

# 抲伐後の低地フタバガキ林における 大面積調査研究とその背景

加 藤 剛

## I. はじめに

インドネシア共和国・ジャワ島のほぼ中央に位置する都市ジョグジャカルタ。この都市にあるガジャマダ大学は、インドネシアで最も古い総合大学である。私はこのガジャマダ大学林学部に1995年1月より留学した。これまでガジャマダ大学には、インドネシア語コースをはじめ、芸能、文化を中心に日本人が学んでいたが、林学部では初めての日本人留学生受け入れだった。そのため、ビザ問題をはじめ多くの問題にぶつかることになったが、ここでは紙面の都合上割愛する。

今回の留学のきっかけは、(株)関西総合環境センター・生物環境研究所(以下生物環境研究所)とガジャマダ大学林学部が共同で行っている「熱帯雨林再生技術の開発研究」プロジェクトへの参加であった。生物環境研究所の好意とサポートにより、この留学は実現した。

これまでのプロジェクトの経過と背景については、沖森泰行氏(生物環境研究所)が林学会や熱帯生態学会等で報告している。今回新たに私は沖森氏と共に、抲伐された森林の調査研究を、大面積調査地を設定することによって行うことになった。そこで本稿では、抲伐跡地において大面積調査・研究を行う背景と経過について紹介する。

## II. 研究の背景

これまで、熱帯林の生態的解明は、主に天然林を対象として行われてきた。特に近年、大規模な調査地を設定することによって、種の多様性や森林の動態

---

KATO, Tsuyoshi : A Large Scale Study and its Background in a Logged-over Lowland Dipterocarp Forest

京都大学大学院農学研究科森林科学専攻

を明らかにしようと試みられてきた。熱帯林に関する研究では、時間的・空間的な制約の中で、最大限の効果を得るための取り組みが必要となる。現在、パナマのバロコロラド島、半島マレーシアのパソー、サラワク州のランビル国立公園で行われている大面積長期観察は、これらの課題を克服するための研究体制が確立されており、今後その貴重な成果が期待されている。しかしながら、現在も東南アジア各国では伐採活動が行われ、森林減少の加速が依然大きな問題となっていることも見逃すことはできない。インドネシアでは、伐採方法や伐採後の取り扱いを規定した択伐法が1972年より採用されているが、多くの場合、伐採後の適正な管理・育成が行われていないために、森林の劣化・衰退を招いているのが現状である。天然林の研究が、熱帯林の修復・再生に大きく貢献することは間違いないが、それだけでは必ずしも十分であるとは言えない。天然林にはない要素、たとえば択伐によって生じるギャップや搬出時の作業道の問題などが森林の動態に与える影響は、天然林の調査では計り得ないのである。伐採後の森林状況を把握し、その後の修復過程を生態的に解明しようすれば、人手の入った森林、すなわち択伐後の森林を調査する必要がある。

### III. 調査の方法

#### 1) ガジャマダ大学シルバガマ演習林

共同研究が行われているガジャマダ大学シルバガマ演習林 ( $102^{\circ}21' \sim 102^{\circ}39'$ , 南緯  $1^{\circ}28' \sim 1^{\circ}38'$ , 標高 30~100 m) は、スマトラ島のジャンビ州の西部に位置する。スマトラ島の低地はほとんど農地に転用されていたり、アブラヤシやパラゴムのプランテーションとなっているが、この演習林周辺の状況もまた同じである。特にパラゴムの植栽は演習林内にもみられ、地元住民によってその樹脂が採取されている。演習林では、年に1回、林学部学生の1か月近くにもおよぶ実習が行われるほか、林学部の研究林として、植林試験等を含めた調査・研究が行われている。今回の調査地 (15 ha) は、この演習林内のほぼ中心に設定された。

#### 2) プロット設定

ガジャマダ大学演習林内には、沖森氏らによって 1 ha の固定試験地がすでに 2 か所設定されており、そのうちの 1 か所を 15 ha に拡張することになった。10 m × 10 m のコドラーートを 1 個 1 個積み重ねていくことによって、プロットづくりが行われた。測量はコンパス測量によって行われ、コドラーートの四隅には、目印として杭を固定した。杭に使用したのはボロボロノキ科の

