

ウルグアイ東方共和国における グランディスユーカリの造林・育種

丸山エミリオ

1. はじめに

国際協力事業団（JICA）がウルグアイ東方共和国で実施した「ウルグアイ林木育種計画アフターケア」（以下、A/C と略す）の長期専門家（業務調整兼増殖技術）として、ウルグアイ東方共和国の国立農牧研究所（INIA：Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria）へ派遣された。INIA の林業部において 1993 年から 1998 年まで、ユーカリ類を対象に 5 年間にわたって「ウルグアイ林木育種計画」が実施され、そのプロジェクトの A/C は 2000 年 4 月からグランディスユーカリを主な対象樹種として 2002 年 3 月まで行われた。この派遣期間中の体験を中心に、ウルグアイの林業事情および A/C の業務内容等について述べる。なお、ウルグアイの林業事情やウルグアイ林木育種計画については、とくに植月氏（4,5,6）、片寄氏（1）、田淵氏（3）、久保田氏（2）によって、すでに紹介されており、あわせてご参考にしてください。

2. ウルグアイについて

1) 「ウルグアイ・ラウンド」のウルグアイ？

ウルグアイ・ラウンドは、首都モンテヴィデオから東へおおよそ 140 km 離れたインターナショナルのリゾート地プンタ・デル・エステ（Punta del Este スペイン語で“東の岬”）において、1986 年 9 月に各国の関係閣僚による貿易と関税に関する、多角的交渉・合意が行われた。「ウルグアイ・ラウンド」という言葉は、ウルグアイが世界的に知られていることのひとつである。しかし、ウルグアイのナショナルチームが、韓国と日本で共同開催された 2002 年サッカー

Emilio Maruyama : Present Status of *Eucalyptus grandis* Plantation and Breeding in Uruguay

(独)森林総合研究所 生物工学研究領域

の W 杯に出場以前、この言葉以外は多くの日本人の注目を集めることもなかったであろう。

2) 国 土

ウルグアイの正式国名はスペイン語では、República Oriental del Uruguay (ウルグアイ東方共和国)である。西半球にありながら東方とは、ウルグアイ河の東岸に位置しているところから来ています。また、ウルグアイという名称は、グアラニー族の言語で「ウルという鳥の飛来する河」を意味するという説が最も有力である。国土面積は日本のおおよそ半分の広さに当たる約 17 万 6,000 km²、南アメリカの南東 (南緯 30~35 度, 西緯 53~59 度の間)、アルゼンチンとブラジルに囲まれ、大西洋とラ・プラタ河流域の広大な草原地帯 (パンパ) に面し、農牧畜産業国である。全般的に非常に緩やかな波状の平地および台地で一部が丘陵地である。平均標高は約 100 m と全体的に平坦で、カテドラル山が海拔 514 m で最も高い山とされている。

3) 気 候

ウルグアイは気候的に温帯地に属するが、むしろ亜熱帯性に近く、大西洋およびラ・プラタ河の気温調節作用の影響で温暖である。しかし、季節によってはブラジル暖流およびマルヴィナス寒流が近くを流れるので、その影響は大きい。年降水量は、1,000~1,500 mm である。平均気温は最暖月 (1 月) 22~26℃、最寒月 (7 月) 11~13℃、年平均 16~19℃ と幅がある。絶対値では最高が 1~2 月に 40℃ を超えることもあり、最低は 7~8 月で -5℃ にまで下がる。年間の温度差は比較的に小さく、月ごとの温度差より 1 日の温度格差が大きい。特に内陸部では日中の寒暖差が激しく、うっかりすると風邪を引きやすい。台風のような暴風雨の来襲はないが、現地で “tormenta” と呼ばれている嵐はしばしばある。雪はほとんど降らないが、内陸部では雪のような厚い霜が降りることがある。頻繁な降雹はないが、時にはゴルフボールの大きさの雹が降ることがある。

4) 人口、文化、歴史等

総人口はおおよそ 315 万人 (日本の約 1/40) で、その約半分が首都に集中していると言われている。その 315 万人に対して、約 3 倍にあたる 1,000 万頭の牛と約 6 倍にあたる 1,800 万頭の羊を有する農牧畜国である。モンテヴィデオの名称の由来は、1520 年世界一周中のマゼラン船隊の見張人が山 (モンテヴィデオ西方にある高さ 100 余りの丘, “Cerro de Montevideo”) を見つけ「われ山を見たり, “Monte vide eu”」と叫んだことから来ていと言われている。人

