

## 소나무天然集團의 變異에 關한 研究 (II)\*<sup>1</sup>

—溟州, 蔚珍, 水原集團의 針葉 및 材質形質—

任 慶 彬\*<sup>2</sup> · 權 琦 遠\*<sup>2</sup>

### The Variation of Natural Population of *Pinus densiflora* S. et Z. in Korea(II)\*<sup>1</sup>

—Characteristics of Needle and Wood of Myong-Ju, Ul-Jin, and Suweon Populations—

Kyong Bin Yim,\*<sup>2</sup> Ki Won Kwon\*<sup>2</sup>

For study on the variation of natural stand, three populations of *Pinus densiflora* S. et Z. were selected at Samsanri Yongogmyun Myongjugun Kangwondo (4), Hawonri Seomyun Uljingu Kyongbuk (5), and Emogdong Suweon Kyongkido (6) successively after the selection of three population in 1974. Twenty individual trees were chosen from each population and the morphological characteristics of trees, needle and wood properties were investigated on the trees.

The results are summarized as follows;

1. Serration density, resin canal number in needle did not show significant differences, however stomata row number in the both sides of needle showed highly significant differences among 3 populations. But significant differences were calculated among individual trees in a population regarding any character of needles.
2. All population had high correlation on the stomata row between abaxial and adaxial side of needle.
3. The Myongjugun population showed the highest value of resin duct index, which means the population had the highest degree of hybrid character.
4. The ring segment width and summerwood percentage in the wood properties had significant differences, and yet specific gravity and tracheid length had not significant differences statistically among 3 populations. But all the values were significant statistically among the ring segments within population.
5. The ring segment width decreased rapidly with increasing tree age but summerwood percentage, specific gravity, tracheid length increased slowly to the middle age of tree and then decreased slowly after the age.

But the patterns of decrease or increase were some different by population.

6. The values of Uljingu population were generally high in the coefficient of variation on all the needle characters.

And the values of Suweon population were always the highest and those of Myongjugun population the lowest in the coefficient of variation on all the wood properties.

소나무 天然林分의 變異를 연구하기 위해 1974年度의 3個集團選拔에 이어서 소나무 3個集團이 江原道 溟州郡 連谷面 三山里(4), 慶北 蔚珍郡 西面 下院里(5), 京畿道 水原市 梨木洞(6)에서 選拔되었다. 各 集團別로 20個體의 林木이 선정되어 外部形態學의 特性 그리고 針葉 및 材質의 特性이 조사되었다. 이 결과는 다음과 같이 要約된다.

\*<sup>1</sup> Received for Publication on June. 1, 1976

\*<sup>2</sup> 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University

1. 針葉의 特性中에서 鋸齒密度, 樹脂道數는 統計學的으로 集團間에 差異를 갖지 않았지만 葉 兩面의 氣孔列은 統計學的으로 集團間에 差異가 認定되었다. 그러나 個體間에는 모든 針葉의 特性에서 有意한 差異가 指摘될 수 있었다.
2. 어느 集團을 막론하고 氣孔列에 있어서는 앞의 腹面과 背面間에 높은 相關을 지니고 있었다.
3. 溟州郡 集團이 樹脂道 指數에서 높은 값을 보였는데 이것은 그 集團이 雜種性을 지녔다 는 것을 뜻한다.
4. 材質의 特性에서 年輪幅과 秋材率은 集團間에 統計學上 差異를 보였지만 比重과 假導管長은 集團間差異가 없었다. 그러나 한 集團內에 있어서는 모든 값이 年輪區分間에 統計學的 差異가 認定되었다.
5. 年輪幅은 樹令增加에 따라 急히 減少했지만 秋材率, 比重, 假導管長은 壯令期까지는 徐徐 增加하고 그 後에 점차로 減少하였다. 그렇지만 減少하거나 增加하는 樣相은 集團에 따라 多少 差異가 있었다.
6. 모든 針葉特性에 對한 變異係數에서 蔚珍集團의 값이 대체로 높았다. 그리고 모든 材質의 特性에 對한 變異係數에서 水原集團의 값이 언제나 가장 높았고 溟州郡集團의 값은 가장 낮았다.

## 緒 論

優良한 個體나 集團을 選拔하여 이를 잘 保存하고 그 로부터 여러 價値있는 繁殖材料를 얻는 일은 대단히 重要하고도 時急한 일이며 어느 나라에서나 林木育種의 重要手段으로 擇하여지고 있다. 우리나라에서도 그동안 個體選拔은 많이 이루어져 소나무를 비롯한 여러 가지 樹種에 걸쳐 秀木이 指定 保護되고 또 그 나무에서 種子나 接挿穗가 採取되어 苗木으로 增殖되고 있지만 林分集團의 形質分析은 많이 調査되지 못한 實情에 있다. 林木育種은 特別 量의 形質 中 많은 遺傳因子가 關聯되는 形質을 對象으로 하는 것이 大部分이다. 이와같은 形質은 林木集團間, 集團內의 個體間, 그리고 한 個體內에서도 變異의 幅을 가지고 있다. 이와같은 遺傳子의 變異程度는 林木育種의 可能性을 一面 크게 하여 추기도 하지만 또한 이 때문에 많은 어려움이 뒤따르기도 한다. 林木集團의 選拔은 爲해서 이에 대한 林木의 諸特性을 調査하고 그 中에서 優良形質에 關聯되는 集團을 찾아내어 그것을 確保하고 保存 育成하는 일은 大部分의 天然林이 消滅되고 優良林分의 人爲的 淘汰가 甚한 現在의 實情으로는 대단히 時急한 일로 思料된다. 本 研究은 山林廳 林木育種研究所의 研究事業으로 遂行되었다.

## 研究史

既往의 研究結果를 살펴보면 Ehrenberg와 Gustafsson<sup>3)</sup>(1971)은 歐州赤松의 海岸地方產과 內陸地方產間에 있어서 줄기와 가지等의 差異를 報告하였고 Funk<sup>4)</sup>

(1971)는 Eastern White Pine에서 產地에 따라 各마다 에 달리는 가지의 數가 다르다는 것을 觀察하였다. 그리고 Bannister<sup>1)</sup>(1962)는 Radiata 소나무에 對하여 分枝性의 變異를 分析하였으며 Mergen<sup>11)</sup>(1966) 등은 Slash Pine의 小枝, 冬芽等에 對하여 海岸地方과 內陸地域에서 的 差異點에 對하여 觀察하였다. 針葉의 特性은 Roller<sup>15)</sup>(1966)가 Balsam, Alpine, Fraser Fir等에 對한 樹木의 年令에 따른 針葉內의 樹脂道位置의 變異를 調査한 일을 들 수 있으며 Muto<sup>4)</sup>(1975)는 19가지의 針葉의 特徵으로 日本의 本州地方의 杉나무 林分은 8個 地域으로 나누었다. 그리고 任<sup>21)</sup>(1969)은 海松에 있어서 針葉의 樹脂道數가 集團에 따라 差異가 나는 것을, White<sup>18)</sup>(1963) 등은 Pond. Pine에서 的 樹脂道數의 變異를 研究報告하였다. 此外에도 針葉의 特性에 對해 Zgurovskaja<sup>21)</sup>(1965), Satou<sup>16)</sup>(1964), Wood等<sup>19)</sup>(1972), Harlow<sup>6)</sup>(1947)等 여러사람에 의하여 行하여 졌으며 大體로 林木個體間, 集團間에 많은 差異가 있음을 報告하고 있다. 材質의 特性은 Echols<sup>2)</sup>(1955)가 Slash Pine에 있어서 假導管長과 年輪幅과 的 相關 및 假導管이 multigene에 의하여 影響을 받는다는 것을 調査하였고 Yandle<sup>20)</sup>(1963)은 Loblolly Pine에서 年輪幅이 넓어지면 比重이 떨어지는 것을 報告하였다. 또 Saucier<sup>17)</sup>(1972)는 美國內의 11가지 소나무의 木材의 比重을 調査하여 地域別로 그 差異가 큰 것을 觀察하였다. 秋材率에 對하여서는 Miyoshi<sup>13)</sup>(1951)가 편백나무에 있어서 地域間에 變異가 있음을 調査하였고 Zobel<sup>23)</sup>(1964)은 Loblolly Pine에서 假導管長이 美國의 北部 海岸에서 南쪽으로 가면서 차츰 길어지는 것을 報告하