*Scordocarpus bornensis* で、現地名では Kulim と呼ばれている。この樹木は、調査地内にも多数みられる。鉈で樹皮に傷をつけると、たちまちあたり一帯強烈なニンニク臭に覆われるという、きわめて迷惑な樹木である。その反面、材は重硬で、耐久性、抗虫性共に大きく、ボルネオ鉄木のような使い方をされる有用な樹木でもある。この設定中に特に苦労したのは、伐採によって発生した、トゲだらけのラタンに行手を阻まれたり、繁茂した *Gleichenia linearis* で、見通しが全く利かなくなるなど、択伐跡地ならではの問題に直面したことである。

### 3) 種の同定

何度も繰り返し言われてきたことではあるが、熱帯林研究で一番の問題点はやはり種の同定である。熱帯林の研究を始めたばかりの私には当然のことながら、植物の名前がほとんどわからなかった。標本ばかりが山積みされる、という問題に陥ってしまった。途方に暮れていたところ、幸いにも、近くで獵をしながら生活を営んでいる、ある人物が植物の名前とその利用法に詳しいとの情報を、ガジャマダ大学林学部樹木学教室の RUDJIMAN 教授に教えられた。彼の名は RUSLI 翁といい、飄々とした初老の男性である。氏は父親から植物の名前を学んだそうで、その知識をいまだに生活の中に活かしているという。また、氏は数々の伐採現場にも立ち会い、伐採対象木の選別を手伝ったという経験の持ち主でもあった。材の特徴にも詳しく、切り株から樹種の判定まで行うことができた。氏の判別方法は、樹皮、樹脂の有無、材の特徴・匂い、樹形、葉形を総合的にみて判断するものである（多くの場合は樹皮と材の特徴・匂いから判断してしまう）。氏の判別する地方名は、植物学的な分類群を反映していて、氏の植物に対する豊富な知識と観察眼に驚かされた。これまでに、氏は調査地内に出現する樹種を地方名で 150 種挙げている。今後は、前述の RUDJIMAN 教授の協力を得ながら、ボゴール標本館に標本を運び同定作業を進める予定である。

## IV. 今までにわかったこと

### 1) 伐採の影響とその広がり

調査地で行われた伐採と作業道跡を図 1 に示した。伐採はほぼ全域で行われており、そのため作業道も複雑に枝分かれしながら、各所に延びていることがわかる。作業道の幅は、多少の違いがみられるものの、およそ 3 m であり、作業道の面積が全体に占める割合は 10% であった。作業道の中でも、メインと

なる作業道と伐採地点まで伸びた作業道とでは、その後の植生回復に著しい違いがみられた（写真1、2）。特にメインとなる作業道が枝分かれする地点では、樹木の侵入がみられないところが多く、*Gleichenia linearis* というシダ（ウラジロ属）が旺盛に繁茂していた。この違いは、一般にはブルドーザによる土壤の劣化が原因と考えられる。また、林冠の著しい疎開による光環境の大きな変化が、土壤の乾燥をもたらしたこと、その一因に考えられた。

## 2) 伐採本数、樹種、サイズ構成

本調査地を含む林分では、1979年からの約10年間に3回の伐採が行われた。その期間に伐採された本数・樹種・サイズ構成を調べるために、切り株の追跡調査を行った（写真3）。その結果、切り株の総数は121本で、1ha当たり約8本切られていた。SUSTINA

(1994)によると、一般的なインドネシア択伐造林法（Tebang Pilih Tanam Indonesia, 1989年制定）では、胸高直径10cm以上の個体が400～500本（/ha）存在する林分では、平均10本が伐採されるという。伐採本数だけでみると、本調査地においては少なくとも択伐法の基準に従って伐採が行われたことを示していた。

伐採の対象となったのは、フタバガキ科樹種が中心で約86%を占めていた。直径は、60～80cmのクラスが最も多く、約44%を占めていた。ここで、注目したいのは写真3にみるような切り株直径が100cmを超える個体が、全体の16%, 20本もあったことである。この内訳は、現地名でMeranti sapat (*Shorea* sp.), Meranti rambai dahan (*S. acuminata*), Mersawa (*Anisoptera* sp.), Keruing (*Diterocarpus crinitus*)と呼ばれるフタバガキ科樹種である。かつてはこのような巨木が成立していた林であることを想像すると、熱帯林のスケールの大きさに改めて感嘆せざるを得ない。その一方で、こうした巨木を何

