

ユーカリ林における間伐と萌芽更新の試み

加 茂 眩 一

1. はじめに

熱帯の森林伐採跡地や荒廃地にはユーカリ、アカシア、マツ類等の早生樹が数多く植栽されている。それらは、本来荒廃した林地を緑化する一時的な人工植生ではあるが、地域によってはバイオマス生産を目的にした大規模な早生樹林の造成が行われている。他の熱帯地域と同じように天然林の減少が著しいタイ国ではチークが優良樹種として北部を中心に植栽されている一方で、北部、東北部、西部の一部では、早生樹とりわけユーカリの造林が盛んである。ユーカリ造林は、荒廃地の緑化というより、チップ等の生産を目的とした商業造林的な性格が強い。そしてこのユーカリの造林が、タイ国では地域社会に一つの大きな波紋を投げかけていることもまた事実である。ユーカリの造林が始まつて、小川の水が涸れた、農作物が枯れた、ユーカリが発散する揮発性物質は人体に悪いなど、科学的なデータは少ないものの「ユーカリ問題」はタイの社会問題の一つになっている。この問題に加えて、本来多様性の高い熱帯地域に単一樹種を植栽する危険性あるいは景観上の問題などユーカリ造林は“負の側面”をもっているが、ここではバイオマス生産や用材生産のためのユーカリの積極的な利用という視点から、ユーカリ林の間伐と萌芽更新について、私たちが行った試験の概要を紹介する。タイ国ではユーカリ人工林の間伐や萌芽更新施業についてまだ十分な情報が得られていないし、またユーカリ林で得られた間伐と萌芽更新の知見が、他の早生樹種林にも適用できる可能性があると考えたからである。

Eucalyptus camaldulensis のように旺盛な萌芽能力を持っている樹種では、伐採・利用と更新を同時にを行うことができるので、間伐と萌芽更新を組み合わ

KAMO, Koichi : Thinning and Coppice Trial in *Eucalyptus camaldulensis* Stands
森林総合研究所森林環境部

せた試験を行い、間伐後の成長や更新に適した *E. camaldulensis* 林の施業方法を考えた。また皆伐施業と異なり比較的林地保全効果が高く、木質資源の多面的な利用が期待できる中林作業がユーカリのような早生樹林でも可能性があるかどうかを調べることも、この試験の大きな目的である。

本試験は筆者が JICA のタイ造林研究訓練プロジェクト在任期間中（1987 年～1989 年）に、カウンターパートの Bopit KIATVUTTINON 氏、Chingchai VIRIYABUNCHE 氏ならびに当時のラチャブリ試験地主任 Bunyarit PURIYAKORN 氏とともに始めたもので、試験は後任者に引き継がれた。少し古くなってしまったが、ここでは私が関係した試験地の設定と伐採後 1 年間の上木と萌芽の成長について述べる。その後の経過については別に報告する。本試験に対して Bunchoob BUNTAWEE 氏を始めとする王室林野局の職員の皆様、加藤亮助氏を始めとする当時の日本人専門家の皆様に御支援、御協力をいただいた。これらの方々に対して厚く御礼申し上げる。

2. 試験地の概要と試験の方法

(1) 試験地の概要

試験林はタイ中西部の王室林野局ラチャブリ試験地の 5 年生 *E. camaldulensis* 林である。試験地は熱帯モンスーンの気候下にあり、11 月から 4、5 月まで乾季で、タイではもっとも乾燥する地域に入る。土壌はオキシソルで肥沃度は低く、せき悪な立地条件下にある。試験地の概要については、加茂（1990）も参照されたい。

(2) 間伐、萌芽更新方法と測定方法

本試験では、間伐木や残存木の形質をほとんど考慮せずに機械的に小径木から順次伐採する小径木間伐と、逆に大径木から伐採する大径木間伐をおこなった。小径木間伐は下層間伐、大径木間伐は択伐間伐に相当する。このような間伐方法をとったのは、残存木の大きさの違いが間伐後の成長にどのように影響するかを調べたかったためである。間伐率は断面積合計で 30%，50%，70% をとり、各々に小径木間伐区、大径木間伐区を設定した。間伐後林冠に大きな孔が偏って空くのを避けるため、毎木調査の結果をもとに、あらかじめそれぞれの間伐率に応じて、パソコン上で立木の位置関係を配慮して、間伐木を選定し、実際の間伐に際しては、さらに残存木との位置関係から間伐木を調整した。対照区として無間伐区を設定した。

