

ベトナムの早成造林樹種アカシア属の 材質と利用調査（その3）

山本幸一・Nguyen Trong Nhan

1. はじめに

筆者の一人、山本は、2000年2-3月のベトナム訪問に引き続き^{1,2)}、国際協力事業団による造林樹種の利用調査に関する短期専門家として2001年10月14日から11月10日までベトナムに滞在する機会を得た。ハノイのノイバイ国際空港は、新ターミナルが10月から使われ始めたばかりとのことであり、ベトナムに到着して直ちにベトナム社会の変化の急激さを感じた。今回も、ベトナム森林科学研究所の木材加工部長のNguyen Trong Nhanと共に、ベトナム林業大学実験林でのアカシア試験材の採取と実験、及び木材関連の工場等の見学を行い、幾つかの情報を得たので紹介する。

2. ベトナム林業大学

唯一の林業単科大学であるベトナム林業大学は学生数4,000人の規模であり、ハノイ市街から車で1時間のHa Tay州の田園地帯にあり、学生の殆どは寮生活をしている。木材保存と木材材質の授業を、英語で2回受け持ったが（先生がベトナム語に通訳）、学生は熱心で質問も盛んであった。木材加工別棟では、旧式ではあるが全ての機械が稼働可能な状態にあり、物の不自由な中で教育・研究に感ずるものがあつた。ベトナム製の乾燥炉は5m³容量で、端材を燃材とした直接加熱式であり、燃料供給とファンと水と空気穴による温湿度調整のため、職員が24時間ずっと面倒を見なければならないものであつた。1962年のロシア製のプレーナ、1987年のベトナム製の水平型帯鋸等、頻繁に使われていた（写真1）。実験林は、キャンパスの直ぐ裏山にあり、学生が毎日の

Koichi Yamamoto & Nguyen Trong Nhan : Wood Properties and Utilization of Fast Growing Plantation *Acacia* Species in Vietnam (III) *Acacia* Hybrid
独立行政法人 森林総合研究所木材改質研究領域, ベトナム森林科学研究所

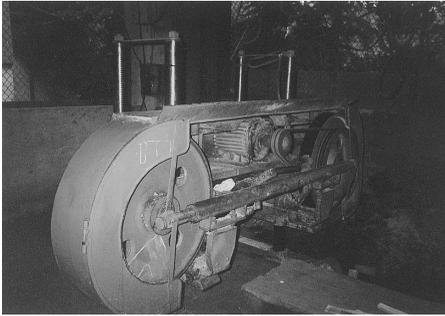


写真 1 林業大の 2 人押しの水平型帯鋸

て高い⁵⁾。

3. 立木のヤング率予測のための非破壊試験

今回、調査したベトナム林業大学実験林のマングウムアカシア (MA)、アウリカリフォルミスアカシア (AA)、そのハイブリッドアカシア (HA) の 3 樹種は、共に樹齢が 9 年であった。調査内容は、応力波伝搬速度を生立木の胸高部位で高さ方向に測定した数値、及び伐採木の胸高部位の木材密度から、ヤング係数を求めることであった^{6,7)}。3 樹種から、任意にそれぞれ 30 個体を選び、各樹幹の斜面下側と上側の部位で、応力波伝搬速度を測定した。それ故、測定数は各樹種 60 となった。その他の測定項目は、胸高直径の最大と最小及び周囲長、樹高 (12 m の測竿と目視で測定後、各 2 本の伐採木での実測で補正)、枝下高、及び目視による樹幹の品質区分であった。品質区分は、樹体の大きさ、通直さ、枝下高、樹幹偏心や丸み、腐朽やシロアリの被害の有無を勘案して、3 人の調査者の合議によって 5 (最良) から 1 (最不良) の 5 段階区分とした。品質区分は絶対的な数値基準によるものではなく、その林分内での優劣による相対評価によった。測定木の平均胸高直径と樹高分布は、MA で 25.8 cm, 16.0–24.0 m, AA で 14.8 cm, 8.8–16.5 m, HA で 19.0 cm, 12.0–20.5 m であった。5 段階区分の分布を表 1 に示す。現地では区分 2 以上は用材にして、3 以下はチップ等にしよう等と話し合った。