種構成は、白人のスペインとイタリア系移民の子孫が大半で約9割を占め、残りがメスティーソ、黒人、ムラート等である。先住民の純粋なインディオはならず、若干の混血を残すのみと言われている。在留邦人は、300～400人程度である。宗教は自由ですが、カトリックが9割近くを占めている。公用語はスペイン語である。教育水準は高く、文化的にも、社会習慣の点でも、ヨーロッパ的である。1985年と1996年の国勢調査を比較すると、13歳以下の人口の伸びが0.2%に対して、65歳以上の人口は22.8%も伸びており、少子、高齢化社会に変貌しつつある。

南米の二大国、ブラジルとアルゼンチンに挟まれている関係上、1516年にスペイン人ファン・ディアス・デ・ソリスの発見以後、長らく両国の宗主国であったスペインとポルトガルの植民地争いの場となってきた。1825年に至り、スペイン人ラバジェハが独立を宣言し、1830年7月18日に最初の憲法が發布され、ウルグアイは完全な独立共和国として発足することになった。しかし、その後も内乱が続いたが、1903年、大統領に就任したホセ・バジェ・イ・オールドニェスの下での合議制政治により、穏やかな統治が長く続いた。農産物の輸出増大によって経済的繁栄を享受し、教育の無料化や社会保障制度が導入され、「南米のスイス」と呼ばれるほど理想的な国家が実現した。だが、1950年代に入ると経済は急速に悪化し、極左組織の台頭などで混乱が始まり、1973年には軍政化した。1985年には民政に移管し、現在に至っている。

5) 経 済

自由貿易経済体制であり、基本的に為替管理は無く、外国資本は内国資本と同等の扱い、中南米諸国の中でも特に開かれた経済体制を維持している。1998年一人当たりのGDPは約6,300ドル、インフレ率は8.6%、失業率は10%前後であった。同年GDPにおける各産業分野別のシェアは、第一次産業が8.5%、第二次産業が27.6%、第三次産業が67.9%であった。農牧畜産業のシェアは8.3%に過ぎないものの、輸出総額の85%は食肉、皮革、羊毛、繊維、コメなど農業関連産品が占めている。一方、当国に年間約220万人以上の観光客が訪れるため、観光収入は重要な外貨獲得源の一つである。1998年は6億9,500万ドル、当国の主要な輸出品目である牛肉の約1.5倍で、観光業がいかに重要であるか伺える。しかし、経済の自由化による輸入の増加に伴い、ここ10年ほどは貿易赤字が拡大しつつある。

6) 日・ウ関係

外交開始は1921年9月24日、伝統的な友好関係である。在留邦人の5割近

くが花卉栽培に従事している。2000年に在ウ日系企業は9社である。貿易では1986年以降日本の大幅な出超で、日本からは一般機械や自動車が入力され、日本への主要輸出品目は、魚介類、羊毛、御影石、皮革製品等である。対ウ経済協力は技術協力が中心となり、2国間ベースによる対ウ援助国としては、1995年では、スペイン、ドイツに次いで第3位（10.5%）、1996年は独に次いで第2位、1997年は第1位となった。

3. ウルグアイの森林事情

ウルグアイの可耕地は国土の9割近くに達する。森林面積は、全国土面積の約6.5%に当たる115万haにすぎない。この内訳は、おおよそ65万haが天然林（大部分が河川沿いのマメ科、ヤナギ科、クスノキ科、トウダイグサ科、フトモモ科等の樹高10m以下の保護林）、50万haが人工林である（家畜の避難林・防風林南部海岸地帯の砂防林を含む）。しかし、近年農牧畜産品の輸出不振により、林業の開発および林産業の振興を推進しており、造林面積が飛躍的に拡大し、年間植林面積は約6万haとなっている。また、農牧水産省の全国土壌調査に基づき、生産性の低い地域を造林奨励地域対象に決定し、その総面積は約400万haと推定されている。植林樹種はユーカリ（*Eucalyptus grandis*, *E. globulus*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*）とマツ（*Pinus taeda*, *P. elliottii*, *P. pinaster*）が中心である。植林局のデータによると、1975～1998年までの植林総面積の割合は、ユーカリ類が79.47%、マツ類が19.28%、ポプラおよびヤナギ類が1.25%である（表1）。しかし、1975～1998年までにはユーカリが80%近くを占めていたが、1998年単独の植林面積の割合をみると、65%までに減少し、テーダとエリオッティマツの植林地が35%近くまで拡大している（表1）。また、1999年に全国の植林面積の半分以上を占めた北部地域（タクアレンボー、リベラ、パイサンドウ県）において、近年は、ユーカリと肩をならべて、マツの造林面積が50%近くまでに拡大しつつあると言われている。さらに、タクアレンボーとリベラ地区では、それに上回るペースでマツ類の植林が拡大されている。その一つの例として、年間2万haの植林を計画しているCOLONVADE社の内訳は、グランディスユーカリが30%、テーダとエリオッティマツが70%であることから、近いうちにユーカリとマツの比率と逆転することが予測される。

