

## II-4 簡易治山工作物の適用法の研究

### II-4-1 簡易治山工作物の適用法の研究

#### (1) 背景と目的

サンパウロ州における荒廃地は、内陸部の丘陵地の表面侵食による荒廃、海岸沿いその他急傾斜な山地の崩壊など多様であり、しかも、州内の広い範囲に多発している。これらの荒廃地の存在は、その生産土砂によって河川の水質を汚濁させ、同時に、土壌の透水性の低下によって洪水流量を増加させるために流域の水・土保全両面で大きな問題である。

これらの荒廃地のうち、少くとも流域管理の観点で重要な地点だけでも、荒廃地を林地に変えることが出来れば、土砂流出や洪水の防止に非常に有効である。

荒廃地の大部分は、過去に森林を伐採し、コーヒーやさとうきび等の栽培を経て、放牧草地に至るまでの過程で、多量の土壌を失い、土地はひどくやせている。また、サンパウロ州は日本よりも低い緯度に位置するため、気温が高く、また雨量は季節的に片寄りが大きいいため土壌が乾燥し易い。

このような条件のもとで、特に内陸部の荒廃地には、自然には森林が成立し難い状況にあり、土砂流出を防ぐ工作物の配置、土壌肥料分の補給、植物種子、根株、苗木などの採種・移植などを行うことで、早期に森林を成立させる技術が必要である。

現在、ブラジルでは、この種の工事、日本で言う治山工事は、道路の切取面の処理等を除くと、山地の自然斜面では全く行われていないが、本プロジェクト、流域管理部門の他の2つの大課題、森林水文試験法研究、荒廃・洪水流出危険地判定法研究の成果があがって、水・土保全上重要で、森林を育成すべき地区の指摘が行われると、荒廃地の復旧は或る程度大面積に行われることになり、工事の方法等の技術が要求されることになるであろう。日本とブラジルでは、前述の土壌、気候の違いの他、治山工事に使う草や木も異り、また、材料費、人件費等の経済的条件にも相違がある。従って、ブラジルに於ける治山工事の技術を確立するためには可成りの年月をかけた試行錯誤的研究が必要と考えられるので早急に研究に着手する必要がある。勿論、限られたプロジェクトの協力期間内にまとまった結論を出すことは不可能であるが、工作物の種類や配置、植物や肥料の使用法、施工結果の評価法等治山工作物の適用に関する研究の進め方についてモデルを作ることによって今後の森林院の侵食や崩壊の防止対策の研究が進展することが期待できる。

#### (2) 経過と成果

##### ① 経過

1980年3月に派遣された計画打合せチーム作成の研究協力計画により、流域管理部門

の3つの大きさを課題として、森林水文試験法の研究、荒廃・洪水危険地判定法の研究とともに簡易治山工作物の適用法の研究が組み込まれた。その後、同年7月派遣の実施計画調査団は、サンパウロ州内の荒廃地を荒廃の形態別に分類し、それぞれの荒廃地に適用する工種の配置をモデル的に想定した設計書を作製した。しかし、この設計は、研究対象とする斜面を具体的に決定して行ったものでないため、その後決定した試験地に於ける治山工事の内容は可成りの部分に変更された。

当初の年次計画では、5ヶ年間の協力期間の終りの2年間、1982年と1983年に工事の施工が予定されていたが、諸般の事情によって、その後、1983年一年間で行うことに計画変更された。その後1983年にはエヴァリュエーション調査団が派遣されたが、構成メンバーである秋谷、館沼専門家がそれぞれの調査業務と並行してクーニャ試験地内に小規模な簡易治山工作物の適用法のプロット試験地を設計施工した。実施に当っては、秋谷専門家が全体構想及び計画、館沼専門家が設計及び施工指導を担当した。この工事は、その後2年間の延長期間に行われたクーニャ試験地に於ける本格的な試験施工の設計施工に際し意義深いものであった。

エヴァリュエーション調査の結果決定された延長期間2年間に行う協力内容は、1984年派遣の計画打合せ調査団によって具体的に示されたが、その方針に従って、1984年に治山工作物設計の館沼専門家が、1985年には治山工作物の施工指導の佐保専門家が派遣され、クーニャに於ける工事が行われた。1983年以降の3年間の間に藤枝、工藤、真島専門家がそれぞれ本来の業務を行いながら、工事の段取り、資材の調達等で設計・施工に協力した。

カウンターパートの日本に於ける研修は、1982年8月と1985年2月にそれぞれ1名が荒廃危険地判定、治山工事一般について約100日間の研修を受けた。

クーニャに於ける簡易治山工作物の施工は1985年12月に終了したものの、本協力プロジェクト終了の1986年3月までの残り3ヶ月間では、施工結果の調査研究は完了せず、追跡調査研究と研究結果の活用は、森林院によって行われることが期待される。

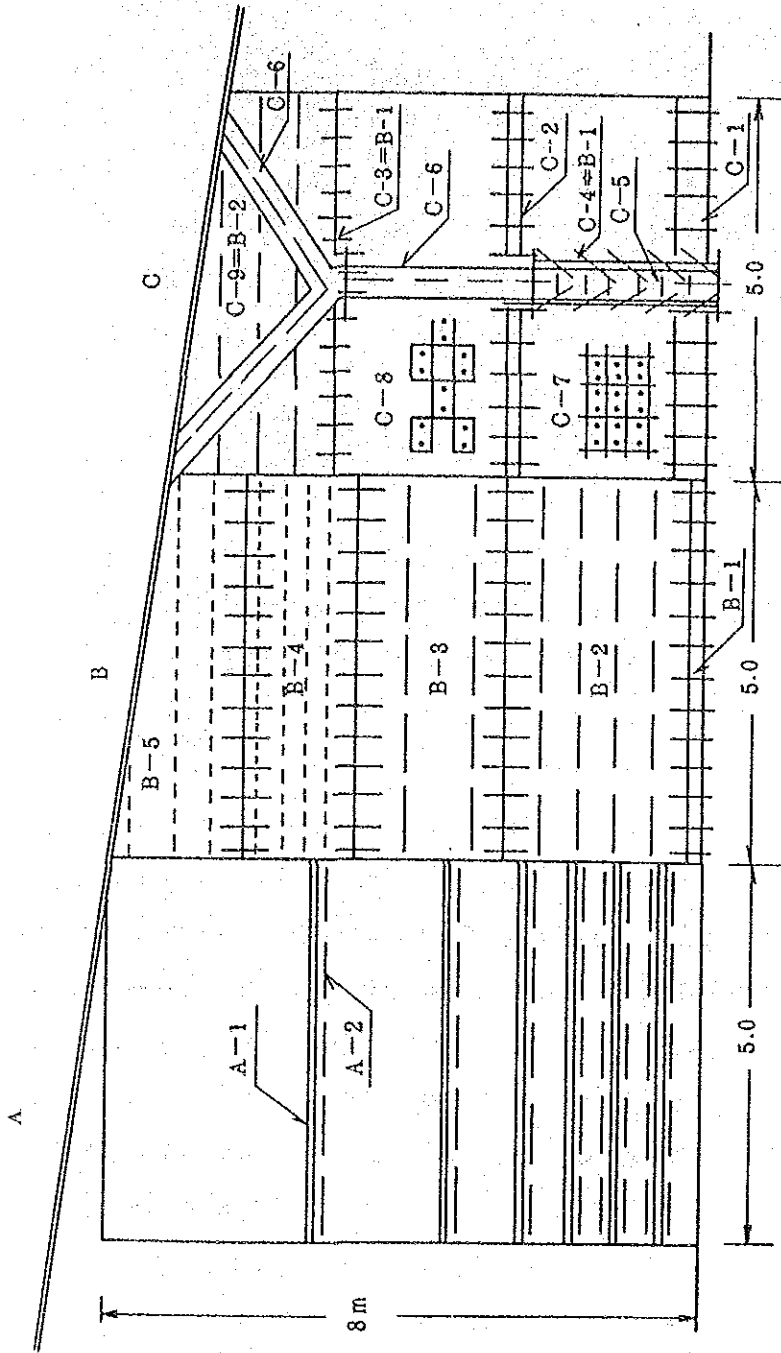
## ② 研究方法

### (a) 1983年の設計施工

#### ① 施工対象地

クーニャ地区観測基地内の事務所(オスベリア)付近にある裸地状、傾斜30~35度の斜面約0.11haを対象に設計・施工を行った。施工斜面の大部分は基岩であるミグマタイトの風化物の層で一部に崩積土的な堆積層が見られる。

クーニャ試験地は、プライバ川の支流、プライブナ流域内にあり、年平均気温16.7℃、年平均降雨量2276mm(いずれもクーニャ試験地観測結果)で、年雨量の約70%は、10月から翌年3月の雨季に集中して降る。基岩は、ミグマタイトともミロナイ



- |           |                      |                    |
|-----------|----------------------|--------------------|
| A-1 : 階段工 | B-1 : 編柵工            | C-1.2 : 板柵工        |
| A-2 : 芝筋工 | B-2 : 芝筋工 (直高 0.5 m) | C-3 : 編柵工          |
|           | B-3 : " ( " 1.0 )    | C-4 : 編柵水路工        |
|           | B-4 : 葦筋工 ( " 0.3 )  | C-5.6 : 張芝水路工      |
|           | B-5 : " ( " 0.6 )    | C-7 : 全面張芝工        |
|           |                      | C-8 : 1/2 張芝工      |
|           |                      | C-9 : 芝筋工 (直高 0.5) |

圖 II - 3 4 簡易治山工作物施工平面圖 ( 1983年 ) 1/100

トとも言われるが、基岩をおおっている風化土層は試験斜面付近の尾根部で5メートルにも達する。土層は転石や礫がほとんどなくて、直径5mm以下の石英質の細粒をわずかに含む他は、砂あるいはシルト質の粒子で構成されている。

#### ⑥ 試験施工の方針

1983年のエグアリュエーション調査団派遣の時点では、協力期間の延長が予定されており、延長期間には、その年度まで進展が見られなかった「簡易治山工作物の適用法」の研究も重点的に行われる見通しであった。治山工事の施工例の多い日本でも、多くの施工例を積み上げた後でないと、その地域に於ける最適の施工内容を決定することは困難である。ブラジル側には前例のない治山工事であり、日本側には未知の樹草を用い、資材入手の難易度がよく分らないままでの設計・施工になるため、延長後の2年間に設計、施工をそれぞれ1年づつで行うことには不安があった。従って1983年の試験施工は、

- i) 現地に適した工種を見出すこと。
- ii) 各工種別に適正な施工密度を探ること。
- iii) 滞水が予想される崩土の堆積部の施工法をたしかめること。
- iv) 治山用樹草として可能性のある植物の利用を試みること。

に重点を置いて行った。従って、この時の施工内容には流出土砂の観測溝など、研究的な施設は含まれていない。

#### ⑦ 施工内容

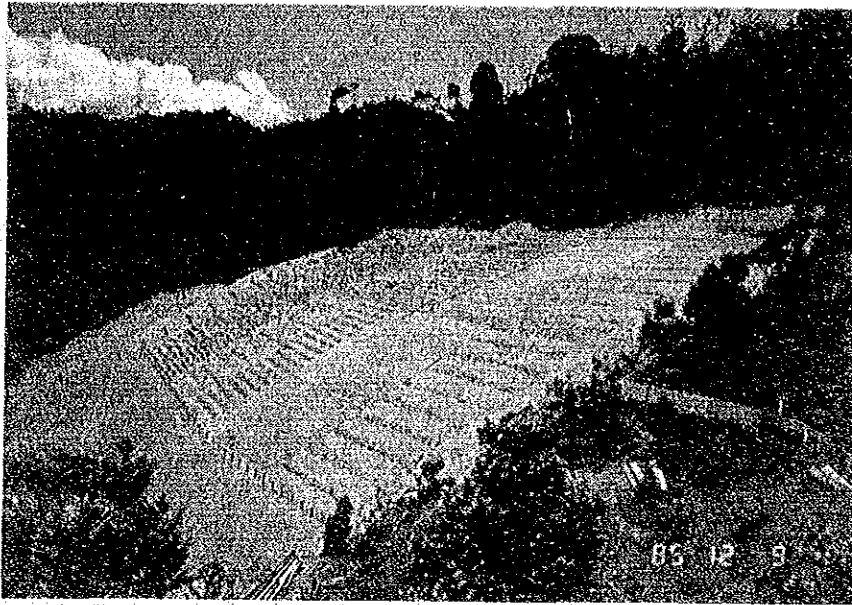
試験区をA、B、Cの3斜面に分け、それぞれ、周囲を板で囲って試験斜面を作った。各斜面で採用した工種と配置決定の考え方は、A斜面：階段工を主体に、芝筋を併用し斜面の上下で施工密度を変え、適正な施工密度を試験する。B斜面：編柵工を主体に斜面の安定を図り、芝筋工又は萱筋工でそれぞれ密度を変えて適正な施工密度を試験する。C斜面：常時は水がないが、地表水によるガリーが存在するため、張芝水路、編柵水路を施工、上層の安定を編柵土で確保し、斜面は全面張芝、 $1/2$ 張芝(千鳥配置)、芝筋工の3種を比較実験する。この斜面は流水の痕跡があり、堆積土砂が移動するおそれがあるため、板柵工による土留を、斜面下部および中部にそれぞれ一段施工した。これらの工事の内容の詳細については省略するが、概略を図II-34に示す。

#### (b) 1984～1985年の設計

雨量流量等のデータを完備し管理上の問題もないクーニャ地区観測基地内の事務所の南側にある放牧草地内に、山腹工事および溪間工事を施工した。

クーニャ試験地で簡易治山工作物の適用法の研究を行うことに関連する問題点は、クーニャ試験地内に試験プロットを作り得るような大きな荒廃地がないことである。この点に関しては、幸い、クーニャ試験地の斜面はミクマタイトの厚い風化土層でおおわれている

ため、地被物を取り去って未熟土の地表を持つ裸地の斜面を人工的に作って工事を行うこととして、研究施設と一部の溪間工のモデルをクーニャ地区に設置することにした。



Ⅱ-8 簡易治山工の施工（植生工）

#### ⑥ 簡易治山工作物の定義と適応対象

流域管理部門の課題として計画されたこの簡易治山工作物の適用法の研究内容について、日本側とブラジル側の間で解釈の違いがあったことが施工対象地の選定の論議を通じて印象づけられた。そこで、施工対象地の選定の会議の際、日本側から簡易治山工作物の定義について次のような考え方を示した。

- i) 簡易治山工とは、対象地付近で容易に入手できる資材、たとえば、木材、枝条、苗木、種子や、土、石等もしくは、比較的価格が低廉でかつ軽量なため、現地への搬入や斜面までの運搬が容易な針金、釘、金鋼等を主体に使用する。
- ii) なるべく人力で築設が可能な種類の工作物を作る。
- iii) 簡易治山工の目的は、簡易な施工方法によって荒廃地内に早期に森林を成立させることにあり、土壌のない露岩地や施工困難な大規模荒廃地は対象としない。

クーニャに於ける簡易若山工作物の設計に際しても上記の考え方を基本に設計が行われた。

#### ⑦ 試験施工の方針と設計

クーニャに於ける試験施工を行うに当たっては、山腹の荒廃地については、地被物を取り去って試験を行うことで対象地を定めたが、溪間の荒廃地も試験地として適切な場所は見出せなかった。しかし、サンパウロ州の荒廃地の現況から見て、山腹斜面だけの施工で安定する荒廃地は少なく、実際の崩壊地へ研究結果を適用する場合には溪間工事を併用する必要があると判断された。一方、山腹斜面の工事に比較して溪間工事の構造は、労力面あるいは経済面の理由で決定されることが多く、研究対応を必要とする問題は少い。

従って、クレーンヤでの施工の方針は、次の通りとした。

i) 山腹工事については、傾斜別の適正施工密度、有効な工種、使用する種子などに  
関する試験的な組み合わせを検討する。

ii) 溪間工事については、サンパウロの荒廃地への適用を考慮し、容易に入手出来る  
材料を使用したなるべく多くの種類の工作物の展示を行う。

この方針を受けて1984年12月に完成した設計書では、図Ⅱ-35および図Ⅱ-  
36のような施工を計画した。山腹工では、巾7m、長さ(水平距離)10mのプロッ  
ト試験地を、傾斜20度、30度の2種類の傾斜でそれぞれ8斜面ずつ、35度の傾斜  
で2斜面が設計された。各斜面は流出土砂の測定を行って、施工結果の比較が出来るよ  
うに、土を捕えるための長さ7m、巾0.40m、深さ0.32mの集土柵を下端部に設置  
した。また、土や種子、肥料を網状の袋に入れて等高線状に施工する植生袋工、カヤに  
似た草を用いる筋工、芝筋工、実播筋工、苗木を植える植栽工などの工種を密度と組み  
合わせを変えて配置した。傾斜20度と30度の斜面は全く同一の工種を配置して、傾  
斜別に施工密度の適、不適の検討が出来るようにした。植生袋には、リョッカ3号を採  
用した。溪間工では、コンクリート土留工、フトン籠土留土。丸太積土留工、丸太柵工、  
コンクリート水路工、U字型コンクリート水路工、U字型コルゲート水路工、土のう・  
編柵水路工、張芝水路工を計画した。その他、山腹工試験プロットに隣接する谷と言  
えない程度の凹斜面には編柵工及び板柵工をモデル的に配置した。

