

# 中部パラグアイ森林造成計画を終了して

阿久津 雄 三

パラグアイは国土の中央部を南回帰線（南緯 $23^{\circ}27'$ ）が走る南米の小国で、位置的には沖縄の真裏に当り、地図上では日本から最も離れた国にあたる。しかし、第2次大戦後日本からの移住者を受け入れる等、極めて親日的な国で、農産物の輸出先、技術の支援国として、日本に対する期待は高い。林業分野の結び付きも、1979～1987年にプロジェクト協力として「南部パラグアイ林業開発計画（CEDEFO）」が実施されたのを始めとして、1980～1983年に「パラグアイ北東部林業資源調査」、1983～1984年に「カピバリ地区森林造成計画」の開発調査等が実施されており、JICAを通じた協力の歴史は古い。

「中部パラグアイ森林造成計画」は、パ国中央部に位置するサンペドロ県カピバリ地区の国有林をプロジェクトエリアとする技術協力プロジェクトで、1987年に開始され、1992年に2年半の延長が図られ、1994年に協力を終了した。協力期間中に長期、短期の日本人専門家延べ32人がパ国に派遣され、延べ40人のカウンターパート（C/P）を指導するとともに、約3億円の機材が供与され、22人のC/Pの本邦研修が行われた。協力を終了するにあたり、この期間に取り組んだプロジェクト活動の概要を報告する（プロジェクト位置図参照）。

## 1. 協力の背景とプロジェクトの推移

パラグアイの森林は他の南米諸国と同様、建国以来農耕放牧用地等として開拓の対象とされ、同国経済拡大の源泉となってきた。しかし、農地改革制度の変更や開拓手段の近代化された1970年代以降、その減少はかつてない急激なものとなった。このため、パ国においては農耕地からの土壌流失、生活・産業資材としての薪炭の不足、原木の減少による林産業の衰退、木材輸出の減少に

---

AKUTSU, Yuzo : In Conclusion of the Re-afforestation Project in Capiibary,  
Central Paraguay  
林野庁指導部計画課



図 1 中部パラグアイ森林造成計画 位置図

による外貨獲得機会の喪失等が憂慮される事態となり、森林回復の必要性が強く認識されるようになった。

課題の緊急性を受け、パ国政府は早期に森林回復を図るため、外国産早生樹種を植栽樹種とする「国家植林計画」を樹立し、民間造林を助長するため各種の助成措置を講ずるとともに、自らも人工造林に伴う技術課題に取組むため、パ国南部のテラロッサ土壤地帯で日本の協力を得て造林プロジェクトを実施した。さらに、パ国中央部のサンペドロ県カピバリ地区に確保した国有林の一部をエリアとし、当国土壤の6割を占める砂質土壤地帯の森林造成技術の開発改良と、その技術を普及するための人材を養成するため、「中部パラグアイ森林造成計画」を実施することとし、1986年にわが国に技術協力を要請した。

1987年6月25日に協力期間を5年間とするR/Dが日パ双方により署名され、「中部パラグアイ森林造成計画 (Proyecto de reforestacion en la zona central del Paraguay)」は開始された(写真1)。プロジェクトの活動項目は①適応樹種の選定 ②育苗技術の開発改良 ③造林技術の開発改良 ④森林経営技術の開発改良 ⑤人材の育成の五つとされたが、協力内容はわが国の協力によ