この試験では、間伐後の残存木の成長と同時に萌芽の成長を調べることが目

的である。萌芽更新の方法は、大きく全立木を伐採し、萌芽によって後継林を仕立てる皆伐萌芽更新法と伐採時に一定の大きさ以上の立木を伐採して萌芽更新をはかる択伐萌芽更新がある。また薪炭材と用材を同一の林分で生産することを目的にした中林作業は、萌芽更新によって下層木の更新、収穫をはかるとともに、上木は択伐によって収穫する施業方法である。下木は燃材やチップなどを短期の萌芽更新によって収穫するので、短期間で収入が期待できる。中林作業はヨーロッパの広葉樹林で古くから広く用いられてきた施業方法で、我が国では過去にアカマツ林等に適用された。熱帯ではこの中林作業による森林の再生、収穫はまだほとんど行われていない。本試験では、*E. camaldulensis* 林における中林作業の可能性を探った。ここでは間伐区が中林作業に相当し、その中に上層間伐は択伐萌芽更新に当たる。皆伐区は皆伐萌芽更新である。

乾季末の1988年4月に間伐区(40 m × 40 m)、無間伐区(30 m × 30 m)および全伐区(20 m × 20 m)を設定した。間伐区では内側の20 m × 20 mを萌芽調査区とした。切株の高さは約10 cmが萌芽の発生、成長に適しているといわれているので、間伐木は地上部約10 cmを残して伐採した。また試験地周辺には牛が放牧されていたので、萌芽が被害を受けないように、試験地全域に鉄線を張った。

上木については、設定時に調査区内の全ての立木の胸高直径とサンプル木の樹高を測定した。また間伐時に13本の大小の供試木を選び、層別刈り取り法によって葉、枝、幹の乾重量と幹の材積を測定した。上木の毎木調査は毎年雨季直前の5月におこなった。周辺効果を除くため外側2列は測定から除外した。

萌芽の測定は、伐採(間伐)2か月後に、適当数の切株を選び、切株から発生した全ての萌芽にナンバーを付け、萌芽の根元直径(切株から10 cmの部位の直径)、萌芽長を測定した。また間伐約1年後には萌芽調査区内のすべての切株から発生していたすべての萌芽を個体識別し、伐採2か月後に個体識別した萌芽を含めて、萌芽根元直径と萌芽長を測定した。萌芽の毎木調査も上木と同じ毎年5月におこなった。乾季のある地域では雨季が始まる直前から雨季の半ばまでが萌芽更新のための伐採の適期とされているので、雨季になり成長が始まること前の5月を測定時期に選んだ。全伐区については、外側2列の切株は測定から除いた。また間伐1年後には萌芽調査区外の切株から発生していた、大小の萌芽を15本選び、萌芽の葉、枝、幹の乾重量と幹の材積を測定した。また間伐前後に各調査区の相対照度をミノルタのデジタル照度計を使って測定した。

3. 結果と考察

(1) 林分概況

試験林分の概況を表1に示した。各器官の現存量と幹材積は胸高直径²×樹高と各器官乾重および幹材積との相対成長関係から推定した。胸高直径²×樹高(D²H)と幹材積(V)との相対成長関係は、

で表せた。

表 1 間伐前後の林分概況

プロット	間伐率		平均	平均	立木	断面積	現存量			材積
	本数	断面積	樹高	胸高 直径	密度	合計	葉	枝	幹	
	(%)	(%)	(m)	(cm)	(本/ha)	(m ² /ha)	(ton/ha)			(m ³ /ha)
30%下層間伐	66	30								
間伐前			9.2	5.0	3,369	8.4	1.8	3.3	29.7	55.3
間伐後			13.1	7.9	1,138	5.9	1.3	3.3	22.8	42.4
30%上層間伐	10	31								
間伐前			9.7	5.4	3,431	10.2	2.1	4.0	37.9	70.4
間伐後			9.0	4.8	3,100	7.1	1.8	2.8	24.4	45.4
50%下層間伐	78	51								
間伐前			10.0	5.6	2,931	9.0	1.9	3.5	33.2	61.7
間伐後			14.7	9.3	638	4.4	0.9	1.7	18.0	33.5
50%上層間伐	16	51								
間伐前			10.8	6.4	2,856	12.7	2.7	4.9	54.3	100.7
間伐後			9.3	5.1	2,394	6.3	1.3	2.5	22.8	42.3
70%下層間伐	91	70								
間伐前			9.5	5.3	3,394	10.0	2.1	3.9	38.0	70.5
間伐後			16.8	11.3	300	3.0	0.7	1.2	13.6	25.2
70%上層間伐	37	70								
間伐前			10.8	6.3	3,038	11.6	2.5	4.5	45.1	83.7
間伐後			8.5	4.4	1,925	3.5	0.7	1.4	10.9	20.4
皆伐	100	100								
			10.9	6.0	3,150	11.2	2.5	2.5	45.1	83.7
無間伐	0	0								
			10.2	5.7	3,222	9.8	2.1	3.8	35.1	65.3

