

## 第5章 林業

### 5-1 森林の実態

プロジェクトエリアの森林内容を把握することを目的として森林調査を行った。

#### (1) 調査方法

森林を天然林Ⅰ（樹冠疎密度71%以上）、天然林Ⅱ（樹冠疎密度31～70%）、天然林Ⅲ（樹冠疎密度30%以下）、二次林、灌木林に区分し、航空写真を判読し、それぞれ標準的と思われる調査地において、次の方法により調査した。

- ・プロットの大きさ：0.1ha
- ・プロットの形状：20m×50mの長方形
- ・調査事項：樹種、胸高直径（6cm以上）、樹高

#### (2) 調査箇所数

プロジェクトエリア内に合計18箇所のプロット調査を行った（表5-1参照）。

表5-1 森林区分ごとのプロット調査数

森林区分	箇所数
天然林Ⅰ	3
Ⅱ	4
Ⅲ	3
二次林	5
灌木林	3
計	18

#### (3) 調査結果

森林調査の結果は、以下のとおりである。

##### 1) 出現樹種

###### ① 天然林

今回の調査においては、樹種の学名同定に現地のブンクル大学農学部の協力を得て実施した。しかし、調査対象地域での樹種同定分野の研究はあまり進んでいない。したがって、天然林Ⅰ、Ⅱ、Ⅲで出現した樹種132種のうち、学名を同定できたのは46種のみであり、樹種名が地方名のみのもものが85種となった。

また、地方名がない樹種も1樹種出現した。

学名が同定できた樹種（本数は258本）のうち、本数の多かったものを列記すれば、Ihis (*Eunonymus javanica*) が37本、Medang (*Litsea* sp.) が36本、Gelang (*Eugenia* sp.) が33本、Kandis (*Garcinia* sp.) が16本等であった。

地方名のみ樹種（本数は222本）のうち出現本数の多かったものは、Atocが21本、Kodokが20本、Sobutが10本、Ongoiが10本等であった。（詳細は別冊資料E-1のとおりである。）

## ② 二次林

二次林の出現樹種は、60種であった。このうち、学名が同定できたのは28種であり、地方名のみは32種であった。

学名が同定できた樹種（本数は165本）のうち本数が多かったものは、Semantung (*Ficus toxicaria*) が65本、Medang (*Litsea* sp.) が21本、Melung (*Macaranga* sp.) が7本、Sapat (*Macaranga diobenthorstii*) が7本などであった。（詳細は別冊資料E-2のとおりである。）

## ③ 灌木林

灌木林の出現樹種は、21種であった。

このうち、学名が同定できたのは13種であり、地方名のみが8種であった。学名が同定できた樹種（本数は77本）のうち本数の多かったものは、Melung (*Macaranga* sp.) が41本、Johar (*Cassia siamea*) が8本、Semantung (*Ficus toxicaria*) が7本などであった。（詳細は別冊資料E-3のとおりである。）

## 2) 標準地の材積の集計

標準地の単木材積は、現地に樹種別材積表が存在しないため次の式を用いて集計した。

$$V = 0.4d^2h \times \left( \frac{\pi}{4} \right)$$

ただし、 $d$ は胸高直径 (m)、 $h$ は全樹高 (m)

集計結果は、標準地 0.1ha 当たり、天然林Ⅰの単純平均本数は55本、材積は42.368 $m^3$ 、天然林Ⅱでは平均本数は54本、材積は20.775 $m^3$ 、天然林Ⅲでは、本数は33本、材積では8.381 $m^3$ となった。また、二次林の平均本数は56本、材積で8.159 $m^3$ 、灌木林では、本数は29本、材積で2.163 $m^3$ となった。（詳細は別冊資料E-4(1)のとおりである。）

## 3) 林分構造

天然林、二次林、灌木林の調査データを集計した結果は次のとおりである。

### ① 天然林

a. 胸高直径

調査木の直径分布をみると、表5-2から胸高直径42cm以上の大径木は481本のうち52本で全体の10.8%を占め、22cm~40cmの中径木は106本で22.0%、20cm以下の小径木は323本で67.2%となっており、いまだ成長途上にあるものと思われる。

表5-2 胸高直径階別本数

胸高直径階	出現本数	比率(%)
10cm 以下	169	35.1
12 ~ 20	154	32.1
22 ~ 30	72	15.0
32 ~ 40	34	7.0
42 ~ 50	33	7.0
52 ~ 60	11	2.3
60 以上	8	1.5
計	481	100.0

b. 樹高

樹高階別の分布をみると、表5-3から31m以上の上層木は37本で7.6%、11m~30mの中層木は284本で59.1%、10m以下の下層木は160本で33.3%となっている。

表5-3 樹高階別本数

樹高階	本数	比率(%)	備考
10m 以下	160	33.3	下層木
11 ~ 20	222	46.2	中層木
21 ~ 30	62	12.9	〃
31 ~ 40	27	5.6	上層木
40 以上	10	2.0	〃
計	481	100.0	

② 二次林

a. 胸高直径

胸高直径階の分布をみると、表5-4から42cm以上の大径木は3本で1.1%、更

に22cm～40cmの中径木も42本で15%しかなく、20cm以下の小径木が235本で83.9%となっており二次林の特徴を表している。

表5-4 胸高直径階別本数

胸高直径階	本数	比率(%)
10cm 以下	137	48.9
12 ~ 20	98	35.0
22 ~ 30	34	12.1
32 ~ 40	8	2.9
42 ~ 50	1	0.4
52 ~ 60	2	0.7
計	280	100.0

b. 樹高

樹高階別の分布をみると、表5-5から15m以下が248本で88.6%を示しており、16m以上は32本で11.4%となっている。

表5-5 樹高階別本数

樹高階	本数	比率(%)
5m 以下	3	1.1
6 ~ 10	137	48.9
11 ~ 15	108	38.6
16 ~ 20	20	7.1
21 ~ 25	9	3.2
26 以上	3	1.1
計	280	100.0

③ 灌木林

a. 胸高直径

胸高直径階の分布をみると、表5-6から20cm以下の小径木が80本で92.0%となっており灌木林の特徴を表している。

表 5 - 6 胸高直径階別木数

胸高直径階	木数	比率 (%)
10cm 以下	50	57.5
12 ~ 20	30	34.5
22 ~ 30	6	6.9
32 ~ 40	0	0.0
42 ~ 50	1	1.1
計	87	100.0

b. 樹高

樹高階別の分布をみると、表 5 - 7 から 15m 以下が 82 本で 94.3% を占めている。

表 5 - 7 樹高階別木数

樹高階	木数	比率 (%)
5 m 以下	12	13.8
6 ~ 10	44	50.6
11 ~ 15	26	29.9
16 ~ 20	4	4.6
21 以上	1	1.1
計	87	100.0

5 - 2 造林の実態

人工林の森林内容を把握するため人工林調査を行った。人工林のうち、*Acacia mangium*、*Pinus merkusii*、*Swietenia macrophylla* (Mahoni) の 3 樹種について、天然林等調査に準じて調査を行った。また、調査プロット数はそれぞれ 3 箇所とした。

なお、標準地調査一覧表は別冊資料 E - 4 (2) のとおりである。

(1) *Acacia mangium*

- 1) 平均残存本数 290 本/ha 残存率 26.1% (植栽 1,110 本/ha)
- 2) 平均蓄積 172 m<sup>3</sup>/ha
- 3) 樹 齢 9 年生
- 4) 植栽時期 9 月~11 月

5) 種子生産地 東ジャワ

(2) *Pinus merkusii*

1) 平均残存本数 800 木/ha 残存率47.9% (植栽 1,670木/ha)

2) 平均蓄積 109 m<sup>3</sup>/ha

3) 樹 齢 8年生

4) 植栽時期 9月~11月

5) 種子生産地 不明

(3) *Swietenia macrophylla* (Mahoni)

1) 平均残存本数 380 木/ha 残存率34.2% (植栽 1,110木/ha)

2) 平均蓄積 394 m<sup>3</sup>/ha

3) 樹齢推定 45年生

4) 植栽時期 不明

5) 種子生産地 不明

### 5-3 社会林業

(1) アグロフォレストリー調査

プロジェクトエリアにおける社会林業開発計画に組み込み可能な各種産物の栽培技術等について調査した。

1) コーヒー (Kopi: *Coffea* spp., Rubiaceae)

① プロジェクトエリアにおけるコーヒー栽培技術

a. コーヒーの品種

プロジェクトエリアにおけるコーヒーの品種にはロブスタ種 (*Coffea robusta*) とアラビカ種 (*Coffea arabica*) がみられるが、大部分はロブスタ種であり、アラビカ種の栽培は民間会社、Dinas Perkebunan (エステート局) 等にみられる。

ロブスタ種とアラビカ種を比較すると、収穫量はほとんど同じであるが、収穫期はアラビカ種の方が長い。価格はアラビカ種の方が高いようであるが、エステート以外では近くに市場がないため市場確保の問題がある。

コーヒーの繁殖は、一般に実生で行われている。民間会社では、3年生以上のロブスタ種に、アラビカ種を接木する方法が試みられている。

コーヒーの収穫は、植栽後3年目から行われ20年以上継続される。収穫期は、ロブスタ種では4~7月 (主にKepahiang 郡では4~5月、Curup 郡では6~7月)

となっている。収穫量は、生豆重で年間ha当たり 0.5～2 ton 程度とされている。

アラビカ種の収穫期は、Dinas Perkebunanで5～6月である。

#### b. 植栽方法

コーヒーの植栽時期は、一般に9～10月であるが1年中植栽可能とされている。植栽間隔は、コーヒーが1.5～2 m×1.5～2 m、庇蔭樹が4～15m×5～15mと一様でない。庇蔭樹の植栽は、挿木で行われる。プロジェクトエリアにおいては庇蔭樹とコーヒーが同時に植栽される場合が多いので、生育初期には庇蔭樹が小さいため庇蔭が十分に行われていない。生育不良木や収穫量が低下したものから適宜補植も行われている。植栽後1～2年間は、陸稲、トウモロコシ、トウガラシ、ショウガ、サツマイモ、豆類等の農作物が間作される。

プロジェクトエリアにおけるアラビカ種の植栽方法は、次のとおりである。民間会社は、Sentral Baru村（標高 970m）において約 290haを栽培している。植栽時期は11～1月で、植栽間隔はコーヒーが2×2.5m、庇蔭樹(Kayu res 及びAlbizia)が6×4 mである。現在、2～4年生で、収穫が開始されたばかりである。

Dinas Perkebunanは、Pal Delapan村で0.5ha のアラビカ種を栽培している。植栽時期は1月、植栽間隔はコーヒーが2×2.5m、庇蔭樹 (Kayu res) が4×5 mで、現在、11年生である。

#### c. 庇蔭樹の樹種

プロジェクトエリアでみられる主なコーヒーの庇蔭樹は、表5-8に示すとおりであり、マメ科(Leguminosae) 植物が多い。

表5-8 主なコーヒーの庇蔭樹

地方名	学名	備考
Kayu res	<i>Gliricidia maculata</i>	樹冠が小さい。挿木が容易。
Dadap	<i>Erythrina fusca</i>	高標高向き。高湿度では病害が多い。
Lamtoro	<i>Leucaena glauca</i>	早成樹。
Albizia	<i>Albizia falcataria</i>	早成樹で、大木となる。
Johar	<i>Cassia siamea</i>	成長が遅い。
Kaliandra	<i>Kaliandra calothyrsus</i>	成長が遅い。稀である。
Cengkering	<i>Erythrina</i> sp.	--

庇蔭樹は、主にKayu res (*Gliricidia maculata*) が利用されている。村によって、庇蔭樹の樹種構成は異なり、Air Selimang村では、Dadap (*Erythrina fusca*) が約70%、Kayu resが約30%となっている。Dadap の幹に、虫害がみられる。

プロジェクトエリアのコーヒー園に間・混植されている樹木の実態について調査した結果は、別冊資料E-5に示すとおりである。

#### d. 庇蔭樹の管理

庇蔭樹の管理は、枝打ちや萌芽更新により行われている。庇蔭樹の大きくなったものは、根元を環状剥皮して枯死させている農民もみられる。伐った枝葉は、家畜の飼料、緑肥、燃材等に利用されている。

#### e. コーヒーの整枝法

プロジェクトエリアにおけるコーヒーの整枝法は、②e. の項で述べるような規則的なSingle Stem System (単幹仕立て) やMultiple Stem System (多幹仕立て) は、わずかにみられる程度である。

コーヒーの仕立て方の大部分は、伝統的なものである。植栽後8年目位から収穫量が低下したのから適宜萌芽更新させる場合や、4～5年おきに萌芽更新させる場合がみられるが、いずれも自然の樹形で仕立てられている。萌芽は地上30cm程度の高さで伐り取らないように倒し行われるが、萌芽するまで1年間は倒木から収穫が続けられる。更新後の伐木木材は、主に燃材に利用されている。

Dinas Perkebunanのアラビカ種では、1本仕立てで、Topping (頂芽剪定) を地上1.5mで1年に1回行っている。

#### f. 施肥

プロジェクトエリアのコーヒー栽培に使用されている化学肥料の種類は、尿素 (Urea : N 46%)、リン酸 (SP-36 :  $P_2O_5$  36%)、塩化カリウム (KCℓ :  $K_2O$  60%)、複合肥料 (NPK : N 15%、 $P_2O_5$  15%、 $K_2O$  15%)、硫酸アンモニウム (ZA : N 21%、硫黄24%) 等である。

プロジェクトエリアにおいては、化学肥料や有機質肥料を施用しない栽培も多い。

#### g. 除草

コーヒー園の除草は、1年に2～3回、農具や除草剤により行われているが、除草剤使用の増加傾向がみられる。

プロジェクトエリアのコーヒー栽培に使用されている除草剤の種類は、表5-9に示すとおりである。



表5-9 コーヒー栽培に使用される農薬の種類

種類	商品名	成分	備考
殺菌剤	Dithane M-45	Mankozeb 80% (Karbamat 62%)	<i>Hemileia vastatrix</i>
	Antrachol	Propineb 70.5%	--
殺虫剤	Diazinon 60EC	Diazinon 600g/ℓ	<i>Stephanoderes hampei</i>
	Tiodan 35ec	Endosulfan 352g/ℓ	浸透性
	Azodrin	Monokrotofos 150/ℓ	--
殺線虫剤	Curaterr 3G	Karbofuran 3%	<i>Agromyza phasedi</i>
除草剤	Gramoxone	Parakuat diklorida 276g/ℓ	単子葉植物
	Polaris	Iso propilamina glafosat 240g/ℓ	単・双子葉植物
	Spark	Iso propilamina glafosat 160g/ℓ	単・双子葉植物

注：プロジェクトエリアにおける聞き取り調査結果。

#### h. 病虫害防除

プロジェクトエリアのコーヒー栽培にみられる主な病虫害は、表5-10に示すとおりである。主な病気にはPenyakit cendawan akar coklat(*Phellinus lamaensis*)、Penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*) 等が、主な害虫にはBubuk buah (*Stephanoderes hampei*)、Pengerek batang(*Zeuzera sp.*)等がみられる。

プロジェクトエリアのコーヒー栽培に使用されている農薬の種類は、表5-9に示すとおりである。

表5-10 コーヒー栽培における主な病虫害

種類	種類	症状	防除法
病 気	Penyakit cendawan akar coklat ( <i>Phellinus lamaensis</i> ) Polyporaceae	湿度の高い9~11月に発生多い。根から侵入する。茎に白色の斑点を生じ、葉は黄変する。スマトラ(Aceh)にみられる。ゴムに多い。	植物体を根ごと除去し焼却した後、硫黄剤で土壌を消毒する(1~2年間は植栽を控える)。殺菌剤を散布する。
	Penyakit karat daun(銹病) ( <i>Hemileia vastatrix</i> ) Pucciniaceae	葉に淡黄色円形の斑点を生じ、黄変させる。発生は少ない。全国的にみられる。	焼却する。 殺菌剤を散布する。
害 虫	Bubuk buah ( <i>Stephanoderes hampei</i> ) Scolytidae	小さな甲虫で果実に入し食害する。収量及び品質を著しく低下させる。全国的にみられる。	殺虫剤を散布する。
	Pengerek batang ( <i>Zeuzera coffee</i> )	若い枝の芯に侵入し、食害し枝を枯死させる。スマトラにみられる。	殺虫剤を散布する。

出典： Dinas Perkebunan, Curup dan Kepahiang

## ② 試験研究機関におけるコーヒー栽培技術

コーヒー栽培技術に関して、コーヒー及びカカオ研究所 (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember)において調査した結果は、次のとおりである。

なお、この調査結果は、プロジェクトエリアのコーヒー園の改善を考えるうえで大いに役立つものと考えられる。

### a. コーヒーの品種

ロブスタ種は標高 800m以下、アラビカ種は標高 800m以上が適地とされている。

コーヒーの繁殖は、実生よりも接木や挿木がよいとされる。接木の台木には、ネマトダに対して抵抗性のあるエキセルザ種 (*Coffea excelsa*) が用いられている。

コーヒーは、植栽3年目から収穫を開始し、10~20年目までが収穫最盛期で、25年目位で収穫を終える。アラビカ種の収穫最盛期における収穫量は、生豆重で年間ha当たり 1.5ton とされている。

### b. 植栽方法

コーヒーの植栽間隔はアラビカ種で2 m×2 m、ロブスタ種で 2.5m× 2.5m程度、庇蔭樹の植栽間隔は3~6 m×3~6 m (5 m×5 m) 程度が適正な配置とされている。庇蔭樹は、コーヒーより1年早く植え付けるようにする。

間作には、マメ科の農作物がよいとされている。キャッサバ等の吸肥性の強い農作物は、コーヒーの間作に適さないとされている。コーヒーの根の深さは 1.5m程度で、深さ 0~30cmの部位に細根が多く分布している。

### c. 庇蔭樹の樹種

永年の (Permanent)な庇蔭樹として Lamtoro (*Leucaena glauca*)、Kayu res (*Gliricidia maculata*) 等、一時的 (Temporary) な庇蔭樹としてMoghania (*Moghania macrophylla*)、バナナ等を使用している。庇蔭樹の樹種は、Lamtoroがよいとされている。Kayu resは乾期に落葉しがちであることと、成長がよいため管理に手間がかかること等の理由による。調整や管理が容易な樹種がよいとされている。

### d. 庇蔭樹の管理

庇蔭樹を適正な配置、枝打ち等により、コーヒー園の相対照度を75%に保つよう管理する。枝打ちは、1年に1回、雨期の始めに地上から3~4 mの部位を全体の50%程度となるように行う。庇蔭樹の枝打ちした枝葉は、緑肥や家畜の飼料として利用している。

e. コーヒーの整枝法

コーヒーの整枝法には、Single Stem System (単幹仕立て) と Multiple Stem System (多幹仕立て) とがある。

Single Stem Systemは、植栽1年目に地上80cm、その後2～3ヵ月して地上120cmの高さでそれぞれToppingを行い、地上60～120cmの間に側枝を3～4段になるように配置させる。

Multiple Stem Systemは、植栽6ヵ月後に地上から60cmの部位でToppingし、萌芽した枝を3～4本仕立てる。以後、収穫量が落ちた枝を5年程度の間隔で更新させる。剪定は、収穫後行われる。

Single Stem Systemは、エステートでみられる。Multiple Stem Systemは、植栽間隔を広く要するが、容易に仕立てられる。

f. 施肥

施肥は、雨期の始めと終わりの1年に2回行われている。

コーヒー園の刈り取った雑草やHedge Crops、枝打ちした庇蔭樹の枝葉等は、コーヒーの根の回りへ敷いたり、コーヒーの株の間に穴を掘って埋めたりされている。コーヒー園の表土の土壌有機物含有量は2～3%に保つ必要があるといわれており、このような方法は有機物の補給に役立つ。また、コーヒーの根部の温度、湿度等の微気象や土壌構造に対するマルチング効果も得られる。

Jemberでは、コーヒーの有機栽培も行われている。

g. 除草

コーヒー園の雑草は、植栽後2～3年間、1年に3回程度刈り取り、緑肥として利用している。

h. 病虫害防除

Bubuk buah (*Stephanoderes hampei*) の防除には、トウモロコシから培養した *Beauveria bassiana* という菌を 1.5～2 kg/ha、2～3回散布するとよい。ネマトーダ (*Pratilenchus coffeae*、*Radophalus similis*等) の防除には、接木及び厩肥施用のほか、抵抗性品種や *Trypsacum laxum*、*Tagetes patula*、*Crotalaria* spp. 等の植物の利用が効果的である。

除草剤も含めて、残留毒性の強い農薬の使用は極力避けるようにし、生物学的・生態学的防除方法による病虫害防除に努めている。

i. テラス及び Hedge Cropsの緑植栽

コーヒー（アラビカ種）栽培におけるテラス及び Hedge Cropsの土壤保全効果は、表5-11に示すとおりである。

表5-11 コーヒー(アラビカ種)栽培におけるテラス及びHedge Cropsの土壤保全効果

処 理	年間土壤損失量 (1995/1996年) (ton/ha)
無処理	17.750
ベンチテラス (Teras Bangku)	1.174
ベンチテラス及びVetiver grass	0.611
ベンチテラス及びLeucaena glauca	1.185
ベンチテラス及びMoghania macrophylla	0.332

