

소나무林的 林分構造 解析에 關한 研究^{1*}
尹鍾和² · 金酒泉²

**Studies on the Analysis of Stand Structure
Korean Red Pine(*Pinus densiflora*)^{1*}**

Jong Wha Yun² and Ju Cheon Kim²

要 約

본 연구는 소나무林的 林分構造를 명확히 解析하여 實用적인 施業計劃을 세울 수 있는 기초자료를 얻기 위해 실시되었다. 이를 위해 江原地方에서 환경과 입지조건이 다른 高城과 平昌의 소나무林中 撫育間伐이 시행되지 않은 2영급 소나무林的 林分構造를 조사·분석한 결과는 다음과 같다.

1. 直徑級別 本數分布에서 高城地方은 左非對稱形이며, 平昌地方은 對稱形의 分布를 하고 있었다.
2. 胸高直徑에 따른 樹高曲線은 線形的으로 나타났으며 平昌地方이 높았다.
3. 林分材積과 ha당의 本數는 平昌地方이 높았다.
4. 최근 5개년 간의 胸高直徑 生長量은 直徑級이 클수록 크게 나타났다.
5. 胸高直徑과 樹高 및 材積의 總生長量은 15년생 이후부터 平昌地方이 높았다.

ABSTRACT

This study was conducted to investigate and interpret the stand structure of Korean Red pine (*Pinus densiflora*) stands in Kangwon province, so as to provide basics information for effective forest management. The results obtained in this study were as follows :

1. Number of trees distribution for each diameter class have left nonsymmetrical in Gosung districts, but symmetrical distribution in Pyungchang districts.
2. Height curve for D.B.H. Distribution becomes liner shape in Pyungchang districts that more higher than Gosung districts.
3. Stand volume and number of trees per ha in Pyungchang districts are higher than Gosung districts.
4. D.B.H. growth increments during recent 5 years at large D.B.H. class has much lager than low D.B.H. class.
5. Total growth increments of D.B.H., height and volume in Pyungchang districts are or the higher than Gosung districts ovetimes 15 years later.

Key Words : *Pinus densiflora*, stand structure, tending and regeneration operations, forest management planning.

¹ 接受 1994年 2月 7日 Received on February 7, 1994.

² 江原大學校 林科大學 College of Forestry, Kangwon National University, Chunchon, Korea.

* 이 研究는 1992年度 教育部支援 韓國學術 振興財團의 自由公募(地方大學育成) 課題 學術研究助成費에 의하여 研究되었음.

緒 論

소나무林은 우리나라 全域에 걸쳐 넓게 분포되어 있는 대표적인 樹種으로 기후와 환경적인 특성에 비교적 알맞은 樹種이라 할 수 있다. 그러나 대부분의 소나무林은 撫育施業이 전혀 실시되지 않은 자연상태로 방치되어 정상적으로 생육하지 못하고 있어 귀중한 森林資源으로서의 가치를 크게 상실하고 있다.

林業經營者가 합리적인 林業經營計劃을 수립하기 위해서는 변화하는 林分의 狀況을 정확히 파악해야 한다. 林分의 構成狀態, 즉 林分構造의 解析은 林業經營을 위한 현재의 狀況을 파악하는 基礎資料로 이용될 뿐만 아니라, 미래의 林分變化狀況을 예측할 수 있는 출발점이 된다. 더욱이 林分構造는 항상 변화하는 것으로, 이의 임분구조 해석은 營林計劃과 撫育施業政策을 수립함에 있어서, 가장 중요한 기초자료가 된다. 그러나 현재까지 소나무林의 林分構造나 生長에 관한 기초연구는 미흡한 실정으로 소나무林의 생태적 특성에 관한 연구가 일부 수행되어 왔을 뿐이다. 특히 江原地方의 소나무 幼齡林은 적절한 撫育施業이 제대로 실행되지 않은 상태로 방치되어 肥大生長은 억제되고, 樹高만이 徒長하는 허약한 林相으로 매년 雪害木이 증가되고 있는 실정이다.

