

(資 料)

## 壮齡アカマツ人工林における地上部現存量

丹羽 花恵

Aboveground biomass of the mature *Pinus densiflora* plantation

Hanae NIWA

### 要 旨

森林の炭素吸収量推定に係るデータを集積するため、岩手県における壮齡アカマツ人工林（29～40年生）で、植栽木の地上部現存量調査を行った。単位面積あたりのアカマツ地上部現存量は95.6～131.2t/haと推定され、本数密度の高い林分で高い傾向がみられた。地上部現存量の器官別の割合は、幹86.0～89.5%、枝7.1～9.9%、葉2.7～4.2%で、幹現存量に対する地上部現存量合計値の比は、1.12～1.16であった。

キーワード：アカマツ人工林，壮齡，地上部現存量

### 目 次

1 はじめに……………	38	3. 2 試料木の現存量……………	39
2 調査地と調査方法……………	38	3. 3 林分の現存量……………	39
2. 1 調査地……………	38	3. 3. 1 アカマツの地上部現存量……………	39
2. 2 調査方法……………	38	3. 3. 2 林分の本数密度と現存量……………	39
3 結果と考察……………	38	謝 辞……………	40
3. 1 林分構造……………	38	引用文献……………	40

## 1 はじめに

温暖化防止に関する国際的な取り組みとして、温室効果ガスの排出削減目標を定めた「京都議定書（以下、議定書）」が2005年2月に発効した。この議定書において、日本は、目標値の約3%を森林による炭素吸収量として計上している。また、本県でも独自に、対1990年比で8%の二酸化炭素削減目標を設定しており<sup>4)</sup>、議定書と同様に、森林の炭素吸収量を目標値の一部として計上している。

一方、森林の炭素吸収量は、科学的に透明かつ検証可能な手法と精度で報告することが議定書で義務づけられている。日本における森林の物質生産に関しては、IBP計画による成果<sup>6,8,12)</sup>などが報告されているが、議定書に係る森林の炭素吸収量の推定にあたっては、これらのデータでは十分とは言えず<sup>2)</sup>、さらに様々な森林の現存量や炭素貯留量に関するデータを集積する必要がある。そこで、今回は、岩手県の29～40年生のアカマツ人工林の地上部現存量に関する調査結果について報告する。

## 2 調査地と調査方法

### 2.1 調査地

調査地は、岩手郡岩手町内の岩手県林業技術センター岩手町試験地（以下、岩手町試験地）、同郡滝沢村、及び、同郡雫石町に位置する小岩井農牧株式会社有林（以下、小岩井試験地）に設定した。岩手町試験地では29年生アカマツ林2林分、小岩井試験地では39～40年生アカマツ林4林分で調査を実施した（表-1）。

各試験地の最寄りの気象観測所である好摩地域気象観測所（標高205m）、雫石地域気象観測所（標高195m）

における観測値の平均値（1977～2005年）は、それぞれ年平均気温9.3℃、9.3℃、年間降水量1132.2mm、1536.6mmである。各調査地のアカマツの植栽本数と施業履歴は表-2のとおりである。

### 2.2 調査方法

各調査地に20m×20mの調査区を設け、9～10月にかけて、調査区内の全てのアカマツ（生立木）の胸高直径と樹高を測定した。また、各調査区内のアカマツから試料木4本を選び、10～11月にかけて伐倒した。なお、選木は、各調査区で劣勢木1本、中庸木2本、優勢木1本となるように行った。

