

インドネシア  
南スラウェシ地域農業開発計画  
プロジェクト

短期専門家(草地及び造林)  
帰国報告書(No.3/5)

昭和54年 8 月

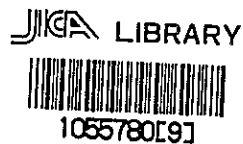
国際協力事業団  
農業開発協力部

8  
7  
T  
RY



インドネシア  
南スラウェシ地域農業開発計画  
プロジェクト

短期専門家(草地及び造林)  
帰国報告書(No.3/5)



昭和54年 8 月

国際協力事業団  
農業開発協力部

農開技

JR

79-40

国際協力事業団

受入 月日 '84. 5. 14	108
登録No. 04445	80.7
	ADT

## あ い さ つ

昭和49年以来南スラウェシ州において「中部水資源開発予備調査」「プロジェクト・ファイナディング調査」等が実施された。インドネシア国では、1974年～78年の間第2次5ヶ年国家開発計画が作成され、その一部として本計画（South Sulawesi Regional Agricultural Development Planning）が要請された。そして一連の調査の結果、51年12月より、30ヶ月の間、下記の業務について協力を実施した。

- ① 本州地域農業に関する調査、分析
- ② 本州地域農業開発基本計画の検討及び勧告
- ③ 上記基本計画に即した部門別の農業開発計画の策定
- ④ 2特定県（Enrekang及びJenepono）における農業開発事業の実施計画の策定
- ⑤ 計画作成担当者の訓練

この間、事業団は、様々の短期専門家を派遣し上記事業を実施した。その成果をまとめたものが、本報告書である。

昭和54年 8 月

農業開発協力部長

金 津 昭 治



目 次

1. エンレカン県における草地改良 に関する調査報告.....	1
庄 司 舜 一 専 門 家	
2. 造林のPre-feasibility Study に関する調査報告.....	27
照 井 隆 一 専 門 家	
3. 水土保持のための林野の取扱い に関する報告 .....	62
村 井 宏 専 門 家	





1. エンレカン県における草地改良に関する調査報告

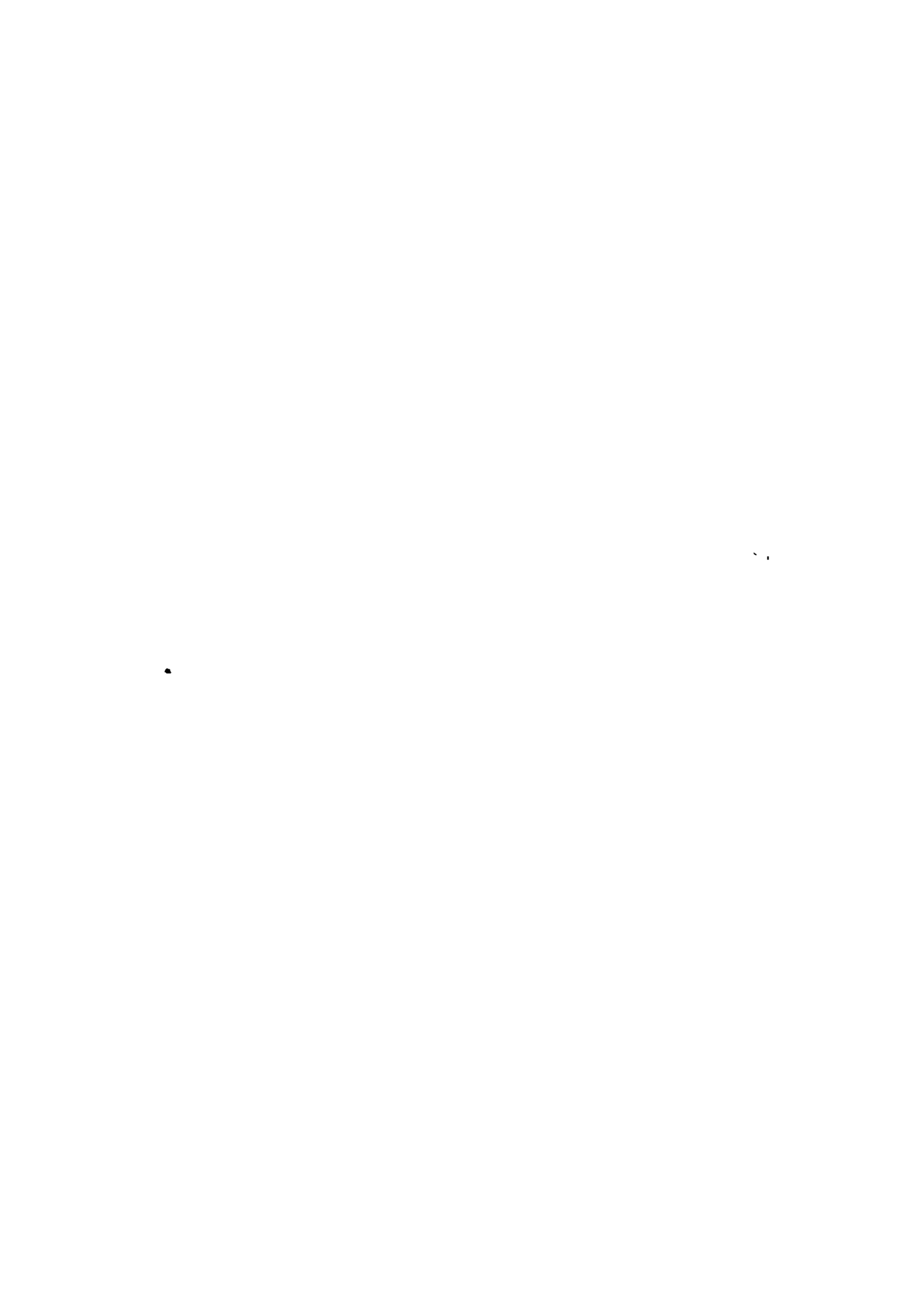
庄 司 舜 一 専 門 家

(昭和53年10月17日～昭和53年12月23日)



## 目 次

1. はじめに .....	5
2. エレンカン県における草地の現況 .....	6
2-1 草地の地形・位置・土壌及び気象について .....	6
2-2 草地植生 .....	7
2-3 放牧の実態 .....	7
2-4 放牧と地形変化 .....	10
3. 草地改良における問題点と対策 .....	11
3-1 .....	11
3-2 飼料草類（イネ科・マメ科）の導入の可能性 .....	12
3-3 導入飼料草類の選定 .....	12
3-4 小灌木及びワラビの除去 .....	13
4. 放牧牛管理の問題点と対策 .....	13
4-1 目標致達への途 .....	13
4-2 雌牛 .....	13
4-3 雄牛 .....	14
4-4 仔牛 .....	14
4-5 牛群管理者 .....	14
4-6 放牧開始時間 .....	14
5. 土壌侵蝕危険地の対策 .....	15
6. パイロットテスト実施可能計画の内容 .....	15



## 1. はじめに

森林や草地等の植生の差異は、基本的には、気候と土壌とに左右される。土壌形成は、気候、植生及びそこに棲息する動物（特に土壌微生物）に依存するが、それが由来する母岩やその他の母材が主体となる。従って気候帯、植生帯及び土壌帯は相互に密接な関係にあるといえる。現在世界的視野からみて草地は i) 乾燥及び土壌的な自然条件の制約下で草原として極相状態にある自然草地（Natural Grassland）及び ii) 温度や降雨量等の条件下で潜在的には、森林を極相とする地帯にある半自然（Seminatural）草地と人工（Tame）草地とに大別される。前者は、草原状態から森林への前進的な植生遷移が降雨や土壌が制限因子となって、阻止されているものであり、他方後者は、家畜生産のため、採草や放牧という利用を反覆し乍ら、人為的管理を継続する条件下でその存続が可能となっているが、一度これら利用を中止するならば、その地域に特有な森林へ発展する状況下にある。草地の生態的区分は、基本的には地域の温度、土壌、降雨量に依存し、これら自然的諸要因の種々の組合せが、そこに生育する草類に差異をもたらす、飼料生産の大小は家畜生産に直接的に関連してくる。

しかし、自然的条件の制約下にあっても、草種及び畜種改良、灌漑及び施肥等の農業技術資材の投入による飼料草類の増産と家畜生産の効率化の試みは、これまで世界各地、特に温帯地域において実施されて来たが、乾燥地帯や熱帯・亜熱帯地域においては前者の水準から程遠い状態にあり、今後これらの課題の解決とその発展が期待される。

高温かつ多雨という環境は、本来、森林生態系が成立し存続するに最適な自然条件であり、現在熱帯地域に広大な森林地帯が存在している。しかし農耕文明の開始とともに、森林の伐採や焼き払いにより農耕地、草地として永続的に或は短期間使用されて来たが、その適切な管理を欠く場合、ある地域では、再使用不可能な不毛地の出現や水侵蝕、風蝕等による侵蝕地の増大が進行し、時に乾燥地帯や多雨地域において、その危険性が指摘されている。

南スラウェシ地域農業開発計画（ATA-140）の策定にあたって水土保持のため森林を含む林野の施業計画については、既に村井宏博士によって調査検討され、その結果は「南スラウェシ地域農業開発計画（ATA-140）策定における水土保持のための林野の取扱いに関する報告書」として提出されており、今回の調査は南スラウェシ州特定2県の一つである Enrekang 県下の草地改良の可能性について、著者は地形、草地植生状況、放牧家畜の状態、問題点と可能性及びその対策に主眼をおき調査検討を行ったものである。

調査及びその取まとめに当たり、吉川リーダー以下各専門家の有益なる助言と御協力を得たことに謝意を表すものである。またインドネシア国の Counterpart は、Mr. Ir Isman Abu氏と Mrs. Ir Josephine Hutauruk, Mrs. Ir Saribana 氏で任期中熱心に問題解決に当たってくれた。更に草地内の植物学的調査にあたり、地元 Hasanudin 大学の Dr. Muslimin 氏以下の staff の援助を得たことに対し深謝するものである。尚、資料の提供を受けた関係機関や関係

者の好意と支援に対し感謝する。尚、本任務期間中の日程と実施経過は別紙のとおりである。

## 2. エレンカン県における草地の現況

### 2-1 草地の地形、位置、土壌及び気象について

調査の対象となった草地は南緯 $3^{\circ}15'$ 東経 $121^{\circ}55'$ 附近に位置し、標高海拔約 $900\sim 1,100\text{ m}$ の高さにあり、東南端には Maliba 山(標高 $1,118\text{ m}$ )が存在している。タートル県に隣接するエンレカン県北端の Alla 郡 Buntu Barana 村に属している。

#### (1) 地形

草地は第1図に示すようにその北端は Malino 川により、西端は Malino 川に流入する Bara Batu 川により、東端は Maliba 山の北走する尾根によりそして南端は Bara Batu 部落から Maliba 部落に通ずる村道の北側によって囲まれる面積約 $500\text{ ha}$ である。草地は中央部に東北方向に伸びる高地があり、これから分れた北面及び東北方向へ伸びる山地群によって、また南端の山陵から派生した支陵によって形成された高度差約 $200\text{ m}$ の複雑な地形の中に展開している。草地内には、これら山地の間を流去する大小の沢があるが、その主なものを挙げると、①東端と中央高地東端の間を北に流れる主沢は、これに中央部から東方に向う支沢を併せて東北端で Malino 川に合流するものと、②草地の南端中央凹所に端を発し中央高地の南側と南西端から北流する小沢を合せて西流し、中央高地西端部で北方へ流れを変え草地の北西端で Malino 川に流入する Bara Batu 川とに大別される。本草地は以上の様に Maliba 山から西に伸びる南側の山々から県境となっている Malino 川に亘る中央に高地をもつ、全体として北向き斜面の傾斜地に展開しているといえる。

#### (2) 気象、地質及び土壌

本草地附近の気象、地質及び土壌等の自然的条件については、既に林業専門家として派遣された照井隆一氏によって概略が報告されている(Summary Report / Ser. No. SE II-2, 1978. 1~10頁)しかし乍ら草地改良実施に必要な土壌については未調査のまま残されているが、草地内の数点の土壌 pH( $\text{H}_2\text{O}$ による)は $5\sim 5.5$ の範囲にあるが、複雑な地形によって草地内土壌は細分されて検討される必要があると考えられる。参考までに第1表に Alla 郡役所附近の降雨観測資料を示したが、年変動が大きく更に観測期間も1971年5月以来、本年で8年目であり一定の傾向を読むには観測年数が不足しているものと思われる。温度測定は実施されておらず従ってその記録はない。草地に近い Kalosi(約 $700\text{ m}$ )で平均 $26^{\circ}$ 前後(11月)であり、草地の標高は更に高いので気温は $1\sim 2$ 度程低いものと考えられる。調査期間中、11月23日に草地

内で18.3°Cの最低気温が測定されたが、一例であるので今後継続的な観測値の集積が望まれる。気象、地質及び土壌の概略は前記照井報告書を参照されたい。

## 2-2 草地植生

相観的に本草地内の植生を概括すれば、草地の大部分を占める草原と草地内の沢の両側或は片側に展開する溪流林と北面端と北端中央部及び東端の斜面に存在する人工林（*Pinus Merkusii* メルクシー松）とに分けられる。またBara Batu川とMalinoの川沿いの平坦地（河川敷）に水田が小面積存在している。林業専門家の照井氏によれば草地内に存在するメルクシー松は4～5年前に植林されたもので高さ5m前後であるという。このメルクシー松は、草地内で前記のように数箇所まとまっている他、随所に散生している。以上から本草地は草原を主体とする一部に林地をもつ半自然草地と定義される。農業的或は畜産的立場から、例えば本県Maiwa郡内における大規模草地にみられる耕起草地を人工草地と呼ぶならば、在来草を主体とする本草地は自然草地と対比的に使用することが良いと思われる。本草地内に存在する草本類（イネ科草、マメ科草及びキャツリグサ科草その他の草本）について地元Hasanudin大学に調査を依頼し、その結果については、本報告執筆の時点で同定整理中のため、ここに記すことが出来ないのので後日別添資料として（SER. No SE. II-9）、本報告の一部を構成する事とした。草地調査の折に部分的な観察によると家畜放牧が集中的に行われている所には家畜に好食される *Anastrophus Compressus* と *Eleusine indica* (Crowsfoot grass) が優占している。また一部には小灌木（学名は不明、地方名 タルマヌ）が生育し、またワラビ（*Pteridium aquilinum*, Bracken hesn, 世界的に草地に出現する草地雑草である）が出現しており、ウツボカズラの植物もみられた。

1975年に看視舎の下方の約0.2haにイネ科飼草 *Pennisetum purpureum* (Elephant grass), *Brachiaria brizantha* (Palisade grass) 及びマメ科飼草 *Macroptilium atropurpureum* (Siratro) *Colopogonium mucunoides* (Colopo) = 両者とも多年生で前者は深根性、後者は匍匐性である。夫々二種合計四種の導入がなされたが現在は一部に認められるのみで大部分は消滅している。このことは導入草の定着とその利用方法に問題があるものと思われ、種子の自然下種或は追播等の管理方法が伴わなければならないことを示している。

## 2-3 放牧の実態

- (1) 本草地における放牧の実態に入る前に、本草地の位置するAlla郡内およびEnrekang県における家畜飼養頭羽数の推移を概観する。先ず当地方における牛はバリ牛（Bali cattle *Bos sandoicus*）で南スラウェシ州における本牛の純粋生産地として本県の他

に Barru 及び Banme 県が特別飼養地として定められている。本県の牛の 1969 年以降の頭数の年次推移は第 2 表にみるように 1971 年に 2 万 1 5 7 0 頭を数え統計に示された年で最も高い値であるが翌 1972 年に半数近くにまで落込み、以後年々増加しているにも拘らずまだ最高値に達していない。1972 年における落込みの原因は不明であるが、水牛のみはこの年に倍増している。1976 年における Alla 郡では 543 頭が飼育されている（第 3 表）。しかし同郡の牛頭数の年次推移については統計がなく後日の調査にまちたい。ところで同郡内の各村における 1976 年における飼養牛数は Masall 村の 149 頭が最も多く次いで Mata Allo と Kanbiolangi 村が同数の 118 頭で他村は全て 100 頭以下の飼養に過ぎず、本草地のある Buntu Barana 村では 80 頭である。次に Alla 郡内の土地利用区分とその面積は、第 4 表に示されるように森林が全面積の半数を占め、次いで草地の 25.6% とこの両者で実に 75% を占めており、水田は 5.68%、畑 10.7% となっている。また林地と草地を加えた本郡の各村別割合は Benteng Alla 村の 80%、Buntu Barana 村の 90.5%、Baroko 村の 78% Samglepongan 村の 73.2% が高い比率を占め、特に Buntu Barana 村においては郡一の高率となっている。第 3 表と第 4 表とから草地で牛のみが、また水牛が水田でのみ飼養されると仮定して一頭当りの面積を求めてみると、前者が平均 1.83 ha、後者が 1.43 ha となり、両者の間の差が著しい。特に前者においては村によって差が大きく Benteng Alla 及び Samglepongan 村では 981.6 及び 928.7 ha となっている反面 Kambiola-angi 及び Mata Allo 村で 44.6 と 58.7 ha と非常に小さい。

このような牧養力の差が示されるが、単純に考えれば草地自体が極端に低位生産性の草地であるか或は反対にかなりの牧養力をもち乍らも未利用のまま残されており、今後の発展が期待されることを意味する。また水牛の飼養が水田面積と密接に関連するといわれるが、水田 1 ha 当り 1.43 頭の値は水田の耕作期間を考慮してもまた水田がいかにも高い牧養力をもつとしても妥当な値と思われぬ。そこで水牛と牛とが水田及び草地で飼養されていると仮定すると 1 頭当り 3.3 ha となり現実に水牛が草地においても、また牛が水田で放牧されている実状からみても、水牛と牛が時に水田でまたある時期草地で放牧されているものと考えるのが妥当であろう。草地のみで牛と水牛が放牧飼養されているとすれば 1 頭当り 30.2 ha となり、牛、水牛および馬のいわゆる大家畜が水田及び草地で放牧飼養されているとすると、1 頭当り 1.80 ha となる。ちなみに Buntu Barana 村における草地で水牛と牛が放牧される場合の 1 頭当りの面積は 2.17 ha である。しかし、これらの頭数には仔畜の成体換算がなされていないものと思われ、この値は更に上廻るであろうことが推測される。また、全郡面積の半数を占める森林内における放牧、いわゆる混牧林内の放牧が可能とされる場合を考えると、全郡としてかなりの牧養力をもつのではないかと考えられる。



## (2) Bara Batu 草地における放牧について

1975年8月、Enve Bang 県 Animal Husbandary Service (畜産部と仮訳)によつて、面積500haの本草地に雄牛5頭、雌牛45頭合計50頭のBali牛が放牧されて現在に至っている。単純計算によれば1頭当り10haの面積となる。1975年以降の放牧牛数の年次推移は、1978年10月現在で現地における頭数調査と担当者からの聴取りによつて得られた数値を基礎にして作成されたものが第5表である。1978年の調査時には成牛子牛合計84頭が放牧されていたが調査時以前に雄の子牛2頭と雌成牛4頭が死亡し、同年3頭の雄成牛と4頭の雌成牛が他所へ移されている。1975年以降45頭の雌牛から死亡子牛2頭を加えると47頭の子畜が産出されたが、雌雄比をみると1976年に1:2、1977年8:15そして1978年8:13と雄子畜数が多くなっている。例数が少ないことにもよるが、Bali牛繁殖上一つの問題となる可能性があり、1978年3頭の雄成牛が他に移されたことが今後の産仔数への影響とともに興味深い。

この様に本草地でのBali牛の繁殖方式は自然交配の「まき牛」方式であり、この方式は人工授精によるものより受胎率が高いといわれる。Bali牛の受胎率が80~90%以上(Copland 1974)が、またBali島で80%(Pastika & 1976)及び南スラウェシ州で83%(Sumbungら1977)等の報告からみても、本草地における産仔数は低目であると思われる。またBali牛の初子出産令については、Copland(1974)によると2.66年(32月)Sumbungら(1977)の2.54年(28月)およびHarimurti Martoyoら(1978)の2.42年(29月)という報告があり、初子出産後に次子が出産される間隔はHarimurti Martoyoら(1978)によると11~12月をまたSumbungら(1977)は1.293月を要するという報告があるがWilliamson & (1968)の熱帯圏で約1年を要するという報告もある。またBali牛の平均妊娠期間はHarimurti Martoyoら(1978)及びMozos(1976)によれば9月を要するという。

本草地における牛生産目標が例えば目標200頭とすれば、1977年の出産率50%、出産可能な成雌牛37頭が毎年出産し、当草地で生れた雌子畜が成熟して生産に加わると仮定しても、5年は最少限必要であり、子畜育成の観点からも幾つかの問題を残しているといえる。

ところで本草地内では、上述のBali牛84頭の他に水牛と馬とが放牧されており前者は最高156頭(成牛146頭)、馬では7頭(成馬5頭)が計測されている。子畜の成体換算を1年未満0.25及び1年以上0.5として放牧家畜換算頭数を算出すれば合計213.75頭となり、本草地では1頭当り2.33haの草地面積となる。しかし実際には利用度の低い草地や裸地に近い状態の所も随所にあり、これらを考慮すれば500haの草地以外での家畜採食がないと仮定すればかなり集約的な放牧といえようし、また観

点を変えれば既に許容量を上廻っているとも考えられる。過放牧（overgrazing）の定義は難しく、本草地で実際に飼草生産量と家畜の採食量，蹄傷量その他の測定が実施されて居らず本報告では，1頭当りの面積（それが必要量を満しているか或は不足しているかは別として）で表示した。

このように水牛と牛との放牧形態（混牧）が継続され，また水牛及びBali牛の頭数増加が継続するならば飼草供給は数年後に低下するであろうことが予想される。

現在，本草地におけるBali牛の放牧は朝9時より始まり，日没前までの日中放牧で看視人が1人で牛群を管理している。放牧は看視人の判断により一定の間隔で草地を移動して行われるが，夜間は家畜の追込場（15×15mの牧柵があり中にトタン屋根の庇陰小屋（4×10m）がある）に収容しているが，草地内外には牧柵がなく従って放牧は，草地全面による方式が採用されている。

#### 2-4 放牧と地形変化

放牧地においては，採草地と異なり，そこが飼草生産の場であると共に家畜の生活の場となっている。したがって放牧家畜は植生や土壤に種々の影響を与えている。

放牧家畜の行動は，①採食（狭義のGRAZING），②移動（MIGRATING），③休息（RESTING），④反芻（RUMINATING），⑤飲水（DRINKING），及び⑥排泄（EXCRETING）（時には哺乳（SUCKLING）が加えられる場合がある。）に分類される。しかしこれらの各行動は，採食しつつ移動し，休息しつつ反芻するような行動が認められるように画然と分けられないが，家畜行動形態として，放牧家畜の草地を利用に際した放牧管理の時に欠かせない知見である。

放牧家畜が草地に与える影響は上記の家畜行動に基づくが就中採食は飼草の嗜好性の大小（生育時期により異なる）による選択が行われ，管理の適切を欠く時，嗜好性の高い飼草は好食され再生長（Regrowth）が悪化し，更に嗜好性の低い植物が多くなり次第にこれらが優占し草地の飼草生産性を低下させる。また，同一植物でも採食高に差がみられることも特徴となっている。次に踏付（TRAMPLING）は飼草と土壤に大きな影響を与え（牛で5～10kg/cm<sup>2</sup>の値が得られている），定常的にこれが反覆される所では飼草は次第に消滅し土壤は固結し，その結果裸地になることが頻繁に認められる。本草地においてもこのような牛道（Cattle trail）が発生している所が多数例みられた。第1図に示した危険地（CRITICAL AREA）の一部はこの牛道に起因するものが認められる。牛道は草地内で，①傾斜面の角度が平均24.2°以上の急斜面に発達し，45°近くの斜面でもみられる，②傾斜面でない平坦地で特に牛群の移動が頻繁に起る所でも又認められる。斜面で放牧牛が移動する場合多くは等高線に沿った形で行われるが，牛道が平行となるとは限らず時に斜め道もあり網目状になっている。これら牛道の多く

は飼草の消滅，表土流亡，深い溝の形成を導き，時には50～100cm程度の深さまで侵蝕されていた。

放牧地において牛道形成は，特に傾斜地では不可避である。また，多雨地帯では一時に集中して降雨があるので侵蝕は一層進行し易くなる。このように牛道は放牧地では部分的であっても全体としてみれば大きくなり過少評価すべきでない。土地利用面積の縮小とそれに伴う飼草生産の場の消失は二重の損失となっている。

更に草地内には随所に流去する大小の沢があり，これを利用した飲水場が設けられ自然の凹地も水場として家畜に利用されており，これらの近辺は絶えず踏圧を受けて裸地化が進行しつつある。

