

Acacia mangium の材質と 利用に関する国際会議

山 本 幸 一

1. はじめに

筆者は、農林水産省国際農林水産業研究センター（JIRCAS）とマレーシア理科大学（USM）工業技術学部の木材・紙・コーティング学科との共同研究を進めるため、マレーシアのペナン市に1995年から97年まで滞在した。この間のマレーシアでの研究で、人工林から生産される木材に目を向けることの重要性を感じた。実際、2000年以降は、“jungle species”（天然林からの木材を意味し、マレーシアの木材関係の人々がよく使う言葉であった）の利用が難しくなることは、多くの木材関係者に良く認識されている。今後は、人工林のような持続的に経営されるであろう林から生産される木材が、資源的に重要となる事は想像に難くない。この様な現実を踏まえ、東南アジアの主要早成造林樹種の一つである *Acacia mangium*（以下マンガウム）の材質と利用に関する会議を開催することの意義を、USMの共同研究者の M. SIMATUPANG, O. SULAIMAN, R. HASHIM の3博士と話し合った。その後、USMとJIRCASのバックアップを受け1998年3月16～18日の開催に漕ぎ着けた。発展途上国の一地方大学の一学科が国際会議を組織することは、予算やスタッフの面で大変であったが、その成功は大きな自信にもなった。組織委員の一員として会議に参加する機会を得たので、ここに報告を行う。

2. 開会

会議の名称は “International Conference on *Acacia* Species—Wood Properties and Utilization” である。会議はペナン島のビーチにあるホテルの

YAMAMOTO, Koichi: International Conference on *Acacia* species—Wood Properties and Utilization—
農林水産省森林総合研究所木材化工部



写真 1 会議参加者全員の記念写真

会議場で行われたが、のんびりリゾートする時間的余裕は無かった。参加者名簿によると、参加人数は50名、参加国はマレーシア、日本、オーストラリア、カナダ、英国、インドネシア、フィリピンの7か国であった。開会式はマレーシア理科大学の副学長と組織委員長である学部長のMd. Azemi Md. Noor氏の挨拶だけのごく簡単なものであった。その後、グループ

フォトと称する参加者全員の記念写真をホテルのテラスで撮影した(写真1)。

3. 研究発表

25件の口頭発表と、マレーシアのJICA複層林プロジェクト等の7件のポスター発表が行われた。ここでは、口頭発表の中から幾つかを取り上げて紹介する。発表の多くは材質や強度等についてであり、利用に関するそれは少なかった。論文集が筆者の手元に有るので、連絡を頂ければ、関連のコピーを送ることができる。

3.1 マンギウム材の性質

マンギウムは、東南アジアでは1966年にマレーシア・サバ州にオーストラリアから導入されたのが恐らく最初である。サバ州に植栽されたマンギウムで、1981年に初めて心材腐朽が報告された。その後、マレーシア各地からの報告が相次いだ。伊藤進一郎(森林総研)は、Sabah Forestry Development Authority (SAFODA)での心材腐朽の事例を報告した。2~3年生の間伐木の発生率は0%であるが、5~6年生で既に40%の個体に発生し、その起源は殆どが枯れ枝であった。一方、S.N. MARSOEM(インドネシア、ガジャマダ大)は、インドネシアでは心材腐朽は大きな問題ではないことを報告した。中部スマトラのリアウの8年生の主伐木には殆ど心材腐朽等の被害は無く、南部スマトラのパレンバンでも、24個体中の僅か1個体に存在したに過ぎない事を示した。さらに、ジャワ島でも出現率は低いと述べた。インドネシアでの、更に詳細な調査が望まれる。心材腐朽の発生頻度は、何に規定されるか今のところ明確では無いが、クローン、樹齢、地域、土壌水分、枝打ちや株立ち木の整理伐等の

施業によって大きく変動する様である。伊藤は、心材腐朽の程度を 0~4 段階に区分して考察しているが、研究者毎に、腐朽程度の判断基準が異なることも発生率の大きな変動に係わっていると考えられる。山本幸一（森林総研）は、生立木の樹幹の弾性波伝搬速度の測定により、樹心で空洞にまで発達した心材腐朽は非破壊検出が可能であり、間伐木選定に有効である事を示した。なお、心材腐朽問題により、半島マレーシアでは 1992 年からマンガウムは造林樹種から外されている。

