

# アカシアマンギウムの幹材積及び収穫予想表

猪瀬光雄\*1・Zainal Saridi\*2

## 1. はじめに

アカシアマンギウムは早生樹種として、東南アジア等熱帯地域に幅広く植栽されている重要な造林樹種である。筆者は、国際緑化推進センター（JIFPRO）による”海外植林情報整備事業植林適地等把握調査”の計画によって、2002年及び2003年にマレーシア国サバ州のアカシアマンギウム林を調査する機会が得られた。この樹種については、筆者は1991年にJICAのマレーシア国サバ州開発訓練計画の短期専門家として調査を行い、樹齢12年位までの比較的林齢の若いデータを基に収穫予想表を作成した（サバ州林業公社：SAFODA）<sup>1)</sup>。

現在、SAFODAで管理する造林地内では、樹齢が20年を越える人工林が成立しており、高齢のデータを基にした収穫予想表の作成が必要になっていた。そこで、今回の2回のJIFPROによる調査及びSAFODAの既存データと新たな調査データを基に幹材積表及び収穫予想表を改訂したので報告する。

## 2. 解析結果

### 1) 幹材積表の作成

SAFODAでは、林齢が12年生以下の樹幹解析木データ135個の資料をもとに2変数の幹材積表（皮内）を1991年に作成している<sup>2)</sup>。本報告では、2002年に収集した大径木の樹幹解析木データ9個を加えて、合計144個のデータで解析を行った。ここでは、各国の幹材積表と比較できるように、皮付きの幹材積表を作成するとともに、皮内の幹材積にも変換できる式を作成した。

以下に作成の手順を記載する。

---

Mitsuo Inose and Zainal Saridi : Stem Volume and Yield Prediction Table on *Acacia mangium*

\*1(独)森林総合研究所北海道支所, \*2 SAFODA (サバ州林業公社)

### ① 樹高及び胸高直径による幹材積（皮付き）の推定

幹材積表には胸高直径の大きさのみから推定する一変数材積表もあるが、胸高直径のみで幹材積を推定すると地域等によって樹高成長が異なるため、偏りが生じることから、幹材積（ $V : m^3$ ）の推定には樹高（ $H : m$ ）と胸高直径（ $D : cm$ ）の2因子を利用した2変数材積式を用いることが重要である。この関係は高い適合度を示し、次式で表現できた（寄与率=0.99）。

$$V = aD^bH^c \quad (1)$$

ここで、 $a, b, c$  は係数（ $a=0.0000711, b=1.697498, c=1.078157$ ）

### ② 皮内幹材積及び樹皮量の推定

幹材積と皮内幹材積（ $V_i : m^3$ ）の関係は次式で表現でき、当てはまりは極めて高い（寄与率=0.999）。

$$V_i = 0.8808V \quad (2)$$

樹皮量は胸高直径及び幹材積とそれぞれ良好な関係にあるが、ここでは、最も適合度の高い、幹材積と皮内幹材積との関係から樹皮量（ $Ba : m^3$ ）を推定した。

この結果、樹皮量（ $Ba, m^3$ ）は次式で求まる。

$$Ba = V - V_i \quad (3)$$

### ③ 幹材積表

前述の(1)式を利用して胸高直径及び樹高に応じた幹材積が計算できる。その結果を表にすると幹材積表が作成できる。ここでは、紙面の都合上幹材積式のみを報告にとどめるが、幹材積計算の適用範囲は実際に得られるデータの適正な範囲で利用されたい。この式の作成に収集したデータの範囲は、胸高直径が4.1 cm～43.1 cm、樹高が5.9 cm～33.6 cmである。したがって、利用可能な最大範囲は胸高直径が55 cm程度、樹高が38 m程度までが適切と思われる。

#### 2) 収穫予想表の作成

既存のデータ及び新たに収集された高齢林を含む林分調査データを加えて、また、新しく作成された皮付きの幹材積式を基に、アカシアマンギウムの収穫予想表を改訂した。

作成に利用した資料は次の4グループ及びデータ数である。

- ① 1991年に作成した収穫予想表に利用した林分データ（325個）。
- ② ベンコッカ地域成長量試験地内の固定試験地（PSP）の69箇所の林分データ（754個）。
- ③ JIFPROの固定試験地21箇所の林分データ（21個）。