었다. 그리고 Goddard<sup>9)</sup>(1964)等, Larson<sup>9)</sup>(1957), Zobel<sup>22)</sup>(1960)等, Mitchell<sup>12)</sup>(1959)等도 比重의 變異에 對해 調査하였고 Knudson<sup>7)</sup>(1956)은 年輪幅과 比重의 變異에 對하여, Lee(1916<sup>9)</sup>等, McElwee<sup>10)</sup>(1963)等은 假導管長의 變異를 調査 報告하고 있다. 이상을 살펴볼 때 林木은 그 集團間에 상당한 變異가 여러가지 特性에서 나타나고 있고 이러한 特性은 林木育種에 必要한 基礎資料를 얻기 爲해 연구되어야 할 줄 믿는다.

材料 및 方法

本 研究는 第一次研究<sup>25)</sup>(韓林誌28號, 1975)에 계속

되는 것으로 天然소나무林 3個集團에 對한 研究이다. 本 試驗에 있어서도 第一次研究와 같은 3個集團을 對象으로 하였는데 그중에서 水原集團은 形質이 劣化한 것으로 생각되었다. 한개集團에서 各各 20株의 林木이 調査되었으며 이때 周圍林分에서 外形의으로 보아 좋다고 생각되는 部分을 골라 그곳에 서 있는 나무를 調査對象으로 하였다. 研究의 方法은 本研究(I)에 準한다. 各 集團의 位置, 林況, 地況에 對한 內容은 다음 表 1,2 및 그림 1에 보인다. 本 研究資料에 對한 分散 分析은 Nested design에 의해 行해졌다.

Tab. 1. Location of *Pinus densiflora* S. et Z. populations studied

Population	Location	Latitude (north)	Longitude (east)
4	Samsanri, Yeongogmyun, Myongjugun, Kangwondo	37°50'	128°43'
5	Hawonri, Seomyun, Uljingu, Kyongbuk	36°56'	129°16'
6	Emogdong, Suweon, Kyonggido	37°19'	126°59'

Tab. 2. The general description of populations

Population	Aspect	Slope	Altitude(m)	Soil texture	Soil depth	Soil Moisture
4	N	30°~40°	250	Sandy	Medium	Moderate
5	S	10°~20°	220	Sandy	Medium	Moderate
6	S	5°~15°	100	Clay	Deep	Wet

Population	Age of Stand	Height(m)	Stand composition	Degree of crown closure(%)	Tree No./ha
4	43 38~52	19 16~22	Pure Stand	40	400
5	79 74~88	23 19~28	do.	30	300
6	33 27~44	8 4~12	do.	40	500

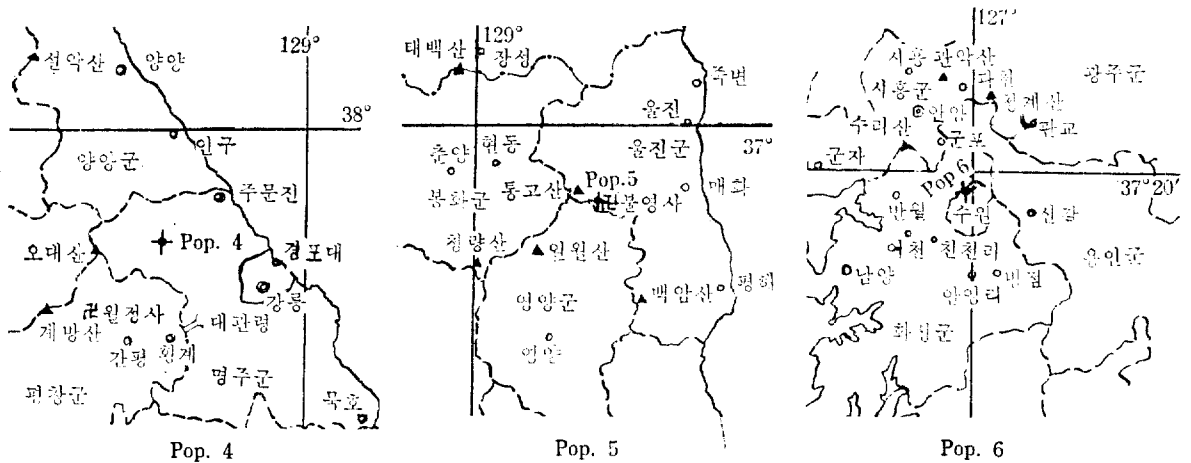


Fig. 1. Location map of selected populations

結果 및 考察

1. 個體의 外形의 特性調査

各集團의 個體別의 外形의 特性은 表 3, 4, 5에 보인다. 溟州集團은 平均樹令이 43年, 蔚珍은 79年, 水原集團은 33年으로 各集團間에 樹令差가 比較적 컸다. 이중 蔚珍集團은 佛影寺에서 300~400m 떨어져 있는 集團으로 이 林分의 근처에는 더 老令인 林分도 一部 남아 있었고 또 樹令이 높지 않은 林木도 많이 分布되어 이 集團도 過去에는 상당히 優良한 林分이었다는 것을 전작할 수 있었다. 外形의 特性은 統計學的 有意性檢定은 하지 않았지만 諸測定值로 미루어 볼 때 溟州集團이 다른 集團에 비해 여러가지 特性에서 더 좋은 點을 가졌다고 생각되었다. 가령 樹高와 胸高直徑에 있어 蔚珍, 溟州, 水原 順으로 되었지만 樹令을 고려한다면 溟州集團이 뛰어난 成長을 하지 않았나 생각되며 또한 樹幹의 通直性을 比較할 때는 溟州集團이 특히 優良

한 形態를 가져 1次研究에서의 五台山集團과 別差異없을 程度로 通直한 樹幹을 지닌 것으로 판단된다. 蔚珍集團은 樹令이 높기 때문에 樹幹全體가 비틀리는 傾向을 가지나 比較적 좋은 型으로 생각된다. 그러나 水原集團은 不良形態의 樹幹型을 보여 用材로써의 價値가 낮은 個體들이 大部分이었다. 그리고 枝下高는 蔚珍集團이 높았으며 그 原因의 하나는 樹令에 의한 것으로 생각되었다. 그러나 溟州集團은 枝下高가 낮았으며 이와같은 사실은 全樹高에 對한 枝下高의 比率로도 說明될 수 있다.

樹冠을 살피볼 때 樹冠長에 對한 最大樹冠直徑의 比率은 蔚珍集團이 0.66으로 바람직한 형태로 생각된다. 즉 最大樹冠直徑의 값이 작은수록 樹冠이 더 細狹하다는 뜻이 되고 이러한 수관형이 더 우량한 것으로 취급되기 때문이다. 그런데 他集團의 樹冠形指數는 0.66보다 더 큰 0.79 및 1.28의 값을 보였다. 그리고 樹冠의 形態는 溟州集團은 대체로 圓錐形으로 생각되며 蔚珍集團은 多少 不規則한 圓錐形 내지 圓形을 가졌으나 水原

Tab. 3. The measurements of individual trees.

