

天然生アカマツの利用率について

技 師 海 沼 武 一
技 師 谷 村 武 雄

1 はじめに

利用率は、造材率、または、造材率×製材率の二つに解される。

一般には、前者が立木材積と素材材積の比として用いられ、立木を売買する際には、経験によって決められ、立木材積に比較して素材材積が少なかったとか、または、多かったということを聞く場合がある。

利用率は、材価決定上、大きな因子であり、たまたま、九戸地方の天然生アカマツを成長解析する機会を得たので、それを材料として利用率を算出した。

2 材 料

比較的天然生アカマツ林の多い九戸地方の久慈市、種市町、軽米町において、35～61年生の7林分を対象として、0.1haの標準地を設定し、胸高直径がほぼ平均的な標準木を1本ずつ選木し伐倒した。

これら標準木の樹令、樹高、胸高直径、幹材積、樹皮率、胸高形数を示したのが、表一1である。

表一1 材料とした立木

立木	樹 令	樹 高	胸高直径	材 積	樹皮率	胸高形数
	年	m	cm	m ³	%	
a	61	23.8	34.6	1.1114	3.4	0.497
b	59	21.7	32.0	0.8794	5.7	0.504
c	55	24.2	33.8	1.1896	7.1	0.548
d	55	23.2	28.2	0.8201	5.2	0.527
e	51	24.8	30.0	0.7186	5.5	0.410
f	45	18.0	26.2	0.4543	5.0	0.468
g	35	16.0	21.8	0.2924	8.9	0.490

成長解析するにあたって、円板の採取を、0.0m、0.2m、1.2m点と1.2mからは2mごとに梢頭部は1mごとに行なった。

5年ごとに、各標準木の樹高、胸高直径、胸高断面積を95%の信頼度によって区間推定したのが、表一2である。

3 利用率の算出方法とその範囲

利用率は、おのおのの標準木について、5年目ごとに、下記の1一式により求めた立木

材積と、2一式で求めた素材材積から、3一式により算出した。

1一式：Huber法による区分求積式

$$V_1 = \sum_{i=1}^n r_i \cdot \ell + v$$

V_1 ：材積、 r_i ：各区分の中央断面積

ℓ ：区分の長さ v ：頭部材積

2一式：末口自乗法による算出式

表—2 成長の経過

1 樹 高				2 胸 高 直 径				3 胸 高 断 面 積			
樹令	95%水準による区間推定	標準偏差	変異係数	樹令	95%水準による区間推定	標準偏差	変異係数	樹令	95%水準による区間推定	標準偏差	変異係数
年	m			年	cm			年	$\times 10^{-5} m^2$	$\times 10^{-5}$	
5	1.6±0.4	0.4021	25.4	5	1.4±0.9	0.9033	64.5	5	18±30	28	137.0
10	4.3±1.4	1.5580	36.0	10	6.3±1.4	1.5043	23.7	10	322±143	142	44.1
15	7.3±0.3	0.9250	12.7	15	10.6±1.7	2.2121	20.9	15	915±329	356	38.9
20	9.7±0.8	0.8602	8.9	20	14.7±2.5	2.6925	18.4	20	1,593±487	526	33.1
25	12.3±1.0	1.0976	8.9	25	18.1±2.4	2.5906	14.3	25	2,613±641	694	26.6
30	14.4±1.2	1.3126	9.1	30	20.7±2.2	2.4107	11.6	30	3,412±712	769	22.6
35	16.3±0.7	1.4154	8.7	35	23.0±2.2	2.3564	10.3	35	4,182±732	791	18.9
40	18.5±0.8	1.3664	1.2	40	25.2±2.4	2.2402	8.9	40	5,214±962	916	17.6
45	20.1±1.9	1.6364	1.4	45	27.2±2.5	2.3441	8.6	45	5,833±1,051	1,001	17.2
50	21.8±2.0	1.5716	1.4	50	29.6±2.9	2.3108	7.8	50	6,924±1,323	1,065	15.4
55	22.7±1.4	1.3191	1.5	55	31.4±4.2	2.6249	8.4	55	7,723±2,029	1,275	16.5