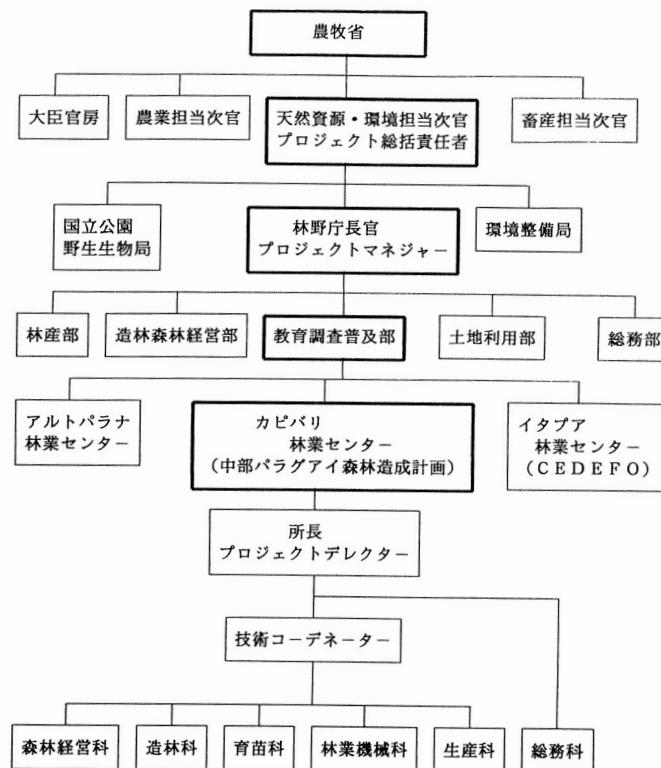


図 2 プロジェクト関連組織図

り実施された「南部パラグアイ林業開発計画」の成果を、砂質土壤地帯で発展的に応用するものとして位置付けられ、外国産早生樹を更新樹種とする皆伐人工林施業を主体とした、森林造成技術の開発改良に取組むこととされた。

しかし、プロジェクト開始から1年半程が過ぎた1989年2月にクーデターが起り、長期独裁政

権に替わり新政権が発足すると、言論、表現の自由化等一連の民主化政策が打ち出されるとともに、農牧林業施策においては、小規模耕作農民対策、環境対

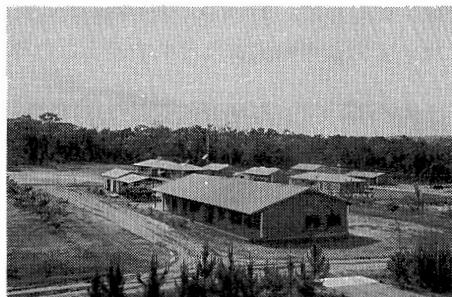


写真 1 カピバリ国有林内のプロジェクトサイト

策が最優先課題として取上げられるようになった。このような動きは、プロジェクトの運営方針にも大きな影響を及ぼし、1989年9月に開催された第1回合同委員会で、パラグアイは日本に対し当初計画に替えて、①人工造林のための天然林伐採の中止 ②郷土樹種の植栽面積及び植栽樹種の拡大 ③天然林施業の一層の推進等を、今後のプロジェクトの運営指針とするよう提案した。この提案を日本側も検討し①試験林を造成する場合を除き天然林の伐採は中止する ②人工林の造成地はプロジェクトエリアに隣接する国有林に点在する農耕放棄地とする ③ジャハペ川東岸の伐区を天然林施業地とする等の方向で了解し、1990年12月に開催された第2回合同委員会で正式な合意に達した。

その後、プロジェクトは合意に沿って活動を続けたが、慢性的なローカルコストの不足、政変に伴う運営方針の混乱等もあって、1992年に実施されたプロジェクトの終了時評価では、活動項目の幾つかは5年間の協力期間中に終了させることができ困難な状況にあると判断された。報告を受けて1992年2月に開催された第3回合同委員会で、日本、パラグアイは協力期間中に終了されずに残された項目について、引き続き2年半の協力をを行うことで合意し、延長に係るR/Dが署名された(1992年6月25日～1994年12月24日はフォローアップ協力期間)。

F/U期間に入り、プロジェクト活動は協力期間終了時に植栽された人工林の成長調査や、天然林施業重視の方針変更で影響を受けた項目を重点に行われたが、造林プロジェクト推進対策費等のJICAによるローカルコスト負担の充実や、政変後に替わった林野庁幹部が職務に精通したこともあり、運営は比較的円滑に行われた。また、この時期にはC/Pにより各種の調査結果が農牧省のセミナーで発表され、またそれを基とした森林造成マニュアルが作成された(写真2)。

