

# 半島マレーシア低地における複層林造成技術の評価 —ビドー JICA プロジェクト試験地の 17 年後 後編—

大谷 達也

## JICA 複層林プロジェクト

国際協力事業団 (JICA) と半島マレーシア森林局およびペラ州森林局との共同事業としておこなわれた「複層林施業技術現地実証調査」(FDPM 1996, 1999, 2002) について、植栽後 15 年から 17 年目にあたる 2009 年 12 月にすべての植栽木を再測定した結果を報告したい。本報告の前編では試験地設定の詳細を紹介したあと、すべての植栽樹種の成績を示し、いくつかの樹種についてアカシア植林地帯あるいは二次林区での生残・成長について報告した。この JICA プロジェクトでは、アカシアと有用樹種の植栽列数について 5 種類が設定された (前報図 1 参照)。すなわちアカシアと有用樹が 1 列ずつ交互に並んだものから、2 列ずつ、4 列ずつ、8 列ずつ、および 16 列ずつまでの 5 種類である (順に A から E タイプとよぶ)。さらにそれぞれのタイプについて植栽列を東西および南北方向に配置したものが設定された。また、二次林区での植栽試験では二次林の伐開幅を 3 種類とし、有用樹が 3 列、7 列、および 15 列に植えられた (順に F, G, および H タイプとよぶ)。しかしながら、事業終了後に山火事などで一部の試験区が失われたため、すべての試験設定を比較できるのは *Shorea parvifolia* と *Neobalanocarpus heimii* だけである。*S. parvifolia* はマレー名で Meranti sarang punai (メランティサランプナイ) とよばれ低地熱帯雨林から丘陵林までふつ

うにみられるフタバガキ科樹種の一つである。同じくフタバガキ科樹種である *N. heimii* は Cengal (チェンガル, 以前は Chengal と綴られた) とよばれ、高級木材として非常に有名である。この後編ではこの 2 種類について結果をみていく。

## 17 年目の生残割合と直径成長

まず 2009 年の測定結果から *S. parvifolia* の生残割合および胸高直径について、植栽の列数、植栽方向、および上木の種類 (アカシアか二次林性樹種か) がおよぼす影響をみてみる。まず上木の種類については、胸高直径ではアカシア区の方がやや大きいという結果が得られたが、生残割合では影響がなかった (図 1)。植栽列数についてみると、幅広く伐開して多くの列数で植えた方が胸高直径は大きいが生残割合は低いという傾向が認められた。例えば二次林区でみると、F, G, H タイプと伐開幅および植栽列数が増えるにつれて胸高直径の平均値は 20 cm, 23 cm, 27 cm と大きくなるが、生残割合は 39%, 27%, 19% と下がった。アカシア区においても胸高直径が A タイプの 21 cm から E タイプの 31 cm まで増加するのに対し、生残割合は 59% から 14% まで減少した (写真 1)。また、植栽方向について胸高直径では有意な差があり (黒丸と白丸の比較)、アカシア区で設定された A タイプから E タイプについて南北方向の植栽に比べ東西方向の方が平均して 3 cm ほど大きかった。ただし、この点につ

Tatsuya Otani : Re-evaluation of Multi-storied Forest Plantation Techniques in a Lowland of Peninsular Malaysia — 17 Years in the JICA Project Site in Bidor (2) —

