

곰솔과 소나무의 自然雜種으로 推定되는 雜種소나무의 特性^{1*}

孫斗植² · 權七容² · 朴相俊²

The characteristics of selected trees of putative hybrid pines between *Pinus thunbergii* and *Pinus densiflora*^{1*}

Do Sik Son², Chil Yong Kwon² and Sang Jun Park²

要 約

솔잎혹파리에 대한 耐蟲性 品種을 育成하기 위하여 곰솔과 소나무의 自然雜種으로 推定되는 個體를 選拔하고 소나무의 選拔個體에 對한 特性을 調査한바 다음과 같다.

1. 選拔個體들의 現地에서 生長狀態는 自然雜種 소나무에서는 總平均直徑生長量 및 最近 5年間の 直徑生長量은 곰솔과 소나무의 中間 정도를 나타내고 있으나 個體間에 變異가 심하였다.
2. 針葉의 樹脂溝 位置에 對한 RDI는 0.10以上되는 個體들을 雜種소나무로 간주하고 針葉의 길이, 葉초장에서 곰솔은 길고 소나무는 약간 짧으며 氣孔의 列間 間隔은 곰솔에서는 넓고 소나무에서는 좁게 나타나고 있으나 雜種 소나무는 中間 數值를 나타내고 있으나 個體間에는 變異가 많았다.
3. 毬果 및 種子의 크기와 實重에서도 곰솔이 크고 소나무는 곰솔보다 작게 나타나고 있으나 雜種소나무는 中間形態를 나타내고 있으며 個體間에는 變異가 심하였다.

以上の 結果에서 針葉, 毬果 및 種子의 特性에서 한가지 特性만으로 雜種소나무를 區分하는것 보다는 여러가지 特性을 綜合하여 判斷하는 것이 옳다고 생각된다.

4. 雜種소나무에서 同位酵素 ADH-B₂, ME-A₂ 및 PGI-B₁, B₂의 對立遺傳子가 곰솔에서 移入된 것으로 본다면 雜種소나무를 同位酵素에 의하여 쉽게 判斷할 수 있으나 이러한 因子가 나타나지 않는 個體들은 職別이 어렵다.

ABSTRACT

This study was carried out to investigate some characteristics of selected trees recognized as natural hybrid between *Pinus densiflora* and *Pinus thunbergii* for improving resistance to pine leaf gall midge. The results obtained were as follows.

1. In the mean annual increment and the growth in the period of latest 5 years of DBH, hybrid pines showed intermediate value of the parents, *Pinus densiflora* and *Pinus thunbergii*. However, there was remarkable variation among individuals of hybrid pine.
2. The trees having resin duct index(RDI) value larger than 0.1 for the position of resin duct in needle was classified as hybrid pine.

The leaf and leaf sheath of *Pinus thunbergii* was longer than that of *Pinus densiflora* and the

¹ 接受 1990年 2月 16日 Received on February 16, 1990.

² 慶北大學校 農科大學 College of Agriculture, Kyungpook Natl. Univ., Daegu, Korea.

* 本 論文은 文教部 學術研究助成費로 이루어진 것임.

distance between rows of stomata on needles of *Pinus thunbergii* was longer than that of *Pinus densiflora*, and the values of those observations on hybrid pine were intermediate between the parent species. However, differences among individual was observed.

3. In the size of cone and seed, and weight of 1000 seeds, like in the leaf characteristics, *Pinus thunbergii* showed higher value than *Pinus densiflora* and those values of hybrid were intermediate between the parent species.
4. Assuming isoenzyme ADH-B₂, ME-A₂, PGI-B₁ and PGI-B₂ alleles observed in the hybrids were introgressed from *Pinus thunbergii*, the hybrid pine can be easily identified by these isoenzyme alleles. However, the individuals which do not have those alleles can not be identified.

Key words : Resin duct index, Isoenzyme, Introgression.

緒 言

소나무는 우리나라의 主要經濟樹種으로서 全國의으로 分布하고 特別 慶北의 北部와 南部地方 소나무는 外部形態의으로 差異가 있어 北部地方 소나무는 形質이 優秀하여 春陽木이라 부르고 南部地方 소나무는 安康型으로 區分하고 있다. 또한 慶北地方 林相中 45%가 소나무林으로 이루어져 있으나 最近에는 솔잎혹파리의 被害가 極甚한 반면 곰솔은 솔잎혹파리의 被害가 적거나 혹은 被害를 받더라도 回復이 빠르다. 즉 솔잎혹파리의 侵害를 받은 일은 겨울동안에 落葉이 되고 곰솔은 그 다음해에 그자리에 새로 針葉이 나오지만 소나무는 枯死하거나 回復이 매우 늦다. 그러나 곰솔과 소나무의 自然雜種으로 推定되는 個體들은 곰솔과 같이 솔잎혹파리에 강하거나 回復이 빠르다. 그러나 곰솔과 소나무의 開花時期는 7~10일 정도 差異가 있어 곰솔이 먼저 피고 소나무가 늦게 피므로 이러한 自然雜種 소나무의 發生이 쉽지는 않다.

慶北 東海岸地帶에 곰솔과 소나무가 混植되어 있는 곳에 自然雜種 소나무들이 發見되므로 이러한 個體들을 選擇하여 特性을 調査하였다. 앞으로 솔잎혹파리의 耐蟲性 品種 育成 및 소나무의 新品種 育成에 利用하고자 한다.

곰솔의 自然分布는 우리나라의 南海岸과 東海岸은 江陵까지, 西海岸은 瑞山까지 주로 海岸邊에 分布하고 간혹 內陸地方에 植栽된 것이 있으나 慶北, 全北以北地方에서는 凍害를 입거나 生長이 不

振하다. 그러나 自然雜種 소나무는 곰솔의 自然分布보다는 더 北쪽으로 자랄수 있을 것으로 期待된다.

自然雜種 소나무의 識別은 잎, 毬果, 種子, 樹皮, 樹脂溝의 位置 등으로 識別하고 있으나 F₂, F₃, F₄ 혹은 여교잡종이 發生하였을 때는 한가지 特性만으로 區別하기가 어렵다.

1926년 Uyeki¹⁾은 소나무와 곰솔의 雜種소나무를 發見하여 間黑松 (*Pinus densi-thunbergii* Uyeki)라고 하였고 上原²⁾은 이러한 雜種소나무가 海岸地方에서 發見되는 것은 곰솔 x 소나무의 自然雜種이라 하였고 곰솔 x 소나무의 人工交配한 것과 一致한다고 하였다.