$$V_2 = \sum_{i=1}^n d_i^2 \cdot \ell$$

V_2 : 材積、 d_i : 末口直径、 ℓ : 材長、

3一式：利用率の算出式

$$f = \frac{V_2}{V_1} \times 100$$

f : 利用率

以上の手順によって算出した利用率の範囲を立木および素材の材積算出式からと、立木材積 (X) と素材材積 (Y) の関係が、一次式 ($Y = aX - b$) で示される場合とからの検討をつぎに行なった。

(1) 材積算出式からの検討

1) 利用率の最小

立木の樹高が、素材の採材長に満たない場合、すなわち、末口径が 0 cm の時、利用率は最小で、次式から 0% となる。

$$f_{d=0} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i^2 \cdot \ell}{\sum_{i=1}^n r_i \cdot \ell + v} \times 100 = 0 \quad d : \text{末口径}$$

2 利用率の最大

立木を円柱体 (円柱体の積み重ね) と想定した場合、すなわち、末口径が中央径に等しい時、利用率は最大で、次式から 127% となる。

$$f_{d=2r} = \frac{\sum_{i=1}^m d_i^2 \cdot \ell}{\sum_{i=1}^m r_i^2 \cdot \ell + v} \times 100 = \frac{400}{\pi} = 127 \quad \begin{array}{l} d : \text{末口径} \\ r : \text{半径} \end{array}$$

以上から、利用率の範囲は、 $0 \leq f < 127$ となる。また、利用率は、樹形、採材長によって異なるものと考えられ、うらごけから完満なものになるに従い、すなわち樹令が高くなるに従い、利用率

