

# 林木成長의 豫測에 關한 研究

金 甲 德

서울대학교農科大學

(1969年9月1日受理)

## Studies on the Prediction of the Tree Growth

Kap D. Kim

(College of Agriculture, Seoul National University)

### Summary

In order to understand the growth percentage of red pine, author had 207 trees cut and made stem analysis on them and there by studied and analysed volume growth percentage, bark volume percentage, diameter growth percentage and the relation between diameter growth percentage and volume growth percentage and so forth.

The result was as follows.

1. The volume growth percentage decreased as the age class increased and it was about 3% at the cutting age.
2. Bark volume percentage was about 5~15% and it seemed to be about constant irrespective of the age class.
3. The diameter growth percentage gradually decreased as the age class increased and it would be constant from a certain age class on.
4. As for the relation between the diameter growth percentage and volume growth percentage, the correlation ratio showed to increase with the age class increase generally the value of b was between 2.0~3.6.

### I. 緒 論

合理的인 林業經營을 하려면 收穫의 豫測을 正確히

할수 있다는 것이 무엇보다도 重要한 것이다. 卽 將次 收穫할 수 있는 蓄積을 미리 안다면 보다 낡은 經營方法을 模索할 수 있다고 하겠다. 다시 말해서 收穫量을 미리 짐작할 수 있으므로 管理問題는 勿論 얼마만한 金額을 더 投資할 수 있을 것인가에 對하여 決定지을 수 있으므로 經營의 方案을 修正하여 보다 낡은 方法으로 森林經營을 할 수 있으며 또 經營에 對한 長期計劃을 세울수 있다고 하겠다.

林木成長 過程에 對하여는 成長法則과 伐採令에 對하여 本人이 2회에 걸쳐 發表한바 있으며(6)(7) 材積成長率에 對하여도 여러 學者들이 發表하고 있지만(1)(2)(3) 우리나라에서는 實質的인 數値가 아직 發表된 바 없다. 材積成長率을 안다는 것은 極히 重要한 일이며 이것을 알므로서 收穫量의 豫測도 可能하게 된다 따라서 本人은 一次의인 段階로서 江原道産 소나무 200餘本을 伐採 調査하여 그 結果를 發表코져 한다.

林木의 材積成長率은 一定한 年限을 두고 2回 測定한다든가 또는 立木을 伐採 樹幹析解에 依하여 쉽게 求할수 있다. 前者는 一定한 年數가 必要하여 後者는 立木을 伐採해야 하는 缺點이 있다. 따라서 여러 學者들은 間接的인 方法에 依하여 求하고자 하고 있다. 卽 Breyman氏는 材積成長率과 胸高直徑成長率과의 사이에는 다음과 같은 關係式이 成立된다고 하겠다.(2)(4)(5)

$$Pv=b Pd$$

但  $Pv$ =材積成長率(%)

$Pd$ =胸高直徑成長率(%)

**b=係數**

即 胸高直徑成長率은 成長錐로서 立木을 伐採하지 않더라도 core를 빼내어 計算할 수 있으므로 式에서 b만 決定된다면 材積成長率은 쉽게 求할 수 있다. 따라서 b만을 決定하면 問題는 簡單히 解決될 것이다. Breyman 氏<sup>(2)</sup>는 b=2가 成立된다고 하였는데 果然 b=2가 우리나라 江原道產 소나무에 適合한가에 對하여 調査하는 것도 大端히 重要하리라 믿어진다. 따라서 本人은 위에 對한 b의 값을 求하였는데 b의 값을 令級의 函數로 表示하였다.

끝으로 本研究와는 別로 關係가 없지만 利用材積과 關係가 깊은 樹皮材積에 對하여 檢討하였다. 樹皮材積은 一般으로 樹皮率로 表示되는데 大體로 樹皮가 많은 樹種에 있어서는 15~20%, 比較的 적은 樹種에 있어서는 5~10%의 範圍가 된다는 發表가 있었으며<sup>(6)</sup> 또 樹皮率을 求하는 Formula로서 다음과 같은 一般式을 提唱한 學者도 있다.<sup>(3)</sup>

$$B = bv^b$$

但 B=樹皮率(%)

v=幹材積(m<sup>3</sup>)

a. b=係數

그렇지만 本研究에 있어서는 樹皮率을 令級의 函數로 表示해 보았다.

**II. 材料 및 方法**

材料로서는 江陵營林署 管内와 이에 隣接한 私有林(蔚珍郡, 襄陽郡, 平昌郡) 등지에 生育하고 있는 江原道產 소나무林에서 蒐集한 것을 使用하였다.

sample plot은 모두 同令 單純林이고 鬱閉度가 比較的 密하고 現在 別다른 障害없이 生育하고 있다고 認定되는 林分을 現地 踏查하여 決定 配置하였으며 sample plot의 單位面積은 20m×50m의 크기이다. 抽出된 sample plot에서는 먼저 每木調査를 實施하고 그 結果에 依해서 Ulrich氏 第2法을 適用 3階級으로 나눠 各階級에서 1本式의 標本木을 選定 이것을 伐採하였다.