また萌芽の材積 (V_s) は

から推定した。 D_{10} は切株から 10 cm の部位の直径、 H_S は萌芽長である。

胸高直径²×樹高と幹材積との相対成長関係は、生育段階が異なっても広く成立することが知られているので、伐採1年後の上木と萌芽の幹材積は、1), 2) 式から推定し、各々の幹材積成長量を計算した。

試験林分の間伐前の林分現存量と幹材積は、熱帯の早生樹林の中では小さい方であった。これは試験地の気候や土壤などが影響していると考えられる。葉現存量は、1.8~2.7 ton/haで、他の熱帯早生樹人工林の葉量と同じ範囲にあり、温帯で葉量のもっとも少ない落葉広葉樹林よりも少なかった。ラチャブリ試験地では、*E. camaldulensis* の葉は乾季の前半に多量に落葉するが、ラチャブリの別の*E. camaldulensis* 林で、多量の落葉が起こるまえに測定した葉の現存量もほぼ同じ値だったので、このように葉現存量が少ないので、時期的なものというよりは、*E. camaldulensis* 林の特性を示していると考えられる。

(2) 萌芽更新

萌芽は、発生する位置によって、大きく幹萌芽、根元萌芽、根萌芽に分けられる。幹萌芽は切株の幹部から発生するもの、根元萌芽は切株の根元あるいは根頸部から発生するもの、根萌芽は根系から発生するものを言う。本試験地の *E. camaldulensis* の萌芽はほとんどが幹萌芽でそれも幹側部の休眠芽から発生したもののが多かった。*E. deglupta* や *E. grandis* 等を除く多くのユーカリ類には、よく知られているように、幹部と根部の境界付近に一種の貯蔵器官であるリグノチューバーがあり、その部分から多数の萌芽が発生する。本試験地の *E. camaldulensis* にはリグノチューバーと見なされる器官はなく、このため根元萌芽がほとんどなかったと考えられる。*E. camaldulensis* は原産地によって北と南の系統がある。北の系統にはリグノチューバーが存在するのに対し南の系統には無いとされているので、本試験地の *E. camaldulensis* は多分南系統であったのであろう。

本試験地では伐採後ほとんどの切株から多数の萌芽が発生した。そこで発生後約1年間の萌芽の消長を調べた。表2は、伐採2か月後に各切株から発生していた萌芽数とその中で13か月後どれだけ残っていたか示したものである。切株当たり平均16~56本の萌芽が発生したが、その中で約1年後まで生き残っていたのは15%~25%で、かなりの萌芽が発生後1年間で消失した。各試験区間の萌芽の生存率には有意差はなく、各間伐区の被陰の程度や切株の大きさ

表 2 萌芽の発生数と初期生存率

調査区	平均切株直径 (cm)	平均萌芽数 (伐採2か月後) (本/切株)	平均萌芽生存率 (2か月後～13か月後) (%)
30%間伐区			
小径木間伐	5.6	16	25
大径木間伐	16.4	46	20
50%間伐区			
小径木間伐	7.9	32	15
大径木間伐	15.4	56	19
70%間伐区			
小径木間伐	7.7	23	16
大径木間伐	13.1	37	15
全伐区	9.0	25	18

