

「ハイブリット・アカシア」の育種とその利用

古 越 隆 信

1. まえがき

種間交雑による雑種強勢育種は、一般の植物で普通に利用されているが、植林用の林木では、研究例はあるが実用化された例は極めて少ない。ところが最近アカシア・マンギュームとアカシア・アウリカリフォルミスとの種間雑種とされている所謂“ハイブリット・アカシア”の植林が、ベトナムをはじめ東南アジアの国々で大変人気があり、益々増加する傾向にある。この雑種は早生樹としてはポプラより容積重が大きいため用途が広く、成長量も 25 m³/ha/年ほどが見込まれる（早生樹協議会資料）とされている。しかしこの雑種は自然雑種をもとに実用化が進められているので、いまだ解明されていない多くの問題を残している。

そこでこの雑種の生い立ちからその実態を明らかにすると共に、最近筆者が訪れたマレーシア国サバ州およびベトナムにおける造林地の視察経験を踏まえて、早生樹として実用化する場合の問題点について述べて見たい。

2. 「ハイブリット・アカシア」の生い立ち

2.1 両親種の導入経過

アカシア・マンギューム（和名ではマンギウムアカシアとも呼ばれ、学名は *Acacia mangium*, 以下 Am と略す）が熱帯の造林樹種として登場した歴史は比較的新しく、1966 年（他の文献には 1967 年の記述もある）にオーストラリア人森林官 D.I. Nicholson によってオーストラリア産の種子がマレーシアのサバ州に持ち込まれ、試植が行われたといわれている。この成果をもとに 1973 年

Takanobu Furukoshi : Hybrid Acacia, “*Acacia × manauriculiformis*”, As a Planting Species in Vietnam.

元 JCA 派遣専門家, フジ森林研究室 (FFRI)

から同州の SAFODA（林業開発公社）が本格的にこの樹種の造林事業に着手している¹⁾。一方アカシア・アウリカリフォルミス（和名ではカマバアカシアとも呼ばれ、学名は *Acacia auriculiformis*, 以下 Aa と略す）はオーストラリア北部とパプアニューギニア南部に広く天然分布している。また東南アジアへの導入の歴史も古く、一般造林は勿論のこと、道路や公園のほか河畔林の造林などにも広く利用されてきた。この両種の自然交配によって出来た雑種が、“ハイブリット・アカシア”（以下 Hb と略す）と呼ばれている。

2.2 Hb に関する研究

最初にこの雑種が話題になったのはサバ州である。先に植えられていた Aa と後から導入された Am との間に生じたと思われる自然雑種個体が、道路沿いに植えられていた並木で発見され、その成長が著しく旺盛であるという観察結果が 1972 年に M. Hepburn らによって報告された²⁾。その後パプアニューギニア (PNG) からも同様な報告があった。これに対しオーストラリア、マレーシア、ベトナムなどで研究が行われ、この雑種が広く注目されるに至った。

これまでの研究の多くは、主にオーストラリアの ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) が発行した Proceedings No. 35, 37 および 82 に収録されている。さらに最近これらの成果をもとに、ベトナムの育種研究者 Dr.L.D. Kha が、ベトナム森林科学研究所 (FSIV) で長年行ってきた研究を含め、豊富な内容を収めた著書²⁾が出版されている。

2.3 命名と雑種の同定

Kha²⁾ によるとベトナムでは「ハイブリット・アカシア」の命名は、國際植物品種命名規約 (IUBS) に従って *Acacia mangium* × *A. auriculiformis* または *Acacia* × *manauriculiformis* と記述することにし、メス親は *mangium* オス親は *auriculiformis* であるとしている。

また対象が自然雑種なので、通常目的とする個体が雑種であるかどうかを同定する必要があり、その識別法としては両種の葉の形態形質が指標として使われてきた。この葉形（厳密には phyllode（偽葉）の形態