Myongju-Gun

Tree No.	Age	Height (m)	D.B.H. (cm)	Straightness*	Clear length (m)	Clear length ratio**	Crown		Crown index***	Branches	
							Diameter (Widest) (m)	Length (m)		Diameter (largest) (cm)	Angle
1	43	19.0	36.0	A	9.0	0.47	7.9	10.0	0.79	6.0	90°
2	52	20.5	37.9	B	11.0	0.54	8.3	9.5	0.87	9.0	90
3	41	16.5	32.5	B	9.0	0.55	8.0	7.5	1.07	9.0	80
4	47	20.0	35.4	B	10.0	0.50	8.0	10.0	0.80	7.0	70
5	43	17.5	32.5	A	10.0	0.57	8.8	7.5	1.17	8.0	90
6	38	20.5	35.7	A	10.0	0.49	6.0	10.5	0.57	7.0	90
7	39	20.5	30.9	A	11.0	0.54	7.1	9.5	0.75	5.0	80
8	42	19.0	28.3	A	9.0	0.47	7.0	10.0	0.70	3.0	70
9	42	18.0	34.4	B	9.0	0.50	10.0	9.0	1.11	4.0	80
10	43	18.5	28.3	A	10.0	0.54	5.1	8.5	0.60	5.0	90
11	40	17.5	29.6	B	9.0	0.51	7.0	8.5	0.82	5.0	80
12	43	16.0	27.1	A	9.0	0.56	6.0	7.0	0.86	3.0	100
13	48	19.0	33.8	A	9.5	0.50	6.7	9.5	0.71	6.0	80
14	41	16.5	29.0	A	8.5	0.51	6.3	8.0	0.79	5.0	70
15	41	19.0	28.7	B	10.5	0.55	4.5	8.5	0.53	4.0	70
16	47	19.5	35.4	B	10.5	0.54	7.5	9.0	0.83	4.0	80
17	51	19.0	28.3	A	9.0	0.47	5.6	10.0	0.56	3.0	70
18	43	19.5	31.8	A	10.5	0.54	6.9	9.0	0.77	4.0	80
19	42	18.0	32.2	B	10.0	0.56	6.8	8.0	0.85	5.0	70
20	42	22.0	32.5	A	12.0	0.55	7.1	10.0	0.71	3.0	70
Mean	43	18.8	32.02		9.83	0.52	7.03	8.98	0.79	5.3	80

\*A : Very Straight B : Straight C : Crooked D : Very Crooked

\*\*Clear length ratio=clear-length/total height

\*\*\*Crown-index=crown diameter/crown length

Tab. 4. The measurements of individual trees

Uljin-Gun

Tree No.	Age	Height (m)	D.B.H. (cm)	Straightness*	Clear length (m)	Clear-length ratio**	Crown		Crown index***	Branches	
							Diameter (Widest) (m)	Length (m)		Diameter (largest) (cm)	Angle
1	74	21.0	26.8	B	13.0	0.62	5.3	8.0	0.66	5	80
2	74	23.5	37.9	A	14.0	0.60	7.4	9.5	0.78	10	70
3	80	22.5	39.8	B	9.5	0.42	8.5	13.0	0.65	5	80
4	77	26.0	41.7	A	17.0	0.65	4.7	9.0	0.52	5	80
5	77	25.5	34.4	A	15.0	0.59	6.0	10.5	0.57	7	80
6	82	24.0	39.5	A	14.5	0.60	6.6	9.5	0.69	7	80
7	77	23.0	35.7	B	13.0	0.57	8.2	10.0	0.82	6	90
8	76	20.5	30.6	A	12.5	0.61	4.5	8.0	0.56	5	40
9	76	22.0	32.5	B	13.0	0.59	7.9	9.0	0.88	8	80
10	78	27.5	39.2	A	17.0	0.62	7.1	10.5	0.68	10	60
11	79	23.5	37.6	B	16.5	0.70	6.7	7.0	0.96	6	90
12	78	19.0	34.1	B	13.0	0.68	5.1	6.0	0.85	6	50
13	74	22.0	37.9	B	15.0	0.68	8.0	7.0	1.14	8	70
14	85	21.5	35.4	B	10.5	0.49	8.7	11.0	0.79	8	70
15	86	23.0	37.3	B	15.0	0.65	6.6	8.0	0.83	8	80
16	88	21.0	36.3	A	10.5	0.50	7.6	10.5	0.72	8	80
17	76	23.0	37.6	B	12.0	0.52	7.1	11.0	0.65	6	90
18	76	23.5	43.9	A	11.0	0.47	5.0	12.5	0.40	10	80
19	77	22.0	35.4	B	12.0	0.55	4.8	10.0	0.48	5	90
20	82	20.0	37.6	A	10.0	0.50	4.6	10.0	0.46	4	80
Mean	79	22.7	36.56		13.2	0.58	6.52	8.92	0.66	6.9	76

\*A : Very Straight B : Straight C : Crooked D : Very Crooked

\*\*Clear length ratio=clear-length/total height

\*\*\*Crown-index=crown diameter/crown length

Tab. 5. The measurements of individual trees.

Suweon

Tree No.	Age	Height (m)	D.B.H. (cm)	Straightness*	Clear length (m)	Clear-length ratio**	Crown		Crown-index***	Branches	
							Diameter (Widest) (m)	Length (m)		Diameter (largest) (cm)	Angle
1	31	11.0	20.4	D	4.0	0.36	7.0	7.0	1.00	3	90
2	31	10.0	19.7	D	3.5	0.35	6.0	6.5	0.92	3	80
3	30	10.0	17.0	D	3.0	0.30	6.1	7.0	0.87	4	80
4	36	10.0	19.6	D	3.5	0.35	5.5	6.5	0.85	6	60
5	34	7.0	15.3	D	3.5	0.50	5.6	3.5	1.60	3	90
6	35	11.5	25.2	D	3.5	0.30	8.8	8.0	1.10	6	90
7	27	8.0	12.1	C	4.0	0.50	4.5	4.0	1.13	2	90
8	30	8.0	18.3	D	3.0	0.38	6.2	5.0	1.24	5	100
9	35	9.0	18.8	D	4.0	0.44	4.7	5.0	0.94	3	80
10	28	9.0	12.3	D	3.5	0.39	3.5	5.5	0.64	3	90
11	30	7.5	15.1	D	2.5	0.33	3.6	5.0	0.72	3	80
12	34	19.5	24.8	D	3.5	0.37	8.9	6.0	1.48	10	30
13	31	0.5	18.5	D	4.0	0.38	4.1	6.5	0.63	3	100
14	44	9.0	30.4	D	2.5	0.28	6.0	6.5	0.92	10	80
15	43	6.5	19.3	D	2.5	0.38	5.1	4.0	1.28	8	90
16	32	6.0	16.7	D	3.5	0.58	4.4	2.5	1.76	7	90
17	36	8.0	17.4	D	3.5	0.44	4.5	4.5	1.00	3	90
18	28	7.5	14.0	C	3.0	0.40	3.5	4.5	0.78	3	90
19	35	4.0	15.4	D	3.0	0.75	5.2	1.0	5.20	6	80
20	36	7.0	17.5	D	4.5	0.64	4.0	2.5	1.60	5	90
Mean	33	8.5	18.39		3.4	0.42	5.36	5.05	1.28	4.8	84

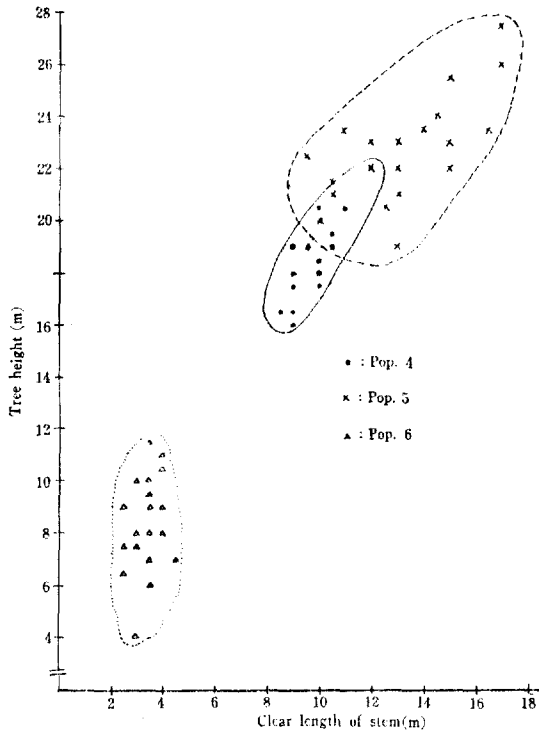


Fig. 2. The correlation between tree height and clear length of stem by population.

