

スギの樹冠の変化量と幹材積成長量の関係

吉田茂二郎

(森林経理学研究室)

平成元年8月10日受理

Relationship between Growth of Stem-Volume and Increment of Crown-Volume in *Cryptomeria japonica*

Shigejiro YOSHIDA

(Laboratory of Forest Management)

緒 言

最近、竹下⁵⁾により樹冠モデルを基礎にした林分単位の成長モデルが明らかにされ、その有用性が示された。

本研究は、林分内の単木における成長のパターンも樹冠（生枝部分）を基礎に記述することができると考えられるので、その基礎となる生枝樹冠の変化量と幹材積の成長量の関係を同一林分内の単木単位で明らかにすることを目的としている。

調査林分の概要と調査方法

解析に用いたのは、鹿児島大学高隈演習林3林班わ小班内に設定されているヤナセスギ固定試験地の21年生時（1980年）と25年生時（1984年）の資料である。21年生時はうっ閉が開始し下枝に枯死が発生し始めた時期であり、25年生時は完全なうっ閉状態であった。それぞれの林齢（測定時）における林分構造をTable 1に示す。両時期の測定とも、直径は直径巻尺を用いて0.1cm括約で、樹高と枯上がり高は測桿を用いて0.1m括約で、そして樹冠直径は20

m巻尺を用いて0.1m括約でそれぞれ実行した。なお樹冠直径については斜面方向とそれに垂直な方向の2方向について測定を行い、それを平均して樹冠直径とした。

樹冠の変化量

スギの樹冠形については、梶原^{1,2)}、清水ら⁴⁾、竹下⁵⁾の研究がある。この報告では、樹冠長（Cl）と樹冠半径（Cr）との関係を(1)式のように仮定した。

$$Cr = \alpha \cdot \sqrt{Cl} \quad (1)$$

ただし Cr : 樹冠半径 (m)

Cl : 樹冠長 (m)

α : 樹冠拡張係数

これは第Ⅰ期の樹冠形であり、第Ⅱ期との間の樹冠の関係はFig. 1のように表すことができる。斜線部が変化した樹冠の縦断面であり、これを幹軸を中心に回転して得られるものが2時期の間で変化した樹冠量である。すなわちこの樹冠の変化量は、第Ⅱ期目の樹冠量と樹高成長によって生じた樹冠量の和から第Ⅰ期目の樹冠量を引いたものである。

Table 1. Stand-structure of study stand

measurement year	age	average of dbh (cm)	average of height (m)	number of stems (1/ha)	stem volume (m^3/ha)	coefficient of variance dbh	height
1980	21	11.5	8.5	2444	130.7	0.25	0.18
1984	25	13.6	10.4	2422	216.2	0.25	0.17

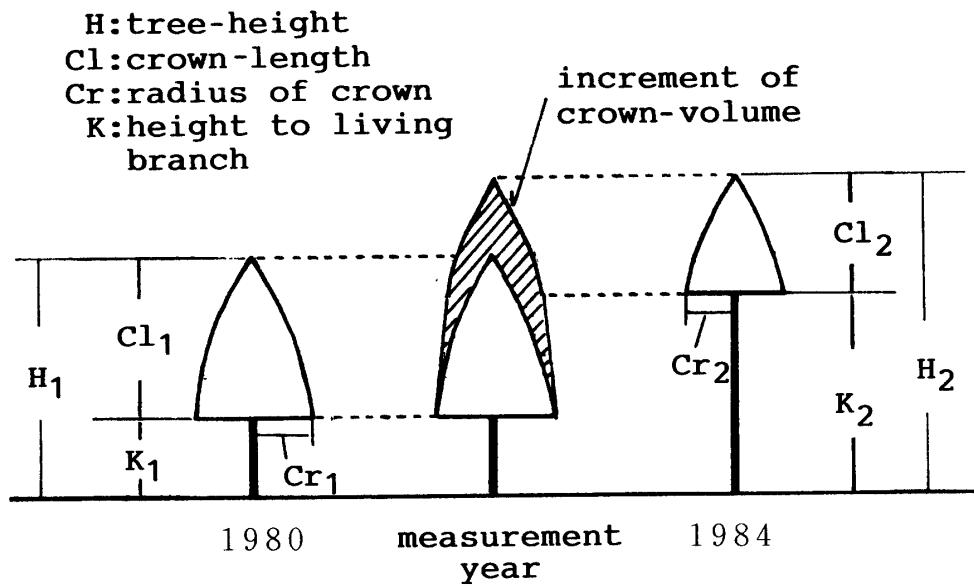


Fig. 1. Schematic profile of increment of crown-volume.

