

インドネシアにおける早生樹の 材質育種と育林研究

中 村 健太郎

I. はじめに

陸域生態系の中で、大気中の CO₂ 濃度の低減・安定化に最も寄与しているシステムの一つとして森林が挙げられる。その中でも、その面積および成長量から、最も大きなポテンシャルを有していると考えられるのが熱帯林である。しかしながら、近年の乱伐や無秩序な焼き畑等により熱帯天然林は減少の一途を辿っており、また熱帯林の減少に伴った生物多様性の損失が問題となっている。熱帯天然林を CO₂ の吸収源として考え、その減少傾向を止めること、即ち熱帯林に直接的に関与し、過度の商業伐採や違法伐採、無秩序な焼き畑を抑制することが、生物多様性や天然林の保護に繋がると考えられるが、熱帯天然林は地域住民の生活や経済と深く関わっているため、単に熱帯林を再生すれば良いという問題ではない。そこで、天然林の保護と地域経済を両立させる方法として、耕作放棄地での人工林経営が考えられる。この方法は、天然林を切り開いて人工林を造成するのではなく、既に造成され、放棄された耕作地や、採算が取れなくなり荒廃し始めている農業プランテーション地を対象として実施する人工林経営であり、間接的ではあるが天然林の保護に高い効果を示すとともに、植林地から工場に至る広範囲な地域経済を支える礎となると考えられる。即ち、人間が利用させてもらう人工林と天然林の住み分けを行うことが、天然林保全への実際的手段であると考えられるのである。

そこで、本研究では、熱帯林における持続的な森林の維持と利用とを進めるために、一定の生産性を有する地域において、さらにその生産性と木材産業の収益性を向上させ、人工林経営の安定化を図るとともに、そのことが直接 CO₂

Kentaro Nakamura : The Studies on Breeding for Wood Properties and Silvicultural Techniques in Fast Growing Tree Species in Indonesia.

住友林業株式会社筑波研究所

シンク強化に資するか否かを検証することを目的として、早生樹種苗の遺伝的強化と森林育成技術の高度化を図ることを目的とした。さらには、このような取り組みを通じて、熱帯地域の森林資源およびCO₂シンクの強化が図られれば、植林事業における投資リスクの軽減化によるCDMの拡大も期待できると考えている。

なお、本研究は、2003年4月より環境省地球環境研究総合推進費のうち略的研究開発プロジェクトである「S-2 陸域生態系の活用・保全による温室効果ガスシンク・ソース制御技術の開発—大気中温室効果ガス濃度の安定化に向けた中長期的方策—」（2003～2007年度、研究代表者：山田興一（成蹊大学））のサブテーマとして実施されている。本プロジェクトは、7つのサブテーマから構成されているが、当社はそのサブテーマの1つである「テーマ1b 森林造成技術の高度化による熱帯林のCO₂シンク強化」に参画している。

本テーマでは、具体的には広範囲な熱帯地域において植林可能であり、且つ一定の生産性が期待できる早生樹を対象に、より高度なCO₂の吸収を可能とする経済林を実現するため、産地選択や個体選抜により成長量が大きく且つ材質の優れた種苗を獲得するとともに、両者の経済的バランスが最大となるような森林育成技術を開発することを目標としている。

II. 研究内容

対象樹種は、熱帯マメ科早生樹の *Paraserianthes falcataria*（通称：ファルカタ）及び *Gmelina arborea*（通称：メリナまたはメライナ）とした。ファルカタは、マメ科の早生樹であるため、窒素固定菌との共生により土壌条件の悪い場所を含む広範囲な熱帯・亜熱帯地域での植栽が可能である。材質は軽軟で（比重0.1～0.3）、加工性は容易であるが、10数年前までは利用面で課題を抱えていた樹種であった。最近になり、その“軽さ”を生かした製品として、1gでも軽量化を計りたい自動車部品やドアのコア材等に利用されるようになり、一気にその利用が進んでいる。メリナは、クマツヅラ科の早生樹で、こちらも広範囲な熱帯・亜熱帯地域での植林が報告されている樹種であるが、ファルカタに比べ比重が高く、より広範囲での利用が進みつつある樹種である。さて、両樹種に関する育種や育林技術の開発であるが、著者が知る限りでは、ファルカタについては一時期のブームで植林が進められたが、利用が進まなかったことから、育種や育林技術といった林業の基本技術の開発はほとんど進んでいない。一方、メリナに関しては、国際機関の取り組み等により、熱帯早生樹とし

ては組織的な育種が進められたが、成長速度が重視され、材質が蔑ろにされてきたため、MDF 原料としては利用が進んでいるが、合板等のソリッドに近い製品での利用が進んでいないと思われる。

