韓國林學會誌 76(4) : 410-417. 1987
Jour. Korean For. Soc. 76(4) : 410-417. 1987

삼나무의 葉型分類 및 生長特性에 關한 硏究[1]

—濟州道를 中心으로—

陳鉉五[2] · 全尙根[3]

Classification of Needle Type and Growth Characteristics of *Cryptomeria japonica* Planted in Cheju Province[1]

Hyun O Jin[2] · Sang-Keun Chon[3]

要 約

濟州道에 植栽된 삼나무에 對한 葉型을 分類하고 生長特性을 調査함과 동시에 日本各地의 天然生 삼나무와의 類似性에 對하여 比較檢討하였다. 濟州道 삼나무의 葉型은 總 9個型으로 大別할 수 있으며, 各調査區에서 6個型 以上의 葉型出現으로, 여러 系統이 混在하고 있음을 알 수 있었다. 日本의 Ura(裏) 系統 삼나무의 形態를 한 葉型, 즉 針葉角度 中庸以下, 灣曲度, 針葉長이 작은 型(各各 28° 未滿, 3.2 ~ 8.9, 7.3 ~ 12.8 mm)의 個體가 樹高生長에서 優勢함을 나타내었다. 이러한 個體를 地位가 좋은 곳에 造林育成할 경우 林地生産力의 增大를 期待할 수 있다고 推察되었다.

ABSTRACT

Needle type and growth characteristics of *Cryptomeria japonica* planted in Cheju, Korea, were investigated and compared with those of the same species distributed in Japan. Needle types were classified into nine lines, and the stands were composed of more than six lines. The trees of the same needle type as Ura-Sugi (*Cryptomeria japonica)* in Japan showed the best growth in height.

Key words; Cryptomeria japonica, *needle traits, growth, Cheju.*

緖 論

삼나무는 日本固有의 樹種으로서, 北海道를 除外한 日本 各地에 넓게 分布하고 있으며 樹幹이 通直하고 材質이 優秀하며 生長이 빨라 用材로서의 價値가 매우 높기 때문에 世界的으로도 매우 重要한 樹種의 하나로 여겨지고 있다.

韓國에서는 國土綠化와 國土의 保全을 爲한 造林活動이 1900年頃부터 活發하게 行하여졌는데[2] 特히 1926年부터 10年間에 걸친 林業試驗場의 試植地 第1期事業時에 日本의 靑森, 木曾, 諏訪等外 18個 産地로부터 삼나무의 種子가 導入되어 韓半島의 南部地方 一部와 濟州道에서 造林試驗이 시작되었

[1] 接受 10月 21日 Received on October 21, 1987
[2] 日本東京農工大學 農學部 Fac. of Agr., Tokyo Univ. of Agr. and Technol., Tokyo, Japan
[3] 慶熙大學校 産業大學 College of Industry, Kyune Hee Univ., Seoul, Korea.

다.[5] 濟州道에 삼나무造林이 事業的으로 시작된 것은 1936年으로 당시 6 *ha*의 面積에 35,000 본이 植栽되었고 그후 經濟林으로서의 삼나무林의 造成價値가 認定되면서 1948年부터 1979年까지 30여년 동안 3 萬ha의 面積에 約 1 億 1 千萬本이 造林되었다. 이 面積은 韓國에 있어서 삼나무 造林總面積(約 9 萬 *ha*)의 1/3에 相當한다.

韓國에 있어서 삼나무에 關한 硏究는 삼나무의 造林歷史가 짧고 지금까지 그 植栽地域이 극히 一部에 限定되어 있기 때문에 그리 많지 않다.

特히, 삼나무林分을 對象으로 土壤 및 林木의 榮養狀態를 生長과 關連시킨 硏究는 거의 찾아 볼 수 없다.

이에 筆者 等은 濟州道에 있어서의 삼나무의 保育體系를 수립하기 爲하여 삼나무의 生長 및 榮養狀態를 基礎로 하는 立地區分에 關한 硏究를 行하고 있다. 이미 그 一部로서 삼나무의 針葉形質에 대한 調査를 하여 濟州道의 삼나무가 針葉角度에서 變異가 크다는 點과 養苗用 삼나무種子가 採種林 以外의 곳 밭의 防風林에서 採取되고 있는 點으로 보아 여러가지 系統이 混在하고 있을 可能性을 設定하였다.

