

東南アジア産木材の生物劣化 ならびに耐久性に関する実態 調査行

貴島 恒夫*・林 昭三*・高橋 旨象*

はじめに

東南アジア産木材いわゆる南洋材の利用は今に始まったことではない。ただ戦後急激に増大したわが国の木材需要は、いまやその一半を外材に、そしてまたその一半を南洋材に頼らざるを得ないという現状にたち至らしめている。成長が旺盛で蓄積の豊富な南洋材とはいえ、わが国におけるその利用は著しく粗放であり、しかも経験的な実用が先行して、当然その前提であるはずの材質の科学的知見が遅れている。

その原因の最たるものは、基礎となるべき木材樹種が非常に錯綜していることである。温帯中心のわが国所産樹種からは類推の困難な熱帯産材ではあり、しかもその数は国産材の10倍にもおよぶものと考えられる。ただ東南アジア所産材はその70%までがフタバガキ科 (*Dipterocarpaceae*) に所属する点が、それらの一括粗放な利用を助長して来た感があるが、他面同一科の中に数百の種を包含することは、木材組織構造の面からの各樹種の相互識別が容易でないことを意味するものである。

筆者のうち貴島はさきに、1966年、東南ア

ジア産木材に関する考察的調査を、Bangkok, Chiang Mai, Kuala Lumpur, Singapore, Kuching, Brunei, Sandakan を中心に約1カ月間行なった(本誌5巻1号参照)し、たまたま Kuala Lumpur で開かれたマレーシアの木材会議にも出席する機会に恵まれた(本誌6巻1号参照)。それ以来南洋材の樹種問題にとりつかれ、一時も早く組織構造上の知見に立った材質の指標を得たいという念にかられるけれども、何分にも時間と根気の必要な仕事である。

また木材の合理的利用には消極的に見えるけれども大切なものに利用の節減という面がある。今回の調査に「木材の生物劣化と耐久性に関する実態調査」、すなわち現地におけるシロアリをはじめとする木材虫害ならびに各種菌類による木材の変色腐朽の研究調査を唱えたのは、この分野の究明がわが国の木材利用のみならず原産地のそれに対しても寄与するところが大きいと考えてのことである。

本調査行によって得た見聞と収集試料を基にして引き続き着々研究の成果を発表する所存であるが、とりあえず調査行のあらましをここに記し、あわせてこの調査を可能にし目的を果たさせて下さった各方面に心からの感謝を表したい。ことに現地での具体的な行動について最も深い配慮を賜ったマレーシア国立林業研究所(Pusat Penyelidikan Hutan, Kepong)ならびにインドネシア国立林産研究所(Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor)には感謝の言葉もなく今後いっそうの協力を切望したい。

調査行程

調査に加わったのは、木材組織専攻の貴島(教授)、林(講師)、木材劣化専攻の高橋(助手)および足立(技官)の4名、いずれも京都大学木材研究所の木材生物部門に所属しているが、行程は必ずしも同一ではない。すなわち、

* 京都大学木材研究所

地名	参加者(月・日)			
	貴島	林	高橋	足立
Kuala Lumpur (Kepong), Malaysia	2.16~2.19	2.16~2.24		
Singapore			2.22~2.23	
Djakarta, Indonesia	2.19~2.20			
Bogor, Indonesia	2.20~3.1	2.24~3.14	2.23~3.14	3.3~3.14
			(この間に Djawa 島周回)*	
Singapore	3.1~3.3	3.14~3.17	3.14~3.15	3.14~3.15
Kuching, Sarawak			3.15~3.17	3.15~3.17
Sandakan, Sabah			3.17~3.19	3.17~3.19
Tawau, Sabah			3.19~3.20	3.19~3.20

* Djawa 島周回箇所：Bogor を中心に Tjiawi, Tjianten, Tjibodas—Sumedang—Purwokerto を中心に Baturaden, Tjilatjap—Jogjakarta—Tjepu—Semarang—Bogor.

