ュン左岸かんがい幹線水路のブドゥン及び右岸幹線水路のボスにおいても試料を採水した。

水質試験の結果によると，各河川水とも農業用水として利用する場合には，雨期・乾期いずれもその水質に問題はない。また，適当な浄化処理を前提とすれば，飲料水の原水として利用可能である。

1982年12月に塩分濃度の現場測定調査をチウジュン川下流部で行った。その結果によると，河口より約5km上流のティルタヤサで約1,000ppmの塩分が測定されたが，河口より18km上流のクラギランではごく微量であった。この結果から，塩水浸入はおおむねクラギラン橋付近までで，これより上流への影響はないものと考えられる。

4.2 地下水

4.2.1 現 況

調査地域の地下水は不圧地下水と被圧地下水の2種類に区分される。不圧地下水は地表下1m以内から約12mの深さに出現する。主に調査地域南部のカラン山周辺で涵養され，地下水面勾配1／50ないし1／500で北ないし東方向に流下している。不圧地下水をくみ上げている浅井戸の規模は，口径60ないし120mm，深さ2ないし7mのものが一般的で，乾期に揚水量が減少するため，需要に対応しきれない。

第四紀火山噴出物堆積層の不圧地下水賦存量を把握するため，深さ58mの試さく井が3本掘られ，揚水試験の結果，地下水賦存量は比較的小さいことが判明している。不圧地下水の水質はカラン山周辺では良好だが，低地では飲用に適さない。

調査地域北部の海岸地帯に分布する深井戸は，掘抜き深度が50ないし200mあり，層厚5m以内の細粒質ないし中粒質の帯水層を何層か貫通している。各井戸の総揚水量は毎秒3ℓ程度と推定される。被圧帯水層の分布は限られており，しかもその比湧出量は一般に小さい。ランカスビトンの水道施設の原水は深さ150m，層厚25.5m，比湧出量毎秒2.44ℓの帯水層から揚水されている。沿岸地帯に分布している被圧地下水は塩水浸入の影響を受け，水質が劣っているが，カラン山周辺の火山砕せつ物堆積層の被圧地下水の水質は良好で，比電導度は140ないし170micromhos／cmの範囲にある。

湧泉はカラン山の南北両山麓の標高200mから300mの間に帯状に分布している。この

一帯の小河川は乾期に干上がってしまうが，湧泉は年間を通じて枯渇することなく湧出し，その水質も良好で飲用に適している。湧泉は層厚数mの砂岩層及び火山砕せつ物堆積層から湧出しているが，場所により安山岩質礫層あるいは熔岩流堆積層からも湧出している。

域内の湧泉分布地区はカラン山北部，カラン山南東部，パラカサ山，ブラサリ山の4か所に分けられ，前者の2か所では，湧出量毎秒 376ℓのチパンテン，毎秒 115ℓのスカチャイ，毎秒 195ℓのタンジュンなど湧出量が比較的大きな湧泉がみられる。後者は2か所とも水源涵養地域が小さいため，湧出量は小さい。

4.2.2 地下水賦存量

不圧地下水の賦存量は海岸地帯，カラン山周辺いずれも小さく，さらに，前者は塩水浸入による水質不良の問題もあり，生活用水及び工業用水利用には質量とも期待できない。被圧地下水も調査地域全域に分布しているものの，需要に対応できるだけの揚水量が得られる地区が限られているので，大規模な地下水開発事業の実現は見込みが薄い。

湧泉は大部分が利水目的で活用され尽くしており，新規水需要に見合う開発水量を捻出することは極めて困難である。

4.3 利水現況

4.3.1 かんがい用水

調査地域には93,000haの水田がある。このうち，62,700haがかんがい水田，残りは天水田となっている。現況作付体系は，図－6に示すように，降雨パターンと水源河川の流況により多種多様に変化している。

全かんがい面積のうち，44,900haがＤＰＵ管轄のかんがい地区となっており，これを維持管理組織の形態で分類すると，ＤＰＵＰが支線水路まで維持管理を分担しているテクニカルかんがい地区が33,600ha，ＤＰＵＰが幹線水路まで維持管理を分担しているセミテクニカルかんがい地区が 7,000ha，ＤＰＵが建設し農民が維持管理を担当しているシンプルかんがい地区が 4,300haとなる。ＤＰＵ管轄外の17,800haは村営かんがい地区である。域内には，ＤＰＵの管理するかんがい事業が71地区あり，その内訳はテクニカルかんがい事

業13地区，セミテクニカルかんがい事業35地区，シンプルかんがい事業23地区となっている。最大規模のものはチウジュンかんがい地区で，その受益面積は24,200haである。その他の主要かんがい地区には，受益面積 2,200haのチパンテン地区，受益面積 1,500haのチワカ地区，受益面積 1,440haのチランダ地区，受益面積 1,435haのチチンタ地区がある。チウジュン地区を除くＤＰＵ管轄の一かんがい地区当たり平均面積は 297haとなる。ＤＰＵ管轄かんがい地区の位置を図－７に示す。

調査地域のかんがい地区はいずれも頭首工で河川自流を取水し，自然流下方式で受益地区に導水している。かんがい用水の最大水源はチウジュン川である。表－10に示すように，雨期作かんがい面積は合計62,700haで，そのうち46,200haは水源をチウジュン川の本流あるいは支流に依存している。その他，チブルム，チワカ，チパンテン，チダナウ及びその他の中小河川を水源とするかんがい地区の雨期作かんがい面積は合計16,500haとなっている。乾期作かんがい面積は，各河川の乾期自流量が大幅に減少するため，平水年において域内全体で19,200haにとどまり，雨期作かんがい面積の約30％しか作付ができない。

1972年から1982年までの11年間の月平均雨量から有効雨量を求め，さらに現行のかんがい効率を55％と推定し，調査地域全体のかんがい消費水量を推定すると，年間10.6億m³となる。そのうち，7.7億m³をチウジュン川から，残り 2.9億m³を他の河川からそれぞれ取水している。

4.3.2　生活用水と工業用水

調査地域の主要な都市であるセラン，パンデグラン，ランカスビトン，チレゴンはいずれも水道施設を保有し，市街地住民に生活用水を供給している。また，工業用水を消費している域内の主要工場及び公共施設としては，サティア・ラヤ・インダ木材産業㈱，スタトマＰＶＣ樹脂製造㈱，クラカタウ製鉄㈱，スララヤ発電㈱，港湾・フェリー施設，チレゴン工業団地が挙げられる。

セランの水道施設は，その水源をスカチャ及びチタマン湧泉に依存しているが，現在毎秒 303ℓの原水を確保しており，当面の生活用水需要を十分に満たし，かつ将来の需要増に対応できるだけの余裕を残している。

パンデグランの水道施設は，その水源を最近開発したカランタンジュン湧泉に依存しているが，湧出量が毎秒20ℓしかなく，現在の生活用水需要に対しても負荷がかかりすぎている。このため，新規水源確保を目的とした後続開発計画が検討されている。

ランカスビトンの水道施設は，その水源を揚水量毎秒35ℓの深井戸に依存しているが，供給力に余裕がないため，揚水量毎秒40ℓの深井戸を現在掘削中である。

チレゴンの水道施設へ浄水供給を目的とし，クラカタウ製鉄㈱所有のクレンチェン浄水場から毎秒50ℓを上限として送水する協定が最近締結された。給水開始予定時期は1983年5月となっている。

調査地域の各郡庁が所在する村では，その市街地の規模と立地条件に応じて，浅井戸，湧泉，河川あるいはかんがい用水路を水道施設の水源として利用している。水道施設の計画容量は，行政側の管理・補助上の理由により，毎秒 2.5ℓ，5ℓ，10ℓの3種類に規格化されている。域内では，このＩＫＫ水道事業は1981年から開始されている。

農村部の集落を対象にした水道施設としては，公衆衛生局の補助で導入中の手押しポンプがあり，2000年までに調査地域全域に普及することを目標に掲げている。特に，干ばつの甚だしかった1982年の乾期には，この手押しポンプが威力を発揮し，農村集落の家庭用水確保に役立った。

調査地域の主要工場はいずれも自家用水源施設をもち，工業用水を自力で手当てしている。水源別に工業用水消費地を大別すると，クラカタウ製鉄所，スララヤ発電所，チレゴン工業団地及びアニエル／メラク地区の木材工場，樹脂工場，港湾施設，フェリーターミナルの4ヵ所となる。

アニエル／メラク地区においては，サティア・ラヤ・インダ木材産業㈱が自家用工業用水をカリアニエル川から毎秒2.90ℓ揚水し，従業員用の家庭用水を社有の深井戸から毎秒4.05ℓ揚水している。スタトマＰＶＣ樹脂製造㈱も自家用工業用水を社有の深井戸から毎秒0.10ℓ揚水し，さらに海水淡水化装置を装備し，毎秒1.53ℓを造水している。さらに，生活用水として毎秒0.03ℓを消費している。メラクフェリーターミナル及び港湾施設が使用している水源施設は揚水量毎秒0.58ℓの浅井戸であるが，これだけでは需要に対応しきれないため，施設内の生活用水分を含め工業用水補給分として，チレゴン地区の私企業か

ら毎秒0.17ℓに相当する日量15m³を買水している。

クラカタウ製鉄㈱は処理能力毎秒2m³のクレンチェン浄水場を所有し，工業用水及び社員の家庭用水を独自に供給している。この水道施設は原水をチダナウ川から毎秒 2.5m³揚水し，クレンチェン浄水場まで管路で圧送している。現在，自社分として毎秒0.98m³の浄水を消費しているが，その他に，建設中のスララヤ発電㈱へ従業員用家庭用水として毎秒50ℓを給水する計画が既に決定している。また，諸準備が整えば，協定に基づいてチレゴンの水道施設にも毎秒50ℓの給水を近々開始する。

スララヤ発電㈱は自家用工業用水を処理能力毎秒2.17m³の海水淡水化装置2基で造水する計画であるが，工場内の飲用水及び従業員用家庭用水として，クラカタウ製鉄㈱のクレンチェン浄水場から毎秒50ℓを受水する予定である。

チレゴン工業団地の計画面積は 550haあり，クラカタウ製鉄所の川下関連産業である鉄鋼2次製品製造業，機械製造業などを基幹とした水消費型産業を誘致中である。工場誘致に必要な基盤施設整備の一つとして，クレチェン浄水場から工業団地及び従業員住宅地への工業用水と生活用水供給を目的とした水道施設の新設が計画され，工場団地分譲計画に合わせて工事に着手できるよう準備段階に入っている。

4.4 現況水収支

4.4.1 チウジュン川水系

チウジュン川流域面積は 1,850㎢あり，調査地域の過半を占めている。このチウジュン川の自流は河口から37km上流にあるパマラヤン堰で左右両岸に分水され，左岸幹線水路延長42km，右岸幹線水路延長28kmを経由してチウジュンかんがい地区24,200haに導入されている。雨期の自流量は受益地全域のかんがい用水補給量に対し余裕が十分にあるが，乾期の自流量は大幅に減少し，その全量を充てても，平水年において約10,000ha程度のかんがい用水量にしかならない。パマラヤン堰以外に，チウジュン本川筋から直接取水している頭首工は現在1か所もなく，また水系内に建設された貯水池もない。

カラン山の東斜面に源を発し，チウジュン川にパマラヤン堰より下流で左岸から合流する支流が何本かある。この支流沿いに分布している水田はいずれの支流の乾期自流量のほ

とんどをかんがい用に消費している。したがって，チウジュン本流のパマラヤン堰上流部を一独立水系として取扱えば，上述した支流における既存のいずれの水利用も侵すことなしに，新規水資源の開発計画を策定することができる。チウジュン川流域の年間流出量は季節的に著しく変動するので，流出量無調節のままでは，かんがい用水，生活用水あるいは工業用水のような消費的水利用に，年間流出量の一部しか充当し得ない。

4.4.2 チブルム川

チブルム川は調査地域の東側を流れるチドリアン川の一支流で，チチンタ川を合流後，K－C－C地区の東縁を流下して本川に合流している。チブルム川流域はチウジュン川流域に隣接しているが，この流域から流出する表流水は地形的制約もあって，全く利用されることなく，チドリアン川からジャワ海へ流れ去っている。

チチンタ川はチドリアン本川とチブルム川に挟まれた狭い流域に源を発し，チブルム川に合流する。チチンタ川の自流はチブルム川合流点上流に設けられた頭首工で取水され，受益面積 1,435haのチチンタかんがい地区の雨期作補給かんがい用水に利用されている。しかし，流域が狭いため，乾期には流出量が著しく小さくなり，その結果，乾期作かんがい面積は豊水年でも 100ha前後にとどまっている。

チドリアン本川を水源とする既存かんがい地区の取水施設及びP3SAが実施したC－J－C水資源開発計画において策定された水源施設は，いずれもチドリアン本流とチブルム川の合流点より上流に位置しているので，チブルム川流域を対象に水資源開発計画を策定する場合には，チチンタかんがい地区の既存水利用のみを考慮すればよい。

4.4.3 その他の水系

チパンテン川の表流水はチパンテンかんがい地区の雨期作補給かんがい用水及び乾期作かんがい用水として利用されている。しかし，自流量減少に対応し，乾期作作付面積は流域内のかんがい水田総面積 2,460haの20%以下にとどまっている。

チダナウ川上流にあるランチャダナウ湿地には，周囲から多数の小河川が流れ込んでいる。この小河川を水源とする村営かんがい事業が湿地の後背地で実施され，現在その合計

面積は 2,260ha，また乾期かんがい面積も 500haを超えている。河口近くには，クラカタウ製鉄㈱専用の揚水機場があり，27km離れたチレゴン近郊のクレンチェン浄水場まで呼び径 1,400mm，通水容量毎秒 2.5m³の管路が敷設されている。浄水場に隣接し，総容量 250万m³のカリブルン原水池が非常用として設けられている。現在のところ，揚水機場の常時揚水量は毎秒 0.3m³であるが，これが全面的に稼動すると，チダナウ川の乾期自流量はほぼ全量取水されることになる。

カリアニエル及びその他の小河川では，雨期の補給かんがい用に自流量が利用されている。

4.5 水資源利用の問題点

調査地域の水田は，62,700haが雨期作補給かんがい用水として域内各河川の自流量を取水している。通常，雨期には有効雨量が多いので，雨期作に必要な粗用水量が域内各河川の自流量を上回ることはなく，したがって高水流量はほとんど利用されずに海へ流れ出てしまう。雨期の到来が遅れた場合に，適切な田植時期を失することはあるが，引続いて干ばつにならない限り，被害が深刻化するまでには至らない。これとは逆に，乾期にはインド洋から吹く季節風が調査地域南境の分水嶺の影響を受けるため，降雨区域が域外に偏り，域内の降雨量は著しく少なくなる。さらに，域内河川の自流量が年によって大きく変動する。調査地域では，乾期作の粗用水量が雨期作に比較して平均約15%増え，しかも河川自流量の変動が大きく，また全体的に減少するので，仮に自流量を全量取水しても，乾期作の全作付面積は10,000haから30,000haの範囲にとどまっている。雨期に貯水した高水流量を放流して乾期の低水流量を増やす貯水池や，新規需要を含む総水需要量が年間の流出量を上回る水系への流域間導水などの，表流水をより有効に利用することを目的とした水源施設が欠けていることが，調査地域における水資源利用上の最大の問題点である。

チウジュンかんがい地区を対象に，ＰＲＯＳＩＤＡは世界銀行の資金援助を得て，1970年からパマラヤン堰の補強，幹線水路の主要水理構造物の改修を行い，さらに受益地区内を貫流するチウジュン及びチパンテン両河川最下流部の河川改修を実施中である。幹線水路の改修工事には水路の浚渫が含まれていないので，現在の通水容量は左岸幹線で毎秒20

m³，右岸幹線で毎秒6m³となっている。チウジュン川の乾期自流量に依存した乾期作作付面積はチウジュンかんがい地区全受益面積の40%にあたる 9,600haを目標としているが，1977年から1981年までの最近5年間の平均作付実績は 7,000haにとどまった。受益地区全体のかんがい施設の維持管理を統轄する組織がなく，また上述したように，乾期作作付面積が水源不足によって限定されているために，受益者の組織化をはかる水利秩序，いわゆるゴロンガンシステムが正しく機能していない。その結果，乾期には幹線水路から支線水路上端沿いに水田を保有する農民がかんがい用水を優占し，支線水路末端にはかんがい用水が到達しないという事態が恒常化し，受益者の経営状態に格差を生ずる原因の一つとなっている。K－C－C地区には約 8,000haの水田がまとまっているが，標高の関係で，地区両側を流れるチウジュン，チドリアン両川のいずれかに取水工を設けて表流水を容易に導水することができなかった。このため，K－C－C地区の農民は天水に依存して水稲を栽培し，乾期には全部の水田を休閑地としなければならない。したがって，水田の利用率が低く，K－C－C地区は調査地域の中でも代表的な低所得地帯となっている。

ランカスビトン及びチレゴンの水道施設は水源を地下水に依存しているが，周辺地区の地下水賦存量は極めて限られており，新規水需要を満たすことのできる地下水を別途開発できる可能性はない。年々増大する水需要に対応するために，新しい水源として表流水の開発が求められている。

チウジュン川下流域で実施されているＩＫＫ水道事業は浅井戸，小河川，かんがい水路を水源としており，干ばつが長期にわたると住民は極度の水不足に苦しめられる。住民の生活環境改善には，家庭用水の安定供給が是非とも必要となる。

アニエル／メラク地区では既存工場においても海水淡水化装置を設備して工業用水を確保しなければならず，分譲中のチレゴン工業団地を含めて，水需要者がこの一帯で独自に開発利用できるような未開発水資源は残されていない。この地区で工業振興を推進するためには，水源手当を含む生活用水及び工業用水供給を目的とする水道施設導入を生産基盤整備の最優先対策とすることが望まれる。