本 硏究에서는 濟州道의 삼나무 系統을 把握하기 爲하여 針葉形質에 依한 葉型分類를 行함과 同時에 各 葉型과 林齡 및 地位에 따른 生長과의 關係 및 日本 各地의 天然生삼나무의 針葉形質과의 類似性에 대하여도 比較, 檢討하였다.

今後 各 葉型의 榮養·生理·生長特性에 對하여 調査할 豫定이다.

材料 및 方法

濟州道의 氣溫分布 및 調査地의 位置는 Fig. 1과 같다. 濟州道의 年平均氣溫은 15℃前後로서 溫量指數는 130～138 md이고 또 寒冷指數는 0 md이다. 日本에 있어서의 삼나무 造林適地의 溫量指數는 65～70 md[9]이고 삼나무 天然林의 北限地는 秋田地方으로 寒冷指數가 －20 md로 이에 비해 濟州道는 日本보다 훨씬 높다. 濟州道의 年降水量은 1,200～1,800 mm인데 이것은 日本의 關東地方의 年降水量 1,300～1,600 mm에 相當한다.

調査地는 濟州道에서 삼나무造林地가 比較的 넓게 分布되어 있는 東部一帶에 걸쳐 設置하였다.

調査地의 槪況은 Table 1과 같다. 調査林分은 18年生부터 34年生까지의 12個所의 實生林分이다.

이 調査林分內에 調査區(約 10×10 m)를 設置하여 每木調査, 試料採取를 行하였다. 葉型分類를 위한 試料採取는 1983年 7月에 19年生과 20年生林分에서 각각 15, 9個體, 1985年 2月에는 22年生의 Ⅱ區와 Ⅲ區에서 각각 10, 7個體, 또 1986年 5月에는 18年生과 22年生林分의 Ⅰ區에서 각각 30, 19個體 等 總 90個體를 對象으로하여 實施하였다. 그 後, 葉型과 生長과의 關係를 밝히기 爲하여 1986年 12月에는 모든 調査區의 全林木 가운데 上記의 調査木 以外의 個體에 대하여 追加調査를 行

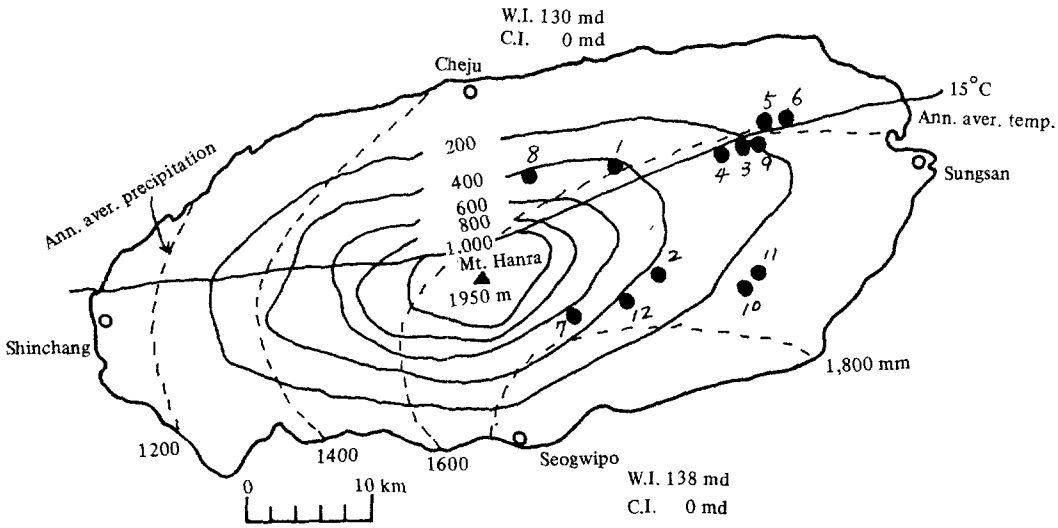

Fig. 1. Location of investigated stands

Table 1. General description of 12 investigated stands of *Cryptomeria japonica*.