### ③ 研究成果

#### (a) 1983年の施工結果

1985年1月23日から25日までの連続雨量435.5mmの豪雨(最大時間雨量495  
mm)によって1983年施工地の一部が被害を受けた。この時の豪雨はおよそ40年に1  
回程度と言われるが、これによって斜面の崩壊防止に工作物が必要であることが確認され  
た。また、1985年10月までの約2年間の地表状態の観察によって斜面の表面侵食防  
止に必要な施工内容が或る程度明らかになった。要点をあげると次の通りである。

- i) 平常水のない場合でも凹形斜面の場合、降雨時の土壌水分は増加するようである。  
従って降雨時には斜面の土層の土圧は意外に大きくなる。特に堆積土層ではこの傾向  
が著しいので暗梁等を用いる必要がある。
- ii) 編柵に用いる帯梢の腐朽が極端に早い。材料があれば丸太柵などが好ましい。
- iii) 柵工では杭の根入りを十分に施工しないと倒れるおそれがある。
- iv) 通常の降雨によって裸地の表面は水を含んだシルト質の土壌によってペースト状の  
表層が出来、それが乾燥して地表部に板状の固結層が出来、植物の侵入をさまたげると  
同時に表層部が不透水性となって表面侵食が起り易い。
- v) 階段工は、その水平面は安定して植生が侵入し易いが、垂直部の法面が地表水によ

ES DRAWING No. 1

凡 例  
LEGEND

□	広葉樹 Broad-leaved	④	コンクリート土留工 Concrete Retaining Wall
△	針葉樹 Needle-leaved	⑤	丸太積土留工 Logheaping R-Wall
○	園芸樹 Gardening-Tree	⑥	フトン積土留工 Wire Crate R-Wall
○	芝地 Sod Land	③	コンクリート水路工 Concrete Channel
○	草地 Grass Land	⑧	U型ポリウム管水路工 U-Flume Channel
○	池 Lake	⑨	U型コルゲート管水路工 U-Corrugated Channel
□	路 Structure	⑩	鉛線水路工 Wire Cylinder Channel
○	歩道 Foot Way	⑥⑩	土のう十間積水路工 Sanabot Fossins Canal
○	牧場 Fence	⑦	溝芝水路工 Sodded Channel
○	土崩地 Collapse Area	HH①HH	板積工 Board R-Wall
		HH②HH	柵工 Fossins Fence
		HH③HH	丸太積工 Log R-wall
○	測点列線 Station Course of Traverse	②	カヤ積工 Gross Step Work
○	等高線 Contour	③	芝積工 Sod Step Work
No. 1	工種別又は試験区番号 No. of Structure	⑥	播生袋積工 Bag Step Work
I-A		⑧	筋交積工 Seeding Step Work
		⑨	植樹工 Planting Work

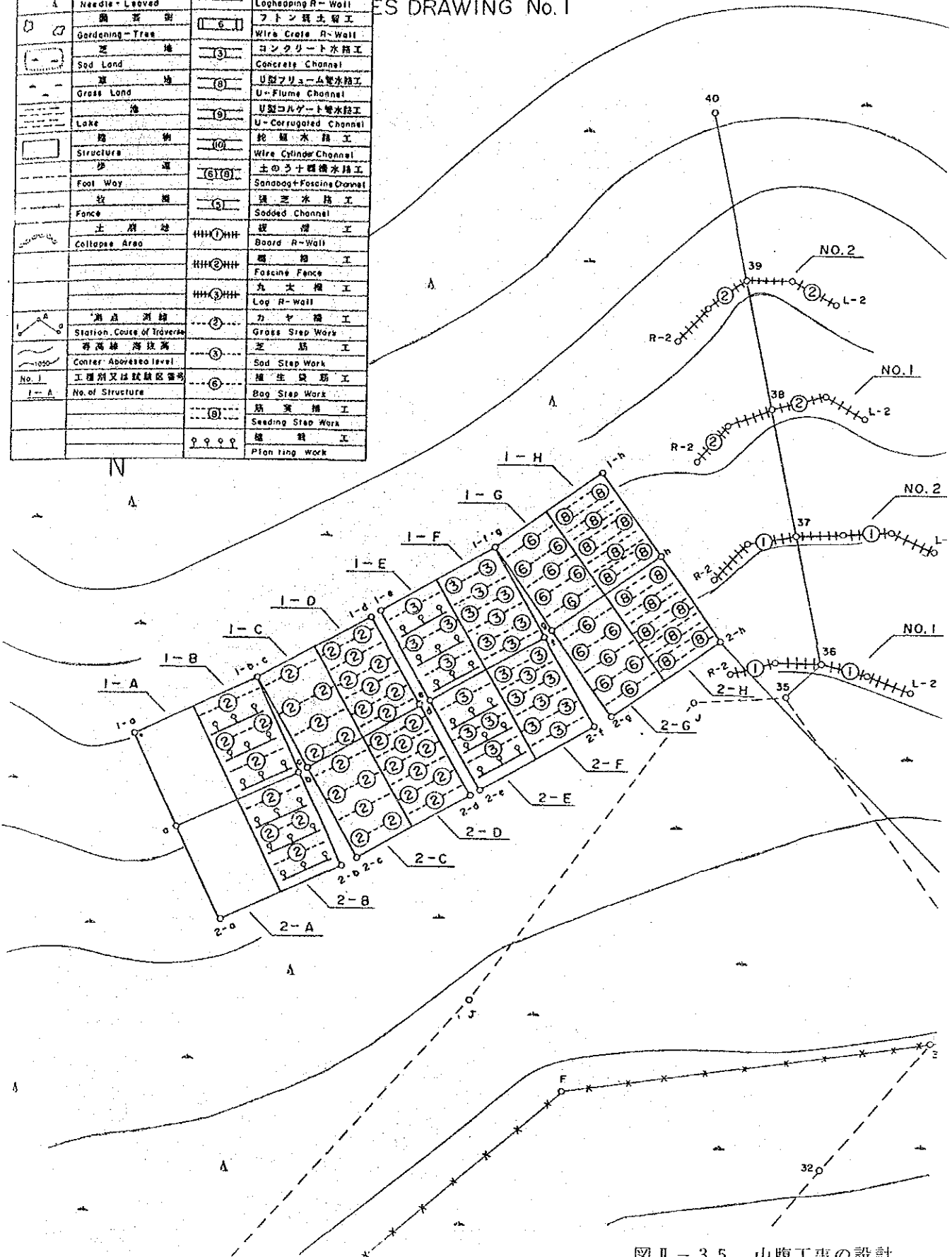
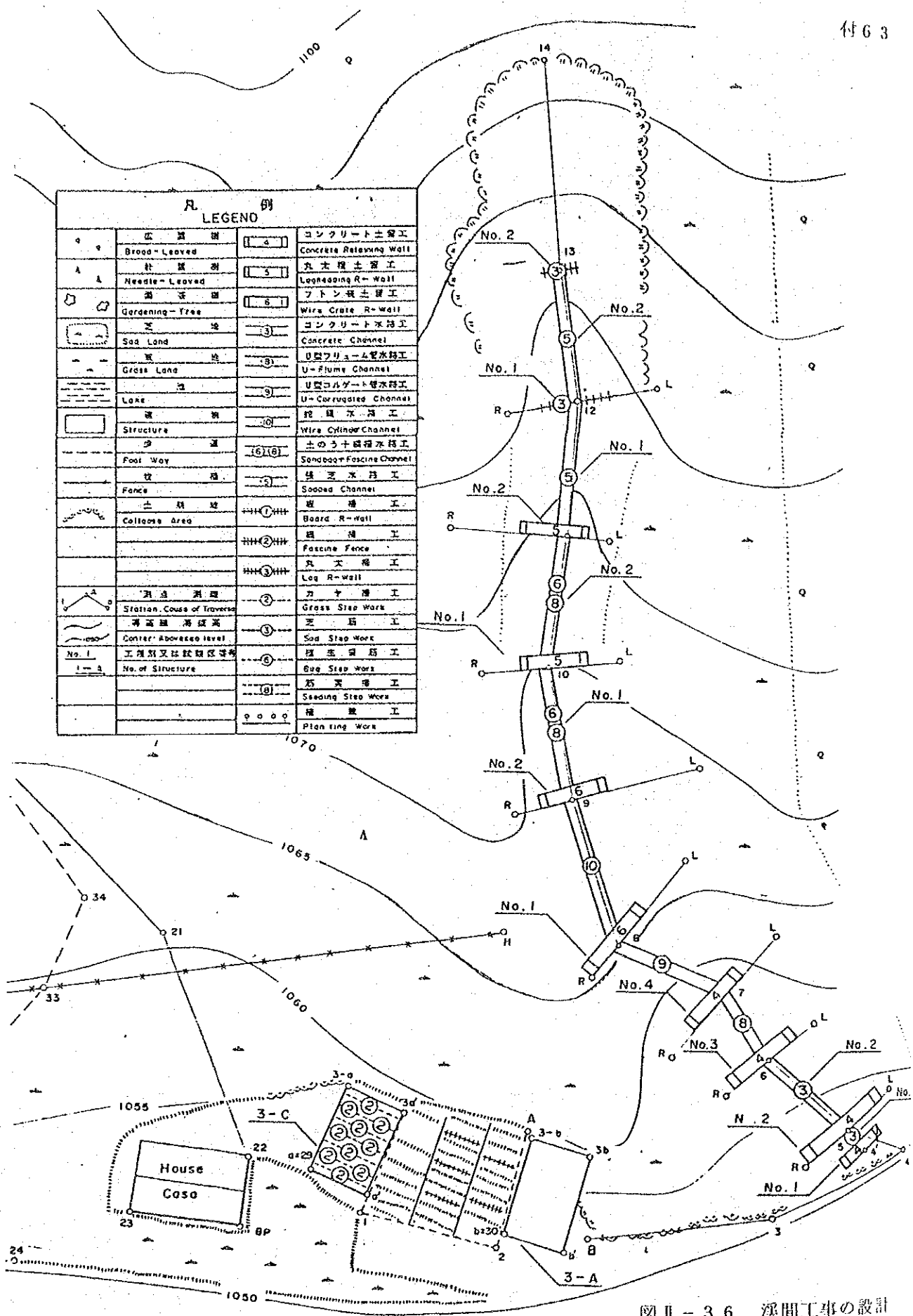


図 II - 3 5 山腹工事の設計



凡 例 LEGEND		
[Symbol]	広葉樹	コンクリート土留工
[Symbol]	Broad-Leaved	Concrete Retaining Wall
[Symbol]	針葉樹	丸木土留工
[Symbol]	Needle-Leaved	Log-swing R-Wall
[Symbol]	園芸用樹	フロン鉄土留工
[Symbol]	Gardening-Tree	Wire Crate R-Wall
[Symbol]	芝地	コンクリート水路工
[Symbol]	Sod Land	Concrete Channel
[Symbol]	草地	U型フリューム水路工
[Symbol]	Grass Land	U-Flume Channel
[Symbol]	池	U型コルゲート管水路工
[Symbol]	Lake	U-Corrugated Channel
[Symbol]	橋	管渠水路工
[Symbol]	Structure	Wire Cylinder Channel
[Symbol]	歩道	土のう十編組水路工
[Symbol]	Foot Way	Sandbag+ Fascine Channel
[Symbol]	柵	積石水路工
[Symbol]	Fence	Sooped Channel
[Symbol]	土留壁	板橋工
[Symbol]	Collapse Area	Board R-wall
[Symbol]		柵橋工
[Symbol]		Fascine Fence
[Symbol]		丸木橋工
[Symbol]		Log R-wall
[Symbol]	測点	カヤ橋工
[Symbol]	測点	Grass Step Work
[Symbol]	測点	芝橋工
[Symbol]	測点	Sod Step Work
[Symbol]	測点	積石橋工
[Symbol]	測点	Bag Step Work
[Symbol]	測点	積石橋工
[Symbol]	測点	Sanding Step Work
[Symbol]	測点	橋脚工
[Symbol]	測点	Piling Work

図 II - 3 6 溪間工事の設計



凡 例  
LEGEND

①	板 柵 工 Board R-Wall
②	編 柵 工 Fascine Fence
---②---	カヤ柵工 Grass Step Work
---③---	芝 筋 工 Sod Step Work
---⑥---	植 生 坂 筋 工 Bag Step Work
○○○○	植 栽 工 Planting Work

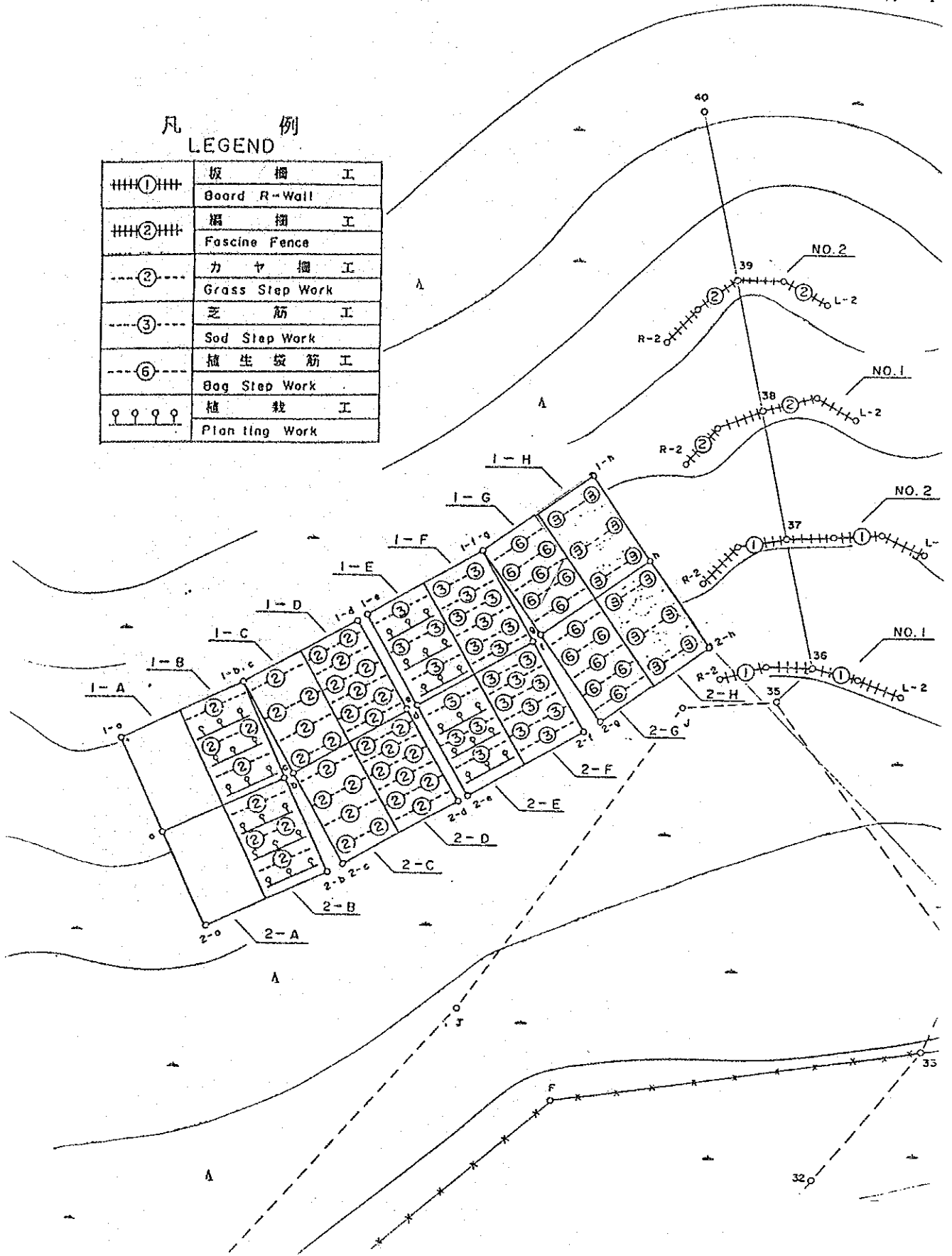
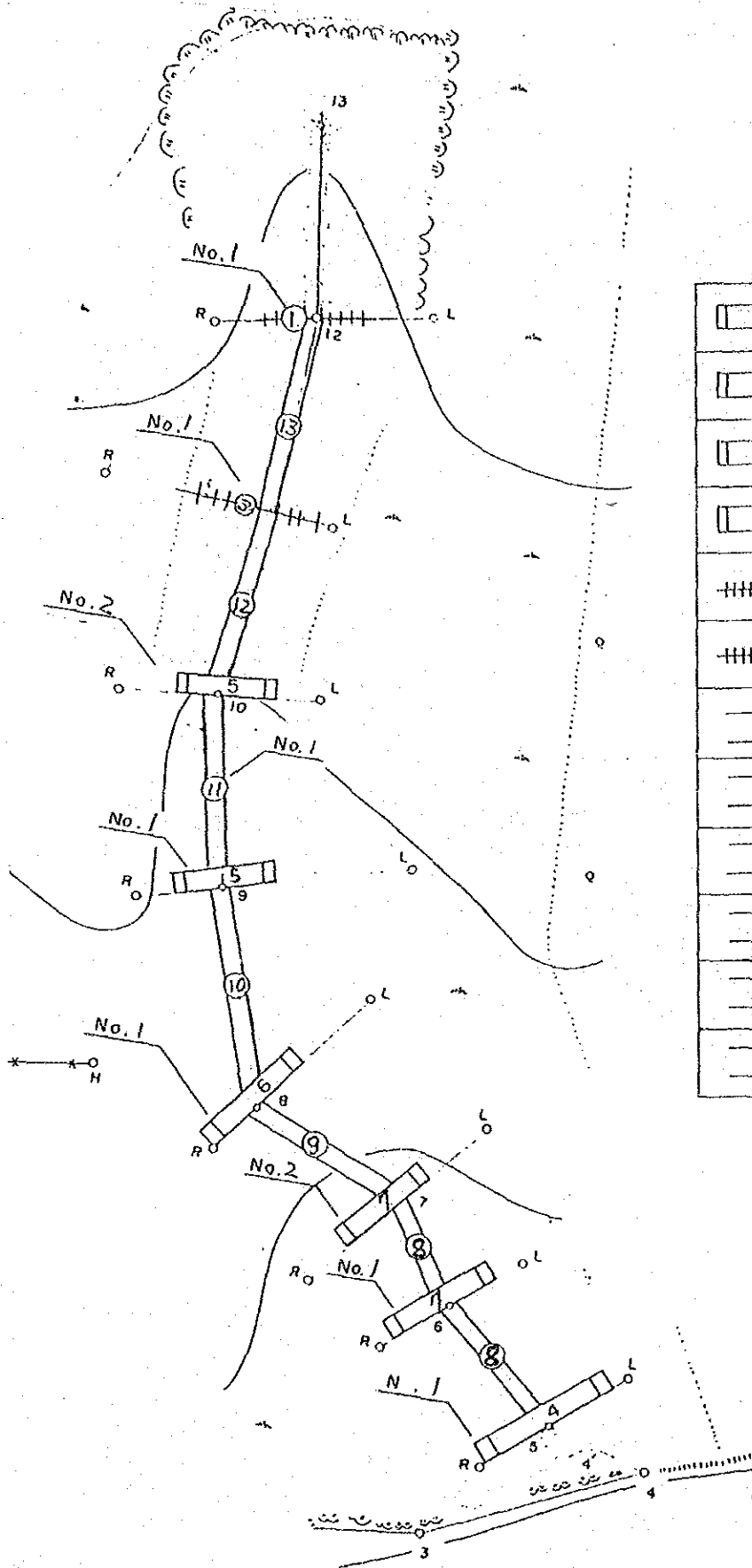