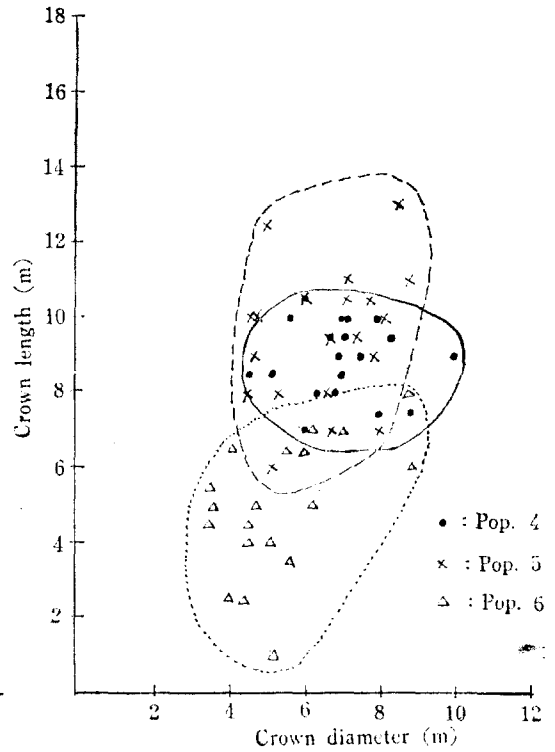


Fig. 3. The correlation between crown length and crown diameter by population.

集團은 不規則한 모양을 보였다. 力枝의 굵기는 溟州郡이 平均 5.3cm, 蔚珍集團이 6.9cm 水原이 4.8cm이나 樹令 등을 생각할 때 어느 集團이 특별히 좋았다고 하기는 어려웠다.

II. 針葉의 形態學的 變異調查

鋸齒數(0.5cm당)에 있어서 集團平均을 살펴보면 集團4가 27.6으로 제일 적고 集團5,6은 다같이 28.5이며 Range를 보면 그림 4에서와 같이 最小 18에서 最多 48에 이른다. 鋸齒數의 最頻數(mode)는 27~29의 사이에 있었다. 이와같이 鋸齒數는 集團間에는 差異가 없으며 集團內的 個體間에 有意한 差異를 볼 수 있었다. (表 6 參照) 특히 이와같은 變異의 程度는 集團 6보다 集團 4,5에서 더 컸다.

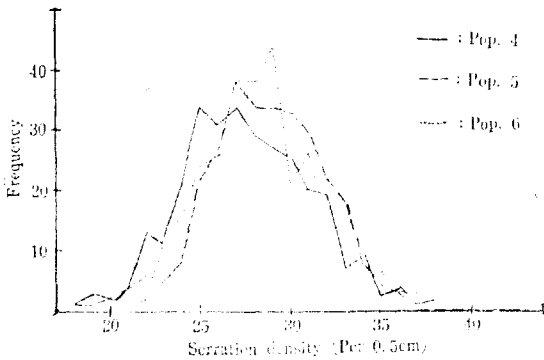
氣孔列에 對한 結果는 表 7,8과 그림 5,6에 보인다.

이들을 살펴보면 氣孔列數의 平均値는 集團6이 針葉의 背面과 腹面 모두에서 큰 값을 보인다는 點이 特徵이며 變幅은 腹面에서는 2~10, 背面에서는 3~11개까지 나타나고 mode는 腹面에서는 4~6, 背面에서는 6~7 사이에 있었다. 分析結果를 보면 (表7) 氣孔列數는 腹面과 背面 모두 集團間 그리고 集團內的 個體間에 큰 差異를 보였으며 變異係數는 集團 5가 腹面에서 0.16, 背面에서 0.14로 더 幅넓은 變異를 나타냈다. 針葉의 腹面과 背面間에 氣孔列數의 相關程度를 集團別로 보면 表8에 보인 것과 같이 各 集團 모두 높은 相關을 지니고 있는 것을 알 수 있었다. 특히 여기에서는 變異가 가장 심한 集團5가 그렇게 못한 集團 4,6보다 相關係數가 훨씬 높게 나타나고 있었다.

**Tab. 6.** Average density of serration per 0.5 cm of needle by population.

Population	Average density	Range	S.D.	C.V.
4	27.6	22.9~32.7	2.83	0.10
5	28.5	21.9~31.7	2.79	0.10
6	28.5	24.7~32.8	2.19	0.08

F-Values : Population (df=2, 57) : 0.9345<sup>n.s.</sup>  
 Within Population (df=57, 840) : 17.1133<sup>t\*</sup>



**Fig. 4.** Frequency distribution of serration density by population.

**Tab. 7.** Average number of stomata row on adaxial and abaxial side of needle by population.

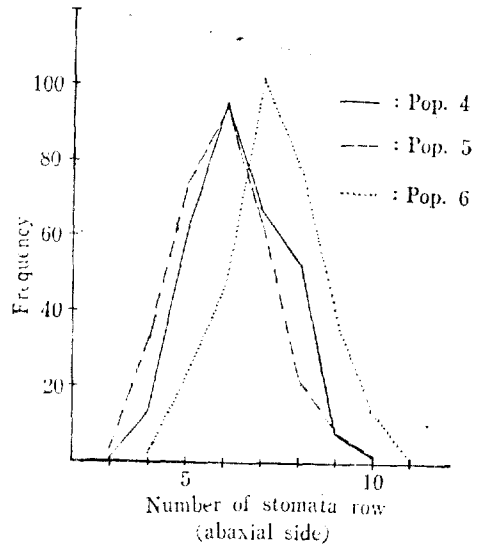
Population	Side	Mean	Range	S.D.	C.V.
4	adaxial	4.70	3.8~5.7	0.51	0.11
5	side	4.81	3.8~6.2	0.76	0.16
6		5.97	4.8~7.8	0.80	0.13
4	abaxial	6.34	4.5~7.9	0.81	0.13
5	side	5.96	4.5~7.4	0.85	0.14
6		7.25	5.7~9.1	0.94	0.13

F-Values : Population(df=2, 57) : 19.5099<sup>\*\*</sup>  
 (adaxial), 14.1413<sup>\*\*</sup>(abaxial)  
 Within Population(d.f.=57, 840) : 5.5084<sup>\*\*</sup>  
 (adaxial), 11.0954<sup>\*\*</sup>(abaxial)

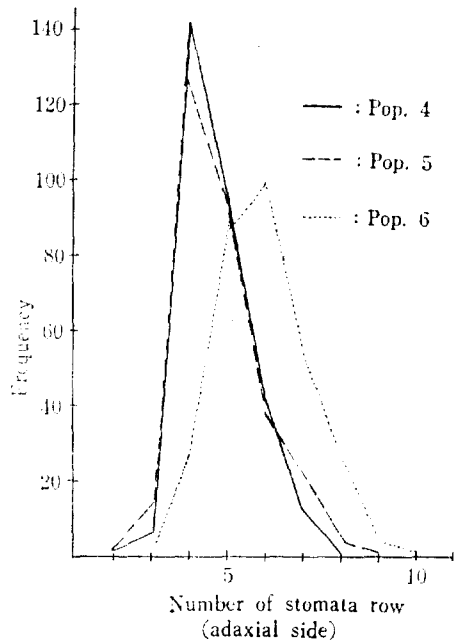
**Tab. 8.** Correlation coefficient between adaxial side and abaxial side of stomata low