応力波伝搬速度は、MA では 2,976 m/s から 3,559 m/s に分布し平均は 3,287 m/s (標準偏差 127 m/s), AA では 3,030 m/s から 3,861 m/s に分布し平均は 3,299 m/s (標準偏差 163 m/s), HA では 3,222 m/s から 3,891 m/s に分布し平均は 3,550 m/s (標準偏差 169 m/s) であった。次章で述べる伐採木の測定で得

ように実習に使っていた。面積は 400 ha で、700 種の在来樹種を試験的に植えている。ベトナム在来の最重要樹種であるリム (*Erythrophloeum fordii*) は、早生樹を植えた 3 年後に樹下植栽されている。リムはベトナムで第 1 を占める優良材でシロアリの害を受けず、有望な造林樹種であることが述べられている^{3,4)}。耐久性も極めて高い⁵⁾。

た生材含水率と全乾密度の値を加味して^{6,7)}, MA, AA, HA のヤング率を計算すると, それぞれ 100, 99, 115 tonf/cm² となった。一般的に, 強度に大きく影響する

密度は AA, HA, MA の順に低くなる傾向が認められている^{1,8)}が, 今回調査した HA のヤング率は MA, AA よりも最も高い結果となった。クローンによっては, これとは違う結果となることも考えられる。

今回の調査は 1 林分の植栽本数が少なく測定個体数が 1 樹種 30 本に限られたが, 樹種毎の応力波伝搬速度の分布の概略を知ることが出来た。図 1 にマンギウムアカシアの例を示す。今後は測定数を増やしデータを蓄積し, 精英樹の選定やハイブリッドアカシアの育種に役立つ手法となることを期待する。

4. アカシア樹種の生材含水率と全乾密度

MA, AA, HA の 3 樹種からそれぞれ 2 個体を伐採した。供試木の胸高部から厚さ 5cm の円盤を採取し, 髄を含む幅 3cm のストリップを切り出した。そのストリップを約 1~1.5cm 刻みで割裂し, 小試験体を作り生材重量 (Ww) と生材容積 (Vw) を測定し, 105°C で乾燥した後に全乾重量 (Wd) を測定した。生材含水率は $(Ww - Wd) \div Wd$ により, 容積密度は $Wd \div Vw$ により求めた。

表 1 アカシア測定木の目視によるグレード

樹種	グレード毎の度数 (n=30)				
	1	2	3	4	5
マンギウムアカシア	5	12	6	6	1
アウリカリフォルミスアカシア	1	6	16	7	0
ハイブリッドアカシア	2	10	13	5	0

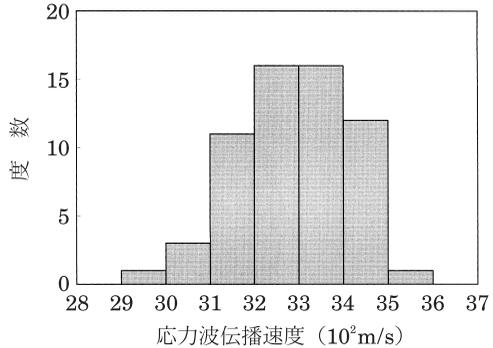


図 1 マンギウムアカシアの応力波伝播速度分布

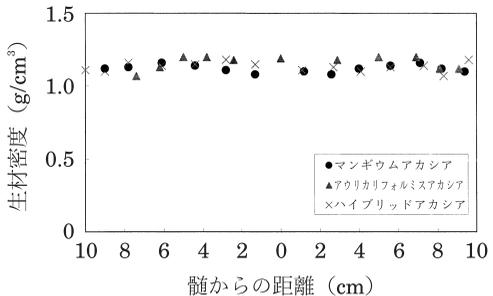


図 2 アカシア樹種の生材密度の樹幹内分布

生材含水率の最大値は2個体ともに密度の最も低い髓付近で見られ、MAでは159%と190%、AAでは132%と130%、HAでは157%と151%であった。生材密度は辺心材に関わりなく全ての供試木で概ね1.10と1.20の間に分布した。容積密度の値が 0.5 g/cm^3 の場合、細胞間隙に水が満たされた状態の木材密度は計算上 1.15 g/cm^3 程度になることから考えると、全ての供試木の胸高部付近では、辺材も心材もほぼ完全な飽水状態にあったと言える。図2に各樹種の生材密度の樹幹内分布を示す。高含水率のアカシアの心材は、人工乾燥に長時間を要する原因となっている。