さは萌芽の初期の生存には影響していないようであった。

次に、伐採2か月後に各切株から発生していた萌芽の中で、どの大きさのものが約1年後まで生き残り、どれだけの大きさになったかを、伐採2か月後の萌芽長の順位と約1年後の萌芽長から調べた。その結果、図1に示したように、生存・成長のタイプは大きく3つに分けられた。一つは、発生直後大きかった萌芽だけが生き残り、残っていた萌芽は大きさの順位が変わらなかったタイプA。もう一つは、当初大きかった萌芽が多く残ったが、残存した萌芽の大きさの順位は当初の順位と一致しなかったタイプB。他は、当初の大きさと関わりなく、生き残り、発生直後小さかった萌芽でも大きく成長していたタイプCである。タイプAに属していたのは全体の17%で、他はタイプBかタイプCであった。このように多くの切株では伐採2か月後の萌芽の大きさの順位と1年後の順位とはあまり関係がなかった。この原因ははっきりしないが、切株内の各萌芽の優位性は発生後数か月ではまだ固まっていないようである。タイの*E. camaldulensis* 民有林では、萌芽が発生した初期段階で萌芽を間引き、大きな萌芽を数本残す施業をしているところがある。例えば、タイ西部のカンチャナブリでは6月に伐採し、1週間に発生してきた萌芽を2週間に後でその中で成長量の大きいものを2～3本残し、あとはすべて切り取っている。また伐採後2～3か月たって2～3本に間引いているところもある。このような萌芽の間引きは、多数の萌芽を最終的に1本仕立てにして優良材を生産すること目的にしている。ここで得られた結果からだけで判断すると、*E. camaldulensis* の萌芽

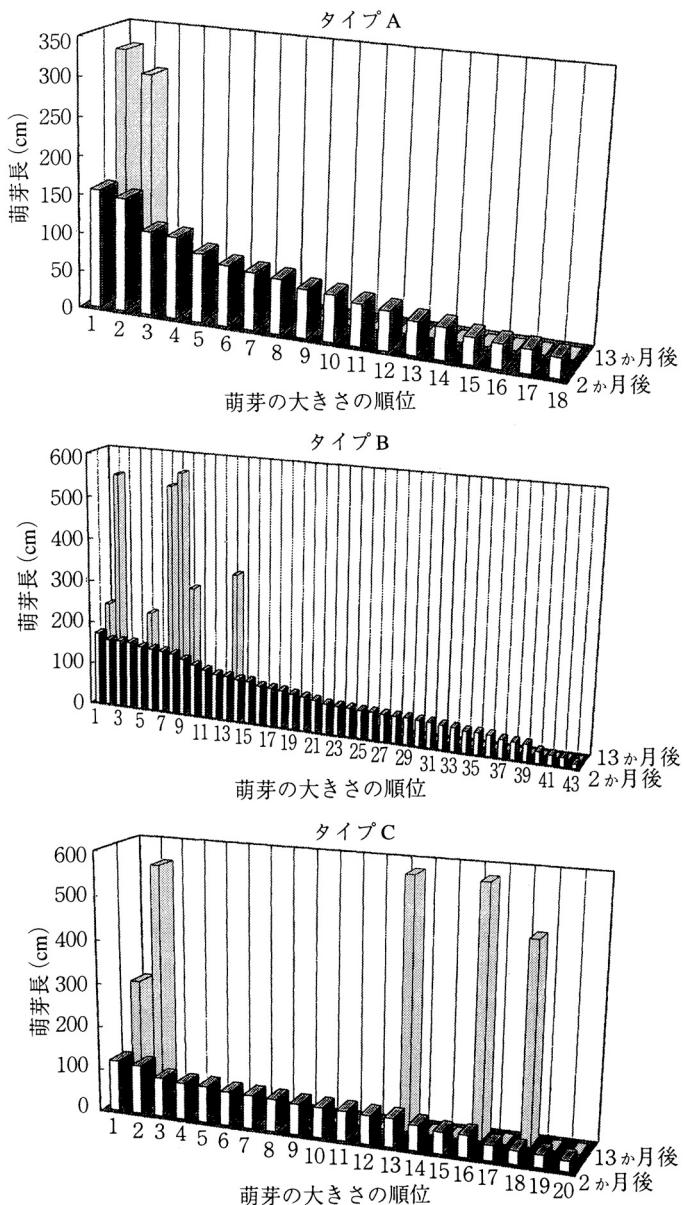


図1 発生初期の萌芽の大きさの順位と約1年後の大きさ

は発生から約1年で多数消滅するので、その間は自然間引きに任せておいて、その後形質の良いものを残し、他は整理するれば良いのではないだろうか。発生後間もない時期の萌芽の整理は、本調査から分かるように、小さな萌芽であっても将来伸びる可能性のあるものを間引くことになるので、避けるべきであろう。なお、バイオマス生産が目的の場合、萌芽を間引く必要はない。

