

四国瀬戸内地方アカマツ林の直径変動係数について

藤 本 幸 司\*

On the Coefficient of Variation in Diameter (b. h.) of AKAMATSU  
Stands in Coastal Regions (SHIKOKU side) of the Inland Sea.

Kōji FUJIMOTO

**Synopsis:** This report deals with the coefficient of variation in diameter of AKAMATSU (*Pinus densiflora* S. et Z.) stands in coastal regions (SHIKOKU side) of the Inland Sea, using 159 samples by stratified random sampling. Outline of the results is as follows;

- 1) The coefficient of variation in diameter ..... shows by (C) ..... varies from 20 to 50%.
- 2) The difference in size and trend of (C) between natural and artificial stands is not recognized.
- 3) (C) shows generally an upward trend with stand age.
- 4) (C) shows generally a downward trend in proportion as site-quality rises.
- 5) (C) is not relative to number of trees, total basal-area, total volume and volume-increment.
- 6) There is no difference between (C) of AKAMATSU and (C) of KUROMATSU (*Pinus Thunbergii* Parl) stands. But, (C) in the mixed stands of them trends larger than (C) in each of the formers.

**要 旨** 四国瀬戸内地方アカマツ林の層化無作為抽出標本について、直径変動係数を検討した。

- 1) 直径変動係数は、ほぼ20~50%である。
- 2) 天然生林と人工林とのあいだには、直径変動係数の大きさ、傾向に、大きな差異は認められない。
- 3) 一般に林齢が高くなるほど、直径変動係数は増大する傾向がある。
- 4) 一般に地位が良いほど、直径変動係数は減少する傾向がある。
- 5) 直径変動係数と立木本数、胸高断面積合計、材積合計あるいは材積生長量などのあいだには、相関々係は認められない。
- 6) アカマツ林とクロマツ林の直径変動係数のあいだには、大差はない。しかし、アカマツ・クロマツ混交林の直径変動係数は、これらより大きくなる傾向がある。

\* 森林計画学研究室 助教授 本報の一部は1963年11月、日本林学会関西支部大会において講演した。

## は じ め に

いろいろな年齢,あるいはいろいろな地位における林分の立木構成状態が,どのようなものであるかを明らかにすることは,林分材積査定上ならびに保育間伐実行上きわめて有意義である.かかる意味において,この問題は古くから多数の学者によって論議され,報告されてきた.しかし,立木構成状態に関連し,直径変動係数について深く検討した報告は数少ないようである.また直径変動係数は,樹種,保育技術あるいは地域によって変わる可能性も推測される.そこで筆者は,四国瀬戸内地方アカマツ林についてこれを求め,それを中心として若干の考察を試みた.

本稿を草するにあたり,山畑教授には種々ご指導ならびにご助言を賜わった.ここに記して,深厚なる謝意を表する次第である.

## I 資 料

原資料は四国瀬戸内地方のマツ林を,国有林と民有林別に齡級によって層化し,各層で無作為に抽出された標本地(各層15プロット)について,各種の計測を行なったものである.\*なお,調査プロットの大きさは,Ⅲ~Ⅴ齡級にあっては0.05ha,Ⅵ齡級以上にあっては0.10haで,計測は直径階6cm以上の立木について行なわれている.また林齡の査定は,所有者からの聴取りのほか,枝節法,生長錐法,あるいは最近の伐根からの読み取りなど,あらゆる可能な方法で行なわれている(異齡林の場合は,樹齡範圍の平均値が示されている).

- \* 実際に調査されたプロットは,抽出プロット300個のうち,71%にあたる213プロットである.残部は伐採跡地,他樹種との混交林あるいはケンガイ地などで,測定不能プロットとされている.なお,原資料は,1960年に,四国瀬戸内地方マツ林の伐期齡を吟味するため,本学森林計画学研究室が調査収集したものである.

筆者はこれら原資料のうち,主としてアカマツ林(択伐作業林を除く)の資料159個を用いて検討

Table 1. List of stands (AKAMATSU).