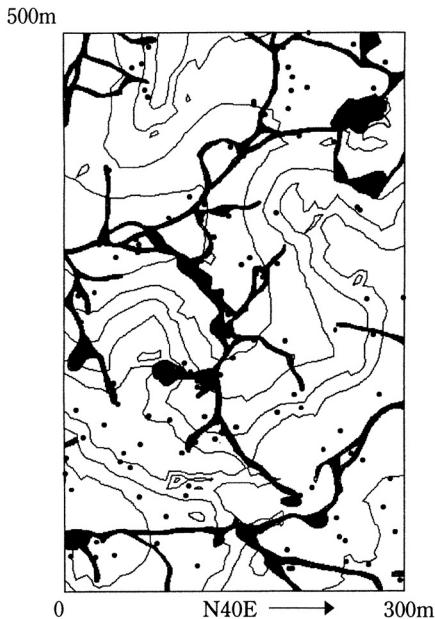


図1 調査地（500 m × 300 m）にみられた作業道路と切り株の位置（●：切り株、等高線：5 m 間隔）

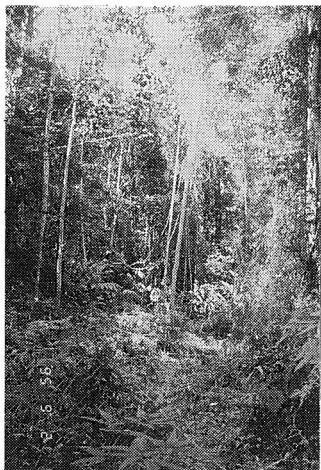


写真 1 フタバガキ科稚樹の侵入もみられる

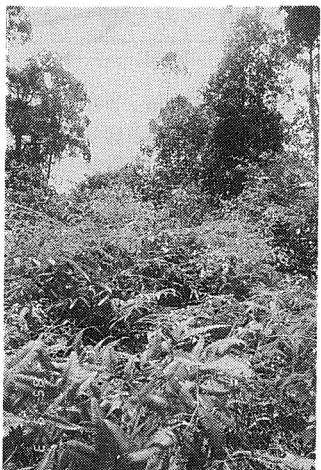


写真 2 *Gleichenia linearis* の繁茂する作業道跡。伐採によって周囲の林冠が著しく破壊されている

本も伐採する場合、森林への影響が一層強くなることは明らかである。たとえば、写真3のKeruingは切り株直径110 cmであったが、倒された木の先端は50 m先にまで到達し、周辺の植生を破壊していた。倒木による植生破壊は、天然林でもあり得る現象であるが、抾伐された森林においては1 ha当たり8本もの大木が一度に倒される。この天然林では起り得ない現象が、林冠を大規模に破壊し、植生回復を著しく困難にしている。

### 3) 抾伐後の林分構造

毎木調査の結果、胸高直径10 cm以上の個体の総数は7,974本(531.6本/ha)で、胸高断面積合計は359.9 m<sup>2</sup>(24.0 m<sup>2</sup>/ha)であった。種組成は、フタバガキ科樹種が最も多く、胸高断面積合計で全体の17.05%を占めていた。フタバガキ科以外では、マメ科、フトモモ科、クスノキ科、カンラン科、トウダイグサ科が多くみられた。

図2は、全樹種及びフタバガキ科樹種について、その直径階分布を示したものである。比較のために、半島マレーシア・パソーにおける天然林の結果を並べてみた(APPANAH & WEINLAND, 1993)。この両森林の類似点として、1) パソーの1 ha当たりの出現個体数は530本(胸高直径10 cm以上)、胸高断面積合計が25.2 m<sup>2</sup>で、本調査地とパソーはきわめて近い値を示していた、2) 抾伐後の林分でも天然林と同じL字型の直径階分布を示していた、3) 出現するフタバガキ科の種類が比較

的似ている、といった点が挙げられた。その一方で、抾伐後の森林では、伐採によってフタバガキ科の大径木がみられない点に大きな違いがある。また、フタバガキ科樹種の直径階10~19.9 cmをみてみると、このクラスの密度が天然

林よりも高い値を示していた。他の種（先駆的樹種を除く）ではこうした傾向がみられないため、択伐によってフタバガキ科の後継樹が育成・蓄積される可能性があると、この結果から言えた。その理由として、フタバガキ科の多くが、サプリングバンク型、或いはシードリングバンク型の更新様式を持っている点が挙げられるだろう。このことは、マレーシアにおける択伐法をレビューした

