

# 直徑生長率에 대하여

金 甲 德 \*

A study of diameter growth percentage

Kap Duk Kim

## 緒論

森林調査의 目的은 林分의 材積과材積 成長量을 推定하는 데 있다. 林分材積을 推定하기 為하여는 여러 가지 方法이 適用되고 있고 成長量을 推定하는 데도 여러 가지 方法이 있다. 그러나, 普遍的인 方法은 永久的標本點(Permanent sample plot)을 設定하여 一定한 期限을 두고 測定한 후 그 差로서 成長量을 計算하고 또 林分의 材積 成長率(Volume grow Percentage)을 計算하게 되지만, 이와 같이 하면 長時 日을 要하는 缺點이 있으므로 Sample tree를 選定하여 이것을 代採하여 樹幹解剖(Stem analysis)를 하여 過去의 것을 推定한 後 材積 成長量과 成長率을 推定하는 方法을 使用하게 된다. 그러나, 이 方法은 伐採해야 하므로 立木의 損失, 時間의 浪費 등을 招來하게 된다. 또 選定된 Sample tree가 過去에도 Sample tree였다고는 할 수 없으므로 樹幹解剖에 依한 方法도 좋은 方法이라 말 할 수는 없는 것이다.

따라서 上述한 바와 같은 方法에 依하지 않고 直接 成長量 또는 成長率을 推定하는 方法들을 研究하게 되는데, 이에 대한 研究는 Meyer, Spurr, 西澤氏 等에 依하여 實施되고 있다.

即 林分成長量을 推定함에 앞서 林分 材積 成長率을 推定코자 하는 것인데, 林分 材積 成長率은 Breymann 氏에 依하면

$$P_{(V)} = a P_D$$

식에서  $P_D$  = 直徑成長率

이므로 直徑 成長率을 推定하여 이것과 材積 成長率과의 函數式을 만들고자 하는 것으로 直徑 成長率을 求하는 데 있어 成長錐(Increment borer)로 Core를 採取하여 Core를 測定하여 胸高直徑과 直徑成長率(Diameter Growth percentage)의 函數關係를 決定짓고자 하는 方法인 것이다.

農林部 山林局에 依하여 國有林의 森林調査에 本人의 推薦에 依하여 成長錐를 使用한 方法을 採用하고 있

으므로 이것을 뒷받침하는 意味에서 本試驗이 施行된 것이다.

이 研究가 經費關係로 廣面積에 亘하지 못하고 水原所在 서울大學校 農科大學 演習林에 있는 赤松파리기다松의 두 樹種에 局限된 것으로 알으로도 이에 대한 研究는 더욱 繼續되어야 할 것으로 믿으며 至今까지의 結果를 發表하는 바이다.

直徑 成長率을 求하는 데 있어서는 3 가지 條件이 있다. 即

가. 現在直徑을 基準으로하는 경우

$$P_d = \frac{1}{n} \cdot \frac{\sum I_d}{\sum D_{b:b}}$$

나. 期間中央直徑을 基準으로하는 경우

$$P_{DM} = \frac{1}{n} \cdot \frac{\sum I_D}{\sum D_{M:b}}$$

다. 過去直徑을 基準으로하는 경우

$$P_{D_0} = \frac{1}{n} \cdot \frac{\sum I_D}{\sum D_{b:b}}$$

式에서

$n$ =期限,  $D_{b:b}$ =皮內直徑

$I_d$ =定期直徑成長量

인데 이 研究에 있어서는 첫번째인 경우 即, 現在直徑을 基準으로하여 直徑 成長率을 求하였다.

## 資料의 蒐集

Sample 을 抽出하는 데 있어서 線標本點法(line Plot method)을 適用시켰는 데 林地是 航空寫眞을 利用하여 室內에서 帶狀으로 分割하고, 그 中心線을 定한 後 現地에서 그 中心線에서 50m의 거리를 두고 5m×5m의 plot를 만들고 이 plot內에 있는 모든 나무에 뽑아 測定하였는데, 中心線은 樹種에 따라 相異하게 하였으며 胸高直徑은 Caliper(輪尺)을 使用하여 서로 直交하는 두 方向으로 2回 測定하여, 그 平均值을 使用하였으며 Core는 胸高 높이에서 隨意의 位置에서 樹幹軸(Stem axis)方向으로 Increment borer로 採取하여 樹皮厚(Bark thickness)와 最近 5個年間의 半徑 成長量을 1/100 cm 까지 正確히 測定하였다. Core 測定時 注意할 點은 林木의 成長時期