この樹冠の変化量は(2)式のように表される。

$$\Delta CV = \frac{\pi}{2} \cdot Cl_2 \cdot Cr_2^2 + \frac{\pi}{3} \cdot (K_2 - K_1) \cdot (Cr_2^2 + Cr_2 \cdot Cr_1 + Cr_1^2) - \frac{\pi}{2} \cdot Cl_1 \cdot Cr_1^2 \quad (2)$$

ΔCV : 樹冠の変化量 (m^3)

Cl : 樹冠長 (m)

Cr : 樹冠半径 (m)

K : 枯上がり高 (m)

添字 1, 2 は測定期をあらわす

幹材積の成長量

幹材積の成長量は、第Ⅰ期とⅡ期のそれぞれの直径と樹高の値を材積式（林野庁西日本編）に代入し材積を求め、その差を用いることにした。材積式を用いるにあたり、材積式がこの林分に適合するかどうかを樹幹解析データで検討したところ、良く適合しているのが確かめられたので、幹材積成長量を求めるためにこれを用いた。ただし、厳密には上部直径の測定によって材積ならびにその成長量を計算すべきであろう。

解 析 結 果

樹冠の変化量と幹材積成長量との関係を図示したのが Fig. 2 である。全体としては同一林分内の資料でありながらかなりのバラつきが認められるが、

Fig. 3～8 に示すようにそのバラつきは樹冠長によって区分可能であるよう見える。

以上から樹冠の変化量と幹材積の成長量の関係を求めたところ、(3)式のように表わすことができた。

$$\Delta = -0.0241 + 0.0020 \cdot \Delta CV + 0.0087 \cdot Cl \quad (3)$$

決定係数 $R^2 = 0.80$

標準誤差 $Se = 0.009 m^3$

ただし ΔV : 幹材積の成長量 (m^3)

ΔCV : 樹冠の変化量 (m^3)

Cl : 樹冠長 (m)

この式は、たとえ樹冠の変化量が同じであっても幹材積成長量は樹冠長によって異なることを示している。この事は、実際の樹冠では、梢頭部の樹冠と基部の樹冠の間には照度のちがいによる光合成能力の差⁶⁾や日照時間の差³⁾があるためではないかと考えられる。一般にうっ閉した同一林分内では枯上がり高が一定である傾向が見られるので、樹冠長が長いという事は、他の林木よりも樹冠の梢頭部が上にあり、それにより全体として日照条件が良い樹冠が多く含まれているためであると思われる。

まとめと考察

林齢の変化に伴うスギの樹冠の変化量と幹材積成長量の関係で次の事が明らかになった。

1) 樹冠の変化量と幹材積成長量の間には明らかな直線関係が存在する。ただし、

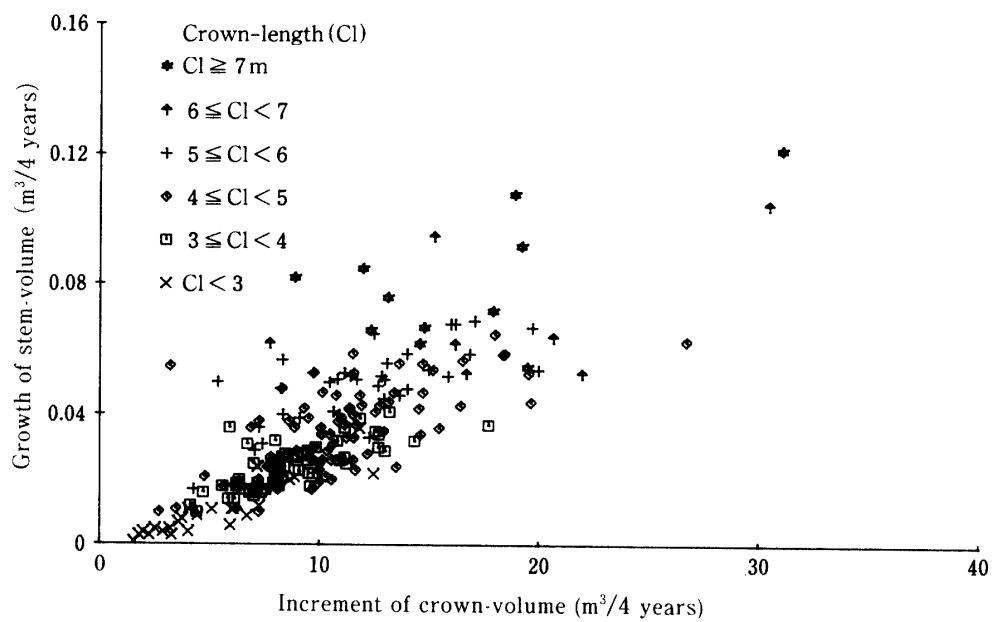


Fig. 2. The relationship between growth of stem-volume and increment of crown-volume in whole plot.

