

## 中部地方 主要闊葉樹의 直徑成長에 관한 調查研究<sup>1</sup>

鄭性鎬<sup>2</sup> · 崔文吉<sup>2</sup> · 李根洙<sup>2</sup>

### A Study on the Diameter Increment of Major Hardwood in Middle Area of Korea<sup>1</sup>

Seung Ho Chung<sup>2</sup> · Moon Gil Choi<sup>2</sup> · Geun Soo Lee<sup>2</sup>

#### 要 約

本 研究는 우리나라 中部地方에서 自生하고 있는 闊葉樹 天然林分을 對象으로 몇 개의 主要한 樹種을 選擇하여 그들에 對한 直徑 成長量을 推定 比較하였는데 그 結果를 要約하면 다음과 같다. 1) 胸高直徑級에 따른 連年直徑 生長量은 가래나무, 층층나무, 자작나무, 피나무, 들메나무, 사시나무, 느릅나무 順으로 나타났다. 2) 樹令級에 따른 胸高直徑 總成長量은 가래나무, 층층나무, 자작나무, 피나무, 들메나무, 사시나무, 느릅나무 順으로 나타났다. 3) 他 樹種에 比하여 가래나무는 成長이 越等히 優秀하였으며, 特히 느릅나무와 사시나무는 成長의 鈍化現象이 빨리 나타났다.

#### ABSTRACT

This study was carried out to compare the diameter increment of seven major selected tree species which grow wild in middle area of Korea. The results obtained were summarized as follows. 1) The difference in annual diameter increment among seven species according to D.B.H. classes showed to be the strongest in *Juglans mandshurica*, the second rank *Cornus controversa*, the third rank *Betula platyphylla*, the fourth rank *Tilia amurensis*, the second rank *Fraxinus mandshurica*, the sixth rank *Populus davidiana*, and the weakest in *Ulmus davidiana*. 2) Total diameter increment among seven species according to tree age classes were ranked as follows: *Juglans mandshurica*, *Cornus controversa*, *Betula platyphylla*, *Tilia amurensis*, *Fraxinus mandshurica*, *Populus davidiana*, and *Ulmus davidiana*. 3) *Juglans mandshurica* showed the highest diameter increment in comparison with other six species, while diameter increment in *Ulmus davidiana* and *Populus davidiana* decreased in earlier age than other species.

Key words: diameter increment; major hardwood.

#### 緒 言

森林調查의 目的은 林分의 成長量을 推定하여 材積을 算出하는데 있다. 林分의 成長量은 恒時 固定되어 있지 않고 每年 얼마만큼씩 增加를 하고 있는

데 이는 林分을 構成하고 있는 樹種이나 林木이 處하고 있는 立地 等, 自然環境의 因子의 差異에 따라 다를 뿐만 아니라 傳來의 어떤 遺傳의 形質에 의하여 生長量이 다를 것이다.

林分의 成長量을 推定하는 方法으로서는 여러 가지가 있는데 가장 보편적인 方法으로서는 永久的 標

<sup>1</sup> 接授 3月 15日 Received March 15, 1983.

<sup>2</sup> 江原道 林業試驗場 Kangweon-Do Forestry Experiment Station.

本點(permanent sample plot)을 設定하여 一定한 interval을 두고 調査한 後 그 差로서 成長量을 推定 하지만 이는 오랜 期間을 要하는 缺點이 있고, sample tree를 選定하고 이것을 伐採한 後 樹幹析解(stem analysis)로 過去의 成長量을 推定하는 方法도 있으나 이 方法은 伐採를 要하므로 立木의 損失, 時間의 낭비, 作業상의 어려움이 있고, 또한 選定된 sample tree가 반드시 過去의 sample tree였다고는 볼 수 없기 때문에 樹幹析解에 依한 方法도 좋은 方法이라고 만은 말할 수 없을 것이다. 林分의 成長量 調査는 樣相과 構造에 따라 복잡하고 多邊의이므로 特殊한 경우를 除外하고는 時間과 勞力과 經費를 들이면서까지 調査할 必要는 없다고 본다.