玄等³⁾은 江原道 및 慶北의 東部소나무에서 針葉의 樹脂溝가 소나무는 外位, 곰솔은 中位이나 소나무中에서 外位와 中位가 같이 나타나는 個體들은 소나무에 곰솔의 因子가 流入된 移入交雜種으로 간주하고 있다.

柳等⁴⁾도 소나무 25個 集團에 대하여 樹脂溝에 의한 移入交雜種을 調査한바 있으며 崔等⁵⁾도 秀型木의 크론間에 樹脂溝, 氣孔 및 거치에 대한 變異를 調査하였고 安과 勝田⁶⁾은 곰솔 x 소나무, 곰솔 및 소나무의 樹脂溝에서 곰솔은 中位, 소나무는 外位, 곰솔 x 소나무의 人工交雜種은 中位와 外位가 混在되어 있었다고 하였다. 또한 安⁷⁾은 우리나라 소나무 秀型木 32本과 日本소나무 秀型木 22本에 대한 針葉의 樹脂溝位置를 調査한 結果 外位와 中位가 같이 있는 것을 發見하고 이 秀型木의 優秀성은 雜種性에 起因한 것이 아냐가 報告하였다.

以上과 같이 소나무에 곰솔의 因子가 移入된 現象을 針葉의 樹脂溝位置에 의하여 判斷하여 왔으나 紫田¹¹⁾는 樹脂溝位置에 의하여 雜種을 判斷하는 것은 誤診을 범할 危險性이 많다고 警告하고 樹脂溝의 位置는 樹齡, 針葉의 位置, 가지의 位置에 따라 變異가 크다고 하였다. Bhat等³⁾은 *Pinus echinata*와 *P. taeda* 및 이들 雜種에 對하여 여러 가지 特性을 調査하여 自然雜種임을 立證하였고 White와 Nilsson¹⁵⁾는 *Pinus contorta*에서 樹脂溝와 terpene 含量에 대하여 家系別 遺傳的 變異를 調査하였다. Harlow⁶⁾는 美國內의 소나무와 導入種 소나무에 대하여 立형태, 樹脂溝 및 유관속의 差異點을 報告한바 있다.

Florence等⁵⁾는 *Pinus taeda*와 *Pinus echinata*의 移入交雜種을 protein의 含量에 의하여 識別하였다. 同位酵素에 의한 種間의 識別은 Schiller等¹⁰⁾이 地中海沿岸의 *Pinus halepensis*는 西유럽 地域의 樹種은 同位酵素의 變異가 單純하였으나 Balkan半島 및 東유럽地域은 *Pinus brutia*의 因子가 流入된 移入交雜種이 自生하고 있음을 밝히고 이 地域의 遺傳子座의 數, 對立遺傳子의 變異 및 heterozygote의 頻도가 增加하여 다른 地域과는 差異가 있다고 하였다.

따라서 곰솔과 소나무의 雜種을 識別하기 위하여 樹脂溝指數, 針葉의 길이, 엽초장, 氣孔列數, 毬果의 크기, 種子의 크기, 날개의 크기, 種子의 實重, 同位酵素의 ADH, ME, PGI等的 特性을 調査 報告하는바 이다.

材料 및 方法

1. 雜種소나무의 選拔

慶北 迎日, 盈德, 蔚珍의 海岸에 곰솔과 소나무가 混植되어 있는 곳에 冬芽의 색깔, 잎, 毬果, 樹皮등 外部形態의 由 곰솔과 소나무의 中間形態를 나타내는 個體들을 雜種소나무로 간주하여 選拔하였다.

2. 生長 比較

生長은 雜種소나무의 選拔個體와 주위에 있는 곰솔과 소나무를 각각 15本以上을 選定하여 樹高와 胸高直徑을 調査하고 生長鍾로 樹齡, 平均直徑

生長量, 最近 5年間의 胸高直徑生長量을 調査 比較하였다.

3. 針葉 및 樹脂溝의 特性

소나무, 곰솔 및 雜種소나무를 各個體別로 上部의 1年枝에서 나온 針葉을 各個體當 20個를 採取하여 針葉의 中間部位를 잘라서 樹脂溝의 位置를 調査하고 全體樹脂溝에 대한 中位數의 比인 樹脂溝指數(Resin duct index)를 調査하고 針葉의 길이, 엽초장 및 單位幅當(1mm) 氣孔列數를 調査 比較하였다.

4. 毬果 및 種子의 特性

毬果는 한 個體當 20個씩 採取하여 毬果의 길이 및 幅을 調査하고 그 毬果에서 種子를 탈취하여 種子의 길이 및 幅, 種子의 날개 길이 및 幅, 種子의 實重을 調査하여 소나무, 곰솔 및 雜種소나무間에 比較하였다.

5. 同位酵素에 의한 遺傳的 特性

雜種소나무의 各個體別로 種子의 endosperm에 의한 同位酵素 ADH, ME, PGI를 電氣泳動法으로 分離, 一般發色法으로 染色하여¹³⁾ 各選拔木의 genotype을 곰솔 및 소나무와 比較하였다.

結果 및 考察

1. 選拔木의 生長

雜種소나무의 選拔木은 대개 같은 場所에 2-3本씩 모여 있으므로 그 周圍에 있는 곰솔과 소나무도 各各 15-19個體씩 選定하여 生長鍾로 樹齡과 生長量을 調査한바 表1과 같이 樹齡은 대개 20年生 內外이고 平均直徑生長量의 경우 소나무는 0.26-0.75cm, 雜種소나무는 0.3-0.65cm, 곰솔은 0.27-0.77cm이고 最近 5年間의 直徑生長量은 소나무는 1.0-2.5cm, 雜種소나무는 1.1-2.9cm, 곰솔은 0.8-2.7cm로서 個體間에 變異가 많이 나타나고 있으나 樹種間의 平均値는 비슷하였다. 그러므로 이 두 樹種間의 雜種소나무는 生長에 대하여서는 雜種強勢가 나타나지 않는 것으로 생각된다. 곰솔은 初期에 生長이 왕성하고 소나무는 後期生長이 왕성하므로 初期의 生長만으로 이 두 樹

Table 1. Growth performance of the putative hybrid pine and its parents growing in Uljin and Youngduk.

