰地点を結ぶ約15㎞の区間に，セロ導水路が建設され，セロ川水系の水をランケメ幹線用水路に導く。セロ導水路はジュバン取水堰地点から，ジュバン川左岸を北上し，リンポテング部落の南約0.5㎞の地点でピシン川を横断する。さらに，ピシン川の州道沿いに北東に進みランケメ川に至る。計画路線は全線急峻な丘陵地帯を通り，多くの小流を横断し谷を渡る。また，路線上の各所に風化した安山岩およびさんご礁質石灰岩が露出している。

セロ導水路には，ウニ・ピシン両河川と渓流1ケ所を横断するため，3ケ所の水路橋が建設される他，雨期の排水処理のために13ケ所の横断暗渠が設置される。計画取水量は用水計画から2.5㎥／secと決定した。

地形測量をはじめ，地質，土質調査が計画路線に沿って行なわれ，その結果から，導水路建設に当たっては，相当量の風化岩または硬岩の掘削が予想される。セロ導水路は基本的には，台形断面をもつ土水路で，一部土質条件により練石積によるライニングが施される。

本計画における雨期中の水源は，主にワラナエ川の7小支川とランケメ川に依存している。従って，雨期にセロ導水路によって運ばれる水は，主に道水路付近に散在する狭小な水田（合計面積約100ha）のかんがい水として使用される。そのために，導水路には簡単な分水施設が設置される。

セロ導水路附帯工は添付図面集（英文報告書ANNEX Ⅳ）に示す。主要取水堰の概要は表5.5.2および図5.5.4に示す通りである。

5.6 建 設 計 画

5.6.1 実 施 工 程

計画された工事の規模・建設機械の調達，事業の経済性を考慮して，その工期は5年とする。本計画の建設工事は大きく分けて3工事区分に分けられる。

第1工事区の主要工事は，ワラナエ川の7小支川にある既存の取水堰の統合改修，連絡水路約30㎞の建設および，面積約2,900haの村落かんがい地区の末端整備である。第2工事区の主要工事は，ランケメ幹線水路とその水路施設の建設，延長約2㎞の連絡水路の建設および，上記第1工事区で整備された地区2,900haを含む村落かんがい地区4,500haの整備（Technicalかんがい施設とする）等である。面積約1,900haのDPU Semi-technicalかんがい地区は，第3工事区において，

Technical レベルに引き上げられる。第3工事区には，この他，セロ導水路とその水路附帯工の建設が含まれる。第1および第2工事区は，建設計画の上でさらに，細分され，各々L－1からL－3とS－1からS－2の工区に分けられる。（詳細は図5.6.1参照）

第1および第2工事区の建設工事は，ほぼ同時に開始され，適切な工事監理で計画の工事進捗を保つようにする。

第1工事区の全工事が終了すると同時に，第2工事区の内，ランケメ幹線水路は，L－1工区の取水堰地点からラジャ川の区間およびL－2工区のラジャ川からラペンパ川までの工事の一部が終了する。L－2区の工事の開始とともに，第3工事区のセロ導水路建設が開始され，やや遅れて，セロ川水系の3つの取水堰の建設工事が開始される。第1工事区および第2工事区の全工事終了はほぼ同時期となる。詳細は図5.6.2および図5.6.3に示す。

土工・練石積工，およびコンクリート工に関する年間作業可能日数は，計画地区内外の降雨資料をもとに，252日と推定した。また，河川関連工事は，6月から11月までの渇水期5ケ月間に行なうものとする。

取水堰，取水口および河川横断物の建設は，重機による機械施工とし，連絡水路，三次水路および関連小構造物は人力施工とする。これは，計画地区内外の住民に対して雇用機会を増すことになる。全ての工事は請負方式によって行なわれ，ランケメ幹線水路とセロ導水路は，国際競争入札により，他の小規模工事は，インドネシア国内建設業者による競争入札とする。末端水路およびその関係施設は，州政府の指導のもとに農民自身が建設するものとする。

5.6.2 建設資材

計画地区周辺で調達可能な盛土材料は，次の4種類に分けられる。

1) 沖積層の扇状地堆積物
2) 洪積層の段丘堆積物
3) 崖錐堆積物
4) 残積成堆積物

以上の盛土材料は，総じて多くの礫を含んでおり，盛土材料として適当な透水性におさえるため，それらの礫は取りのぞかなくてはならない。また，これらの土壌は生土の状態で水分含有量が多い。このため，掘削後空気乾燥により最大乾燥度95％まで乾燥させ，滑動，収縮および膨張に対する応力を与える。