現在，草地内に家畜追込場が1箇所設けられているが，周年利用のため出口付近から泥流が下方に流出していたのが観察されている。

### 3. 草地改良における問題点と対策

#### 3-1

現在実施されている放牧方式は，草地全面にわたる周年連続放牧である。放牧利用可能な地域内において草類の採食が斉一に行われているとはいえず放牧頻度の高い地区では飼草類が選択的に採食されており将来生産低下の可能性があり，逆に採食頻度の低い地区では未利用草類が残され，それによって草類の硬化と栄養率の低下という家畜生産のための草資源の損失がみられる。この両者の均衡を保つ草地の放牧利用方式として，現在の全面連続放牧を他の方式に転換することである。即ち地形変化の危険性の高い地区を除外し，現在主に利用されている地区及び未利用地区を以下に述べる区分によって分類し，飼料草類を導入して行くものである。そのためには地形要因の解析が必要であり，これらの計測のための基礎となる大縮尺（1：25,000或は1：10,000の程度は最低限必要で事業図としては1：5,000が望ましいが大略は前記程度で良いであろう）の地形図の整備が望まれる。

（地形要因解析）

#### 1) 傾斜角度と草地開発適正度（草地利用適正度）

適正度階級	傾斜角度	
5	0～8°	利用上必要対策要せず，侵蝕の恐れなし
4	8～13°	不完全植被では危険
3	13～18°	放牧の蹄傷（跡）による植破破壊と侵蝕誘発可能性
2	18～23°	危険性大
1	23～40°	採草地でも刈取回数時期に配慮
0	40°～	開発（利用）に適せず

② 傾斜角度区分図作成

傾斜角度の測定を行い、その結果を地形図上に記入し傾斜角度区分図を作成する。

③ 谷（沢）密度図の作成

地形図上及び現地調査により、予定地内の谷（沢）の分配状態を地図上に記入し、谷密度図を作成する。

④ 傾斜角度による適正階級分布図と谷密度図のオーバーレイ（overlay）による草地分級図の作成

⑤ 土壌深度及び肥沃度を含む土壌分布図の作成

植生要因

⑥ 現存植生の調査（種の同定能力が必要）

群落組成による区分，分類的区分，構成種の嗜好性の程度による区分

その他要因

⑦ 水 利 用 流水のある小沢が適度に分布することが望ましい。

⑧ 道 路 草地への取付け道，牧道の設置

⑨ 放牧施設 追込柵，給塩場，牧区設定

以上のことを観察し，現在の草地を東西の2ブロックに分け，更に各々を2～3の牧区を設定する。

### 3 - 2 飼料草類（イネ科，マメ科）の導入の可能性

飼料草類の導入にあたって，現在100頭近くの牛群が放牧中であることを念頭におき，小牧区制による放牧方式を実施しつつ改良の可能性の高い牧区から順次一牧区ずつ草地改良を進展させることが合理的である（短期間に全草地を改良することは不可能である。牛群の一部は短期間移動させる必要があるかもしれない。）

### 3 - 3 導入飼料草類の選定

草地改良のため導入される飼料草類は，基本的には放牧に適合する生活型をもつ草類が選定されるべきである。生産量が多くても家畜の採食の対象とならない長草型草類は放牧地には不適であるから，短草型に属する草類が選定されよう。また種子による導入の他に栄養体による繁殖が可能な草類も考慮されよう。立地条件の恵まれた所では機械力使用による全面或は部分耕起方式も可能であり，この場合は栄養繁殖草類に因執するに及ばない。以上の要件を満足させる草類としてイネ科草類7種，マメ科草類3種が一応候補種として考えられる。特にマメ科草は種子床が不要である。

改良に当っては，現植生を基礎とし，そこに飼料草を導入する方式が良いと考えられる。現段階ではマメ科を主体とする草地改良の途を選択すべきであろう。経済条件が許

すならば施肥を伴う草類導入も当然実施されよう。

イネ科草類 *Chloris gayana* (Rhodes grass)

*Brachiaria decumbens*

*B. mutica* (Paragrass)

*Digitaria decumbens* (Pangora grass)

*Pennisetum clandestinum* (Kikuyu grass)

*Panicum maximum* (Guinea grass)

この他に *Setaria* 類も考えられる。

マメ科草類 *Macroptilium atropurpureum* (Siratro)

○ *Stylosanthes humilis* (Townsville stylo)

*S. guyanensis* (Stylo)

この他に短期的に *Trifolium* spp も考えられよう。

### 3-4 小灌木及びワラビの除去

ワラビ (Bracken fern) は世界的な雑草であり、刈払い、耕起、強い踏付、クロレートソーダの施用などで枯死させる。小灌木は刈払を行う。

## 4. 放牧牛管理の問題点と対策

### 4-1 目標到達への途

本草地における Bali 牛の生産目標として 200 頭の線が考えられている。1975 年以來の産仔数増加には雄仔の出生率が高く、また全体として出生率が低い水準にある。この 2 つの問題は次項で触れる。現在までの数値 (頭数のみ) を基礎にして出生する仔畜の雌雄比を 1:1 とし、出生率 50%、現在 37 頭の雌牛が今後 7~8 産可能であるとし、また出生した仔牛の死亡率 0 同様雄種牛死亡率 0 と仮定して更に 1977 年現在 9 頭のまた 1978 年 8 頭の雌牛が 4 年目に夫々同様な条件で仔畜を出産するものとして頭数増を計算すると、一応 1983 年に 200 頭を超すことになる。この数字には当然のことながら雄畜牛も含まれている。従って雄牛や幼畜が何らかの原因で死亡し或は生産に参加できないとすれば更に数年の年月を要しよう。

### 4-2 雌牛

これには、①より生産的な雌牛の選定と②死亡或は移出に伴う減を補充するという 2 つの問題がある。前者は家畜育種の問題であり、実施は本草地とは無関係で当然当該試

験場が当るべきであろう。後者の件は、単なる補充であるが、充足されなければ頭数増は更に先に延期となろう。

#### 4-3 雄牛

数年先には、現在の雄種牛はより旺盛なものと置換えられよう。この場合、選定に当って種牛候補牛が草地内の雄畜か否か、これについては県畜産部で長期的な雄牛対策の一環として考えられよう。即ち、現在放牧中の雄牛はまだ成体へ成熟していないが、それらの処置もまた考慮されねばならない。

本草地の一つの目標が Bali 牛の純粹繁殖にあり、従って雌牛の生産に主眼を置くならば雄牛（種牡牛）以外の雄畜の対策は急がねばならない。その理由は優れた Bali 牛の育成に品種或は系統的な混乱を来すことと雄成牛が草地において消費者にならないようにすべきであろう。それは離乳期前後に決定されねばなるまい。去勢牛を素牛として肥育する方式が積極的に考慮されるべきである。

#### 4-4 仔牛

離乳期以前に仔牛の親が死亡する場合、哺乳のための代りの母牛を選択するか或は人工的に哺乳を考慮しなければならない。離乳期までは牛群管理者の注意深い管理が必要であり、成牛と同様の放牧は無理である。そこで牛群を年令別子付牛などに牛群を分割し、夫々を各牧区に収容するという形式の管理形態を採用する必要がある。現在の全面放牧を継続する限り仔畜の事故や死亡の危険性が高まることがあっても低下することはないであろうから。

#### 4-5 牛群管理者

牛群管理者は単に牛を見るだけでなく、牛の生活の異常に應急的に対処できるように関係機関におけるトレーニングが必要である。

#### 4-6 放牧開始時間

現在夜間放牧は実施されて居らず日中放牧である。しかし日中は温度も上昇し本草地内には適当な庇陰林は谷（沢）筋にのみ限定される。

したがって、明け方早くからの放牧を実施すると同時に午後の放牧（日没前）も考慮されて良いであろう。

## 5. 土壌侵蝕危険地の対策

傾斜地における牛道の形成とそれに基因する土壌侵蝕防止については、傾斜角度 $18 \sim 23^\circ$ の線を基準として、自然的な牛道形成が進行しない様に配慮すべきである。また侵蝕地域或は侵蝕発生地では、牛の進入を妨げる牧柵を設置するか或は一時的に有刺鉄線で保護された樹木の移植を考へる必要がある。この場合、樹木は牛体高の2～3倍程度まで生育させることが望まれる。牛道形成回避には牧道を設置するか或は牛道形成の初期に全面的に進入禁止にして侵蝕への進行を中断させることが必要であろう。

草地内の林地の必要性については種々の観点から論ずることができる。①草地保全上必要とされるものと、②放牧家畜と草地維持上必要とされるものとに大別される。前者については、水源涵養林、土砂崩壊流出防備林が含まれる。後者は、家畜庇陰林（暑熱を避ける通風の良好な所）に設置すべきであり、斜面上部や小丘などが適地となる。樹高の高い傘型の樹冠をもつ樹種が選択されよう。また溪流林は飲水と護岸が目的となり、水源涵養林に引続いて帯状に沢を中心として配置すべきであろう。これらのため、林業専門家との密接な協力体制が必要となる。

## 6. パイロットテスト実施可能計画の内容

これまで述べてきた草地改良の技術的な問題解決のため次のような対策が考えられる。

1. トライアルランチ（Trial Ranch）の設置（付種子生産園併設）  
（採種園）
2. トレーニングセンターの設置
3. トライアルランチの主な目的は

草地改良のための飼料草類適種の検索

草地改良のための種子類の生産

草地改良施業上の技術解明

放牧技術の検討

家畜状態の観察

関連事項についての技術的指導

尚、種子生産園の主目的はトライアルランチや地域に必要な種子類を生産し、供給することにある。当面はトライアルランチ用に向けられよう。

4. トレーニングセンターの設置

トレーニングセンター設置の主な目的は、トライアルランチをモデルとする Enrekang 県及びその他の地域の草地改良のための技術的訓練と地域への普及指導である。

## 5 候補地の選定

トライアルセンター及びトレーニングセンター設置場所の候補地は、① Enrekang 県の自然立地環境の平均と考えられる海拔約 900 ~ 1,000 m の地帯で種々の傾斜地をもち、② 道路に近く、③ 水が得られ、及び④ 公有地であることの 4 条件を考慮して、Alla 郡 Buntu Barana 村地区に予定した。

## 6 インフラ整備のためにコンサルタントが行うべき必要なディテイル デザイン作業内容

- (1) 周囲測量
- (2) 高低測量
- (3) Coutour map 1/25,000 或は 1/10,000

### (4) 輪換放牧牧区整備計画

牧道整備計画

水飲場設置計画

牧柵設置（有刺鉄線使用）計画

家畜追込場設置計画

採種圃設置計画

### (5) 各種計画実施に必要な資金計画

## 7 Implemented working schedule (October 17 - December 23, 1978).

Oct. 17 Leave Tokyo, arrive at Jakarta.

18 Courtesy call to Ministry of Agriculture and the Embassy of Japan ;  
meeting at JICA Office.

19 Leave Jakarta, arrive at UP.

20 Courtesy Call to the Animal Husbandry Service.

21 Meeting at the Kanwil Deptan.

22 Preparation for a field survey.

23 Field survey (I) in Gowa and Jenepono with the Expert on Forestation

24 Courtesy Call to the Consulate General of Japan in UP.

to 31 Field survey (II) in Enrekang with the Expert on Forestation

Nov. 01 Data arrangement

02 Report meeting with Experts on other specialities

03 Data arrangement

04 Visit to the BAPPEDA

06 Visit to the Hasanuddin University

07 Meeting for report with Experts on other specialities

08



- to 12 Data analysis
- 13 Meeting at the Kamwil Deptan.
- 14-19 Data analysis
- 20-24 Field survey ( III ) in Enrekang
- 25-30 Data analysis
- Dec. 01 Data analysis
- 02 Meeting for Report with Experts on other specialities
- 03 Preparation for field survey
- 04-07 Field survey ( IV ) in Enrekang with the Staff of Hasanuddin Univ.
- 08-18 Report making
- 19 Reporting to the Project Team
- 20 Leave Ujung Pandang for Jakarta
- 21 Meeting at JICA Office in Jakarta
- 22 Reporting to the Ministry of Agriculture
- 23 Leave Jakarta for Tokyo.

Fig.1 Schematic map on present condition of grassland

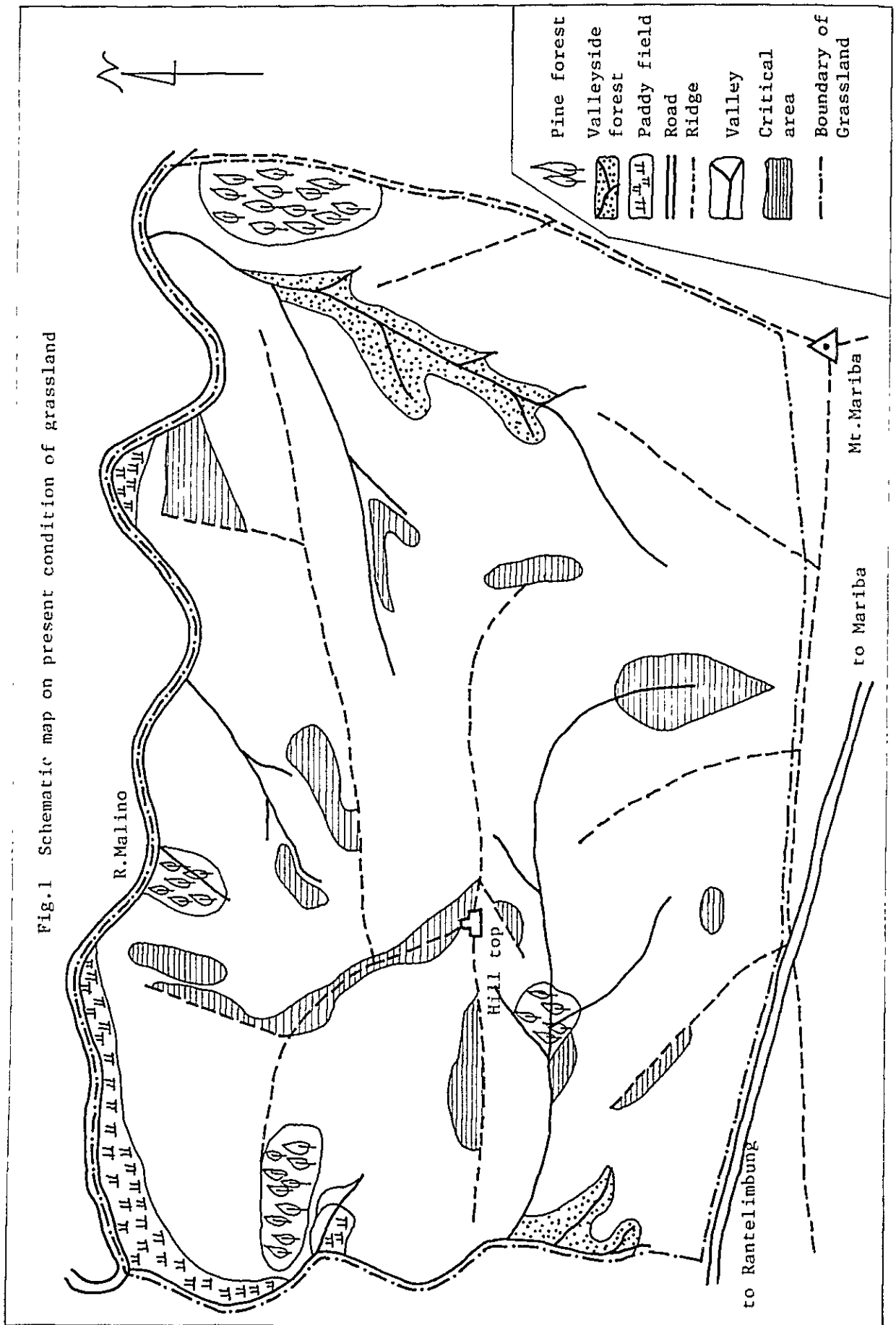


Table 1 : Precipitation in Kecamatan Alla, Kabupaten Enrekang

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1971	6	—	—	—	116	110	142	157	121	141	192	114	(1093)
1972	60	113	136	110	121	21	0	81	45	54	95	53	889
1973	237	163	64	222	242	120	137	163	121	71	49	117	1706
1974	24	187	6	72	195	90	139	55	416.5	103	214	89	15905
1975	36	139	183	223	133	189	112	97	156	252	127	29	1676
1976	101	91	113	171	102	149	50	27	79	125	52	74	1134
1977	81	110	160	207	86	148	6	102	3	89	14	324	1330
1978	120	252	273	243	68	83	134	110	127	98	—	—	(1508)

Source : Agriculture Extension Service of Kabupaten Enrekang. —

Table 2 : Population of Livestock in Kabupaten Enrekang ( 1969~1977 )

Year	Beef cattle	Buffalo	Goat	Sheep	Dairy cattle	Swine	Horse	Chicken	Duck
1969	17,831	3,441	11,388	52	-	-	2,585	130,188	15,416
1970	19,530	3,423	6,835	-	-	-	2,005	131,188	15,416
1971	21,570	3,733	7,474	66	-	-	2,175	131,188	15,441
1972	11,953	7,522	11,077	15	-	-	3,897	142,278	16,033
1973	14,095	9,131	15,286	24	-	206	4,797	132,581	11,354
1974	14,789	7,642	15,298	24	-	238	5,083	139,582	11,769
1975	16,076	8,457	18,713	29	-	330	5,459	279,164	16,538
1976	17,094	9,248	23,121	-	-	388	5,859	418,746	24,807
1977	18,851	10,706	25,354	-	9	538	6,285	308,828	17,885

Source : Animal Husbandry office of South Sulawesi Province

Table 3 : Population of livestock in Kecamatan Alla, Kabupaten Enrekang ( 1976 )

Village	Water buffalo	Cattle	Horse	Swine	Goat	Chicken
Benteng Alla	430	30	278	157	697	4,829
Buntu Barana	464	80	227	29	407	6,158
Baroko	377	24	370	0	407	4,718
Kambiolangi	271	118	190	0	1,613	2,987
Masalle	288	149	250	0	1,425	16,437
Mata Allo	261	118	190	0	1,613	9,078
Sanglepangan	1,057	24	297	0	2,196	15,216
	3,148	543	1,802	186	8,358	59,423

\* Report of the results of preliminary survey on Rural administration,  
 Directorate of Rural Community Development, the South Sulawesi Province.

Table 4 : Land use in Kecamatan Alla, Kabupaten Enrekang ( 1976 ).

Unit: ha.

Village	Paddy field	Home yard	Upland	Grassland	Estate crops	Forestry	Total
1. Benteng Alla	365	35	445	2,945	350	2,085	6,225
2. Buntu Barana	210	24	185	1,183	176	4,527	6,305
3. Baroko	192	34	585	381	321	3,635	5,148
4. Kambelangi	257	35	325	548	497	720	2,382
5. Masalle	363	105	968	1,982	457	1,740	5,615
6. Mata Allo	190	49	380	693	395	1,500	3,207
7. Sanglepongan	625	35	1,250	2,229	745	5,033	9,919
	2,202	317	4,140	9,961	2,941	19,240	38,801

Table 5 : Population of Bali cattle in the grassland at Bala Batu ( 1978 Oct. )

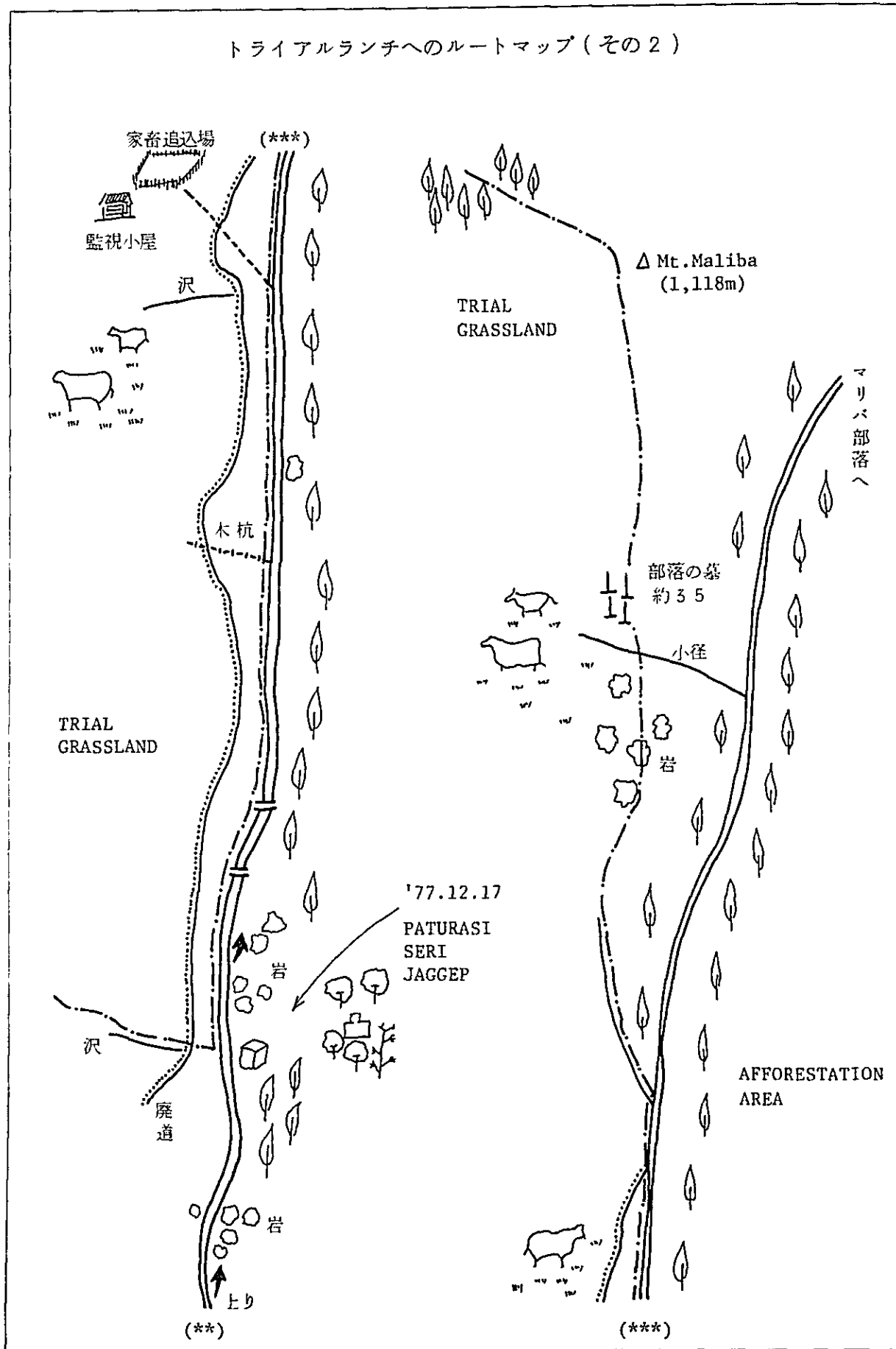
Year	Bull	Male Yearling	Calf	Cow	Female Heifer	Calf	Total
1975	5	0	0	45	0	0	50
1976	5	0	2	45	0	1	53
1977	5	2	15	45	1	8	76
1978	2*	17	11*	37*	9	8	84

\* 2 bull-calves and 4 cows died

3 bull and 4 cows were transferred to other places.