Species	Individual	Age	Height (m)	D. B. H (cm)	Mean annual diameter increment (cm)	Diameter increment in the last 5 years (cm)
<i>Pinus densiflora</i>	Youngduk 5	10	6.5	12.0	0.60	1.7
	Youngduk 7	18	9.5	13.6	0.38	1.9
	Uljin 22	17	5.2	9.0	0.26	1.1
	Uljin 13	32	14.0	31.0	0.48	1.4
	Uljin 44	34	14.6	34.6	0.51	1.7
	Uljin 50	25	6.5	15.0	0.30	1.4
	Uljin 52	17	5.2	9.0	0.26	1.1
	Youngduk 3	30	16.0	24.2	0.41	1.5
	Uljin 42	39	14.9	37.2	0.48	2.5
	Uljin 18	14	5.5	11.6	0.41	1.6
	Uljin 46	23	7.5	24.4	0.53	1.2
	Uljin 53	32	14.0	31.0	0.48	1.4
	Uljin 5	14	7.0	12.8	0.46	1.8
	Uljin 41	26	15.3	39.0	0.75	2.4
	Uljin 43	27	10.2	22.8	0.42	1.6
	Uljin 38	13	5.5	9.6	0.37	1.6
	Youngduk 1	21	14.0	20.4	0.49	2.4
	Youngduk 2	22	12.5	14.0	0.32	1.5
	Youngduk 4	26	9.0	14.4	0.28	1.0
	Hybrid Pine	Uljin 30	15	6.0	14.2	0.47
Uljin 51		21	6.9	19.0	0.45	1.9
Uljin 15		14	6.5	9.8	0.35	1.1
Uljin 16		20	9.0	18.6	0.47	1.6
Uljin 45		37	14.1	31.6	0.43	1.6
Uljin 48		17	6.3	15.0	0.44	2.3
Uljin 31		17	7.0	10.6	0.31	1.4
Uljin 10		28	6.7	16.6	0.30	1.1
Uljin 26		18	6.0	13.8	0.38	1.1
Uljin 47		19	6.5	18.0	0.47	2.1
Uljin 32		12	9.4	15.6	0.65	2.8
Youngduk 1		18	10.0	11.0	0.31	1.6
Uljin 49		26	7.5	24.6	0.47	2.5
Uljin 54		21	9.8	22.0	0.52	1.6
Uljin 12		29	8.4	28.4	0.49	2.4
Youngduk 4		17	9.5	18.4	0.54	1.8
Youngduk 2	19	10.0	15.6	0.41	2.9	
<i>Pinus thunbergii</i>	Uljin 26	24	7.2	13.0	0.27	0.9
	Uljin 29	32	8.9	21.6	0.34	1.3
	Youngduk 1	15	6.5	13.0	0.43	2.0
	Youngduk 2	14	8.0	12.4	0.44	2.2
	Youngduk 3	17	8.5	13.6	0.40	1.1
	Youngduk 4	18	9.0	14.4	0.40	1.7
	Youngduk 5	16	8.9	12.2	0.38	1.8
	Uljin 21	30	14.5	32.0	0.53	2.7
	Uljin 22	26	15.4	42.0	0.81	2.6
	Uljin 23	32	16.3	49.0	0.77	2.3
	Uljin 24	26	7.5	15.4	0.30	0.8
	Uljin 25	25	9.1	23.2	0.46	1.8
	Uljin 27	24	8.0	16.6	0.35	1.2
	Uljin 28	21	7.7	16.0	0.38	1.2
	Uljin 30	30	8.5	17.4	0.29	1.6

種間の 優秀성을 判斷하기는 어려우나 20年生은 長年기에 들어가는 것이므로 좀더 觀察해 볼 必要가 있다.

2. 針葉 및 樹脂溝의 特性

表2와 같이 곰솔은 RDI가 0.84-1.0으로 나타났고 소나무의 RDI가 0.01以上되는 個體는 곰솔의

Table 3. Characteristics of needles on *Pinus densiflora* and *P. thunbergii*.