본 연구는 江原道 平昌地方과 高城地方의 2영급인 소나무 幼齡林을 대상으로 林分構造의 기초자료로서, 현재의 임분상태인 直徑級別의 本數推定, 樹高曲線式的 유도, ha당의 林分材積, 최근 5개년간의 生長量 및 總生長量을 조사하여 앞으로 撫育施業의 자료로서 제공하는데 그 목적이 있다²⁾.

資料 및 方法

1. 資料

강원도 동해안의 高城地方과 중부의 平昌地方의 2齡級 소나무林으로부터 20m×20m(0.04ha)의 標準地를 각 지역별로 10개씩, 총 20개를 설정하여 胸高直徑 6cm 이상의 林木을 대상으로 하였다.

2. 方法

1) 直徑級別 本數의 推定

標準地 내에서 每木調査한 값에 의하여 ha당 本數 및 Weibull 分布에 의하여 直徑級別 本數를 추정하였다^{4,5,6)}.

2) 樹高曲線式的 誘導

각각의 標準地에서 ha당 胸高斷面積을 추정하기 위하여 Spiegel Relascope를 시준할 때 count된 林木의 胸高直徑 및 樹高를 실측하여 一變數 樹高曲線式(H=aD^b)을 유도하였다.

3) ha당 材積의 推定

材積推定은 標準地 내에서 Spiegel Relascope(K=2)에 의하여 ha당 胸高斷面積을 측정하여 다음 식(1)에 의하여 ha당 材積을 추정하였다¹⁾.

$$V = G \cdot H \cdot F \tag{1}$$

단, V: 材積(m³/ha), G: 胸高斷面積合計(m²/ha), H: 平均樹高(m), F: 形數

4) 최근 5개년간의 直徑生長量 推定

각각의 標準地에서 ha당 胸高斷面積을 추정하기 위하여 Spiegel Relascope를 시준할 때 count된 林木에서 채취한 木片으로부터 최근 5개년간의 直徑生長量을 실측하여 直徑生長量을 추정하였다.

5) 總生長量의 推定

標準地 내에서 각각 10本の 標準木을 벌도하여 樹幹析解에 의하여 樹高, 胸高直徑 및 材積의 生長量을 추정하였다.

結果 및 考察

1. 直徑級別 本數의 推定

標準地 내의 林木을 대상으로 高城地方과 平昌地方의 각각 10개 標準地에서 每木調査를 실시하여 Weibull分布에 의한 直徑級別 本數를 추정하였다. 우선 高城地方의 直徑級別 分布를 추정하기 위하여 每木調査한 결과의 평균값은 Table 1과 같으며, 또한 Weibull分布를 구하기 위한 기초적인 豫備計算에서 X_i(lnx_i)에 따른 本數分布는 Table 2와 같다. 이 값으로 Weibull분포의 母數의 값은 다음 순서에 의하여 구하였다.

$$X = \frac{0 \times 6 + 0.693 \times 10 + 1.099 \times 9 + \dots + 2.773 \times 1}{89} = 1.57049382$$

Table 1. Diameter distribution of sample plot in Gosung districts (0.04ha)

D.B.H. (cm)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Σ
f _i	6	10	9	9	11	11	10	5	5	4	2	2	2	1	1	1	89

Table 2. Diameter distribution of X_i(lnx_i)

D.B.H. (y _i)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Σ
x _i (y _i -5)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
X _i =lnx _i	0		1.099		1.609		1.946		2.197		2.398		2.565		2.708		
		0.693		1.386		1.792		2.079		2.303		2.485		2.639		2.773	
f _i	6	10	9	9	11	11	10	5	5	4	2	2	2	1	1	1	89

$$S_x = \sqrt{\frac{(0^2 \times 6 + 0.693^2 \times 10 + 1.099^2 \times 9 + \dots + 2.773^2 \times 1)}{89}} = 1.5705^2$$

$$= 0.679337729$$

Weibull分布에서 母數의 추정은 여러가지 방법이 있으나 여기서는 r=0.17, t=0.97을 이용하여 다음과 같이 b, c의 값을 구하였다.