旅行記

まず貴島と林が2月16日大阪空港をたって、夕刻 Kuala Lumpur に到着，翌朝マレーシア国立林業研究所一前回予察旅行記には試験場と書いた一を訪問，木材組織部門の主任P. K. Balan Menon 氏に温かく迎えられて来意を告げると，予想以上に快く当方の希望が承諾された。東南アジア材の樹種識別に最も多くの経験と権威を有する国民に，既成の木材切片プレパラートから主要樹種の顕微鏡写真をとらせていただきたい旨申し出たのである。幸いにしてこれが全面的に聞き入れられたについては，今後それに関連した研究への共同的参画を願いたい気持がつる。顕微鏡写真の撮影にはほとんどもっぱら林が従事し，貴島はわずか2日間研究室にいただけでインドネシアへと向かったわけであるが，この研究所には貴島が先に訪問して以来，所長室，図書室の新築，紙・パルプ部門の増設をはじめ，木材乾燥室その他着々と設備の拡充が計られており，研究意欲の盛んなことを感ぜしめるものがあった。

インドネシアに渡った貴島は，2月20日にはかねて連絡をとっておいた Bogor の国立生物研究所(Lembaga Biologi Nasional, Bogar) および国立林業研究所(Lembaga Penelitian



写真1 Bogor のインドネシア国立林産研究所

Hutan, Bogor) を経て，国立林産研究所(写真1)を訪問した。もともと所長の Ir.R.Nizar Kamil 氏は不在であったが同氏にはたまたまマレーシア林業研究所の Menon 研究室ですでお会いしていたので，所長代理の Paribotro 氏(合板専攻)に来意を告げ，ここでも当方の希望がほぼ容れられ，宿舎(研究所のゲストハウス)を始め，その後一行の行動に対するすべてにわたって配慮を煩わせることとなった。

ただ貴島ひとり先に乗り込んだのは，第1に後続の3名が到着してからのDjawa島周囲試料採集行の計画を具体化させることと，第2にこの研究所でもインドネシア産の主要木材樹種について顕微鏡写真をとることが眼目であったが，残念ながら所長不在中にはそ

のいずれもが進捗せず、これが一挙に叶えられたのは、林、高橋が到着し、3日後には足立が加わるという2月27日のことであった。その日ようやく所長を迎えての会談は好意的かつ能率的なものであり、その結果、以下に記すとおり、インドネシアにおけるわれわれの目的がほぼ達成されることになったのである。

無聊と雨とにやや失望しつつあった貴島も、2月21日の日曜には折よく快晴に恵まれて、有名な Bogor の植物園をゆっくり見学することが出来たし、林・高橋を迎えた次の日曜は、これまた著名なリゾート Tjibodas (写真2) を、研究所の Superiana 氏 (後出) の案内で訪れることができたのは良い思い出である。

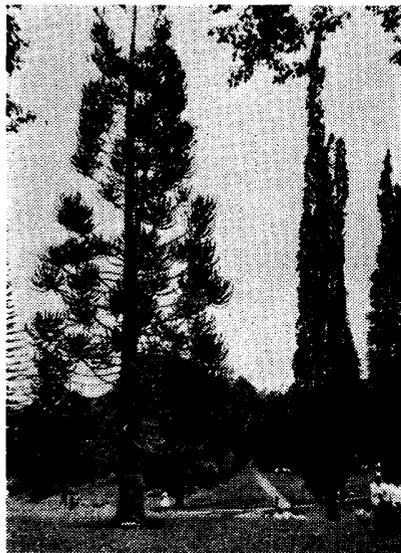


写真2 保養地 Tjibodas。ナンヨウスギ科 *Araucariaceae* の樹木が多い。

以下木材の組織と劣化兩分野にわたる記述をそれぞれ林、高橋兩君に委ねる。(貴島)

2月16日夕刻 Kuala Lumpur に到着した。Kepong の林業研究所からは Wong Tuck Meng, Lau Lim Chau (ともに木材組織専攻) 兩君が迎えてくれる。