Species	Individual	Needle length ±SD (cm)	Length of leaf sheath ±SD(cm)	Needle length /Length of leaf sheath	Number of stomata row ±SD	
<i>Pinus densiflora</i>	Youngduk 5	6.59±0.56	0.87±0.14	7.57	4.17±0.48	
	Uljin 25	6.75±0.66	0.81±0.12	8.33	4.08±0.75	
	Youngduk 6	6.93±0.97	0.78±0.08	8.88	4.29±0.38	
	Youngduk 7	7.06±0.61	0.81±0.15	11.57	4.68±0.73	
	Uljin 24	8.07±0.86	0.91±0.13	8.87	4.13±0.61	
	Uljin 23	8.88±0.86	0.82±0.80	10.32	4.15±0.48	
	Uljin 22	8.44±0.49	0.93±0.12	9.08	3.95±0.15	
	Uljin 9	9.15±0.53	0.99±0.07	9.24	4.65±0.61	
	Uljin 13	11.37±0.62	1.13±0.06	10.06	3.98±0.49	
	Uljin 44	8.55±0.29	0.91±0.10	9.40	3.45±0.42	
	Uljin 20	9.17±0.71	0.86±0.09	10.66	3.48±0.49	
	Uljin 50	6.64±0.70	0.83±0.73	8.00	3.70±0.51	
	Uljin 52	10.55±0.39	0.84±0.06	12.56	3.35±0.45	
	Uljin 11	8.35±0.59	0.74±0.08	11.28	3.83±0.58	
	Youngduk 3	8.18±0.44	0.86±0.07	9.51	3.78±0.59	
	Uljin 42	8.81±0.70	0.97±0.11	9.08	4.15±0.50	
	Uljin 18	9.63±0.46	0.94±0.19	10.24	4.15±0.61	
	Uljin 17	7.28±1.42	0.75±0.08	9.71	3.55±0.63	
	Uljin 46	8.99±0.84	0.99±0.13	9.08	3.75±0.84	
	Uljin 53	9.00±0.45	0.81±0.14	11.11	4.00±0.32	
	Uljin 5	8.07±0.89	0.68±0.11	11.87	4.10±0.41	
	Uljin 41	9.26±0.52	1.05±0.15	8.82	3.35±0.67	
	Uljin 8	7.42±1.20	0.71±0.15	10.45	3.58±0.48	
	Uljin 43	11.29±2.71	1.09±0.74	10.36	3.30±0.75	
	Hybrid Pine	Uljin 30	10.24±0.78	0.99±0.35	10.34	3.46±0.52
		Uljin 2	11.19±0.83	1.11±0.13	10.08	3.75±0.64
		Uljin 51	7.09±1.60	0.85±0.17	8.34	2.85±0.32
		Uljin 6	11.04±0.65	0.95±0.09	11.62	3.73±0.77
		Uljin 15	7.47±0.81	0.74±0.08	10.09	3.88±0.31
		Uljin 16	9.24±0.79	0.87±0.09	10.62	3.78±0.43
Uljin 4		9.34±0.57	1.06±0.13	8.89	3.50±0.51	
Uljin 45		5.63±0.35	0.65±0.09	8.66	4.10±0.49	
Uljin 48		6.93±0.55	0.79±0.08	8.77	3.90±0.54	
Uljin 31		9.85±0.68	0.96±0.21	10.26	3.67±0.44	
Uljin 10		9.73±0.69	1.05±0.09	9.27	4.38±0.43	
Uljin 26		8.66±0.80	0.88±0.10	9.84	3.70±0.57	
Uljin 27		8.71±0.54	1.13±0.08	7.71	3.45±0.44	
Uljin 3		9.68±0.70	1.01±0.09	9.58	4.20±0.74	
Uljin 47		7.09±1.60	0.79±0.08	8.97	3.50±0.50	
Uljin 29		7.05±0.46	0.83±0.07	8.40	3.93±0.45	
Uljin 14		11.39±0.66	1.07±0.12	10.64	3.67±0.48	
Uljin 32		11.68±0.83	1.12±0.34	10.42	3.25±0.35	
Youngduk 1		10.45±1.15	0.95±0.11	11.00	3.67±0.77	
Uljin 49		8.33±0.68	1.03±0.14	8.09	3.50±0.45	
Uljin 7		10.49±1.10	1.09±0.06	9.62	3.43±0.48	
Uljin 33		10.66±1.03	1.10±0.28	9.69	3.28±0.42	
Uljin 54		12.97±4.95	1.10±0.15	11.79	3.90±0.66	
Uljin 12		11.59±0.41	1.13±0.09	10.26	4.08±0.33	
Youngduk 4		11.49±0.97	1.06±0.14	10.83	3.35±0.48	
Youngduk 2		11.12±1.32	0.82±0.12	13.56	2.65±0.56	
<i>Pinus thunbergii</i>		Uljin 1	14.42±0.36	1.30±0.12	11.09	3.35±0.59
		Uljin 26	8.96±0.69	1.00±0.05	8.96	2.85±0.32
		Uljin 29	15.11±1.44	1.39±0.07	10.87	3.40±0.44
		Uljin 31	12.56±1.42	1.15±0.09	10.92	3.15±0.48
	Youngduk 1	12.93±0.84	1.11±0.15	11.65	3.45±0.47	
	Youngduk 2	13.34±1.26	1.11±0.15	12.02	3.35±0.37	
	Youngduk 3	13.61±1.26	1.19±0.06	11.43	3.17±0.56	
	Uljin 21	11.93±0.75	1.27±0.08	9.39	3.60±0.49	
	Uljin 22	13.09±0.31	1.55±0.07	8.45	3.80±0.40	
	Uljin 23	13.86±0.57	1.44±0.07	9.63	3.05±0.35	
	Uljin 24	12.60±0.75	1.30±0.11	9.69	3.20±0.40	
	Uljin 25	14.05±0.53	1.17±0.08	12.01	3.25±0.40	
	Uljin 27	12.48±0.74	1.40±0.07	8.91	3.20±0.33	
	Uljin 28	15.47±0.70	1.56±0.06	9.92	3.75±0.40	
	Uljin 30	15.77±0.77	1.40±0.07	11.26	3.40±0.44	

因子가 流入된 移入交雜種으로 간주하고 있으나 安等²⁾은 곰솔과 소나무의 人工交雜種에서 RDI는 0.47-0.92로 個體間에 變異가 많다고 報告한 것으로 보아 0.01-0.99일 경우 즉 中位가 한두개 있다고 하여 雜種소나무로 간주하기는 어렵다. 그러므로 本調査에서는 RDI가 0.1以上되는 個體를 雜種소나무로 간주하였고 이들 個體들의 여러가지 特性을 調査하여 소나무 및 곰솔과 比較하였다.

表3에서 소나무는 針葉의 길이 가 6.59-8.8cm, 곰솔은 11.93-13.61cm이나 雜種소나무는 6.93-12.97cm로서 個體間에 變異가 심하였다. 葉초장은 소나무는 0.78-0.91cm, 곰솔은 1.00-1.55cm이나 雜種소나무는 0.97-1.13cm로서 소나무와 곰솔의 中間정도이었으나 個體에 따라 變異가 컸다. 針葉의 길이와 葉초장과의 比에서 소나무는 7.57-10.32, 곰솔은 8.45-12.02이나 雜種소나무는 7.71-13.56으로 變異幅이 매우 컸다. 單位幅當 氣孔列數에서도 소나무는 4.08-4.68列, 곰솔은 3.05-3.80列이나 雜種소나무는 3.28-4.38列로서 變異幅이 크다.

以上の 結果에서 PDI가 증가함에 따라 針葉의 길이, 葉초장, 氣孔列數의 數值가 증가하는 경향을 나타내고 있다.

3. 毬果 및 種子의 特性

毬果 및 種子의 크기와 實重은 소나무는 작고 곰솔은 큰것이 보통이다.

表4에서와 같이 毬果의 길이 가 소나무는 3.40-4.99cm, 곰솔은 5.23-6.57cm이고 種子의 길이 가 소나무는 4.53-5.53mm, 곰솔은 5.46-6.47mm, 實重이 소나무는 9.54-11.8g, 곰솔은 14.48-17.56g이나 雜種소나무는 毬果 및 種子의 길이와 實重에 있어 소나무와 곰솔의 中間정도이며 個體에 따라 變異가 크게 나타나고 있다. 그러나 RDI가 증가함에 따라서 毬果의 크기, 種子의 길이 및 實重은 증가하는 경향을 나타내고 있다. 그리고 毬果의 길이와 幅의 比, 種子의 길이와 幅의 比, 種子날개의 길이와 幅의 比에 있어서는 소나무, 곰솔 및 雜種소나무사이에 뚜렷하게 구분이 되지 않았고 個體에 따라 變異가 많았다.