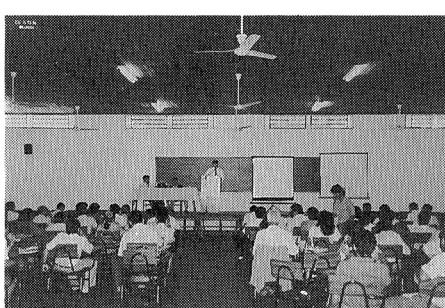


写真2 農牧省の技術セミナーで成果を発表するカウンターパート(1992年)

## 2. 活動項目及び課題の取組み

### (1) 適合樹種の選定

カビバリ地区及びパラグアイの砂質土壤地帯に、適応可能な樹種の選定と樹種特性を明らかにするため、植栽密度試験区15ha、モザイク植栽試験区12ha、見本林6ha、樹木園130haを設定し、外

国産針葉樹 12 種、外国産広葉樹 19 種、郷土樹種 24 種を植栽した。植栽にあたっては、林分としての集団的生育状況を確認するため、樹種ごとに 0.1 ha 以上の面積を確保した。植栽は 1988 年～1991 年にかけて行われたもので、協力終了時の林齢は 4～6 年生の段階であるが、活着状況、生育状況、保育の容易さ、耐病・耐虫性、樹形等の適応基準を満たす樹種は以下の通りであった。

マツ類…エリオッティマツ (*P. elliottii*)、テーダマツ (*P. taeda*)、カリビアマツ (*P. caribaea* var. *caribaea*, *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis*)、オカルパマツ (*P. oocarpa*)、ユーカリ類……グランディス (*E. grandis*)、サリグナ (*E. saligna*)、テルティコリニス (*E. tereticornis*)、ドゥーニー (*E. dunnii*)、エクセルタ (*E. exserta*)、その他の外国産広葉樹……カズアリナ (*Casuarina* sp.)、トーナシリアータ (*Toona ciliata*)、パライソヒガンテ (*Paraiso gigante*, *Melia azedarach* センダン)、オベニアドルシス (*Hovenia dulcis* ケンポナシ)。

ラパチヨ (*Lapacho*, *Tabebuia heptaphylla*)、ペテレブ (*Peterevy*, *Cordia trichotoma*)、ガタンブ (*Guatambu*, *Balfourodendron riedelianum*)、ペローバ (*Peroba*, *Aspidosperma polyneuron*) 等の主要郷土樹種は、樹高成長にバラツキがみられ一斉林としての成林が危ぶまれる他、樹形が籌状に広がるものが多く、完満な通直材の収穫が困難と判断されるもの多かった。また、セドロ (*Cedrela fissilis*) は新梢にメイガの被害を受けた。

## (2) 育苗技術の開発改良

育苗については、事業的規模で実施される森林造成事業に対し、健全な優良苗木を効率的に供給することを目的に課題に取組んだ。課題を大項目に分けると①苗畑設計 ②管理運営 ③作業管理 ④苗木管理 ⑤種子管理 ⑥まきつけ苗育苗 ⑦裸根苗育苗 ⑧ポット苗育苗 ⑨保育管理 ⑩保護管理 ⑪苗木山出しの 11 項目で、これらの試行結果をもとに裸根苗及びポット苗の育苗体系、主要樹種（テーダマツ、グランディスユーカリ、パライソヒガンテ、ラパチヨ、ペテレブ）の育苗標準を作成した。

また、課題に取組む中で種子離脱器、種子精選器、種子乾燥箱、筋切り器、ユーカリ種子播種器等の育苗用具を開発するとともに、苗畑作業で最も人工数を要するポットの土詰め作業を効率化するため、ポッティングシステムを導入した。なお、協力期間中に生産した苗木は裸根苗 41 万本、ポット苗 71 万本であった。

## (3) 造林技術の開発改良

植栽地の大半が平坦または緩傾斜地であること、土壤構造の発達が未熟で養分保持力が乏しい砂質土壤の特性を踏まえ、立地条件に最適な造林技術を確立するため、気象観測及び土壤分析と人工林施業技術として①地拵え②植栽③保育保護の各技術課題、天然林施業技術として①天然下種更新②ライン及びギャップ植込みの技術課題に取組んだ。

