

# マレイシア複層林施業技術

## 現地実証調査について

坂 本 進

### 1. はじめに

目的：複層林施業は異なる樹種を混交して植栽することによって、立体的な構造を持つ複雑な森林を造成し、単一樹種による欠点を克服し、環境保全機能が高く、かつ病虫害にも強い森林を造成しながら、多様な木材生産を行おうとするものである。したがって本実証調査の目的は、熱帯降雨林地域であるマレイシア半島部において産業造林を想定しながら、上述の観点から大面積の人工植栽地及び伐跡地の天然生二次林を、人工的に複層林化するための施業を検討しようとするものである。

経緯：1990年10月に、基礎一次調査団がタイ、マレイシア、パプア・ニューギニアに派遣された結果、比較的に諸条件が整っているマレイシアで本事業を実施することが決定された。その後、'91年1月、7月に、二次、三次調査団が派遣され、10月には計画打ち合わせ調査団が派遣され、R/Dの調印にまでこぎつけた。通常の技協プロジェクトは開始までに2年程度またはそれ以上を要するのであるが、本事業の場合基礎調査から専門家の派遣まで1年2か月というスピードであった。

'91年12月中旬にまず4名、1週間遅れて2名、計6名の専門家が着任した。上記のほか、長期調査員として'91年10月に事業計画、試験計画設計のため3名、12月に林道及び現地事務所、苗畑等関連施設の詳細設計のため2名が派遣された。

### 2. プロジェクトの仕組み

事業対象地：事業地は半島西側のペラ州にあり、2か所の事業地のうち、天

---

SAKAMOTO, Susumu : Multi-storied Forest Management Project in Malaysia  
マレイシア複層林施業技術現地実証調査プロジェクト

然林地区はペラ州の州都イ  
ポー市の南東約19 km地点  
に、人工林地区は約80 km南  
に位置している(図-1参照)。  
天然林地区は、キンタ・マン  
ジュン営林署の管内であるブ  
キット・キンタの146, 147,  
148及び150の4林班約500  
haの天然生二次林である。  
人工林地区は、南ペラ営林署  
管内のチクス事業地の未立木  
地約300 haとマンギウム・  
アカシア(以下、マンギウム  
と省略)植栽地約200 haが  
対象となっている。

事業内容：天然林地区にお  
いては、初年度に146林班内  
での基盤整備を行った後、'93  
年度から146林班を初め各林  
班で現状の天然生二次林内に  
散在する大、中、小、様々な  
ギャップにおいて試験地を設  
定し、中・長伐期高品質樹種を植え込みデータを収集する。人工林地区に於て  
は、A—ブロック(未立木地)では早生樹種と高品質樹種の列状混植、B—ブ  
ロック(マンギウムの既植栽地・'89年9~12月に植栽；'92年7~9月の平均  
樹高13 m、平均胸高直径14 cm；'93年7月の平均樹高17 m、平均胸高直径17  
cm)では1列伐採・1列残(1-1, 2-2, 4-4, 8-8, 16-16)の方式で高品質樹種  
を植え込み(列間3.7 m、樹間3.0 m)それぞれパーマネント・プロットを設置  
して、そこからデータを収集することとしている(図-2, 3植栽模式図参照)。  
植栽樹種はShorea leprosula, Shorea parvifolia, Neobalanocarpus heimii等の  
ほかフタバガキ科、非フタバガキ科合わせて約40樹種を検討している。