Stand No.	Age (year)	Soil depth (cm)	No. of trees (no./ha)	Ave. height (m)	Ave. DBH (cm)	Volume (m^3/ha)
1	18	45	5,300	9.0 ± 0.7	9.5 ± 1.5	173
2	19	40	2,100	8.1 ± 1.2	13.9 ± 4.1	140
3	20(I)	40	4,300	10.4 ± 1.0	11.4 ± 2.6	258
4	20(II)	30	5,800	6.4 ± 0.8	7.8 ± 1.9	113
5	22(I)	100	2,100	15.1 ± 1.0	18.8 ± 3.0	420
6	22(II)	100	2,200	14.2 ± 1.2	18.4 ± 3.7	418
7	22(III)	50	2,100	9.9 ± 1.0	15.1 ± 2.9	180
8	24	60	1,500	13.0 ± 1.0	20.1 ± 4.0	313
9	25	20	1,800	10.7 ± 0.8	17.1 ± 3.4	229
10	26	60	1,700	13.0 ± 1.3	20.6 ± 6.1	382
11	27	15	2,800	9.6 ± 1.2	13.5 ± 4.0	224
12	34	40	1,300	13.2 ± 1.1	20.4 ± 5.7	267

하였다. 各 調査木에 대하여 樹冠上部의 平均的인 길이의 當年綠枝 6本을 採取하여 最大針葉을 3列 남기고 다른 列을 全部 除去한 다음 2枚의 Slide glass 에 끼워 profile-projector 로 10倍 擴大시켜 針葉角度, 灣曲度, 針葉長, 針葉密度의 4形質에 대하여 測定하였다(Fig. 2).

地位區分은 10年生부터 40年生까지의 삼나무林分을 對象으로 各 林分의 平均樹高를 利用하였다. 地位決定을 爲한 中心線으로 使用되는 實驗式 가운데 推定精度(實測値에 의한 殘差分散, 生長傾向, 資料分布)가 높은 $A / \sqrt{HA} = b_0 + b_1 A$ (여기서 A = 林齡, H=平均樹高)의 式이 가장 適合하여 이 式으로 中心線을 나타내기로 하였다. 이 中心線을 中央으로 資料의 95%가 包含되는 範圍를 定하여 中心線과 上, 下의 限界線을 各各 2等分하여 4區間으로 分割하여 위로부터 地位 I, II, III, IV 4個의 地位로 區分하였다.

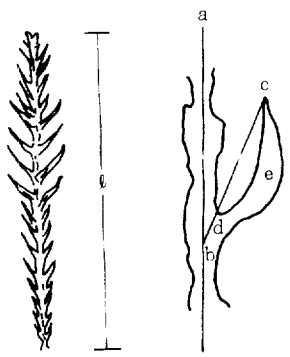

Fig. 2. Measurement of needle traits

또, 林木育種硏究所 南部育種場(濟州道)에서는 日本으로부터 東頸域外 裏日本 20系統의 삼나무 秀型木(10年生)을 導入하여 試驗하고 있었는데 이들중 生長이 좋은 11系統에 對하여 1986年 5月에 系統別로 標本木 3本식을 選定하여 이들의 葉形質에 對하여도 같은 方法으로 調査測定하였다.

結果 및 考察

1. 葉型分類

各 針葉形質의 平均値, 標準偏差, 變異係數 및 針葉形質間의 相關係數는 Table 2와 같다. 變異係數는 針葉角度가 27.9, 灣曲度가 26.1, 針葉長이 16.7, 그리고 針葉密度가 11.7의 값을 나타내고 있고 針葉角度와 灣曲度에서 가장 크고 針葉長, 針葉密度의 順이었다. 이러한 경향은 삼나무의 葉形質中 針葉密度의 遺傳的變異가 個體間 林分間에 있어서 가장 작다고한 報告[14,15,16]와 一致함을 알 수 있다. 針葉의 4個形質에 對하여 各形質 相互間의 相關의 有無를 檢討한 結果, 針葉角度와 灣曲度와의 사이에 相關係數 r = −0.6762로 負의 相關이 認定(1%水準의 有意性) 되었을 뿐 그밖의 針葉形質間에 있어서는 어떤 相關도 認定되지 않았다. 各 針葉形質間 相關에서 共通된 規則性이 認定되지 않았기 때문에 여러個體의 針葉의 特徵을 몇개의 type 으로 區分하여 그들의 type 을 組合하여 再檢討하였다. 即 各針葉의 形質을 各各 하나의 group 으로 하여 그것을 몇개의 type 으로 나누기 爲하여 平均値의 差의 檢定에 의한 grouping 을 行하였다. grouping 은 各針葉形質

