

インドネシア国  
チタリック水源林造成計画調査  
主報告書

平成5年10月

国際協力事業団

インドネシア国チタリック水源林造成計画調査 主報告書

平成5年10月

国

10/1  
823  
AFF

農、調林
JR
93-50



JICA LIBRARY



1113052131



インドネシア国  
チタリック水源林造成計画調査  
主報告書

平成5年10月

国際協力事業団

国際協力事業団

36285

## 序 文

日本国政府は、インドネシア共和国の要請に基づき、同国のチタリック水源林造成計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成4年2月から平成5年9月までの間、5回にわたり、社団法人 日本林業技術協会の蜂屋欣二氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、インドネシア共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

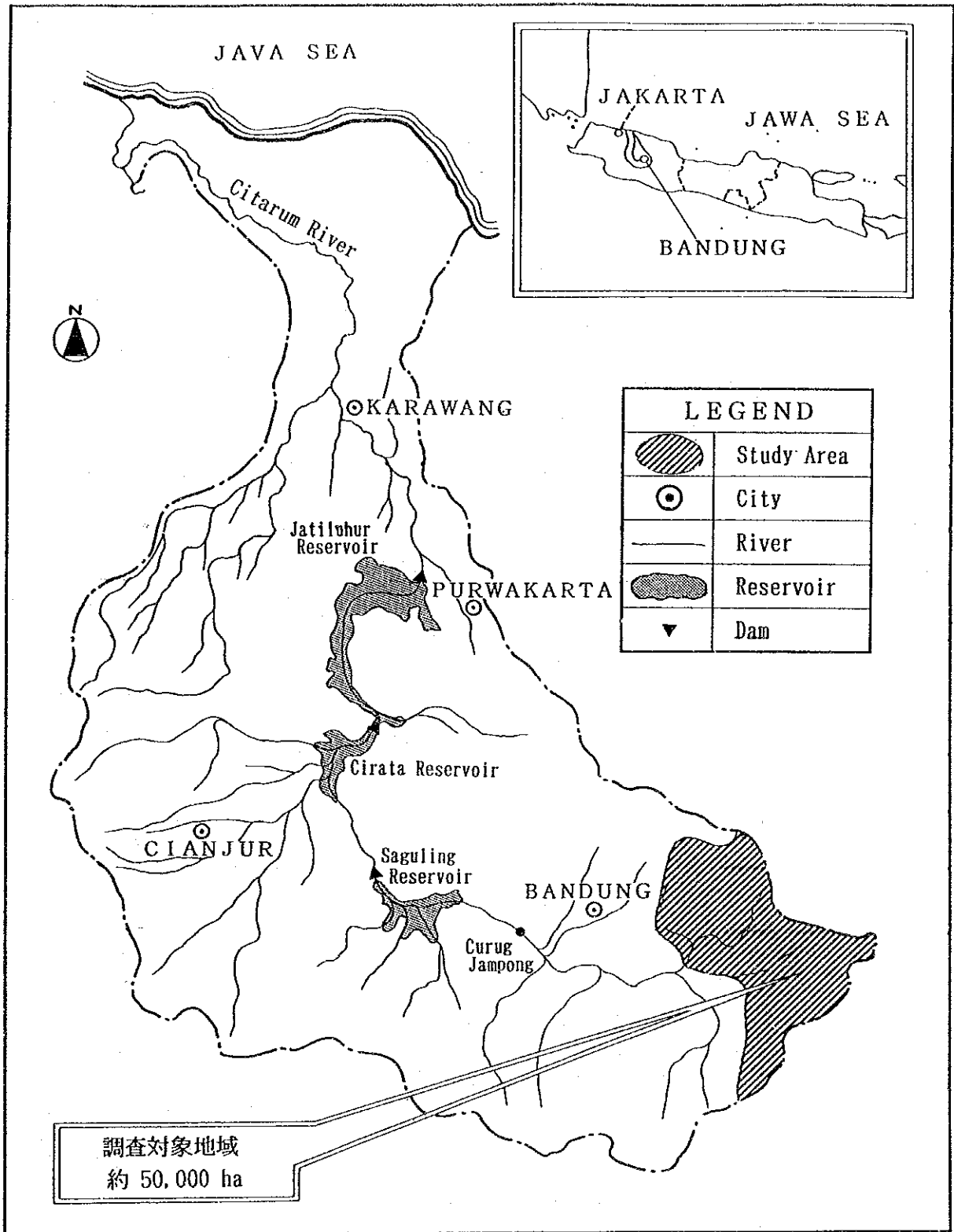
終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成5年10月

国際協力事業団  
総裁 柳谷 謙介

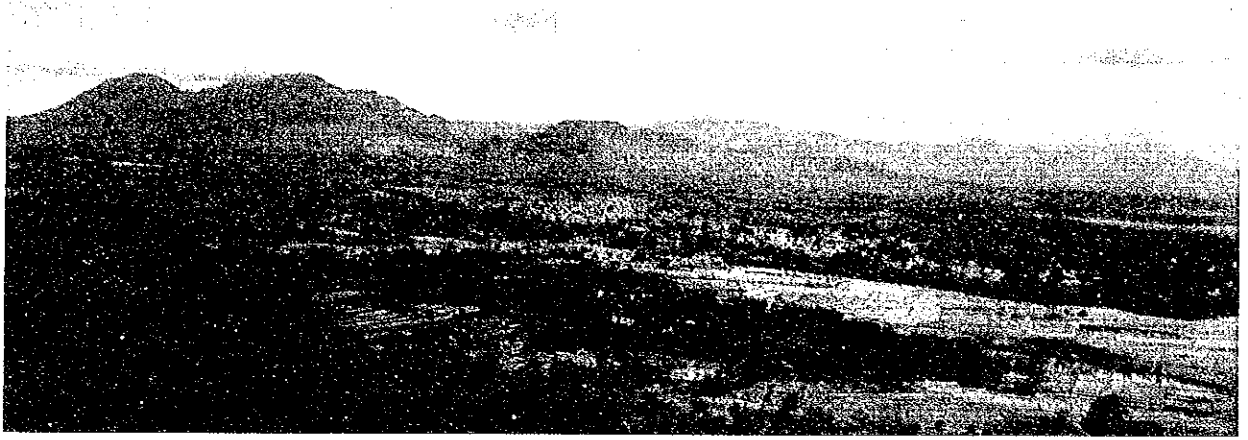




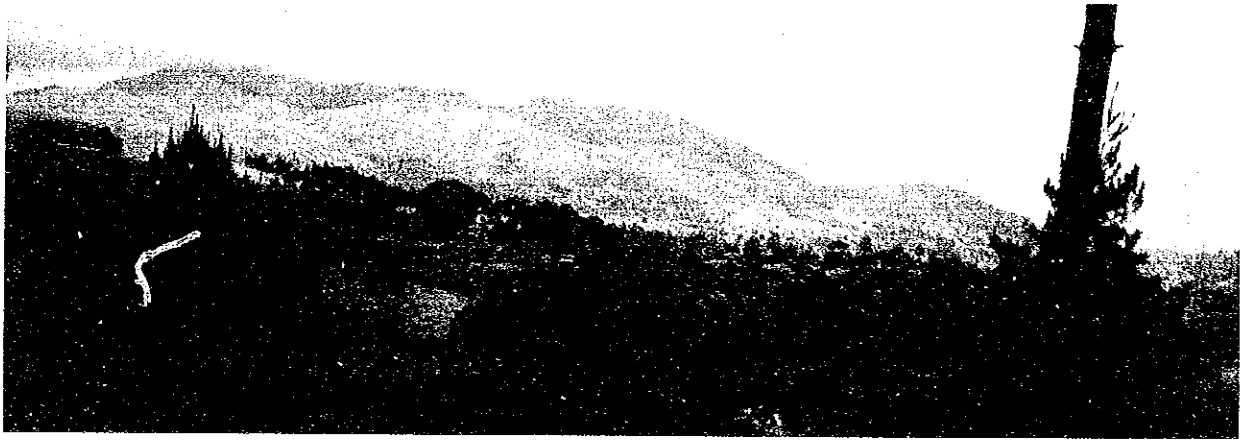


調査対象地域位置図





調査対象地域の斜面は、全体的に森林、畑地、水田へと土地利用が移行し、それらに集落が点在する。



深刻な土壌侵食を伴う畑地は、広い面積でまとまっていたり、稜線に達していたりする。



畑地には、ところどころ樹木の植栽がみられる。



小流域の溪流は、あまり土壌保全に対する配慮が払われていない。





家屋の周辺には多目的樹種が植えられ、ホームガーデンを形成している。



地域住民参加を促す対策を講じるため、住民意向調査を行った。



国有林（スメダン営林署管内）においては、造林木の植栽初期に林床を畑地として利用するツパンサリ方式がみられる。



デモンストレーション・プロットなどで、畑地におけるテラスの造成や果樹等の樹木植栽がみられる。

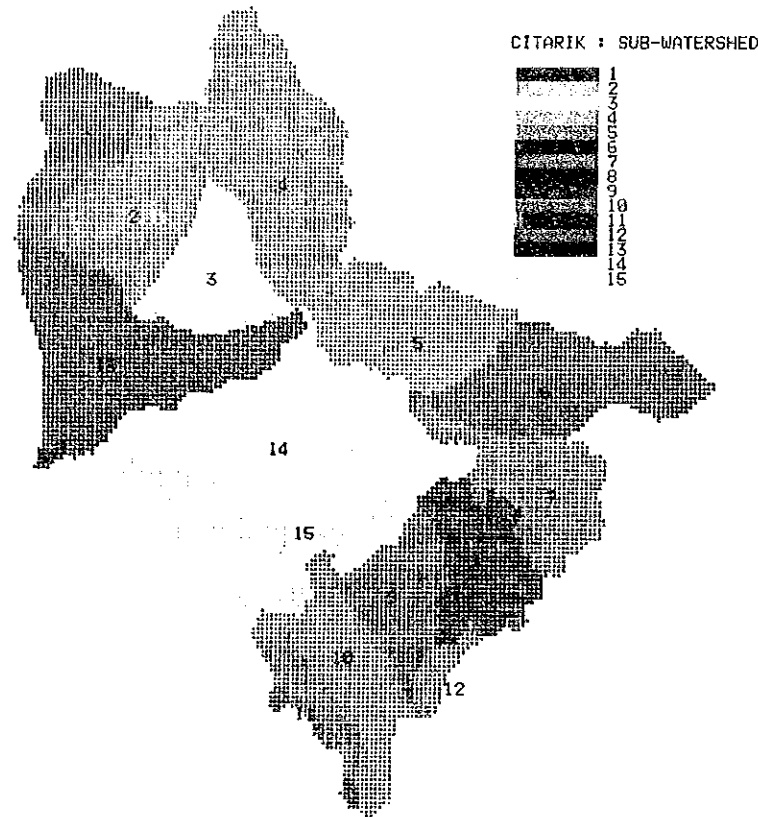


源頭部の侵食箇所に対して、蛇かごによるガリープラグが設置されている。

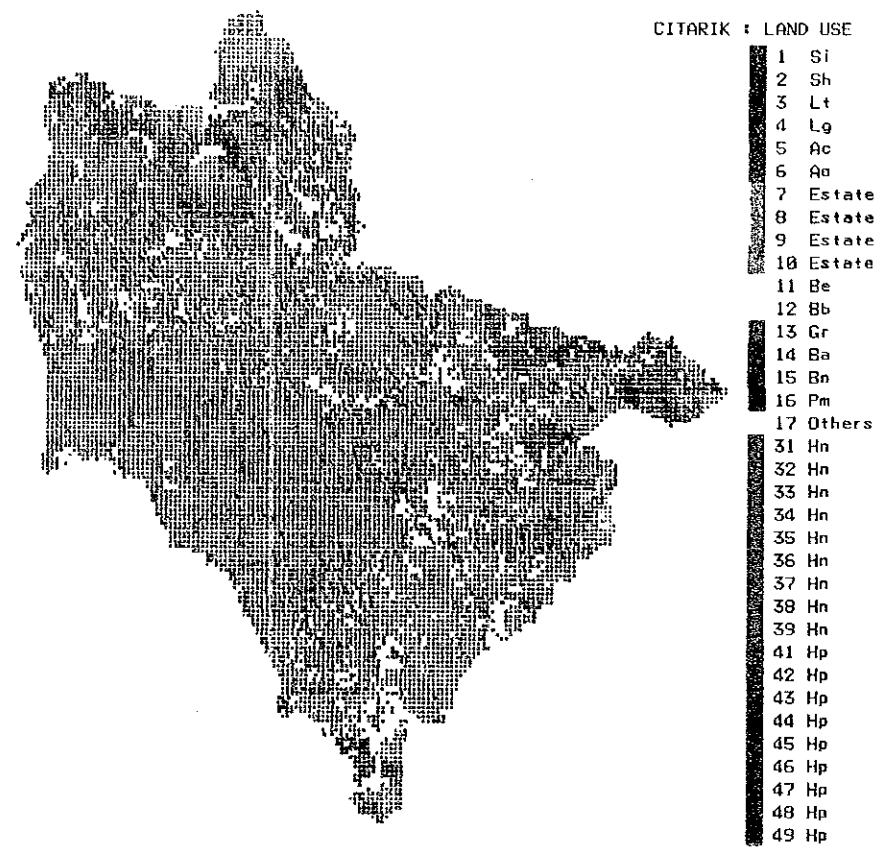


調査地でみられるチェックダムは、小流域からの土砂を堆砂させるとともに、養魚池、水田等の利用にも供される。

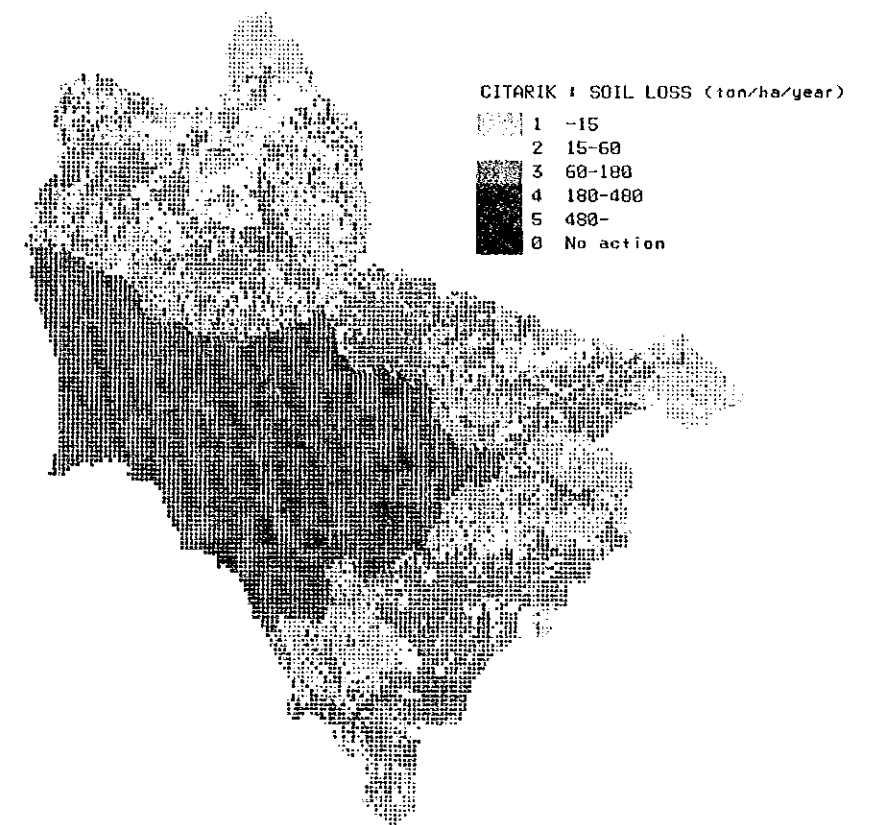
MESH DRAWING No. 1



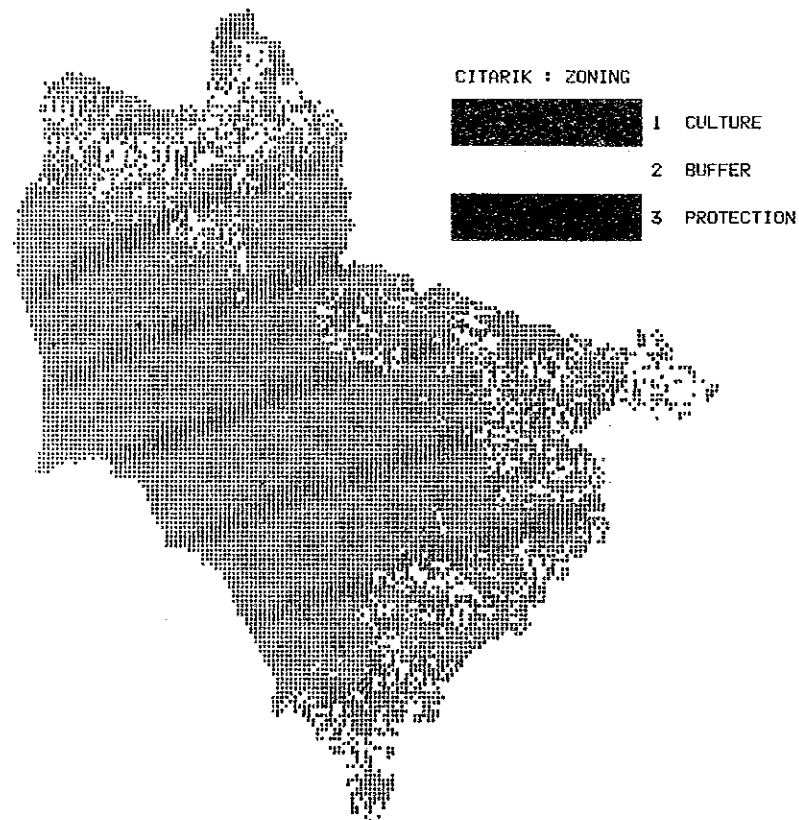
MESH DRAWING No. 2



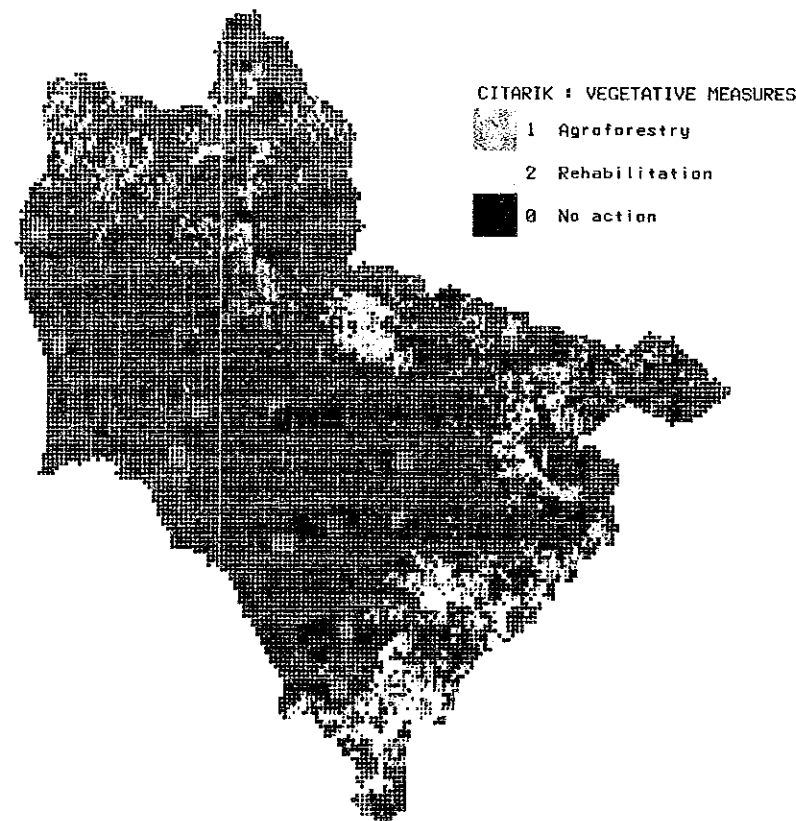
MESH DRAWING No. 3



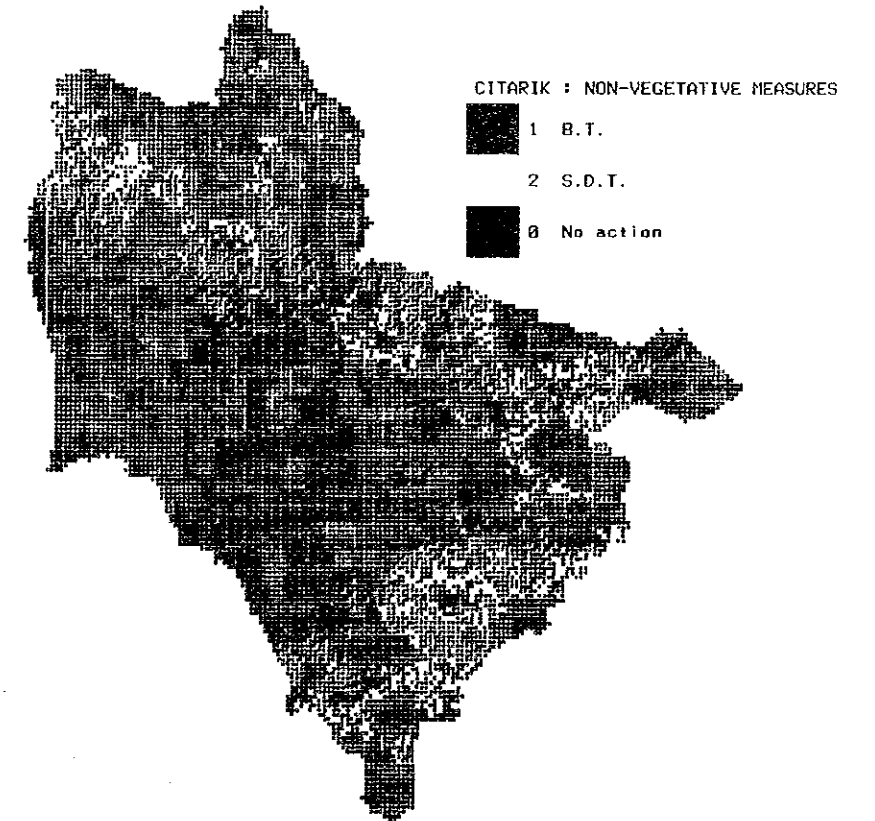
MESH DRAWING No. 4



MESH DRAWING No. 5



MESH DRAWING No. 6





## 要 約

### 1. 調査目的

インドネシア国政府は、1989年1月、チタリック小流域における水源林造成計画のF/Sとともに、他の流域にも適応できる水源林造成計画立案手法の移転を目的とする本調査を我が国に要請した。

