

ベトナムにおける土壤管理と クローン植林に関する研究

鶴 見 和 恒

1. はじめに

1991年10月に熱帯林再生技術研究組合が設立され、各分野の民間企業、大学および国が一体となって熱帯林再生技術の研究・開発に取り組んできた。この試験研究事業は、2期10年（第1期：1991年10月～1996年3月、第2期：1996年4月～2001年3月）に渡って行われた。王子製紙（株）は、この熱帯林再生技術研究組合に1期から参加し、ベトナムを中心に研究を行ってきた。今回は第2期に行った内容について報告する。

2. 対象試験地

ベトナム中部 Binh Dinh 省の Canh Hoa 地区に地力増進試験地および第1次クローン検定林を1996年11月に設定した（図1）。また、第2次クローン検定林は Hoai Son 地区に97年11月に設定した。試験地の気候帶は熱帯モンスーン気候（雨期：10月～1月）に属し、過去5年間の年平均降水量は2,500 mm、年平均気温は約27°Cである。試験地の土壤はFAO/UNESCOの土壤図では Orthic Acrisols の分布域になっている。地形はなだらかな丘陵地で標高は140～150 mである。

3. 地力増進試験

人為的な土壤改良、植栽木による有機物補給の改良効果による地力増進効果を検討する目的で、試験地を設定した。対象樹種は、*Eucalyptus camaldulensis* および *Acacia auriculiformis* である。設定した処理は、理学性改良処理（リッピングの有、無）、施肥処理では基肥（有、無）、追肥（無、1回、2回）の組み

Kazutsune Tsurumi : Study of Soil Management and Clonal Trial in Vietnam
王子製紙株式会社 研究開発本部森林資源研究所

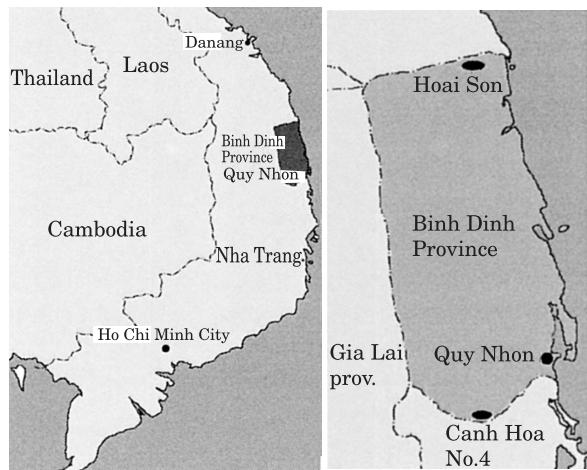


図 1 試験地の位置

合わせ計 12 様式である（表 1）。なお反復は 2 回とした。

リッピング処理は、50 cm 間隔に深さ 60 cm を目処に行った。基肥は有機肥料（商品名：Biffa 有機物 22%，C/N : 8.5 N : P : K = 1.5 : 7.7 : 1.5）を 200 g/本施用した。追肥には化学肥料（N : P : K = 16 : 16 : 8）を 100 g/本施用した。

植栽密度は 1,666 本/ha (3 m × 2 m) とした。各処理区は 300 本 (42 m × 40 m) とした。

植栽後 3 年 7 ヶ月後の成長量および分散分析の結果を表 1, 2 に示す。樹種別にみると *A. auriculiformis* が各処理において *E. camaldulensis* より成長量が大きいことが分かる。この傾向は、胸高直径で顕著である。処理別にみると、リッピングによる成長増加が両樹種で認められ、*E. camaldulensis* で顕著である。追肥効果は、*E. camaldulensis* でわずかに認められるが、*A. auriculiformis* では認められなかった。なお基肥効果は、両樹種で認められなかった。

3 年 7 ヶ月時の植栽木地上部の現存量を表 1 に、林床植生の地上部現存量およびリター量を表 3 に示す。林床植生現存量は、*E. camaldulensis* 植栽区で *A. auriculiformis* 植栽区の 1.8 倍という値が出ている。この点は、*E. camaldulensis* の着葉形態と枝の垂れ下がりにより、林床が直達光を受けやすく植生の繁茂が旺盛だったためと考えられる。