注 : Hedge Crops とは、テラスを補強するためテラスの緑を被覆する作物。  
 Vetiver grass ; *Vetiveria zizanioides*  
 試験地 : 位置 ; Andungsari, Desa Bondowoso, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember  
 1994年に植栽。  
 植栽間隔は、コーヒー ; 2×1.5 m、Vetiver Grass ; 30cm、  
*Leucaena glauca* ; 6m、*Moghania macrophylla* ; 30cm。  
 年間降雨量 ; 1,500~ 2,500mm、傾斜 ; 30%、標高 ; 1,000~ 1,400m、  
 土壌 ; Andosol

ここでは、傾斜15%以上の箇所にベンチテラス (Teras Bangku)、傾斜15%以下の箇所に堤状テラス (Teras Guludan) を設置している。ベンチテラスは土壤損失量を約6%に抑えることができ、コーヒー栽培において土壤保全に対するテラスの効果は高い。

テラスを補強するためのテラスにおけるHedge Cropsの列状緑植栽、特に草本植物の密な被覆は、土壤保全に対して効果的である。Vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) については、根が横に張らず深根性であるので、コーヒーとの競合はみられない。また、根はVetiver Oilの原料として、葉は家畜の飼料として利用できる。Elephant grass、Guatemala grass、King grass等は生長が早く、また、*Setaria grass* はネマトーダの宿主となるのでHedge cropsには適さないそうである。

③ 上木と相対照度

現状のコーヒー園においては、上木として庇蔭樹以外にも多くの樹木が混植されている。コーヒー園に適した上木の樹種や管理方法を決定するために、これらの上木の樹冠下における相対照度を測定した結果は次のとおりである。(別冊資料E-6参照)

樹冠下における相対照度の樹種による相違をみると、コーヒーの庇蔭樹として用いられているマメ科の樹種の相対照度は高い値を示している。また、マメ科のブタイも樹冠下の相対照度が高い値を示しており、庇蔭樹として利用可能であるといえる。これに対して、シナモン、マンゴスチン、ドリアン、サトウヤシ等はかなり低い値を示している。上木として樹冠下の相対照度が低い樹種を植栽する場合、コーヒー園の中央部を避け、コーヒーの生育に影響の少ない箇所、例えば境界等に植栽することが必要である。しかしながら、枝下高の高い樹種は高い値を示していることから、枝打ち等により枝下高を高くするよう適切な管理をすれば、樹冠下の相対照度が低い樹種であっても、ある程度はコーヒー園の上木として植栽することは可能である。庇蔭樹についても、一部のコーヒー園を除いて樹形が自然形に近いものが多く、枝打ち等の管理がなされていない。コーヒー園の適正な相対照度を維持するためには、上木の適度な枝打ちが必要である。

カユバワン (Kayu bawang : *Disoxylum molliscinum*, Meliaceae)については、枝打ちがなされているため、樹冠下の相対照度は高い値を示している。このカユバワンは、クタフン森林保全サブセンター (Sub Balai RLKT) の緑化事業で、北ブンクル県の Karang Tinggi村においてコーヒー園の上木として植栽されているものである。枝打ち等により枝下高を高くすれば、植栽後5年間はコーヒーの庇蔭樹として利用できるとされている。

## 2) バニラ (Panili: *Vanilla planifolia/ fragrans*, Orchidaceae)

プロジェクトエリアにおいては、バニラの栽培は Suro Bali村及び Kelopak農業普及所の圃場にみられる。バニラは、バリから導入されたものである。

Suro Bali村において10年間のバニラ栽培経験を持つ1農家からの聞き取り調査によれば、バニラの栽培方法の概略は次のとおりである。

バニラの庇蔭樹は、主にKayu resが利用される。庇蔭樹は1.25m×1.25m間隔で植栽される。バニラは庇蔭樹を支柱木とし、バニラの植栽は庇蔭樹の根元に挿木で行われる。バニラの蔓を誘引する庇蔭樹は、6ヵ月毎に地上1.5m程度の高さで伐り萌芽更新させている。伐った庇蔭樹の枝葉は、緑肥や燃材に利用されている。着花を促進するために、気根の切断が行われる。植栽後2年目に開花が始まり、収穫を開始する。収穫したさく果は、業者により集荷され、中部ジャワの市場へ輸送されている。

Suro Bali村においては、バニラとコーヒー、シナモン等を組み合わせて栽培されている。現在、バニラの葉や茎につく病害が問題となっている。

Kelobak農業普及所によれば、庇蔭樹はKayu res、植栽間隔は2 m× 1.5mで、バナラの植栽後1年目に庇蔭樹を地上 1.5m程度の高さで伐り取らないように倒し、倒した枝を水平にして、それにバナラの莖を誘引させている。バナラは、相対照度60~70%が適しており、収穫開始後約8年間収穫できるとしている。

### 3) サラカヤシ (Salak: *Zalacca edulis*, Palmae)

プロジェクトエリアにおいては、Pasar Ujung村の1農民が、サラカヤシを栽培している。サラカヤシの種子は東部ジャワのスラバヤから導入されたジャワ種で、1985年及び1991年に植栽され、合計面積は約4 haとなっている。栽培方法の概略は、次のとおりである。

播種後1ヵ月で発芽、4ヵ月で苗木を植栽する。植栽間隔は0.5~0.7m×3mで、植栽後1年間はキャッサバを間作している。植栽後3年目に収穫を開始し、5年目に収穫最盛期を迎える。雌雄異株（雌雄の割合はそれぞれ50%ずつ）であるので、授粉を必要とする。収穫が始まれば、1年中収穫できる。除草は植栽後3年間行い、施肥は、1年に1回、KClを雌株に施用している。甘味を増すために、収穫の3日前に根元に食塩を施用している。新芽、果実、茎等につく害虫が見られる。収穫したサラカヤシは、Kepahiang市場(Pasar Kepahiang)へ出荷されている。

Suro Bali村においては、バリから導入されたバリ種がみられる。

### 4) サトウヤシ (Aren: *Arenga pinnata/saccharifera*, Palmae)

Curup郡のSindang Jaya村のサトウヤシは、中部ジャワのジョクジャカルタから50年以上前に導入されたもので、現在、村内で600ha程度栽培されている。

1年生の苗木が、5~8m×8mの間隔で植栽される。植栽後10年目に開花が始まり、収穫が開始される。15年目に改植される。植栽後、シナモンが7年間、農作物が3~4年間間作される。花茎から採取された樹液は自家精製され、黒糖は仲買人によって集荷されている。

樹液を採取するための筒及びはしごには竹(Betung)が、精製燃材にはLamtoroや竹が使われている。

プロジェクトエリアのPal Delapan村においては、Dinas Perkebunanによって1988年から植栽され、約2 haあるが、まだ収穫されていない。植栽間隔は5m×10mで、植栽後3年間農作物を間作している。

### 5) ククイノキ (Kemiri: *Aleurites moluccana*, Euphorbiaceae)

ククイノキの栽培は、プロジェクトエリア南部のKepahiang郡のKebanagung村、

Embang Ijuk村、Talang Pito村、Pagaragung村等にみられる。

Desa Talang Pitoにおける聞き取り調査によれば、村内で150ha程度栽培されている。特に、1990年頃から増加している。栽培方法の概略は、次のとおりである。

1～2ヵ月の苗木が、10月に10m×10mの間隔で植栽される。植栽後3年目に収穫が開始され、4年目に収穫最盛期を迎え、長年月継続して収穫される。収穫した殻果は、業者により集荷され、ジャワの市場へ輸送されている。

#### 6) シナモン (*Kayu manis*: *Cinnamomum burmanni*, Lauraceae)

ルジャン・ルボン県林業・土壌保全所(Dinas PKT)が実施しているKebun Rakyat造成や村落苗畑等の緑化事業においてみられるように、プロジェクトエリアにおける地域住民のシナモンの植栽に対する要望は大きく、シナモンはコーヒー園や畑地に盛んに間作されている〔5-6(3)②の項参照〕。シナモンが農民に好まれる理由として、シナモンは換金性が高い、生産費が少ない、短期間で収穫できる樹木であるためと考えられる。

プロジェクトエリアにおけるシナモンの栽培については、植栽後1回の収穫で終える場合と、萌芽更新により収穫を3～4回続けた後終える場合とがある。収穫は、4～8年生程度で行われる。植栽間隔は、農民により一様でない。Lubuk Saung村では、シナモンはコーヒー園に間作され、6年目に地上30cm程度の高さで伐られ萌芽更新が続けられている。6年生のシナモンで、胸高直径は18～20cm、樹高は15m、樹冠直径は4～5m程度となる。シナモンは、剥皮後、桂皮を天火乾燥すると、6年生のもので1本当たり約5kgの乾物が得られる。収穫物は村の市場へ出荷され、剥皮後の木材は燃材に利用される他、長伐期にして建築材としても利用されている。

Air Bening村に、かなりまとまったシナモンの地域林(Hutan Rakyat)が見られる。管理人からの聞き取り調査によれば、植栽間隔2×3mで、1990年と1996年に植栽されたもので、まだ収穫はされていない。葉を食害する毛虫が大発生していることから、単一栽培には危険が伴うようである。

#### 7) ダマールカチャ (*Damar mata kucing*: *Shorea javanica*, Dipterocarpaceae)

現在、西ランブン県Krui郡の国有林(保安林及び生産林)及び民有地において、ダマールカチャの植栽を取り入れた社会林業が行われている。ここでは、ダマールカチャ200本/haと、ドリアン、プタイ、ズク等の樹木20本/haが混植されている。苗木には、林内に生育している稚樹(発芽後約6ヵ月)を、いったんポットに鉢上げし、約1年間、苗畑で順化させた出引き苗が利用されている。樹脂の採取は、植栽後30年目に開始され、以後約70年間継続される。樹脂の生産量は、4～5kg/月/本、伐採後は、木材として

も利用される。樹脂は、集荷、選別され、ランボンからシンガポールへ輸出されている。

ダマールカチャの植栽は、スタディエリアのKerinci Seblat国立公園においても見られる。この植栽地は、標高約900mでメルクシマツが混植されており、約25haある。1954年から1955年にかけて植栽されたもので、現在、胸高直径55～60cm、樹高約20mで、成育状況は極めて良い。樹脂の採取は行われていない。苗木は、ボゴールやバンドンから取り寄せた山引き苗を使用している。この植栽地において、林内に生育している稚樹が認められれば、今後、山引き苗の採取が可能であると考えられる。

## 8) 竹 (Bambu)

標本調査及び聞き取り調査結果から、プロジェクトエリアにおける竹の種類について、Apus、 Aur、 Betung、 Dabuk、 Kuning、 Lemang、 Manyan、 Pancing、 Selepah、 Serik、 Suling及びWulungの約12種類が確認された。標本調査結果の概要は、別冊資料E-7に示すとおりである。

生育箇所の立地条件による分布を見ると、急傾斜地にはBetung、 Lemang、 Aur等が、畑地や水田の境界にはManyan、 Serik、 Dabuk、 Selepah等がみられる。一般に、河川沿いに多くの種類が天然に分布している。

プロジェクトエリアにおける聞き取り調査結果から、地域別種類別分布割合を見ると、各地域ともBetung、 Manyan、 Serik、 Selepah、 Lemangの順に多い。特に、Betung及びManyanはプロジェクトエリア全域に、Serikはプロジェクトエリア中部に、Selepah及びLemangはプロジェクトエリア中部及び南部に多く分布する。

繁殖については、各種類とも、雨期に、地下茎の株分けや桿の挿木等による栄養繁殖によって容易に行われている。

## 9) キノコ (Jamur)

プロジェクトエリアにおいてはキノコの栽培はみられないが、地域住民は天然のキノコを採取し自家消費している。キノコの発生は、マンゴー、 Puput、 Terap、 Bungin等の枯れ木にみられるといわれている。 Rimbo Recap村では、雨期に、水田に積んだ収穫後3週間たった稲藁から自然発生したキノコ (Jamur Merang) を採取している。Kepahiang市場では、ゴムの原木から自然発生したキノコ (Jamur Kayu) がブンクル市から入荷されている。

今後、地域の需要もあることから、プロジェクトエリアにおけるコーヒー、庇蔭樹等の伐木を利用したキノコ栽培の開発の可能性は、十分にあると考えられる。



#### 10) 養蜂 (*Apis* spp.)

養蜂は、プロジェクトエリアではみられないが、スタディエリアの Curup 郡の Karang Jaya 村、Sumber Urip 村、Sumber Bening 村等で小規模に行われ、地域住民の副収入源となっている。ここで普及している養蜂技術は、Karang Jaya 村の 1 人の養蜂家が独学で習得し、1981 年に開始されたものである。

Karang Jaya 村における飼養方法は、林業省製の木製の巣箱を池の回りや畑地の中に配置している。蜂の種類は、在来種 (*Apis javanica*) とオーストラリアからの導入種である。蜂蜜の生産量は 1 箱当たり、在来種で約 6 ℓ/年、オーストラリア種では約 40 ℓ/年である。採集された蜂蜜は、Curup 市内で市販されている。蜂の蜜源や花粉源となる植物には、地域林、コーヒー園、畑地等の Kaliandra、アボカド、コーヒー、トウガラシ、トウモロコシ、花卉類等が利用されている。蜂の飛行距離は、在来種で 1.2km、オーストラリア種では 3 km といわれている。

#### (2) 生物資源調査

社会経済文化条件調査において調査対象村として選定された 10 村において、標準的な住居を村長推薦で選定して、住居周辺の生物資源として利用しているものを主婦から聞き取り調査をしたところ、野菜、コーヒー、果樹、薬草等 80 種があげられた。(住居周辺の面積は 1 世帯当たり平均約 60 m<sup>2</sup>)

薬草の中では、胃腸障害、マラリア、皮膚病のほか、出産時及び子供の発熱に備えたものが目立ち、市街地から遠く離れているためか伝承医療による自家治療に頼る住民が多いと考えられる。(別冊資料 E-8 参照)

#### 5-4 林業基盤整備

社会林業に必要な基盤整備の中で最も重要な道路の現況は、次のとおりである。

プロジェクトエリア内及び周辺の道路の現況は、幹線が 4 本で延長 79.3km、主な支線が 16 本で延長 85.8km となっている。その区分は、一部改良中のものを除き木舗装のものを幹線とし、簡易舗装または砂利道となっているものを支線とした。

国有林を通過する道路は 3 本 (国道 1、ダム建設用 1、集落道 1) のみであり十分とはいえない (別冊資料 E-9 参照)。

## 5-5 森林被害

### (1) 森林火災

大規模な煙害が大きく問題となった1994年10月林業省発表の森林火災状況は、ブンクル州では森林火災面積が掲上されていない。プロジェクトエリアは年間を通じて湿度が高く乾期の乾燥状態が弱く、自然発火・延焼の原因となり易い乾燥した落葉が少ないことや、住民の土地利用度が高く大規模所有地（コンセッションやエステート地）がほとんどないため、無秩序な野焼きが少ないことが考えられる。特に森林火災防除のための特別な対策は必要がないものと考えられる。

### (2) 虫 害

天然林、二次林、灌木林、人工林とも虫害の実態を示す資料はなく、今回の調査では顕著な被害の状況はみられなかった。人工林 *Acacia mangium* の一部に Kumbang (Coleoptera) によって枯死しているものが散見された。

## 5-6 普及・研修

主にプロジェクトエリアの普及員の活動状況、林業行政機関職員及び地域住民に対する研修の状況、デモンストレーションプロット等地域住民に対する啓蒙・普及の状況等について調査した。

### (1) 普 及

#### ① 普及活動

プロジェクトエリアの林業普及員は、造林に係る林業普及員 (PLR: Penyuluh Lapangan Reboisasi)、緑化に係る中級林業普及員 (PMP: Penyuluh Madya Penghijauan) 及び一般林業普及員 (PLP: Penyuluh Lapangan Penghijauan)、チェックダムに係る林業普及員 (PLDP: Penyuluh Lapangan Dam Pengendari) 等に分けられる。国有林における林業普及は、PLR によって行われている。プロジェクトエリアの PLR は、州林業出張所 (Ranting Dinas) に駐在している。PLR の普及活動の主な内容は、国有林における農民への造林技術訓練、村長との調整業務、普及及び地域開発、造林の進捗報告等となっている。

民有地における林業普及は、PMP、PLP 及び PLDP によって行われている。プロジェクトエリアの PMP、PLP 及び PLDP は、ルジャン・ルボン県林業・土壌保全所 (Dinas PKT) に所属している。民有地に係る林業普及員は、1 ヶ月に 2 回各分野の普及員と農業普及所 (BPP: Balai Penyuluhan Pertanian) において会合を持っている。プロジェクトエリ

アでは、Curup 郡にあるPal VIII農業普及所に PMP 1人、PLP 4人、Kepahiang 郡にある Kelobak 農業普及所に PMP 1人、PLP 4人及びPLDP 1人が配置されている。PMP、PLP 及びPLDPの普及活動の主な内容は、民有地におけるデモンストレーションプロット、チェックダム、Hutan/Kebun Rakyat造成、村落苗畑等の各種緑化事業の技術普及、各種緑化事業に関する小冊子の作成・配布、農民との会合等である。普及方法は、通常、農民グループを対象にした現地説明会や村での会合、直接農民への巡回指導等により実施されている。農民との会合は、PLP 1人当たり月に2回、計2日間行われる。PMPは、農業普及所での業務調整にあたる。

各林業普及員の活動は、主に村の集会所を拠点としている。林業普及員1人当たりの受持ちは、4村以上となっている。

Pal VIII農業普及所が管轄する普及員は、現在、食糧、果樹園芸、畜産、養魚、林業等各分野合わせて51人となっている。

## ② 普及施設及び資機材

ルジャン・ルボン県林業・土壌保全所は、PMP、PLP及びPLDPに交通費や制服の支給等を行っているが、自動二輪車は与えていない。

プロジェクトエリアのPal VIII農業普及所及びKelobak 農業普及所の普及施設及び資機材の整備状況について調査した結果は、次のとおりである。

それぞれの農業普及所の普及施設及び資機材の種類及び数量はほぼ同じで、1農業普及所当たり、事務所には所長室、普及員室、会議室等で64㎡程度、車両は自動二輪車(100cc程度)1台、事務用品はタイプライター(手動式)1台、その他木棚、机、椅子、テーブル等が整備されている。林業普及員及び農業普及員に対する聞き取り調査によれば、農民の理解を得るためには普及施設や普及器材の整備が必要であるとしている。

Kelobak 農業普及所には、約1haの圃場があり、バニラ、シナモン、カカオ、茶等が栽培されている。

## (2) 研修

プロジェクトエリアにおける林業行政機関職員の研修状況についてみると、林業普及員については、高校を卒業後ボゴール等の林業訓練所で、造林・緑化に係る技術、普及方法等について3ヵ月の研修を受けている。緑化事業推進のための地域住民に対する研修は、各農業普及所における講習会、各種緑化事業を利用した現地説明会、村での会合等を通じ実施されている。例えば、デモンストレーションプロットでは、事業開始にあたり、村の集会所において農民グループに対して3日間の研修が行われている。

林業普及員及び農民に対する聞き取り調査によれば、林業普及員については土壌保全や増収技術の習得等を望んでおり、また農民の理解を得るために必要なものとして普及施設等の整備の他、農民の教育や便益の明確化をあげている。地域住民については、土壌保全や土地生産性に対して関心が低く、婦人の理解も少ないようである。これらのことから、林業普及員及び農民に対する研修の必要性は高いものと考えられる。

### (3) 緑化 (Penghijauan、Regreening)

緑化事業は、以前、クタフン森林保全サブセンター (Sub Balai RLKT) で行われていたが、1994/95 年以降、ルジャン・ルボン県林業・土壌保全所 (Dinas PKT) が事業を実施している。

プロジェクトエリアの地域住民の緑化事業に対する理解は低く、村によってはデモンストレーションプロット等を知らない農民もみられる。

ここでは、緑化事業として主にプロジェクトエリアで行われているデモンストレーションプロット、Hutan/Kebun Rakyat造成、村落苗畑等の内容及び地域住民に対する啓蒙、普及の状況について述べる。(チェックダムに関しては、6-4の項参照)

#### ① デモンストレーションプロット

デモンストレーションプロットは、天然資源保全事業モデルユニット (UP-UPSA) と定住農業事業モデルユニット (UP-UPM) に分けられる。

天然資源保全事業モデルユニットは、土壌保全を重視した農業方式のデモンストレーションプロットで、1箇所10haを単位として、10家族を対象とする。内容は、テラス造成、流路工等の土木工事が実施される。事業期間は、3年間となっている。

定住農業事業モデルユニットは、焼畑移動耕作に対し農業の定住化を図るためのデモンストレーションプロットで、1箇所20haを単位として、20家族を対象とし、テラス造成が実施される。プロジェクトエリアにおいては、1994/95 年以降は実施されていない。

プロジェクトエリアのKampung Melayu村、プロジェクトエリア外の Air Bening 村、Air Duku 村及び Sember Bening村において、天然資源保全事業モデルユニットに関して調査した結果は次のとおりである。テラスの種類は、主に堤状テラス (Teras Guludan) やベンチテラス (Teras Bangku) で、トウモロコシ、ダイズ、ラッカセイ、トウガラシ、キャベツ、ハクサイ等の農作物が間作により栽培されている。プロジェクトエリアにおいては、野菜類の栽培はほとんどみられない。管理作業として、施肥や農薬散布も行われている。耕作地の境界には、アボカド、ランブタン、シナモン、カンキツ類等の樹木が配置されている。テラスの縁には、Hedge Crops として Lamtoro、Kaliandra、