伐倒した試料木から、層別刈り取り法<sup>7)</sup>により、地際を基準に1m単位で採材し、得られたサンプルを器官（幹、枝、葉）ごとに区分して生重量を測定した。また、各器官から乾燥重量測定用サンプルを採取し、生重量を測定した。次に、乾燥重量測定用サンプルを85℃で3日間乾燥させた後、乾燥重量を測定し、生重量で除して乾物率を求めた。この乾物率を各サンプルの生重量に乗じて得た値を現存量とした。さらに、試料木の胸高直径の2乗に樹高を乗じた値と器官別の現存量の関係を単純相対成長式<sup>7)</sup>（式(1)）に近似させ、調査区内における全てのアカマツ生立木の現存量を算出した。

$$Y=aX^b \quad (1)$$

X：試料木の胸高直径の2乗に樹高を乗じた値

Y：試料木の器官別の現存量

a, b：定数

## 3 結果と考察

### 3.1 林分構造

調査地の林分構造を表-3に示す。本数密度800～

表-1 調査地の概況

調査地	試験地	所在地	林齢	標高(m)	地質	土壌型	傾斜(度)	局所地形
A	岩手町試験地	岩手町川口字芦田内	29	340	固結堆積物 泥岩	黒ボク土壌	20	山腹平坦尾根
B	岩手町試験地	岩手町川口字芦田内	29	370	固結堆積物 泥岩	黒ボク土壌	20	山腹平衡斜面
C	小岩井試験地	滝沢村鶯飼字姥屋敷	40	360	火山性岩石 火山性破屑物	黒ボク土壌	3	山脚堆積面
D	小岩井試験地	雫石町丸谷地	39	350	火山性岩石 火山性破屑物	黒ボク土壌	10	山脚堆積面
E	小岩井試験地	滝沢村鶯飼字姥屋敷	40	360	火山性岩石 火山性破屑物	黒ボク土壌	3	山脚堆積面
F	小岩井試験地	雫石町丸谷地	40	310	火山性岩石 火山性破屑物	黒ボク土壌	5	山脚堆積面

表-2 調査地の植栽本数及び施業履歴

調査地	植栽本数 (本/ha)	施業履歴(林齢)		
		下刈り	枝打ち	間伐
A	4,000	1～5年生	なし	なし
B	4,000	1～5年生	なし	22年生
C	4,500	1～7年生	なし	17,24,31年生
D	4,500	1～7年生	なし	17,21,30,35年生
E	4,500	1～7年生	なし	30年生
F	4,500	1～7年生	なし	22年生

表-3 調査地の林分構造

調査地	本数密度 (本/ha)	胸高断面積 合計(m <sup>2</sup> /ha)	平均DBH±S.D. (cm)	平均H±S.D. (m)	平均形状比±S.D.	地位級
A	3,275	40.7	12.3 ± 2.8	13.6 ± 1.4	115.1 ± 20.6	3
B	1,925	35.7	15.1 ± 2.7	15.6 ± 1.4	105.4 ± 15.9	2
C	1,025	30.2	19.0 ± 3.7	16.6 ± 1.6	89.2 ± 11.8	3
D	950	29.5	19.6 ± 3.3	17.9 ± 1.2	93.4 ± 13.1	3
E	1,025	26.1	17.5 ± 4.1	17.9 ± 1.8	105.6 ± 19.1	3
F	800	21.1	18.0 ± 3.4	17.6 ± 2.0	99.2 ± 11.7	3

S.D.: 標準偏差

3,275本/ha, 胸高断面積合計21.1~40.7m<sup>2</sup>/ha, 平均胸高直径12.3±2.8~19.6±3.3cm, 平均樹高13.6±1.4~17.9±1.8m, 平均形状比89.2±11.8~115.1±20.6であった。被圧木を除く平均樹高(上層平均樹高)を地位別上層樹高成長曲線<sup>3)</sup>と比較し, 地位級を推定したところ, 調査地Aは地位級2, その他の調査地は地位級3の立地に相当していた。

3.2 試料木の現存量

試料木の器官別の現存量調査結果を表-4に示す。試料木の地上部現存量合計値は11.0~189.7kg/本であった。

試料木の胸高直径の2乗に樹高を乗じた値と器官別の現存量を単純相対成長式(1)に近似させた結果を表-5に示す。調査地Bの「葉」については有意な近似式は得られなかった(p>0.05)。しかし, 近似式の決定係数は0.885と高い値を示したので, 他の式と同様に調査区内の全てのアカマツの現存量を推定するのに利用した。