$$\hat{X}_p = \bar{X} + Z_p S_x$$

$$\text{단, } Z_p = \frac{r + \ln\{-\ln(1-p)\}}{\epsilon}$$

$$r : 0.577216 (\text{Euler 定數})$$

$$\epsilon : \frac{\pi}{\sqrt{6}} = 1.28254983$$

$$\hat{X}_{0.17} = \bar{X} - 0.86002 S_x$$

$$= 1.5705 - 0.86002 \times 0.6793$$

$$= 0.98628841$$

$$e^{X_{0.17}} = e^{0.98628841}$$

$$= 2.681264238$$

$$\hat{X}_{0.97} = \bar{X} + 1.42829 S_x$$

$$= 1.5705 + 1.42829 \times 0.6793$$

$$= 2.540737397$$

$$e^{X_{0.97}} = e^{2.540737397}$$

$$= 12.68902437$$

$$\hat{c} = \frac{\ln\left\{\frac{\ln(1-r)}{\ln(1-t)}\right\}}{\ln\left(\frac{e^{\hat{X}_r}}{e^{\hat{X}_t}}\right)}$$

$$\hat{c} = \frac{\ln\left\{\frac{\ln(1-0.17)}{\ln(1-0.97)}\right\}}{\ln\left(\frac{2.681264238}{12.68902437}\right)}$$

$$\therefore \hat{c} = 1.88806454$$

$$\hat{b} = \exp\left[\frac{\ln e^{\hat{X}_r} - \ln e^{\hat{X}_t} \left\{\frac{-\ln(1-r)}{\ln\{-\ln(1-t)\}}\right\}}{1 - \frac{\ln\{-\ln(1-r)\}}{\ln\{-\ln(1-t)\}}}\right]$$

$$= \exp\left[\frac{\ln 2.681264238 - \ln 12.68902437 \left\{\frac{\ln\{-\ln(1-0.17)\}}{\ln\{-\ln(1-0.97)\}}\right\}}{1 - \frac{\ln\{-\ln(1-0.17)\}}{\ln\{-\ln(1-0.97)\}}}\right]$$

$$\therefore \hat{b} = 6.528751775$$

- 단, a : 位置의 母數
- b : 尺度の 母數
- c : 形의 母數

a는 最小直徑이 6cm이므로 6-1=5가 되어 a=5, b=6.5288, c=1.8881의 값으로 Weibull 분포의 確率密度函數는 다음과 같이 구한다.

$$\therefore g(y_i) = \left(\frac{c}{b}\right) \left(\frac{y_i - a}{b}\right)^{c-1} \cdot \exp\left\{-\left(\frac{y_i - a}{b}\right)^c\right\} \quad (2)$$

胸高直徑 6cm일 때

$$g_{(6)} = 1 \times \left(\frac{1.8881}{6.5288}\right) \cdot \left(\frac{6-5}{6.5288}\right)^{0.8881} \cdot \exp\left\{-\left(\frac{6-5}{6.5288}\right)^{1.8881}\right\}$$

$$= 0.05308468$$

같은 방법으로 7cm, 8cm, ..., 21cm에 대해 계산한다. 우변의 첫항에 1은 직경급을 1cm로 하였음을 나타낸다. 이와같이 차례로 계산하여 정리한 값에 ha당의 總本數를 곱하여 ha당 直徑級別 本數分布를 추정한 값은 Table 3과 같다.

여기에서 g_(y_i)의 確率密度函數의 합이 1이 아니므로 1/0.9913 = 1.008776의 修正係數를 g_(y_i)에 곱하여 g'_(y_i)를 구한다. f_i는 標準地에서 실측한 本數이며, f_i'는 실측한 總本數에 g'_(y_i)의 값을 곱한 본수로, f_i'/ha는 f_i를 25배한 ha당의 본수를 나타내고 있다.

또한, 平昌地方의 10개 標準地에서 每木調査하여 평균한 직경분포의 값은 Table 4와 같다.

Table 4의 값을 이용하여 高城地方과 같은 방법으로 Weibull分布의 母數를 추정한 결과는

Table 3. Comparison of the actual and the estimated distributions by Weibull density function.