O. SULAIMAN（マレーシア理科大）らは、マンガウムの繊維長や道管径や比重の測定を行い、髄から半径 6~8 cm 以内は、未成熟材の特徴を示すことを報告した。すなわち、髄近辺の比重は 0.3 程度と非常に低く、成長に従い増加し、半径 6~8 cm で 0.6 程度となり、ほぼ安定した。野淵正（京大）はマンガウムと *A. auriculiformis*（以下アウリカリフォルミス）と両者のハイブリッドを比較した結果、成熟材部（髄から半径 6~8 cm の外側）の比重はマンガウムで 0.5~0.6、アウリカリフォルミスで 0.7、ハイブリッドはその中間の 0.6 であることを示した（図 1）。比重が髄で低く外に向かって増加する傾向は 3 者に認められたが、特にマンガウムで顕著であった。これらの報告から、未成熟材部と成熟材部の比重の極端な違いはマンガウムの樹種的な特徴と言えるようだ。M.H. SAHRI（マレーシアプトラ大）は、成長の早い造林木は樹齢により材質が大きく異なるため、成長率と樹齢をはっきりさせて研究を進める必要性を強調した。

山本幸一（森林総研）はマンガウムの樹幹内の含水率分布について報告した。半島マレーシア、サバ州、サラワク州の数か所で調査された殆どの個体が多湿心材を有していた。多湿心材とは、その含水率が辺材部に比べ著しく高い心材を言う。個体によっては、比重の低い髄付近で 270% にも達し、材の空隙部はほぼ完全に樹液で満たされていた事になる。I. WAHYUDI（名古屋大）らは、インドネシアの西ジャワ産でも、やはり髄付近で 220~270% の高い含水率を示すことを報告した（図 2）。数少ない調査から結論を出すのは危険ではあるが、多湿心材の存在は、マンガウムの樹種的な特徴かも知れない。樹木の含水率は季節的に変動するので、年間を通じての調査が望まれる。なお、マンガウムの乾燥に時間がかかることは、サラワク州の木材研究技術訓練センターや半島マレーシアのセラングール州ラワンの営林署の職員から筆者は聞いている。

I. WAHYUDI（名古屋大）らは、西ジャワ産の 4 年生から 10 年生のマンガウムの樹幹内の成長応力について報告した。-0.10 から -0.25 の大きな残留歪みは、髄から半径 4 cm 付近まで分布した。この値は、温帯産の木材より大きく、

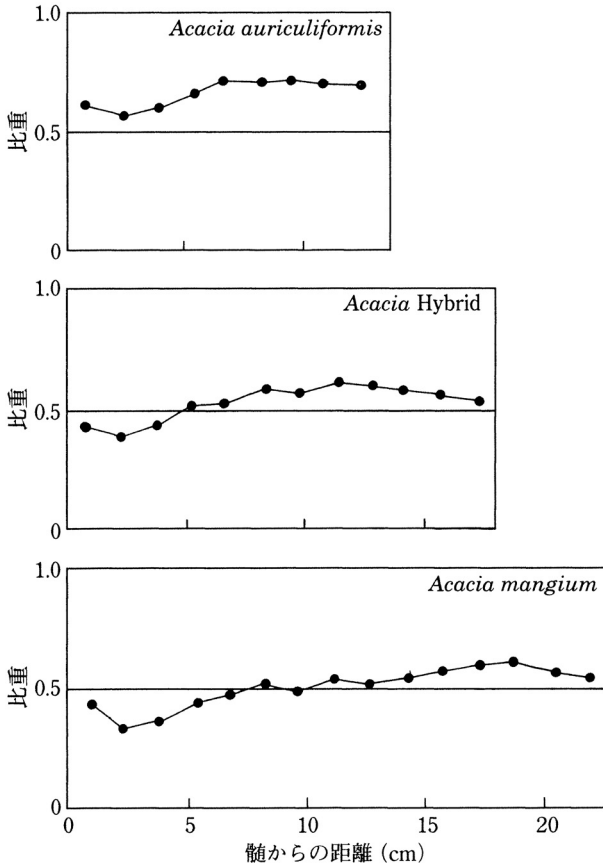


図 1 *A. mangium*, *A. auriculiformis*, 及びハイブリッドの比重の樹幹内の水平分布 (野淵正氏ら提供)