ワラナエ川の7小支川の河床には，コンクリート骨材に適した砂礫が厚く堆積している。この材料については，サンプリングを行ない比重と吸収性の試験を行なった。

この試験結果は，コンクリート骨材の賦存量は，本計画工事に使用されるコンクリート骨材の必要量を充分賄いうるものと推測される。しかし，取水堰建設予定地点付近には，骨材は不足しているため，取水地点にコンクリート骨材を供給するには，遠隔地よりの運搬が必要となる。このような現場条件から取水構造物を練石積施行し，建設費用の軽減を計った。

5.7 事　業　費

5.7.1 建　設　費

建設費は，主に直接工事費，エンジニアリング費および工事管理費から成る。全ての費用は１９８０年の単価をもとに積算された。建設費積算に当たって，価格変動に対する予備費は，インドネシア国内のかんがい事業に関する報告書および，南スラウェシ州における最近の価格上昇を参考として外貨分について７％，内貨分については１０％とした。

直接工事費は詳細の単価分析と，工事に係る建設材料の数量により積算した。水門，鉄鋼等の輸入資材の費用は，現行の国際価格に準じた。建設機械（重機）の費用は，工事期間の減価償却費を基本として積算した。内貨分の建設費にかかわる建設材料，人夫賃等は，国内市場価格および，南スラウェシ州政府発行の物価資料集を参考に積算した。

本計画実施に係る建設費は，財務費用で３４.６百万US$ となり，その内外貨分が１４.５百万US$，内貨分は２０.１百万US$ となる。（表5.7.1参照）

5.7.2 施設更新費

本計画に係るかんがい施設の内，水門とその附帯施設，鋼製部品，木材部品，および蛇籠は定期的に更新される。水門の耐用年数は２５年，他の施設・部品は１０年として，その費用を積算した。

水門の更新は事業実施期間内に１度行なわれ，その残存価値として１０％を見込んである。水門およびその附帯施設の更新費は0.１２百万US$ となる。一方，他の施設・部品は事業実施期間内に４回の更新が行なわれ，その更新費の合計は0.１５百万US$ となる。

詳細は表5.7.2に示す。

5.7.3 維持管理費

維持管理費は，人件費，機材の減価償却費，車輛，事務所経費，宿舎および消耗品にかかわる費用から成る。図6.2.1に示す事業組織に基づき，１５％の予備費を見込んだ上で積算した。年間の維持管理費は，0.５２百万US$ であり，直接工事費の

1.4％に相当する。詳細は表5.7.2に示す。

第6章　組　織　と　運　営

6.1　事業実施体制

公共事業省，水資源総局が，本かんがい計画の実施母体となり，本事業に係る責任を負う。また，事業実施に係る関係機関および州政府の適切な活動を統括する。

水資源総局のかんがい局が，本事業実施に直接の責任を負い，建設に関する業務は公共事業省の州機関が代行する。

事業の円滑な実施のために，ランケメかんがい開発建設事務所が南スラウェシ州公共事業省内に設けられる。この事務所は，必要な調査，現地宿舎の建設，用地買収，詳細設計および施行監理を行なう。以上の業務を効率的に行なうために，現場事務所を設置する。

本計画事業の実施体制は図6.1.1に示す。

6.2　維持管理体制

本計画の建設工事の完了にともなって，かんがい施設の維持管理および運用のために，管理事務所が設置される。この管理事務所は，ソッペン地区全般のかんがい事業を司るソッペンかんがい事務所（Seksi Irrigasi Soppeng）の下に組み込まれ，取水堰から第3次水路分水工までの運用および維持管理の任に当たる。この管理事務所は，ワタンソッペン本部およびセロ，ランケメの両支所からなる。セロ支所は，セロ導水路わきのリンポテンゲ村，ランケメ支所はランケメ取水堰近くのチェシナエ村に置かれる。ランケメ支所は長大なランケメ幹線水路組織の維持管理，運営を直接行なわねばならない。従って，3ケ所の派出所を設置する。管理事務所本部は，公正なかんがい用水の分配と適格な使用の他，年間の維持，管理の予定表の作成，施設の修復のための設計，施行監理，予算措置および所員の研修等の任に当たる。

