

針葉의 樹脂溝 位置에 依한 우리나라 소나무의 移入交雜現象 研究¹

柳長發² · 洪性昊² · 鄭憲官²

Introgressive Hybridization of *Pinus densiflora* in Korea by the Position of Resin duct in Needle¹

Jang Bal Ryu² · Sung Ho Hong² · Hun Gwan Chung²

要 約

우리나라 소나무의 移入交雜現象을 調査하기 위하여 67個 地域 4,992本の 針葉 樹脂溝 位置를 調査하였다. 針葉의 樹脂溝가 모두 外位인 것은 소나무, 모두 中位인 것은 곰솔, 外位와 中位가 하나라도 섞여 있는 것을 雜種으로 判定하면, 全 調査地域에서 雜種이 發見되어 純粹한 소나무만 있는 地域은 한곳도 없었다. 個體內에서 針葉別로 樹脂溝 位置에 變異가 있었으므로, 雜種性判定에는 標本數의 영향이 컸다. 따라서 雜種性判定은 樹脂溝 位置에만 依存하는 것보다 여러 形質로 綜合 判定을 하여야 될 것이다. 소나무와 곰솔간의 人工交配는 生産性이 낮고 雜種의 優秀性이 크게 期待되지 않았다. 이 때문에 造林을 위한 雜種種子의 大量生産은 實用的 價値가 없다고 判斷된다.

ABSTRACT

Introgressive hybridization of *Pinus densiflora* in Korea was investigated by examining the position of resin ducts in 4,992 trees from 67 populations. Judging that *P. densiflora* has only external resin ducts, *P. thunbergii* only medial resin ducts, and any tree which has even one needle with external and medial resin ducts is hybrid, hybrids are found at all populations investigated. As variation in position of resin ducts was found among needles on a tree, the number of needles investigated from a tree affects judgment of the tree's hybridity. Therefore, hybridity seems to be judged by many traits rather than by the single trait, position of resin ducts. Seed production by artificial pollination between *P. densiflora* and *P. thunbergii* was very poor, i.e. one full seed from five female flowers or from two mature cones. This poor seed production, in addition to the low hybrid vigor, if any, seems to make the artificial pollination between the two species for mass-production of seeds for planting impractical.

Key words: introgressive hybridization; resin ducts; *P. densiflora*; *P. thunbergii*.

緒 言

移入交雜(Introgressive hybridization)이란 한 種(species)의 遺傳子가 交雜이나 戻交雜에 의해서 다

¹ 接受 4月 24日 Received April 24, 1985.

² 林木育種研究所 Institute of Forest Genetics, Suweon, Korea.

른 種의 遺傳子 給源(gene pool)에 混入되는 것을 말한다.²⁾ 그러므로 移入交雜은 주로 두 種이 만나는 地點에서 일어나며 여러 樹種에서 報告되었다.^{1, 2, 5, 7, 8, 13, 18)} 移入交雜은 주로 形態的 差異로 識別되나^{1, 2, 8, 10, 15, 18, 19)}, phenol^{1, 7)}이나 同位酵素^{5, 17)}等 生化學的方法이 利用되기도 한다.

소나무는 우리나라의 거의 全域에, 곰솔은 南海岸과 西部 및 東部의 一部 海岸地方에 自生하며 이들이 만나는 地域에서는 雜種이 發見되고 있다. 1926年 植木²⁵⁾는 京畿道 華城郡 麻道와 西新 附近에서 현재 中곰솔이라고 부르는, 소나무와 곰솔의 雜種을 發見하여 間黑松(*P. densi-thunbergii* Uyeki)이라고 命名하였다. 이 나무들은 소나무와 곰솔의 中間形態를 나타내고 있으며 특히 針葉의 樹脂溝가 外位와 中位에 함께 分布되어 있었다. 植木²⁴⁾는 1928年에 소나무를 形態學的으로 여섯가지 型으로 分類하였다. 그중 太白山脈을 中心으로 江原道와 慶北地方에 자라는 소나무를 金剛型(*P. densiflora* for. *erecta*)이라고 命名하였다. 이 金剛型 소나무는 樹幹이 通直하고 細長하며, 樹冠이 比較的 좁고 枝下高가 높으며 材質이 緻密하고 年輪幅이 좁다고 하였다.²⁴⁾ 그 以後 이 地域의 소나무는 金剛松 또는 剛松이라고 불리었으며, 日帝時 伐採되어 慶北 奉化郡의 春陽驛이 集材 輸送되었기 때문에 春陽木 또는 春陽材라고도 불리게 되었다. (金剛松이 바로 春陽木인지 金剛松의 一部 特殊한 것만이 春陽木인지는 研究되어야 할 課題로 생각된다). 玄 等⁸⁾은 1967年 이 地域에서 針葉의 樹脂溝가 外位와 곰솔의 特徵인 中位도 있음을 觀察하고, 이들은 純粹한 소나무가 아니라 移入交雜에 依한 雜種性인 集團으로 看做하였다. 그 以後 忠南과 全北의 西海岸 地域에서 調查된 林分의 大部分이 雜種性이며 東海岸地方보다 그 정도가 더욱 높은 것으로 報告되었다.¹⁾ 安¹⁾은 우리나라의 소나무 秀型木 34本과 日本의 소나무 秀型木 22本에 대해 針葉의 樹脂溝 位置를 調查한 結果 純粹한 소나무를 하나도 發見하지 못하였다. 그중에는 樹脂溝指數(Resin duct index)가 매우 높아 곰솔에 가까운 것도 있었다. 이런 理由로 그는 秀型木의 優秀性을 雜種性에 起因한 것이라고 하였다. 이 때문에 소나무와 곰솔을 交配하면 優秀한 雜種소나무가 되리라는 생각도 할 수 있어, 소나무의 移入交雜에 關한 더욱 많은 檢討가 要求된다.