翌日、Kuala Lumpur から車で約15分の Kepong にある林業研究所を訪問し、木材組織部門の主任 Menon 氏にあいさつする。研

究所の構内はまるで公園のようによく手入れが行き届いている。各研究部門を案内してもらったが、木材物理関係では新しい型の万能強弱試験機が1台、それだけがクーラーのある部屋に入っていた。他の試験機はどれも古い型のもの、その他には特別な実験設備もない。しかしこの研究所の標本室(写真3)は立派である。また空調のできるビル(写真4)の4階に90,000種の植物標本が保管されている。大きい果実もそのまま腊葉として台紙に貼られている。木材組織の研究室には材鑑(木材標本)が一杯に並べられていて、その数は約8,000個という。これから作られた顕微鏡用切片プレパラートは93科384属、1294種、7164枚におよんでいる。

2月24日までの滞在中にこれらの切片の中

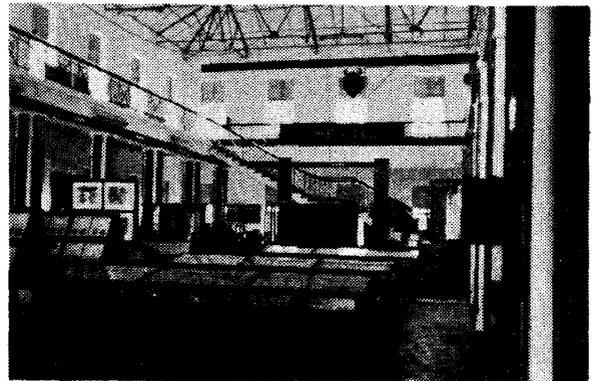


写真3 Kepong のマレーシア国立林業研究所の標本室

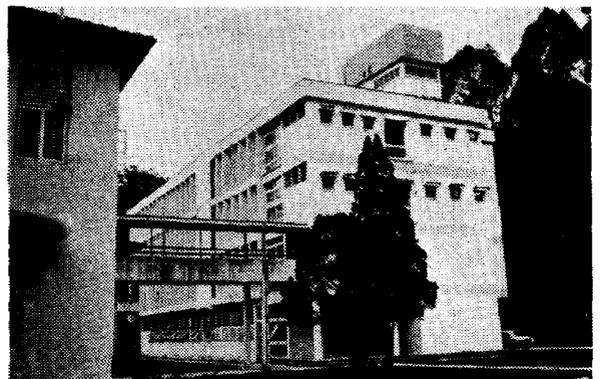


写真4 マレーシア国立林業研究所の空調ビル。多数の腊葉や材鑑を蔵し、木材組織研究室もこの中にある。

から代表的なもの48科，137属，255種—重複のもの19種をあわせると計274枚—のプレパレードの木口面（40×と100×），柀目面（100×），板目面（100×）の顕微鏡写真を撮影した。切片作成のためにはHFを用いて材の軟化を行っていたが，硬い南洋材には必要なことだろう。

ここは林業研究所なので林学的な実験を行っている部門もある。ここで見聞したことでカリベアマツ *Pinus caribaea* Morelet が3年生で約2mの樹高になっていて，アメリカでの15年生に相当するということがあった。またインドネシアからのメルクシマツ *Toesam, Pinus merksii* Jungh. et de Vries はここでは風土が合わないのか，菌害に侵されあわれな姿をしていた。また所内には各種の樹木が植栽されているが，中でも *Dipterocarpaceae* 所属のもののみを集めた部分は圧巻である。日本では広葉樹はだいたい曲りくねったものという概念があるが，この広葉樹は真直ぐでしかも下枝がない。これが南洋材の大きな利点になる。

2月24日 Kuala Lumpur を後にしてインドネシアの Djakarta へ飛んだ。直ちに迎えるジープで Bogor の林産研究所に向かった。

この国に林業研究所が設立されたのは1913年のことである。オランダ領，日本の占領，さらに戦後は連合軍が入り，様々の変遷を経たが，現在の体制になり林産研究所ができたのは1966年10月というから，歴史のわりに自主的な研究が開始されてまだ間がない。

インドネシアには Coconut の蓄積が多く，その材が建築に使用されている。タケ類もまたそうである。しかしこれらのものの材質に対する知識が浅いので，現在この研究所では比重や強度の材内での分布状態がどうなっているかといった類の基礎データの集積にとりかかった段階である。それにしても実験装置は古く数も少ない。顕微鏡にしてもその光源