これを受け、日本国政府は1991年3月、コンタクトミッションを、また1991年9月に事前調査団を派遣し、S/Wを締結した。

本調査はインドネシア国における流域管理と農村開発に寄与すべく、ジャワ島北西部のチタリック小流域における水源林造成計画を策定するとともに、そのフィージビリティ調査を実施したものである。

### 2. インドネシア国における水土保全事業

水土保全事業は、全国の数多い流域のうちから緊急度合いに応じて順位付けられた流域を選定して、重点的に推進されることになっている。第5次5ヵ年計画においては、39の流域が選定されている。特に土壌及び水の保全にとって危機的な状態にある流域に対しては、総合的な流域管理計画が推進されるべきこととされている。

本調査対象地域を含むチタルム流域は、都市化の進行、人口増加、農地の過度な利用により、土地・土壌に対する圧力が高く、優先順位第6位の流域としてランクされている。

本調査対象地域は、チタルム上流域の中でも、土地利用の状況、土壌の侵食等から水土保全上、最も重要な流域として位置付けられている。

### 3. 調査対象地域の現況

#### (1) 調査対象地域

調査対象地域のチタリック流域は、バンドン市から東方約30kmのチタルム川最上流に位置し、その面積は約5万haである。

計画対象地域としては、調査対象地域に含まれる平坦地の水田及びその周辺を除いた約3万haを対象とした。



## (2) 自然環境

調査対象地域の気候は、SCHMIT & FERGUSON の気候区分によると、乾燥月(DRY MONTH、月降雨量60mm以下)と降雨月(WET MONTH、月降雨量 100mm以上)の比が、14.3~33.3%であるTYPE Bに属する。

調査対象地域の周辺一帯の基盤地質は中新統から鮮新統であり、その岩種は凝灰岩質の砂岩、礫石、角礫石、頁岩、石灰岩等である。

土壌の分布についてみると、バンドン平野にはフルビソルが広く分布しており、グライソルも混在しているものと思われる。山地や裾野には、ラトソルが広く分布している。これは褐色ラトソルと暗赤褐色ラトソルに区分されている。

航空写真の判読による調査対象地域の土地利用の現況は、水田38.6%、畑地24.7%、森林15.6%などである。

## (3) 社会環境

調査対象地域は、バンドン市、バンドン県及びスメダン県にまたがり、計画対象地域は、13の郡により構成されている。

調査対象地域における1991年の人口は 797,605人、世帯数は 184,688戸、人口密度は 1,723人/km<sup>2</sup>である。

産業の概況を就業構成でみた場合、調査対象地域の就業主体は農業である。就業構造の経年変化は、過去10年で農業部門が低下傾向にある一方で、工業部門が増加している。

## (4) 土壌侵食

調査対象地域における表面侵食量について、USLE(Universal Soil Loss Equation)法による解析を行った。

計算結果から、調査対象地域の単位面積当たり年間土壌侵食量は約203ton/ha、年間土壌侵食総量は10,180,000tonとなった。

## (5) サグリングダムの堆砂量

調査対象地域の下流には、サグリングダム、チラタダム、ジャティルフルダムの3箇所の発電ダムがあり、この中でサグリングダムが最上流部に位置している。サグリングダムの堆砂量は、国営電気公社〔Perusahaan Umum Listrik Negara (PLN)〕の調査によると年間平均3,408,000m<sup>3</sup>であり、集水域面積ha当たり年間堆砂量は、14.9m<sup>3</sup>となる。

既存のチェックダムについての堆砂量の調査結果によると、計画対象地域からのha当たり年間流出土砂量は16.9m<sup>3</sup>となり、計画対象地域からチタルム川への年間流出土砂量は555,000m<sup>3</sup>となる。これはサグリングダムの年間堆砂量の約16%に相当する。

## (6) 地域農業

### ① 農地の所有形態及び所有規模

調査対象地域の農地の所有規模についてみると、0.10~0.50haの区分で、全体の7割を占める。したがって、本事業の対象者の多くが小規模農地所有者であるため、土壌侵食の防止効果をあげるためには組織化によるまとまった取り組みが有効であると考えられる。

自己所有の農地を中心に生活している自作農は30%しか占めておらず、半分近くが自己所有の農地のほか他者所有の農地を耕作する小作農及び農業労務者である。

これら小作農や農業労務者は、主として借地の利用、賃労働、マロシステム（収穫物を耕作人と土地所有者とで折半する）などにより便益を得ている。

### ② 農業生産

調査対象地域には、灌漑田、天水田、畑地などの土地利用形態がみられる。灌漑田では水稻の通年栽培が行われている。畑地では、普通作物が間・混作により、野菜類は単作により栽培されている。農作物の作期は雨期に集中している。

調査対象地域は、面積ではバンドン県及びスメダン県全体の10%を占めるにすぎないが、県全体に対する主要作物の生産量の比率が比較的高く、農業生産の面では相当重要な位置を占めている。

### ③ 農業経営と支援組織

調査対象地域における年間ha当たりの作物収入と農業生産コストを比較すると、地域により違いがあるが、作物収入の平均は175万Rp、農業生産コストの平均は125万Rp、純収益は約50万Rpである。

また、調査対象地域には320の農民グループがあり、苗木生産を主とするもの、竹材加工を主とするものなどさまざまな活動を行っている。

## (7) 地域林業

西ジャワ州の森林は、州全体面積約463万haの約22%にあたる約102万haを占めている。インドネシア国全体でみると森林率は約74%程度と言われているが、ジャワ島（全体）で

は約23%程度となっている。

調査対象地域の国有林は、バンドン市及びバンドン県については、北バンドン営林署と南バンドン営林署が管轄している。スメダン県については、スメダン市所在のスメダン営林署の管轄となっている。

民有地における森林の管理は、ほとんど小規模土地所有者によって共同で行われており、インドネシア国林業省は、産業用原料の供給、土地回復計画の推進などを目的として、民有地における林木の植栽を積極的に推奨している。

調査対象地域での苗木生産は、国有林を除くと、主として農民グループによって行われている。これらの苗木は、各郡に1～2箇所程度あり、その規模は1箇所当たり0.1～0.5 haである。

#### (8) 道路の現況

調査対象地域には、バンドンとスメダン、バンドンとガルートを結ぶ州道、チチャレンガとマジャラヤ、ランチャエケックとマジャラヤ等を結ぶ県道があり、更にこれら基幹道路から村落へと村道が発達している。

調査対象地域内の道路のうち、州道、県道については、全般的にみて路面舗装、法面保護、側溝の整備状況は良好である。

一方、山間部の村道についてみると道路開設が尾根を中心としていることから、大きなカット面は国有林を除いてみられず、このため法面の緑化等の土留工はほとんど行われていない。

側溝については、ほとんどが自然洗堀によってできたもので、土壌保全上、側溝、落差工等の導入が必要となっている。

#### (9) 社会林業の実態

##### ① 森林の造成

調査対象地域にある共同施業林 (Hutan Rakyat) のほとんどが用材生産を主目的として経営されている。農民の燃材は主に家の周辺の農地からの採取であることから、薪炭を目的とした林地は極めてわずかである。

##### ② アグロフォレストリー

混栽農園 (Kebun Campuran) は、調査対象地域全域の山腹斜面にみられ、一般に伝統的テラス (古くから行われている階段工) が施されている。

混栽農園では、農作物の作付様式は畑地同様、食用作物が間・混作により作付けられるが、これに数種類の果樹や林木が混植されている。

インドネシアの伝統的アグロフォレストリーの一つであるホームガーデン (Pekarangan) は、調査対象地域においても屋敷周辺にみられる。

#### (10) 普及の実態

##### ① 普及・指導

調査対象地域における水土保全事業の普及は、チタルム森林保全サブセンターの出先の一つであるバンドン出張所のもと、チチャレンガ、タンジュンサリ、チレン克蘭の3箇所の農業普及センターが行っており、各普及センターには、複数の一般林業普及員とこれら普及員の活動をとりまとめる中級林業普及員が配置されている。

現在、実施されている普及内容の主要なものは、土地回復・土壌保全事業 (RLKT) の技術的事項に関する農民知識の向上、RLKTの実行における農民の役割と理解、技術的助言、アグロフォレストリー方式の必要性とその役割、苗木の生産及び供給等であり、これに基づいて農民との会合、デモンストレーション・プロットの活用等による普及活動が実施されている。

##### ② 教育・訓練

調査対象地域における水土保全事業推進のための農民に対する教育・訓練は、各農業普及センターにおける講習会、デモンストレーション・プロットを利用した現地説明会等を通じ実施されているが、住民の土壌保全及び地域振興のための教育・訓練の必要性から判断して十分とは言えない状況である。

##### ③ デモンストレーション・プロット

水土保全と農作物の収量増を図り、周辺への波及効果をねらいとしたデモンストレーション・プロットは、地域住民の期待も大きい。

調査対象地域には、1981年から現在まで大統領特別予算により計24箇所のデモンストレーション・プロットが設置され、これまでの農民の参加状況も良好である。

#### 4. 基本構想

##### (1) 水源林造成計画の考え方

- ① 本事業は土壌の流亡を防止するとともに、農林業の振興を図って、地域の発展を目指すものである。したがって、この二つの目標がバランス良く確保される必要がある。

- ② 抑止対策の立案にあたっては、インドネシア国林業省が用いている国土保全のための地帯区分の基準に従い、地域の社会経済条件、農民の意向等を考慮し、土砂流出の実態に応じた整備内容とする。
- ③ 地域住民の土地所有、土地利用を考えた場合、これら抑止対策には社会林業的手法を積極的に取り入れ、住民参加を促進することが重要である。
- ④ 森林の造成、アグロフォレストリーの導入、並木の造成等に必要な苗木本数を確保するために、新たに苗木生産拠点を設け、苗木の円滑な供給を図る。
- ⑤ 計画対象地域、特に山間部における既設道路は良好とはいえ、土壌流出源ともなっていることから、路面舗装、法面の保護、側溝の設置を計画する。
- ⑥ 水土保全事業に対する地域住民の理解を深めるために、普及員の補充や普及用資機材の整備を図るとともに、トレーニング・センター建設やデモンストレーション・プロットを設置を計画する。
- ⑦ 農民の事業への参加を重点に置いた実施体制を整備する。また、計画対象地域が1市2県にまたがることから、関係機関との調整が円滑に行われるよう計画する。
- ⑧ 本計画の内容は、保全対策のとられていない畑地等の森林的土地利用への転換、土木的手法による土砂流出防止対策等、環境保全上好ましいものであるが、施工時における環境配慮に加え継続的なモニタリングを計画する。
- ⑨ 以上の水源林造成計画に対して、財務分析、経済分析を実施し、本事業がフィージブルか否かを検討する。

## (2) 農林地の保全対策

本計画においては、インドネシア国で用いられている国土保全のための地帯区分ごとに、土壌侵食の危険度、土地利用の現況、地域の社会・経済条件等を勘案して、保全対策マトリックスを作成し、次の代替案について土地利用状況の変化、土砂抑止量、概算事業費を検討した。

代替案 No.	考 え 方	土砂抑止率 <sup>1)</sup> (%)	概算事業費 (百万Rp)	抑止経費 (Rp/ton)
1	農地から森林等への転換を最小限に抑えた計画	48	10,826	2,238
2	土壌侵食危険度の高い畑地に対し土木的対策に重点を置いた計画	68	24,059	3,532
3	土木的対策と植生的対策の両者に重点を置いた計画	81	28,463	3,510
4	森林への転換に重点を置いた計画	87	11,358	1,305

注1) 土砂抑止率 = 計画前後の土砂流出量の差 ÷ 計画前の土砂流出量 × 100

この結果、土壌の流亡抑止と地域の進行の二つの目標をバランス良く確保し、更に土砂の抑止経費の効率から判断して、案3を本計画の農林地保全対策とし、次表のとおり農林地保全対策マトリックスを作成した。

保全対策マトリックス

地帯区分 土壌侵食の危険度 土壌侵食の程度	保 護 ゾ ー ン						緩 衝 ゾ ー ン						耕 作 ゾ ー ン					
	ランク1		ランク2・3		ランク4・5		ランク1		ランク2・3		ランク4・5		ランク1		ランク2・3		ランク4・5	
程度別	植生	土木	植生	土木	植生	土木	植生	土木	植生	土木	植生	土木	植生	土木	植生	土木	植生	土木
畑地(テラスあり)	改良1	-	770 1	-	森林1	-	改良1	-	改良1	-	770 1	-	改良1	-	改良1	-	改良1	-
畑地(テラスなし)	改良1	77A 1	770 1	77A1,2	森林1	-	改良1	77A 1	改良1	77A 1	770 1	77A1,2	改良2	-	改良1	77A 1	改良1	77A 1
混栽農園CD71%以上*	現状維持	現状維持	現状維持	現状維持	森林2	-	現状維持	現状維持	現状維持	現状維持	現状維持	現状維持	現状維持	現状維持	現状維持	現状維持	現状維持	現状維持
混栽農園CD21~70%*	現状維持	現状維持	770 2	-	森林3	-	現状維持	現状維持	現状維持	現状維持	770 2	-	現状維持	現状維持	現状維持	現状維持	現状維持	現状維持
灌木林	森林1	-	森林1	-	森林1	-	森林1	-	森林1	-	森林1	-	森林1	-	森林1	-	森林1	-
草地	森林1	-	森林1	-	森林1	-	森林1	-	森林1	-	森林1	-	770 1	-	770 1	-	770 1	-
採石場	森林1	-	森林1	-	森林1	-	森林1	-	森林1	-	森林1	-	森林1	-	森林1	-	森林1	-

注：1) 植生的対策は、次のとおりとする。  
 改良1：テラスを利用した畑作改良、改良2：テラスを利用しない畑作改良  
 アグロ1：アグロの導入による土地利用の転換、アグロ2：植え込みによる改良  
 森林1：一斉造林、森林2：弱度の植え込み、森林3：強度の植え込み  
 2) 土本的対策は、次のように傾斜に応じたテラスの工種を選択する。  
 テラス1：傾斜 10~30%の場合はベンチテラス  
 テラス2：傾斜 30%以上の場合はグルドテラス  
 \* CD：樹冠疎密度

### (3) 溪流における土砂の抑止

土壌侵食抑止の目標は、土壌侵食許容量以下に侵食を抑止することにある。Wood and Dentの報告によれば、湿润熱帯の土壌生成量は年間0.55mm（年間ha当たり 5.5m<sup>3</sup>）といわれている。本計画ではこれを土壌侵食の許容量とし、農林地保全計画における工事完了までに流出する土砂量のうち、許容量を越える土砂量について溪流で堆砂させるものとする。

### (4) 農民参加のためのインセンティブと支援活動

資金面での支援が農民の間で望まれていることから、購入資金の補助あるいは現物支給による支援が、農民参加の重要なインセンティブと考えられる。

農民への支援について、農民のグループ形成を条件として行われることが望ましく、その内容は大きく技術面に対する支援とマネジメント面に対する支援の二つに分類できる。

これらの支援業務は、林業・農業普及員、専門のコンサルタントの雇用、関連機関との協力、トレーニング、ブローシュアの作成、農民・普及員への報奨制度の制定などが考えられるが、なかでも政府事業実施側の末端となる普及活動の強化は必要不可欠である。

### (5) 実行体制と実施スケジュール

本事業は地域農民の理解と協力を得つつ実施することが不可欠であり、事業の管理・維

持段階では、地域農民の役割が相対的に増してくることから、実施体制を考えていくにあたっては、行政機関との円滑な調整、普及活動の強化、農民の事業への積極的参加等を配慮して実施体制を計画する。

また、全体事業量等を総合的に勘案して、事業の全体スケジュール及び事業期間を計画する。

## (6) 事業評価

### ① 財務分析

財務分析の目的は、事業の財務的実行可能性を検討することである。本調査の財務分析にあたっては、以下の三つのアプローチを考えた。

#### a. 全体的投資分析

事業が政府と農民の協力により構成される一事業体によって実施されることを想定し、事業に伴う受取・支出をその事業体を単位として考えていく。ただし、同事業体は分析の枠組を設定するためのものであり、財務的事業の実行可能性は同事業体の存否とは切り放して分析されることになる。

#### b. 一農家に対する財務分析

上記の全体的投資分析が事業全体に焦点をあてているのに対し、本分析は事業が個別農家にどのような影響を与えるのか、特に事業は農家の生活向上にどの程度寄与すると予想されるのかについて検討を試みるものである。

本調査では、営農規模を 0.2haとした場合、各農家が営農活動に支障をきたさない範囲でどの程度生活資金を捻出できるのか検討する。

#### c. 政府に対する財務分析

農民は金融機関利用手続きについて極めて不慣れであること、担保提供力が不足していること、更に借入に対して非常にリスク回避的であることが判明していることから、本事業は補助事業として計画することが妥当であると考えられる。したがって、事業実施主体である政府にとって直接的には便益が発生しないため、政府の立場での財務分析は行わない。

### ② 経済分析

経済分析は、当該国全体の立場から本事業の実行の可能性を計測するものである。分析にあたっては、市場価格に必要な調整を加えた経済価格を用いるなどのほかは財務分析と同様の手法を用いて行う。

## (7) 環境配慮

本事業のような環境保全事業において、更にその環境配慮をさせるための計画アセスメントとして、限定された内容について環境影響評価を行い、環境配慮計画を策定することとする。

## 5. 事業計画

### (1) 農林地保全計画

4.(2)で述べた農林地保全対策マトリックスに従って、以下のとおり計画した。

#### ① テラス造成

畑地の土壌侵食を防止するため、土地条件及び土壌流出度のランクに応じてテラス造成を行う。

- a. 傾斜10～30%の畑地には、ベンチテラス (Teras bangku) を計画する。なお、ベンチテラスには、地表流排水用の水路 (Saluran pembuangan air) を付帯する。
- b. 傾斜30～40%の畑地には、グルドテラス (Teras gulud) を計画する。