Setaria grass、King grass等が植栽されている。テラスのHedge Cropsを利用して、Kampung Melayu村では山羊の飼育、Sember Bening村では養蜂の導入も試みられている。デモンストレーションプロットの作業スケジュールは、各デモンストレーションプロットにより一様でない。

Air Duku村においては、導入されたダイズとランブタンの成績は不良とのことである。農作物の種類及び樹種の選定や新品種の導入にあたっては、自然条件、社会経済条件、地域住民のニーズ等に十分留意することが必要であると考えられる。

プロジェクトエリアを受け持っている林業普及員に対する聞き取り調査によれば、農民のデモンストレーションプロットの参加状況はよく、デモンストレーションプロットの効果として土地生産性の向上や農民の土壌保全技術の習得をあげている。漸次ではあるが、テラス造成、農作物や樹木の種類、栽培方法等に関して、デモンストレーションプロットの周辺住民への波及効果もみられる。

プロジェクトエリアを含むCurup 郡及びKepahiang 郡におけるデモンストレーションプロットの実施状況は、表5-12のとおりである。

## ② Hutan/Kebun Rakyat造成

Hutan/Kebun Rakyat造成は、小規模所有の農民を結集し、荒廃地において樹木や果樹を混植し、土壌保全、土壌肥沃度の改善、農民に対する新たな収入機会の提供を目的として行われている。植栽密度の基準は、Hutan Rakyatで3 m×2 m、Kebun Rakyatで5 m×5 m程度とされている。

1994/95年以降のプロジェクトエリアにおけるKebun Rakyat造成は、1箇所250ha～500haを対象にして実施されている。植栽候補樹種は地域の実情に応じて選定され、苗木はルジャン・ルボン県林業・土壌保全所から配付されている。プロジェクトエリアにおいては、現在、シナモンが植栽されている。事業期間は、1年間となっている。

Air Pikat村においては、シナモンがコーヒー園に1家族当たり0.4ha程度混植されている。苗木は播種後約8ヵ月で地上部及び地下部（主根）を切り詰めたスタンプ苗（stump）が用いられ、1月に5 m×5 mの間隔を目安として植栽される。活着率は、90%とされている。

プロジェクトエリアを含むCurup 郡及びKepahiang 郡におけるHutan/Kebun Rakyat造成の実施状況は、表5-12のとおりである。

## ③ 村落苗畑（Kebun Bibit Desa）

村落苗畑は、地域の実情に応じた樹種を選定し、緑化に必要な苗木を養成する目的で

行われている。

プロジェクトエリアにおける村落苗畑は、1994/95年以降、1箇所1ha程度を単位として実施されている。種子やポットは、ルジャン・ルボン県林業・土壌保全所から調達される。現在、プロジェクトエリアにおいては、農民グループによってシナモンの苗木が生産されている。事業期間は1年間となっているが、事業期間終了後も継続して苗畑を維持することができる。苗畑作業のスケジュールは、各村落苗畑によって一様でない。

一般に仮設苗畑で、河川や集落に近い箇所に設置される。苗床の規格は1m×5mで、育苗には黒色のプラスチック製のポット（高さ10cm、直径6cm、用土約250g）が用いられており、施肥、除草、農薬散布等の管理作業も行われている。発芽率は、60%以上とされている。播種後約8ヵ月、苗木の高さが50cm程度になったところで山出しが行われる。苗畑資材には、竹が利用されている。Tanjung Dalam村の農民によれば、事業期間終了後も資金があれば再度苗畑を設置したい意向を持っている。

プロジェクトエリアを含むCurup郡及びKepahiang郡における村落苗畑の実施状況は、表5-12のとおりである。

表5-12 Curup郡及びKepahiang郡における緑化事業の実施状況

単位：箇所

郡名	1980/81~1993/94年			1994/95年			1995/96年			1996/97年		
	UPSA	UPM	H/KR	UPSA	H/KR	KBD	UPSA	H/KR	KBD	UPSA	H/KR	KBD
Curup	20	1	4	2	2	4	6	2	5	3	2	-
Kepahiang	13	4	8	2	-	2	4	1	2	1	-	3

注：UPSA；天然資源保全事業モデルユニット（UP-UPSA）

UPM；定住農業事業モデルユニット（UP-UPM）

H/KR；Hutan/Kebun Rakyat造成

KBD；村落苗畑（Kebun Bibit Desa）

なお、1980/81~1993/94年におけるKBDに関しては、未掲載。

出典：クタフン森林保全サブセンター及びルジャン・ルボン県林業・土壌保全所

#### ④ 養蚕

養蚕事業は、クタフン森林保全サブセンター（Sub Balai RLKT）によって1980/81年に開始され、次のように実施されてきた。

農民活動の増加、集約化及び普及化、地域住民の収入増加、農民の労働の機会の獲得等を目的として、地域住民の所得及び生活の安定、農民及び工芸職人の労働市場の増加、移住プログラムの援助、農業生産の多様化、地域社会のニーズに応じた絹の供給等を目標に実施されてきた。場所は、人口密度の高い森林地域で気候が桑に適したアクセスの良いKepahiang郡が選定され、農民が桑（*Morus alba*）の栽培を望んでいる各村が選ば

れた。一般に、桑はコーヒー園や畑地に間作されてきたが、その植栽方法は農民により一様でない。蚕の卵は、中部ジャワから導入されている。

1980/81～1985/86年、1991/92年及び1993/94～1995/96年において、Kelobak村、Ujan Mas Bawah村、Das Petah村、Taba Tebelet村、Suka Sari村、Bandung Baru村、Bukit Sari村等で行われてきたが、市場と資金の問題で、現在は継続されていない。

## 第6章 流域保全

第6次開発5ヵ年計画において、林業省造林総局は全国を流域管理地域単位に区分し、更に各流域管理地域単位内の流域を流域管理上の優先度により高、中、低に分けている。Musi川流域管理地域単位は優先度が高いMusi川流域、優先度が中のBanyuasin川流域、Lalang川流域、優先度が低いTeluk Lenggulang川流域から成り、プロジェクトエリアのほとんどの地域がMusi川流域に含まれる。

### 6-1 荒廃実態調査

#### (1) 崩壊地

プロジェクトエリアの北西部に位置するDaun山の山頂部とそこから南にのびる稜線部の周辺には、1979年の地震により発生したとされる崩壊地が分布し、最も規模の大きいものは最大幅 210m、長さ 1,330m、面積16.84ha に及ぶ。このうちプロジェクトエリア内に含まれるものは大小合わせて7箇所で、最も大きいものは最大幅110m、長さ480m、面積4.69haで、プロジェクトエリア最大の崩壊地となっている（別冊資料F-1参照）。

上記プロジェクトエリア内の崩壊地はいずれも国有林地の天然林内にあり、標高 1,700～2,500m、傾斜27～38度の箇所で発生している。崩壊地は自然植生の侵入により灌木状となり、植生の回復が進んでいる。これらの崩壊地は集落からの距離が約7～10kmと離れていること、天然林内で発生していること等により、崩壊発生に伴う被害は報告されていない。

これらの崩壊地に匹敵する規模の崩壊地はプロジェクトエリアの他の箇所ではみられない。一般に崩壊地は少なく、比較的小規模であり、国有林地の外で発生している。崩壊地はPal Tujuh村、Tendak村、Segurin村等にみられ、崩壊地の規模は長さ21～37m、最大幅14～35m、面積200～700㎡程度である。崩壊地は、傾斜25～50度、土地利用（崩壊発生当時）が畑、灌木地、裸地、コーヒー幼樹の箇所で発生している。傾斜25°以上の斜面が裸地化すると崩壊発生の危険が高くなる傾向にある（別冊資料F-2参照）。

#### (2) 荒廃溪流

プロジェクトエリア内には荒廃溪流は少ないが、Tanjung Alam村及び Suro Bali村付近のMusi川本流で溪岸侵食がみられる。Musi川のTanjung Alam村付近では長さ約 600mの溪流区間の中で兩岸に溪岸侵食が多発している。また Suro Bali村付近では長さ約 500mの



溪流区間の中で主に両岸に溪岸侵食が発生しており、左岸に多くみられる。これらの溪流区間の溪岸部は水田やコーヒー園となっており、溪岸侵食は毎年発生しているとみられ、一箇所の滑落の規模は幅約 0.5m、高さ 1.5～2 m、長さ 2～5 m 程度である。これらの溪岸侵食箇所は現在工事中のMusi水力発電プロジェクトにおいて建設されるダムの貯水域に含まれる。

## 6-2 土壌侵食量調査

### 6-2-1 プロジェクトエリアの土壌侵食量の推定

本計画の事業評価を行ううえで、計画を実施した場合としない場合の土壌侵食量の相違を求める必要がある。そのため土地利用の状態の変化に応じた土壌侵食量を平易に推定できるUSLE(Universal Soil Loss Equation)法を用いて、土壌侵食量の概略値の推定を行った。なお、USLE法では斜面傾斜が20度を超える場合の実証は不十分であること、推定に用いる諸因子の当地域での値を得るためのデータが不足していることから、推定精度は低いため、今後インドネシア国においてこれらに関する研究の促進が望まれる。

USLE法による土壌侵食量は次式で表される。

$$A = R \cdot K \cdot L S \cdot C \cdot P$$

A : 単位面積当たり年間土壌侵食量(ton/ha/year)

R : 降雨因子(Joules/m)

K : 土壌受食性因子

LS : 地形因子

C : 作物管理因子

P : 保全工因子

本調査で作成した縮尺1/25,000の地形図上でプロジェクトエリアを1辺1cmの方眼に区分し、その中から無作為に抽出した各方眼をサンプルとして、各サンプルについて降雨因子、土壌受食性因子、地形因子、植生因子、保全工因子を求め、上式により土壌侵食量を推定した。サンプリングは系統抽出法とし、方眼の縦横5個おきにサンプルを抽出した。サンプル数は334で、抽出率は4%であった。

#### (1) 降雨因子R

降雨因子RはHudsonによる次式により求めた。

$$R = 38.5 + 0.35P$$

P : 年降雨量(mm)

プロジェクトエリアの年降雨量を等雨量線図より求め、土式により降雨因子を表6-1のように定めた。

表6-1 プロジェクトエリアの降雨因子R

コード	年降雨量(mm)	降雨因子R値
1	2,000~2,500	826
2	2,500~3,000	1,001
3	3,000~3,500	1,176
4	3,500~4,000	1,351
5	4,000~	1,526

(2) 土壌受食性因子K

土壌の受食性因子Kは土壌調査の結果(別冊資料C-6参照)を用いて、図6-1のノモグラフにより求めた。土壌区別の土壌受食性因子は表6-2のとおりである。

表6-2 プロジェクトエリアの土壌受食性因子K

コード	土壌区記号	土壌区分	土壌受食性因子K値
1	AC	Acrisols complex	0.29
2	ACC I	Acrisols-Cambisols complex I	0.40
3	ACC II	Acrisols-Cambisols complex II	0.35
4	CM I	Cambisols complex I	0.28
5	CM II	Cambisols complex II	0.53
6	CM III	Cambisols complex III	0.34
7	CM IV	Cambisols complex IV	0.38
8	ANC	Andosols-Cambisols complex	0.44
9	AN I	Andosols complex I	0.50
10	AN II	Andosols complex II	0.49
11	LPR	Leptosols-Regosols complex	0.45
12	WS	Wetish soils or Swampy soils	0.69

(3) 地形因子LS

地形因子LSは次式により求めた。

$$LS = \lambda^{0.5} (0.0138 + 0.00965 s + 0.00138 s^2) \quad (s \leq 20)$$

$$LS = (\lambda / 22.1)^{0.6} (s / 9)^{1.4} \quad (20 < s \leq 50)$$

$\lambda$  : 斜面長(m)

$s$  : 斜面傾斜(%),  $s = \sin \theta \times 100$

$\lambda$  は現地調査により 100mとした。また、 $s > 50$ の場合のLSは  $s = 50$ のときのLS値とした。

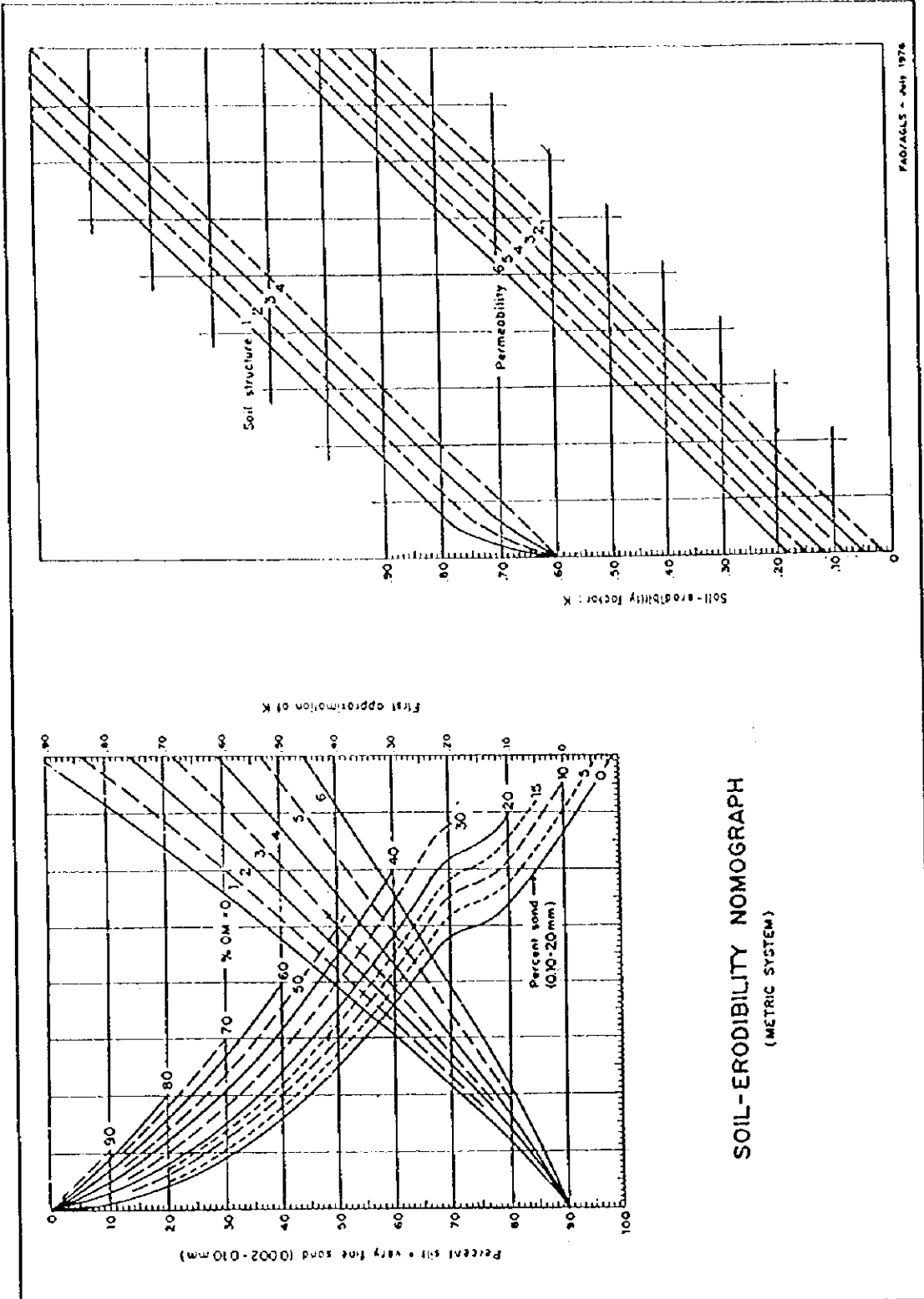


図 6-1 土壌受食性因子 (K 値) のノモグラフ

出典: H. M. J. Arnoldus 1977. Predicting soil losses due to sheet and rill erosion. FAO Conservation Guide 1

(4) 植生因子C

植生因子Cは、インドネシア国林業省が用いているC値を基にして表6-3のとおり定めた。

表6-3 プロジェクトエリアの植生因子C

コード	記号	土地利用・植生区分	細分	植生因子C
1	Ila1	天然林	樹冠疎密度30%以下	0.01
2	Ila2	天然林	樹冠疎密度31~70%	0.005
3	Ila3	天然林	樹冠疎密度71%以上	0.001
4	Ils	二次林		0.01
5	Ila	人工林	アカシアマンガウム	0.001
6	Iltp	人工林	メルクシマツ	0.001
7	Iltts	人工林	マホガニー	0.001
8	Sb	灌木林		0.01
9	Bb	竹林		0.005
10	Sp	灌漑田		0.01
11	Sh	天水田		0.27
12	Ldg	畑地	テラスなし	0.421
13	Ldt	畑地	テラスあり	0.421
14	Lkt	コーヒー園	上木の樹冠疎密度10%以下	0.015
15	Lkb11	コーヒー園	上木の樹高5m以下 上木の樹冠疎密度11~30%	0.015
16	Lkb12	コーヒー園	上木の樹高5m以下 上木の樹冠疎密度31~70%	0.012
17	Lkb13	コーヒー園	上木の樹高5m以下 上木の樹冠疎密度71%以上	0.009
18	Lkb21	コーヒー園	上木の樹高5m以上 上木の樹冠疎密度11~30%	0.015
19	Lkb22	コーヒー園	上木の樹高5m以上 上木の樹冠疎密度31~70%	0.012
20	Lkb23	コーヒー園	上木の樹高5m以上 上木の樹冠疎密度71%以上	0.009
21	Kb	果樹園		0.6
22	Kc	混栽農園		0.3
23	Lm	シナモン園		0.01
24	Pk	エステート(コーヒー)		0.015
25	Pr	草地		0.02
26	Lt	裸地		0.95
27	Pm	集落		0.35
28	Rw	湿地帯		0.01

- 注) 1. 樹冠疎密度30%以下の天然林及び二次林のC値は、林業省が使用している「非荒廃灌木林」のC値を用いた。  
 2. 樹冠疎密度31~70%以下の天然林のC値は、樹冠疎密度30%以下と71%以上のC値の中間値とした。  
 3. 樹冠疎密度71%以上の天然林のC値は、林業省が使用している「非荒廃森林」のC値を用いた。  
 4. 人工林のC値は、林業省が使用している「非荒廃森林」のC値を用いた。  
 5. 竹林のC値は、樹冠疎密度31~70%以下の天然林のC値を用いた。  
 6. 天水田のC値は、林業省が使用している「灌漑田」と「陸稲1」のC値の中間値を用いた。  
 7. 畑地のC値は、林業省が使用している「トウモロコシ+陸稲+キャッサバ/ダイズ/ラッカセイ」のC値を用いた。  
 8. 上木の樹冠疎密度71%以上のコーヒー園のC値は、コーヒー及びカカオ研究所(Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember)の土壌侵食試験結果に本調査のUSLE法の諸因子(C値を除く)を摘要して算出し、その値を基にその他のコーヒー園のC値を類推した。  
 9. 果樹園のC値は、林業省が使用している「バナナ(単一栽培で疎植)」のC値を用いた。  
 10. 混栽農園のC値は、林業省が使用している「混栽農園(密植)」と「混栽農園(疎植)」のC値の中間値を用いた。  
 11. シナモン園のC値は、林業省が使用している「非荒廃灌木林」のC値を用いた。  
 12. エステート(コーヒー園)のC値は、上木の樹冠疎密度10%以下のコーヒー園のC値を用いた。  
 13. 草地のC値は、林業省が使用している「アランアラン草原(恒久的)」のC値を用いた。  
 14. 裸地のC値は、林業省が使用している「非耕作裸地」のC値を用いた。  
 15. 集落のC値は、林業省が使用している「混栽農園(疎植)」のC値により、建物敷を30%として算出した。  
 16. 湿地帯のC値は、林業省が使用している「灌漑田」のC値を用いた。

(5) 保全工因子P

保全工因子Pは、インドネシア国林業省が使用しているP値及びコーヒー及びカカオ研究所(Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember)の土壤侵食試験結果(表5-11参照)を基に表6-4のとおり定めた。

表6-4 プロジェクトエリアの保全工因子P

コード	記号	土地利用・植生区分	保全工因子P値
1~3	Ha	天然林	1
4	Hs	二次林	1
5~7	Ht	人工林	1
8	Sb	灌木林	1
9	Bb	竹林	1
10	Sp	灌漑田	0.07
11	Sh	天水田	0.07
12	Ldg	畑地(テラスなし)	1
13	Ldt	畑地(テラスあり)	0.15
14~20	Lk	コーヒー園	1
21	Kb	果樹園	1
22	Kc	混栽農園	1
23	Lm	シナモン園	1
24	Pk	エステート(コーヒー)	1
25	Pr	草地	1
26	Lt	裸地	1
27	Pm	集落	1
28	Rw	湿地帯	1

- 注) 1. 灌漑田及び天水田のP値は、コーヒー及びカカオ研究所(Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember)の土壤侵食試験結果を基に算出したベンチテラスのP値を用いた。  
 2. 畑地(テラスあり)のP値は、林業省が使用しているベンチテラス(普通)のP値を用いた。

(6) USLE法の補正

前述の因子を用いてUSLE法により計算した土壤侵食量が、プロジェクトエリアに適合するように補正を行った。

土壤侵食量を計算したサンプルについて頻度分布を調べ、頻度分布の累積百分率が5%、95%となる土壤侵食量をそれぞれ最小土壤侵食量、最大土壤侵食量とすると最小土壤侵食量は0.74ton/ha/year、最大土壤侵食量は530ton/ha/yearであった。