Table 2. Correlation coefficients among 4 needle traits (Mean ± S.D, C.V)

	Needle angle	Needle curl	Needle length	$\bar{x}$ ± S.D	C.V
Needle angle				26.2 ± 7.3	27.9
Needle curl	−0.6762***			6.9 ± 1.8	26.1
Needle length	−0.0269	0.0006		12.3 ± 2.1	16.7
Needle density	−0.0456	0.0268	−0.0592	11.1 ± 1.3	11.7

***: Significant at 1% level

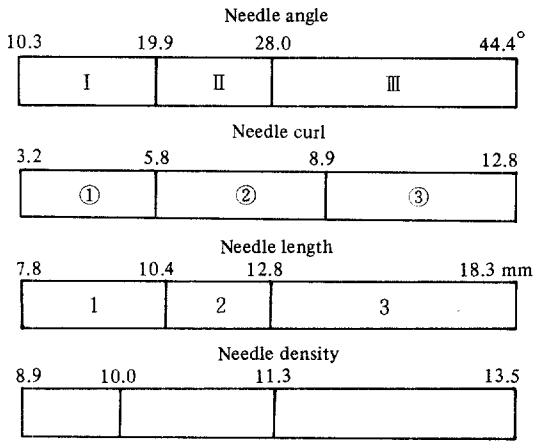

Fig. 3. Grouping of each needle trait by the test of the difference of mean value.

別로 平均値가 큰 것부터 작은 順으로 配列하여 有意差가 認定되지 않는 type과 認定되는 type, 그리고 그 中間의 type 等 3個 type으로 나누었다. 그 結果는 Fig. 3과 같다. 各針葉形質의 最小値와 最大値의 範圍는 針葉角度가 10.3～44.4°로 最大値는 最小値의 4.3倍, 灣曲度가 3.2～12.8로서 4.0倍, 針葉長이 7.8～18.3mm로서 2.5倍, 그리고 針葉密度가 8.9～13.5本/cm 로서 1.5倍의 값을 나타냈다. 變異係數가 가장 작은 針葉密度를 除外하고 變異係數가 큰 順, 즉 針葉角度, 灣曲度, 針葉長의 順으로 配列한 다음 各針葉形質의 type 의 組合에 의한 葉型의 分類를 行하였다(Fig. 4의 左). 그 結果 出現한 葉型은 針葉角度 I 에서 6個型, II에서 7個型, III에서 7個型, 計 20個型이었다. 그러나 10% 以下의 頻度로 出現하는 葉型을 類似葉型에 偏入시켜, 灣曲度①과 ② type 을 A type 으로, ③type 을 B type으로, 針葉長 1과 2 type 을 a type 으로, 3 type 을 b type으로 再整理하면(Fig. 4의 右), 濟州道 삼나무의 葉型은 針葉角度 I, II, III

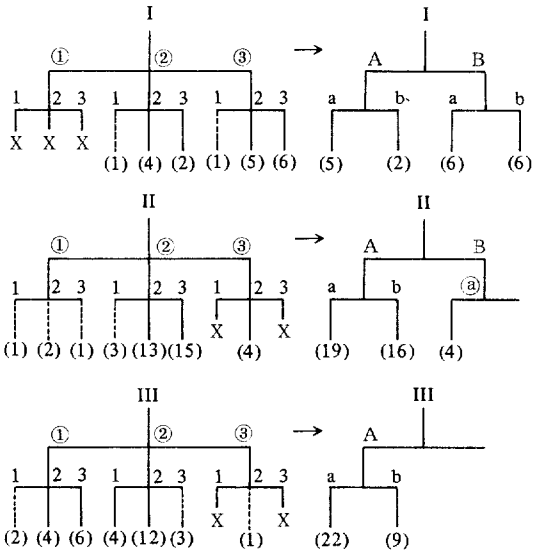

Fig. 4. Classification process of needle types.
I, II, III: Needle angle 1, 2, 3: Needle length
X: Frequency of 0% ①,②,③ : Needle curl
( ) : No. of occurrence
------- : Frequency of 10% or less in needle length

type 에서 各各 4, 3, 2個型, 모두 9個型으로 分類할 수 있었다. 以上과 같은 方法으로 分類된 各 針葉形質의 各 type 의 값은 針葉角度에서 I type 은 20° 未滿, III type 은 28° 以上, II type 은 I과 III type 의 中間, 灣曲度에서는 A type 이 9未滿, B type 이 9 以上, 그리고 針葉長에서는 a type 이 13 mm未滿, b type이 13 mm以上을 나타내고 있다(Table 3).