(独) 森林総合研究所四国支所 前国際農林水産業研究センター林業領域

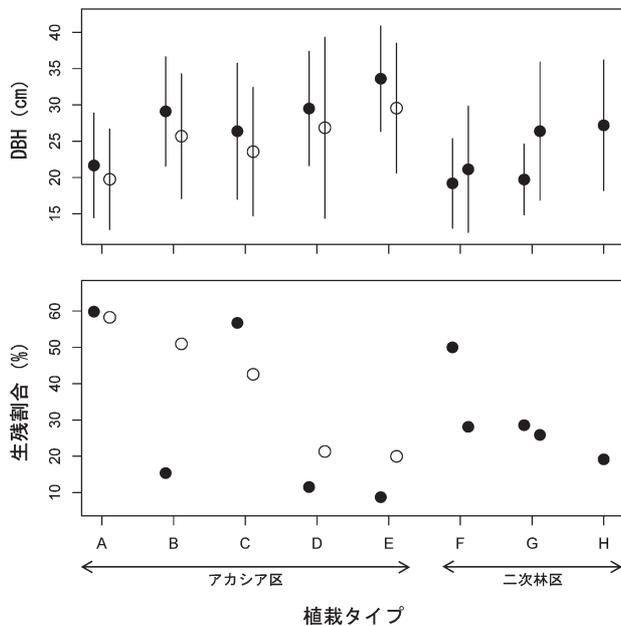


図1 アカシア植林区および二次林区において8つの異なる植栽方法 (A から H タイプ) で植えられた *Shorea parvifolia* の植栽 17 年後の生残割合 (%) および胸高直径 (cm)。平均値 (丸印) および標準偏差 (縦棒) を示す。黒丸は東西方向の植栽, 白丸は南北方向の植栽プロットを示す。

いては後述するように植栽方向以外の要因が働いていると考えられる。生残割合については植栽方向の効果は認められなかった。

*N. heimii* についても植栽列数の効果について *S. parvifolia* と同様な傾向が認められた。胸高直径と生残割合とのトレードオフが認められ、例えばアカシア区では A タイプから E タイプまで平均胸高直径が 12 cm から 17 cm へと増えたが、生残割合は 69% から 21% へと減少した (図 2, 写真 2)。植栽方向のちがいは胸高直径にのみ影響があり、東西方向の植栽の方が大きかった。さらに、二次林区の方がアカシア区に比べ胸高直径が小さく生残割合も低かった。ただし H タイプの生残率が 0% となっているのはエラーの可能性があるので (くわしくは後述), 生残割合については違いがないと考えてもよい。いずれにせよ, 両樹種ともに生残木が多く立木密度が高い場合には胸高直径が小さいという一般的



写真 1 *Acacia mangium* 植林の中に 1 列交互に植栽された *Shorea parvifolia* の様子 (2009 年 12 月撮影)。1989 年に植栽された *A. mangium* はほとんど枯れてしまっているが, 1992 年植栽の *S. parvifolia* は順調に生育している。プロット内の一部の *A. mangium* は 1998 年に伐採された。プロジェクト当時の看板がまだ立っている

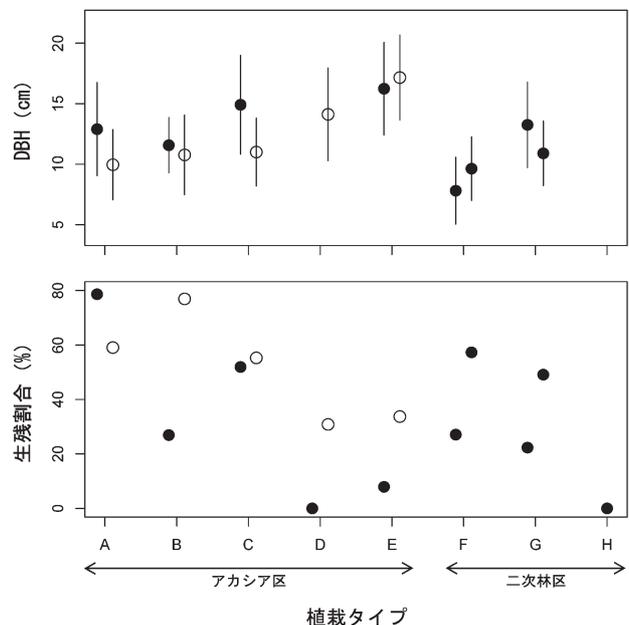


図 2 アカシア植林区および二次林区において8つの異なる植栽方法 (A から H タイプ) で植えられた *Neobalanocarpus heimii* の植栽 17 年後の生残割合 (%) および胸高直径 (cm)。グラフの記号は図 1 に同じ。

な傾向が認められた。

### 生残割合の経過

図3および4には、*S. parvifolia* と *N. heimii* に



写真2 *Acacia mangium* 植林の中に1列交互に植栽された *Neobalanocarpus heimii* の様子 (2009年12月撮影)。*Shorea parvifolia* に比べ半分程度の樹高であるが、順調に生育している。