以上과 같이 樹脂溝指數, 針葉의 길이, 葉초장, 單位幅當 氣孔列數, 毬果의 길이 및 幅, 種子의

길이 및 幅, 날개의 크기 및 實重에 있어서 대체로 소나무는 작고 곰솔은 크게 나타나며 雜種소나무는 소나무와 곰솔의 中間정도로 個體에 따라 變異가 많았다. 그러므로 雜種소나무를 識別하는데 있어서는 RDI에 의해서만 判斷하는 것 보다는 여러가지 特性을 綜合해서 判斷하는 것이 더 좋을 것으로 생각된다.

특히 蔚珍 45번과 48번은 RDI가 각각 0.28 및 0.38로 나타나고 있으나 그외의 特性은 소나무特性에 가까운 個體로 나타나고 있으므로 한가지 特性만으로 雜種소나무를 識別하기는 어렵다.

4. 同位酵素에 의한 變異

表5에서는 種子의 endosperm에 의한 同位酵素 ADH, ME, PGI의 genotype을 個體間에 比較한 것으로서 RDI가 0인 個體는 ADH-B₂, ME-A₂, PGI-B₁, B₂의 對立遺傳子가 나타나지 않았고 RDI가 0.05以上되는 個體들은 이 對立遺傳子가 나타나는 個體가 많고 곰솔에서는 大部分 나타나고 있으나 個體에 따라 나타나지 않는 個體도 있으므로 이것과 交配된 個體들은 나타나지 않을 수도 있다.

雜種소나무 25個體中 蔚珍 3, 15, 45, 47, 49번 個體는 ADH-B₂, ME-A₂ 및 PGI-B₁, B₂因子中 어느것도 나타나지 않고 있으나 그外 個體들은 위 對立遺傳子中 어느 한 因子는 나타나고 있다. 雜種소나무中 ADH-B₂가 나타나는 個體가 12個體, ME-A₂와 PGI-B₁, B₂가 나타나는 個體는 各各 15個體이다.

慶北地方 소나무 및 곰솔^{12,13)}에 對하여 ADH, ME 및 PGI의 對立遺傳子 頻度를 調査한 結果 ADH-B₂, ME-A₂, PGI-B₁, B₂의 對立遺傳子는 곰솔에서는 그 頻도가 各各 0.45-0.65, 0.786-0.909, 0.964-1.00으로 높고 소나무에서는 0.05-0.15, 0.117-0.250, 0.01-0.75로 낮게 나타나고 있으므로 頻도가 높은 곳에서 頻도가 낮은 곳으로 流入된 것으로 推測할 수 있다.

以上の 結果로서 ADH-B₂, ME-A₂, PGI-B₁ 및 B₂는 곰솔에서 소나무로 流入된 것으로 생각되나 앞으로 좀더 調査할 必要가 있다.

Table 4. The characteristics of cone, seed, wings of seed and weight of 1000 seeds on *Pinus densiflora* and *P. thunbergii*.