3.3 林分の現存量

3.3.1 アカマツの地上部現存量

調査地におけるアカマツの地上部現存量の推定結果を表-6に示す。単位面積あたりの地上部現存量は95.6~131.2t/ha, と推定された。また, 地上部現存量の器官別の割合は, 幹86.0~89.5%, 枝7.1~9.9%, 葉2.7~4.2%で, 幹現存量に対する地上部現存量合計値の比は, 1.12~1.16であった。

表-4 試料木の器官別の現存量

調査地	試料木	DBH (cm)	H (m)	地上部現存量(kg)			
				幹	枝	葉	合計
A	1	7.9	11.4	10.7	0.3	0.1	11.0
	2	11.5	14.5	33.6	3.0	1.2	37.8
	3	16.3	16.2	77.8	8.5	3.6	89.8
	4	12.0	14.8	27.8	1.3	0.8	29.9
B	1	14.5	13.7	39.9	3.1	1.5	44.4
	2	12.6	11.0	25.7	2.7	1.3	29.7
	3	21.1	16.4	107.0	15.2	5.2	127.3
	4	15.5	14.1	54.2	4.1	1.7	60.1
C	1	21.9	18.0	149.5	20.6	8.1	178.1
	2	19.6	18.1	115.6	12.1	5.1	132.8
	3	17.1	15.7	78.7	6.6	2.3	87.6
	4	13.7	14.9	49.8	4.2	0.8	54.9
D	1	20.5	19.1	125.7	12.0	4.8	142.5
	2	22.0	18.8	128.9	11.4	4.9	145.2
	3	16.9	17.2	87.4	6.7	3.4	97.4
	4	14.8	17.3	62.3	6.2	2.7	71.2
E	1	22.0	19.1	142.1	13.8	4.3	160.3
	2	16.2	17.0	83.6	4.3	2.3	90.2
	3	16.8	18.1	75.4	5.5	2.5	83.4
	4	14.1	16.6	51.9	1.6	1.3	54.8
F	1	22.4	18.7	162.7	19.9	7.0	189.7
	2	18.5	17.7	109.5	9.9	3.6	123.0
	3	20.9	18.7	139.4	15.4	7.3	162.1
	4	14.1	16.6	53.2	3.1	1.7	58.0

表-6 アカマツの地上部現存量

調査地	現存量(t/ha)			地上部現存量合計 / 幹現存量の比
	幹	枝	葉	
A	117.4 (89.5)	9.4 (7.1)	4.5 (3.4)	131.2
B	106.6 (87.5)	10.9 (8.9)	4.4 (3.6)	121.8
C	111.6 (86.0)	12.8 (9.9)	5.4 (4.2)	129.8
D	104.5 (88.7)	9.3 (7.9)	4.0 (3.4)	117.8
E	96.5 (89.4)	8.5 (7.8)	2.9 (2.7)	107.9
F	83.7 (87.6)	8.5 (8.8)	3.4 (3.6)	95.6

( )内数値は, 地上部現存量合計値に対する各器官の占める割合

アカマツの地上部現存量については, 16年生天然林103.6~129.9t/ha<sup>10, 11)</sup>, 22~25年生人工林105.8~206.7t/ha<sup>9)</sup>, 35年生人工林138.2~194.0t/ha<sup>13, 14)</sup>, 33~46年生人工林102.0~221.8t/ha<sup>1)</sup>等と報告されている。今回の調査結果は, これらの報告の範囲内であった。