ついて JICA プロジェクト当時と今回に測定されたデータを使って植栽から2009年までのおよそ16年間にわたって、生残割合の経時変化を植栽列数のタイプごとに示した。なお、二次林区のグラフは植栽後1ヶ月目から始まっているのに対し、アカシア区では8ヶ月目からプロットされている。また図中で生残割合が少し上昇することもあるが、いったん枯死したと判断した個体が次のセンサスではやはり生きていたというような作業上のミスのためである。まず *S. parvifolia* のアカシア区では、植栽後8ヶ月目で生残割合はかなり落ち込んでおり、D・Eタイプではそれぞれ53%、49%、Aタイプでも73%となっている(図3)。その後、36ヶ月目までに大きく下がって、例えばD・Eタイプが22%と19%になっており、この時点で206ヶ月目(17年2ヶ月)の結果とほぼ同様の値になっている。36ヶ月目における生残割合の5タイプの順序も206ヶ月目のものと同じである。二次林区においても最初の1年で生残割合は大きく下がっており、12ヶ月目でF、G、Hタイプがそれぞれ59%、48%、および35%となっ

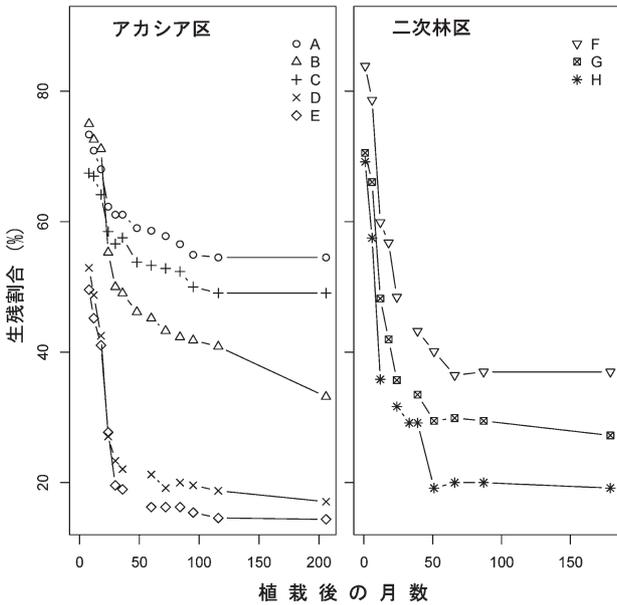


図3 アカシア植林区および二次林区において8つの異なる植栽方法で植えられた *Shorea parvifolia* の17年間の生残過程。

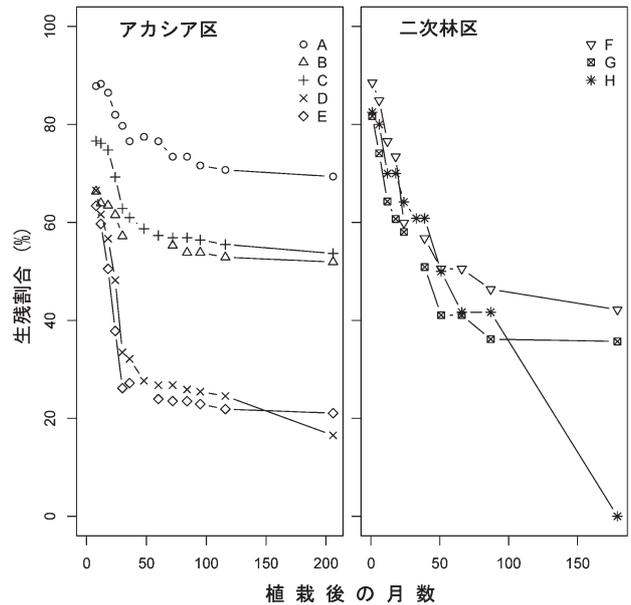


図4 アカシア植林区および二次林区において8つの異なる植栽方法で植えられた *Neobalanocarpus heimii* の17年間の生残過程。

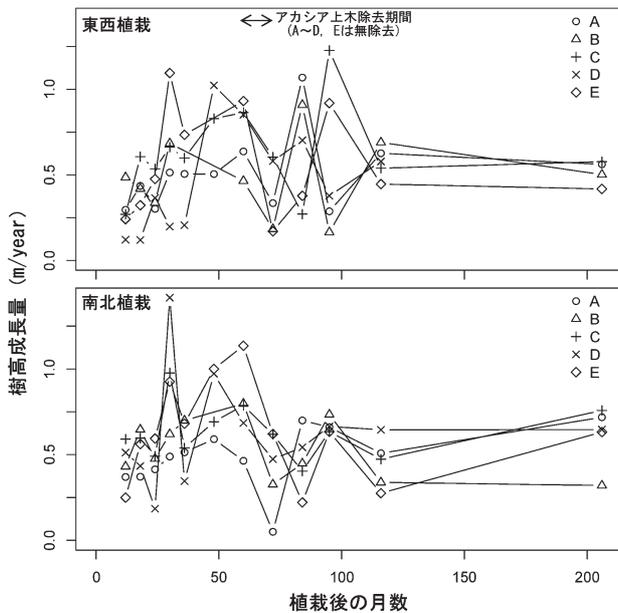


図5 アカシア植林区において5つの異なる植栽方法(A~E)で植えられた *Neobalanocarpus heimii* の樹高成長量 (m/year) の経時変化。上段のグラフでAからDタイプにおいては、植栽後60から72ヶ月目にかけて上木である *Acacia mangium* の一部が除去された(両矢印の時期)。

ている。その後51ヶ月目まで値が下がり続けて、179ヶ月目(14年11ヶ月)とおおよそ同じ値にまで下がっている。