一方、プロジェクトエリアにおける現実の土壤侵食量は、現存するチェックダムに堆積する土砂量の測定結果により最小0.5ton/ha/year、最大60ton/ha/yearと推定された(次項6-3-1参照)。

そこで、USLE法により計算された土壤侵食量をx軸、補正された土壤侵食量をy軸とする直角座標を考え、原点(0, 0)、(0.74, 0.5)、(530, 60)の座標の各点を通る近似曲線を次式のとおり求め、この式により補正を行うこととした。

$$y = (8.0916(x+4.0687))^{0.5} - 5.7378$$

y: 補正された土壌侵食量 (ton/ha/year)

x: USLE法による土壌侵食量 (ton/ha/year)

(7) 土壌侵食量の推定

プロジェクトエリアを主な流域に細分し、各流域について前述の補正式を用いて土壌侵食量を計算した。流域によって土壌侵食量は8.7ton/ha/year～24.5ton/ha/yearと相違がみられ、比較的大きな土壌侵食量を示したのは、Air Pikat Kering、Air Lanang、Air Dendan、Air Munduの各流域であった。プロジェクトエリア全体では、ha当たり年間土壌侵食量は17ton/ha/year、年間土壌侵食量は900,000ton/yearと推定された(表6-5及び図6-2参照)。

表6-5 プロジェクトエリアの土壌侵食量

流域 区分	代表河川名	プロジェクト エリア内 流域面積(ha)	年間ha当たり 土壌侵食量 (ton/ha/year)	年間土壌 侵食量 (ton/year)
1	Air Lanang	5,709	24.2	138,158
2	Air Pikat Kering	4,916	24.5	120,442
3	Air Ketapan	1,450	12.4	17,980
4	Air Teretik	5,289	12.8	67,699
5	Air Mundu	8,174	18.7	152,854
6	Air Dendan	3,850	20.2	77,770
7	Air Musi	18,267	14.3	261,218
8	Air Selimang	3,746	13.6	50,946
9	Air Dingin	1,432	8.7	12,458
計		52,833	17.0	899,525

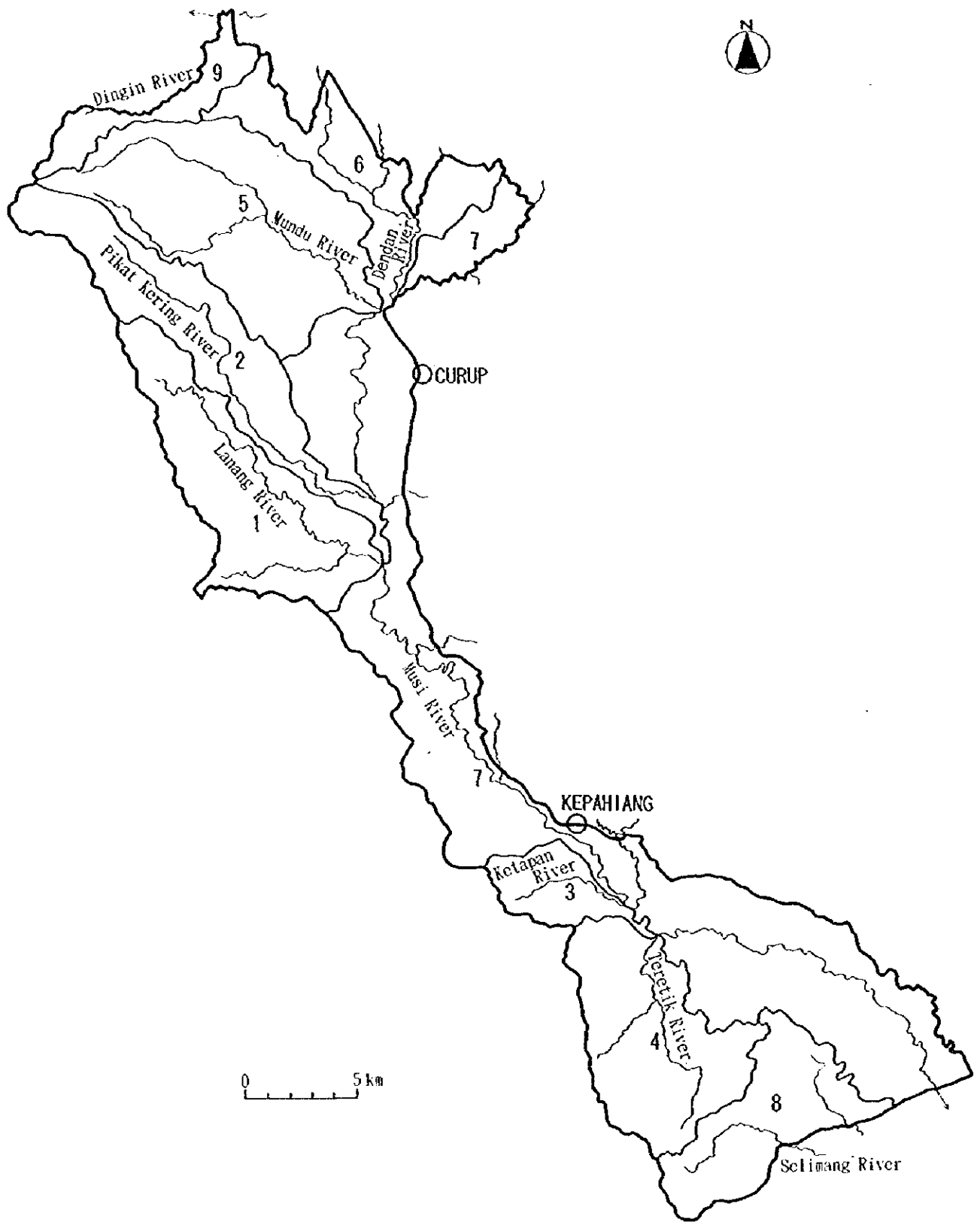


図6-2 プロジェクトエリアの流域区分図

### 6-3 土砂流出量調査

#### 6-3-1 チェックダム堆砂量による土砂流出量の推定

プロジェクトエリア及びその隣接地域の既存のチェックダム8箇所について堆積土砂量を調査した(表6-6参照)。堆積土砂量は平均堆積深と堆積面積の積により求めた。その結果、チェックダム8箇所の集水域の年間流出土砂量は0.3~45ton/ha/year、集水面積による加重平均で2.3ton/ha/yearであった。測定箇所により土砂量の差が大きいのは、集水面積が2.8~640haと大きく異なり、集水面積の違いによる影響が大きいと思われる。小面積の箇所では発生した土壌侵食が集水域出口の測定箇所まで到達する割合が大きいが、大面積の地域では測定箇所に到達する前に堆積することにより、測定箇所まで到達する割合は小さくなる。その結果、小面積の集水域の出口では大きな土砂流出量が測定されやすくなると考えられる。

集水面積が小さくなるにつれて土砂流出量は土壌侵食量に近づくと考えられるから、集水面積と土砂流出量の関係図により土壌侵食量の最大値は60ton/ha/year、最小値は0.5ton/ha/yearと推定される(図6-3参照)。

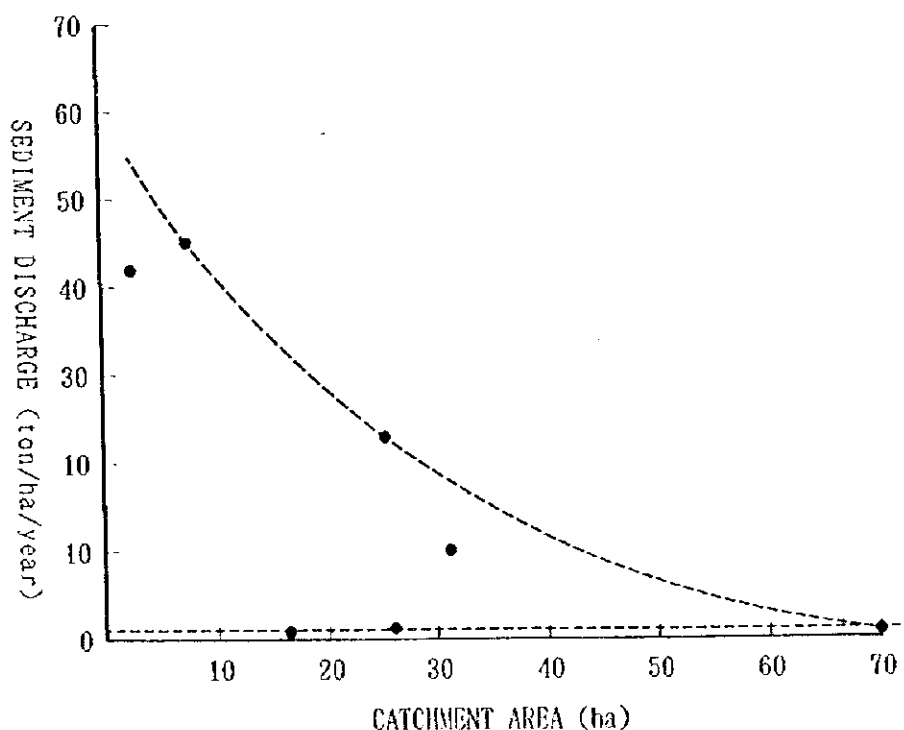


図6-3 土砂流出量と集水面積の関係



表6-6 チェックダム堆積土砂量

No.	1008-1		1008-2		1009-1		1009-2		1009-3		1010-1		1010-2		1011-1		
調査年月日	1996年10月8日		1996年10月8日		1996年10月9日		1996年10月9日		1996年10月9日		1996年10月10日		1996年10月10日		1996年10月11日		
位置	県名	Rejang Lebong		Rejang Lebong		Rejang Lebong		Rejang Lebong		Rejang Lebong		Rejang Lebong		Rejang Lebong		Rejang Lebong	
	郡名	Curup		Curup		Curup		Curup		Curup		Curup		Curup		Kepahiang	
	箇所名	Pal VIII, Air Dingin		Pal VIII		Taba Renah		Air Pikat		Purwodadi		Bandung Marga		Pal Seratus		Kelobak	
施工年度	1980/1981		1992/1993		1984/1985		1992/1993		1982/1983		1986/1987		1987/1988		1983/1984		
堤長 (m)	65		38		59		52		45		56		50		50		
堤高 (m)	3.5		4.3		6.8		5.9		5.9		6.8		6.5		6.7		
堤幅 (m)	6		5		4		4.5		3.5		4.5		4.3		3.8		
堆積土砂面積 (m <sup>2</sup> )	860		4,300		7,600		2,900		1,200		2,400		2,400		3,900		
堆積土砂量 (m <sup>3</sup> )	400		1,500		5,700		1,200		60		2,600		800		200		
集水面積 (ha)	70.6		640		25.6		8.3		16.8		31		2.8		26.2		
単位面積当たり年間流出土砂量 (ton/ha/year)	0.4		0.7		22.9		44.9		0.3		10.1		41.7		0.7		

注) 土の単位重量は1.2ton/m<sup>3</sup>とした。

表6-7 河川水中の蒸発残留物

No.	1		2		3		4		5		6		7		
河川名	Air Lanaang		Air Pikat Kering		Air Ketapan		Air Teretik		Air Mundu		Air Dendan		Air Musi		
位置	県名	Rejang Lebong		Rejang Lebong		Rejang Lebong		Rejang Lebong		Rejang Lebong		Rejang Lebong		Lahat	
	郡名	Curup		Curup		Kepahiang		Kepahiang		Curup		Curup		Utenusi	
	村名	Saro Bali		Bukit Barisan		Cireboa Baru		Temdak		Taba Renah		Taba Renah		Kundurau Baru	
採水年月日	1996年10月28日		1996年10月29日		1996年10月29日		1996年10月30日		1996年10月31日		1996年10月31日		1996年11月1日		
採水時刻	10:00		10:00		12:30		10:00		10:00		12:00		11:00		
流域の平均年降雨量 (mm)	3,900		3,500		3,750		3,800		3,000		3,000		3,500		
採水地点上流部の集水面積 (ha)	5,690		4,896		1,381		5,276		8,124		13,291		114,568		
流量 (m <sup>3</sup> /sec)	14.8		7.1		0.6		2.1		5.2		14.6		116.7		
懸濁物質 (mg/lit)	86.2		50.9		103.7		93.3		104.7		111.5		84.5		
溶解性蒸発残留物 (mg/lit)	26.3		26.4		26.1		14.2		26.3		14.4		14.3		
全蒸発残留物 (mg/lit)	112.5		77.3		129.8		107.5		131		125.9		98.8		
単位面積当たり年間流出土砂量 (推定) (ton/ha/year)	1.8		1.1		2.0		1.7		1.6		1.5		1.4		

注) 1995年9月～1996年8月の期間におけるクタウン森林保全サブセンターの水位観測所(河川名 Air Mundu)の流量データと同期間におけるBBII Air Dingin観測所の降雨量データにより、流出係数を0.41と算出した。

### 6-3-2 河川流量調査による土砂流出量の推定

プロジェクトエリア内及びその近接箇所7箇所(Lanang川、Pikat kering川、Ketapan川、Teretik川、Mundu川、Dendan川、Musi川)で河川水を採取し懸濁物質及び溶解性蒸発残留物を測定した(表6-7参照)。継続的な観測を行っていないので正確さを欠くが目安を得るために、この測定値を用いて年間流出土砂量を推定した。Mundu川のTabarenah村には1994年度に設置されたクタウン森林保全サブセンターの水位観測所があり、1995年から観測が行われている。欠測値ができるだけ少なくなるよう1995年9月~1996年8月までの1年間の期間をとって年間流量を求め、同期間の降雨量(BBH Air Dingin観測所)を用いて流出係数を算出すると流出係数は0.41であった。この流出係数を用いて前述7箇所の流域について年流量を求め、全蒸発残留物を浮遊土砂とみなし、全蒸発残留物と年流量との積により、年間流出土砂量を求めた。7箇所の測定点のうち上流域がプロジェクトエリアに完全に含まれるのは、Dendan川及びMusi川を除く5箇所であり、Dendan川、Musi川についてはいずれもプロジェクトエリア外の面積が過半を占めている。そこで、プロジェクトエリア内に流域のすべてが含まれる5河川について流域からの年間流出土砂量を求めると1.1~2.0ton/ha/year、集水面積による加重平均では1.6ton/ha/yearであった。

Musi水力発電プロジェクトの調査によれば Ujan Mas Atas村付近より上流のMusi川流域からの年間流出土砂量は99,000 $\text{m}^3$ とされており(流域面積 587 $\text{km}^2$ )、これからha当たり年間流出土砂量を求めると2.0ton/ha/yearとなり(土の密度を 1.2ton/ $\text{m}^3$ とする)、本調査結果との間に大きな相違はないと考えられる。

### 6-3-3 流域外へ流出する土砂量の割合

前項6-3-2においてプロジェクトエリア内に流域が含まれる5河川の流域について流出土砂量を推定した。そのそれぞれの流域について6-2項の手法により土壌侵食量を推定し、流域内で発生する土壌損失量の8.2%が流域外に流出するという結果が得られた(表6-8)。

プロジェクトエリアの年間土壌侵食量は900,000ton/yearと推定されたから(6-2項参照)、プロジェクトエリアから流域外へ流出する年間土砂量は74,000ton/yearと算定される。

表6-8 SDR(sediment delivery ratio)の算出

調査流域 No	流域 面積 (ha)	年間ha当たり 土壌侵食量 (ton/ha/year)	年間土壌 侵食量 (ton/year)	流域外へ流出する 年間ha当たり土壌量 (ton/ha/year)	流域外へ流出 する年間土壌量 (ton/year)	SDR
1	5,690	24.2	137,698	1.8	10,242	0.074
2	4,896	24.5	119,952	1.1	5,386	0.045
3	1,381	12.4	17,124	2.0	2,762	0.161
4	5,276	12.8	67,533	1.7	8,969	0.133
5	8,124	18.7	151,919	1.6	12,998	0.086
計	25,367		494,226		40,357	0.082

注) 調査流域Noは表6-7のNoと対応する。

#### 6-4 既存治山工調査

プロジェクトエリア内の既存の治山工としては、チェックダム、護岸工、鉄線かご上留工、テラシング等が実施されている。

チェックダムは流出土砂を堆積させ土壌保全を図るための土堰堤で、洪水面積1~4ha、集水面積100~250ha、最大堤高8m、最大堤長100mを基準とする。上流域からの流出土砂の堆積による下流の保全対象の被害防止、クリティカルランドの地下水条件及び微気象条件の改善を図ることを目的とし、下流における洪水の危険の軽減、普及計画の促進、水の供給、水産業、灌漑、レクリエーション等の便益を期待するものである。傾斜15~35%の起伏に富む地形で、エロージョンの割合が大きく土壌保全が十分な効果をあげていない箇所を対象として実施される。プロジェクトエリアでは、1980~1996年にかけて16箇所のチェックダムが設置されている(別冊資料F-3参照)。

インドネシアでは溪間工としてチェックダムのほかにふとんかごを用いて、ガリーにおいて土砂流出の抑止を図るための小型のチェックダムがある。これは集水面積30ha、堤体の高さ1~4mを基準とし、傾斜15~35%の緩やかな起伏の地形で、土壌保全が十分な効果をあげていない箇所を対象に実施される。更にガリー侵食対策として、小型チェックダムより高さの低いふとんかごを用いたガリープラグがある。プロジェクトエリア内には小型チェックダム及びガリープラグはみられない。

護岸工にはふとんかごが用いられ、用線径4mm、幅1.5m、長さ3m、高さ0.5mの規格のものが一般的である。プロジェクトエリア内ではUjanmas Atas村付近のMusu川本流で、Musu水力発電プロジェクトにおけるダム工事の一環としてふとんかごを用いた護岸工が施工されているほかはほとんどみられない。

テラシングは地表水を集め土中に浸透させると共に、地表流を地表面を害することなく流下させるためのもので、斜面傾斜3~50%の畑地に造成される。テラシングは水平状テ

ラス(Teras Datar)、畝状テラス(Teras Kridit)、堤状テラス(Teras Gulud)、ベンチテラス(Teras Bangku)、ガーデンテラス(Teras Kebun)、個別状テラス(Teras Individu)に区分され、プロジェクトエリア内には堤状テラス及びベンチテラスがみられる。

#### 6-5 自然災害

ブンクル州では過去にマグニチュード6～7.6規模の地震が1938年、1941年、1971年、1979年の4回記録されており、プロジェクトエリア内でも被害が発生した。プロジェクトエリア付近における最近の大地震は1979年12月15日に発生したマグニチュード6の地震で、Curup郡、Kepahiang郡合わせて約3,100家屋等が被災し、死者4名、重傷者14名に上った。この地震でDaun山の上頂部付近には大崩壊地が発生した(別冊資料F-4参照)。

住民からの聞き取りによれば洪水時に水田の冠水害が発生しているとのことであるが、公式には被害は記録されていない(Cabang Dinas Social Tingkat II Rejang Lebong調べ)。

## 第7章 社会林業開発計画

### 7-1 社会林業開発構想

#### (1) 計画の考え方

社会林業は森林の機能に基づき地域住民の自発的かつ活発な活動によって実行される森林経営の一つのシステムと規定されており、その目的としては次の3つがあげられる。

- ① 森林の内部、周辺で生活する地域住民の福祉の増進
- ② 森林の内容及び生産性の増進
- ③ 森林と生活環境の持続性の確保

こうした社会林業の趣旨、目的に基づいて、社会林業開発計画の基本構想を次のとおりの手順で検討することとした。

#### 1) 問題点の把握と原因の分析

現地の自然的、社会経済文化的条件調査の結果に基づいて、現在起こっている問題点を把握しその原因を分析すること。

#### 2) 解決を図る方策の検討

分析された原因を解消することによって現在起こっている問題の解決を図り、住民のニーズを満たす方策を検討すること。

このような検討結果を体系的に整理すれば、図7-1「社会林業開発計画構造図」のとおりである。

#### (2) 地域・住民の現況と問題点

##### 1) 国有林について

国有林約13,300haは、全域が保安林である。林況としては、天然林、灌木林、二次林、造林地及び裸地・草地（小面積で分散）の他に、住民が国有林に立ち入って造成、栽培を続けているコーヒー園がある。

これら違法な土地利用に対して、林業当局は警告、退去等実力行使を行ってきた結果、大部分はコーヒー園から二次林等へ転換されてきたが、現在の国有林の12%にあたる1,597haがなおコーヒー園として残っている。