図 II - 37 山腹工事（植生工）の施工結果



凡 例  
LEGEND

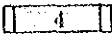
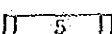
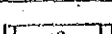
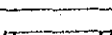





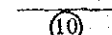


	コンクリート土留工 Concrete Retaining Wall
	丸太積土留工 Logheaping R-Wall
	金網張土留工 Wire Crate R-Wall
	丸太積土留工 Logheaping R-Wall
	丸太柵工 Log R-Wall
	板柵工 Board R-Wall
	丸太柵張水路工 Log R-Wall+Stone Channel
	板柵土のう張水路工 Board R.W+Sandbag Channel
	板柵張水路工 Board R.W+Stone Channel
	板柵張芝水路工 Board R.W+Sodding Channel
	張芝水路工 Sodding Channel
	空堀水路工 Dry Moat Channel

図 II - 3 8 溪間工事の施工結果

って激しく侵食されるため、芝を多く使って階段の垂直面、水平面を完全に被覆する積苗工以外は階段工の採用は不適である。

vi) 張芝工は理想的な工法で、 $\frac{1}{2}$ の張芝工(千鳥状の配置)でも非常に効果がある。

vii) 筋工は、芝筋工、カヤ筋工とも斜面長1 m以下の間隔でないと筋工の間で侵食が発生し、筋工自体も破壊される。カヤ筋の場合は特に成長がおそいため、侵食の影響を強く受ける。

#### (b) 1985年の施工結果

1985年1月の前記の豪雨によって既設の簡易治山工作物の一部が破壊され、その後の簡易治山工作物の施工に際し留意すべき何点かの新しい知識が得られた。また、この豪雨によって、クーニヤ試験地へ通ずる唯一の経路にかかる橋梁が流失し、その復旧が7月までかかったため、工事の着手がおくれた。その他、予定された工種に用いるふとん籠やコルゲート、U字コンクリート溝など、予定通りの規格、あるいは強度のものが手に入らない場合があった。

以上のような事情の変化に対応するため、簡易治山工作物の施工は、原設計に多少の変更を加えて行なった。完成した簡易治山工の内容と配置は、表Ⅱ-30(1)~30(2)、図Ⅱ-37および図Ⅱ-38に示す通りであるが、主な変更点をあげると、

- i) コストと時間を要する点で普及し難いコンクリート土留工を減らす。
- ii) 丸太棒土留工(石詰木棒工)を新たに設ける。
- iii) 金網張土留工(通常金網を丸太の棒で補強して石を詰めるフトン籠類似の構造)をフトン籠に代えて設ける。
- iv) コンクリート水路工、U型フリューム管水路工、U型コルゲート水路工、蛇籠水路工、編柵水路工を中止し、丸太柵張水路工、板柵土のう張水路工、板柵礫張水路工、板柵張芝水路工、張芝水路工、空堀水路工を施工する。
- v) 30度の斜面(2-A~H)の下端部は崩壊防止のため、板柵工として施工する。
- vi) 筋工の施工間隔をやや短くする。
- vii) 35度の斜面(3-A~C)は試験的施工を行わず一般施工とする。

施工は1985年12月に完成したが、試験研究的利用、例えば、工種別の流出土砂量の比較や土砂量と植生被覆の関係の研究などは今後行われる。従って、1985年の簡易治山工作物施工の成果としては、上記のような設計変更の考え方の例示の他に、各種工種の展示的な効果があげられるが、研究対応は今後の課題として残される。

表Ⅱ-30(1) 簡易治山工の施工内容(1)

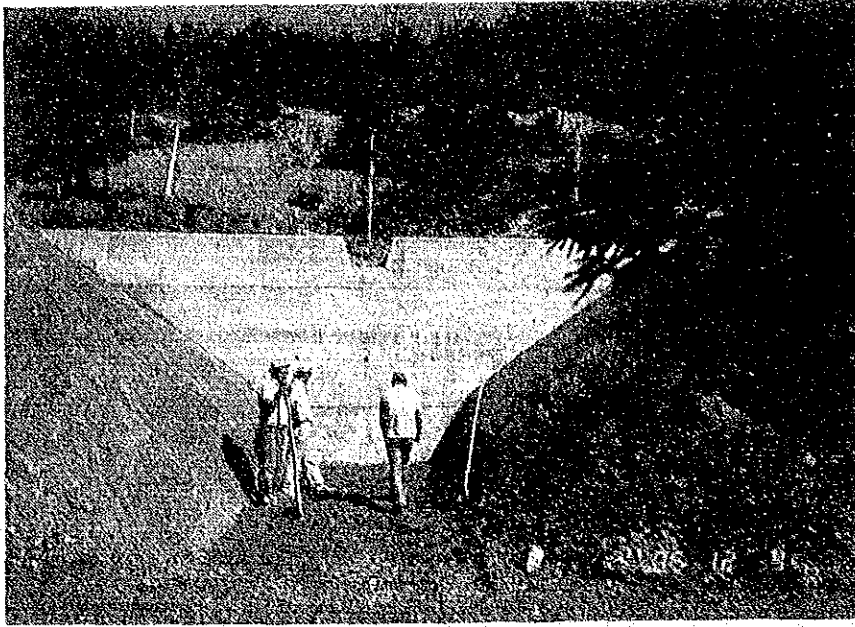
(土留工, 柵工, 水路工)

工 種	数	仕 様
コンクリート 土留工	測点 №5	$L=10.0m$ $H=3.0m$ $V=20.76m^3$
丸太 土留工	測点 №6 丸太水路工(礫張)	$L=12.0m$ $L=6.0m$ $H=2.0m$ $A=12.0m^2$ 主木 $\phi 10cm$ ボルト締め
丸太 土留工	測点 №7 丸太水路工(礫張)	$L=9m$ $L=4.0m$ $H=2.0m$ $A=8.0m^2$ 主木 $\phi 10cm$ ボルト締め
金網 土留工	測点 №8 板水路工(土のう張)	$L=17.0m$ $L=4.0m$ $H=1.5m$ $A=6.0m^2$ 主杭木 $\phi 10cm$ 井8
丸太 土留工	測点 №9 板水路工(礫張)	$L=13.5m$ $L=4.0m$ $H=1.0m$ $A=4.0m^2$ 使用木 $\phi 10cm$
丸太 土留工	測点 №10 板水路工(芝張)	$L=13.0m$ $L=7.0m$ $H=1.0m$ $A=7.0m^2$ 使用木 $\phi 10cm$
丸 柵	測点 №11 張芝水路工	$L=13.0m$ $L=13.0m$ 使用木 $\phi 10cm$
板 柵	測点 №12 空堀水路工	$L=14.5m$ $L=7.0m$ 杭 $\phi 10cm$ $L=1.0m$
板 柵	測点 №36	$L=20m$ 杭 $\phi 10cm$ $L=10m$
板 柵	測点 №37	$L=25m$ 杭 $\phi 10cm$ $L=10m$
編 柵	測点 №38	$L=20m$ 杭 $\phi 10cm$ $L=1.0\sim 1.5m$
編 柵	測点 №39	$L=20m$ 杭 $\phi 10cm$ $L=10\sim 15m$

表Ⅱ-30(2) 簡易治山工の施工内容(2)

(植生工)

区分	工種	植栽工	萱筋工	芝筋工	植生袋筋工	工種仕様
1-A	-	-	-	-	-	勾配20° 工種無し
1-B	-	7 段 70本	7 段 49m	-	-	植栽木=クワーズメイラー 萱=ハーバ・デ・ブーホ 0.73m間隔
1-C	-	-	12段 84m	-	-	萱=ハーバ・デ・ブーホ 0.88m間隔
1-D	-	-	18段 126m	-	-	萱=ハーバ・デ・ブーホ 0.58m間隔
1-E	-	7 段 70本	-	7 段 49m	-	植栽木=クワーズメイラー 切芝=バタタイス 0.73m間隔
1-F	-	-	-	18段 126m	-	切芝=バタタイス 0.58m間隔
1-G	-	-	-	-	14段 98m	種子=Setaria Bermuda 5.2g/1袋 化学肥料 25g/1袋 0.73m間隔
1-H	-	-	-	7 段 49m	-	切芝=バタタイス 1.46m間隔
2-A	-	-	-	-	-	勾配30° 工種無し
2-B	-	11段 110本	11段 77m	-	-	植栽木=クワーズメイラー 萱=ハーバ・デ・ブーホ 0.50m間隔
2-C	-	-	19段 133m	-	-	萱=ハーバ・デ・ブーホ 0.60m間隔
2-D	-	-	28段 196m	-	-	萱=ハーバ・デ・ブーホ 0.40m間隔
2-E	-	11段 110本	-	11段 77m	-	植栽木=クワーズメイラー 切芝=バタタイス 0.50m間隔
2-F	-	-	-	19段 133m	-	切芝=バタタイス 0.60m間隔
2-G	-	-	-	-	19段 133m	種子=Setaria Bermuda混合 5.2g/1袋 化学肥料 25g/1袋 0.60m間隔
2-H	-	-	-	10段 70m	-	切芝=バタタイス 1.20m間隔
計	-	360本	665m	50.4m	231m	



Ⅱ-9 簡易治山工の施工(治山ダム)



Ⅱ-10 簡易治山工の施工(水路工)

### (3) 今後の見通しと問題点

サンパウロ州における簡易治山工作物の設計や施工を、日本の方法を中心に、サンパウロ州の荒廃や資材の実状を或る程度考慮した形で実行した。しかし、日本とサンパウロ州の気候や土壌の違いは大きい。気候では、冬季の乾燥、夏季の高温が土壌を乾燥させ、植生の侵入を困難にする。夏の降雨も短時間の激しい雨が多く、時間的に片寄っているために植物の生育にあまり有効でない。土壌が酸性で有機物が土壌中で分解され難く、風化土の土壌化が進行しない。土壌中の粘土分が少く、また土層が深いので滲透水が土層の深い部分に移行し地表面が乾燥し易い。このほか、次項に述べるような植物の違いがあつて、協力期間中には工種の撰定や配置の基準を固定できなかつた。施工法は今後とも試行錯誤をくり返しながらか改良してゆく必要がある。研究面では今後、地表面の植物の侵入の観察とそれに関連して流出する土砂量の計測結果とをあわせた施工効果の判定を進めて行く必要がある。クーニャ以外での施工を考へて今後の課題と留意点を列挙すると、

i) 急傾斜の斜面の崩壊を防ぐための基礎工の間隔を把握すること、現在では急傾斜の堆積土の斜面の場合、少くとも10 mに1個所は基礎工が必要である。

このための基礎工としては、サンパウロの場合、丸太積または丸太柵が適当と思われる。丸太柵の場合、杭の根入りを地上部の2倍以上とする必要がある。編柵は腐朽が早いので勤められない。

ii) 裸地表面の雨水による侵食を防ぐための筋工の間隔を把握する必要がある。現在、1 m以上間隔をあけると侵食が著しく進行することが判明している。傾斜と工種の違いによつて適正間隔は異なる点に注意が必要である。

iii) 溪間工事では、左右の袖部の両岸への取り付け部分の埋め戻し処理が重要である。溪間工事の間隔については今後研究が必要である。

iv) 凹凸のある地形での基礎工作物や筋工の配置は等高線に沿って行い、地表水による侵食の発生を防ぎ、あわせて土壌の水分条件の改善を図る。

v) 筋工等により植生が地表を被覆し始めた時点で必ず樹木を植栽する。植栽にはポット等を使った客土が必要である。

以上の諸点は、試験も大切であるが実際の荒廃地を対象に施工をくり返し行い、経験を重ねることによってブラジル独自の技術として完成されることが考えられる。しかし、サンパウロ州内だけでも気温、雨量、地形は変化があり、今後多くの場所での施工を行うことが必要である。この場合、森林院自身で供給出来る木材を使用した工事を中心に工事を考えることが得策である。

クーニャの試験地で施工した以外の工種については、各種の文献が参考になる。

## 参 考 文 献

- Ⅱ. 4. 1 - 1 国際協力事業団：ブラジルサンパウロ林業研究協力計画エバリュエーション調査報告書。1983年11月
- Ⅱ. 4. 1 - 2 国際協力事業団林業開発課：サンパウロ林業研究協力計画，簡易治山工設計書・図。1984年12月
- Ⅱ. 4. 1 - 3 国際協力事業団：サンパウロ林業研究協力計画実施設計調査報告書。1980年10月（同一内容の英語版あり）
- Ⅱ. 4. 1 - 4 治山研究会：治山技術写真図説。  
1984年3月
- Ⅱ. 4. 1 - 5 国際協力事業団林業開発課：サンパウロ林業研究協力，簡易治山工施工図・書。  
1986年1月



## II-4-2 治山用樹草の選定

### (1) 背景と目的

治山工事の目的は、荒廃地の土砂の移動を工作物によって防止し、草や木を導入して、荒廃地を最終的には林地にしようとするものである。従って、土砂の崩壊や侵食を防止する工作物の研究と同様に、そこで使用する草や木の研究も、簡易治山工の技術の確立のために大変重要である。

