サバ州における林木育種事業

菊　地　恒　介

1.　はじめに

マレイシアのサバ州に来て最初に感じたことは立派な早生樹種の造林地が沢山あることである。樹種はマンギウムアカシアという外来樹種であるが成長が旺盛で現地に適応し何等問題がないものと感じたほどである。

我々が配属となったサバ造林公社は毎年2千haの面積をコンスタントに植林し既に2万ha近くに及んでいる。造林技術については相当なレベルに達しスタッフは相当な自信をもっていた。しかし最近になってこれらの人工林は①自生地より成長及び形質が悪い，②導入以来同系子孫の交雑が繰り返し行われ，いわゆる近交係数が高まっている，③心材の腐れなどの病虫害の問題がでてきた。これらの問題は林木育種により解決していくという考えが高まり，私が育種の業務に携わることになり，これらの問題を解決する手助けをすることになった。早速育種の事業計画書を作成し，育種事業を進めることになった。その一端を紹介する。

2.　育種全体計画

育種の対象樹種はマンギウムアカシア（*Acacia mangium*），アウリカリホーミスアカシア（*A. auriculiformis*）及び両種の雑種とし，実生採種園とクローン採種園を造成することにした。計画書は図1のとおりである。

3.　プラス木の選抜

3.1　選抜基準

KIKUCHI, Tsunesuke : Tree Breeding Work in Sabah
元サバ州造林技術開発訓練計画プロジェクト専門家（現在，社会保険庁，社会保険事務センター）

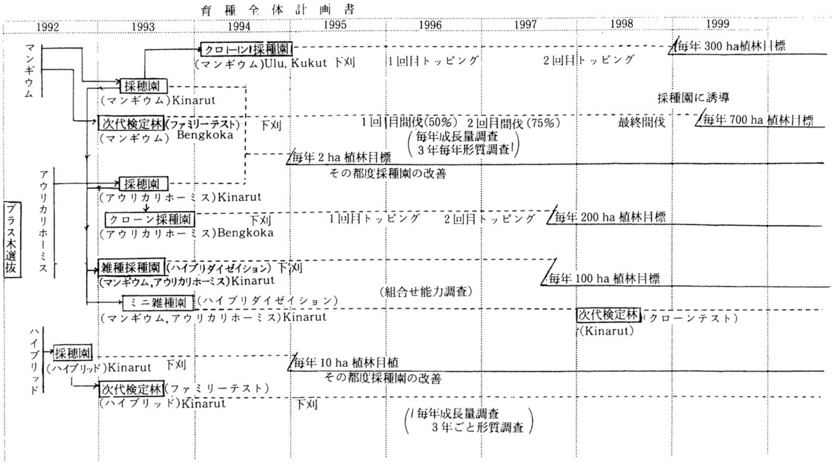

図 1　マンギウムアカシア，アウリカリホーミスアカシアの育種計画

育種目標は成長量が大きく，形質が優れ，用途はパルプ原料材を生産することにした。

また合板のコア材の用途に向くように地際から最初の枯れ枝の高さを（以下枯れ枝下高という）樹高比４分の１の高さまでのものを選抜することにした。具体的には 1：樹高，2：胸高直径，3：枯れ枝下高，4：幹の通直性（根際から幹曲がりまでの高さ），5：力枝下高（根際から将来とも枝として成長するもので選抜時点で枝径が 3 cm 以上を有する枝の高さのもの），6：幹の表面の滑らかさ，7：幹の真円性，8：その他として幹の腐れ，割れ，折れなどの欠点を選抜の項目とした。成長は樹高と胸高直径それぞれに 25 点配分し，形質には 50 点，優先順位の高い形質項目に高い点を配分し，採点による客観的評価ができるようにした。採点が 60 点以上であればプラス木とした。選抜は植え付け後４年生以上のもの，道路や林縁木から選抜しない，種子産地の明らかな造林地であること，遺伝変異を大きくするため産地試験地からは少なくとも 1〜2 本を選ぶこと。そのほかクローネが小さくその高さが樹高比の３分の１以上のものであること。