1981年11月に発生したチウジュン川の洪水は既往最大のもので，ランカスビトンでは約 2,400戸，チウジュン川下流でも約 3,600戸が浸水被害を受け，またチウジュンかんがい

地区の水田約 3,800haも冠水した。現在，ＰＲＯＳＩＤＡが実施中のチウジュン川河川改修による築堤工事は，この洪水が氾濫した地点よりさらに下流を対象としている。チウジュン川上流のランカスビトンの住民は早急な治水対策を強く要望している。

第5章　水需要

5.1　水需要予測の基本概念

調査地域における将来の水需要を次の基本概念に基づいて予測した。

(1) 各部門における開発目標達成年次を西暦2000年とする。

(2) 将来の人口は1961年，1971年及び1981年に行われた国勢調査に基づいて予測する。

(3) かんがい用水量はＰＲＯＳＩＤＡの定めた計画基準に基づいて予測する。

(4) 生活用水量はインドネシアにおける最近の消費動向を考慮して定めた原単位に基づいて予測する。

(5) 生活用水及び工業用水の供給施設の比較案の検討にあたり，現況の私有施設と公共水道施設の一体化も含め，最も経済的な案を作ることとする。

5.2　人口予測

ＬＥＫＮＡＳ－ＬＩＰＩは1976年に，1961年と1971年に実施された国勢調査及び1976年までの人口統計に基づき，2005年の人口予測を行った。このなかで，国民の栄養摂取状態及び外領への移住と都市化による農村人口移動の二つの要因について，それぞれの変動が最低の場合と最高の場合の二つの状況を想定し，将来の人口を予測している。これによると2000年のインドネシアの人口は２億１千万人から２億６千万人の間，平均で２億３千５百万人に達するものと予測している。表－12に示すように，年平均人口増加率は，最低の場合で1.77%，最高の場合で2.77%，平均で2.27%となる。

一方，過去３回の国勢調査によると，1961年から1971年までの11年間の年平均人口増加率は2.10%，1971年から1980年までの10年間には2.37%と上昇し，1961年から1980年までの20年間の平均では2.23%となる。この三つの年平均人口増加率のうち，1961年から1980年までの増加率がＬＥＫＮＡＳ－ＬＩＰＩの平均予測値とよく一致している。さらに，将来における家族計画の効果を考慮すると，2000年の人口予測には1961年から1980年までの年平均人口増加率を適用することができる。この手法に従って調査地域の人口を予測し，

その結果を表－12に示してある。

2000年における調査地域の予測人口は 263万人で，このうち人口集中傾向の強いセラン，チレゴン，プロメラック，カセメン各郡の合計人口は1980年の30万人から58万人へとほぼ倍増し，かつ，この間の年平均人口増加率は３％を超えるものと予測される。もし，これらの郡内で工業及び商業がより発展すると，人口がさらに集中し，人口増加率は予測値より大きくなると思われる。

調査地域の都市人口は，域内の商工業及び行政活動が集中しているセラン，チレゴン，パンデグラン，ランカスビドン，プロメラック，チルアス，クラマトワトゥ，チオマス各郡の将来予測人口と市街地住民人口比率に基づいて予測した。その結果，2000年における域内の都市人口は29万人となり，調査地域の総人口の11％を占めることとなる。予測人口の内訳を表－13に示してある。

5.3　かんがい用水需要量

5.3.1　かんがい計画地区

調査地域の低平地の大部分は既に水田に利用されているが，域内には依然として水稲栽培にかなり適した土地が残っている。これらの土地は勾配が２°から15°の傾斜地に分布している。そのうち，近傍の河川から取水でき，傾斜があまり急でない土地の一部は既に棚田として利用されている。棚田以外の傾斜地は全部で71,000haあり，現在は陸稲及び畑作物の栽培あるいは樹園地として利用されている。これらの土地を対象に，降雨以外に安定した用水源を確保して水田を新たに造成することは技術的に可能と考えられるが，地形的制約から，新規に開発される水田に対するかんがい用水供給には揚水施設が不可欠となる。したがって，自然流下式取水を基本とするＤＰＵの方針がここ当分の間続くものと想定されるので，このような条件にある水田は本基本計画のかんがい対象地区に含めないものとする。

調査地域の既存かんがい地区全体の二期作面積は，降雨量が平年並みの年には19,200haである。しかし，乾期にも比較的豊富な降雨量と河川流量に恵まれた年には，作付面積は31,000haに拡大するが，乾期の流量が平年以下になると作付面積は10,000haに減少する。

ＤＰＵの管理するかんがい地区のうち，平水年に年１回しか作付できない水田の総面積は30,500haに達する。これには，チウジュンかんがい地区14,600ha，チパンテンかんがい地区 2,000ha，チサングかんがい地区 1,400ha，チチンクかんがい地区 1,435ha及びチワカかんがい地区 1,365haが含まれている。したがって，計画目標年次における調査地域のかんがい二期作面積を予測するにあたり，現在かんがい施設が整備されていながら，恒久的水源施設を欠いて一期作しかできない水田を，まず計画対象地域に取り込むこととする。

調査地域には，現在かんがい施設が整備されていない水田が30,300haある。これらの天水田のうち，約 8,000haはパマラヤン，コポ，チカンデ，チャレナンの各郡，いわゆるＫ－Ｃ－Ｃ地区のなだらかな丘陵地に集中している。このＫ－Ｃ－Ｃ地区の農民は，水稲栽培に習熟しているものの，天水田のために収量が頭打ちになっており，既存かんがい地区農民の農業所得より一段と低い水準に甘んじている。このような社会・経済的背景を考慮し，2000年におけるかんがい面積予測には，Ｋ－Ｃ－Ｃ地区全域を二期作地区として計上する。

人口増加による米の自家消費量増加分を吸収し，かつ調査地域全体の自給率も向上させるために，かんがい用水の新規開発，乾期かんがい面積の拡大，天水田のかんがい二期作水田化が技術的及び経済的に容易に実現できる水系に開発優先順位を与え，2000年及びそれ以降のかんがい面積を予測した。表－15に示すように，2000年のかんがい水田面積は現在の62,700haから70,900haに，また，かんがい二期作水田面積は19,200haから43,200haにそれぞれ増える。

5.3.2　計画作付体系

調査地域においては，水稲の大規模通年かんがい栽培が一年生作物の中で最も収益率が高い。乾期に水田に野菜を栽培しても，大消費地であるジャカルタ周辺には多くの先発生産地があり，これに対抗し得る高生産性と低流通経費を期待することが難しい。したがって，乾期稲作の代替に野菜栽培を新しく導入することはあまり得策とはいえないので，かんがい地区全域において水稲二期作を実施することとし，計画作付体系を策定した。乾期の作付面積は水需要と新規に開発される水源水量を対比して調整するものとする。

計画作付体系を策定するにあたり，チウジュンかんがい地区及び新規に計画するK－C－Cかんがい地区の幹線水路を維持修理する期間として，1か月の非かんがい期間を設定した。このために，雨期作には中生種のチサダネ，乾期作には早生種のＩＲ36を作付けることとする。

農作業適期及びかんがい用水量を比較するために，5種類の作付体系比較案を検討した。その結果採用された計画作付体系によれば，図－5のように，雨期作の作付時期を11月から1月下旬，収穫時期を3月から5月に，また乾期作の作付時期を4月中旬から6月，収穫時期を8月から9月に設定した。この計画作付体系は調査地域のかんがい地区で現在普及している作付体系とほとんど変わらないが，かんがい用水の水がかりが，いわゆるゴロンガン方式にのっとり，正しく実行されることを前提としている。

5.3.3　かんがい用水需要量

計画作付体系に基づき，かんがい用水量を月単位で算定した。蒸発散量，浸透損失水量，水路損失水量などの実測記録が不十分なために，計算には非常に簡素化した仮定を適用した。水源施設の貯水容量を決定するため，チウジュン川のランカスピトン測水所における1972年から1982年までの11年間の流量記録に基づき，かんがい用水量を計算した。この中で，純用水量は蒸発散量，浸透損失水量，表面流去量の和から有効雨量を減じた値に等しく，粗用水量は純用水量と水路損失水量の和に等しいとした。

蒸発散量はＰＲＯＳＩＤＡが推奨している作物係数を用い，改良ペンマン法に基づき算定した。浸透損失水量もＰＲＯＳＩＤＡ基準を適用して算定した。田越しかんがいにおけるしろかき用水量はジルストラとファンデゴールの公式を用いて算定した。有効雨量は，しろかき期間中は月降雨量の70％，水稲生育期間中は月降雨量の40％と仮定した。1972年から1982年までのセラン観測所の月降雨量及びティーセン多角形法に基づき，計画地域における同期間の降雨量を算定した。既存のかんがい地区における水路損失量，すなわちかんがい効率を概算すると56％になるが，ＰＲＯＳＩＤＡガイドラインに従い，かんがい用水量の将来予測に適用する目標値は64％とした。

調査地域における1972年から1982年までの降雨量に基づき，年間作付率を 200％と仮定

してかんがい用水量を算定した。これによると，チウジュンかんがい地区におけるかんがい用水量は，豊水年には雨期作で1.28億m³，乾期作で2.82億m³，渇水年には雨期作で2.54億m³，乾期作で3.47億m³となっている。K－C－C地区では，豊水年の雨期作かんがい用水量が0.66億m³，乾期作用水量が0.94億m³，渇水年の雨期作用水量が1.05億m³，乾期作用水量が1.10億m³となる。チチンタ地区においては，豊水年の雨期作かんがい用水量が0.14億m³，乾期作用水量が0.18億m³，渇水年の雨期作かんがい用水量が0.21億m³，乾期作用水量が0.22億m³となる。平水年の年間かんがい用水量はチウジュンかんがい地区で4.97億m³，K－C－Cかんがい地区で1.82億m³，チチンタ地区で0.37億m³となる。

5.4　生活用水と工業用水

生活用水の将来需要を，ジャカルタにおける水道普及率と給水人口1日1人当たり消費水量を参考に，調査地域における原単位を設定し，これに基づいて予測した。域内の水道普及率は，市街地においては1980年の44%から1990年までに70%へ，2000年までには80%へ向上し，農村部においても1980年の19.5%から1990年までに44%へ，2000年までには65%へ伸びるものと想定した。給水人口1日1人当たり消費水量は，市街地において1980年の 100ℓから1990年には 125ℓ，2000年には 160ℓまで増加，郡庁所在地の1KK水道事業給水地区では1980年の75ℓが1990年には94ℓ，2000年には 120ℓに増えるものとした。農村部の給水人口1日1人当たり消費水量は各年次とも60ℓと仮定した。

チレゴン工業団地における工業用水の将来需要は，今後進出する工業種別を既往の計画に基づいて想定し，業種別工業用水消費水量の原単位には日本の標準を適用し，工場敷地1ha当たり平均毎秒1.25ℓと算定した。

調査地域内の生活用水及び工業用水の予測需要量は，表－15に示すとおり，1990年には生活用水毎秒1.13m³，工業用水毎秒1.18m³，2000年には生活用水毎秒1.78m³，工業用水毎秒2.77m³となる。

5.5 その他の水需要

5.5.1 河川維持流量

ある河川に貯水池あるいは取水工のような水利施設を設け，現在の流況に変化を与える場合，下流の水質を維持し，水域環境を保持するためには，一定の流量を常に確保する必要がある。チウジュン川にはパマラヤン堰が最下流側に設置されているが，この地点における確率1／10年の渇水流量に基づいて概算した最低河川維持流量は毎秒4.70m³となる。この渇水流量はランカスビトン測水所における1972年から1982年までの11年間の流量記録，流域面積，年降雨量，流域損失量を考慮して算定した。同様の手法で求めたカリアン計画ダム地点の河川維持流量は毎秒1.40m³となる。

5.5.2 養魚池用水量

小規模淡水養魚地が主にチウジュン川流域に散在している。その合計面積は 665haであるが，流域内の土地利用現況からみて，養魚池を新しく造成する余地はない。パンデグラン県は次期5ヶ年計画の中で新たに養魚池造成を計画している。この点を考慮し，調査地域の養魚池面積は2000年までに 760haに増加するものと予測した。インドネシアにおいては，淡水養魚池の水深は通常1m前後に維持されているので，予測養魚池面積に対する淡水需要量は現在の 665万m³から2000年には 760万m³へ増加する。しかしながら，この淡水需要の大部分は年間を通じ常に一定流量が得られる渓流に依存しており，新規需要分もこのような立地条件に恵まれた場所で発生することから，特別な水源施設を開発する必要はない。

第6章　水資源開発の基本戦略

6.1　開発の必要性

調査地域に賦存する水資源の開発計画を策定するにあたり，域内の自然環境並びに社会・経済条件の中で，特に次の事項を留意した。

(1) 調査地域の住民の大多数は水稲栽培を中心とした農業に従事している。これまでに域内の水田の約70%にかんがい施設が整備されてきたが，恒久的利水を目的とした水源対策がなされていないため，雨期の高水流量を有効に活用して乾期の水不足に対処することができない。その結果，土地利用率の水準が低く，土地生産性が低迷している。このような現状にある農業生産基盤を強化して農民所得の向上を図るには，域内に賦存する水資源，特に表流水に新規開発の余地が残されているので，貯水池などの水源施設を新たに導入し，既存かんがい施設をより有効に活用することが必要である。

(2) チレゴン周辺の工業地帯が今後とも順調に発展すれば，工業生産額が増加し，調査地域の農業依存経済の体質改善に大いに寄与することが期待される。しかしながら，チレゴン付近には表流水のみならず地下水の賦存量も乏しく，工業生産を所期の目的どおりに拡大させるには，生産基盤の整備，特に水源対策を含む工業用水供給施設の充実が前提となる。

(3) 調査地域の主な市街地には生活用水供給施設が徐々に整備され，農村部においても，集落内の伝統的水利用の改善事業が着手されている。だが，国が志向する国民の生活環境改善と社会福祉向上をより現実のものとするには，公共上水道の整備普及が不可欠である。

(4) 調査地域内には洪水あるいは湛水被害を頻繁に受ける地区がある。被害住民の生活環境の安全化と被害地区の安寧秩序を図るとともに，浸水農地の生産性を確保するためには，治水対策及び排水改良対策を水資源開発計画の一環として考慮する必要がある。

(5) 調査地域の電力供給事情は極めて悪く，住民の生活水準向上，工業生産の拡大

に伴って増大する電力需要に対応するためには，域内の包蔵水力の開発を図ることも大きな意義をもっている。

6.2 開発の可能性

調査地域は新規開田が可能な未開発土地資源に乏しい。したがって，調査地域において土地生産性を増大するには，既に開発された水田の作付率を向上させ，限られた土地資源の有効利用を図ることが，残された唯一の実現可能な手段である。

調査地域には，水資源として新たに開発し得る表流水が，雨期だけではあるが，比較的豊富にあり，しかも豊水年には河川の高水流量がほとんど未利用のまま海へ流出してしまう。域内南部の山地は貯水池の建設に適した地形条件に恵まれているので，雨期に余剰な表流水を貯留し，乾期にこれを利水目的で放流する開発手段が導入できる。すなわち，表流水の季節的変動を調節して低水流量を増加し，新規の水需要に振り向けることが可能である。

調査地域の地下水及び湧水は，もともと賦存量が小さく，しかも既にほとんど利用し尽くされているので，新規水資源の開発対象にはなり得ない。

6.3 開発の戦略

調査地域においては，上に述べたように，表流水の季節的変動を調節することによって新しい水資源の開発が可能である。この開発を進めていくには，次のような戦略が必要となる。

(1) かんがい用水供給：調査地域で新たに発生するかんがい用水需要の内容は，チウジュン及びチチンタ両既存かんがい地区における乾期作の作付増加面積と，K－C－C地区における天水田からかんがい二期作水田への転換面積のそれぞれに対し，新規に供給しなければならない水量である。

チウジュンかんがい地区全域に乾期作を実施する場合，もし既設基幹かんがい施設をそのまま活用するならば，左右両岸幹線水路の最大通水容量が乾期作かんがい面積を決定する要因となる。この条件下での平水年乾期かんがい面積

は21,000haとなる。したがい，チウジュンかんがい地区全域を対象に乾期作を行うには，少なくとも幹線水路の拡幅が必要となる。ところが，同地区の乾期かんがい面積は最大限24,200haまでしか増えないので，延長70kmに達する拡幅工事規模を考慮すれば，採算性を確保するためには，工事費を負担し得るだけの水需要を新しく開拓しなければならない。左右両岸の幹線水路の立地条件からみると，農業用水部門では幹線水路から自然流下方式で受水できる新規需要地区が皆無であり，生活用水及び工業用水部門では，左岸幹線水路の末端近くに新規需要地を見込めるが，需要者単独で償還可能な費用の負担能力は期待し得ない。以上の点を留意し，チウジュンかんがい地区を対象にした水資源の開発戦略は，チウジュン川水系に貯水池を建設し，雨期の余剰水量を貯水して乾期作の水需要を充足することに目標を定め，かつ既存の基幹かんがい施設を現状の規模のままで活用することとする。

K－C－C地区の天水田 8,000haをかんがい水田に転換するために，水源となるチブルム川に取水工を新設し，同時にこの取水地点で水位をせき上げ，地区全体に自然流下方式で配水する。しかしながら，チブルム川流域からの年間総流出量だけでは，K－C－C地区のかんがい二期作に必要な年間用水量を充足できず，しかも適期に安定した用水供給を保証できない。したがって，K－C－C地区を対象とした水資源の開発戦略は，チブルム川に貯水池を建設し，流域内の表流水の季節変動調節で開発水量を確保するとともに，これだけでは不足する新規開発水量を補うために，隣接するチウジュン川水系の新規開発水量の一部を流域間導水することに目標を定める。