そこで本研究では、両種の育種及び木質原料を生産できる植林技術の体系化を目指し、下記の研究をインドネシア・東ジャワで進めている。

1. 産地選択および個体選抜による早生樹種苗の遺伝的強化

(1) 新たな産地の導入を伴う実生採種林の造成と評価

本研究は、栗延 晋 ((独)林木育種センター関西育種場)、千吉良治、小川靖 (同海外協力部)、加藤 剛 (住友林業(株)筑波研究所)により実施されている。

ファルカタについては、ソロモン産、パプアニューギニア産、イリアンジャヤ産、東ティモール産、マルク産、フローレス産、東部ジャワ産及び中部ジャワ (2 産地) の計 9 産地を供試し、植栽間隔 2、3 及び 4 m に設定した産地密度試験地を造成した。また、イリアンジャヤ 1 産地の 24 家系、イリアンジャヤ 3 産地の混合種子、東部ジャワ産 3 家系、ソロモン 2 産地の混合種子の計 32 系統の種子を用い、実生採種林を東ジャワ州クラタカンに 3 箇所設定した。さらに、標準的な成長モデルを作成するため、東ジャワ州パレにある 3~5 年生のファルカタ人工林内 (植栽密度 3 m×2 m) に固定プロットを設け、成長量調査を行った。密度試験では、樹高、胸高直径及び通直性の調査から、産地間差が認められ、樹高成長では東部ジャワ及びマルクが、胸高直径ではマルクが、通直性ではソロモンが優れていた。また、実生採種林における樹高、枝下高及び通直性の調査結果においても系統間差が認められ、狭義の遺伝率はそれぞれ 0.130、0.146 及び 0.191 であった。人工林に設定した成長調査用固定プロットでは、樹高及び胸高直径の調査結果から暫定的な林分成長モデルを算出するとともに、生産材の径級別予測にもとづく利用材積予測モデルの作成に着手した。さらに、上記の育種試験地の分析結果とファルカタの林分成長モデルを用いて、CO₂ シンク強化に向けた中長期的な育種戦略の検討を始めている。

(2) 材質及び成長量を指標とした優良木の評価手法の開発

本研究は、山本浩之 (名古屋大学生命農学研究科)、井上嘉彦、土屋守雄、市川裕司 (住友林業(株)筑波研究所)により実施されている。

高 CO₂ 吸収能 (成長量が多い) を有し且つ経済性の高い (材質が良い) 優良木を育種するためには、成長と材質および加工性の関係を明らかにし、材質育種法を確立する必要がある。そこで、ファルカタについて、東ジャワ州パレ

にあるソロモン産及びジャワ産の7年生ファルカタ人工林を対象として、胸高直径を目視で小～大の3区分（成長速度で遅～速）に分けた後、各区分が16～17本となるように計50本の立木を選抜した。選抜した個体を用いて、1) 材質パラメータと加工性パラメータの調査、2) 成長と材質および加工性の相関性についてデータ取得を進めた。材質試験は、名古屋大学において、加工性試験はプロボリングにあるP.T Kutai Timber Indonesia社の合板工場で実施した。その結果、寸法・形状安定性を始めとしたほとんどの加工性パラメータ及び繊維長・形状安定性（乾燥幅収縮率）において、径級（成長速度）との相関は認められなかった。この結果から、育種を行う際に成長の早い個体を選抜しても加工性上問題がないことが示唆された。また、歩留まりに関しては、径級との相関が認められ、天然林合板用木と同様に径級が大きいほど歩留まりが高くなるという結果が得られた。この結果は、成長速度が早いほど経済的な価値が増すことを意味し、成長速度をあげることは森林経営上有利に働くと言える。

メリナについては、スラウェシ島の人工林において、ファルカタと同様な基準で計50本の材料を採集し、現在成長、材質及び加工性パラメータの検討及び相関性について研究を進めている。

2. 早生樹による森林育成技術の高度化

(1) 育苗技術の高度化

本研究は、横山峰幸（(株)資生堂）、中村健太郎（住友林業(株)）により実施されている。

他のテーマにおいて高CO₂吸収能（成長量大きい）を有し且つ経済性の高い（材質が良い）優良木が育種された場合、これをクローン増殖する必要がある。また、クローン増殖した苗を育苗する期間を短縮化することにより経営に係る負担を軽減することができる。本テーマでは、組織培養による大径木からのクローン増殖法、新規発根促進剤を用いた挿し木による苗生産技術およびVA菌根菌を用いた育苗法の開発を進めている。組織培養では、ファルカタについて1つの芽から大量の芽の塊（多芽体）を誘導・増殖し、その多芽体から芽を伸長させる条件が解明されている。また、挿し木法では、(株)資生堂が開発した新規発根促進剤であるIBL及びKODAを用いることにより、地上部及び地下部の成長を増加させる効果があることが見出された。VA菌根菌については、大阪ガスより購入した研究用VA菌根菌資材を用いて試験を行ったところ、資材混合量が増えるに伴い、上長成長が促進されることが判明した。