プラス候補木は候補木の周囲 15〜20 本を選抜し，そのなかで候補木の次に成長の大きい立木３本を選び，候補木の成長（樹高，胸高直径）がこの３本の大きい木の樹高と胸高直径の平均を 20% 上回っていることにした。

3. 2　選抜結果

選抜したプラス木はクローネが小さく，樹高が高く種子やさし穂の採取，取り木の作業が困難であること，５年以上のマンギウムは挿し木や取り木の発根が極端に悪くなり，増殖が難しいことが解った。広大な造林地があっても基準を充たす候補木は少なく，プラス木が数多く望めなかった。

そこで種子や挿し穂が容易に採取できるもの，基準点を下回るものでも優れた特色あるものを加えた。更に最近各原産地から種子を求めて植えた若い造林地の中から，植え付け後15か月目から優れた候補木を選定し，これを1年乃至2年観察しこの中からより優れたプラス木を選んだ。このことが早生化を生み将来成長，病虫害・気象害に影響がないかどうか懸念された。

選抜したプラス木は太くて高いものが多く，種子，挿し穂の採取や取り木のための木登り作業には非常に苦労した。日本から持ち込まれた3段式の梯子，枝打ち梯子などの木登り器はどれも実用的ではなかった。そこで特殊な縄梯子を考案しこれが非常に有効であった。プラス木の選抜作業において，どうしても実用的な木登り器の開発が必要であると考えさせられた。

4.　後代苗木の養成

マンギウムとアウリカリホーミスとの自然交雑でできた優秀な天然生林がある，これを無性繁殖により増殖し，この森林を造成していくことを検討していた。そこでこの無性繁殖技術の向上を図ることにした。

4.1　無性繁殖

最初は立木から直接挿し穂を取って挿し木をしても6,000本で僅か1.6%の発根率に過ぎなかった。ところが取り木から萌芽した穂を挿し木してみると発根率が意外に高いことが解った。しかし親木から切り離してポットに移植した取り木は10%以下の活着率であった。また取り木の技術は危険な作業が伴うこともあり，それほど進んでいなかったので，とりあえず取り木の活着率を高めることにした。

4.2　取り木

取り木は枝の太さが10 cm以上でも発根し，5 cmぐらいの枝が最も適当であった。枝の環状剝皮の幅は3 cmから5 cmが適当で10 cm以上でも発根した。しかし環状剝皮を完全に行わないと発根しなかった。剝皮の部分に巻き付ける材料は水分を適当に含む水苔が他の材料より発根率がよく，水苔にはほんの僅かの水分で足り，苔を水に漬け絞り切った状態がよく，湿り過ぎては剝皮

の部分に黴が繁殖し，発根しない。発根途中で苔は乾燥するが発根には影響なく，水分を補給する必要はなかった。親木から取り木を取り外す時点では苔は殆ど乾燥していた。

取り木の当初は外部からの水分（濡れた水苔）は必要であるが，発根の始まる頃からは剝皮の下部の方から組織を通じ流動しているものと思われる。剝皮の部分を新聞紙等でカバーしないと暑い日差しで中は蒸れて枯死する。発根は若い2年生の木が1か月で，5年生以上の木となると2か月以上かかり，高齢になるに従い発根率が悪くなる傾向を示した。

次に発根を促進するため剝皮部分にオーキシン処理を行うが，この促進剤の種類と無処理との比較をしてみると，現地で調達したセラデックスという促進剤が日本から持っていったオキシベロンより優れていた。無処理は発根するが全般に20日から1か月遅れて発根し，発根率は処理との差はそれほどなかった。

根は髭状に生育させることがこつで，アカシア類は棒状に発根するのが特徴であり，僅かのショックでこの根は本体から外れ活着率を悪くしていることが解った。髭状の根に発育させる方法を開発することは出来なかったが，1夜か2夜水に漬け，頻繁にこの水を取り替えることにして根の充実を図るようにした。

取り木をポットへ移植する際，水苔を根から外していたがこのことが根を傷める原因で，根に苔をつけたまま移植することにした。蒸散を防ぐため葉や枝を約10分の1に切り落とした。このことで取り木の活着率は60%まで向上した。これで採穂園の造成が可能となった。

