

泥炭湿地林，ヒース林，そして低地 フタバガキ林

—ブルネイの森林と林業—

小林 繁 男

マレーシア・サラワク州のバラム川とリンバン川の上流でペナン族が伐採道路の20数箇所を封鎖したのが今年の3月。根本的な解決を見ないまま11月には州警察によってすべての封鎖が解除された（Borneo Bulletin）。森林の伐採が奥地に進み、最も豊富な森林資源の一つがバラム川とリンバン川の上流に残され、この地域に伐採が及び、狩猟採取生活を行っている先住民族がその地を追われつつあることに抗議したのが原因だ。

事件はこの地域に南～西の国境を接しているブルネイに何も影響を与えなかった。というのもブルネイは三重県程の国土に約23万の人口で密度は低く、豊富な石油及び天然ガスにより国の経済は支えられてきている。木材利用は国内需要向けで、輸出が厳しく制限されているため、森林伐採がこの環境をそれほど圧迫するまでに至っていない。実際、推定蓄積量8,770万 m^3 に対し、年間の伐採—製材量は約7万 m^3 と0.08%しかない。しかし政府は将来の石油資源の枯渇を見通して各産業の振興に力を入れだし、林業もその一つの対象となっている。昨年9月以来、ここで林業研究に従事し、見た森林の現状と造林問題について述べてみたい。

自然環境

気候は熱帯多湿に属し典型的な雨季、乾季はなく、年間を通じて高温多雨多湿である。年降水量は約3,000mmで図-1に示すように10月～1月に雨量が多く、2月～5月は少ない。年次的、局所的に大きな変動があるのが特徴で、森林研究センターのあるスガイリアンの10年間をみると最大3,374mm、最小1,770mm、無降雨月もあった。湿度、温度とも年間を通じて一定で、それぞれ80%、27℃である。地質は第3紀、第4紀の堆積岩からなり非常に若い。低山丘陵は第3紀堆積岩、微波状丘陵地、平坦地は第4紀の堆積層からなっている。土壌は低山丘陵で Acrisols、波状丘陵地、平坦地で Arenosols (albic, humic)：所謂ケランガス（白珪砂土）、それより低い平坦地は dystric Histosols：泥炭湿地が分布する（橋本，1984）。国土の81

KOBAYASHI, Shigeo : Peat Swamp Forest, Tropical Heath Forest and Mixed Dipterocarp Forest Related to Forestry in Brunei Darussalam

農林水産省林業試験場土壌部、現在JICA 専門家としてブルネイ滞在中

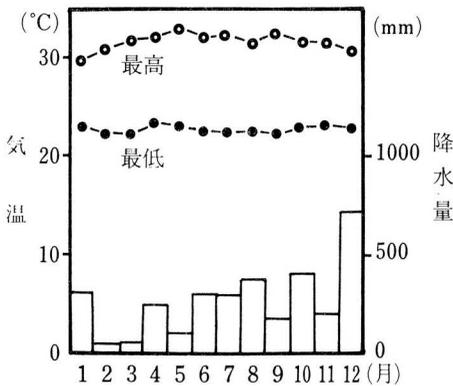


図-1 ブルネイの最高、最低気温と降水量

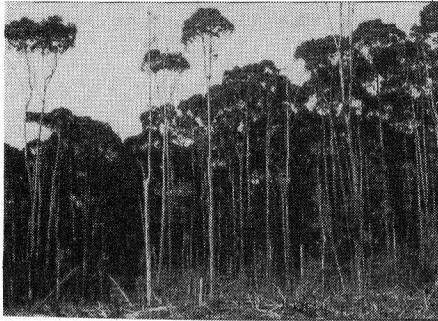


写真-1 泥炭湿地でのアラン林と伐採跡地

%, 4,690 km² が森林で覆われ、天然林が 3,410 km² 残っている。マングローブ林 (110 km²)、泥炭湿地林 (1,080 km²)、ヒース林 (30 km²)、低地フタバガキ林 (3,050 km²)、及び標高 1,300 m 以上に分布する山岳林 (70 km²) の 5 つの森林型に区分される。なかでも泥炭湿地林、ヒース林、低地フタバガキ林が林業の対象とされる。

泥炭湿地林

サラワク州からブルネイにかけて広く分布する泥炭湿地林はアラン (*Shorea albida*) が純林を形成し、熱帯雨林の中でも特異な存在といえる。この湿地林は 6 つに区分され、それらの分布はドーム状の外周から内へ下記のようになる (ANDERSON, 1961 ; LEE, 1984)。