3.3.2 林分の本数密度と現存量

各調査地の本数密度と地上部現存量(以下, 現存量)の関係を図-1に示す。林齢がほぼ等しい試験地ごとに調査地の現存量を比較すると, 岩手町試験地では, 本数密度の高い調査地Aは本数密度の低い調査地Bに比べ8%高かった(表-6)。逆に, 個体の平均現存量は, 調査地Bの方が高かった(表-7)。この試験地では, 地位級が調査地Bの方が高かったことから(表-3), 両者の地位級が同じであれば現存量の違いは今回より大きかったと考えられる。以上の結果から, 調査地AとBの現存量の違いには, 本数密度が影響していたと考えられる。また, 小岩井試験地では, 現存量は調査地C>D>E>Fとなり, 調査地CはFに比べ36%高かった(表-6)。地位級は, 全ての調査地で同じで, 現存量は本数密度が高い林分で高い傾向があった(図-1)。

本数密度と現存量の関係について, 蜂屋ら<sup>1)</sup>は, 林齢がほぼ等しいアカマツ人工林の調査結果より, それらが収量-密度効果の冪乗式<sup>5)</sup>で近似され, 林冠閉鎖前における単位面積あたりの現存量は密度に比例するとしてい

表-5 単純相対成長式の近似結果

調査地	器官	近似式のパラメーター		決定係数 R <sup>2</sup>	有意確率
		a	b		
A	幹	8.32	1.085	0.972	0.014*
	枝	1.38 × 10 <sup>-3</sup>	1.863	0.922	0.040*
	葉	9.02 × 10 <sup>-6</sup>	2.397	0.952	0.024*
B	幹	1.42 × 10	1.005	0.990	0.005**
	枝	1.53 × 10 <sup>-1</sup>	1.275	0.906	0.048*
	葉	6.07 × 10 <sup>-1</sup>	1.000	0.885	0.059
C	幹	2.44 × 10	0.959	0.998	0.001**
	枝	6.90 × 10 <sup>-2</sup>	1.376	0.964	0.018*
	葉	1.24 × 10 <sup>-4</sup>	1.984	0.999	0.000**
D	幹	7.22 × 10	0.827	0.970	0.015*
	枝	7.14	0.815	0.938	0.031*
	葉	8.40	0.702	0.987	0.006**
E	幹	2.82 × 10	0.935	0.941	0.030*
	枝	1.54 × 10 <sup>-4</sup>	2.019	0.951	0.025*
	葉	1.80 × 10 <sup>-1</sup>	1.112	0.951	0.025*
F	幹	1.00 × 10	1.061	0.994	0.003**
	枝	1.80 × 10 <sup>-3</sup>	1.775	0.997	0.001**
	葉	1.65 × 10 <sup>-2</sup>	1.425	0.966	0.017*

\*\* : 有意確率<0.01, \* : 有意確率<0.05

表-7 各調査地の個体の平均現存量

調査地	平均現存量±S.D. (kg)			
	幹	枝	葉	地上部合計
A	35.8 ± 19.6	2.9 ± 2.6	1.4 ± 1.6	40.1 ± 23.7
B	55.4 ± 22.5	5.7 ± 2.9	2.3 ± 0.9	63.3 ± 26.3
C	108.8 ± 48.3	12.5 ± 8.0	5.3 ± 5.0	126.6 ± 61.2
D	110.0 ± 34.3	9.8 ± 3.0	4.2 ± 1.1	124.0 ± 38.5
E	94.2 ± 47.1	8.3 ± 9.3	2.9 ± 1.7	105.3 ± 57.8
F	104.6 ± 48.6	10.6 ± 7.9	4.3 ± 2.6	119.5 ± 59.0

