

熱帯択伐林における天然更新の問題点

—セラヤでの例—

田内裕之

はじめに

東南アジアの森林管理において、重大な問題とされるのは焼き畑や、過度の伐採により、裸地化もしくは草地状態になった場所を、いかに速やかに森林へと再生させるかである。一方、それらが問題とならない地域においては、伐採後の森林内容をいかに良質なものとへ誘導するかが重要視される。

西マレーシア（マレー半島）では、丘陵地帯にフタバガキ科樹種が優占する森林が広がり、1950年から Selective Management System と呼ばれる択伐林施業法によって森林が管理されてきた。それは、胸高直径 45 cm 以上のものを択伐対象とし、母樹を適切に残し、択伐後は更新を促すために下刈りやつる切り等を行う（CHEAH 1990）というものである。ところが、多くの択伐林では、更新促進作業が行われずにきた。それは、伐採時に多くの実生・稚樹が存在している母樹があるので、伐採後に種子が落ちて天然更新が期待できる等の理由によるらしい。

この択伐施業が行われ始めてから 20 数年がたち、次の収穫（伐採）を考える時期にきた。確かに現地を遠望すると、森林自体は立派に再生し、かつて伐採が行われたとは殆ど解らないが、林内で調査を行うと、有用木（経済的に価値のある木）の後継樹が殆ど成長していないことが解ってきた。

筆者は、この択伐林の取り扱いについて調査・研究する機会を得たので、原生林と比較しながら、択伐林における有用樹種の更新状況を明らかにしようとした。また、更新を促すために有用な施業についても検討してみた。

TANOUCHI, Hiroyuki: Natural Regeneration of Dipterocarp Trees in a Selective Cutting Forest, West Malaysia

農林水産省森林総合研究所北海道支所

調査地及び調査内容

調査地はマレーシアの半島にあるセランゴール州 Semangkok 地区に設定した。この地域は半島脊梁山脈に続く丘陵及び山岳地帯である。この周辺の丘陵地帯で優占し、有用材として重要視されている樹種はセラヤ (*Shorea curtisii*) である (SYMINGTON 1943)。調査プロット (4 ha) は、 $3^{\circ}36'N$, $101^{\circ}44'E$ 、標高約 450 m の小尾根を含む斜面中腹部で、択伐後 5 年経過した林分に設置した。隣接した場所には、セラヤが優占する原生林として保全されている森林があり (PUTZ 1978)、6 ha の試験地が既に設定されている。

ここでは、セラヤの更新実態について調査・研究を行った。調査は先ず、試験地内に生育する胸高直径 5 cm 以上の全ての樹種の立木及び位置を測定した。セラヤについては、直径 5 cm 未満の稚樹についても全ての高さ・位置を測定した。樹高 1.3 m 未満の稚樹については、その外部形態も調査し、稚樹の成長点上の光環境を把握するため、全天空写真の撮影 (魚眼レンズによる林冠の撮影) を行った。1 年経過後再び稚樹については成長量や形態を測定し、その後林内に生育する叢生ヤシの刈り払いを行った。その直後に全天空写真を再度撮影し、更に 6 か月後の稚樹の成長・形態変化を調査した。原生林の試験地についても同様な調査を行った。

サイズ分布

森林の中でセラヤがどのように分布し、生育しているかを択伐林と原生林とで比較してみた。全樹種の立木 (胸高直径 5 cm 以上) の密度は、択伐林と原生林で、それぞれ 909 及び 1,172 本/ha であり、二つの林分間に大きな差はなかった。一方、セラヤの立木密度はそれぞれ 26 および 53 本/ha であり、択伐林の方の密度が低かった。セラヤ立木の直径階別の密度分布を見ると、直径サイズの大きな個体ほど少なくなる傾向が見られ、特に直径約 60 cm 以上の立木は殆ど存在しなかった (図 1 の上)。原生林のそれと比較すると良く解るが、択伐林では大サイズの立木が大部分伐採されていることが明らかになった。一方、稚樹 (直径 5 cm 未満) の密度は、択伐林・原生林ともにほぼ同じで、樹高分布をみても小さなサイズになるほど密度が高くなる L 字型の形を示していた (図 1 の下)。そして樹高 1 m 以下の稚樹は、いずれの林分も 1,000 本/ha 前後存在し、セラヤの稚樹は択伐林にも原生林にもかなりの数が存在することが解った。セラヤをはじめフタバガキ科の樹木は種子の豊凶の周期が長く、殆ど