2. 葉型과 樹高生長과의 關係

各調査區의 全林木의 葉型의 出現狀態를 Table 4에 나타냈다. 22年生의 II區와 III區의 林分에서 6個型, 20年生의 I區와 24年生, 27年生의 林分에서 7個型, 19年生, 20年生의 II區, 22年生의

Table 3. Range of needle traits in each needle type.

Needle angle	Needle curl	Needle length	Mark
I < 20°	A < 9	a < 13mm	▲
		b ≧ 13mm	△
	B ≧ 9	a	⊕
		b	▽
20° ≦ II < 28°	A	a	●
		b	○
	B	a	⊕
III ≧ 28°	A	a	■
		b	□

I區, 26年生, 34年生의 林分에서 8個型 그리고 18年生, 25年生의 林分에서는 9個型 모두가 出現하고 있어 林分에 따라서 葉型의 出現狀態가 다름을 알 수 있었다. 一般的으로 삼나무는 村井[7]에 의해 表삼나무, 裏삼나무로, 또 佐多[12]에 의해 表삼나무, 裏杉나무 및 中間型으로 나누어지고 있다. 삼나무의 系統·品種의 分類에 가장 重要한 針葉形質은 針葉角度로서 前述한 바와 같이 濟州道의 삼나무針葉角度는 10.3～44.4°로서 매우 큰 變異를 나타냈었다. 村井[7]는 針葉角度가 25.3～33.6°를 裏삼나무, 34.2～44.8°를 表삼나무로 하고 있다. 또, 全等[1]은 韓國의 18集團(濟州道의 2集團包含)의 삼나무林分을 對象으로 針葉形質을 調査한 結果, 韓半島의 16集團中 7集團이 裏系統, 3集團이 表系統, 6集團이 裏·表系統이고 濟州道의 2集團에 대해서는 針葉角度가 15.4～41.0°의 範圍에 있고 裏·表兩系統의 形態를 나타내고 있다고 報告하였다. 本 硏究에서 얻어진 濟州道의 삼나무針葉角度를 村井, 全等의 그것과 比較하면 보다 狹角의 個體도 出現하고 있지만 거의 一致한다. 따라서 濟州道의 삼나무에는 裏·表兩系統이 混在하고 있는 것이 證明되었다고 볼 수 있다.

各 調査區의 全林木의 葉型과 樹高生長과의 關係를 Fig. 5에 나타냈다. 各 調査區마다 出現數가 3個 以上의 葉型에 대하여 樹高平均値 및 標準偏差를 나타내고 또, 樹高生長의 優劣判定의 基準으로서 優勢木의 樹高下限値(各調査區에 있어서 樹高가 큰쪽부터 1/3되는 나무의 樹高)를 나타냈다. II-A-a(●)의 葉型의 樹高平均値는 優勢木의 樹高下限値보다 높은 값을 나타내고 있고, 그 다음으로 I-A-a(▲)의 葉型도 좋은 生長을 보이고 있다. 한편, 他葉型에 있어서는 모두 優勢木의 樹高下限値보다 낮은 값을 나타내고 있다. 그래서 各 調査區마다 各 葉型의 樹高平均値를 利用하여 有意差檢定을 한 結果, 24年生林分을 除外하고는 II-A-a(●)의 葉型과 III-A-a(■)의 葉型과의 사이에 5% 水準에서 有意差가 認定되었다. 前述한 바와 같이 모든 林分에 있어서 여러가지 葉型의 混在가 밝혀졌고, 더구나 葉型에 따라서 매우 다른 樹高生長을 보이고 있으므로 生長이 좋은 葉型의 個體를 造林材料로 育成한 경우, 林地生産力의 增大를 어느 程度 期待할 수 있는지를 推定하여 보았다(Fig. 6).

Table 4. Number of occurrence of needle types in each stand.