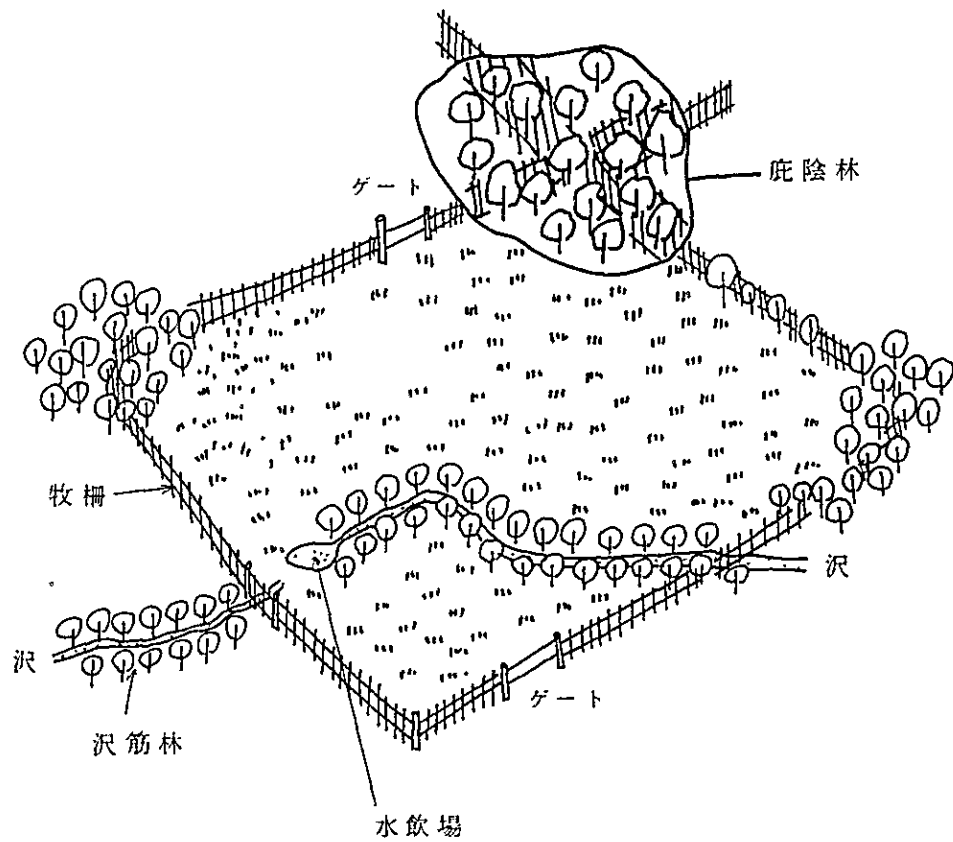
トライアルランチへのルートマップ(その2)





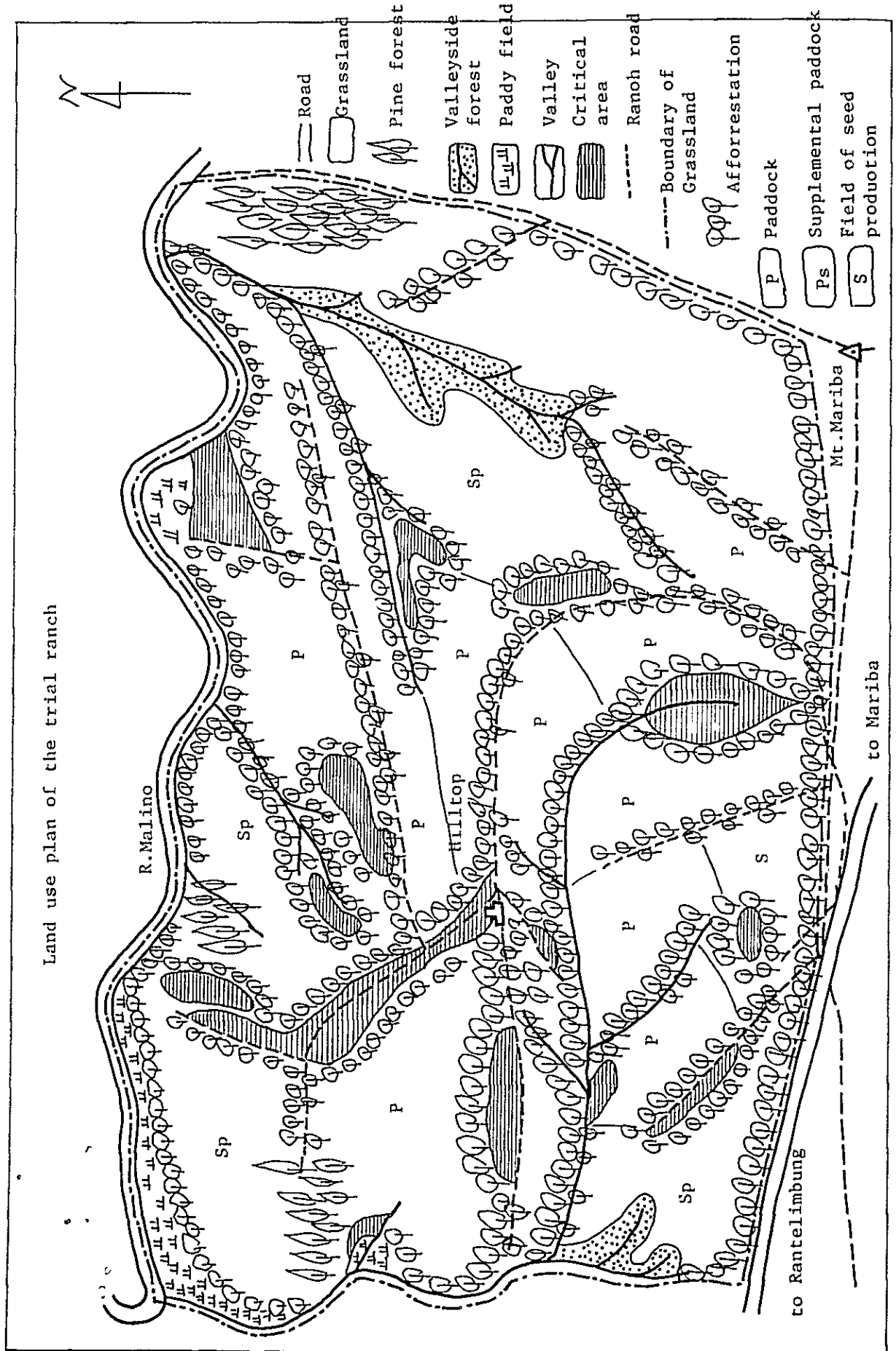
## 資 料

草地改良における牧区設定及び関連施設に関しては本文記述の地形図作成を基にして決定されるべきであり、その一例として基本的なモデル牧区を模式的に示せば、また牧区の草地内における配置を参考までに示せば次の図のようなものであろう。



モデル的な牧区の一例

Land use plan of the trial ranch



2. 造林の Pre-Feasibility Study に関する

調 査 報 告

照 井 隆 一 専 門 家

(昭和53年 9 月 12 日～昭和53年 11 月 11 日)



# 目 次

はじめに .....	31
1. 現 況 .....	32
1 - 1 位置・人口・面積 .....	32
1 - 2 林業の概況と林地の機能別面積 .....	32
1 - 3 Reforestation 及び Afforestation の計画と実施状況 .....	33
1 - 4 森林計画のための資料と樹種別造林成績 .....	34
2. 自然立地条件 .....	39
2 - 1 気温と降雨量 .....	39
2 - 2 地 形 .....	40
2 - 3 地 質 .....	40
2 - 4 土 壌 .....	40
3. 林業開発の可能性と問題点 .....	42
3 - 1 考 え 方 .....	42
3 - 2 可 能 性 .....	43
3 - 3 問 題 点 .....	44
4. 対 策 .....	46
4 - 1 試植林の造成 .....	46
4 - 2 モデル苗畑の開設 .....	46
4 - 3 トレーニングセンターの設置 .....	46
4 - 4 候補地の選定 .....	46



## は じ め に

この調査報告は、インドネシア国、南スラウェシ州において、現在策定がすすめられている南スラウェシ州地域農業開発計画（ATA-140）のための林業短期専門家として派遣され、造林のPre-feasibility studyについて調査した内容を取りまとめたものである。すでにATA-140の中の林業に関する調査は、村井宏博士によって実施され、その結果は“南スラウェシ州地域農業開発計画策定における水土保全のための林野の取扱いに関する報告書”として報告されており、今回の調査は特定二県の中の一つである、Enrekang県を対象をしぼって実施したものである。

今回の調査と報告に当り吉川リーダーと久保専門家にはいろいろと助言をいただいた上に現地調査及び資料のしゅう集についてご協力をいただいた。また、インドネシア側のCounterpartはMr. Ir. Kaharuddin Salihi氏であって、任期中問題解決のために労をいとわず努力していただいた。この他、現地調査に当っては、Enrekang県をはじめ、Alla郡役所、Buntu Barana村の関係機関及び関係者にお世話をいただいた。ここに心から感謝するものである。





# 1. 現 況

## 1-1 位置・人口・面積

南スラウェシ地域農業開発計画（ATA-140）策定の中で造林の Feasibility Study が計画されている Enrekang 県は、南スラウェシ州のほぼ中央部に位置し、面積は 170,754 ha（Forest Service of South Sulawesi Province による）、人口は約 130,000 人で、人口密度は 1 平方キロ当たり 76 人となり、南スラウェシ州の中では人口密度の低い地帯に属する。

全森林面積は 94,530 ha で、森林が県土の約 55% を占め、これに自然草地の 58,000 ha（34%）を加えると、実に県土の 89% を森林と草地で占めていることになる。

## 1-2 林業の概況と林地の機能別面積

林地は行政的施業区分として Reforestation area と afforestation area に分けられている。Reforestation area は高海拔地域や傾斜の急な地域を対象にしていて国の機関である林業事務所が管理し、これに対して Afforestation area は下方の緩斜地や部落周辺の林地を対象にしていて、一般造林樹種の他にドリヤン、バンノキ、カンユーナツ等の果樹も造林樹種として示されていて極めて農家林、農用林的考えが強く期待される林地で、造林の実行には村が当たっている。

94,530 ha の林地を機能別に分類すると

機 能 別 区 分	面 積	面積率
(1) Main Forest Protection	15,900 ha	17%
(2) Main Forest Protection/Limited Production	54,230	57
(3) Production (Afforestation)	24,400	26

となっているが、これら林地のうち、裸地及び荒廃危険地は、Forest Service of South Sulawesi Province の資料によると 58,762 ha に及んでいて、この面積は県内全森林面積の約 62% となり林地の荒廃化が進んでいることを示している。同時にこのことは Enrekang 県の中央部を流れている Alla 川の褐色のどろみからもうかがうことが出来る。

表 - 1 Data on acreages of forests and denuded lands

Kecamatan	Denuded lands		Total
	Inside Main Forest	Outside Main Forest	
1 Maiwa	9,620	7,380	17,000
2 Enrekang	200	8,800	9,000
3 Anggeraja	8,280	3,720	12,000
4 Baraka	3,000	10,762	13,762
5 Alla	1,860	5,140	7,000
Total	22,960	35,802	58,762

1 - 3 Reforestation 及び Afforestation の計画と実施状況

Reforestation の実施には国の機関である林業事務所が担当し、Afforestation の実施は農業省のかんかつにはいって、その実行は村が当ることになっている。

Enrekang 県におけるこれまでの Reforestation の計画と予算を表 - 2 に、また、1977 年以降の計画を表 - 3 に、そして Afforestation のこれまでの実施状況について表 - 4 に示す。

表 - 2 Acreage of Reforestation 1969 through 1977

No	Name of location	69/70	70/71	71/72	72/73	73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	Total	Expense Rp.
A National budget												
1	a Maiwa	100	-	-	-	-	-	-	-	-	100	186,415-
	b Anggeraja	50	-	-	-	-	-	-	-	-	50	
2	Alla	-	150	-	-	-	-	-	-	-	150	654,250-
3	Alla	-	-	100	-	-	-	-	-	-	100	712,000-
4	Alla	-	-	-	200	-	-	-	-	-	200	1,546,500-
5	Alla	-	-	-	-	200	-	-	-	-	200	1,850,000-
6	Anggeraja	-	-	-	-	-	500	-	-	-	500	8,569,000-
7	Anggeraja	-	-	-	-	-	-	500	-	-	500	16,038,500-
8	Alla	-	-	-	-	-	-	-	2,000	-	2,000	84,730,000-
9	Anggeraja	-	-	-	-	-	-	-	-	2,600	2,600	123,942,000-
B Regional budget												
10	Maiwa	-	-	-	-	50	-	-	-	-	50	350,000-
11	Maiwa	-	-	-	-	-	500	-	-	-	500	3,944,240.-
Total		150	150	100	200	250	1,000	500	2,000	2,600	7,000	

表 - 3 Reforestation Plan for Kabupaten Enrekang  
( 1977 to 1985 )

	years								ha
	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	
1 Anggeraja	2,600	3,080	-	-	-	-	-	-	-
2 Enrekang	-	-	700	-	-	50	-	-	-
3 Alla	-	-	1,500	440	-	250	-	-	-
4 Baraka	-	600	-	750	-	-	-	-	-
5 Maiwa	-	-	-	250	2,000	1,000	1,000	-	-
Total	2,600	3,680	2,200	1,440	2,000	1,300	1,000	-	-

表 - 4 Afforestation Plan for Kabupaten Enrekang

years	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	Total
acreage ha	500	1,000	3,108	6,900	7,600	2,800	1,200	-	1,292	24,400

これらの表にみられるように、Enrekang 県においては大統領命令の下に県内林地の造林と緑化をけんめいを実施していることがうかがわれる。

#### 1 - 4 森林計画のための資料と樹種別造林成績

県内における造林の概況を樹種別にみてみよう。

造林の資料として次のように Enrekang 県における樹種別造林面積の資料が得られたが、林業経営計画樹立のために必要とされる樹種別の齢級面積、蓄積量、生長量、生長率等、いわゆる資源構成の把握はされていないと思われる。

樹種別造林面積 ( Main Forests / People's Forest. Reforestation )

- a. Jati                                      50 ha ~ 1,000 ha
- b. Accacia                                      -
- c. Pinus merkusii                              250 ha
- d. Albizia                                      50 ha

以上のように人工造林面積は極めて少なく、Enrekang 県においては人工造林の経験

は非常に乏しいと考えることが出来よう。

数少ない造林地の中の数か所を調査することができたので、次に樹種別の造林成績の概要について記述することとする。

(1) *Pinus merkusii*

*Pinus merkusii* は、マツ属の中で赤道を越えて南半球に天然分布する唯一のマツである。インドネシア・スマトラ島の北中部の標高 200 m ~ 2,000 m にかけて自生地があると言われているが、当南スラウェシ州においてもオランダ時代から一部の地域に造林が試みられている。まとまった造林地は、Enrekang 県の隣県である Tator 県に多く見られるが、Enrekang 県においてもこれまで主として Reforestation area に植栽され、これまでの造林合計面積は 250 ha に達する。

また、*Pinus merkusii* は Afforestation area でも若干造林されているが、その造林面積は Reforestation area に比べると著しく少ない。植栽間隔が Reforestation と、Afforestation とでは異なっていて、Reforestation は 2 m × 3 m (1670 本/ha 植栽)、Afforestation では 5 m × 5 m (400 本/ha 植栽) である。

海拔高の低い地帯にも稀に造林地がみられるが、主として海拔高 400 m 以上の地域に植えられている。種子の採取は 7 月 ~ 8 月にかけて行われるが、今回調査した 9 月、10 月でも毬果は着生している。樹下には、日本のアカマツのような天然生の稚樹の発生は全くみられない。育苗はビニール製のポットを使用して播種時期は 8 月、9 月で、Reforestation を担当する林業事務所でも主として育苗が行われている。育苗期間は 8 か月 ~ 12 か月、平均 10 か月で、苗高 20 ~ 30 cm 前後の大きさで山行き苗として使用している。

初期生長は頗る良好で、2 林分について土壌調査と林分調査を実施したが、林齢 16 年生で平均樹高 17 m を示していて、この樹高生長は、J. H. A. Ferguson 氏報告のメルクシー・松林分収穫表の地位 III (中の下) に相当する成長である。

Enrekang 県においては次表に示す地位中 (II) の生長は十分に期待できそうである。

表 - 5 メルクシー松 地位中 (II) の林分収穫表

林 齢	ha 当り本数	胸高断面積 m <sup>2</sup>	平均胸高直径 cm	平均 樹 高 m	主材木材積 m <sup>3</sup>	平均成長量 m <sup>3</sup>
5	945	55	8.5	6.4	11	22
10	857	251	19.3	13.2	115	125
15	403	268	29.1	19.8	182	19.9
20	253	279	37.5	25.4	238	222
25	207	284	44.0	30.0	286	224
30	154	287	48.7	33.5	322	214
35	135	29.0	52.3	36.2	349	20.1

・ 主林木材積は直径 7cm 以下の梢端部を除く

間伐は、林業事務所の指導では10年目に1回、20年目に2回目の間伐を行うことになっているが実行されていない。また、下枝が落されているメルクシーマツが多くみられるが、これは、無節材生産を目的とした枝打ちではなくて、特用樹として植栽されている<sup>ちようじ</sup>丁子(後述)の活着を図るために使われている庇護材料として利用するために枝を落しているものである。

また、山腹斜面の草地にメルクシーマツが点々と生立している状況がみることができ、これは草生地火入れによる火災被害をまぬがれた残存木であると推定される。

土壌条件の違いによる生育の差は小さいようである。水土保持に關係する16年生メルクシーマツ林土壌のAo層は約0.3~0.5mmの厚さでメルクシーマツの落葉が堆積し、分解が早いためF層、H層の存在は認められないがL層の形態で存在している。また、極めて薄層ではあるがA層上部にやや軟かい土層が分化しつつあることが認められ、これらのことから徐々にではあるが、林地が林木でおおわれることにより水土保持のための土壌改善が進みつつあるように考えられる。

## (2) *Tectonia grandis* (Jati, Teak)

Enrekang 県内のチークの造林面積は、林業事務所の資料によると50ha~1,000haと大きな巾で示されている。

南スラウェン州の州都であるUjung Pandang市から国道を北上し、ParePare市からEnrekang県にはいり、さらにTator県に至る道路沿いの丘陵地においてもっとも多く見ることのできる造林樹種がチークである。

チークは乾季に落葉する落葉樹であるが、今回調査した9月下旬~10月中旬のEnrekang県では完全に落葉したものは見られず、半落葉の状態であった。

Enrekang 県は標高差の大きい県であるが、ParePare市周辺(標高50m以下)とKalosi付近(標高700m)のチークには落葉期・開葉期に時期のズレが認められるようである。種子は9月~11月まで長期間採種することが出来るが、育苗は行わず天然の稚苗を利用したり天然更新の形で拡大している。しかし、チークはこの地域に自生していたのではなく、最初はジャワ島から移入して植栽したものが拡がっていると考えられる。

海拔高度700m以下の地帯に造林されていて海拔高の低い地帯ほど生育が良好のようにはみられた。間伐、枝打ち等の保育は殆んど実施されず放置の状態にある。林齢はいずれの林分も若く利用径級に達していない林分が多い。

生育のよい例としてEnrekang 県の海拔300mの山腹下部凹部の砂壤土(押し出し地?)で黒ボク土壌に似た断面形態の土壌(pH6.5)に生育している林齢13年のチークを調査したが、植栽間隔5m×5m(400本/ha植栽)で無間伐、平均樹高20.5m、平均胸高直径25cmという良好な造林成績であった。

一方、海拔高 850 m 地点の Podzolic yellow-red Soil の粘質で土層の堅い土壌 ( pH 4.5 ) に造林された林齢 10 年前後のチークの生育は平均樹高が 7 m で不良である。チークの材質は生育環境によってかなりの巾があると言われるがこの地帯のチークの材質については不明である。なお Ujung Pandan 市内の家具製造所で使用されているチーク材はジャワ島から移入されたものがほとんどで南スラウェシ州のチーク材は家具材として使用されていない。

### 3) *Eugenia aromatica* ( Cengkeh )

実が煙草その他の香料や薬用として使用される小高木であるが、植栽後比較的短い年月で収益の得られる特用樹として近年 Afforestation area に急速に植栽が広がっている。特に Alla 郡内 でこの植栽が盛んである。

苗木は 1 本 Rp. 250 で販売されていて、植栽間隔は 7 m × 8 m, 又は 8 m × 8 m で、苗木を定植後、活着促進のためメルクシーマツの枝で日陰を作ることが行われている。活着後は生育促進のため下刈は勿論のこと、1 m<sup>2</sup> ~ 2 m<sup>2</sup> の範囲の中耕を行い、熱心な手入れが実施されている。メルクシー・マンの林内に植栽されているものもあるが、これは陽光不足のため枝数・葉量が少なく生育は不良である。なお採種のための樹型誘導は考慮されていない。

### (4) *Cassia siamea* ( Johar )

*Cassia siamea* はエンジュ・アカシヤ・紫檀・花梨などと同じくマメ科の樹木で和名はタガヤサンあるいは鉄刀木とも呼ばれる。

Enrekang 県における種子の採取期は 8 月・9 月・10 月の 3 か月で種子の採取は容易である。平均発芽率は 35 ~ 50 % ( 林業事務所調べ ) とわれ、9 月・10 月頃にピニール・ポットに播種されている。育苗期間は約 1 年は必要とされているが、実際にはこれよりも短い育苗期間で山出しされているようである。近年、造林されはじめた樹種でその造林適地、活着成績、初期生長、保育法などは不明である。

今回は Enrekang 県でもっとも古い造林地であると言われる林齢 28 年の *Cassia siamea* 林を調査することができた。

この造林地は海拔高約 m, 石灰岩山地の山腹斜面下部に位置し、土壌は 10 YR<sup>5.5</sup>/<sub>3</sub> ( 暗褐色 ) の色調を呈する Brown Forest Soil に近似している。pH は 6.5 ( H<sub>2</sub>O ), 粘質で固くしまり土層には割目がみられ、堅果状構造が一面に発達している。平均樹高は 17 m で、胸高直径は 6 cm から 13 cm の範囲で平均 10 cm, 本数密度は 100 m<sup>2</sup> 当たり 24 本で生立密度の高い林である。この林で採種される種子は隣県の Tator 県にも移出されている。

用材生産のための密度管理・保育は全く行われていない。なお、*Cassia siamea* は萌芽性があるようである。

(5) *Ceiba pentandra* (Kapok) と *Toona sinensis* (Suren) と *Aleuritis molucana* (Kemiri)

Afforestation area 対象の造林予定樹種の中には木材生産を主とするものの他に、果実の収穫を主目的とする *Anarcadium accidentalis* (カシュー・ナッツ) や *Artocarpus integra* (ナガミパンノキ), *Durio zibethinus* (ドリアン) 等があるが、*Ceiba pentandra*, *Toona sinensis*, *Aleuritis molucana* は果実も利用するが木材の生産を主目的とするもので人家の周辺に植えられている。礫まじりの崩積土壌で通直なよい生育を示している。特に *Toona sinensis* は、沢沿いの崩積土にまとまって生育していることから特に水分を多く要求する樹種のように観察される。

Enrekang 県 Alla 郡内の *Toona sinensis* と *Tectonia grandis* の混生した林を調査したが *Toona sinensis* の方が生長が早い。これら3種の樹は育苗して造林しているのではなく天然性の稚樹を利用している。

(6) *Accacia auriculiformis* と *Calliandra* spp

*Accacia auriculiformis* と *Calliandra* spp はジャワ島から種子の送付をうけて Afforestation のために育苗し、造林されはじめた樹種で早成樹として期待されている。造林後1~2年目の造林地しか観察することができなかつたが意外にも *Accacia auriculiformis* の生育が不良である。

この生育不良の原因は土壌条件を含む立地環境にあるのか、育苗過程に問題があるのか明らかでない。

(7) *Sesbania grandiflora* (Turi), *Albizia farcata* (Sengon), *Leuceana glauca* (Lamtoro)

いずれも熱帯地域の早成樹として知られた樹種である。

Enrekang 県内での植栽地は調査できなかったが、Jeneponto 県で混牧林の樹種として利用しているのを観察することができた。*Sesbania grandiflora* は黒色堅密な土壌(火山灰?)で、雨季を2回経過して5m前後の樹高生長を示し、また同じくマンゴー接木畑(沖積土壌)の庇蔭用に植えられたものは1年で6~7mという驚くべき生育ぶりを示している。

また、*Leuceana glauca* も混牧林用樹種として使用されているが、直播まで2年経過して平均樹高3.5mですでにうっ閉し、林内地床の草類は消滅しつつある。

## 2. 自然立地条件

### 2-1 気温と降雨量

熱帯地域での樹木の分布や生育を支配する主な気候条件は降雨量であり、また降雨量の月別配分、雨季と乾季のあらわれ方であると言われている。Enrekang 県における降雨量をAlla郡の郡役所（海拔高度710m）からみると表-6のとおりである。

表-6 Enrekang県の月別降雨量と降雨日数

	Enrekang. Alla Altitude 710m												計
	降 雨 量												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1972	60	113	136	110	121	21	0	81	45	54	95	53	889
1973	237	163	64	222	242	120	137	133	121	71	49	117	1706
1974	24	187	6	72	195	90	139	55	416	103	214	89	1590
1975	36	139	183	223	133	189	112	97	156	252	127	29	1676
1976	101	91	113	171	102	149	50	27	79	125	52	74	1134
平均	91.6	138.6	100.4	159.6	158.6	113.8	87.6	84.6	163.4	121.0	107.4	72.4	1399.0

#### 降雨日数

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
1972	8	13	7	9	5	5	0	5	3	3	6	11	75
1973	15	11	8	14	20	11	8	14	11	5	7	13	137
1974	6	19	1	7	18	10	16	5	21	13	15	8	139
1975	1	8	13	14	12	14	15	7	14	12	6	4	120
1976	15	13	14	9	8	18	7	5	5	13	11	11	129
平均	9.0	12.8	8.6	10.6	12.6	11.6	9.2	7.2	10.8	9.2	9.0	9.4	120.0

年降雨量は年により900mmから1700mmを記録していて、年変動がかなりあるが平均すると1400mmで熱帯地域での多雨地域とはいえない。この地域の降雨気候のもっとも大きな特長は、西海岸あるいは東海岸で明瞭に認められる雨季・乾季の区分がはっきりせず、毎月降雨があることである。年間の降雨日数は平均120日で各月の平均降雨日数は少ない月で7日、多い月で13日とほぼ平均している。