Pref. Stand sort Age class	Ehime			Kagawa			Total			Total
	Artificial stand	Natural stand	Unknown	Artificial stand	Natural stand	Unknown	Artificial stand	Natural stand	Unknown	
Ⅲ	1	10		1		2	2	10	2	14
Ⅳ		2			12	2		14	2	16
Ⅴ	1	1	1	1	6	1	2	7	2	11
Ⅵ	2				5	3	2	5	3	10
Ⅶ	1	6	4	2	3	2	3	9	6	18
Ⅷ	5	1	1	3	6	5	8	7	6	21
Ⅸ	2	1		3	2	3	5	3	3	11
X	2	2	5	12	5	1	14	7	6	27
XI	1	2	5	1	5	3	2	7	8	17
XII		4	2		5	1		9	3	12
XIII					2			2		2
<b>Total</b>	15	29	18	23	51	23	38	80	41	159

することとした。その詳細は第1表のとおりである。なお、これらのほかに参考として、クロマツ林資料13個、アカマツ・クロマツ混交林（以下単に混交林と言う）資料24個をも使用した。

## II 天然生林と人工林の直径変動係数

一般に直径変動係数は、人工林よりも天然生林の方が大きいといわれている。スギ林における研究<sup>7)</sup>では、人工林がほぼ20~35%程度であるのに対して、天然生林は100%を越える場合のあることも報告されている。しかしマツ林の場合には、天然生林といっても、その多くは皆伐跡地にほとんど一斉に生立した立木であって、それほど大きな直径変動は示さないものと思われる。京都地方の例<sup>6)</sup>でも、30~40%ぐらいの値を示しているにすぎない（第2表）。これに対してマツ人工林は、特殊なマツの有名林業地は別として、一般に植栽後の保育が不十分な場合が多く、その林況もしばしば天然生林となんら変わらない状態のものが見うけられる。したがってその直径変動係数も、スギやヒノキの場合とは違って、かなり天然生林に近い値を示すものと思われる。

Table 2. Coefficient of variation in diameter of AKAMATSU stands in Kyoto.

District	Kameoka			Sonobe		
	Very good	Moderate	Poor	Very good	Moderate	Poor
Coefficient of variation	28 %	30	35	31	40	36

This table was obtained by the writer, using the data in Literature (6).

四国瀬戸内地方のアカマツ林についても、一般に以上のようなことが言えるようである。すなわち、人工林は明らかに保育不十分と思われるものが多く、また天然生林も主木（直径5 cm以上）の樹齢範囲5年未満のものが大部分を占め、人工林と大差ない直径分布を示している。したがって、直径変動係数も第1図に見られるごとく、その大きさ、傾向ともに、天然生林と人工林とのあいだには、有意の差は認められない。しいて言えば、直径変動係数のバラツキが、やや天然生林の方に大きいかと思われる程度である。また、ここで詳細は省くが、平均直径、平均樹高、立木本数、あるいはその他の要素についても、天然生林と人工林とのあいだには有意の差はない。したがって以下、天然生林と人工林とを区別せず、アカマツ林全体として考察を進めていきたいと思う。

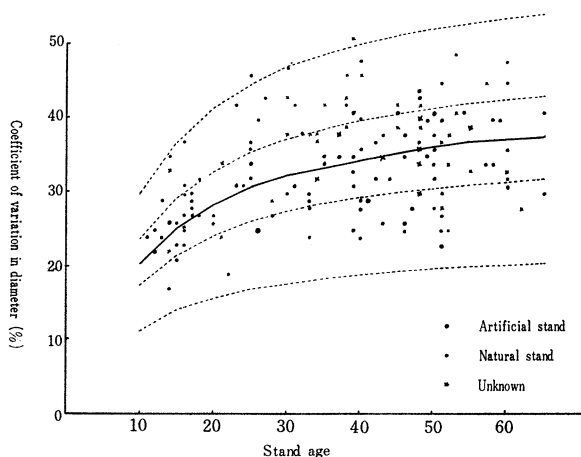


Fig. 1 The relation between stand age and coefficient of variation in diameter.