実施体制：日本人専門家はリーダー、調整員を含め6人派遣されており、分  
野は造林、育苗、森林経営、林業機械、各1名である。これらに対するカウン

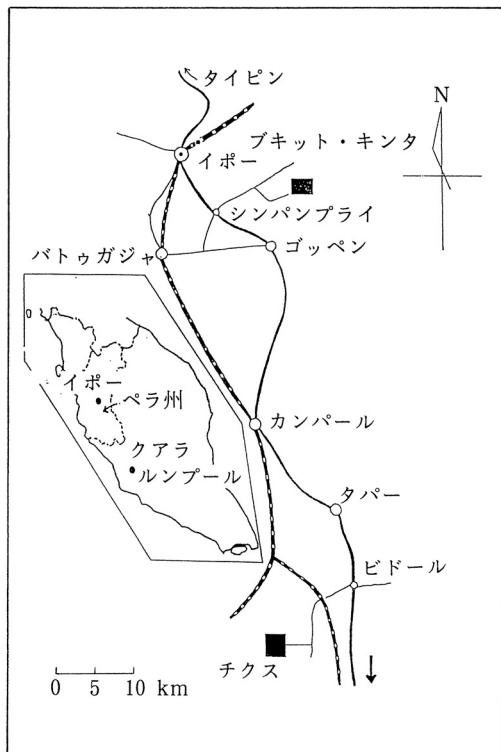


図-1 プロジェクト位置図

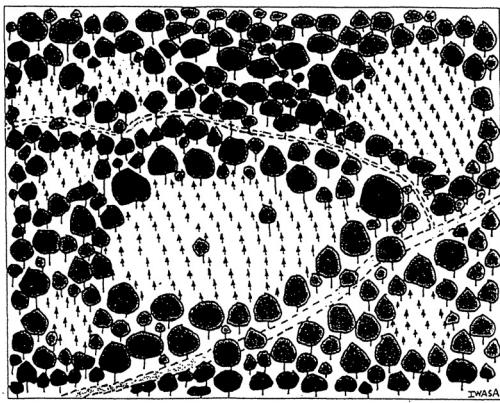


図-2 ブキット・キンタでの植栽方式（ギャップ植栽）

▲：伐採または自然に生じたギャップ内に植栽された高品質樹種（3m×3m）

●：天然更新した樹種

鎖線は林道および作業道

ターパートは、ペラ州森林局の局長がプロジェクト・マネジャー、同次長がコーディネイターであるほか、造林には同局造林課長、育苗には南ペラ営林署次長、森林経営には同局経営課長、林業機械には技術課長が就いている。これらのほか天然林地区を管轄するキンタ・マンジュン営林署長、人工林地区の南ペラ営林署長、また連邦森林局森林経営課補佐もカウンターパートとなっている。

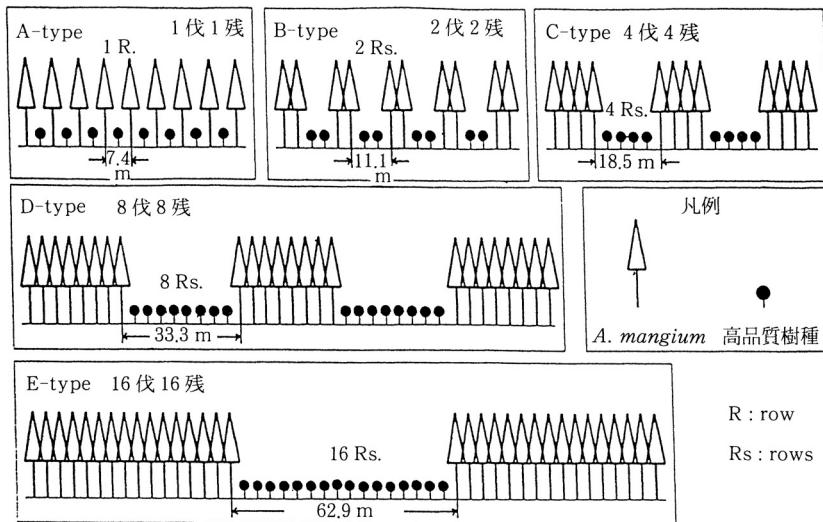


図-3 チクスでの植栽方式（列状）

### 3. これまでの成果

インフラ整備：基盤整備の主なものは天然林地区の林道、永久橋、避難小屋、人工林地区ではビドールの現地事務所、チクス・サイトの苗畑施設、林道、作業道、防火帯の建設及び機材の調達であった。これらはインフラ施設の詳細設計にあたった 2 名の長期調査員の成果をもとに '92 年 6 月に契約事務を了し、請負業者は直ちに工事を開始したが、例年ない降雨日数の多さのためもあって控らざる、6か月の工期を 35 日延期して同年 12 月 16 日にすべての工事が完了した。機材は大部分を現地調達し、一部を本邦購入とした。上記の基盤整備のほか、当初計画にはなかったが天然林、人工林地区両方のアクセス道路にそれぞれ木橋がかかっており、当面の通行には支障なかったものの、骨材の腐朽も相当進行しており危険であったため、別枠予算の手当を本部に願い、橋脚をコンクリート、I 字鋼ビームの橋を架設した。天然林地区の木橋（直径 80 cm、長さ 21 m の丸太 20 本を軸に使用）は、新橋の完成まさに集中豪雨によって下流側橋脚部が洗掘されたことにより一晩のうちに崩落した。