APPANAH ら (1990) によっても指摘されているが、これまでのところ不確かな点も多く、今後さらに詳しく解明していく必要がある。

伐採後にみられた先駆的樹種には、Medang sendok (*Endospermum diadenum*), M. pelampong (*Macaranga conifera*), Caporimbo (*Croton argyratus*) があった。特に Medang sendok, M. pelampong については、その分布は作業道跡に沿って出現しており、過去の作業道跡を示す一つの指標植物になると考えられる。

#### 4) 択伐後の森林の更新

択伐後の森林の中で、どのように更新が行われているかは、今後の修復過程を予測するためにも、大きな関心が寄せられるところである。15 ha の調査地

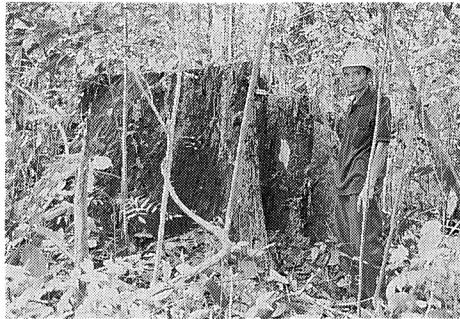


写真 3 Keruing (*Dipterocarpus crinitus*) の切り株。写真中の人物が RUSLI 氏

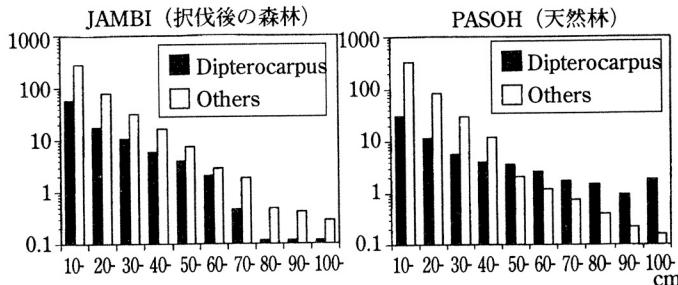


図 2 調査地に出現した胸高直径 10 cm 以上の個体（たて軸）の直径階分布  
Pasoh のデータは APPANAH & WEINLAND (1993) による

を始めるに当たり、この課題についても取り組まなければならないと思っていたところ、幸いにも1995年の2月から3月上旬にかけて、フタバガキ科樹種について大量の種子散布がみられた。*Shorea macroptera*, *S. parvifolia*, *S. acuminate*, *Hopea* sp. の散布量が特に多く、これらの種については、コドラートを複数設置して、その後定期的に追跡調査を行ってきた。この結果については、現在まとめている最中であるが、多くの実生は定着後1~2か月後にかなり高い割合で枯死することが観察された。その枯死原因のひとつに、発芽後、根が完全に土壤に入り込まないうちに乾季を迎える、根が乾燥して、その結果枯死してしまうことが認められた。今後は、稚・幼樹の動態と微環境との関連性を明らかにするための調査を行う予定である。

### 5) 微環境の測定

微環境の測定については、これまで天然林でも数多く行われてきた。しかし、抾伐跡地において、この課題に取り組むことは特に重要であると考える。抾伐によって生じる環境の変化で最も大きいのは、林冠の疎開による光環境の変化だからである。先に抾伐の影響として *Gleichenia linearis* の繁茂を挙げたが、これには林冠の著しい疎開が原因のひとつだと考えられた。光条件を良くし、後継樹の育成を図るのが抾伐施業の目的のひとつであるのに、収益を第一に考える現在の抾伐施業ではこの点が見失われ、多くの場合、生物学的な限度を超えた施業が行われている。その結果、著しい土壤の劣化や光環境の変化による乾燥をもたらし、植生回復の障害となっている。

微環境の測定では、まず全天写真による開空度の測定と、光センサーを使用した光量子束密度の測定を行い、さらにその光条件下の土壤含水量を測定する(1996年以降)。抾伐された森林構造下の微環境を明らかにし、それが稚樹の成長にどう影響するのか、明らかにしていく予定である。