この中で気象観測は苗畑に設置した自記気象観測装置と、植込み試験区に設置した最高最低温度計の観測により、協力期間中の気温、降水量が月別に取り纏められ、土壤分析はプロジェクトエリアとして当初に区画された2,000haについて、土壤図を完成した。

### 1) 人工林施業

地拵え、植栽、保育・保護の各課題については、当初プロジェクトエリアの地形、労務関係を考慮し、効率的作業体系を確立するためブルドーザ、農業トラクタを使用した機械化造林を指向して取組んだ。しかしプロジェクトの運営方針が変更になり造林対象地が農耕放棄地等の小規模分散した開放地になると、チェンソーや刈払機等の小型機械を加えた人力造林を主体として取組んだ。

地拵えは作業手段として大型機械を使った機械地拵えと人力に小型機械を加えた人力地拵えを実施、作業仕様として機械地拵えで4タイプ、人力地拵えで3タイプを試行した。この結果、エロージョン防止、作業効率、地拵え後の雑草の繁茂、蟻被害の発生等地拵え効果を判定する各因子を満たす仕様は、機械地拵えではタイプⅢ（伐採-火入れ-集材-残材等筋状積上げ）、人力地拵えでは筋寄せ拵えであった。

植栽については植付け時期、植付け密度等の小課題に取組んだが、ポット苗では従来植栽適期とされていた5~9月前後でも、土壤が湿る程度の降雨の後に植栽すれば十分活着することがわかった。また、植栽密度は2.2m×2.2m~4.5m×4.5mのバリエーションを付けて実施したが、植栽後の手入れの難易、成長、下刈りの軽減、形質等の判定因子を満たす密度は、マツ類、ユーカリ類、広葉樹では3m×3mであり、パライソヒガンテやキリでは4m×4m以上の植栽間隔であると判断された。

保育保護技術においては効果的な下刈り手法を解明するため、作業手段として人力、機械、除草剤の3通り、作業仕様として全刈り、筋刈り、坪刈りを組合合わせて実施し下刈り回数を記録した。この結果人力、機械刈りでは、植栽樹種がマツ類、ユーカリ類等外国産早生樹の場合、いずれの仕様でも植栽当年度2回、翌年度3~4回、翌々年度2回の回数となった。郷土樹種は初期成長が悪

いうえに、霜害を受けやすい等から下刈りを抜け出す樹高に達しないもののが多かった。除草剤（商品名：ラウンドアップ）の散布回数は下刈り回数の半分であった。また、下刈りが済んだ造林地では、除伐・つる切りを実施するとともに、マツ類では打ち高 1.5~1.8 m で第1回目の枝打ち、パライソヒガンテ、キリでは 2.5~4 m の打ち高で、芽欠きを実施した。これらの活動を実施するにあたり造成した人工林面積は 390 ha である（写真 3）。

## 2) 天然林施業

カピバリ国有林の林分内容を改良するために、天然林施業に取組んだ。カピバリ国有林は 1985 年以前に製材会社により、優良木の抜き伐りが行われた跡地ではあるが、林分内容は高価格材とされる A クラスの樹種（パ国では原木の取引き価格や取引き量を基に、樹種を A~E の 5 クラスに分けている）が、高木層の 3 割を占めており、母樹候補木が十分確保されている林分が多いので、施業の主体を天然下種更新とし、母樹候補木の少ない林分では天然林内植込み（エンリッチメント）を実施した（表 1 参照）。

天然下種更新を開始するにあたり、母樹の結実特性を把握するため、プロジェクトエリア内に 11 種 75 本の観察木を選定し定期観測を続けるとともに、ジャハペ川東岸に更新区を設定した。天然下種更新の仕様は、母樹の配置を単木保残と他の高木を含めた群状保残の 2 通りとし、林床処理を機械処理と人力処理とし、その組合せで施業を実施した。その結果母樹を群状に保残し、母樹の樹冠下の下層木草を人力刈払いした所が、稚樹の発生とその後の成長が良いことがわかった。また、観察木の定期観測により、母樹の結実には年により豊凶の波はあるものの、更新に必要な種子量は、毎年供給されていると判断された。