따라서 上述한 方法들에 依하지 않고 直接 生長量을 推定하는 方法들을 研究하게 되었는데 이에 對한 研究는 Meyer & Nelson<sup>4)</sup>에 依하여 試圖되었고, Spurr<sup>5)</sup>, 西澤<sup>6)</sup>에 依하여 發展되었다.

成長錐(increment borer)로 木片(core)을 直接 採取하여 이것을 測定하므로 成長量을 推定하는 方法을 말한다.

國內에서도 이런 方法으로 林分의 成長量을 推定한 報告<sup>2,3,7)</sup>는 많으나 主로 針葉樹類에 關한 것 뿐이고, 闊葉樹에 關한 것은 극히 드물다.

現수에 이르러 우리 國民들의 生活水準이 向上됨에 따라 木竹이 아름답고, 材質이 좋은 高級 家具를 希求하는 性向으로 闊葉樹材의 需要가 急増함에 따라 特殊闊葉樹에 對한 認識이 새로와지게 되었다.

이런 時點에서 山地에 天然의으로 自生하고 있는 몇 개의 主要 樹種을 골라 그 樹種에 對한 直徑生長量을 推定 比較하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 資料의 蒐集

本 研究에 사용된 資料의 蒐集은 우리 나라 中部 山間地方인 江原道 平昌郡 五臺山 國立公園, 洪川郡 內面, 桂芳山, 春城郡 北山 일원의 國有林內 피나무, 들메나무, 가래나무, 층층나무, 자작나무, 느릅나무, 사시나무 林分을 對象으로 4回(1977, 1978, 1981, 1982年)에 걸쳐 資料를 蒐集하였다.

### 2. 調査林地에 對한 概況

本 調査林地는 海拔標高 500~1,000 m에 이르는 다소 高山地帶로서 理想的인 闊葉樹林을 構成하고 있

었다.

下層植生으로는 主로 山竹과 싸리나무類가 分布하고 있었으며, 落葉腐植層은 20 cm 內外로 잘 發達된 편이고, 土中の 保濕狀態는 良好하였다.

또한 林木의 密度는 適正한 것 같았다.

## 3. 調査方法

### 가. 標本木의 選定

標本木의 選定은 外觀上으로 보아 周圍木에 依하여 甚하게 被壓을 받아 衰弱해진 林木과 病虫害로 因하여 成長 상태가 不良한 林木은 除外하고 正常的인 生育을 하고 있는 734本을 標本木으로 選定하였다(피나무 135本, 들메나무 106本, 가래나무 104本, 층층나무 92本, 자작나무 91本, 느릅나무 102本, 사시나무 104本).

### 나. 木片(core)의 採取 및 測定

木片의 採取는 胸高直徑 部位에서 成長錐로 木片을 推出하여 最近 5年間 자란 成長量(length of core in latest five years)만 測定하여 資料로 사용하였으며 부수적으로 半直徑, 樹令, 樹皮 두께를 測定 調査하였다.

### 다. 樹令의 査定

樹令의 査定은 胸高直徑 部位 樹令(成長錐로 推出된 木片의 年輪數 測定)에다 胸高直徑部位 倒達까지의 樹令(피나무 3年, 들메나무 3年, 가래나무 2年, 층층나무 3年, 자작나무 3年, 느릅나무 4年, 사시나무 2年)을 合算하여 實樹令을 査定하였다.

## 結果 및 考察

本 研究에서 直徑 成長量을 推定함에 있어 胸高直徑級에 따른 連年直徑 成長量 推定은 整理된 平均 連年直徑 成長量을 圖上에서 plot하여 본 結果 傾向線이 直線을 나타냄으로 直線回歸式(linear regression equation)을 應用하였으며<sup>2,3,7)</sup>, 樹令級에 따른 胸高直徑 總成長量 推定은 整理된 平均 胸高直徑 總成長量을 圖上에서 plot하여 본 結果 傾向線이 曲線을 나타냄으로 曲線回歸式(curved regression equation)을 應用하였다.<sup>2,7)</sup>

式의 誘導分量이 많으므로 7個 樹種中 1個 樹種만을 選擇하여 記述하며, 나머지 樹種도 同一한 方法으로 式을 誘導한 後 成長量을 推定하였다.