サンパウロ州に於ける簡易治山工作物の設計施工に当っては、日本の治山工事の方法を参考にして進めたが、物理的な効果が主体となる工作物については、日本との土質の違いだけを考慮して構造や配置を決定すれば良いのに対し、樹木や草の種類は日本とサンパウロでは全く異り、日本の治山工事における樹草の選定例はほとんど役に立たない。しかもサンパウロ州における荒廃地への植物導入は、高い気温と少い雨量による乾燥に加えて砂質の土壌など植物生育に不利な条件のもとで、日本の場合よりも困難な条件下にある。従って、簡易治山工作物の適用法の研究のうちで荒廃地に導入する樹草の選定は、治山工事の成否を決定する鍵を握る問題であり、一方では限られた協力期間内に明らかに出来なかつた部分が多かつた分野でもある。そこで、今後解決すべき課題を明らかにするために、簡易治山工作物の適用法の研究の中で、特に別項としてこの課題をとりあげた。

### (2) 経過と成果

#### ① 経過

4-1 簡易治山工作物の適用法の研究ですでに説明したが、1985年にクーニャに於ける簡易治山工作物の試験プロットの施工を行う以前には樹草の選定で参考になる事例としては、1983年10月に館沼専門家が設計施工した小規模な施工地があるだけである。そこで、1984年の設計に当っては、館沼、秋谷、両専門家は、カウンターパートの協力を得て、ピランカバ、ポトゥカトウ、アンスなどサンパウロ州内各地の荒廃状況と自然侵入する植生を調査した。

1985年、刈住と秋谷専門家は、1983年の試験施工地での植生の生育状況から治山工に利用する樹草についての考察を行った。これと並行して、秋谷専門家は、カウンターパートの協力を得て、牧草類等の種子で入手可能な種類を調査した。

クーニャの施工地に植栽する樹木については1984年の設計調査の際に、日本側から森林院側に、森林院が希望する樹種で、森林院が供給出来る種類を打診し、ティブシーナ (*Tibouchina mutabilis*, *Tibouchina selobi*) およびアレクリーナ (*Alchornea triplinervia*) 等の提案を受けている。

1985年の施工に当っては、樹木は、森林院から提供を受けた *Alchornea triplin-*

even は、これから苗木を仕立て植える予定である。草については、野生の草本の種子が人手出来ないため、購入可能な牧草類を使用した。

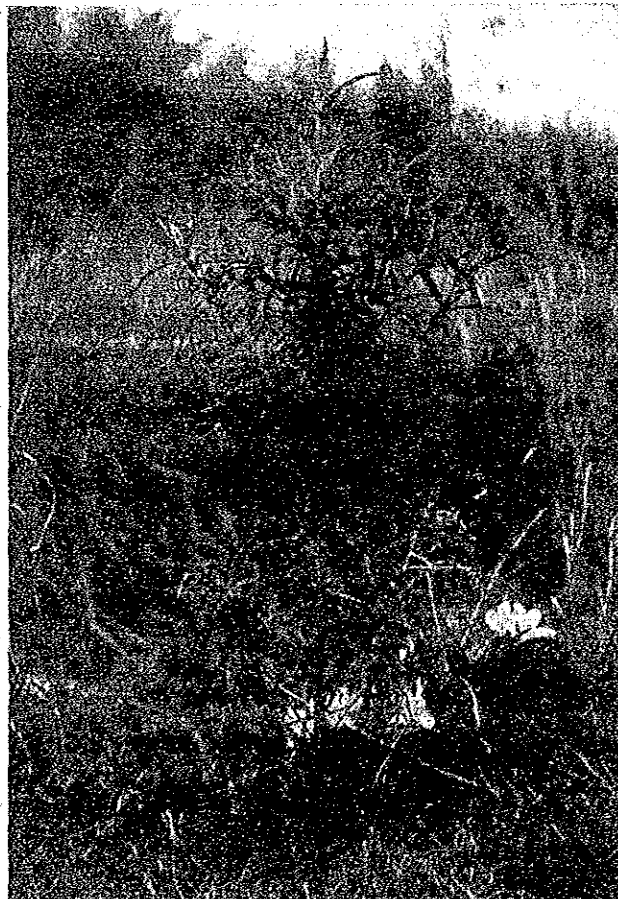
## ② 研究方法

現在、購入し得る草の種子は、農業又は牧場用に利用される数種類しかないが、山地の治山事業に適している野草類の中から種子や根によって繁殖し得るものを拾い上げて行く必要がある。そこで限られた事例であるが、クーニャの1983年施工の小規模な試験地で成績の良かった草木類の名称を調査した。また、購入した牧草用種子については、発芽試験等を行って種子の使用量を決定した。植栽する樹木については、供給される種類が森林院の手持ちの樹種に限られるため、特別な研究対応は行わなかった。

## ③ 研究成果

1983年の施工地およびその周辺で見られ、治山工事に利用出来ると思われる種類の植物の名称と特徴などをあげると、

*Paspalum notatum* 通称 Gramabatatais, スズメノヒエの類で適潤地を好む、切り芝として利用に適するが堆積地等で成績が良い。乾燥地ややせ地では成績が良くない。切り取り部分など斜面上部よりは斜面下部での使用に適すると思われる。



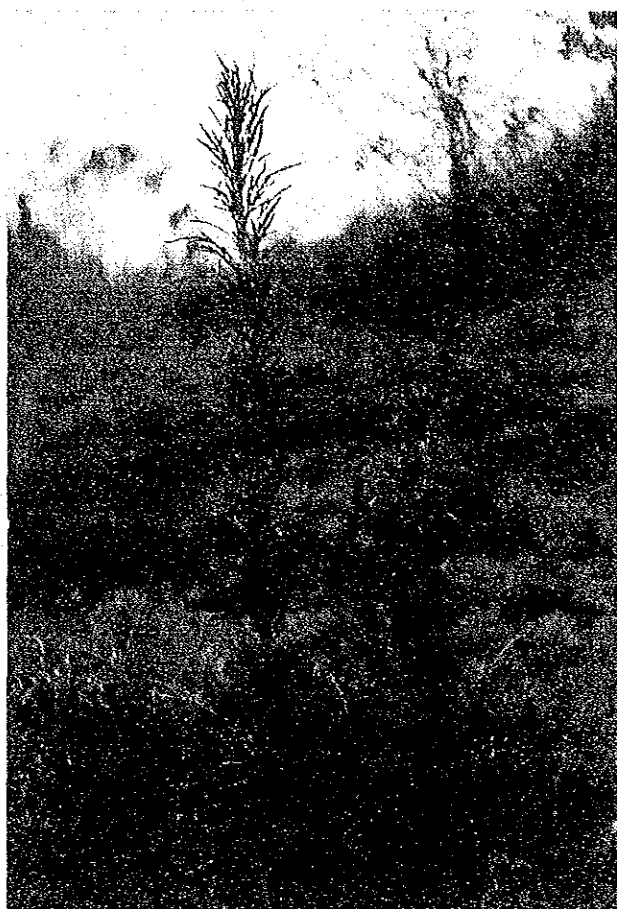
Ⅱ-1.1 やせ地に強いパッカリス

*Pennisetum clandestinum* 通称 Kikuyo, 乾燥に強く, 肥沃な土で繁茂するが, やせ地でもランナーを発達させて周囲へひろがる性質を持ち治山用として適する。開花するが結実しないため切り芝として利用繁殖させる。治山工に特に適する。

*Desmodium canum* 通称 Amores-do-Campo ヌスビトハギに類似した豆科の植物で乾燥地やせ地に生育する。種子は販売されていないが採取出来れば治山用として適する。

*Erigeron bonariensis* 通称 Buva アレチノギク *Erigeron sumatranum* もある。いずれも天然に下種で繁殖する。堆積部分への播種に適すると思われる。斜面上部の乾燥地に適用出来るかどうかは研究する必要がある。

*Baccharis triplinervis* キク科で繁殖力が強く, 瘠せ地に生育する。種子の採取が可能ならば治山用として利用価値が高い。



II-12 生長の良いアレチノギク

*Panicum maximum* 通称 Capim-Coloniao 乾燥地, 瘠せ地に強く, 種子および株植えで繁殖させることができる。クーニャの治山工では大量の入手が困難であるため使用できなかったが, 治山用草種としては良好である。

*Impera brasiliensis* 通称 Sape ブラジルチガヤ, 適潤地を好み, カヤ筋工に適する。

地下茎によって繁殖し、群落をつくる。日本のチガヤに酷似する。

*Eupatorium squalidum* 通称Cambara-roxo ヒヨドリバナの類で形状はパッカリスに類似。種子の採取によって治山工に利用出来る。

*Sencio brasilensis* 通称Maria-mole ヤク科の一年生草本で日本の精墨菊に類似の種類、瘠せ地にも耐え繁殖力は旺盛であるが葉量が少く一年生であることを含めて治山用としては適さない。

*Andropogon bicornis* 通称Rabo de burroは1983年の治山工でカヤ筋工として使用したが、初期の繁殖がおもわしくない。1985年にカヤ筋工に用いられたものは *Sporobolus pyramidatus* 通称Capim fouceirinha ネズミノオ属のイネ科植物で株立になる。ブラジル全体に分布し、根系が強く、治山工に適するのでクーニャの治山工に用いられた。

以上のほか、試験施工地内で観察された植物は、*Vernonia polyanthos* 通称Assapeixe, *Calamagrostis Viridiflavescens* 通称Palha-de-prata である。

これらの植物のうち、バタタイスやキクヤについては切り芝として利用するため、芝筋工として利用出来た。また、*Sporobolus* も根株による繁殖なので利用出来たが、その他の樹草は種子の入手が不能で、今回の工事には使用出来なかった。これらの植物中には種子の採取が出来れば利用し得るものが多いと考えられるので、将来は森林院が種子を採取することで利用可能になる。

今回の施工では、牧草等の市販の種子を購入利用したが、本来は現地に存在する植物を用いるのが正しい考え方である。市販の種子のうちから、クーニャの気候条件に適したものとして、*Setaria Pouciforia* 通称Capim imbaimiragua, *Cynodon dactylon* 通称Capim de Burro, *Bernuda grass* の2種をえらび、植生袋の種子として使用した。工種別の種子の使用量は、発芽率を考慮して表Ⅱ-31のように定めた。

表Ⅱ-31 簡易治山工に用いた種子と肥料(植生袋筋工)

施工区		1袋当り数量	使用量	備考
1-G 傾斜 20°	種子		14段×7m×3袋=294袋	14段0.73m間隔 m当り3袋使用
	① <i>Setaria</i> ② <i>Bermuda</i>	26g 26	① <i>Setaria</i> 7.44Kg ② <i>Bermuda</i> 7.44Kg	
	肥料 化学肥料	25	7.35Kg	
2-G 傾斜 30°	種子		19段×7m×3袋=399袋	19段0.60m間隔 m当り3袋使用
	① <i>Setaria</i> ② <i>Bermuda</i>	26 26	① <i>Setaria</i> 10.37Kg ② <i>Bermuda</i> 10.37Kg	
	肥料	25	9.98Kg	

### (3) 今後の見通しと問題点

クーニャに於けるプロット試験地の施工とその研究的利用を契機として、やせ地や乾燥に強い樹や草をえらび出すことは、森林院にとってそれほどむずかしい問題ではない。今後の問題は、繁殖の方法で、種子からの実生であれば種子が豊富になければならないし、実生よりは根分け、根分けよりはさし木、埋根の方が治山用としては早期の緑化が出来る点で好ましい。この点、日本ではヤナギ類がさし木や埋幹に利用され、非常に良い結果を得ているがサンパウロには、日本のヤナギに相当する植物が見当たらない。しかし、幹または根の埋設で増やすことが出来る樹種は存在すると考えられ、この点は今後の課題であろう。

外来種の利用では、牧草だけでなく豈科の灌木で窒素固定作用を持つものとえらび出すことも必要である。またクーニャは州の特別保護区であるので使用をひかえたが、荒廢の著しい施工地では、ユーカリが最も適した治山用樹種ではないかと推測される。マツ類も生長が早く治山用に適している。

要するに、今後は、治山用樹草に適する樹草の選定と同時に、種子や苗木の確保、挿し木や埋幹による山地での直接的な造林法などの技術を開発する研究が必要となる。

尚、クーニャの試験プロットには、1年以内に高木になり得る樹種を植栽する必要がある。植栽時にはポットを使つての客土を行う方法がよいと思われる。

## II-5 流域管理における研究成果の活用

流域管理部門の最初に述べたように、この研究協力プロジェクトの流域管理部門の研究の目的は、流域内の重要な地点に森林を造成する必要性の実証と造成法の研究が主体である。このように、現実の利用を目的としている研究を行う場合には、多くの研究事例の積み重ねが必要である。この研究協力プロジェクトによって、7年間の協力期間に実を結んだ研究成果は、日本・ブラジル両者の努力の結果ではあるが、上記の目的を達成するには、ブラジル自身で今後とも、この部門の研究を続けなければならないであろう。

例えば、量水試験の場合、A流域、B流域の量水ダム建設後、5～6年間の林地のデータをとった後、A、B、Dのいずれかを伐採して、伐採の影響を研究する。林地と放牧草地の流量の比較をするのであれば、伐採後、森林土壌が草地の土壌に変わるまで10年近い継続的観測が必要になる。これだけでも拾数年間の観測業務とデータの解析作業を伴うのであるが、クーニャに於ける量水試験の高水と低水の比で示される河況係数にはサンパウロの特徴があらわれて居り、この数字が、伐採によってどう変わるかは、日本、ブラジル以外の国にとっても関心が持たれることに違いない。

流量に及ぼす森林の影響に関係する蒸発散の研究も、各種の樹種で蒸発散量がどう変わるかという問題の他に、クーニャの量水試験地内で観測を行い、流出量との照合をすることも大切である。

また、サンパウロ州は、広大であるため、地形、気温、降雨等が地域ごとに異なり、これらの影響が強くあらわれる水の流出や土砂の移動を扱う流域管理の各研究課題では、今後、1箇所だけでなく、いろいろの場所で観測や調査を行うことも大切である。

侵食危険地判定結果で、北向斜面に侵食が多く発生する傾向がみられたが、日射量が多いため乾燥が原因と考えられ、そうだとすれば、治山工事に使用する樹草は、乾燥に強い種類をえらぶ必要がある。

日本では勿論、他の外国でも、流域管理部門に関連する各課題の研究は、数拾年、ときには百年近い年数をかけて取り組みが行われている。

しかし、例えば、崩壊危険地の判定法の研究の事例が少くても、危険地判定を行う必要にせまられた場合には、現在までの研究成果から判定基準を定めて危険地の摘出を行わねばならない。この場合、研究で未解明の部分をクリアーするために、判断をする必要がある。研究事例が多ければ、未解明の部分が少なくなり、判断が容易であるが、研究事例が少い時は、諸外国の研究成果を参考にすることが望まれる。本プロジェクトのそれぞれの課題では、カウンターパートが日本の研究結果を数多く紹介されていて、相当な知識を保有している。ブラジル自身の研究成果によって、日本とブラジルの相異点が認識出来れば利用法次第で、ブラジルの研究成果は2倍にも3倍にも活用出来る。

研究課題の巾の広さからみて、7年間の協力期間は長いとは言えないが、その間に、多くの日

本人専門家とブラジル人カウンターパートが交流し、研究面での情報交換の態勢が整っている。従って今後森林院の流域管理部門の研究が続く限りは、相方の連絡によってその内容の向上が図れるものと期待する。

森林蒸発散研究業績

- II. 2.2 - 1 Faria, A. J., Hattori, S., Ometto, J. C., Buzato, O. and Villa Nava, N. A. : Balanco de energia em floresta artificial (Pinus elliottii var. Elliottii), III Congresso Brasileiro de Arometeorologia, 1983
- II. 2.2 - 2 Cicco, V., Faria, A. J., Arcova, F. C. S. and Shimomichi P. Y. : Determinacao do balanco hiarico com emprego de bacia hidrografica experimental em mata natural secundaria, Simposio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hidricos Simposio Internacional de Recursos Hidricos em Regioes Metropolitanas, 1985
- II. 2.2 - 3 Shimomichi, P. Y., Faria, A. J. and Hattori, S. : Determinacao dos parametros micrometeorolicos para o estudo de evapotranspiracao nos meses de Jan. - Jul./83. na E. E. Mogi-Guaçu. Instituto Florestal Boletim Tecnico (投稿予定)
- II. 2.2 - 4 服部重昭, Faria, A. J. and Shimomichi, P. Y. : サンパウロ州のエリオット松林における放射収支と熱収支 (林試研報投稿予定)



量水観測研究業績(1)