これらコーヒー園地では潔癖な除草による表土の露出・流出が顕著で、保安林としては適当な状況ではない。

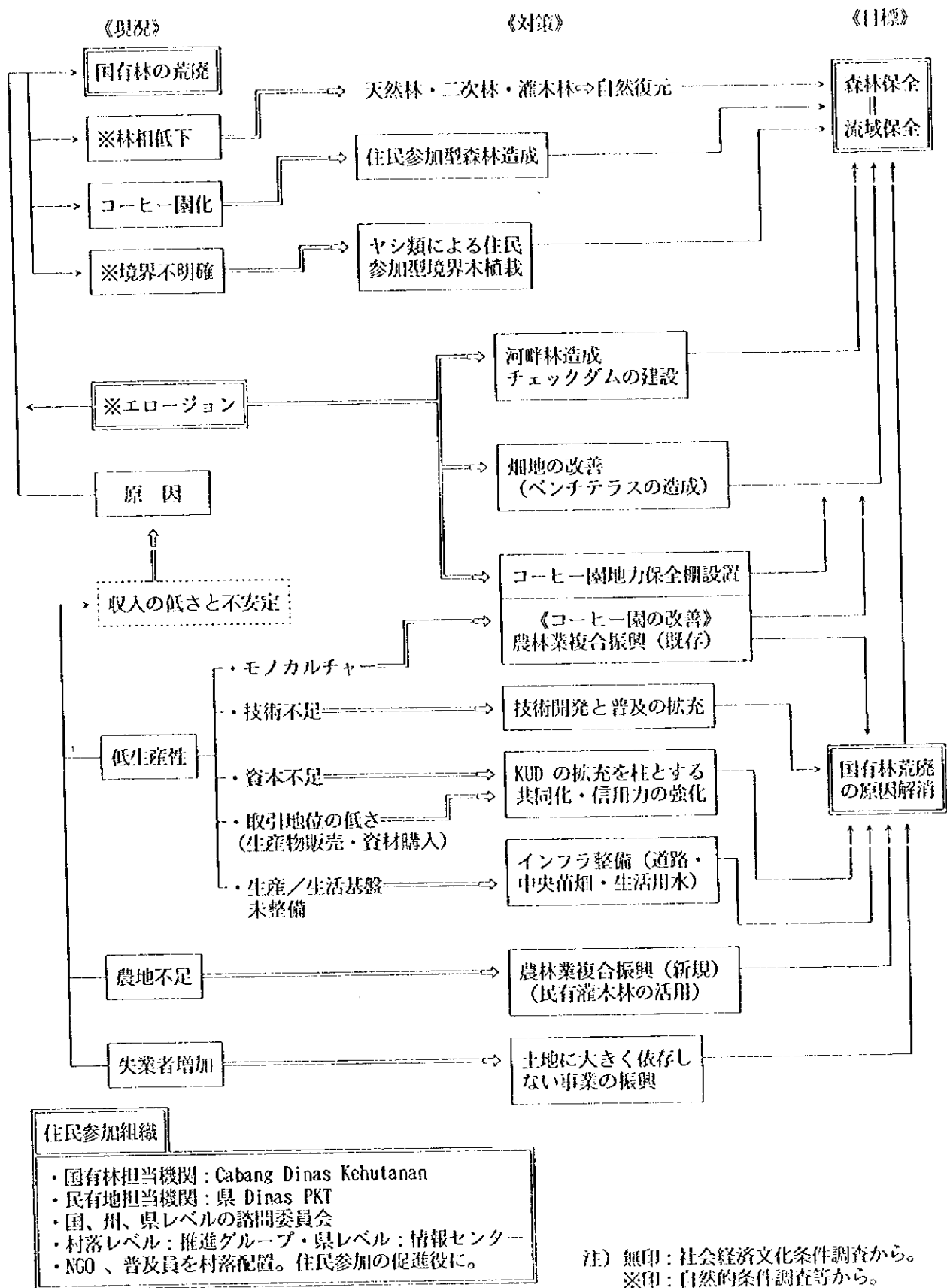


図7-1 社会林業開発計画構造図

## 2) 民有地について

民有地約39,500haのうち、その64%である25,201haがコーヒー園として利用されている(表3-3参照)。こうした伝統的コーヒー栽培は地域住民にとっては良く慣れた生業ではあるが、多くの要因が絡んだ「所得の低さと不安定」が国有林荒廃をもたらす最大の誘因とされている。「所得の低さと不安定」に絡む主な要因についての現状と問題点をあげれば、下記のとおりである。

### ① 農地不足

コーヒー園を含む農地は、地域全体の約70%に達している。農地増加については、農地転換可能なものとして民有灌木林の約3,600haのうち、アクセス等の条件を考慮すれば、約2,100ha程度が農地転換可能となるが、それでも全農地の6%に過ぎない。

一方、自然増による世帯増加は、過去5年間で20%といわれており、農地の不足は他の要因とも絡んで深刻な状況である。

### ② 低生産性

営農の生産性は住民生活に直接つながり、その高低が生活水準を左右する重要なものである。

急峻な地勢のこの地域では水田が少なく、主食の米を自給できない。

しかし、気候的にコーヒー等換金作物に適しており、特殊な土壌を除いて病虫害も少ないこと、植栽準備には比較的労力を要するものの、その後は除草と簡単な剪定だけで10余年の栽培が容易であることから植民地政府時代からコーヒー栽培が始められた。現在では全農地の70%でコーヒーの栽培が行われ、モノカルチャーの弊害や販売流通あるいは栽培技術の問題点等の多くの要因が生産性に絡んでいる。

#### a. モノカルチャーの弊害

コーヒーは国際市況商品であるため、価格変動や収量の豊凶の差が大きい等、栽培農民がコントロールできないところで収入が大幅に減少することがある。生活の安定のためにコーヒーの減少分を補足する新収入源の確保が望ましい。

#### b. 技術不足

この地域のコーヒーの栽培技術は植民地政府時代のものほとんど変わらない伝統的なものだといわれている。

新しい品種の導入、マルチ栽培等研究機関が推奨する栽培方法等の導入を取り込む必要があるが、生活がかかっているので保守的な姿勢となることが多い。

#### c. 資本不足

大きな農家では、数haのコーヒー園を所有して資本の蓄積の可能性があるが、平均的な 1.5ha程度の農家では資本の蓄積のゆとりはない。

林業省あるいは KUDでは資本の蓄積のない者に対する融資の制度を設けているが、事業の採算性や返済のことを懸念して融資を申請するに至らないことが多い。

#### d. 取引（販売、調達）地位の低さ

価格の変動の激しいコーヒー豆の集荷・輸出する商社や業者は関連情報収集力において優位に立ち、生産農家単独では力関係で劣ることが多い。また、調達についても営農用資機材の共同買付けのメリットが期待できる場合も多いので、KUD制度等の活用等の対策が望まれる。

#### e. 生産基盤及び生活基盤不足

アクセス道路等、営農のための生産基盤未整備及び飲料水等を遠隔地から運搬することが営農活動に支障を及ぼしている地域では生活基盤未整備が直・間接的に生産性を低下させている場合が多い。

### ③ 失業者の増加

過去5ヵ年で20%の新世帯が誕生したといわれている。しかし、この地方では農業以外に大きな産業が少なく、若年層を中心に特定の職業のない無職の世帯が増加している。そのため、実家からの補助や農業賃労働、コーヒー栽培の受託もしくは都市雑業の中で生計をたてている。

### 3) 水土保持強化の必要性

Musi川はインドネシア国でも有数の重要河川で、土壌侵食の抑制、水源涵養機能の向上が求められてきている。そのうえ、プロジェクトエリアには水力発電所の建設が行われて益々重要性が増してきている。ブクフル州の空間計画及びルジャン・ルボン県の土地利用計画によれば、持続的な営農を行うために流亡し易い土壌、傾斜の急な農地では地力の維持と増進を図るために保全対策を講じることを求めている。また、クタフン森林保全サブセンター作成の治山5ヵ年計画（1994年始期）では Curup郡の対象地域だけでも1万ha以上の地域に各種テラスの造成を計画して、水土保持・地力の維持を図ることになっている。

社会経済文化条件調査では主な要因にあげられていないが、地表を露出するコーヒー栽培を行う土地利用によって問題が生じている民有地が少なくなく、水土保持強化の必要性が高くなっている。



### (3) 解決を図る方策

#### 1) 国有林について

保安林としてこのコーヒーの栽培をそのまま栽培を継続させることは適当でないので、コーヒー栽培に代わって森林保全にも役立つ多目的樹種等を植え込み、保安林としての機能を高めながら新たに植栽された樹種等の果実・樹液等を採取・利用することによって森林の機能の充実に併せて住民福祉の向上を図ることとする（住民参加型の森林造成事業）。

その他の林種の天然林、灌木林、二次林等についても、森林の内容充実を図ることが必要であると考えられるが、本計画において自然的な復元に委ねることとしている。森林造成に参加した住民は植栽木の保育・管理を行いながら、非木材林産物の採取を継続する。

また、国有林への不法入植対策の一環として、遠方からでも識別し易いヤシ類（当地域に適するもの）の植栽を計画する。

#### 2) 民有地について

##### ① 未利用民地の農地開発

農地不足対策として、民有灌木林等をインフラ整備によるアクセス向上を計りつつ農地への転換を行い、コーヒー等の適正栽培方式により生産地化を図る。

##### ② 低生産性

###### a. アグロフォレストリー

コーヒーのモノカルチャーの弊害を改善するには、収穫量、価格の低下等の収入が落ちたとき、その収入低下の補填となる作物を確保しておく必要がある。

そのため、庇蔭効果を考慮しながら、コーヒー園に果樹や建築用材となる樹木を混植した混栽農園化（農林業複合事業等）を図り、収入の増加・安定化に資する。

###### b. 普及、研修の拡充

彼ら自身の収入に繋がる低生産性からの脱却は最大の課題である。より安いコストで多収量のコーヒーを持続的に得るためには、コーヒー栽培の生産性改善対策（別冊資料G-4参照）や多品種等の育種等の導入を研修等によって普及定着化させることが必要である。

そこで、生産性改善を行って成果をあげている優秀な農家を毎年選考して表彰し、インセンティブとして相当額の副賞を贈呈することが消極的、保守的な農家を引きつける対策となり、それが地域の生産性向上につながると考えられる。

c. KUDの拡充を柱とする共同力、信用力の強化

コーヒー等の販売、購買等については、仲買人等に完全に依存し、対等な取引地位にはない。

そのため、全村が KUD制度を活用して信用力を高めると共に、取引単位の拡大や有利な販売の基礎となる品質の均一化を図る。また、研修等によって、マーケットや技術情報の基礎についてアクセスを図る。

d. インフラの整備

必要度の高い箇所に飲用水、アクセス道路等のインフラを整備する。

③ 失業者・土地なし農民増加対策

失業者、土地なし農民及び「畑地をわずかに所有する」農民は、国有林における住民参加型森林造成等への参加と農林業複合振興事業等を実施するための雇用労働者としての労働機会はあるが、事業主体としては活動範囲が限定されている。そこで、土地に大きく依存しない小規模畜産、養蜂等の振興及び小規模畑地内の飼料作物栽培を前提とした肉牛飼育等小規模ビジネスの開発によって恵まれない住民の収入機会の増加を支援する。

3) 水土保持対策の強化構想

表土や地表有機物の流亡の危険性の高い土壌や傾斜の農地については、下記のような流亡抑止の対策を講じることとする。

① 土壌・傾斜に応じた対策

住民が安定した農業を行い、生活を向上させていくために表土の流亡の危険性の高い土壌や傾斜等については、下記のとおり、流亡抑止の効果のある耕作方法や対策を講じる。

a. Acrisols土壌グループ (AC、ACC I、ACC II) 及びAndosols土壌グループ(ANC、ANI、AN II) は、表土の侵食の危険性が高い土壌グループであるので、裸地化しないよう樹木による被覆に留意する必要がある。

これらの土壌グループでは、傾斜15%以上の傾斜においては、ベンチテラスの設置(畑地で作設)、地力保全柵と植生帯(コーヒー園で作設)により、周辺や内部に樹木を導入する。

b. Cambisols土壌グループ(CM I、CM II、CM III、CM IV)、WS (Wetish/swampy soils) は、表土の侵食の危険性も高くないので、傾斜40%以上の傾斜地においては、周辺や内部に永年生樹木(建築用・果樹等)を導入したうえで単年生作物を栽培する。

c. LPR 土壌(Immatur soils) は急斜面にみられ、未熟土壌から構成されて表土がほとんどない。現存する森林は保存し、植生が乏しいところは保護樹林の造成を促す措置等を行う。

## ② 流域管理の強化

保全対象として優先すべきダム上流部を中心に、土壌損失の大きい流域について土砂流出抑止を実施する。村落がチェックダムの完成後に利用を希望すれば、淡水魚養殖に利用させるようにする。

また、主要河川の河畔において土壌侵食防止のために両岸に河畔林造成を計画する。河畔林に用いる樹種は、地盤保持力が強く防災効果の高い竹類等の導入を行い、地域住民の生活資材、販売用にも活用させる。

## 7-2 社会林業開発の基本項目

### (1) 住民参加システム

#### 1) 村落レベルの実施組織

村落レベルの実施組織としては、行政組織としてのLKMDの有力メンバーが核となる推進グループを設ける。こうした組織は、NGO・普及員と協力して、社会林業の進展を円滑に図ると共に、慣習による土地管理システムが弱体化して規制力を失ってきている地域の新たな管理システムの構築を図り、村落の中の秩序を維持・増大する狙いがある。

#### 2) 担当組織の強化

林業省関係の担当機関は、国有林が州林業事務所、民有地が県林業・土壌保全所であり、村落協同組合への加入を予定していることから、協同組合省(国、州、県の各機関)と共管することになる。

また、社会林業が農林業に関連した総合的アプローチであるため、国、州、県の各段階で様々な関係行政機関を網羅した諮問委員会を設けて連絡調整を図る。

州林政局の監督下に情報センターを設けて、諮問委員会、主管機関、推進グループ等の実施組織間のパイプ役的機能を果たし、社会林業の進捗に関する情報収集、指導/助言、研修、普及・広報、促進者や普及員の相互連絡等の業務を行う。

#### 3) 住民参加の促進者/仲裁者等

社会林業開発の特色は住民参加システムであり、グループで自然に計画が樹立され、実行できれば理想的である。しかし、住民は様々な営農規模で生活レベルの異なる集団であり、事業地の割当等利害の対立する場合には計画を取りまとめていくことが難しい

ことが多い。特に、今回の住民参加では、保安林内で植栽等を行っている他県の住民が絡む可能性があるので、利害が鋭く対立することが予想される。

こうしたことから、インドネシア国の社会林業開発で既に行われているように、村落住民とは等距離・公平で、村落開発の経験の深い者(NGO)を村落に駐在させ、村落指導者や地方政府機関と連携をとりつつ、住民と対話を深めながら普及員と協同して、仲裁役、促進役等の多角的な支援を行う。

## (2) 研修・普及の強化

住民に対する十分な農林業普及が行われていない等の理由から、農林業経営に関する様々な情報アプローチの難しい現状である。

生産性が伸びない状況の中では、普及員の現場展開力の強化を図ると共に、推進グループメンバー、KUDメンバー及び普及員に対し社会林業の研修を実施する。

年2回、3年程度継続して実施し、講師は、大学、研究所、輸出団体やエステート、NGO、農業／林業の専門技術者等を考えている。

## (3) 植栽樹種

### 1) 植栽樹種の選定

コーヒー園内等に植栽する多目的樹種については、造林総局長通達に掲載の樹種から不適当な樹種を除き、逆にこの地域の周辺で利用されている多目的樹種を加えてリストを作成した(別冊資料G-1)。更に、このリストから未確認の樹種を除外し、間作作物等を加えた樹種の土壌、標高(900mから3区分)による成長適性、用途、耐陰性等を検討して「植栽樹種及び間作作物の適性」を作成した(表7-1及び別冊資料G-2参照)。

### 2) 植栽樹種の組み合わせと植栽間隔

植栽樹種及び植栽間隔は、上記の表に掲載された樹種の中から適した樹種を選定して計画している。しかし、住民参加による検討・設計段階で計画された樹種が適当でないと考えられた時は、この表の他の樹種を選定することができるものとする。

樹種の組み合わせについては、樹種ごとの労働や所得の配分が1年間を通して平均化するようにする。また、コーヒー栽培の季節的な労働集中や所得の不均等を考慮する。

庇蔭性の強い果樹等のシナモン、サトウヤシ等は中央部を避け、境界部に植栽する。

なお、庇蔭樹は地力維持の観点からマメ科で、病虫害に配慮し複数の樹種にすることが望ましい。マメ科の庇蔭樹は窒素を固定し、深根性で落葉は腐植を供給する。

表7-1 植栽樹種及び間作作物の適性

樹種 及び間作作物	土壌 標高	Andosols			Others			目的			場所		市場性	耐陰性	備考				
		900m 以下	901~ 1,500m	1,501m 以上	900m 以下	901~ 1,500m	1,501m 以上	建築	多目的	庇蔭	国有林	私有地							
樹種	サトウヤシ	○	×	×	○	×	×	×	○	×	○	○	○	×					
	サラカヤシ	○	×	×	○	×	×	×	○	×	○	○	○	×					
	ビンロウ	○	×	×	○	×	×	×	○	×	○	○	○	×					
	ドリアン	○	×	×	○	×	×	○	○	×	○	○	○	×					
	ズク	○	×	×	○	×	×	×	○	×	○	○	○	○					
	ジェンコル	○	×	×	○	×	×	×	○	×	○	○	○	×					
	ククイノキ	○	○	×	○	○	×	×	○	×	○	○	○	×					
	メリンジョ	○	○	×	○	○	×	×	○	○	×	○	○	○	×				
	ジャックフルーツ	○	×	×	○	×	×	○	○	×	○	○	○	×					
	アボカド	○	○	×	○	○	×	×	○	×	○	○	○	×					
	ブクイ	○	×	×	○	×	×	×	○	○	○	○	○	×					
	カボック	○	×	×	○	×	×	×	○	×	○	○	○	×					
	マンゴスチン	○	×	×	○	×	×	×	○	×	×	○	○	×					
	バナナ	○	×	×	○	×	×	×	○	×	×	○	○	○					
	コーヒー (77樹種)	×	○	×	×	○	×	×	○	×	×	×	○	○					
	コーヒー (67樹種)	○	×	×	○	×	×	×	○	×	×	×	○	○					
	竹	○	○	×	○	○	×	○	○	×	○	○	○	×					
	メランティ	○	×	×	○	×	×	○	×	×	×	○	×	○	*				
	マホガニー	○	○	×	○	○	×	○	×	×	×	○	○	○	×				
	メルクシマツ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	×	○	×				
ダマールカチャ	○	○	×	○	○	×	○	○	×	○	○	○	○	×					
シナモン	○	○	×	○	○	×	○	○	×	×	○	○	○	×					
カユバワン	○	×	×	○	×	×	○	×	○	○	○	○	○	×	**				
グリリシディア	○	○	×	○	○	×	×	×	○	×	○	×	×	×					
レウカエナ	○	○	×	○	○	×	×	○	○	×	○	×	×	×					
カリアンドラ	○	○	×	○	○	×	×	○	×	×	×	○	×	×					
農作物	陸稲	○	○	×	○	○	×	/				×	○	○	×				
	トウモロコシ	○	○	×	○	○	×					×	○	×					
	豆類	○	×	×	○	×	×					×	○	×					
	キャベツ	○	○	○	○	○	○					×	×	○	×	○	○	×	
	ニンジン	○	○	○	○	○	○					×	×	○	×	○	○	×	
	トウガラシ	○	○	×	○	○	×					×	○	×	×	○	○	×	
	ショウガ	○	○	×	○	○	×					×	○	×	×	×	○	×	×

注: ○; 適する。 ×; 適さない。

\*; 樹高10cm以下は、耐陰性あり。 \*\*; 植栽後5年間は、庇蔭樹として利用できる。

植栽樹種及び間作作物の自然条件(降雨、気温、標高、土壌等)に対する適性に関して、次の資料に基づいて判定した。

(1) Jenis Pohon Serbaguna/Multi Purpose Tree Species(MPTS). Departemen Kehutanan, Sept. 1996

(2) Pedoman Agroforestry Dalam Perhutanan Sosial. Perum Perhutani, 1990

(3) Oldeman, L. R.: An Agro-Climatic Map of Sumatra. Contributions from the Central Research Institute for Agriculture Bogor, No. 52, 1979

#### (4) 事業の計画期間

この社会林業開発計画は、社会林業に対する住民の理解の程度、国有林と住民の過去の経緯及び事業規模等を総合判断して、7年間とする。

優先して開始するのは、国有林近隣の村落30村で、当初の3年で完成させる。

中でも、トライアルプロットについては最優先して当初1年で完成させる。

次は、これらに近い村落グループ33村で、3年目から着手し、5年で完成、また、最後の村落グループ30村は同様に最終7年に完成させることにする。

#### (5) 住民参加に対する政府助成等

社会林業における政府助成は、事業の趣旨・目的、特定受益者の存在等によって異なる。国有林での事業はすべて政府支弁、また公共的な事業については一般的に政府支弁として計画する（表7-22参照）。

民有地での事業は原則的に所有者の負担となるが、農林業複合振興等の民有地での事業では苗木、肥料を1回限り政府が配付する。土地なし住民に対しては、農耕に依存しないビジネスの振興を配慮し、畜産・養蜂のための初期投資を国で行う。

#### (6) 事業の実施体制

事業の実施体制は、財務の管理・指導、特別な技術分野に対応する外国コンサルタント、これらを補助する内国技術者等を計画した。

##### 1) 外国コンサルタント

定着可能な技術を用いているので、現場において実行可能であるが、必要な資機材総合的調達及び財務の管理指導・訓練に関すること及び短期間であるが、土木・建築、水文・水質、土壌流亡・地力維持と環境保全等の技術分野の外国人専門家を計画した（表7-27参照）。

##### 2) 内国技術者による補完

事業開始時期に土木・建築等が集中して対応しきれなくなるので、土木・建築、水文・水質、土壌流亡・地力維持と環境保全等の技術分野等内国技術者を外部コンサルタントの補助役として補充する。