### 1. 胸高直徑級에 따른 連年直徑 成長量의 推定

Table 1. Relationship among average current annual diameter increment and average D. B. H increment volume and number of trees by using the value of field survey.

Tree species D. B. H class	Average of current annual diameter increment (cm)						
	<i>Tilia amurensis</i>	<i>Fraxinus mandshurica</i>	<i>Juglans mandshurica</i>	<i>Cornus controversa</i>	<i>Betula platyphylla</i>	<i>Ulmus davidiana</i>	<i>Populus davidiana</i>
2.1- 4.0	0.77					0.78	0.82
4.1- 6.0	0.80	0.67				0.78	0.80
6.1- 8.0	0.77	0.61				0.71	0.68
8.1-10.0	0.74	0.72		0.92	0.88	0.79	0.75
10.1-12.0	0.72	0.71	1.28	0.97	0.86	0.68	0.66
12.1-14.0	0.69	0.69	1.15	0.95	0.76	0.58	0.63
14.1-16.0	0.70	0.68	1.16	0.91	0.72	0.60	0.65
16.1-18.0	0.70	0.65	1.14	0.90	0.67	0.56	0.57
18.1-20.0	0.64	0.61	1.15	0.87	0.66	0.46	0.55
20.1-22.0	0.64	0.60	1.12	0.86	0.63	0.45	0.54
22.1-24.0	0.64	0.58	1.10	0.84	0.60	0.44	0.54
24.1-26.0	0.64	0.58	1.06	0.83	0.58	0.39	0.53
26.1-28.0	0.56	0.45	1.02	0.83	0.54	0.41	0.53
28.1-30.0	0.54	0.44	1.01	0.72	0.60	0.40	0.46
30.1-32.0	0.63	0.53	0.98	0.78	0.60	0.35	0.40
32.1-34.0	0.51	0.48	0.98	0.77	0.54	0.32	0.38
34.1-36.0	0.48	0.41	0.97	0.71	0.50	0.26	0.33
36.1-38.0	0.46	0.42					0.29
38.1-40.0	0.42						
40.1-42.0	0.42						
Average of D. B. H increment volume (cm)							
2.1- 4.0	3.90					3.60	4.00
4.1- 6.0	5.38	5.53				5.38	5.03
6.1- 8.0	7.08	7.20				7.10	7.02
8.1-10.0	8.76	8.96		8.30	8.66	9.38	8.89
10.1-12.0	10.90	11.28	11.25	11.00	11.00	11.69	11.08
12.1-14.0	12.98	12.82	13.17	13.10	12.93	12.64	12.68
14.1-16.0	14.98	14.97	15.08	15.20	14.95	15.11	15.30
16.1-18.0	17.25	17.24	17.26	17.16	17.21	17.38	17.13
18.1-20.0	18.80	19.32	19.03	18.95	19.08	19.07	19.13
20.1-22.0	21.40	21.01	21.01	20.92	20.93	20.67	21.14
22.1-24.0	23.00	23.50	23.01	22.56	22.56	22.84	22.53
24.1-26.0	24.65	24.50	25.18	24.85	24.85	24.50	25.55
26.1-28.0	27.17	27.48	27.00	27.10	27.10	27.28	27.10
28.1-30.0	29.60	29.20	29.03	29.75	29.75	29.40	29.30
30.1-32.0	30.67	30.84	31.10	31.20	31.20	30.60	31.75
32.1-34.0	33.27	32.87	32.83	33.30	33.30	32.76	32.80
34.1-36.0	34.25	35.20	35.10	36.00	36.00	35.50	34.60
36.1-38.0	37.60	37.15	36.50				
38.1-40.0	39.40						
40.1-42.0	41.20						
Number of trees							
2.1- 4.0	2					1	1
4.1- 6.0	11	3				8	8
6.1- 8.0	13	7				14	12
8.1-10.0	14	6		6	14	9	7
10.1-12.0	16	5	2	9	10	7	8
12.1-14.0	13	9	5	10	16	9	10
14.1-16.0	11	13	11	13	13	3	8
16.1-18.0	4	11	19	15	9	8	9
18.1-20.0	14	10	17	13	8	7	6
20.1-22.0	6	14	20	8	9	3	7
22.1-24.0	5	4	11	5	2	11	6
24.1-26.0	4	2	7	2	1	2	4
26.1-28.0	6	5	2	3	2	5	1
28.1-30.0	2	3	3	2	3	1	7
30.1-32.0	6	5	2	3	1	3	4
32.1-34.0	3	3	3	2	1	5	3
34.1-36.0	2	2	2	1	2	2	1
36.1-38.0	1	4	1				1
38.1-40.0	1						1
40.1-42.0	1						1
Total	135	106	104	92	91	102	104