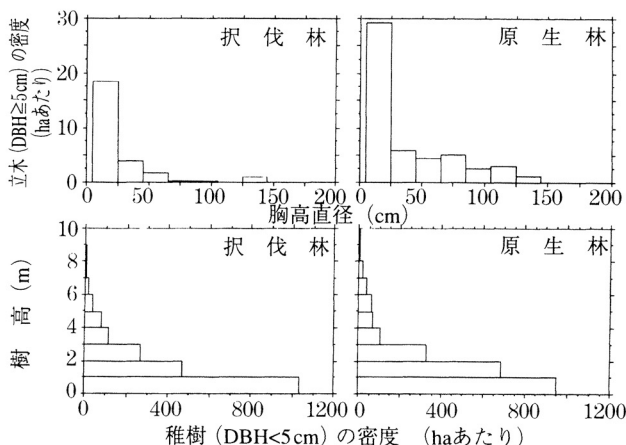


図 1 択伐林と原生林におけるセラヤのサイズ分布

種子をつけない年が続くこともある (MEDWAY 1972)。この試験地でも択伐後に豊作年があったという記録が無く、両森林の稚樹を観察しても、ほとんどが伐採年以前に発芽したものであった。

この結果より、伐採後 5 年を経た択伐林では、大サイズのセラヤの密度は伐採のために少なくなっていたが、伐採前に発芽定着した稚樹群は原生林とほぼ同じ密度及びサイズで存在していることが解った。

林内の光環境

ここでは林内の光環境を、開空度で表した。開空度とはある地点から上方に見える空の部分の面積割合を示し、その値が大きいほど明るいと言える。実際にセンサーで測定した相対光合成有効光量子量の値と比較すると、互いの値が一致することはないが、基本的に直線関係となり、現場で多点測定する際には、簡便法の一つと言える。

択伐林内及び原生林の閉鎖林冠下における、グリッド上の開空度はそれぞれ 2.05, 3.82% であり、択伐林の林内が暗かった (表 1)。また稚樹上の開空度も原生林の方がより高く、択伐林内では 1.91% だが、原生林内のギャップ (倒木などにより林冠に空隙ができた箇所) 内では 5.33% であった。一方、林内低木層に繁茂する叢生ヤシを除去すると、択伐林内のグリッドおよび稚樹上の開空度は原生林の閉鎖林冠下と同等もしくはより高くなり、稚樹上では除去によって

表 1 林内の開空度

	択 伐 林		原 生 林	
	グリッド	稚 樹	グリッド	稚 樹
ヤシ除去前	2.05 ^a	1.91 ^a	閉鎖林内	3.82 ^c
ヤシ除去後	3.93 ^c	3.74 ^c	ギャップ内	4.31 ^d

グリッドとは試験地を 10 m 間隔で格子状に区切った交点上の、稚樹とはセラヤ稚樹上の開空度を示す。値は%。同一の英文字は互いに統計的に有意な差がないことを示す (MANN-WHITNEY test, $P > 0.05$)。

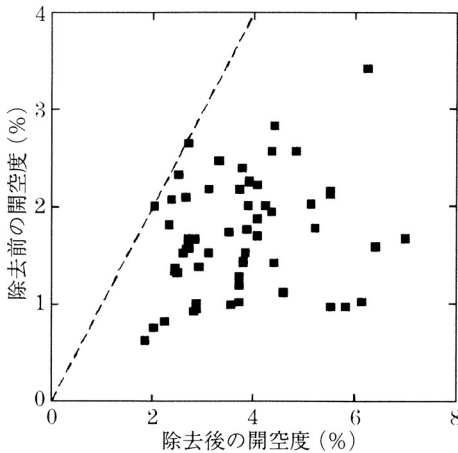


図 2 叢生ヤシ刈り出し前後の光環境

開空度が平均 1.83% 高くなった。稚樹上における開空度の変化を見ると、測定した 55 本のうち 2 本を除く稚樹上の開空度が高まった (図 2)。このヤシの刈り取りにより、開空度は原生林の閉鎖林冠下と同じもしくは高い値となり、光環境が改善されたことが解った。