チチンクかんがい地区の水源であるチチンク川流域では，これ以上の水量を新しく開発することが不可能である。しかし，基幹かんがい施設が既に整備されているで，もし他の流域から容易に導水ができるならば，乾期作作付面積を既設幹線水路の最大通水容量でかんがい可能な面積の上限まで増せる。したがって，チチンク地区を対象とした水資源の開発戦略は，隣接するチブルム川で新しく開発された水量をチチンク川流域に導水することに目標を定める。この

開発戦略を実施するにあたり，チブルム川の新規開発水量からチチンタ地区への供給分を，チウジュン川水系で新規に開発した水量から振替えることが前提となる。

(2) 上工水供給：ランカスビトンの生活用水，チレゴン工業団地の工業用水が依存している既存の水源は，いずれも今後増大する新規の水需要に対応できず，しかも消費地周辺では表流水，地下水いずれの賦存量も小さい。これらの地区の将来の生活用水及び工業用水需要を対象とした水資源開発戦略は，チウジュン川流域で新たに開発される水量をかんがい分野と共用すること，すなわち多目的利水に目標を定める。

(3) 水力発電：かんがい並びに生活用水及び工業用水向けの利水目的で新設する貯水施設を発電目的にも利用できる場合には，水力発電を水資源開発の戦略の枠に組み込むこととし，また発電単独目的でも経済的に妥当な水資源開発を行える場合も戦略に組み入れる。

(4) 治水：利水目的で建設される貯水施設が，利水容量に治水容量を付加することにより，下流の洪水位を低減できるならば，水資源開発戦略の枠に組み入れる。また，貯水施設による治水効果と河道改修及び築堤による治水効果の組合せも戦略の一つとして考慮する。

(5) 流域保全：調査地域内の各河川の水源地帯は，ランチャグナウ自然保護区のような例外はあるが，大部分が農業目的で利用されており，水源涵養，土壌保全の両面から何らかの対策が必要となる。今回は水資源開発戦略の検討とは別に，保全対策についての概略検討の結果を提示するにとどめる。

6.4 K－C－C地区灌漑開発計画実施調査との斉合性

北バンテン水資源開発基本計画調査（M／P）と平行してK－C－C地区灌漑開発計画実施調査（F／S）が実施された。

この実施調査（F／S）の内容を，基本計画調査（M／P）で設定する水資源開発計画の枠組みの中で斉合性のとれたものにするために，K－C－C地区のかんがい用水の水源

計画について想定し得る代替案のすべてをここに挙げ，実施調査（F／S）で採択された水源計画の位置付けを行った。

K－C－C地区に対するかんがい用水の水源計画として次の六つの案が考えられる。

A案：現状どおり天水に依存する計画

B案：チブルム川の自流量を無調節のまま使用する計画

C案：チブルム川の自流量を調節して使用する計画

D案：チブルム川の自流量は無調節のままで使用し，不足分をチウジュン川水系チベラン川の自流量を調節して開発した水量で補う計画

E案：チブルム川の自流量を季節調節し，かつ不足分をチベラン川の自流量を調節して開発した水量で補う計画

F案：チブルム川の自流量を調節して開発した水量の一部でチチンタ川の自流量不足分を補い，これに振替えた水量とチブルム川の開発水量でも本来不足する水量の合計分を，チベラン川の自流量を調節して開発した水量で補う計画

イギリスが実施した予備調査においては，上記のA案とD案が検討された。今回北バンテン水資源開発計画の中で行われた実施調査（F／S）においては上記B案を検討し，基本計画調査（M／P）においては上記C案，E案並びにF案を検討することとした。つまり，実施調査（F／S）において検討された計画はK－C－C地区を対象にかんがい開発を行う場合の必要最小限度の水源開発計画である。したがって，この水源計画は調査地域内の既存かんがい地区と同様のものであるから，チブルム川の乾期自流量が域内の他の河川に比較して特に豊富でない限り，作付体系も既存かんがい地区のものに準ずれば，乾期のかんがい作付面積の比率は既存地区と同様の程度にとどまる。換言すれば，B案で二期作の比率を増やすには，作付体系，作付時期，かんがい対象面積について独自の検討が必要となる。

今回の実施調査（F／S）で行った調査項目のうち，K－C－C地区の農業及び土壌の現況調査については，その結果はすべて基本計画調査（M／P）の検討用資料として活用されている。また，実施調査（F／S）で検討された項目のうち，チブルム川に建設され

る取水工及びK－C－C地区への導水路，地区内幹線水路の一部についての概略設計結果も基本計画調査（M／P）に活用されている。

第7章　治水および利水計画

7.1　治水計画

7.1.1　計画の前提

チウジュン川下流部とチパンテン川下流部には既設の堤防があるが，ＰＲＯＳＩＤＡによるチウジュンかんがい地区の排水改良事業にあたってその設計の見直しが行われ，現在チウジュン川下流部で９km，チパンテン川下流部で６kmの改修工事が進行中である。採用された計画規模は確率１／25年である。

本基本計画調査においては，現地調査の結果並びにインドネシアにおける河川改修事業の例を勘案し，河川改修に関する計画基準を次のとおりとする。

(1) チウジュン川全体を対象とする河川改修マスタープランの計画規模は確率１／50年とする。

(2) チウジュン川の部分改修を目的とする第一期改修計画の計画規模は確率１／10年とする。

(3) チウジュン川のマンニング粗度係数は，上流部の河床材料の粗い区間を除き，0.030とする。

(4) チウジュン川については，既にＰＲＯＳＩＤＡにより確率１／25年の基本高水を設計流量として改修計画が進められており，これをそのままマスタープランに取り込むこととする。

7.1.2　チウジュン川水系の河川現況

チウジュン川は域内最大の河川で，流路延長 136km，河口で 1,850km²の流域面積をもつ。上流部は河口より54km上流のランカスビトンでチペラン川，チシムット川及びチウジュン川上流部の３支流に分かれる。チウジュン川本流及び上流の３支流の河道現況は次のとおりである。

(1) 河口よりクラギラン（18.3km地点）まで：河床勾配は１／6,000 と１／5,000 の間，川幅は 100ないし 170mである。この区間は有堤区間で，そのうち延長

9kmの間の設計流量を毎秒 1,100m³とする改修工事がＰＲＯＳＩＤＡによって進められている。

(2) クラギランよりパマラヤン堰（37.1km地点）まで：平均河床勾配は１／3,200，川幅は 100ないし 150mである。チウジュンかんがい地区左右両岸幹線水路の築堤がこの区間の河川氾濫区域の境界となっている。クラギラン橋の上流約３kmに大きな弯曲部があり，河岸の崩落が著しい。

(3) パマラヤン堰よりランカスピトン（54.0km地点）まで：河床勾配は１／3,000程度である。蛇行の著しい区間があり，その部分は河岸の崩落も著しい。パマラヤン堰上流には土砂が堆積し，洪水位の上昇を助長している。チウジュン川の現況河川縦断図を図－９に示してある。

(4) ランカスピトンより上流：ランカスピトン上流の３支流の河道現況は次のとおりである。

— チウジュン川上流部の河床勾配はランカスピトンよりポジョンマニク計画ダム地点の間で１／2,400 ないし１／770，川幅は約50m程度で，この区間の氾濫面積は比較的小さい。河岸の崩落が道路や水田に被害を与えている個所がある。

— チペラン川はランカスピトンよりチシムット川合流点まで平均河床勾配１／2,500，それより上流は１／1,300 となり，川幅は約50m程度である。この間は人家が多く，洪水被害がある。ランカスピトンに近い河川弯曲部には洪水被害軽減のためショートカットが行われており，またチシムット川合流点には下流右岸の河道安定のため水制が設置されている。

— チシムット川は，チペラン川合流点よりパシルコポ計画ダム地点までの間，河床勾配は１／2,000 ないし１／560，川幅は約50程度で，治水の緊要度は低い。

パマラヤン堰は現在のところチウジュン川筋で最も重要な構造物で，1918年にチウジュンかんがい地区への取水のため築造されたものである。堤長 160m，径間12m，高さ６mのゲート10門を備えている。1981年11月の洪水時にはゲート捲き上げが人力で行われてい

たが，現在では新設のディーゼル発電機を用いて電動化されている。

河口よりカリアン計画ダム地点までのチウジュン川及びチベラン川については，ＰＳＡが実施した河川縦横断測量の結果に基づく不等流計算を行い，現況河道流下能力を求めた。上記区間に対するマンニング粗度係数は 0.030とした。

また，チウジュン川上流部およびチシムット川については，ＪＩＣＡが実施した河川縦横断測量の結果に基づく不等流計算を行って流下能力を推定した。マンニング粗度係数はチウジュン川上流部該当区間のうち下流側のランカスビトンに近い部分は 0.030，上流部は河床材料が砂利，玉石などから成っているので 0.035，チシムット川も同様に 0.035とした。

図－10に示すように，計算の結果得られた現況河道流下能力の概況は次のとおりある。

(1) チウジュン川筋：河口よりクラギランまでの間は毎秒 1,000m³，クラギランよりパマラヤン堰までの間は毎秒 700m³，パマラヤン堰よりランカスビトンまでの間は毎秒 400m³となる。

(2) チベラン川筋：ランカスビトンよりチシムット川合流点までの間は毎秒 400m³，その上流カリアン計画ダム地点までは毎秒 300m³となる。

(3) チウジュン川上流部：チベラン川合流点より10km地点までは毎秒 400m³，10km地点より25km地点までは毎秒 200m³，25km地点より30km地点までは毎秒 430m³，それより上流40km地点までは毎秒 750m³となる。

(4) チシムット川筋：チベラン川合流点より５km地点までは，毎秒 400m³，５km地点より20km地点までは毎秒 200m³，それより上流30km地点までは毎秒 400m³となる。

7.1.3 洪水被害

ＤＰＵＰかんがい河川部バンテン事業所のセラン及びパンデグラン－ランカスビトン両出張所の資料と氾濫地区の聞き取り調査に基づき，１／50,000地形図並びに１／25,000土地利用図を用いて氾濫被害を検討した。その結果，過去最大の被害を生じたといわれている1981年11月の洪水による住居，商店，学校，モスクなどの浸水建物の数，水田，畑地な

どの浸水面積及び浸水深が明らかになった。

表－16に示すとおり，1981年11月の洪水による浸水面積はパマラヤン堰下流で 4,800ha，パマラヤン堰上流で 850haに達し，浸水区域は図－11のとおりである。浸水建物の数は表－17に示してあるが，パマラヤン堰下流で約 6,000棟，パマラヤン堰上流で約 2,400棟となっている。浸水耕地面積はパマラヤン堰下流で 4,600ha，パマラヤン堰上流で 770haとなっている。洪水による被害額を上記調査の結果に基づいて算定すると，表－18に要約したように，1982年価格表示にしてパマラヤン堰下流で約55億ルピア，パマラヤン堰上流で約39億ルピアとなる。

年平均洪水被害額は下記の方法で算定した。

(1) チウジュン川の不等流計算によれば，ランカスビトン測水所地点での無害洪水流量は毎秒約 500m³で，これはほぼ確率１／１に相当する。

(2) また同じ不等流計算の結果に基づいてランカスビトン橋付近の洪水痕跡に相当する流量を求めると毎秒 1,150m³となり，これは，1972年から1981年まで10年間のランカスビトン測水所の洪水ピーク流量資料によれば，おおよそ確率１／20に相当する。この確率計算はランカスビトン上流での氾濫，湛水の影響を受けた測水所の流量資料に基づくものであるから，自然の状況下での洪水被害の確率を表わすものと考えられる。ただしピーク流量の値そのものとしては，同じ確率の基本高水のピーク値より小さい値となる。

(3) 以上により，無害洪水の確率を１／１，1981年11月の洪水の被害額を確率１／20に相当するものと考え，他の確率年に相当する被害額は内挿および外挿法を用いて算定する。

(4) 通年かんがい栽培定着後の年平均被害額は，確率１／10年以下の洪水に対しパマラヤン堰下流で約19億ルピア，パマラヤン堰上流で約14億ルピアと推算され，また，確率１／50年以下の洪水に対してはパマラヤン堰下流で約23億ルピア，パマラヤン堰上流で約17億ルピアと推算される。

7.1.4 ダムによる洪水調節

チウジュン川上流の各計画ダムに洪水調節容量を見込み，ゲートなしの越流部を用いて自然越流による洪水調節を行うこととする。確率1／50年の基本高水に基づき，カリアン，パシルコボ及びポジョンマニクの各計画ダムにおいて洪水調節を検討した結果，図－12に示すとおり，調節後のダム流出量はカリアン計画ダムで毎秒 440m³，パシルコボ計画ダムで毎秒 570m³，ポジョンマニク計画ダムで毎秒 400m³となる。これに必要な貯水池の洪水調節容量はカリアン計画ダムで 3,000万m³，パシルコボ計画ダムで 1,500万m³，ポジョンマニク計画ダムで 1,600万m³である。

ダムによる洪水調節がランカスピトン及びチウジュン川下流部に及ぼす効果を確率1／50年及び1／10年の基本高水について検討した。その結果を図－13に示してある。ランカスピトンより下流のチウジュン川本流筋に対する洪水調節効果は，確率年1／50及び1／10高水のいずれも，カリアン計画ダムのみの場合には毎秒 300m³，カリアンとパシルコボの2計画ダムによる場合には毎秒 400m³の調節効果がある。また，確率年1／50高水のとき，ポジョンマニクを加えた3計画ダムによれば，毎秒 600m³の調節効果があるものと考えられる。

7.1.5 治水計画代替案及び計画洪水流量配分

チウジュン川水系の河川改修計画については，計画規模を確率1／50年とする改修計画マスタープランと計画規模を確率1／10年とする第一期改修計画との2案を考える。後者は緊急の要請にこたえるため，主としてランカスピトン周辺の洪水被害の軽減に重点をおくものである。河川改修の代替案の検討にあたり，前記3計画ダムの洪水調節効果について経済面をも考慮して比較した結果，カリアンとパシルコボの二つを採択し，表－19に示す7種の代替案を設定した。

各代替案の計画洪水流量配分は図－5の基本高水配分と図－12のダムによる洪水調節効果に基づいて求め，その結果を表－20と図－14に示してある。

7.1.6 河川改修計画

河川改修の検討を行う区間は次のとおりである。

(1) チウジュン川：マスタープランでは河口よりランカスピトンまでの全区間54kmが検討の対象となる。これにはチペラン川合流点の処理も含むものとする。第一期改修計画では，計画洪水流量が毎秒 1,100m³以下の場合，すなわち上流に洪水調節容量をもつダムが建設される場合，パマラヤン堰からランカスピトンまでの17kmの区間について検討する。

(2) チウジュン川上流部：マスタープランでは，ランカスピトンより上流10kmの区間が検討の対象となる。第一期改修計画では，ランカスピトンに近い5kmの区間についてのみ検討する。

(3) チペラン川：ランカスピトンよりチシムット川合流点までの 3.5kmの区間が検討の対象となる。

(4) チシムット川：マスタープランでは，チペラン川合流点付近の改修を検討する。

河川改修計画策定にあたり，留意する基本的事項の主なものは下記のとおりである。

(1) 計画河川横断面の算定に用いるマンニング粗度係数は，低水路に 0.030，高水敷に 0.060を用いる。

(2) 堤防標準断面は，チウジュン下流でＰＲＯＳＩＤＡが工事中の例にならい，堤頂幅を一般的には４ｍ，道路として利用する場合は６ｍ，第一期改修計画では３ｍとして計画する。法面勾配は両側とも１：２とする。

(3) 計画洪水位は不等流計算により求めた水位とし，これに全区間１ｍの余裕高を見込み堤防高を設定する。計画河床勾配はショートカット計画ならびに現況河床勾配を考慮して定める。

(4) 低水路断面は両岸法面勾配を１：２とし，低水路の深さは現況河道にならい４ｍを標準とする。高水敷幅は30ｍ以上とする。

(5) パマラヤン堰と上流ランカスピトンの間には河道の蛇行が発達し，河岸の崩落が著しい区間があるので，ショートカットを計画して河道の安定と流下能力の増大をはかる。

(6) パマラヤン堰上流には土砂の堆積が多く，洪水位の上昇をもたらしているので，この区間の堆積土砂の浚渫を計画する。

河川改修計画マスタープランは，チウジュン川全区間を対象とし，その概要を図－15に示す。計画の要点は次のとおりである。

(1) 河川の蛇行部と弯曲部をショートカットして短縮される河道の延長は，河口よりクラギランまでの間で 0.8km，クラギランよりパマラヤン堰までの間で 2.7 km，パマラヤン堰からランカスビトンまでの間で 3.7km，チウジュン川上流部で 1.8km，合計 9.0kmに達する。

(2) このショートカット計画により，平均河床勾配は河口とクラギランの間で1／5,000 より1／4,780 に，クラギランとパマラヤン堰の間で1／3,200 より1／2,600 に，パマラヤン堰とランカスビトンの間で1／3,000 より1／2,200 に改善される。計画縦断を図－16に示す。

(3) パマラヤン堰上流の土砂堆積については，パマラヤン堰のゲート敷高とランカスビトンの平均河床高を結ぶ線を計画河床高とし，これより上部の土砂を浚渫除去する計画とする。

(4) チウジュン川上流部とチベラン川合流点の処理及びランカスビトン下流の弯曲部ショートカットのため，約 900mの新川開削を計画する。

第一期改修計画は特に緊急を要するランカスビトン周辺の洪水被害軽減に重点においたものである。その概要を図－17，計画縦断を図－18に示す。計画の要点は次のとおりである。

(1) ランカスビトン周辺の洪水被害軽減のため，パマラヤン堰上流の土砂堆積の浚渫とさらにその上流に続く蛇行部のショートカットを計画する。計画は河道の安定と工事費の双方に留意して立案する。