**Table 2.** Relationship between age class and volume of D, B, H total increment.

Tree species Age class	Average of D, B, H total increment						
	<i>Tilia amurensis</i>	<i>Fraxinus mandshurica</i>	<i>Juglans mandshurica</i>	<i>Cornus controversa</i>	<i>Betula platyphylla</i>	<i>Ulmus davidiana</i>	<i>Populus davidiana</i>
yrs	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
6-10	5.52	6.60	12.73	8.00	7.15	5.50	6.18
11-15	7.52	7.45	16.83	11.26	11.08	7.20	8.40
16-20	11.16	9.75	22.35	15.20	13.91	10.20	11.60
21-25	13.89	11.89	29.73	18.98	18.86	11.70	13.73
26-30	16.90	15.10	35.10	23.40	22.85	13.80	17.26
31-35	19.80	18.00	41.24	29.85	27.82	15.27	20.17
36-40	24.98	20.38	45.60	34.20	33.27	19.80	24.61
41-45	28.74	23.83				21.86	26.00
46-50	30.80	26.73				23.89	27.50
51-55	33.94					26.65	30.10
56-60	39.40	34.75				28.90	31.73
61-65		35.10				31.30	

가. 推定式的 誘導  
 앞의 資料(Table 1)를 가지고 推定式을 誘導하기  
 爲하여 平均 連年直徑 成長量, 平均 胸高直徑 成長  
 量, 本數와의 關係를 合과 自乘合을 求한 數値는 다  
 음과 같다.

Table 3의 값에 依하여 式을 誘導하면 各 數値와  
 回歸式은 다음과 같다.

$$\hat{y} = 0.75209 - 0.00444X$$

나. 推定式의 有意性 檢定: 有意性 檢定을 하여 본  
 바 回歸係數는 高度의 有意性이 있었으므로 胸高直

**Table 3.** Relationship between D, B, H class and mean D, B, H or mean I. (*Tilia amurensis*)

D, B, H class (4.1~42.0 cm)	X [mean D, B, H]	Y [mean I]	W [number of trees]	WX	WY	WX <sup>2</sup>	WY <sup>2</sup>	WXY
total	442.34	12.47	135	2100.73	92.27	44765.60	63.97	1382.17

**Table 4.** Result of current annual diameter according to D, B, H class.

D, B, H class	Volume of annual increment	D, B, H class	Volume of annual increment
cm	cm	cm	cm
10	0.71	32	0.61
12	0.70	34	0.60
14	0.69	36	0.59
16	0.68	38	0.58
18	0.67	40	0.57
20	0.66	42	0.57
22	0.65	44	0.56
24	0.65	46	0.55
26	0.64	48	0.54
28	0.63	50	0.53
31	0.62		

徑과 連年直徑 成長量間에는 分明히 回歸關係가 成立되며, 相關係數  $r = -0.512$  (1% 水準의 有意性로서 負<sup>(-)</sup>의 相關을 認定할 수 있었다.