- II. 2.3 - 1 EMMERICH, W., FARIA, A. J., CICCO, V. e KUDOH, T ; Manejo de Bacias Hidrograficas, SILVICULTURA, No 28, 273--275, 1982
- II. 2.3 - 2 EMMERICH, W., CICCO, V., FARIA, A. J. e FUJIEDA, M. ; Projeto de pesquisas Silvicultura em Sao Paulo, Volume 16-A, 1738--1744, 1982
- II. 2.3 - 3 CICCO, V., EMMERICH, W. e FUJIEDA, M. ; Projecto de pesquisas hidrologicas em floresta natural na Reserva de Cunha. --- Determinacao do balanço hidrico ---, XI SEMINARIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS " a influencia das Florestas no Manejo de Bacias Hidrograficas" Curitiba, 7 e 8 de fevereiro de 1984
- II. 2.3 - 4 ARCOVA, F. C. S., CICCO, V. e LIMA, W. ; BALANCO DOS NUTRIENTES Ca, Mg, Na, K e No EM BACIA HIDROGRAFICA EXPERIMENTAL COM VEGETACAO NATURAL I ENCONTRO NACIONAL DE HIDROLOGIA FLORESTAL, PIRACICABA-SP, 25 e 26 de Setembro de 1985
- II. 2.3 - 5 CICCO, V., FARIA, A. J., ARCOVA, F. C. S. e SHIMOMICHI, P. Y. ; DETERMINACAO DO BALANCO HIDRICO COM EMPREGO DE BACIA HIDROGRAFICA EXPERIMENTAL EM MATA NATURAL SECUNDARIA, VI SIPOSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HIDRICOS "SIMPOSIO INTERNACIONAL DE RECURSOS HIDRICOS EM REGIOES METROPOLITANAS" 11 a 14 de Novembro de 1985
- II. 2.3 - 6 EMMERICH, W., CICCO, V. e FUJIEDA, M. ; DETERMINACAO DA CURVE DO VERTEDOIRO DA BACIA HIDROGRAFICA EXPERIMENTAL "D" NA RESERVA ESTADUAL CUNHA, 19 PP., 1983

注1) 2.3 - 1, 2.3 - 2 は論文

注2) 2.3 - 3, 2.3 - 4, 2.3 - 5 は口頭発表

注3) 2.3 - 6 は資料

量水観測研究業績(2)

- II. 2.3-7 藤枝基久；サンパウロ林業研究プロジェクト 流域管理の場合  
EXPERT, №63, 25-27, 1984.10
- II. 2.3-8 藤枝基久, パージル・デ・シッコ；ブラジル・クーニャ試験地における濁度測定  
の一例, 36回日林関東支論, 173-174, 1985.2
- II. 2.3-9 藤枝基久, 工藤哲也, パージル・デ・シッコ, ウォルター・エメリッヒ；ブラ  
ジル・クーニャ森林水文試験(I) 水収支について, 96回日林論
- II. 2.3-10 藤枝基久, 工藤哲也, パージル・デ・シッコ, ウォルター・エメリッヒ；ブラ  
ジル・クーニャ森林水文試験(II) 牧草地からの地表流出量について, 37回日林  
関東支論
- II. 2.3-11 藤枝基久, 工藤哲也, 真島征夫, パージル・デ・シッコ；ブラジル・クーニャ  
森林水文試験(III) 短期流出特性について, 97回日本林学会発表

侵食危険地判定法の研究業績

- Ⅱ. 3.2-1 畠村良二, 秋谷孝一, 沢田治雄, R. M. Pfeifer, E. Dominges ;  
ブラジル国サンパウロ州タウバテにおける侵食危険地判定, 97回日本林学会  
大会発表
- Ⅱ. 3.2-2 R. M. Pfeifer, E. Dominges, R. Hatamura, K. Akiya, H. Sawada ;  
Prediction research of surface erosion in TAUBATE area  
(The presentation is scheduled in 1986)

### 崩壊危険地判定法の研究業績

- II. 3.3 - 1 秋谷孝一, 沢田治雄, 畠村良二, R. M. Pfeifer, E. Dominges ; ブラジル国サンパウロ州カラガタトゥーバにおける崩壊危険地判定, 97回日本林学会大会発表
- II. 3.3 - 2 R. M. Pfeifer, E. Dominges, K. Akiya, R. Hatamura, H. Sawada ; Prediction research of surface erosion in KARAGATATUBA area(The presentation is scheduled in 1986)

### Ⅲ 伐出技術研究

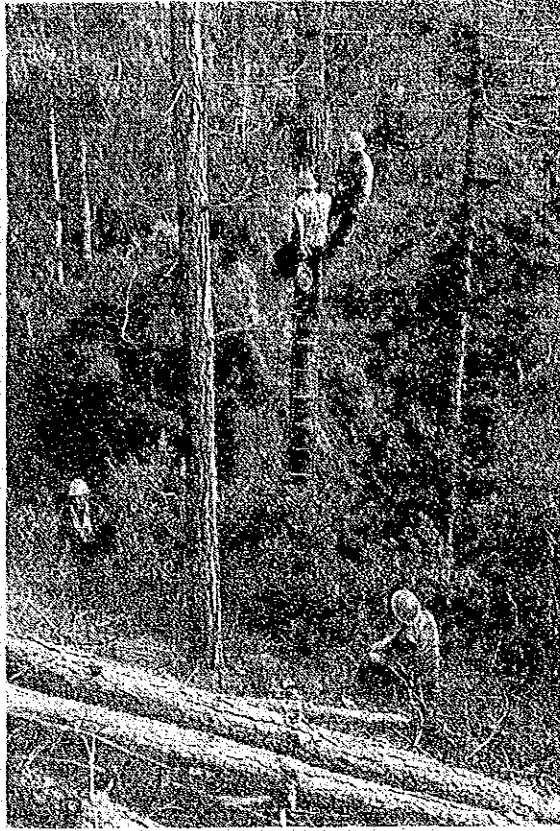




カンボストジョルダン州有林



トラクタ集材作業実習

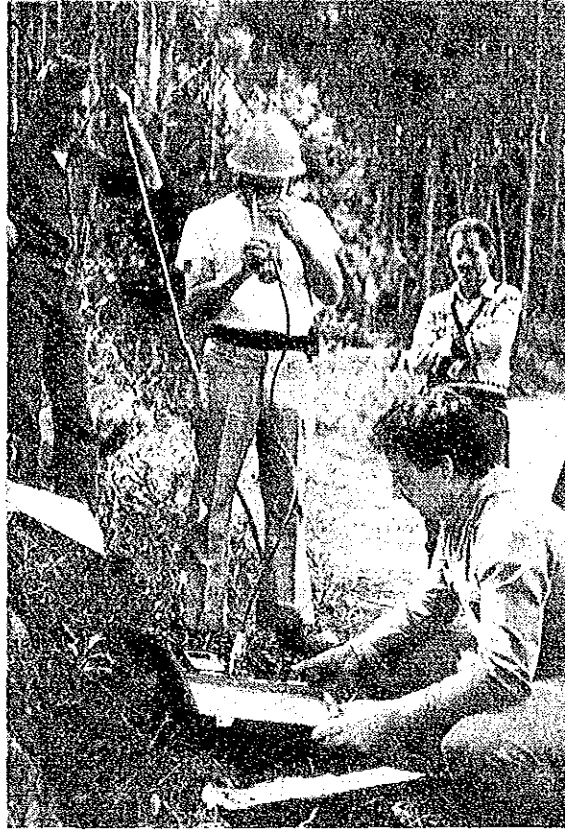


モノケーブル架設作業



モノケーブル集材の荷掛作業





フツリカー値測定器による疲労度調査



安全作業のための根株保持力試験

### Ⅲ 伐出技術研究

#### Ⅲ-1 機械化伐出技術研究協力の概要

##### Ⅲ-1-1 背景と目的

サンパウロ州森林院が流域管理を中心とした研究プロジェクトの協力を日本に要請してきたとき、研究分野の一つとして機械化伐出作業が含まれていた。その内容は「伐期に至っている人工林のうち急傾斜地にあるものの伐出方法を、流域管理上と作業能率の双方から満足させるための研究協力」というものであり、具体的には架空線による集材技術の導入について日本の協力を強く求めていた。

サンパウロ州において木材の伐採搬出の対象となる林はユーカリとマツ類の人工林である。伐出作業の現状は平地林においては運送用トラックが林内に直接入り、伐倒・枝払い・剥皮された材の積み込みが行われており、作業方法として単純であり特別な問題はない。一方傾斜地においては材は人力、畜力あるいは農用トラクタで林道沿いまで運ばれ、ここでトラックへ積み込まれる。この集材方法ではしばしば土砂の流失が著しく、林地を荒らすおそれがあるとともに多くの人手を要し、トラクタ道の作設が必要であり、改善が望まれている。また将来的には労働力の減少・労賃の上昇に対処し、安定的な生産を確保し、重労働の軽減と安全性向上を図る必要がある。さらにまた、現在は人工林の約10%が傾斜地にあるにすぎないが、平地の利用開発が進展するとともに、造林地は傾斜地へと移行すると見られており、傾斜地における集材方法の改善は重要視されている。

ブラジルにおいては架空線集材法の経験はほとんど皆無であり、日本との交流としてつぎの2点があるだけである。ひとつはサンパウロ州森林院の研究者が1968年にコロンボ計画の研修生の一員として来日し、国立林業試験場において林業機械全般について研修をうけた際、架空線集材法についても学び、林地保全、経済性の両面から有効な集材法としてブラジルへの導入に関心を持ったことである。もう一つは、1977年に林業試験場から林業機械の専門家がサンパウロ州森林院に派遣され、サンパウロ州を中心に機械化伐出作業の現地をみてこの分野における指導と助言を行ったことである。

このようなサンパウロ州における伐出作業の現状と、これまでの経緯および森林院の非皆伐的施業に対する要請内容を考えると、日本に現在普及している集材作業技術で対応が可能であり、ブラジル側にとっても十分な効果が期待できると判断された。この様な背景の下で機械化伐出分野における技術研究協力の方向がつぎのように計画された。

伐出作業の機械化についてサンパウロ州森林院が期待している架空線集材法を中心に、日本で用いられている各種の間伐材集材方法の中からサンパウロ州の状況に適合する可能性が

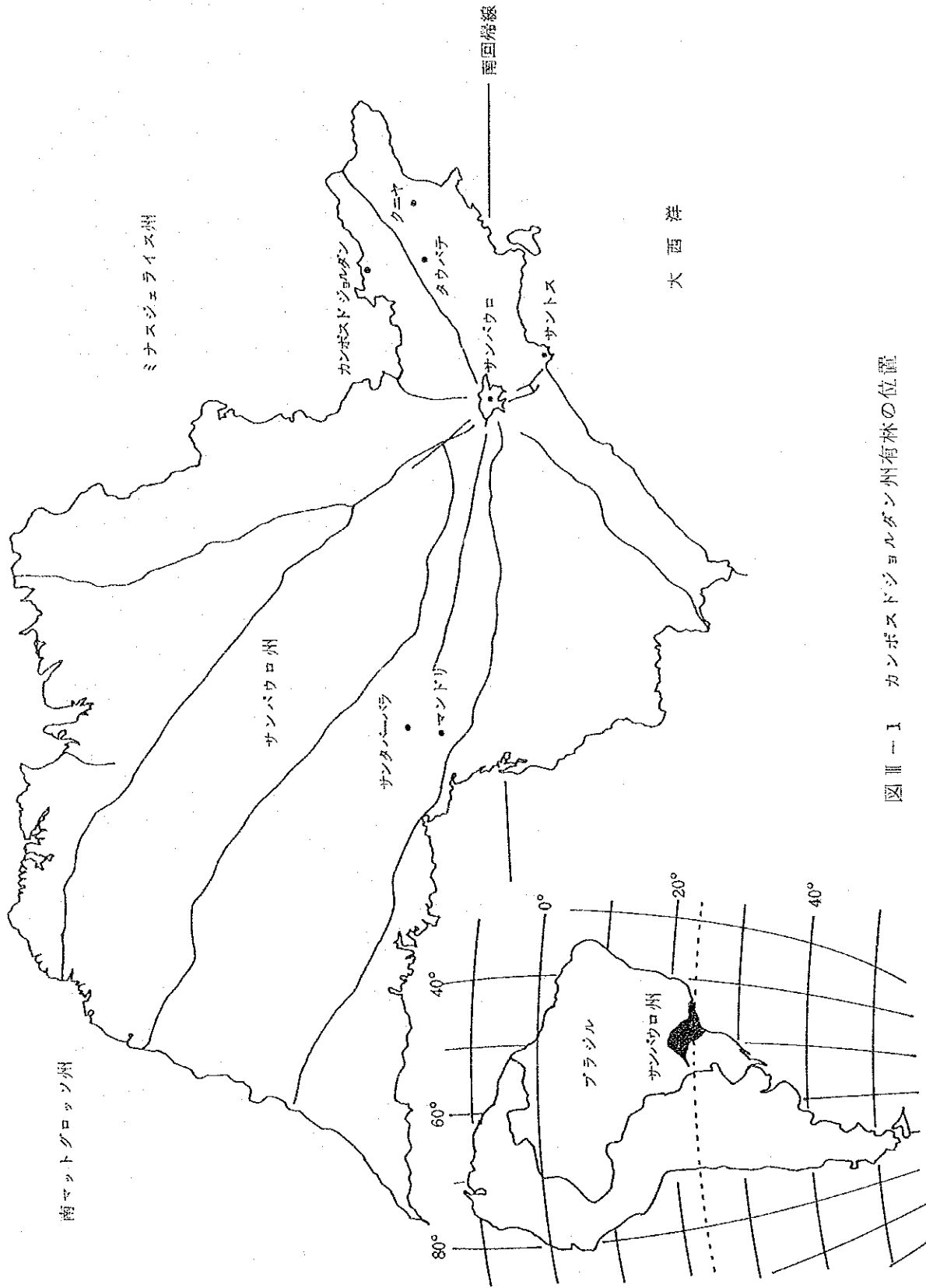


図 III-1 カンボスドジョルダン州有林の位置

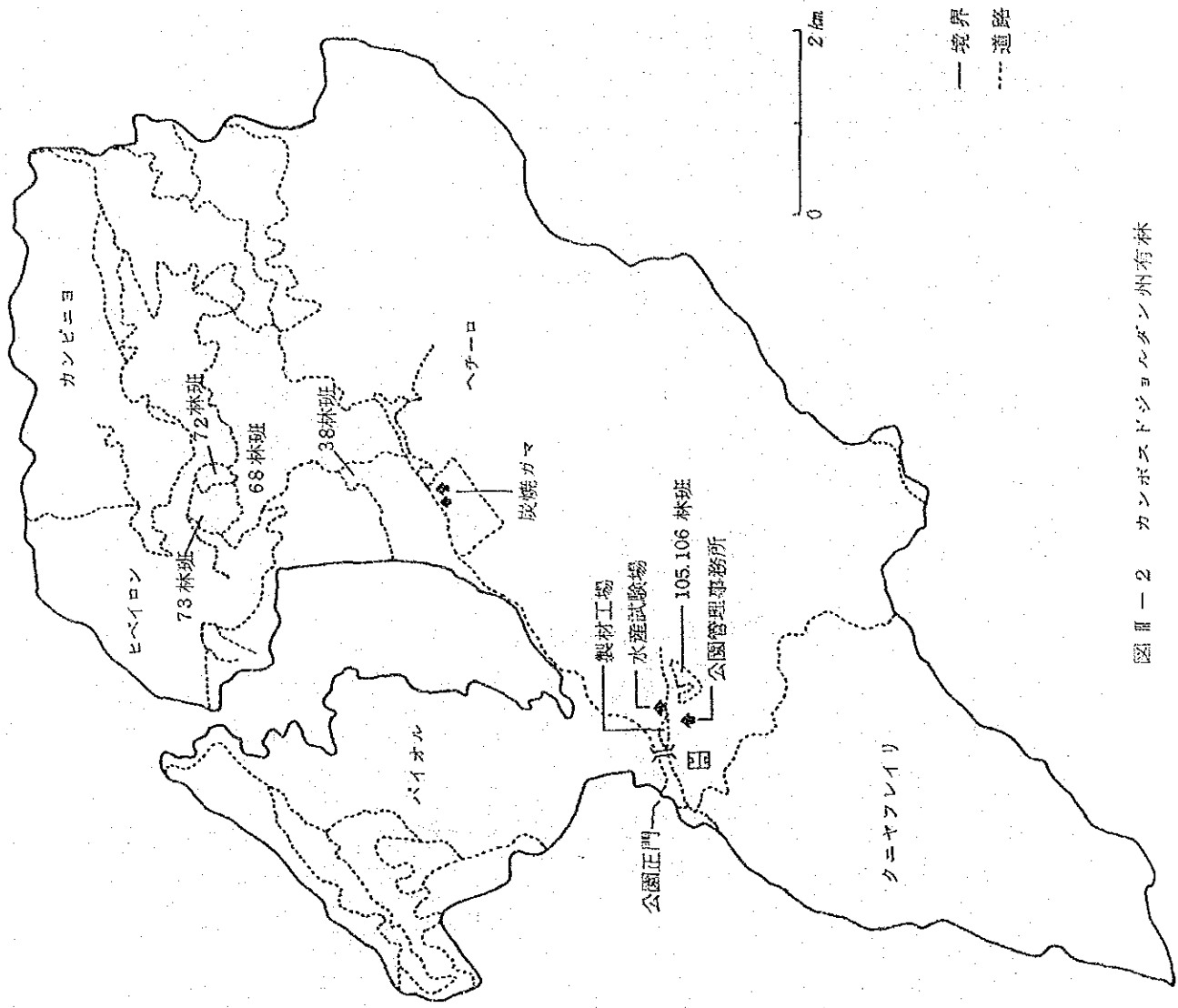


図 Ⅲ-2 カンボスドジョンドアン州有林

高いとみられる、トラクタ集材、モノケーブル集材、その他簡易架線集材、ラジコンウインチによる集材、林内作業車、モノレール運搬装置、シュートを用いた集材等を取りあげ、それぞれの集材方法について実際の集材作業を行い、技術の移転と習得を進めることにした。同時に研究協力の立場からは路線の選定・作業能率・作業仕組みの改善などの主要な課題について現地適応試験を行い、研究者の資質の向上をはかるとともに、現地における実績をもとに、集材方法の相互比較や適応範囲など検討したうえで、真にサンパウロの諸条件に適した方法を、サンパウロ側が中心となって選ぶ実力を身につけるよう協力計画を策定した。このような技術移転および研究協力の各段階を経て、最終的にはサンパウロ側の林業に適した機械化伐出技術が定着し、広く民間にも普及するとともに、サンパウロ森林院における当部門の研究態勢が整備されることを期待したものである。