林内植込みはラインプランティングと、ギャッププランティングの手法を行った。ラインプランティングではライン幅を 5~10 m とし、ライン内の中低木を伐採しライン外に除去した後に郷土樹種を植込み、ギャッププランティングでは 10 m × 10 m ~ 50 m × 50 m の方形で、高木を含む伐開を行いギャップ外



写真 3 1989 年植栽のユーカリ  
(*E. grandis*)

表 1 カピバリ国有林の林況

林型	樹種 クラス	全調査木 (D : 10 cm 以上)/ha		中径木以上 (D : 41 cm 以上)/ha	
		本数 (%)	材積 m <sup>3</sup> (%)	本数 (%)	材積 m <sup>3</sup> (%)
高木林	A	38.2 ( 15.5)	19.88 ( 25.9)	10.0 ( 28.6)	12.65 ( 29.7)
	B	14.5 ( 5.9)	10.17 ( 13.2)	4.0 ( 11.4)	7.46 ( 17.5)
	C	37.2 ( 15.1)	16.74 ( 21.8)	9.5 ( 27.1)	11.18 ( 26.2)
	D	92.6 ( 37.7)	17.40 ( 22.6)	5.7 ( 16.2)	5.83 ( 13.7)
	E	57.0 ( 23.2)	10.84 ( 14.1)	4.5 ( 12.9)	4.57 ( 10.7)
	欠点木	6.3 ( 2.6)	1.81 ( 2.4)	1.3 ( 3.8)	0.94 ( 2.2)
	合計	245.8 (100.0)	76.84 (100.0)	35.0 (100.0)	42.63 (100.0)
中木林	A	29.8 ( 11.2)	14.17 ( 20.5)	7.5 ( 26.1)	8.55 ( 26.3)
	B	13.0 ( 4.9)	6.67 ( 9.7)	4.0 ( 13.9)	4.94 ( 15.2)
	C	43.8 ( 16.4)	18.04 ( 26.1)	9.2 ( 32.1)	10.87 ( 33.4)
	D	128.7 ( 48.3)	21.23 ( 30.7)	4.4 ( 15.3)	4.81 ( 14.8)
	E	44.0 ( 16.5)	7.31 ( 10.6)	2.8 ( 9.8)	2.57 ( 7.9)
	欠点木	7.2 ( 2.7)	1.67 ( 2.4)	0.8 ( 2.8)	0.80 ( 2.4)
	合計	266.5 (100.0)	69.06 (100.0)	28.7 (100.0)	32.54 (100.0)
低木林	A	17.5 ( 5.4)	2.71 ( 7.1)	0 ( 0 )	0 ( 0 )
	B	3.7 ( 1.1)	0.49 ( 1.3)	0 ( 0 )	0 ( 0 )
	C	28.8 ( 8.9)	6.75 ( 17.7)	1.3 ( 20.6)	0.60 ( 15.7)
	D	182.5 ( 56.4)	21.74 ( 57.2)	5.0 ( 79.4)	3.22 ( 84.3)
	E	86.3 ( 26.7)	5.82 ( 15.3)	0 ( 0 )	0 ( 0 )
	欠点木	5.0 ( 1.5)	0.54 ( 1.4)	0 ( 0 )	0 ( 0 )
	合計	323.8 (100.0)	38.05 (100.0)	6.3 (100.0)	3.82 (100.0)