다. 成長量의 推定

前項에서 求한 直線回歸式에 胸高直徑級(X)을 代入하여 胸高直徑級에 따른 連年直徑 成長量을 推定하면 다음과 같다. (table 4.)

2. 樹令級에 따른 胸高直徑 總成長量의 推定

가. 推定式의 誘導

앞의 資料(Table.2)를 가지고 推定式을 誘導하기 爲하여 樹令, 平均 胸高直徑 總成長量에 對한 關係를 求한 數値는 다음과 같다.

Table.5의 값에 依하여 式을 誘導하면 各 數値와 回歸式은 다음과 같다.

$$y = -1.05052 + 1.42464 X - 0.00485 X^2$$

나. 成長量의 推定

前項에서 求한 曲線回歸式에 樹令級(X)을 代入하여 樹令級에 따른 胸高直徑 總成長量을 推定하면 다음과 같다. (table 6.)

Table 5. Relationship between age class and D. B. H total increment (*Juglans mandshurica*).

Age class (4-40 yrs)	X [mean age]	X <sup>2</sup>	Y [mean D. B. H]	(X)(X <sup>2</sup> )	XY	(X <sup>2</sup> )(X <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup> Y
total	163	4,439	203.22	133,957	5,500.42	4,308,491	165,170.56

Table 6. Result of D. B. H total increment according to tree age class.

Age class	Volume of D. B. H total increment	Age class	Volume of D. B. H total increment
yrs	cm	yrs	cm
10	12.71	32	39.57
12	15.34	34	41.78
14	17.94	36	43.95
16	20.50	38	46.18
18	23.02	40	48.17
20	25.50	42	50.22
22	27.94	44	52.24
24	30.34	46	54.22
26	32.71	48	56.15
28	35.03	50	57.93
30	37.32		

3. 樹種別 成長量 比較

가. 胸高直徑級에 따른 連年直徑 成長量

1) 直線回歸式

- Tilia amurensis* :  $\hat{y} = 0.75209 - 0.00444 X$
- Fraxinus mandshurica* :  $\hat{y} = 0.67049 - 0.00472 X$
- Juglans mandshurica* :  $\hat{y} = 1.41814 - 0.00819 X$
- Cornus controversa* :  $\hat{y} = 0.91546 - 0.00398 X$
- Betula platyphylla* :  $\hat{y} = 0.88573 - 0.01032 X$
- Ulmus davidiana* :  $\hat{y} = 0.85575 - 0.01728 X$
- Populus davidiana* :  $\hat{y} = 0.80427 - 0.0129 X$

2) 成長量의 比較 (Fig. 1.)

나. 樹令級에 따른 胸高直徑 總成長量

1) 曲線回歸式

- Tilia amurensis* :  $\hat{y} = -4.91521 + 0.04140 X - 0.00521 X^2$
- Fraxinus mandshurica* :  $\hat{y} = 0.26727 + 0.75902 X - 0.00317 X^2$
- Juglans mandshurica* :  $\hat{y} = -1.07655 + 1.42464 X - 0.00191 X^2$
- Cornus controversa* :  $\hat{y} = -1.07655 + 0.91568 X - 0.00191 X^2$
- Betula platyphylla* :  $\hat{y} = -0.75257 + 0.80696 X - 0.00195 X^2$
- Ulmus davidiana* :  $\hat{y} = -7.65368 + 1.10940 X$

$$\begin{aligned}
 & -0.00871X^2 \\
 \text{Populus davidiana} : \hat{y} = & -0.10220 + 0.70822X \\
 & -0.00263X^2
 \end{aligned}$$

結 論

2) 成長量의 比較 (Fig. 2.)