(2) 第一期改修計画には，チウジュン川上流部とチベラン川との合流点及びチシムット川とチベラン川との合流点の処理は含まない。

7.1.7 河川改修事業費

河川改修計画の各代替案の工事費は表－21に示すとおりである。第一期改修計画では，河川改修のみで計画規模を確保する場合（F－1案） 339億ルピア，カリアン計画ダムと河川改修の組合せで計画規模を確保する場合（F－2案）97億ルピア，カリアン及びパシルコボの二つの計画ダムと河川改修の組合せで計画規模を確保する場合（F－3案）87億ルピアとなる。改修計画マスタープランでは計画規模の増大に伴い工事費も増加し，河川改修のみの場合（M－1案） 472億ルピア，カリアン計画ダムと河川改修の組合せの場合（M－2案） 457億ルピア，カリアン，パシルコボの2計画ダムと河川改修の組合せの場合（M－3案） 450億ルピアとなる。

治水計画に必要な費用は，上記の河川改修工事費にダム建設工事費の治水分担分を加えた額となる。第一期改修計画では，カリアン計画ダムの工事費を分担した場合（F－2案） 147億ルピア，カリアン及びパシルコボ両計画ダムの工事費を分担した場合（F－3案） 175億ルピアとなる。改修計画マスタープランでは，M－2案の場合 507億ルピア，M－3案の場合 537億ルピアとなる。上記各代替案の工事費に物価上昇分を加え，内貨外貨分に区分したものを表－22に示してある。

7.1.8 河川改修による便益

便益はダムの洪水調節と河川改修による年平均被害軽減額にもとづき算定する。第一期改修計画による年便益は，F－1案の場合32.7億ルピア，F－2案の場合19.9億ルピア，F－3案の場合22.3億ルピアとなる。改修計画マスタープランでは，年便益はいずれの組合せでも40.1億ルピアとなる。

7.1.9 治水計画案

チウジュン川全体を対象とした河川改修マスタープランは，いずれの代替案ともその実施に多額の投資を必要とし，調査地域の社会経済の現状を考えると過大な投資になるものと考えられる。一方，第一期改修計画は投資額も比較的少なく，工期も短縮できる。第一期改修計画の三つの代替案の経済性について，河川改修工事を実施せずに計画ダムによる

洪水調節のみを行った場合の効果と対比して検討した結果を次に表示してある。この検討にあたり，割引率は10%を採用している。

	第一期改修計画代替案	純現在価値（億ルピア）	便益・費用比率	内部経済収益率（%）
F－0案	カリアン計画ダムのみ	－3.2	0.91	9.2
F－1案	河川改修のみ	－43.3	0.79	8.1
F－2案	河川改修とカリアン計画ダム	7.4	1.07	10.7
F－3案	河川改修とカリアン，パシルコポ計画ダム	－21.4	0.85	8.6

確率1／10年規模の洪水により浸水被害をうける耕地面積は約 3,500haと推定される。このうち約 650haがパマラヤン堰上流にある。河川改修とカリアン計画ダムによる洪水調節を組み合せた代替案（F－2案）を実施することにより，パマラヤン堰上流の耕地に生ずる被害は完全に解消される。建物については，確率1／10年規模の洪水により浸水被害を受けるものは約 6,500棟と推定されるが，このうち，パマラヤン堰下流の約 1,900棟はこのF－2案の実施により浸水被害を受けなくなる。さらに，パマラヤン堰上流についても，浸水耕地ならびに浸水建物ともに計画ダムによる洪水調節効果により浸水深が減少し，被害額の軽減が期待できる。

以上各代替案を比較検討した結果，カリアン計画ダムの洪水調節とパマラヤン堰上流を対象にした確率1／10年を計画規模とする河川改修計画とを組み合わせた第一期改修計画のうち，代替案（F－2案）を当面の治水計画案として提案するものである。なお，提案する河川改修計画は，カリアン計画ダム完成前においても，1／5確率規模の高水流量に対処し得るものである。

7.2 かんがい開発計画

7.2.1 チウジュンかんがい地区乾期かんがい面積の拡大

調査地域において最大のかんがい面積をもつチウジュンかんがい地区では，6月から10月までの間，チウジュン川の自流が減少するので，平水年において全受益面積24,200haのうち平均約 9,600haを乾期作付面積の目標としている。

チウジュン川に設置されたパマラヤン堰から受益地区に至る既存幹線水路の通水容量は，左岸幹線が毎秒22m³，右岸幹線が毎秒6m³となっている。また，受益面積は左岸幹線水路がかりが18,700ha，右岸幹線水路がかりが 5,500haで，いずれも雨期作は全面積にかんがい用水を補給できる。全受益面積24,200haに乾期作を行い，これにかんがい用水を供給することを前提に，1972年から1982年までの11年間の降雨量と計画作付体系に基づいてピーク時の用水需要量を検討した。その結果，過去11年間のうち7年間の乾期作ピーク時用水需要量が幹線水路の通水容量を超過することが判明した。また，乾期作のピーク純用水量が雨期作のピーク純用水量を上回る分だけ，幹線水路の最大通水容量でかんがいできる最大面積が小さくなり，検討の結果，乾期作かんがい面積の上限は豊水年でも23,160haにとどまることが判明した。

左右両岸の幹線水路の通水容量を増やすには，水路断面の拡大が必要となる。拡幅工事にあたっての技術的問題点としては，サイフォン，橋梁などの構造物の改築が考えられるが，むしろ水路沿いの拡幅用地取得に多額の経費を要することが難点となる。また，乾期の水源が確保されることを前提として水路を拡幅しても，チウジュンかんがい地区単独では，乾期作の面積は豊水年で 1,040ha，平水年でも 3,200haしか増えないので，経済効果は極めて低くなる。したがって，水路拡幅によるかんがい面積の拡大には，左岸幹線水路の水位より高い位置に展開しているチパンテンかんがい地区やセミテクニカルかんがい事業地区への揚水を検討する必要が生じ，将来の課題として残されるべき構想となる。

7.2.2 K－C－C地区かんがい開発計画

現在，K－C－C地区では，天水に依存して雨期だけ水稲が 8,000ha作付けられているが，かんがい施設を新設することにより，8,000ha全域がかんがい可能となる。この計画

に必要な基幹かんがい施設として，チドリアン川への合流点より約18km上流のチブルム川ガデック地点に頭首工を建設し，さらに受益地区に至る導水路を開削する。ガデック地点における河床標高は25mであり，K－C－C地区末端まで自然流下式でかんがい用水を供給するためには，取水標高を38.5mまでせき上げる必要が生ずる。この条件を満足する計画頭首工として，ガデック地点に高さ18m，堤頂長 160mのロックフィルタイプの取水施設を建設する。導水路を含む延長30kmの幹線水路と延長95kmの支線水路を開削し，枝線水路の支配面積は最大70haとする。K－C－C地区かんがい計画の概要を図－19に示す。

ガデック地点におけるチブルム川の自流量は雨期作 8,000haのかんがい用水量を確保できるが，乾期作に対しては絶対的に不足する。そこで，自流域内の年間流出量を調節するために，ガデック計画頭首工より上流約5km地点のチラワンに高さ28m，堤頂長 190mのダムと利水容量 5,400万m³の貯水池を建設する。しかしながら，この貯水池による新規開発水量だけではK－C－C地区 8,000haのかんがい二期作用水量に不足するので，隣接するチベラン川のカリアン計画貯水池からガデック計画頭首工上流に延長 1.5kmの分水トンネルを設け，カリアン及びチラワン両計画貯水池の一元的な操作を可能にし，乾期作かんがい用水需要に対応する。

7.2.3 チチンタかんがい地区乾期かんがい面積の拡大

チチンタかんがい地区では，チチンタ川を水源として 1,435haの雨期作補給かんがいを実施しているが，既存頭首工における集水面積が30km²と小さいため，乾期の自流量だけでは，豊水年でも全地区のわずか7％にあたる約 100haをかんがいできるにすぎない。チチンタ川流域に隣接するチブルム川のチラワンに貯水池を設け，そこから全長 1.5kmのトンネルを掘削すれば，チラワン計画貯水池で開発される新規水量を既存頭首工の上流10km地点に分水できるようになる。これを前提とし，1972年から1982年までの降雨量に基づいて乾期作のピーク時用水需要量を算定した結果，過去11年間のうち9年間については，全域で乾期作のかんがいが可能となることが判明した。

7.2.4 小規模かんがい地区の開発計画

調査地域には，現在70か所の小規模かんがい地区があり，総面積は20,760haとなっている。うち10地区，7,535haはこれまでに支線水路と枝線水路の整備が完了している。残り60地区については，支線水路以下の整備計画は未着手であり，かつ取水工，用水路，分水工などの既設かんがい施設の改修も必要な状況にある。したがって，限られた水資源を有効に利用し，乾期かんがい面積を拡大するには，小規模かんがい地を数か所総合して新規水源を開発するとともに，適切な水管理のための対策と指導が必要となる。

7.2.5 かんがい計画案

チウジュン川水系における雨期の流出量を貯水し，これを乾期に放水することにより，チウジュンかんがい地区の乾期作の面積を拡大し得る新規水源が確保できる。チドリアン川水系チブルム川においても貯水池を設けることにより新規水源を開発できるが，この新規開発水量だけではK－C－C地区 8,000haのかんがい用水量を満足できない。そこで，チウジュン川水系とチブルム川で新しく開発される水量を一元化して運用することにより，乾期のかんがい面積を，既存地区については水利施設容量の上限まで，新規地区については全面積に拡大することとする。さらに，チドリアン川本流とチブルム川に挟まれたチチンタかんがい地区についても，上述した新規開発水量一元運用の受益対象として特定し得る。

以上の基本方針に基づき，北バンテン水資源開発基本計画におけるかんがい計画対象地区としてチウジュン，チチンタの両既存かんがい地区とK－C－C新規かんがい開発地区を採択することとする。総受益面積は33,635ha，その内訳はチウジュン地区が24,200ha，K－C－C地区が 8,000ha，チチンタ地区が 1,435haとなる。雨期作かんがいは受益面積全域で実施できるが，乾期作かんがい面積は後述の水源施設の最適規模の検討結果に基づいて決定する。

7.2.6 かんがい事業費

チウジュン，K－C－C，チチンタ各地区におけるかんがい開発の総事業費は水源施設

建設費と価格変動予備費を除いて 244億ルピアとなる。これはK－C－C地区のかんがい開発に必要な事業費であるから，1ha当たりの建設単価は 305万ルピア，4,420米ドルとなる。価格変動予備費も含めた総事業費は 393億ルピアとなる。

小規模かんがい地区の開発費用は価格変動予備費を含み31.7億ルピアとなる。この費用には，13,000haの末端水路整備の他，既設かんがい施設の改修費として 7.3億ルピアが計上されている。

7.2.7 かんがい開発による便益

計画かんがい開発事業による効果として，チウジュン，チチンタの両地区における乾期作付面積の拡大と増収，作期の安定による雨期作の増収，K－C－C地区へのかんがい用水供給による増産が挙げられる。

計画作付体系には乾期に1か月間の休閑期を設定し，作土を乾燥することにより，湿潤土壌中に棲息する病害虫の繁殖を抑制するとともに乾土効果の促進を企図している。かんがい用水源の安定化あるいは新規手当と作期の固定化，さらにBIMAS計画に基づく肥料投入効果の向上などがあいまって，既存及び新規かんがい両地区とも収量が増加するものと期待できる。これを踏まえ，目標収量を次のように設定した。

		事業を実施しない場合	事業を実施した場合
チウジュン地区	雨期作	3.8 ton／ha	4.2 ton／ha
	乾期作	4.1 ton／ha	4.5 ton／ha
K－C－C地区	雨期作	3.2 ton／ha	5.0 ton／ha
	乾期作	--	5.0 ton／ha
チチンタ地区	雨期作	3.5 ton／ha	4.2 ton／ha
	乾期作	--	4.5 ton／ha

7.3 生活用水と工業用水供給計画

調査地域の市街地の水道施設は，そのほとんどが水源を湧泉または地下水に依存している。これらの水源から将来とも十分な水量の原水を安定的に得られるならば，公共水道施設の水源としては極めて望ましいものである。しかしながら，ランカスビトン及び一部の郡庁所在地の公共水道施設については，現在の水源である地下水の賦存量が乏しく，かつ他に適当な水源が得られないので，チウジュン川水系で新しく開発される水量の一部で必要な原水量を充足することとする。

7.3.1 セランへの生活用水供給

セランの公共水道施設の水源はスカチャイ湧泉とチタマン湧泉で，いずれも湧出量は安定している。公共水道施設の整備基本計画に基づいて市街地の水道施設整備事業が進められている。計画目標年次2000年の予測需要量毎秒 259ℓに対し，現在水源として利用している湧泉の湧水量は合計毎秒 303ℓあり，当面新たに水源を開発する必要性はない。

7.3.2 パンデグランへの生活用水供給

パンデグランの公共水道施設は最近開発されたカランタンジュン湧泉を水源としている。しかし，湧出量が毎秒20ℓしかないので，現時点での水需要は充足しているものの，予測需要量は1985年には毎秒26ℓ，2000年には毎秒51ℓに達することから，現在検討中の新規水源確保を目的とした後続開発計画の実施促進を図らなければならない。パンデグランはカラン山の東麓にあり，不圧地下水や湧泉を新規水源として開発し得る余地が残されているので，特に表流水を開発する必要性は認められない。

7.3.3 ランカスビトンへの生活用水供給

ランカスビトンの公共水道施設は水源を深井戸に依存しているが，揚水量が毎秒35ℓしかなく，現在の生活用水需要に不足している。このため，目下揚水量毎秒40ℓの深井戸を新たに掘削中であるが，それでも1990年の予測需要量毎秒98ℓに対応できない。ランカスビトン周辺に分布している帯水層は既に利用限界に達しており，現在掘削中のものを除き，

これ以上深井戸の数を増すことが不可能である。また，過剰揚水に伴い，地下水が年々枯渇するおそれがある。計画目標年次2000年の予測需要量が毎秒 124ℓに伸びることもあいまって，ランカスビトンの公共水道施設はその水源を現在の地下水から近い将来表流水に転換しなければならない。

表流水の水源として，ランカスビトン市街地に沿って流れるチウジュン川が対象になる。この水系に計画されている貯水池で新規に開発される水量を，貯水池から直接導水する方法と，市街地付近で揚水する方法の二つが考えられる。

直接導水計画では，カリアン計画貯水池内に取水塔を設け，低水位標高44mで取水，この原水を自然流下式管路で約12km下流のランカスビトンに送水する。この管路には呼び径 500mmのプレキャストコンクリート管を用いる。浄水場の着水井の高水位標高は23mで，着水井には制水弁と越流管を設ける。

揚水計画では，カリアン計画貯水池でランカスビトン公共水道施設の水源として開発された新規水量分を，ランカスビトン付近に新設する揚水機場で取水する。最低河川水位標高が11mとなるので，着水井への最大揚程は12mとなる。取水施設は河川敷内の取水塔，沈砂池，揚水機場及び揚水ポンプ，呼び径 450mmの導水用無ライニングダククイル管から成り，また着水井には，制水弁と越流管を設ける。

両案の建設費を比較すると，揚水方式が直接導水方式よりも高価になる。さらに，揚水方式は維持管理でも次のような欠点を有するので望ましくない。すなわち，(1)揚水機場の維持管理費が余分である。(2)浄水場の管理者は，原水が貯水池から揚水機場の間で細菌汚染を受ける可能性につき，留意する必要がある。(3)さらに，油度などの原水の物理特性が悪化する頻度が大きくなる。(4)このため，浄水場の管理者は原水の水質管理により熟練する必要が生ずる。(5)その結果，浄水費用が高くつく。

7.3.4 チレゴンへの生活用水供給

チレゴンの公共水道施設は，その水源を従来の浅井戸を切替え，クラカタウ製鉄㈱所有のクレンチェン浄水場から毎秒50ℓを上限として浄水供給を受ける準備を進めている。将来，チレゴン工業団地の発展とともに，一般給水人口も急激に増加するものと想定される。

したがって，予測原水需要量も1995年に毎秒58ℓ，2000年に毎秒81ℓに達する。

クレンチェン浄水場からの生活用水及び工業用水の供給先が多様化するにつれ，公益事業としての性格が年毎に強まってくる。したがって，この浄水場はチレゴン公共水道施設に移管される必要性が近い将来に顕在化するものと考えられる。いずれにしても，チレゴンの公共水道施設は1990年以降水源に不足を生ずるので，新規水源の検討を行った。その結果によれば，近隣のチダナウ及びチパンテン両河川では，乾期自流量は既に利用し尽くされており，また周辺には地下水賦存量が乏しいので，クレチェン浄水場からの受水量を増やし，これに依存することが最も経済的な方法となる。

7.3.5　ＩＫＫ水道施設への原水供給

調査地域内40か所のＩＫＫのうち，24か所のＩＫＫ水道施設はチウジュン川水系あるいはチブルム川を水源とし，河川からの直接取水もしくはチウジュンかんがい地区幹線水路からの取水で生活用水需要を充足することができる。したがって，これら両河川に貯水池が建設され，十分な水量を安定的に取水できることが保証されれば，24か所のＩＫＫ水道施設の原水需要は貯水池による新規開発水量で充足可能となる。

7.3.6　農村地域における生活用水供給

現在，公衆衛生局が推進中の手押しポンプ導入事業を調査地域全域に普及させることとする。これにより，村落内の既存の掘抜き井戸が乾期に干上がる弊害が改善される。しかし，広域上水道施設や簡易水道施設などは，農村部で今世紀中に水需給がひっ迫する事態は起り得ないので，2000年代に入ってからの検討課題となろう。