木材加工の工程で割れや曲がりの発生を引き起こす原因になると述べた。歪みはアテ材部との関連性が高いため、アテ形成を避ける造林法が重要であると述べた。しかし、どの様にしてアテ材形成を避けるかについては、今後の課題とした。

山本宏 (北林産試) は、オオウズラタケ及びカワラタケを用いた JISA 9201 による強制腐朽試験によると、マンギウムの耐朽性は中程度であったと報告した。M.W. SCHOEMAN (英国, ボラックス社) らは、マンギウム製材品のホウ素

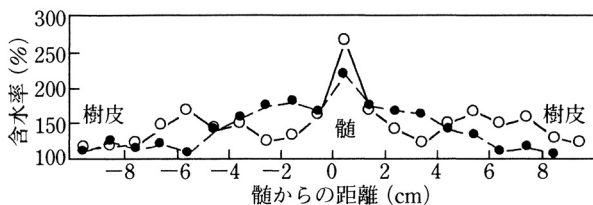


図 2 *A. mangium* の含水率の樹幹内の水平分布
黒丸は 10 年生，白丸は 4 年生 (I. WAHYUDI 氏ら提供)

による保存処理について発表した。

佐久間博文(サラワク木材研究技術訓練センター)らは、フェノール・レゾルシノール樹脂によりフィンガージョイントした 13 年生の気乾比重 0.66 のマンギウム材の強度性能について発表した。曲げヤング率は 118.8 tonf/cm^2 ，曲げ強さは 541.2 kgf/cm^2 の値を得て，造作用だけでなく構造用にも適する事を示した。A. DUJU(サラワク木材研究技術訓練センター)らは，同じく 13 年生のマンギウムの 2"×4" 材の曲げ強さを縦振動法で求め，ヤング率は 11.6 GPa，曲げ強さは 43.8 MPa の値を得た。山本宏(北林産試)によると，比重 0.62 のマンギウムの素材の曲げヤング率は 125 tonf/cm^2 ，曲げ強さは $1,076 \text{ kgf/cm}^2$ ，縦圧縮強さは 511 kgf/cm^2 であった。これらの結果からは，マンギウムの製材品あるいはフィンガージョイント材は構造用に適することが明らかである。しかし，実験では比重が 0.6 以上の成熟材部を用いており，比重の低い未成熟材部からの製品の性能はこの限りでは無いことに注意する必要がある。

3.2 マンギウムの素材としての利用

K.E. SEMPLE(オーストラリア国立大)らは，フィリピンでのマンギウムのセメントボードへの利用について発表を行った。セメントとの相性を示す C_A 値は，辺材では 80.8 と高いが，心材では 23.9 と低かった。これは心材に含まれる冷水抽出物が原因であるとした。フィリピンには 15 の小規模な木質セメントボード工場があり，北部の 1 工場がマンギウムを材料に用いていると言う。ここでは，原料を水に晒し，問題をクリアしている。M. SIMATUPANG(マレーシア理科大)は，かつて東南アジアに多く存在していた木質セメントボード工場が消えていった原因を，製品の耐久性の低さにありとし，セメントボードの耐久性向上技術の重要性を指摘した。また，山本宏(北林産試)は，マンギウムはセメント硬化を阻害するため，型枠合板の表層には不適切であると指摘した。

高麗秀昭（森林総研）らは、10年生のサラワク産マンガウム間伐木から、10%のユリア・ホルムアルデヒド接着剤（ワックス無添加）で作られた3層ボード（ 0.7 g/cm^3 ）の性能を報告した。曲げ強さは25.6 MPa、厚さ膨潤率は6.27%で、特に寸法安定性に優れていた。R. HASHIM（マレーシア理科大）らは、高い寸法安定性の発現は、心材部に0.65~0.70%の含有率で存在するワックスによるかも知れないと述べた。

R.A. NATIVIDAD（フィリピン林産試）は、マンガウムのスチーミングによる曲げ加工適正について報告した。厚さ25 mmの材で最小曲率半径150 mmの加工が可能であり、曲げ加工に極めて優れた材料であるとした。

山本宏（北林産試）は、マンガウムの単板切削試験での裏割れ率が88~91%であり、面粗れが甚だしい事を示した。また、切削抵抗が大きく煮沸処理が必要であり、原木形状も悪く、合板用材としては適さないが、ウォルナットに似た色合いの柵目単板が得られるので化粧単板に向いていると述べた。更に、比重の割には全体積収縮率が小さく、家具やフローリングにも利用できる注目すべき素材であると述べた。