Stand age	Needle type									Total
	I-A-a	I-A-b	I-B-a	I-B-b	II-A-a	II-A-b	II-B-a	III-A-a	III-A-b	
18	3	1	2	1	6	2	6	5	3	29
19	1	1		3	3	5	1	8	8	30
20(I)	4	3			15	7	6	4	4	43
20(II)	1	1	1		4	4	1	29	13	54
22(I)	6	3	8	2	6	3	2	3		33
22(II)	4	1		2	9			2	1	19
22(III)	1				4	5	1	7	1	19
24	1	3	1		3	2	1	5		16
25	2	3	1	2	8	1	2	7	3	29
26	1	1	2	3	4	2	1	2		16
27	2		1		5	1	1	9	3	22
34	1	2		2	10	1	4	7	4	31
Total	27	19	16	15	77	33	26	88	40	341

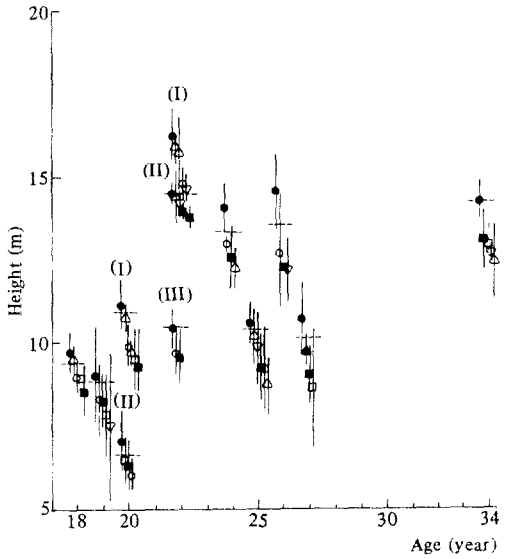

Fig. 5. Relationship between height growth and needle type in each stand.

------: Minimum height of dominant tree.
Legend is the same as in table 3.

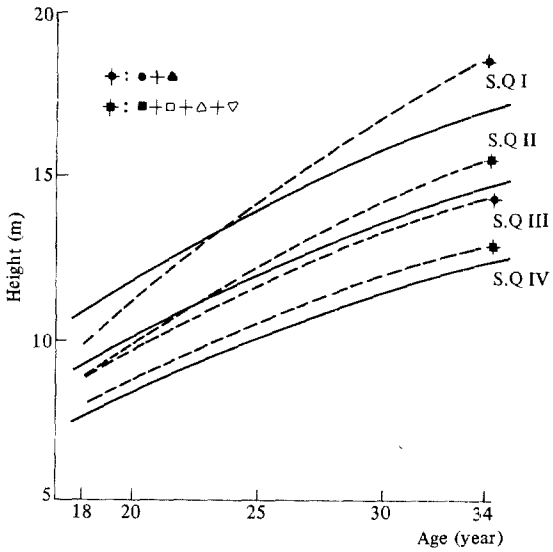

Fig. 6. Relationship among height growth of needle type group and site quality.

———: Dividing line between site qualities
------: Estimated growth curve of needle type group.
S.Q.: Site quality

4個의 地位로 區分한 林分中(Fig. 5) 林分의 크기가 작고 더우기 한곳에 集中되어 있는 地位 I, IV를 除外한 地位 II, III의 林分에 대하여 檢討하였는바 地位 II의 林分에서의 生長이 增大하는 傾向이 보이고 있다. 그러나 地位 II의 林分에서의 生長이 나쁜 系統 및 地位 III의 林分에서의 兩系統은 林齡이 增加하여도 生長이 增大하는 變化는 보이지 않았다.

以上의 結果를 綜合하여 보면 生長이 좋은 系統을 育成하여 地位가 좋은 곳에 造林할 경우 林地生産力을 增大시키는 것이 可能하다고 推察되었다.

3. 導入試驗 中인 裏系統 및 日本各地의 天然 삼나무의 針葉形質과의 類似性

林木育種研究所 南部育種場에서 導入試驗 中인 裏系統삼나무의 針葉形質(Table 5)은 針葉角度에서 I, II type, 新發田의 1系統을 除外하면 灣曲度, 針葉長에서 各各 A, a type에 分布하고 있으며 濟州道삼나무의 葉型分類가운데 II-A-a(●), I-A-a(▲)의 2型에 屬하고 있다.