1) 混交湿地林 (mixed swamp forest): 良質材とされるラミン (*Gonystylus bancanus*) をはじめ、ジョンコン (*Dactylocladus stenostachys*),

グロンガンバダン (*Cratoxylum glaucum*), や湿地メランティ (*Shorea* spp.) などの混交からなり、湿地林周辺に分布する。ブルネイではカプールパヤ (*Dryobalanops rappa*) の優占した林もある。2) アランバツ林 (Alan Batu f.): 樹高 45 m 以上、60 m を越え、直径 100 cm 以上のアラン (*Shorea albida*) が優占する。ここのアランは他に比較して材の比重が高く、ほとんどの個体に空洞があり、やや利用価値が低い。混交湿地林より内側に分布する。3) アランブンガ林 (Alan Bunga f.): 樹冠が均一で、樹高が 45~60 m、直径 40~80 cm のアランの純林を指し、440 m³/ha の材積があるとされる。伐採利用が最もなされている。4) パダンアラン林 (Padang Alan f.): 樹高 30~40 m、直径 20~40 cm の小さな樹冠をもつアランの純林。湿地林のより内部に入る。5) パダンバヤ林 (Padang Paya f.): アランは優占せず小径のメダン (*Litsea* spp.), グロンガンバダン、ピントゴール (*Calophyllum* spp.), クルンツン (*Combretocarpus rotundatus*) などで構成する。湿地林の中心に分布するがその面積は広くない。6) パダンクル

ンツン (Padang Keruntum) : クルンツンが優占する林で分布は普遍的でない。

ブルネイでは今、アランブンガ林が最もよく利用されている。伐採はサラワクからの出稼ぎの人々が行い、玉切りしたものを木馬や架線で土場まで運び、気動車のついたトロッコで運び出す。径級が揃い純林のためしばしば皆伐に近い状態になっている。この伐採跡地の植生を調査したところ、2年間でパンダナス (*Pandanus* spp.) とシダの一種が優占度4~5を占め、多数のツルが繁茂していた。ギザギザとした葉が4mを越え、ライゾームでも繁殖するパンダナスはササの生態に似て林がうっぺいすると優占度が低くなる。完全にうっぺいした林では余り見られない。こんな植生回復の状態にあるため40haに20個の調査区(100m²)でアランの稚樹は3個体しか認められなかった。このまま伐採が進めばこれらアランの林はブルネイから消失してしまうのではないかと危ぐされる。一方、伐採前の林は樹高がほぼ揃っていて、亜高木層、低木層にはアランが1個体も見られない。20数年前抜き切りをしたアランバツの林(樹高約60m, 37本/ha)では2m程の個体が9本認められたにすぎない。ア

ランは一説によると25年に一度の割でしか開花しないといわれるが、1986年は運よくアランバツの林で3月に開花し、4月に結実し、5月には稚樹が出現した。林床、ギャップ、林縁の内外でこれらの稚樹を観察すると、相対照度60%以上の場所では枯死率も低く、1年間で70cmの上長成長を示した。しかし照度700~1,000lux, 相対照度2%以下の林床では1年3か月で枯死率は85%となる(図-2)。新しい頂芽を形成するがすぐにdie back(4回/年)を起こしている。こうして2枚の初生葉のままなかなか次の葉が展開しない。その間に虫害や病気にあって枯死するもの、乾燥のため枯死するもの、あるいは大雨の後、冠水して枯死するものが出てくる。泥炭湿

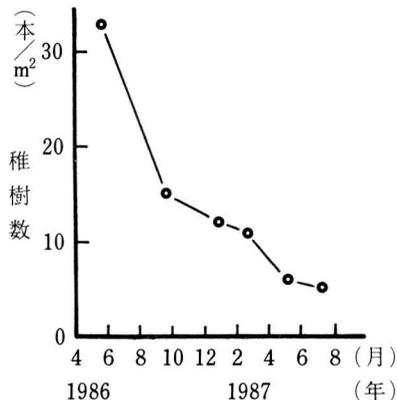


図-2 アラン (*Shorea albida*) 稚樹の生存曲線 (林床, 1 m² 5か所の平均)



写真-2 バダスのアガティス (*Agathis dammara*) 林

地では根が泥炭層の上に発達し、落葉落枝が根の上に堆積し、泥炭層との間に空間ができる二重構造を成す。この A₀ 層は容易に乾燥する。種子は A₀ 層の上で発芽するため根が二重構造の中を伸長する前に乾燥枯死する。またこの空間が狭いと A₀ 層は容易に冠水する。アランを植栽したとしてもこうした生態的背景と泥炭湿地の生育環境の厳しさが更新の難しさを助長している。