本 論文에서는 全國 67個 地域에서 4,992本의 針葉 樹脂溝 位置를 18年間 調查하여 그 結果를 發

表하는 바이다. 아울러 소나무와 곰솔의 人工交配에 依한 雜種種子의 生産도 檢討하였다.

材料 및 方法

實驗 I : 全國 42個所 소나무林의 移入交雜現象 調查

1964年부터 1971年까지 全國 42個所의 1,243本의 針葉 樹脂溝 位置를 調查하였다. 이 實驗은 各 地域의 移入交雜程度를 調查하는 것이 目的이었으므로 外部形態가 곰솔인 것도 標本木으로 選定되었다. 標本木은 한 地域에서 7~68本을 無作爲로 選定하였고 每本當 20束의 針葉을 調查하였다. 樹脂溝 位置調查는 FAA液에 固定된 針葉을 면도칼로 잘라 아세트카민으로 染色한 後 70倍 顯微鏡으로 觀察하였다. 樹脂溝 位置는 外位 혹은 中位로 分類하였다. 雜種與否는 玄 等⁸⁾과 安¹⁾의 方法에 따라 한 나무에서 樹脂溝가 모두 外位인 것은 소나무, 모두 中位인 것은 곰솔, 外位와 中位가 단 한개라도 섞여 있는 것은 雜種으로 判定하였다(Table 1).

한 集團의 平均 RDI는 RDI의 分布度로부터 換算하였다.

Table 1. Examples of hybrid pines judged by the position of resin ducts

Needle	Tree 1		Tree 2		Tree 3	
	Ext.	Med.	Ext.	Med.	Ext.	Med.
1	9	0	3	4	0	6
2	6	0	2	4	0	6
3	10	0	5	4	0	7
4	8	0	2	6	0	7
5	7	0	3	4	0	6
6	9	0	5	2	0	6
7	8	0	4	4	0	4
8	6	0	4	3	0	6
9	10	0	4	3	0	6
10	8	0	4	2	0	7
11	7	0	5	2	0	6
12	8	0	3	2	1	8
13	10	0	3	4	0	7
14	9	0	4	2	0	3
15	7	0	3	3	0	6
16	9	0	4	2	0	6
17	8	1	4	3	0	5
18	10	0	2	2	0	11
19	10	0	4	4	0	9
20	8	0	3	3	0	7
Total	167	1	71	63	1	129
RDI	0.01		0.47		0.99	

實驗 II : 소나무 天然林의 移入交雜現象

1972년부터 1981년까지 「소나무 天然林 研究」의 一部로 全國 25個所의 3,794本の 針葉 樹脂溝 位置를 調査한 것이다. 標本木은 地域別로 150餘本을 無作爲로 選定하여 本當 다섯束의 針葉 樹脂溝 位置

를 調査하였다. 이 實驗에서는 소나무 天然林이 對象이었으므로 外部形態가 소나무인 林分만을 골라 그 안에서 標本木을 選定하였다. 樹脂溝 觀察方法, 樹脂溝 位置의 分類, 雜種與否의 判定 등은 모두 實驗 I과 같게 하였다.