#### ② 森林の造成

農林地の土壌侵食の防止のため侵食量の大きい土地利用を中心に森林の造成を行い、併せて地域住民の生活の安定をも考慮して薪炭、用材等の生産も図る。

ツパンサリ方式導入により、農作物からの現金収入の確保を目的として樹木の植栽間隔を広くとる。

##### a. 森林造成・タイプ1

保全対策マトリックスで森林1に指定された現状が畑地、灌木地、草地、採石場では、一斉造林による森林の造成を図る。

##### b. 森林造成・タイプ2

保全対策マトリックスで森林2に指定された現状が樹冠疎密度71%以上の混栽農園では、弱度の植え込みにより森林とする。

##### c. 森林造成・タイプ3

保全対策マトリックスで森林3に指定された現状が樹冠疎密度21～70%の混栽農園を対象に、強度の植え込みにより森林の造成を図る。

#### ③ アグロフォレストリーの導入

本計画は、混栽農園等、主に樹木と農作物とを長期的に組み合わせて、双方の永続的生産を意図し、土壌保全及び地域住民の生活向上に資する。



導入後の樹冠疎密度は、71%以上を目標とする。

a. アグロフォレストリー・タイプ1

保全対策マトリックスでアグロ1に指定された現状が畑地、草地では、アグロフォレストリーの導入により樹木と農作物とを組み合わせた土地利用への転換を図る。

b. アグロフォレストリー・タイプ2

保全対策マトリックスでアグロ2に指定された現状が樹冠疎密度21~70%の混栽農園に対して、果樹、庇陰樹等の植え込みにより改良を図る。

④ 畑作改良

テラス造成の畑地を含め、農作目の選択、作付け方法の改善等により土壌保全的な畑作へ改良を図る。

a. 畑作改良・タイプ1

既往のテラス畑地及び新たにベンチテラスを設置した畑地に対し、畑作改良を行う。  
作付け方法は、土壌保全及び危険の分散の面から間・混作を計画する。

b. 畑作改良・タイプ2

テラスを設置しない畑地に対し、畑作改良を行う。

作付け方法は、改良1に準ずるが、特に農作物の植え付けは等高線に沿った帯状とする。

⑤ 集落環境保全

計画対象地域の住宅地及びホームガーデンを含む集落の面積は2,340ha(全体の7.0%)、平均土壌侵食量382.5ton/ha/年で流出土砂の発生源の一つとなっている。

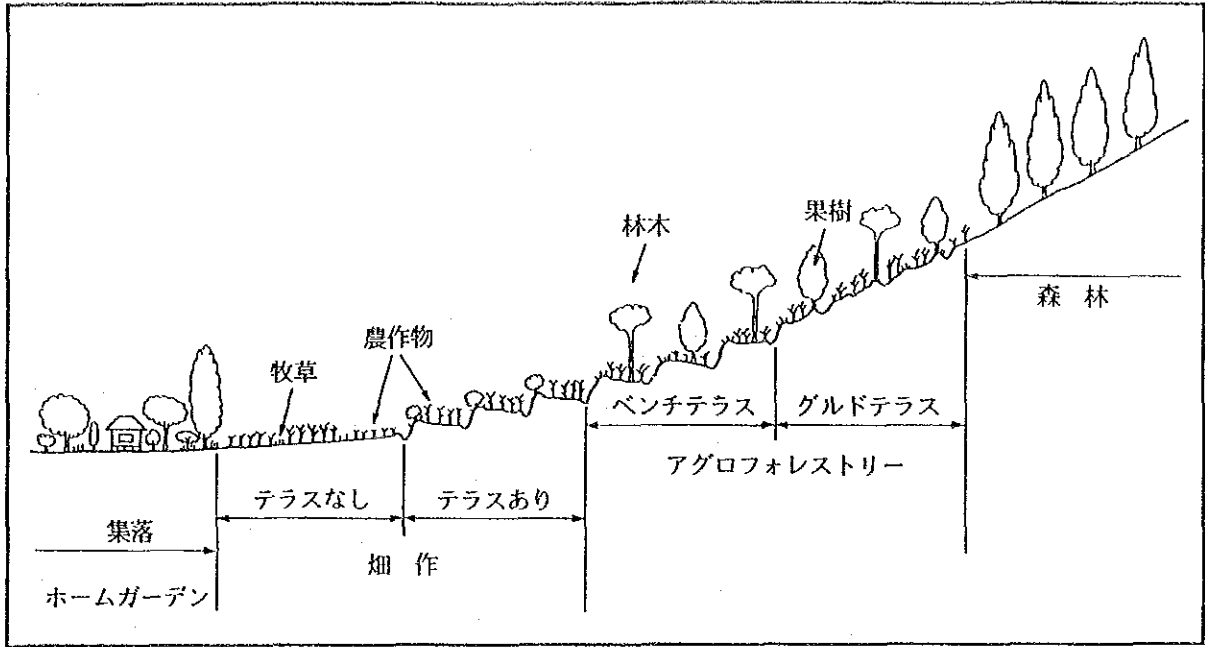
このため、下流への土砂の流出を軽減し、集落環境を保全していくことが重要である。

a. 密集した集落を選定し、透水井戸を計画する。

b. ホームガーデンヘジャックフルーツ等の果樹を導入する。

c. 住宅地の周囲にグリリシディア、カリアンドラ等の低木の生け垣を配置する。

以上に述べた農林地保全計画の模式図を次に示す。



## (2) 溪流・溪岸保全計画

溪流における土砂の流出抑止は、農林地保全計画を行うことにより、農林地から溪流への土砂の流出が  $5.5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{年}$  以下に減少することを前提として計画する。

### ① 溪流保全

溪流を保全するためチェックダム、小規模チェックダム、ガリープラグを計画する。

### ② 溪岸保全

- a. 流水による溪岸の崩壊、横侵食を防止するため、侵食の激しい溪岸部分に護岸工を施工する。
- b. 溪岸斜面の安定、農地から溪流への土砂流入防止のため、溪岸植栽を計画する。

## (3) インフラストラクチャー計画

### ① 道路整備

#### a. 道路の新設

デモプロ、チェックダムへの到達道路は、これら施設の建設と合わせて開設する。

物質の運搬等の生活用道路については、路網密度の低い流域の山間地域を対象に新設する。

#### b. 道路の改良

路面状況の不良な道路については、路面が土砂の場合は砂利に、砂利の場合は砂利

のままで不陸直しを行う。また、急勾配区間の路面は、砂利はアスファルト、土砂は砂利に改修する。

法面は、裸地化し土壌侵食の危険のある箇所を対象に、牧草等を用いて緑化を図る。

道路排水は洗堀が進んでいる箇所に側溝を設け、地形変換点には流速の遅減を図るため落差工を設置し土壌の侵食を防止する。

c. 並木の造成

集落分布、農地利用等の実態を考慮のうえ計画する。

② 苗畑造成

土壌保全、地域住民の就労機会の増大と農民グループの強化に資するため、苗畑造成による苗木生産を計画する。

a. 苗木生産量の確保とともに、活着率の良い優良な苗木生産を目的とする。

b. 本計画では、地域住民が造成及び維持管理に対応できる苗畑規模とし、敷地管理及び施設の利用の利便性とともに、普及拠点等の考えから固定畑とし、流域別に苗畑を設ける。

(4) 普及計画

① 普及・指導

本事業の実施に伴う新たな農民グループの組織化など普及対象の増大に備えるため、普及用施設及び資機材の充実を図る。

② 普及施設

a. トレーニング・センターの建設にあたっては、本事業後の維持管理も考慮して過大な施設とならないよう配慮するとともに、水土保持に関するトレーニングのみならず、幅広い利用が可能となるよう配慮して建設するものとする。

b. 地域住民への土壌保全事業の参加、土壌保全技術の修得及び土壌保全工法の展示を図るため、デモンストレーション・プロットの造成を計画する。

デモンストレーション・プロットの造成にあたっては、設計段階から農民グループの参加を図り、農民との十分な意見交換を経て、地域の特徴を踏まえた内容とする。

③ 農民への支援

土壌保全を実施したうえでの農業経営が農民にとって財務上継続して魅力的である必要がある。したがって、資本または現物による支援供与によるインセンティブの創出などの支援対策に加え、技術面、マネージメント面の両面に対しても支援活動を拡げて行

くことが肝要である。

また、農民への支援活動の効果を高めるためには、普及活動の強化、地域の行政レベルでの適切な調整等が重要となる。

(5) 管理計画

① 管理・運営組織

a. 本事業の実施にあたっては、さまざまな行政機関が関連してくる。それらの行政機関の調整は、事業の成功のために決定的に重要であると考えられる。

b. 実施体制としては、農民への支援活動及び地方行政機関との調整に配慮して計画する。

② 実施スケジュール

全体事業量、実施体制、農民グループの結成及び活動状況などを総合的に勘案して、着工から7年間で完成することとして計画した。

(6) 事業量及び年次計画

以上で述べた計画項目ごとの事業量及び年次計画の概要は、次表のとおりである。

主な計画項目の年次スケジュール

計画項目	単位	計 画 年 次							計	
		0	1	2	3	4	5	6		7
[諸準備]	unit	1								1
(農林地保全)										
心付(心付外含む)	ha		776	1,554	1,942	1,942	1,554			7,768
森 林 (森林1~3)	ha		322	646	807	807	646			3,228
アグロ (アグロ1~3)	ha		308	614	768	768	614			3,072
畑作改良 (改良1、2)	ha		782	1,566	1,957	1,957	1,566			7,828
集落環境保全 (樹木、生け垣含む)										
透水井戸	unit		176	352	440	440	352			1,760
(溪流・浜岸保全計画)										
心付(心付外含む)	unit		22	27	32	32	32	32	32	209
ガリープラグ	unit		200	280	320	320	320	320	320	2,080
護岸工	m		1,600	3,200	4,000	4,000	3,200			16,000
(普 及)										
デモプロ	unit		10	10	10					30
トレセン	unit		1							1
普及施設	unit		1							1
(インフラ)										
道路新設	m		14,160	14,160	14,160	12,160	12,160	3,800	3,800	74,400
道路改良										
砕石 (心付外含む)	m		25,590	25,552	25,552	25,552	25,552			129,953
法面保護										
法面緑化	m <sup>2</sup>		24,461	24,461	24,461	24,461	24,461			122,305
側溝	m		48,921	48,921	48,921	48,921	48,921			244,606
苗畑	unit		12							12

注：諸準備には、調整、詳細設計、調達準備が含まれる。

(7) 事業費の概算

① 積算の前提条件

事業実施期間を7年とし、事業開始年を1994年とした。

価格のベース年を1992年、年間インフレ率は国内を8.0%、国外を5.0%とした。

為替交換レートは、1 US \$ = 2,050Rp, 1 US \$ = 125円とした。

② 事業費の積算

事業計画に基づき事業費を積算した。7年間の総事業費はベース・コストでみると、59,842百万Rpとなる。更に、物理的予備費(8%)及び価格予備費(年率8%)を加算した場合の総事業費は、90,718百万Rpとなる。また、ベース・コストのうち、農民が直接携わる農作業の労賃を差し引いた政府が分担すべき部分は45,722百万Rpとなる。

事業費の内訳

(単位：百万Rp)

計画の コンポーネント	ベース・コスト (A)	総事業費 (B)	農民分担分 (C)	政府分担分 (A - C)
1. 農林地保全計画				
1) テラス	3,599	5,046	0	3,599
2) 森林	8,189	11,411	3,571	4,618
3) アグロフォレストリー	8,188	11,409	3,209	4,979
4) 畑作改良	15,064	21,069	7,340	7,724
5) 集落環境保全	755	1,052	0	755
2. 溪流・溪岸保全計画	5,292	7,860	0	5,292
3. 普及計画	4,709	6,468	0	4,709
4. インフラストラクチャー計画	4,441	6,182	0	4,441
5. 環境配慮計画	950	1,173	0	950
6. 管理計画	8,656	12,329	0	8,656
小計	59,842	83,998	14,120	45,722
物理的予備費	0	6,720	0	0
合計	59,842	90,718	14,120	45,722

注) : それぞれ百万Rp未満を四捨五入した値で示した。

6. 財務・経済分析

(1) 財務分析

計画対象地域における作付転換についての財務分析を行った結果、純現在価値の増分は実質割引率10%で21,737百万Rpであった。内部収益率は20.1%と算出された。

(2) 経済分析

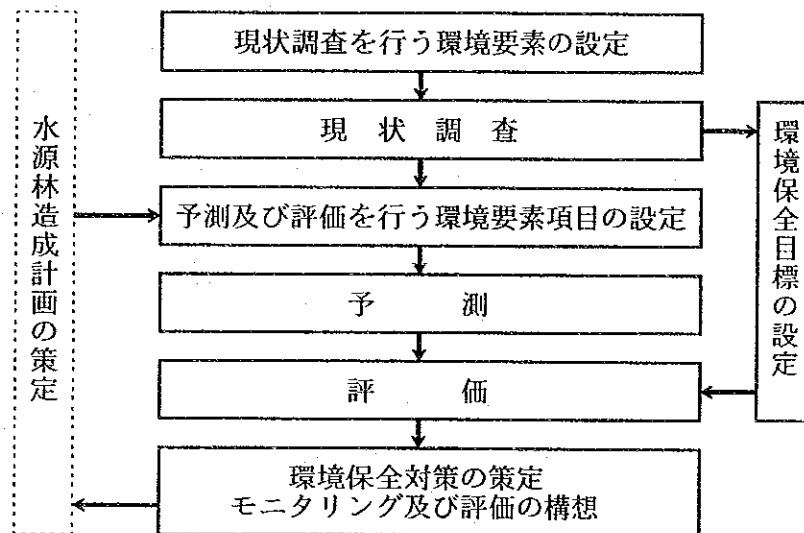
費用と便益は、本計画に係る各コンポーネントで使用したものを経済価格に調整するとともに移転項目を削除した。更に、便益については、サグリングダムにおける浚渫作業の延

期から生ずる便益も加えた。

この結果、本事業からのネットの経済便益は、1992年における純現在価値の増分で12,751百万Rp（経済的割引率13.5%）、内部収益率は21.1%と算出され、本事業はフィージブルと判断される。

## 7. 環境配慮計画

環境配慮計画の策定は、次の図に示すとおり、一般的な環境配慮の流れに則って、予測と評価を計画策定と並行して行った。



### (1) 影響予測と評価

計画対象地域全体における次の環境項目について影響予測と評価を行った。

#### ① 自然環境

##### a. 土壌肥沃度の低下

類似プロジェクトの例では、テラスの造成後の土壌肥沃度の低下による深刻な被害は報告されていない。本事業のように十分な石灰と肥料を投与すれば、深刻な低下は防げるものと推定される。

##### b. 表流水流況の変化

本事業は、浸透能・保留量の増加と表流水の下流地点への到達時間の延長により、洪水防止面での効果は考えられる。また、蒸発散量の変化はほとんどなく、総合流出係数の減少がわずかであるため、水供給量の変化の面でも深刻な影響はないと考えられる。したがって、環境保全目標は達成されると予測される。

### c. 水質汚染・低下と富栄養化

濁水防止にあたっては、水源林造成計画の中で、テラス造成とともにチェックダムや小規模チェックダムの建設などの配慮がなされている。また、チェックダムの建設時期と立地の選択、また迂回水路等の設置などにより、環境保全目標は達成されるものと予測される。

農薬の利用については、積極的に毒性・残留性の少ない農薬の使用が計画されている。

また、間接的なものとしては、アグロフォレストリーの導入により、施肥量の減少などの物質循環における系外への依存の減少や、単一栽培の回避と生態系の多様化による農薬使用量の減少が期待できる。その他に、侵食土壌の減少に伴った窒素とリンの移動量の減少が考えられる。

## ② 社会環境

### a. 経済活動の転換と住民間の軋轢

本事業の実施に伴う建設行為は、できる限り地域住民の労働力を利用することを前提としている。また、その工期の選定においても、テラス造成などの土木的施設の建設にあたっては、土壌保全のため乾期に集中して行うことを方針としており、この時期は農閑期と一致するため、同建設行為と地域住民の営農活動との競合はほとんど起きないと考えられる。

### b. 組織化等社会構造の変更と既存制度・慣習の改革

住民意向調査より、地域住民の農民グループ参加者も、「農民グループの形成」という組織化による営農行為への障害は認めていない。したがって、農民グループの形成は、地域社会面で弊害をもたらすものではないと考えられる。

## (2) モニタリング及び評価の構想

環境項目のうち、本事業目的に照らして重大な影響が認められ定量化が望まれるもの、または影響の同定に長期的かつ均質なデータの必要性があるものについて次表のとおりモニタリングを行う必要がある。

モニタリングの担当機関としては、森林保全サブセンターが適当と考えられる。

事業の実施結果に対する評価は、収集データの継続的解析とともに事業主体によって定期的に行われる必要がある。その成果は、農民代表の意見、上部指導組織の指示とともに現地へとフィードバックされる必要がある。

モニタリング項目	方 法	モニタリング頻度
〔自然環境関係〕 ・土砂流出量 ・河川流況 ・河川水の水質	固定プロットによる土壌侵食量の把握 水文観測所における流量、運搬土砂の測定 水文観測所付近での関連水質項目の観測	月 日 原則として月
〔社会環境関係〕 ・農作物収量 ・農民グループの活動状況	固定プロットによる標準作物の収量調査 本事業に参加している農民グループの諸元とその活動状況	栽培周期 月

## 8. 勧 告

- ① 本事業は、技術的、経済的及び社会的に妥当であると判断される。本事業のすみやかな実施が望まれる。
- ② 本事業の実施には林業省をはじめ多くの省庁が関連するほか、計画対象地域が1市2県にまたがることから、準備段階からの関連機関の調整及び適切な実施体制づくりの推進が極めて重要である。特に、州レベルでの事前の事業進行に係る調整が望まれる。
- ③ 流域の上流部に位置する国有林は、水源涵養上、土壌保全上、すぐれた機能を有している。本事業は、中・下流部の民有地を主体として施工されることとなるが、国有林の施業は、本事業の趣旨を十分に理解して推進されることが望まれる。
- ④ 本事業の実施について地域住民の理解と協力を得るため、詳細設計等事業の準備段階からの住民参加を図り、地域の実態を十分考慮すべきである。
- ⑤ 当事業は環境保全型事業であり、またその主旨を徹底させるため、環境配慮計画が含まれている。事業としての完成度を高めるため、同環境配慮計画を十分実行する必要がある。
- ⑥ 将来、同種の事業がほかの流域において実施される等の場合に、より円滑な事業の進め方を検討するため、土砂流亡、収穫量の変化、住民へのインパクト等についての積極的なモニタリングの実施を提案する。
- ⑦ この水源林造成計画は、現時点において、本事業の実施の適切さについて調査した実行可能性調査（フィージビリティ・スタディ）である。事業の開始にあたっては、経年変化等事業対象箇所の実情に応じて具体的実施内容を構築すべきである。





# 目 次

## 要 約

図表一覧	vi
略語表	x
第1章 序 論	1
1-1 調査の経緯	1
1-2 調査の目的	1
1-3 調査対象地域	2
1-4 調査の内容	7
1-5 技術移転	9
第2章 インドネシア国における森林・林業と水土保持事業	11
2-1 森林・林業の概要	11
2-2 インドネシア国における水土保持政策	13
2-3 本プロジェクトの位置付け	15
第3章 調査対象地域の現況	17
3-1 自然環境	17
3-1-1 気 象	17
3-1-2 地質及び地形	18
3-1-3 土 壤	19
3-1-4 土地利用・植生	23
3-2 社会環境	27
3-2-1 地域社会の概況	27
3-2-2 土地利用と水利用	29
3-3 土壌侵食	32
3-3-1 土壌侵食試験	32

3-3-2	チェックダム堆砂量調査	33
3-3-3	USLE法による土壌侵食量の推定	34
3-4	溪流現況	34
3-4-1	流域特性	34
3-4-2	溪流荒廃現況	35
3-4-3	サグリングダムの堆砂量	36
3-5	地域農業	37
3-5-1	農地所有形態	37
3-5-2	農業生産	38
3-5-3	農家経営	41
3-5-4	農業の支援組織	43
3-6	地域林業	44
3-6-1	西ジャワ州の森林	44
3-6-2	国有林の現状	44
3-6-3	民有林の現状	46
3-6-4	苗畑	47
3-6-5	林産加工施設	48
3-7	道路の現況	49
3-7-1	概況	49
3-7-2	民有地における道路の整備状況	50
3-8	社会林業の実態	51
3-8-1	森林の造成	51
3-8-2	アグロフォレストリー	52
3-8-3	その他	54
3-9	普及の実態	55
3-9-1	普及・指導	55
3-9-2	教育・訓練	57
3-9-3	デモンストレーション・プロット	58
第4章	基本構想	59
4-1	水源林造成計画の考え方	59

4-2	農林地の保全対策	61
4-3	溪流における土砂の抑止	66
4-4	農民参加のためのインセンティブと支援活動	66
4-5	実行体制と実施スケジュール	67
4-6	事業評価	68
4-7	環境配慮	70
第5章	事業計画	71
5-1	農林地保全計画	71
5-1-1	テラス造成	71
5-1-2	森林の造成	73
5-1-3	アグロフォレストリーの導入	75
5-1-4	畑作改良	77
5-1-5	集落環境保全	80
5-1-6	計画後の土壌侵食量の予測 — USLE法による	82
5-2	溪流・溪岸保全計画	83
5-2-1	溪流保全	87
5-2-2	溪岸保全	87
5-3	本計画がサグリングダムの堆砂量に及ぼす効果	88
5-4	インフラストラクチャー計画	89
5-4-1	道路整備	89
5-4-2	苗畑造成	93
5-5	普及計画	96
5-5-1	普及・指導及び協力体制	96
5-5-2	普及員・農民の教育・訓練	97
5-5-3	農民への支援活動	102
5-6	管理計画	105
5-6-1	管理・運営組織	105
5-6-2	実施スケジュール	108
5-6-3	外部コンサルタント	111
5-7	事業費	112