④ 2003年に調査した14箇所の上層樹高データ(14個)。

合計1,114個のデータで解析を行った。

(1) 地位指数曲線の作成

① 林齢(t:年)と上層樹高(DTH:m)の関係

林地の地位の善し悪しを表す因子として、直径の大きさは林分密度の差違に影響されるため不適であるが、優勢木の樹高(上層樹高)の高さは林分密度や林分内の被圧に影響されずに成長することから適切な指標とされている。ここでは、上層樹高は1ha当たり、樹高の高い木から100本の平均樹高を採用した。

この関係は良好で、次式で表現できた(寄与率=0.832)。

$$DTH = 27.770 \times (1 - 1.02199 \times \text{EXP}(-0.184866t)) \quad (4)$$

ここで、EXP:自然対数の底の記号

② 地位指数毎の上層樹高

(4)式は地位指数曲線の中心線である。ここでは、地位指数の基礎となる基準林齢を10年とした(1991年作成時は8年だったが林齢が大きくなったことから2年加えた)。

林齢10年を基準年齢とし、地位指数を20, 22, 24, 26, 28及び30の上層樹高で示すと図1のようである。

これは地位指数(SI)毎の上層樹高をHT(m)とすると次式で求められる。

$$HT = SI \times H_x / H_{10} \quad (5)$$

ここでH<sub>x</sub>:中心線のt年における上層樹高(m), H<sub>10</sub>:基準林齢10年における上層樹高(m)である。

以上によって、任意の地位における林齢毎の上層樹高の推定が可能になった。

(2) 収穫予想表作成に必要な関係式の導出

① 上層樹高と平均樹高(HM:m)の関係

上層樹高と平均樹高の関係をプロットすると図2の通りである。この関係は良好であり、次式で表現できた(寄与率=0.937)。

$$HM = 0.9158 \times DTH^{0.9778} \quad (6)$$

② 平均直径(DM:cm)と平均樹高の関係は良好であり、この関係は次式で表現できた(寄与率=0.868)。