7.3.7　工業用水供給

現在，調査地域における工業用水需要はすべて自家用水源施設で充足されている。しかし，1990年代には，チレゴン工業団地及びクラカタウ製鉄㈱が全面操業に入り，現有水源施設の供給量だけでは，計画目標年次には毎秒0.96m³の不足水量が生ずる。チダナウ川の自流量あるいはチレゴン周辺の地下水を開発して新規水量を確保する案とチウジュンかん

がい地区左岸幹線水路から取水してクレンチェン浄水場に導水する案の二つが対策として考えられる。前者の賦存水量には新規開発の余地がなく，かつ開発経費も高くつくので，将来の不足水量に対処するために，計画目標年次までに後者の案を実現することを提案する。この水源として，チウジュン川水系で開発される新規水量の一部を振向けることとし，具体的にはチウジュンかんがい地区左岸幹線水路末端とクレンチェン浄水場を結び，かんがいピーク時及び水路補修期間以外に所要原水量を取水する。また，クレンチェン浄水場に隣接するカリブルン原水池を必要に応じ貯水池として活用する。

これに必要な取水施設として，チウジュンかんがい地区左岸幹線水路末端に揚水機場を建設，揚水量毎分28.7m³のポンプを3台設置するとともに，受電設備を設ける。揚水機場からクレンチェン浄水場まで延長約5km，呼び径 1,000mmのプレキャストコンクリート管路を敷設する。

7.3.8 事業費と便益

本基本計画調査では水源開発計画に重点をおいているので，個々の浄水場あるいは配水施設に関しては，極めて概略的検討のみ行った。

カリアン計画貯水池よりランカスピトンへの直接導水計画に要する事業費は 3.6億ルピア，ランカスピトン付近での揚水計画に要する事業費は 3.9億ルピア，さらに揚水機場の維持管理運転経費として年間 2,500万ルピアを要する。これから明らかなように，直接導水計画の経済性が高く，その年便益は 5,500万ルピアと算定される。

チウジュンかんがい地区左岸幹線水路からの揚水計画に要する事業費は11.8億ルピア，年間の維持管理運転経費は 3.4億ルピアを要する。これに対し，チグナウ川に貯水池を新設し，管路増設を含む既存の取水施設を拡充して将来の不足水量に対処するためには 213億ルピアの建設費と 5.4億ルピアの年間維持管理運転経費がかかる。したがって，前者の案を採用すれば約 200億ルピアの事業費節減が可能となる。

7.4 その他の開発計画

7.4.1 流域管理計画

計画ダムの集水域を対象に，水源の涵養，短時間に流出する洪水の防御，土壌侵食の防止などの流域保全対策を講じるべきである。現在，既に調査地域内の計画ダムの全集水面積の17%は水田，49%は畑地，2%は樹園地として利用されており，残り32%が雑木林，森林，草地となっている。土壌侵食の危険度を評価した結果によれば，調査地域内で緊急に土壌保全対策を要する地区が特化されるまでには至っていない。したがって，土地利用の現況も併せて考慮すると，通常とられる造林あるいは再造林という保全対策はあまり現実的でない。一方，農業主目的の土地利用の立場から流域管理を考えるならば，焼畑あるいは開墾時に畑作物を作付するとともに，等高線沿いに成長の速い樹種の苗木を栽植し，畑地から表土が流亡することを防止する対策を講じることが望ましい。

7.4.2 水力発電計画

調査地区の包蔵水力は発電単独で開発して経済性が確保できるほどの規模のものではない。各水系の計画ダムが発電を含めた多目的用途で開発される場合でも，得られる電力量が発電設備のみならず水源施設費を分担できる程有利な規模をもたない。換言すれば，PLNへの売電を目的として水力発電開発を行うならば，非常に割高なものにつく。

例えば，カリアン計画ダムは主にかんがい用水需要に対応するため，地形上許される上限にダムの高さを設定している。したがって，有効貯水容量のなかに発電容量を別途追加することができず，しかも非かんがい期の10月には，貯水池への流入量が毎秒 2.8m³に落ち込み，発生電力量を大きくするように貯水池使用計画を立てることが難しい。予備的検討の結果でも，水力発電所の設備容量は 2,800kW，年間発生電力量は 1,900万kWh 程度のものしか期待できない。これは水源施設の経費分担が不可能な規模の水力発電所であるが，発電設備に限定して経済的妥当性をみると，年便益 9.0億ルピアに対し，設備費20億ルピア，年維持管理運転経費 5,500万ルピアを要し，便益・費用比率は 3.0，経済的内部収益率は32%となる。

パシルコボ計画ダムを最大規模で開発すると，発電に有利な高落差が得られる。ところ

がこの規模で開発した場合に，貯水池の有効容量は下流の将来水需要を大幅に上回り，下流の水需要から得られる便益だけでは，最大規模の開発費用を負担できない。また，この余剰分をすべて発電容量として利用しても，発電側で水源施設建設費を負担できない。したがって，パシルコポ計画ダムを多目的用途で開発するよりも，発電目的で単独に開発することが将来非常に有利になれば，具体的検討の対象となろう。

調査地域における水力発電計画の検討は，かんがい目的で開発される貯水池の使用計画に付随して行うこととし，その対象も最適規模で開発される計画ダム，例えばカリアン計画ダムに限定する。

7.4.3 環境保全計画

ランチャダナウ自然保護区はチダナウ川上流にあって，特異な淡水湿地林と極相山岳林で知られているが，無許可の樹木伐採や農地の蚕食によって破壊，消滅の危機にさらされている。この自然保護区域は 2,180haの湿地， 960haの山地からなり，一部に既耕地も取り込んでいる。

ランチャダナウ自然保護区を少なくとも現状のままに維持していくには，極力人為的干渉を排除することが重要である。湿地の後背地には水田地帯があり，将来この流域を対象にした水資源開発計画が検討される際には，開発対象地区と自然保護区の境界を明確にし，できれば緩衝地帯を設ける必要がある。いずれにしても，人間の経済活動が活発化すれば，集落や農地からの排水で水質が富栄養化し，かつ農薬などの過剰使用によって水質が毒性化することも考えられる。このように，湿地への流入水の水質が変化すれば，湿地帯の水域環境に悪影響を及ぼすことになるが，自然保護区周辺の集落を移転させる以外に抜本的対策はない。

第8章　水源施設開発計画比較案

8.1　ダムの選定

調査地域において考えられ得るすべてのダム及び貯水池地点について，将来の水需要を充足するために水資源を開発するという目標との斉合性に視点をおき，図上検討を行った。図－20に示すように，7河川16地点を検討の対象とした。その内訳はチダナウ川1か所，カリアニエル川1か所，チパンテン川2か所，チウジュン川上流部7か所，チシムット川2か所，チペラン川2か所，チブルム川1か所となっている。

チダナウ川チダナウ地点は河口から約5km上流に位置している。この川の河口付近には，クラカタウ製鉄㈱が揚水機場を設置し，工業用水の原水をチレゴンへ圧送している。チダナウ地点は，図－21に示すように，利用貯水容量があまり大きくとれず，かつ地質条件もそれほど良好とはいえない。また，チレゴン周辺地区以外の水需要地への距離が離れすぎている。チダナウ川本流は，その水源であるランチャダナウ湿地が集水地域から流入する表流水の季節的変動を調節する機能をもつため，調査地域の他の河川と違って流況が年間を通じ安定し，乾期の自流量も比較的多い。したがって，チダナウ川の水資源開発には，あまり高い優先順位をおかないこととする。

カリアニエル川のカリアニエル地点は河口から約4kmに位置している。ダム及び貯水池建設には図－21に示すように地形的に制約があり，地質条件も良好とはいえない。さらに，集水面積が小さく，チダナウ川と同様，チレゴン周辺地区以外の水需要地にはあまり有用でない。したがって，調査地域における当面の水需要を満たすためにカリアニエル川の水資源を開発する必要性は認められない。しかし，近い将来，アニエル臨海保養地が観光地として発展すれば，それに付随した生活用水需要に対応し得る水源として，カリアニエル川の開発が可能になる。

チパンテン川には，セラン上流約8kmに1か所，さらに上流約1kmに1か所検討地点があり，いずれも縮尺1／5,000の地形図が新しく作成されている。この地形図に基づいて貯留量水位曲線を作成し貯水容量を検討した。両地点とも地質条件はダム建設に好適であるが，図－21に示すように地形条件から貯水容量が大きくとれないので，次に述べるチウ

ジュンあるいはチブルム川の検討地点と比較すると，貯水効率はよくない。しかも，集水面積が狭く，水源が湧泉のため，流況が年間を通じかなり安定しているので，貯水池建設の必要性が小さい。したがって，現況水需要に対応する目的でチパンテン川の水資源を開発する案には，高い優先順位を与えないこととする。

チウジュン，チシムット，チベラン三川合流点から上流のチウジュン川には7か所の検討地点があり，最上流側を第1地点，最下流側を第7地点と仮称する。このうち，第3地点のみ縮尺1／5,000 の地形図が作成されている。貯留量水位曲線の検討にあたり，第3地点については縮尺1／5,000 ，他の地点については縮尺1／50,000の地形図を使用した。利用貯水容量と貯水効率の両面から各候補地点を比較検討した結果，第3地点が最も優れていることが判明した。これをポジョンマニク計画ダム地点と称する。図－21に示すように，ダムの高さが制約されるが，地形及び地質条件はいずれもフィルタイプダム建設に適しているので，開発計画比較案に採択する。

チシムット川の2か所の検討地点のうち，下流側の地点はランカスビトン上流約15kmに位置し，他の1か所はさらに約5km上流に位置している。上流側検討地点は下流側貯水池の満水面の上流端よりさらに上流側にあるので，この川にはダムを2か所連続して建設することが可能である。上流側地点については縮尺1／5,000 の地形図が新たに作成されているので，貯留量水位曲線の検討にはこれを用い，下流側地点については縮尺1／50,000の地形図を使用した。利用貯水容量及び貯水効率のいずれの点をとっても，上流地点が下流地点を上回っている。この上流地点をパシルコポ計画ダム地点と称する。図－21に示すとおり，地形上，ダムの高さを87mまで上げることが可能であり，地質もフィルタイプダムの建設に適した条件を備えているので，開発計画比較案に採択する。

チベラン川の2か所の検討地点のうち，下流側地点はいわゆるカリアンダム地点として知られており，既にＰ３ＳＡが踏査を済ませた。この地点に関しては，Ｐ３ＳＡが独自に縮尺1／10,000の地形図，日本の援助で新たに縮尺1／5,000 の地形図が別個に作成されている。貯留量水位曲線は縮尺1／5,000 の地形図に基づいて検討した。下流側地点は，貯水池の周囲の地形が複部の多い尾根となっているので，ダムの高さを決定する際の制約条件となる。下流側地点から上流約3kmのところに上流側地点がある。両地点とも地質条

件はフィルタイプダムの建設に適している。上流側地点は下流側地点のようなダムの高さを制約する地形要因はないが，ダムの堤体積が下流側地点に比較して非常に大きく，貯水効率を下げる要因となる。両地点の得失を検討した結果，下流地点を開発計画比較案として採択し，カリアン計画ダム地点と称する。

チブルム川の検討地点はチドリアン川合流点より約30km上流に位置している。貯留量水位曲線の検討には縮尺1／50,000の地形図を用いた。地形上の制約で，ダムの高さをあまり高くすることはできないが，堤体積の規模が小さいので，図－21に示すように有効貯水容量当たりの建設単価が安くつく。この地点をチラワン計画ダム地点と呼称する。地質条件はフィルあるいはコンクリートいずれのタイプのダム建設にも適している。この地点も開発計画比較案に採択する。

以上述べたように，16地点について予備的検討をした結果，4地点を開発計画比較として残した。チウジュン川水系では，チペラン川のカリアン計画ダム地点，チシムット川のパシルコポ計画ダム地点，チウジュン川上流部のポジョンマニク計画ダム地点の3か所，チドリアン川水系では，チブルム川のチラワン計画ダム地点である。

8.2 ダムの組合せ

調査地域における水の用途は農業用水，生活用水，工業用水及び河川維持用水である。チウジュン川水系では，貯水施設による洪水調節効果が高いので，水源施設開発計画比較案の検討にあたり，水源施設の規模決定の条件として洪水調節を採用する。水力発電は，新たに開発した水源を上記の水需要を満たすために利用する際に，それに付随して効果が現われるならば，水源施設の規模決定の枠外で考慮することとした。

かんがい用水の新規需要のうち，チウジュン及びチチンタ既存かんがい地区の乾期作かんがい用水量とK－C－C地区の通年かんがい用水量を計画目標年次の2000年までに発生する需要量として推計した。生活用水と工業用水については，チレゴン市街とその周辺地区の生活用水，ランカスビトン市街地の生活用水，郡庁所在地で表流水を生活用水の水源とするIKK水道事業の代替水源，チレゴン工業団地の工業用水の穏用水量を2000年までに発生する新規需要量として推計した。

このような将来の水需要に対応するには，地形及び地質上可能な地点に所要の規模をもつ貯水施設を建設し，流域の水資源賦存量を平滑化し，これを安定的に利用しなければならない。あわせて，調査地域の一部に治水対策実施への強い要望があることにかんがみ，貯水容量に治水容量も見込んで，水源施設の最適な規模と組合せを比較検討する。

計画目標年次の用水需要に対応できる用水供給量をもつように，次のような水源施設の組合せ比較案を定めた。第１案はカリアン計画ダム単独案，第２案はカリアンとパシルコボ両計画ダムの組合せ案，第２案の代替案はカリアンとポジョンマニク両計画ダムの組合せ案，第３案はカリアン計画ダムとその補助水源施設としてチラワン計画ダムを組み合せる案である。このうち，第２案については，ポジョンマニク計画ダムとパシルコボ計画ダムのどちらが有利な水源施設となり得るかという点を単純に比較すれば結論が求められる。そこで，貯水効率，ダムの盛り立て土量，盛り立て材料の可採量に基づいて両者の得失を検討した結果，パシルコボ計画ダムがポジョンマニク計画ダムより有利であることが判明した。したがって，カリアンとポジョンマニク両計画ダムの組合せ案を水源施設の比較検討の対象から除外する。

1972年から1982年までの11年間の水文資料に基づいて，各年毎に用水供給必要量を算定した結果，1972年が11年間で二番目に大きな年間水不足量を示し，確率１／５の渇水年に相当することが明らかになった。この年を計画基準年とする。この基準年における年間用水供給必要量は2.86億m³である。これに対し，各組合せ比較案の最大利用貯水容量は，第１案のカリアン計画ダム単独案で1.88億m³，第２案のカリアンとパシルコボ両計画ダム組合せ案で3.10億m³，第３案のカリアン計画ダムとチラワン計画補助ダム組合せ案で2.42億m³となる。

水源施設の各組合せ比較案の計画基準年における最大利用貯水容量で計画目標年次にかんがい用水を供給できる地区と，その雨期作及び乾期作の作付面積は以下に示すとおりである。

かんがい地区	作付時期	第1案 カリアン単独	第2案 カリアン＋パシルコポ	第3案 カリアン＋チラワン
チウジュン	雨期	24,200ha	24,200ha	24,200ha
	乾期	18,650ha	21,000ha	21,000ha
K－C－C	雨期	8,000ha	8,000ha	8,000ha
	乾期	6,160ha	8,000ha	6,950ha
チチンタ	雨期	—	—	1,435ha
	乾期	—	—	1,250ha

チウジュンかんがい地区の既存幹線水路の拡幅は，将来のかんがい用水の需要の大きさを考慮すると経済性が高いとはいえない。したがって，第2案と第3案のチウジュンかんがい地区乾期作面積は，幹線水路の現行通水容量で計画基準年にかんがいできる最大面積に等しい。これに反し，第1案では幹線水路の通水断面ではなく，水源施設の最大利用貯水容量が乾期作かんがい面積の決定要因となっている。言い換えれば，カリアン計画ダム単独開発案では，2000年の水需要を満足できないことが明らかである。そこで，水源施設の組合せ比較案で開発される最大利用貯水容量と計画目標年次のかんがい用水必要量に基づいて，第2案と第3案につき水収支計算を行ってみると，第2案で両計画ダムを最大限に開発し，カリアン計画ダムの開発水量を全量使用した場合，パシルコポ地点で開発される最大利用貯水容量に0.54億m³の余裕が生ずる。この用途として新たに想定し得るものに，かんがいと発電が挙げられる。このうち，かんがい用水については，既存のかんがい水田あるいは天水田のまとまっている地区がパシルコポ計画ダム地点からチシムット川とチウジュン川の合流点を経てパマラヤン堰までの間になく，自然流下取水方式による新規需要は期待できない。もし，大規模揚水取水方式の導入が可能ならば，チウジュン川左岸のカラン山山腹緩傾斜地一帯にある既存水田でかんがい用水需要を新しく開拓できるが，現在のＤＰＵの方針に準じ，計画目標年次の予測かんがい面積には計上していない。したがって，最大利用貯水容量の余裕分をすべて発電に振り向けた場合，発電単価の非常に高い電気となり，ＰＬＮの電力系統へ供給することが難しくなる。以上の点を考慮し，第2案にについては2000年における下流の需要に見合う規模で開発することとし，その最適利用貯水容量を2.56億m³とする。第3案では，カリアン及びチラワン両計画ダムをいずれも最大

利用貯水容量で開発した場合が，最適開発規模となる。しかし，チラワン地点の貯水容量を縮尺1／50,000の地形図で検討しているので，将来縮尺1／5,000 の地形図で精査した場合に，最大利用貯水容量が最適開発規模を若干下回ることが起り得ることもある。

三つの水源施設組合せ比較案の最適開発規模から得られるかんがい便益を算定し，各比較案の優劣を検討した結果を以下に要約する。

比較項目	単位	第1案 カリアン単独	第2案 カリアン＋パシルコボ	第3案 カリアン＋チラワン
純現在価値	億ルピア	61.4	－ 52.7	74.1
便益・費用比率		1.15	0.97	1.16
内部経済収益率	%	13.4	11.3	13.6