5-7-1	積算の前提条件	112
5-7-2	事業費の積算	112
5-8	水源林造成計画図	115
第6章	財務・経済分析	117
6-1	財務分析	117
6-1-1	財務分析の前提条件	118
6-1-2	財務分析の結果（全体的投資分析結果）	121
6-1-3	財務分析の結果（一農家に対する分析）	124
6-2	経済分析	126
6-2-1	経済分析の前提条件	126
6-2-2	経済分析の結果	128
第7章	環境配慮計画	131
7-1	影響把握と保全目標	131
7-2	影響予測と評価	135
7-2-1	自然環境	135
7-2-2	社会環境	140
7-3	環境保全対策	142
7-4	モニタリング及び評価の構想	143
第8章	勧告	147
別冊資料		
A 1	S/W及びM/M	
A 2	調査団及びインドネシア国側面会者	
A 3	主題図の作成	
A 4	土壌侵食試験	
A 5	チェックダム調査結果	
A 6	USLE法による土壌侵食量の推定方法	
A 7	降雨データ	

- A 8 溪流荒廃状況調査
- A 9 主要作物の生産量
- A10 住民意向調査結果
- A11 調査・計画に出てくる樹木及び農作物のリスト
- B 1 保全対策マトリックスの作成のための各種基準
- C 1 計画対象地域における樹木及び農作物の栽培適性
- C 2 サグリンダムの堆砂量と残存容量の推移の予測
- C 3 事業費の積算に係る資料
- D 1 計画後の収穫量の予測
- D 2 財務分析に係る資料
- D 3 経済分析に係る資料
- E 1 水文調査
- E 2 調査対象地域の河川の水質
- E 3 Kab. BandungにおけるPT. Pertani の農薬供給概要

## 図 表 一 覧

### 1. 図 一 覧

図 1 - 1	調査対象地域位置図	3
図 1 - 2	計画対象地域位置図	4
図 1 - 3	流域区分図	6
図 1 - 4	調査業務のフローチャート	8
図 2 - 1	森林保全センターの配置	15
図 3 - 1	バンドン市の気象観測所の月別平年値	17
図 3 - 2	集水域ha当たり年間堆砂量の推定値と調査値との関係	33
図 4 - 1	財務分析のアプローチ	69
図 5 - 1	ベンチテラス	72
図 5 - 2	グルドテラス	72
図 5 - 3	水路工	72
図 5 - 4	森林の造成（ツンパンサリ方式）の植栽計画の一例	74
図 5 - 5	アグロフォレストリーの植栽計画の一例	77
図 5 - 6	農林地保全計画模式図	81
図 5 - 7	事業実施に伴う土壌侵食抑止に対する事業効果の割合の予測	85
図 5 - 8	事業実施に伴う計画対象地域からの流出土砂量の予測	86
図 5 - 9	新設道路の標準横断図	89
図 5 - 10	実施体制（案）	107
図 5 - 11	水源林造成計画図の作成の流れ	115
図 6 - 1	財務分析の手順	117
図 7 - 1	環境配置の流れ	131

## 2. 表 一 覧

表 1 - 1	調査対象地域の面積内訳	5
表 1 - 2	区分流域別面積	5
表 2 - 1	地域別の林地面積	11
表 2 - 2	林種別面積等	12
表 2 - 3	第 5 次 5 ヶ年計画における主要な計画項目と目標値	13
表 2 - 4	流域別順位等	14
表 3 - 1	代表土壌断面の粒径組織と物理性	20
表 3 - 2	代表土壌断面の化学性	20
表 3 - 3	土壌図示単位の占有面積	23
表 3 - 4	計画対象地域内外別水田の分布	24
表 3 - 5	森林の構成	25
表 3 - 6	調査対象地域における土地利用・植生面積表	26
表 3 - 7	調査対象地域の人口内訳	27
表 3 - 8	バンドン県の就業構造推移 (1980~1990年)	28
表 3 - 9	チタリック支流上流域における農地所有規模	30
表 3 - 10	調査対象地域内の支流域における灌漑面積	30
表 3 - 11	流域区分別土壌侵食量	34
表 3 - 12	流域の現況	35
表 3 - 13	サグリングダム堆砂量	37
表 3 - 14	バンドン県の農地所有形態	37
表 3 - 15	土地利用形態別作付様式	40
表 3 - 16	主要農作物の栽培暦	40
表 3 - 17	農作物の種類と価格	42
表 3 - 18	3 営林署の生産計画 (1991~1995年)	45
表 3 - 19	3 営林署の造林計画 (1991~1995年)	46
表 3 - 20	製材工場等の活動	48
表 3 - 21	道路現況	50



表 4 - 1	農林地保全対策の整備内容の検討	62
表 4 - 2	各案の保全対策マトリックス	63
表 4 - 3	保全対策マトリックス	64
表 5 - 1	流域区分別テラス計画数量	71
表 5 - 2	森林の造成の流域区分別造成方法別計画数量	74
表 5 - 3	アグロフォレストリーの流域区分別造成方法別計画数量	76
表 5 - 4	畑作改良の流域区分別工法別計画数量	78
表 5 - 5	流域区分別透水井戸計画数量	80
表 5 - 6	樹木の流域区分別植栽計画数量	80
表 5 - 7	生け垣の流域区分別植栽計画数量	81
表 5 - 8	計画前後の主な土地利用の変化	82
表 5 - 9	計画前後の土壌侵食量の予測 (USLE法による)	83
表 5 - 10	計画対象地域における保全対策別土壌侵食抑止効果	84
表 5 - 11	事業経過年別事業効果の割合	85
表 5 - 12	計画対象流域における事業実行後の土砂流出量の変化予測	86
表 5 - 13	流域区分別チェックダム、小規模チェックダム、ガリープラグ計画数量	87
表 5 - 14	流域区分別護岸工計画数量	87
表 5 - 15	流域区分別溪岸保全計画数量	88
表 5 - 16	道路の概況 (民有地)	90
表 5 - 17	道路新設計画	92
表 5 - 18	道路改良計画 (路面)	92
表 5 - 19	道路改良計画 (法面保護/排水)	92
表 5 - 20	苗畑作業スケジュール (アルビジアの場合)	93
表 5 - 21	本計画における苗木生産本数	94
表 5 - 22	流域区分別苗木生産本数	94
表 5 - 23	デモプロの設置計画数量	101
表 5 - 24	標準的な年間スケジュール	108
表 5 - 25	年次計画	110
表 5 - 26	スタッフの配置及び研修の年次計画	109
表 5 - 27	外部コンサルタントの担当事項	112

表 5 - 28	年次別事業費	114
表 6 - 1	各作付転換パターンの予想増分純現在価値	123
表 6 - 2	経済分析に用いられた変換係数 1 と 2	127
表 7 - 1	水源林造成計画の計画項目と内容 (再掲)	132
表 7 - 2 (1)	スコーピング用チェックリスト (自然環境)	133
表 7 - 2 (2)	スコーピング用チェックリスト (社会環境)	133
表 7 - 3	環境保全目標	134
表 7 - 4	事業前後の森林的土地利用率の変化	136
表 7 - 5	計画前後の蒸発散量と流出係数の変化予測	137
表 7 - 6	各レベルのモニタリングと評価活動の特徴	145
表 7 - 7	モニタリング項目	145

THE FEASIBILITY STUDY ON UPLAND PLANTATION AND LAND DEVELOPMENT PROJECT  
IN THE REPUBLIC OF INDONESIA

略語	英語	インドネシア語	日本語
ADB	Asian Development Bank	ADB	アジア開発銀行
AMDAL	Analysis of Environmental Impacts	Analisis Mengenai Dampak Lingkungan	環境影響評価
BAKOSURTANAL	Coordinating Agency for National Surveys and Mapping	Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional	国土情報管理庁
BAPEDAL	Environmental Impact Management Agency	Badan Pengelolaan Dampak Lingkungan	環境影響管理庁
BAPPEDA Tk. I	Provincial Planning Board	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Tingkat I	州開発委員会
BAPPEDA Tk. II	District Planning Board	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Tingkat II	県開発委員会
BAPPENAS	National Development Planning Agency	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional	国家開発委員会
BIG	Meteorology and Geophysics Agency	Badan Meteorologi dan Geofisika	気象庁
BPN	National Land Agency	Badan Pertanahan Nasional	国家地政院
BPP	Extension Center	Badan Penyuluhan Pertanian	農業普及センター
BRUKT	Land Rehabilitation and Soil Conservation Centre	Balai Penyuluhan Pertanian	農業普及センター
BTP-DAS	Watershed Management Technology Centre	Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah	農地復元技術センター
BULOG	National Food Procurement Agency	Balai Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai	食糧統制庁
Bupati	Chief of District	Badan Urusan Logistik	食糧統制庁
Camat	Chief of Sub-District	Bupati	知事
DAS	Watershed	Daerah Aliran Sungai	流域
DEPRUT	Ministry of Forestry	Departemen Kehutanan	林業省
DINAS Pertanian I	Provincial Agricultural Service	DINAS Pertanian I	省林業局
DINAS Pertanian II	District Agricultural Service	DINAS Pertanian II	県林業局
DRMA	Research Institute for Water Resources Development	Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan	水資源開発研究所
Demoplo	Demonstration Plot	Unit Percobaan Usaha Pelestarian Sumber Daya Alam	水資源保護実験地
Desa	Village	Desa	村
INPRES	Presidential Instruction	Instruksi Presiden	大統領令
JICA	Japan International Cooperation Agency	JICA	国際協力機構
KANWIL	Provincial Office of a Ministry	Kantor Wilayah	省庁事務所
KPH	Forest District Office (Perum Perhutani)	Kesatuan Pemangkuan Hutan	国有林業局
KUD	Village Cooperative	Koperasi Unit Desa	村協同組合
Kabupaten	District	Kabupaten	県
Kecamatan	Sub-District	Kecamatan	市
Kotamadya/Kodya	City	Kotamadya/Kodya	市
LKMD	Village Institution for Community Development	Lembaga Ketahanan Masyarakat Desa	農村協会の現在価値
NPV	Net Present Value	NPV	純現在価値
OECD	Overseas Economic Development Fund	OECD	経済協力開発機構
PHPA	Directorate General of Forest Protection & Nature Conservation	Pembinaan Kesejahteraan Keluarga	農村生活向上委員会
PKK	Women Organization	Perusahaan Umum Listrik Negara	国有電力公社
PLN	State Electricity Public Corporation	Penyuluh Lapangan Penghijauan	国有電力公社
PPL	Field Regreening Extension Worker	Penyuluh Madya Penghijauan	中級職員
PMP	Senior Regreening Extension Worker	Penyuluh Pertanian Lapangan	高級職員
PPI	Field Agricultural Extension Worker	Penyuluh Pertanian Madya	中級職員
PPM	Senior Agricultural Extension Worker	Penyuluh Pertanian Spesialis	高級職員
PPS	Agricultural Extension Specialist	Departemen Pekerjaan Umum	農林省
PU	Ministry of Public Works	Perum Perhutani	国有林業局
Perum Perhutani	State Forest Authority	Rencana Pembangunan Lima Tahun	国有林業局
PEPELITA	Five Year Development Plan	Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan	5ヶ年計画
RRL	Directorate General of Reforestation & Land Rehabilitation	Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan	国有林業局
S/W	Scope of Work	S/W	業務範囲
SBRUKT	Land Rehabilitation and Soil Conservation Sub Centre	Sub Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah	農地復元サブセンター
TGHK	Forest Land Use by Consensus	Tata Guna Hutan Kesepakatan	合意森林地利用
USLE	Universal Soil Loss Equation	United Soil Loss Equation	USLE
WB	World Bank	WB	世界銀行

# 第1章 序 論



## 第 1 章 序 論

### 1-1 調査の経緯

インドネシア国政府は、1989年1月、チタリック小流域における水源林造成計画のF/Sとともに、他の流域にも適応できる水源林造成計画立案手法の移転を目的とする本調査を我が国に要請した。

これを受け、日本国政府は1991年3月、コンタクトミッションを、また事前調査団を1991年9月に派遣し、S/Wを締結した。同調査を通じ、本案件に関する背景として確認された点は以下のとおりである。

- ① この小流域は、地形・土質・土地利用等の状況から、降雨による土壤侵食や地表水流出が見られ、下流において発電用ダムへの土砂の流入、水田・住宅地の浸水等の被害が発生していることから、これらの保全のため森林造成（水源林）や流域保全を緊急かつ計画的に進めていく必要があること。
- ② 土地利用・土地所有の現状等から、一斉造成の方法はとりがたく、住民による住民のための造林を助長すること（社会林業）によって水源林造成を進めていくことが必要であること。
- ③ 社会林業及び流域保全について住民への普及啓蒙のためデモンストレーション・プロットを造成し、農民に対しその波及効果を促す方法を考える必要があること。
- ④ インドネシア国における社会林業とは、ツンパンサリ、アグロフォレストリー、林業畜産混合、林業水産混合、養蜂、きのこ栽培等であり、地域の実情に応じてこれらのコンポーネントを適切に計画することが重要であること。
- ⑤ 上記の社会林業及び流域保全の普及を効果的に進め、地域住民の所得向上を図るには、地域開発を兼ねたインフラの整備が必要であること。

本調査によって、適切な地域開発を念頭においた、民有地における水源林造成計画を策定することは、林業部門の経済発展を促すだけでなく、対象地域とその下流地域の水土保持とともに、地域住民の生活福祉の向上にも寄与することが期待される。

### 1-2 調査の目的

インドネシア国における流域管理と農村開発に寄与すべく、ジャワ島北西部のチタリック小流域における水源林造成計画を策定するとともに、そのフィージビリティ調査を実施

することを目的とする。

### 1-3 調査対象地域

#### (1) 調査対象地域

調査対象地域のチタリック流域は、図1-1に示すように、ジャワ島北西部にあるバンドン市から東方約30kmのチタルム川最上流に位置する。

調査対象地域の面積は50,325ha、1市2県を含み、人口約797,605人、人口増加率1.98%（1991年）である。

就労状況についてみると、農業39%、労働者及び会社員31%等（1991年）であり、近年、都市化や工場の進出によって、農業従事者の割合はわずかであるが減少している。

調査対象地域の標高は660～2,000mで、水田地帯を除くと地形は比較的急峻な箇所が多い。

年平均降水量2,123mm、6月から9月にかけて乾期がある。年平均気温は22.9℃、年間の変動は小さい。

今回の調査結果によると、土地利用状況は、森林15.6%、水田38.6%、畑地24.7%等である。森林は主として調査対象地域の外周部や山頂部に分布し、その構成をみると、天然林4.2%、人工林11.4%で主な人工林の植栽樹種はメルクシマツ、マホガニー等である。

土壌保全の主たる対象である畑地は、緩傾斜から急傾斜地に広く分布しているが、テラス等の十分な保全対策を講じているところは少ない。

#### (2) 計画対象地域

調査対象地域に含まれる平坦地の水田及びその周辺については、流域保全上、土壌の流出等の問題が少ないこと、林業省の水土保全事業が、DRY LANDを対象にしていることから、計画策定の対象外とした。

なお、森林の大半を占める国有林は、ブルム・プルフタニ（国営林業公社）の所管であるが、下流部への土砂の流出防止、住民への水資源の供給等、流域保全上重要な役割を持つ地域であるため、計画対象地域に含めた。