には太陽光を用いるほかなかった。木材試片の軟化もただ煮沸時間を長くするだけで高圧とか薬品を使用することはない。

収集されている材鑑（写真5）はかなり多く，その主要なものは切片プレパレードになっていた。ここでの顕微鏡写真撮影には日本から持参した携帯顕微鏡を用いなければならなかったが，計39科，71属，81種の木材3断面の写真を撮影した。



写真5 インドネシア国立林産研究所の材鑑室

Kepong ではこれらの写真撮影が容易に許可されたが，この国ではかなり困難であった。というのは何をしても所長の許可なしでは行なえないことによる。組織研究室々長の許可だけでは駄目なのである。撮影する樹種名のリストをまず作って，それに所長が許可を与えて始めて作業にかかれる。従って日数のわりには能率が上がらない。その上ここでは週日でも午後1時には仕事を終えるし，回教の正月とかお祈りの日とかで実際に仕事をする時間がさらに削減された。いま一つ気になる点は，ガス・水道・電気の供給が不備であり無神経なことである。これは Kepong でも同様であった。発展途上国の常と見るべきであろうか。（林）

木材生産劣化の立場からみて，Teak, Belian, Merbau など耐久性の高い樹種を数多く含んでいる南洋材は，木材の耐久性を解明する上での貴重な研究資料であり，また高温多

湿な環境であるため、木材に依存して生活している腐朽菌・変色菌類・シロアリなどの種類が豊富な東南アジアの国々は、木材の劣化の発生とその進行状況、あるいはそれに関与している生物相のサクセッションを研究する上で非常に適しているといえる。

今回の調査は短期間であり、初めてのことであるので、広域的な調査を心がけ、対象は集約調査の可能な貯木場・造林地・伐採地などでの菌害と虫害(シロアリ)に限定した。その間、腐朽菌・変色菌・シロアリの標本採集につとめるとともに、耐久性の高い樹種試料の、帰国後の腐朽ならびに分析試験に必要な量を手に入れるように心がけた。腐朽菌・変色菌については、携行した培養基を用いて、現地ですみやかに分離するようにつとめた。

インドネシアにおける調査の前半、2月25日～3月3日は Bogor 周辺の調査に当たる一方、後半の調査の準備を行ない、後半3月4日～14日は高橋・足立が中部 Djawa 方面の調査(3月4日～10日)に当たり、残りを標本の整理・検疫・梱包・発送にあてた。

今回の調査には多くの方々の協力を得たが、筆者の従事した分野では、林産研究所木材防腐部門(Bagian Penj. Kayu)の S. D. Supriana 氏が終始行動をとともにし、援助の労をいとわれなかったことに厚く感謝したい。

Bogor 周辺

Tjiawi の製材所：2カ所を調査したが、集積されていた材は大部分 Djeungdjing, *Albizia falcata* Backer: *Leguminosae*と Weru, *A. procera* Benth: *Leguminosae*で、用途はともに軽構造物・荷造用箱である。丸太・板ともに野外貯蔵で回転が悪いためか4～12カ月放置されており、雨期でもあるために糸状菌の着生により表面はほとんど変色し、腐朽菌の子実体も多数認められた。また防腐処理は一切おこなわれていなかった。総体に東南アジアの国々ではまだまだ木材が豊富であり、

耐久性の高い樹種の入手も比較的容易であるため、防腐処理の必要性は一般にほとんど認識されていないようである。インドネシアではたとえその必要を感じても、自国では防腐剤が製剤されていないので、外国から高価な製品を輸入しなければならない。

Tjianten (Bogor の南西約 50km) の伐採地：南西 Djawa では最大といわれる Karatjak ダムを経て山道に入り、茶畑の間を走り続けると海拔1050mの伐採地に着く。森林の主要構成樹種は Pasang, *Quercus* sp.: *Fagaceae*, Puspa, *Schima walichii* Korth.: *Theaceae*, Rasamala, *Altingia excelsa* Noronha: *Hamamelidaceae*で、伐倒後角材にして人夫がかつぎおろしている。これらの樹種の耐久性は中程度、用途は建築材であるが、切株には腐朽菌の子実体が多く形成されており、シロアリの蟻道も多い。ここでは3時間で約45点の腐朽菌を採集した。