表 1 ウルグアイ国における 1975～1998 年までの植林面積

樹 種	1975-1985	1986-1987	1998	合 計	%
グランディスユーカリ	11,815	110,613	8,916	131,344	30.88
グロブルスユーカリ	148	129,715	32,202	162,065	38.10
他のユーカリ	1,024	38,180	5,425	44,629	10.49
				(338,038)	(79.47)
テーダマツ	2,880	26,833	17,567	47,280	11.11
エリオッティマツ	3,163	19,259	7,187	29,609	6.96
他のマツ	1,910	3,178	58	5,146	1.21
				(82,035)	(19.28)
ポプラ	2,449	2,149	97	4,695	1.10
ヤナギ	115	502	0	617	0.15
合 計	23,504	330,429	71,452	425,385	100.00

4. 林業振興政策および日本の技術協力

ウルグアイの木材供給は、ほとんどブラジル、パラグアイなどの近隣諸国からの輸入に依存してきた。しかし 1965 年代に入ると、牧畜製品の輸出不振による貿易収支が悪化し、輸入代替として国産材の増産が進められた。重要国策として位置づけられた林業開発を発足するため、1968 年に森林法が制定され、植林奨励地域、最低植林面積および植林樹種が定められ、当該植林には補助金、減税等の助成措置が講じられた。植林奨励地域（農牧不適地）の総面積は 200 万 ha の地域と推定され（現在は約 400 万 ha に及んでいる）、最低植林面積は 10 ha で、活着率は 80% 以上とされた。指定植林樹種はユーカリ類 (*E. grandis*, *E. globulus*, *E. maidenii*, *E. saligna*)、マツ類 (*P. taeda*, *P. elliotii*, *P. pinaster*)、ポプラ、ヤナギ類である。植林助成措置は、植林コストの 5 割程度が補助金として交付され、植林地及び植林木の収益に対する不動産・所得税の免除、また植林用機材に対する輸入税の免除等である。その後 1987 年に日本国政府の協力により、林業政策マスタープランが作成され、日本の技術協力活動が開始された。1988 年、政府資金による林業基金が設けられると共に、5 カ年間の目標植林面積 10 万 ha として国家植林 5 カ年計画が制定された。さらに 1990 年、農牧水産省植林局の組織改編、森林法の改正等が講じられると共に、5 カ年計画の植林面積の 10 万 ha を 20 万 ha に倍増することが決められた。林

業の技術開発が促進させるため、植林局の組織改編として 1990 年 6 月に、同局の林業研究部の造林課が国立農牧研究所（INIA）に移管され、林業部が設立された。同年から JICA が、ウルグアイ国の技術協力要請に応じて、2 名の林木育種専門家を INIA へ派遣し、ミニプロジェクト方式で林木育種の基礎開発に関する技術協力を行った。その後同国は、このミニプロジェクトを 1993 年から上記ユーカリ類を対象に、改良種子生産技術の確立を主目的とした 5 カ年間にわたる本プロジェクト方式の技術協力に発展させた（ウルグアイ林木育種計画）。そのプロジェクトの A/C は 2000 年 4 月から、グランディスユーカリの国産優良種子や優良苗木生産の体制および木材の生産力と品質の向上の確立を主目的として、2002 年 3 月まで行われた。

5. 林木育種計画の概要

前述のようにウルグアイ国の要請に応じて、日本の協力によるプロジェクトは、ウルグアイ林木育種計画（1993～1998）およびその A/C（2000～2002）が実施された。それらの主な活動、成果、技術移転は下記に概略を述べる。