또, 日本의 秋田로부터 屋久島까지의 表·裏系統의 天然生삼나무의 data와 濟州道의 삼나무葉型과의 比較에 의한 類似性에 대하여 檢討하였다(Fig. 7). 類似性의 判定은 針葉角度, 灣曲度, 針葉長의 3形質에 대하여 Cluster 分析에 의해 行하였다. 生長이 좋은 II-A-a(●)의 葉型은 Fig. 7의 右에 나타내고 있는 것처럼 裏系統의 天然삼나무와 類似性이 매우 높은 傾向을 보였다. 한편, 지금까지 九州本土에는 天然生삼나무가 存在하고 있지 않다고 하였는데 宮島[6]는 天然삼나무의 針葉形質의 變異에

Table 5. Needle types of Ura-sugi in the Sourthern Branch station of Institute of Forest Genetics in Cheju Province.

Provenance	Needle type	Mark
Higashi kubiki	I-A-a	
Wakinozawa	I-A-a	▲
Tsuruoka	I-A-a	
Jeon buk 2	I-A-a	
Muikamachi	II-A-a	
Higashi urahara	II-A-a	
Kita urahara	II-A-a	●
Mutsu	II-A-a	
Souguchi	II-A-a	
Jeon buk 1	II-A-a	
Shibata	II-B-a	⊕

Legend is the same as in table. 3.

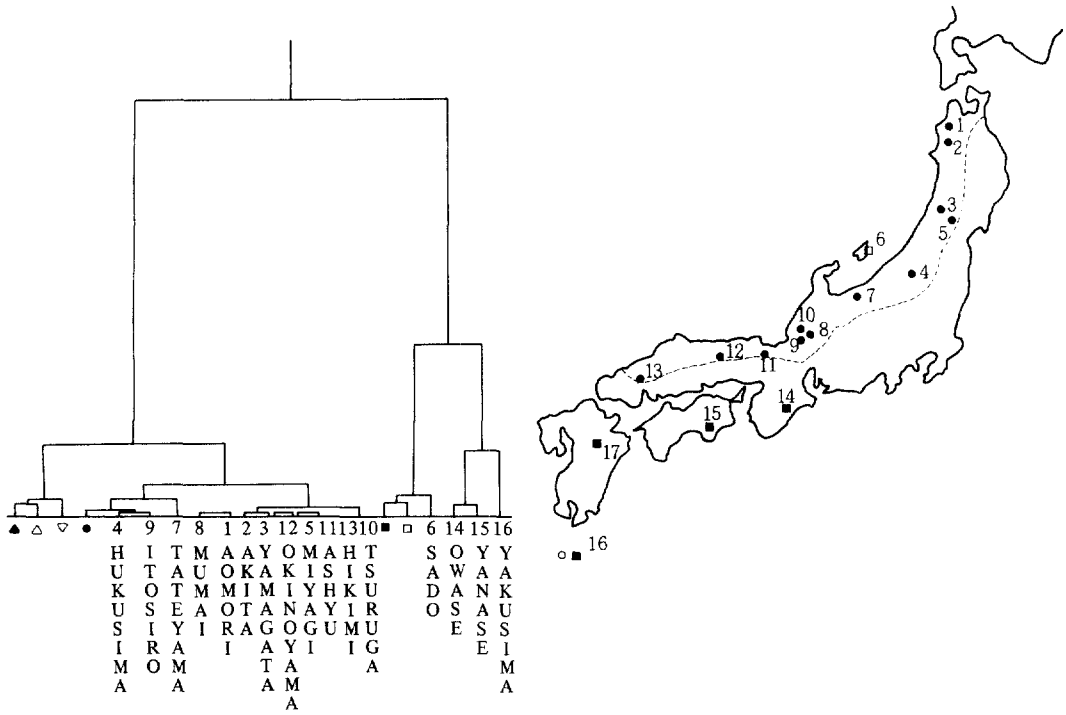

Fig. 7. Dendrogram of main needle types and natural population by cluster analysis (left) and distribution of natural population of *Cryptomeria japonica* (right).

: Kawada line Legend is the same as in table 3.

대하여 九州에 天然삼나무가 있다고 하면 針葉角度가 크고 針葉長, 灣曲度가 작은 type이었을 것이라고 推察하였고 最近, 中尾 等[8]에 의하여 確實한 天然生삼나무(Fig. 7의 右의 17番)가 發見되어 針葉形態的으로 裏系統의 魚梁瀨, 尾鷲의 集團과 類似性이 높다는 것을 報告하였다. 以上의 結果를 要約하면 表系統의 天然生삼나무의 分布가 裏系統의 그것에 比較하면 적지만 針葉角度에서 Ⅲ의 type 즉 針葉角度가 큰 葉型은 表系統의 天然生삼나무와 類似하다고 말 할 수 있겠다.