セロ支所は，セロ導水路およびその関連施設の維持管理に当たり，ランケメ支所は，ランケメ取水堰，幹線水路，連絡水路および，ワラナエ川の7小支川に設置された統合堰の管理に当たる。その内，ランケメ取水堰および幹線水路を1派出所が担当し，他の2派出所は，各々約3,000 *ha*の地域について関連の二次水路（連絡水路）以下の水路施設と，統合堰を担当する。加えてこの三派出所は，管理事務所本部が作成した配水計画に基づいて，必要な現場における資料，情報を収集する。本部と2ケ所の支所の間には，連絡用の無線装置を設置する。本計画における維持管理体制を図6.2.1に示す。管理事務所に必要な人員は，本部および2支所に35名，3派出所に30名程度が必要となる。

6.3 水利組合

既存のDesa，DPUかんがい施設地区は本計画の単位かんがいブロックとして扱われる。全ての既存かんがい地区は，現在ウルウル（Ulu Ulu）と呼ばれる水管理人によって運営されている。水管理の円滑な運営のために，このウルウルによる水管理方式がP_3Aと呼ばれる水利組合に再編される。このP_3Aは，農区ごとに選ばれた受益農民代表によって組織される。

この組織の運営母体は，水管理人（組合長），連絡人，庶務および水門操作人で構成される。水管理人は，受益農民により選出される。実際の水管理は，本計画の管理事務所の指導のもとで水管理人が実施する。

原則として，この水利組合は既存のDesaかんがい地区を単位として組織されるが，150haを越える農区については，さらに細かい単位に分割される。この下部組合はそれぞれの水管理人によって運営される。

水管理人は，主に下記の役割をもつ。

1）水利組合事務所が作成したかんがい計画に従って年間の効率的な水利用を画す。

2）受益農民の代表者とともに，配水計画を検討する。

3）近代的なかんがい手法の普及について農業普及員に協力する。

4）農民と協力して，末端水路の整備と，関連構造物の修復を行なう。

5）末端かんがい施設の維持管理

6）現場から報告された水配分に関する資料の保管

7）地区内で生ずる緊急な問題等について，管理事務所と協力し処理する。

本計画の水利組合と，関連する組織を図示すると，図6.3.1の通りになる。

第７章　経済および財務評価

7.1　概　　要

ランケメかんがい開発計画の経済的妥当性は，開発の内部収益率により評価した。さらに年間便益，開発計画の目標達成期間内の遅延および事業費の変動に伴う経済性の感度分析を行なった。

開発計画の財務評価は，平均規模農家の農家経済および開発計画の借入資金の返済能力を分析することによって行なった。農家経済の分析は農民の立場から，開発計画が妥当であるかどうかを検討したものである。また，返済能力の分析は想定しうる借款条件によって借入資金および開発計画から発生する事業便益に基づいて行なった。最後に開発計画実施に伴って生ずる地域的な影響を検討した。

7.2　かんがい便益

7.2.1　農産物の増収

本計画では，かんがい施設の改良とかんがい用水の供給を実施することにより農産物の増収が期待できる。その便益は，開発計画を実施した場合と実施しない場合との生産物による年間純収益の差として求められる。

この便益は１９８３年に建設を開始し，一部組織の運営が開始されるとともに，年々増加し１９９６年で目標の収益に達する。詳細は表7.2.1および7.2.2に示す。

7.2.2　不完全配水による農産物の減収

本計画が完成された後でも年間降雨量や降雨時期が年ごとに変動するため，将来の作付計画においてかんがい用水量が，一時的に不足することが予想され，結果として，わずかな量ではあるが農産物の減収が生じる。この減収額については，事業を実施した場合の便益から差し引かなければならない。

事業を実施しなかった場合の純生産額は，１９７５年から１９７９年の５ケ年間の収量および生産量の資料を基に算出したが，この中にはかんがい用水不足による減収分はすでに含まれているものとみなした。