また、事業の実施、財務の管理指導等に関する外国コンサルタントの補助者、2名を計画する。

## 7-3 国有林における計画

### (1) 住民参加型森林造成

現状のコーヒー園を対象に、有用樹種（造林用樹種及び多目的樹種を総称する）の植栽により樹種の転換を図る。

ワークショップの討議結果や、コーヒーの有効結果樹齢（5～8年）から考慮して、有用樹種の植栽後、約5年間はコーヒーの収穫が継続できるものとする。

Dinas Kehutanan TKIが国有林界に沿って竹のプロジェクトを計画しているため、本計画ではこの区間は国有林界から500m以上離して計画する。

#### 1) 植栽樹種

植栽樹種は、マホガニー、ダマールカチャ、ドリアン、サトウヤシ、ジェンコル、プタイ、ククイノキ、アボカド、メリンジョ及びメルクシマツとする。

#### 2) 植栽方法

樹木の植え付け時期は、10～2月（雨期）とする。植え付けは、等高線に沿って、樹種ごとに交互に列植する。

成長が早く、しかも大径木となるククイノキ等の有用樹種は、植栽地の中央部を避け、境界部に配置する。

コーヒー園を標高900m以下、901～1,500m及び1,501m以上に区分し、それぞれの標高に適合した有用樹種を植え込む。

標高別コーヒー園の植栽樹種と植栽本数は、次のとおりとする。

##### ① 標高900m以下のコーヒー園

造林用樹種のマホガニー(200本/ha)及びダマールカチャ(200本/ha)を合計400本/ha、その樹間に多目的樹種のドリアン(20本/ha)、サトウヤシ(20本/ha)、ジェンコル(20本/ha)、プタイ(20本/ha)及びククイノキ(20本/ha)を合計100本/ha植栽する。

##### ② 標高901～1,500mのコーヒー園

造林用樹種のメルクシマツ(200本/ha)及びダマールカチャ(200本/ha)を合計400本/ha、その樹間に多目的樹種のアボカド(30本/ha)、メリンジョ(30本/ha)及びククイノキ(40本/ha)を合計100本/ha植栽する。

##### ③ 標高1,501m以上のコーヒー園

メルクシマツを3m×2m程度(1,660本/ha)の間隔で植栽する。

### 3) 保育方法

植栽木の保育は、適時行う。

### 4) 収穫

多目的樹種の収穫樹齢については、表7-2に示すとおりである。

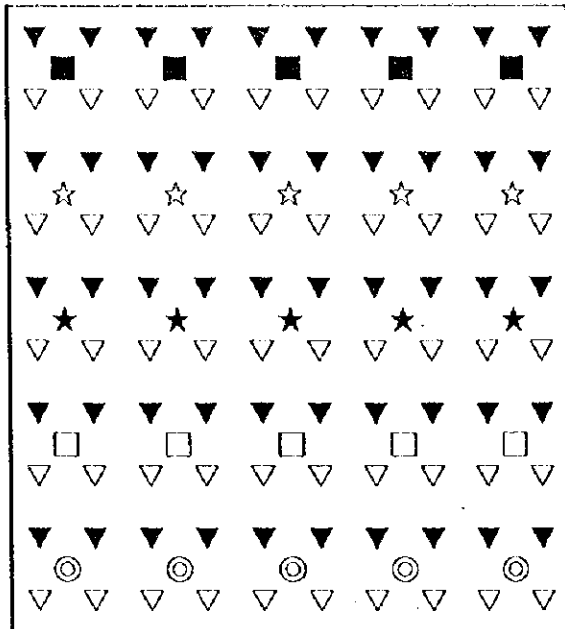
以上の住民参加型森林造成に係る計画数量は表7-3に、その植栽パターンは図7-2に示すとおりである。

表7-2 多目的樹種(住民の副収入・コーヒー収量増加のため)の特性

樹種	収穫樹齢(年)		開花期 (月)	結果期 (月)	繁殖方法	備考
	開始	終了				
サトウヤシ	10	15	通年	通年	種子	
サラカヤシ	3	25	通年	通年	種子	雌雄異株。
ピンロウ	7	25	通年	通年	種子	
ドリアン	8	40	12~1、7~8	6~8、11~1	種子、接木	接木容易。 接木苗の場合、4年目から収穫できる。
ジェンコル	4	30	7~8	6~8	種子	
ククイノキ	3	20	2~3	2~8	種子	早成樹。
メリンジョ	6	50	7~8	10~11	種子	雌雄異株。
ジャックフルーツ	5	30	通年	通年	種子	
アボカド	5	30	2、8	6~7、11~12	種子	
ブタイ	5	30	4~5、8~9	8、12~1	種子	
カボック	3	30	1、7	4、10	種子、挿木	
マンゴスチン	7	50	3~4、9~10	7~8、1~2	種子、接木	接木苗の場合、5年目から収穫できる。
ミカン	3.5	11~	12~1	7~8	挿木	
バニラ	3	11	7~8	3~4	挿木	
コーヒー(7月種)	2.5	20~25	5~8	4~6	種子、挿木、接木	
コーヒー(8月種)	2.5	20~25	5~8	4~6	種子、挿木、接木	
竹	5	--	--	11~3	挿木、株分け	
メルクシマツ	11	30	--	--	種子	樹液採取。
グマールカチャ	30	100	2	8	種子(天然実生)	樹液採取。
シナモン	--	5	9~10	2~3	種子	5年目に収穫。
カユバワン	--	10	5~6	--	種子、挿木	伏期10年。
グリリシディア	--	--	7~8	--	挿木	挿木容易。窒素固定。
レウカエナ	--	--	4~5	6~8	挿木	窒素固定。
カリアンドラ	--	--	通年	通年	種子	蜜源。
ダダブ	--	--	7~8	--	挿木	

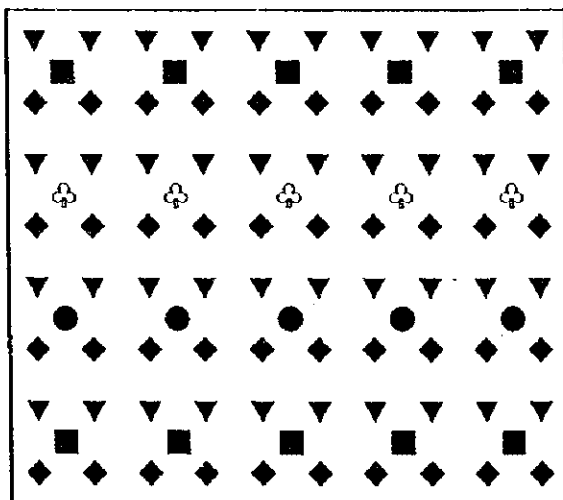
注：グマールカチャは発芽や発根が困難とされているので、苗木には山引き苗(Wildling)を用いる。





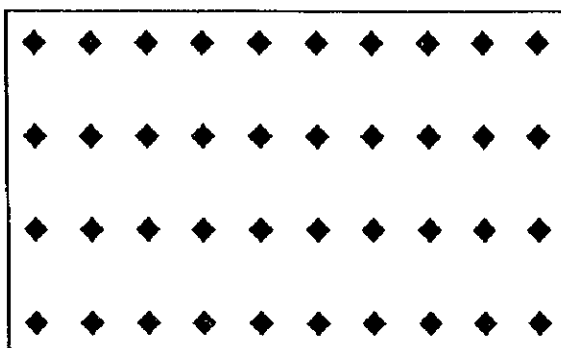
凡 例		
☆	ブタイ	( 20本/ha)
■	ククイノキ	( 20本/ha)
★	ドリアン	( 20本/ha)
◎	サトウヤシ	( 20本/ha)
□	ジェンコル	( 20本/ha)
▼	ダマールカチャ	(200本/ha)
▽	マホガニー	(200本/ha)

(1) 標高900m以下のコーヒー園



凡 例		
■	ククイノキ	( 40本/ha)
♣	アボカド	( 30本/ha)
●	メリンジョ	( 30本/ha)
▼	ダマールカチャ	(200本/ha)
◆	メルクシマツ	(200本/ha)

(2) 標高901～1,500mのコーヒー園



凡 例		
◆	メルクシマツ	(1,660本/ha)

(3) 標高1,501m以上のコーヒー園

図7-2 住民参加型森林造成に係る植栽パターン

表7-3 住民参加型森林造成に係る計画数量

作 業				計画数量
国有林	住民参加型森林造成	有用樹種の植栽 (1,597ha)	標高 900m以下	930 ha
			標高 901~1,500m	637 ha
			標高 1,501m以上	30 ha

(2) 住民参加型境界木植栽

Dinas Kehutanan TKIが国有林界に沿って竹のプロジェクトを計画しているため、本計画ではこの区間を除いて計画する。

1) 植栽樹種

植栽樹種は、国有林界を明確にするため多目的樹種のサラカヤシ、ピンロウ及びサトウヤシのヤシ類とする。

2) 植栽方法

国有林界に沿って、サラカヤシ（1本/10m）、ピンロウ（1本/10m）及びサトウヤシ（1本/50m）を10mの間隔で交互に列植する。

3) 保育方法

植栽木の保育は、適時行う。

4) 収 穫

多目的樹種の収穫樹齢については、表7-2に示すとおりである。

以上の住民参加型境界木植栽に係る計画数量は表7-4に、その植栽パターンは図7-3に示すとおりである。

表7-4 住民参加型境界木植栽に係る計画数量

作 業		計画数量
国有林	住民参加型境界木植栽	30 km

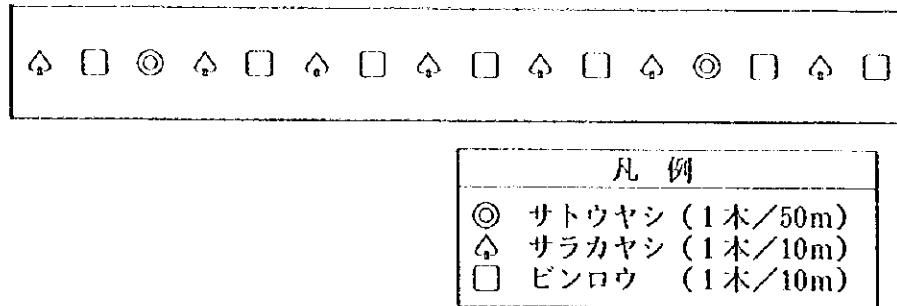


図7-3 住民参加型境界木の植栽に係る植栽パターン

## 7-4 民有地における計画

### 7-4-1 樹木の植栽と土壌保全対策

#### (1) 農林業複合振興（既存）

プロジェクトエリアにおける主要な土地利用形態の一つであるコーヒー園について、土壌保全、所得の増加、所得の平均化、自家用木材・資材の供給等を目的として、土壌保全対策工法の導入や、樹木と農作物とを長期的に組み合わせて双方の持続的生産を意図するアグロフォレストリー手法の導入等により農林業複合振興（既存）を計画する。

現状がコーヒー園で、LPR土壌を除く箇所〔ただしエステート(HGU権)地を除く〕を対象に、有用樹種の植栽による上木の改善とコーヒーの持続的生産を計画する。

この農林業複合振興（既存）計画は、主に調査対象地域、コーヒー及びカカオ研究所(Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember)等における調査結果に基づくものである。

#### 1) 上木の植栽

##### ① 植栽樹種

植栽樹種は、住民参加型森林造成に準じて選定する。

植栽樹種は、有用樹種のドリアン、サトウヤシ、ジャックフルーツ、プタイ、カユパワン、アボカド、メリンジョ、シナモン及び庇蔭樹のレウカエナとする。

プロジェクトエリアにおけるドリアンの優良品種は、Dinas Pertanian によれば、Tembaga が良い。また、通常、ドリアンの収穫開始樹齢は、植栽後8年目であるが、接木苗を利用すれば、4年目から収穫できる。ドリアンの場合、接木は容易である。

##### ② 上木の樹冠疎密度の増加と維持

現状が上木の樹冠疎密度70%以下のコーヒー園を対象にして、植栽間隔5m×5m程度（成林時400木/ha）を目標に樹木を植え込み、上木の樹冠疎密度を増加する。また、現状が上木の樹冠疎密度71%以上のコーヒー園については、上木の樹種の転換により上木の樹冠疎密度を維持する。

a. 植 栽（樹冠疎密度70%以下）

a) 上木の樹冠疎密度10%以下のコーヒー園

有用樹種 100本/ha、庇蔭樹 150本/ha、合計 250本/ha程度植え込む。

b) 上木の樹冠疎密度11~30%のコーヒー園

有用樹種 100本/ha、庇蔭樹50本/ha、合計 150本/ha程度植え込む。

c) 上木の樹冠疎密度31~70%のコーヒー園

有用樹種を 100本/ha程度植え込む。

b. 樹種の転換（樹冠疎密度71%以上）

a) 上木の樹冠疎密度71%以上のコーヒー園

有用樹種を 100本/ha程度植え込む。

③ 植栽方法

現状のコーヒー園を標高 900m以下と 901~ 1,500mに区分し、それぞれの標高に適合した上木の樹種を植え込む。

標高別コーヒー園の植栽樹種と植栽本数は、次のとおりとする。

a. 標高 900m以下のコーヒー園

ドリアン（5本/ha）、サトウヤシ（5本/ha）、ジャックフルーツ（5本/ha）、プタイ（10本/ha）、カユバワン（5本/ha）、シナモン（70本/ha）及びレウカエナ（0~150本/ha）を植栽する。

b. 標高 901~ 1,500mのコーヒー園

アボカド（15本/ha）、メリンジョ（15本/ha）、シナモン（70本/ha）及びレウカエナ（0~150本/ha）を植栽する。

④ 保育方法

植栽木の保育については、農林業複合振興（新規）に準じて行う。

⑤ 収 穫

シナモンの伐期は5年、カユバワンの伐期は10年とする。

有用樹種とコーヒーの収穫樹齢については、表7-2に示すとおりである。

なお、コーヒー園に植栽されるサトウヤシの精製燃材は、コーヒーの上木やコーヒーの枝打ち材や伐木材を利用する。「Analisa, Usaha Tani Tanaman Aren」Mejorejo 農業普及所（Padang Ulak Tanding 郡）によれば、サトウヤシ1本から1日に生産される黒糖 1.5kgを精製するのに必要な燃材の量は 0.016m<sup>3</sup>と推定される。

## 2) 土壤保全対策

土壤生産性を維持してコーヒー収穫の低下を防ぐと共に、コーヒー園の土壤侵食を防止するため、土壤の特性や傾斜の程度に応じて地力保全柵及び地力保全柵と植生帯を造成する。

### ① 地力保全柵

Andosols及びAcrisols土壤グループで傾斜15～40%の箇所とCambisols 土壤グループで40%以上の箇所には、等高線方向に地力保全柵を設置する。

材料には、帯梢にはコーヒーの伐木、竹、庇蔭樹の枝条等を利用、杭木には萌芽性に優れたグリリシディア等を用いる。地力保全柵の改修は、3～5年ごとに行う。

### ② 地力保全柵と植生帯

Andosols及びAcrisols土壤グループで傾斜40%以上の箇所には、地力保全柵と植生帯を設置する。

地力保全柵の設置方法は、①に準じて行う。

植生帯に用いる植栽樹種は、土壤保全効果が高いグリリシディア及び経済性の高いシナモンとする。

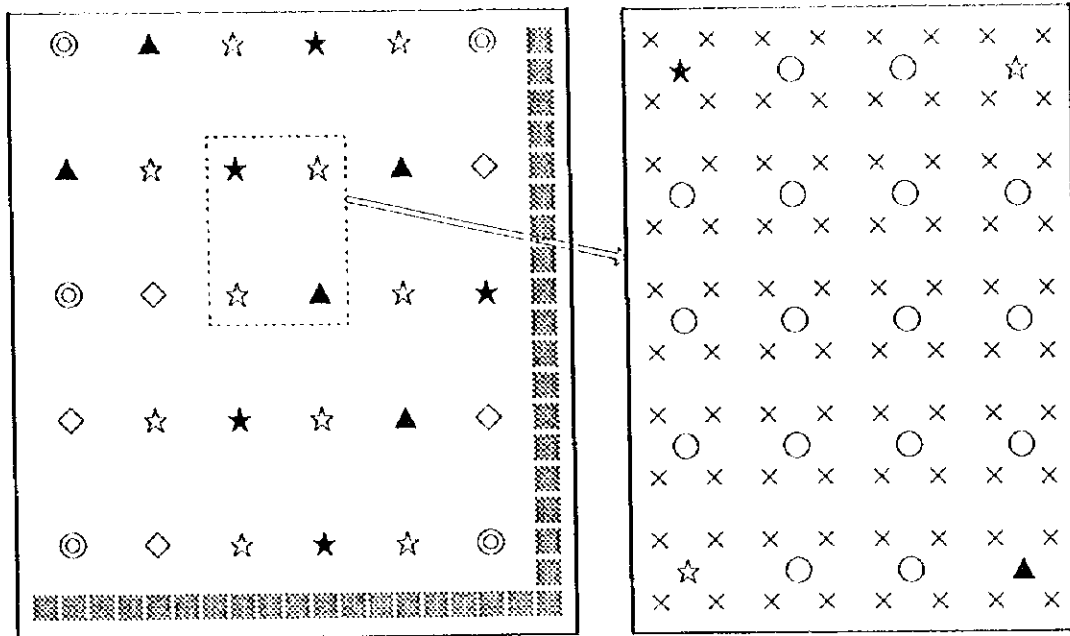
植栽方法は、地力保全柵の上方にグリリシディアを1mに1本、シナモンを2mに1本、それぞれ交互に列植するとよい。グリリシディアは、直挿しとする。

植栽木の保育は適時行う。シナモンは植栽後5年目に収穫し、萌芽更新とする。

以上の農林業複合振興（既存）に係る計画数量、その植栽パターン、地力保全柵及び地力保全柵と植生帯の標準断面図及び植生帯の植栽パターンは、それぞれ表7-5、図7-4、図7-5及び図7-6に示すとおりである。なお、計画後の樹木及び農作物の収穫量の経年変化の予測については、別冊資料G-3に示すとおりである。

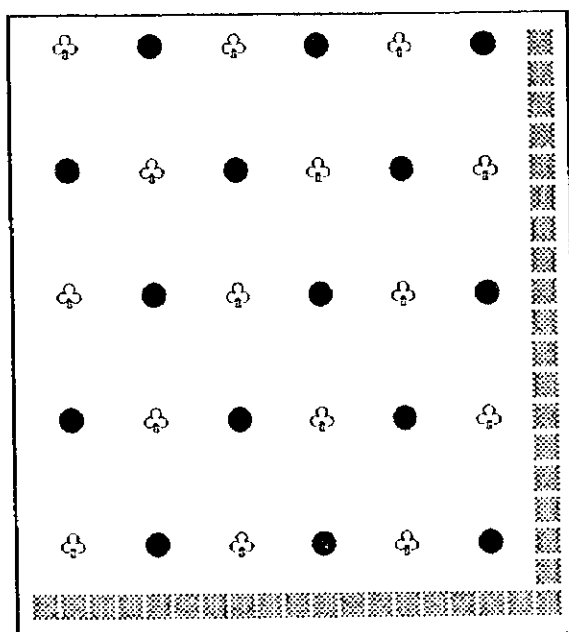
表7-5 農林業複合振興（既存）に係る計画数量

作 業		上木の植栽	土壤保全対策	計画数量
民有地	農林業複合振興 （既存） (24,809 ha)	標高 900m以下 (20,542ha)	土壤保全対策なし	15,272 ha
			地力保全柵	5,187 ha
			地力保全柵と植生帯	83 ha
		標高 901～1,500m (4,267ha)	土壤保全対策なし	3,207 ha
			地力保全柵	963 ha
			地力保全柵と植生帯	97 ha



凡例	
★	ドリアン (5本/ha)
◎	サトウヤシ (5本/ha)
▲	ジャックフルーツ (5本/ha)
☆	プタイ (10本/ha)
◇	カユバワン (5本/ha)
⊞	シナモン (70本/ha)
○	庇蔭樹
×	コーヒー