Population	r	equation( $\bar{Y}$ =adaxial)
4	0.6939 <sup>**</sup>	$\bar{Y}=0.4368x+1.9307$
5	0.8534 <sup>**</sup>	$\bar{Y}=0.7693x+0.2250$
6	0.6317 <sup>**</sup>	$\bar{Y}=0.5400x+2.0550$

樹脂道에 對한 測定과 分析値는 表9에 보인다. 이 測定値와 分析의 結果를 가지고 말할 수 있는 것은 集團間에 樹脂道數의 差異는 인정되지 않고 다만 集團 5에



**Fig. 5.** Frequency distribution of stomata row by population.



**Fig. 6.** Frequency distribution of stomata row by population.

있어서 變異係數의 값이 다소 크게 나타났다. 그런데 集團5는 氣孔列에 對한 分析에서도 變異의 程度가 높았다. 頻度分佈를 (그림7) 보면 樹脂道數 7~8에 있어서 分佈曲線의 peak가 나타나며 集團5에서는 樹脂道數가 17까지 이르는 것도 있었다. 또한 集團間에 差異는 認定할 수 없었지만(表9) 集團內의 個體間에는 差異를 인정할 수 있었다.

針葉의 橫斷面에 對한 解剖學의 主要特性은 表 10에

**Tab. 9.** Average number of resin canal per needle by population.

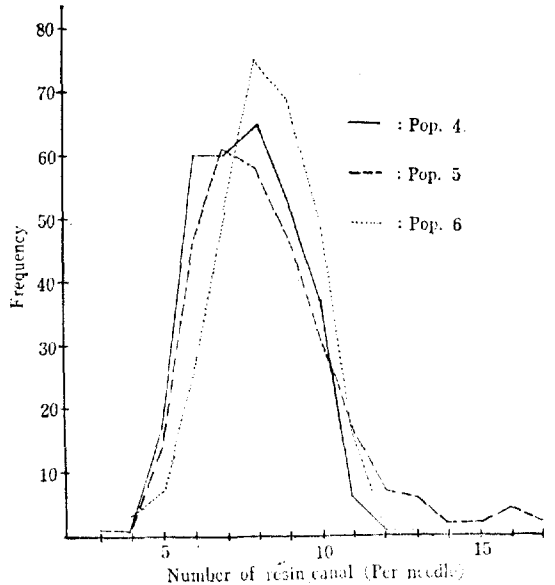
Population	Mean	Range	S.D.	C.V.
4	7.8	6.7~9.3	0.73	0.09
5	8.4	6.7~12.2	1.43	0.17
6	8.4	6.5~9.9	0.95	0.11

F-Values : Population (df=2, 57) : 1.6714<sup>n.s.</sup>  
 Within Pop. (df=57, 840) : 8.0406<sup>\*\*</sup>

보인다.

樹脂道の 位置를 보면 各集團 모두 相當數의 樹脂道가 中位에 位置하고 있어서 약간의 雜種性을 생각할 수 있고 R.D.I.를 보면 集團6이 낮은 값을 集團4가 높은 값을 보여 雜種性의 程度가 集團에 따라 다르게 나타났다. 이 점은 選拔對象集團을 擇할 때 考慮해야 할 點으로 思料된다.

樹脂道外에 下表皮의 細胞層數는 두층인 것이 300개의 sample中에서 集團4는 31개 集團5는 21개 集團6은



**Fig. 7.** Frequency distribution of resin canal by population.

**Tab. 10.** Comparison of anatomical characteristics in the transverse section of needle

Population	Sample size	Hypodermis		Resin canal			Fibrovascular bundle	
		One cell layer	Biform layer	External	Medial	R.D.I.	Approached	Separated
4	300	269	31	2238	101	0.043	197	103
5	300	279	21	2476	56	0.022	181	119
6	300	286	14	2489	43	0.017	148	152

14개나 되었으며 雜管束의 接近度 역시 서로 떨어진 것이 集團에 따라 sample 300개 중 103개에서 152개까지 나타나 各集團의 雜種性을 이야기하는데 일부 뒷받침이 되었다.

**III. 木片(core)分析에 依한 材質의 變異調査**

材質의 特性에 影響하는 因子에는 各種이 있으나 이곳에서는 年輪幅, 秋材率, 比重, 假導管長 등으로 나누어 보았으며 먼저 表 11에 年輪幅에 對한 測定值를 보인다. 이 表值는 各集團의 平均樹令에 差異가 있어 그대로 比較하기는 어렵고 表12의 年輪區分에 따른 測定值를 考慮에 넣어 比較하는 것이 妥當한 것으로 思料된다. 먼저 平均年輪幅의 값이 集團 4가 全體平均에서나 年輪區分에 있어서나 더 높은 값을 보였다. 즉 年輪幅이 더 넓은 것은 直徑成長이 더 旺盛하다는 事實을 뜻하는 것으로 된다. 여기에서 한가지 생각할 點은 그림 8에서도 나타나 있지만 集團6이 他集團에 比해 年輪幅이 樹令의 增加에 따라 急減하는 點은 成長의 不振을 뜻하고 材質을 低下시키는 原因이 될 것으로 생각되었다. 年輪區分에 依한 平均幅을 가지고 말

**Tab. 11.** Average width, of 10-annual ring segment by Population

Population	Mean (mm)	Range (mm)	S. D.	C.V
4	39.2	30.8~51.8	4.61	0.12
5	25.2	19.6~31.3	3.23	0.13
6	30.7	17.4~44.4	6.97	0.23

F-Values : Population (d.f.=2, 8)=5,0066<sup>\*\*</sup>  
 Ring Segment (d.f.=8, 109)=7,2597<sup>\*\*</sup>

할 때 集團間에 有意差가 認定되는 것으로 計算되었으며 表 12을 보면 年輪區分(1~10)에 있어서 集團4의 平均은 46이고 集團 5, 6은 약 34로 나타나 그 차이가 있다. 또한 年輪區分 2(11~20)를 보아도 集團 4는 41인데 集團 5는 29, 集團 6은 27로 되어서 初期直徑成長의 迅速度가 集團間에 差異를 나타내고 있다. 또 表 12와 그림 8에서 알 수 있듯이 年輪幅의 減少는 (가령 集團 5를 볼 때) 31~40年代까지는 비교적 急한 傾斜를 나타내고 있으나 그 以後부터는 減少의 勾配가 완만해지고 있다. 특히 集團4와 6은 20年 또는 30年代가



지 더욱 급한 減少率을 보이고 있다. 이러한 減少의 경향은 遺傳性, 密度 등의 영향에 依하는 것으로 보코 林業經營의 對象形質로 가법계 볼 수는 없다. 또 表 11, 12를 볼 때 各集團의 年輪區分別 變異係數가 各集團別 全體年輪의 變異係數값보다 대체로 높다는點, 또 集團 4에서는 11~20년 사이의 年輪이 자랄때에 個體間에 比較的 均一한 生長을 한다는點, 變異係數의 값은 같은 年輪區分에서는 4, 5, 6 集團의 順으로 커진다는點등을 指摘할 수 있다.

Tab. 12. Average breadth by 10-annual ring segment by population. (mm).