写真 1 サバ州ウルクク造林地で選ばれたハイブリット・アカシア

—主葉脈の数、葉長/葉巾比など)による識別法は、両種とも分布域が広く、産地試験の結果³⁾からも明らかなように、成長や形態形質に地域変異があるので、その精度は高くないと思われる。また核型分析やアイソザイム分析による識別も試みられたが、最近ではDNAマーカーによるこの雑種の判定法が確立されている⁴⁾ので、この方法を用いるのが最も確実である。このDNA法によって今まで雑種とされてきたクローンのなかには、少數ではあるが雑種でなく親種そのもののクローンの含まれていた例も発見されている。

2.4 自然交雑種の発生率

AmとAaが天然分布する地域の立地条件を見ると、標高と緯度で見る限りではオーバラップしているが、実際の分布域はかなり離れていて、天然には同じ林分に混生するようなことは少ない。かって筆者はPNGのOriomo河流域でAmと同じ林分に混生している*Acacia crassicarpa*は、Amとの間に自然雑種を作らず、それぞれの稚樹が住み分けて更新しているのを観察した。その時それぞれの親種を維持するために、両種の間に交雑バリアが働いているのではないかと推測した。この点ではAmとAaはかなり離れて分布しているため、このバリアの発達が弱く自然雑種が生じ易いのかも知れない。

この点について、Kha²⁾の著書に収録されている雑種々子の自然発生率を見ると、3.3～9.3%となっている。また、筆者がマレーシア森林研究所(FRIM)で見学時に受けた説明(1988年視察時)では、3%程度だとのことであったが、その後幾つかの雑種採種園を造成した企業から、雑種々子が殆ど得られなかつたということも聞いている。さらにサバ州のウルクク(ULU KUKUT)ハイブリット保存林も視察したが、この林分は27年前に山火跡地にAmを造林したところで、この中にHbが点生している造林地であった。この造林地で選抜されたHb個体の頻度は、1/500本と記載されている³⁾が、現在の林分を見る限り恐らく数千本に1本くらいの割合であろうと推計された。従がって、雑種の自然発生率は極めて低いと思われる。

2.5 人工交配の困難さ

雑種の遺伝的性状を知るには、計画的な交雑実験により、開花期、受粉様式、交雑能力、自殖率などが明らかにされなければならない。この人工交配のテクニックについては、1992年にACIARのTechnical Report No. 20が出ているが、実際には花器の構造上人工交配の際行なう除雄が極めて困難であり、なかなか成功しないという。そのため、未だ人工交配実験の結果についての報告は見当たらない。

ダイオウショウとテーダマツの自然雑種は、天然に発生する。ダイオウショウには幼時に頂芽の伸びないグラスステージがあるのに、自然雑種にはそれがなく初期成長が著しくよい。そこで、この雑種の人工交配を試みたが全く成功しなかったという例がある。このような例は、交雑稔性の極めて低い組合せによく見られる現象だが、Am×Aaの組合せもこの類で、交雫能力の極めて低い例だといえる。

3. 林業上求められる実用形質と育種

3.1 改良目標形質

Hbに求められる実用形質は、本来Am材生産事業の中で、より生産量の高い品種として注目されてきたもので、本質的にはAmと同じ改良目標形質もつ。生長量という量的形質では、成長旺盛な個体を選抜しクローニングすることにより優良クローンが固定できる。しかし造林事業を進めるに当たっては、収穫物の形質だけでなく、育成中の安全性を支配する病虫害や気象害の抵抗性等各種の被害に関係した質的形質がある。この点でAmの造林で豊富な経験のあるサバ州で取り上げられた質的形質を、文献から拾ってみると表1のようになる。

このような一般形質の他に、同じ樹種でも生産目標によっては求める形質が多少異なる。一例としてマレーシア・サバ州における合板生産企業がその原木に求めている形質をあげると表2のようになる。これらの形質は合板用原木に