この結果、計画対象地域の面積は33,388haとなる。調査対象地域の面積内訳を表1-1に、調査対象地域における計画対象地域の位置的な関係を図1-2に示す。

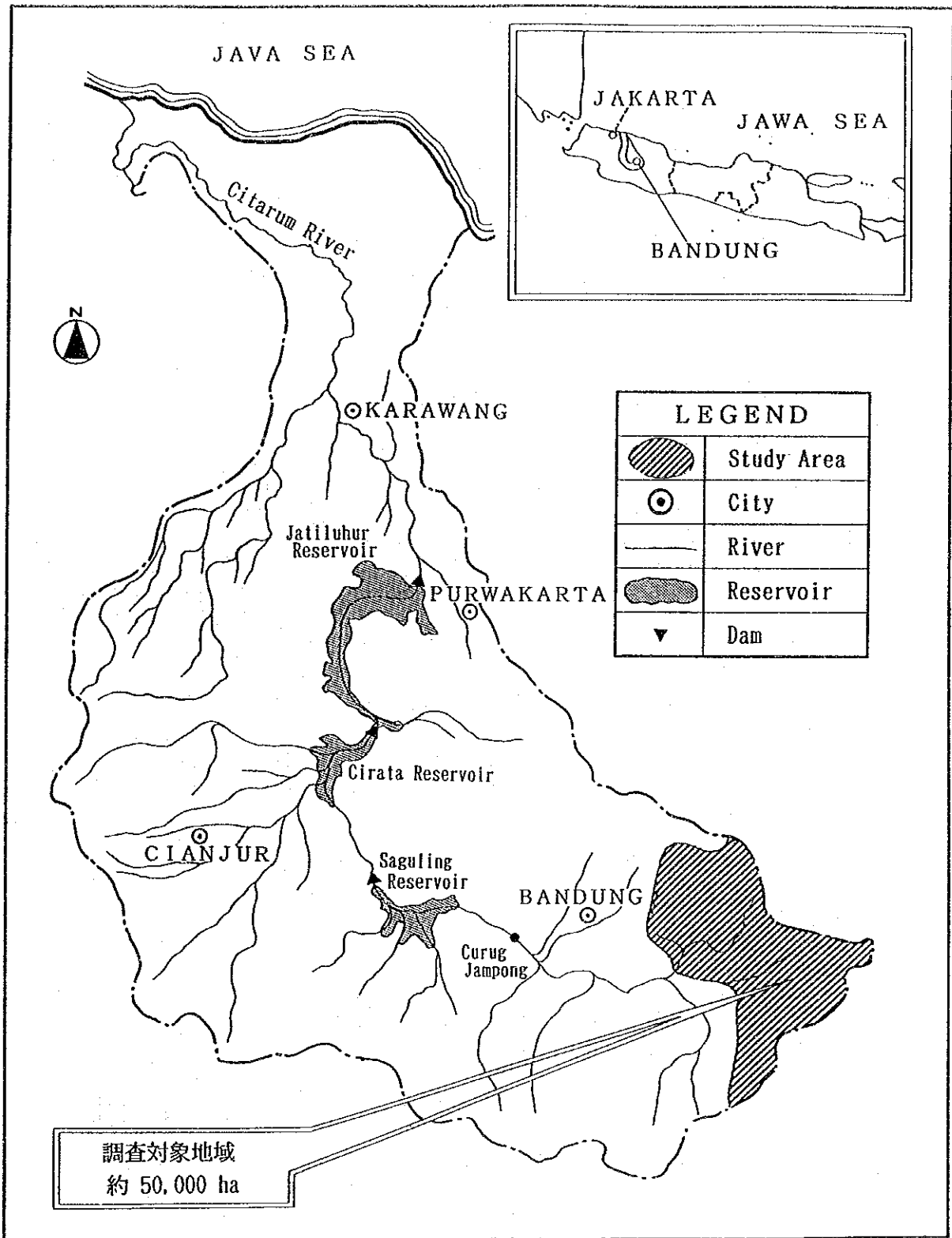


図 1 - 1 調査対象地域位置図



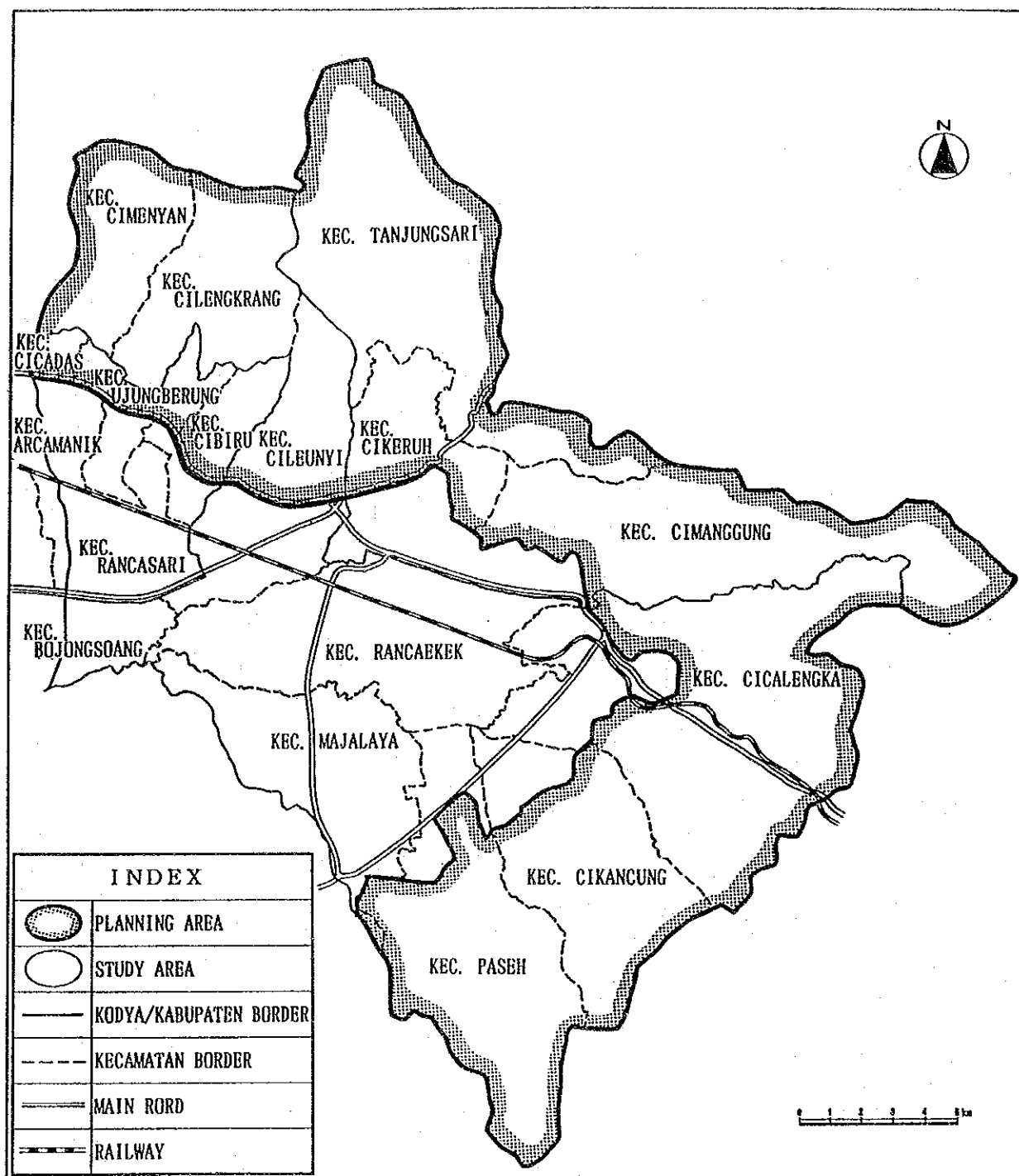


图 1-2 計画対象地域位置图

表 1 - 1 調査対象地域の面積内訳

区 分	面積 (ha)	割合 (%)
計画対象地域	33,388	66
計画対象地域外	16,937	34
調査対象地域	50,325	100

(3) 流域区分

調査対象地域内からチタリック川、チクルー川などいくつかの河川が本流であるチタルム川に流入している。

調査対象地域を図 1 - 3 のように15の小流域に区分した (表 1 - 2 参照)。

これらの小流域は、土砂流出の現状把握及び営農状況等の地域特性の把握、並びに本計画が事業化された場合の事業実行管理の単位及び土砂流出のモニタリングの単位として用いるものである。

表 1 - 2 区分流域別面積

区 分		流域 No.	面積 (ha)	
調査対象地域	計画対象地域	1	2,255	
		2	3,524	
		3	2,443	
		4	6,213	
		5	2,909	
		6	4,097	
		7	2,758	
		8	2,590	
		9	2,226	
		10	2,466	
		11	1,381	
		12	526	
		計	33,388	
		計画対象地域外	13	5,607
			14	5,277
	15		6,053	
		計	16,937	
	合 計		50,325	

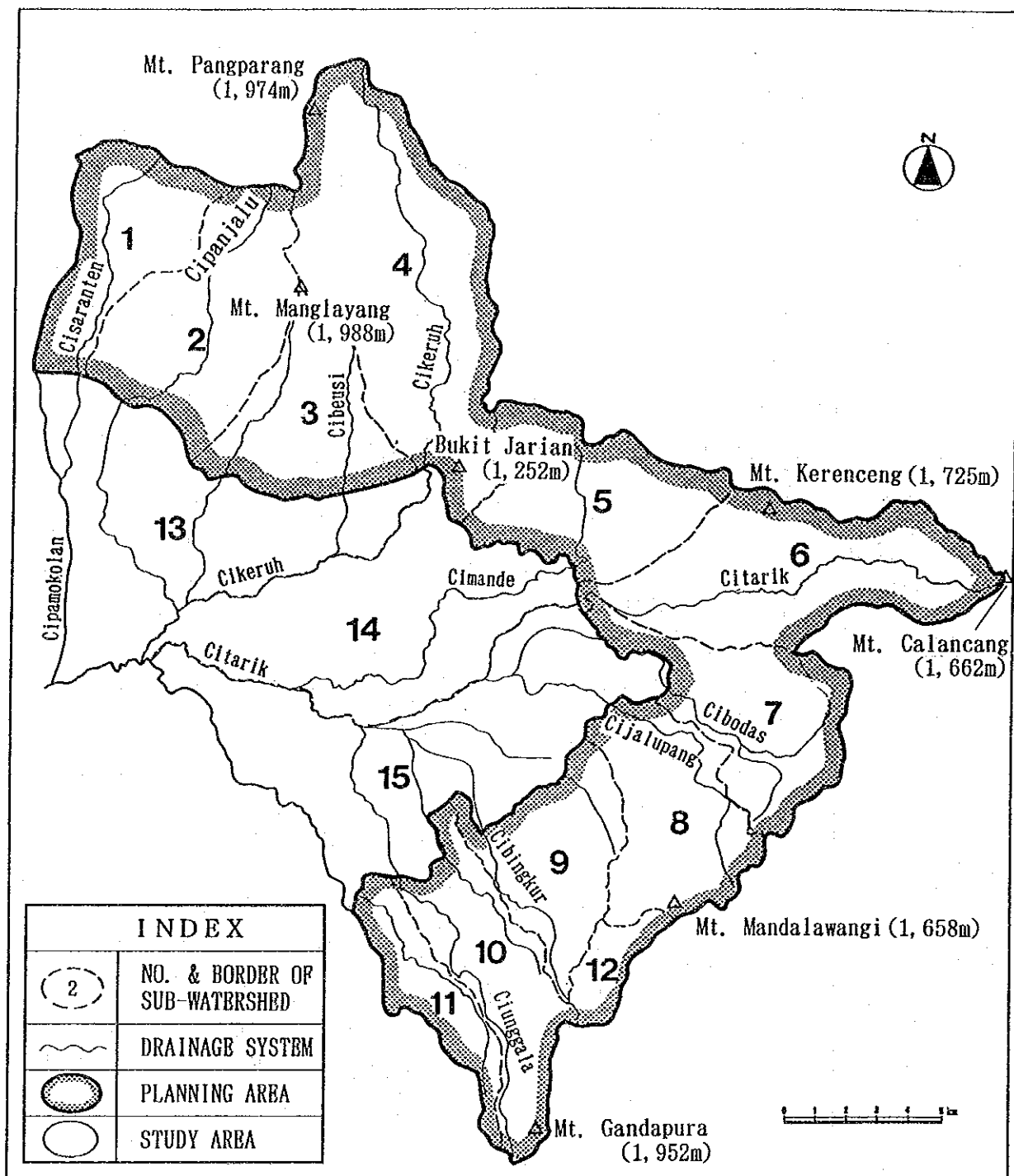


图 1-3 流域区分图

#### 1-4 調査の内容

本調査は、平成3年度から平成5年度の3ヵ年度にわたって実施した。調査業務のフローチャートは図1-4に示すとおりであり、各年度の調査の概要は次のとおりである。

##### (1) 平成3年度調査

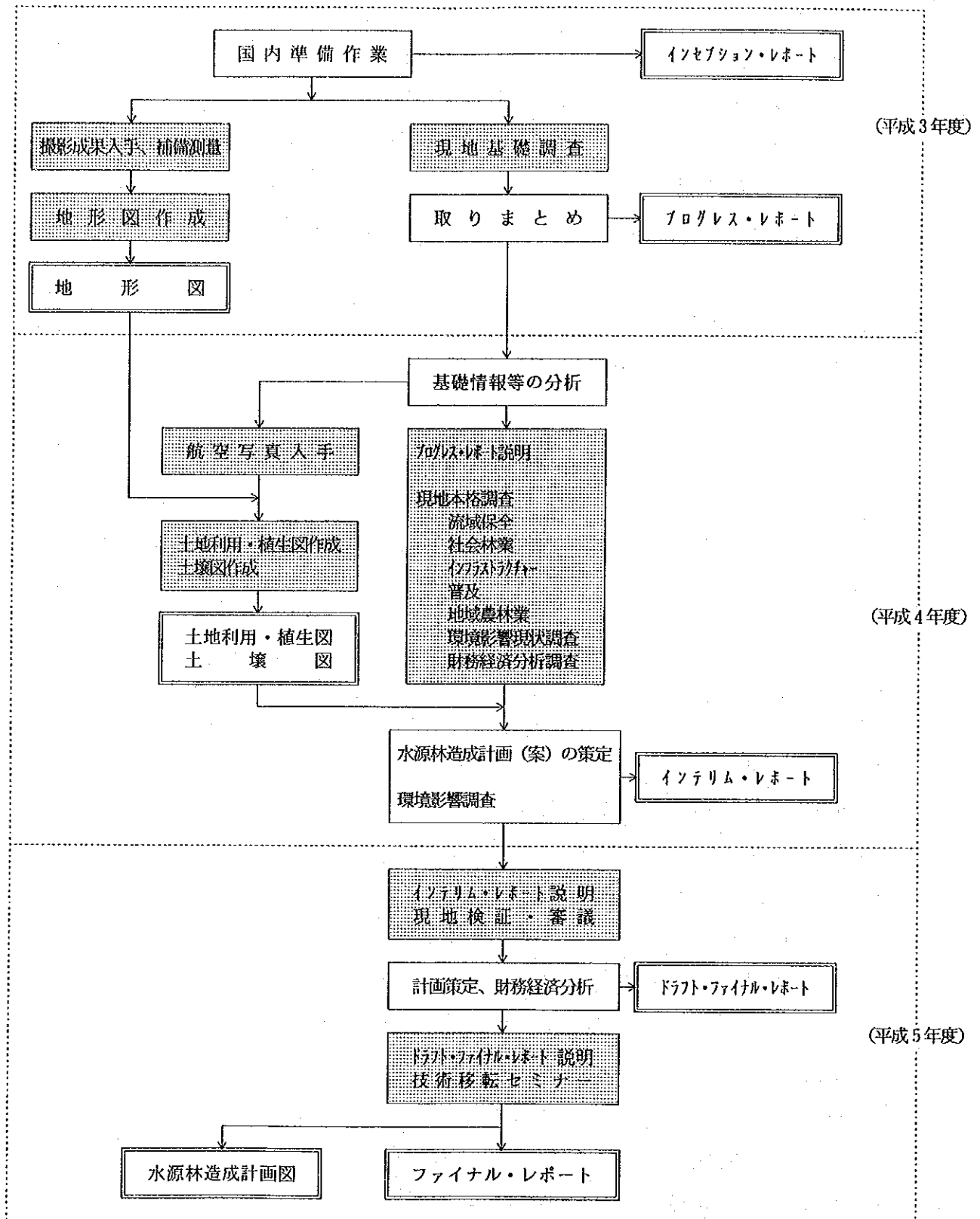
- ・既存の関連情報の収集・整理
- ・インセプション・レポートの作成
- ・水源林造成計画策定のための基礎情報等の収集
- ・プログレス・レポートの作成
- ・地形図（縮尺 1/10,000）の作成

##### (2) 平成4年度調査

- ・土地利用・植生図（縮尺 1/10,000）の作成
- ・土壌図（縮尺 1/10,000）の作成
- ・自然・社会環境調査
- ・流域保全調査
- ・社会林業の実態調査
- ・普及関係の調査
- ・インフラストラクチャー関係の調査
- ・住民意向調査
- ・環境影響に係る現状調査
- ・財務経済分析調査
- ・水源林造成計画（案）の作成
- ・水源林造成計画図（案）（縮尺 1/10,000）の作成
- ・インテリム・レポートの作成

##### (3) 平成5年度調査

- ・現地検証・審議
- ・ドラフト・ファイナル・レポートの作成
- ・水源林造成計画の作成
- ・水源林造成計画図（縮尺 1/10,000）の作成
- ・技術移転セミナーの開催
- ・ファイナル・レポートの作成



凡例：  国内作業     現地作業     成果品

図1-4 調査業務のフローチャート

#### 1-5 技術移転

カウンターパートに対しては、計画策定に必要な各種調査について、調査の手順、方法を説明し、On the Job Training により資料の収集方法、まとめ方についての技術移転を実施した。



## 第2章 インドネシア国における森林・ 林業と水土保持事業





## 第2章 インドネシア国における森林・林業と水土保持事業

### 2-1 森林・林業の概要

#### (1) 森林面積及び林種区分

インドネシア国においては、関連する各省庁の協議を経て国土の利用区分が定められている。それによると林地面積の合計は、約14,400万haであり、国土面積の約74%に相当している。

しかし、この数字は必ずしも実際の森林面積を示すものではない。かつては森林であったものが、移動耕作や山火事などによって草地や荒廃地となった箇所、あるいは農地へ転換された箇所などがかなりの面積を占めている。F A Oの推計によると実際の森林面積（ランドサットデータの解析を中心として推計した数値であり、天然林を主体とした数値を示している。）は約10,900万haとされており、土地利用区分による林地面積との間には3,000万ha以上の差がある。表2-1に土地利用区分による林地面積とF A Oの推計値を示した。

ちなみにインドネシア国林業省は、今後約2,000万haの荒廃地に森林を造成して行く必要があるとして、第5次5ヵ年計画（1989/90～1993/94）から積極的に取り組んでいる。

表2-1 地域別の林地面積

(百万ha)

地 域	国土面積	土地利用区分		F A O推計値	
		林地面積	林地率(%)	森林面積	森林率(%)
スマトラ	47	30	64	20	43
ジャワ	14	3	23	1	8
カリマンタン	55	45	82	35	63
スラウェシ	20	13	68	10	52
イリアンジャヤ	41	41	99	34	82
その他	17	12	70	8	49
合 計	193	144	74	108	56

出所：インドネシア国林業省及びF A O

また、林地は自然保護林、保安林、生産林及び転換林の4種類に分類されている。更に生産林は、傾斜及び年間降水量を主な指標として制限生産林と普通生産林に区分されている。転換林として指定された林地であり、かつ既に農地などに転換された林地は、将来土

地利用区分の見直しが行われる時に林地以外の土地として指定されることとなる。

林種区分ごとの面積等は表2-2に示したとおりである。

全国土面積の約7%の地域に約60%の住民が住むジャワ地域は、表2-1にも示したとおり、外領に比べて格段に林地率が低くなっている。したがって将来農地等に転換することが認められる転換林はジャワ島には設定されておらず、ジャワ島内の林地はすべて永久森林となっている。

表2-2 林種別面積等

林種区分	面積 百万ha (シェア)	利用目的	施業基準
自然保護林	18.8 (13%)	自然保護、国立公園、種の保全等	禁伐
保安林	30.3 (21%)	水源涵養、土砂流失防備等、国土保全	禁伐
普通生産林	33.9 (24%)	木材生産	択伐 (直径50cm以上のみ)
制限生産林	30.5 (21%)	木材生産、国土保全	択伐 (直径50cm以上のみ)
転換林	30.5 (21%)	農地等への転換	皆伐
合計	144.0 (100%)		

出所：インドネシア国林業省

## (2) 林業生産の概要

インドネシア国において現在実行中の第5次5ヵ年計画は、1969年にスタートした第1期長期25ヵ年計画の最終段階であり、来たるべき次期計画における発展へと結びつけるためにも極めて大きな重要性を持つものとして認識されている。

林業の分野においても、同様の認識に基づいて積極的な活動を展開している。すなわち、第4次5ヵ年計画期間における発展を引き継いで本5ヵ年計画期間においては、

- ① 林産物生産の拡充と原木利用効率の向上を図り木材産業の育成を行うこと、
- ② 生態系と環境の維持とのバランスを確固たるものとする

を林業発展の目標として掲げている。

表2-3に主要な計画項目を掲げた。

木材の生産についても実績に比べて大幅な拡大を計画しているほか、荒廃林地及び草原を対象として年平均30万haに及ぶ産業造林の実行を計画している。また、民有の農地を対象として行われる緑化事業についても積極的に計画され推進されている。

表2-3 第5次5ヵ年計画における主要な計画項目と目標値

項目	目標値	備考
生産量・丸太 ・製材 ・合板	157百万m <sup>3</sup> 49 " 35 "	(1984~1988の実績) { 104百万m <sup>3</sup> 32 " 25 "
造林・産業造林 ・非産業造林	150 万ha 50 "	土地利用区分上の林地を対象
緑化・デモンストレーション ・プロット ・苗木等の援助 ・センゴニサシ活動	2,500 箇所 365 万ha 18 万ha	土地利用区分上の非林地（農地等）を対象

出所：第5次5ヵ年計画（林業部門）

## 2-2 インドネシア国における水土保持政策

### (1) 概要

これまでの林業省を中心とする諸活動により、林業の分野においてはさまざまな成果をあげて来たが、林地の現状を見るとある意味ではやっかいな問題をかかえている。すなわち、不法侵入、不法伐採、移動耕作などの問題である。したがって、土壌侵食、洪水などが各地で問題となっている。このような事態に対応するため、林業省としては造林総局を中心として造林及び地力回復のための諸施策が進められている。それら諸施策の中でも、土壌侵食防止及び洪水防止のための対策には高いプライオリティが与えられている。すなわち、これらの事業は、全国の数多い流域のうちから緊急度合いに応じて順位付けられた流域を選定して、重点的に推進されることになっている。第5次5ヵ年計画においては、39の流域が選定されている。これら選定された流域のうち、特に土壌及び水の保全にとって危機的な状態にある上位の11の流域に対しては、関係する省庁との調整に基づいて総合的な流域管理計画が推進されるべきこととされている。表2-4に、上記の39流域について、それらの概要を掲げてある。