伐採1年後に各切株の中でもっと伸びた萌芽の平均伸長量は全伐区で5.3mであった。フィリピン、ミンダナオ島の比較的土壤条件の良好な立地で得られた同じ値は、ジャイアントイピルイピル (*Leucaena leucocephala*) で10.1m、メリナ (*Gmelina arborea*) で7.3m、チーク (*Tectona grandis*) で6.7mであったから、本種の萌芽成長はこれらの樹種よりは小さいが、温帯の広葉樹に比べれば、格段に大きいといえる。前述したように本試験地の土壤条件は不良であることを考えれば、*E. camaldulensis* の萌芽力はかなり高い。ただしこのような高い萌芽能力は、短伐期施業を可能にする反面、伐採の繰り返しによる地力の低下を招く懼れがあるので注意を要する。

(3) 上木の成長量

個体成長：上木の個体成長に対する間伐の影響を、伐採後1年間の平均材積成長量と間伐率の関係から調べた（図2）。図2から明らかなように平均材積成長量は、全ての間伐区で小径木間伐区の方が大径木間伐区より大きく、小径木間伐区では間伐率が高くなるほど大きくなったのに対し、大径木間伐区では無間伐区とあまり変わらなかった。そのため大径木間伐区と小径木間伐区の成長量の違いは間伐率が高くなるほど大きくなった。この結果から個体成長に対する間伐効果は小径木間伐の方が大径木間伐より大きく、その違いは間伐率が高くなると顕著にあらわれるといえる。小径木間伐区では間伐後1年間に枯死した個体はほとんどなかったのに対し、大径木間伐区では7~11%の個体が枯死した。それも小さな個体が多くかった。大径木間伐区では、間伐後相対的に小さな、樹冠量の少ない個体が多く残された。