容積密度は2個体ともに髓付近で最小値を示し、MAでそれぞれ0.43, 0.38, AAで0.54, 0.51, HAで0.43, 0.46であった。髓以外での変動は少なかった。また、最大値と最小値の差異は、AMでそれぞれ0.08, 0.19, AAで0.08, 0.10, HAで0.12, 0.07であり、これまでの報告での値に比較して小さかった^{1,8)}。

5. アカシアとユーカリの製材所

ハノイ市郊外の紅河沿いにある製材所群の一つを訪ねた(写真2)。ここでは、建築の型枠用材を主に製材していた。製材している樹種はMAとAA及びユーカリ類の間伐材であった。原木丸太は、数十km離れたVinh Phu州やTuyen Quang州から入ってくる。工場長の話では、HAは生長が早く材質が劣るため使わないとの事であった。この様な認識を持つに至った経緯に興味がある。3.で示したように今回調べた9年生のHA, MA, AAでは、HAのヤング率が最も高かったが、強度が低い場合もあると考えられる。上長生長の早いHAの林分では、風により林縁木が折れている状況を目にすることもあったからである。

アカシアとユーカリを比較するとユーザーはアカシアを好むようであるが両者の値段には大差はない。ここでの製材寸法は2通りあり、一つは厚さ2.2, 2.5, 2.7 cmで幅が12 cm以上、長さ2 m以上の板材で、 1 m^3 当たり620,000 VND(ベトナムドン)(41 US\$)である。もう一つは、 $7\times 11\text{ cm}$ で長さ3 m以上(通常3 m)の角材で1 m当たり9,000 VND(0.6 US\$)である。より付加価値の高い家具用には、色や材質が良い理由で15~20年生のアカシアを使うと言う。実際30年生のマングウムアカシアは、濃色で鮮明な木目を持ち容積密度が高く高級な用途が可能であることが示されている⁹⁾。幸い、ベトナムでは心材腐朽の発生が少ないので¹⁾、高級材生産のためには、30年生前後とやや樹齢の高い生産方式も有益であると考えられる。

6. アカシア材の乾燥工場

ホーチミン市郊外の乾燥工場を訪ねた。6基の蒸気式乾燥炉と1基の直接加熱式の乾燥炉を備えている工場であった(写真3)。乾燥対象樹種は、主としてマンガウムアカシアとアウリカリフォルミスアカシアであり、一部ロシアから輸入のナラ製材品(500 US\$/m³)も乾燥しており、乾燥材は家具製造業者に売られる。マンガウムアカシアとアウリカリフォルミスアカシアの割合は3:2で、前者の方が乾燥は容易であるが、後者の方が材質は良いと言う。乾燥炉は、自社で製作しており、ベトナム製の500 kg/hのボイラーを用い、温度制御はコンピュータで自動化されている。乾燥炉はカンボジア、ラオス、ミャン

マーに輸出されている。アカシアの乾燥スケジュールは厚さにより異なり、55-60 mmの板材では50-55℃で始まり60-70℃で終了するまで約3週間、30 mmでは60-70℃で始まり80℃で終了するまで約12日程度を要するものであった。落ち込みの発生などで技術的に乾燥できないユーカリの乾燥も計画中であり、板の厚さを変えての天然乾燥の実験を行っていた。一部の製材品には防虫剤による浸漬・拡散処理が行われていた。

7. 中層建築のための型枠への間伐材利用

ベトナムの4-5階立ての建築物の多くは手作り感覚で建てられている。先ず、四隅に鉄筋の柱を配し。壁をレンガで積み上げる。その後、直ちに2階の床を支える型枠として、アカシアやユーカリの間伐材からの丸太や角材を垂直に、板材を水平に組み上げ、鉄筋とコンクリートを打つ作業を繰り返し、階を重ね