3.3 マンギウムの化学的利用

Y. YAZAKI（オーストラリア, CSIRO）は、オーストラリアにおけるアカシア類の樹皮の利用の歴史と今後の展望について述べた。CSIROは、Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR) が1982年に創立されて以来、共同して発展途上国におけるアカシアの利用に関する研究を主導してきた。1985年からは、中国林業アカデミーと共同でモリシマアカシア *A. mearnsii* (Black wattle) 樹皮からの耐水性接着剤の製造方法を確立した。中国では1994年には、1~2千トンのワットルタンニンが製造され外装用グレードの合板用接着剤として使われている。また、1% NaOHを加えた高温高圧水による最近のタンニン抽出法によると、全抽出物量とポリフラバノイドの収率が著しく向上した。得られたタンニン抽出物は1,200 オーストラリアドル/tであり、残査の樹皮繊維はMDF（中密度繊維板）用の原料として600~800 オーストラリアドル/tになる事を示し、樹皮利用の将来性を強調した。さらに、マンガウム樹皮のタンニン含有量は16~39%であり、その資源に注目して研究を推進すべきであると述べた。大原誠資（森林総研）は *Acacia mearnsii* の樹皮タンニンからの吸着剤、防蟻剤、生理活性物質等の機能性材料の創造の可能性を示した。

L.W. JACQUES（カナダ, パピルスノブス社）らは、カナダ産広葉樹と比較し

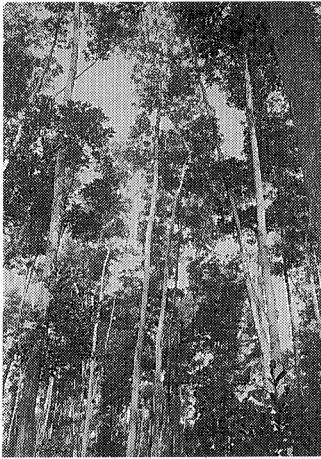


写真 2 間伐後3年経過した
13年生の *A. mangium* の造林地



写真 3 土場にはい積みされた13年生の *A. mangium* の間伐木

ながらアカシア類の紙パルプ資源としての可能性について述べた。カナダ産アスペンと比較すると繊維長は0.9mmで同等であるが、リグニン含有率が高いため薬液やエネルギーコストが嵩み、かつ、心材色が濃く水溶性物質が多いので、廃液のBODやCODが高くなる欠点を挙げた。しかし、クラフト法や中性亜硫酸塩法で得られたパルプの性能は非常に優れていた。そして、成長の良い10年生程度の若いマンギウムはパルプ原料として優れた資源であるとの結論を示した。K.L. LAW（カナダ、ケベック大）らは、マンギウムからのケミメカニカルパルプ法とケミサーモメカニカルパルプ法について報告した。得られたパルプの性能は劣り、かつ、廃液は濃色でありソリッド含量も高く大きな問題であるとし、更なる研究の必要性を述べた。V. BALODIS（CSIRO）らも、マンギウム等からのクラフトパルプについて報告した。マイナーな問題として、パルプの洗浄と脱水が挙げられた。R. IBRAHIM（マレーシア理科大）はマンギウムのリサイクルパルプについて報告した。

4. 見学会

研究発表後、ベナンからクアラルンプールへ移動してセランゴール州のラウンのマンギウム造林地を見学した。マレーシアでは、拡大造林プロジェクト（Compensatory Forest Plantation Project）が1982年に始められ、マンギウム、*Gmelina arborea*、*Paraserianthes falcataria* 等が植えられた。見学した造

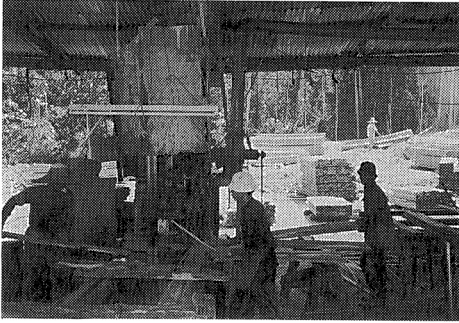


写真 4 土場の移動式製材所での *A. mangium* の間伐木の製材

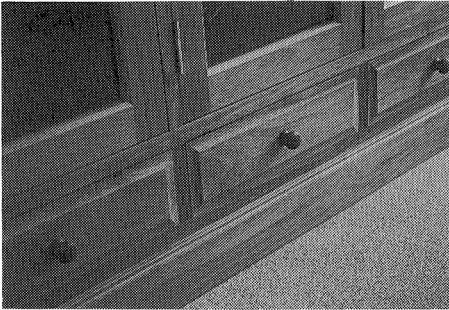


写真 5 *A. mangium* 材から作られた家具 (北林産試提供)