いずれの比較項目とも第3案が最も有利な結果を示している。したがって，利水目的で水源施設を開発する場合，経済性の観点からみれば，第3案のカリアン計画ダムとチラワン計画補助ダムの組合せ案に最優先順位をおくことが妥当となる。

第7章で検討した治水計画のうち，第一期改修計画比較案を水源施設開発計画比較案と統合しても，表－23及び図－22に示すように第3案のカリアン計画ダムとチラワン計画補助ダムの組合せ案の優先順位には変動を生じない。よって，北バンテン地域における最適水資源開発計画として，チウジュン水系チベラン川のカリアン地点とチドリアン水系チブルム川のチラワン地点に貯水施設を新設する案を採択する。

三つの水源施設組合せ比較案に治水計画を統合した場合，経済的優位性のみならず，技術，財務，社会の各見地から考察を加えると，各案の間に次のような優劣が付けられる。技術的難易度には各案の間で特別な差異はないが，工事規模としては，第1案が最も小さく，次いで第3案，第2案の順となる。財務面からみれば，所要工事費は工事規模と正比例するので，第1案が最も少なく，次いで第3案，第2案の順となる。社会的効果については，第3案の受益者が最も多く，次いで第2案，第1案の順となる。以上を総括すれば，第3案に最も高い優先度が付き，第1案，第2案の順に低くなる。

評価項目	第1案 カリアン単独	第2案 カリアン＋パシルコポ	第3案 カリアン＋チラワン
経済	2	3	1
技術	1	1	1
財務	1	3	2
社会	3	2	1
総合	2	3	1

8.3 計画ダムの概要

8.3.1 カリアンダム

カリアン計画ダム地点はチウジュン川支流のチペラン川，ランカスビトンの上流約10kmに位置している。計画ダム地点における集水面積は 288km²，河床標高は18m，河幅は約20mである。両岸の地形は標高60mまで比較的急傾斜面となっており，それ以上は勾配が非常に緩やかになる。このような地形的制約で，ダムの高さは最大50mが限度となる。

計画ダム地点の地質は鮮新世の海成堆積層から成り，基礎岩盤の主体は火山礫質凝灰岩及び砂質頁岩層を挟在する細粒ないし粗粒凝灰岩である。この基礎岩盤のせん断強度は約5kg／cm²程度と推定され，軟質かつ強度が低いために大規模なコンクリートダムの建設は困難である。基礎岩盤の風化層の厚さは両岸部で3ないし5m，河床部で1m程度である。このような地質条件を考慮すれば，フィルタイプダムの建設が推奨される。フィルダム材料のうち，コア及びフィルタ材料には，計画ダム地点上流7kmから10kmにかけての両岸の段丘上に砂礫層が分布しており，これを採取して使用することができる。また，ロック及びリップラップ材料は，計画ダム地点の上流約11kmにグヌンソンディ採石場があり，ここから採取運搬が可能である。河床部の基礎岩盤を2m掘削する必要があるので，基盤からのダムの高さは52m，堤頂標高は70mとなる。堤頂長は 510mである。ダムの型式には中央コア型を採用する。法面勾配は上流側を1：3.0，下流側を1：2.5とする。堤体積は110万m³となる。洪水吐設計流量を毎秒 1,510m³と定め，越流部の越流頂標高を65.5mとする。洪水吐はダム本体とは切り離して右岸の鞍部に設けることとする。仮排水トンネル

も右岸に建設し，その延長は 400mとなる。

計画ダムの貯水容量諸元は次のとおりである。

総貯水容量　：2.61億m³

無効貯水容量：0.43億m³

有効貯水容量：2.18億m³

利用貯水容量：1.88億m³

洪水調節容量：0.30億m³

集水域からの土砂流入量は年間1ha当り15m³程度を見込めば十分と考えられるので，上記の無効貯水容量は 100年間分の貯水池内堆砂量に見合う。

図－23にカリアン及びチラワン両計画ダムの概念図，図－24にカリアンダム計画図，図－25にカリアン計画ダムの貯水容量曲線を示してある。

8.3.2 チラワン補助ダム

チラワン計画ダム地点はチドリアン川支流のチブルム川に位置しており，ランカスビトンの南東約15kmにある。計画ダム地点における集水面積は93km²，河床標高は50m，河幅は約15mである。両岸の地形は標高80m付近まで比較的急勾配の斜面となっており，それ以上は非常に緩やかな斜面になる。このような地形的制約で，ダムの高さは堤頂標高で75mが上限となる。

計画ダム地点の地質はカリアンダム同様凝灰岩から成るので，基礎岩盤のせん断強度は低い。しかしながら，ダムの高さが低いのでコンクリートダムの建設には問題がない。また，河幅が狭く，工事期間中の仮排水処理，洪水吐の型式選定などの問題点に対処するには，コンクリートダムが適している。フィルタイプダムの建設も可能であるが，フィルダム材料を計画ダム地点周辺に得られず，カリアンダム用の土取場を共用することが必要となる。これはチラワンダムの工事をカリアン貯水池の湛水開始前に完成させなければならないことを意味する。以上の点を考慮し，コンクリートダムの建設を推奨する。

河床岩盤基礎処理のために，基礎岩盤を3m掘削する必要がある。基盤からのダムの高さは28m，堤頂標高は75mとなる。堤頂長は 190mである。ダムの型式にはコンクリート

重力式を採用する。堤体積は7万m³となり，ダム堤体上に洪水吐を設ける。また，工事期間中の仮排水処理は半川締切り工法で行う。

チラワンダムに関する既往の計画は皆無であり，また地形図は縮尺1／50,000のものしか作成されていない。したがって，今回測定した総貯水容量の値は，将来より精度の高い地形図に基づき再検討する必要がある。チラワン貯水池の貯水容量諸元は次のとおりである。

総貯水容量　：6,900万m³

無効貯水容量：1,500万m³

有効貯水容量：5,400万m³

利用貯水容量：5,400万m³

洪水調節容量：　－

貯水池内堆砂量はカリアンダムと同様の基準で推定し，1,500万m³を無効貯水容量として見込んだ。洪水調節容量を特に見込んでいないが，水門操作によって洪水のピーク流量を調節することは可能である。貯水容量曲線を図－25に，計画図を図－26に示してある。

8.3.3　関連水源施設

チラワンダムの下流約5km地点に建設されるガデック堰とK－C－C地区内かんがい施設の他に，流域間及びチレゴンへの生活用水・工業用水の導水に関連した水源施設が必要となる。これは，(1)カリアン貯水池からチブルム川ガデック堰上流への分水トンネル，(2)チラワン貯水池からチチンタ川チチンタ頭首工上流への分水トンネル，(3)チウジュンかんがい地区既設左岸幹線水路末端から既存クレンチェン浄水場あるいはカリブルン原水池への管路から成る。

カリアン貯水池の新規開発水量の一部をK－C－C地区かんがい用水量補給分としてチブルム川に分水するために，延長1,500mのトンネルを掘削する。この分水トンネルは内径2.5mの標準馬蹄型断面をもち，トンネル入口に水門が設けられる。想定した路線部分の地質は火山礫質凝灰岩であるから，トンネル掘削には特に問題はないものと考えられる。

チラワン貯水池の新規開発水量の一部をチチンタかんがい地区の乾期作かんがい用水と

して分水するために，延長 1,500mのトンネルを掘削する。この分水トンネルは内径 2.5mの標準馬蹄型断面をもつ。この路線もカリアン貯水池からの分水トンネルと同様の地質条件をもち，トンネル掘削作業に問題が生ずる可能性はない。

カリアン貯水池の新規開発水量の一部をチレゴン地区へ送水するために，チウジュンかんがい地区既存左岸幹線水路の末端から延長 6.5km，呼び径 1,000mmの管路を既設クレンチェン浄水場あるいはカリブルン原水池まで敷設する。

以上の隣接水源施設のうち，K－C－C及びチチンタ両地区へのかんがい用水供給効果を早期に発現させるためには，分水トンネルはカリアン及びチラワン両ダムと同時に建設する必要がある。チレゴンへの管路については，チレゴン地区の将来の水需要がチダナウ川からクレンチェン浄水場への既設管路の容量を上回り，水不足が生ずる時点で建設が必要となる。

8.4 地下水開発

調査地域内には新規に開発可能な地下水賦存量が少なく，極く限られた地域の生活用水需要量しか充足できない。したがって，地下水を水源とする給水地区については，将来の水需要がその供給能力を超えた場合，不足水量は新規に開発される表流水から充当することとする。

カラン山周辺の湧泉については，既にかんがい用水と生活用水に大部分が利用されている。地理的条件からみて，パンデグラン地区では今後とも生活用水を湧泉に依存せざるを得ないが，現在の湧出量でも計画目標年次の水需要量に対応し得る。その他の湧泉利用地区においては，もし将来水不足が生じた場合，表流水の利用を考慮する必要が生ずるが，不足水量がまとまらないと，表流水の新規開発には経済性が伴わない。

第9章　水資源開発計画の概要と効果

9.1　水資源開発計画

第7章で検討した利水及び治水計画，第8章で検討した水源施設開発計画に基づいて，本章では提案された水資源開発計画の概要と効果について述べる。

現在，調査地域の可耕地の大半は既に水田として利用され，乾期の表流水の大部分はかんがい用水に充てられているため，このままでは作付率の向上やかんがい面積の拡大の可能性は期待できない。したがって，乾期のかんがい面積を増加させるには，雨期の豊富な表流水を有効に利用することが不可欠である。これには，水源施設として貯水池を新設する必要がある。

計画目標年次2000年までに実現すべき水資源開発計画はできる限り最小の費用で最大限にかつ自然流下方式で表流水を利用し得るものでなければならない。また，この計画は洪水あるいは湛水による被害を軽減する役割も果たす必要がある。

調査地域の水需要はかんがい用水が優先し，その受益順位はまず既存かんがい地区，次いで未かんがい地区となる。生活用水と工業用水の水需要はかんがい用水に比較して非常に小さいが，その需要を充足することの重要性は同等である。

計画によるかんがい用水供給地区はチウジュン既存かんがい地区，チチンタ既存かんがい地区及びK－C－C新規かんがい地区である。また，生活用水及び工業用水供給地区はランカスピトン，チレゴン及び幹線水路沿いのIKKである。これらの供給地区における計画目標年次の水需要を満す水源施設として，チペラン川のカリアン地点とチブルム川のチラワン地点にダムを建設し，貯水池を新設する。さらに，ランカスピトン付近の洪水被害を軽減するために，ダム建設と並行してチウジュン川のランカスピトンとパマラヤン堰の間26kmの河川改修を実施する。

この計画による想定効果は，チウジュンかんがい地区における乾期作作付面積11,400haの増加，チチンタかんがい地区における乾期作作付面積 1,250haの増加，K－C－C地区における雨期作面積 8,000haと乾期作面積 6,950haの新規かんがい，ランカスピトン公共水道施設への原水供給，ランカスピトン周辺の洪水被害軽減である。また，チウジュンか

んがい地区幹線水路から24か所のＩＫＫ水道施設への原水供給，チレゴンへの工業用水及び生活用水への原水供給も計画目標年次までに発生する直接効果として想定した。

カリアンダムによる洪水調節と河川改修工事の効果で，確率１／10年以下の洪水はランカスピトン周辺では無害流量となる。

この水資源開発計画に必要な総事業費は 1,490億ルピアである。このうち，カリアンダムに 720億ルピア，チラワンダムに 230億ルピア，Ｋ－Ｃ－Ｃ地区かんがい施設に 390億ルピア，河川改修に 150億ルピアを要する。事業費の内訳を表－24に，年次別支出計画を表－25に示した。年間の維持管理費は，ダムと河川改修の直接工事費の各 0.5%及びかんがい施設の直接工事費の２%を計上した。

9.2　経済分析

9.2.1　経済分析の前提条件

７章では治水計画，８章では水源施設開発計画の代替案の比較検討のために経済分析を行った。本章では提案された水資源開発計画の経済評価と，各章で行った経済分析の前提条件について述べる。

各計画の経済的妥当性は純現在価値（ＮＶＰ），便益・費用比率（Ｂ／Ｃ），内部経済収益率（ＥＩＲＲ）に基づいて評価し，提案された水資源開発計画の評価結果の信頼性については感度分析を行って検討する。

経済評価は次の前提に基づいて行った。

(1) 評価年数は詳細設計業務が着手される1985年より2034年までの50年間とする。

(2) 便益は直接計上可能なものに限り算定する。

(3) 建設期間は７年とし，詳細設計業務に要する２年間を含むものとする。

9.2.2　経済価格と経済費用

次の条件で経済価格を求め，これに基づき経済便益と経済費用を算出した。

(1) 外国為替レートは1982年末の公定レートに基づき１米ドル＝ 690ルピア，100円＝ 280ルピアとする。

(2) 米の価格は国際価格を基準に農家庭先価格を求め，1キロ当り 180ルピアとする。

(3) 建設作業に従事する人夫賃は実勢相場の60%とする。

(4) 国内で調達する物品及び役務に含まれる税金などの移転費用は10%とし，土地買収費も移転費用として計上する。

上記の経済価格に基づいて算出した経済費用は 825億ルピアである。また，毎年の維持管理費は経済費用のうちのダム及び河川改修直接工事費の 0.5%とかんがい施設の直接工事費の2%相当分を計上し，その額は5億 6,900万ルピアとなる。

9.2.3 経済便益

上述の経済価格に基づいて算出したかんがい及び洪水調節による便益は毎年 173億ルピアとなる。

かんがい便益は事業を実施した場合としなかった場合の米の生産高の差額として算出した。かんがい便益は水源施設が竣工し，かんがい用水が供給された時点から発生し，年々増加して，5年後に計画目標便益に到達する。

洪水調節便益は洪水被害の軽減額に基づいて算出した。洪水調節便益は河川改修の完工と同時に計画目標便益となる。洪水被害軽減額を算定した項目は家屋及び公共施設，家財及び商品，農作物，商業活動などである。

上述した直接便益以外に，次のような間接便益が考えられる。

(1) 貯水池の水面を利用した観光産業や内水面漁業などの振興に寄与する。

(2) ダム・かんがい施設の建設及び河川改修工事が地元雇用機会の増大をもたらすだけでなく，乾期作作付面積の増加が専業農家戸数の増加をもたらす。

(3) 米生産高の増加は，農家収入を向上させ，地域及び職種間の富の配分の不均衡を是正する。また，域外への米の供給力が強化され，ひいては米の輸入量を減少し，輸入外貨の節約に貢献する。

(4) 調査地域住民の生活水準が向上することにより，域内及びその周辺の経済活動や産業の著しい発展への寄与が期待される。

(5) 洪水調節の結果，土地の有効利用が促進される。また，生活環境の整備により住民の衛生状態が改善され，洪水の脅威からの開放は住民の安寧をもたらす。

(6) 建設資機材搬入道路の新設は，地方道路網の整備を促進する。

9.2.4 経済評価

提案された水資源開発計画について経済評価を行った結果，表－26に示すように，割引率12%の場合ＮＰＶは96億ルピア，Ｂ／Ｃは1.18となり，ＥＩＲＲは13.8%と算定された。この結果は提案された水資源開発計画が経済的に妥当であることを示している。

かんがい開発により，毎年 116,600ton の籾が増産される。また，洪水調節により，農地 3,500haと住宅 6,000棟の浸水被害が解消する。

9.2.5 感度分析

感度分析は費用が10%増加した場合及び便益が10%減少した場合について行った。結果は，以下に示すとおりである。

ケース	ＮＰＶ	Ｂ／Ｃ	ＥＩＲＲ
	(億ルピア)		(%)
費用10%増	42.88	1.07	12.8
便益10%減	33.27	1.06	12.7

提案された水資源開発の経済的妥当性は費用及び便益がそれぞれ10%変動しても変化しない。これは，ＰＲＯＳＩＤＡが先行投資したチウジュンかんがい地区の改修費用の残存価格分を負担しても，本事業が成立することを意味する。

第10章　結論及び勧告

10.1　結　論

第一次及び第二次調査団による調査の結果，本地域の水資源開発計画は可能な限り速やかに実施に移す必要があると結論された。その理由は，大量のかんがい用水が不足している現状に加え，生活用水需要の増大と工業用水需要の新規発生が見込まれ，さらにチウジュン川中流域ランカスビトン付近の洪水被害の軽減が求められており，これらの対策が急務となっているからである。

早期に着手すべき事業の内容は次のとおりである。

—カリアンダム

—補助貯水池の機能をもつチラワンダム

—カリアン貯水池よりチブルム川への分水トンネ

—チラワン貯水池よりチチンタ川への分水トンネル

—ランカスビトン周辺の河川改修

—ガデック取水堰及び導水路を含むK－C－C地区 8,000ha用のかんがい施設

—チウジュンかんがい地区の既設左岸幹線水路末端より既設クレンチェ浄水場に至る管路

以上の事業の中心となるものはカリアンダムであり，本水資源開発計画をカリアン多目的ダムプロジェクトと仮称する。

カリアン及びチラワン両貯水池の利水容量はかんがい用水のほかにランカスビトンと幾つかのＩＫＫ公共水道施設への原水供給量を見込んである。さらに，取水施設は計上していないが，計画目標年次2000年までに現在の水源では水不足が生ずるものと予想されるチレゴン及び20か所前後のＩＫＫ公共水道向けの必要水量も見込んである。

本プロジェクトの実施により，チウジュン地区24,200ha，K－C－C地区 8,000ha及びチチンタ地区 1,435haのほぼ全域にわたり，水稲のかんがい二期作が可能となる。これにより毎年籾換算で 116,600ton の増産が期待できる。この増産量は調査地域の現況籾生産量の40%に相当する。一方，調査地域には西ジャワ州の人口の６％が住み，州の産米高の