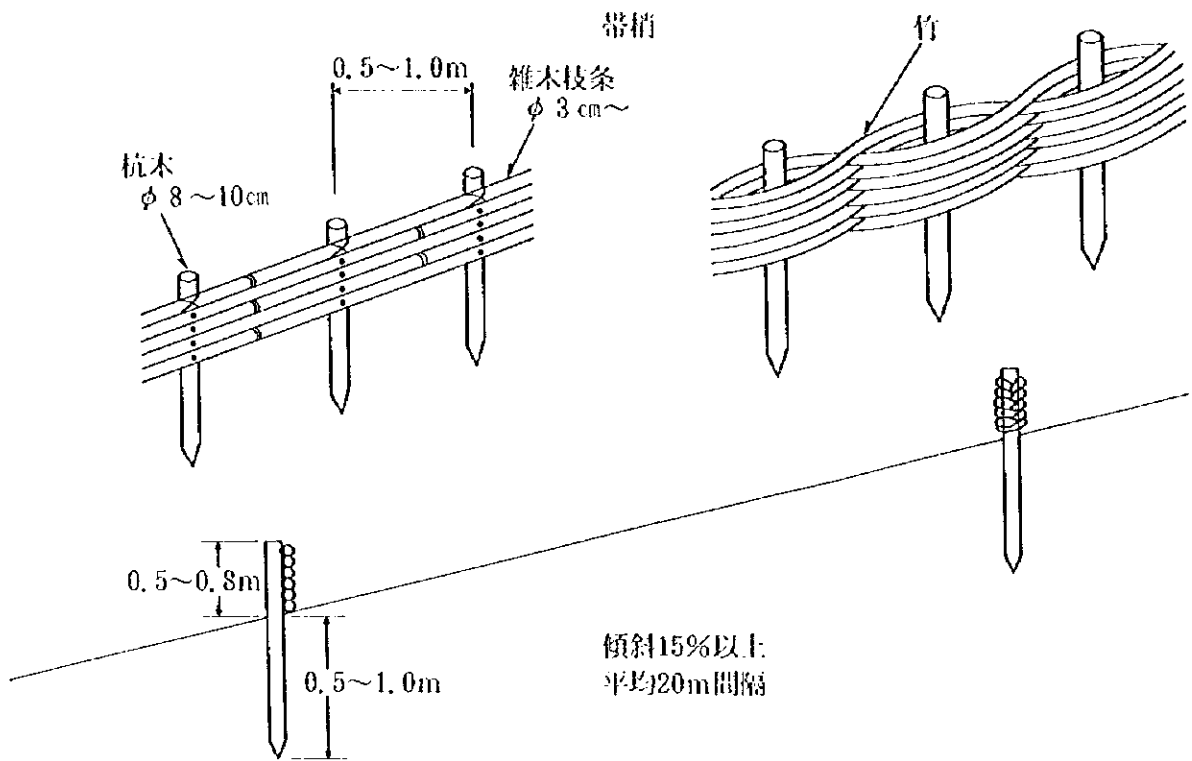
(1) 標高900m以下のコーヒー園



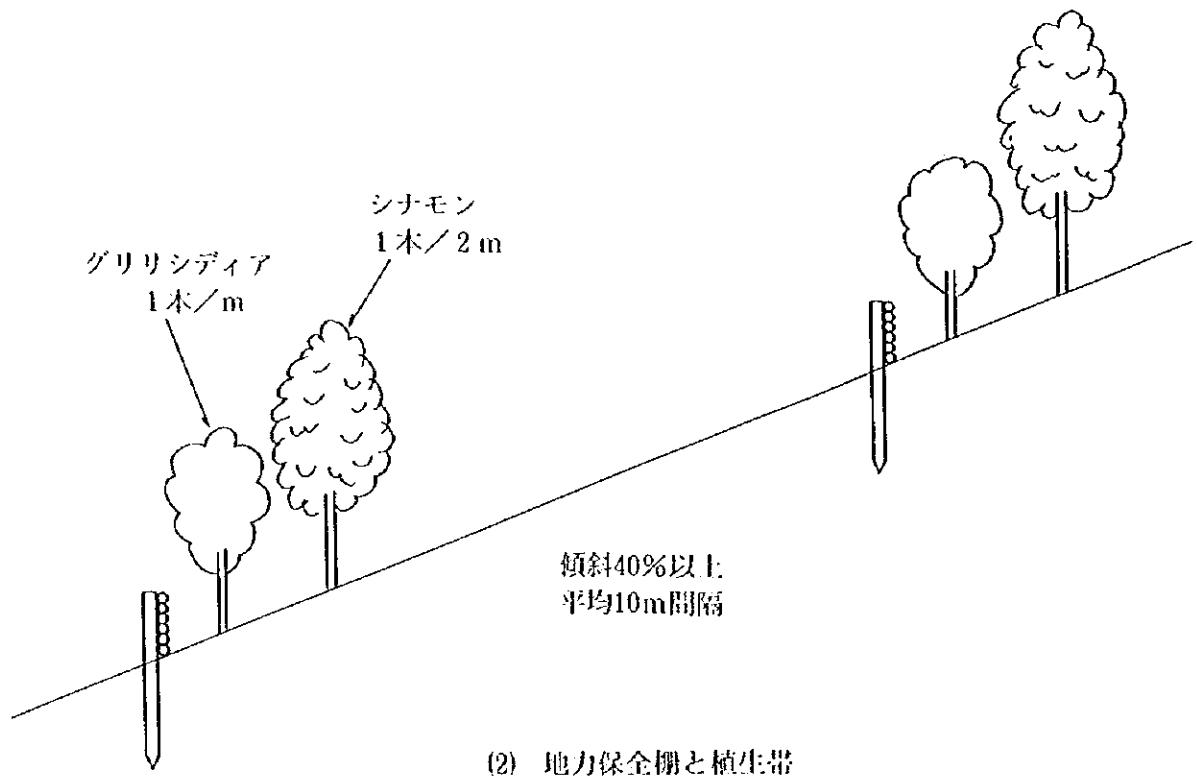
凡例	
♣	アボカド (15本/ha)
●	メリンジョ (15本/ha)
⊞	シナモン (70本/ha)

(2) 標高901~1,500mのコーヒー園

図7-4 農林業複合振興(既存)及び農林業複合振興(新規)に係る植栽パターン



(1) 地力保全柵



(2) 地力保全柵と植生帯

図7-5 地力保全柵及び地力保全柵と植生帯

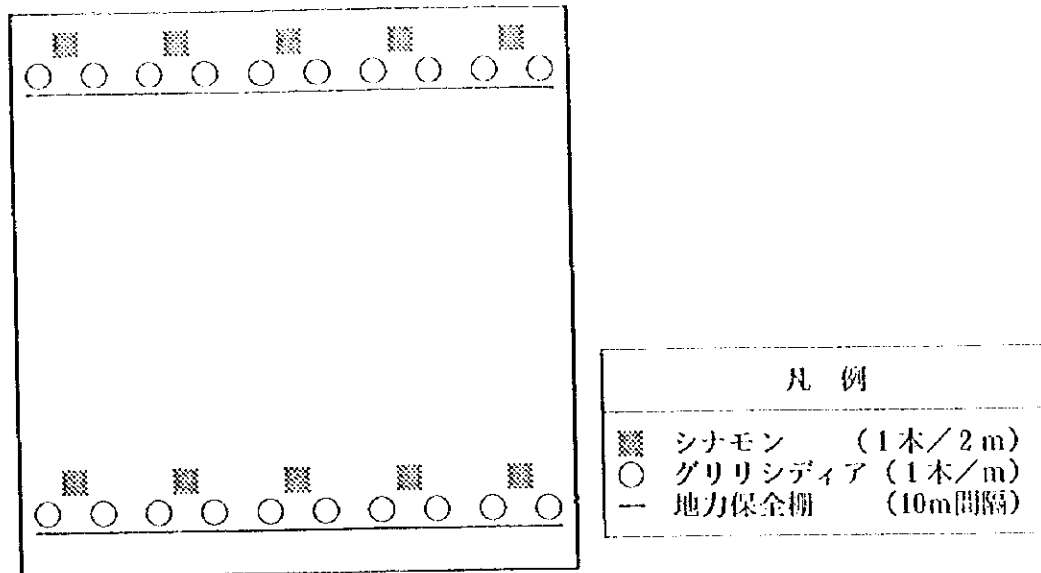


図7-6 植生帯に係る植栽パターン

## (2) 農林業複合振興（新規）

現状が灌木林で、LPR 土壌を除く箇所を対象に計画する。農林業複合振興（新規）計画数量は、現地調査等の結果に基づいて、コーヒー園として造成可能な面積を現状の灌木林面積の約60%と想定して計画した。

### 1) 樹木の植栽

#### ① コーヒーの植栽

植栽本数 1,600木/ha(2.5m×2.5m)で植栽する。コーヒーの植え付けの方向は、等高線に沿った植え列とする。

コーヒーの植栽時期は、雨期の始め（10月）が最も望ましい。欠株や生育不良の株の場合、なるべく早く補植する。

コーヒーの品種の選定は、自然環境に対する要求、市場性等を検討することが必要である。標高 800m以下ではロブスタ種、800m以上ではアラビカ種が適しているといわれている。プロジェクトエリアにおいては、現状では耐病虫性に優れたロブスタ種が栽培されているが、将来、市場が確保されれば、アラビカ種の栽培が可能である。

#### ② 上木の植栽

上木の植栽樹種、植栽本数、植栽方法等は、コーヒー園の改善に準ずる。

庇蔭樹の植栽は、さら地から始める場合には、コーヒーの初期生育を促進させるため、永年的な庇蔭樹 (Permanent Shade Trees)のほかに、生育の早い一時的な庇蔭植物(Temporary Shade Plants)を植栽する。永年的な庇蔭樹 (Permanent Shade Trees)に適する樹種は、深根性でコーヒーと水や養分の競合が少なく、開張性で、幹に刺が



なく、適当な庇蔭が得られるよう枝打ち作業が容易なもの、病虫害に侵されにくいものがよい。

### ③ 保育方法

植栽木の保育については、2) ①の項に準じて行う。

### ④ 収 穫

有用樹種とコーヒーの収穫樹齢については、表7-2に示すとおりである。

## 2) コーヒー園の管理と栽培技術の改良

### ① 上木の管理

庇蔭樹は、相対照度を75%に保つよう、1年に1回程度、雨期の始め(10月)に枝打ちする。樹冠下の相対照度の低い有用樹種については、枝打ちにより枝下高を高くし樹冠下の相対照度を高める。上木の枝打ちした枝葉は、緑肥や家畜の飼料として利用する。

コーヒーの改植にあたっては、さら地にせず、上木を保残させる。

### ② コーヒーの整枝法

従来の伝統的な整枝法を、適正な整枝法に改める。コーヒーの整枝法については、5-3(1)1) ②e. の項に示すとおりである。

### ③ 施 肥

コーヒーの施肥基準は、表7-6に示すとおりである。施肥は、雨期の始めと終わりの1年に2回行う。

刈り取った雑草、Hedge Crops やCover Crops (被覆作物)、上木の枝打ちした枝葉、間作作物の残渣等をコーヒーの株の周りへ敷いたり、コーヒーの株の間に穴を掘り埋めたりすることによって施肥効果が期待できる。有機物の供給は、土壤構造を良くして、水の浸透と保水力を高める。

表7-6 コーヒーの施肥基準

単位：g/本

植栽年数	雨期の始め				雨期の終わり			
	Urea	TSP	KC ℓ	MgO	Urea	TSP	KC ℓ	MgO
1	20	20	15	10	20	20	15	10
2	50	30	40	15	50	30	40	15
3	75	40	50	25	75	40	50	25
4	100	40	70	35	100	40	70	35
5~10	150	60	100	50	150	60	100	50
11~	200	80	125	70	200	80	125	70

注： Urea；尿素、TSP；三重過リン酸石灰、KC ℓ；塩化カリウム  
MgO；酸化マグネシウム

出典： Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember

#### ④ 除 草

コーヒー栽培で、特に雑草が問題になるのは、幼樹の時期や疎植の場合に、雑草の侵入が多い。特に、イネ科雑草の根は表土に密に張り養分や水分の吸収力が強いため、表土においてコーヒーの細根と競合し易い。従来行われてきた土壌面を露出した清耕栽培(Clean Culture)は、土壌侵食により土壌腐植含有量の低下を起こすおそれがある。雑草防除方法として、農作物の間作、マルチング(Mulching)、Cover Crops(被覆作物)の栽培、除草剤の使用等が効果的である。

##### a. 間作 (Intercropping)

植栽後2年間は、間作作物の栽培管理により、除草作業が省略できる。

##### b. マルチング (Mulching)

間作後は、雑草を1年に3回程度刈り取り、マルチングの材料として利用する。

マルチングは、乾期には土壌の保水力を高め、蒸発によるロスを少なくし、雨期には雑草を防除する。また、地温を低下させ、腐植の供給に役立ち、傾斜地では土壌の流亡を防ぐ。

##### c. Cover Crops (被覆作物)

マメ科の緑肥作物を用いた草生栽培 (Sod Culture)は、雑草防除効果と同時に、有機物の補給効果も期待できる。コーヒーは表土に細根が多く分布しているため、Cover Crops の種類の選定や管理を適切にする必要がある。

##### d. 除草剤

除草剤を使用する場合には、環境面での配慮から、パラコート剤等のような残留毒性の強い除草剤の使用は極力避け、残留毒性の少ない種類を選ぶ。また、散布濃度についても考慮する。

#### ⑤ 病虫害防除

病虫害の防除にあたっては、環境面での配慮から、有機塩素系殺虫剤等のような残留毒性の強い農薬の使用は極力避け、残留毒性の少ない農薬の種類を選ぶ。可能ならば、生物学的・生態学的防除方法も導入し、総合的な防除になるよう努める。また、散布濃度についても考慮する。

コーヒー栽培の主な作業スケジュールは、表7-7に示すとおりである。

表7-7 コーヒー栽培の作業スケジュール

作業 月	200mm以上					200mm以下				200mm以上		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
準備												
育苗												
植付												
剪定と枝打ち												
施肥												
除草と薬散												
収穫												

3) 間作

コーヒーの収穫が始まるまでの2年間、間作が可能である。間作をすることにより、自家消費用食糧の確保と現金収入の増加が期待できる。また、栽培管理により、雑草も防除できる。残渣は、マルチング材料としても利用できる。

間作作目の選定及び組み合わせ、新品種の導入等に関して、次のとおり計画する。

- a. 間作作目は、陸稲等の自家消費用作物や、ラッカセイ、キャベツ、トウガラシ等の経済性、換金性の高い作物を選定する。特に、間作作目は、地力維持の観点からマメ科の農作物が良い。キャッサバ等の吸肥性の強い農作物は、コーヒーの間作に適さない。傾斜地では、土壌保全上、キャッサバ等の塊根作物を避ける。
- b. 作目の選定及び組み合わせにあたっては、月毎の労働量及び収益に変動がなく均等となるようにする。
- c. 新品種の導入にあたっては、高収量及び高品質の品種、病虫害に対して抵抗性のある品種等を選ぶ。

主な間作作物の適性は表7-1に、その作期は、表7-8に示すとおりである。

表7-8 主な間作作物と作期

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
陸稲 ラッカセイ ダイズ												
キャベツ トウガラシ トウモロコシ												

凡例： ——— 栽培期間

#### 4) 土壌保全対策

農林業複合振興（既存）に準じて行う。

以上の農林業複合振興（新規）に係る計画数量は、表7-9に示すとおりである。なお、計画後の樹木及び農作物の収穫量の経年変化の予測については、別冊資料G-3に示すとおりである。

表7-9 農林業複合振興（新規）に係る計画数量

作 業		樹木の植栽	土壌保全対策	計画数量
民有地	農林業複合振興 （新規） （2,145 ha）	標高 900m以下 （1,775ha）	土壌保全対策なし	1,323 ha
			地力保全柵	446 ha
			地力保全柵と植生帯	6 ha
		標高 901~1,500m （370ha）	土壌保全対策なし	277 ha
			地力保全柵	84 ha
			地力保全柵と植生帯	9 ha

#### (3) 保護樹林の造成

現状がコーヒー園または畑地で、LPR 土壌の粘土の箇所を対象に計画する。

##### 1) 植栽樹種

植栽樹種は、土壌保全に効果的なグリリシディア、竹及びカボックとする。竹の種類は、荷生産に適しているBetungとする。

##### 2) 植栽方法

植え付けは、グリリシディアを3m×2m程度(1,600本/ha)の間隔で植栽し、その樹間に竹(100本/ha)及びカボック(100本/ha)を等高線に沿って、それぞれ交互に列植する。

##### 3) 保育方法

植栽木の保育は、適時行う。

##### 4) 収 穫

有用樹種の収穫樹齢については、表7-2に示すとおりである。

以上の保護樹林の造成に係る計画数量は表7-10に、その植栽パターンは図7-7に示すとおりである。

表 7-10 保護樹林の造成に係る計画数量

作 業		計画数量
民有地	保護樹林の造成	418 ha

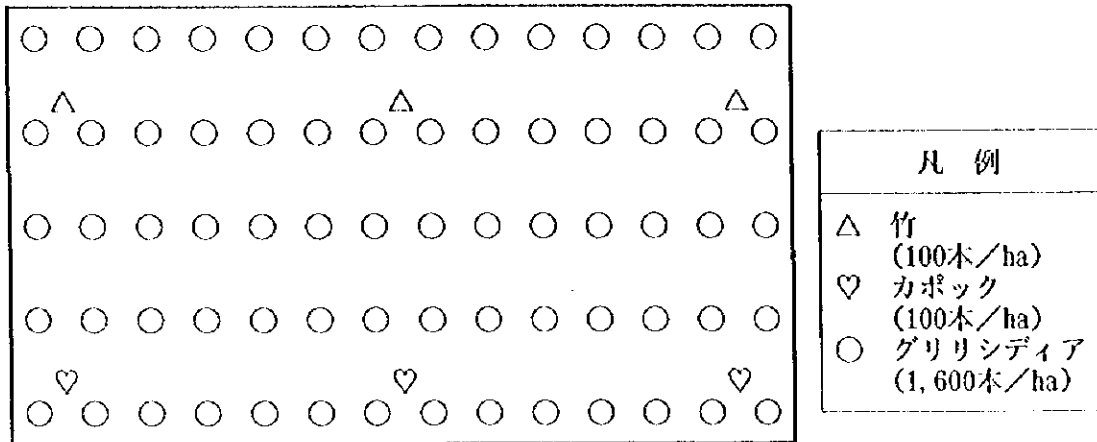


図 7-7 保護樹林の造成に係る植栽パターン

(4) 畑地の改善

畑地は、コーヒー園と異なり土壌侵食を受け易い。畑地の土壌侵食を防止するため、土壌の特性や傾斜の程度に応じてベンチテラスを造成する。

1) ベンチテラス (Teras Bangku) の造成

Andosols及びAcrisols土壌グループで傾斜15%以上の箇所と Cambisols土壌グループで40%以上の箇所には、ベンチテラス (Teras Bangku) を設置する。なお、ベンチテラスには地表流排水用の水路を付帯する。

2) テラスにおけるHedge Crops(テラスを補強するためテラスの縁を被覆する作物) の植栽

Hedge Crops の列状縁植栽によりテラスを補強する。Hedge Crops の種類は、庇蔭用、飼料用または緑肥用となる樹木や農作物を用いる。コーヒーは表土に細根が多く分布しているため、Edge Cropsは根が直根で横に張らないものが良い。

3) 栽培技術の改良

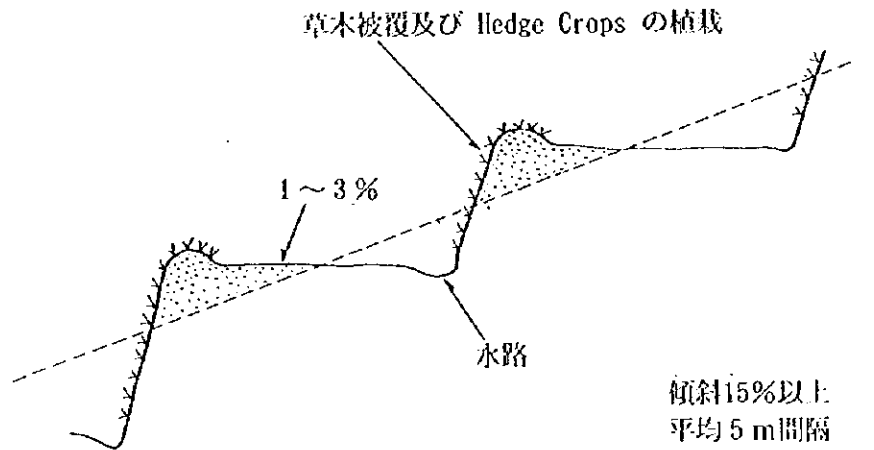
農作目の選定及び組み合わせ、新品種の導入等に関して、(2)3) の間作の項に準じて計画する。

以上の畑地の改善に係る計画数量は表 7-11に、ベンチテラスと水路工の標準断面図は図 7-8に示すとおりである。なお、計画後の農作物の収穫量の経年変化の予測について