林地もこのプロジェクトによる。現在、13年生の林（1985年6～11月植栽）から間伐木が伐り出されている（写真2）。間伐木の樹高は25m、胸高直径はせいぜい30cm程度であった。造林地内の土場にある移動式製材所で梱包用材やパレット用材等に製材されていた（写真3, 4）。計画では、最終間伐は8～9年生で行い、ha当たり200本を残す予定であったが、間伐の実行は遅れている。職員の話によると、業者が無料で間伐を行い、収穫物は業者の物になる様である。製材所からの製品出荷価格は、寸法が6×0.8in、長さ4ftの製材品で400マレイシアドル/m³以上（1マレイシアドル＝約35円、1998年3月時点）、3×1.7in、長さ6ftの製材品が350マレイシアドル/m³、4×0.6in、長さ6ftの製材品が330マレイシアドル/m³であった。端材は、1束（直径約1

mで長さ6ftの束）が4マレイシアドルであった。

5. おわりに

閉会式はJIRCAS 林業部長の田中潔氏の挨拶で締め括られた。ディスカッションが活発な会議であった。マンガウムは重要な造林樹種であるにもかかわらず情報が不足している事が多くの参加者から述べられた。利用を進めるためには、化学的な研究を更に深めることや、研究機関と企業の連携した仕事が大切である事も述べられた。パルプや製材品と言った利用目的によって、望まれる比重や心材色が異なるので、育種や森林施業が重要になるとのコメントもあった。今後も、この様な機会を持ち情報交換を行うことの重要性も多くの参

加者から述べられた。現在、マンガウムの造林は、短伐期によるパルプ、MDF用が主目的であるが、伐期の延長により形質の良い中径木が計画的に出材されれば、用材としての利用も大いに期待されるであろう(写真5)。最後に、小さな国際会議にもかかわらず各国から参加して下さった方々、及びUSMとJIRCASの組織委員に感謝の意を表します。

図書紹介

◎マンガローブ入門—海に生える緑の森—中村武久・中須賀常雄著 A5版
234pp. KK めこん, 東京 1998.4刊 定価1,500円(税別)

本誌を読まれる方でマンガローブを知らない方はおられないと思う。その位最近ではマンガローブは広く知られるようになったが、マンガローブのすべてといった啓蒙書となると数が少ないように思う。実際、本書巻末の文献を見ても、書店の店頭でめぐりあえるものは限られている。そんな中で本書が公にされたことは大変意義深い。巻頭の素晴らしいカラー写真で始まる本書は、読物としても大変面白く書かれており、思わず引き込まれるように読み進める。マンガローブ入門、マンガローブと人間のかかわり、地球環境とマンガローブ、未来へ残そうマンガローブ、世界のマンガローブ植物の5章から成る。著者の一人が巻末で述べておられるように、中心的な話題はマンガローブの植物学、生態学、および保全であるが、読み進むほどに、マンガローブの分布と生い立ち、植物としての特徴、その生態系の様相、利用の実態とその環境、地球環境としての役割、保護し造成法などの幅広い情報が、平易な文章と数多くの写真や図で丁寧に記述されている。また第5章では、14科52種の代表的なマンガローブ植物が図解入りで解説されており大変便利である。私ごとで恐縮であるが、筆者が初めてマンガローブを見たのはタイの南端に近いサトゥンで、いまから26年前のことである。折角来たのだから見ていくようにと案内された入江で、オオバヒルギの1m近い胎生種子に目をみはったが、肝心なマンガローブ林は伐採が進んでおり、すぐ近くで白煙をあげていた巨大な窯から出てくる炭は日本企業の買い付けを待っているとのことであった。本書を読んで、当時タイのマンガローブ林が回帰年30年で皆伐されていたことを知ったが、予想されたようにうまく再生されているものか気になるところである。(浅川澄彦)