4％を生産しているのが現状であるが，この増産により産米高は州の6％相当に増加する。したがって，本プロジェクトの実施は調査地域の経済及び社会の発展に大きく寄与することが期待される。その結果，西ジャワ州と調査地域の所得格差が解消し，かつK－C－C地区のような域内の低所得地区の所得水準も向上する。これは，第三次開発5ヶ年計画にうたわれている方針，すなわち国民の生活水準と福祉の向上，その機会を国民に平等に与えることに合致するものである。

カリアンダムによるチペラン川の洪水調節と河川改修工事による流下能力の向上により，チウジュン川では確率1／10年以下の洪水は無害流量となる。その結果，ランカスビトンを中心に大幅に軽減される。

このプロジェクトは経済的に妥当であり，技術的に問題点はなく，財務的には巨額の投資を必要とせず，社会的には広い波及効果が期待される。したがって，本水資源開発計画で策定されたカリアン多目的ダムプロジェクトは直ちに実施に移すべきであるが，次の段階としてフィジビリティ調査を実施する必要がある。

10.2 勧　告

10.2.1 水資源開発計画勧告案

カリアン多目的ダムプロジェクトは二つのダム及び貯水池，K－C－C地区のかんがい施設，河川改修及び関連諸施設より成る。本プロジェクトの技術的及び経済妥当性を詳細に検討するために，以下に述べる事項に特に留意しつつ，フィジビリティ調査を実施することが必要である。

カリアン及びチラワン両計画ダムの最適開発規模確認のために，両計画ダム地点における河川流量を正確に把握する必要がある。しかし，カリアン計画ダム検討用に設置されたサジラ測水所の位置には技術的な問題があり，正確な流量を把握するには適さない。チブルム川ではK－C－C地区への取水堰建設予定地点のガデック，チラワン計画ダム地点のいずれにも測水所が設けられていない。本基本調査では，カリアン及びチラワン計画ダム地点における流量をランカスビトン測水所の観測資料に基づいて推定した。したがって，カリアン及びチラワン各計画ダムへの流入量を検討するために，適切な地点を選定し，速

やかに測水所を設置することを勧告する。

調査地域のかんがい開発計画を策定するにあたり，ＰＲＯＳＩＤＡの基準に従いかんがい効率を64％とした。しかし，既存のかんがい地区，特にチウジュンかんがい地区における実際のかんがい効率は56％であり，これは水路損失水量が35％近くになることを示している。よって，水路損失水量を減少するために必要な対策を講じることを勧告する。これは有限な水資源を最大限に利用する上に極めて重要なことである。

本基本計画調査で予測したチレゴンの水需要量には，チレゴン工業団地の工業用水及びチレゴン市街地とその周辺地区の生活用水需要量を見込んでいる。この原水をチウジュンかんがい地区既存左岸幹線水路末端から揚水し，呼び径 1,000mm，延長 6.5kmの管路でクラカタウ製鉄鋼所有のクレンチェン浄水場あるいはカリブルン原水池まで圧送する計画である。将来の公共用水需要にかんがみ，クラカタウ製鉄鋼所有の浄水場と原水池をチレゴン公共水道施設管理機構へ移管することについて，クラカタウ製鉄鋼との協議に入ることを勧告する。

10.2.2 事前調査

カリアン多目的ダムプロジェクトのフィジビリティ調査を効率よく実施するために，調査に先立ち，次の諸準備作業を行う必要がある。

(1) チラワン貯水池地域，Ｋ－Ｃ－Ｃ地区の未図化部分，カリアン及びチラワン両計画ダム地点に至る取付道路路線範囲の図化作業，縮尺は１／5,000 とする。

(2) カリアン及びチラワン両計画ダム地点とガデック取水堰地点の図化作業，縮尺は１／500 ，等高線間隔はできれば 0.5mとする。

フィジビリティ調査実施期間中に下記の項目について現地調査を行う必要がある。

(1) ガデック取水堰付近及び既存チウジュンかんがい地区幹線水路の水文観測計画

(2) 計画ダム地点及び採石場の追加ボーリング

(3) 計画ダム地点の現場透水試験

(4) 採石場及び計画構造物地点の土質試験

(5) Ｋ－Ｃ－Ｃ地区北部の土壌調査

(6) K－C－C地域全域のかんがい排水計画策定に必要な路線測量

(7) 河川改修計画策定に必要な河川現況確認調査

(8) ランカスビトン及びチレゴンの配水施設現況調査

表－1　作業監理委員及び第二次調査団員名簿

担当分野	氏　名	所　　属	カウンターパート
作業監理委員会			
委員長	飯田　隆一	建設省土木研究所 所長	(1983年1月19日まで担当)
委員長	城島　誠之	建設省土木研究所 ダム部長	(1983年1月20日より担当)
水需給計画	脇　雅史	建設省河川局 開発課課長補佐	
河川計画	折敷　秀雄	㈳国土開発技術研究センター 調査第一部副参事	
地　質	中村　康夫	建設省土木研究所 地質研究室主任研究員	
灌漑排水	金井太二郎	水資源開発公団 埼玉合口二期建設所工務課長	
調　整	大山　雅民	国際協力事業団社会開発協力部 開発調査第二課副参事	
第二次調査団			
総　括	一宮　隆夫	日本工営㈱	Budi Santoso Dipl. HE
水資源	細田　和夫	三井共同建設コンサルタント㈱	Djumpono
水文・水理	太田　留男	三井共同建設コンサルタント㈱	Agus Praptomo
ダム計画	柳沼　英治	日本工営㈱	Agni Handoyoputro
地　質	佐々木悌郎	日本工営㈱	Harry Witanto BE.
河川計画	若山　清海	三井共同建設コンサルタント㈱	Mulyono
水供給	川口　正義	日本工営㈱	Sunardi
農業経済	松木　豊	日本工営㈱	Hisbullah Rachman
灌漑計画	佐藤　周一	日本工営㈱	Syahril
発電計画	富山　佳紀	日本工営㈱	Yusuf Harahap B.E.B.
農業・環境	松井　慎	日本工営㈱	Hisbullah Rachman
財務・経済	大野　欽一	三井共同建設コンサルタント㈱	Sumarno Kadarusman
水理計算	磯脇　繁信	三井共同建設コンサルタント㈱（国内作業のみ）	

表－2. 国勢調査毎の人口統計

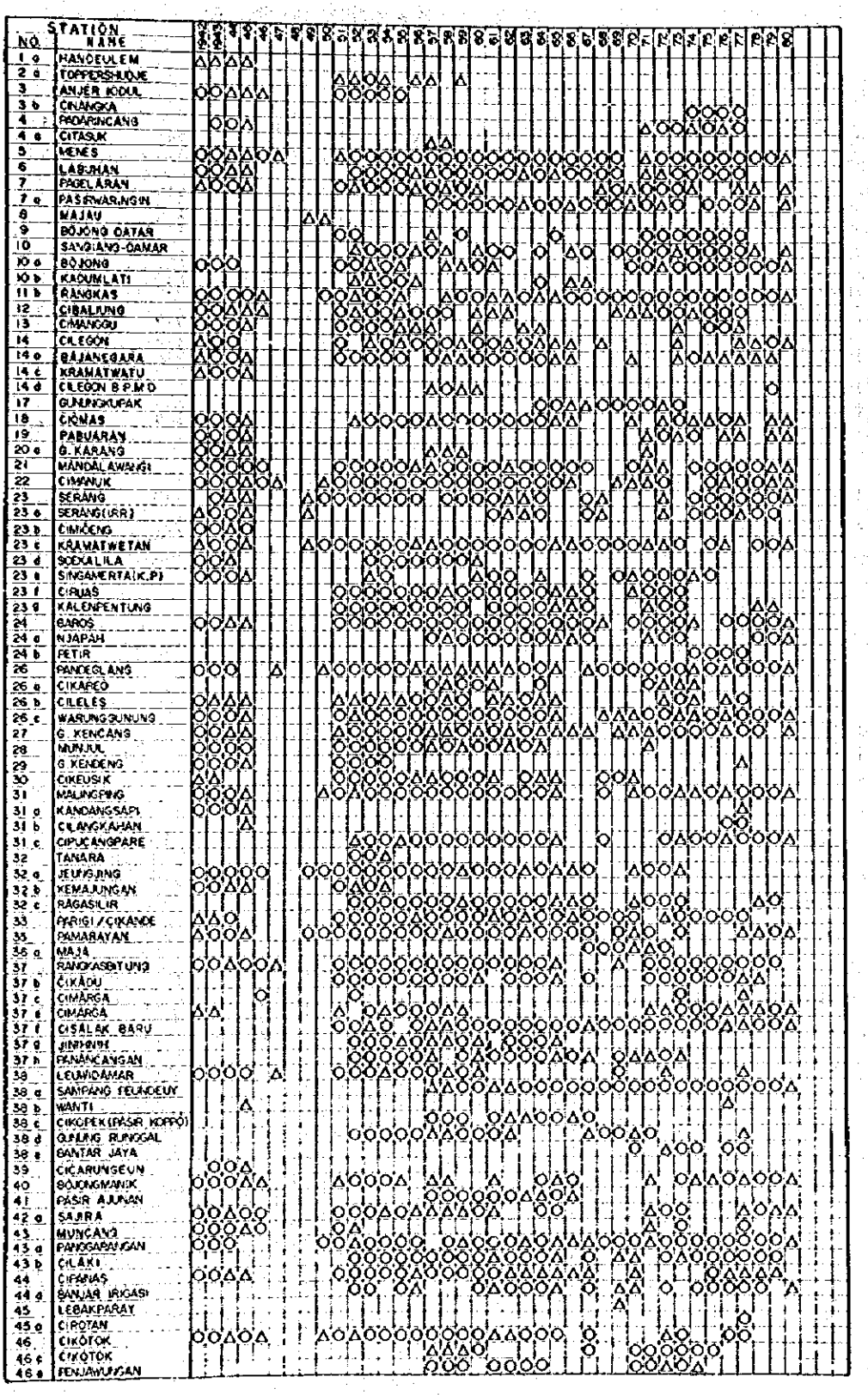
	Population Census			Population Density in 1980 (person/km^2)
	1961	1971	1980	
Indonesia	97,085,348	119,208,229	147,490,298	77
Java Island	63,059,575	76,086,327	91,269,528	690
Province of West Java	17,614,555	21,623,529	27,453,525	593
Kabupaten				
Serang	720,169	859,467	1,109,186	591
Lebak	427,802	546,364	682,868	219
Pandeglang	440,213	572,628	694,759	264
Bogor	1,314,156	1,667,687	2,493,909	913
Study Area				
Serang	714,000	852,000	1,100,000	591
Lebak	222,000	273,000	338,000	262
Pandeglang	112,000	134,000	172,000	719
Bogor	29,000	36,000	44,000	303
Total of the Study Area	1,077,000	1,295,000	1,654,000	466

表－3. 人口増加率

Unit: %

	1961/1971	1971/1980	1961/1980
Indonesia	2.10	2.37	2.23
Java Island	1.91	2.02	1.97
Province of West Java	2.09	2.66	2.36
Kabupaten			
Serang	1.80	2.84	2.30
Lebak	2.50	2.48	2.49
Pandeglang	2.69	2.15	2.43
Bogor	2.44	4.52	3.43
Study Area			
Serang	1.80	2.84	2.30
Lebak	2.11	2.36	2.23
Pandeglang	1.77	2.84	2.28
Bogor	2.19	2.25	2.22
Average of the Study Are	1.88	2.72	2.28

表－4. 月降雨量記録の整備状況



o Available Data

△ Partially Available Data

表－5. 調査地域内河川流量観測所一覧

River	Location	Catchment Area (km^2)	Type	Installed by	Year	Available Water Level Data
Cidanau	Curugbetung	200	R	T.A.	1915	1924, 1932, 1936
Cidanau	Kubang Baros	200	R	P3SA	1980	1980 - 1982
Ciberang	Cileuksa	58	R	T.A.	1929	1929, 1934
Ciberang	Sajira	233	R/S	P3SA	1978	1978 - 1981
Cisimeut	Leuwidamar	183	R	P3SA	1979	1980 - 1981
Ciujung	Rangkasbitung	1,383	R/S	DPMA	1969/70	1972 - 1982
Ciujung	Pamarayan Weir	1,451	S	DPU	-	1975 - 1981
Ciujung	Kragilan	1,812	S&R	DPMA	1969	1970, 1972 - 1975, 1978 - 1979
Ciujung	Cileles	216	R/S	P3SA	1978	1978 - 1982
Cibanten	Serut	77	R	P3SA	1977	1977 - 1982

Remarks: R = Automatic rain recorder
S = Daily normal gauge

表－6. 流量観測所における月平均流量

Unit: m^3/s

Gauging Station	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Runoff (10^6 m^3)
Pamarayan	296.4	177.3	133.5	132.5	114.0	85.7	65.0	71.3	110.8	62.8	103.1	140.3	3,872
Kragilan	241.2	156.5	150.5	131.4	121.4	55.3	45.5	48.9	75.8	58.9	87.0	105.6	3,326
Rangkasbitung	192.4	122.9	125.8	111.6	98.5	61.3	86.4	54.9	71.4	60.2	85.4	92.0	2,969
Cileles	31.7	15.8	12.2	-	5.0	4.1	4.0	2.2	5.0	6.7	17.1	12.5	394
Kopomaja	43.2	32.6	29.0	31.5	28.9	16.5	11.6	14.0	21.6	18.1	22.4	19.9	786
Serut	5.7	4.6	3.5	2.2	1.5	1.2	1.3	1.3	1.9	1.5	1.9	2.6	81
Kubang Baros	24.1	16.0	17.0	19.0	13.2	8.3	6.5	6.1	9.5	10.4	21.2	30.6	482

表－7. 計画ダム地点における月平均流量

Unit: m^3/s)

Dam Site	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Runoff (10^6 m^3)
Karian	57.4	36.7	37.6	33.3	29.4	18.3	14.9	16.4	18.6	18.0	25.5	27.5	886
Pasir Kopo	30.8	19.7	20.2	17.9	15.4	9.8	8.0	8.8	11.4	9.7	13.7	14.4	474
Bojongmanik	24.3	15.5	15.9	14.1	12.4	7.6	6.3	6.9	9.0	7.6	10.8	11.6	373
Pamarayan Weir	197.1	126.0	128.8	114.4	100.9	62.8	51.1	56.2	73.1	61.7	87.5	94.2	3,032
Cilawang	15.4	9.9	10.1	8.9	7.9	4.9	4.0	4.4	5.7	4.8	6.8	7.4	239
Cibanten	5.7	4.6	3.5	2.2	1.5	1.2	1.3	1.3	1.9	1.5	1.9	2.5	82
Cidanau	26.0	17.3	18.3	20.4	14.2	8.9	7.0	6.6	10.3	11.2	22.9	33.0	512

表－8. 確率月平均流量

Unit: m^3/s

Station	Return Period (year)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Runoff (10^6 m^3)
Pamarayan	1/3	165.7	111.2	99.2	92.2	77.5	40.7	31.3	28.1	22.5	32.9	64.1	64.9	2,668
	1/5	145.1	100.6	82.3	78.6	64.4	31.0	23.1	18.9	12.3	22.5	51.8	50.5	2,406
	1/10	125.8	90.4	67.4	66.3	52.9	23.2	16.7	12.3	6.4	15.0	41.2	38.7	2,157
Rangkasbitung	1/3	161.7	108.6	96.8	89.9	75.6	39.7	30.6	27.5	21.9	32.1	62.6	63.3	2,620
	1/5	141.6	98.2	80.4	76.7	62.9	30.3	22.6	18.4	12.0	22.0	50.6	40.3	2,368
	1/10	122.8	88.2	65.8	64.7	51.6	22.7	16.3	12.0	6.2	14.7	40.3	37.8	2,129
Karian	1/3	48.3	32.4	28.9	26.8	22.6	11.9	9.1	8.2	6.0	9.6	18.7	18.9	782
	1/5	42.2	29.3	24.0	22.9	18.8	9.0	6.7	5.5	3.3	6.6	15.1	14.7	706
	1/10	36.6	26.3	19.7	19.3	15.4	6.8	4.9	3.6	1.8	4.4	12.0	11.3	637
Pasir Kopo	1/3	25.9	17.4	15.5	14.4	12.1	6.4	4.9	4.4	3.5	5.2	10.0	10.2	416
	1/5	22.7	15.7	12.9	12.3	10.1	4.9	3.7	2.9	1.9	3.5	8.1	7.9	375
	1/10	19.7	14.1	10.6	10.4	8.3	3.6	2.7	1.9	1.0	2.4	6.5	6.1	337
Bojongmanik	1/3	20.4	13.7	12.2	11.4	9.5	5.1	3.9	3.5	2.8	4.1	7.9	8.0	328
	1/5	17.9	12.4	10.2	9.7	7.9	3.9	2.9	2.3	1.5	2.8	6.4	6.2	296
	1/10	15.5	11.1	8.3	8.2	6.5	2.9	2.1	1.5	0.8	1.9	5.1	4.8	265
Cilawang	1/3	13.0	8.7	7.6	7.2	6.1	3.2	2.5	2.2	1.8	2.6	5.0	5.1	211
	1/5	11.4	7.9	6.4	6.1	5.1	2.4	1.8	1.5	1.0	1.7	4.0	4.0	189
	1/10	9.9	7.1	5.2	5.2	4.2	1.8	1.3	1.0	0.5	1.2	3.2	3.0	170
Cidanau	1/3	15.8	10.9	14.9	14.4	10.5	7.6	4.8	3.8	5.3	6.6	11.6	19.6	451
	1/5	11.5	7.9	12.8	11.2	8.4	6.7	3.7	2.6	3.6	4.7	7.4	14.0	410
	1/10	8.2	5.7	10.8	8.6	6.5	5.8	2.8	1.8	2.4	3.3	4.6	9.7	369
Cibanten	1/3	4.4	3.4	2.2	1.6	1.2	0.9	0.7	0.9	1.1	0.5	0.7	1.7	47
	1/5	3.6	2.8	1.6	1.3	1.0	0.8	0.5	0.7	0.8	0.3	0.4	1.3	32
	1/10	2.9	2.3	1.2	1.0	0.9	0.6	0.3	0.5	0.6	0.2	0.2	1.0	22

表－9. 洪水流量時間曲線算出の合理式

Followings show the Rational formula which is applied to obtain flood hydrographs at the potential dam sites. More details are presented in Appendix B.