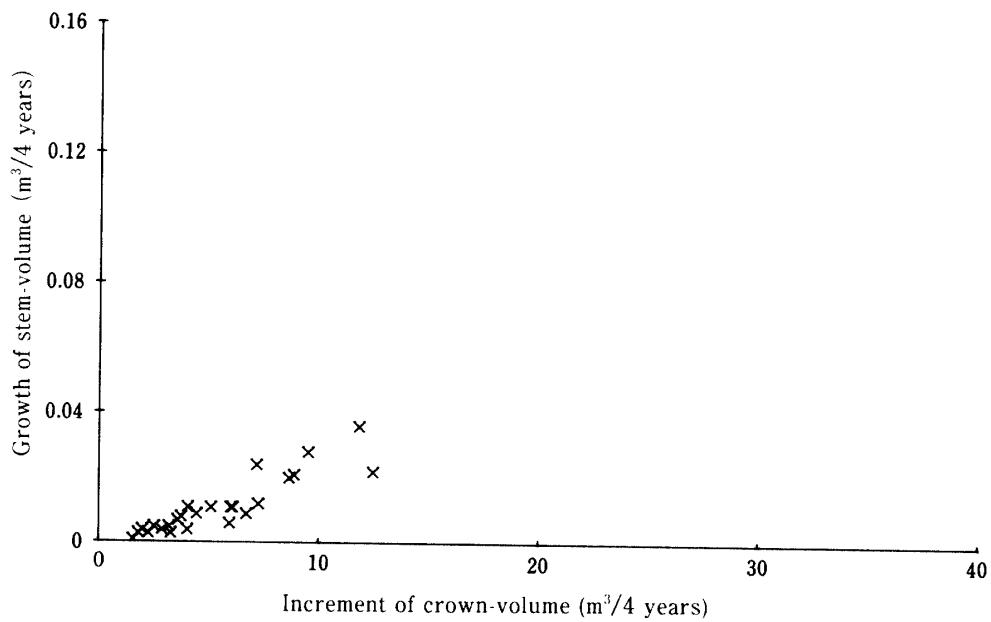


Fig. 3. The relationship between growth of stem-volume and increment of crown-volume on each crown-length class (crown-length is less than 3 m).

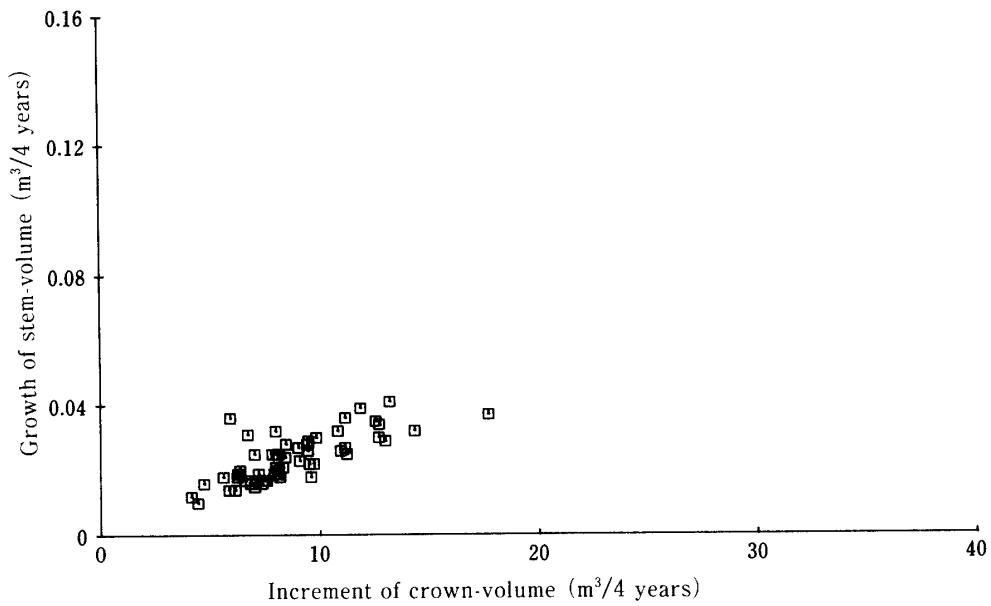


Fig. 4. The relationship between growth of stem-volume and increment of crown-volume on each crown-length class (crown-length is more than equal 3 m and less than 4 m).