D.B.H.	$g_{(y)}$	$g'_{(y)}$	f_1	\hat{f}_1	\hat{f}_1/ha
6	0.0531	0.0536	6	5	119
7	0.0909	0.0917	11	8	204
8	0.1151	0.1161	9	10	258
9	0.1259	0.1271	9	11	283
10	0.1247	0.1259	11	11	280
11	0.1144	0.1155	11	10	257
12	0.0983	0.0993	10	9	221
13	0.0798	0.0797	5	7	177
14	0.0615	0.0621	5	6	138
15	0.0451	0.0456	4	4	102
16	0.0316	0.0319	2	3	71
17	0.0212	0.0215	2	2	48
18	0.0136	0.0138	2	1	31
19	0.0084	0.0085	1	1	19
20	0.0049	0.0049	1	1	11
21	0.0028	0.0028	1	0	6
Σ	0.9913	1.0000	89	89	2225

Table 4. Diameter distribution of sample plot in *Pyungchang* districts (0.04ha)

D.B.H. (cm)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Σ
f_1	1	2	4	8	9	12	11	14	9	7	6	3	2	2	1	1	92

Table 5. Comparison of the actual and the estimated distributions by Weibull density function.

D.B.H.	$g_{(y)}$	$g'_{(y)}$	f_1	\hat{f}_1	\hat{f}_1/ha
6	0.0081	0.0081	1	1	19
7	0.0262	0.0263	2	2	60
8	0.0507	0.0508	4	5	117
9	0.0776	0.0778	8	7	179
10	0.1024	0.1026	9	9	236
11	0.1203	0.1206	12	11	277
12	0.1279	0.1281	11	12	295
13	0.1239	0.1242	14	12	286
14	0.1098	0.1100	9	10	253
15	0.0888	0.0890	7	8	205
16	0.0656	0.0657	6	6	151
17	0.0441	0.0442	3	4	102
18	0.0269	0.0270	2	3	62
19	0.0149	0.0149	2	1	34
20	0.0074	0.0074	1	1	17
21	0.0033	0.0033	1	0	7
Σ	0.9979	1.0000	92	92	2300

$a=5$, $b=8.4536$, $c=2.7542$ 였다. 이 값으로 Weibull분포의 確率密度函數를 구한 다음 ha당 의 總本數를 곱하여 直徑級別 本數分布를 추정한 결과는 Table 5와 같다. 高城地方과 平昌地方의 直徑級別 本數分布를 비교한 관계를 圖示하면 Fig. 1과 같다.

高城地方의 直徑分布는 左非對稱으로 小徑木이

집중적으로 密生상태를 나타내고 있었으며, 平昌 地方의 直徑分布는 비교적 正規分布에 가까운 對稱形으로 정상적인 상태를 나타내고 있었다. 이 本數分布는 林分構造의 解析상 가장 기초가 되는 것으로 撫育間伐 指標의 基礎尺度로 활용될 수 있다.

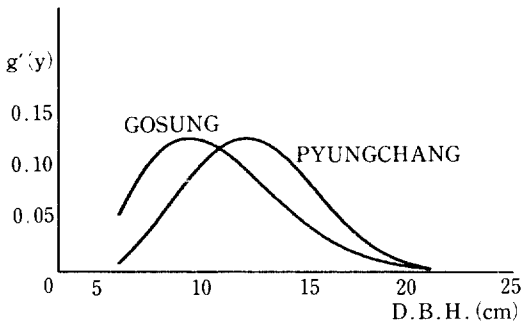


Fig. 1. Comparison of probability density functions in two districts

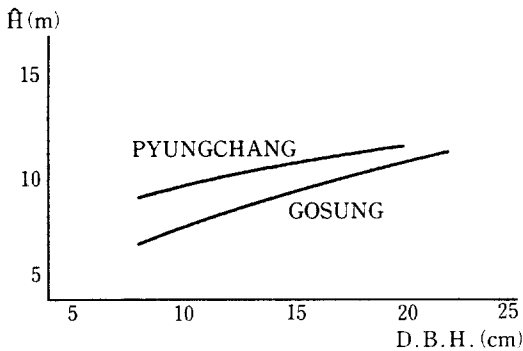


Fig. 2. Comparison of height curves by diameter class in two districts

2. 樹高曲線式의 誘導

高城과 平昌의 두 지방에서 每木調査한 標準地

에서 ha 당 胸高斷面積의 추정을 위해 Spiegel Relascope를 시준하여 count된 林木을 표준목으로 하였다. 그 標準木의 胸高直徑과 樹高를 측정하여 胸高直徑級別 平均樹高를 구하였다. 이 값을 자료로 直徑級別 樹高를 다음 曲線式에 의하여 추정하였다.