表 2 - 4 流域別順位等

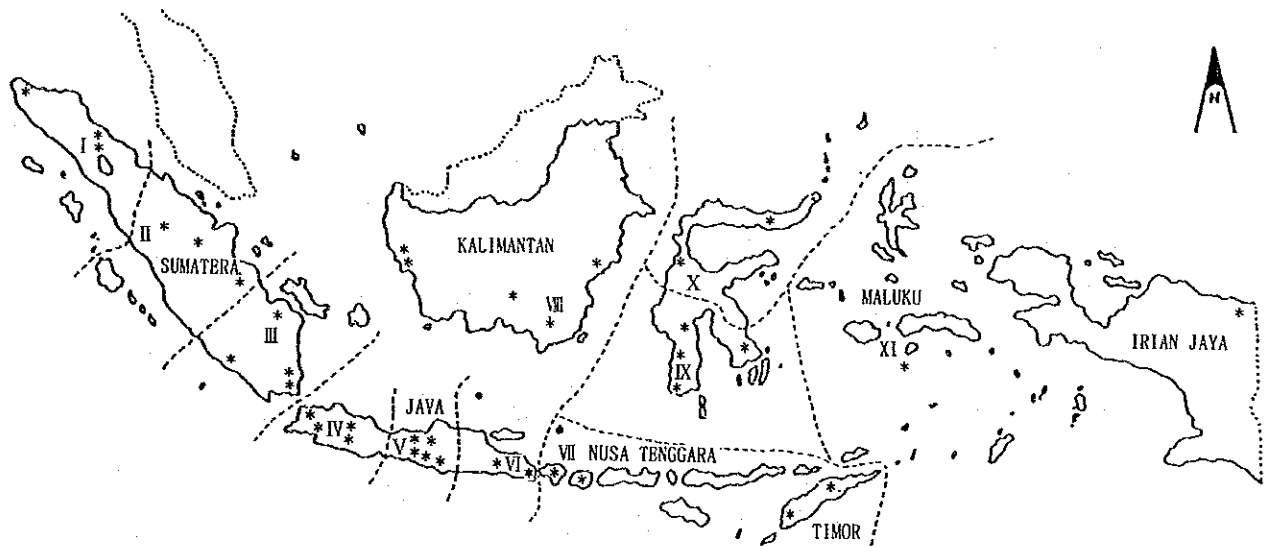
単位：ha

順位	流域名	危険区域面積		対策を講ずべき時期
		調査面積	対策を講ずべき面積	第5次5ヵ年計画
1	ASAHAN BARUMUN	752,500	497,000	454,000
2	SOLO DS	84,600	84,600	84,600
3	JRATUN SELUNA	91,700	91,700	91,700
4	SADDANG DS	207,200	182,200	182,200
5	BRANTAS DS	102,900	102,900	102,900
6	CITARUM DS	166,700	166,700	166,700
7	CIMANUK DS	92,100	92,100	92,100
8	CITANDUY CISANGGARUNG	134,700	134,700	134,700
9	BILLA WALANAB DS	202,300	177,300	177,300
10	CILIWUNG CISADANE CMD	94,400	94,400	94,400
11	SERAYU LUK ULO DS	93,600	93,600	93,600
12	WAY SEPUTIH DS	299,800	175,200	142,600
13	PALU POSO DS	531,200	229,000	128,200
14	WAY SBKAMPUNG DS	153,700	153,700	153,700
15	INDRAGIRI KAMPAR ROKAN	358,700	279,600	214,000
16	CIUJUNG TBLUK LADA	91,800	91,800	91,800
17	JENBERANG KBLAPA DS	174,900	164,900	116,200
18	WAMPU ULAR DS	238,200	178,200	138,200
19	KRUBNG ACBH JAMBU AYE	419,100	173,200	117,300
20	PEMALI COMAL DS	61,600	61,600	61,600
21	BARITO RIAM KANAN	281,800	271,800	251,800
22	SAMPEAN DS	90,800	90,800	90,800
23	KOMORO LAKLO SUB	137,400	80,100	63,700
24	BATANGHARI DS	194,000	129,000	94,000
25	DODOKAN MOYO SARI	288,800	212,200	136,100
26	BENAIN AISESA KAMBEROE	1,750,400	425,000	289,300
27	AGAM DS	153,100	103,100	103,100
28	OPAK OYO PROGO	59,700	59,700	59,700
29	WAE HATU MBRAHH APU DS	635,800	225,000	121,100
30	KETAHUN DS	555,900	265,000	155,500
31	SAMPARA WONCO TIMORO	548,900	267,000	187,500
32	MUSI DS	579,500	475,000	419,700
33	BONE BOLANGO TONDANO	400,000	195,100	108,600
34	KAPUAS DS	1,064,400	567,400	473,000
35	BLEGA SAROKA	112,200	112,200	112,200
36	UNDA ANYAR DS	83,800	83,800	83,800
37	BALIBM MEMBRAMO DS	282,600	282,600	282,600
38	MAHAKAM BERAU	691,800	601,600	601,600
39	KAHAYAN DS	925,600	315,900	315,900
39流域の合計		13,188,200	7,986,700	6,787,800

出所：第5次5ヵ年計画（林業部門）

(2) 組織

インドネシア国における水土保持政策の立案及び実行は、造林総局を中核として遂行されている。また、現地における実行組織としては、全国に11の森林保全センターが設置されている。また、これらセンターの下部機構として全体で39箇所のサブセンターがあり、担当区域を定めて各種の活動を進めている。更に、中部ジャワ州のスラカルタには流域管理技術センターが設置され、技術的な調査研究を行っている。図2-1に森林保全センターの管轄区域と所在地を示した。



Area	Headquarters	Area	Headquarters
I	Medan	VII	Denpasar
II	Padang	VIII	Banjarbaru
III	Palembang	IX	Ujungpandang
IV	Bandung	X	Menado
V	Solo	XI	Ambon
VI	Malang	*	Sub-Centers

出所：インドネシア国林業省

図2-1 森林保全センターの配置

2-3 本プロジェクトの位置付け

(1) チタルム流域

表2-4に示したようにチタルム流域は、第5次5ヵ年計画において優先順位第6位の流域としてランクされている。本流域には良く知られているように、ジャワ及びマドラの電力の約60%を供給する3つの水力発電所（サグリ、チラタ及びジャティールフル）が稼働している。

一方ではチタルム川は、西ジャワ州の州都であり多くの人口及び産業を抱えるバンドン市を流れる。このようなチタルム川を持つ国民の福祉及び産業の発展に対する重要性に鑑み、すでに1984年、すなわち第4次5ヵ年計画のスタートにあたって、内務大臣、林業大臣及び公共事業大臣の連名文書によって、本流域はインドネシア国における最優先されるべき流域の一つとして明示されている。

特にサグリンダムの上流域においては、河況係数（最大流量／最小流量）も極めて大きく流量が不安定なこと、また人口密度も極めて高く、更に土地の産業用地または住宅用地への転用に伴う農地の減少傾向による土地・土壌に対する圧力の増加が指摘されている。このようにチタルム流域のうちでも上流域については、できるだけ早期に対策を講ずる必要のある区域として、技術的な面からの調査・検討が進められて来た区域である。

## (2) 本調査の対象地域

本調査の対象地域は、チタルム川上流域のうち、チタリック支流、チクルー支流などを含み、バンドン盆地の北側から東側にかけての最上流域の急斜地及びその下流に位置する平坦な水田地帯及び産業・住宅地区から成り立っている。

本地域は面積約5万haで、チタルム上流域の中でも最も高い優先度を与えられた地域である。

すなわち、1991年時点で人口密度は1km<sup>2</sup>当たり1,300人を超え、人口増加率も2%近い数値を示している。また、土地所有構成についても、0.1~0.25ha/戸の階層が40%以上を占め、平均は0.3ha程度とみられる。農業部門従事者の比率は1985年には約42%であったが、1991年には約39%と低下している。この減少は経済活動に変化が生じたためと、都市化が進み農地不足が加速したことも原因の一つとされている。

本地域は、すでに述べたようにチタルム流域全体の中での上流域集水区域としての重要性はもちろんのこと、バンドン盆地の後背山地としての位置付けを考えると、この地域における水土保持対策の実施の意義は、農業の振興を中心とする傾斜部地域開発にとっても、低地平坦部における民生の安定にとっても極めて大きいものがある。

このような情勢のもとで、1991年3月及び同9月にインドネシア国を訪れたJICA調査団は、インドネシア国側関係者と協議を経て、チタルム上流域の中でも最も緊急性の高い区域として選定し合意したものである。

### 第3章 調査対象地域の現況





### 第3章 調査対象地域の現況

#### 3-1 自然環境

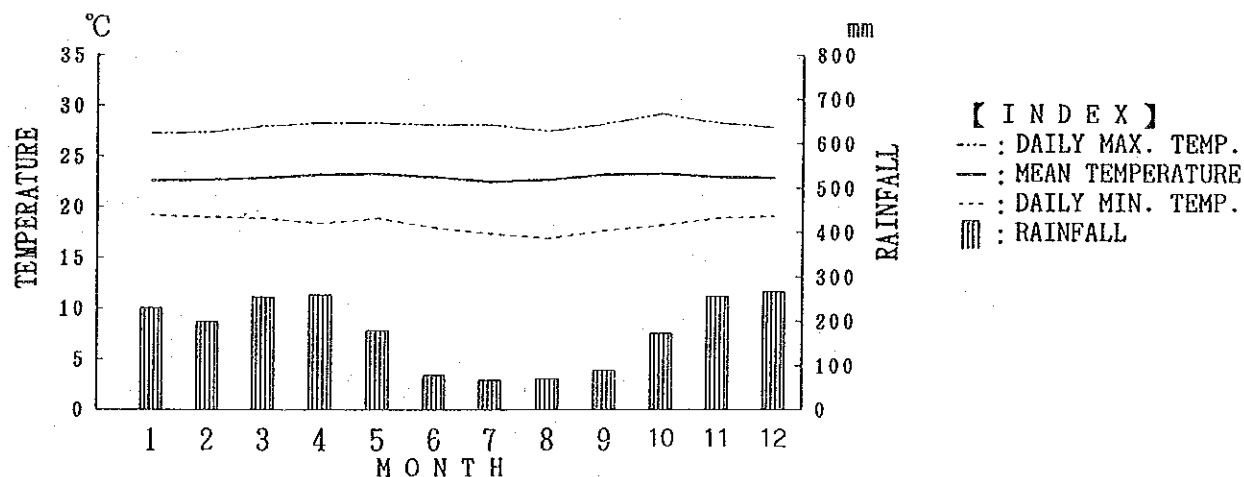
##### 3-1-1 気象

調査対象地域の気候は、SCHMIT & FERGUSON の気候区分によると、チタリック小流域はTYPE Bに属する。TYPE Bは、乾燥月(DRY MONTH、月降雨量60mm以下)と降雨月(WET MONTH、月降雨量100mm以上)の比が、14.3~33.3%であり、乾燥期は1.5~3.0ヵ月と非常に短い気候である。

計画対象地域は、5~6ヵ月の湿潤月(月降雨量200mm以上)と2~4ヵ月の乾燥月(月降雨量100mm以下)とからなる農業気象地帯区分C<sub>2</sub>に属する。(Oldeman, L.R.: An Agro-Climatic Map of Java. Contr. Centr. Res. Inst. Agric. Bogor, No.17, 1975)。

バンドン市内の気象庁の観測所(STATIUN GEOFISIKA KELAS I BANDUNG)による1952年から1990年までの観測結果の月別平年値は、図3-1のとおりである。

日最高及び最低気温の月別平年値の変動は、29.2°C~16.9°Cの範囲にある。年平均気温は22.9°Cであり、年間の変動は小さく、1°C以下である。同観測所における過去4年間の最高気温及び最低気温の極値は、33.0°C (NOV, 9, 1991)と13.0°C (MAY, 25, 1991)である。



注) LOCATION : 6° 55' S 107° 36' E, ELEVATION : 791m  
出所)「BMG, "BANDUNG METEOROLOGICAL OBSERVATIONS 1991"」より作成

図3-1 バンドン市の気象観測所の月別平年値

月別平年値の年合計値は、降雨量の場合、2,123.0mmであり、6月～9月が100mm以下である。蒸発量の場合、1,018.0mmであり、降雨量の少ない6月～9月が比較的高い。

1986年の気象庁の観測によれば、風向はモンスーンの影響を受けて12月～6月は西風が優占し、7月～11月は東風が優占する。平均風速は1～3 knotであり、その風向は西と東である。

### 3-1-2 地質及び地形

調査対象地域の周辺一帯の基盤地質は中新統から鮮新統であり、その岩種は凝灰岩質の砂岩、礫石、角礫石、頁岩、石灰岩等である。

しかし、これら基盤の地層は火山噴出物によってカバーされたため、バンドン平野の南縁に極めて小さい岩体が、また西縁にやや大きい岩体が埋め残された形で認められるに過ぎない。また、調査対象地域内に断層は存在しない。

盆地の底は湖成層から成り、更に周囲の山地から流入する大小の河川によって供給された氾濫堆積物でカバーされている。

調査対象地域は、バンドン平野の東北部分と、それを囲む様に連なる盆地北部山地と東部山地とから成っている。

標高は、盆地の平野部で最も低いSapan 付近が661mで、平坦面が標高700m前後の山地部の山麓に続き、更に北、東、南側の山地の分水嶺へと上り続ける。北側のPangparang山(1,974m)、東側のKareumbi Barat山(1,725m)、南側のGandapura山付近(1,952m)などが高標高地としてあげられる。最高標高地はManglayang山であり、1,988mである。

調査対象地域の北西隅の山地の構成物質は、火山角礫岩、火山泥流堆積物、溶岩などである。

Manglayang山は形成が若く、コニーデ式火山の特徴を良く保っており、凝灰質砂岩、火山礫、溶岩、集塊岩などから構成されている。

Kerenceng山(1,725m)もその山容や構成物質はManglayang山に似ているが、山体上半部は更に新しい噴出物(玄武岩質及びスコリア質溶岩)で作られている。

上記2火山の間にBukit Jarianという小火山(1,252m)がある。これは、Kerenceng山の後期噴出物と同じ玄武岩及びスコリア質溶岩から成っている。

東部山地はいくつかの火山の噴出物で構成されている。チタリック川の海拔約1,000mの地点に堅い溶岩層があって大きい滝(Sinulang滝)を作っており、それより上流部には、傾斜の比較的緩いドーム状山地が広がっている。

Mandalawangi山 (1,658.0m)は軽石を含んだガラス質凝灰岩と輝石安山岩質ないし玄武岩質の溶岩から成り、中腹に広い緩斜面を持っている。

調査対象地域の最南部の山地は、Gunturなど古い火山群の噴出物（安山岩質・玄武岩質）から成り、侵食が進んでいる。

バンドン盆地の山麓部には、ほとんど扇状地が発達していない。

調査対象地域内にはめばしい地下資源はない。しいていえば、安山岩石材があり、深く解析の進んだ河川沿いで露天掘りにより採石されており、道路建設や建築に広く利用されている。

### 3-1-3 土 壤

#### (1) 概 況

バンドン平野にはフルビソルが広く分布しており、グライソルも混在しているものと思われる。大部分は水田として利用されている。

山地や裾野には、各種の火山噴出物（主として中性）に由来した、いわゆるラトソルが広く分布している。これは褐色ラトソルと暗赤褐色ラトソルに区分されている。

アンドソルの分布は、火山地帯にありながら予想外に少なく、Bukit Jarian火山北東周辺の平坦ないし緩斜面、それから高海拔地の源流部に主にみられる。裾野では、アンドソルは一部の尾根性緩斜面に稀にみられるに過ぎない。

放出物はこの地方一帯に降下堆積したと思われるが、長年の農耕地利用の結果、土壤侵食を加速し、放出物層を流失させた可能性が大きい。

#### (2) 土壌の種類と性質

調査対象地域において土壌調査を行い、出現する土壌の種類、性状及び分布状況を明らかにした。また、その結果をとりまとめて土壌図（縮尺1/10,000）を作成した（別冊資料A3参照）。

調査対象地域の土壌は、山地の土壌と平野の土壌に二大別できる。山地では各種の火山碎屑物に由来したカンビソルを主とし、一部に火山灰を母材としたアンドソルがある。平野には河川堆積物に由来したフルビソルが広く、一部にグライソルがある。

調査断面のうち、10の代表土壌断面を選び、Bogorの土壌研究所において物理性と化学性を分析した。その結果は表3-1及び表3-2に示したとおりである。

なお、水田は、山地のものであっても土壌流亡防止の観点からみると重要視する必要がないと判断し、一括して表示した。

表 3 - 1 代表土壤断面の粒径組成と物理性

断面番号 土壤単位*	層位	採取深度 (cm)	粒 径 組 成 (%)				土性**	固 相 (容積%)	孔隙率 (容積%)	容 積 重 (g/cc)	透 水 性 (cm/h)
			砂		微砂	粘土					
			2.0~ 0.1mm	0.1~ 0.05mm	0.05~ 0.002mm	0.002mm >					
1 Bh(h)	Au1	1~5	13.7	5.6	55.7	25.0	SiL	31.3	68.7	0.83	5.13
	Au2	24~28	16.2		66.5	17.3	SiL	30.6	69.4	0.81	5.20
6 Bh	Ap	2~6	6.0	3.3	16.4	74.3	C	35.8	64.2	0.95	2.98
	Bu1	30~34	5.2		16.1	78.7	C	36.6	63.4	0.97	4.52
7 Bh	Ap	2~6	4.7	2.8	20.6	71.9	C	35.8	64.2	0.95	11.34
	A	20~24	7.2		20.2	72.6	C	33.6	66.4	0.89	9.96
8 Bh	A	2~6	12.7	4.4	25.8	57.1	C	32.4	67.6	0.86	10.54
	Bu1	32~36	4.8		12.8	82.4	C	36.2	63.8	0.96	0.08
10 Bh	A	2~6	10.3	5.4	27.0	57.3	C	36.2	63.8	0.96	6.68
	Bu1	30~34	5.1		17.6	77.3	C	40.4	59.6	1.07	3.84
5 Bh	A	2~6	5.4	3.7	20.3	70.6	C	34.7	65.3	0.92	6.68
	Bu1	32~36	6.2		19.7	74.1	C	34.0	66.0	0.90	5.75
2 Th	Au2	7~11	25.5	11.4	49.2	13.9	L	22.3	77.7	0.59	10.74
	AB	30~34	46.0		42.8	11.2	L	16.2	83.8	0.43	9.37
4 Th	Au1	1~5	31.2	11.8	45.1	11.9	L	28.7	71.3	0.76	3.59
	Au2	30~34	39.8		40.3	19.9	L	30.6	69.4	0.81	6.77
3 Th	Ap	2~6	9.9	8.6	56.5	25.0	SiL	32.4	67.6	0.86	12.75
	A	18~22	8.2		34.6	57.2	C	35.8	64.2	0.95	2.23
9 Im	1	2~6	1.6	0.9	12.3	85.2	C	36.2	63.8	0.96	8.01
	2	-	-		-	-	-	-	-	-	-

注:\* Bh (h) ; ヒューミックカンピソル (多腐植型)      Bh ; ヒューミックカンピソル  
 Th ; ヒューミックアンドソル      Im ; 人工未熟土  
 \*\*SiL ; 微砂質壤土      C ; 埴土      L ; 壤土

表 3 - 2 代表土壤断面の化学性

断面番号 土壤単位*	層位	採取深度 (cm)	pH		有機炭素 C (%)	全窒素 N (%)	炭素率 C/N
			(H <sub>2</sub> O)	(KCl)			
1 Bh(h)	Au1	4~14	5.7	4.7	2.72	0.32	9
	Au2	24~34	5.4	4.6	1.87	0.24	8
6 Bh	Ap	4~14	4.8	4.3	2.07	0.17	12
	Bu1	30~40	4.9	4.8	1.21	0.12	10
7 Bh	Ap	2~8	5.1	4.5	2.28	0.19	12
	A	25~35	5.1	4.5	1.84	0.15	12
8 Bh	A	5~15	5.8	5.0	2.08	0.21	10
	Bu1	40~50	5.6	4.8	1.15	0.12	10
10 Bh	A	4~14	5.6	5.0	3.13	0.28	11
	Bu1	30~40	5.6	5.0	1.45	0.12	12
5 Bh	A	6~16	5.2	4.6	2.16	0.15	14
	Bu1	40~50	5.2	4.3	0.92	0.07	13
2 Th	Au2	9~19	5.0	4.8	6.58	0.63	10
	AB	30~40	5.2	4.6	2.37	0.28	8
4 Th	Au1	4~14	5.3	4.8	3.77	0.39	10
	Au2	30~40	6.0	4.9	2.76	0.20	14
3 Th	Ap	3~10	5.3	4.7	2.92	0.22	13
	A	16~26	5.4	4.7	1.91	0.14	14
9 Im	1	5~15	5.4	5.0	0.22	0.02	11
	2	50~60	5.3	5.0	0.23	0.02	12

注 : \*表 3 - 1 に同じ

#### ① ヒューミックカンビソル (Bh)

調査対象地域の山地の土壌はカンビックB層とかなり黒みの強いアンブリックA層を有しているため、ヒューミックカンビソルと判定される。また急斜面の畑地には、アンブリックA層の薄いものや欠くものがまれにあるが、ヒューミックカンビソルの受食相と判断された。

土色は赤みが強く (2.5YR, 5YR), 埴質で礫に乏しい。土壌構造はよく発達し、透水性は中庸である。弱酸性を呈し、炭素率は低く、生産性は高い。

これらのうち、高海拔山地 (約 1,200m以上) の森林下のものは加速侵食の影響が弱いからかA層が厚く、またB層の腐植量も多い傾向を持っている。また、火山灰の混入のためか断面番号1のように微砂質壤土のものもある。このような性状を呈するものをヒューミックカンビソルの多腐植型[Bh(h)]として区別した。

#### ② ヒューミックアンドソル (Th)

調査対象地域は、火山地帯でありながら火山灰土壌は極めて限られた地区の平坦面か緩斜面に保存されているに過ぎない。

この地域の火山灰土壌は、黒みの強いアンブリックA層が厚く発達しており、ヒューミックアンドソルと判定された。なかには、埋没A層を持つものや、下層に基岩風化物に由来する埴質な土層を有するものもある。

一般に壤土質で、孔隙率が大きく、容積重は小さく、透水性は中庸である。弱酸性で炭素率は低く、生産性は大きい。

#### ③ 水田土壌

水田は、前述のように本調査計画においては重要度は低いため、FAO/Unescoの土壌単位にはないが、水田の土壌を一括して水田土壌として区別することとした。

水田には、山地のいわゆる棚田と平原及び谷底低地のものがある。前者の土壌はカンビソル由来で埴質であるのに対し、後者のそれはフルビソル (一部グライソル) 由来で、土性は細粒質から粗粒質のものまであって、地区により変異に富んでいる。