### III-1-2 研究協力の内容と実施経過

1979年に始まる協力計画5ケ年と、1984年から引続き実施された延長計画2ケ年とを通じ、機械供与、専門家派遣、研修生受入れ等につき研究協力の概要を述べる。

#### (1) 研究協力計画

機械化伐出部門の研究協力は技術移転の分野と研究協力(狭義)とに大別される。技術移転は当部門の研究協力実施のためには不可欠の分野であり、全体計画の中で技術移転分野を研究協力に先行させる形で計画を策定した。プロジェクト発足当初の当部門の協力計画は表III-1のとおりである。この計画は当時サンパウロ州側のカウンターパートが不在の状態で行き決められたものであった。

表III-1 研究協力年次計画(当初)

1980	1981	1982	1983
(技術移転) 簡易架空線集材法の設計、架設、運転及びトラクタ集材法等基礎技術の伝達	大型架空線集材法の設計、架設、運転等の基礎技術伝達	同 左	モノレール集材法の設計、設置、運転等の基礎技術伝達  (研究協力) 架空線集材法の改良研究法

その後当部門の協力活動の開始が1年遅れた関係もあり、1981年9月サ州側の研究担当カウンターパートが選任され、協力態勢が整備された時点で協議が行われ、同年12月に開催された日伯合同委員会において、サ州側の要望を勘案し表III-2に示すような年次計画の改定が行われた。

表III-2 研究協力年次計画(改訂)

1980	1981	1982	1983
	(技術移転) 簡易架空線集材法の設計、架設、運転等の基礎技術 トラクタ集材法の基礎技術 小型集材機、モノレール運搬機の集材法 (研究協力) 機械化伐出における試験研究手法	小型集材機、モノレール運搬機の集材法    簡易架空線集材法、トラクタ集材法の研究設計 作業能率安全研究 各種搬出法の比較検討	各種搬出法の現地適応試験 応用的伐出技術   機械化伐出技術の開発改良研究法  作業能率安全研究

さらに1984年からの協力延長に際し、改訂計画による実施積み残し分を補完し、協力目標を達成するために、研究協力分野を中心とした延長分の協力計画(表III-3)が策定され2ヶ年間の研究協力が実施された。

表III-3 研究協力延長計画

1984	1985
(技術移転) 安全管理と生産管理 (研究協力) 作業能率調査法 作業仕組改善法	安全管理と生産管理   作業仕組改善法 作業コスト研究

## (2) 供与機材

プロジェクト発足当時研究態勢が未整備であったサ州森林院に機械化部門の研究室を新設し、現地に機械化伐出技術を定着させることを目標として研究用機材や伐出用機械器具類の供与計画を立てた。

まず1979年度には研究用としては架空線集材技術の移転を前提として、その安全作業を確保するために索張力測定用の荷重変換器一式と安全設計のためのセオドライトを中心とする測量器材を、また技術移転用としては機械整備修理用の工具類及び検査器具類を供与した。

翌1980年度には技術移転用としてサ州側の要望の強かった集材機Y-252を中心とする架空線集材装置一式およびホイールトラクタT50、油圧プレス機等のワイヤロープ加工用器具類、ヘルメット・腰鉈等の伐出用具類や機械整備用工具類等が供与された。なおこの年度には研究用機材は供与していない。

1981年度にはサ州側の現地の間伐技術に対する要望を入れ技術移転用としてはモノケーブル集材用機材や小型集材機KK-1、リモコンウインチRC-5、モノレール運搬装置KSZ-302、林内作業車デルビス等のほか集材作業用、機械整備用の機材類を、また研究協力用として機械分野の研究のためのエンジン回転計、燃料消費量計、張力計など、作業研究用の握力計、背筋力計、フリッカー値測定器、生体負担測定用テレメーターなど、また共通的なものとしてカセットデータレコーダ、プログラム電卓などを供与した。

第4年目の1982年には技術移転用として間伐材搬出用のアルミ製シュート、小型ホイールトラクタT-20、その他集材用機材類を、また研究協力分野では、この頃から作業研究に重点を置くこととし、呼気ガス分析装置や振動計、騒音計、心拍メモリー装置、オシログラフ、パソコンFM-8、その他計測用の消耗品等を供与している。また、クローラトラクタD-30Eを現地調達した。当初計画の最終年度に当たる1983年度には新たに簡易架空線用の中型集材機KK-2、リモコンウインチRC-5追加分及びシュートの集材用機械類と技術移転用の機材類を供与した。

その後延長期間の1984～85年には新しい大型機械類、あるいは計測器類の供与は行わず、もっぱら既供与機材のスベアパーツや消耗品的機材を補充した。

## (3) 専門家派遣と主な協力内容

当部門は協力計画の第2年目に最初の専門家を派遣した。1980年度末に研究担当鈴木専門家、技術担当小林専門家(2カ年)、及び両者の調整を担当する小沼専門家(3カ月)を派遣し、実質的協力活動を1981年度から始めた。当時サ州側は技術担当のカウンターパートが1名のみで、研究担当カウンターパートが不在であったので、技術担当カウンターパートを対象に協力活動を開始した。先ず1979～80年の2カ年間の供与機材の点検整備と、機械化伐出部門の協力活動フィールドであるカンボストジョルダン州有林への運

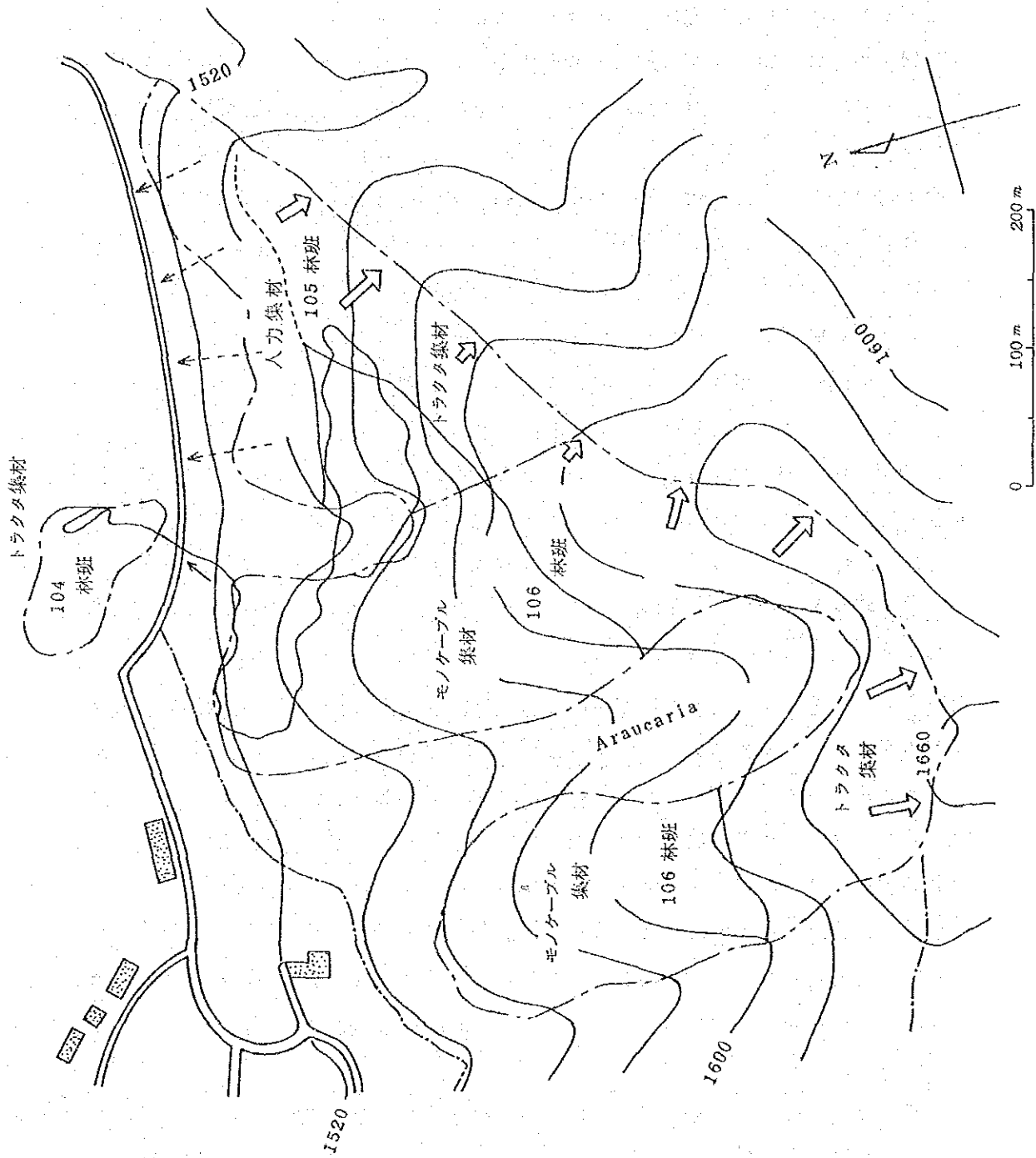
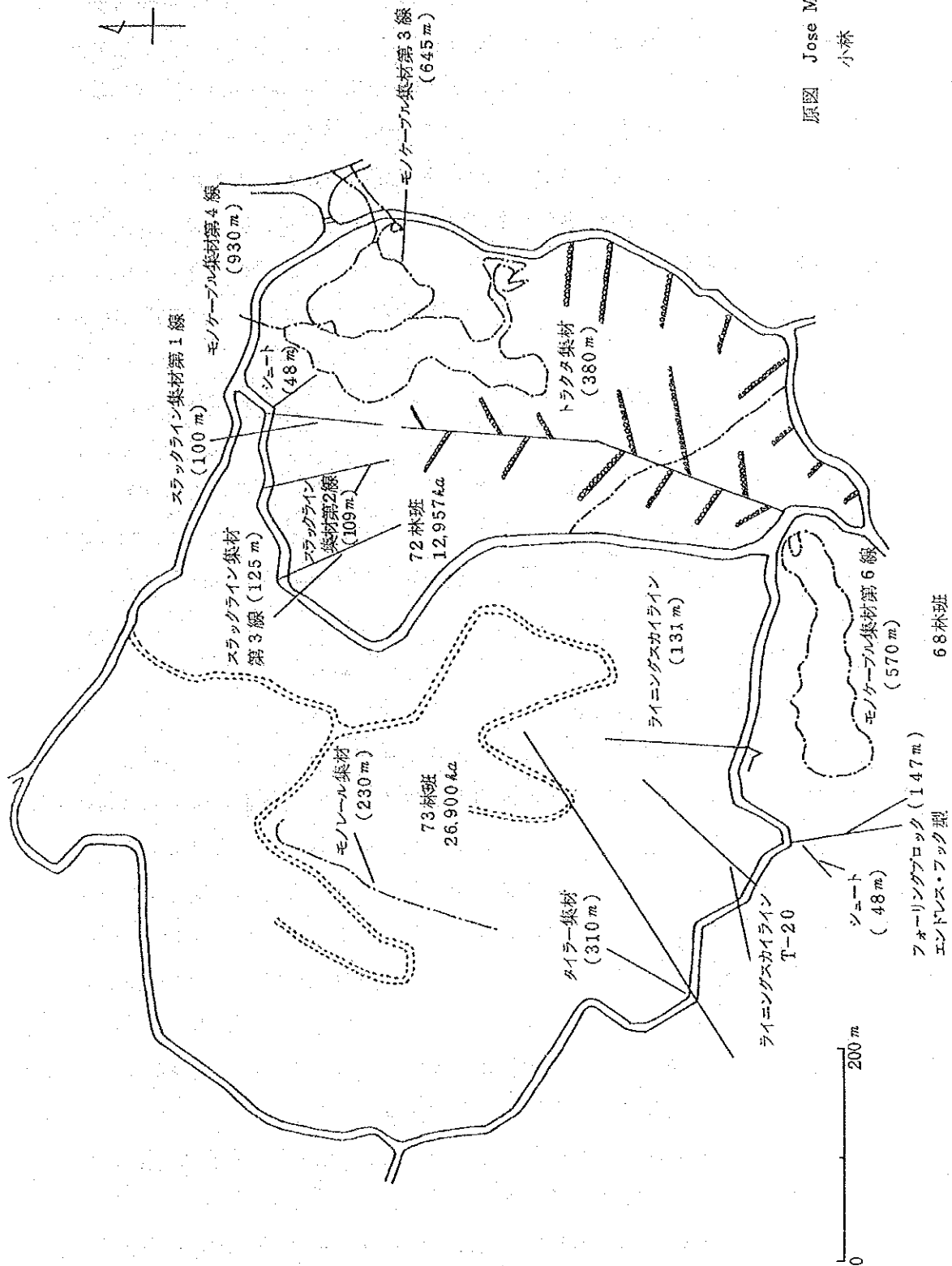


図 1-3 公園地区





原図 Jose Maria Motta  
小林 勝

図 III-4 ヒビヤ地区

搬を行った。次にサ州側に対して機械化伐出部門の作業員のグループ編成を要請し、選任された作業員に対し、技術担当カウンターパートと共に技術移転を開始した。当初の実習フィールドとしてカンボジア州有林105及び106林班を選定し、マツ林の間伐及び間伐材搬出作業を対象として、ホイールトラクタT-50を用いた集材技術、モノケーブル方式による架空線集材技術、伐木造材技術等に関する実習を行った。特にモノケーブル方式の技術移転に先立ってワイヤロープの取扱い法すなわちスプライス法やアルミ管による端止め技術等の指導を行っている。1981年9月に研究担当カウンターパートとして大学卒の新規採用(予定)者が選任されたので技術移転の各現地実習に参加してもらうとともに、研究実施のために必要な基礎的計測技術や測量法、製図法、林分調査法等の指導を始め機械性能試験法を主とする研究手法の伝達を開始した。1982年2月には技術移転フィールドを同州有林ヒベイロン地区に移し、上記技術の外、スラックライン式等の架線集材法についても技術移転を行った。翌1982年には、前年度に間伐材搬出用として供与された林内作業車デルピス、モノレール運搬装置、リモコンウインチの技術指導に加え、架空線集材方式としてハイリッド式や、大型架線のエンドレスタイラー式等を架設した。なおこの年にモノレール運搬装置の架設および集材法の指導と功程調査法の研究協力のため柴田専門家を派遣した。1982年度末に研究担当専門家の交代が行われたが、技術担当専門家は任期を一年延長することとなり、後任の研究担当田中専門家と引続き技術協力の任に当たった。

技術移転がほぼ定着した1983年、つまり当初計画の最終年度から、研究協力分野の活動が活潑となる。サンパウロ側の研究に対する方向付けがようやく明確となり、機械研究より作業研究を指向する傾向が示されたので、作業研究に協力の重点を置くこととした。まず、当年は、各種作業の能率調査法の指導を集中的に行い、技術の定着度の評価を行った。また、同年派遣されたエバリュエーション調査団の一員も兼ねた奥田専門家(40日)により、前年度供与された呼気ガス分析装置やフリッカー値測定器等を用いた労働強度に関する計測手法を指導した。なお、同時に同じく前年度供与されたアルミ製シュートの架設法並びに集材法に関する指導も行っている。一方技術移転分野では架空線集材としてランニングスカイライン式を実行するとともに前年度までに移転した各種の集材技術、伐採技術等につき繰返し技術指導を行い、サ州側が単独で計画、架設、作業のできるまでにレベルアップを図った。なおこの年、当部門の研究分野のカウンターパートとして、プロジェクトリーダーが加わった。同年末には長期専門家2名が帰国し、1984年度始めに技術分野の峰川専門家(2カ年)が交代に派遣された。