水田裏作物については，水不足日数に関係なく，必要総用水量に対する総不足用水量の比率を計算し，この比率を用いて総栽培面積から被害面積を推定し，この面積における生産額を減収入として算定した。一方水稲については，図7.2.1に示すように，水不足が収量におよぼす影響即ち干害による被害歩合（農林省統計情報部の夏作減収推定尺度を参照）により収量の被害量を算出し減収額を推定した。これらの減収については，ＡＮＮＥＸ－Ｉに詳細を述べてあるが，平均の年間減収額は２７５百万Ｒｐ

と推定される。

7.2.3　直接便益

前項で述べたようにかんがい総便益は年間4,091百万Rp（6.5百万US$）で，1ha当たり，約639,000Rp（1,023US$）である。しかしながら開発計画を実施した場合に発生する水不足による減収額を差し引いた純便益は，3,816百万Rp（6.1百万US$），1ha当たり約596,000Rp（954US$）となる。

7.3　経済費用

開発計画の経済費用は，直接工事費，運営，維持管理費および施設の更新費用を含めるが，税金，請負業者の利益などの移転支払分については総投資所要額から差し引いて算出した。移転支払分は直接工事費，運営，維持管理費および施設の更新費用については10％，エンジニアリングコスト管理費については2％と仮定した。

経済費用の算出にあたっては，1980年の実勢価格によって見積られている（換算率は625Rp＝1US$を使用した）。

開発計画実施にかかわる経済費用は，総額21.7百US$，そのうち外貨分は10.0百万US$，内貨分は7,313百万Rp（11.7百万US$）である。

7.4　経済評価

事業の経済評価のための基本的な仮定条件は，下記の通りである。

(1)　事業の存続期間は1982年を起点として50年とする。

(2)　工事期間は1982年に開始し詳細設計の期間を含めて5ケ年とする。

(3)　総経済費用は，13,563百万Rp（21.7百万US$）とする。

(4)　直接便益は1984年から発生し，年々増加して，建設開始後14年後の1996年を目標便益年額3,816百万Rp（6.1百万US$）とする。

詳細は表7.4.1と7.4.2に示した。

経済費用と直接便益に基づいた開発計画に対する内部収益率（IRR）は14.7％と算定した。この値はランケメかんがい開発計画が経済的に妥当であることを示すものと考えられる。

感度分析は直接便益の変動，目標達成時の遅延および建設費の変動に対して行なった。

	IRR
(1)　直接便益が20％減の場合：	12.3％
(2)　建設費が20％増の場合：	12.7％
(3)　直接便益が20％減，建設費が20％増の場合：	10.6％

(4) 目標達成の期間が2年遅延した場合： 13.7%

(5) (4)の場合で，直接便益が20%減の場合： 11.5%

詳細は図7.4.1に示した。この事業にこれらの変動要素に対してそれほど経済的な動揺はない。

7.5 農家経済分析と事業の借入返済

農家経済の観点から本事業の妥当性を評価するために平均規模農家についての農家経済分析を行ない，投資に対する農家の返済能力を分析した。分析は，将来事業を実施した場合と実施しなかった場合との比較に基づいて算出した。その結果は表7.5.1に示す通りである。農家の返済能力は，事業実施によって発生する農家の年間純保留額によって測定される。

事業の目標が達成されたのち，平均農家一戸当たりの年間の農家経済余剰額（支払可能額）は現状の1,800Rpから197,600Rp（632US$／ha）に増大する。この純保留額の増大は，将来，開発事業への農民参加を刺激するとともに，かんがい用水の供給に対するある程度の負担金が支払えると判断され，本事業の妥当性を農家経済の面から裏づけている。

7.6 建設所要資金および借入償還能力

7.6.1 水　代

かんがい施設の運営・維持管理・改修や借入建設資金の返済に当てられる水代等は，一般的にかんがい用水の供給によって便益を受ける農民即ち受益者によって支払われることが一般的な方式である。

年間の運営・維持管理費は0.52百万US$（80US$／ha）である。（表5.7.3参照）一方，建設費の年均等償還額は，予想される借入資金より算出すると，258US$／haとなる。

運営・維持管理費と償還額との合計は，1ha当たり年額で約338US$となり受益農家の純保留額632US$の約53%である。この結果から受益農家の経済余剰額を資金の償還に充当することは充分可能と判断されるが，インドネシア政府の農業に対する基本政策として受益農家に対する水代は無償にすることとなっている。