#### ④ 人工未熟土

これは、切取、盛土や埋立てなどの行われた土地の土壌である。生成論的分類は困難なので一括して人工未熟土とした。

この土壌は、土木用の土砂や煉瓦原料の採掘地、工場や住宅団地の造成地 (主として埋立て) にみられる。墓地の土壌も便宜的にこれに含めた。

土砂採掘地のそれは、各種火山砕屑物から成り、埋立地のそれも材料は火山砕屑物で

ある。層位の分化はなく、腐植に乏しい。土壌構造の発達はなく、透水性もあまり良くない。

### (3) 土壌の分布状態

土壌の分布状態の検討には、以下に述べる図示単位を使用した。

図示単位ごとの分布面積、同比率は表 3-3 に示すとおりである。

#### ① カンビソル複合区Ⅰ

この複合区は、多腐植型のヒューミックカンビソルを主とし（約90%）、局所的急斜面にリソソルやわずかの岩石地を含んでいる。

これは高海拔急斜山地に分布しており、天然林が残されていることが多い。

#### ② カンビソル複合区Ⅱ

この複合区は、多腐植型のヒューミックカンビソルを主とし（約95%）、谷壁急斜面などに局所的にリソソルを含んでいる。

これは高海拔山地に広く分布している。ここでは人工林化が進んでいるが、水土保持上、大面積皆伐は避けることが望ましい。

#### ③ カンビソル複合区Ⅲ

この複合区は、普通のヒューミックカンビソルを主として（約95%）、谷壁急斜面などに局所的にリソソルを含んでいる。ここでは、表面侵食によってA層を失い、一見、クロミックカンビソルの様相を呈するものも現れる。

この複合区は裾野地帯に広く分布し、ほとんどが農地として利用されている。

#### ④ カンビソル-アンドソル複合区

この複合区は、多腐植型のヒューミックカンビソルとヒューミックアンドソルとから成る。その構成比は、前者が約70%、後者が約30%である。このカンビソルは、表層に薄く火山灰層を有するものがある。

この複合区はアンドソル分布域の周辺地帯のやや開析の進んだ土地に分布しており、カンビソルが開析斜面を占めているのに対し、アンドソルは緩斜面をカバーしている。

ここには、一部に農地もあるが、多くは林地となっている。

#### ⑤ アンドソル

この図示単位は、ほとんどすべてヒューミックアンドソルから成り、各火山地の源流部の開析の進んでいない緩斜面に分布しているほか、タンジュンサリ近くの台地状地や、ボジョン村付近の波状地にみられる。

源流部では森林として、他の地区では農地として利用されている。

⑥ 水田土壌

山地の棚田も平野部のものも、一括して水田土壌として示した。平野部のこれには、点在する畑や樹園地の土壌も含めて図示した。

⑦ 人工未熟土

既述のとおり、土砂採掘地、造成地、墓地の土壌を人工未熟土として図示した。これは各地区に点在する。使用した空中写真撮影時よりもかなり増加しており、今後も増加傾向にある。

⑧ 宅地及び工場敷地

住宅密集地と大規模工場の敷地を図示した。大規模工場も増加傾向にあり、それは主として平野部の水田地帯に進出している。

⑨ 非土壌地

河川、池沼、ダム、道路、鉄道などを一括して非土壌地として示した。河川は二条河川のみを、道路は有料道路のみを、鉄道は埋立区間のみを示した。池沼は約0.25ha以上のものでのみ示したが、0.25ha未満でもそれが連続している場合は一括りにして図示した。

表 3 - 3 土壌図示単位の占有面積

図 示 単 位	調査対象地域における占有面積	
	(ha)	(%)
カンピソル複合区Ⅰ	852	1.7
カンピソル複合区Ⅱ	5,900	11.8
カンピソル複合区Ⅲ	17,222	34.3
カベソル-アゾソル複合区	1,644	3.3
アンドソル	1,244	2.5
水田土壌	19,102	37.9
人工未熟土	352	0.7
宅地・工場敷地	3,693	7.4
河川・池沼・道路	195	0.4

3 - 1 - 4 土地利用・植生

以下、航空写真の判読による調査対象地域の土地利用・植生状態について述べる。

(1) 水 田

調査対象地域の中央部に主として分布している。水路が確認され一区画の形状がかなり整っていて平坦部に多くみられる灌漑田と、傾斜部に多く、水路も確認されないうえ、一



区画の形状もまちまちなものが多い天水田とに区分した。

また、計画対象地域の内外別にみると表3-4のとおりとなっている。

表3-4 計画対象地域内外別水田の分布

単位：ha

区 分	計画対象地域内	計画対象地域外	計
灌 漑 田	4,640	13,744	18,384
天 水 田	992	0	992

## (2) 畑 地

航空写真判読によるテラスの存在が確認されるものを、畑地（テラスあり）として区分した。

ほとんどの畑地は、何らかの形で等高線栽培が行われているか、または伝統的テラスが作られている。航空写真上でベンチテラスと認められるもの以外は、畑地（テラスなし）と区分してある。

なお、上木が植栽されていても被覆率が20%以下のものは畑地とした。

国有林内にあって、ツンパンサリ方式によって林木が植栽されていると考えられる箇所についても、現地を確認した箇所以外については、航空写真上の映像に従って畑地とした。

畑地は、そのほとんどが計画対象地域内にある。

## (3) 混栽農園

上木として果樹類を含む木本類が植栽されており、加えて何らかの形で耕作が行われているものは混栽農園として区分した。更に、上木による被覆の度合いによって、71%以上のものと70%以下のものに区分した。

混栽農園は、そのほとんどが計画対象区域内にある。

## (4) エステート

調査区域内には、合計で約500haのエステートがある。ココヤシ、桑及びキナについては、一部の地区に偏在しているが、チョウジについては調査対象地域内に比較的分散して存在している。

## (5) 灌木林

樹高が5m程度以下の林地で、航空写真上では植栽済みであることが確認出来ない箇所については、灌木林として処理した。なお、いわゆるバンジャルハリアン方式（栽植木の

周辺のみ整理)によって植栽された箇所については、植栽後1～2年間は航空写真上では植栽木が確認出来ない場合が多いので、このような箇所は灌木林として処理されているケースがある。

(6) 草地

天然の草地及び未耕作の荒地と判読されたものは草地とした。

(7) 集落地

住宅地のみならず、住宅の周辺にある小面積の樹木のある部分も含め、一定のまとまりを持たせるよう区画した。

(8) 工場用地

この地域は、近年、繊維産業を主として工場進出が盛んな地域であり、最近の2～3年間にもかなり工場が新築されているものと考えられる。

(9) 森林

調査対象地域内には、約7,800haの森林が国有林地帯を中心に分布している。森林は、天然生二次林と人工林に区分して計測した。なお、チーク等の広葉樹の人工林は、現地確認した箇所以外は天然生二次林に含めて処理した。

また、樹高及び樹冠疎密度については、それぞれ3区分を設けて整理した。

表3-5に示すとおり、全森林の約66%が樹冠疎密度が71%以上であり、かつ20%以下のものは約7%にとどまっている。

表3-5 森林の構成

単位：ha

区 分	樹 高 (m)	樹冠疎密度 (%)			合 計
		≤20	21～70	71≤	
天然生二次林	≤10	12	0	12	24
	11～20	20	652	216	888
	21≤	0	332	836	1,168
	小 計	32	984	1,064	2,080
人 工 林	≤10	400	192	204	796
	11～20	104	632	1,024	1,760
	21≤	28	304	2,840	3,172
	小 計	532	1,128	4,068	5,728
合 計		564	2,112	5,132	7,808

注：天然生二次林 2,080haのうち、国有地は 2,076ha、民有地は 4 ha、また、人工林 5,728haのうち、国有地は 5,684ha、民有地は44haである。

(10) その他

道路、鉄道、河川等線状の土地利用形態にあるもの及び一区画が小面積のものについては、今回の計測がメッシュ法によったために面積の計上はされていない。

以上、土地利用・植生図から、メッシュ法によって土地利用・植生区分別面積を計測した。

土地利用・植生の面積は表3-6のとおりである。

土地利用・植生図の作成方法については、別冊資料A3を参照のこと。

表3-6 調査対象地域における土地利用・植生面積表

区 分		面 積 (ha)	割 合 (%)
水 田	灌漑田	18,384	36.6
	天水田	992	2.0
畑 地	テラスあり	1,128	2.3
	テラスなし	11,268	22.4
混栽農園	樹冠疎密度71%以上	596	1.2
	“ 21以上~70%以下	820	1.6
エステート		500	1.0
灌木林		1,264	2.5
竹林		1,964	3.9
草地		548	1.1
裸地		68	0.1
集 落		4,324	8.6
工場用地		364	0.7
森 林	天然生二次林	2,080	4.2
	人工林	5,728	11.4
その他		176	0.4
計		50,204	100.0

- 注：1.メッシュ法による計測結果である。  
2.エステートの面積は、ココヤシ、桑、キナ及びチョウジの合計。  
3.裸地の面積は、人工裸地及び自然裸地の合計。  
4.その他は、養魚池、墓地、湿地の合計。

### 3-2 社会環境

#### 3-2-1 地域社会の概況

調査対象地域及び計画対象地域は、バンドン市、バンドン県及びスメダン県にまたがり、計画対象地域は、次の13の郡により構成されている。

DISTRICT	L E V E L	
	DISTRICT	SUB-DISTRICT
KODYA BANDUNG		CICADAS ARCAMANIK UJUNGBERUNG CIBIRU
KAB BANDUNG		CIMBANYAN CILBNGKRANG CILBUNYI CICALENGKA CIKANCUNG PASEH
KAB SUMEDANG		TANJUNGSARI CIKERUH CIMANGGUNG

#### (1) 人口

収集した人口統計をベースにした調査対象地域の県、市の1985年、1987年及び1991年の人口、世帯数、人口密度は、表3-7のとおりである。

表3-7 調査対象地域の人口内訳

区 分	1985年			1987年			1991年		
	人口 (人)	世帯数 (戸)	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	人口 (人)	世帯数 (戸)	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	人口 (人)	世帯数 (戸)	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )
バンドン市*	84,898	18,451	1,894	122,693	25,298	3,036	196,685	45,166	3,784
バンドン県	430,557	98,823	1,488	476,647	100,734	1,665	465,918	105,172	1,613
スメダン県	108,635	27,782	911	119,078	28,536	990	135,002	34,350	1,110
合 計	624,090	145,056	1,377	718,418	154,568	1,608	797,605	184,688	1,723

注：\* バンドン市街地は除く。

調査対象地域の人口は増加しており、人口密度は近年年間約2%の割合で増加している。また、人口密度でみると、西ジャワ州全体の763.5人/km<sup>2</sup>（1990年統計）に比べて調査対象地域は1,723人/km<sup>2</sup>と圧倒的に高く、人口の集中が進んでいることがわかる。

## (2) 産業の概況

産業の概況を就業構成でみた場合、バンドン県の資料によれば同地域の就業主体は農業である。就業構造の経年変化は、1980年と1990年の10年で農業部門が低下傾向にある一方で、工業部門が増加している（表3-8参照）。

表3-8 バンドン県の就業構造推移（1980～1990年）  
単位：%

部 門	1980年	1990年
農 業	47.8	44.7
運 輸	0.8	0.5
加工業	10.5	12.5
電気、ガス、水道	0.1	0.1
建 設	4.2	3.5
商 業	15.9	18.1
通 信	3.6	3.5
銀行・金融	0.6	0.5
公共機関	15.6	16.4
その他	0.9	0.2

出所：「FORTMAT ISIAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN」 BAPPEDA KAB. BANDUNG

調査対象地域内の非農業部門の産業地域としては、マジャラヤ地域があげられる。主要産業は繊維関係であり、バンドン県の非農業部門の雇用人口の8.6%を占める主要産業地域の一つである。しかしながら、設備の老朽化が目立ち、マジャラヤ市街地の公共機能においては、排水、ゴミ処理、下水処理の面で問題が深刻化している。

ジャティナゴール地域には、パジャジャラン大学などの大学が集中しており、大学地域として地域整備が計画されている。これと呼応してランチャエケック地域に住宅地域の開発が行われつつあり、既にPerumnas住宅供給事業(500ha)が進行中である。

これらの2つの地域は、バンドン都市地域5ヵ年整備計画のなかで、主要な開発地域として計画対象となっている。現在産業や教育の施設が存在し、住宅の建設が進みつつある地域は、本事業の計画対象地域外に存在する。

チタルム森林保全サブセンターによる、調査対象地域における社会・経済環境のサンプル調査(342戸対象)の結果(以下SBRLKT報告書と略称)によれば、調査対象地域の1991年の就業者率では、農業が39.10%(1991年)を占め、1985年の42.43%に比べると減少傾向にある。

調査対象地域の人口は、全体的に増加傾向にあり、工業就業人口の割合が増え、農業就業人口の割合は減っている。この傾向は、調査対象地域が

- ・バンドン市という拡大しつつある経済活動圏に隣接していること、
- ・工場団地と住宅地域が開発されつつあるバンドン盆地の水田地帯を含むこと、
- ・教育環境整備が進行中であるバンドン県のジャティナゴール地域を含むこと

等から顕著となっている。

1991年の段階で人口圧力は1.66と報告されており、一般的な許容限界（1.00）を大幅に越えている（Otto Soemarwoto 氏の「人口圧力」による）。また、計画対象地域の畑地では、ほとんど人力による耕作が営まれている。

特に本事業と直接関係する農林業については、3-5地域農業と3-6地域林業の項で詳述する。

### 3-2-2 土地利用と水利用

#### (1) 土地利用

調査対象地域における土地利用の特徴は、水田及び混栽農園・畑の割合が大きく、特にバンドン県に含まれる地域では水田がおよそ40.0%をも占めている。その一方でスメダン県に含まれる地域では、水田よりもむしろ混栽農園・畑地の占める割合の方が大きい。また、バンドン県に含まれる地域の1985~1990年の土地利用割合の経年変化をみると、水田面積は44%から40%に減少し、森林面積も13%から12%に減少している。一方、乾地耕作地は反対に22%から31%へと増加している。水田の減少及び乾地耕作地の増加は、チタリック川上流地域における土砂流出増加につながるため、本事業の必要性和緊急性をますます高めるものと思われる。

SBRLKT報告書によれば、調査対象地域の農地の所有規模は、表3-9のとおり、0.10~0.50haの区分で、全体の7割を占める。したがって、本事業の対象者の多くが小規模農地所有者であるため、土壌侵食の防止効果をあげるために組織化によるまとまった取り組みが有効であると考えられる。

小農家は耕作面積の制限から利益を最優先して営農しているため、水土保持的な土地利用には関心が薄い。また、住民意向調査の結果より不在地主の土地を利用する小作人の場合、特に関心が薄いことが認められた。

土壌保全に関する既存の営農活動の習慣については、傾向として傾斜地においてホームガーデンや混栽農園などによる生態系の物質循環を利用した伝統的農業が、わずかである

が系外からのエネルギーを利用した農業（畑地耕作）にとってかわられつつある。

地域住民の生活習慣としては、営農面、公共的土木建設面、そして自然災害対策面で、村落単位で地域住民による相互扶助（GOTON ROYON）が行われている。計画の主たる対象となる農林業的土地利用については、3-5 地域農業と3-6 地域林業の項で詳述する。

表3-9 チタリック支流上流域における農地所有規模

所有面積 (ha)	人数 (人)	割合 (%)
1. 非所有	7,110	6.04
2. 0.10~0.25	52,253	44.38
3. 0.26~0.50	33,061	28.07
4. 0.51~1.00	15,720	13.35
5. 1.01~2.00	6,703	5.69
6. 2.01以上	2,537	2.15

出所：SBRIKT報告書

## (2) 水 利 用

バンドン市周辺地域の水需給状況について、公共事業省の調査によれば、当調査対象地域の水資源は、現在100%利用されている。また、主な水利用である灌漑の面積の変化については、表3-10のとおり報告されている。

表3-10 調査対象地域内の支流域における灌漑面積

支 流 域	Technically Irrigated Area (ha) 計画的に灌漑されている地域			Desa irrigated area 在来の灌漑地域 (ha)
	Old	1990	Reduction(%)	
チパモコラン川	138	0	100	876
チクルー川	3,620	2,338	35	1,000
チタリック川	1,276	1,188	7	6,456

出所) 公共事業省, "West Java Provincial Water Sources Master Plan for Water Supply", 1990

注 ) Technically Irrigated Area : 公共事業省郡事業局により管理されている。  
Desa irrigated area : それほど計画的に灌漑されていない。

Technically Irrigated Areaは、上記の3つの流域で全体的に減少している。灌漑面積の減少傾向は、バンドン市周辺の市街化及び産業用地化に伴うものであるとされている。特に、チパモコラン流域は、1990年時点においてTechnically Irrigated Areaは皆無となっており、バンドン市に含まれ市街化の影響を最も強く受けたためとされている。

この地域の水利用について、特徴的な点を列挙すると以下のとおりである。

① 飲料水の取水源は、主として湧水である。斜面中部から下部にかけては、これに加えて井戸、溜池が利用されている。

② 農業用水は、主として河川によっている。斜面の中・下部では井戸、溜池も利用されている。

工業用水は、主として地下水が利用されている。

③ 水面の利用としては、溜池等、静水域での養魚利用がある。

④ 斜面の中・下部にかけて、乾期に生活用水の不足が生ずることがあり、公共事業省管轄の溜池による水の補給が行われている。

### (3) 州・市・県における土地利用計画

調査対象地域の将来土地利用については、州・市・県の BAPPEDA (計画局) が次の計画を作成している。

① 西ジャワ州の計画局の計画のうち等事業と関連するものとしては、

- ・ブキット ジャリアン周辺の土地利用転換 (総面積約 400ha)、
- ・洪水抑止を目的とする保護ゾーンの機能改善方針

があげられる。ブキット ジャリアンの土地利用転換は、現在畑地利用されている村有地を林業公社が買い上げて保護ゾーンとしての利用を行うという内容である。

保護ゾーンの機能改善方針は、KBPPRS No. 32 の第2次25ヵ年長期国家開発計画 (1994~2020年) の策定方針の一部であり、保護ゾーンにおける土地利用方針を定めている。

また、西ジャワ州政府には、人口環境局が事務局となり多省庁から構成される大統領特別予算事業実施機関 (SAT DAL) が設置されており、大統領特別予算を用いて緑化や竹工芸振興などによる環境改善行為を実施している。同行為は、特に低所得者層の生活環境改善と社会・教育環境を改善することをその方針としている。その目的は、当事業目的と一致している。

② バンドン市計画局の当事業と関連する計画としては、

"RBNCANA UMUM TATA RUANG KOTA, KOTAMADYA DABRAH TINGKAT II BANDUNG (Revisi Rencana Induk Kota Bandung 2005)" (バンドン市地域開発計画 (2005年までのバンドン市開発計画の修正案))

という計画書にマスタープランのレベルでまとめられている。現在のバンドン市北東側の斜面上部は保全的な土地利用が計画されている。当調査対象地域は同保全ゾーンと重複しており、同マスタープランの方針と当事業の方針は一致している。



③ バンドン県計画局もバンドン市のような地域開発計画を作成中である。

関連内容としては保全地域 (TANAH KONSERVASI) や道路網が計画されているが、計画担当者との打ち合わせでは、当事業内容と背反する内容は確認されなかった。

④ スメダン県計画局は、上記のような地域開発計画を策定している。調査対象地域内で現在実施しつつある計画としては、

”RENCANA UMUM TATA RUANG KOTA PERGURUAN TINGGI JATINAGOR”  
(JATINAGOR教育都市整備計画)

があげられ、1987年から20年にわたりジャティナゴール地域 (チレウニ郡) 周辺の教育機関密集地域の環境整備が進められている。

### 3-3 土壌侵食

#### 3-3-1 土壌侵食試験

計画地域における土壌侵食の傾向を把握するため、土壌侵食試験装置を設置した。試験区の年降雨量は2,000~2,200mm、標高は850~1,050m、傾斜は25~38%、土壌はCambisols complex IIIである。試験区は幅4m、斜面長22mの矩形 (面積88㎡) とし、畑地、裸地、竹林、森林、各土地利用別に1箇所ずつ設置し、1992年11月~1993年4月の6ヵ月間にわたり、試験区から流出する土砂量を観測 (乾燥重量) した (別冊資料A4参照)。

1992年11月~1993年4月の6ヵ月間のha当たり土壌侵食量は、裸地試験区で最も多く640.6ton、以下畑地試験区200.1ton、竹林試験区1.9ton、森林試験区0.04tonの順であった。裸地試験区の土壌侵食量を1とした土壌侵食量の指数をみると、畑地試験区0.31、竹林試験区0.003、森林試験区0.00006となる。竹林試験区、森林試験区は畑地試験区、裸地試験区に比べ年降雨量がやや多く、傾斜が急であるが、土壌侵食量は少なく、特に森林試験区は傾斜38%と最も急傾斜にもかかわらず土壌侵食量は非常に少ない。下層植生の良く発達した森林では土壌侵食抑止効果が大きいといえよう。