4.3 挿し木

アカシア類は露地挿しでは殆ど発根せず，ミストハウスの中でなければ発根しなかった。発根にはミストハウス内の照度，挿し穂に必要なミスト量及び用土の粒子の大きさが微妙に影響した。

ミストハウスの中の湿度を高めるために挿し床全体を透明ビニールでカバーしたところよりしないほうが発根率が高く，さらに挿し床の天井を遮光率の異なる3種類の日覆（日本製のもの遮光率25%，50%，現地調達材質の50%のもの）でおおい，その違いを調べてみたところ現地調達の網の目の荒い50%のものが発根率が高く，室内の照度は6,000 lux から25,000 lux が適当で，6,000 lux 以下になると発根率が極端に劣った。

ミストは噴射間隔と一回当たり噴射時間が調整できるタイマー式で，ノズル

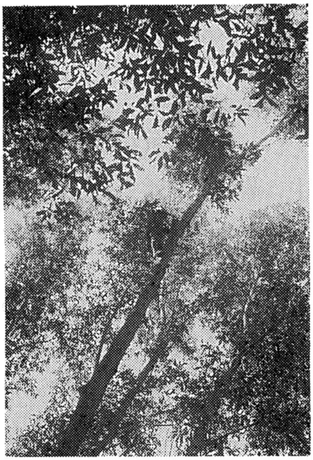

写真 1　プラス木の取り木作業

は床の下からパイプで立ち上げて噴射する方法である。ノズルから噴射するミストが噴霧器で吹き出すミスト状が理想と考えられたが，そのようなノズルが手に入らず丁度目の粗いジョウロから散水する状態である。30分に一回，5秒から15秒間がよく，挿し床の表面が常に湿り穂が乾いている状態がよかった。ミストハウスの側面はグリンネットでカバーし風通しをよくした。室内の湿度を高めたり，多目の散水をすると穂は5日から一週間で黄色に変色し，挿し床の表面は緑の黴が繁茂し発根率は低くなる。アカシア類は適当な光が必要で，湿度が高いことを嫌うようである。

アカシアの挿し穂を挿し床にさす深さは1 cmから1.5 cmである。用土の粒子が粗ければ挿し穂の落ちつきが悪く，散水や風で倒れることになり，小さければ排水性が悪く過湿の傾向となった。サバ州の東シナ海に面した河川から採取した川砂では1.250 puの篩を殆ど通過し0.425 puの篩で60%以上残る粒子の川砂が発根率が高かった。

外温は10時近くで既に34℃に達し，室温はこれよりやや低いが，床の中の温度は朝8時に24℃その後徐々に高くなり13時には28℃でそのあとは陽が落ちるまで一定であった。この状態で発根するものと考えられる。樹齢が高くなる程発根率が悪く，マンギウムは5年生以上の立木から採取した穂は殆ど発根しなかった。親木（18年生）に取り木をし，この発根した取り木を移植し，取り木から挿し穂をとり，挿し木により苗木を養成した。それぞれから穂をとって挿し木の発根率を調査したところ，苗木の穂は約40%と，次によい取り木の穂より2倍よかった。

4年生個体（立木）の穂の採取位置を4段階に分けてその穂の発根を比較したらトップにいくほど発根率が悪く地際に近いほど発根がよかった。枝から取る挿し穂は上部の節と5番目部からの節の穂は発根率が1%以下と悪く，2番目から4番目の節がよいことが現地で解っていた。

挿し穂に葉を残さないと発根はせず，葉は1枚の場合でも2枚の場合でも発根率は変わらないが，1枚の葉を2/3，1/2，1/3と切り残して発根率を比較すると，1/3を残した挿し穂の発根率がよい傾向を示した。