リター現存量は、*E. camaldulensis* 植栽区で 4.1 t/ha, *A. auriculiformis* 植

表 1 植栽後 3 年 7 ヶ月時における成長量

樹種	リッピング	基肥	追肥	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	地上部乾重 (t/ha)
E. camal.	無		無	5.9	3.7	3.69
			1回	5.6	3.5	3.27
			2回	6.7	4.4	5.15
			無	6.0	3.9	3.92
		有	1回	6.0	3.7	3.75
	有		2回	6.3	4.1	4.43
			無	7.7	5.8	9.31
			1回	7.6	5.6	8.79
			2回	8.6	6.5	12.67
		有	無	7.8	5.5	8.94
A. auri.	無		有	8.0	5.8	10.43
			2回	8.8	6.5	13.41
			無	6.2	6.1	9.61
			1回	7.4	7.3	17.24
			2回	6.9	6.6	13.47
	有		無	7.7	7.3	16.98
			1回	7.2	6.6	14.77
			2回	7.4	6.7	15.30
			無	7.7	7.1	18.98
			1回	8.6	7.5	21.37
E. camal. : <i>E. camaldulensis</i> , A. auri. : <i>A. auriculiformis</i> (以下すべて同じ)	有		2回	8.2	7.3	18.06
			無	7.8	7.1	18.24
	有		1回	8.1	7.2	19.86
			2回	8.2	7.0	18.17

表 2 処理と成長量の分散分析結果

樹種	要因	樹高	胸高直径	樹種	要因	樹高	胸高直径
	リッピング	***	***		リッピング	**	*
	基肥	n.s.	n.s.		基肥	n.s.	n.s.
	追肥	*	n.s.		追肥	n.s.	n.s.
E. camal.	リッピング ×基肥	n.s.	n.s.	A. auri.	リッピング ×基肥	n.s.	n.s.
	リッピング ×追肥	n.s.	n.s.		リッピング ×追肥	n.s.	n.s.
	基肥×追肥	n.s.	n.s.		基肥×追肥	n.s.	n.s.

*: 5% 水準で有意 **: 1% 水準で有意 ***: 0.1% 水準で有意 n.s.: 有意差無し

表 3 林床植生の地上部現存量およびリター量

樹種	処理	絶乾現存量 (t/ha)		
		草本	木本	リター
A. auri.	コントロール	5.03	0.29	5.30
	リッピング-無施肥	1.46	0.14	6.82
	リッピング無し-追肥 2回	4.89	0.09	6.57
	リッピング-追肥 2回	2.50	0.07	9.00
E. camal.	コントロール	3.91	1.22	2.85
	リッピング-無施肥	6.72	0.00	5.49
	リッピング無し-追肥 2回	3.53	0.10	3.25
	リッピング-追肥 2回	6.78	0.00	4.95

栽区で 6.9 t/ha となる。これに対して、各樹種栽区の着葉量はそれぞれ 0.48 t/ha, 1.88 t/ha となる。これから算出される樹種ごとのリター現存量と着葉量の比は、*E. camaldulensis* 栽区で 8.5, *A. auriculiformis* 栽区で 3.7 となる。熱帯地域では、リターの堆積量と樹木の着葉量との関係が強いことが予測される^{1),2)}。このことから、落葉分解の速度は *E. camaldulensis* よりも *A. auriculiformis* の方が早く、地力増進を目的とする植林では *A. auriculiformis* が有利であると考えられる。