稚樹の形態

樹木が成熟し、種子を生産するためには、他の個体との成長に勝ち抜き、大きなサイズに成長することが必要である。セラヤのような林冠構成樹種は、より上方へと成長することが生き残りへの条件となる。叢生ヤシ

表 2 セラヤ稚樹の形態別割合

	択 伐 林	原 生 林
主軸に伸長芽あり	0.64	0.72*
主軸に伸長芽なし	0.12	0.15
主軸なし (枯れ下がり)	0.24	0.13*

*は択伐、原生両森林間の値に有意な差があることを表す (G test, $P < 0.05$)。

除去前の択伐林内の稚樹と原生林内の稚樹の形態を比べると、その形態別割合には大きな差があることが解った (表 2)。主軸に伸長芽を持つもの、つまり上方成長をしている稚樹の割合は択伐林と原生林ではそれぞれ 64% と 72% で、

択伐林が少なかった。主軸に伸長芽をつけていない、つまり側枝伸長により横方向へ成長している稚樹の割合は両林分間で大きな差はなかった。一方で、主軸上部が無く、枯れ下がりがつつある稚樹はそれぞれ24%、13%と択伐林の方が多かった。

択伐林内では稚樹の上方成長が不良で、枯れ下がりがつつある個体が多いことが解った。これは、択伐林内の光強度が原生林に比べて低く、セラヤ稚樹の生存にとってきびしい条件であることを示している。



写真 1 林内のセラヤ稚樹の形態 (左: 主軸が上方伸長している稚樹, 右: 上方伸長していない稚樹)

稚樹の成長変化

叢生ヤシ除去前1年間、除去後6か月間におけるセラヤ稚樹の成長変化は明らかな差として現れた(表3)。択伐林においては、上方伸長していた稚樹の割合が除去前の60%から69%へと上昇した。その分上方伸長しなかった稚樹の割合は減少し、除去後死亡した個体もなかった。一方で、光環境の殆ど変わら

表 3 セラヤ稚樹の成長変化

	択 伐 林		原 生 林	
	除 去 前	除 去 後	除 去 前	除 去 後
上 方 伸 長	0.60	0.69*	0.72	0.48*
上方伸長なし	0.34	0.28*	0.25	0.50*
死 亡	0.06	0*	0.03	0.02
そ の 他		0.03		0

除去前とは叢生ヤシを除去する前1年間における稚樹の成長、除去後とは除去後6か月間の成長を示す。原生林のそれは同期間における値。その他とは、除去作業時において人為的な損傷を受けたもの。*は両期間の値に有意な差があることを表す(G test, $P < 0.05$)。

なかった原生林では、択伐林でヤシの除去を行った前後同時期において、上方伸長した稚樹の割合が減ったことが解った。

落葉広葉樹林では、ギャップなどを通じてわずか1~2%程度の相対光量の増加でも、耐陰性樹種の稚樹が被圧から開放され、成長が可能となるという(CANHAM 1989)。事実原生林では、ギャップ内の方が閉鎖林冠下より開空度で0.5~1.9%高く(表1)、そこに存在する稚樹群の方が上方伸長した割合が高かった。

原生林での更新様式

原生林ではセラヤは林床に稚樹群を高い密度で維持していることが知られている(BURGESS 1975)。稚樹は比較的耐陰性が高く(TURNER 1989)、ギャップ内ではより良好な成長を示す(TURNER 1990)とされている。サイズ分布を見れば、小さいサイズの個体の密度がより高く、大きなサイズまで連続的に存在し、セラヤは原生林内で良好な世代交代を行っているように見える。またその更新方法は、ギャップに依存していると考えられる。しかしながら、通常のギャップサイズは100 m²以下と小さく、このような小さなギャップは周辺木の側枝成長によってやがて閉鎖される場合が多い。つまり地上高約50 mの林冠部に稚樹が成長していくには、一度くらいのギャップ形成では間に合わない。セラヤの稚樹はギャップ形成の度にいくらか上方伸長し、ギャップが閉鎖されると、被圧された状態で次のギャップが形成されるのを待ち、再び成長する。これを繰り返しながら林冠木へと成長すると考えられた。