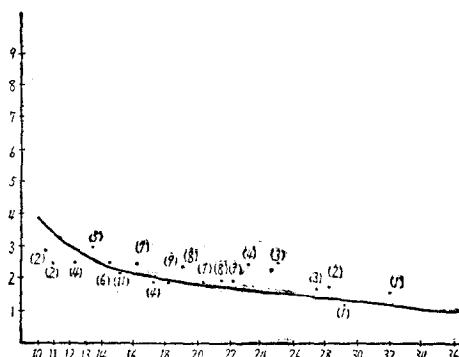
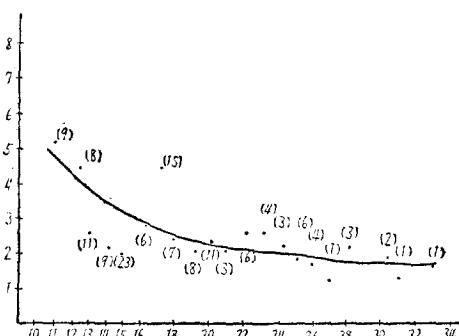
\* 서울大學校 農科大學 助教授

인 때는 前年度까지의 成長이고 成長 休息期에 採取했을 때는 樹皮部까지를 測定한다는 것이다.

Core 採取 場所는 平均 胸高直徑되는 方向으로 하는 것이 좋다는 說도 있으나, 林木本數가 많을 때는 任意의 位置에서 測定하여도 誤差가 相殺된다는 Grossmann (1956) 氏의 意見을 따랐다.

## 考 察

實驗式을 誘導하기에 앞서 얻어진 資料를 가지고 胸高直徑을 橫軸, 直徑成長率을 縱軸에다 잡아 plot한結果 그림에서 보는 바와 같이 曲線이 되었다. 曲線에서 보면 胸高直徑이 成長함에 따라 그 成長率은漸次 減少한다는 것을 알 수 있으며, 이와 같은 曲線을 log-log paper에 plot하면 直線이 된다. 따라서 meyer 氏에 依하여 다음과 같은 一般式이 成立됨을



考覈할 수 있다.

### 實驗式의 誘導

胸高直徑과 直徑成長率과의 關係는 Meyer 氏에 依하면

$$P_D = aD^b$$

式에서  $P_D$ =直徑成長率

$$D=d.b.h$$

a와 b는 定數

가 成立된다고 하였으므로 이 Formula에 대入하기로 하고 위의 式을 log-equation으로 바꾸어 보면

$$\log P_D = \log a + b \log D$$

即  $y=a+bx$ 의 form과 같이 二元一次 方程式이 된다. 이 式에서 回歸係數 및 定數 即 b와 a를 決定지으면 可하므로 이것을 定하기 위하여 Least square method를 適用하여 Formula를 만들어 보면

소나무에 있어서는:

$$\begin{cases} 32.74476 = 101 \log a + 128.12591 b \\ 40.88650 = 128.12591 \log a + 163.75141 b \end{cases}$$

이 式을 풀어서

$$a=10.137 \quad b=-0.5374$$

即 얻어지는 Formula는

$$P_D = 10.137 D^{-0.5374}$$

리기다 소나무에 있어서는:

$$\begin{cases} 61.63818 = 151 \log a + 186.82830 b \\ 74.80771 = 186.82830 \log a + 232.99178 b \end{cases}$$

이 式을 풀어서

$$a=24.553 \quad b=-0.7936$$

即 얻어지는 Formula는

$$P_D = 24.553 D^{-0.7936}$$

## 檢 定

### 1) 相關係數의 檢定

(Test of hypothesis concerning  $\rho$ )

$P_D$ 와  $D$ 間에 相關關係가 成立하는가를 보기 為하여  $r$ 을 求해본 結果 소나무에 있어서는  $r=0.67$ , 리기다 소나무에 있어서는  $r=0.67$ 로서 모두 相關關係는 크다. parameter의 相關關係를 檢定하기 為하여  $H_0: \rho=\rho_0$ 라는 假說을 세워 t-Value를 求해본 結果

소나무에 있어서는

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = 12.06$$

리기다 소나무에 있어서는

$t=121.9$ 로서 모두 1% Significant level에서 Reject되어 High Significant를 나타내고 있다. 이것은 兩者間에는 相關關係가 大端히 크다는 것을 말한다.

