

産業植林早生樹種の炭素固定量評価

(3) 南アフリカの *Eucalyptus grandis* 人工林

山田麻木乃¹⁾・松田 学²⁾・丹下 健³⁾・森川 靖⁴⁾

1. はじめに

前報 1, 2 に引き続き、海外で精力的に行われている早生樹種の植林地を対象とし、これら植林地の炭素固定量を明らかにし、森林の吸収源評価の基礎資料を得ることを目的とした。本調査は、通商産業省が社団法人海外産業植林センターに委託した「産業植林の CO₂ 固定化評価等に関する調査研究」によって行われた。調査にあたり日本製紙株式会社原材料本部ピーターマリッツバーグ事務所元所長藤澤氏、主任石川氏には大変お世話になった。ここに厚くお礼申し上げる。

2. 対象植林地及び植林概要

南アフリカの CTC 社 (The Central Timber Co-operative Limited) がナタール州メルモス (Melmoth, Natal) に所有する *Eucalyptus grandis* 植林地を対象とした。対象林分は 3, 5, 8 年生である。

南アフリカの植林は許可制であり、厳しく管理されている。植栽地は放棄地 (virgin land)、サトウキビ畑の跡地、人工林の伐採跡地などであり、植林規制が厳しいことから、多くは伐採跡地の植林である。基本的に植栽は人力によって行われる。前植生によって多少異なるが、植え付け前に除草剤散布を行い、植え付け時 1 本あたり 100 g 程度の施肥 (N : 3.8%, P : 12.2%) を行う。植栽後、列間に 2~3 回程度除草剤散布を行う。植栽密度は 2×3 m (1,667 本 / ha) である。

YAMADA, Makino, MATSUDA, Manabu, TANGE, Takeshi & MORIKAWA, Yasushi : Carbon Stock in Fast-Growing Tree Species (3) *Eucalyptus grandis* Man Made Forest in Melmoth, South Africa

¹⁾社団法人海外産業植林センター、²⁾日本製紙株式会社研究開発本部岩国技術研究所、

³⁾東京大学大学院農学生命科学研究科、⁴⁾早稲田大学人間科学部

3. 気象概要

当該地域の年間降水量は約 1,155 mm, 平均気温は 19.2°C, 最寒月 (7月) の平均気温は 15.4°C, 最暖月 (1月) は 21.9°C である。

4. 測定法

地上部バイオマスは、それぞれの種の伐倒試料木 4 本について、0, 0.3, 1.3, 2.3 m の高さ及びそれ以上では 2 m 間隔で玉切りにする現存量測定を求める常法 (層別刈取法) によった。バイオマス推定のための試料の乾燥は、CTC 社に依頼し、送風乾燥機で 80°C 2 日間 (根、幹については 4 日間) 行った。

土壌の炭素量は、設定試験地内 (20×20 m) の 5 か所のサンプリング調査から求めた。土壌試料は、深さ 0~5 cm, 5~10 cm, 10~20 cm, 20~30 cm から採取した。5 か所のうちの 1 か所については、さらに 30~50 cm, 50~70 cm, 70~100 cm から土壌試料を採取した。土壌試料の化学分析は Institute for Commercial Forestry Research に依頼した。

5. バイオマス及び純生産

毎木調査の結果から、植林地では林齢がすすみ、8 年生になると、小径木~大径木の差が大きくなる傾向にあった (図 1)。また、5 年生での本数密度が 8 年生のそれより低かった (表 1) がこれは、5 年生林分で植栽後の乾燥が強かったため多数の枯損木を生じたためである。

試料木の諸元量 (表 2) から、胸高直径の 2 乗と各器官量との相対成長関係 (表 3) を求めた。植栽密度が同じなので、3, 5, 8 年の結果をまとめたが、いずれの関係も高い相関関係で相対成長式を得ることができた。この結果から、本数密度がかわらなければ、この相対成長関係は調査地周辺の植栽林に適用可能である。すなわち、各植栽林の直径測定がおこなわれていればこの相対成長関係を利用して、植栽林のバイオマス評価が可能である。各林分のバイオマス変化 (表 1) から、3~5 年の増加量が 5~8 年の増加量よりも大きかった。すなわち、本種の成長は西豪州の *Eucalyptus globulus* (前報¹⁾) と同様に初期成長が大きい特徴をもっている。したがって、実際に 8~10 年の伐期で資源確保を行っていることは、土地利用の面から有効である。しかし、短伐期は土地生産力の低下につながることから、植栽から伐採のローテーションの違う林地でのバイオマス調査が今後必要となる。