Species	Individual	CONE			SEED			WING OF SEED			Weight of 1000 seeds (g)
		Length+SD (cm)	Width+SD (cm)	L/W	Length+SD (mm)	Width+SD (mm)	L/W	Length+SD (mm)	Width+SD (mm)	L/W	
<i>Pinus densiflora</i>	Youngduk 5	3.62±0.68	1.92±0.23	1.89	4.53±0.22	2.56±0.25	1.77	10.23±0.59	4.22±0.40	2.42	9.54
	Ulijn 25	3.43±0.44	1.07±0.32	1.66	5.31±0.82	2.99±0.22	1.78	10.36±0.32	5.47±0.17	1.89	11.02
	Youngduk 6	3.40±0.32	2.06±0.14	1.65	5.20±0.32	2.97±0.27	1.73	9.77±0.34	4.94±0.18	1.98	9.78
	Youngduk 7	3.46±0.43	2.09±0.20	1.65	4.75±0.48	2.59±0.28	1.83	11.47±0.35	5.87±0.58	1.95	9.84
	Ulijn 24	4.99±0.39	2.36±0.19	1.75	5.53±0.57	3.53±0.63	1.57	10.43±0.33	5.10±0.42	2.05	10.57
	Ulijn 23	4.13±0.58	2.63±0.75	1.89	4.89±0.57	2.94±0.24	1.66	9.69±0.29	5.07±0.67	1.91	11.08
	Ulijn 9	3.45±0.62	2.11±0.86	1.64	4.85±0.35	2.82±0.19	1.73	9.01±0.71	4.62±0.25	1.95	10.10
	Ulijn 13	4.43±0.66	2.59±0.48	1.71	5.25±0.41	2.69±0.21	1.95	9.75±0.56	4.86±0.35	2.01	10.93
	Ulijn 44	3.72±0.64	2.12±0.30	1.75	4.78±0.42	2.31±0.18	2.07	10.26±0.68	5.62±0.61	1.83	9.74
	Ulijn 50	4.11±0.53	2.38±0.16	1.73	4.45±0.49	2.72±0.32	1.64	11.49±0.44	5.79±0.71	1.98	9.46
<i>Pinus thunbergii</i>	Ulijn 52	4.96±0.46	2.45±0.17	2.02	5.41±0.51	2.80±0.29	1.93	10.91±0.78	5.49±0.67	1.99	11.02
	Ulijn 11	3.67±0.57	1.89±0.85	1.94	4.83±0.32	2.85±0.33	1.69	10.48±0.37	5.49±0.67	1.99	9.72
	Youngduk 3	4.05±0.58	2.86±0.47	1.42	4.62±0.33	2.89±0.20	1.60	9.57±0.34	5.30±0.46	1.81	9.50
	Ulijn 42	5.74±0.77	2.36±0.21	2.43	4.86±0.40	2.86±0.41	1.70	10.09±0.49	5.69±0.62	1.77	9.83
	Ulijn 18	3.34±0.37	2.40±0.43	1.39	4.27±0.24	2.62±0.20	1.63	8.92±0.79	4.69±0.67	1.90	8.21
	Ulijn 17	3.97±0.76	2.27±0.79	1.74	5.03±0.26	3.17±0.77	1.59	10.63±0.74	4.91±0.25	2.16	11.09
	Ulijn 46	3.89±0.56	2.06±0.14	1.89	5.25±0.41	3.14±0.38	1.67	11.23±0.65	5.37±0.77	1.94	11.45
	Ulijn 63	3.51±0.40	1.89±0.26	1.86	5.41±0.51	2.80±0.29	1.93	10.43±0.69	5.29±0.75	2.12	9.95
	Ulijn 41	4.63±0.19	2.53±0.19	1.83	5.01±0.27	2.80±0.30	1.79	10.49±0.59	5.66±0.81	1.86	8.57
	Ulijn 8	4.36±0.45	2.47±0.46	1.77	5.16±0.37	2.67±0.36	1.93	12.89±0.49	5.89±0.33	2.19	11.01
Hybrid Pine	Ulijn 43	5.89±0.36	2.09±0.16	2.82	4.32±0.25	2.80±0.25	1.54	12.81±0.45	5.29±0.92	2.42	12.02
	Ulijn 30	4.41±0.21	2.50±0.68	1.76	4.88±0.52	2.98±0.25	1.64	10.47±0.49	5.22±0.42	2.00	10.23
	Ulijn 2	4.26±0.66	2.54±0.36	1.68	5.34±0.40	3.10±0.30	1.75	12.94±0.65	5.78±0.66	2.24	12.17
	Ulijn 51	4.23±0.34	2.38±0.14	1.78	5.60±0.46	2.96±0.21	1.89	12.61±0.78	5.69±0.71	2.25	12.08
	Ulijn 6	4.04±0.42	2.07±0.21	1.95	5.34±0.37	1.70±0.62	1.98	9.54±0.70	4.83±0.37	1.98	10.47
	Ulijn 15	4.01±0.78	2.56±0.57	1.57	5.12±0.31	2.51±0.41	1.04	11.09±0.36	5.30±0.31	2.09	11.36
	Ulijn 16	3.45±0.42	1.99±0.35	1.73	4.47±0.20	2.54±0.13	1.76	11.08±0.94	5.21±0.35	2.13	12.68
	Ulijn 4	4.10±1.02	2.67±0.49	1.54	4.37±0.49	2.18±0.58	2.00	10.57±0.46	5.14±0.47	2.06	10.74
	Ulijn 45	3.78±0.56	2.11±0.14	1.79	5.48±0.50	2.66±0.29	2.06	11.34±0.56	5.25±0.52	2.16	9.42
	Ulijn 48	4.18±0.82	2.07±0.22	2.02	4.78±0.38	2.92±0.28	1.64	11.50±0.45	4.40±0.62	2.61	9.69
Youngduk 1	Ulijn 31	4.27±0.38	2.52±0.63	1.69	4.41±0.37	2.47±0.52	1.78	11.59±0.65	5.29±0.23	2.19	11.75
	Ulijn 14	4.53±0.65	2.38±0.19	1.90	5.02±0.59	2.91±0.51	1.73	11.50±0.45	4.40±0.62	2.61	9.69
	Ulijn 47	4.14±0.56	1.60±0.21	2.58	5.07±0.31	3.44±0.18	1.61	10.22±0.31	5.09±0.40	2.03	10.86
	Ulijn 32	4.38±0.29	2.44±0.33	1.80	5.53±0.42	2.93±0.36	1.73	11.68±0.34	5.28±0.35	2.21	15.83
	Ulijn 49	5.52±0.46	2.38±0.36	2.32	5.96±0.24	3.38±0.38	1.74	15.14±0.52	6.02±0.35	2.51	15.88
	Ulijn 7	5.47±0.68	2.50±0.20	2.19	4.98±0.44	2.30±0.30	2.17	15.67±0.64	5.87±0.65	2.67	12.50
	Ulijn 7	5.53±0.67	2.47±0.26	2.24	5.38±0.24	2.42±0.18	2.23	11.32±0.43	4.98±0.32	2.27	12.59
	Ulijn 33	4.96±0.62	2.41±0.51	2.05	5.26±0.65	2.70±0.49	1.88	12.64±0.73	5.28±0.78	2.39	12.36
	Ulijn 54	5.58±0.42	2.46±0.15	2.23	5.69±0.30	3.53±0.40	1.60	12.99±0.45	6.27±0.71	2.07	15.82
	Ulijn 12	4.38±0.68	2.64±0.22	1.66	5.08±0.46	2.48±0.55	2.05	12.63±0.72	5.78±0.45	2.19	11.47
Youngduk 2	Ulijn 4	3.19±0.36	2.11±0.20	1.52	4.78±0.67	2.60±0.37	1.84	8.12±0.58	4.48±0.52	1.81	8.45
	Ulijn 2	3.89±0.53	2.28±0.31	1.71	5.29±0.38	2.80±0.48	1.86	13.38±0.27	5.23±0.45	2.56	10.25
	Ulijn 1	5.39±0.71	2.79±0.74	1.90	6.20±0.40	3.42±0.31	1.81	13.04±0.54	5.67±0.61	2.30	14.78
	Ulijn 26	5.76±0.46	3.01±0.21	1.91	6.45±0.51	3.61±0.43	1.79	13.75±0.28	5.72±0.25	2.40	17.45
	Ulijn 29	5.99±0.79	3.36±0.22	1.78	5.94±0.71	3.74±0.36	1.59	12.94±0.64	6.21±0.54	2.08	15.72
	Ulijn 31	5.23±0.74	2.68±0.14	1.83	5.79±0.26	2.97±0.39	1.95	12.25±0.38	5.27±0.62	2.32	14.31
	Youngduk 1	4.63±0.24	2.75±0.11	1.68	5.79±0.27	3.14±0.26	1.84	12.19±0.47	5.48±0.69	2.22	17.56
	Youngduk 2	5.92±0.77	2.82±0.19	2.10	6.47±0.43	3.59±0.26	1.79	11.48±1.50	6.40±0.58	1.79	16.43
	Youngduk 3	4.29±0.40	3.53±0.27	1.52	5.46±0.17	3.04±0.21	1.80	5.72±0.43	5.49±0.58	2.29	13.24
	Ulijn 21	6.37±0.56	2.82±0.19	1.80	5.72±0.43	3.51±0.27	1.63	13.70±0.49	5.49±0.61	2.40	15.33
<i>Pinus thunbergii</i>	Ulijn 22	6.47±0.73	3.19±0.26	2.03	6.01±0.51	3.94±0.33	1.53	13.14±0.40	6.34±0.28	2.07	16.92
	Ulijn 23	6.57±0.56	3.67±0.21	1.79	6.12±0.64	3.91±0.43	1.57	13.10±0.62	5.98±0.31	2.19	17.01
	Ulijn 24	6.19±0.43	3.32±0.17	1.87	5.89±0.23	2.98±0.58	1.98	12.72±0.54	5.69±0.19	2.24	15.81
	Ulijn 55	6.50±0.46	3.37±0.21	1.93	6.21±0.51	3.74±0.28	1.66	13.04±0.28	5.84±0.27	2.23	15.50
	Ulijn 27	5.61±0.31	3.03±0.26	1.85	5.84±0.22	3.56±0.46	1.64	13.00±0.36	6.11±0.29	2.13	14.97
	Ulijn 28	5.67±0.59	3.09±0.34	1.83	5.69±0.19	3.64±0.27	1.56	13.13±0.39	5.71±0.21	2.30	15.33
	Ulijn 30	5.63±0.67	3.04±0.31	1.85	5.71±0.14	3.41±0.50	1.67	13.67±0.45	5.21±0.71	2.62	15.69