結 論

本 硏究는 濟州道의 삼나무를 對象으로 하여 여러가지 系統이 混在하고 있음을 把握하기 爲하여 葉型의 分類를 行하고 葉型과 生長과의 關係를 밝힘과 同時에 各 葉型과 日本 各地의 天然삼나무와의 類似性에 대하여 比較, 檢討한 것이다.

本 硏究의 結果를 要約하면 다음과 같다.

(1) 針葉形質에 의한 葉型의 分類를 通해 濟州道의 삼나무葉型은 針葉角度 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ type에서 各各 4, 3, 2型, 計 9型으로 大別될 수 있었다.

(2) 各 調査區의 全林木의 葉型의 出現狀態는 6個型에서 9個型까지 出現하여 여러가지 系統이 混在하고 있음을 알 수 있었다.

(3) 葉型과 樹高生長과의 樹高生長과의 關係에서는 Ⅱ-A-a(●) 및 Ⅰ-A-a(▲)의 葉型이 좋은 生長을 보이고 있지만 他葉型은 모두 生長에서 劣勢에 있음을 確認할 수 있었다.

(4) 葉型과 林齡 및 地位와의 關係에서는 生長이 좋은 系統 즉, 針葉角度에서 中庸以下, 灣曲度, 針葉長이 작은 type의 葉型(各各 28° 未滿, 3.2~8.9, 7.3~12.8 mm)의 個體를 地位가 좋은 곳에 造林, 育成함에 따라 林地生産力을 增大할 수 있다고 推察되었다.

(5) 生長이 좋은 葉型은 日本의 裏系統삼나무와, 그리고 生長이 나쁜 葉型은 表系統삼나무와 類似性이 높았다.

引 用 文 獻

1. 全瑛宇, 朴龍求. 1980. 우리나라 優良 삼나무 集團에 對한 生態遺傳學的 硏究 Ⅰ. －針葉形質 및 生長特性－ . 林木育種硏究所 硏究報告 16 : 27-40.
2. 濟州道. 1982. 濟州道誌 : 97-111.
3. 陳鉉五, 生原喜久雄, 相場芳憲. 1984. 韓國濟州道におけるスギ育林技術の體係化に關する硏究 Ⅰ. スギ林分の生育と立地 95回日林論集 : 217-218.
4. John, A. R. 1967. International Review of Forestry Research 2. Academic press, N. Y. 316 pp.
5. 鏑木德二. 1936. 試植地第1期事業報告, 朝鮮總督府林業試驗場報告 25 : 1-43.
6. 宮島寬, 中尾登志雄, 須崎民雄, 矢幡久, 宮崎安貞, 黑木嘉久, 野上寬五郎, 甲斐重貴. 1979. スギさし木地帶の再選拔對象集團の特性に關する硏究. 文部省科硏報告 : 185 pp.
7. 村井三郎. 1947. 造林技術講演集. 131-144.
8. 中尾登志雄, 黑木嘉久, 外山三郎, 細山田典昭. 1986. 大崩山系鬼ヶ目山南西斜面における天然スギの針葉形質. 97回日林論集 : 423-424.
9. 岡上正夫. 1970. 森林氣象編－亞高山地帶の 造林技術. 創文.
10. 西井寬一, 有田學, 井山審也, 岩神正郎, 岡田幸郎, 富田浩二, 林重佐, 宮崎安貞. 1978. 魚梁瀨スギ天然林の遺傳子保存に關する調査報告書. 關西林木育種場四國支場. 71 pp.
11. 坂口勝美監修. 1983. スギのすべて(新版). 全國林業改良普及協會. 東京. 629 pp.
12. 佐多一至. 1941. 杉の品種問題に關する硏究の一端(第1報). 日本林學會誌 23 : 491-498.
13. 東京天文台. 1971. 理科年報. 丸善(株) 東京.
14. 富田浩二・林治彦. 1979. スギ針葉形質の可變性について. 90回日林論集 : 247-248.
15. 富田浩二. 1982. スギ天然生林の針葉形態の差異について. 93回日林論集 : 215-216.
16. 富田浩二. 1983. スギ天然生林の針葉形態の類似性について. 94回日林論集 : 281-282.