表1 アカシアマンギュウムに求められる質的形質^{1,5)}

生産物の品質関連	事業の安全性関連
一般：幹の通直性、自然落枝	病害：赤衣病(樹冠枯死)、芯腐病抵抗性
用材：物理性、材の色、加工性	虫害：食葉害虫、アリ、カイガラムシ
パルプ：比重、収量、紙パルプの品質	気象害：風害

表2 合成用原木の生産で求められる形質⁶⁾

成長量：収穫時に30cm以上の直径、出来れば15年生で82cmを希望

幹の形質：①通直性、②真円性、③無節性

枝の形質：細く、自然落枝性が高い

心材の形質：空洞、パンキーhardt (punky heat、熱帶材に見られる脆い心材)

心材腐朽など欠点のないこと

接着性：樹脂分が少ないこと

乾燥性：含水率10%以下に乾燥することが容易なこと

ついて記述されているが、勿論一般用材でも通用するものもある。

これらの目標形質の中で今後 Am や Hb に求められる改良目標は幹の形質である。一般に Am は人工造林した場合最初の樹間距離が広いため、幹に曲がりと多幹性の形質が出やすい。従来は Am, Hb ともにパルプ用チップや纖維板製造など工業原料としての需要が見込まれていたが、今後は建築材や家具材としての利用にも目標が拡大されていくので、用材としての適性形質を備えた丸太の生産が望まれる。

3.2 育種と保育

前項で述べた各形質は、長期的には育種で対応することも可能である。とくに成長量については母樹の選択時に、先ず成長の旺盛な個体を選び、その中からさらに幹や枝の形質で望ましい個体を選べば、挿し木の容易なこの樹種では満足できるクローン品種を育成することが可能である。これらクローンを試植してその他の形質について検定を行って、満足できるクローンを再選抜するならば、すべての目標を達成することが可能である。しかしこれら形質のすべてが、育種的に対応できるとは限らず、保育技術と育種の相互作用に負うものもあり、形質によっては保育技術のみに負うものもある。

これら実用上重要な形質を改良するには、それぞれの遺伝様式を確認した上で、成長の優れたクローンにその形質を取り込むという方法がオーソドックスな手法であるが、それにはかなりの時間が掛かる。ところが林木の育種では一般に選抜の対象となる親集団が、遺伝的多様性に富んでいるので多因子同時選抜、つまり成長形質と同時に他の質的形質も加味し、多くの形質について同時に選抜するという方法が可能である。

一方育種的対応は時間と経費がかかるが、質的形質には保育技術で十分対応できるものがあるので、保育技術に経費を投入する方が有利な場合も多い。むしろ時間のかかる育種は、企業体の造林計画の中に組み込んでおき、次世代からの効果を狙うとして、当面は植栽間隔、間伐、枝打ちなど高品質材生産のための手入れにより多くの経費を投入すべきであろう。

この点を前述の幹の形質について考えてみると、幹の通直な個体は PNG での調査によると、1,000 本に 1 本の割合で存在するので、選抜によりかなり育種的改良効果が期待される。一方保育技術では通常下刈りはするが、枝打ちはしないという施業が多い。この際枝打ちと多幹性の補正という作業を組み入れるならば、良質な木材の生産に大いに寄与できる筈である。

4. Hb の優良性

過去に選抜された Hb と両親種とされる Am または Aa との比較例を、関係する主な文献によって概観して見たところ、成長に関する形質には両親種を超えるものがあるが、材質や形態形質では両種の中間となるものが多いようだ。しかし中には、ネガティブな報告もあり、樹形が Am より悪いという報告⁸⁾ やサバ州で導入した種子源には勝るが、他の産地のものに比べると劣っている⁹⁾ といった報告もある。