ヒース林

ケランガス（白珪砂土）の上に成立する林をヒース林と呼んでいる。土壤は粘土をほとんど含まず、養分に乏しい。ケランガス（Kerangas）の名も“稲が育たない”と言う意味から来ている。ここを流れる川の水は Air Hitam (black water) と呼ばれ、透明な黒褐色で非常に酸性が強い。

バダスにはこの土壤の上にアガティス (*Agathis dammara*) の純林がある。材は用材、合板、家具材などとして価値が高く、以前は伐採利用していたが、現在この森林は保護区に指定されている。他にはラビ道路の沿線に樹高 45 m にもなる個体が見出せる。標高 1000 m 以上のバダグン山 (Bt. Pagon, 1850 m) の付近にも隔離分布する。林床は落葉がなかなか分解されず、10~20 cm も堆積している。主に H 層に細根が発達する。この細根にはミコリーザがつき、これにより貧栄養な土壤にも 45 m もの個体が生育出来ると思える。季節相は年 2 回、新葉が展開する。球果は胸高径が

40 cm 以上の個体に見られ、2 年がかりで成熟する (Whitmore, 1977)。そのためバダスでは年中球果の着いた個体が見られる。球果のサイズと重さの関係は図-3 の様になり、サイズ約 10 cm² にならないと種子は成熟しない。森林の構造は多層階を構成し、林床には稚樹も豊富である。このアガティス林に接してバダグンアラン林がある。アガティスはケランガスに泥炭が堆積すると稚樹が育たなくなり分布の境界が明瞭になると思える。材質の価値も高く、ケランガスという特殊な土壤にも生育するこの種は造林対象木としてラインプランティングに使われている。育苗の際はミコリーザが着くようにすることが大事だ。

ケランガスにはモクマオウ

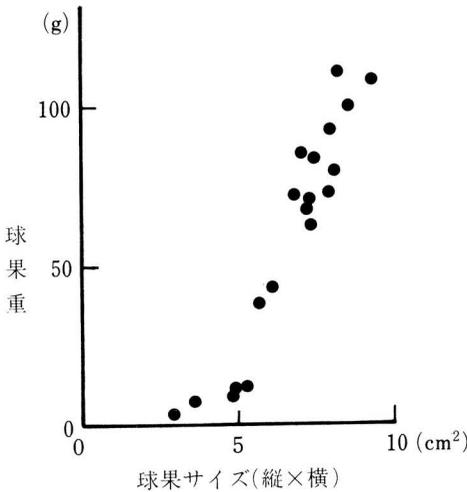


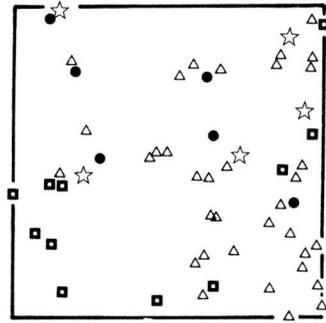
図-3 バダス国有林におけるアガティス (*Agathis dammara*) の球果サイズと重さの関係 (1987年 5~6月採取)

*Casuarina nobilis*も優占する。ブルネイにはモクマオウ類は3種あり、*C. nobilis*のほかに海岸に生育する*C. equisetifolia*と砂質の丘陵地に生育する*C. sumatrana*で、これらモクマオウ類は根粒を着けることで知られている。ブルネイではクリスマスツリーとして売られる。

低地フタバガキ林

現在熱帯雨林地域で最も少なくなった森林に低地フタバガキ林がある。ブルネイはテンブロン地区の一部を除いて標高が400 m以下である。森林研究センターの位置するスガイリアンの近くのアンドラウ国有林のなかに低地フタバガキ林(標高約50 m)の保護区がある。天然林内は比較的単純で風倒木、枯損木の周辺を除いて歩きやすい。フタバガキ科の種類も多い。林床には稚樹が豊富である。図-4はフタバガキ科4種類の稚樹の分布を示す。この調査区を含め20m×20mのなかにセラヤ(*Shorea curtisii*)、クルインメンペラス(*Dipterocarpus crinitus*)、ウーブンバツ(*Upuna borneensis*)の母樹が分布する。セラヤの稚樹の密度が最も高いが、この種子の大きさは約0.7 cmで他種の1.3~1.5 cmに比較して最も小さい。稚樹の特性を考慮しなければいけないが、大きな種子をつくる種は小産で、小さな種子をつくる種は多産であるという生態学の学説がフタバガキ科に適用出来るか興味深い。稚樹の生態は種により随分異なる。ダマリタンブキット(*Shorea angustifolia*)は相対照度が2%以下になるとdie backを起こし上成長しないまま枯死する。カプールブキットはそれでも成長を続ける。熱帯雨林でも乾いている土壤もあり、無降雨日が続くとセラヤなどは容易に枯死する。フタバガキ科の稚樹は谷川周辺を除いて比較的広く分布する。特に尾根や凸型の地形ほど豊富に見られる。この分布の偏りは天然更新を導入する時考慮する必要がある。フタバガキ科の樹木は陽樹又は陽樹的な性質を持ったものが多いとされるが(佐々木, 1979)、カプールブキットやウーブンバツなど亜高木層、低木層を構成するような種は造林や天然更新に適していると思われる。