次に *N. heimii* のアカシア区では、植栽後36ヶ月目までに最終的な結果と同じくらいにまで生残割合が落ち込むのは *S. parvifolia* と同様であるが、18ヶ月目あたりまでの値の落ち込みは *S. parvifolia* に比べてやや緩やかである(図4)。例えば、Eタイプでは36ヶ月目に生残割合27%となっているが、18ヶ月目までは50%以上を維持している。また、二次林区においては長い時間にわたって生残割合が下がり続けており、87ヶ月目(7年3ヶ月)まで減少している。なおHタイプは最終的に生残割合が0%になっているが、87ヶ月目までは他の2タイプと同じような過程をたどっていることをみれば、確認はできなかったものの野火などによる消失も考えられる。

*S. parvifolia* と *N. heimii* の両種ともに植栽後60ヶ月目から72ヶ月目(5から6年目)にかけて、東西方向植栽のAからDタイプにおいて試験区の一部で上木である *A. mangium* の除去がおこなわれた。この時点での平均樹高は、*S. parvifolia* では7.1m、*N. heimii* では3.2mであり、アカシアと隣接する個体では張り出したアカシアの枝によって上空を覆われた状態であった。図5には *N. heimii* のアカシア区について、植栽タイプ・植栽方向ごとに過去のセンサス時点間の樹高成長量を示した。いずれの植栽方向においても樹高成長量は植栽後の数年間で徐々に増加し、72ヶ月目(6年目)に落ち込んでいる。しかし、アカシアの除去がおこなわれた試験区では(図5上段AからDタイプ)、除去後2年から3年後に樹高成長量が1.0m/yearを超えることがあった。とくに伐開幅の狭いAおよびBタイプでは除去をおこなった次の年には樹高成長量が増加していた。ただし、その後には再び落ち込んでいた。図1および2で示したように、胸高直径については17年目の結果にアカシア除去の効果が現れているので、上木を除去することによって植栽木の成長を促進することができるといえる。

### 今後の複層林施業について

JICAプロジェクト報告書によれば(FDPMら1996)、アカシア区において *A. mangium* が伐開されプロットが設定された時点での地上高1.2mにおける積算相対照度は、Aタイプで40%弱、B・Cタイプで70%前後、D・Eタイプで95%前後となっており、D・Eタイプでは全天下の光条件と大差なかったことがわかる。二次林区では伐開後10ヶ月での測定では、Fタイプで90%前後、G・Hタイプで95%程度となっており、いずれのタイプでも全天下と同じような光条件だったことがわかる。試験地設定時の上木の樹高については、*A. mangium* では平均13mに達していた一方で、二次林区のものと植生において *Endospermum diadenam* や *Maca-ranga* sp. の樹高は8mから10mほどであったと報告されている。二次林区では保残帯の樹木の配置は