### III 平均直径・直径標準偏差・直径変動係数の相互関係

直径変動係数 (C) は、平均直径 ( $\bar{d}$ ) の百分率で表わした直径標準偏差 (S) である。したがって、C をこまかく観察するためには、まずこの  $\bar{d}$  および S の相互関係を究明する必要がある。これを図示すれば第2図のごとくである。すなわち、S は  $\bar{d}$  が大きくなるほど大となり、またそのバラツキも大きくなっている。しかし、その比はほぼ一定の範囲内 ( $S/\bar{d}=2/10\sim5/10$ ) にあり、C の範囲 (20~50%) を決定しているものと言えよう。

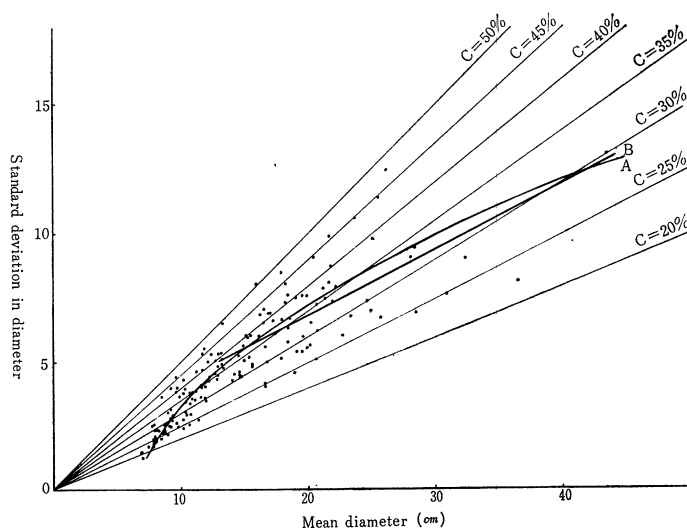


Fig. 2 The relation between diameter and standard deviation in diameter.  
(A shows the free-hand curve used all data, and B shows the regression line for stands of  $\bar{d} > 13$  cm.)

ここで、その分布をもう少しくわしく見ると、S は  $\bar{d} < 12$  cm の林分において急激に減少しているのが見られる。これについては胸高直径 5 cm 未満の立木が測定されていないということが、大きな原因となっているものと考えられる。すなわち  $\bar{d} < 12$  cm の林分においては、直径 5 cm 未満の立木が、その林木構成上に占める割合は、 $\bar{d}$  の大きい林分よりかなり高いとみてもよく (第3図)、これらが測定されないことによって、直径分布の範囲が非常に狭くなること、これが大きく影響するものと言えよう ( $\bar{d} \rightarrow 6$  cm のとき、 $S \rightarrow 0$  のはずである)。またこのときに、 $\bar{d}$  が過大に評価されることも、一つの原因として見のがせないであろう。したがって、この S と  $\bar{d}$  との比 (=C) も、 $\bar{d} < 12$  cm の林分では、急激に変化しているのである。

次に、 $\bar{d}$  と C との関係を見ると、第2図における曲線 A (フリーハンド) のごとき傾向をたどるものと思われる。なお直線 B は、直径 5 cm 未満の立木の影響が比較的少ないと思われる  $\bar{d} > 13$  cm の林分について、最小自乗法で求めたものである。これらより次のことが推測される。すなわち、 $\bar{d}$  が 12 cm ぐ

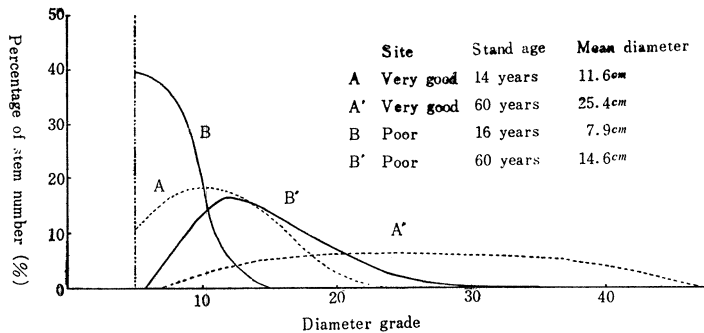


Fig. 3 Frequency distribution of diameter.