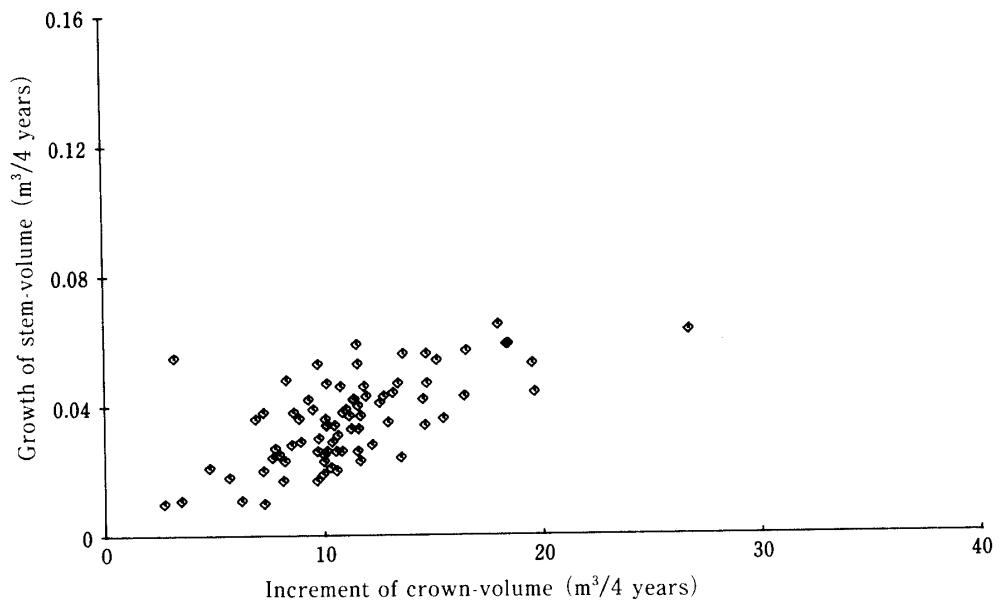


Fig. 5. The relationship between growth of stem-volume and increment of crown-volume on each crown-length class (crown-length is more than equal 4 m and less than 5 m).

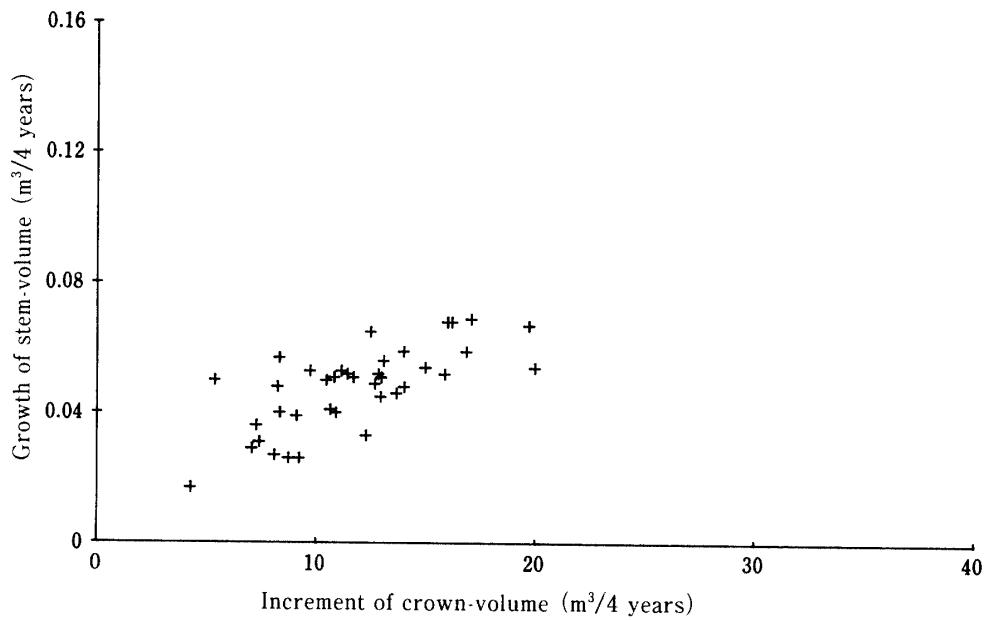


Fig. 6. The relationship between growth of stem-volume and increment of crown-volume on each crown-length class (crown-length is more than equal 5 m and less than 6 m).