育苗：プロジェクト進捗の要である育苗事業は、基盤整備の遅れにより最も痛手を被った。事業計画では利用できるはずであったペラ州森林局のカンボン・チャン及びパパンの苗畑は、いずれも森林局の事業で手一杯となっており、わが方のプロジェクトが入り込む余地はなく、やむなく請負業者に苗床部分の基礎工事を優先させ仮設苗畑を造成した。種子・苗木の確保については、基礎調査でも基本計画の段階でも問題点の指摘はされていたものの、やや楽観視していたところ、いざ着手してみるとこれが容易ではないことがわかつってきた。ちょうどこの時期に、連邦森林局内でマンギウムの大面積造林が疑問視され始めており、郷土樹種の需要が増大していたことも調達に難儀した一因であった。カウンターパートにペラ州森林局管内の各苗畑及び近接営林局苗畑の苗木生産本数、譲渡可能な本数、民間育苗業者の状況等につき情報提供を受け、それらにアプローチする一方で隣接する天然林からの山引き苗の収集を始めた。山引き苗は早朝 7 時から 9 時の間に採取し、林内でポッティングし 3 週間林内に置くやり方と仮設苗畑でのポッティングとを試みたが、これは前者による方が生存率が高かった（表-1 参照）。

初年度である '92 年には、目標の 78,000 本に対し民間苗畑からの購入分を含め 70,000 本の確保が精一杯であった。初年度の経験・反省から、半島各地での開花・結実情報収集の必要性を痛感し、ペラ州はじめ各州営林局署とプロジェ

クトとの間に開花・結実情報ネットワークを作り、情報に接し次第、運転手、班長、作業員計7名で構成する収集チームが直ちに現地に向かう体制を作った。

これらの体制作りと'92年末に完成した苗畑施設とにより、また育苗の短期専門家の派遣も得て2年目の育苗事業は順調に進捗し、目標であった14万本を上回る18.2万本の苗木を確保した。

造林：造林分野の活動はまずマレイシアにおける造林事情の文献調査と、造林対象地の現地踏査から始まった。現地を詳細に踏査してみると既植栽地の林内には森林局保有の地図には記載されてない湿地帯が縦横に入り組んでおり、当初図上に機械的に落としてみた試験地の設計は何度も変更を余儀なくされた。幸い担当の専門家は、タイでの造林プロジェクトでの実績もあってカウンターパートとの連係にも支障なく、現地における業務遂行の推進役を果たした。いずれにしても初年度100haの造林計画があるため、苗木の確保にも育苗の専門家と共にその手當てに奔走した。

造林契約に先立ち、試験地設定要領、調査要領等が作成され、これらは推進委員会に検討を依頼した。また、これらの要領を専門家とカウンターパート全員で構成する作業委員会でも検討し、造林事業展開のためのベースとした。初年度の造林実績は、主として苗木不足により、また一部請負業者のパフォーマンスの悪さにより、88%の結果に終わり、各種試験計画は試験地設定の事業実行に追われたためほとんど実行できず、翌年に持ち越すこととなった。

'93年に入り、育苗事業の進捗もあって造林事業実行のほか各種試験にも着手した結果データの収集も図られ、その成果の一部は、インドネシアで開催されたBIO/REFOR国際研究集会において専門家及びC/Pにより発表された。その内容を紹介すると、チクスB—ブロックの3年生マンギウムを帶状伐採して植え込んだ*Shorea leprosula*, *Shorea parvifolia*, *Neobalanocarpus heimii*の

表-1 山引き苗の生存率調査結果 ('92年10月収集分, 12月調査)

| 樹種                   | 総数    | 仮設苗畑ポッティング |    | 林内ポッティング    |    |
|----------------------|-------|------------|----|-------------|----|
|                      |       | 収集数:生存数    | %  | 収集数:生存数     | %  |
| <i>S. leprosula</i>  | 3,509 | 1,775:669  | 38 | 1,734: 989  | 57 |
| <i>S. parvifolia</i> | 960   | 532:312    | 59 | 428: 277    | 65 |
| 計                    | 4,469 | 2,307:981  | 43 | 2,162:1,266 | 59 |

3樹種について、植栽8か月後の光条件と生存率及び上長成長の関係について調査したものである。

植栽時の'92年10月と'93年7月とを比較すると、各プロットの相対照度は2~5%程度低くなっている。16伐のEプロットはほぼ裸地造林の条件と同じである(表-2)。

3樹種とも、相対照度が約30~70%となる伐採幅の狭いプロットの方が、伐採幅の広いプロットに較べ生存率は高い傾向が見られた(表-3)。

上長成長は3樹種とも相対照度が30~70%程度の光条件下で良好であった。平均樹高の最も高いプロットは2列伐採のBプロットであった(表-4)。アンダーラインを付した数字は、異常降雨のため滯水が見られた箇所の数値である。