らいまでは、 $\bar{d}$ が大きくなるほどCも増大するが、それ以後はそれほど変わらず、さらに $\bar{d}$ が大きくなってくると、今度はむしろやや減少する傾向がある、ということである。

#### IV 林齢と直径変動係数との関係

Cは、林齢が高くなるとともに大きくなる傾向がある(第1図)。この傾向はアカマツ林のみならず、クロマツ林およびアカマツ・クロマツ混交林においても見られる(第4図)。しかしその傾向も、幼齢時やや急激な変化があるほかは、25年生以後ほとんど一定になっている。ちなみに25年生以上の林分について、その相関係数(95%信頼限界)を求めてみると、

アカマツ林; 0.26~-0.09

クロマツ林; 0.85~-0.33

混交林; 0.70~-0.10

となり、いずれもCと林齢とのあいだには、有意な関係はみられない。このような幼齢時におけるCの変化は、前にも述べたように、主として、胸高直径5cm未満の立木が無視されていることの影響であろう。すなわち、Ⅲ齢級からⅤ齢級までの41個林分のうち、 $\bar{d} > 12\text{cm}$ の林分は、わずか2個にすぎず、そのほとんどが5cm未満の立木を比較的多く含むと思われる林分なのである。

さて吉田ら<sup>1)</sup>はスギ、ヒノキの人工林について、林齢が高くなるほどCは減少する傾向があると述べている。林齢が高くなるほど $\bar{d}$ が大きくなるものとすれば、前項で述べたように、Cは林齢が高くなるにしたがって小さくなる傾向を示す方が、もっともらしく感じられる。しかし、四国瀬戸内地方のアカマツ林の場合、 $\bar{d} > 13\text{cm}$ の林分について調べてみても、相関係数の95%信頼限界は0.65~0.32となり、やはり林齢とCとのあいだには、正の相関関係がみられるのである。このようなアカマツ林の傾向に対して、明確なる説明を下すことは差し控えたいが、おそらく次のようなこともその原因の一つとして考えられよう。すなわち、本資料におけるアカマツ林の場合、壮齢時以後の $\bar{d}$ が比較的小さいこと(幼齢時の $\bar{d}$ は、四国内海地方アカマツ林分収獲表と比較してみても、まさるとも劣らない値を示しているが、高齢時のそれは非常に小さい)、さらにSが林齢とともに、ほとんど直線的に増加していること(第5図)、などが考えられる。

次に、アカマツ林、クロマツ林および混交林間の傾向について少し述べてみよう。第4図のよう

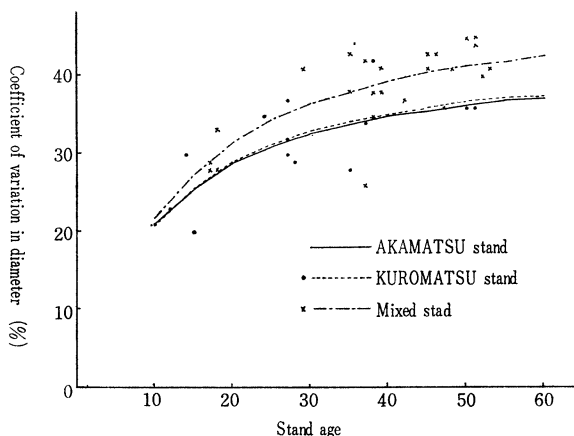


Fig. 4 The relation between stand age and coefficient of variation in diameter.

に、アカマツ林とクロマツ林の林齢一直径変動係数曲線のあいだには、ほとんど差は認められない。しかし、混交林はかなり異なっている。すなわち、林齢の低いあいだは、それほど違いは見られないが、林齢が高くなるにしたがって、混交林のCはアカマツ林およびクロマツ林のそれよりも、かなり大きくなっているのである。いまX~XI齢級の平均値について比べてみると、第3表のごとく、アカマツ林、クロマツ林と混交林のあいだには、危険率1%で有意の差が認められるのである。この原因としては、アカマツとクロマツの生長の差があげられよう。混交林9

個林分について、アカマツとクロマツの直径生長を調べてみると、第4表のごとく、すべての林分において、アカマツの直径生長の方が、クロマツのそれよりもまさっていることがわかる。

Table 3. Coefficient of variation in diameter of the advanced age stands.