1984年からの延長期間において当部門では、研究協力分野では引続き作業研究及び安全研究に焦点を絞り、また技術分野ではそれまでに移転した伐出関係の各技術の安全管理と生産管理面に重点を置き、サ州森林院への技術の定着を図ることとした。1984年10

月に研究分野の小沼専門家（3カ月）が派遣され、技術分野の専門家と共同で研究協力を実施した。協力の内容は、作業方法や作業仕組の改善を目的とした詳細な時間調査法と同時に心拍メモリーを使った心拍数調査法および集材作業の安全確保のための根株保持力試験法等を取り上げた。根株試験の対象樹種はテグマツである。また前々年度に供与したパーソナルコンピュータ利用の基礎についても指導を行っている。

研究協力の最終年度の1985年度には協力期間のしめくりとして今富、柴田専門家（3カ月及び7.5日間）を派遣した。研究協力の内容は、それまでの総復習も兼ねて、各種集材作業を対象としての時間調査及び分析法を始め心拍数調査やフリッカー値調査による作業強度の把握、集材架線の張力測定法、エリオッティマツを対象とした根株保持力試験、索張力測定等さまざまな試験に関する研究協力を行っている。技術協力の分野では作業の安全管理および生産管理に関する協力を引続き行い、全期間に亘って無事故無災害の記録を達成することができた。

#### (4) 研修生の受入れ

当部門では期間中3名のサンパウロ州側カウンターパートの研修を受け入れた。まず1982年2月に新任のカウンターパートの3カ月間研修が行われた。受入れ機関は国立林試機械化部と沼田林業機械化センターで、林業試験場では機械化伐出特に間伐材搬出法に関する基礎知識と関連する試験研究に必要な計測技術の基礎につき研修を行い、また沼田センターにおいては架空線集材法、トラクタ集材法、伐木造材技術などの実践技術について約1カ月余に亘る現地研修を行った。

1985年にはサ州側プロジェクトリーダー兼研究担当カウンターパートと技術担当の2名が来日した。研究担当カウンターパートは主として国立林試において機械化伐出部門を始め流域管理、リモコン、小径材利用等プロジェクト関連各分野の研究の現状と将来の方向等につき研修を受け、また日本各地の事業現場を見学した。技術担当カウンターパートは主として沼田機械化センター及び林業機械の製造工場等において、機械化伐出に関する実践技術に関する研修を受け、一部は研究担当カウンターパートと共に各地の事業現場を見学した。

以下、技術移転の成果及び研究協力の目的と成果、今後の問題点等を項目別に報告する。

## III-2 技術移転の概要

### III-2-1 伐木造材(間伐)技術

伐木造材については、サンパウロ州森林院の直営事業においても民間事業においても既にチェーンソーが使用されていた。機種はブラジル製のスチール、ハッタ、欧米製のハスクバーナー、マッカーラー等の銘柄である。

サンパウロ州の技術レベルを概観すると、まず伐倒方法では受け口の切断面と追い口の切断面の差をほとんどなくして、ほぼ水平に切り合わせる方法をとっていた。



写真III-1 チェンソーによる伐倒作業

掛り木の処理法としては2 mほどの棒で伐倒助手1~2名が伐倒方向に立木を押すか、ナイロンロープで引張るか、さらに倒れない場合は後方の立木を1本、2本と次々に掛り木に対しかぶせ倒して、伐倒木の衝撃で倒す方法や、場合によっては掛り木を根元の方から1 mあるいは1.5 mほどに木が倒れるまで次々と切り捨てて行く方法等がとられていた。伐倒方向について、次工程への配慮は全くなく、伐倒した後はさんたんたる状態が見受けられた。採材基準寸法書などはなく、4 mに採材するものは一般材に、また、2 mに採材するものは薪として生産していた。

一方、ソーチェーンの目立てはヤスリー一本で行なわれており目立技術も十分でないというのがプロジェクト開始当時のサンパウロ州の現状であった。

このような技術レベルを背景に、伐木造材の技術指導は安全作業を重要視し、特に伐倒時に重大災害が発生しないように配慮し伐木造材作業の指導を開始した。

伐倒にあたっては立木の重心を考え、伐倒方向を見極めてから伐倒するように、更に伐倒方向は集材しやすい方向に伐倒するよう指導した。伐倒には受け口と追い口があって、受け口により伐倒方向が定まることを説明した。しかし現地の作業者は、林地は森林公園内であり、伐根が見えるようでは困るとして、受け口と追い口の段差を極力つけず伐根が平らになるように、かつ低くするように伐倒していた。従って、クサビを使用する伐倒の方法は説明程度で終わったが、この方法は安全で確実な方法であるので今後の普及を期待したい。

また、伐倒方向を決める手段として、伐倒しようとする立木にナイロンロープを巻き付けて伐倒方向に引張って倒す方法が従来から行なわれていたが、特に集材方法を考慮した伐倒方向を要求して以来、より一層この方法がとられるようになった。

伐倒にあたっては、新鮮材の生産を念頭におき、伐倒時期、伐倒順序、集材順序を決定した。また、架線集材方式を採用する場合は、架線支障木の伐倒を先行させることはもとより、架線支障木の伐倒着手箇所、伐倒して行く方向、あるいは伐倒期限等を決めて伐倒を進めるよう指導した。

採材については、森林院の使用計画や販売計画に沿ってパルプ材や薪は2 m、一般材は4 mに採材した。一般材は曲りのない末口径2.0 cm以上を採材基準とした。パルプ材・薪については、モノケーブル集材をはじめから4～5箇月経過したころ、2 mに採材していたのでは荷掛け、荷卸しの能率がよくないということで、つなぎ材として4 mに採材するようにした。枝払いには主に日本の除伐鎌に似た鎌や斧等の手工具を使用し、大枝はチェーンソーで払っている。

ソーチェーンの目立てについては、チェーンソーを固定して、ソーチェーンのたて刃は真直ぐに目立てするように説明したが、若干フック型に目立てしてしまいう傾向が認められた。デブスをすり落す平ヤスリについては、日本製のものと同じ平ヤスリは販売されておらず、問題点として残されている。

振動障害については森林院の職員もチェーンソーを使用している作業員もまったく問題にしていない。安全を優先させた伐倒作業すなわち、受け口と追い口の差を設けて、つるの残し具合によって伐倒する方法にきりかえ、伐倒方向を定めるにはクサビを使用して安全に確実に伐倒する技能を作業員に覚えさせて行く必要がある。

### III-2-2 簡易架空線集材技術

#### (1) モノケーブル方式

サンパウロ州森林院で以前から行なわれていた集材方法は、人力集材および畜力(馬)

集材であった。人力または馬により、林道端まで40 mあるいは50 m、場合によっては100 m以上集材し、はい積して山元生産完了とするのが従来の方法であった。人力集材の場合使用する道具は、麻のロープを使うだけで、つるやとびは使用していない。履物は、古い革の短靴、服装は半袖シャツなど、ズボンは裾じまりのないもので、とても林内で働く服装とは思えないものである。



写真Ⅲ-2 ブラジル式人力木寄せ

このようなところに、中形集材機（巻上容量3トン、6.7 PS、ドラム数3個で（うち1個はエンドレスドラム）、ワイヤロープ（JIS3号の10 mm、12 mm）、モノケーブル滑車、ガイドブロック、ワイヤカッター、クリップ、ジャックル、ワイヤー針、油圧プレス機（アイ加工用）、アルミ管、張線器等を供与して、モノケーブル集材の技術移転を開始した。まず実行箇所の選定にあたっては、事業所主任から強い要望があったので104林班を最初の現場（第1現場）とした。12 haある集材区域を2伐区に分けて、更にこれをモノケーブル集材区域とトラクタ集材区域に分けて実行することにした。1伐区のモノケーブル集材区域において、まずモノケーブル集材の予定線を定め、モノケーブルブロック取り付け用支柱、人力木寄せ箇所、荷卸し土場、集材機の据付け箇所、循環索コントロール箇所を定めた。

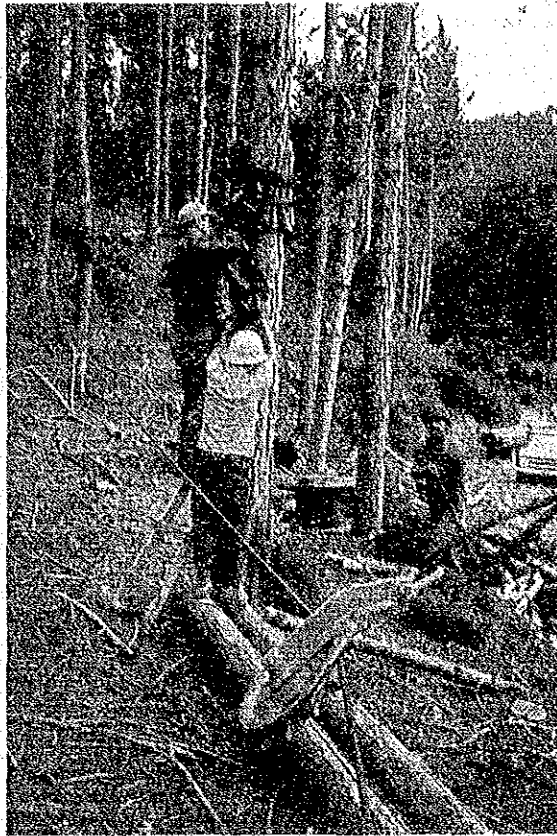
次にモノケーブル集材に必要な器材の準備を始めた。最初12 mmのワイヤロープで台付ロープやガイラインの作製に着手したが、ボビンからワイヤロープを解く方法、解いたワ

イヤロープの切断方法，ロープ端末処理のためのシージング，アイ加工用油圧プレス機の使い方，サツマ差しによってアイ状にしワイヤロープをアルミ管に入れる方法，油圧プレス機でロック加工する方法など，細かく説明し，作業の進め方を指導した。ほぼ理解できた段階で，ワイヤー針を使ったスプライス加工の作業に入ったが，なかなか技術の習得ができず，ワイヤロープのアイスプライスが嫌いになったり，自分には難しいことだと思いつ込んでしまう作業員も出る状況であった。



写真Ⅲ-3 ワイヤロープスプライス実習

ロープ類の準備がほぼ終わったところで，モノケーブル集材に必要な器材を現場へ搬入して，作業員5～6名と共に集材架設を開始した。最初ハシゴを使って支柱に登り，タイヤチェーンを輪切りにして結びつないだバンドであて木をおさえ，台付ロープを取付けモノケーブルブロックを吊り下げる方法を指導し，この要領で引き続き順次支柱を準備した。支柱に対するガイラインの張り方についても同時に指導した。当初は仕事の手順を十分理解していなかったため，準備に手間どっていたが，次第に要領を覚えていった。



写真Ⅲ-4 モノケーブル架設作業

あて木については長さや太さがまちまちのため、一応見本を示して作らせ、同時に供与した鉋と鋸の使い方を教示した。支柱にあて木をタイヤチューブで取付ける場合、あて木がずり落ちる対策として、タイヤチューブを支柱に巻いて締付け、これにあて木を差し込む方法を指導した。

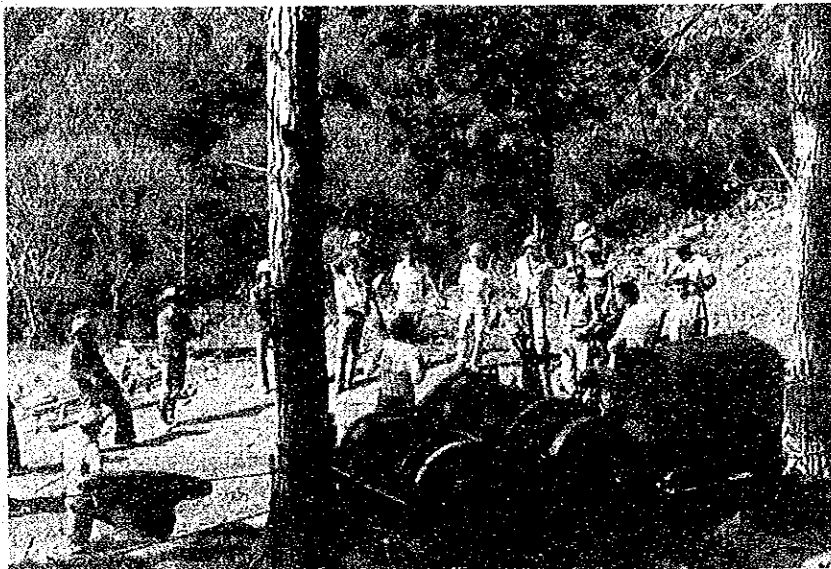
台付ロープ(12mm)の取付けについては台付ロープがあて木からずり落ちないようにするため、当初シャックルで止める方法(この方法は台付ロープの損傷や強度低下につながるおそれがある)を指導したが、たまたまシャックルが不足していたので2個のクリップで台付ロープを止める方法を採用した。この止め方は、その後すべての集材線架に利用されている。モノケーブルブロックの取付けでは、台付けロープの両端を同じ長さになるようにして、同じ張力がかかるようにすることがポイントであることを説明した。しかし、この長さの調節には2個のクリップをゆるめる必要があるため時間がかかる。台付ロープの長さは支柱にあて木をあてた状態の円周にあわせて決めなければならない。台付けロープの長さが短い場合には集材中、吊り荷が残存木に接触することもあるので注意を要する。また取付け高さが低い場合は吊り荷が地面に接するため、取付け高さについても十分配慮



しなければならない。

ガイドライン張りは、ガイドラインを支柱にジャックルで止め、張線器を使って張り、クリップで固定する方法について説明をしながら作業を進めた。

集材機の据付けは、エリオッティマツ林内の平坦地に、大型ホイルトラクタ T-50 のウインチやドーザを利用して、据付け盤台の上に据付ける方法を指導した。循環索用ドラムはサイドエンドレスドラムを使い、循環索のコントロールラインを第1ドラムに巻込み、集材機と向柱の関係位置を見出し、集材機のアンカーラインを張り集材機を固定した。循環索の緊張及び弛緩は集材機の後方にガイドブロック2個をジャックルで連結し、コントロールすることにした。荷卸場や集材機付近は、作業の安全上最小限のモノケーブルブロックを使用することにして、できるだけガイドブロックを使用するようにした。



写真III-5 モノケーブル用に設置した中形集材機

循環索の引回しにはナイロンリードローブを使用した。注意してリードローブを回さない。荷卸し場付近で循環索が交差したり事故の原因となるので十分注意した。

以上のように架設作業を進め、循環索を仮緊張して両端をショートスプライスした後、コントロールラインによりさらに設計張力まで緊張してコントロールラインを固定した。コントロールラインの固定方法は台付ローブをスタンプに固定し、台付ローブとコントロールラインをクリップで締め付けて固定した。しかしこの固定方法は若干繁雑であるのでその後は集材機の第1ドラムのブレーキで固定する方法を指導した。

モノケーブル集材の連絡合図は供与した電話機を使うことにして、荷掛手と運転手の間に配置した。この電話機は荷掛場付近にあっては電話機から30mほど離れたところでも運転手と応答できるため、安全作業にはかかすことのできないものである。現地ではこの電話機を重要物品として、事業所まで毎日持ち帰り保管する方法をとった。

搬出材を循環索に荷掛けする方法は循環索に輪状のナイロンひもを巻きつけて、そのひもに荷掛けフックを掛け、そのフックに荷縛り索を掛けて荷を吊る方法を採用、一荷に2箇所取りつける、いわゆる2点吊りとした。

荷卸し盤台は循環索に吊られた荷がスムーズに荷卸し盤台上に到着できるように作設した。荷は2点吊りしているため、片方はずしても重量バランスを失って危険にならないような荷卸し盤台を設けなければならない。さらに卸された荷は次工程のトラックへの積み込みがしやすいように、また盤台上の丸太は次の荷卸しにじゃまにならないように盤台に少し勾配を付けて、卸した位置に丸太がたまらないように指導した。

最初のモノケーブル式の試運転の際、間もなく向柱のエリオッティマツが倒れて試運転できなくなり、古い橋桁を使って急換人工支柱を作設した。この延長900mの架設には20日ほど(延1000人)費いやしている。