### 2) 回歸係數의 檢定 (Test of hypothesis about $\beta$ )

a, 소나무에 있어서는

$$S_{\beta}^2 = \frac{S_E^2}{\sum(X-\bar{X})^2} = \frac{0.00418}{1.21429} = 0.00344$$

따라서  $S_{\beta}=0.058$

$H_0$ ;  $\beta = \beta_0$  로 하여 t-Value 를 求하면

$$t = \frac{b - \bar{b}}{S_b} = 11.55$$

t-value 11.55 는 1 % Significant level 에서 Reject 된다.

b. 리기다소나무에 있어서는

$$S_b = 0.093$$
 이므로

$H_0$ ;  $\beta = \beta_0$  로 하여 t-value 를 求하면

$$t = 8.53$$

$t = 8.53$  은 1 % Significant level 에서 Reject 된다.

即 위의 結果로서 Parameter 의  $\beta = 0$  라는 Hypothesis 가 Reject 되기 때문에  $\beta \neq 0$  라는 것을 알 수 있다.

3) 回歸定數의 檢定 (Test of hypothesis about a)  
回歸定數를 檢定키 為하여  $S_a$  를 求하여 樹種別로 Hypothesis 를 세워보면.

a. 소나무에 있어서는

$$S_a = 0.074$$

$H_0$ ;  $a = a_0$  로 하여 t-value 를 求하면

$$t = 213.5$$
로서 1 % Significant level 에서

Reject 된다.

b. 리기다소나무에 있어서는

$$S_a = 0.115$$

$H_0$ ;  $a = a_0$  로 하여 t-Value 를 求하면

$$t = 213.5$$
로서 1 % Significant level 에서

Reject 된다.

即 두 樹種 모두  $a = a_0$  라는 Hypothesis 를 Reject 하고 있기 때문에 Parameter 의 回歸定數는 Zero 가 아니라는 것을 알 수 있다.

| 경 급 | 직경성장율    | 경 급 |
|-----|----------|-----|
| 6   | 3.07 (%) | 14  |
| 8   | 2.44     | 16  |
| 10  | 2.04     | 18  |
| 12  | 1.77     | 20  |

## 結 果

위의 結果에서 얻어진  $\beta$  와 a의 95% 信賴區間을 推定하면 다음과 같다.

1) 95% confidence interval for estimating  $\beta$

① 소나무에 있어서는

$$\beta = -0.5374 \pm 2 \times 0.058$$

$$= -0.4214 \sim -0.6534$$

② 리기다소나무에 있어서는

$$\beta = -0.7936 \pm 2 \times 0.093$$

$$= -0.607 \sim -0.979$$

2) 95% confidence interval for the tree population value of a.

① 소나무에 있어서는

$$a = 10.14 \pm 2 \times 0.074$$

$$= 9.996 \sim 10.284$$

② 리기다소나무에 있어서는

$$a = 24.53 \pm 2 \times 0.115$$

$$= 24.30 \sim 24.76$$

## 結 言

1) 위에서 얻어진 Equation 은 徑級別 直徑成長率 을 求하는 데 使用할 수 있다.

2) 위의 Equation 을 使用하면 소나무에 있어서는 1 % 以下의 Error 를 리기다소나무에 있어서는 2 % 以下의 Error 를 Estimate 할 수 있다.

이와 같이 하여 求하여진 Equation 을 利用하여 각 徑級에 對한 直徑成長率을 求해 보면 리기다소나무 에 있어서는 다음과 같다.

| 직경성장율    | 경 급 | 직경성장율    |
|----------|-----|----------|
| 1.56 (%) | 22  | 1.09 (%) |
| 1.41     | 24  | 1.02     |
| 1.28     | 26  | 0.95     |
| 1.18     | 28  | 0.90     |

Bruce & Sehumacher; 1950 Forest mensuration.

Chapman & Meyer; 1949 Forest mensuration.

西澤正久; 1959 森林測定學

" ; 1961 林業試驗場研究報告 No. 129

## Reference

- Ostle; 1956 Statistical in Research.  
 Meyer; 1953 Forest Mensuration.  
 Spurr; 1951 Forest Inventory