気温については測定記録がないので、今回調査中Enrekang県Alla郡のKalooiの宿舎で測定した記録から判断すると海拔高度700m付近では最低気温が22℃前後、最高気温が32℃前後で平均気温は26℃～27℃位と思われる。



なお気温の月較差は非常に小さいと言われており、月別平均気温の差よりも日気温の最低・最高気温の較差の方が大きいと判断される。

## 2-2 地 形

Enrekang県の林地の海拔高度は100mから3,200mまでで、高度差が大きい。海拔高度別に a…500m以下 b…500m～1,000m c…1,000m～1,500m d…1,500m以上 の4地帯に分けると、Saddang川やAlla川の流れる南西部にa地帯が広がり、北東部にかけてb、c、dの順に海拔高が高まっている。この広がりは図-1のとおりである。

出現する地形は、開析の進んだ大起伏山地、中起伏山地、中起伏丘陵地、小起伏の丘陵地、低地に分けられるが、大起伏山地は前記のc、d地帯に、中起伏山地はb地帯に、また中・小起伏丘陵地と低地はa地帯に発達している。山地地形がより発達しているのがEnrekang県の地形の特長と言えらると思う。

## 2-3 地 質

Enrekang県の地質は、インドネシア国の地質図(縮尺 万分の1)によると次のとおりである。

Enrekang東部の高海拔地域の地質は、年代ははっきりしていないが、中世代末の白堊紀の頃の生成であろうと言われている。若干変成した粘板岩・チャート・千枚岩・大理石・珪石・珪質の角礫岩で構成されている。岩質は極めて固い。この周辺において一番古い地層であるので一番下にあるべきなのが一番上にきている。これは地層が東側から押されて西側の地層の上につかっただけのものであると説明されている。

次に古いのが海拔高500m～1,000m～1,500mの地帯の地層で第三紀初期のものであると言われる。主な岩石は頁岩、赤褐色ないしは灰色の頁岩、石灰岩、石英質の砂岩に礫岩、また一部には石炭を含んでいて全体に変質している。

Kalosi川をわたった西側で急に盛り上がったように高くなっている山は石灰岩で出来ている。

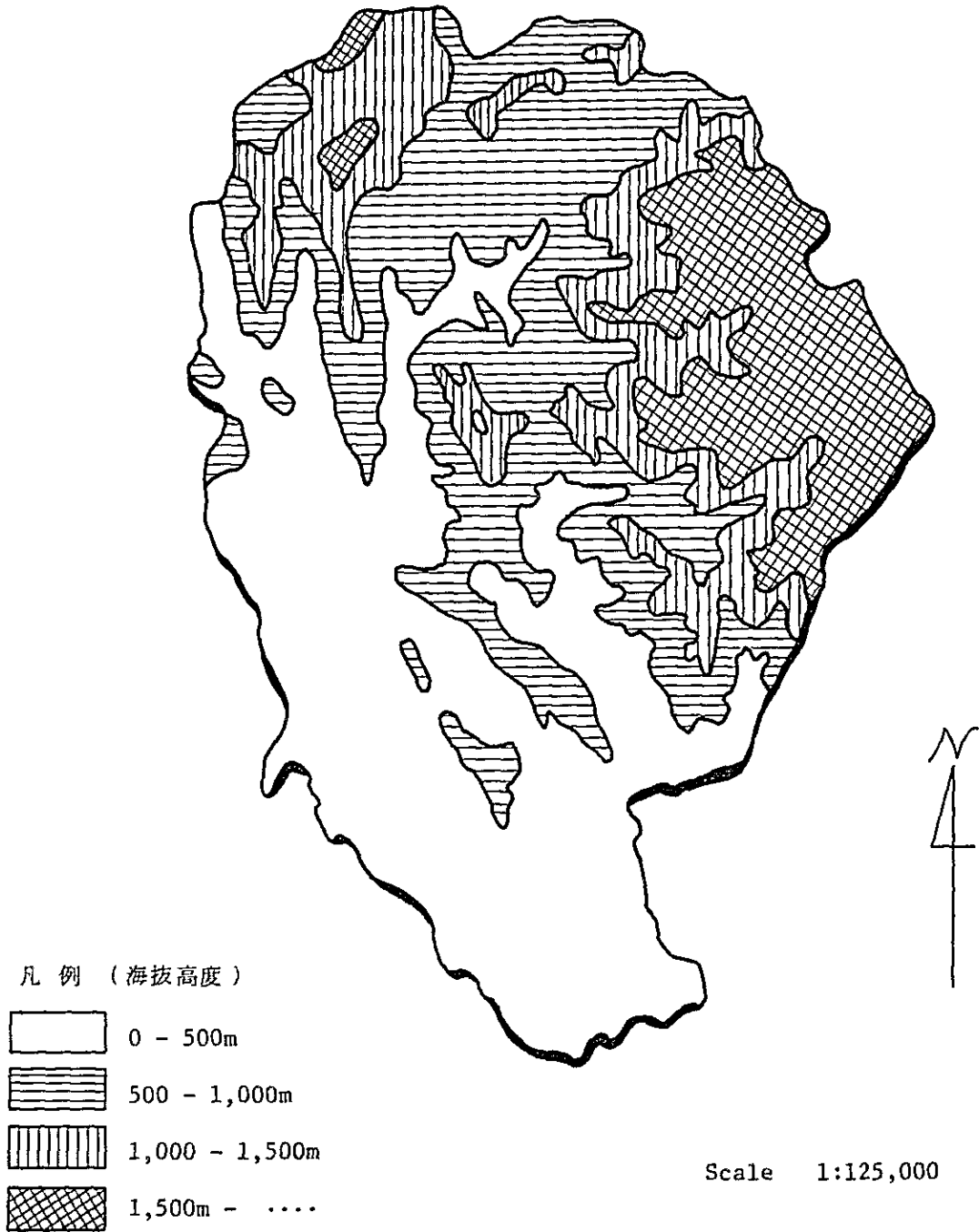
海拔高500m以下の地帯は第三紀の中でも新しい地層で、砂岩他3種の水成岩で構成されている。

## 2-4 土 壤

土壌は別添のように縮尺12万5千分の1の土壌図が作成されている出現する土壌は、Brown Forest Soil, Mediteran, Podsollic yellow-red Soilに大別され、さらに11のSolitypeに分けられるが、Soil type別の林地生産力は明らかにされていない。

图 - 1 高度区分图

(Enrekang 县)



### 3. 林業開発の可能性と問題点

#### 3-1 考え方

Enrekang県は地形が急峻で起伏に富んでいるために、水田や畑や樹園地として使用しにくいところが多く、このため土地利用は林業と草地が中心とならざるを得ない。林業の開発は、これまで搬出路がないために未利用の状態にあった森林に道路を通して伐採をすすめ木材の利用をはかるという伐採からスタートするやり方と、将来の木材資源造成と林地生産力の増大をはかるために造林を拡大し、造林・保育作業を通じて地元へ雇用の機会を殖やしながらかつて生産された木材原材料の供給を通じ関連する地元諸産業の振興をはかっていくという造林からスタートする二つの方向があると考えられる。

Enrekang県においては、後者の方向が主となるが、対象となる林地はこれまでの粗放な林地利用の結果、荒廃し、草原と化し、さらに浸蝕が進行し、地力が著しく低下してきている。近年、大統領命令により早成樹種による緑化に積極的にとりくんでいるが、これまで地元には森林造成の実績が極めてとぼしく、また技術的にも初歩的な水準にあるため造林成績は良好とはいえない。

また、Enrekang県はSaddang川やBilla川の下流域に広がっている農耕地の水源地帯として重要な位置にあり、森林造成は農業開発のために必要とされる水資源確保のためにも急がなければならない。

地域計画の一環として森林造成計画を作成する場合、造成の実行を個人が実施するにしてもあるいは企業や公的機関が実施するにしても、森林の造成が将来の地域経済に与える影響や数多くの問題について予め検討し、計画の中に折り込んでおかなければならない。これら検討事項の中でもっとも重要な事項は将来、主伐（収穫）された木材の最終的な利用目的を定めることと、もう一つは生産の可能性を地域の自然立地条件から判断して造林対象樹種別に生産期間・生産量について検討することである。現在Enrekang県においては、荒廃した草地をできるだけ早く森林にもどすために早成広葉樹を中心とした造林をすすめているが、長期的な視点から見ると早成広葉樹だけに造林を期待することは危険であると考えられる。

森林の機能は、木材を生産する経済的な機能と水源かん養や土砂流出防止等の公益的機能に大別され、現時点では荒廃林地の早期緑化をはかるため公益的機能に重点をおいた林業が期待されている。しかし、将来における木材生産を中心とした地域産業の振興をはかるには、次の3つの生産目標をたて、この目標に適合する方向で適地を選び造林適木を選定して森林造成をすすめることが必要であると考えられる。

#### 木材の生産目標

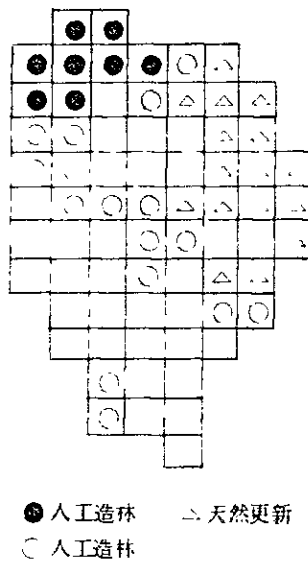
##### 1) 均質な木材の生産

- 2) 木材の大量生産
- 3) 木材生産の継続化

### 3-2 可能性

降雨量・土壌・樹高・傾斜・土性・地質構造・地状状態等の土地要素を組み合わせて、林地が保有している林業生産の可能性と、林地が荒廢地に移行する危険度（潜在+顕在）をマクロに把握する手法が村井 Report（村井宏博上 Feb.1978）に提案されている。

図-2 Present Forest Condition Map

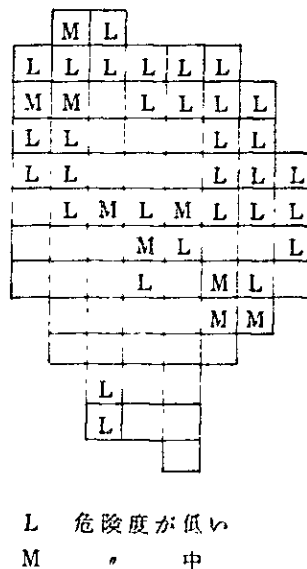


この手法によって、Enrekang 県について縮尺 50 万分の 1 の地図による林業生産の可能性を求めたのが図-2である。

1つのメッシュが表面積で 2,500 ha に相当する極めて大まかなものであるが、林地の生産力をマクロに把握することができる。この図によると、Afforestation area と 1,000 m 以下の草地は大部分が人工造林可能地であると判定される。

海抜高 1,000 m 以上の地域は、天然更新が適する結果となり、またインドネシア、林業事務所の施策方針も更新は択伐によるとされているが、これらの地域は林道密度が頗る小さく、高密路網が配備されない限り択伐の名のもとに放置林となりがちである。主要林道・作業道を配備して更新は小面積皆伐を行ったほうが現実的であると考えられる。

図-3 Damage By Brosin Map



次に荒廢危険地のマクロな分布状況を図-3に記した。

1メッシュは前図と同じく 2,500 ha である。

この図から判ることは意外にも Enrekang 県の林地は荒廢の危険度が小さく、現実と大きくくい違い結果となった。このことは、現在の林地の荒廢の主な原因は人為的なものであって土地そのものは荒廢しやすい条件をもっていないと考えることができよう。したがって、今後、林地の土地利用を慎重

に行きることによって現在の荒廃地の復旧の可能性は十分にあるものと考えたい。

以上、2つの視点からみた Enrekang 県の林地は、かなり経済林地としての自然的可能性をもっているといえそうである。

### 3 - 3 問題点

#### (1) 造林樹種（適木）の検索

造林適木の検討は、今回の調査の主な調査項目の1つであるが造林適木の決定は、生産された木材の利用目的やその生産地域内における生育の可能性、病虫害に対する保護等の検討を経た後に決定されなければならない。

現在、Enrekang 県においては表-7にあげてある樹種を Afforestation 及び Reforestation に使用しているが、県内には、造林の歴史は浅く、生長の経過を検討する造林地が極めて少なく、県内において地位別に造林適木検討の試植林の設定が必要と考える。

造林樹種を主要な利用目的別に整理して、地域に適した適木を選定し、造林樹種の数可能な限り少なくすることが必要である。

1. 樹実利用のための特用樹
2. 肥培・早期緑化のための早成広葉樹
3. 原材料（主としてパルプ）生産のための松類
4. 貴重材・高級材生産のための造林樹種

#### (2) 育林技術

Enrekang 県においては、育林技術として樹種別の植栽間隔、密度管理、肥培、間伐、枝打ち等の検討および試験が造林の拡大とともに必要とされてくるであろう。

表 - 7 List of Various Trees for Reforest and Afforestation

1 Afforestation

学 名	インドネシア名	和 名
<i>Sesbania grandiflora</i>	turi	
<i>Eugenia aromatiea</i>	cengkeh	
<i>Anarcadium accidental</i>	jamba mete	カシュー・ナッツ
<i>Ceiba pentandra</i>	Kapok	カボック
<i>Artocarpus integra</i>	nangka	ナガミバンノキ
<i>Manilkara kauki</i>	sawo kecil	
<i>Durio zibethinus</i>	durian	ドリアン
<i>Nephelium lapaceum</i>	rambutan	
<i>Accacia auriculiformis</i>		
<i>Calliandra Spp</i>		
<i>Crofalaria yunder</i>		
	Suren	

2 Reforestation

<i>Pinus merkusii</i>	pinus	メルクン・マツ
<i>Tectonia grandis</i>	jati	チ - ク
<i>Swietenia macrophylla</i>	mahoni	マホカニ
<i>Agathis loranthifolia</i>	damar	インドナギ
<i>Albizia falcata</i>	sengon	ネ ム
<i>Accacia auriculiformis</i>		
<i>Eucaliptus deglupta</i>		
<i>Aleuritis molucana</i>	kemiri	クワイノキ
<i>Calliandra Spp</i>		
<i>Leuceana glauca</i>	lamtoro	ギンコーカン ギンネム?

by Ir. Syabii Manan, M. Sc

## 4. 対 策

これまで述べてきた造林の技術的諸問題解決のため、次の対策が考えられる。

### 4 - 1 試植林の造成

試植林造成の主な目的は、(1)造林適木の検索 (2) 植栽方法の検討 (3)保育技術の検討である。

造林適木の候補樹は、樹実利用の専用樹類、肥培や早期緑化のための早成広葉樹類、原材料（主としてパルプ）生産のためのマツ類・及び貴重材・高級材生産のための樹種の各グループに分けて、地位（2～3）別に植栽して生長経過を調査する。

また、同時にそれぞれの樹種の適正な植栽密度や植栽方法、肥培についても検討し、更に間伐、枝打ち等の保育方法の検討を実施することとする。

### 4 - 2 モデル苗畑の開設

モデル苗畑開設の主な目的は試植林および地域に対する苗木の供給と育苗技術の改善である。種子貯蔵や苗木生産を計画的に行うことにより、この地域では年間を通して造林が可能と考えられる。（明瞭な乾季なし）

### 4 - 3 トレーニング・センターの設置

トレーニング・センター設置の主な目的は、試植林造成プロジェクト実施に必要な技術の訓練と、林業技術の地区内普及指導である。

### 4 - 4 候補地の選定

試植林・苗畑・トレーニングセンター設置場所の候補地は

- ① Enrekang 県の自然立地環境の平均と考えられ海拔高500～1,000mの地帯で、
  - ② 道路に近く
  - ③ 水が得られ
  - ④ 公有地であること
- の4条件を考慮し、別添図のとおりAlla郡・Desa Buntu Barana 地区に予定した。

資	料
---	---

地 質 図 ( 2 - 1 )

” ( 2 - 2 )

” Legend

土 壤 図

” Legend

ルート・マップ

水 系 図

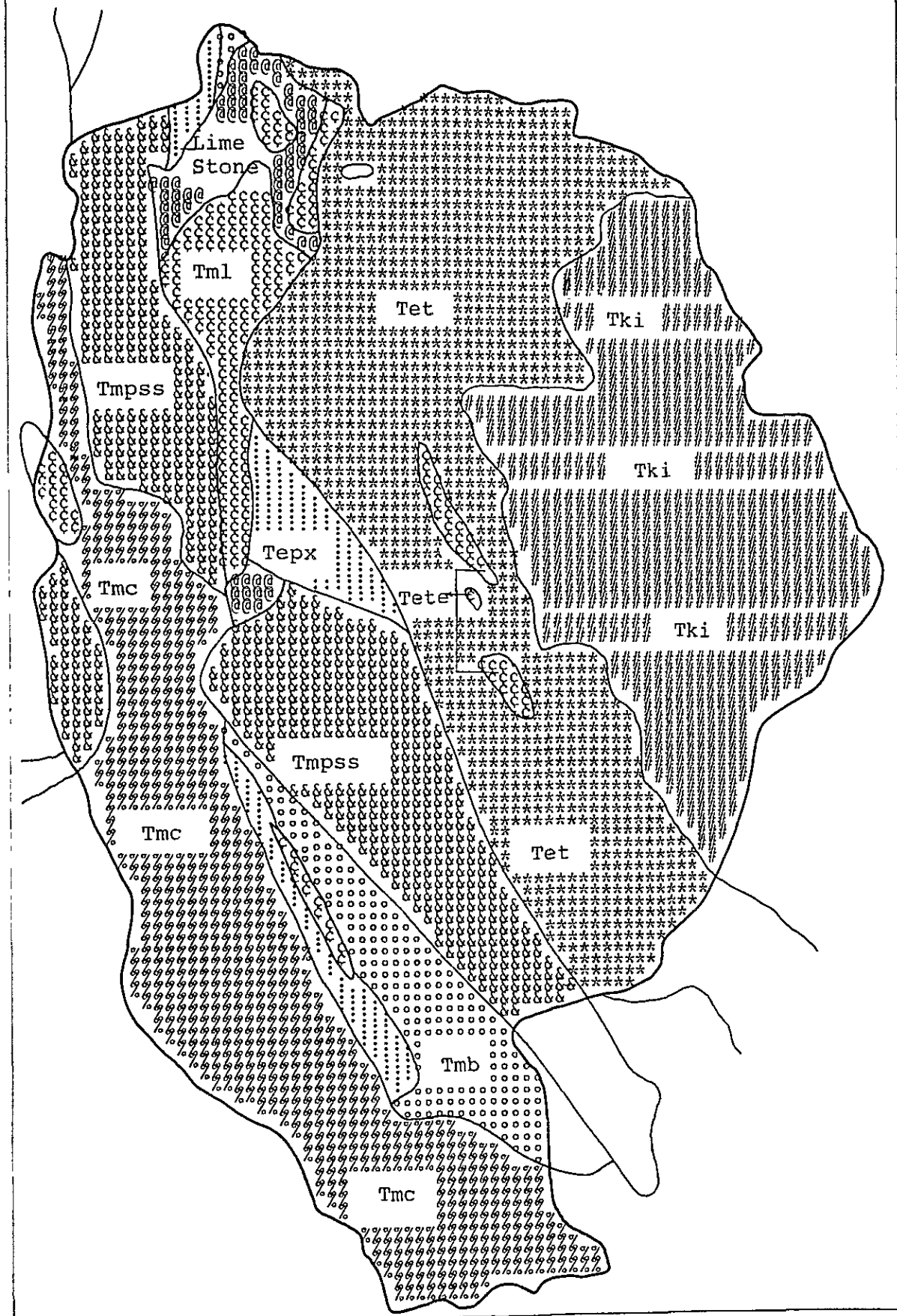
地 性 線 図

概 測 図

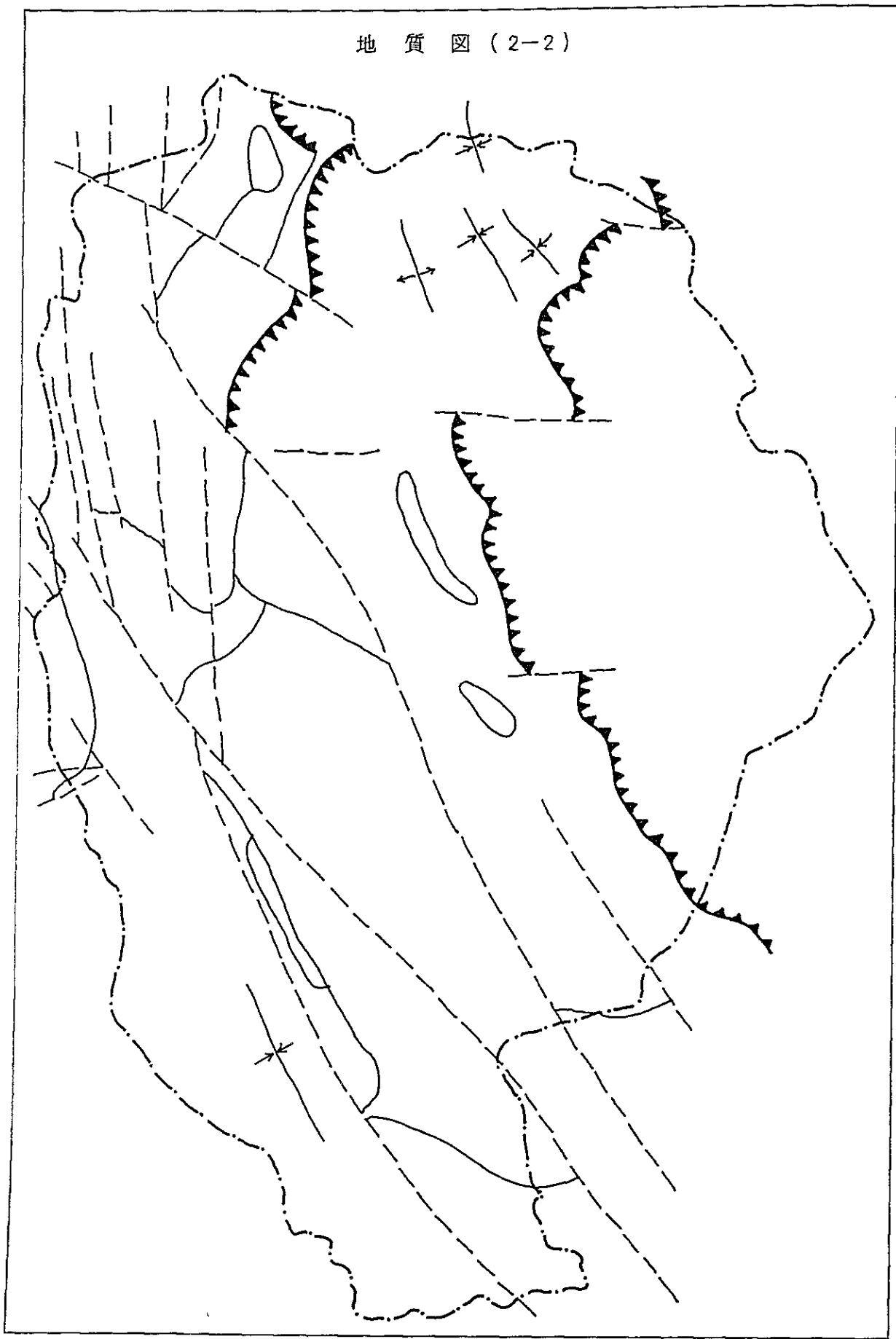
日 程 表



地質圖(2-1)



地質圖(2-2)



## Legend

(1)TKI Cretaceous Eocene

Latimojong formation

Moderately metamorphosed rocks, slate, phyllite, chart, marble, quartzite and silicified breccia, some intermediate to basic intrusions.

The formation is named from exposures in the Latimojong mountain.

These are the oldest rocks exposed in the region, and because of pervasive folding and metamorphism, little is known about their thickness.

No fossils have been found: neither base nor top is exposed.

(2)Tet Tertiary Eocene

Shale, reddish brown and grey marly shale and limestone, quartzose sandstone, quartz conglomerates and local coal.

(2)Tet1

Limestone, grey to white, in large lenses

(3)Tm1

Reeflimestone

(4)Tmb

Marl and intercalated limestone, locally contains bluish grey to black calcareous sandstone, conglomerate and breccia. Foraminifers range in age from late early Miocene to latest middle Miocene.

(5)Tmvp Tertiary miocene

Lava flows, basaltic to andesitic, some pillow lava, pyroxene andesitic breccias and trachytic andesites.

Feldspathoids in places.

Foraminifers range in age from late Miocene to Pliocene, thickness 500 to 1,000 m.