$$H = aD^b$$

양변에 대수를 취하면 $\log H = \log a + b \log D$ 이 식을 最小自乘法에 의하여 구하는 正規方程式은 다음과 같다³⁾.

$$n \log a + b \sum \log D = \sum \log H \quad (3)$$

$$\log a \sum \log D + b \sum \log^2 D = \sum \log D \sum \log H \quad (4)$$

위 식에 의하여 계산된 胸高直徑에 따른 樹高 曲線式은 다음과 같다.

$$\text{平昌地方 } \hat{H} = 5.1184 D^{0.2722} \quad (r=0.95)$$

$$\text{江原地方 } \hat{H} = 2.3360 D^{0.5141} \quad (r=0.92)$$

단, \hat{H} : 樹高(m)

D : 胸高直徑(cm)

각 直徑에 따른 추정치의 결과는 Table 6과 같으며, 이들의 관계를 圖示하면 Fig. 2와 같다.

두 지방의 曲線式을 비교한 결과, 平昌地方의 樹高가 高城地方보다 훨씬 높은 것으로 나타났다. 直徑級이 커짐에 따라 曲線모양을 나타내는 것이 일반적인 경향이나, 소나무의 幼齡林에서는 直線의으로 生長하고 있었다.

Table 6. Estimated height by height curves in two districts

Pyungchang			Gosung		
D.B.H. (cm)	\hat{H} (m)	\hat{H} (m)	D.B.H. (cm)	\hat{H} (m)	\hat{H} (m)
8	8.9	9.01	8	6.3	6.73
9	9.1	9.31	9	7.7	7.14
10	9.6	9.58	10	8.0	7.54
11	9.8	9.83	11	8.2	7.91
12	10.5	10.07	12	7.7	8.28
13	10.1	10.29	13	7.5	8.62
14	10.7	10.50	14	9.3	8.95
15	11.0	10.70	15	9.6	9.28
16	10.7	10.89	16	10.2	9.59
17	11.5	11.07	17	10.2	9.89
18	11.4	11.24	18	9.9	10.18
19	11.0	11.41	19	10.5	10.47
20	11.2	11.57	20	9.6	10.75
			21	11.6	11.02
			22	11.6	11.28

Table 7. Growth rate of D.B.H. by diameter class for recent 5 years in two districts

Pyungchang			Gosung		
D.B.H. (cm)	İ(cm)	Î(cm)	D.B.H. (cm)	İ(cm)	Î(cm)
9	1.0	1.19	8	1.2	1.27
10	1.2	1.31	9	1.3	1.32
11	1.5	1.42	10	1.3	1.37
12	1.5	1.54	11	1.3	1.43
13	1.7	1.65	12	1.6	1.48
14	1.8	1.77	13	1.8	1.53
15	2.1	1.88	14	1.4	1.58
16	2.2	2.00	15	1.6	1.64
17	2.1	2.11	16	1.9	1.69
18	2.4	2.23	17	1.9	1.74
19	2.4	2.34	18	1.7	1.79
20	2.0	2.46	19	1.9	1.85
			20	1.7	1.90
			21	2.0	1.95
			22	1.9	2.00

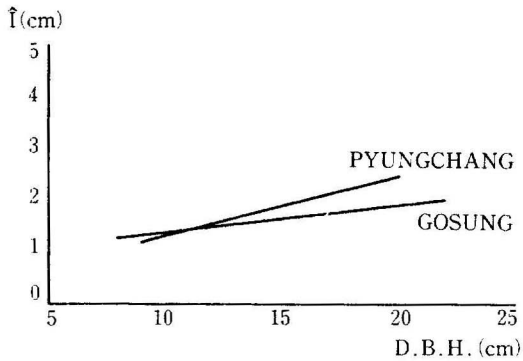


Fig. 3. Growth rate of D.B.H. by diameter class for recent 5 years in two districts