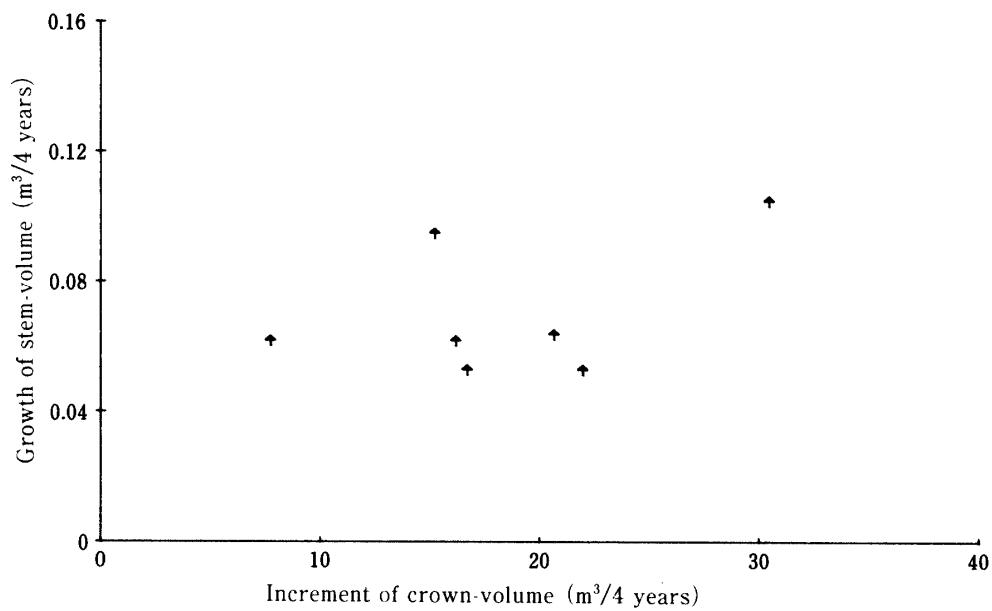


Fig. 7. The relationship between growth of stem-volume and increment of crown-volume on each crown-length class (crown-length is more than equal 6 m and less than 7 m).

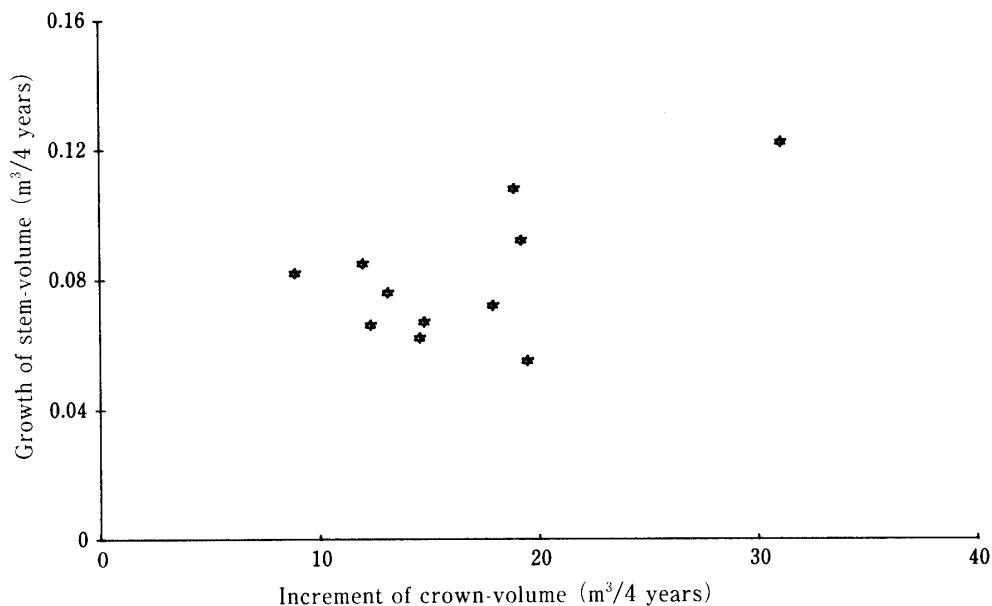


Fig. 8. The relationship between growth of stem-volume and increment of crown-volume on each crown-length class (crown-length is more than equal 7 m).