Species	Number of stands	Mean of coefficient of variation in diameter* (%)	Significance test
AKAMATSU (A)	4 4	3 5. 4 ± 2. 5 0	A : K no significant
KUROMATSU (K)	2	3 6. 0 ± 0. 0 0	A : M Significant*
Mixed stands (M)	9	4 1. 8 ± 3. 2 1	K : M Significant*

\* Level of significance 1%

Table 4. Diameter growth of AKAMATSU and KUROMATSU in the mixed stands.

Stand age	Stand sort	Number of trees (/ha) and mean diameter (cm)	AKAMATSU	KUROMATSU	Total
46	Natural stand	n	300	310	610
		$\bar{d}$	18.9	11.9	15.3
47	Artificial stand	n	700	290	990
		$\bar{d}$	14.2	13.1	13.9
48	Unknown	n	1460	550	2010
		$\bar{d}$	14.5	13.3	14.2

48	Unknown	n	850	770	1620
		$\bar{d}$	17.3	16.8	17.1
50	Artificial stand	n	480	180	660
		$\bar{d}$	14.3	12.6	13.5
51	Artificial stand	n	580	1190	1770
		$\bar{d}$	13.7	11.7	12.4
51	Artificial stand	n	650	1000	1650
		$\bar{d}$	13.2	10.7	11.7
52	Unknown	n	720	330	1050
		$\bar{d}$	18.3	13.9	16.9
53	Unknown	n	710	240	950
		$\bar{d}$	22.9	16.7	21.3

## V 地位と直径変動係数との関係

林齢が一定の場合 S は地位が良いほど大きい (第 5 図)。しかしまた、 $\bar{d}$  も地位が良いほど大きくなることも周知の事実である。したがって、地位と C とのあいだには、それほど明瞭な傾向は認められないが、一般に (特に林齢の高い場合は) 地位が良くなるほど、C は小さくなると言えそうである。

ここで、前述のように、林齢と C とのあいだに一応の相関関係が認められたので、林齢ごとに C の分布範囲を 3 等分し (第 1 図の細い点線)、C の比較的大きいグループ 38 個林分と小さいグループ 32 個林分を用いて、 $\bar{d}$ ,  $\bar{h}$  (平均樹高) と C との関係を調べてみることにした。

まず  $\bar{d}$  についてみると、第 6 図に図示したように、C の大きいグループの林齢—平均直径曲線と、小さいグループのそれとは林齢 25~30 年で交わり、その傾斜もかなり異なっているのが見られる (これら両曲線の回帰係数、回帰定数間には有意の差が認められる)。すなわち、林齢が低いあいだは、C はどちらかと言えば、 $\bar{d}$  が大きいほど増大するが、林齢が高くなるにしたがって、こんどは逆に  $\bar{d}$  が大きいほど減少するという傾向がある。

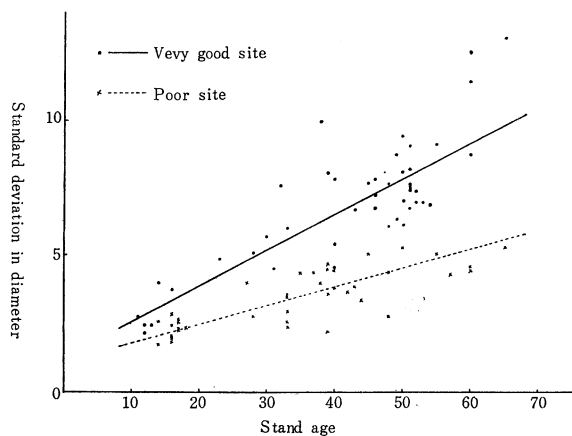


Fig. 5 The relation between standard deviation in diameter.

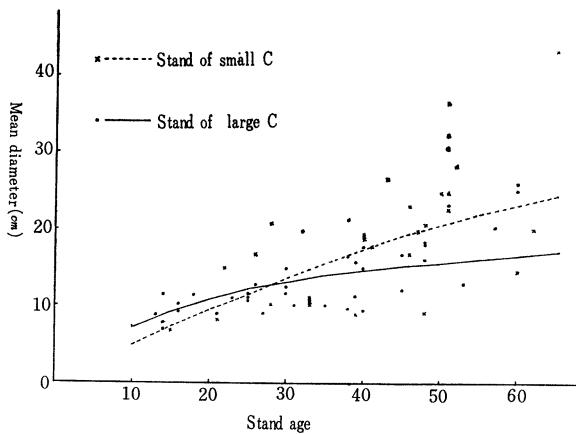


Fig. 6 The relation between stand age and mean diameter.