Population	Segment	Mean (mm)	Range (mm)	S.D.	C.V.
4	1~10	46.02	31.6~73.3	10.09	0.22
	11~20	41.08	32.3~47.7	5.65	0.14
	21~30	30.54	21.7~49.6	6.99	0.23
5	1~10	34.41	20.1~48.9	8.16	0.24
	11~20	28.62	14.8~42.6	7.50	0.26
	21~30	25.70	15.6~37.9	6.21	0.24
	31~40	21.64	13.3~32.6	5.07	0.23
	41~50	21.49	13.6~37.9	5.46	0.25
	51~60	19.10	11.6~29.8	5.12	0.27
6	1~10	34.72	21.8~63.9	10.50	0.30
	11~20	26.57	12.6~51.4	9.65	0.36

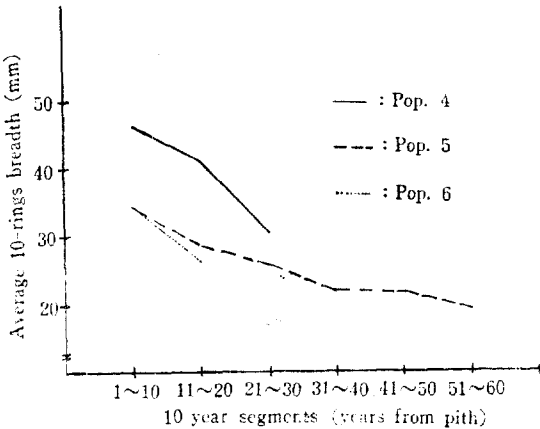


Fig. 8. Average breadth by ring segments.

Tab. 13. Average summerwood percentage by population

Population	Mean	Range	S.D.	C.V.
4	30.47	22.69~37.89	4.13	0.13
5	27.97	20.99~36.46	4.69	0.18
6	31.71	23.71~47.55	6.33	0.19

F-Values : Population (d.f.=2, 11) : 4.3896\*  
 Ring Segment (d.f.=11, 266) : 1.9250\*

Tab. 14. Average summerwood percentage by 10-annual ring segment by population.

Population	Segment	Mean	Range	S.D.	C.V.
4	1~10	26.65	18.92~35.78	5.57	0.21
	11~20	30.71	21.67~43.86	5.57	0.18
	21~30	32.26	25.23~40.61	4.47	0.14
	31~40	32.21	22.50~45.25	5.48	0.17
5	1~10	25.61	16.61~37.40	5.48	0.21
	11~20	28.13	17.26~44.77	6.71	0.24
	21~30	29.48	20.20~41.50	6.93	0.24
	31~40	30.51	22.36~39.37	5.74	0.19
	41~50	28.19	20.34~36.32	5.20	0.18
	51~60	26.46	18.08~36.76	5.48	0.21
6	1~10	30.71	22.87~53.93	7.14	0.23
	11~20	33.34	24.12~54.86	9.06	0.27
	21~30	30.89	16.67~48.00	8.31	0.27

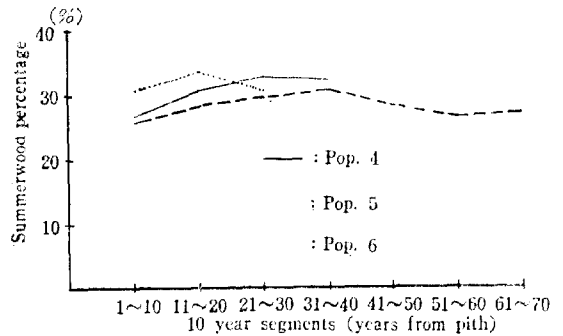


Fig. 9. Average summerwood percentage by ring segments.

秋材率에 있어서는 集團 6의 平均値가 가장 크나 樹令增加에 따른 變異는 集團 6과 集團 4, 5가 多少 다른 樣相을 보이고 있다. 즉 表 14와 그림 9에서 알 수 있듯이 秋材率이 減少하는 年令이 集團 6에서는 빠른 반면에 集團 4, 5에서는 이것이 遲滯되고 있다. 그리고 이 秋材率은 集團間과 集團內의 個體間에 있어서 모두 어느 程度의 差異가 認定된다. 또한 年輪區分別 變異係數의 값은 대체로 점차 減少하는 傾向을 集團 4, 5에서

Tab. 15. Average specific gravity by population.

Population	Mean	Range	S.D.	C.V.
4	0.4646	0.4033~0.5408	0.04	0.09
5	0.4689	0.3856~0.5913	0.06	0.13
6	0.4420	0.3543~0.5696	0.06	0.14

F-Values : Population (d.f.=2, 11) : 1.0360<sup>ns</sup>  
 Ring Segment (d.f.=11, 265) : 4.1111<sup>+</sup>

Tab. 16. Average specific gravity, by 10-annual ring segment by population.

Population	Segment	Mean	Range	S.D.	C.V.
4	1~10	0.4457	0.3805~0.5222	0.0361	0.08
	11~20	0.4599	0.3829~0.5368	0.0361	0.08
	21~30	0.4865	0.4000~0.5889	0.0566	0.12
	31~40	0.4664	0.4045~0.5714	0.0458	0.10
5	1~10	0.4574	0.3647~0.6556	0.0557	0.12
	11~20	0.4885	0.3667~0.6609	0.1327	0.27
	21~30	0.5120	0.4000~0.6667	0.0854	0.17
	31~40	0.4711	0.3929~0.5682	0.0346	0.07
	41~50	0.4539	0.3600~0.5929	0.0640	0.14
	51~60	0.4554	0.3600~0.5600	0.0592	0.13
6	1~10	0.4541	0.3629~0.6433	0.0742	0.16
	11~20	0.4496	0.3169~0.5600	0.0632	0.14
	21~30	0.4227	0.3000~0.5500	0.0583	0.14

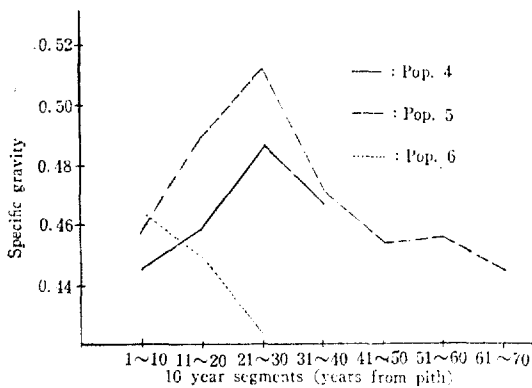


Fig. 10. Average specific gravity by ring segments.

말할 수 있지만 集團 6은 樹齡增加에 따라 점점 커지고 있다.

比重에 對한 測定値는 表 15, 16에 보이며 平均 比重은 集團 5가 다소 높고 集團 4가 그 다음이나 集團間 큰 차이가 없었다. 그러나 年輪區分 間에는 有意性を 認定할 수 있었다. 그리고 全體적으로 보아 集團 4가 個體間 變異가 적었고 集團 6은 變異가 있었다. 年輪의 區分別로 볼 때 集團 4, 5는 比重이 壯年期까지 漸增하고 集團 6은 樹齡增加에 따라 일찍부터 계속 減少하는 特異한 樣相을 보였다.

그리고 年輪區分別 變異係數의 값은 平均值와 같이 集團 4, 5에서는 初期에는 일단 增加하다가 그 뒤 減少하고 集團 6은 일찍부터 減少하여 對照가 되었다. 그러나 樹齡이 어느정도 높아지면 比重이 낮아지고 그때부터 個體間의 變異도 점차 줄어드는 것으로 볼 수 있다. 그리고 比重이 樹齡에 따른 變異는 대체로 秋材

率과 비슷한 傾向을 가지고 있어서 比重과 秋材率間에 相關이 있음을 엿볼수도 있다.

假導管의 길이에 대한 測定値는 表 17, 18 및 그림 11에 보인다. 表值를 보면 全體의인 平均值에 있어서 集團 5가 2676 $\mu$ 으로서 가장 길었고 그 다음이 集團 4로서 2487 $\mu$ , 가장 짧은 가도관장을 가진 集團 6은 2129 $\mu$ 이었다. 표준편차나 變異係數의 값을 볼 때 이러한 集團 平均値는 비교적 集中되어 있는 個體測定値로 이루어져 있다.