写真2 アカシア等からの型枠用材を挽く製材所



写真3 アカシアを人工乾燥している工場



写真 4 ビル建築に使われる間伐材型枠

て行く(写真4)。これらの型枠材は、街中の至る所で見られる小売店でレンタルあるいは売られている。レンタル代は板材1m²当たり3週間で18,000 VND(1.2 US\$)とのことであった。

この様に、間伐材の需要が旺盛であるので、中野らにより提案されている間伐を行っての30年伐期での無節材生産施業をアカシア

について現実的に考えることは、ベトナムにとっては重要であろう。

8. ハイブリッドアカシア造林地

ホーチミン市から車で2時間程のラオス国境に近い Binh Phuoc 州の Tan Lap 実験ステーションの262 haの造林地を南ベトナム森林科学研究所の Ngo Duc Hiep 所長の案内で訪ねた。苗畑にはハイブリッドアカシアの採穂園があり、挿し木苗が沢山育てられていた。3週間で発根し、1年で(1,200本/ha)平均直径6cm、平均樹高6-7mに生長していた(写真5)。メリナ(*Gmerina arborea*)やマホガニー(*Swetenia macrophylla*)等がキャッサバ(*Manihot esculenta*)と混植されていたり、劣化した2次林に多種類の郷土樹種が樹下植栽されていた。



写真 5 ハイブリッドアカシアの造林地(1年目)

謝辞 アカシア樹種の調査・伐採に当たっては、ベトナム林業大学木材技術学部のスタッフにお世話になったことを深く感謝します。工場訪問や実験に尽力していただいたベトナム森林科学研究所の方々、及び、滞在中お世話になった国際協力事業団ベトナム事務所、ベトナム日本国大使館の方々に感謝します。

〔参考文献〕 1) 山本幸一, 鈴木明, Nguyen Trong Nhan (2000) ベトナムの早成造

林樹種アカシア属の材質と利用調査(その1), 熱帯林業, 49, 34-41. 2) 山本幸一, 鈴木明, Nguyen Trong Nhan (2001) ベトナムの早成造林樹種アカシア属の材質と利用調査(その2), 熱帯林業, 50, 37-44. 3) 明永久次郎(1943) 佛印林業紀行成美堂書店, p. 108-109 4) 會田貞助(1951) 南方の木材, 丸善 pp. 116. 5) Forest Inventory and Planning Institute (1996) Vietnam Forest Trees, Agricultural Publishing House, pp.422. 6) 池田潔彦, 大盛昭壽, 有馬孝禮(2000) 応力波伝搬速度による立木材質の評価と適用(第3報) スギ精英樹立木の材質評価, 木材学会誌, 46(6), 558-565. 7) 祖父江信夫(1993) シュミレーションによる繊維飽和点以上の木材中における応力波伝搬速度の検討, 木材学会誌, 39(3), 271-276. 8) Nobuchi, T. (1998) Radial distribution of vessel and fiber dimensions in Acacia mangium associated with juvenile-maturity boundary, Proceedings of International Conference on Acacia Species-Wood Properties and Utilization, 16-18 March 1998, Penang, Malaysia, 179-186. 9) 中野達夫, 瀧澤忠昭, 山本宏(2001) 材質面から見たアカシヤマンギウムの施業についての一つの提案, 熱帯林業, 51, 11-15.

熱帯林業誌の総目次

熱帯林業誌の新シリーズ(1984~)の総目次が国際緑化推進センターのホームページ(<http://www.jifpro.or.jp/>)に掲載されておりますので, ご利用下さい。

海外林業研究会のご案内

当研究会は海外森林・林業に関心のある林業技術者, 研究者, 教官等からなる団体で, 年1~2回の研究会, セミナー等の開催のほか, 「熱帯林業」(年3回)及び「緑の地球」(年4回)を会員に配布しております。

入会申込み等問い合わせは, 国際緑化推進センターへ(年会費3,000円)。「熱帯林業」のみの購読料は, 年2,500円です。皆様の周囲の方々にも勧誘して下さいますようお願いいたします。