他に10数点の腐朽菌標本と数点のシロアリ標本を、林産研究所の構内およびその周辺と Tjibodas 植物園で採集した。

この国でも菌学者は少ないが、国立生物研究所の Dr. Mien Refai という少壮の菌学者がインドネシア産の菌類の分類について着実に成果を重ねているようであった。

調査に対する許可と協力を得るためには、前日またはその日の早朝に、Bogor-Djakarta 地区の森林管理局(Kantor Perhutani, K.P. H.)長、同じく Leuwiliang 支局長、森林警察署(Kepla Resort Polisi Hutan)長の私宅やオフィスを訪問したが、電話が普及していないことと、役所が午後2時には終わるため、この国では何かにつけ夜間私宅を訪れてあいさつと打合わせをする習慣になっており、以後の調査地でも休日深夜を問わず実に多くの家を訪問することになった。

中部 Djakarta 方面

Sumedang のメルクシマツ造林地：3月4

日, Bandung を過ぎると沿道にはメルクスマツ *Pinus merkusii* の造林地が続く。この樹種はパルプ用材を目的として導入され、発育は良好であるという。その倒木や切株には必ずシロアリが生息しているが、立木の被害はない。

その夜 K. P. H. の Madjalanka の局長室と林業高校 (Sekolah Kehutanan Menengah Pertama) の校長室を訪問した。総じてインドネシア人は家具調度に金をかけるようで、両方とも Teak の大径木の樹幹の輪切そのままのテーブルや Sonokeling, *Dalbergia latifolia* Roxb.: *Leguminosae* の美しい縞模様を生かした調度品がふんだんに備えられていた。

Tjekaraha (Sumedang の東約 30 km) の森林: Teak とタガヤサン Djohar, *Cassia siamea* Lam.: *Leguminosae* の切株の間にマホガニー Mahoni, *Swietenia macrophylla* King: *Meliaceae* や Terisi, *Albizia lebbekoides* Benth.: *Leguminosae* の茂る傾斜地。Teak もタガヤサンも耐久性の高い樹種であるが、切株をみると意外に早く腐朽が始まっている。Teak でも直径 20cm 以下の若齢木の耐久性はあまり高くはなく、fence post として用いた場合、環境条件にもよるが、10年の耐用は無理なようである。

Baturaden の Damar Merah 造林地: 3月5, 6日。この地は Purwokerto の北方 Slamet (3428m) 山麓にある。Damar Merah, *Agathis lorantifolia* Salisb.: *Araucariaceae* は伐倒後すぐはく皮して港に運び、大部分が日本に輸出されている。心腐れ (heart rot) を起こしているものが時々あったが、これは検査により除去しているという。雨期で湿気が高いためか青変 (blue stain) を起こしているものも多い。この樹種は木理が通直でなく耐久性も低いので、建築材よりもパルプ・合板・マッチ軸木としてよく利用され

ているようである。同日午後積出港である Tjilatjap の貯木場を見学、強い雨の中で腐朽菌数点を採集した。

Tjepu の貯木場: Teak, Mahogany, Rain Tree すなわち Trembesi, *Samanea saman* Merr.: *Leguminosae* など約 12000m³ の木材が等級別に林内や裸地に積み上げられていた。林内のほうが腐朽や虫害は多いが、直射日光による割れを防ぐ上では林内貯木のほうが適しているという (写真6)。この国では枕木の大部分が Teak (写真7) で、割れを防ぐために木口にグリースを塗布するだけで使用されている。Teak の大径木には心腐れのため内部に空洞ができているものが発見されたが、輸出には等級の高いものをまわし、ジャワチークの評判を落とさないように心がけているとのことである。