(5)Tmssp

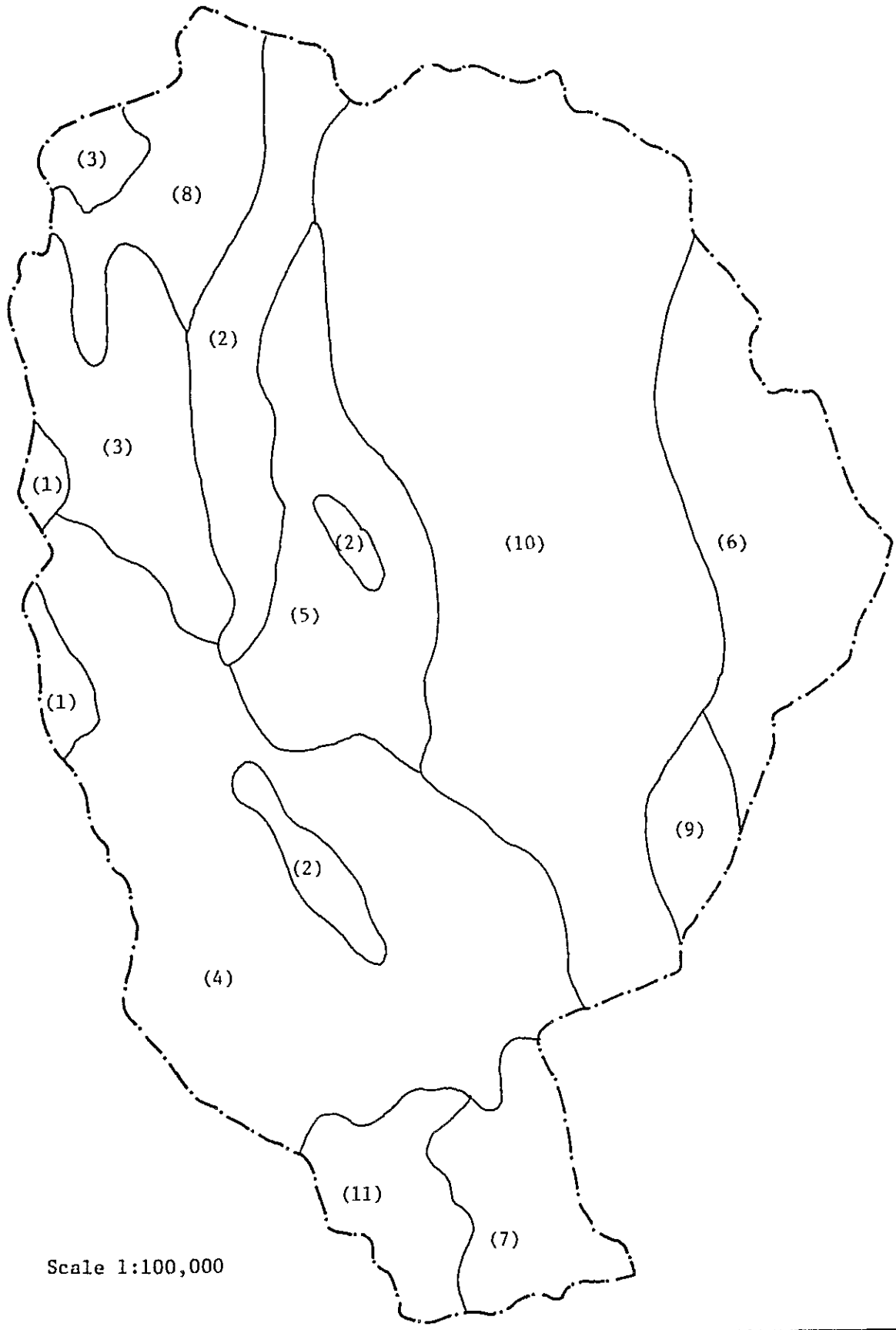
Andesite sandstone, siltstone, conglomerate, breccia, some beds show evidence of deposition from turbidity currents. Foraminifera indicate

unit in part no older than middle Miocene; thickness about 1,000 m.

(6)Tmc

Conglomerate. Includes a little glauconitic sandstone with shale, coquina molluses; unit forms undulating topography. Foraminiferas ranges in age from late middle Miocene to Pliocene: about 100 m to 400 m thick.

Soil map (Kab. Enrekang)



Scale 1:100,000

Bahan } 田材料  
 induk }  
 Benluk wilgak 地域

Soilmap Legend 33

Peta Tanah Tinojau

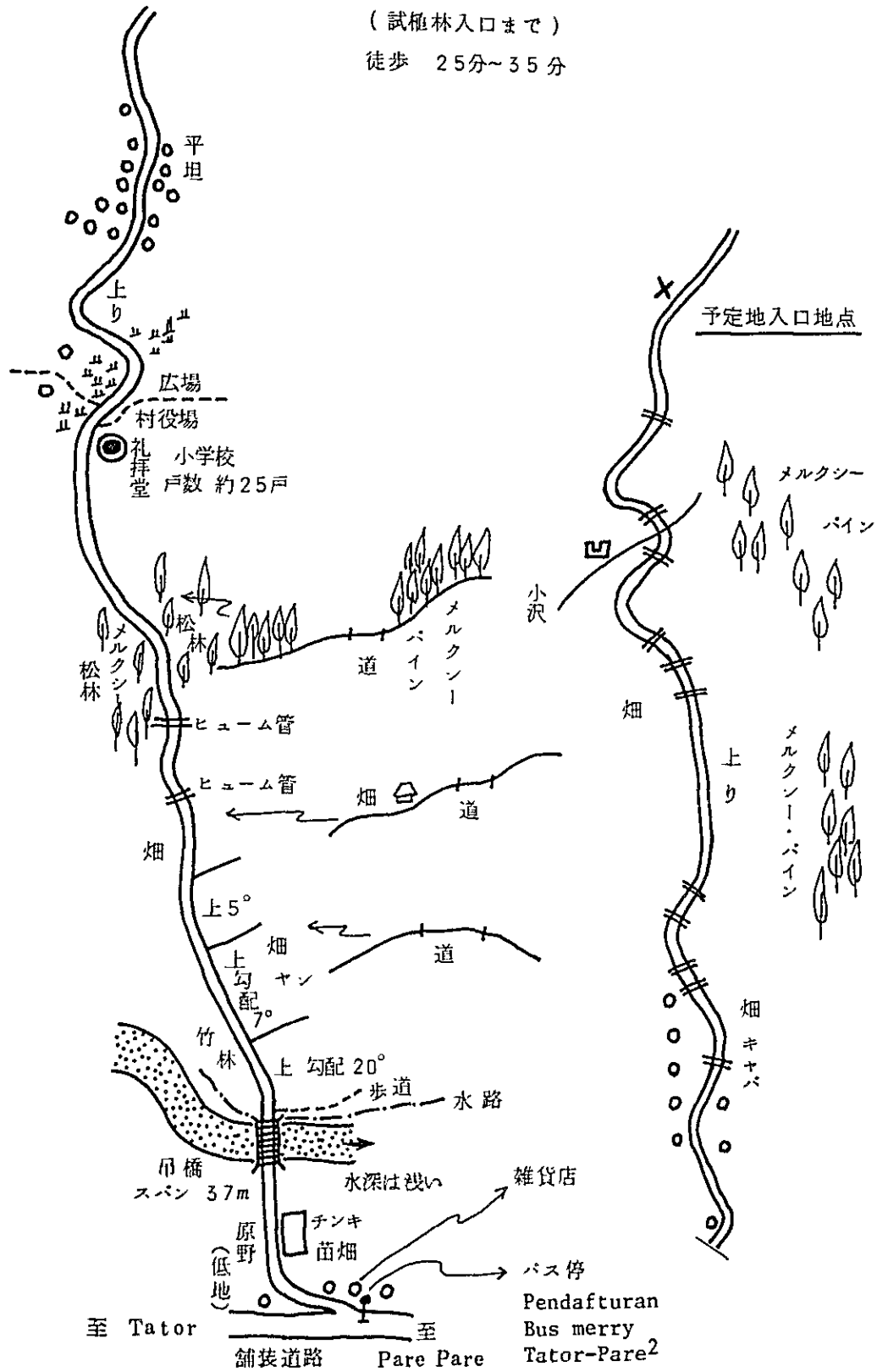
Kebupaten Enrekang  
 Propinsi Sulawesi Selatan  
 (Scale 1:250,000 1968)

No.	S.P.	Symbol	種類 Matjam Tanah
Brown forest soil			
1	B.F.S.	$\frac{H-M}{T/5 C/S5}$	Brown Forest Soil
Mediteran			
2	M.g.b.	$\frac{H-M}{S I}$	Mediteran Tjoklat Kekelabuan
3	M.b.	$\frac{H-M}{S c/t}$	Mediteran Tjoklat
Podsolik Merahkuning			
4	Pc b	$\frac{H-M}{Ta}$	Podosolik Tjoklat
5	Pc b	$\frac{H-M}{S5/Sc/T}$	Podosolik Tjoklat
6	Pc yb	$\frac{H-M}{M S}$	Podosolik Tjoklet Kekuningan
7	Pc yb	$\frac{R-H}{S 5}$	Podosolik Merak Kekuningan
8	Pc yb	$\frac{H-M}{Ta-1}$	Podosolik Merah Kekuningan
9	Pc yb	$\frac{H-M}{S5,Sc}$	Podosolik Merah Kekuningan
10	Pc	$\frac{H-M}{Sc,S5}$	Podosolik Violet
11	Pc,gb,Re	$\frac{R}{S,c,T}$	Kompleks Podsolik Tjoklat Kekelabuan Regosol

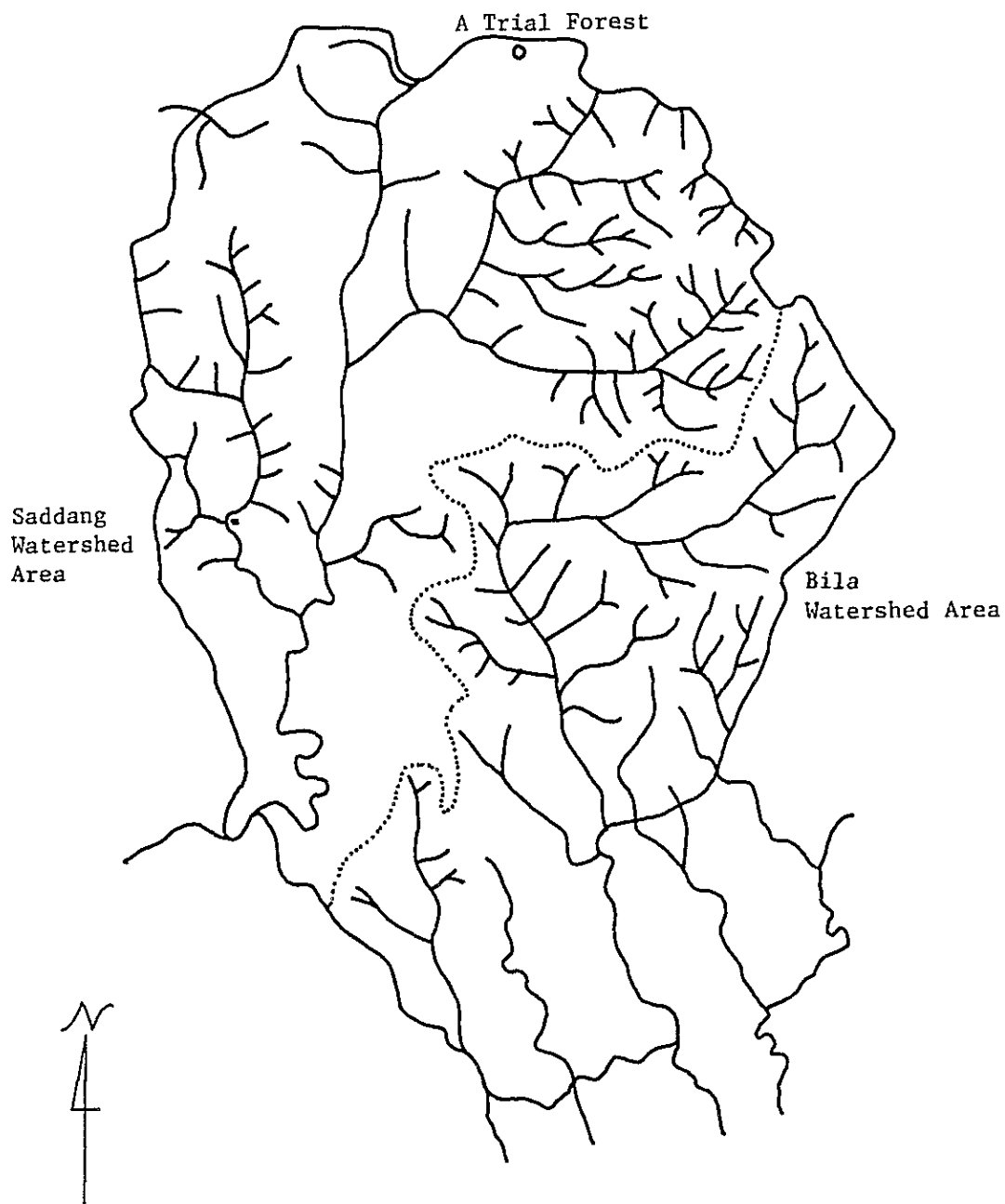
ル ー ト マ ッ プ

( 試 植 林 入 口 まで )

徒 歩 25分~35分



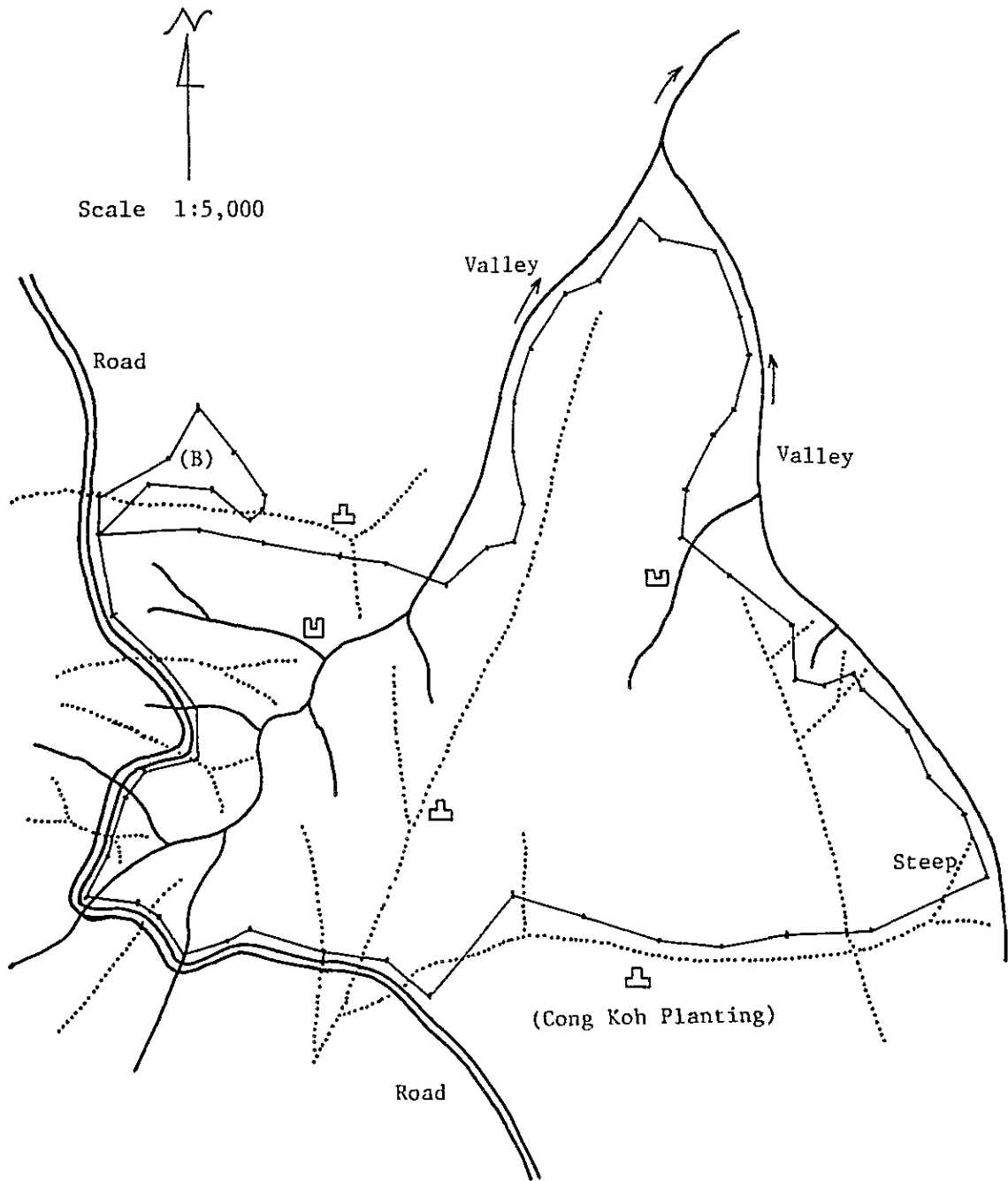
(Map 1) Location of a project site and river system in Kab Emrelsang



Scale 1:125,000



(Map 2) Form Line at a Project Site in Desa Puntu Berasa,  
Koeamatan Alla, Kabupaten Enrekang

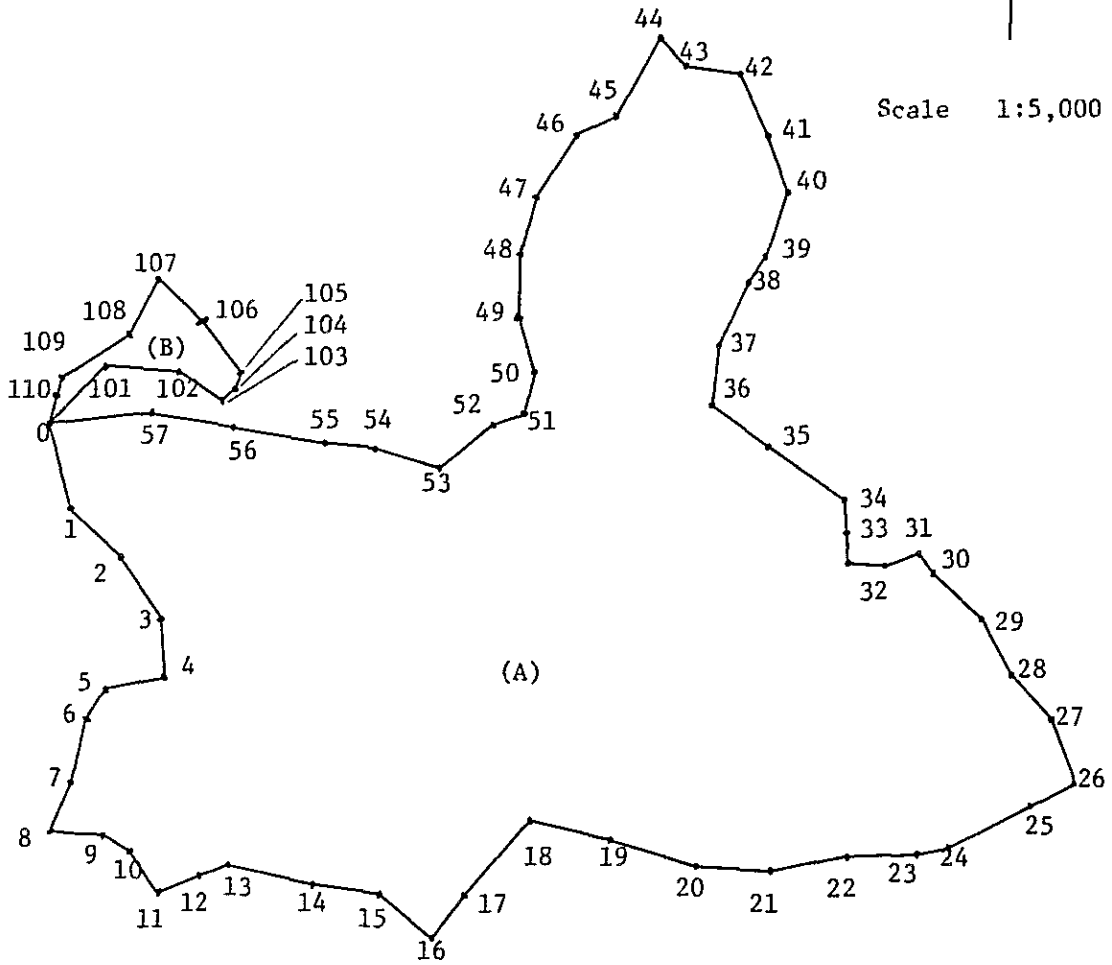


(Map 3) Survey Map on Circumference of a Project Site in  
 Desa Puntu Berasa, Koeamatan Alla, Kabupaten Enrekang

Area (A) = 21.40 Ha.  
 (B) = 0.35 Ha.



Scale 1:5,000



Implemented Working Schedule (Sep. 12 - Nov. 11, 1978)

Sep. 12 Leave Tokyo, arrive at Manila.  
13-18 Comparative study in Philippines (at University of Philippines and Pantabangan Afforestation Project by JICA).  
19 Leave Manila, arrive at Jakarta.  
20 Meeting with the Japanese Advisor and staff of JICA office, and Embassy of Japan.  
21 Leave Jakarta, arrive at Ujung Pandang.  
22-24 Data arrangement.  
25-29 Field survey in Kabupaten Enrekang.  
30-02 Data arrangement.

Oct. 03 Meeting on the forestry development.  
04 Visit the Sericulture Development Project Office and University of Hasanuddin (consulting with Dr. K. AOKI and Dr. Muslimin M.)  
05 Observation in Bili-Bili and Malino, Kabupaten Gowa (Sericulture Development Center and the Test Farm of Tea tree and Kiri tree).  
06 Meeting at Kanwil Deptan.  
07 Meeting for report by Expert on Geology.  
09-13 Field survey in Enrekang (II).  
14-20 Data arrangement and analysis of data.  
21 Meeting at Kanwil Deptan.  
23 Observation with Expert on Grassland improvement in Gowa and Jeneponto.  
24 Preparation of the field survey.  
25-28 Field survey in Enrekang with Expert on grassland Improvement (III).  
29-31 Data analysis.

Nov. 01-06 Making report.  
07 Meeting for report to the Team of Project.  
08 Leave Ujung Pandang for Jakarta.  
09 Visit the Forest Experiment Station in Bogor.  
10 Reporting to Ministry of Agriculture.  
11 Leave Jakarta for Japan.

Trial Forest の 構 成 樹 種 (案)

A 樹実利用の特用樹

学 名	インドネシア名	和 名	育 苗 期 間
<i>Eugenia aromatica</i>	Cengkeh	丁 子	12 か月
<i>Anorcadium accidentali</i>	Jambumste	カシューナツ	
<i>Cerbera pentandra</i>	Kapok	カ ボ ッ ク	
<i>Antocarpus integra</i>	Nangka	ナガミバンノキン	
<i>Durio zibethinus</i>	Durian	ド リ ア ン	
<i>Nephelium lapaecum</i>	Rambutan		

B 肥培・早期緑化のための早成広葉樹

学 名	インドネシア名	和 名	育 苗 期 間
<i>Sesbania grandiflora</i>	Turi	シロコテウ	3 ~ 6 か月
<i>Leuceana glauca</i>	Lamtoro	ギンコウカン ギンネム	3 ~ 6 か月
<i>Accacia auriculiformis</i>			6 ~ 8
<i>Calliandra spp</i>			6 ~ 8
<i>Albizia falcata</i>	Sengon	ネ ム ノ キ	6 ~ 8
<i>Eucalyptus deglupta</i>			6 ~ 8
<i>Crofalaria yunder</i>			6 ~ 8
<i>Toona sinensis</i>	Suren		6 ~ 8

C 原材料(主としてパルプ)生産のための松類

学 名	インドネシア名	和 名	育 苗 期 間
<i>Pinus merkusii</i>	Merkusii pine	メルクン・マン	10 ~ 12 か月
<i>Pinus kesiya</i>		ケシヤ・マン	10 ~ 12
<i>Pinus caribaea</i>		カリビヤ・マツ	10 ~ 12

D 貴重材・高級材

学 名	インドネシア名	和 名	育 苗 期 間
<i>Tectonia grandis</i>	Jati	チ - ク	12 か月
<i>Swietenia macrophylla</i>	Mahoni	マホガニー	12
<i>Cassia siamea</i>	Johar	タガヤサン	10 ~ 12
<i>Pterocarpus indicus</i>		カ リ ン	?
<i>Diospyros celebica</i>	Ebong	コ ク タ ン	1年 ~ 2年

インドネシア・南スラウェシ州における  
メルクシー・マツの育林経営収支試算

(54. 1. 7.)