本プロジェクト期間（1993～1998）

1) 国内人工林を材料としたプラス木選抜育種

- (1) プラス木の選抜：グランディス 176 本，グロブルス 116 本，マイデニイ 117 本。
- (2) 実生採種園の造成：克蘭ディス 180 家系，グロブルス 209 家系，マイデニイ 104 家系。
- (3) 次代検定林の造成：グランディス第 7，8，9 地域，グロブルスとマイデニイ第 2，7，9 地域（各種が主体として造林されている地域に設定）。
- (4) データベース作成：植栽時を起点として 2 年置きに樹高，胸高直径，被害等について調査実施。

2) 原産地からの種子導入による選抜育種

- (1) 産地試験林の造成：グランディス 117 家系およびサリグナ 99 家系について第 7，8，9 地域，またはグロブルス 226 家系およびマイデニイ 56 家系について第 2，7，9 地域（それぞれの種子が大量に植林されている造林奨励地域 3 地域ずつを選んで造成）。
- (2) データベース作成：植栽時を起点として 2 年置きに樹高，胸高直径，被害等について調査実施。

3) 主な関連技術の開発

- (1) クローン増殖技術の確立：グランディス，グロブルスおよびマイデニーについてさし木の試験実施。グランディスについて組織培養の試験実施。
- (2) 一般優良林分を間伐によって採種園へ誘導する技術の確立：採種園は造成してから種子が生産できるまでに，しばらくの期間を要するため，既存の優良林分を採種林へ誘導する施業試験実施（多量の種子を生産するため，林分の間伐調整検討）。
- (3) 採種木の樹形誘導技術の確立：種子の生産性および採種作業効率・安全性等を向上させるための施業試験実施。

アフターケア（A/C）期間（2000～2002）

- 1) 2 世代プラス木の選抜
 - (1) 選抜基準および選抜方法書の作成：周囲木との胸高断面積の比較を分布図に表した場合の右側 25%以上程度として，健全で，幹が通直・完満で，枝が細く，クローネの小さい等，いわゆる，形質の優れた材木が生産できる立木を選べるように配慮した。
 - (2) 2 世代プラス木の選抜：選抜方法書によって，521 本の 2 世代プラス木が選定された。
 - (3) 2 世代プラス木の材質調査：①容積密度，②含水率，③収縮率，④繊維長，⑤成長応力の調査実施。
- 2) プラス木等のクローン増殖技術開発
 - (1) つぎ木，さし木，とり木，組織培養によるクローン増殖技術開発：選抜された 521 本の 2 世代プラス木の内およそ 200 本がクローン増殖された。
 - (2) クローンバンクの造成：プロジェクトサイト構内に 2 世代プラス木のクローンバンクが造成された。
 - 3) 次代検定林および産地試験林等のデータ解析による育種情報の収集
 - (1) 地域差検定
 - (2) 育種効果の推定
 - (4) プラス木クローンの DNA 解析による同定，識別技術開発
2 世代の 13 プラス木クローンが識別された。
 - 5) 改良種子の評価
認定された改良種子を対象とした調査が複数の試験林で行われ，事業用の代表的な改良種子との改良効果を比較する調査が進められている。

6) 実生採種園の2世代化

2世代実生採種園が造成された。

7) 交配の技術開発

自然交配，人工交配，自殖等について調査実施。

6. ユーカリ育種の進捗状況

ウルグアイ林木育種計画以前は，植林に使用されていた苗木はほとんどオーストラリアおよび南アフリカ産の輸入種子からで，国内産種子はバニャドス・デ・メディナにある共和国大学演習林のグランディスユーカリ採種園からの種子にすぎなかった。しかし，この採種園産種子は，霜害に対する抵抗性を有しているといわれ，南アフリカから導入された種子のうち同大学演習林産地試験で霜害をうけなかったおおよそ30本の母樹をもとに造成した実生採種園であることから，種子源の遺伝範囲が狭いため，全国的な育種素材としては不十分と考えられた。ウルグアイ林木育種計画により，原産地のオーストラリア，南アフリカ等から導入された種子で，産地試験及び次代検定林等の試験地を造成し，プラス木の選抜を行い，実生採種園が造成された(写真1)。そして，その実生採種園から1999年に生産された種子が，2000年に国立種子検査管理研究所から改良種子として認定された。それはウルグアイの林木樹種において初めてのケースであった。生産された改良種子が事業用として販売され，優れた改良効果が認められている。また，グローブスユーカリについても，採種園からの種子生産が2002年に開始された。さらに，A/Cでは，2世代