表 4 理学性改良効果と持続性

項目	深さ (cm)	調査時期			
		改良前	改良直後	3ヶ月後	7ヶ月後
土壤硬度 (指度)	0-10	15-17	3-5	10-18	8-16
	10-20	19-24	4-8	14-20	12-20
	20-30	19-24	6-12	17-25	15-21
透水性 (cc/min)	0-10	5.2	30.0	25.0	28.1
	10-20	5.9	19.3	31.0	6.2
	20-30	8.7	25.9	9.5	3.7
最小容気量 (%)	0-10	6.6	10.5	2.5	2.9
	10-20	8.3	11.1	2.5	2.7
	20-30	7.2	12.6	1.5	1.6
孔隙率 (%)	0-10	44.0	48.8	47.2	46.1
	10-20	41.2	50.7	45.4	39.5
	20-30	37.0	51.6	42.2	39.6
細土容積率 (%)	0-10	50.0	43.2	49.0	48.0
	10-20	49.5	42.6	49.5	55.5
	20-30	50.0	40.1	55.4	56.0

植栽木及び林床植生の処理別含有養分量（表は省略）でみると、リッピング処理により両樹種において各要素の含有量が高いこと、さらに2回追肥区で無施肥区に比べ含有量が高いことが分かる。このことから、ある程度の期間は必要な物質循環を伴うことにより、リッピング処理は地力増進効果が期待できる可能性がある。

次に土壤の理化学性の変化についての概要を報告する。リッピングによる土壤理学性の改良効果および持続性の調査結果を表4に示す。リッピングによる膨軟効果（土壤硬度）の持続性は、3ヶ月程度と考えられる。土壤の透水性についても処理効果が認められるが、時間の経過と共に持続効果は表層部に限られた。最小容気量は処理によって約50%程度増加したが、その後改良前よりも低下した。土壤細土の容積率は処理直後に10%程度低下したが、時間の経過と共に元のレベルに戻った。

各樹種における処理別の各調査項目の変化傾向を表5に示す。また養分現存量の推定式³⁾を用いて3年7ヶ月時の植栽による主要用分量変化を表6に示す。このとき、乾燥土壤の容積重量は1.2t/m³とし、土壤深度は50cmまでを

表 5 処理別の各項目変化傾向

樹種	処理	酸度	E.C.	全養分					
				C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
E. camal.	リッピング	●	●	●	●	○	●	●	●
	追肥	▼	▽	●	●	▽	▼	▼	▼
A. aruri.	リッピング	▽	●	●	●	▽	▼	▼	▼
	追肥	○	▼	▼	▽	▼	▼	▼	▼
樹種	処理	B.C.	置換性塩基				B.S.	可吸体 リン酸	リン酸吸 収係数
			Ca	Mg	K	Na			
E. camal.	リッピング	●	●	●	●	●	●	○	●
	追肥	▽	▽	▽	▽	▽	▼	●	●
A. aruri.	リッピング	▽	●	●	●	▽	▼	●	●
	追肥	▽	▽	▽	▽	▽	▼	●	●

● : 1% 水準以上で有意に増加 ○ : 5% 水準で有意に増加

▼ : 1% 水準以上で有意に減少 ▽ : 5% 水準で有意に減少

B.C. : 塩基置換容量, B.S. : 塩基飽和度, E.C. : 電気伝導度

表 6 植栽による主要養分量の変化

時期	部位	全窒素 (N)		全リン酸 (P ₂ O ₅)		全カリウム (K ₂ O)	
		(kg/ha)	対合計 (%)	(kg/ha)	対合計 (%)	(kg/ha)	対合計 (%)
設定当初	立木	0.9	0.02	0.4	0.00	1.5	0.00
	植生	52.2	1.39	14.2	0.18	90.2	0.05
	土壤	3,707.6	98.59	7,893.6	99.82	191,360.0	99.95
合計		3,760.7		7,908.2		191,451.7	
植栽後 3年7ヶ月	立木	33.8	1.15	18.6	0.08	65.0	0.03
	植生	29.3	1.00	7.9	0.03	51.2	0.03
	土壤	2,870.4	97.85	23,322.0	99.89	188,370.0	99.94
合計		2,933.5		23,348.5		188,486.2	

対象とした。

リッピング処理によって、2樹種共に有機物(C)量および窒素(N)濃度の增加は認められるものの、残念ながら特定の傾向は認められず、地力増進効果を判定するには、3年7ヶ月では基幹的に不十分であったと考えられる。