S.D.: 標準偏差

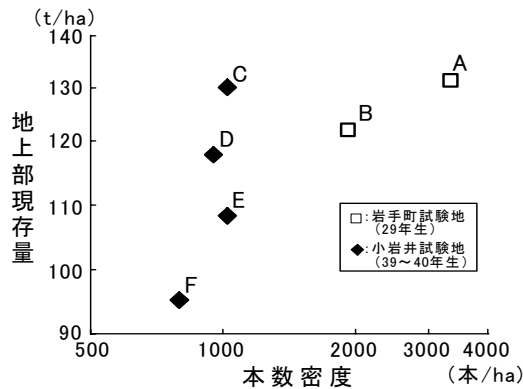


図-1 各調査地の本数密度と地上部現存量の関係

る。一方、林冠閉鎖後の林分では、単位面積あたりの葉の現存量は、立木密度、林齢、樹高、地位等に関係なく、樹種によってほぼ一定である $t/ha^{12, 15}$ 。また、岩手県のアカマツ壮齢林(33~46年生)では、閉鎖が十分に進んだ林分における葉の現存量は乾燥重量で約 $7.0t/ha^{1)}$ と報告されている。今回の調査地における葉の現存量は $2.9\sim 5.4t/ha$ で、既報<sup>1)</sup>と比べると低い値を示しており、調査地の林分は完全に閉鎖された状態には達していないと推察された。以上の結果から、閉鎖前のアカマツ林では、既報<sup>1)</sup>と同様に、本数密度が現存量に影響していると考えられた。

## 謝 辞

小岩井農牧株式会社には、調査地の提供、及び、調査にあたって協力をいただいた。ここに記して謝意を表する。

本報告の一部は、独立行政法人森林総合研究所委託事業「炭素吸収原データ収集システム開発整備事業」、及び、「森林吸収源計測・活用体制整備強化事業」の中で実施したものである。

## 引用文献

- 1) 蜂屋欣二・土井恭次・小林玲爾(1965) アカマツ林の林分成長の解析—岩手地方壮齢人工林の一例—。林業試験場研究報告176: 75-88.
- 2) 家原敏郎・大道一浩(2005) 林野庁事業による拡大係数データの収集。第116回日本森林学会大会講演要旨集。
- 3) 岩手県林業水産部(1983) 岩手県民有林アカマツ収穫予想表等作成に関する基礎調査書。61pp.
- 4) 岩手県生活環境部(1999) 岩手県環境基本計画。

164pp.

- 5) Kira, T., H. Ogawa and N. S. Sakazaki (1953) Intraspecific competition among higher plants 1, Competition-density-yield interrelationship in regularly dispersed populations. J. Inst. polytech. Osaka City Univ., D4:1-16.
- 6) 吉良竜夫(1976) 陸上生態系, 生態学講座2. 166pp, 共立出版, 東京.
- 7) 小川房人(1980) 植物生態学講座5 個体群の構造と機能. 221pp, 朝倉書店, 東京.
- 8) 佐藤大七郎(1973) 陸上植物群落の物質生産 I a, 生態学講座5a, 95pp, 共立出版, 東京.
- 9) 佐藤大七郎・中村賢太郎・扇田正二(1955) 林分成長論資料1. 立木密度のちがう若いアカマツ. 東京大学演習林報告48: 65-90.
- 10) 外館聖八朗(1978) 天然性アカマツ放置林分における現存量の推移. 日本林学会大会発表論文集89: 319-320.
- 11) 外館聖八朗(1979) 天然性アカマツ筋刈林分における現存量の推移. 日本林学会大会発表論文集90: 189-190.
- 12) 只木良也・蜂屋欣二(1968) 森林生態系とその物質生産. 64pp, 林業技術振興所, 東京.
- 13) 渡邊仁志・茂木靖和・大洞智宏・中川一(2004) 適潤性褐色森林土壌における壮齢アカマツ人工林の炭素貯留量. 岐阜県森林科学研究所研究報告33: 13-18.
- 14) 渡邊仁志・片倉正行・茂木靖和(2004) 立地条件の異なる壮齢アカマツ林の炭素貯留量. 日本林学会大会学術講演集115: 513.
- 15) 依田恭二(1971) 森林の生態学. 331pp, 築地書館, 東京.