Tjepu の Teak 造林地: 現在ここでは



写真6 Tjepu における Rain Tree 林内貯木

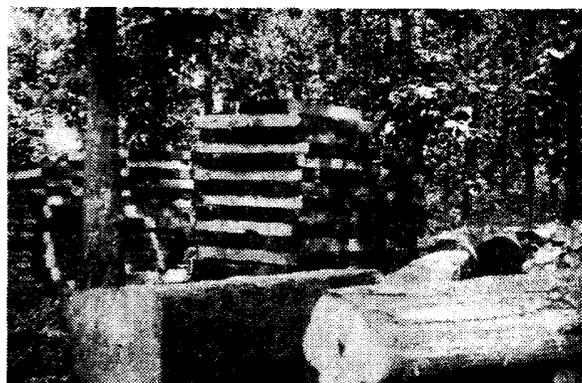


写真7 Tjepu における Teak の枕木

Teak の葉を食害する蛾が大発生し盛んに落葉するため、若齢木では枯死するものが多いという。林内に足を踏みこむと下草の間から、灰白色、体長 1cm あまりの蛾が、歩を運ぶごとに何十匹と飛び立つ。この蛾は約 1 カ月で成虫になり、1968 年にも大発生したという。手の打ちようがないという感じであった。

Teak の樹幹にはシロアリの蟻道が地際から地上数 m まで上昇している例がしばしば見られたが、シロアリは発見できなかった。立木時の Teak の大敵は、これとは別種の *neotermes tectonae* という Teak を好んで食害するシロアリで、樹幹内部に営巣するため、樹幹の異常肥大が起こるまでは発見が困難であるという。これに侵されても枯死するものは少ないが、強風を受けると倒れやすくなる。それらしい木があったので内部をえぐって見たところ、茶褐色に変色しており、*neotermes* によるものだと案内の職員は断定したが、それを発見することはできなかった。

東マレーシア— Sabah, Sarawak

3月14日 Djakarta を発ち、Singapore で 1 泊。往路面会した Trade Division, Ministry of Finance の Ku Pak Ming 氏に電話し、提供の約束を得ていた Malaya 産の耐久性樹種試料を帰国する林に託してくれるように依頼し、足立とともに Kuching へ向かった。1 週間という短い期間であるため各地とも 1～2 泊のかけ足旅行、十分な調査はできなかったが、木材試料の入手、腐朽菌ならびにシロアリ標本の採集については一応の目的を果たすことができた。

Sarawak の Kuching : 森林局 (Forest Department, Ministry of Natural Resources) の樹木園 (Arboretum) で腐朽菌とシロアリの採集。この樹木園には 1 本の細い道が通っているだけで、下草を含めていっさいの植物の伐採と切落しを禁止し、自然のま

まの保存が続けられている。林内は倒木・朽木が多く腐朽菌が豊富という感じであり、2 時間足らずで 36 点の腐朽菌、6 点のシロアリ標本を採集した。構成樹種は *Dipterocarpus*, *Hopea*, *Shorea* など *Dipterocarpaceae* のものが多いが、*Litsea*: *Lauraceae*, *Callophyllum*: *Guttiferae*, *Lithocarpus*: *Fagaceae*, *Santiria*: *Burseraceae*, *Myristica*: *Myristicaceae* なども散見された。

Sabah : 菌類については、農林大臣の植物防疫法による輸入禁止品の輸入許可の点数限界までの採集を完了したので、Sabah ではシロアリの採集に専念し、Sandakan では *Nanditruccarpus* sp. 林内、Tawan では Hoop Pine, *Araucaria cunninghamii* Sweet: *Araucariaceae* ならびにカリベアマツ *Pinus caribaea* Morelet: *Pinaceae* の造林地などで 14 点の標本を得た。また Sandakan では森林局の好意により東マレーシア産の耐久性樹種試料 37 点と 64 種の材鑑を入手することができた。

以上今回の調査では 150 点の菌類標本、36 点のシロアリ標本を採取し、菌類についてはその 1/3 を現地で純粹分離することに成功した。他は現在分離を続けており、同定を進めるかたわら腐朽力その他の諸性質について、温帯産の腐朽菌との比較検討をおこなう予定である。また入手した木材試料は一部を材鑑として残し、他は菌類ならびにシロアリに対する耐久性の調査や心材物質の分布に関する研究のための試料として活用したい。

将来再びインドネシアあるいはマレーシアでの調査の機会を得た場合には、現地研究機関との共同研究により、はじめに述べたような木材の劣化過程ならびに関連微生物相の変化の追求、各種防腐防蟻処理木材の野外曝露試験などをおこないたいと願っている。

(高橋)