그러나 表 17에서 볼 수 있는 것과 같이 集團間에는 有意差가 發見되지 못하고 있다. 그리고 이러한 결과는 연구(I)에서도 똑같았다. 이때 誤差分散에는 個體 變異가 包含되어 있는 것을 미루어 생각하면 한 集團을 形成하는 個體間에 有意한 差異의 存在가 생각된다.

이상과 같은 觀測의 結果는 가도관長이 어떤 Target character가 될 경우 그것은 集團間의 差異로서 모색할 것이 아니라 個體選拔의 方向으로 取扱하는 것이 더 効率的이며 妥當하다는 結果를 誘出하지만 이것은 좀 더 研究와 分析을 거듭하여서 내려볼만한 것으로 생각한다.

다음으로는 가도관의 길이가 樹木의 成長經過에 따라서 變化할 것이 本研究 第一報에서도 指摘되고 分析되었는데 이곳에서도 그것을 調査하였다. 즉 樹幹으로 부니 直徑 1.1cm의 core를 얻을 수 있는 生長錐를 사용하여 髓部에 이르는 木片을 얻고 髓部分을 中心으로 하여 外面의으로 年輪 10個를 한區間으로 하여서 試料를 切斷하였다. 즉 1~10年生試材, 11~20年間的 試材等等으로 區分한 것이다. 集團에 따라 樹齡에 差異가

있었으므로 集團 4와 5에 있어서는 4個의 ring segment 까지만 분석하였고 集團 6에 있어서는 3個만을 얻을 수 있었다. 어느 集團을 막론하고 年輪의 增加에 따라(10年單位로 본 것이지만)가도관의 길이도 漸次로 길어지고 있음을 알 수 있다. 集團 5에서 더욱 현저한 경향을 볼 수 있었는데 1~10年間の 平均値가 2247 $\mu$ 인데 31~40年間の 平均値는 2829 $\mu$ 으로 되어서 약 600 $\mu$ 의 增加가 오고 있다. 集團 4에 있어서는 약 500 $\mu$ 의 增加가 오고 있다. 이 경향을 視覺的으로 把握해 보기 위해서

Tab. 18. Average tracheid length by 10-annual ring segment by population.

Population	Segment	Mean( $\mu$ )	Range( $\mu$ )	S.D.	C.V.
4	1~10	2139.2	1631.6~2561.0	278.63	0.13
	11~20	2552.4	1917.7~3488.9	435.77	0.17
	21~30	2641.9	2200.3~3249.7	300.93	0.11
	31~40	2615.1	1920.6~3511.7	402.12	0.15
5	1~10	2247.3	1554.2~2920.9	408.85	0.18
	11~20	2718.7	2308.9~3401.6	299.55	0.11
	21~30	2873.8	199.79~3804.2	390.24	0.14
	31~40	2828.9	2421.8~3732.5	380.85	0.13
6	1~10	1980.3	1525.1~2618.5	309.14	0.16
	11~20	2256.9	1653.6~3014.7	386.91	0.17
	21~30	2163.3	1502.4~2935.1	399.05	0.18

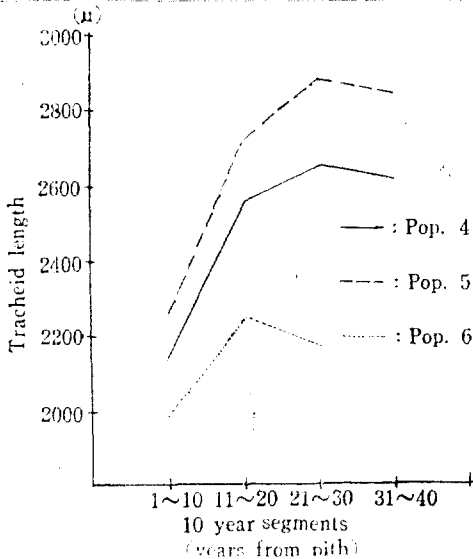


Fig. 11. Average tracheid length by ring segments.

그림 11에 增加 傾向線을 보였다. 그 傾向을 보면 初期 다시 말해서 1~20年間の 增加率이 높고 그 뒤에 이르면 가도관의 길이의 增加가 약간 鈍化되는 느낌을 준다.

分散分析結果를 보면(表 17), ring segment間的 가

Tab. 17. Average tracheid length by population. (unit :  $\mu$ )

Population	Mean( $\mu$ )	Range( $\mu$ )	S.D.	C.V.
4	2487.1	2098.1~2793.1	176.06	0.07
5	2676.1	2392.0~2922.4	178.93	0.07
6	2129.9	1804.1~2712.9	254.41	0.12

F-Values : Population (df=2, 8) : 4.3938\*\*

Ring Segment (df=8, 209) : 8.4520\*\*

도관長의 差異는 有意한 것으로 나타나고 있다. 가도관의 길이도 問題視되는 利用面이 있는 것이라면 一面으로는 樹令이라는 즉 伐期調整으로서 어느 정도 이 問題가 左右될 수 있는 것으로 思料된다.

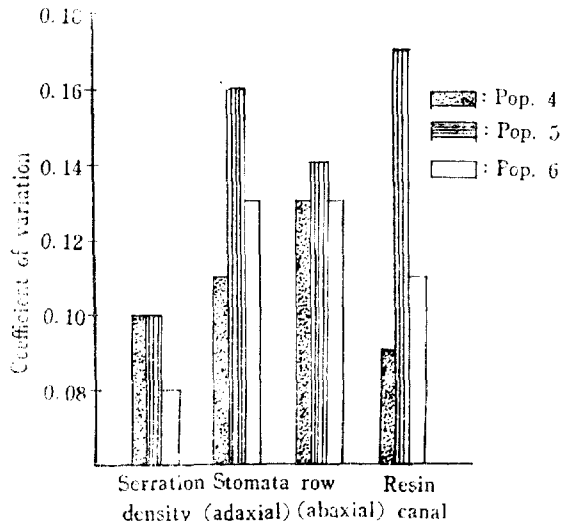


Fig. 12. Comparison of coefficient of variation of investigated needle characters by population.

Zobel等 外國에 있어서는 松類에 있어서 가도관長이 遺傳的 因子에 依해서 調節되는 形質이라는 것을 밝히고 있는데 이 方面研究에 暗示를 던져주고 있다.

以上과 같은 針葉의 特性과 材質의 特性에 대한 變異係數는 그림 12와 13에 圖示하여 보였고 이를 보면 針葉의 特性에서는 대체로 集團 5가 個體間에 變異가 큰 것으로 綜合되며 材質의 特性은 集團 6이 個體間에 變異가 있는 것으로 綜合된다.

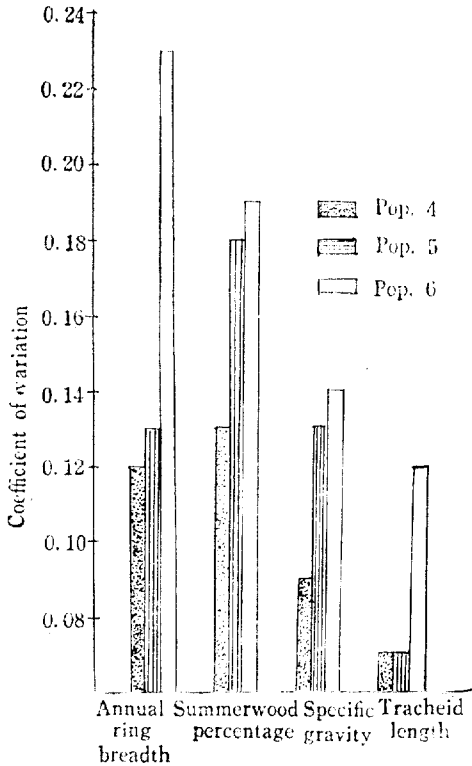


Fig. 13. Comparison of coefficient of variation of investigated core characters by population.