\* 材積は利用材積；各クラスの構成樹種 A : GUATAMBU, CEDRO, INCIENSO, LAPACHO, PETEREY, URUNDE'Y MI, YVYRARO, PEROBA ; B : KURPAY, YVYRA, PYTA, GUAICA, LAUREL, CANCHARANA, YVRARO, TIMBO, AGUAI, YVYRA, PERE ; C : URUNDE Y PARA, LAUREL HU, GUAJA Y VI, YVYRA OVI, LAUREL CANELA ; D : YVYRA PIU, YVYRA PEPE, YVA POROITY, LORO BLANCO, YVYRA KATU, PAKURI, TARUMA ; E : GUAPO Y, ROBO ITA, NANGAPIRY

に除去した後、郷土樹種を植込んだ。いずれの手法でも植込み木の活着、成長は開放地に植栽した場合に比較すると良かったが、ギャッププランティングでは伐開幅が大きくなると、開放地に植栽した造林木同様植込み木に霜害の発生がみられた。これらの活動を実施する過程で、天然下種更新区 120 ha, 天然林内植込み区 54 ha が設定された（写真 4）。

#### (4) 森林經營技術の開発改良

森林経営技術とは、林産物の生産、運搬、販売や更新に係わる基本的な活動計画をたてる技術であるが、プロジェクトの立地が公道と14 kmのアクセス道路で結ばれた国有林内であり、機材の外注によるメンテナンスが困難であったため、林業機械の維持管理も含めた活動として実施した。活動はプロジェクトエリアを明確にするため、国有林に2,000 haの境界線を設定し、森林現況を明らかにするため森林調査を行った。森林調査結果を基に、ジャハペ川を挟み幹線林道予定線で区分した4林班からなる森林区画を設定するとともに、1林班と2林班に小班に当たる伐区を現地設定した。プロジェクトの運営方針の変更により、設定された小班のなかで、計画通り施業された面積は150 ha程度であったが、これらの作業を通じ森林経営部門の活動項目とされた、森林測量、測樹等の基礎技術の移転及び図面の作成、森林調査手法、森林区画、台帳の作成記載等森林経営計画の樹立に必要な事項の技術移転が図られた。

林道はカピバリ国有林に開設する林道の規格を、幹線林道、支線林道、分線林道別に決定するとともに、路線計画図の作成、調査設計、施工を実施した。また、林道の維持修繕をグレーダで実施するとともに、法面のエロージョン防止対策として張芝、イネ科種子の播種を行った。これらの活動により開設された林道は幹線11 km、支線26 km、分線15 kmである。

林業機械の維持管理技術については、プロジェクトサイトと修理工場が所在する都市部までの距離が離れていたことから、運転操作と日常点検等のほかに、エンジン、ブレーキ等の基礎的な整備は、プロジェクトの修理工場で実施できる程度の技術移転を行った。また、機械類の稼働状況、整備状況を記録するため車輛履歴簿、定期点検整備表等の帳票類の作成記録、工具、部品、器具類の格納管理手法の技術移転を図った。

#### (5) 人材の育成

土地の所有形態の大半が私的所有に帰属するパ国で、森林造成を進めて行くためには、技術指導にあたる政府職員や農牧畜者等の土地所有者に技術を普及



写真4 1990年にラインプランティングしたトレボル (*Trebol, Amburana cearensis*)

し、造林を担える者として育成して行くことが必要である。プロジェクトでは1989年から1992年にかけ、JICAの中堅技術者養成対策事業による育苗・造林、林業機械の研修コースを設け、延べ5回に亘り100名の人材を育成した。

研修生は一般公募した農業経営者、農協職員、政府・市町村職員、教員、学生等で、CEDEFOで作成した教科書を主要教材とし、講師はC/Pが務めた。

### 3. 実施機関及びカウンターパート

「中部パラグアイ森林造成計画」は農牧省が責任機関、その下部機関である林野庁が実施機関となつたが、農牧省、林野庁はプロジェクトの実施期間中に組織の改編があり、1990年に林野庁は農牧大臣の下に新たに配置された天然資源環境次官の指揮・監督を受ける機関となつた。また開始当初、プロジェクトは林野庁長官の直接指揮の下で実施されたが、改編時にプロジェクトの実施組織としてカピバリ林業センターが設置され、既存のアルトパラナ林業センター、イタプア林業センター（旧CEDEFO）とともに、教育調査普及部長の指揮・監督下の機関となつた（図2参照）。