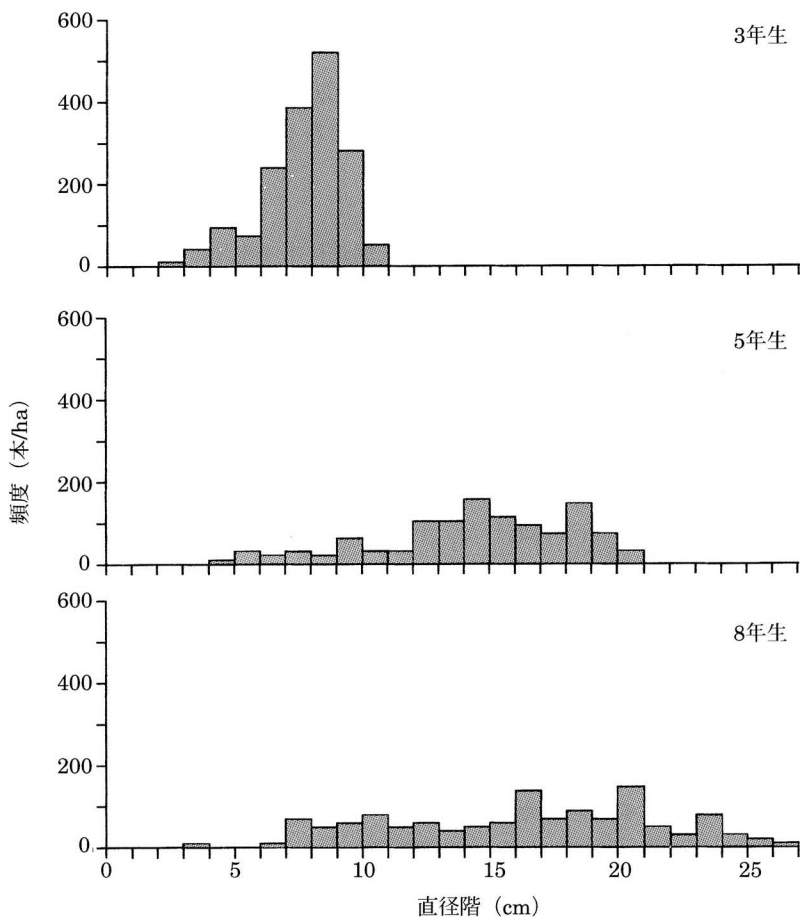


図 1 3, 5, 8 年生各林分の直径分布

バイオマスの年間成長量は3年生で2t, 5年生で18t, 8年生で19tであった。8年生での皮なし幹材積はおよそ300m³で(表3), 西豪州の *E. globulus* の値(前報¹⁾)のおよそ88%であり, 比較的成長の良い植栽林とみなされる。林分の葉面積指数は5年生で3.7, 8年生で3.3と林齢が進むと低下する傾向にあった。また, 西豪州の *E. globulus* の値(8年生でおよそ8, 前報¹⁾)に比べ, 著しく小さかった。温帯林で得られている広葉樹林が4~6であり, *E. grandis* は, 温帯林と同じような林冠葉面積を持っている。