1. メルクシー・マツ 1500本/h 植  
地位中

年	施 業 内 容	投入労働量
1	地拵え(草原)	20人
	植付 1500本/ha (植穴30cm×30cm×30cm)	50人
	下刈り(年1回)	8人
2	補植10%(150本)	5人
	下刈り(年2回刈り) (6人×2回)	12人
3	下刈り(年1回刈り)	6人
4~5	—	—
6	つる切	4人
	除伐 1500→1000本に	10人
7	—	—
8	—	投入労働計 115人/ha
9	—	—
10	間伐(第1回) 88本 収穫量	10 m <sup>3</sup> /ha
11~14	—	—
15	間伐(第2回) 454本 "	107 m <sup>3</sup> /ha
16~19	—	—
20	間伐(第3回) 150本 "	90 m <sup>3</sup> /ha
21~24	—	—
25	主伐 253本 "	352 m <sup>3</sup> /ha

2. 投入経費の基礎

1) 造林経費(C)

イ. 苗木代 20 Rp/本 (P. merkusii)  
ポット苗

ロ. 労賃 1000 Rp/人/日

2) 林地価格(地代)(B)

500,000 Rp (平均)

3) 管理費(V)

2,000 Rp/年 (税金その他)

3. 産出額の基礎

1) 主伐材立木価格(Au)

m<sup>3</sup>当り 5,000 Rp

2) 間伐材立木価格(Dn)

第1回間伐材 m<sup>3</sup>当り 1,000 Rp

第2回 " " 2,000 Rp

第3回 " " 3,000 Rp

注1. 立木価格=素材価格-伐採運搬経費

4. 計算方式

1) 植栽後25年の主伐をしたときの投入と産出の関係から、純収入の絶対額を算出する。

$$Au + Dn (1+i)^{u-n} + \dots - \{ (B+V) \{ (1+i)^u - 1 \} + C (1+i)^u \}$$

但し、この場合、iは利率、VはV/iとして示される。iは計算過程で用いる利子率で、金融市場の長期金利 5.5%/年を用いる。

2) 単位面積当り年平均収入を次の算式によって計算する。

$$\frac{\{ Au + Dn (1+i)^{u-n} + \dots - (B+V) \{ (1+i)^u - 1 \} - C (1+i)^u \}}{(1+i)^u - 1} \times i$$

## 5. 計算結果

### 1) 投入

#### ○造林費 (C) (ha当り)

各施業年度の投入経費 (投入労働×労賃) を

$$\frac{C_1}{(1+i)} + \frac{C_2}{(1+i)} + \dots + \frac{C_n}{(1+i)^{n-1}}$$

により現在価格に換算する。利率

(i) を 5.5% とする。苗木代を加える。

$$C = \text{苗木代} + C_1 + C_2 + C_3 + C_6 = 30,000 + 73,934 + 16,114 + 5,391 + 10,712 = 136,151 \text{ Rp}$$

#### ○管理費 (V) (ha当り)

$$V/i = 36,364 \text{ Rp}$$

#### ○地価 (ha当り) (B)

$$500,000 \text{ Rp} \text{ とする。}$$

### 2) 産出

#### ○主伐収入 (Au)

$$5,000 \text{ Rp} \times 352 \text{ m}^2 = 1,760,000 \text{ Rp}$$

#### ○間伐収入 (Dn)

$$\begin{aligned} D_n &= D_{10} (1,000 \text{ Rp} \times 10 \text{ m}^2) \times (1+i)^{15} + D_{15} (2,000 \text{ Rp} \times 107 \text{ m}^2) \times (1+i)^{10} + \\ &D_{20} (3,000 \text{ Rp} \times 90 \text{ m}^2) \times (1+i)^5 = 22,325 \text{ Rp} + 365,533 \text{ Rp} + 352,890 \text{ Rp} \\ &= 740,748 \text{ Rp} \end{aligned}$$

### 3) 収支

従って全収入額は、 $1,760,000 \text{ Rp} + 740,748 \text{ Rp} - \{ (500,000 \text{ Rp} + 36,364 \text{ Rp}) \{ (1+i)^{25} - 1 \} + 136,151 (1+i)^{25} \}$  から  $472,544 \text{ Rp}$  となり、また、地代を計算にいれない場合は、 $1,879,244 \text{ Rp}$  となる。

また、年平均収入は

$$\left\{ (1,760,000 \text{ Rp} + 740,748 \text{ Rp}) - (500,000 \text{ Rp} + 36,364 \text{ Rp}) \{ (1+0.055)^{25} - 1 \} - 136,151 \times (1+0.055)^{25} \right\} \times \frac{0.055}{(1+0.055)^{25} - 1} \text{ から}$$

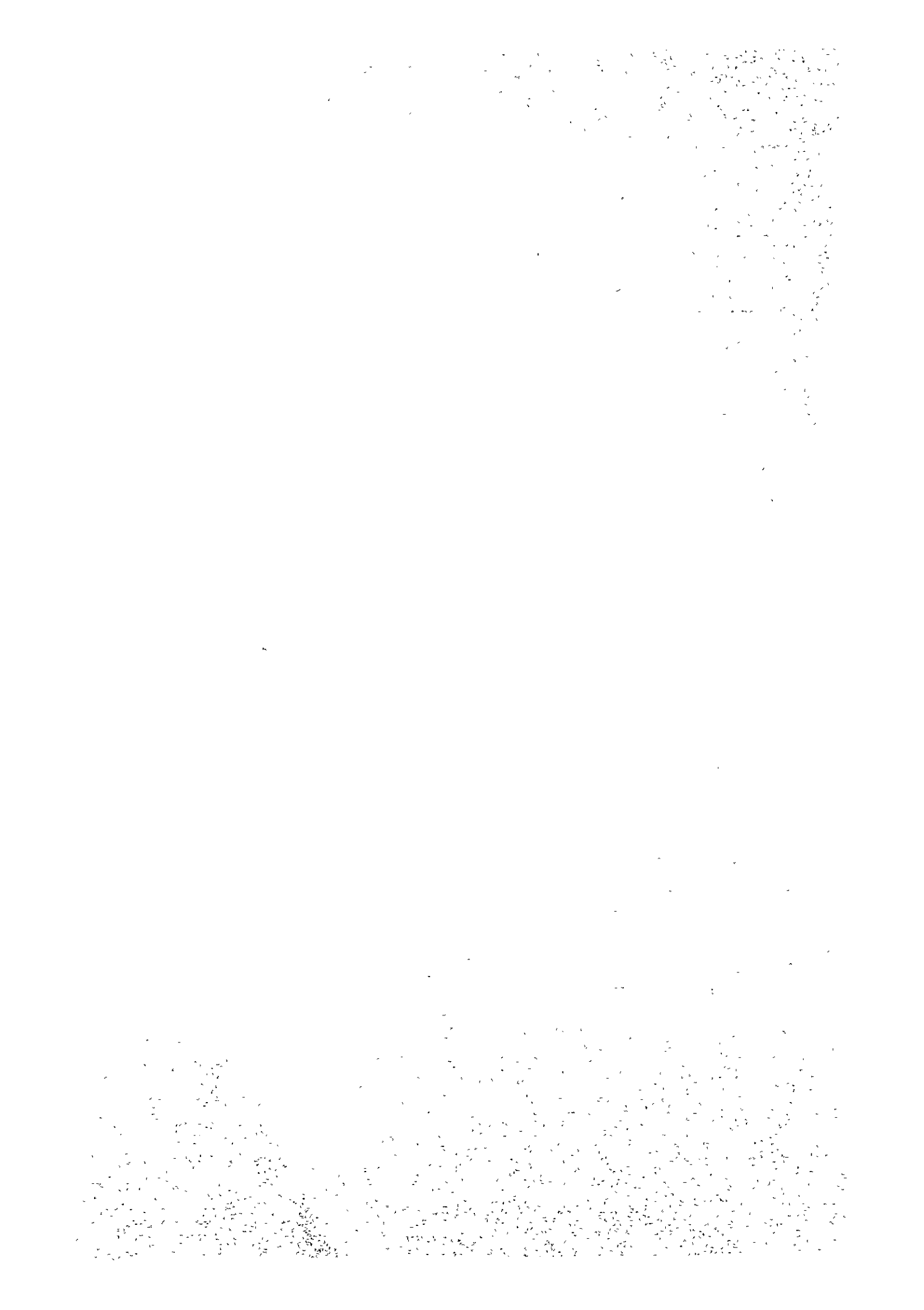
$9,238 \text{ Rp/ha/年}$  となり、地代を計算にいれない場合は、

$$36,738 \text{ Rp/ha/年} \text{ となる。}$$

3. 水土保持のための林野の取扱いに関する報告

村 井 宏 専 門 家

( 昭 和 5 3 年 2 月 2 5 日 )





1. はじめに .....	67
2. 現況と実施経過の分析 .....	73
2 - 1 森林の種類別面積 .....	73
2 - 2 裸地および危険地の分布状況 .....	75
2 - 3 緑化と水土保全関係業務の分担組織 .....	76
2 - 4 Afforestation , Reforestation および Soil conservation の実施状況 .....	77
3. 水源林地帯の森林施業についての考察 .....	80
3 - 1 森林の水土保全機能 .....	80
3 - 2 水源地帯取扱いの基本的な考え方 .....	81
3 - 3 具体的な施業指針 .....	82
4. 荒廃地復旧対策 .....	86
4 - 1 侵食危険度の判定法 .....	86
4 - 2 具体的な復旧技術の検討 .....	87
5. 局所防災林の機能と造成法 .....	89
5 - 1 防風林 .....	89
5 - 2 防火林および防火線 .....	90
6. 林野から農地への土地利用の転換についての検討 .....	92
6 - 1 自然立地条件からの適地判定 .....	92
6 - 2 開発にともなう水土保全策 .....	92
6 - 3 山地の畜産利用 .....	93
7. むすび .....	95



## 1. はじめに

高温多雨な南スラウエシ州は、森林の成立に好都合な環境であるのに、現況では良好な森林の分布するのは限られた地域である。これは人々が農耕を始めるようになって森林を焼き払い、伐払って農用地に変え、また、それを放置するといういわゆる Shifting cultivation のくり返しによって農作物の収穫とともに多くの荒廃地も残す結果となった。森林は土地肥沢の根源として、家畜の飼料や保健のために、さらに大事なことは水源のかん養のために、農業とは元来きわめて縁の深いものである。

今回南スラウエシ地域農業開発計画 (ATA-140) の策定にあたって、短期派遣の専門家として水土保持のための植林を含む林野の施業計画の分野を担当した。森林又は林業の関係は、農業開発においてどちらかといえば従たる立場ないし受身の立場におかれているが、前述のようにきわめて重要な役割をもっており、すでに提出されているインドネシア国の南スラウエシ州第2次5カ年計画をみても、「緑化による森林、土壌、水の保全」ということを地域内建設の最優先順位としてかかっている。

わずか1カ月という短い期間であったが、著者はつぎの5項目に主眼をおいて、調査検討を行なった。すなわち、現況と実施経過の分析、水源地帯の森林の施業、荒廃地の緑化対策、局所防災林の配備と造成法、林野から農地への土地利用の転換などのことである。いずれも困難な問題であったが、吉川リーダー以下各派遣専門家のご協力を得て曲りなりにもまとめることができた。とくに、営農担当の久保専門家とは、現地調査および取まとめの各段階において十分協議を行なった。

インドネシア側の Counterpart は Mr. Ir. Kaharuddin Salihi 氏であって、2月9日より着任された。Dinas Kehutanan Daerah Tingkat I Sulawesi Selatan に籍をおく同氏は Hasanuddin 大学から Bogor 大学林学科を卒業した技師で、任期中きわめて真面目に問題解決にあたってくれた。また、関係する技法のある程度の部分は Transfer もできたものと考えている。また、調査にあたっては Dinas Kehutanan Daerah Tingkat I Sulawesi Selatan, Brigade VII Planologi Kehutanan, Daerah Aliran Sungai や Hasanuddin 大学などと協議し、図面や資料の提供を受けた。以上の関係機関および関係者の方々から受けたご好意とご支援に対して心から感謝するものである。とくに、Hasanuddin 大学の Soil and Water Conservation 担当の Dr. Muslimin 氏には現地の案内と多くの有益な助言を戴いたことを記し深謝したい。なお、本任務期間中の日程の計画と実施経過はつぎのとおり。

調査とりまとめの計画と実行

年・月・日	計 画	実 行
1978.1/27	東京からジャカルタ到着	
28	JICAジャカルタ事務所、インドネシア農業省計画局訪問	
29	ジャカルタ発ウコンバンダン到着	
30	農業省南スラウシ代表部訪問、プロジェクト事務所着任	
31	ハサマディン大学(ウコンバンダン)訪問	
2/1	南スラウエン州林業局訪問	計画の他に、林業総局第7地区計画事務所訪問
2	関係資料の閲覧と業務内容の討議	
3	エンレカン・タートルの両県下の調査旅行	
4	"	計画を1日短縮
5	"	調査結果の整理とりまとめ
6	養蚕プロジェクト事務所(日本)、桐プロジェクト事務所(日本)訪問	
7	関係資料の閲覧と資料収集	
8	マリーノ地区(ゴワ県)の調査旅行	
9	関係資料の閲覧と資料収集	カウターパート(Mr. Kaharuddin)と共同作業と伝達開始
10	"	
11	シュネボンド県下の調査旅行	
12	資料の収集と整理	
13	"	
14	"	
15	"	林業総局第7地区計画事務所にて資料収集、州の流域管理事務所訪問
16	"	
17	報告書の作成	
18	"	
19	"	
20	"	
21	"	
22	"	カナダ国際開発公団を訪問
23	"	
24	"	
25	"	
26	"	
27	ウコンバンダンを離れジャカルタへ	
28	インドネシア農業省計画局へ成果の報告	
3/1	インドネシア林業試験場訪問	
2	インドネシアを離れ東京へ	

南スラウエシ地域農業開発計画 (ATA-140) 策定  
における水土の保全のための林野の取扱いに関する報告書 (要約)

—Feb. 25, 1978—

林業担当 短期専門家 村井 宏

I 現況と実施経過の分析

1. 南スラウエシ地方の全森林面積 (state forest) は 3,222,111 ha で全土の約 50% である。これを機能別に分類すると a. 絶対の保安材 1,408,689 ha (44%), b. 生産兼保安林 1,418,290 ha (44%), c. 生産林 394,114 ha (12%), d. 自然保護材 1,018 ha (0.03%) となる。a と d は禁伐, b は制限された択伐, c は通常は択伐である。
2. 裸地や荒廃危険地は至るところに分布し, これらの一部は緑化されつつある。今なお 1,557,000 ha の面積が存在することが推定され, それは全土の約 25% に達する。しかし, この状態は詳かにされておらず, 調査が必要である。
3. 緑化および水土保全関係の業務は, 林地内で行う Reforestation と, 林地外で行う Greening (Afforestation) と Soil conservation に分けられる。  
1969-1977 年の年平均実行面積は, Reforestation が 2,078 ha, afforestation が 6,617 ha, Soil conservation が 1,503 ha であった。第 2 次 5 年計画が始まった 1974 年度以降これらの計画および実行面積は急増している。

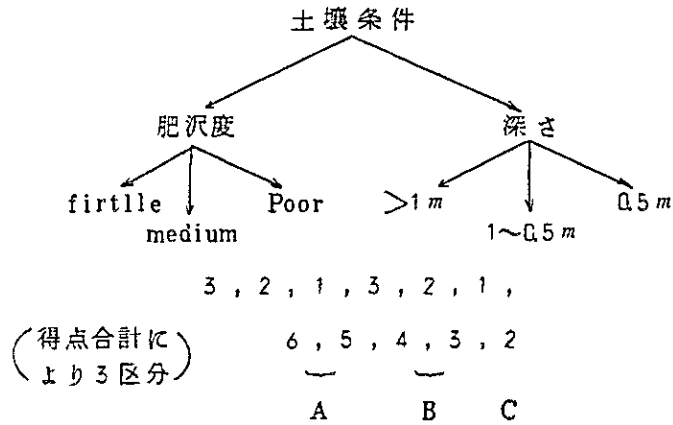
II 水源地帯の森林の施業についての考察

1. 降雨条件に変化の多い南スラウエシ地域において, 洪水調節, 水資源確保, 侵食防止のために水源地帯の森林をどう取扱えばよいか考察した。森林の水土保全機能は地被物と土壌の浸透能に支配されるので, まず速やかに優良な森林を造成し, 長期安定させることがのぞましい。
2. 概略的な施業指針はつぎのような step によって定めることを提案した。(Step-1) 推定平均蒸発位を 2,500 mm とし, 年雨量がこの値を越える区域 (I) と越えない区域 (II) に, 全域を 2 区分する。この図面は縮尺  $\frac{1}{500,000}$  のものを用いる。  
(Step-2) 図面を 1 cm 方眼に区切って, 各メッシュごとの土壌条件と標高を各カテゴリーによって決まる。

○ 土壤条件と標高のカテゴリー

地域区分	土壤条件 (肥沢度と土層の深さ)			標 高 ( m )		
	A	B	C	500 <	500~1000	> 1000
I	○	△	×	○	△	×
II	○	△	×	○	△	×

(注) 土壤条件のうち、深さがつかめない場合には、肥沢のみで 定する。



(Step-3) 自然立地因子の評価の組み合わせした結果によって細区分し、管理方針を定める。

○ 自然立地条件別の管理指針

大区分	自然立地因子の組合せ		細区分	管 理 指 針			
	土壤条件	標 高		更新法	植栽密度	導入樹種区分	補助工法
I	○	○	I <sub>1</sub>	人工造林	2500本/ha (2m×2m)	一般経済樹種(100%) (2種以上の带状混交)	
	○	△					
	△	○	I <sub>2</sub>	"	"	一般経済樹種(70%) 肥料木類 (30%) (带状混交)	
	△	△					
	×	○	I <sub>3</sub>	天然更新		自然の有用樹種の育成	
	×	△					
×	×						
II	○	○	II <sub>1</sub>	人工造林	400本/ha (5m×5m)	一般経済樹種(100%) (2種以上の単木混交)	排水法 (等高線溝方式) 植穴の拡大
	○	△					
	△	○	II <sub>2</sub>	"	"	一般経済樹種(70%) 肥料木類 (30%) (単木混交)	
	△	△					
	×	○	II <sub>3</sub>	天然更新		自然の有用樹種の育成	
	×	△					
×	×						

3. とくに水資源確保の必要性の高い少雨地帯においては、降雨遮断量の少なく蒸散量小さいものを造林樹種として選び、疎植することを勧告する。自然条件下での蒸散量の測定は非常に困難なので、各樹種の蒸散量に関するデータは、現在まできわめて少ない。いま、主に植栽されているメルクンーマツは、乾燥地の適樹であるが、降雨遮断量や蒸散量は巾度と考えられる。

## Ⅱ 荒尖地の復旧対策

1. 概略的な侵食危険度の測定は、つぎのようなStepによって定めることを提案した。  
 (Step-1) 図面(50000)を1cm方眼に区域つて、各メッシュごとの自然立地条件によって潜在的危険度を判定する。

( ) 自然立地因子別のカテゴリーとスコア

アイテム カテゴリー	① 年雨量(mm)			② 傾斜度			③ 土性			④ 地質構造			スコアの 合計 ①+②+③ +④
	2000<	2000 ~3000	>3000	15<	15~40	40>	粘土	壤土	砂土	その他	第3紀	第4紀	
スコア	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	12~3

※スコアの合計により下記のように3段階に区分する。

$\underbrace{12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3,}_{I_1}$ 
 $\underbrace{9, 8, 7, 6, 5, 4, 3,}_{II_2}$ 
 $\underbrace{5, 4, 3,}_{III_3}$

(Step-2) 現在の地被状態により顕在的危険度を判定する。

地被状態 ————  $\left\{ \begin{array}{l} I_1 : \text{裸地(耕地, 過放牧地, 山火事跡地を含む)} \\ II_2 : \text{草地(疎林地, 低木そり地, 皆伐・跡地を含む)} \\ III_3 : \text{森林} \end{array} \right.$

(Step-3) 潜在的危険度と顕在的危険度を組み合わせて総合判定する。

(HH > H > M > L)

( ) 総合危険度の判定表

潜在的危険度	顕在的危険度	総合危険度	侵蝕発達の可能性
$I_1$	$I_2$	HH	加速的な拡大
$I_1$	$II_2$	H	新たな発生または拡大のおそれが大
$I_1$	$III_3$	M	かく乱しない限りほとんど発生しない
$II_1$	$I_2$	H	拡大のおそれが大
$II_1$	$II_2$	M	かく乱しない限りほとんど発生しない
$II_1$	$III_2$	L	かく乱しない限り発生しない
$III_1$	$I_2$	M	拡大のおそれがない
$III_1$	$II_2$	L	かく乱しても安定を保つ
$III_1$	$III_3$	L	"

2. 荒廃地復旧にあたっては、裸地および危険地を荒廃状態によって区分する必要がある。復旧の方法は荒廃状態によって選択し決定されるべきである。裸地の早期緑化には、耐食性の高いイネ科草本類の導入を勧告した。

#### IV 局所防災林の必要性と造成法

1. 風が強く土壌の乾きやすい海岸平野および内陸高原地帯には耕地防風材の新設を勧告した。平坦な地形では幅員50m、樹高15m、を造成計画の基準とし、その背後250mを有効区域とする。使用樹種は、当地方においてはKayu ChinaやAcasia類が考えられる。
2. 各地に大きい規模の山火事跡地がみられる。こんごマツを主とする拡大造林が進展すれば、山火事の危険度は一段と高まるだろう。管理道路をかねた防火線と防火樹林の新設を勧告した。全幅員は約60mとし、その中央に土を付帯された防火線をつくる。

#### V 林野から農地への土地利用の転換についての検討

1. 土地の高度利用化のために、未利用材野を農用地に転用することは必要なことを考られる。この場合、荒廃地および荒廃危険度の高い場所、水源地帯および絶対的保安林、優良造林地などは除外することを勧告した。
2. 林野を耕起して農用地にした場合、例外なくピーク流量が高まり、流出土砂量が増加する。とくに急傾斜地においてその影響が顕著である。開発計画流域内には、水土の保全のために30%程度の森林を、沢沿および中腹部に残存することを勧告した。
3. 無計画、林野への放牧は、植栽木に被害をあたえ、ひいては土地の荒廃を招来する。放牧に際しては場所と期間を適当に転換利用させるべきである。傾斜 $26^{\circ}$ を越すと、家畜の行動による裸地が急増することが明らかにされている。したがって $25^{\circ}$ を越すような急傾斜の放牧利用をさけるよう勧告した。

#### VI その他

1. 適当と考えられる在来および外来樹種の試植林を、種々な環境条件をもつ場所に新設されることを提案した。
2. 特定2県(Kal. Enrekang, Jeneponto)の森林状態や山地の荒廃状態の定量化のために、航空写真の撮影と図化の実施を期待した。
3. 調査に協力したCounterpart Mr. Ir. Koharuddin Salihi (South Sulawesi Provincial Forestry Service), Dr. Muslimin Mustafa (University of Hasanuddin)のほか試料を提供された関係各機関に感謝する。

#### VII 日程 (別紙のとおり)



## 2. 現況と実施経過の分析

### 2-1 森林の種類別面積

南スラウエシ州の森林面積はおよそ3,220haで、全土地面積の51.2%に達している。この数字は「Kehutanan Indonesia 1976」,「The Third Quarterly Report, Regional Agricultural Development Planning ATA-140 South Sulawesi」や「The South Sulawesi Forestry 1978」などにおいても、概ね一致している。しかし、種類別ないし機能別に分類した数値は、ほとんど不一致である。最新の情報としてSouth Sulawesi Provincial Forestryの提出した前掲の「The South Sulawesi Forestry 1978」に準拠して、種類別、機能別の森林面積を記すと、固定森林地域が2,058,102ha(63.9%)、保留森林地域1,162,991ha(36.1%)、保護森林地域は1,018ha(0.03%)である。絶対保安林は1,408,689ha(43.7%)、生産兼保安林は1,418,290ha(44.0%)、生産林は394,114ha(12.2%)、保護林は1,018ha(0.03%)となる。森林の種類を固定地域と保留地域に分けた50万分の1がSouth Sulawesi Provincial Forestryに、5万分の1のみが地方Forestry officeにみられたがいずれも印刷されたものではない。このうち50万分の1のSouth Sulawesi全域のものは今回人手し複写した。参考までに、各県(自治都市を含む)別の機能別の分布状況を表-1に示す。

いまのところ、森林地域内に保安林かどのように配備されているか不明確であり、その施業基準についても絶対保安林は禁伐、生産兼保安林は択伐とのかきわめておおまかな取扱いのようである。自然保護林を除いて保安林は一本化されており、日本のごとくその目的別に17種類に細分する必要はないか、やはり水源かん養(洪水調節・水資源確保)と土砂止程度に区分して指定する方向がのぞましい。何故なら保安林といえどもすべて禁伐の必要はなく、その目的に応じて適切な伐採が可能な場合もあり、施業方針が明確化できるからである。

なお、生産林は標高500m以下の緩傾斜地(8~25%)に限って設定されている。これらの大部分は、農業者によって許可された森林利権(H.P.H)の形態で、特定企業にまかされている。この分布は主に北西部のLuwaとMamujuの両県にある。