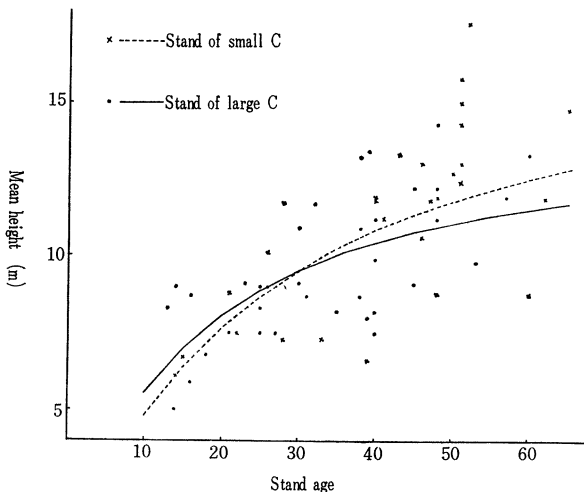


Fig. 7 The relation between stand age and mean height.

このような関係は、 $C$  と  $\bar{h}$  のあいだにも、前者ほど顕著ではないが、認められる (第7図)。

しかし、注意しなければならないのは、たびたび述べているように、ここで言う  $C$  あるいは  $\bar{d}$ 、 $\bar{h}$  というものが、直径  $5\text{ cm}$  以上の立木についての値であって、 $5\text{ cm}$  未満の立木は関与していないということである。第3図のように、同じ林齢でも、地位の良い林分と悪い林分とでは、その立木構成において  $5\text{ cm}$  未満の立木の占める割合はかなり異なっていると言える。すなわち、全立木を対象とした場合、 $C$  は林齢の低いあいだは、地位が悪いほど過小に評価されているのである。

言うまでもなく、 $\bar{d}$  が大きいほど、 $\bar{h}$  が高いほど、地位も良いと考えられるから、「林齢が低いあいだは、 $\bar{d}$  が大きいほど、あるいは  $\bar{h}$  が高いほど  $C$  は大きい」と言っても、これは直径  $5\text{ cm}$  以上の立木についてであって、全立木については、「林齢が低いあいだは、 $\bar{d}$  あるいは  $\bar{h}$  によって  $C$  は変わらない」あるいは「林齢は低くても、 $\bar{d}$  が大きいほど、 $\bar{h}$  が高いほど、 $C$  は小さくなる傾向がある」と言い替えることができよう。

## む す び

本報告では、アカマツ林の直径変動係数について、主として林齢、地位の面から考察を加えた。これらのほかに、直径変動係数と立木本数、胸高断面積合計、材積合計あるいは材積生長量との関係も調べてみたが、いずれにも相関々係は認められなかった。

今後、このような立木構成状態の研究の一環として、直径分布型とこれら要素との関係も究明していきたいと思っている。また、地位と直径標準偏差との関係は、最近いろいろと調製されつつある地位別一変数材積表を、実地に適用する上で、地位の判定の一つの指標として、興味深く感ずる次第である。さらに他の樹種についても調査し、その可能性を追求してみたい。



## 引 用 文 献

- 1) 吉田正男； 植栽林の林木構成状態に関する統計的研究（第1報），1929，東大演報 6
  - 2) 吉田正男； 植栽林の林木構成状態に関する統計的研究（第2報），1930，東大演報 10
  - 3) 吉田正男，相川茂宣； 植栽林の林木構成状態に関する統計的研究（第3報），1940，東大演報 29
  - 4) 吉田正男，相川茂宣； 植栽林の林木構成状態に関する統計的研究（第4報），1942，東大演報 30
  - 5) 大隅真一； 林木の直径分布について，1961，京府大演集報 5
  - 6) 岡崎文彬； アカマツ林の実態調査と施業に対する考察，1956
-