3. ha당 材積의 推定

標準地 내에서 Spiegel Relascope(K=2)에 의하여 ha당 胸高斷面積을 측정 한 다음 식(1)에 의하여 ha당 材積을 추정하였다. 그 결과는 高城地方이 109.9m³/ha로서 표준편차 12.7, 변이계수 11.6%로 나타났으며, 平昌地方은 142.4m³/ha, 표준편차 10.7, 변이계수 7.5%로서 산출되었다. 高城과 平昌地方의 ha당 材積을 구한 결과, 平昌地方의 값이 훨씬 높았다. 이는 count된 本數에도 다소 차이는 있었으나, 平昌地方의 樹高가 높아 材積의 차를 나타내었다.

4. 최근 5개년간의 直徑生長量 推定

高城과 平昌의 두 지방에서 每木調査한 標準地

에서 ha당 胸高斷面積의 추정을 위해 Spiegel Relascope를 시준하여 count된 임목을 標準木으로 하였다. 그 표준목에서 胸高直徑을 측정하고, 그 部位에서 生長錐로 木片을 채취하여 최근 5개년간의 胸高直徑 生長量을 측정하여 胸高直徑級別 平均 胸高直徑 生長量을 구하였다. 이 값을 자료로 하여 直徑級別 生長量을 다음 回歸式에 의하여 추정하였다.

$$I = a + bD$$

이 식을 最小自乘法에 의하여 구하는 正規方程式은 다음과 같다.

$$na + b\Sigma D = \Sigma I \tag{5}$$

$$a\Sigma D + b\Sigma D^2 = \Sigma DI \tag{6}$$

위 식에 의해 계산된 胸高直徑에 따른 최근 5개년간 胸高直徑 生長量의 추정식은 다음과 같다.

$$\text{平昌地方 } \hat{I} = 0.1570 + 0.1150D \quad (r=0.9105)$$

$$\text{高城地方 } \hat{I} = 0.8485 + 0.0526D \quad (r=0.8478)$$

단, Î: 최근 5년간의 直徑生長量(cm)

D: 胸高直徑(cm)

각 直徑에 따른 추정치의 결과는 Table 7과 같으며, 이들의 관계를 圖示하면 Fig. 3과 같다.

최근 5개년간의 胸高直徑 生長量은 일반적으로 胸高直徑이 커짐에 따라 작아지는 것이 보통이나 2齡級인 同齡 單純林에서는 胸高直徑이 크면 클수록 최근 5개년간의 胸高直徑 生長量이 증대됨을 알 수 있다.

Table 8. Total growth comparisons of D.B.H., height and volume in two districts

Year	D.B.H. (cm)		Height (m)		Volume (m ³)	
	Pyungchang	Gosung	Pyungchang	Gosung	Pyungchang	Gosung
5			1.083	0.767	0.000032	0.000027
10	1.187	1.517	2.830	2.367	0.000350	0.000540
15	4.745	4.714	4.950	5.180	0.004720	0.005020
20	8.893	7.700	8.650	7.310	0.023920	0.017850
25	12.85	10.85	12.540	9.320	0.073520	0.046680