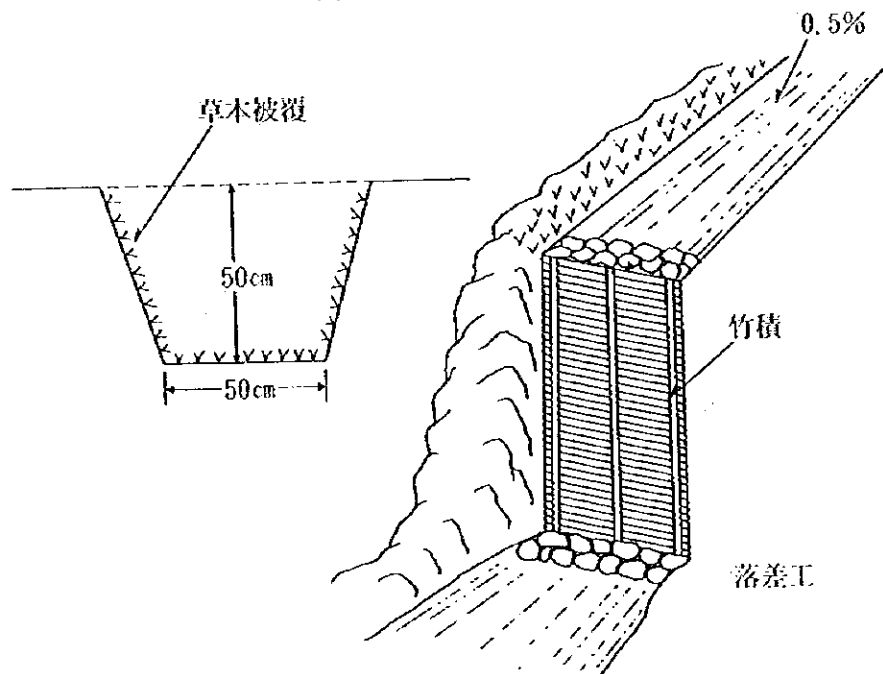
は、別冊資料G-3に示すとおりである。

表7-11 畑地の改善に係る計画数量

作 業		計画数量
民有地	畑地の改善：ベンチテラスの設置	1,442 ha



(1) ベンチテラス



(2) 水路工

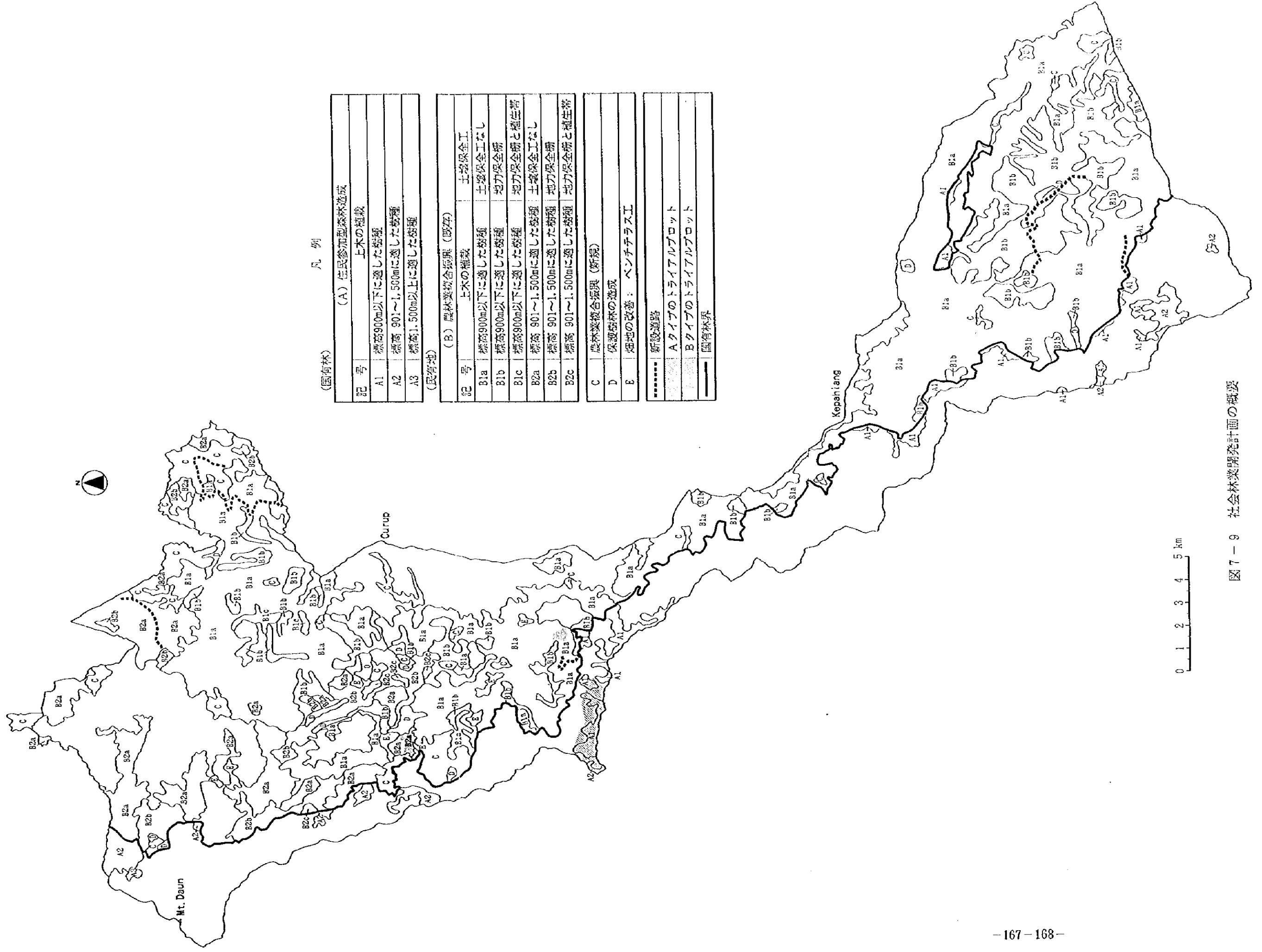
図7-8 ベンチテラスと水路工

以上の計画の概要は、図7-9に示すとおりである。









凡 例

(国有林)	
(A) 住民参加型森林造成	
記号	上木の植栽
A1	標高900m以下に適した樹種
A2	標高 901~1,500mに適した樹種
A3	標高1,500m以上に適した樹種
(民有地)	
(B) 農林業複合振興 (既存)	
記号	上木の植栽
B1a	標高900m以下に適した樹種   土壌保全工なし
B1b	標高900m以下に適した樹種   地力保全棚
B1c	標高900m以下に適した樹種   地力保全柵と植生帯
B2a	標高 901~1,500mに適した樹種   土壌保全工なし
B2b	標高 901~1,500mに適した樹種   地力保全柵
B2c	標高 901~1,500mに適した樹種   地力保全柵と植生帯
C	農林業複合振興 (新規)
D	保護森林の造成
E	畑地の改善: ベンチテラス工
----- 新設道路	
Aタイプのトライアルプロット	
Bタイプのトライアルプロット	
—— 国有林界	

図7-9 社会林業開発計画の概要



## 7-4-2 チェックダム及び河畔林造成

### (1) チェックダムの造成

プロジェクトエリアの中で土壌侵食量が大きいとみられる流域を対象に、流出土砂を抑制するためチェックダムの造成を計画する。対象とする流域は、土壌侵食量が 20ton/ha/year以上と推定される流域区分No 2 (Air Pikat Kering)、No 1 (Air Lanang)、No 6 (Air Dendan) の各流域、及び 18.7ton/ha/yearとこれらに次いで大きな土壌侵食量を示したNo 5 (Air Mundu)流域とした(6-2の項参照)。また、No 7 (Air Musi)流域の土壌侵食量は 14.3ton/ha/yearと大きくはないが、この流域の中でBukit Basa周辺は傾斜約 30%以上の斜面に畑地がモザイク状に分布しており土壌侵食量が大きいと考えられることから、No 7流域についてはBukit Basa周辺地域を上記の対象流域に加えた。インドネシア林業省ではチェックダム(アースダム)の造成の対象とする流域面積を 100~250ha としていることから、上記の対象流域に含まれる流域面積 100~250ha 程度の小流域56箇所を取り上げ、それぞれについて土壌侵食量を推定した。土壌侵食量の推定にあたり、各小流域を縮尺1/25,000地形図上で1辺1cmの方眼に区分し、各小流域に含まれるすべての方眼について前述6-2の項の手法により土壌侵食量を推定した。

土壌侵食の許容量についてアメリカでは 5 ton/acre/year (12.4ton/ha/year) を上限として用いられている。土壌の生成速度が土壌の種類により異なり、プロジェクトエリアの土壌の種類についての土壌生成速度が明らかではないので土壌侵食の許容量を明確には決められない。本調査ではチェックダムの造成を計画するための土壌侵食量を、アメリカで用いられている土壌侵食許容量の上限値の約2倍の 25ton/ha/year以上とした。なお、インドネシアでは土壌侵食許容量として、土壌の特徴に応じ表7-12に示す値が示されている。これによればプロジェクトエリアの土壌侵食許容量は 1.2~2 mm/year (14.4~24ton/ha/year)程度と考えられ、本調査でチェックダムの計画の基準とした土壌侵食量の設定は妥当なものといえる。上述の56箇所の小流域から選定したチェックダム造成計画箇所は表7-13のとおりで、計画数量は16基である(図7-10参照)。チェックダムは高さ8m、長さ50m、貯砂量 17,000tonのアースダムを標準とし、集水域が概ね 100~150ha となるようダムサイトを選定する。

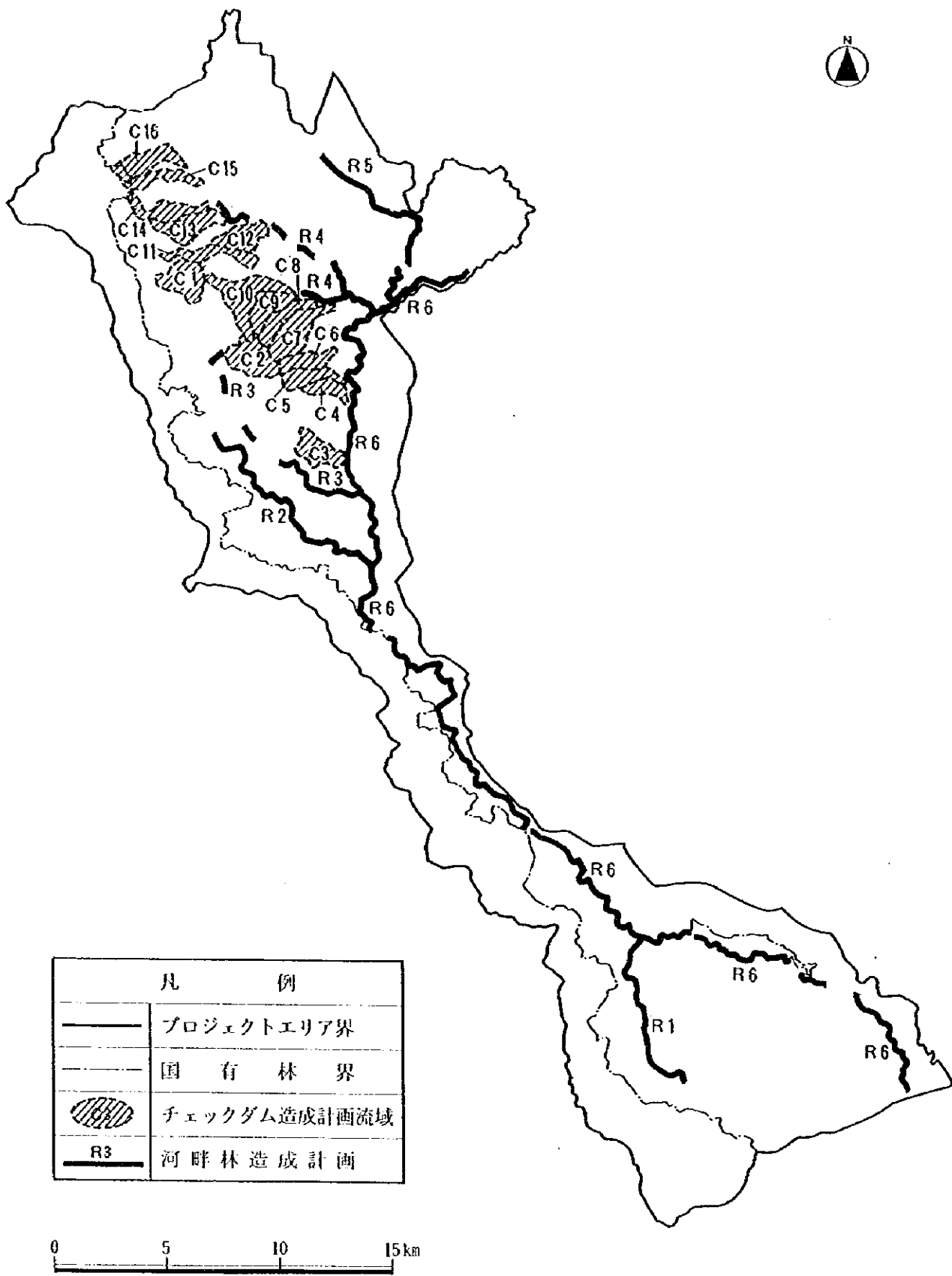


図7-10 チェックダム及び河畔林造成計画

表7-12 インドネシアにおける土壌侵食許容量

(Tolerable Erosion Rate for Soils in Indonesia)

No	Soil Properties	Tolerable erosion (At) (ma/year)
1	Soil on the bed rock, low depth	0.0
2	Soil above unconsolidated materials, low depth (unconsolidated materials)	0.4
3	Soil above degraded parent material, low depth	0.8
4	Soil above degraded parent materials, average depth	1.2
5	Soil with water resistant layer under in, above degraded substratum, high depth	1.6
6	Soil with low permeability layer under in, above degraded substratum, high depth	2.0
7	Soil with high permeability layer under in, above degraded substratum	2.5

Notes: 1) Volume weight  $\times 10 \times At$  (mm/year) = At (ton/ha/year)

2) Average volume weight for soil in Indonesia: 1.2g/cc

出典: Ministry of Forestry, Directorate General of Reforestation and Land Rehabilitation: Critical Land Evaluation at the End of The Fifth Five Years Development (Including the System), Book I, the Main Report, 1993, page 10

表7-13 チェックダム造成計画

No	郡名	地先名	流域面積 (ha)	年間ha当たり土壌侵食量 (ton/ha/year)
C1	Curup	Air Pikat	250	32.6
C2	Curup	Tebat Pulau	260	26.2
C3	Curup	Pungguk Lalang	190	29.7
C4	Curup	Dusun Sawah	120	27.0
C5	Curup	Dusun Sawah	130	42.4
C6	Curup	Lubuk Kembang	160	29.9
C7	Curup	Sukarami	320	26.1
C8	Curup	Sukarami	160	28.5
C9	Curup	Sukarami	210	27.4
C10	Curup	Talang Baru	380	26.9
C11	Curup	Baru Manis	150	37.1
C12	Curup	Baru Manis	190	25.2
C13	Curup	Air Mundu	240	52.6
C14	Curup	Kampung Sajad	170	37.1
C15	Curup	Sentral Baru	150	56.7
C16	Curup	Sumber Rejo	240	39.8

## (2) 河畔林造成

プロジェクトエリア内の主要河川の河畔について、土壌侵食防止のために河畔林の造成を計画する。計画箇所は土壌侵食防止の効果が高くなるよう考慮して、本調査で作成した縮尺1/25,000の地形図上で4次谷以上の河川について河川沿いの植生被覆が不十分な箇所を対象とする。河畔林の幅は10mとし、河川に沿って両岸に造成するのを原則とする。造成面積は205haで、41,000本の竹を植栽する(表7-14参照)。植栽樹種は竹〔*Dendrocalmus asper* (地方名Betung)、*Gigantochloa robusta* (地方名Manyan)、地方名Serikの3種とする〕で、植栽間隔10m、列間5mで河川沿に片岸について2列植栽とする。

なお、Tabarenah付近のラフレシアの生育確認地点2箇所を中心とする合計10haのMundu川河畔については、環境配慮の観点から保全区画とする。

表7-14 河畔林造成計画

No	河川名	造成面積 (ha)
R 1	Air Tertik	19.4
R 2	Air Lanang	24.9
R 3	Air Pikat Kering	16.8
R 4	Air Mundu	23.3
R 5	Air Dendan	19.9
R 6	Air Musi	100.7
計		205.0

以上の国有林及び民有地における計画に係る計画数量、植栽本数及び作業別植栽本数は、別冊資料G-5に示すとおりである。

### 7-5 土砂流出抑止効果

国有林及び民有地における計画によって予想される土砂流出の抑止効果を、前述5-2-1の項の手法により推定した。推定にあたり、計画による土地利用及び土壌保全対策工に対するC値、P値を表7-15、表7-16のとおり定めた。

なお、本計画により生じる主な土地利用の変化は、別冊資料G-6に示すとおりである。

表 7-15 計画による土地利用とC値

No.	国有林/民有地	計画による土地利用	植生因子C値
1	国有林	住民参加型森林造成：有用樹種植栽	0.001
2	民有地	農林業複合振興（既存）：土木植栽	0.009
3	民有地	農林業複合振興（新規）	0.009
4	民有地	保護樹林の造成	0.001

- 注) 1. 「住民参加型森林造成」及び「保護樹林の造成」のC値は林業省が使用している「非荒廃森林」のC値を用いた。  
 2. 「農林業複合振興（既存）」及び「農林業複合振興（新規）」のC値は、コーヒー及びカカオ研究所(Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember)の土壤侵食試験結果に本調査のUSLE法の諸因子（C値を除く）を摘要して算出した。

表 7-16 計画による土壤保全対策工とP値

No.	土壤保全対策工	保全工因子P値
1	地力保全柵（20m間隔）	0.35
2	地力保全柵（10m間隔）と植生帯	0.25
3	ベンチテラス	0.07

- 注) 1. 「地力保全柵」のP値は、林業省が使用している「ベンチテラス」の不良の値とした。  
 2. 「地力保全柵と植生帯」のP値は、林業省が使用している「ベンチテラス」の普通と不良の中間値とした。  
 3. 「ベンチテラス」のP値は、コーヒー及びカカオ研究所(Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember)の土壤侵食試験結果を基に算出したベンチテラスのP値を用いた。

本調査で作成した縮尺1/25,000の社会林業計画図上でプロジェクトエリアを1辺1cmの方眼に区分し、その中から6-2-1の項で抽出したサンプルと同じ位置の方眼について、計画実施による効果が満度に発揮されると考えられる時点で予想される土壤侵食量を前述6-2-1の項の手法により推定した。その結果、「国有林における計画」及び民有地における「樹木の植栽と土壤保全対策」の計画実施により予想される年間土壤侵食量は641,000ton/yearで、流域外へ流出する土砂量は54,000ton/yearと推定された。また前項6-2-1、6-3-3の結果を用いると、流域外へ流出する土砂量の現況は74,000ton/yearと推定されるから、計画の実施により年間20,000ton/yearの流域外への土砂流出が抑止されると見込まれ、現況の流出土砂量の27%が抑止されることになる（チェックダムの効果は考慮していない）（表7-17参照）。

計画実施による土砂流出抑止効果は、事業開始当初には低く、事業の進捗に伴い高まっていく。事業着手から30年間について、流出土砂の抑止量を予想すると表7-18のようになり、計画が実施されなければ30年間で流出すると考えられる土砂量の25%が抑止されることになる（チェックダムの効果を含む）。

表7-17 計画実施による土壌侵食量と流出土砂量の変化

流域区分 No	流域面積 (ha)	現 況		計 画 実 施 後 *			SDR
		流域内での 土壌侵食量 (ton/year)	流域外への 流出土砂量 (ton/year)	流域内での 土壌侵食量 (ton/year)	流域外への 流出土砂量 (ton/year)	流出土砂 抑止量 (ton/year)	
1	5,709	138,158	10,279	79,926	5,946	4,333	0.0744
2	4,916	120,442	5,408	71,282	3,201	2,207	0.0449
3	1,450	17,980	2,900	16,530	2,666	234	0.1613
4	5,289	67,699	8,990	49,717	6,602	2,388	0.1328
5	8,174	152,854	13,084	129,967	11,125	1,959	0.0856
6	3,850	77,770	6,354	66,220	5,410	944	0.0817
7	18,267	261,218	21,342	175,363	14,327	7,015	0.0817
8	3,746	50,946	4,162	44,952	3,673	489	0.0817
9	1,432	12,458	1,018	6,874	562	456	0.0817
計	52,833	899,525	73,537	640,831	53,512	20,025	

- 注) 1. \* 「国有林における計画」及び民有地における「樹木の植栽と土壌保全対策」の計画が実施され、その効果が満度に発揮されると考えられる時点を規定(チェックダムの効果は含まれていない)。  
 2. 流域区分Noは表6-5、図6-2の流域区分Noと対応する。  
 3. 流域区分No1~5のSDRは、流域がそれぞれほぼ一致する表6-8の流域区分No1~5のSDRを適用した。  
 4. 流域区分No6~9のSDRは、流域区分No1~5全体のSDRを適用した。

表7-18 計画実施後の土壌侵食量及び流出土砂量の年次別変化の予測

年数	流域内での 土壌侵食量 (ton/year)	流域外への 流出土砂量 (ton/year)	土 壌 侵 食 抑 止 量 (ton/year)	流 出 土 砂 抑 止 量 (ton/year)	流出を抑止される 土砂の割合* (%)
1	899,525	73,537	0	0	0.0
2	880,806	70,417	18,719	3,120	4.2
3	861,557	67,290	37,968	6,247	8.5
4	842,307	63,864	57,218	9,673	13.2
5	823,058	62,485	76,467	11,052	15.0
6	779,052	59,233	120,473	14,304	19.5
7	752,892	57,375	146,633	16,162	22.0
8	725,993	55,485	173,532	18,052	24.5
9	698,355	53,499	201,170	20,038	27.2
10	669,977	51,460	229,548	22,077	30.0
11	648,224	49,926	251,301	23,611	32.1
12	645,267	49,802	254,258	23,735	32.3
13	643,049	49,688	256,476	23,849	32.4
14	641,570	49,585	257,955	23,952	32.6
15	640,831	49,537	258,694	24,000	32.6
16	640,831	50,700	258,694	22,837	31.1
17	640,831	51,942	258,694	21,595	29.4
18	640,831	53,414	258,694	20,123	27.4
19	640,831	53,512	258,694	20,025	27.2
20	640,831	53,512	258,694	20,025	27.2
21	640,831	53,512	258,694	20,025	27.2
22	640,831	53,512	258,694	20,025	27.2
23	640,831	53,512	258,694	20,025	27.2
24	640,831	53,512	258,694	20,025	27.2
25	640,831	53,512	258,694	20,025	27.2
26	640,831	53,512	258,694	20,025	27.2
27	640,831	53,512	258,694	20,025	27.2
28	640,831	53,512	258,694	20,025	27.2
29	640,831	53,512	258,694	20,025	27.2
30	640,831	53,512	258,694	20,025	27.2
計	20,764,928	1,661,383	6,220,822	544,727	24.7

注) \* 計画実施前の流域外への年間流出土砂量73,537ton/yearに対する計画実施後の流出土砂量の割合参照) 別冊資料G-7