成長量を葉面積指数で除した値を仮に単位葉面積当たりの光合成能力と仮定

表 1 ha 当たりの諸量

林齢 (年)	3	5	8
初期密度 (/ha)	1,667.0	1,667.0	1,667.0
現在密度 (/ha)	1,698.0	1,135.0	1,333.0
平均胸高直径 (cm)	8.7	15.3	17.2
断面積合計 (m ² /ha)	10.4	22.2	33.8
バイオマス (乾重 t/ha)			
幹	2.5	61.5	107.4
樹皮	0.9	8.2	12.8
枝	0.4	5.8	9.3
葉	1.1	3.2	4.3
地上部全量 [tC/ha]	4.9 [2.2]	78.7 [34.6]	133.7 [58.8]
根重量	1.2	11.5	17.8
植物全量 [tC/ha]	6.1 [2.7]	90.1 [39.7]	151.5 [66.7]
幹材積 (m ³ /ha)			
皮付き	9.7	198.3	338.2
皮なし	7.5	172.1	297.8
葉面積指数	1.2	3.7	3.3
年平均成長量			
地上部全量 (乾重 t/ha/年)	1.6	15.7	16.7
植物全量 (乾重 t/ha/年)	2.0	18.0	18.9
皮付き材積 (m ³ /ha/年)	3.2	39.7	42.3
皮なし材積 (m ³ /ha/年)	2.5	34.4	37.2

1 乾重 t=0.44 tC

すると、3年生=1.79, 5年生=5.09 (西豪州の *E. globulus* 5年生=7.4), 8年生=5.94 (西豪州の *E. globulus* 8年生=4.28) であった。最も成長量の多い5年生では *E. grandis* の光合成能力が *E. globulus* よりも高かったが、成長量のさがる8年生では逆に *E. grandis* の方が高かった。土地条件の成長量に与える影響を考慮しないとすると、*E. globulus* の方が早く光合成能力を低下させる傾向にある。

6. 土壌炭素量

深さ 0~30 cm の炭素量は、3年生林分が 103 t/ha, 5年生林分が 86 t/ha, 8年生林分が 69 t/ha であり、高齢な林分ほど少なかった (図 2)。各林分の 1 か所で調べた深さ 1 m までの炭素量は、3年生, 5年生, 8年生林分でそれぞれ、

表 2 試料木の諸元

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
樹齡 (年)	8	8	8	5	5	5	3	3	3
樹高 (m)	26.0	27.4	21.1	17.6	21.8	18.3	10.6	6.3	9.5
胸高直径 (cm)	20.6	27.3	12.1	12.7	21.1	14.6	10.5	4.8	8.1
乾重 (乾重 kg)									
幹	129.3	247.8	43.1	38.1	119.9	56.0	16.6	2.2	9.1
樹皮	17.4	26.5	5.5	4.3	15.8	6.6	4.3	0.9	2.2
枝	5.8	28.1	1.3	2.0	10.5	4.1	5.9	0.3	0.9
葉	3.3	7.2	0.5	1.3	5.9	3.3	3.4	0.7	3.0
根	16.2	32.9	4.6	4.5	21.4	9.5	5.9	0.8	2.4
地上部	155.9	309.6	50.5	45.7	152.1	70.0	30.1	4.1	15.3
全量	172.0	342.5	55.1	50.2	173.4	79.5	36.0	4.9	17.7
幹材積 (m ³)									
皮付き	0.33	0.69	0.12	0.11	0.30	0.15	0.04	0.01	0.03
皮なし	0.29	0.62	0.10	0.09	0.26	0.13	0.04	0.01	0.02

表 3 相対成長式 $Y = aX^b$ の各係数 a 及び b の数値
 X : 胸高直径の 2 乗 (cm²)
 Y : 材積 (cm³) あるいは乾燥重量 (kg)

No	a	b	r ²
材積	93.519	1.356	0.98
皮付き材積	63.102	1.400	0.98
幹重量	0.019	1.427	0.98
枝重量	0.007	1.182	0.84
葉重量	0.118	0.581	0.45
樹皮重量	0.021	1.058	0.99
根重量	0.027	1.069	0.97
地上部全量	0.064	1.267	0.99
植物全量	0.086	1.237	0.99

241, 158, 167 t/ha であり, 3 年生林分で多かった。

土壌への炭素の供給源は, 地表に堆積する落葉落枝などのリターと土壌中の枯死根である。3 年生林分の前植生が 8 年生林分と同じ根量を持っていたと仮定した場合, 前植生の伐採にともなう根の枯死によって土壌に供給される炭素量は 7.8 t/ha (根現存量 17.8 t/ha に炭素率 44% を乗じて求めた) と推定され