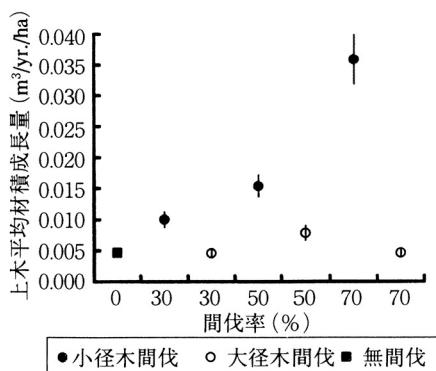


図2 上木の平均材積成長量と間伐率、間伐方法との関係

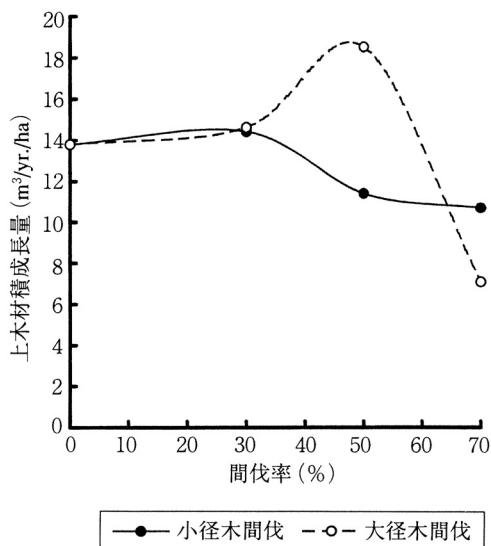


図 3 上木の材積成長量と間伐率、間伐方法との関係

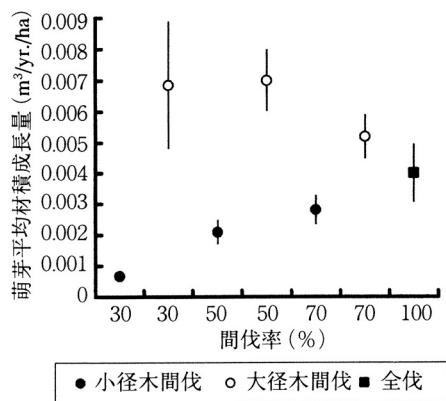


図 4 萌芽の平均材積成長量と間伐率、間伐方法との関係

は、限界間伐率からみると、大径木間伐の方が小径木間伐より大きいといえそうである

(4) 萌芽の成長量

個体成長：伐採後の萌芽の個体成長に間伐率や間伐方法がどのように影響す

たため、成長が促進されなかったり、枯死木が出たと推測される。間伐後時間の経過とともに成長がどのように変化するかを調べる必要がある。

林分成長：上木の面積当たりの材積成長量が間伐によってどう変化したかを調べた（図3）。小径木間伐では、材積成長量は間伐率30%までわずかに増加したが、それ以上になると逆に減少した。一方上層間伐区では、材積成長量は50%間伐区で最大になり、それ以上の間伐率では著しく減少した。間伐によって個体成長が促進されても、このように間伐率がある程度以上になると、林分成長量が低下するのは、間伐率が高くなると個体数が少なくなるため、普通に認められることである。この場合、無間伐区より成長量が小さくならない限界の間伐率を求めることが施業上重要である。図3からその限界間伐率は、小径木間伐で間伐率35%程度、大径木間伐で間伐率60%程度であることがわかる。林分材積成長量に対する間伐効果

るかを調べた(図4)。平均材積成長量は、間伐率30%区で大径木間伐区の方が小径木間伐より大きかったが、間伐率が大きくなるほど、大径木間伐区では減少したのに対し、小径木間伐区では逆に増加し、両者の差は間伐率が高くなるほど縮まった。

萌芽の成長量と林内の相対照度との間には、各間伐区の相対照度の違いが少なく、また相対照度が高かったため、明瞭な関係は認められなかつたが、平均切株直径と各萌芽の平均材積成長量との間には、図5に示したようにきれいな正の相関関係が成立した。また平均切株直径は間伐率が高くなるほど、小径木間伐区では大きく、大径木間伐区では小さくなる傾向がある(表2参照)。したがって萌芽の平均材積成長量と間伐率との間に上のような傾向がみられたのは、間伐率の違いによる上木からの被陰の強さの違いよりも、間伐方法や間伐率の違いによる切株直径の大きさの違いが強く影響したためであると推測される。*E. camaldulensis*林のように林内が比較的明るい林分では、萌芽の個体成長には陽光量よりも切株の大きさが強く影響するといえよう。