Table 5. Allele frequencies of ADH, ME, PGI on *Pinus densiflora* and *Pinus thunbergii*.

Species	Individual	RDI	ADH	ME	PGI
			genotype	genotype	genotype
<i>Pinus densiflora</i>	Youngduk 5	0.00	B ₁ B ₃	A ₄ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 25	0.00	B ₂ B ₃	A ₄ A ₄	B ₃ B ₃
	Youngduk 6	0.00	B ₁ B ₃	A ₃ A ₄	B ₃ B ₃
	Youngduk 7	0.00	B ₁ B ₃	A ₄ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 24	0.00	B ₁ B ₃	A ₄ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 23	0.00	B ₂ B ₃	A ₃ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 22	0.01	B ₁ B ₃	A ₄ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 9	0.01	B ₁ B ₃	A ₄ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 13	0.02	B ₁ B ₃	A ₂ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 44	0.02	B ₁ B ₃	A ₁ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 20	0.03	B ₁ B ₃	A ₄ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 50	0.03	B ₂ B ₃	A ₁ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 52	0.03	B ₁ B ₃	A ₂ A ₃	B ₂ B ₃
	Uljin 11	0.04	B ₃ B ₃	A ₁ A ₂	B ₂ B ₃
	Youngduk 3	0.04	B ₂ B ₃	A ₂ A ₄	B ₂ B ₃
	Uljin 42	0.04	B ₂ B ₂	A ₁ A ₃	B ₃ B ₃
	Uljin 18	0.05	B ₁ B ₃	A ₂ A ₃	B ₂ B ₃
	Uljin 17	0.05	B ₁ B ₃	A ₁ A ₄	B ₂ B ₃
	Uljin 46	0.05	B ₃ B ₃	A ₁ A ₃	B ₃ B ₃
	Uljin 53	0.05	B ₁ B ₃	A ₂ A ₃	B ₂ B ₃
	Uljin 5	0.07	B ₁ B ₂	A ₄ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 41	0.08	B ₃ B ₃	A ₄ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 8	0.09	B ₁ B ₃	A ₁ A ₄	B ₂ B ₃
Uljin 43	0.09	B ₂ B ₃	A ₄ A ₄	B ₃ B ₃	
Hybrid Pine	Uljin 30	0.10	B ₂ B ₃	A ₂ A ₄	B ₂ B ₃
	Uljin 2	0.10	B ₂ B ₂	A ₂ A ₂	B ₂ B ₃
	Uljin 51	0.11	B ₂ B ₂	A ₁ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 6	0.12	B ₁ B ₂	A ₂ A ₂	B ₁ B ₂
	Uljin 15	0.16	B ₃ B ₃	A ₃ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 16	0.18	B ₁ B ₃	A ₂ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 4	0.25	B ₃ B ₃	A ₂ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 45	0.28	B ₁ B ₃	A ₁ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 48	0.38	B ₃ B ₃	A ₂ A ₂	B ₂ B ₃
	Uljin 31	0.39	B ₃ B ₃	A ₄ A ₄	B ₂ B ₃
	Uljin 10	0.42	B ₂ B ₃	A ₂ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 26	0.44	B ₁ B ₂	A ₄ A ₄	B ₂ B ₃
	Uljin 27	0.45	B ₃ B ₃	A ₂ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 3	0.48	B ₁ B ₃	A ₁ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 47	0.48	B ₃ B ₃	A ₃ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 29	0.53	B ₃ B ₃	A ₁ A ₁	B ₂ B ₃
	Uljin 14	0.57	B ₃ B ₃	A ₂ A ₄	B ₂ B ₃
	Uljin 32	0.59	B ₁ B ₃	A ₂ A ₄	B ₂ B ₃
	Youngduk 1	0.63	B ₁ B ₃	A ₂ A ₄	B ₂ B ₃
	Uljin 49	0.65	B ₁ B ₃	A ₄ A ₄	B ₃ B ₃
	Uljin 7	0.66	B ₂ B ₃	A ₁ A ₄	B ₂ B ₄
	Uljin 54	0.71	B ₃ B ₃	A ₂ A ₄	B ₂ B ₃
	Uljin 12	0.74	B ₂ B ₃	A ₂ A ₄	B ₂ B ₃
Youngduk 4	0.79	B ₂ B ₃	A ₁ A ₂	B ₂ B ₂	
Youngduk 2	0.84	B ₂ B ₃	A ₂ A ₄	B ₁ B ₂	
<i>Pinus thunbergii</i>	Uljin 1	0.84	B ₂ B ₃	A ₁ A ₁	B ₁ B ₂
	Uljin 26	0.94	B ₁ B ₂	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂
	Uljin 29	0.95	B ₁ B ₂	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂
	Uljin 31	0.99	B ₂ B ₃	A ₁ A ₂	B ₂ B ₂
	Youngduk 1	0.99	B ₂ B ₃	A ₁ A ₂	B ₂ B ₂
	Youngduk 2	1.00	B ₂ B ₃	A ₁ A ₂	B ₁ B ₂
	Youngduk 3	1.00	B ₂ B ₃	A ₁ A ₁	B ₁ B ₂
	Uljin 21	1.00	B ₂ B ₃	A ₂ A ₂	B ₁ B ₂
	Uljin 22	1.00	B ₁ B ₂	A ₂ A ₂	B ₁ B ₂
	Uljin 23	1.00	B ₁ B ₃	A ₁ A ₂	B ₂ B ₂
	Uljin 24	1.00	B ₃ B ₃	A ₂ A ₃	B ₁ B ₁
	Uljin 25	1.00	B ₂ B ₂	A ₂ A ₄	B ₂ B ₂
	Uljin 27	1.00	B ₁ B ₂	A ₁ A ₁	B ₂ B ₂
	Uljin 28	1.00	B ₃ B ₃	A ₁ A ₂	B ₂ B ₂
	Uljin 30	1.00	B ₂ B ₃	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂

結 論

우리나라의 소나무는 솔잎혹파리의 被害가 極甚하여 枯死하거나 生長이 떨어지고 곰솔은 그 被害가 적거나 혹은 被害를 받았더라도 回復이 빠르다.