低地フタバガキ林の択伐跡地でフタバガキ科の個体が優占している場所は未だ観察していない。ツルや未利用木のためなかなか前生稚樹が育たないようだ。しかし天然林内のギャップではダマリタンティンブル(*Shorea laxa*)などが更新、成長している。択伐跡とギャップでの空間環境の相違を研究することも重要だ。



- △ セラヤ(Serava) : *Shorea curtisii*
- ☆ クルインメンペラス(Keruing Mempelas) : *Dipterocarpus crinitus*
- カプールブキット(Kapur Bukit) : *Dryobalanops beccarii*
- ウーブンバツ(Upun Batu) : *Upuna borneensis*

図-4 低地フタバガキ林(アンドラウ国有林)での稚樹の空間分布(6 m×6 m)

造林問題

熱帯雨林では択伐が普遍に行われている。2つの例と比較しながらブルネイの択伐に触れてみたい。

一つはマレーシアで用いられている Malayan Uniform System (MUS) である。胸高径 45 cm 以上の立木を伐採、搬出し、続いてツル切り、損傷木・未利用木（径 15 cm 以上）を亜硫酸によってマキ枯らし、5～7年後に更新状態の調査を行い、適切な造林作業を決定する（THANG, 1986）。

フィリピンでは Timber Stand Improvement (TSI) と呼ぶ択伐方法を適用している。母樹と形質のよいフタバガキ林木を残し、他を切る。ほぼ10年後にツルや未利用木、損傷木を除去する。最初の伐採を純化期 (refining phase)、続く処理後を自由期 (liberation phase) と呼ぶ。35年後に最初に残した木を切る。70～100年後に最終の伐期に達する（WEIDELT *et al.*, 1982）。これは良形質のフタバガキ林木 (potential crop trees) を残し、二度切りをして天然更新を導く方法である。

ブルネイでは MUS を改変させた方法で行っている。フタバガキ林木は外周 5 フィート（径 48.5 cm）、他種は 6 フィート（径 58.2 cm）以上を伐採し、後にツル切り、2,4,5-T を用いてマキ枯らしを行う。30年後にもう一度切る。現場ではこれら径級に達した個体でも空洞や腐れがあると伐採から除外している。この方法は良い個体を抜き切るため形質の悪い個体が残る。施業による損傷、未利用木やツルが繁茂しやすいなど問題が多く、更新はうまくいっていない。伐採前後の調査資料がなく、どれほどの損傷木がでるのか、生育環境がどのように変わるのか、前生樹のその後の成長など今後の研究課題は多い。

ブルネイでは 1968～1974 年にかけて外来早生樹種と在来種の 50 種を 200 か所に試験造林してきた。いずれも小面積であり、ほとんどが焼失あるいは保育不足のため消え、現在試験地は数か所残るにすぎない。他にはセツツ KK が意欲的に外来早生樹

表-1 ブルネイにおけるフタバガキ科林木の試験造林の結果

樹種	樹齡 (年)	樹高 (m)	(成長率) (m/yr)	胸高直径 (cm)	(成長率) (cm/yr)	植栽方法
1.カプールブキット	17	17.3	(1.0)	17.8	(1.1)	全面
2.カワンジャントン	17	15.1	(0.9)	15.1	(0.9)	全面
3.カプールブキット	12	10.0	(0.8)	8.6	(0.7)	ライン
4.カプールパジ	12	10.1	(0.8)	12.2	(1.0)	ライン
5.クルインクツムプテ	12	6.4	(0.5)	6.4	(0.5)	ライン
6.メランティメラクスンバ	12	9.5	(0.8)	13.5	(1.1)	ライン
7.メランティサランプナイ	12	8.2	(0.7)	15.4	(1.3)	ライン