Table 2. Number of trees investigated, frequency of RDI and average RDI at 42 populations in experiment I

No.	No. tree investigated	0.00	0.01 -0.10	0.11 -0.20	0.21 -0.30	0.31 -0.40	0.41 -0.50	0.51 -0.60	0.61 -0.70	0.71 -0.80	0.81 -0.90	0.91 -0.99	1.00	RDI
1	26	9	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
2	33	10	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
3	32	4	27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
4	25	4	19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
5	31	12	16	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
6	7	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06
7	37	4	29	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06
8	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	11	0.98
9	26	6	16	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0.07
10	10	2	4	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0.15
11	28	0	11	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.34
12	30	2	10	2	0	1	0	0	0	2	0	12	0	0.47
13	10	0	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09
14	20	3	14	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0.08
15	10	2	5	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0.11
16	11	2	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08
17	10	2	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06
18	10	1	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07
19	21	9	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09
20	29	5	20	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06
21	25	2	16	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15
22	30	1	23	3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0.10
23	55	10	33	6	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0.08
24	68	12	43	6	3	1	1	0	0	0	1	1	0	0.08
25	50	14	25	2	4	0	0	0	0	0	1	4	0	0.12
26	29	4	18	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0.09
27	65	14	41	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0.06
28	40	21	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
29	25	8	12	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0.09
30	40	19	17	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
31	48	19	22	5	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0.07
32	38	11	17	3	1	2	1	1	0	1	0	0	1	0.13
33	20	7	9	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0.10
34	40	19	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
35	35	5	23	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08
36	30	5	16	6	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0.13
37	40	20	17	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.05
38	35	13	18	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.05
39	35	15	12	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06
40	34	7	25	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.05
41	30	8	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
42	9	3	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0.12

實驗 III : 소나무와 곰솔간의 人工交配에 의한 雜種種子 生産

소나무와 곰솔간의 雜種種子 生産을 檢討하기 爲하여 人工交配를 하였다. 種子母樹와 花粉樹는 모두 水原의 林木育種研究所 見本園에 있는 소나무 20年生 8本, 곰솔 11年生 5本을 使用하였다. 交配方法은 리기다소나무와 테다소나무의 交配⁹⁾와 같이 하였으며, 交配 2年후에 穗果를 採取하여 充實種子를 調査하였다.

結 果

實驗 I : 全國 42 個所 소나무林의 移入交雜現象 調査

調査된 42 個 地域의 調査木 本數, 樹脂溝位置指數, 平均 RDI 는 表 2 와 같다. 모든 地域에서 雜種이 나타나며, 地域 6, 8, 11, 13 에서는 純粹한 소나무가 하나도 없었다. 地域 8 에서는 純粹한 곰솔이 69% 나 되어 雜種이 섞인 곰솔集團이라고 할 수 있는 곳

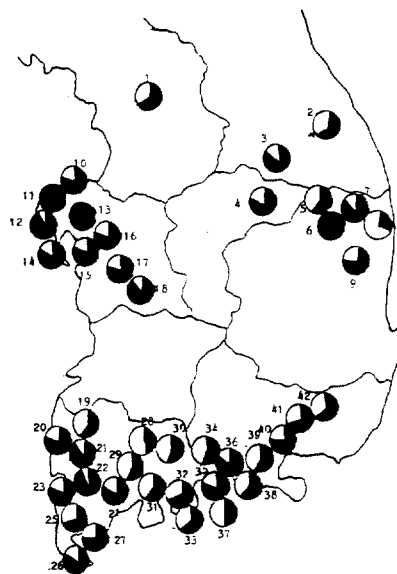


Fig. 1. Diagram of hybrid pine percentage (black) at 42 populations in experiment I

Table 3. Number of trees investigated, frequency of RDI and average RDI at 25 populations in experiment II

No.	No. tree investigated	0.00	0.01	0.11	0.21	0.31	0.41	0.51	0.61	0.71	0.81	0.91	1.00	RDI
		-0.10	-0.20	-0.30	-0.40	-0.50	-0.60	-0.70	-0.80	-0.90	-0.99	1.00		
1	150	102	36	8	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0.03
2	152	106	38	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0.03
3	150	102	35	8	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0.03
4	157	149	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
5	150	108	34	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0.02
6	150	106	26	13	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0.03
7	138	101	29	4	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0.06
8	155	119	24	5	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0.03
9	150	105	31	7	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0.03
10	156	46	97	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
11	150	132	10	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0.02
12	150	147	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
13	150	77	57	13	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0.04
14	322	233	58	16	8	5	2	0	0	0	0	0	0	0.03
15	150	58	48	28	13	1	1	1	0	0	0	0	0	0.07
16	188	72	84	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
17	154	90	50	6	1	4	1	2	0	0	0	0	0	0.04
18	153	38	111	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
19	150	112	23	5	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0.03
20	150	97	37	10	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0.04
21	152	102	40	4	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0.03
22	150	92	49	4	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0.03
23	152	104	26	9	3	2	5	3	0	0	0	0	0	0.05
24	150	30	46	40	17	7	4	3	2	1	0	0	0	0.10
25	150	33	37	26	22	19	6	3	4	0	0	0	0	0.17