均一ではないので、植栽木の保護が期待できない部分もあったと考えられる。

これまでみてきたように、樹高が10数mになっているアカシアを上木としフタバガキ科樹種を下木として植栽する場合には、上木の伐開幅をなるべく狭くして林床の積算相対照度を40%程度にすることで、下木の初期の生残割合を高く保つことができる。また適切な時期に上木を除去することで、植栽木の成長を一時的に促進し最終的なサイズを大きくできるといえる。17年目では伐開幅が広いほうが最終的な胸高直径は大きいという傾向が認められ、植栽木の初期の死亡は3年程度で落ちつくので、ここで実施された5年よりもさらに早い3年ほどで上木を伐採してもよいかも知れない。また樹高が10m未満の二次林では下木への保護効果は不十分であるが、それ以上に成長している林分では伐開幅を10mから20m程度として有用樹を植栽することによって、また植栽後に樹冠が閉鎖してくるころに上木（側方保残帯）を除去することによって植栽木の生残割合と成長をよい状態にすることができると考えられる。さらに、植栽木の樹高が十数mに達した段階で上木をすべて伐採してその場所に有用樹を植栽することによって、有用樹同士の二段林を造成することも可能であろう。ただし、このJICAプロジェクトでは上木の伐採にあたり架線とタワー（スカイキャリア）をつかった非常に慎重な伐倒・搬出作業がおこなわれたため、植栽木の損傷を最小限に抑えることができた。半島マレーシアではこのような複雑な方法がとられることはあまりなく、伐倒された材はトラクターなどによって搬出されることが多い。上木の伐倒・搬出のスペースを確保し植栽木の損傷を抑えるためには、1列交互の植栽ではなく、少なくとも2列あるいは4列交互とせざるを得ないと考えられる。*S. parvifolia*, *N. heimii*ともにCタイプ（伐開幅15mおよび18.5m）では50%程度の生残割合を保っている（図1, 2）、将来の上木伐採のために4列交互まで植栽列をふやすことは許容できるかも知れない。

現在、半島マレーシアの低地では放棄された *A.*

*mangium* 植林地や二次林が数多く存在している。このような林分において、上記のような小規模な帯状伐開によって有用樹を植えれば生産林を造成していくことができると期待される。

## 謝 辞

ペラ州森林局からは調査許可をうけ、森林官の方々には試験地での測定作業を手伝っていただいた。JICAプロジェクトで収集されたデータの使用についてJICA本部からは了承を得て、当時の長期専門家をはじめ関係者の方々からはさまざまな情報をいただいた。2009年の測定作業はJIRCAS理事長インセンティブ事業としておこなわれた。

## 追 記

Chikus 保護区内では2009年の後半からユーカリ（おそらく *Eucalyptus camaldulensis*）の植栽が始められ、最終的に200haにまで拡大する計画と聞く。ユーカリが植栽されているのは、かつて *A. mangium* 植林地があった場所で芯腐れ病などの被害が甚大で成林していると言いがたい場所であった。その林分を皆伐してブルドーザで整地したあと、ユーカリの苗木が3mほどの間隔で植えられている。2010年10月の時点では50cmほどのユーカリ苗木の周りに *A. mangium* が数多く発芽していた。アカシアと混交しないのか、将来に病害が発生しないのかなどさまざまに懸念される。また、在来樹種による生産林の造成というJICAプロジェクトの成果が採用されなかったことは残念である。

〔引用文献〕 Forestry Department Peninsular Malaysia (FDPM), Perak State Forestry Department (PSFD), and Japan International Cooperation Agency (JICA) (1996) 5-year report on the multi-storied forest management project in Malaysia (1991-1996), Ipoh. 同 (1999) Integrated report on the multi-storied forest management project in Malaysia (1991-1999), Kuala Lumpur. 同 (2002) Record of multi-storied forest management project in Malaysia (photographs and growth data), Kuala Lumpur.