森林経営：マレイシアの林業についての概略的な知識をレベルアップするため、林業全般の基礎資料の収集から着手した。この結果、最初の半年間で林業一般、経営、造林、林業経済、木材利用等必要な資料の大部分を収集し終り、その後も欠落していた資料収集を進め、現在では必要な資料はほぼ完備している。

経営の観点からは、まずプロジェクトサイトの林況を把握するため関係官署から年次別伐採計画簿、伐採木調査野帖等を借出し、関係林班の施業沿革、現況等を調査した。この関連で、'93年2・3月にかけて、当年度事業実施予定のブキット・キンタ146林班においてPost-Felling Inventoryの調査を実施した。この調査は、伐採後の林況を把握し将来の作業種を決定する上で重要な調査であり、本来森林局側で実行すべきものではあるが、森林局側の予算上のプライオリティが低かったこともあってわが方で実行したものである。調査結果の概要は表-5、表-6の通りである。全体で108個のプロット(各1m<sup>2</sup>)の中

表-2 伐採幅と相対照度

| プロット<br>(伐採幅)        | 相対照度 (%) |        |
|----------------------|----------|--------|
|                      | '92年10月  | '93年7月 |
| 無伐採プロット              | 20.1     | 18.3   |
| 1伐 1残 (A : 7.4 m)    | 38.6     | 34.4   |
| 2伐 2残 (B : 11.1 m)   | 65.4     | 62.2   |
| 4伐 4残 (C : 18.5 m)   | 71.8     | 66.8   |
| 8伐 8残 (D : 33.3 m)   | 93.2     | 88.7   |
| 16伐 16残 (E : 62.9 m) | 97.5     | 94.2   |

表-3 伐採幅と生存率

| 樹種                   | 生存率 (%)     |       |       |             |        |
|----------------------|-------------|-------|-------|-------------|--------|
|                      | A (1)       | B (2) | C (4) | D (8)       | E (16) |
| <i>S. leprosula</i>  | 85.3        | 99.0  | 91.9  | 83.0        | 74.3   |
| <i>S. parvifolia</i> | 88.3        | 85.6  | 67.9  | <u>56.4</u> | 60.0   |
| <i>N. heimii</i>     | <u>78.1</u> | 86.5  | 82.5  | 69.2        | 68.7   |

表-4 伐採幅と上長成長（上段）及び平均樹高（下段・括弧内）

| 樹種                   | 上長成長と平均樹高 (cm) |                          |             |            |                          |            |
|----------------------|----------------|--------------------------|-------------|------------|--------------------------|------------|
|                      | A (1)          | B (2)                    | C (4)       | D (8)      | E (16)                   |            |
| <i>S. leprosula</i>  | 上長成長<br>平均樹高   | 59<br>(103)              | 66<br>(110) | 45<br>(89) | 50<br>(94)               | 25<br>(69) |
| <i>S. parvifolia</i> | 上長成長<br>平均樹高   | 42<br>(82)               | 48<br>(88)  | 42<br>(82) | <u>26</u><br><u>(66)</u> | 28<br>(68) |
| <i>N. heimii</i>     | 上長成長<br>平均樹高   | <u>23</u><br><u>(51)</u> | 24<br>(52)  | 18<br>(46) | 12<br>(40)               | 13<br>(41) |

で、0は稚・幼樹が全く更新していないプロット、1は1本更新しているプロット、以下同じで、その下の数字は全体に対するパーセントを示している。これらの数字から、この林班においては非経済樹種の更新はよいが、経済樹種の更新が不良であり、Enrichment planting の必要があることが理解された。

複層林施業造成のコンセプトについては、基礎調査の段階から多数の研究者が関与し、慎重かつ丁寧にプログラムが組み立てられているので、特にアカデミックな妥当性については問題はない。しかしながら実証調査という性格上、将来の民間造林投資に資するデータ収集・分析のためには、実際の投資を想定し、投資する者が見込むであろう最終製品から逆にそのための複層林の施業のあり方如何という観点も必要である。かかる観点をネグッてしまっては、投資する者が真に望むデータが収集され得ないことも懸念されるからである。

'92年12月に、森林経営の短期専門家として海外での林業投資事業に従事された方の派遣を得て、投資者の立場からの調査を願った。この調査によれば、種々の仮定を置いた試算ではあるが、製材輸出を見込んだ中伐期樹種の複層林経営は十分採算ベースに乗り得るとの結論が出されている。