이다. 各 地域別 雜種比率은 그림 1 과 같다. 全體의으로 보면 雜種比率이 74 %이고 京畿 忠南地域은 86 %, 全南 慶南地域은 71 %, 江原, 忠北, 慶北地域은 75 %를 보였다. 雜種比率은 이렇게 높지만 RDI가 0.01~0.10에 分布되어 소나무에 가까운 것이 大部分이나 RDI가 0.91~0.99로 곰솔에 가까운 것도 드물게 나타났다. 純粹한 소나무와 純粹한 곰솔이 섞여있는 地域 21, 32, 36 과 소나무에 가까운 雜種과 곰솔에 가까운 雜種이 섞여있는 地域 11, 12, 24, 25, 37 에서도 RDI가 0.5 안팎인 나무의 頻度는 別로 높지 않다. 平均 RDI는 곰솔集團이라고 할 수 있는 地域 8에서 0.98, 곰솔 혹은 곰솔에 가까운 雜種이 많은 地域에서 다소 높은 곳도 있었지만 大部分은 0.10 未滿으로 매우 낮았다.

實驗 II : 소나무 天然林의 移入交雜現象

調査된 25 個 地域의 調査本數, 樹脂溝位置指數의 分布, 平均 RDI는 表 3 과 같다. 이 實驗에서도 어느 地域에서나 모두 雜種이 나타났다. 各 地域別 雜種比率은 그림 2 와 같으며 全體의으로는 雜種比率이 38 %이나, 嶺道 24 나 제주도 25에서는 80 %에 達한다. 이 두 地域에서는 平均 RDI가 0.10 이상이나 다른 地域에서는 0.03 정도로 낮다. 이 實驗에서도 역시 雜種이라도 RDI가 0.01~0.10에 分布하여 소나무에 가까운 것이 大部分이다. 그러나 간혹 RDI가 0.5 이상으로 中位가 많은 것도 있었다.

實驗 III : 소나무와 곰솔간의 人工交配에 依한 雜種種子 生産

소나무를 種子母樹로 한 곰솔과의 交配結果(Table 4)에서는 充實種자가 雌花 5 個에 1 粒, 혹은 毬果 2 個에 1 粒으로 種子生産이 매우 적었다. 곰솔을 種子母樹로 한 경우에는 充實種자가 雌花 5 個에 2 粒, 毬果當 3.2 粒이 生産되어, 소나무를 種子母樹로 한 경우보다는 많지만 그 절대량으로 보아

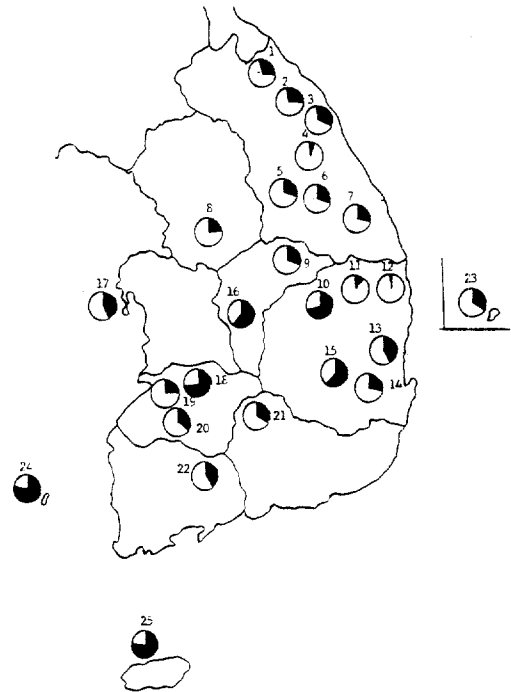


Fig. 2. Diagram of hybrid pine percentage (black) at 25 populations in experiment II

雜種種子 生産은 매우 貧弱하였다.