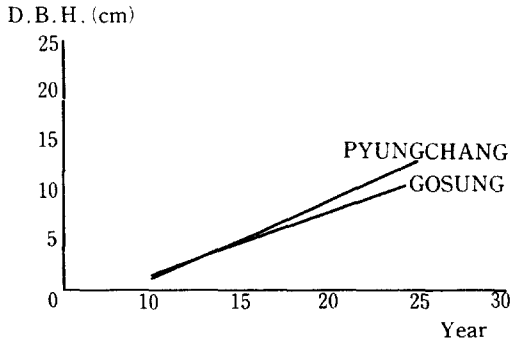


Fig. 4. Comparison of total growth rate for D.B.H. in two districts

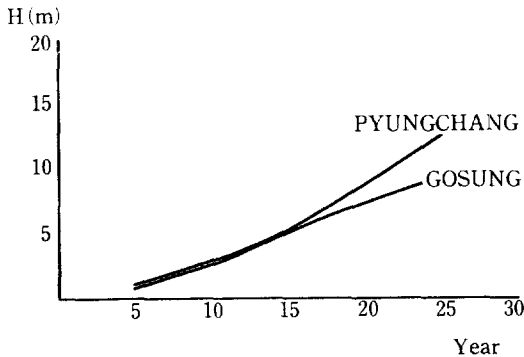


Fig. 5. Comparison of total growth rate for height in two districts

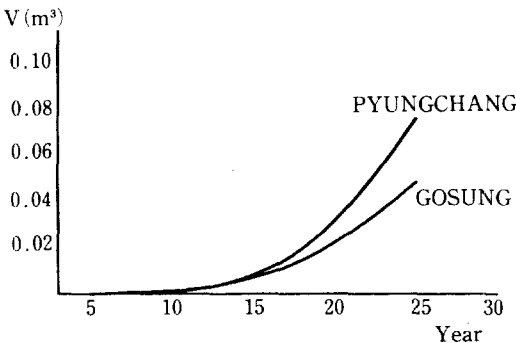


Fig. 6. Comparison of total growth rate for volume in two districts

5. 總生長量의 推定

高城과 平昌地方에서 각각 10本の 標準木을 벌도하여 각 지방별로 平均한 자료로 樹幹析解圖를 작성하여 胸高直徑, 樹高, 材積의 總生長量을 推정한 결과는 Table 8과 같으며 이들을 비교한 그림은 Fig. 4~Fig. 6과 같다.

生長量을 비교한 결과 胸高直徑, 樹高의 總生長量은 초기에는 高城地方이 높았으나 15년 후부터는 平昌地方이 높았으며, 材積 總生長量은 15년까지는 비슷했으나 그 이후는 平昌地方이 현저하게 높았다.

結 論

江原道 동해안의 高城과 內陸인 平昌의 두 地方에서 아직까지 撫育施業이 시행되지 않은 2齡級 소나무林的 林分構造를 비교·분석한 결과는 다음과 같다.

1. 胸高直徑級別 本數分布는 高城地方은 左非對稱으로 小經木이 밀생하게 분포되어 있었으며, 平昌地方은 正規에 가까운 對稱으로 分布되어 있었다.
2. 胸高直徑을 함수로 하는 樹高曲線은 거의 線形的인 모양을 나타내고 있었으며 平昌地方이 高城地方보다 더 높았다. 특히 小經木에서 그 차이가 심하였다.
3. 소나무林(25년생)의 ha당 林木材積은 高城地方이 平均材積 109.9m³, 표준편차는 12.7이었으며, 平昌地方이 平均材積 142.4m³, 표준편차는 10.7이었다.
4. 최근 5개년간의 胸高直徑 生長量은 直徑級이 클수록 초기는 高城地方이 높았으나 후기는 平昌地方이 높았다.
5. 胸高直徑, 樹高 및 材積의 總生長量은 초기에는 高城地方이 높았으나 15년 이후부터 平昌

地方이 더 높게 나타났다.

林分構造의 解析을 위해 장기적인 直徑分布의 變化, 同令 單純林에서의 최근 直徑生長量의 추정 및 直徑級에 따른 樹高曲線의 變化 등에 대한 研究가 지속적으로 進行되어야 할 것으로 사료된다.

引用 文 獻

1. 中島道郎. 1969 林業實習ハンドブック. 朝倉書店: 328~330.
2. 西澤正久. 1976. 林分シミュレーションに對する生長モデルの研究(II). 日本九研論 29: 47~48.
3. 奥野忠一. 1982. 應用統計ハンドブック. 養賢堂: 85~90.
4. 尹鍾和. 1983. Weibull分布를 應用한 林學研究(I)~直徑分布의 推定~. 韓國林學會誌 59: 46~50.
5. 尹鍾和. 1983. Weibull分布를 應用한 林學研究(II)~Gamma 函數에 의한 Parameter의 推定~. 韓國林學會誌 61: 1~7.
6. 尹鍾和·趙鉉國. 1991. Weibull分布에 의한 直徑分布에 관한 研究~동해안 일대 海송林을 중심으로~. 韓國林學會誌 80(4): 420~426.