挿し穂の下端は直角より斜めに切り，切り返しをつけた方がよく，槍の穂先のように地面に接触部分を広くして発根条件をよくしたつもりであったが，殆ど発根しなかった。

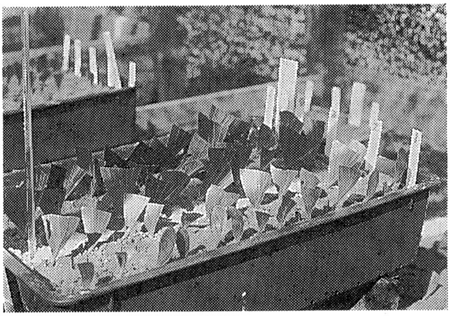

写真 2　アカシアハイブリッドのさし木

発根促進処理としてホルモン剤を用いたが，日本から持っていったオキシベロンと現地で調達した英国製のもの3種類（商品名 Seradex 1, 2, 3）と中国製1種（商品名 Moreroot）を比較したところ Seradex 3 がよかった。発根促進剤は樹種によって差があるという報告があった。

挿し床に用いる川砂はオーブンで 200℃，約3時間消毒して使用した。無消毒の用土にさした穂は数日で枯死した。ミストの用水 1 ml に 1,336 個のバクテリアが存在し，魚も住めない数値と言うことが解り，発根率を高めるためにオゾン消毒装置を取り付けた。10 ml 当たり 3 個まで下げることが出来たが，無消毒との差は見られなかった。

採穂木から取った穂の場合，19 日目で 1 cm ぐらいの根がみられ，発根する個体は 1 か月で根が発生する。根が充実した山出し苗木（30 cm から 35 cm の大きさ）には 6 か月要し，実生苗木と比べると 0.3 倍の成長である。発根率は約 60% まで向上したが我々の施設ではこの程度が限界であった。

4.4　接ぎ木

接ぎ木は挿し木のミストハウスのような施設は必要なく，作業が単純で任意の場所でできる，コストが安く，養成期間が短いなどから率先して普及したいことからとりかかった。アカシアの接ぎ木は成功した例が少なく，我々も 200 数 10 本接ぎ木をしても僅か 2% の活着率ということもあった。いずれにしても確実性に乏しく成功しなかった。

4.5　不親和性

接ぎ穂は若い木の枝を使用し，台木は 4 か月から 6 か月の苗木を使用する。マンギウムの若い木の枝の断面は三角形をなし，台木の茎とはなかなか接合しない。これまでの経験ではマンギウム同士の接ぎ木は殆ど成功せず，マンギウムは他のアカシア類とは活着した。接ぎ方は芽接ぎ，添え接ぎも試みたが，割り接ぎ以外は成功しなかった。

割り接ぎでは1か月から2か月まで穂が緑を呈し生存しているが，その後，穂は枯れてしまう。この期間の生存率は30%から50%と高いが，3か月目になると殆ど枯れてしまう。活着した接ぎ木は成長しても接ぎ目の部分は瘤状になるものが多い。作業員は接ぎ木に相当習熟したと思われたが，アカシア類の接ぎ木は3～4%程度が限度であった。

5. 採種園の造成

5.1 実生採種園

実生採種園は単木混交よりはむしろ1ロットに数本植えこれを数回繰り返す方法が現地職員の作業，採種木の管理，設計，造成作業及びあとの成長などの統計処理が容易であることが考えられた。

1ロットの植え込みは9本から16本が限界で，枝の張り具合から最初の植栽間隔は2mから3mが適当とみられた。1年で4mも成長するので，最初の間伐は植え付け後15か月とし，機械的に50%行い，2年半後25%，最終の4年目に，原則的に1ファミリー1本残すことにした。

実生採種木からとれる種子は，木登り作業，採取道具から200gから300gが限界であった。ちなみに種子1kgは40,000から100,000粒である。

5.2 クローン採種園

クローン採種園の採種木の養成は容易でないが，親の形質を100%受け継ぎ2代目の遺伝効果が実生採種園より大きいということで造成することにした。採種木の養成が比較的容易なアウリカリホーミスのクローン採種園を造成することにした。ファミリー数18，4回の繰り返しとし，植栽間隔5mとした。翌年マンギウム採種園を造成することにし，ファミリー数36，4回の繰り返しにすることにした。