考 察

1. 雜種判定의 正確性 檢討

移入交雜現象은 全國에서 發見되었다. 地域에 따라 또는 調査者에 따라 程度의 差異는 있었지만 純粹한 소나무만 있는 地域은 單 한곳도 없었다. 이렇게 全國에서 雜種이 發見되는 理由는 곰솔이 海岸을 따라 京畿道까지 分布하고, 소나무가 우리나라 어디에나 連續의으로 分布하며 바람에 依하여 交配가 되는 樹種이기 때문에 생각할 수가 있다. 그러나 한편으로는 雜種判定의 正確性도 檢討해 불 必要

Table 4. Seed production by artificial pollination between *P. densiflora* and *P. thunbergii*

	Pollination year	Female Flower	Cone	Full seed	Full seed/ Female flower	Full seed/ Cone
<i>P. densiflora</i> x <i>P. thunbergii</i>	1967	4,475	2,066	893	0.20	0.43
"	1972	?	676	200	?	0.59
<i>P. thunbergii</i> x <i>P. densiflora</i>	1967	1,770	223	715	0.40	3.21

가 있다고 생각된다.

소나무와 곰솔의 差異는 여러면에서 나타난다. 소나무는 冬芽色과 樹皮色이 붉고 곰솔은 冬芽色이 희고 樹皮가 검다. 소나무 잎은 부드럽고 綠色이나 곰솔은 단단하고 暗綠色이다. 그러나 이들 사이에 交雜이 일어나고 계속하여 戻交雜이 進行되면 樹種別 固有 特性이 連續變異로 나타나 雜種判定이 어렵게 된다. 그런데 針葉의 樹脂溝 位置가 소나무는 外位이고 곰솔은 中位인 것이 오래전에 밝혀졌고²¹⁾, 그 雜種은 外位와 中位가 섞여있다고 하였다.²⁴⁾ 그러므로 지금까지 여러 사람들이 樹脂溝의 位置를 “소나무와 곰솔間의 가장 信賴性이 높은 特性”⁸⁾으로 믿어 雜種判定의 基準으로 使用하였다.^{1, 8)} 그러나 이 雜種을 最初로 發見하여 命名한 植木²⁵⁾도 “樹脂溝의 數와 位置에는 變異가 있는데..., 그 位置는 모두 外位여서 소나무와 닮은 것도 있고(外形은 전혀 곰솔을 닮았음에도 불구하고), 곰솔과 같이 中位인 것도 있고, 中位와 外位가 섞여있는 것도 있다.”라고 記述하였다. 이것을 보면 樹脂溝의 位置만으로 雜種을 判別하는 것은 問題가 있다고 생각된다.

表 1에서 어느 針葉에서나 外位와 中位가 나타나는 나무 2는 雜種이 分明하지만, 나무 1과 3을 雜種으로 判定하는 것은 論難의 餘地가 있다고 보인다. 즉 어느 針葉에서나 外位와 中位가 나타나는 것이 아니기 때문에 몇 개의 針葉을 調査하느냐에 따라 判定이 달라질 수가 있을 것이다. 實例로 本當 20束과 5束의 針葉을 調査하여 雜種率을 計算한 實驗 I과 II의 同一 地域의 結果를 比較하면(Table 5), 6個地域 모두 20束으로 判定한 實驗 1에서 雜種率이 높게 推定되었다. 그중 慶北 蔚珍 西面의 경우, 5束으로 調査하였을 때는 雜種率이 7%에 그치나 20束을 調査하였을 때는 89%나 되었다. 同一地域이라고는 하나 같은 試料 5束과 20束을 調査한 實驗이 아니기 때문에 단정해서 말하기는 어

Table 5. Comparison of hybrid percentage at same populations with 20 or 5 needles

Population	Hybrid percentage with	
	20 needles	5 needles
Seongsan, Myeongju, Gangwon	0.40	0.33
Daehwa, Pyeongchang, Gangwon	0.46	0.26
Seomyon, Uljin, Kyeongbuk	0.89	0.07
Chunyang, Bonghwa, Kyeongbuk	0.61	0.12
Anmyon, Seosan, Chungnam	0.85	0.41
Gochang, Gochang, Jeonbuk	0.40	0.33

렵지만, 6個地域 모두에서 같은 경향을 보인 것은 調査 葉束數가 증가함에 따라 雜種率이 높아짐을 보여준 것으로 생각된다.