表-1 南スラウエンにおける森林の分布と利用 (ha)

No.	県(自治都市)	絶体保安林		生産業保安林		生産林		自然保安林		計
		ha	%	ha	ha	ha	%	ha	%	
1	Mamuju	—	—	600,000	1000	—	—	—	—	600,000 <sup>ha</sup>
2	Luwu	822,177	615	175,450	131	339,500	254	—	—	1,337,127
3	Majeue	—	—	70,000	1000	—	—	—	—	70,000
4	Polmas	—	—	248,000	1000	—	—	—	—	248,000
5	Tator	154,595	1000	—	—	—	—	—	—	154,595
6	Enrekang	60,130	1000	—	—	—	—	—	—	60,130
7	Pinrang	—	—	63,640	1000	—	—	—	—	63,640
8	Sidrap	68,635	965	2,510	35	—	—	—	—	71,145
9	Wajo	44,214	93.6	—	—	3,000	64	—	—	47,214
10	Parepare	4,300	1000	—	—	—	—	—	—	4,300
11	Soppeng	45,000	918	4,000	82	—	—	—	—	49,000
12	Bone	140,000	859	16,680	102	4,315	26	—	—	162,995
13	Borru	9,585	107	80,000	893	—	—	—	—	89,585
14	Pangkep	—	—	17,450	1000	—	—	—	—	17,450
15	Maros	23,510	958	—	—	—	—	1,018	42	24,528
16	Gowa	19,919	283	24,930	354	25,474	362	—	—	70,323
17	Sinjai	—	—	22,938	1000	—	—	—	—	22,938
18	Tokalar	15,624	803	—	—	38,825	197	—	—	19,449
19	Jeneponto	—	—	15,916	1000	—	—	—	—	15,916
20	Bontaeng	—	—	8,535	1000	—	—	—	—	8,535
21	Bulukumba	—	—	67,241	1000	—	—	—	—	67,241
22	Selager	—	—	—	—	18,000	1000	—	—	18,000
計		1,407,609		1,419,090		394,114		1,018		3,222,111

## 2-2 裸地および危険地の分布状況

表-2 南スラウエンにおける裸地（荒廃危険地を丸む）の分布

No.	県（自治都市）	全面積 (ha)	国有林内外別の裸地（荒廃危険地を含む）の面積			荒廃率 (%)
			国有林内 (ha)	国有林外 (ha)	計 (ha)	
1	Mamuju	745,296	—	125,000	125,000	168
2	Luwu	1,633,794	19,432	250,000	269,432	165
3	Majene	163,188	35,000	50,000	85,000	521
4	Polmas	483,777	11,800	56,000	67,800	140
5	Tator	504,910	63,460	141,358	204,818	406
6	Enrekang	170,754	22,960	35,802	58,762	344
7	Pinrang	237,305	23,880	14,750	38,630	163
8	Sidrap	243,017	10,500	35,800	46,300	190
9	Wajo	310,837	10,000	66,100	76,100	245
10	Parepare	11,077	4,350	3,000	7,350	663
11	Soppeng	141,482	19,000	33,316	52,316	369
12	Bone	512,762	24,227	150,881	175,108	341
13	Barru	143,761	29,670	748	30,418	211
14	Pangkep	81,488	3,380	7,000	10,380	127
15	Maros	89,893	4,000	30,000	34,000	378
16	gowa	211,762	25,097	65,471	90,568	427
17	Sinjai	93,467	14,715	25,000	39,715	425
18	Takalar	71,073	7,000	4,844	11,844	166
19	Jeneponto	97,938	15,715	40,050	55,765	569
20	Bantaeng	44,099	7,000	4,250	11,250	255
21	Bulukumba	226,537	2,000	28,300	30,300	137
22	Selager	63,191	4,000	32,409	36,409	576
	計	6,281,408	357,186	1,200,079	1,557,265	248

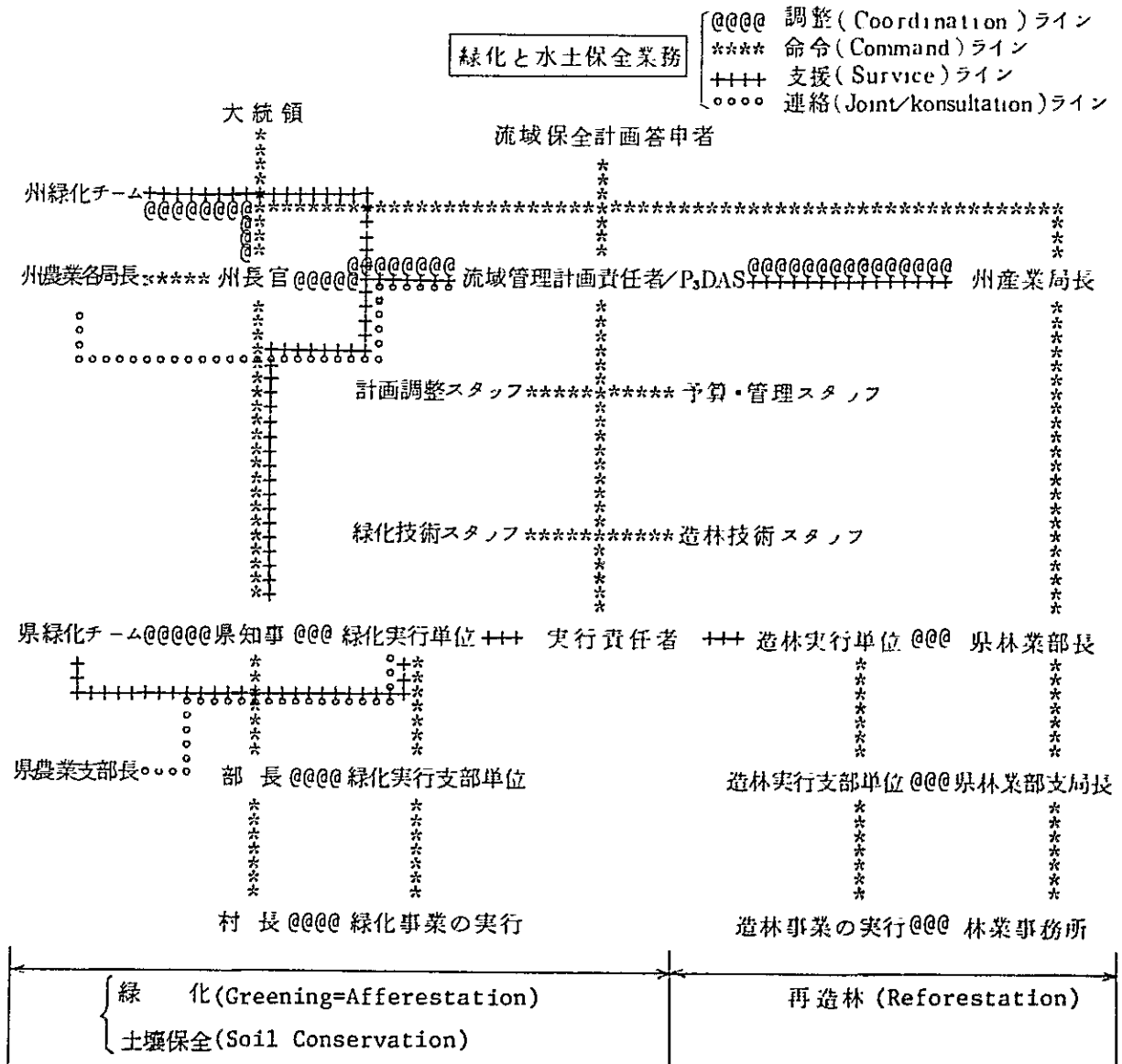
南スラウエン地方には物理的に化学的に、そして経済的に危険状態にする裸地や荒廃地は各地に多数みられる。これらの一部は第一次5ヶ年計画の始まった1969年以前からも植栽され緑化されつつあるが現段階ではなお広大に存在し各県（自治都市を含む）別に表-2のような数値が得られている。原資料はForest Service of Province of South Sulawesiによる。これをみると荒廃率は平均25%で最大66%（Parepare）最小13%（Pangkep）となっている。裸地ないし危険地はけん密なもので、疎林地や原野状の場所も包摂されていると考えられる。いずれにしてもその値の大きいのに驚かされるが、図面上に位置づけられないのか現状である。したがって、こんどは踏査や空中写真の判読を通

して荒廃のおよその状態別に図面上にプロットできることがのぞましい。

### 2 - 3 緑化と水土保全関係業務の分担組織

緑化と水土保全関係の業務は、再生林 (Reforestation), 緑化 (Greening-Afforestation), 土壌保全 (Soil conservation) の三つに大別される。このうち Reforestation は、林地の区域内の裸地や危険地に植栽されるもので、DAS (Dearab Aliran Sungai) の計画にしたがい、地方林業事務所や県林務課の責任の下で実行される。Greening (Afforestation) と Soil conservation は材地の区域外でなされる。Reforestation の大半の予算は国ならびに地方予算でまかなわれており、PHTA プロジェクト (Forest, Soil and Water Salvation Project) という National project に包招されている。同計画には緑化と土壌保全の業務も含まれるが前者は乾燥した原野や家庭の庭まで含まれている。

以下、わかりやすく計画、実行、予算などの系統図をかいてみた。



## 2-4 Afforestation, Reforestation および Soil conservation の実施状況

表-3は、南スラウエシ州第1次5ヶ年計画の始まった1969年から、現在までの3事業の計画と実行を対照して示したものである。原資料は Forestry Service of the Province of South Sulawesi と P<sub>3</sub> DAS office より提供を受けたものである。

表-3 南スラウエシ地域の緑化と水土保持事業の計画と実行

年	Reforestation (ha)			Afforestation (ha)			Soil conservation (ha)			全事業平均達成率 (%)
	計画	実行	%	計画	実行	%	計画	実行	%	
1969/70	5,450	2,720	499	12,900	4,372	339	—	—		531
70/71	4,410	2,980	676	5,600	5,600	1000	800	800	1000	867
71/72	4,595	2,901	631	5,720	5,700	997	545	545	1000	862
72/73	7,000	3,754	536	2,500	2,500	1000	5,000	5,000	1000	776
73/74	7,320	5,770	788	4,000	3,300	825	3,580	3,580	1000	855
74/75	14,300	13,300	930	14,300	13,400	937	—	—		933
75/76	7,000	7,000	1000	5,700	5,700	1000	—	—		1000
76/77	18,200	18,200	1000	20,600	12,360	600	3,500	2,100	600	788
77/78	25,130			66,890			6,135			
計	93,405	平均 ha (7,078)		138,210	平均 ha (6,617)		19,560	平均 ha (1,503)		

参考まで、特定2県すなわち Enrekang と Jenepono の同上の結果を示すと表-4 のとおりとなる。

表-4 特定2県の緑化と水土保持事業の計画と実行

県	年	Reforestation (ha)			Afforestation (ha)			Soil conseruotion (ha)			全事業平均達成率 (%)
		計画	実行	%	計画	実行	%	計画	実行	%	
Enrekang	1969/70	50	50	1000	-	-		-	-		1000
	70/71	150	150	1000	-	-		-	-		1000
	71/72	65	65	1000	-	-		-	-		1000
	72/73	250	250	1000	-	-		-	-		1000
	73/74	400	400	1000	-	-		-	-		1000
	74/75	1,000	800	800	500	350	700	-	-		
	75/76	500	400	800	1,000	700	700	-	-		800
	76/77	2,000	1,200	600	2,000	1,200	600	500	300	600	600
	77/78	1,800	-	-	6,400	-	-	500	-		
計		6,215	3,315		9,900	2,250		1,000	300		
Jenepont	1969/70	100	150	1500	-	-		-	-		
	70/71	100	100	1000	-	-		-	-		
	71/72	100	100	1000	-	-		-	-		
	72/73	100	100	1000	-	-		-	-		
	73/74	100	100	1000	-	-		-	-		
	74/75	200	200	1000	1,000	700	700	-	-		700
	75/76	100	100	1000	200	150	750	-	-		750
	76/77	100	100	1000	900	700	780	500	350	700	770
77/78	350	-		9,000	-	-	1,000	-			
計		1,250	950		11,100	1,550		1,500	350		

これらの緑化と水土保持に用いられた主要樹種は表-5に示したとおりである。

表-5 緑化と水土保全事業に用いられた主要樹種

場 所	事業区分	樹 種					
		和 名	地方名(インドネシア)	学 名			
南スラウエン 全 域	Reforestation	メルクシーマン	○Tusam	<i>Pinus merkusii</i>			
			○Caliandra	<i>Caliandra</i> sp.			
			Tristania	<i>Tristania</i> sp.			
			○Acasia	<i>Acacia decurrens</i>			
			Acasia	<i>Acacia auriculiformis</i>			
			ユーカリ	Eucalyptus	<i>Eucalyptus</i> sp.		
				Jati (Teak)	<i>Tecton grandis</i>		
				Johar	<i>Cassia siamea</i>		
				Afforestation	カバンク	○Kapok	<i>Ceiba pentandra</i>
						Kemiri	<i>Aleurites moluccana</i>
	Johar	<i>Cassia siamea</i>					
	Naugka	<i>Artocarpus integra</i>					
	Mangga	<i>Mangifera indica</i>					
	Acasia	<i>Acacia decurrens</i>					
	○Acasia	<i>Acacia auriculiformis</i>					
	○Tusam	<i>Pinus merkusii</i>					
	チヨウジ	チーク	Jambumete	<i>Eugenia</i> sp.			
			Jeruk	<i>Citrus</i> sp.			
			Cengkeh	<i>Eugenia aromatica</i>			
			Jati (Teak)	<i>Tectona grandis</i>			
			Caliandra	<i>Caliandra</i> sp.			
			クワ			<i>Morus bombycis</i>	
					○Kemplandingan	<i>Leucana glauca</i>	
Teprosia	<i>Teprosia</i> sp.						
Soil Conservation		○Caliandra	<i>Caliandra</i> sp.				

これらの年次別、地域別の数量的な集計はできなかったが、Reforestationにおいてはメルクシーマンが主体を占めている。なお、○印のものは主な植栽樹種である。

### 3. 水源林地帯の森林の施業についての考察

#### 3 - 1 森林の水土保持機能

森林には水源かん養機能があると古くからいわれ、そのように考えられてきた。この働きというのは洪水時における出水ピーク流量を低め、渇水時の低水流量を安定させ、場合によっては高めるということを指している。しかし、現在までの各国の研究成果によれば、前者の洪水調節の働きについては共通的に肯定されているが、後者の水資源確保の働きについては、流出量の一様性は認められるものの低水流量を増加させることについては、条件によって差異があり一般的には確言できないといつてよい。

いずれにせよ、森林流域は農地や他の流域よりも流出量は少ないし、かつ、ピーク流量もかなり低い。また、森林を伐採すれば伐採前にくらべて流量は増加し、年がたつにつれて増加量が小さくなる。一方、裸地に造林すると植生被覆度の増加により、年流出量がしだいに小さくなっていくことも事実である。

森林がどのようなメカニズムで洪水ならびに渇水流出に影響するかについて簡単に述べてみる。まず、林地に降下した雨水は最初に樹冠によって遮断されるが、この量はせいぜい全量の15%前後であって、問題は地面に到達した雨水を多量に地中に浸透させる。地表には通常落葉落枝の堆積があり、その下部には長年森林が培った理学的の良好な土壌が存在する。落葉あるいは有機物層が雨滴の衝撃に対し、クッションのような役目をし、高い浸透性を保持する。土壌中に浸透した水は、林木が作り出した多孔質の土壌に保留されるとともに、林地土壌が高い浸透能をもつことになる。森林は雨水のフィルターのような作用をし、地下部へ雨水を多量に供給することが最大の効果といえよう。著者らが日本で森林を含む各地被別に、浸透能を測定した結果を参考までに表-6に示した。この中には含まれてないが、林野に放牧したら、激しい山火事を受けた場所、火入れをくり返した場所などは、著しく浸透能が低下していることを確認している。

森林のもう一つの保全効果として、侵食防止効果を忘れてはならない。この場合、水食に限り風食に対しても絶対の力を発揮する。水食防止のためには前述の樹冠、落葉地被物とともに高い浸透も好影響をあたえる。つまり、雨水の浸透量が多いのでほとんど地表流下が発生しないことに基づいている。この場合においても、激しい山火事、くり返された火入れ、無計画な放牧などは著しく流出土砂量を増大させる。アメリカ東部地方で多数流域をとって、森林面積率と流出土砂量を調べたが、そのデータから得られた回帰式から表-7のような結果を得ている。これによると森林面積率が5倍になると、流出土砂量は18分の1に減少している。このように、森林は地表流下量を少なくし、したがって土壌侵食も防ぐので、林道の開設やとく別の地表かく乱がなされない限り、良好な森林流域からの河川の流出水は澄澄であって、常に良い水質が保たれる。しかしながら、南スラウエソ州の各河川はほとんどが



常時濁っており、洪水頻度も高い。この原因はもともと分散しやすく、それが浮遊して沈下しない状態に土壌が風化していることも影響しているが、上流地帯に前述のように多くの裸地や荒廃移行地が存在することによるものと考えられる。

表 - 6 地被状態別の浸透能 (mm/nr)

林地			無林地				
斜葉樹	広葉樹	平均	伐採済地	草地	崩壊地	歩道	畑地
248	272	258	158	128	102	13	99

表 - 7 森林面積率と流出土砂量

森林面積率 (%)	流出土砂量 (ton/Km <sup>2</sup> /年)
20	154.4
40	77.2
60	34.8
80	17.4
100	8.5

### 3 - 2 水源地帯取扱いの基本的な考え方

洪水防止および水資源確保の両面から考えて、上流水源地帯の裸地、荒廃地は緑化によってできるだけ速やかに減少させなければならない。このことについては項をあらためて説明する。

さらに、焼畑農耕、放牧はさけ山火事を防ぐようにしなければならない。

そして水文学的にみて良好な森林状態をつくり、かなりの期間維持しなければならない。ここでいう良好な状態とは、落葉地被物と高い浸透性をもった土壌を保持することである。すなわち、有機物層をもって表面流出水の洪水化を防ぎ、浸透性の保持などをさせ、一方土壌の透水性を高め、土壌中の空隙を多くして保水性を高めることである。林木の根系は土壌中の空隙を多くし、土壌の風化を促進するとともに、透水性とくに鉛直方向の透水性を高める。その枯死したあとはいわゆるルートチャンネルとなって地下深部に水を導く。

洪水制御を主体に考える場合には、樹冠遮断量を大きくし、地中浸透量を多くし、蒸発散量を多くすれば、直接流出量となる地表流下量は少なくなり効果的である。一方、水資源確保を主体に考える場合には、水害のおそれない限り流出量が多い方がよいが、下流に大きなダムが有る場合とない場合では大分変わってくる。南スラウエンの各地では洪水の危険性とともにより一部に水資源も不足するというのが現実であって、当面下流に大型ダムの築造は考えられない。となれば、遮断損失が少なく蒸発散量が少なく、しかし、地中浸透量が多い方が

のぞましい。洪水調節，水資源確保の両目的に共通なことは，森林によって地中浸透量を増加させることである。水資源確保の面でも，下流にダムがない限り一きよに流出させるのに好ましくなく，やはり地下水をかん養し，土壌中で一度貯留しなければ濁水期の水位の維持は困難である。農業開発に際してどちらも大切なことであるが，やはりどうしても水資源確保にウェイトがかかるものと考えられる。とくに雨量が少ない地方ではことさらに，このためには森林による蒸発散量をできるだけ少なくすることが期待される。このためには林業的手段として蒸発散量の少ない樹種の選択，成立密度の低下，雑低木類の除去，蒸散抑制剤の使用などが考えられる。このうち，蒸散抑制剤は樹葉の気孔を閉じる薬剤（略称GLOSA）を散布するもので，米国で試みに行われている程度に過ぎない。どちらかといえば，水資源確保のために地上部の扱いに主眼が向けられるが前述のように地下部への浸透量の増加もきわめて重要なので，そちらの方もおろそかにしてはならない。

雨量が多い場合には問題のないことであって，水資源確保のためにも水源地帯にできるだけ良好な森林を育成し，水文学的に良好な土壌条件をととのえることが，大切なことといえよう。年総量がたとえ多くとも，必要な灌漑期間に不足すれば問題が生ずるので，多雨期間中にできるだけ地下に貯留させなければならない。

結局，その地域の雨量の多いか少ないかによって水源地帯の森林の取扱い方針が変えなければならないことになる。雨量の多いか少ないかの区分をきめる際には，蒸発散位

（Potencial Evapotranspiration）が一つのきめ手となる。これはいかなる時にも十分な水量が供給されたときに生じ得る最大の蒸発散量のことである。この値は蒸発散計で実測したり，気温などの気象因子から推定する Thornswaite の方法がある。南スラウエシ地方では気象因子も十分に把握できないので，概算によって平均 2500 mm をこの仮定値と考えた。

なお，地下水を人工的に補給する拡水法（Water spreading）の併用も水資源確保のために考えられることである。これには溝渠式，貯水池式，斜面拡水または冠水式，縦穴式または拡水井式などがある。どの方法も共通の問題点は，供給される水の中に細土が含まれているときには，次第に浸透レートを低下していくことである。このうち，当地では Soil conservation の工法の中に溝渠式に類するものを採用している。経費がかさむが最も確実な方式は縦穴式で，フランスで事業化されている。

### 3 - 3 具体的な施業指針（樹種選択の問題も含む）

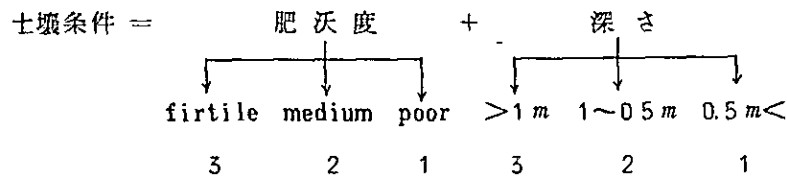
（Step - 1）推定平均蒸発散位を 2500 mm とし，年雨量がこの値を越える区域(I)，越えない区域(II)に 2 区分する。……縮尺： $\frac{1}{500,000}$  を利用

（Step - 2）メッシュごとの土壌条件（肥沃度，土層の厚さ）と標高を各カテゴリーによってきめる。……縮尺： $\frac{1}{500,000}$  の 1 cm 方眼図を利用

○土壤条件と標高のカテゴリー

地域区分	土壤条件 (肥沃度・土層の深さ)			標高		
	A	B	C	500 m <	500 ~ 1000 m	> 1000 m
I	○	△	×	○	△	×
II	○	△	×	○	△	×

(注) 土層の厚さが求められないときは、土壤条件は肥沃度のみでも止むを得ない。



(得点合計により3区分) 6, 5, 4, 3, 2, 1  
A B C

(Step - 3) 自然立地因子の評価の組み合わせ結果によって細区分し、管理指針を求める。

○自然立地条件別の管理指針

大区分	自然立地因子の組合せ		細区分	管 理 指 針			
	土壤条件	標高		更新法	植栽密度	導入樹種区分	補助工法
I	○	○	I <sub>1</sub>	人工造林	2500/ha (2m×2m)	一般経済樹種 (100%) (2種以上の帯状混交)	
	○	△					
	△	○	I <sub>2</sub>	"	"	一般経済樹種 (70%) 肥料木類 (30%) (帯状混交)	
	△	△					
	×	○	I <sub>3</sub>	天然更新 (林相改良)	"	自然の有用樹種の育成	
	×	△					
○	×						
II	△	×	II <sub>1</sub>	人工造林	400本/ha (5m×5m)	一般経済樹種 (100%) (2種以上の単木混交)	拡水法 (等高線溝方式) Center trench 植穴の拡大
	△	△					
	×	○	II <sub>2</sub>	"	"	一般経済樹種 (70%) 肥料木類 (30%) (単木混交)	
	×	△					
	○	×	II <sub>3</sub>	天然更新 (林相改良)	"	自然の有用樹種の育成	
	△	×					
×	×						

この管理指針は、雨量、標高（二気温）、土壌条件など自然立地条件を重点とした概略的なものであり、現地の環境は区々であって、実際にはよりキメの細かい配慮により、適地適木の考え方で実施されることを期待したい。また、水源地帯ということに限って考察したが、この指針は下流域の水土保持に関連の少ない生産林地も含めて広く適用できる可能性をもっている。

つぎに、水源地帯にのぞましい樹種について考察し、具体的なものを提示する。前述のように、洪水調節には遮断消失の大きいものを、水源確保には蒸散の少ないものということになる。それぞれある程度研究され、前者についてはかなり明確となり、針葉樹の方は広葉樹よりも多く、壮令のもの（連年成長量最大の時期）は幼令や老令のものより多く、とくにトウヒ類などは遮断損失量が最大である。後者については、その測定が困難なこともあって研究成果が乏しく、かつ、結果にかなりの差がみられる。参考まで、表-8に南アフリカでおこなわれた在来樹種と造林樹種の蒸散量の測定結果を示す。これによると蒸散量の多いのはアカシヤとユーカリであった。