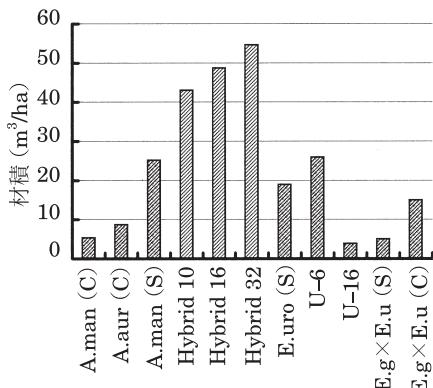


図 2 第1次クローン検定林における各クローンの材積

早成樹のアカシア、ユーカリは熱帯地域の植林樹種としてきわめて重要な位置にある。これらの単位面積あたりの生産性を高めることは、伐採面積の減少、炭酸ガス吸収量の増加に繋がり、最終的には環境保全に貢献することになる。このため、成長に優れたプラス木を選抜し、クローン化し植林する技術が必要となる。ここでは、ベトナムで行ったクローン検定林の結果を報告する。

ベトナムの事業植林地 (Quy Nhon Plantation Forest Company of Vietnam Limited : QPFL) から、*E. camaldulensis* と *A. auriculiformis* について成長量を対象としたプラス木選抜を行った。このうち、*A. auriculiformis* 植林地から選抜された個体は、*A. mangium* との天然交雑種である個体が殆どであった。*E. camaldulensis* 選抜個体については、挿し木発根性の高い個体をスクリーニングし、クローン検定林に植栽した。第1次クローン検定林の3年7ヶ月生時における各クローンの材積を図2に示す。また、第2次クローン検定林の2年7ヶ月生時の成長量の測定を行った (Data省略)。この結果、Binh Dinh 県においては、ユーカリクローンでは *E. urophylla* と *E. urophylla* × *E. grandis* の優位性が認められた。さらに、アカシア天然交雑種クローンの優位性が確認された。

さらに、ユーカリクローンでは地力によって成長量に大きな差が認められるが、アカシアクローンはユーカリクローンに比べこの差が小さいことが明らかになった。

以上のことから、森林造成による地力増進技術としては、生物資源量の増進を図りながら土壤に還元する有機物を増やすこと、自然力を活用しながら長期的に対応することが必要であると考える。また人為的な理化学性の改良は、自然力を最大限に発揮させる維持的な手段として位置づけされるものと考える。

4. 選抜クローンの成長

5. おわりに

今回の報告は、熱帯林育成利用技術研究成果報告書（2002）に掲載された「熱帯荒廃地等の森林造成による地力増進技術の開発^③」および「熱帯性早生樹のクローン化技術の開発^④」を要約したものである。しかし、紙面の都合および筆者の力量不足から不十分なものとなった。詳細については、上記の報告書を参考にして頂きたい。最後に、これらの報告書を取り纏めた各位に感謝の意を表する。

〔引用文献〕 1) D. W. Cole, 八木久義訳（1981）世界の森林における養分循環, 第17回 IUFRO 論文集 2) 堤 利夫（1997）森林の物質循環, 東京大学出版会 3) 松平ら（2002）熱帯荒廃地等の森林造成による地力増進技術の開発, 热帯林育成利用技術研究成果報告書, 热帯林再生技術研究組合編 4) 鶴見ら（2002）熱帯性早生樹のクローン化技術の開発, 热帯林育成利用技術研究成果報告書, 热帯林再生技術研究組合編

海外林業研究会のご案内

当研究会は海外林業に関心のある林業技術者、研究者、教官等の任意団体で、年1、2回の研究会、セミナー等の開催のほか、「熱帯林業」（年3回）及び「緑の地球」（年4回）、「森林・林業分野の国際的取組みのあらまし」（林野庁海外協力室刊、年1回）を会員に配布しております。入会申込み等問い合わせは国際緑化推進センターへ連絡ください（年会費3,000円）。なお、「熱帯林業」のみの購読料は、年2,500円です。皆様の周囲の方々に勧誘して下さいますようお願いします。