写真 1 グランディスユーカリの実生採種園での種子の採種



写真 2 検定林から選抜された第2世代のグランディスユーカリプラス木(7年生)



写真 3 INIA-Tacuarembó 試験場の林業部スタッフおよびクローン化されたグランディスユーカリ 2 世代プラス木



写真 4 成長応力によるグランディスユーカリ製材における割れ目

プラス木の選抜方法書によって、グランディスユーカリ 521 本の 2 世代プラス木が選定された (写真 2)。次世代の選抜効果をより効率的に確実にするため、これらのクローンによる採種園・採穂園の造成、造林用の苗木の生産、優良遺伝子の保存等を実施するために、その母樹となるプラス木の無性繁殖技術が開発され (写真 3)、優良木のクローン化が可能となってきた。

7. 今後の課題

1965 年以降の牧畜産品の輸出不振による貿易収支の悪化と共に、第一次石油ショックは、原油の生産が全くないこの国にとって大きな打撃となり、民間 (アパート・家庭の暖房用) および多くの企業がエネルギーを重油から木材へと転換した。ウ

ルグアイ林木育種計画の開始以前における同国の用材林で生産された木材の利用内訳は、伐採木の 9 割近くが燃料用材であるといわれ、1991 年には年間木材全生産量のおおよそ 80% (250 万トン) を占め、残りが電柱用材、牧柵用材、製材品用材 (主パレット・果物箱用板) 15.8%, パルプ用材 4.2% であった。今後のユーカリの植林は、付加価値の高い建築用材および家具用材を生産するために、成長応力の少ない林木への改良が必要である。ユーカリの材質欠点である成長応力 (写真 4) の改良法については、A/C の取り組みから材質育種で実施できる見通しがついた。そして、今までの木材生産・利用目的からは必要がなかった間伐や枝打ち等の林業施業の技術開発が必須であると考えられる。

8. おわりに

1989 年 10 月に創設された INIA の予算は、農産物の販売税収による財源と、これに対して同額の政府補助金によって運営されていることから、国のニーズおよび農牧生産の社会的経済的条件に合致した技術の開発と応用に関する農牧研究プログラムを立案・実施することとされている。INIA の本部は首都のモンテヴィデオに置き、畜産、牧草改良、穀物、野菜農園、果実農園、林業等の研究部を持ち、生産的に代表地域における国内の 5 ヶ所の地方試験場を設けている。林業部は、首都モンテヴィデオから北へ約 400 km 離れたタクアレンボー市にある北部試験場のみに置かれ、ウルグアイ全土に試験地が造成されている。現在 INIA の林業部は、グランディスおよびグロブルスの両ユーカリ種の 2 世代採種園の造成、成長応力・材質調査等に取り組んでいると共に、より改良効果の高いクローン採種園の造成計画を進めている。ウルグアイ国の継続的な林業発展に大きく期待できるであろう。

最後に、ウルグアイ林木育種計画 A/C への派遣にあたり JICA 森林・自然環境協力部、同派遣支援部、在ウルグアイ日本大使館、林野庁、林木育種センター、森林総合研究所等の関係者に深く感謝いたします。また、現地では、当 A/C の植月光孝リーダーをはじめ、INIA のスタッフおよびウルグアイ林産品試験計画の皆さんに対して、ここに記して厚く御礼申し上げます。

〔引用文献〕 1) 片寄 譚 (1998) 海外プロジェクトの実績と現状 (1) ウルグアイの林木育種, 林木の育種 188 : 35-40. 2) 久保田正裕 (2001) ウルグアイ国のユーカリ次代検定林におけるデータ解析, 海外林木育種技術情報 3 : 6-9. 3) 田淵和夫 (2001) ウルグアイで早成樹ユーカリのクローン増殖技術を移転, 海外林木育種技術情報 1 : 19-26. 4) 植月光孝 (1994) 林業の現状と展望, 国際農林業協力協会, ウルグアイの農林業, 現状と開発の課題, 37-42. 5) 植月光孝 (1994) 林業の制度的, 技術的諸問題, 国際農林業協力協会, ウルグアイの農林業, 現状と開発の課題, 103-106. 6) 植月光孝 (1998) ウルグアイ林木育種プロジェクトの終了に際して, 海外林木育種技術情報 2 : 2-8.