$$HM = 1.3 + DM^2 / (1.8577 + 0.1389 \times DM)^2 \quad (7)$$

(7)式からDMを導くと(8)式が得られる。

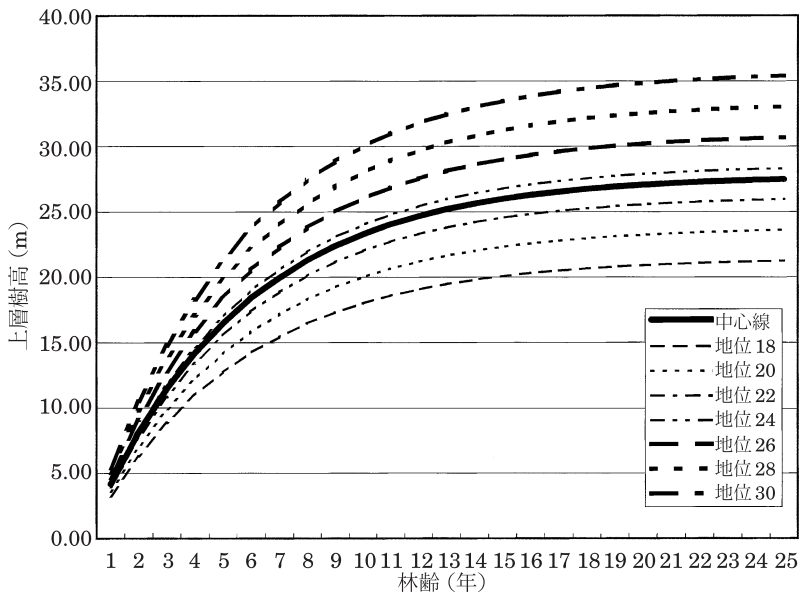


図 1 地位毎の林齡と上層樹高の関係

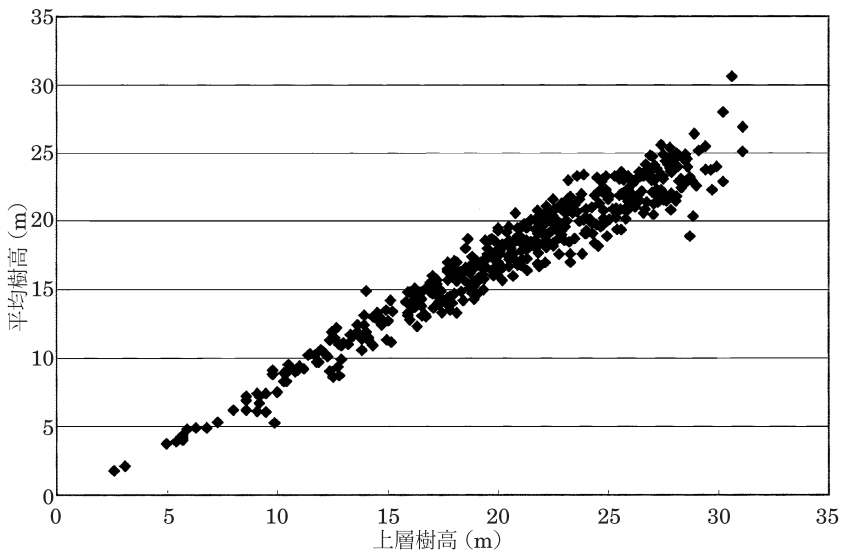


図 2 上層樹高と平均樹高

$$DM = 1.8577 \times \sqrt{(HM - 1.3)} / (1 - 0.1389 \times \sqrt{(HM - 1.3)}) \quad (8)$$

③ 平均材積 ( $v : m^3$ ) と平均直径及び平均樹高の関係は次式で表され、当てはまりは良好である (寄与率=0.989)。

$$v = 0.000145 \times (DM^{1.7652}) \times (HM^{0.7829}) \quad (9)$$

④ 平均直径と立木本数  $N$  の関係をプロットすると図3の通りである。

この場合、平均直径と立木本数の関係において、林分密度が一定の値に達していることが必要であるため、林分の込み具合を示す尺度として、立木本数と上層樹高 (HT) を基にした、次式の相対幹距 (Sr) を利用した。そして、この値が 0.27 以下 (カラマツの疎仕立ての目安が 0.27) の林分データのみを選択した。

$$Sr = 100 / \sqrt{(N \times HT)} \quad (10)$$

この関係は次式で表現できた (寄与率=0.512)。

$$N = 8078.5 \times DM^{-0.8237} \quad (11)$$

⑤ 林分材積 (VT) は次式で計算出来る。

$$VT = v \times N \quad (12)$$

以上、収穫予想表作成の手順を流れ図で示すと以下の通りである。

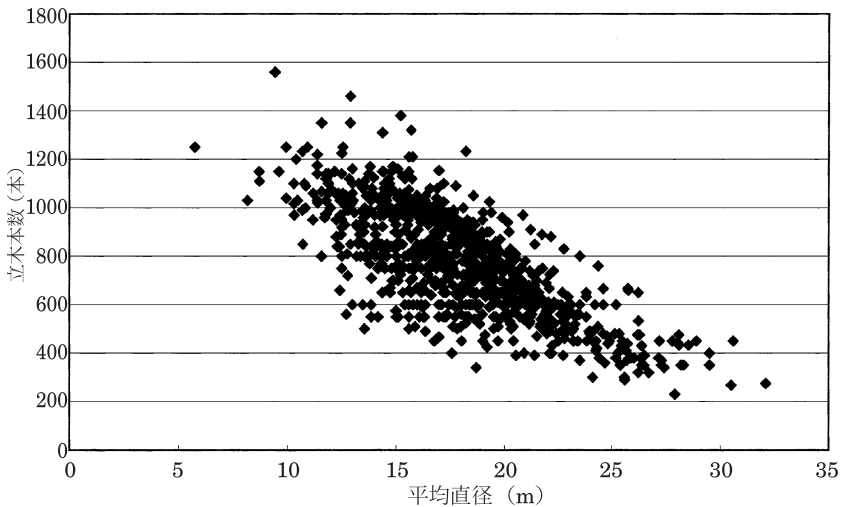
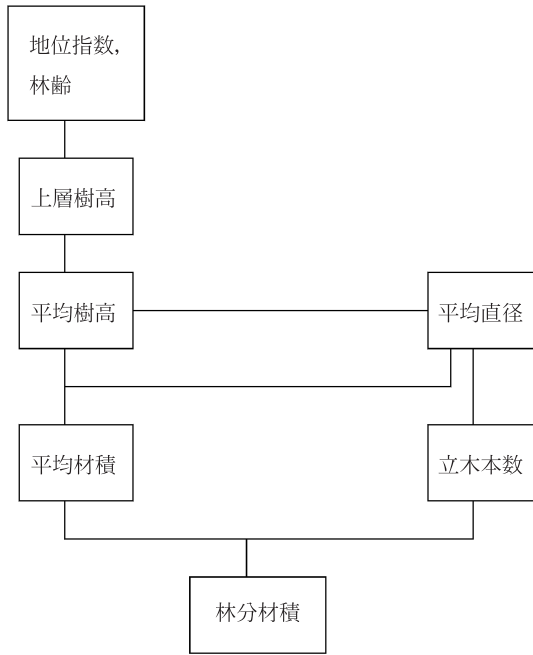