従って受益農民に対する負担は，施設の完成後農民によって自主管理される末端水路以下の運営・維持管理費のみになるが，この負担額は純保留額のわずかに8%となる。また，この額は，現在の水代の約2倍即ち，1ha当たり約30,000Rp（48US$）となるが，受益農家は充分支払可能と判断される。

7.6.2　建設必要資金および償還

事業建設に必要な資金は，第５章で述べてある財務費用相当額である。年次別支出計画は建設計画に基づいて作成した。事業の償還能力の分析は次に述べる条件に基づき，建設資金が調達されることを仮定して行なった。

(1)　外貨分の全額と内貨分の約３１％（総借入額の３０％）については，国際金融機関からの融資を受ける。融資条件としては，年利3.5％，返却期間は７年間の据え置き期間を含んで２７年間とする。

(2)　残り６９％の内貨分については，政府の予算から支払われるものとする。

上記の融資条件にもとづいて，表7.6.1に示したようなキャッシュフローを作成した。融資に対する償環額は，年1,６５０,０００ＵＳ$と推定される。

政府の政策として受益者よりの水代徴収を期待しないため，償還費用と施設の維持管理費（年間５２３,０００ＵＳ$）を合わせた年額2,１７３,０００ＵＳ$については全額が政府の補助金になる。

しかしながら，この政府の補助金は，本事業の実施にともなって発生する税金の増収分および米の輸入減少に伴なう外貨の節減で補充されるであろう。増収される税金としては，主に農産物の生産の増加によって発生するもので，予想される生産税（ＩＰＥＤＡ　Tax）額は年間約１３０,０００ＵＳ$と推算した。一方外貨の節約分としては，年額約4,４２０,０００ＵＳ$となろう。

本事業に対し，政府負担の補助金については，上記の税増収および外貨節約で充分に補われるものと判断される。

7.7　社会経済的効果

本事業の実施により下記のような社会・経済的効果が期待される。

(1)　外貨の節約

インドネシアにおける米の生産は，まだ需要に対し不足しており，最近５ケ年の平均で年間約１４０万ton が輸入されている。本事業の完成に伴なう米の年間生産量は，乾燥穂付きもみで現状の年間４8,000 ton から７7,000 ton となり，約２9,000 ton の増収となる。この増収のうち，地区内消費分を差し引いても約２3,000 ton が流通するものとして期待される。この増収を外貨の節約額に換算すると，輸入米に対する外貨支払額は毎年約4,４２０,０００ＵＳ$に相当する。

(2)　開発展示効果

本事業は，マスタープランで要望された９つの開発計画の中で，最初に着手されるもので先駆的な役目を持っている。本事業が実行されることにより建設分野における

経験，技能，知識の熟練度を高めるとともに，本計画に引き続いて着工される他の開発事業に対して大きな貢献がなされるであろう。一方本事業地区周辺の農民に対して，近代的なかんがい手法の普及により，著しい展示効果が期待される。

(3) 雇用機会の拡大

本事業計画の建設期間中には，地区内外の潜在失業者にも雇用機会が与えられることになる。建設工事が完成した後でも，通年かんがいによる集約的な土地利用が行なわれ，雇用機会が大巾に拡大するであろう。更に，建設に従事した住民の収入が増えることはもとより，建設の各分野においての経験・技術知識の増大が期待される。このような経験が南スラウェシ州の将来の開発に大きな原動力となろう。

(4) 農産物の品質向上

現在，計画地区内で行なわれている水田裏作物（メイズ，落下生，緑豆，大豆など）の品質は無かんがいで旧式な栽培がなされており，品質が極めて低い。この裏作物の品質は，事業の実施により，かんがい施設の導入，それに伴なう耕作技術の改良によって改善されるであろう。一方，米の品質は，充分なかんがい用水を確保することにより，籾の登熟度が増し，品質が向上する。この品質の向上は，農産物の市場性を高めることが期待される。

(5) 内水面漁業開発の可能性

内水面漁業開発については，本開発地区内に建設される３０㎞の，かんがい用水路が使用可能と思われる。また，将来の調査研究により無公害の農薬を使用することにより，水田養魚の可能性が残されている。これらの漁業開発により農家に対する収入を増加させ，地区住民への動物たんぱく質の供給面でも大きく貢献するであろう。