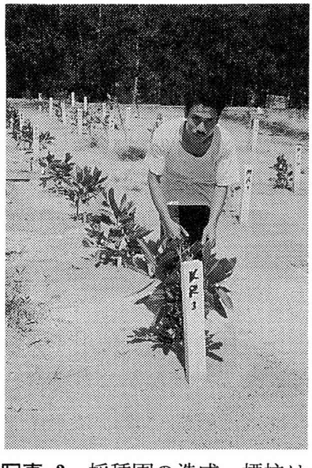

写真 3 採種園の造成　標柱はプラス木名

将来採種園から得た種子をファミリー毎に100本づつ植え，このファミリーの中からプラス木を選抜し，プラス木から無性繁殖により採種木を養成しクローン採種園を造成し，この方法でファミリーの改良を図るのである。しかし近い世代で選抜限界に達するので，採種園の造

成の都度新しいファミリーを加え，ある一定の基準に達しないファミリーは除去することにした。

5.3　ハイブリダイゼイション採種園

ハイブリッドの成育と形質がアウリカリホーミスの形質に近く悪いと言う報告がある。しかしマンギウムとアウリカリホーミスとの自然交雑で出来た天然生林は約100 haに及び，同一区域内にマンギウムとアウリカリホーミスが存在する環境条件は全く同一であるが，ハイブリッドは成長と形質ともに優れている。

現地ではハイブリッドを将来の造林樹種と考えているが，現段階ではまだハイブリッドで人工林は造成されていない。正確な形態や形質が明らかでない，マンギウムとアウリカリホーミスのプラス木から挿し木により苗木をつくり，1ファミリー5本，マンギウム4ファミリー，アウリカリホーミス5ファミリーとし，縦の一列にマンギウムの同一ファミリーを5本植え，隣の縦の一列にはアウリカリホーミスの異なるファミリーを1本づつ5本植え，次の列はマンギウムの前とは異なるファミリーを5本植える。次の列には前のアウリカリホーミスと同様に植える。この方法で全ての個体が2回づつの組み合わせとなる。

またそれぞれの個体の開花，結実時期などを把握し，最もよい組み合わせやその子孫の成長量を調べるためミニ採種園をつくった。苗木を大きめのポットに植え，マンギウム，アウリカリホーミスのそれぞれ8ファミリーとした。これらは4年後には開花し数年後には少しずつ成果が判明してくることになる。

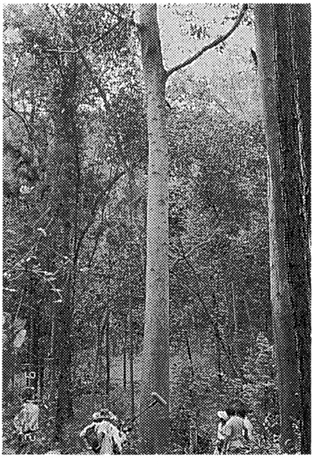

写真 4　アカシアハイブリッドの天然生林のプラス木樹高28 m；胸高直径62 cm；推定18年生

6.　産地試験

造林公社にはいくつかのマンギウムアカシアの産地試験地がある。どこの自生地のものが現地に適応するか，またよく成長する個体を見いだしたり，それぞれの自生地の特徴を知るための試験地である。

6.1　マンギウムアカシア産地試験

試験地は，サバ州の東シナ海に面した海岸に近い林地に，北部，中央部，南部に設置されて

いる。北部，中央部は10年生，南部は5年生である。産地はオーストラリア，インドネシア，PNG及びサバ州で育った2，3世代の個体がある。1試験地には，11から12の産地が使用されている。南部から北部に上がるにつれ雨量も少なく土壌条件が悪い。北部は雨季が4か月間である。サバ州ではPNGのオリオモリバァの産地が成長よく，いくつかの報告書でもこの産地のものがよいということで，北部の試験地でもこの傾向であった。しかし雨量が比較的多い中央部，南部の試験地では断然サバ州で育ったもの（2，3世代）がよく，成長，形質とも他の産地に比較して有意差が認められた。南部は，北部の成長のよいものより年数が若くても成長で1.2倍優れていた。大抵マンギウムの枯れ枝下高は2m前後であるが，南部の土壌条件のよいところは3mを越えて形質が優れていた。