図3 平均直径と立木本数の関係



これらの関係式を利用して、地位指数 20～30 までの収穫予想表を作成した。ここでは、地位の上、中及び下に近い地位指数として各々 28, 24 及び 20 の 3 つの予想表を表 1～3 に示した。

なお、平均直径と立木本数の関係においては、林齢が若い内は十分な林分密度効果が生じていないことが予想されることから、収穫予想は林齢 5 年以上に適用することが適当と考えられる。

### 3. まとめ

早生樹種であるアカシヤマンギウムについて、立木幹材積表及び収穫予想表の改訂を行った。この改訂によって、これまでより高齢な林分に対応できる成長予測が可能になったと思われる。

アカシヤマンギウムはその初期成長の早さが大きな魅力であるが、適地適木という言葉があるように、この樹種についても同様に乾燥地やアルカリ土壌では成長が良くないとされている。適地を選定して植林を行って、生産力の高い人工林を育成して欲しい。サバ州では主に 3 m × 3 m 植栽で無間伐で収穫を

表 1 アカシアマンガウム収穫予想表 (地位 28)

林齡 (年)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	上層樹高 (m)	立木本数 (本/ha)	平均材積 (m <sup>3</sup> )	林分材積 (m <sup>3</sup> )
1	4.36	4.44	5.02	2,400	0.01	15.06
2	7.98	8.54	9.81	1,460	0.03	44.36
3	11.05	11.91	13.78	1,117	0.07	78.22
4	13.83	14.69	17.09	928	0.12	113.90
5	16.37	17.00	19.84	808	0.19	149.67
6	18.69	18.91	22.12	724	0.25	184.32
7	20.80	20.50	24.02	663	0.33	217.04
8	22.69	21.81	25.60	617	0.40	247.32
9	24.37	22.91	26.91	582	0.47	274.87
10	25.85	23.81	28.00	554	0.54	299.58
11	27.15	24.57	28.91	532	0.60	321.49
12	28.28	25.19	29.66	515	0.66	340.72
13	29.26	25.71	30.29	501	0.71	357.44
14	30.10	26.15	30.81	489	0.76	371.89
15	30.81	26.50	31.24	480	0.80	384.29
16	31.42	26.80	31.60	472	0.84	394.88
17	31.94	27.05	31.90	466	0.87	403.88
18	32.37	27.26	32.15	461	0.89	411.51
19	32.74	27.43	32.35	456	0.92	417.95
20	33.05	27.57	32.52	453	0.93	423.38
21	33.31	27.69	32.67	450	0.95	427.94
22	33.53	27.79	32.79	448	0.96	431.76
23	33.71	27.87	32.88	446	0.98	434.96
24	33.86	27.94	32.97	444	0.99	437.64
25	33.99	27.99	33.03	443	0.99	439.88

表 2 アカシアマンガウム収穫予想表 (地位 24)