更新補助作業

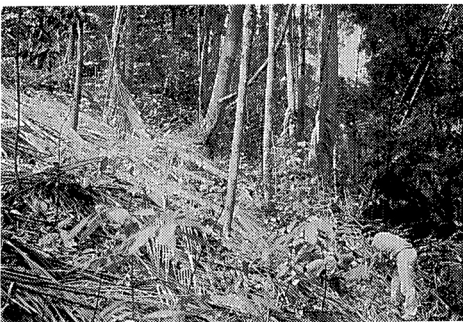


写真 2 林内に繁茂する叢生ヤシの刈り払い

択伐林は林冠木が数多く伐採されるので、人為的に規模の大きなギャップが形成されたのと同じ状態であると考えられる。セラヤなど林床に高い密度を有する稚樹群にとって成長のチャンスができるわけだが、択伐後の叢生ヤシの繁茂がその成長を阻害している。葉群の高さが4~6 mに達するこのヤシは原生林にも存在するが、択

伐後の光環境の改善により一層繁茂し、低木層にうっ閉した樹冠層を形成する。そのために、林床は原生林よりも暗くなり、その光強度はセラヤ稚樹が成長するには弱すぎる。叢生ヤシの除去は、人力（手鉋）で簡単にでき、試験地では約4.5人役/haで作業ができた。除去によって、光強度は原生林のギャップのそれにより近づき、稚樹も枯損率が低下し、上方伸長する個体の割合が増加した。除去したヤシがどのくらいの期間で再び繁茂するのか、稚樹がこのヤシの葉群層をこえるまで伸長するにはどのくらい時間がかかるのかは今後の結果を待たねばならない。しかしヤシの除去が稚樹の成長を促すのであれば、その作業は比較的容易な作業であるといえる。

終わりに

択伐林など人為的な攪乱を受けた森林内での樹木の更新を促進する方法を考えると、原生林（自然状態）における樹木の世代交代の仕組み（生活史）を明らかにして、その知識を応用することが重要である。セラヤにおいても、苗畑などではギャップより明るい光環境下で更に良好な成長を示すことは解っているが、自然状態ではその様な光環境下におかれると多種との競争が激しくなる。つまり、セラヤの成長にとって最高の条件を与え続けるためには、極めて集約的な密度調整や下刈りなどの作業が必要となる。それよりも、軽度な施業によってより自然に近い環境を作り出す方が、時間はかかるものの生態系のバランスを考えた上では得策であるように思える。

〔引用文献〕 BURGESS, P.F. (1975) *Silviculture in the hill forests of the Malay Peninsula*. Research Pamphlet No. 66, Forest Research Institute, Kepong. CANHAM, C.D. (1989) Different responses to gaps among shade-tolerant tree species. *Ecology* 70 : 548~550. CHEAH, L.C. (1990) Sustained yield natural forest management in peninsular Malaysia : Opportunities for more effective forest practices. *Malaysian Forestry and Forest Products Research*. Forest Research Institute Malaysia. MEDWAY, L. (1972) Phenology of a tropical rain forest in Malaya. *Biological Journal of Linnean Society* 4 : 117~146. PUTZ, F.E. (1978) A survey of virgin jungle reserves in Peninsular Malaysia. Research Pamphlet No. 73, Forest Research Institute, Kepong. SYMINGTON, C.F. (1943) *Foresters' manual of Dipterocarps*. Malayan Forest Records No. 16. TURNER, I.M. (1989) A shading experiment on some tropical rain forest tree seedlings. *Journal of Tropical Forest Science* 1 : 383~389. TURNER, I.M. (1990) The seedling survivorship and growth of three *Shorea* species in a Malaysian tropical rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 6 : 469~478.