マンギウムは，土壌条件の悪い草地の植林は成長が5〜6年が限度と考えられるが，北部の試験地でも外観から見ても木の上部や葉の色が生気がないことから分かる。枝の枯れ上がりが遅く，落下後，枝跡は被覆されても表面は膨れ上がり，この部分を切断するとほとんどが芯腐れになっている。雨量の多い試験地では，力枝下高が高く，幹曲がりが少なく，多幹のものが見られなかった。北部のものを除いて，サバで育った個体は他の産地のものより成長，形質が優れ1〜2回の選抜の効果が現れていると考えられた。3か所の試験地を関連づけた統計処理ができることが望ましかった。

6.2 アカシア類の産地適応試験

プロジェクトには，マンギウム，アウリカリホーミス，アルコカルパ（*A. aulacocarpa*）及びクラシカルパ（*A. crassicarpa*）4種の産地別成長比較試験地がある。産地はマンギウムが2，以下3，3，5で計13か所，サバ州，オーストラリア及びPNGの産である。それぞれの産地をランダムに4回の繰り返しを行っており，調査時点で2年を経過しているに過ぎない。

初期成長は図2でも明らかなようにクラシカルパが優れ，またこの樹種のどの産地も他の樹種の産地に対して有意差を示した。

形質ではマンギウムが力枝下高，通直性において有意差が認められた。若年性のためまだそれぞれの樹種の特徴を現わすまでには至っていなかった。しかしアルコカルパ及びクラシカルパの幹には穿孔虫の被害が見られた。そのほか育種に関する調査分析をおこなったが継続的に調査するものが多くプロジェクトが開始以来7年で閉じるのは，アカシア類の特性を知る上でも，育種を進める上でも非常に残念である。

樹　　種	胸高直径（cm）	樹高（m）	材積（m³）
マンギウム	9.2±2.6	9.6±1.9	0.037±0.020
アウリカリホーミス	7.8±1.9	9.3±2.5	0.027±0.020
アルコカルパ	7.7±2.4	9.5±2.5	0.027±0.017
クラシカルパ	11.2±2.8	12.0±2.3	0.062±0.029

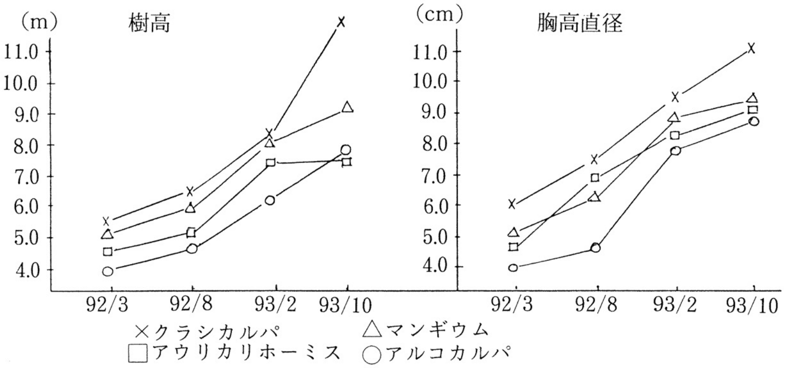

図 2　アカシア類 4 種の初期成長

お　知　ら　せ

No. 32 に掲載しました「最近のラオスの森林・林業」について著者の円谷浩之氏から訂正のお申し出がありましたのでお知らせいたします。
p. 19 下から 10～8 行のパラグラフを下記のように読み変えて下さい。

「ラオスは 1990 年 2 月に NFAP を作成しており，同年 12 月には円卓会議Ⅲ（ラオス政府と各ドナーが一堂に会して資金調達やプロジェクトの着手について話し合う会議）が行われた。1995 年 2 月にはラオス林野局の求めに応じて各ドナーがビエンチャンに集まり，これまでの実施状況と今後の計画についての話し合いが行われた。」

事務局