1, 3. Kapur Bukit : *Dryobalanops beccarii*, 2. Kawan Jantong : *Shorea macrophylla*,
4. Kapur Paji : *Dryobalanops lanceolata*, 5. Keruing Kutum Puteh : *Dipterocarpus exalatus*,
6. Meranti Merah Kesumba : *Shorea rubra*, 7. Meranti Sarang Punai : *Shorea parvifolia*

種を導入し、試験造林を行っている。この結果の一部は本誌(米川・宮脇, 1983, '85)にあるのでここでは省く。フタバガキ科の試験造林の結果を表-1に示す。皆伐跡地のカプールブキットは一年間で上長成長 1 m, 肥大成長 1 cm を示し、ライン植林でさえ 0.8 m, 0.7 cm となり造林が可能であり成長も期待できる。しかし利用サイズ(胸高径 50 cm 以上)

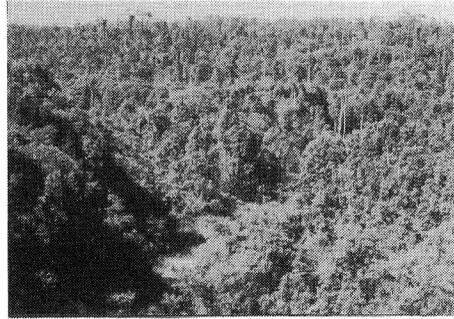


写真-3 皆伐跡地の二次林(低地フタバガキ林)

になるためには最短で50年はかかり、天然更新では70~100年はかかろう。しかし樹種に応じた適地に植え、ツル切りや未利用木の除伐を頻繁にしてやればかなりの成長は期待できよう。例えばカプール類(*Dryobalanops* spp.)ではその天然分布から斜面中腹上部にブキット(*D. beccarii*)、中腹下部にバジ(*D. lanceolata*)、低湿地にはパヤ(*D. rappa*)など植え分けが可能と考えられる。フタバガキ科の造林には苗木の確保が問題である。ブルネイでは天然林床に豊富にある稚樹の山引きの利用方法がある。ビニール袋に鉤質土壌を詰め、稚樹を掘取りそれに植える。林内に1~2週間置いたものを苗畑に持ち帰り1月間程新しい細根の伸長を促し、山出しを行う。しかし稚樹を手に入れにくい種もあり、挿し木による苗木の確保、実生苗の確保などまだまだ研究の課題は多い。

熱帯のフタバガキ林は確かに消失しつつある。問題の一つは伐採方法と木材利用にあるのではないと思う。伐採の仕方ひとつで更新や造林は容易にもなり、難しくもなる。また未利用樹種、未利用径級の活用も森林資源を有効に使うために重要である。そしてまだまだわからないフタバガキ科の樹種毎の生理、生態の研究が進めば森林の再生は可能だと思われる。

【参考文献】 1) ANDERSON, J.A.R. (1961): Peat Swamp Forests of Sarawak and Brunei in Relation to their Silviculture. Vol. I, Univ. of Edinburgh, Ph. D. Thesis 2) ASHTON, P.S. (1964): A Manual of the Dipterocarp Trees of Brunei State, Oxford University 3) BORNEO Bulletin (1987), November, 7th 4) HASAN, B.P., ASHTON, P.S.: A Check List of Brunei Trees 5) 橋本与良 (1984): 東南アジアの熱帯降雨林土壌, 農林業協力専門家通信, vol. 5 6) LEE, H.S. (1984): Natural Regeneration and Reforestation in the Peat Swamp Forests of Sarawak. Trop. Agri. Res. Series 12 7) 佐々木恵彦 (1979): フタバガキ科林木の造林問題. 林経協月報 10月 8) THANG, H.C. (1986): Selective Management System-Concept and Practice, Peninsular Malaysia. Forest Management Unit, Forestry Department, K.L. 9) WEIDELT, H.J. & BANAAG, V.S. (1982): Aspects of Management and Silviculture of Philippine Dipterocarp Forest. Schriftenreich der GTZ, No. 132 10) WHITMORE, T.C. (1977): A First Look at *Agathis*. Trop. For. Paper No. 11 11) 米川誠一・宮脇 繁 (1983): ブルネイのアカシア・マンギユウム. 熱帯林業 No. 68 12) 米川誠一・宮脇 繁 (1985): ブルネイのユーカリ. 熱帯林業(新) No. 3