2) 同一の樹冠変化量であっても、その樹冠長によって幹材積成長量に差がある。

これらの事実は単木単位で樹冠の変化量から幹材積成長量を推定できる可能性を示唆しており、非常に興味深い。特に、2)の結果は比較的条件の似通った単純同齡林内でも個体間に差があることを示しており、単木単位の成長を説明する場合に非常に重要であると思われる。

一方、今回の解析に用いたのはヤナセスギの幼齢の人工林（試験地）であるが、今回の試験地の近くに設定しているメアサスギ試験地（26年生の林分）で同様の分析を行ったところ、1)と2)の事実は同様に認められたが、(3)式のパラメータに明らかなちがいが見られた。これは、葉の形体等のちがいが品種間に見られるのと同様に光合成能力にもちがいが存在するためではないかと思われ、他の資料についての分析を加えて、普遍的な関係を求める必要があろう。また今回はスギの単純同齡林を用いて分析したが、2)の事実は日照条件が非常に悪い択伐林

や複層林の下層木では、重大な意味を持つものと考える。これらの条件下での関係も今後明らかにする必要がある。

謝辞 調査ならびにデータの整理計算に協力をいただいた川畠宏二氏（現前橋営林局）と馬場照藏氏（現中越パルプ工業 KK）に対して、ここに記し感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 梶原幹弘：スギ、ヒノキにおける樹冠位置に関する幹材積生長量の垂直的配分とそのモデル。京府大学報, **33**, p. 63-72 (1981)
- 2) 梶原幹弘：スギ、ヒノキにおける樹冠量と幹材積生長量との関係。京府大演報, **26**, p. 16-23 (1982)
- 3) 野嶋嘉裕：コンピュータグラフィックスによる森林構造の3次元表示。第100回林学会大会講演, **218** (1989)
- 4) 清水 晃・竹下敬司・西沢正久：森林の水土保全機能に関する森林構造学的研究。九大演報, **54**, p. 1-84 (1984)
- 5) 竹下敬司：バラボラ樹冠形モデルによるスギ林の構造解析。九大演報, **55**, p. 55-104 (1985)
- 6) 森 茂太・萩原秋男・穂積和夫：ヒノキ人工林における単木レベルでの光合成。95回日林論, p. 365-366 (1984)

Summary

The aim of this study is to describe rightly and concisely the relationship between growth of stem-volume and increment of crown-volume in case of the individual tree belonging to evenaged Sugi (*Cryptomeria japonica*) -stand.

The crown-form is expressed by parabolic shape.

$$y = \alpha \cdot x^{0.5}$$

where y : radius of crown (m)
 x : distance from crown-top (m)
 α : expanding coefficient of crown-radius

The increment of crown-volume is expressed by the following equation (Fig. 1).

$$\Delta CV = \pi / 2 \cdot Cl_2 \cdot Cr_2^2 + \pi / 3 \cdot (k_2 - k_1) \cdot (Cr_2^2 + Cr_2 \cdot Cr_1 + Cr_1^2) - \pi / 2 \cdot Cl_1 \cdot Cr_1^2$$

where ΔCV : increment of crown-volume (m^3)
 Cl : crown-length (m)
 Cr : radius of crown (m)
 k : height to living branch (m)

* subscripts 1 and 2 denote the measurement points, respectively.

The growth of stem-volume is calculated by using the stem-volume equation with dbh and tree height data, in two measurement points.

The linear relation between growth of stem-volume and increment of crown-volume in *Cryptomeria japonica*-stand is recognized on each crown-length class. Investigation of the relationship between growth of stem-volume and increment of crown-volume has brought us such an equation as in the following :

$$\Delta V = -0.0241 + 0.0020 \cdot \Delta CV + 0.0087 \cdot Cl$$

coefficient of determination $R^2 = 0.80$
 standard error $Se = 0.009 \text{ (m}^3\text{)}$

where ΔV : growth of stem-volume (m^3)
 ΔCV : increment of crown-volume (m^3)
 Cl : crown-length (m)

It is expected that growth of stem-volume is in right proportion to increment of crown-volume and to crown-length, respectively.

Based on the above mentioned items, it is hoped that we shall be able to describe the growth of individual tree in evenaged Sugi-stand.