荷掛け作業は、循環索をガイドブロックで低く下げる方法をとれば、掛けた荷は特に抵抗もなく引きずり出されて吊り荷となって集材されて行く。しかし荷掛場の地形、木寄せした材の状態、木寄せした材積、支間距離、循環索の地上高等によって荷掛場の状況が変わってくるため、何箇所かで荷掛場づくりの方法を指導した。しかし最初は荷掛場づくりは定着せず4人の作業員で材を持ち上げて荷掛けする方法が続いた。このように容易に荷掛けする方法が定着しなかった理由は、作業員が少ないこともあって、優秀な作業員を荷掛場に配置できなかったためではないかと考えている。

モノケーブル集材では、集材区域内のどこへ、どのように循環索を回すかによって、木寄せ能率や集材能率に影響するため、木寄せはモノケーブル集材の予定線を定めてから、その線の直上に木寄せするようにした。

モノケーブル集材作業には、いろいろな作業方法が考えられるが、ここでは、終業間際になると、吊り荷はすべて荷卸場まで搬出して、循環索をゆるめる方法をとった。このため始業時には荷卸手2名は土場整理や荷吊りひもなどの整理をして荷の到着を待ち、終業時には荷掛手は荷卸手より少し早く仕事が終るという方法で作業を進めた。

最初のモノケーブル集材は、集材作業開始してから約1箇月間(実働20日間)経過したところで搬出が終り、続いて返り線側(荷縛り索などを荷掛場に送っていた循環索)で集材した。このように返り線で集材することにより集材区域の上下とか左右の集材がすべて可能であり、集材区域全体の集材を完了することができる。この返り線による集材も実働20日間ほどで終了した。



写真Ⅲ-6 モノケーブル集材の荷掛け

第2伐区の集材では、第1伐区の集材に用いた荷卸土場付近のブロック位置や循環索のコースをできるだけ変えないようにして、循環索を100mほど追加して、延長1,000mのモノケーブル式架線を計画した。まず、循環索のコースをコンパス測量し、平面図や縦断面図を作成し、各支柱のモノケーブルブロック位置を縦断面図上に記入し、各支柱に取付ける台付けロープを決め、ガイラインの必要本数と必要長を決めて、架設を開始した。この結果、最初の架設には100人工ほど費したが、第2回目の架設は集材機据付けやコントロールラインなどの引回しはなかったが架設をはじめてから3日目で試運転を行うことができ、15人工ほどで架設が終了した。このように早く架設が終ったのは、作業員が支柱づくりすなわち木取付けや台付ロープの取付け、ブロックの取付け等に慣れてきたためであった。この第2回目のモノケーブル集材は約4箇月（雨期もあって実働日数は50日程度）ほど稼働したが、予定した集材区域の集材を無事終らせることができた。

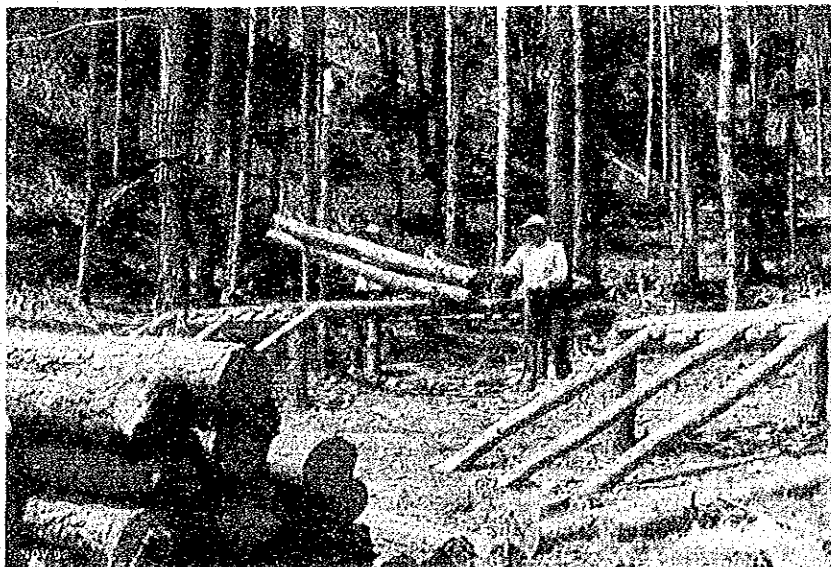
モノケーブル集材中、循環索をはじめ、モノケーブルブロック、台付ロープ、ガイドブロック等の一斉点検を行ったが、安全作業を進めるうえで問題になることはなかった。ただ当初集材を始めて間もないころ、モノケーブルブロックの脱索防止羽根によって荷吊りひもが切れて荷が落ちてしまうところが2～3箇所あったため、脱索防止羽根が循環索と接触しないように羽根を外側にたたき出して荷吊りひもが切れないようにした。循環索と脱索防止羽根の接触によって荷吊りひもの切れやすい箇所のモノケーブルブロックはシー

ブ直径が9吋と小さく、シーブが浅いため、12吋のブロックと取替えた。予定したモノケーブル集材が終わった後、トラクタ集材した全幹材を造材して、モノケーブルで2段集材する方法も試みた。

第2現場は事業所から約10kmのヒベロン地区に設定し、600m余りの第3線目のモノケーブル集材を架設することにした。ここでは簡単な架設法を採用し、目測により各支柱を定め、集材機の据付けは丸太を並べてその上に据付け、循環索コントロールは集材機の前方でコントロールする方法をとった。結果的には沢を横断して架設するようになったことや、通勤に往復1.5時間を要したこともあって架設に4日間を要した。集材期間は4箇月ほどであったが、この間に荷掛け作業の省力化について検討するとともに、供与したポータブルウインチ（定格出力2.2PS）を使用して木寄せを実行した。

次に第4線目のモノケーブル集材には10mmのワイヤロープを循環索に使用したが、集材しているうちにモノケーブルブロックのシーブの摩耗が甚しいことに気づき、その原因を調査するとともに、次のモノケーブル集材には12mmのワイヤロープを循環索に使用することにした。

第5回目のモノケーブル集材を架設する際循環索のコントロール箇所と集材機据付け箇所、荷卸土場についてアドバイスし、架設については一切カウンターパートにまかせて、仕事の進捗度を見守り技術の定着度を観察した。その結果、特に安全上問題のある箇所もな



写真III-7 モノケーブル集材の荷卸盤台

く、無事試運転を終了することができた。このモノケーブル集材箇所では4日間連続して時間観測を行っている。

第6回目のモノケーブル集材についてはこのシステムをブラジルに完全に定着させる意気込みで、架設にあたってはカウンターパートと共に慎重に検討し作業を進めた。特に荷卸土場附近を合理化するため支柱を吟味した。支柱は集材する側の循環索のブロックと、返り線側の循環索のブロックにかかる張力が釣り合うような支柱2本を選定して、各支柱にブロック2個を取付け、ガイドラインが不要のように配慮したうえ、集材する側の循環索と返り線を平行に張り、2本の支柱に取付けたブロック4個を下方に、あるいは上方に取付け修正することによって、循環索を集材線と返り線に切りかえることができるようにした。更に荷卸盤台を連続した2箇所設け、一般材と薪を別盤台に卸し、丸太の仕訳けを容易にできるように配置した。このように架設して集材した結果、荷卸盤台の勾配を少し手直した程度で荷卸しがスムーズにでき、荷縛索なども簡単に荷掛場へ戻すことができ、よい結果が得られた。また林道上にガイドラインを張る必要がなくなったため、クレーンによるトラック積込みがスムーズにできるようになり、仕訳けも一般材はトラックへ、細もので薪にするものは人力で林内小形運搬車へ容易に積込みができるようになった。

モノケーブル集材作業も数回にわたり架設撤去を繰返し実行してきたが、サンパウロ州あるいはブラジルの集材システムとして定着させ普及させるためには「モノケーブル集材作業の手引き」が必要であると考え、小林専門家が手引き作成の準備にとりかかり、1984年11月には日本語版が完成、田中専門家が中心となって、ブラジル側のブッチ、モッタ両カウンターパートとともに専門語の翻訳を行い、これを基に「手引き」全体の翻訳を行った。

モノケーブル集材システムは荷掛けに多くの労力を要するという問題はあっても、それに増して多くの利点をもっているため、作業条件を見きわめたうえ、「モノケーブル集材の手引き」やカウンターパートを中心に培った技術をもとに積極的にこの集材システムを活用し、やがてブラジル国に合ったモノケーブル集材の作業方法を更に見い出して欲しいと願っている。

## (2) スラックライン方式及びランニングスカイライン方式

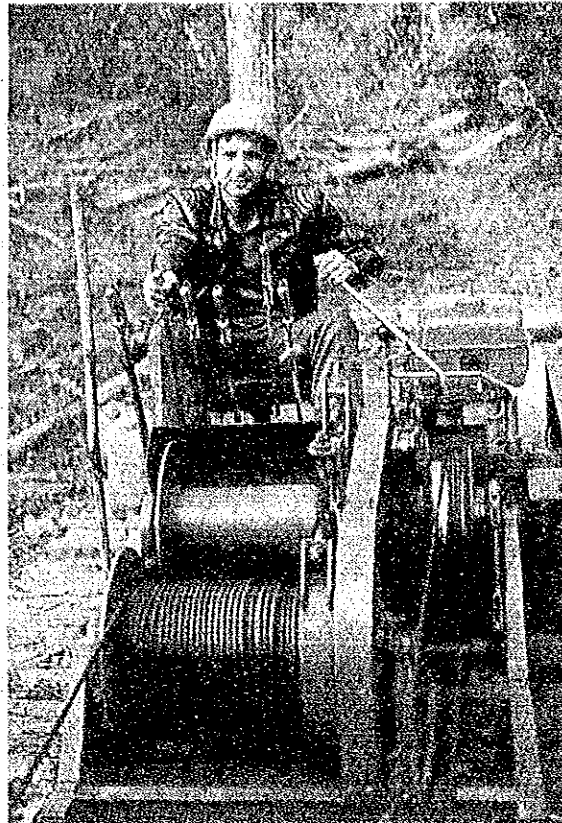
### ① スラックライン方式

間伐材を搬出するための簡易架設集材方式として、スラックライン方式とランニングスカイライン方式の技術移転を行った。そのうちスラックライン方式については、最初の架線を第4回目のモノケーブル集材を実行した隣接箇所に架設した。

まず、踏査を行い、集材区域、集材機の据付け箇所を定め、元柱、先柱、荷卸土場を定め、集材架線の予定線を測量し縦断図を作成した。設計の結果、吊荷が地びきする心配もあったが、スラックライン集材の条件としてはほぼ満足できる箇所であったため、

架設し集材することにした。

集材機はモノケーブル集材に使用していたKK-1B（重量1トン、巻上容量1トン、定格出力、12PS）であった。集材機はグラブクレーン付きトラックにより簡単



写真III-8 簡易架線用小型集材機

に移動させ、林道端の立木を利用して林道の盛土上に小径木を打込み、更にその上に小径木を直角に並べて集材機の据付け盤台とした。この据付け方式はカウンターパートのアイデアによるものであった。

集材機のアンカーラインは林道のゆるやかなカーブを利用して、前方、後方ともトラックの運行にじゃまにならないよう配置した。また集材機は次の集材箇所についても集材可能なように据付けた。付属器材はスカイラインが12mmのワイヤロープ、元柱、先柱のスカイライン用ブロックは9寸のガイドブロック、コントロールラインとホールバックラインは10mmのワイヤロープを使用した。また荷掛けフックはサンパウロで市販されているものを、搬器にはガイドブロックを使用した。架設を始めてから試運転まで（集材スパン100m）2.5日（延10人工）で終了させることができた。



写真Ⅲ-9 スラックライン式による集材作業

試運転の結果地びき状態になる吊荷があって途中で荷が止ってしまうものもあったので、先柱のスカイライン用ブロックの取付け位置を1.5 mほど上げ、スムーズに集材できるように修正した。集材はスカイライン下の荷卸土場側から集材するようにし、集材区域の幅(ポータブルウインチにより木寄せした距離と同じ)は片側30 mを目安にしてスカイラインの両側で60 m幅とした。

第1線目のスラックライン集材は20日間ほどで終わった。第2線目は第1線目の隣接箇所(スパン109 m)を集材することにしてカウンターパートと一緒に元柱、先柱、荷卸し土場を定め、カウンターパートと作業員に架設を進めさせた。集材区域の地形や元柱、先柱の位置が第1線目と同じようなところであったため凸部で吊荷が地面に触れ、先柱のスカイライン用ブロック取付け位置を1.5 mほど高くして、スムーズに集材できるようになった。第2線目の集材も20日間ほどで終り、引き続き第3線目の集材(スパン125 m)を20日間ほど実行し、これに対して3日間の時間観測を行った。

スラックライン集材は第3線目まで実行した結果、架設、撤収が簡単で集材も容易であり、カウンターパートはじめ作業員の評価もよく、1日当りの集材量も15 m<sup>3</sup>ほどと、ほぼ満足できる数量であり、定着する集材法の一つと考えられる。

しかし、次のような問題点も指摘されている。①荷を吊り上げる際のスカイライン張力は2~3トンに達し、集材機にその巻上げ能力が求められること。②荷卸し時には急

にスカイラインをゆるめることもあって、スカイラインと吊荷に衝撃を与えること。③横取りができないこと。④吊荷の最低地上高が1~2 m確保できる地形の箇所に限られること。以上のようにスラックライン集材は長所短所があるが、更に索張方式を発展させて、例えば引戻索を付ける等して、ブラジルに合った索張方式を見出し、是非この種の集材方式が定着することを期待したい。

## ② ランニングスカイライン方式

ランニングスカイライン式については同方式中のエンドレス・フック型(帯広型)を簡易架線集材技術移転の第3の柱とするため技術指導した。最初の架設にあたってはスラックラインに比較して索張が少し複雑なため、若干日数を要した。集材機は他の伐区で使用していたため、中形のホイールタイプトラクタT-2.0(重量2.6トン、定格出力27PS、ウインチ引張力3.5トン)のウインチを使用した。エンドレスラインには12mm、ホールラインには10mmのワイヤロープを使用し、集材スパンは150mで、上げ木集材であった。トラクタ(移動集材機)は集材区域最寄りの林道の退避所を使用し、アンカーラインを張って固定し据付けた。

本箇所では向柱の関係もあって、当初荷卸土場をトラクタの後方に設けたため、運転手は常に首を曲げて運転せざるを得なかったので、林道から5mほど下った林地内にトラクタの位置を変更した。向柱をトラクタの後方に設け、トラクタ(前方)とエンドレスラインを直角になるように据付け、運転手の正面にエンドレスラインが、また斜め前に荷卸土場が見えるようにした。

このようにトラクタを据付けたところ、集材中の背面運転は解消されたが、空搬器(ガイドブロック)を荷掛場へ戻す際に、エンドレスラインによって移動する空搬器の速度に合わせて、引戻索(荷上索を兼ねている)のドラムを回転させ引戻索を弛めてやる必要があり、運転手は引戻索の弛み具合を確認するため、下側のウインチドラムを注視する必要があった。

今後このトラクタのウインチを集材機として使用するためには、ワイヤロープが損傷しないように、フェアリードにさらにローラを取付けて、上段のウインチドラムを引戻索(兼荷上索)用、下段のウインチドラムをエンドレスライン用として、ワイヤロープがウインチドラムシャフトに喰い込まれないようにすれば運転手の疲労も少なくなり、この種の集材にも使用可能と考える。特にトラクタによるウインチ集材にとって条件の悪い凹地の傾斜方向に対し直角方向の集材をしなければならない地形においては有効と考える。

本集材中、トラクタのメインクラッチを破損させてしまったが、その原因はトラクタの専任運転手の休暇中ランニングスカイライン集材の未経験者が運転操作をしたため発生したトラブルであった。後日、詳細に原因調査した結果、荷掛け場で吊荷が残存木に





写真III-10 ランニングスカイライン式による集材作業

ひっかかった状態になったままランニングスカイラインと引寄せ索（引戻索）の両ドラムを同一方向に回転させ、荷を引き寄せようとしたため、メインクラッチを破損したことが判明した。無論荷掛手と運転手の合図、連絡の不徹底にあったことは明らかなため、カウンターパートをはじめ班長等に対し、機械の運転操作、信号、合図の重要性について、特に説明と注意をした。破損したメインクラッチについては、現地の修理工場において修繕のうえ使用した。

1984年2月上旬には、小形集材機（KK-1B）を使用して、ランニングスカイライン式の第2回目の架設を行い集材を実行した。第2回目は元柱を替えず、先柱を替えることによって、三角形の集材区域内を連続的に集材できるように計画を立て、上げ木集材を実行した。

本集材方式については、トラクタのウインチを使用した集材と小形集材機による集材の2瀬のみで終わったが、架設、撤収、集材が容易で、横取りもできることから、架設にあたっては「架設の手引き」作り、作業員に理解しやすいようにしてやれば、この集材方式はブラジルに定着するものと思われる。