先に紹介した Kha の報告³⁾ には、具体的な試験結果から、雑種と両親種との比較例が報告されている。この中で成長の旺盛な実験例として、供試クローン数の多い 2 例をここに紹介してみる。まず 24 本の選抜木を 85 cm の高さで伐り、そこから萌芽させた枝を用いた挿し木で、34 のクローンを養成した。そして各クローンの発根率と植栽後の成長量とを Am と比較した例がある。この結果を要約してレンジで示すと表 3 試験 1 のようになる。またもう一つの例は、1996 年～1997 年にベトナム南部森林研究所 (FSIV) が北部の Ba Vi (常設試験地) と東南ベトナムの 2箇所で選抜した 47 クローンの 5 年生と 8 年生の成長量を Am と比較したデータがある。これを同じようにレンジとして示すと表 3 試験 2 のようになる。

この 2 例から見て雑種とされているクローンは、Am に比べて成長が旺盛であり、中には 2 倍、3 倍になっている例もある。この場合、Am の基準として用いた対象クローンの取り方で、この値は大きく変わるはずで多少の疑問は残るが、このデータで見る限り Hb は格段に成長がよいことになっている。またもう一方の親とされている Aa との比較はここにはないが、一般に Aa は Am より成長の劣るのが常識となっているので、Hb は両親より成長が旺盛だということになり、雑種強勢の現象が現れているといってよい。

次に発根率は 3.4% から 85.7% までかなりの開きがある。実用化にあたっては、例え成長その他で

優れたクローンでも
発根能力の弱いもの
は実用化できないの
で、特にこの形質は重
視されなければなら
ない。

表 3 Am を 100 とした場合の雑種クローンの DBH
並びに樹高の指標および発根率のレンジ²⁾

形 質	試験 1 (2.5 年生)	試験 2 (5-8 年生)
DBH 指数	162.4-202.2	125.3-229.5
樹高指数	163.5-311.8	112.8-225.8
発根率	3.4%-85.7%	

表 4 パルプ収量に関する形質(原典T. Hibino 1996)²⁾

形質	Hb(雑種)	Am	Aa
材の比重	0.542	0.438	0.505
カッパー値	21.4	17.6	18.7
全パルプ収量(%)	52.8	52.8	51.4

さらに生産材の物理的、化学的性質の多くは、Kha の報告²⁾では、両親種のほぼ中間の値を示しているので実用

上は問題ない。またパルプ原料としての適性についても表 4 のような詳しいデータがあり、これによると両種の中間かやや高い値を示している。この他、生産された紙の性質として裂断長、耐折強度、艶などの点では Am, Aa 両種より Hb が優れているという結果になっている。

5. 早生樹資源としての利用

通常伐期 10 年未満で収穫される早生樹造林では、初期成長の増大がすべての形質に優先される。ハイブリットという用語には、極めて成長力の旺盛な雑種強勢効果を想起させる言葉の響きがあるので、成長量の点で過大な期待をもち、少数のクローンで大面積の造林に走ることのないよう、特に注意する必要がある。

5.1 林地への適応性

植林により木材の生産を図ろうとする場合、他の一般農作物等とは異なり、①生産期間がかなり長く数年または数十年にも及ぶことと、②事業面積が広大で、栽培環境を人為的に制御することが難しいこと、という 2 つの条件がある。そのため、植栽後は与えられた自然環境に順応して生育しなければならない宿命をもっている。これに対しては、植栽する苗木の方もある程度の環境の変動に耐え得るよう、遺伝的にも多様性を持った植林材料が望ましい。ところが林木の雑種を利用する場合は、雑種第 1 代の中から優良個体を選んで利用するので、実用材料はクローンか半兄弟家系となり遺伝的多様性は著しく狭められるので、収穫までの安全性が損なわれる恐れがある。また別の観点から、それぞれの親樹種には生態的ニッチがあるが、雑種にはニッチがないので林業では実用化は無理だという意見さえある。

この点を考慮して、Hb の造林では最初はなるべく多くのクローンを準備し、各クローンは小面積単位で植林しておき、その後逐次優良系統を絞って行くというブラジルの ARACRUZ 社で実施している方法が採れれば理想的である。