表 - 8 樹種別の蒸散量

場 所 (年降水量)	樹 種	蒸 散 量 (mm)	場 所 (年降水量)	樹 種	蒸 散 量 (mm)
ブレトリヤ付近 (780 mm)	モリシマアカシヤ	2,500	ドラノケンスベルグ 付近 (1,140 mm)	ユーカリ (植栽)	1,248
	ユーカリ (老)	1,200		モリシマアカシヤ (大木)	1,047
	" (若)	1,186		フザアカシヤ (植栽)	1,047
	ラジアタマツ (若)	885		モリシマアカシヤ ( " )	888
	" (老)	760		ブドレア	809
	エノキナツメアカシヤ	140		デクレンスアカシヤ	524
	ヤマモガシ	58		ユーカリ (植栽)	429
		" ( " )		268	
		ヒノキ類 ( " )		187	
		フランスカイガンショウ		149	
		ルスタニカイトスギ		143	
		ヤマモガシ		119	
		カリサ		76	
		ヤマモガシ		72	
		モチノキ	61		

この他、アメリカ（ヒルミ）では、カバはマツよりも大きいことが明らかにされており、日本（佐藤）での試験からスギ 1,230 mm，ヒノキ 970 mm，アカマノ 680 mm（いずれも年林分蒸散量）が得られている。大体において広葉樹よりも、成長の速いものは遅いものよりも蒸散量が多いといえよう。

蒸散量が小さいからといって、全くの試植もなしに南スラウエン地方に導入することは危険がともなり。造林にあたっては苗木が多量に供給でき、かつ、環境に適応するものでなければならない。当地方では現在メルクンマン（*Pinus merkusii*）を主体に、アカヤ類を若干加えて造林されている。このマンは一部に幹に湾曲がみられるものの土地をあまりきらわずに一応よく成長している。遮断損失、蒸散消失の両面からみていずれも中庸に位置し、根系も直根性であって、水文学的にみてのぞましい樹種の中に入る。ただし、単一樹種の大面積植栽は各種被害（病虫害、山火事）に弱いのでさげなければならない。現地調査の結果を通して、前記の管理方針にのっとり、当地方の水源地帯にのぞましいと考えられる樹種を表-9に提示する。基本的にはI地区については遮断損失、蒸散消失の特性とは関係なく、II地区については蒸散消失の少ないものを選択した。

表-9 南スラウエン地方の水源地帯に対する植機適樹

大区分	小区分	樹種
I	I <sub>1</sub>	(Sugi) <i>Cryptomeria japonica</i> (Jati) <i>Tectona grandis</i> (Eucalayptus) <i>Eucalyptus</i> sp. (Mahani) <i>Swietenia</i> sp.
	I <sub>2</sub>	(Tusam) <i>Pinus merkusii</i> (Acasia) <i>Acacia decrurens</i> (Tristania) <i>Tristania</i> sp. (Ebony) <i>Diospyros celebica</i>
II	II <sub>1</sub>	(Tusam) <i>Pinus merkusii</i> (Acasia) <i>Acacia anriculiformis</i> (Tristania) <i>Tristania</i> sp. (Kemer) <i>Aleurites moluccna</i>
	II <sub>2</sub>	(Tusam) <i>Pinus mekusii</i> (Cliandra) <i>Caliandra</i> sp. (Acasis) <i>Acacia auriculiformis</i> (Yamomo) <i>Myrica rubra</i>

## 4. 荒廃地復旧対策

### 4-1 侵食危険度の判定法

I-2で述べたように南スラウエン地方には多くの裸地や危険地が存在する。全域では15,577,265haにも達するが、場所によってその状態にかなりの差異があるとみられる。このような状態が発生した原因は素因的なものとして地形、地質、土壌といった自然条件があげられるであろうし、誘因としては火入れのくり返しによる開墾、放牧といった人為的なものがあげられよう。どのような場所が荒廃しやすいのか、科学的に明らかにできれば、荒廃の予防のために役立つし、荒廃地の復旧の面でも優先順位がつけやすい。

侵食危険度の判定をより正確に行うには、現在発達している侵食地の規模や状態を調べ、あわせてその場所の自然立地条件を調べ、両者の多数の調査事例から相関を求めたら、自然立地条件の異なった多くの場所に地表流下プロットをつくって流出土砂量の観測を行ない、同様にして両者の関係を究明すればよい。データが多数集まれば電算機を利用し、重回帰または数値化によって比較的簡単に危険度の判定は可能である。当地方においては現段階でいずれの方法も困難である。できるだけ早い機会に空中写真と大縮尺の地形図を完備して、単位流域別にまたはメッシュ法によって、上記の解析を行うことがのぞましい。今回はやむを得ず若干の現地調査の感覚と既存資料、著者の経験的な判断によって50万分一の図面を対象にした侵食危険度の判定を試みたが、きわめて概略的な指針に過ぎないことをお断りしておきたい。

この判定の基本的な考え方として、最初に降雨、傾斜角、土性、地質構造などから、その場所の潜在的な危険度を判定し、このあと現況の地被状態から顕在的な危険度を判定し、相互に組み合わせて、総合危険度を求めている。この場合、メッシュ法にしたがいその単位は1cm方眼とした。以下その具体的な方法を説明する。

(Step-1) 潜在的危険度を判定する。

#### (1) 自然立地因子別のカテゴリーとスコア

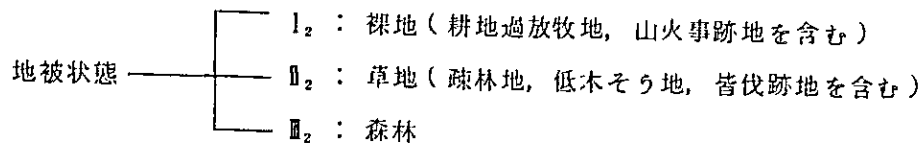
アイテム カテゴリー	① 年雨量 (mm)			② 傾斜度 (%)			③ 土性			④ 地質構造			スコアの合計 ①+②+③+④
	2000	2000 ~3000	>3000	15<	15~40	40>	粘土	壤土	砂土	その他	第3紀	第4紀	
スコア	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	12~3

※スコアの合計により下記により3段階に区分する

12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3  
I<sub>1</sub>
II<sub>1</sub>
III<sub>1</sub>

注 ④において断層や破砕帯を含む場合は  
 ランクを1階級あげること

(Step-2) 顕在的危険度を判定する。



(Step-3) 潜在的危険度と顕在的危険度も組み合わせて総合判定する。

(HH>H>M>L)

○ 総合危険度の判定法

潜在的危険度	顕在的危険度	総合危険度	侵食発達の可能性
I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	HH	加速的な拡大
I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	H	新たな発生または拡大のおそれ大
I <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	M	かく乱しない限りほとんど発生しない
II <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	H	拡大のおそれ大
II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	M	かく乱しない限りほとんど発生しない
II <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	L	かく乱しない限り発生しない
III <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	M	拡大のおそれ少ない
III <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	L	かく乱しても安定を保つ
III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	L	"

4 - 2 具体的な復旧技術の検討

現在DASにおいては流域内の人々の生活や農村状態, 飲料水の供給どの社会経済的環境や荒廃危険度などをおかん案しながらReforestationやSoil conservationの計画を立て, 優先順位を定めて植栽や工事を進めている。しかし, 漸く緒についた段階で現実的にはすべてこれからというところである。その技術的な内容をみると, きわめて単純で画一的である。すなわち, Reforestationはマノとアカンヤ類の植栽で, 一般的には, 5m間隔の400本/haで植穴は径・深さとも0.3mで, 施肥はしないようである。Soil conservationは幅1.0mのフンスをつくり, その先端に0.5m間隔にCalliandra, Tephrosia, Lautoroなどを植栽し, フンスの基部には深さ, 幅0.3m程度の排水溝をつくっている。テラス間にはとくに緑化など考えずに, トウモロコシなどを栽培している。

荒廃地復旧に際して, 当面重要なことは, その荒廃状態によって区分することである。つまり対策(工法)も荒廃状態によって変えなければならない。全体として侵食地とくに表面侵食Sheet Erosionの場所が多いが, 一部に溝状侵食Gully erosionや崩壊地Land slideもみられる。多くの経費はかけがたいか, つぎに示すように基準的な考え方を提案していただきたい。

- ① 表面侵食地……植栽の他にイネ科草本類（バミューダグラス、ウービングラブグラスなど）実播。侵食の激しいところはワラ伏せなどを採用し施肥する。
- ② 溝水侵食地……溝の部分に谷止め状の柵工を数本施工，周辺に石が多い場合には溝に埋めて隙間深とし，覆土し緑化する。緑化方式は①に同じ，
- ③ 崩壊地……水路の整理。溪岸まで達する場合には脚部に空積よう壁工。山腹部には編柵工などによって土留をし，植栽する。できれば裸地を草で覆う。侵食防止には地表面を密におおう草生緑化が連効性が高いし，できれば木本類の植栽密度も高めたい。クワァアカシア類の一部は直さしても十分導入できる。



## 5. 局所防災林の機能と造成法

### 5-1 防風林

南スラウエン地方は一般的に風はそれほど強くないとされているが、南部の海岸近くや内陸平源の一部でかなり風衝の影響を受けている地域がある。現段階ではあらためて防風林を造成した場所は見当たらないが、集落周辺に防風もかねた環境保全林的なものが存在する。土地の高度利用化、生活環境の改善を志向するとき、そのために利用土地面積が多少減少したとしても、防風林を設置する必要があると考えられる。風はその土地の蒸発、湿度に変化をあたえ、表土の飛散、種子作物の洗掘、埋没を起し、さらに作物の蒸散を不必要に増加し、時には作物に機械的な被害をあたえるなど、作物の生育を抑制して、その収穫を減少させ、さらに営農を不可能にらしめる場合もある。

防風林を造成した場合、風速を弱め、蒸発や蒸散を抑制し、温度を緩和すると考えられている。たとえば当地の Jenepono 県の一部のように少雨で風が強いときは、防風による蒸発抑制という働きは、かなり大きな意義をもつと考えられる。風速と蒸発量はほぼ比例関係にあるが、空気の温度、湿度にも関連をもち、一般にはトラベルトの式が参考になる。

$V = K(1 + 0.00367t)(F - f) \sqrt{v}$ 、ここで  $V$  : 蒸発量、 $v$  : 風速、 $F$  : 蒸発面の温度に対する最大蒸気能力、 $K$  : 蒸散、 $t$  : 気温、 $f$  : 空気中の水蒸気張力である。

蒸発が低下すれば土壌の乾燥はそれだけ防ぐことができるわけである。防風林の効果範囲というのは、防風効果すなわち、風速の減退、蒸発抑制、気温の緩和など総合されたものの効果であって、多くの研究成果から一般には樹高の倍数として測定し、風上5倍、風下20倍の範囲が定説である。

防風林の造成に際しては無計画につくることは無駄が多いので、個々の農家が別々に相互の連携もなく実行することはさけなければならない。開発プロジェクトの中で総合的観点で立って有機的な防風林網を構成することが必要である。計画にあたって、まず、方向、幅員、間隔などを決定しなければならない。

方向は主風に対して直角であることが必要で、いつの風が最も害があるのか検討すべきである。しかし、地形図と樹木の傾斜方向を参考に判定するのが早道でもある。

高さは、高さが高いほど防風効果が大きくなるのであるが、植栽する樹種にも関係するが、一般には付近の樹高を標準とするのが妥当である。

長さは、ある程度以下になると効果範囲は長さの2乗に比例して小さくなるので、できるだけ長いことが好ましく、防風林の切れ目において風速が標準よりも大となるので、連続する必要がある。

幅員は、現在定説がないが、あまり広いと土地利用の面からも損だし、防風の面からも効果がうすれる。一つの考え方として、幅員/樹高 が5を越えないことが提案されている。し

かし、林帯も一つの植物生態系であって、外界の諸害に対抗し、有機的な森林の環境を構成し、更新も比較的容易に行ないうる独立林分の最小値 0.3 ha ( 気候中庸地 ) から割りだすと約 60 m となる。地形は、当地方においては海岸近くはほぼ平坦であるが、内陸に入れば起伏もある。このような場合には地形に合わせて、高いところに林帯が配置することが有効である。

防風林の間隔は、その効果範囲によって定まるが、つまり樹高によって決定される。想定樹高を  $h$  とし、林帯幅を  $d$ 、防風林の効果範囲を風上  $5h$ 、風下  $2.5h$  とすれば、防風林の中心間の距離  $D$  は、 $D = (5 + 2.5)h + \frac{1}{2}(d + d)$  となる。防風林が主風とかたよっていけば、この第一項に  $\sin \alpha$  ( $\alpha$  は風向と林帯との角度) をかけて修正すればよい。ただし、当地方の Desa Borongtala ( Kab. Jenepono ) のような海岸近くの平坦地では、幅員 50 m、樹高 15 m の防風林を設け、有効範囲 250 m 間に 1~2 m 幅の高さ 4~5 m の生垣を組み合わせる程度が適当と考えられる。

植栽樹種は樹幹が強じんで、樹高が高く、樹冠が密で、枝葉の着生点が低く、成長が速いこと、深根性であることがのぞましい。加えてその土地の環境に適合し、枝葉が農作物に悪影響をあたえるものでは困る。当地方では Kyuchina ( *Podocalpus blumei* ) や Acasia 類 ( *Acasia decurrens* など ) が考えられる。なお、林況は立体的にみて風が平均的に透過するように 60% ぐらいの間隙がある方がのぞましい。つまり、上層林冠部のみではなく、下部にも枝葉が発達し、下層に従属層が発達している方がよい。

## 5 - 2 防火林および防火線

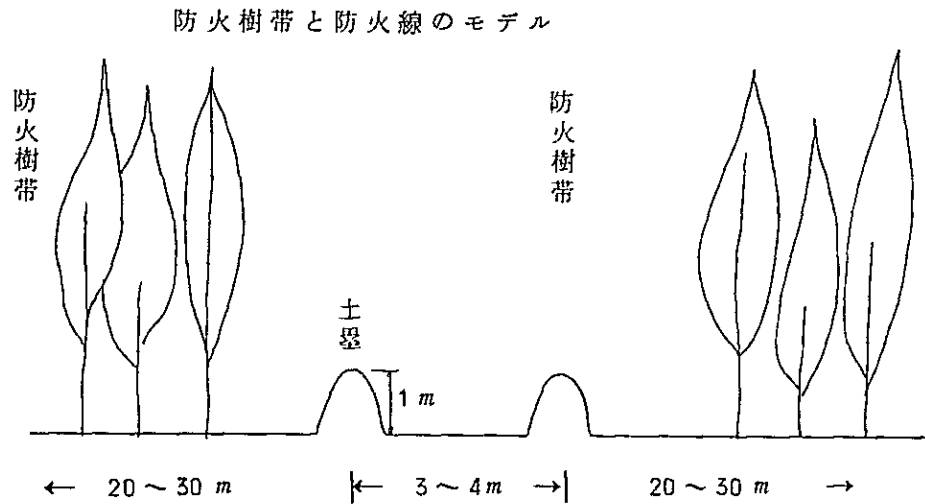
今回の現地調査を通して各地で大小規模の山火事跡地をみかけた。Shifting cultivation の際の延焼も当然考えられるが、こんど開発が進むことにより、また、最も燃えやすいマツ林が大面积に造成されることにより、その危険性は一だんと高まるだろう。山火事は単に森林資源の損失のみならず、激しく地床が燃焼したあとは浸透能を低下させ、地表流下や侵食を促進させることになる。さらに地力の低下にもつながることになる。したがって、いまから森林火災の防止と延焼拡大を防ぐ対策が立てられるべきであろう。とくに、少雨地方で乾期において発生・延焼の危険度が高い。

森林における火災を予防する ( 延焼を防止する ) 方法としては、防火線および防火樹帯を設ける方法がある。防火線には①伐開法 ( 防火線内の林木その他植生を伐採し除去する )、②焼切法 ( 伐採した地被物を毎年安全期に焼払う )、③開墾法 ( 緩斜地を開墾する )、④耕作法 ( 開墾して低草類を栽培する )、⑤土塁法 ( 防火線の両側に土塁をつくる )、⑥はぎとり法 ( 防火線の地被物をはぎとる ) など様々である。

防火線の幅は、草丈の 10 倍とか、樹高の 2 倍とかいわれるが定説がない。地況 ( 傾斜方位 )、風向、火災の危険度などによって定められるべきである。

防火樹帯は、強風時の延焼に対して防風と火焰に対する障壁とするため、また、無立木の防火線では土砂流出などのおそれがある場合に防火樹帯が設けられる。

これから当地の林地内で必要なものは道でもあるので、防火線と管理道ないし作業道を併用し、その周囲に防火林を造成するのが得策と考えられる。このモデルは下図のとおり。



この防火線の中は地剥ぎし、土塁をつくり、地剥ぎした部分には、難燃性の低草たとえばケンタッキー・ブルーグラスなどを発達させる。

防火林としてのぞましい樹種は、樹冠火のおこしにくい常緑広葉樹類であり、たとえばヤマモモ (*Myrica rubra*) などが候補として考えられる。

## 6. 林野から農地への土地利用の転換についての検討

### 6-1 自然立地条件からの適地判定

未利用林野を開発し農用地に転用することは、土地の高度利用化の観点からは至極当然のことと考えられる。しかし、保全に対して十分に思慮がなされない限り、土地の荒廃や下流へ災害を招来する可能性がある。1977年3月28日付 Forest Service of the Province of South Sulawesi の報告「Dinas Kehutanan Dati I Sulawesi Selatan」によれば、約500,000 haの天然林（全林地面積の約15%）は、農業やエステートなど他の土地に転用を予想していた。そしてこの段階ではこの面積は生産林、生産兼保安林、保安林、自然保護林のいずれにも含めていなかった。しかし、1978年1月12日付同所から出された「The South Sulawesi Forestry」によるとこの数字の記載がなく、生産林、保安林など機能別に全林地が区分されている。ただ、これらを含めて予備林地域 Reserve forest area が1,162,991 haあるので、前記500,000 ha はこの中に含まれているのかもしれない。関係林業当局にこれらのことについて説明を求めたが、確たる答が得られなかった。もし、Reserve forest が対象地ということになるならば、開発予定地は北東地区に偏在することになる。

ここでは、上記のような行政的事情から一応離れて、一般的に林野から農用地に転換する場合の一般的な考え方について述べてみたい。まず、①荒廃地および荒廃危険度の高い場所（3-1の項におけるH.H.Hに該当する地区）、②水源地帯（ここでは狭義にとって、溪床勾配が急になる上流部、池や湖の周辺）、③絶対的保安林地帯（自然保護林を含む）、④優良造林地帯などを含む地域を除外することがのぞましい。

農用地として利用する立場からすれば、一応これらの各地域を除外した部分について、利用の可能性を検討してみることになるが、まず、耕地の場合には傾斜（およそ15°未満）、石礫の含有程度、土性などによって難易性が判定されるだろうし、畜産利用の場合にも、傾斜（放牧でも20°未満）が問題にされる。このように保全および林営の立場との競合を調整し、しかも、農業として成立し得る立地を探すことになるので、かなり限られた範囲になる可能性がある。具体的には、3-1の作業が完了したあとで、さらに上記②～④の地域を除外する作業手順となる。

### 6-2 開発にともなう水土保持策

林野を耕起して農用地にした場合、例外なくピーク流量は高まり、流出土砂量が増加する。とくに急傾斜地においてその影響が顕著にみられる。これは林野が自然状態のまま地被物ははぎとられ、地表保護物を失なったことによる。耕起された当初は多少土壌物理性が良好となって孔隙も増すが、以後のくりかえされる雨滴の衝撃で次第に浸透能が低下する。

他の条件が同じならば、流域中の農地の割合が多ければ多いほど土砂流出量は多い。アメリカ東部での試験の結果によると、5～25%の農耕地をもつ流域で77～77.2 ton/km<sup>2</sup>/年、25～50%で38.6～193.1 ton/km<sup>2</sup>/年の平均年流出土砂量が得られている。このデータによる回帰式から表-10のような値が計算されている。

表-10 農耕地の面積率と土砂流出量

農耕地面積率(%)	土砂流出量 (ton/km <sup>2</sup> /年)
10	30.9
20	46.3
30	57.9
40	77.2
50	96.5

とくに問題となる土壌侵食は、降雨条件に支配されるとしても、その場所で重要なのは地表傾斜角と斜面の長さである。両因子の増大にともなって流出土砂量は指数関数の回帰によって急上昇する。

つまり、できるだけ急傾斜地はさげ、長大な斜面の露出はさげなければならないことを示唆している。

傾斜地を開発して、大規模に耕起しようとする場合には、ある一定の面積の水土保持のための森林を残存させ（ない場合には新たに造成する。）る必要がある。この残存面積はその土地の条件（とくに降雨強度や土壌の受食性など）によって異なるが、全面積のおよそ30%とする。この残存位置は谷頭を含む沢沿い部分と長大斜面の中腹部となる。

中間林帯の位置や幅員は、傾斜角や斜面長によって定めるが、10°以上の斜面では斜面長150～200mごとに幅30m以上の林帯を流線にほぼ直角にして設置する。この林帯の設置目的は、上部からの地表水を吸収して、流出土砂の一部も停滞させることにある。

南スラウエンの各地でみられるように、20°を越す急斜地を耕起し、直立型のトウモロコシを傾斜方向に栽培するような農法は、できるだけ改め、急斜面には林を仕立てるか、止むを得なければ等高線栽培とし、被覆性植物に切替えるべきであろう。

○

### 6-3 山地の畜産利用

南スラウエン州の第2次5カ年計画によると、牛の飼育頭数は毎年13%前後伸びで、計画終了の最終年次（1979）には1136（千）頭に、また、同様に馬は毎年7%前後伸びで、最終年次に227（千）頭に達することになっている。これらの一部はMaiwa地区でみられるような大規模育成牧場を拠点とした生産であるが、大半は一般農家の小規模な飼育による

もので、部落の周辺の林野に無計画に放牧されている。部分的に放牧による土地の荒廃も認められるし、また、植栽苗木の被害も大きいとのことである。

一般に、林野に放牧すれば、家畜の踏圧によって、表土の理学性が悪化し、浸透能が著しく低下する。この結果、ピーク流出量が増大することになる。しかし、耕起造成しない限り、土砂流出量はそれほど大きくなるとはいえない。これは農地と異なり1年中草が地表を覆っており、土壌が圧密されているため地表流は生ずるが、農地より侵食と土砂流亡が少ない。しかし、定置方式として過放牧されれば、地表は急激に裸地化し、土壌侵食も加速化する。裸地化は家畜の Behavior との関連で、傾斜が増大するとそれにつれ増大していくが、20°を境として急激に増大することが知られている。

家畜の増加にともなう草資源をこんごどのようにして求めていくかによって、いろいろな対策が考えられるが、林野を無計画に放牧利用の場とすることは水土保持上好ましいものではない。安全な区域を選んで林野を放牧に共用させたとしても、期間を限った輪換方式が好ましい。林野の自然植生は草の収量もそれほど多いとは考えられないので、土地保全も考えた草生改良を検討する必要がある。いずれにせよ、水土保持を目的として施業している地区内には家畜の侵入を防ぐべきであろう。

## 7. む す び

わずか1箇月という短い期間で、しかもわずかな現地調査と不十分な資料をもとにしての報告なので、中味は抽象的な一般論となってしまった。現地調査が十分にできなかったので特定2県に対しては、断面的な観察結果にとどまってしまった。その分の記録は本報告の末尾に付してある。これらの内容が本プロジェクト策定に少しでも参考になれば幸甚である。当面実施をのぞみたいことは、林野関係における信頼できる基礎資料の乏しい現状から、できれば全域、少なくとも特定2県の空中写真の撮影、またはリモートセンシングが必要である。そしてこれを5000分ノ1程度の基本図を作り、地形、林相、荒廃地などを図化することと考える。どうしてもこれが時間的に間に合わなければ、カナダチームの所有する空中写真<sup>\*</sup>の図化判読である。したがって、これの判読、図化をし、現地と照合できる森林調査の専門家の派遣がのぞまれる。

与えられた重要な課題であった水源地帯の樹種の選択についても、可能性の高い樹種を選んで試植し追跡してみる必要がある。これは別に水源地帯に限ったものではなく、全域の各種案件の場所についても同様である。この視点からすれば Malino の植栽試験地は重要な価値をもっているといえよう。なお、この詳細なデータは三井物産山林部が所有し、JICAにも報告している。

地域内に大面積に存する裸地や荒廃危険地についても、その状況の調査と整理、その具体的対策など治山の問題は残されている。このためにも、現地調査の可能な時期に治山調査の専門家の派遣がのぞまれる。なお森林調査と治山調査は共通的に実行できない分があるので、後者の専門家で前者もできる人が選べれば、1人3カ月程度の派遣で可能であろう。

\* Canadian International Development Agency







JICA