伐採된 立木은 總 207本으로서 令級別로 나누면 表1과 같다.

伐採된 立木에 對하여는 Huber式에 依한 區分求積을 할 수 있도록 區分하고 各 區分된 位置에서 圓板을 採取하여 樹幹析解를 하였다.

樹幹析解의 結果로서 5年마다의 材積을 求하고 材積成長率 樹皮率 胸高直徑成長率等을 다음과 같은 方法으로 求하였다.

表1 令級別 林木本數

(Number of trees in Age class)

令 級 別	伐採本數
20~24	29
25~29	40
30~34	58
35~39	48
40~44	18
45~49	8
50~59	3
60~69	3
計	207

**A. 材積成長率**

材積成長率을 求하는 方法은 여러가지 있으나 여기서는 널리 使用되고 있다고 認定되는 Presslers formula에 依하였다.

$$Pv = \frac{V-v}{V+v} \cdot \frac{200}{n}$$

但 Pv=材積成長率(%)

V=現在의 材積(m<sup>3</sup>)

v=n年前의 材積(m<sup>3</sup>)

n=5年

Pressler式에 依하여 求하여진 材積成長率을 보면 表2와 같다. 表2는 求하여진 材積 成長率을 令級別로 나눠 그 分布狀況을 表示한 것이다.

材積成長率을 求한 本數는 總 伐採本數보다 1本적은 206本에 對하여 求하였다. 1本은 劣勢木으로서 15年生 材積이 4자리 以下였으므로 이것을 棄却시키고 殘餘 206本에 對하여만 計算하였다.

**B. 樹皮率**

樹皮率은 樹皮材積과 樹皮層은 幹材積과의 比로써 求하였다. 求하여진 樹皮率을 令級別로 平均해 보면 表3과 같다. 表3은 令級을 10年으로 하여 整理한 것인 表3. 令級別 樹皮率

(Back volume percentage)

令 級	本 數	平均樹皮率
20~29	69	10.2%
30~39	106	8.3
40~49	26	7.8
50~59	3	10.0
60~69	3	7.6

表2 材積成長率表  
(Volume growth percentage)

令級 成長率(%)	10~15	15~20	20~25	25~30	30~35	35~40	40~45	45~50
2.0以下			1		1			1
2.1~4.0			2	4	10	4	9	4
4.1~6.0		1	8	25	22	12	2	1
6.1~8.0		2	21	42	31	10	1	
8.1~10.0		23	53	47	12	4	1	
10.1~12.0	6	37	48	15	3			
12.1~14.0	4	32	29	5				
14.1~16.0	10	38	5					
16.1~18.0	28	33	2					
18.1~20.0	36	19	3					
20.1~22.0	43	4						
22.1~24.0	30	7	1					
24.1~26.0	14	3						
26.1~28.0	11	2						
28.1~30.0	9							
30.1~32.0	5							
32.1~34.0	4							
34.1~36.0	4							
36.1~38.0								
38.1~40.0	1							
계	206	206	178	138	79	30	13	6

에 207本에 對한 總平均은 8.87%이다.

207本에 對한 樹皮率別 分布狀況을 보면 表4와 같다.

表4 樹皮率 度數分布  
(The Distribution of Bark volume Percentage)

樹皮率	林木本數	累 績	比 率
2.0~2.9	2	2	1.0
3.0~3.9	5	7	2.4
4.0~4.9	20	27	9.7
5.0~5.9	25	52	12.1
6.0~6.9	20	72	9.7
7.0~7.9	28	100	13.5
8.0~8.9	16	116	7.7
9.0~9.9	20	136	9.7
10.0~10.9	16	152	7.7
11.0~11.9	13	165	6.2
12.0~12.9	13	178	6.2
13.0~13.9	7	185	3.4
14.0~14.9	8	193	3.9
15.0~15.9	6	199	2.9
16.0~16.9	3	202	1.5
17.0~17.9	3	205	1.4
18.0~18.1	1	206	0.5
19.0~19.9	1	207	0.5

C. 直徑成長率

直徑成長率은 40年生 以上되는 林木 20本을 選定하여 pressler 式에 依하여 求하였다. 直徑成長率도  $n=5$  로하여 求하였는데 各 令級別로 整理하면 表5와 같다.