カピバリ林業センターの主たる義務は、「中部パラグアイ森林造成計画」に係るプロジェクト活動、カピバリ国有林の管理であり、アスンシオン大学、アルトパラナ林業学校の現地研修や、他のプロジェクトの森林研修が臨時の業務として実施された。職員はF/U協力終了時点での大学卒クラス5名、専門学校卒クラス7名、CEDEFO卒2名、事務職員2名、作業員35名が配置されている。また、1994年度の予算は邦貨で3,200万円程度であったが、建物等の建築費を除いた経常予算に占める人件費率は7割強であり、機材の修理、燃料費のローカルコストは慢性的に不足していた。

当プロジェクトのC/Pとして総括した者は、組織の改編とともに変わってきたが、1990年以降は総括責任者として天然資源環境次官、実施責任者として林野庁長官、カピバリ林業センターを指揮・監督する教育調査普及部長、現地でプロジェクト活動を総括するセンター所長及びセンター各科の技術系職員とした。パラグアイの職位は取得資格により明確に序列化されており、派遣専門家には必ず大卒クラス職員を含む技術職員がC/Pとして対応した。

C/Pとなった林野庁職員は当国唯一の林学科を有するアスンシオン大学、アルトパラナ林業学校、CEDEFO等で専門教育を受けた者であり、程度の差異はあるものの森林造成の知識は有していた。しかし、林野庁は自ら森林造成に取組んだ経験が少なく、C/Pも実務として行う森林造成には疎く、計画の立案、

実行管理、結果の取纏めと業務が進むプロジェクト活動を自ら担えるレベルには至っていなかった。このことは 1992 年に林野庁によって取纏められた「パラグアイの森林林業の現況」の中で、カピバリ林業センターを造林計画の実行を通して技術開発を図るとともに、指導と経験を積み重ねる場として位置付けていることからもわかる。

技術移転は専門家と対応する C/P が机を並べ一緒に現地を歩く、日常の活動を通して行われた。活動は試験林や林道の設計と調査、機材や労務の確保、作業仕組み現地管理の手法、成果の測定や取纏め手法等様々であったが、これらの活動を通じた経験が実務技術として、C/P に蓄積されたものと考えている。他の南米諸国では、大卒クラスの職員は、デスクワークを主として現地に足を運ばない風潮があると言われているが、パ国の中堅技術者はこの様な人物を Ingeniero de escritorio（机だけで仕事をする人）として嘲笑する気概があり、OJT を通した技術移転は円滑に進んだものと考えている。

#### 4. 終りに

「中部パラグアイ森林造成計画」は、パ国の中堅技術者政策の変更をプロジェクトの運営方針に取りながら、7 年半の協力期間を終了した。プロジェクトのスタート時やクーデターによる政権の交替時には、C/P やローカルコストの不足、運営方針の不透明さに起因する進捗の遅れ等が生じたが、日パ双方の努力により R/D に示された活動項目に、一定の成果を与えることができたと考えている。しかし、森林造成の 7 年半は人工施業林では保育の一部が終了した段階であり、天然林施業では林内に更新稚樹を確保した段階にすぎず、成林を期するためには残された技術課題も多い。今後、これらの技術課題に取組むのはパ国側自身であり、息の長い自助努力が必要であるばかりでなく、土地所有の大半が私有に帰属するパ国で森林造成を進めていくためには、開発された技術の民間への普及が大切である。

パ国政府は森林回復を早急に図るべく、造林実行者に補助金を支出する「森林更新及び造林促進法」を 1994 年 12 月に制定し、1996 年 1 月から施行することとした。施行を前に、林野庁ではその実施要領作りが進められているが、苗木等造林資材の供給や民間の造林技術レベルの向上等、円滑な実施に向けて克服すべき課題が多いとされている。実施要領作りには、かつての C/P であるカピバリ林業センターの職員も参加しているが、プロジェクトの成果が活かされ、パ国の森林造成が進展するよう期待している。