(2) 育種素材の遺伝的変異の解明

本研究は、井出雄二、齊藤陽子（東京大学農学生命科学研究科）、石尾将吾（住友林業(株) 筑波研究所）により実施されている。

上記(1)において育種研究が進められているが、育種を効果的に実現するためには、育種素材の遺伝的特性を把握することが必要である。そこで、ファルカタについて、マイクロサテライトマーカー6遺伝子座を開発し、これまでに種子を収集した8集団とジャワ島における人工林7箇所について、遺伝的変異を評価した。その結果、これまでジャワ島に植栽されてきた人工林は、類似の遺伝的背景を持つことが示唆された。一方、本プロジェクトで収集した産地のうちマルク、パプアニューギニア及びソロモンは、これまで全くジャワ島に導入されたことがなく、今回新規に導入したものであると考えられた。しかし、産地の中には家系統が少ないことが示唆されるものもあり、産地内で多くの家系を収集することが今後の課題であることも明らかとなった。メリナについては、現在マイクロサテライトマーカーの開発及び遺伝的変異の評価を行っている。

(3) 最適育林法の開発とCO₂吸収評価

本研究は、松根健二、中村健太郎（住友林業(株) 筑波研究所）により実施されている。

ここでは、早生樹植林において立木密度と施肥が成長と材質に与える影響を解明し、CO₂吸収能と経済性に優れた育林技術を開発することを目的としている。密度管理試験においては、1m×1m～8m×8mまでの初期植栽密度を設定した。その結果、2年生の段階で1m×1m区において胸高直径に立木密度の影響が認められている。現在、間伐を実施し、その効果を検討しているところである。施肥試験においては、植栽間隔を2m×2mとし、窒素：リン酸：カリウムが8：9：7の肥料を濃度や施肥時期を変え、樹高成長に対する効果を検討した。その結果、設定した肥料濃度では、濃度が高くなるにつれ成長が大きくなったため、現在施用量をさらに増やし、成長が頭打ちとなる限界濃度を検討している。なお、本研究で得られる様々なデータを用いて、最適CO₂固定技術の評価を行う予定である。また、メリナについては、コスタリカの育種機関から導入した優良品種4品種及びインドネシア国内で流通している非育種々子を用いて密度及び肥培管理試験を行っている。

以上の通り、熱帯早生樹に関する森林造成技術の体系化が、産学官の連携の下進められており、来年にはプラス木による試験植林にも着手できると考えて

いる（写真1）。

これまで、熱帯広葉樹は「植えれば育つ」と考えられ、育種や育林技術の開発はあまり進められてこなかったが、本格的に人工林材時代を迎えた今日では、材質を含む植林技術開発の必要性が注目され始めている。なぜなら、熱帯広葉樹は今後も木材産業にとっては非常に重要な原料であることは疑いの余地

がなく、地域～国際経済に与えるインパクトが大きいからである。また、その驚異的な成長量は、CO₂の固定に関しても重要な役割を果たすと考えられていることから、今後もこのような研究開発が進められる必要があると思われる。将来、熱帯広葉樹についても、ニュージーランドのラジアタパインのように、品種ごとの成長・材質・植林情報が確立されれば、日本国や日本企業による熱帯地域での植林が更に促進され、CO₂固定や林産業の発展に繋がるとともに、天然林の保護にも寄与できるものと信じている。

なお、本プロジェクトは、ガジャ・マダ大学及び P.T Kutai Timber Indonesia 社などの協力を得て進められており、その経過報告は 2005 年 5 月に開催された国際ワークショップ（2005）で発表されている。また、最後に、いつも懇切丁寧なご指導を賜っているアドバイザーボード及びプログラムオフィサーの先生方に、この場をお借りして御礼申し上げたい。

〔参考文献〕 Yuji IDE and Kentaro NAKAMURA (2005) Proceedings of the international workshop on GHG sink/source control technology through conservation and efficient management of terrestrial ecosystem. May 11, 2005, Tokyo. 齊藤陽子ら (2005) 国際ワークショップの概要報告—CO₂ シンク強化と木材生産を両立させる熱帯早生樹育種一. 熱帯林業 64: 56-59.



写真 ファルカタ優良木の選抜作業