表5 令級別 直徑成長率  
(Diameter growth percentage)

令 級	範 圍(%)	平均值(%)
10~15	7.5~30.0	13.7
15~20	3.2~10.2	6.6
20~25	2.3~ 8.3	4.2
25~30	0.8~ 4.9	2.9
30~35	1.2~ 4.7	2.5
35~40	0.7~ 3.6	1.8

III. 結果 및 考察

1. 材積成長率

表2는 成長率의 크기를 令級別로 分類한 것인데 表

에서 보면 10~15令級에 있어서는 값의 範圍가 19.9~40.0인데 比하여 45~50令級에 있어서는 1.9~4.1의 範圍로 되어 있다. 卽 幼令級 立木에 있어서는 成長率의 값이 넓은 範圍를 나타내고 있지만 老令級으로 됨에 따라 그 範圍도 漸次 좁아져서 그 값은 거의 一定하게 될 것이라고 推測할 수 있다. 參考로 各令級에 對한 成長率의 값의 範圍를 보면 表6과 같다.

表 6. 令級別成長率分布

(Distribution of growth percentage)

令 級	範 圍(%)	平均(%)
10~15	10.9~40.0	21.6
15~20	4.9~26.5	14.5
20~25	1.8~22.3	10.2
25~30	3.2~12.3	8.0
30~35	1.5~11.9	6.3
35~40	2.4~ 8.8	5.9
40~45	2.3~ 8.8	4.2
45~50	1.9~ 4.1	3.1

윗 表에서 보면 平均値는 令級이 많아 질수록 漸次 작아짐을 알 수 있다. 이 關係를 그림으로 表示하면 그림1과 같다. 卽 幼令級에서는 減少率이 컸지만 老令級으로 됨에 따라 減少率도 적어져서 乃終에는 거의 一定하게 될 것이다.

減少率을 求하기 爲하여 여러가지 實驗式을 만들어 보았다. 一般式  $y=ax^b$ 에 代入한 結果를 보면

$$y=2009.5x^{-1.4420}$$

但  $y=$ 材積成長率(%)

$x=$ 令級

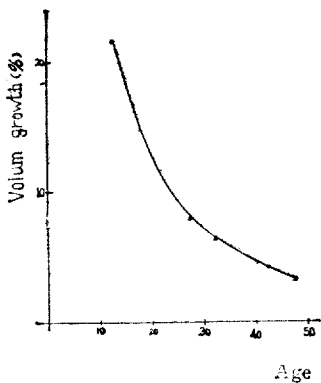


Fig-1 材積成長率 (Volume growth curve)

卽 材積成長率은 令級의 變化에 따라 變化하므로 令級에 關係없이 一律의 率으로 同一한 값을 使用한다는 것은 不合理하다 하겠다. 江原道産 소나무에 있어서는 50年生인데 3.1을 나타내고 있으므로 輸代期을 50年으

로 할 때 伐期成長率도 3% 可量이 適合하다 하겠다.

## 2. 樹皮率

樹皮率과 令級과의 關係는 表3에서 보는바와 같으며 이것을 그림으로 表示하면 그림2와 같다.

表3 및 그림2에서 보면 令級이 커지면 樹皮率이 漸次 減少하고 있지만 減少率은 極히 적어서 乃終에는 거의 同一視 된다.

그림2의 實驗은 樹皮率이 令級에 따라 變化할 傾向을 推定한 것이다. 50~60令級의 값이 10%로서 큰 값을 나타내고 있는데 그 原因은 어디에 있는지 確實치 않다.

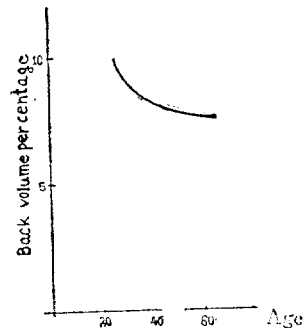


Fig-2 樹皮率 (The bark volume percentage curve)

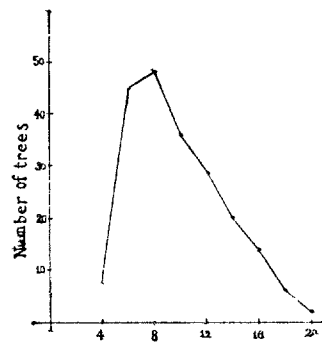


Fig-3 樹皮率의 分布狀況 (The distribution of bark volume percentage)

江原道産 소나무의 樹皮率의 變化는 表4에서 보는바와 같다. 이것을 그림으로 表示하면 그림3과 같다. 表4, 그림3에서 보면 大體로 樹皮率의 分布는 2.0에서 19.2% 사이에 있으며 樹皮率 5% 以下는 全林木 本數의 13%를 占하고 있으며 5%에서 10% 사이는 52% 10%에서 15% 사이는 23%, 15% 以上은 7%를 占하고 있다. 卽 5%에서 15% 사이의 것이 全林木의 80%가 됨을 알 수 있다. 따라서 江原道産 소나무의 樹皮率은

大體로 5~15%라 말해도 틀림이 없다고 하겠다.