林分成長：面積当たりの萌芽の材積成長量は、間伐率が大きくなるほど小径

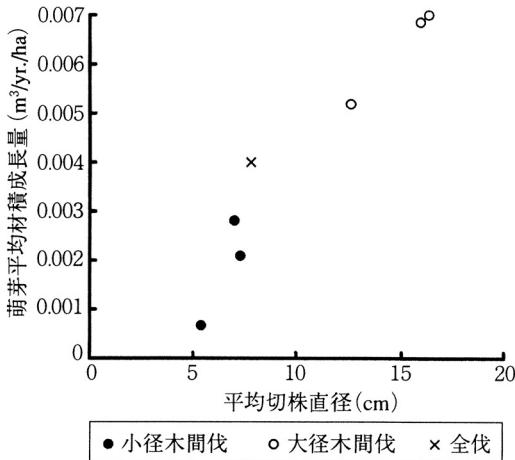


図5 萌芽の平均材積成長量と平均切株直径との関係

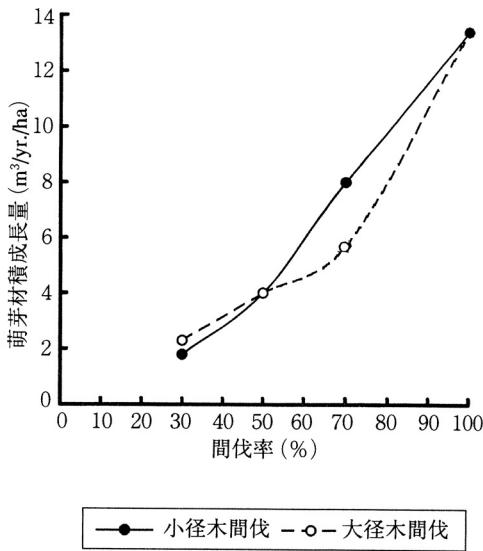


図6 萌芽の材積成長量と間伐率、間伐方法との関係

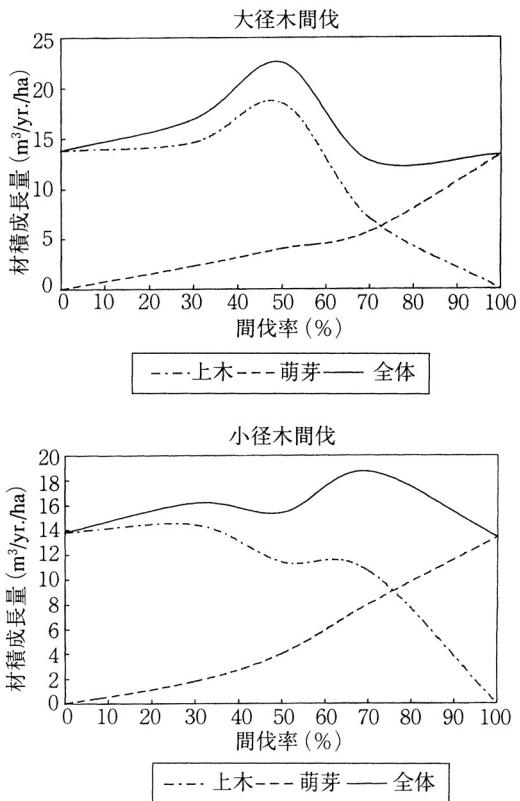


図 7 林分全体の材積成長量と間伐率との関係

70%で、大径木間伐区では間伐率50%区で最大になった。それらの材積成長量は各々の $18.7\text{ m}^3/\text{年}/\text{ha}$ 、 $22.5\text{ m}^3/\text{年}/\text{ha}$ であった。無間伐区の成長量はユーカリ林としては比較的小さい $13.8\text{ m}^3/\text{年}/\text{ha}$ であったが、小径木間伐では強度の間伐、大径木間伐では中度の間伐によって林分成長量、つまりバイオマス生産量の大きな増加が期待できることがわかる。そしてここで注視すべきことは、無間伐区の上木の材積成長量と全伐区の萌芽の材積成長量がほぼ同じだということである。上木と萌芽の成長関係は林分の発達段階で異なると思われるが、5年生の当林分では、皆伐して材を収穫しても、萌芽更新によって、林をそのまま残しておいた場合と同じ成長量が得られることになる。

(6) 中林作業の可能性

中林作業において、林内で萌芽更新するために一般に下木は比較的耐陰性

木間伐区、大径木間伐区とも増加した(図6)。これは間伐率が高くなると切株の断面積合計が増えることが影響している。このように間伐区では全伐区より林分成長量は少ないが、それでも70%の間伐であれば、小径木間伐区で $8\text{ m}^3/\text{年}/\text{ha}$ 、大径木間伐区で約 $6\text{ m}^3/\text{年}/\text{ha}$ の林分材積成長量が見込める。

(5) 全体の成長量

上木と萌芽をあわせた林分全体の材積成長量が間伐率によってどのように変化したかを小径木間伐区と大径木間伐区についてまとめたのが図7である。全体の材積成長量は、間伐率に対して山型の曲線をえがき、小径木間伐区では間伐率

が強い樹種であることが要求される。*E. camaldulensis* は耐陰性が弱いとされるが、その反面林内は比較的明るい。間伐前の *E. camaldulensis* 林の相対照度は 40~60% で、我国の森林の中ではもっとも明るいマツ林や落葉広葉樹林よりもかなり明るかった。これは林内の陽光量に影響する林分葉量が少なかったからである。*E. camaldulensis* 林で林分葉量が少ないのは、樹冠の密度が小さいことに加えて、林冠を構成している各個体の樹冠と樹冠の間に隙間ができる、林冠が完全に閉鎖しにくいためであると考えられる。試験地の *E. camaldulensis* は植栽間隔が 1.5 m × 2 m で、植栽後 5 年たち、平均樹高が 10 m 前後に達していたのに、まだ各樹冠がぶれ合ったり、重なりあったりしていかなかった。温帯や熱帯の成熟した天然林や葉量がピークを過ぎ、“葉量一定”に達したスギ・ヒノキ壮齢人工林では、上層の各樹冠の間に一定の隙間が見られる。このことを最初に指摘したのは四手井（1974）で、この林冠の隙間を、敷き詰めた畳の縁に喩えて、“縁取り”と呼んだ。海外では “Crown shyness” という興味深い名前が一部の研究者によって使われている。隙間が出来る原因是まだはっきりしないが、強風による樹冠の接触、摩耗あるいはそれに伴うエチレンの生成等が影響しているらしい。ユーカリは葉から揮発性の物質を出していることはよく知られた事実で、このことが影響している可能性も考えられる。いずれにしても *E. camaldulensis* 林は、成林しても、林冠の各樹冠の間に比較的大きな “縁取り” があり、葉量が少ないので、林内は明るい。また間伐後時間がたっても、林内はあまり暗くならない。このような林冠構造は、耐陰性の弱さを補い、高い萌芽能力と相まって、林内で萌芽を育成する中林作業には有利に働きそうである。