慶北 東海岸地帶에 곰솔과 소나무가 混植되어 있는 곳에 곰솔과 소나무의 自然雜種으로 推定되는 個體들을 選抜하여 耐蟲性品種 育成에 利用코져 그 特性을 調査하였다.

지금까지 雜種소나무를 識別하는데는 樹脂溝指數(RDI)에 의하여 判斷하였으나 學者에 따라서 의견이 다르므로 우선 外部形態의 兩樹種의 中間形態를 나타내는 個體를 選抜하여 잎, 毬果 및 種子의 特性을 調査하였다.

雜種소나무의 現地에서 總平均直徑生長量과 最近 5年間の 生長量은 곰솔과 소나무의 中間數值를 나타내고 있으나 個體에 따라 變異가 심하였고 蔚珍 12, 盈德 4번 個體는 소나무보다 生長이 優秀하게 나타나고 있다. 잎의 길이, 엽초장은 소나무는 짧고 곰솔은 길게 나타나고 있으며 雜種소나무는 兩樹種의 中間數值를 나타내고 個體間에는 變異가 많았다. 單位幅當 氣孔列數에서 소나무는 4列以上이고 곰솔은 3-3.8列로서 列間이 넓다. 그러나 雜種소나무는 3.3-4.4列로 中間數值를 나타내고 있고 個體間에 變異가 심하였다.

RDI가 0.1以上되는 것을 雜種소나무로 간주하여 다른 特性과 比較한바 곰솔은 RDI가 0.9-1.0으로 나타나고 있으나 雜種소나무는 RDI가 0.1-0.8로서 個體에 따라 變異가 심하였다. 잎의 길이, 엽초장, 氣孔列數는 RDI와 相關關係가 높지는 않고 毬果, 種子의 크기 및 實重은 곰솔은 크고 소나무는 작으며 雜種소나무는 中間數值를 나타내고 있으나 個體에 따라 곰솔에 가까운 것과 소나무에 가까운 것이 나타나서 變異가 심하였고 RDI가 증가함에 따라 그 數值가 증가하는 경향을 나타내고 있다.

同位酵素 ADH-B₂, ME-A₂ 및 PGI-B₁, B₂의 對立遺傳子는 곰솔과 雜種소나무에서는 거의 나타나고 있으므로 곰솔에서 流入된 것으로 생각되나 앞으로 좀더 調査할 必要가 있다.

以上の 結果에서 各個體의 特性이 中間數值를

나타내고 있는 것은 雜種소나무로 간주되므로 林木育種의 材料로 利用코져 한다.

引 用 文 獻

1. Ahn, K.Y. 1972. Studies on the species crossabilities in the genus *Pinus* and principal characteristics of F₁ hybrid. J. Korean Soc. 16: 1-6.
2. Ahn, K.Y. and M. Katsuta. 1968. Some characteristics of the needle structure in hybrid between *Pinus thunbergii* and *Pinus densiflora*. J. Japan For. Soc. 50(4): 117-119.
3. Bhat, A.A. and R. Hicks, Jr. 1976. Morphological inheritance in selected *Pinus echinata*, *P. taeda* and putative hybrids. Can. J. For. Res. 6: 359-399.
4. Choi, S.K., K.C. Kim, C.S. Hwang and K. B. Yim, 1970. Studies on the characteristics of selected plus trees(IV). The differences in number of stomata row and serration density of needle between plus tree clones of *Pinus densiflora*. Res. Rep. of The Institute of For. Gen. 8: 7-14.
5. Florence, L.Z. and R. Hicks, Jr. 1980. Further evidence for introgression of *Pinus taeda* with *P. echinata*. Electrophoretic variability and variation in resistance to *Cronartium fusiformis*. Silvae Genet. 29: 41-43.
6. Harlow, W.A. 1947. The identification of the *Pinus* of the United State native and introduced by needle structure. Technical Publication No. 32. Syracuse University. pp. 19.
7. Hyun, S.K., K.H. Koo and K.Y. Ahn. 1967. Introgressive hybridization in red pine in the eastern part of south Korea. I. Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea. 5: 43-52.
8. Ryu, J.B., S.H. Hong and H.G. Chung. 1985. Introgressive hybridization of *Pinus densiflora* in Korea by the position of resin duct. J. Korean For. Soc. 69: 19-27.

9. 上原敬二, 1975. 林木圖說(1). 有名書房. pp. 137-138.
10. Sehiller, G., M.T. Conkle and C. Grunwald, 1976. Genetic studies in natural population of Aleppo pine in their isoenzymes. *Silvae Genetica* 33(1) : 11-19.
11. Shibata, M. 1977. Genetical and breeding studies on the Japanese species *Pinus densiflora* Sieb. et Zuc., *Pinus thunbergii* Parl. and their hybrids. *Bull. Oji Inst. For. Tree Imp.* No. 4 : 1-92.
12. Son, D.S., S.C. Hong, J.K. Yeo and J.B. Ryu. 1989. Inheritance of isozymes, IDH, ME and PGI in *Pinus densiflora* and *Pinus thunbergii* in Kyungpook province. *Jour. of Korean For. Soc.* 78(2) : 242-247.
13. Son, D.S., S.C. Hong, J.K. Yeo and J.B. Ryu. 1989. Genetic variation of isozymes on population of *Pinus densiflora* and *Pinus thunbergii* naturally distributed in Kyungpook province. *Jour. of Korean For. Soc.* 78(4) : 345-359.
14. Uyeki, H. 1928. On the physiognomy of *Pinus densiflora* growing in Korea and sylvicultural treatment for its improvement. *Bull. Agr. and Forestry Coll. Suwon, Korea* No. 3 pp.263.