林齡 (年)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	上層樹高 (m)	立木本数 (本/ha)	平均材積 (m <sup>3</sup> )	林分材積 (m <sup>3</sup> )
1	3.78	3.82	4.30	2,702	0.00	11.69
2	6.93	7.34	8.41	1,639	0.02	34.55
3	9.50	10.24	11.81	1,264	0.05	60.31
4	11.75	12.64	14.65	1,061	0.08	86.85
5	13.75	14.62	17.00	932	0.12	112.88
6	15.53	16.27	18.96	843	0.16	137.60
7	17.11	17.63	20.59	779	0.21	160.53
8	18.50	18.76	21.94	730	0.25	181.40
9	19.72	19.70	23.07	693	0.29	200.11
10	20.77	20.48	24.00	664	0.33	216.68
11	21.69	21.13	24.78	641	0.36	231.19
12	22.47	21.67	25.42	622	0.39	243.80
13	23.14	22.12	25.96	607	0.42	254.68
14	23.71	22.49	26.41	595	0.44	264.00
15	24.19	22.80	26.78	586	0.46	271.96
16	24.60	23.05	27.08	578	0.48	278.71
17	24.95	23.27	27.34	571	0.50	284.43
18	25.24	23.44	27.55	566	0.51	289.25
19	25.48	23.59	27.73	561	0.52	293.31
20	25.68	23.71	27.88	557	0.53	296.72
21	25.85	23.81	28.00	554	0.54	299.58
22	26.00	23.90	28.10	552	0.55	301.98
23	26.12	23.97	28.19	550	0.55	303.98
24	26.22	24.03	28.26	548	0.56	305.65
25	26.30	24.08	28.31	547	0.56	307.04

表 3 アカシアマンギウム収穫予想表 (地位 20)

林齢 (年)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	上層樹高 (m)	立木本数 (本/ha)	平均材積 (m <sup>3</sup> )	林分材積 (m <sup>3</sup> )
1	3.16	3.19	3.59	3,131	0.00	8.59
2	5.89	6.14	7.00	1,875	0.01	25.76
3	8.01	8.57	9.85	1,456	0.03	44.65
4	9.81	10.58	12.21	1,232	0.05	63.69
5	11.36	12.23	14.17	1,091	0.08	82.01
6	12.71	13.61	15.80	995	0.10	99.11
7	13.89	14.75	17.16	925	0.12	114.71
8	14.91	15.70	18.28	873	0.15	128.72
9	15.78	16.48	19.22	833	0.17	141.12
10	16.53	17.14	20.00	801	0.19	151.98
11	17.17	17.68	20.65	777	0.21	161.41
12	17.72	18.13	21.19	757	0.22	169.53
13	18.18	18.50	21.63	741	0.24	176.49
14	18.57	18.82	22.00	728	0.25	182.42
15	18.90	19.07	22.31	718	0.26	187.46
16	19.18	19.29	22.57	709	0.27	191.71
17	19.41	19.47	22.78	702	0.28	195.30
18	19.60	19.61	22.96	696	0.28	198.32
19	19.77	19.74	23.11	692	0.29	200.86
20	19.90	19.84	23.23	688	0.30	202.98
21	20.02	19.93	23.33	685	0.30	204.76
22	20.11	20.00	23.42	682	0.30	206.25
23	20.19	20.05	23.49	680	0.31	207.49
24	20.26	20.10	23.55	678	0.31	208.53
25	20.31	20.14	23.60	676	0.31	209.39

行っている。このため、樹高に比較して幹の細い造林木が多く、幹材積表の値にもこの傾向が現れていた。

今後は、大径材のメリットを活かして、より付加価値の高い材を収穫することも重要と思われる。このためには、間伐を考慮に入れた本数管理が大切と思われる。

また、アカシアマンギウムのモノカルチャー的造林が増大する中で、林分の諸被害への抵抗性や二代目造林以降の地力の低下など未解決の問題もあり、郷土樹種の研究も並行させながらバランスのとれた森林管理が大切と思われる。

この報告が、今後のアカシアマンギウム人工林の管理に少しでもお役に立てば幸いである。末筆ながら、サバ州でのアカシアマンギウム人工林調査にご尽力頂いた国際緑化推進センターの長塚耀一氏に厚く御礼申しあげる。

〔参考文献〕 1) Mitsuo Inose, Takeshi Nakamura, Zainal Bin Saridi (1991) Yield Prediction Table and Estimation of Site-Class by Site-Class Indicators on *Acacia mangium* in SAFODA Plantation, Sabah Re-Afforestation Technical Development And Training Project, JICA. 2) Takeshi Nakamura, Zainal Saridi(1991) Study For Individual Tree Volume of *Acacia mangium*, SAFODA-JICA Kinarut Project.