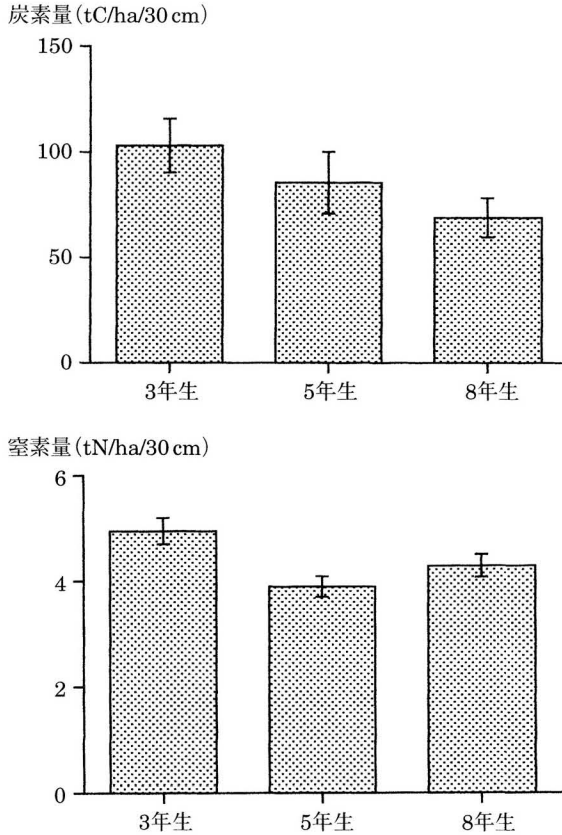


図 2 各林齢の土壤炭素、窒素含有量

る。この値は、3年生林分と5年生や8年生林分での深さ1mまでの炭素量の差に比べて小さく、これら林分での炭素量の違いは、伐採や植林による影響よりも、場所の違いによる元々の炭素量の違いが大きく影響したものと考えられる。

深さによる炭素含有量の変化では、5年生や8年生の林分では深さ5~10cmよりも深さ0~5cmの炭素含有量の方が多いのに対し、3年生林分では、深さ0~5cmの方が深さ5~10cmよりもやや少なかった(図3)。このことから、既報の植栽地^{1,2)}と同様に、本調査地においても前植生の伐採、裸地化によって土壤表層の炭素含有量が減少し、その後の林の発達にともない土壤炭素量の増加

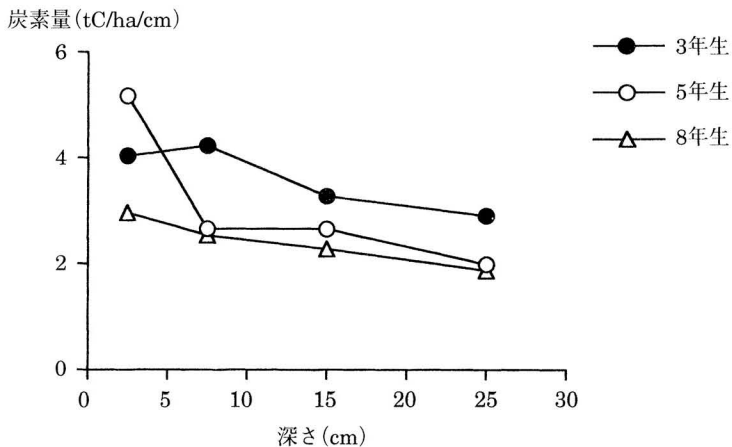


図 3 各林齢の深さごとの土壤炭素含有量

が起きていることが推測される。植林地の造成によって深さ 0~5 cm の土壤含有量が 1 t/ha/cm 低下したとしても、土壤炭素の減少量は 5 t/ha であり、林の発達にともなう地上部の炭素増加量に比べて十分に小さな量である。

〔引用文献〕 1) 山田ほか (1999) 産業植林早生樹種の炭素固定量評価 (1) 西オーストラリアの *Eucalyptus globulus* 人工林, 熱帯林業 46: 23~30 2) 山田ほか (2000) 同上 (2) ベトナムの *Acacia mangium*, *A. auriculiformis*, *Eucalyptus camaldulensis* 人工林, 同上 47: 33~39