各試験区についてUSLE法によって年間ha当たり土壌侵食量を推定すると、裸地試験区で最も多く728.3ton、以下畑地試験区405.8ton、竹林試験区11.5ton、森林試験区1.4tonとなり、観測結果とその値の大小の順位において類似の傾向がみられる。しかし、十分な観測期間と試験区を設けて測定した場合に、当地域におけるUSLE法による推定値の適合性については、データが不十分で明らかではないため、本調査ではUSLE法による土壌侵食量推定値を相対値として用いることとした。

### 3-3-2 チェックダム堆砂量調査

計画地域における溪流への土砂流出量の実態を把握するため、計画地域に位置する既存のチェックダム28箇所について、堆砂量、集水域の現況を調査した（別冊資料A 5参照）。各チェックダムの年平均堆砂量から、各集水域ha当たり年間堆砂量を求めると、1.8～112.5m<sup>3</sup>、集水域面積加重平均で16.9m<sup>3</sup>であった。

集水域ha当たり年間堆砂量と集水域の状態との関係について、重回帰分析により検討した結果、ha当たり年間堆砂量と主溪流密度、谷本数密度、森林率との間に次の関係が認められた。（図3-2参照）

$$\log Y = 0.76864 \log X_1 + 0.71269 \log X_2 - 0.0079 X_3 - 0.12098$$

ここで、Y : 集水域ha当たり年間堆砂量 (m<sup>3</sup>)

X<sub>1</sub> : 主溪流密度 (m/ha)

流域面積当たりの流域内の最長溪流延長 (縮尺1/10,000地形図上計測)

X<sub>2</sub> : 谷本数密度 (本/km<sup>2</sup>)

流域面積当たりの流域内の谷の分岐数 (縮尺1/10,000地形図上計測)

X<sub>3</sub> : 森林率 (%)

流域面積当たりの流域内の森林面積百分率

(縮尺1/10,000土地利用植生図上2cmメッシュ計測)

重相関係数0.73

適応集水域面積範囲10～250ha

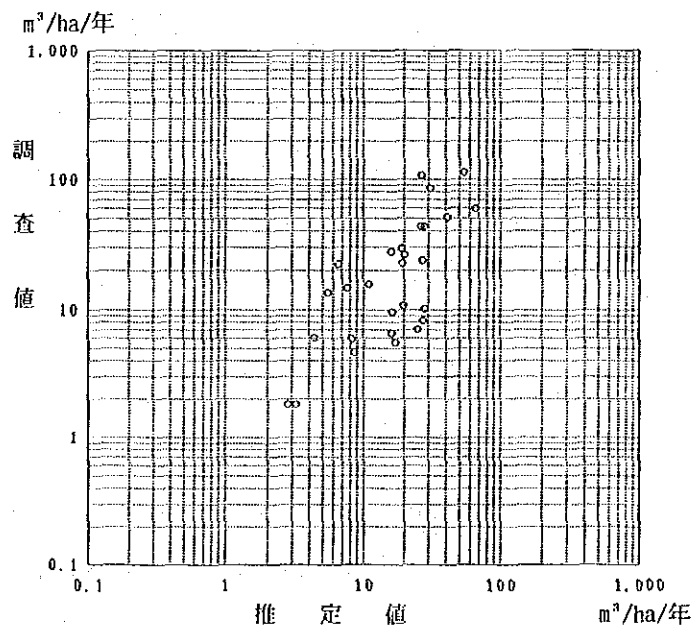


図3-2 集水域ha当たり年間堆砂量の推定値と調査値との関係

### 3-3-3 USLE法による土壌侵食量の推定

調査対象地域における表面侵食量について、USLE(Universal Soil Loss Equation)法による解析を行った(別冊資料A6参照)。解析にあたり、調査対象地域を1辺200mの方眼に区画し(縮尺1/10,000地形図上で1辺2cmの方眼に相当)、各方眼(4ha)毎にUSLE法によって土壌侵食量を計算した。

計算結果は表3-11のとおりであり、調査対象地域の単位面積当たり年間土壌侵食量は203ton/ha、年間土壌侵食量は10,180,000ton、となった。

表3-11 流域区分別土壌侵食量

流域番号No	1ha当たり年間土壌侵食量 (ton)	年間土壌侵食量 (ton)
1	310.0	691,995
2	172.4	604,736
3	224.8	552,214
4	210.8	1,301,056
5	619.7	1,814,512
6	223.9	922,516
7	191.6	530,248
8	253.2	650,110
9	456.3	1,003,841
10	390.6	962,414
11	374.9	526,324
12	910.5	480,767
13	9.9	55,388
14	5.3	27,592
15	9.3	56,081
調査対象地域全体	202.8	10,179,794

### 3-4 溪流現況

#### 3-4-1 流域特性

計画対象地域となる12の流域について、各流域の特性を調査した。調査結果は表3-12のとおりである。

各流域の面積は、平均2,800haで、第4流域が6,213haと大きく、一方第12流域が526haと小さい。

各流域内を流れる主溪流について調べたところ、延長は第4、第6流域でそれぞれ19,100m、17,700mと長く、一方第12流域で4,800mと短い。主溪流の比高差は第10、第11、第4流域でそれぞれ1,210m、1,050m、1,035mと大きく、一方第12、第8、第7流域ではそれぞれ265m、450m、470mと小さい。主溪流の勾配は第3、第10流域で10%と大きく、第6流域で4%、第4、第7、第8流域で5%と小さい。

流域形状をエロンゲーション比（流域と同一面積の円の直径と水系主流長との比）で見ると、第3流域、第5流域でそれぞれ0.79、0.78と大きく、放射状流域の傾向を示し、一方、第11流域で0.54と小さく、羽毛状流域の傾向を示す。

谷延長は、第4、第6流域でそれぞれ147,400m、105,400mと長く、一方第12、第11、第5流域でそれぞれ15,400m、33,600m、36,800mと短い。

谷密度は、第1、第12、第2、第6流域でそれぞれ30.2m/ha、29.3m/ha、26.4m/ha、25.7m/haと高く、一方第5、第7、第8流域でそれぞれ12.7m/ha、17.0m/ha、19.2m/haと低い。

表3-12 流域の現況

流域 番号	流域内に位置する郡(Kecamatan)	流域面積 ha	主 流 流				エロンゲーション 比	谷 延 長 m	谷密度 m/ha
			名 称	延 長 m	比高差 m	勾配 %			
1	Cimencyan, Cicadas, Arcamanik	2,255	Cisaranten	9,400	835	9	0.57	68,200	30.2
2	Cilengkrang, Ujungberung, Cibiru, Cimencyan	3,524	Cipanjalu	1,100	850	8	0.61	93,000	26.4
3	Cileunyi, Cikeruh, Cibiru	2,443	—	7,100	735	10	0.79	53,600	21.9
4	Tanjungsari, Cikeruh	6,213	Cikeruh	19,100	1,035	5	0.47	147,400	23.7
5	Cimanggung, Tanjungsari	2,909	—	7,800	630	8	0.78	36,800	12.7
6	Cimanggung, Cicalengka	4,097	Citarik	17,700	760	4	0.41	105,400	25.7
7	Cicalengka	2,758	Cibodas	9,800	470	5	0.60	47,000	17.0
8	Cicalengka, Cikancung	2,590	Cijalupang	9,400	450	5	0.61	49,600	19.2
9	Cicalengka, Cikancung	2,226	Cibingkur	7,600	660	9	0.70	44,800	20.1
10	Paseh, Cikancung	2,466	Ciunggal	12,400	1,210	10	0.45	61,200	24.8
11	Paseh	1,381	—	11,600	1,050	9	0.36	33,600	24.3
12	Cikancung	526	Cilutung	4,800	265	6	0.54	15,400	29.3

### 3-4-2 溪流荒廃現況

前項の調査結果を参考にし、計画地域の代表的な溪流について荒廃状況を調査した（別冊資料A 8参照）。

第1流域に位置するチサランテウン川は山腹上部を除き、主に畑地や水田地帯を流れている。一部に溪岸侵食がみられ、採石場の直下流部では石礫の堆積が多い。水色は黄褐色を呈する。山腹上部では森林地帯を流れており、溪岸侵食はみられず、水色は無色透明である。

第2流域に位置するチパンジャル川は、山腹中腹部までは主に水田や畑地地帯を流れている。一部に溪岸侵食がみられ、護岸工決壊箇所もある。水色は黄褐色を呈する。山腹中腹部より上部では、森林、キナのエステートや畑地地帯を流れており、溪岸侵食はみられない。水色は灰緑褐色、半透明を呈する。

第4流域に位置するチクルー川は下流部から山の中腹部まで主に水田地帯を流下しており、一部に溪岸侵食がみられ、水色は黄褐色や灰緑褐色を呈している。上流部は森林地帯となっており、溪岸侵食はほとんどみられず、森林地帯の中に入るに従い水色は無色透明となる。タンジュンサリ郡のシンダンラヤ村での聞き取りによれば、1970年の洪水時には水位が3 mに達して家屋が破損し、その後公共事業省が護岸工を設置したとのことであった。

第6流域に位置するチタリック川は主に水田や畑地の中を流れている。溪岸侵食が比較的多く、水色は黄褐色を呈する。チマングン郡のテッガルマングン村での聞き取りによれば、洪水時水位は2～3 mで、洪水時には石礫や伐採木が流れてくるとのことである。

チタリック川の最上流部にあたるチムル川は、大部分が森林地帯を流れている。溪岸侵食はみられず、森林地帯内部に入るにつれて水色は無色透明となる。

第10流域に位置するチウンガラ川は、低地部から山腹中部までは主に水田や畑地の中を流れ、一部に溪岸侵食がみられ、また石礫の堆積が多い箇所がある。水色は灰緑色や灰緑褐色を呈する。パセー郡のチパク村での聞き取りによれば、1978年の洪水で橋梁が決壊し、洪水時には水位は3 mに達し、石礫や伐採木が流れてくるとのことであった。山腹中部より上は主に森林地帯を流れており、溪岸侵食はみられず、水色は無色透明である。

### 3-4-3 サグリンダムの堆砂量

調査対象地域の下流には、サグリンダム、チラタダム、ジャティルフルダムの3箇所の発電ダムがあり、この中でサグリンダムが最上流部に位置している。調査対象地域面積50,325haの99%を占める49,799haがサグリンダムの集水域2,283km<sup>2</sup>に含まれる。サグリンダムの堆砂量調査は、国営電気公社〔Perusahaan Umum Listrik Negara (PLN)〕によって行われている。その調査によると1988年から1992年の近年4年間は堆砂量が比較的安定しており、年間3,160,000 m<sup>3</sup>～3,779,000 m<sup>3</sup>、平均3,408,000 m<sup>3</sup>である(表3-13参照)。発電用取水口上端部水平面までの容量は167,689,000 m<sup>3</sup>で、この水平面までの堆砂量は12,878,000 m<sup>3</sup>であることから、発電用取水口上端部水平面までの残存容量は154,811,000 m<sup>3</sup>となり、年間の堆砂量を3,408,000 m<sup>3</sup>、堆砂面を水平と仮定すると、1992年6月におけるダムの残存寿命は45.4年となる。またサグリンダムの集水域面積ha当たり年間堆砂量は、14.9 m<sup>3</sup>となる。

3-3-2の項の調査結果を基に、計画対象地域からのha当たり年間流出土砂量を16.9 m<sup>3</sup>とすると、サグリンダム集水域内の計画対象地域面積は32,862haであるから、計画対象

地域からチタルム川への年間流出土砂量は 555,000 m<sup>3</sup>となる。これはサゲリンダムの年間堆砂量の16%に相当する。

表 3-13 サゲリンダム堆砂量

観測期間	堆砂量 m <sup>3</sup>	吸水口上端部水平 面以下の堆砂量 m <sup>3</sup>	吸水口上端部水平 面以上の堆砂量 m <sup>3</sup>
1985年2月～1988年6月	5,851,305	4,640,502	1,210,803
1988年6月～1989年6月	3,160,464	976,699	2,183,765
1989年6月～1990年6月	3,465,934	2,563,936	901,998
1990年6月～1991年6月	3,228,136	2,431,694	796,442
1991年6月～1992年6月	3,778,765	2,265,382	1,513,383
1988年6月～1992年6月	13,633,299	8,237,711	5,395,588
年平均	3,408,325		

出所：PLN, Laporan Data Pendukung Monitoring Sedimentasi, 1992

注：集水域面積 2,283km<sup>2</sup>

吸水口上端部水平面（標高616m）までの容量167,689,000 m<sup>3</sup>

### 3-5 地域農業

#### 3-5-1 農地所有形態

表 3-14にバンドン県の農地所有形態を示す。

表 3-14 バンドン県の農地所有形態

形 態	人数 (人)	割合 (%)
1. 地主 (Pemilik Tidak Menggarap)	130,800	23.5
2. 自作農 (Pemilik Penggarap)	158,754	28.5
3. 小作農 (Penggarap Penyewa)	122,676	22.0
4. 農業労務者 (Buruh Tani)	145,167	26.0
合 計	557,397	100.0

出所：「KABUPATEN BANDUNG DALAM ANGKA 1990」KANTOR STATISTIK KAB. BANDUNG

自己所有の農地を中心に生計をたてている自作農は28.5%しか占めておらず、半分近くが自己所有の農地のほか他者所有の農地を耕作する小作農及び農業労務者である

また、調査対象地域における農地所有形態をSBRLKTによるサンプル調査結果（1992）よりみれば、農地を所有かつ耕作している農民は、水田の場合48%、畑地の場合37%で比較的高くなっている。

小作農や農業労務者は、借地の利用、賃労働、マロシステム（収穫物を耕作人と土地所有者とで折半する）などにより便益を得ている。

### 3-5-2 農業生産

#### (1) 主要作物の生産

調査対象地域は、面積ではバンドン県及びスメダン県全体の約10%を占めるにすぎないが、県全体に対する生産量の比率が比較的高く、農業生産の面では相当重要な位置を占めている。上記県全体の生産量に対する調査対象地域における生産量の比率でみると、普通作物ではキャッサバ、野菜はインゲンマメ、エステート作物ではタバコ、果樹ではパパイヤがそれぞれ28%、42%、38%及び35%と最大の割合を占めている。普通作物では稲、トウモロコシ、キャッサバが主要作物となっている（別冊資料A 9参照）。

野菜ではトウガラシを除き、スメダン県内に含まれる調査対象地域でスメダン県全体の生産の70%以上を産出している。

調査対象地域においてエステート作物の生産量は少なく、スメダン県内調査地域でタバコの生産が行われているのが若干目立つ程度である。これに対して、果樹は生産が比較的盛んで、両県生産量全体の1/4から1/3を産出している。

単位収量を1985年と1991年で比較すると、水稲で約5.0~6.5ton/ha、陸稲で約2.1~3.0ton/ha、更にキャッサバで約10.2~13.6ton/haなど大幅に改善しており、その他の普通作物についても同様のことがいえる。なお、野菜の単位収量は年度によってばらつきがあり、一概に単位収量に改善がみられるわけではない。

調査対象地域の特徴をまとめると、作付面積からみて水稲、陸稲を合わせた稲作が中心ではあるが、畑地も比較的多く、そこではキャッサバ、トウモロコシ、サツマイモなどの普通作物の他に野菜、果樹が盛んに耕作されている。

#### (2) 農作の実態

調査対象地域には、灌漑田、天水田、畑地などの土地利用形態がみられるが、それらの作付様式は次のとおりである。

水田は、主として平坦部に展開しており、灌漑施設の整備された水田では水稲の通年栽培が行われている。乾期と雨期の水稲の二期作が一般的であるが、一時的に養魚池に転換することもある。天水田では、雨期に水稲が作付けられ、乾期には畑地に転換され、トウモロコシ、豆類、イモ類、野菜類などが作付けられる。

畑地では、陸稲、トウモロコシ、インゲンマメ、落花生、大豆、キャッサバ、サツマイモ、トウガラシなどの普通作物が間・混作により、キャベツ、トマトなどの野菜類は単作により栽培されている。農作物の作期は雨期に集中し、乾期には要水量の少ない農作物が作付けられる。栽培期間の長いキャッサバは、雨期及び乾期を通して栽培される。混栽農

園の場合には、これに果樹や林木が混植される。

農作物の生態的特性からみて、キャベツ、トマトなどの野菜類は要水量が多いので、水田の裏作や水利条件の良い畑地に作付けられており、比較的冷涼な山間部に多くみられる。土地利用形態別作付様式及び主要農作物の栽培暦は、表3-15及び表3-16のとおりである。

傾斜地では、畑地に伝統的テラスが施されており、農家1世帯当たりの耕作面積は小さい。耕作は一般に人力によって行われており、水田地帯では水牛の利用がみられるが、機械利用は極めて少ない。

### (3) 畜産

調査対象地域の農家は、一般に1世帯当たり2~3頭の羊及び数羽の鶏を飼養している。飼養目的は自家消費用であり、飼料は水田の畦畔や畑地のテラスの縁部などからの採草、果樹及び林木の枝葉、糞などを利用している。糞尿は、耕地の有機質肥料として施用される。

水田地帯には、あひるや役用の水牛が飼養されている。また、一部に販売を目的とした乳牛の生産地形成地帯もみられるが、1世帯当たり5頭程度の小規模経営である。その他に、肉牛、馬、山羊、うさぎなどもみられる。

これらの家畜の飼養方法は、いずれも屋敷周辺での舎飼いである。

### (4) 農産物の流通

農産物の流通は基本的に自由取引で、値段も需給関係で決定される。しかし、基幹作物（稲、トウモロコシ、大豆及びリョクトウ）、二次作物（前記作物以外の作物）並びにエステート作物では若干の相違がある。

基幹作物は食糧調達庁(BULOG)による管理の対象になっている。BULOGの主たる役割は、上記作物生産量の一定量を確保し、凶作時にそれを放出することで需給のバランスの不均衡による著しい価格変動を抑えるというものである。ただし、1987/88年度、BULOGはインドネシア全体の生産米の約5%しか取り扱っていない。そのうえ、BULOGの取り扱い比率は年々減少する傾向にある。

また、聞き取り調査では、農民と中間取引業者との直接取引が取引全体のおよそ80%、BULOG及び農業協同組合(Koperasi Unit Desa, 略称KUD)への売り渡しがおよそ20%である。

二次作物とエステート作物は、完全に自由市場により流通している。



表3-15 土地利用形態別作付様式

土地利用形態	年数	シ ー ズ ン ・ 月												農作物の種類
		雨 期					乾 期				雨 期			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
灌漑田		水 稲					水 稲				水 稲			水稲
		水 稲					水 稲				水 稲			
天水田		水 稲					食 用 作 物				食 用 作 物			水稲、食用作物
		水 稲					食 用 作 物				食 用 作 物			
混栽農園 (上木が7歳以上の場合)	1	食 用 作 物					陸 稲				陸稲 トウモロコシ インゲンマメ キャッサバ			
	2	食 用 作 物					陸 稲				同 上			
	3	食 用 作 物					食 用 作 物				トウモロコシ インゲンマメ トウガラシ			
	4	食 用 作 物					食 用 作 物				サトイモ ショウガ			
	5	ア ル ビ ジ ア												—

■ 休閑 ■ 準備

注：調査対象地域にある3箇所の農業普及センターの資料を基に描いた(1992年)。

表3-16 主要農作物の栽培暦

農作物の種類	シ ー ズ ン ・ 月												生育日数 (日)
	雨 期					乾 期				雨 期			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
水 稲	[栽培期間]					[栽培期間]				[栽培期間]			110~150
陸 稲	[栽培期間]					[栽培期間]				[栽培期間]			150
トウモロコシ*	[栽培期間]					天水田				[栽培期間]			75~100
インゲンマメ	[栽培期間]					[栽培期間]				[栽培期間]			75~90
落花生	[栽培期間]					[栽培期間]				[栽培期間]			90
大 豆	[栽培期間]					[栽培期間]				[栽培期間]			90~110
キャッサバ	[栽培期間]					[栽培期間]				[栽培期間]			270~300
サツマイモ*	[栽培期間]					天水田				[栽培期間]			120~135
トウガラシ	[栽培期間]					[栽培期間]				[栽培期間]			90
ト マ ト*	[栽培期間]					天水田				[栽培期間]			移植後 90~110
キャベツ*	[栽培期間]					天水田				[栽培期間]			90~120

注：調査対象地域にある3箇所の農業普及センターの資料を基に描いた(1992年)。  
なお、表中\*の作物は一時期天水田を畑地として使用する。