## V. 大面積調査地の意義

以上のように、大面積調査地を設定した調査経過について報告してきたが、ここでもう一度大面積調査の意義について触れておきたい。天然林の調査において、大面積調査区が有用であることはすでにいくつも紹介されている(例えば HUBBEL & FOSTER, 1983; 中静, 1991; YAMAKURAら, 1995)。しかし、抾伐後の森林における大面積調査地の必要性については、あまり議論されていない。これまでにも、インドネシアでは抾伐跡地で伐採の影響を調べるための調査が行われてきた。しかし、その多くは調査面積が小さいために、抾伐施業の局所的

性格をとらえたものが多いようである。多くの場合、1 ha 前後の調査地が設定されているが、たとえば高さ 50 m にもおよぶ熱帯の樹木を 1 本伐採したとしたら、果たしてこの面積で十分であろうか。伐採の局所的な影響をみるために、この程度の面積で通用するのかもしれない。しかし、こうした小面積の調査だから、択伐施業地全体を議論するのは危険である。これまでに択伐の影響を評価したものを見ると、その影響がきわめて厳しいとしたものが多い。しかし、こうした結果は影響が最もひどいところを選んで小面積の調査を行い、局所的な点から、全体を評価してしまったことに由来しているように思われる。つまり、作業道は林内にいくつにも枝分かれしながら複雑な路網を形成し、その作業道によって伐採跡は結ばれているのである。また、伐採も対象木の多寡によって、集中して行われたり、散発的に行われたりする。このような状況を把握するためには、マクロな視点で択伐後の森林を見つめ直す必要がある。現実には、時間的・空間的制約のなかで、作業道や伐採跡が十分に含まれる面積が求められるが、今回は現地調査の結果、15 ha の調査地を設定することになった。

今回の調査によって、択伐跡地がどのような状況であるのか、また、択伐の影響というものがどの部分に発生しているのか、マクロな視点で把握することができた。このことから大面積調査が有効であることを確信したが、今後は定期測定によって将来的な森林の動態を予測するなど、大面積調査のメリットを活かした研究を行う予定である。

## VI. おわりに

今回の研究は、まず現在急激に増えている択伐跡地の現状を知り、そのような環境下でどう更新が行われているのかを明らかにするために始められた。これから限られた時間の中で、研究課題や方法についてさまざまな問題に立ち往生することになると思う。しかし、森の知識と経験が豊富な RUSLI 氏や現地スタッフの存在はこれからの調査にとって大きな力となることであろう。また、今後 RUSLI 氏からは森の生活や植物の利用法について多くのことを学べたらと考えている。

調査地のあるジャンビ州を車で走ると、ほとんど林を見ることができない。多くはアブラヤシやパラゴムのプランテーションとなっている。東南アジアの低地が昔から利用してきたことは、熱帯関係の書に当たれば知ることができる。しかしながら、現実を目の当たりにすると、天然林がすでにもう身近なもの

のでなくなったことを、今更のように思い知らされた。残り少なくなった森林を保護し、守っていくことはもちろんのことだが、手の入った森林を修復していくことも、今後の大きな課題ではないだろうか。そのために何をしなければならないのか、考えていきたいと思う。

〔参考文献〕 (1) SUSTINA, M. 1994. The important of selective tending to improve productivity of logged-over Dipterocarp Forest in Indonesia. Rimba Indonesia. Vol. 29. No. 3-4 : 39-43 (2) APPANAH, S. & WEINLAND, G. 1993. A preliminary analysis of the 50-hectare Pasoh demography plot : I. Dipterocarpaceae. Research pamphlet no. 112. FRIM. Kuala Lumpur. (3) APPANAH, S. & WEINLAND, G. 1990. Will the management systems for hill dipterocarp forests, stand up? Journal of Tropical Forest Science. 3 (2) : 140-158. (4) HUBBEL, S.P. & FOSTER, R.B. 1983. Diversity of canopy trees in a neotropical forest and implications for conservation. In : SUTTON, S.L., WHITMORE, T.C., & CHADWICK, A.C. (eds.), Tropical Rain Forest : Ecology and Management, 25-41. Blackwell, Oxford. (5) 中静 透, 1991. 森林動態の大面積長期継続研究について. 日生態会誌 41 : 45-53. (6) YAMAKURA, T., YAMADA, I., INOUE, T. & OGINO, K. 1995. A long-term and large-scale research of the Lambir rain forest in Sarawak : Progress and conceptual background of Japanese activities. Tropics 4 (2/3) : 259-276.

---