さて、このような生態的な条件が満たされても、中・大径木に用材としての価値がなければ、中林作業を行うのは難しい。*E. camaldulensis* は用材として利用が可能だろうか？ 本試験では大径木間伐区で比較的大きな間伐材が出たので、これを使ってラチャブリ試験地にゲストハウスを建設しようということになった。当時ラチャブリ試験地には海外を含めて色々な林業プロジェクトが入り、訪問者が多かったのに、外部の人たちが快適に長期間滞在できる宿泊施設がなかったからである。建設費を工面するのに手間取り、時間はかかったが立派なゲストハウスができ上がった。*E. camaldulensis* の建造物は当時非常に珍しく、多くの人たちが見学にやってきた。丁度私が滞在していた時、お坊さんが見学にいらっしゃった。仏教国らしい光景であった。ユーカリ材の利用に地域の多くの人たちが関心を持っていたのである。建設後 10 年近くたった現

在でもゲストハウスは全く支障なく利用されている。*E. camaldulensis* の材は乾燥の過程でひびが入りやすい欠点があり、材の乾燥には慎重を期さなければならぬが、材質は比較的優れているので、広く建築材として利用できる可能性は高い。

最後に、間伐後1年間だけの結果ではあるが、試験結果から、*E. camaldulensis* 林における中林作業の方法を考えてみよう。上木と萌芽の個体成長および林分成長の中で、中林作業に意味を持っているのは、用材生産の指標となる上木の個体成長量ならびに萌芽のバイオマス生産の指標となる萌芽の林分成長量である。上木の個体成長は全ての小径木間伐区で間伐効果が認められ、強度の間伐区で間伐効果が強くあらわれた。一方、萌芽の林分成長量は間伐区では全伐区より少ないが、強度の小径木間伐であれば比較的大きな成長量が期待できた。したがって、本試験の間伐率と間伐方法の組み合わせの中で、強度の小径木間伐が中林作業の一つの可能性を示しているといえそうである。

おわりに

現在タイではチップ生産のためにユーカリの一斉造林が一部で進められている。林業というよりは皆伐短伐期施業による準農業的性格が強いように思う。樹木の木質資源としての多面性を活かすために、本試験で提示した中林作業はもう少し省みられても良いのではないだろうか。皆伐の繰り返しによる土地生産力の低下の軽減や景観保護の上でも中林作業は役に立つはずである。湿潤熱帯と異なり、モンスーン熱帯では強い萌芽能力を持った樹種が多い。ここでは一つのモデルとして*E. camaldulensis* 林の中林作業を考えたが、萌芽力の高い樹種を活用して、林床が比較的明るいマツ・広葉樹林やサバナ林のような天然林で中林作業は考えられないであろうか。

〔参考文献〕 BOLAND, D.J. et al. (1984) Forest trees of Australia. NELSON・CSIRO 687 pp. EVANS, J. (1982) Plantation forestry in the tropics. Clarendon press. 403 pp. FAO (1988) Eucalyptus for planting. FAO Forestry Series No.11, 677 pp. 石塚和裕 (1996) カマルドゥレンシスユーカリ、熱帯樹種の造林特性 第1巻, 200~208 pp 国際緑化推進センター. 加茂皓一 (1990) タイ国での早生樹林の生産力測定例, 热帶林業(新) 19 : 26~34. KAMO, K. et al. (1990) Coppice growth of some tropical tree species in Mindanao Island, the Philippines. JARQ 24 : 235~241. OLIVER,C.D. and LARSON, B.D. (1990) Forest stand dynamics, McGRAW-HILL, 467 pp. RALPH, D.N. (1996) Silviculture concepts and application. McGRAW-HILL 633 pp. SMITH, D.M. (1986) The practice of silviculture. John Wiley & Sons, 527 pp. 四手井綱英他 (1974) ヒノキ林 その生態と天然更新. 地球社 375 pp. 渡辺弘之 (1987) タイでのユーカリ (*Eucalyptus camaldulensis*) の萌芽更新の試み, 热帶林業(新) 10 : 42~44.