5.2 繁殖技術

他殖性植物の場合は雑種第2代で形質が分離してしまうので、雑種第1代の育種効果はなくなる。筆者はサバ州でHbから種子をとって育苗した例を見たが、その中にはわい性苗(dwarf)が発生し、明らかに遺伝的に劣化していることが分かった(写真2)。また人為的に雑種々子を得ることが困難なので、現実には雑種第1代の中から優良個体を選抜してクローンとして利用せざるを得ない。この場合は苗木を得るために組織

培養やさし木によるクローン養成技術の確立が、絶対必要な条件となる。したがってHb造林を計画する場合、最初のうちはAmの中から精英樹を選んで実生苗で改良効果をあげ、その補完としてHbを使用し、その間にさし木技術を確立してHbクローンの利用を進め、最後にクローンの淘汰も行なってより一層生産を上げるという過程を経るのが妥当な計画である。

5.3 品種としての取扱い

現在Hbの植林に最も熱心なのはベトナムである。勿論サバ州でもタワウには民間企業の行なった立派な植林地もあるが、意外とその事例は少ない。ベトナムの1986-92年の統計を見ると、Aaは4.3万haの造林実績があるのに、Amは2.3万haしかなく、その大部分は最近のものでHbである。これからみてAm造林の歴史はごく新しく、しかも最近のAm植林事業では殆どHbが使われているようである。

前述のようにベトナムではHbをAcacia×manauriculiformisと命名し、一品種として扱っているし、一般にも单一品種のように認識されているが、その内容をみると遺伝的には多様性に富んでいて、選抜された個体数だけ品種があることになる。そのためHbをさし木品種群とみなし、評価はあくまでもクローンか、または育成過程で混合クローンとなったものをそれぞれ別品種としてCV. No.で整理し、それぞれ1品種として評価して次代の選択に備えるべきである。



写真2 ハイブリット・アカシアから採取した種子を育苗した苗木の中に含まれていた、わい性 (dwarf) 苗

6. まとめ

本稿の内容を要約し、Hb の早生樹としての利用についての提言をまとめる
と次の 5 項目になる。

① Hb といわれているものの中に種間雑種でないものも含まれているが、造林成績のよいものならば実用上は問題でない。② Hb は一代雑種として扱うので、さし木で造林用苗木を生産しなければならない。Hb から得た実生苗には遺伝的障害が認められるので、実用化すべきでない。③ 実用造林に当たっては、伐期までの安全性を考慮して、当初はなるべく多くのクローンを用いた混植または小面積造林とし、次世代から優良クローンを淘汰して育種効果を上げるという方策を探るべきである。④ Am の実生造林地のあるところでは、精英樹の選抜による改良実生苗の利用も併用すべきである。⑤ 将来は幹の形質改良に力を注ぎ、建築材や家具材などの用材生産に用途を拡大すべきである。

〔参考文献〕 1) 加藤亮助 (1995) 热帯樹種の造林特性 (5) マンギウム, 热帯林業, 新 34 号, 70-75. 2) L.D. Kha (2001) Studies on the use of natural hybrids, 171pp. Agriculture Publishing House, Ha Noi. 3) N.H. Nghia and L.D. Kha (1998) Selection of Acacia Species and Provenances for Vietnam, ACIAR Proceedings No. 82, 130-135. 4) 白石 進ほか (2001) : 未発表. 5) 本郷浩二, 藤本末彦 (1990) アカシア・マンギウムの天然更新施業, 热帯林業, 新 17 号, 2-8. 6) 古越隆信 (2003) マレーシア・サバ州のアカシアマンギューム造林の現状, FGT No. 14. 早生樹協議会編. 7) 石橋暢生, 古越隆信 (1999) : パルプ材を目的としたアカシア・マンギュームの育種. 110 回日林大会学術講, 306-307. 8) K.C. Tham (1976) Introduction to plantation species. *Acacia mangium* Willd. Proceeding of the 6th Malaysia Forestry Conference. 9) C. Pinso and R. Nasi (1991) The potential use of *Acacia mangiumu* and *A. auriculiformis* hybrid In Sabah. ACIAR Proceedings No. 37. Canberra.