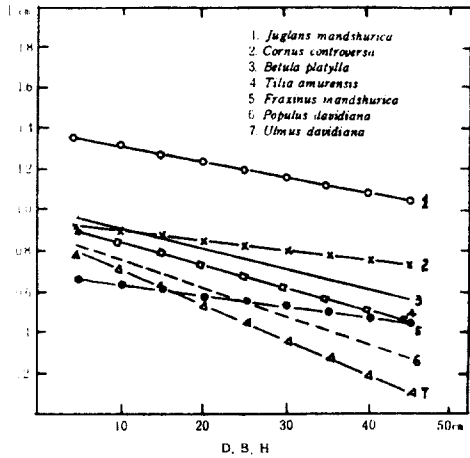


Fig. 1. Comparison of current annual increment according to D. B. H class.

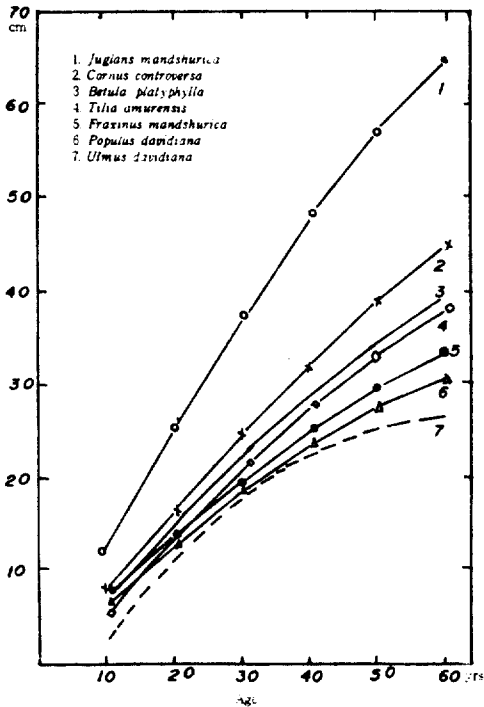


Fig. 2. Comparison of D. B. H total increment according to tree age class.

本研究는 우리 나라 中部 山間地方에서 自生하고 있는 潤葉樹 天然林分을 對象으로 主要한 7個 樹種 (피나무, 들메나무, 가래나무, 층층나무, 자작나무, 느릅나무, 사시나무)을 選擇하여 直徑 成長量을 調査하고자 胸高部位에서 成長錐(increment borer)로 木片(core)을 採取한 後 그 資料를 가지고 直徑 成長量을 推定 比較(胸高直徑級에 따른 連年直徑 成長量과 樹令級에 따른 胸高直徑 總成長量 關係를 推定) 하였다.

그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 胸高直徑級에 따른 連年直徑 成長量은 가래나무, 층층나무, 자작나무, 피나무, 들메나무, 사시나무, 느릅나무 順으로 나타났다.
2. 樹令級에 따른 胸高直徑 總成長量은 가래나무, 층층나무, 자작나무, 피나무, 들메나무, 사시나무, 느릅나무 順으로 나타났다.
3. 가래나무는 他樹種에 比하여 成長量이 越等히 優秀했으며, 特히 느릅나무와 사시나무는 成長의 鈍化現象이 빨리 나타났다.

引用 文 獻

1. Chapman, H. H., and W. H. Meyer. 1949. Forest mensuration, pp.320-323.
2. 鄭性鎭. 1973. 主要樹種의 直徑成長量에 關한 研究: 26-57.
3. 李麗夏. 1973. 리기다 소나무林的 直徑 連年成長量 推定. 韓國林學會誌 17: 24-27.
4. Meyer, M. A. and F. B. Nelson. 1955. Accuracy of forest growth determination based on the measurement of increment cores. For. Service. USDA 19:20.
5. Spurr, S. H. 1952. Simplified computation of volumes and growth, Jour. For. 52: 914-922.
6. 西澤正久. 1960. 森林測定法. 日本 地球出版社, pp.213-244.
7. 尹成模. 1972. 森林의 重量生産 및 材積 推定에 關한 研究: 19-37.