林業機械：半島マレイシアの各営林局の事業実行は、苗畑事業を除けばほぼ100%請負業者によっていることもある、プロジェクトのための機材は必要

表-5 高さ 150 cm 以上の幼樹の更新状況

| 樹種群\幼樹数 | 0  | 1  | 2  | 3  | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 計   |
|---------|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|-----|
| 経済樹種    | 77 | 13 | 5  | 2  | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 非経済樹種   | 30 | 14 | 19 | 14 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 8 | 100 |

表-6 高さ 150 cm 以下の稚樹の更新状況

| 樹種群\稚樹数 | 0  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 計   |
|---------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| 経済樹種    | 89 | 7 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 100 |
| 非経済樹種   | 77 | 9 | 7 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 100 |

な比較データを取るための最小限の規模とした。また、計画段階での機材リストを実施段階で更に絞り込んだ。機械関係のデータとしては、保有機材についてのみでなく請負業者等の関連データも必要なのであるが、これらの整備はやや遅れている。

#### 4. 問題点と課題および対応策

カウンターパート (C/P)：プロジェクトの最大の問題点は、フル・タイム C/P の不在である。プロジェクト・マネジャーのペラ州森林局長以下、現職の幹部職員がパートタイムで C/P に任命されており、幹部職員が多忙であることは先進国も途上国も同様であるので、専門家との接触の機会は極く限られたものとなる。特にプロジェクトの立ち上げの時期にはこのことが大きなネックとなった。しかし、マレイシア側の C/P が非協力的であるということでは決してなく、日本側専門家のアプローチ次第では C/P も最大限の協力をしてくれてはいる。数次の作業委員会、合同委員会で毎回フルタイム C/P の配置を議題として要請していたところ、'93年3月1日付けで育苗関係のオフィサー1名、フォレスター1名がフルタイム C/P として配置された。この他マレイシア農科大学林学科の新卒者をプロジェクトの経費で雇用し、特に業務量の多い造林部門のアシスタントとして配置した。

裸地造林：人工林地区であるチクス A サイトは、低地フタバガキ科林を林種転換のため皆伐し、地拵えを行ったまま 2 年以上放置されていた箇所であり、ここではマンギウムと同時植栽したフタバガキ科樹種の活着率が 20~30% と極端に悪い。

一方、B サイト側の天然林近くの地域で 4 年前に森林局が実施した同樹種の

裸地造林は70%以上の活着率である。もちろん両サイトには、伐採から植栽までの期間、苗木購入から植栽までの期間、植栽地のスケール等さまざまの異なった条件の違いはあるが、あまりに活着率の差が大きいので両サイトの諸要因の違いを解明し、今後の裸地造林の活着率向上に資すべきと考えている。

またこのAサイトにおいて、現状では前生樹（皆伐後放置された箇所に侵入した、殆どは灌木類であるが、7~8m位に成長している）を皆伐して、早生樹種、高品質樹種を混植している。しかし上記のような活着率の悪さもあり、これらの前生樹を早生樹種に代用すれば経費も節減され、活着率の向上も期待でき、かつ試験内容の多様化にもなるので、今年度の事業から前生樹を帯状に伐開して、そこに高品質樹種のみを植え込む方式を採用することとしている。

天然林での事業展開：ブキット・キンタ地域は標高300~600mで、地形は全体に急峻である。当初計画では、現状の天然生二次林内に5m×5m, 10m×10m, 20m×20m等の試験地を人為的・機械的に伐開することとされていたが、あらためて現地を踏査してみると、林内には相当箇所のギャップが確認されたため、これらのギャップを活用して植え込み試験のプロットとすることとした。植え付けやデータ収集・分析に多少の煩雑さは伴うであろうが、森林全体のEnrichmentという観点から、有用樹種が更新しすでに順調に生育している林分の生態に無用なショックを与えないことを重視した。また、現地が急峻であるだけに、施業対象の全林班に林道を延長してプロットを設置することは、将来林道維持・補修経費のいたずらな増嵩を招くこと必至であるので、当面は146, 150林班内で事業を実施することが得策であると考えられる。

## 5. おわりに

専門家の現地着任から約2年半を経過して、いまだに種々の技術的・制度的課題を抱えているが、技術面においては当プロジェクトのために設けられた推進委員会での検討、対応および短期専門家の派遣に負うところが大きい。各専門家の奮闘とチームワークによって事業は軌道に乗り、複層林施業プロジェクトの存在も内外で広く知られるようになって、マレイシア国内はもとより、近隣諸国から、あるいは日本・欧米からの来訪者も増えてきている。幸い、連邦森林局もペラ州森林局も当プロジェクトに対して非常に好意的かつ協力的であり、日本側専門家の言わば完全な主導で強引に展開してきたこの事業も、マレイシア側の一定の確たる評価を得ているものと確信している。