### 3. 直徑成長率

直徑成長率は 表5에서 보는바와 같이 令級이 커짐에 따라 漸次 減少하는 傾向을 보여주고 있다. 이것을 그림으로 表示하면 그림4와 같다. 卽 壯令期에서의 減少

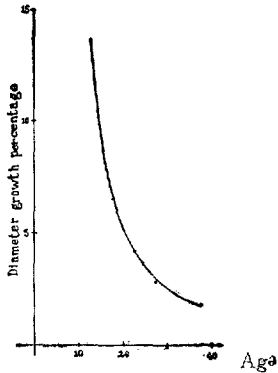


Fig-4 直徑成長率

(The diameter growth percentage curve)

는 急激하지만 老令에 이룰수록 緩慢해 저서 終末에 가서는 거의 一定하게 될 것으로 豫想된다. 幼令期에서의 變化傾向이 急激한 것이 材積成長率과 相異하다 하겠다.

### 4. 直徑成長率과 材積成長率과의 關係

材積成長率과 直徑成長率과의 關係는  $Pv=bPd$ 라는 關係식이 成立되므로 이식을 利用하여 係數b를 求하였다. 標本에서 20本을 任意抽出하여 b를 求한 結果를 보면 表6과 같다.

表6 係數 b의 값 (b-value)

令 級	範 圍	平 均 值
10~15	1.3~2.6	2.0
15~20	2.3~4.0	2.7
20~25	2.3~4.6	3.1
25~30	2.5~7.2	3.6
30~35	1.7~9.2	3.2
35~40	2.2~8.1	3.3

위의 關係를 그림으로 表示하면 그림 5와 같다. 卽 그림에서 보면 令級의 增大에 따라 b의 값은 增加되는 現象을 볼수 있다.

위의 關係를 一般式  $y=ax^b$ 에 代入하여 實驗式을 求하면

$$\log y = -0.1532 + 0.4531 \log x$$

$$(y = 0.703x^{0.4531})$$

假  $y=b$ 의 값

$x$ =令級

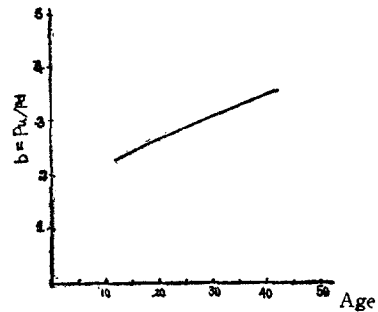


Fig-5 令級과 係數b와의 關係

(The relation between the correlation ratio and the age class)

그림5에서 實線으로 表示한 것이 위의 實驗式의 數值이다.

係數 b의 값은 令級의 增加에 따라 커지므로  $b=2$ 로 하는것 보다는 令級別로 係數를 달리해야 할것으로 生覺된다.

## VI. 要 約

江原道産 소나무의 成長過程을 把握하기 爲하여 207本을 伐採 樹幹析解하여 材積成長率, 樹皮率, 直徑成長率과 材積成長率과의 關係등을 調査 分析하였는데 그 結果를 보면 다음과 같다.

1. 材積成長率は 令級의 增加에 따라 漸次減少하며 伐期에 到達할 때는 約 3% 可量됨을 發見하였다.

2. 樹皮率は 令級이 커지면 漸次減少하지만 減少率は 極히 적어서 그 差가 別로 없음을 發見하였다. 卽 令級에 關係없이 거의 一定하리라 生覺된다.

3. 直徑成長率は 令級의 增加에 따라 漸次減少하는 傾向은 위와 같으나 幼令級에서는 急激히 減少하고 老令級으로 됨에 따라 減少率が 漸次 적어져서 거의 一定하게 될것이라 推測된다.

4. 直徑成長率과 材積成長率과의 關係를 求한 結果 그 比는 令級의 增加에 따라 增加하지만 增加率は 極히 적었음을 보여 준다. 따라서 林分材積成長率을 直徑의 函數로 나타낼때 그 相關比는 一定하지 않고 增大한다는 것을 알 수 있다.

## 參 考 文 獻

1. Stephen H. Spurr.; Forest Inventory. 1952
2. 西澤正久; 森林測定法 1939
3. 中山博一; 林木材積測定法 1960
4. 山田茂夫外一名; 例解測樹의 實務 1963
5. M. sahisa Nishizawa; Research on the estimation

and prediction methods of the stand increment. Bulletin of the Government For. Exp. Sta. No. 129. 1961

6. Kim, K. Duk; Studies on the tree growth. Special number commemorating of the sixteenth

anniversary of the founding of the College of Agr. S. N. U. 1966

7. \_\_\_\_\_; On the tree growth-Carpinus Laxiflora Bulletin of the Seoul National Univ. Forests 1967.