### 結 論

以上的 測定結果를 가지고 各 調査項目別로 綜合하면 다음으로 結論되어진다.

#### 1. 個體의 外形의 特性

外形의 特性에 대한 관찰은 통계학적 有意性 檢定에 依한 比較는 아니지만 대체로 測定值를 살펴볼 때 本研究의 대상이 된 3個集團은 平均 樹令에 差異가 있고 또 林分의 形質이 서로 對照되는 集團을 對象으로 한 데도 原因이 있기는 하겠지만 그 測定值는 대체로 集團間差異를 가정할 수 있었다. 즉 壯令林인 集團 4와 集團 6 그리고 老令林인 集團 5 間에는 樹幹 및 樹冠의 形態에 對한 諸測定值에서 差異를 肯定할 수 있었고 優良集團으로 본 集團 4,5와 不良集團의 性格은 더

고 있는 集團 6 間에는 成長量, 全體의인 樹型 등에서 差異가 있는 것으로 보이며 모든 點을 考慮하여 3個集團을 比較할 때 특히 集團 4에서 樹幹의 通直性, 直徑成長量, 樹高成長量 등이 優良한 形質로 推測되기도 한다. 즉 1次研究에서의 五臺山集團의 樹型에 比할 때 損色이 없는 樹型을 集團 4가 가지고 있었다. 또한 集團 5는 樹令이 높아 樹冠이 상당히 不規則하고 樹幹도 전체적으로 휘어있기는 하지만 그 程度는 1次研究의 安眠島集團보다는 좋은 形態로 보였다. 그렇지만 集團 6은 여러가지 形質에서 앞의 두 集團보다 못한 것으로 推定되며 그중에서 樹高, 直徑成長量, 樹幹의 通直性에서는 대단히 變異를 集團內 變異를 볼 수 있었다.

#### 2. 針葉의 形態學的 變異調查

針葉의 特性은 대체로 個體間이나 集團間에 많은 變異를 볼 수 있었지만 鋸齒나 樹脂道에서는 集團間에 統計學的 差異를 認定키 어려웠다. 그러나 個體間에는 鋸齒, 氣孔列, 樹脂道 등 모든 調査項目에서 變異가 심하고 統計學的으로도 有意性이 크게 認定되었다. 이러한 結果는 一次研究에서도 마찬가지로 나타나 針葉의 特性은 集團內의 個體間에 큰 變異를 지녔다고 할 수 있었다. 또한 氣孔列의 數에서는 葉의 腹面과 背面間에 어느 集團에서나 높은 相關을 지녔다. 그리고 集團別로 본 個體의 變異程度는 氣孔列과 樹脂道에서는 集團 4가 제일 작고 鋸齒數에서는 集團 6이 제일 작지만 集團 5는 어느 것에서나 제일 큰 變異程度를 보여주고 있었다.

그리고 앞서의 설명과 表 10에 나타난 것처럼 維管束, 下表皮層數, 樹脂道位置 등을 볼 때 1次 研究에서와 같이 本 研究對象集團도 어느 程度의 雜種性을 認定할 수 있었다.

#### 3. 木片(Core) 分析에 依한 材質의 變異調查

假導管長, 比重 등은 集團間의 差異보다는 年輪區分間에 差異가 심하였다. 특히 各 形質의 樹令增加에 따른 變化를 보면 대체로 林木이 어릴 때는 變異가 심하고 30~40년이 지나면서는 점차 安定되는 것을 볼 수 있으며 이에 따라 材質도 더 均一해 지리라 생각된다.

### 引用 文獻

1. Bannister, M.H. 1962. Some variations in the growth pattern of *Pinus radiata* in New Zealand. New Zealand Journal of Science. Vol. 5, No. 3, 342~370.
2. Echols, R.M. 1955. Linear relation of fibrillar angle to tracheid length, and genetic control of tracheid length in slash pine. Tropical Woods 102 : 11~22.

3. Ehrenberg, C. and Gustafsson, Å. 1971. Coastal and inland provenance trials in *Pinus sylvestris* L. *Studia Forestalia Suecica* 95 : 1~36.
4. Funk, D.T. 1971. Eastern white pine seed source trials: ten-year results from three Midwestern plantations. U.S.F.S. Research Note Nc-113 : 1~4.
5. Goddard, R.E. & Strickland, R.K. 1964. Crooked stemform in loblolly pine. *Silvae Genet.*, 13(3) : 155~157.
6. Harlow, W.M. 1947. The identification of the pines of United States, native and introduced, by needle structure. *Tech. Publ.* 32 : 17~28.
7. Knudsen, M.V. 1956. A comparative study of some technological properties of Norway spruce in a provenance test, 12th. congr. IUFRO. 56/41/2.
8. Larson, P.R. 1957. Effect of environment on the percentage of summerwood and specific gravity of slash pine. *Yale Univ. Bull.*, 63 : 1~87.
9. Lee, H.N. & E.M. Smith 1916. Douglas-fir fiber with special reference to length. *For. Quarterly*, 14 (4) : 671~695.
10. McElwec, R.L. & B.J. Zobel 1963. Some wood and growth characteristics of pond pine. *Southern Forest Tree Impr. Committee. Publication No. 22* : 18~25.
11. Mergen, F., E.B. Snyder and J. Burley 1966. Variation in coastal and insular slash pine of Mississippi and Alabama. *The American Midland Naturalist* 76(2) : 482~495.
12. Mitchell, H.L. & P.R. Wheeler 1959. Wood quality of Mississippi pine resources. *Rept. No. 21* 43. U.S. For. Prod. Lab. 11P.
13. Miyoshi, T. 1951. Ecological studies on the qualities of the timber of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*). *Physical and Chemical Properties Bull.* 40 : 1~217.
14. Muto, A. 1975. Needle variation in natural populations of *Cryptomeria japonica* D. Don.. *Gov. For. Exp. Station* 277 : 21~40.
15. Roller, K.J. 1966. Resin canal position in the needles of balsam, alpine and fraser firs. *For. Sci.* 12(3) : 348~355.
16. Satoo, T. 1964. Some aspects of the variation in length of needles of pines on eroded land. *Misc. Inf. Tokyo Univ. Forests*, 15. 45P.
17. Saucier, J.R. 1972. Wood specific gravity of eleven species of pine. *For. Prod. J.* 22(3) : 32~33.
18. White, J.B. & H.O. Beals 1963. Variation in number of resin canals per needle in pond. pine. *Bot. Gaz.*, 124, 251.
19. Wood, P.J., J. Burley & G.A.R. Howell 1972. Variation in the needles of 12 tropical pines grown in Zambia. *Rap. 15th I.U.F.R.O. Congr.*,
20. Yandle, D.O. 1963. Statistical evaluation of the effect of age on specific gravity in loblolly pine. *U.S.F.P.L. Rpt. No. 2049.*
21. Zgurovskaja, L.N. 1965. Investigation of needles of *Pinus sylvestris* and *P. sibirica* on bogs of different types, *Bot. Zh.* 50, 234.
22. Zobel, B.J., E. Thorbjornsen & F. Henson 1960. Geographic site and individual tree variation in wood properties of loblolly pine. *Silvae Genet.*, 9 : 149~158.
23. Zobel, B.J. 1964. Variation in specific gravity and tracheid length for several species of mexican pine. *Silvae Genet.*, 14(1) : 1~11.
24. 任慶彬, 1969. 海松集團의 針葉樹脂道數에 依한 分析. *서울大論文集, 生農系.* 20 : 38~52.
25. 任慶彬, 金眞水. 1975. 소나무 天然集團의 變異에 關한 研究(I) *韓林誌.* 28 : 1~20.