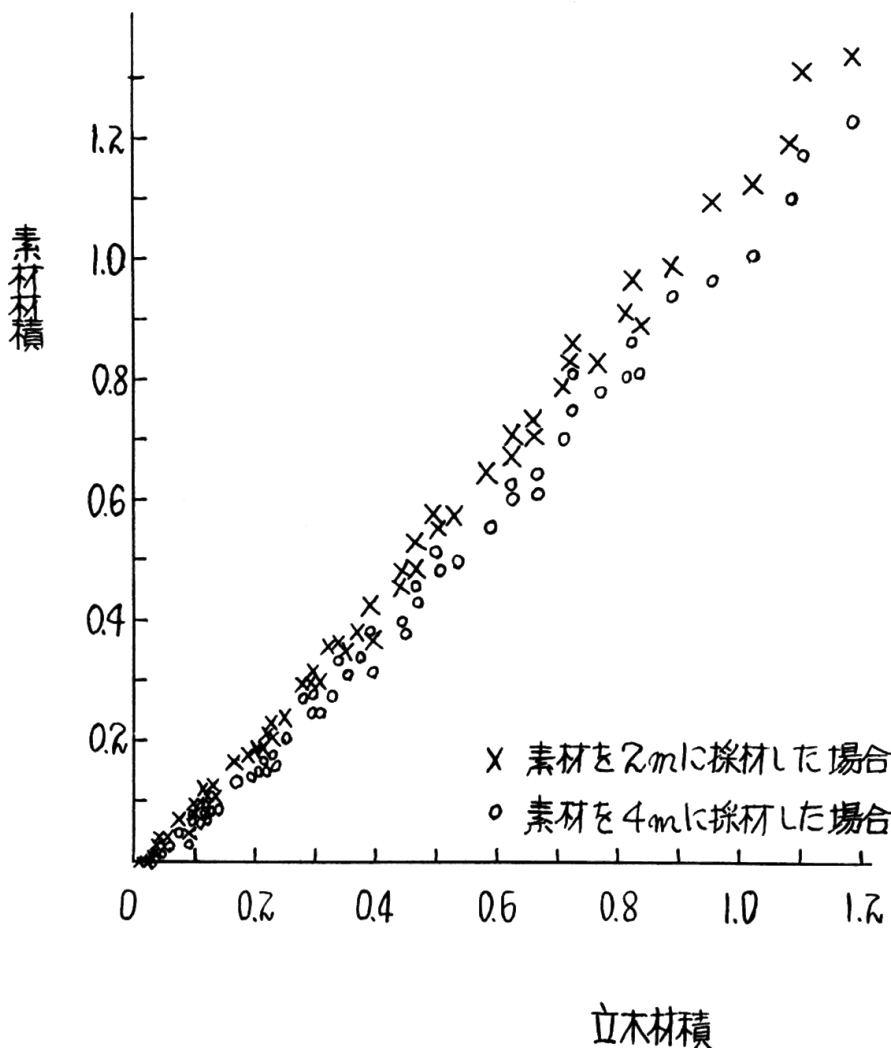
が大きくなり、素材の採材長の短い方が、利用率が大きいと考えられる。

(2) 素材材積が立木材積の一次式で示される場合の検討

$Y = aX - |b|$ を変形すると $\frac{Y}{X} = a - \frac{|b|}{X}$ で示される。 $f = \frac{X}{Y} \times 100$ であるから、 $f = \left(a - \frac{|b|}{X}\right) \times 100$ で示される。 $X = 0$, $X = \infty$ を代入すると、 $f_{X=0} = -\infty$, $f_{X=\infty} = 100a$ となる。 $f \geq 0$ でなければならないから、 $0 \leq f < 100a$ である。なお、(1)の検討から、 $a < 1.27$ である。

4 結果と考察

(1) 素材材積と立木材積の関係は、図一1、で示され、回帰分析の結果は、次のようになる。



図一1 素材材積と立木材積との関係

4 mに採材した場合

$$Y_4 = 1.036X - 0.027,$$

$$(r=0.997***)$$

2 mに採材した場合

$$Y_2 = 1.136X - 0.016,$$

$$(r=0.998***)$$

注 r : 相関係数

*** : 0.1%で有意

これは、4 mに採材した場合の利用率の最大は104%、2 mに採材した場合は114%になることを示している。

(2) 各標準木について、5年ごとに、利用率を算出し、10年単位に、95%の信頼度により区間推定したのが表一3である。

これから樹令による利用率の変化を見ると次のようなことが認められる。

1) 樹令が高くなるに従って、利用率も大となり、それが100%を越える時点は、4 m採材では45~50年、2 m採材では、25~30年の樹令の周辺である。

2) 利用率は、樹令が高くなるにつれ増加の傾向を示すが、その増加率は、樹令が高くなるにつれ減少している。

樹令とともに増加するのは、林木の成長に伴って、樹形が、うらごけから完満なものに変化するためである。

3) 利用率は、この時点でも、2 mに採材したものより、4 mに採材したものが小さい値を示している。

表—3 利用率と変異係数の推移

樹 令	4 m に採機した場合		2 m に採機した場合	
	利 用 率	変異係数	利 用 率	変異係数
10.15 ^年	26.6±14.9 [%]	97.0	66.3±15.3 [%]	40.0
20.25	78.5± 4.9	10.8	96.4± 2.8	5.0
30.35	90.3± 4.2	8.1	105.4± 3.0	4.8
40.45	96.3± 4.1	6.6	106.5± 2.9	4.2
50.55	103.2± 2.3	3.6	113.3± 2.2	3.2

4) 利用率の変異係数は、樹令が高くなるに従い、小さくなっており、このことは、幼令時は、利用率の変動が大きくても、高令になると、それが均等化することを示している。

(3) 以上は、前に考えた、樹形、採材長と利用率の関係が、実際の立木に適応することを示している。