(1) The triangular hydrograph with the peak discharge Qp obtained by the Rational formula is adopted for the study. The time of recession Tr is assumed as Tr = 2Tc, where Tc is the time of concentration.

(2) The time of concentration Tc is estimated by Rziha's formula.

$$Tc = L/w \text{ (hr)}, \quad w = 72\ (H/L)^{0.6} \text{ (km/hr)}$$

where, Tc: Time of concentration (hr)

w : Velocity of concentration of flood (km/hr)

L : Horizontal length of catchment basin (km)

H : Height difference of catchment basin (km)

(3) The peak discharge Qp is estimated by the Rational formula.

$$Qp = 1/3.6 \cdot f \cdot r \cdot A$$

where, Qp: Peak discharge (m^3/s)

f : Runoff coefficient

r : Rainfall intensity (mm/hr)

A : Catchment area (km^2)

(4) The runoff coefficient f is assumed as f = 0.7, considering the conditions of soil-cover, geology and topography of the catchment basin.

(5) The rainfall intensity is estimated by Mononobe's formula which may be derived from daily rainfall data, as the rainfall data in short duration of time are not available at present.

$$r = R_{24}/24 \cdot (24/T)^{2/3}$$

where, R_{24}: Daily rainfall (mm)

r : Rainfall intensity (mm/hr)

T : Rainfall duration (hr)

表－10. 水源別現況かんがい面積一覧

Unit: ha

Water Source	DPU Irrigation		Non-DPU Irrigation		Total	
	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry
Ciujung						
U/S Pamarayan	2,533	956	10,722	2,857	13,255	3,813
At Pamarayan	24,200	9,600	-	-	24,200	9,600
D/S Pamarayan	5,652	1,262	3,095	825	8,747	2,087
Sub-total	32,385	11,818	13,817	3,682	46,202	15,500
Cibeureum	1,435	100	-	-	1,435	100
Ciwaka	1,825	351	315	84	2,140	435
Cibanten	2,417	420	45	12	2,462	432
Cidanau	2,219	501	45	12	2,264	513
Others	4,680	1,266	3,558	948	8,238	2,214
Total	44,961	14,456	17,780	4,738	62,741	19,194

Remarks: U/S = Upstream
D/S = Downstream

表－11. 水源別かんがい利水現況一覧

Water Source	Catchment Area (km^2)	Irrigation Area (ha)		Annual Water Demand (10^6 m^3/y)
		Wet	Dry	
Ciujung				
U/S Pamarayan	1,451	13,255	3,813	243
At Pamarayan	1,451	24,200	9,600	371
D/S Pamarayan	1,850/1	8,747	2,087	154
Sub-total	1,850/1	46,202	15,500	768
Cibeureum	255	1,435	100	21
Ciwaka	60	2,140	435	36
Cibanten	185	2,462	432	41
Cidanau	316	2,264	513	40
Others	885	8,238	2,214	149
Total	3,551	62,741	19,194	1,055

Remarks: U/S = Upstream
D/S = Downstream
/1 = Total catchment area of the Ciujung river

表－12. 人口予測値

Unit: 10^3 persons

	1980	1990	1995	2000	2005
LEKNAS-LIPI					
Indonesia					
High case	149,347	196,273	225,373	259,494	299,799
Low case	143,734	179,905	195,518	209,372	222,748
M/P STUDY					
Indonesia	147,490	183,885	205,324	229,261	255,990
Java Island	91,270	110,930	122,296	134,826	148,640
Province of West Java	27,454	34,666	38,954	43,773	49,188
Kabupaten					
Serang	1,109	1,402	1,579	1,781	2,011
Lebak	683	873	988	1,117	1,263
Pandeglang	695	883	996	1,123	1,266
Bogor	2,494	3,494	4,136	4,896	5,795
Study Area					
Serang	1,100	1,391	1,566	1,767	1,995
Lebak	338	422	473	529	592
Pandeglang	172	215	241	270	303
Bogor	44	55	62	69	77
Total of the Study Area	1,654	2,083	2,342	2,635	2,967

表－13. 都市人口予測値

Unit: persons

Kecamatan	Urban Population Ratio (%)	1980	1990	1995	2000	2005
Pandeglang	27.2	13,400	17,100	19,500	22,200	25,300
Rangkasbitung	24.6	25,800	32,900	37,300	42,500	48,100
Serang	69.3	76,900	105,300	123,200	143,900	168,300
Cilegon	30.0	16,700	21,200	24,900	29,200	34,400
Pulomerak	16.9	15,500	21,900	26,300	31,600	37,900
Kramatwatu	14.3	4,200	5,300	6,000	6,800	7,800
Ciruas	15.4	5,500	5,900	6,400	6,900	7,400
Ciomas	13.9	2,800	3,800	4,200	4,600	5,100
Total	-	160,800	213,400	247,800	287,700	334,300

表－14. 水源別かんがい水田予測面積

Unit: ha

Water Source	1982		2000		After 2000	
	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry
Ciujung						
U/S Pamarayan	13,255	3,813	13,250	3,800	13,250	8,000
At Pamarayan	24,200	9,600	24,200	24,200	24,200	24,200
D/S Pamarayan	8,747	2,087	8,750	2,100	8,750	5,000
Sub-total	46,202	15,500	46,200	30,100	46,200	37,200
Cibeureum	1,435	100	9,500	9,500	9,500	9,500
Ciwaka	2,140	435	2,150	450	3,400	700
Cibanten	2,462	432	2,500	400	2,700	1,600
Cidanau	2,264	513	2,300	550	4,300	2,600
Other rivers	8,238	2,214	8,250	2,200	12,900	3,400
Rainfed	30,259	-	22,100	-	14,000	-
Total	93,000	19,194	93,000	43,200	93,000	55,000

Remarks: U/S = Upstream
D/S = Downstream

表－15. 利水形態別生活用水及び工業用水需要予測値

Unit: lit/s

User	1985	1990	1995	2000
1. Urban Water Demand				
- Serang	88	130	188	259
- Pandeglang	26	32	40	51
- Rangkasbitung	61	76	98	124
- Cilegon	26	40	58	81
- IKKs	120	170	233	309
Sub-total	321	448	617	824
2. Rural Water Demand	405	618	829	872
3. Domestic Water Demand in Industrial Estate				
- P.T. Satya Raya Indah Woodbased Industries	4.1	4.1	4.1	4.1
- P.T. Statomer PVC Resin Factory	0.1	0.1	0.2	0.2
- Port & Ferry Installations	0.3	0.4	0.4	0.5
- Suralaya Power Station and Housing Colony	30	40	40	50
- Cilegon Industrial Estate Housing Colony	13	17	24	33
Sub-total	48	62	69	88
Total	774	1,128	1,515	1,784
4. Industrial Water Demand				
- P.T. Satya Raya Indah Woodbased Industries	2.9	2.9	2.9	2.9
- P.T. Statomer PVC Resin Factory	1.6	1.6	1.6	1.6
- Port & Ferry Installations	1.6	1.8	2.0	2.3
- P.T. Krakatau Steel Works (including domestic use)	980	980	980	2,000
- P.T. Suralaya Power Station	18	47	59	70
- Cilegon Industrial Estate	93	148	480	688
Total	1,097	1,181	1,526	2,765
Grand Total	1,871	2,309	3,041	4,549

表－16. チウジェン川流域の冠水深・土地利用別浸水面積

Unit: ha

Section	Land Use	Inundated Depth (m) 0.00 to 0.49	0.50 to 0.99	1.00 to 1.49	1.50 to 1.99	Total
River Mouth to the Pamarayan Weir	Paddy Field	490	870	1,760	190	3,310
	Upland Field	60	80	160	190	490
	Plantation	30	60	120	40	250
	Fish Pond	550	-	-	-	550
	Village	30	40	90	40	200
	Sub-total	1,160	1,050	2,130	460	4,800
Upstream from the Pamarayan Weir	Paddy Field	10	10	30	50	100
	Upland Field	60	60	130	260	510
	Plantation	20	20	40	80	160
	Village	10	10	20	40	80
	Sub-total	100	100	220	430	850
Total	Paddy Field	500	880	1,790	240	3,410
	Upland Field	120	140	290	450	1,000
	Plantation	50	80	160	120	410
	Fish Pond	550	-	-	-	550
	Village	40	50	110	80	280
	Total	1,260	1,150	2,350	890	5,650

表－17. チウジュン川流域の冠水深別浸水家屋戸数

Unit: house

Section	Kind of Houses and Buildings	Inundated Depth (m) 0.00 to 0.49	0.50 to 0.99	1.00 to 1.49	1.50 to 1.99	Total
River Mouth to the Pamarayan Weir	Residence	880	1,170	2,630	1,170	5,850
	Shop	10	20	40	20	90
	School	1	1	2	1	5
	Mosque	9	12	27	12	60
	Sub-total	900	1,203	2,699	1,203	6,005
Upstream from the Pamarayan Weir	Residence	290	290	590	1,170	2,340
	Shop	5	5	10	20	40
	School	0	0	0	2	2
	Mosque	3	3	6	12	24
	Sub-total	298	298	606	1,204	2,406
Total	Residence	1,170	1,460	3,220	2,340	8,190
	Shop	15	25	50	40	130
	School	1	1	2	3	7
	Mosque	12	15	33	24	84
	Total	1,198	1,501	3,305	2,407	8,411

表－18. 1981年11月のチウジュン川洪水による被害額

Unit: Rp 10^6 at 1982 price

Item	River Mouth to the Pamarayan Weir	Upstream from Pamarayan Weir	Total
(1) Houses and Buildings, Household Effects	2,365.30	1,982.75	4,348.05
(2) Crops	1,122.55	15.12	1,137.67
(3) Suspension of Business Activities	141.92	118.97	260.88
(4) Public Facilities	1,880.41	1,794.39	3,674.80
Total	5,510.18	3,911.23	9,421.40

表－19. 治水計画代替案

Alternative Number	First Stage Plan (10 Years)				Master Plan (50 Years)		
	F-0	F-1	F-2	F-3	M-1	M-2	M-3
Design Flood Distribution Case	10-1	10-0	10-1	10-2	50-0	50-1	50-2
River Improvement (Length km)	0	63	26	26	67	67	67
Ciujung River							
River Mouth - pamarayan (37.07 km)	-	+	-	-	+	+	+
Pamarayan - No. 64 (14.01 km)	-	+	+	+	+	+	+
No. 64 Present Channel (2.95 km)	-	+	+	+	-	-	-
No. 54 Short Cut (Rangkasbitung) (1.91 km)	-	-	-	-	+	+	+
Upper Ciujung River (F: 5.5 km, M: 10.0 km)	-	+	+	+	+	+	+
Ciberang River (3.46 km)	-	-	-	-	+	+	+
Cisimeut River (Short Cut 0.9 km)	-	-	-	-	+	+	+
Construction of Dam							
Karian Dam	+	-	+	+	-	+	+
Pasir Kopo Dam	-	-	-	+	-	-	+

Remarks: Design flood distribution case = 10 and 50 indicate return period and 1 to 3 show number of dam
Number of dam = 1 for Karian dam, 2 for Karian plus Pasir Kopo dams and 3 for Karian plus Pasir Kopo and Bojongmanik dams

表－20. チウジュン川の計画洪水流量配分

Unit: m^3/s

Case	First Stage Plan (10 Years)			Master Plan (50 Years)			
	10-0	10-1	10-2	50-0	50-1	50-2	50-3
Ciujung River							
Kragilan Bridge	1,600	-	-	2,000	1,700	1,600	1,400
Pamarayan Weir	1,400	1,100	1,000	1,800	1,500	1,400	1,200
Rangkasbitung	1,400	1,100	1,000	1,800	1,500	1,400	1,200
Upper Ciujung River							
Rangkasbitung	760	760	760	1,100	1,100	1,100	950
Cipanase R. Confluence	690	690	690	910	910	910	610
Cipetuj R. Confluence	560	560	560	740	740	740	390
Bojongmanik Dam	450	450	450	590	590	590	190
Ciberang River							
Ciujung R. Confluence	1,100	750	650	1,400	1,100	780	780
Cisimeut R. Confluence	600	230	230	740	300	300	300
Karian Dam	600	230	230	740	300	300	300
Cisimeut River							
Ciberang R. Confluence	740	740	520	990	990	670	670
Ciminyak R. Confluence	670	670	270	930	930	380	380
Pasir Kopo Dam	610	610	210	850	850	280	280

Remarks: Case No. 10-1 = 10 indicates return period, 1 indicates number of dam
1 = Karian Dam, 2 = Karian and Pasir Kopo Dam, 3 = Karian, Pasir Kopo and Bojongmanik Dam

表－21. 代替案別河川改修費用一覧

Unit: Rp 10^6

	Alternative Plan					
	F-1	F-2	F-3	M-1	M-2	M-3
River Improvement	33,850	9,703	8,713	47,240	45,671	44,960
Price Contingency	18,978	4,383	3,949	26,778	25,795	25,354
Total	52,828	14,086	12,662	74,018	71,466	70,314
Foreign Portion	32,413	8,605	7,933	44,284	43,354	42,911
Local Portion	20,415	5,481	4,729	29,734	28,112	27,403

表－22. ダム建設費身替費用を含む河川改修費用一覧

Unit: Rp 10^6

	Alternative Plan					
	F-1	F-2	F-3	M-1	M-2	M-3
River Improvement	33,850	9,703	8,713	47,240	45,671	44,960
Dam Shared by Flood Control	0	4,991	8,763	0	4,991	8,763
Sub-total	33,850	14,694	17,476	47,240	50,662	53,723
Price Contingency	18,978	7,407	9,110	26,778	28,648	30,406
Total	52,828	22,101	26,586	74,018	79,340	84,129
Foreign Portion	32,413	12,180	14,217	44,284	46,787	49,109
Local Portion	20,415	9,921	12,369	29,734	32,523	35,020

表－23. ダム組合せ比較案の評価

		Case 1	Case 2	Case 3
Combination of Dams		Karian alone	Karian + Pasir Kopo	Karian + Cilawang
Effective Storage Capacity (10^6 m^3)				
Karian:	Irrigation	176	176	176
	D & I water supply	12	12	12
	Flood control	30	30	30
	Total	218	218	218
Pasir Kopo:	Irrigation	-	68	-
	Flood control	-	15	-
	Total	-	83	-
Cilawang:	Irrigation	-	-	54
	Total Capacity	218	301	272
Irrigation Area (ha)				
Wet season:	Ciujung	24,200	24,200	24,200
	K-C-C	8,000	8,000	8,000
	Cicinta	-	-	1,435
	Total	32,200	32,200	33,635
Dry season:	Ciujung	18,650	21,000	21,000
	K-C-C	6,160	8,000	6,950
	Cicinta	-	-	1,250
	Total	24,810	29,000	29,200
Flood Control				
River improvement (km)/1		26	26	26
Present Worth (Rp 10^6)/2				
Cost:	Karian dam	24,712	24,712	24,712
	Pasir Kopo dam	-	15,879	-
	Cilawang dam	-	-	7,999
	K-C-C irrigation scheme	14,512	14,512	14,512
	River improvement/1	6,046	9,618	6,046
	Total	45,270	64,721	53,269
Benefit/3:	Irrigation	45,360	54,044	54,628
	Flood control	8,256	8,955	8,256
	Total	53,616	62,999	62,884
Evaluation:	NPV (Rp 10^6)	8,346	-1,722	9,615
	B/C	1.17	0.97	1.18
	EIRR	13.6	11.8	13.7

Remarks: /1 = In case of return period of 10 years.
/2 = Discount rate of 12% and 50-year project life are assumed.
/3 = D&I water supply benefit is excluded because this is common to every cases.

表－24. 計画水資源開発事業の費用内訳

Unit: Rp 10^6

Item	Karian Dam	Cilawang Dam	K-C-C Irrigation	River Improvement	Whole Project
Direct Construction Cost					
Preparatory works	2,320	720	1,090	557	4,687
Diversion works	3,160	-	-	-	3,160
Coffer dam	480	20	-	-	500
Main dam	10,430	4,010	790	-	15,230
Spillway & intake	3,630	420	1,260	-	5,310
Metal work	3,800	1,280	-	-	5,080
Tunnel	1,660	1,660	-	-	3,320
Main canal	-	-	3,500	-	3,500
Secondary canal	-	-	5,700	-	5,700
Tertiary development	-	-	1,600	-	1,600
Drainage canal	-	-	1,200	-	1,200
Farm road	-	-	950	-	950
Dredging	-	-	-	3,544	3,544
Excavation	-	-	-	598	598
Embankment	-	-	-	1,003	1,003
Facing & structure	-	-	-	208	208
Drainage ditch	-	-	-	248	248
Miscellaneous	-	-	10	560	570
Sub-total	25,480	8,110	16,100	6,718	56,408
Land Acquisition	9,200	3,100	1,800	505	14,605
Engineering and Administration	3,820	1,220	2,420	1,136	8,596
Physical Contingency	7,700	2,490	4,080	1,672	15,942
Total	46,200	14,920	24,400	10,031	95,551
Price Contingency	25,620	8,250	14,900	4,571	53,341
Grand Total	71,820	23,170	39,300	14,602	148,892