소나무와 곰솔의 種間交雜種을 研究한 柴田²²⁾도 樹脂溝指數에 依한 分類法은 誤謬의 危險이 있다고 하였다. 그는 “樹脂道型 分析(Resin canal type analysis)”을 하여 다른 形態의 및 物理的 特性의 成績과 함께 多變量解析法中의 Principal component analysis로 雜種程度(곰솔 遺傳子 比率)를 推定하였다. 그는 樹脂道型 分析에서 樹脂溝의 位置를 主 樹脂溝와 副樹脂溝別로 5型으로 나누어, 지금까지의 外位, 中位, 內位の 3型 外에 中位와 外位사이에 雜種에서만 나타나는 僞外位와, 典型的인 소나무에서만 나타나는 “交截型”(樹脂溝의 一部가 hypodermal에 接하여 두개 이상의 sclerenchyma 細胞가 없어진 型)을 追加하였다. 그 論文에 依하면 中位와 外位사이에 樹脂溝가 있을 수 있으므로, 中位와 外位가 섞여있는 것 만으로 雜種與否를 判定한 것은 再檢討할 必要가 있다고 생각된다. 따라서 單一形質만으로 判定하는 것은 誤謬의 危險이 있으므로 여러 形質을 調査하여 總合判定을 하는 것이 正確하리라고 생각된다.²²⁾

葉束하나에 針葉이 하나뿐인 *P. monophylla*와 針葉이 두개인 *P. edulis* 間의 自然雜種을 研究한 Lanner¹³⁾는 葉束의 98%가 針葉이 하나뿐이면 純粹한 *P. monophylla*로 判정하고 葉束의 2%以下에서 針葉이 하나뿐이면 純粹한 *P. edulis*로 判定하고, 그 中間만 雜種으로 判定하였다. 소나무와 곰솔間의 雜種判定도 樹脂溝 位置만으로 判定한다면 外位와 中位가 하나라도 섞여 있으면 雜種이라고 判定하는 것보다는 섞여있는 頻度가 極히 낮으면 純粹한 소나무나 곰솔로 判定하는 것이 合理的이라고 생각된다.

針葉樹類의 雜種은 形態의으로는 대개 兩親의 中間形質을 나타내므로^{1, 15)} 移入交雜의 진진과 함께 雜種鑑別이 어려워져, phenol^{1, 7)}이나 同位酵素^{5, 17)}等 生化學的인 方法에 依한 雜種區分이 試圖되고 있다. 어떤 成分의 有無 혹은 量의 差異나 同位酵素 밴드의 有無가 樹種間에 差異를 보이면 雜種鑑別이 容易할 것이다. 특히 同位酵素는 대부분 共同優性(co-dominance)을 나타내므로 兩親樹種間에 獨特한 밴드만 發見되면 雜種鑑別은 쉬워질 것이다.

2. 雜種소나무의 優秀性

雜種소나무의 優秀성은 雜種強勢⁶⁾나 形質의 結合

9)에 의하여 期待된다. 소나무와 곰솔의 自然 雜種에서 雜種強勢의 有無에는 異見이 있으며, 人工交配에 의한 F_1 에서는 雜種強勢가 없었다.¹⁾ 本 著者들의 觀察 結果도 水原地方에서 雜種이 소나무보다 生長이 나뉘었다. 水原地方은 곰솔의 生育에 不利한 곳이므로 雜種의 生育도 나쁘리라 생각할 수 있으나, 곰솔의 生長이 優秀한 南部 海岸地方에서는 雜種이 소나무보다는 生長이 나으리라 생각되나 곰솔보다는 나쁘리라 생각된다.

비록 雜種強勢가 苗圃에서 發見된 경우라도 造林后 그 크기는 점점 줄어 7年生에서는 소나무보다 生長이 나뉘었다. 곰솔과 마쏘니아소나무(*P. massoniana*)間的 雜種強勢도 같은 傾向을 보였다.⁶⁾ 따라서 소나무類에서의 生長에 對한 雜種強勢는 매우 드문 일이며, 幼時에 雜種強勢가 發現된 경우라도 곧 그 強勢가 사라지는 듯하다.

形質結合에 의한 雜種의 優秀性은 리기테다소나무에서는 分明하나, 소나무와 곰솔의 雜種에서는 뚜렷하지 않다. 이는 두 樹種의 形質間에 뚜렷한 差異가 없기 때문으로 생각된다.

그러나 調査된 소나무 秀型木 모두가 雜種性이며,¹⁾ 天然雜種의 次代 生長이 優秀한 것²²⁾은 特記할 만하다. 우리나라의 東部地域에서 移入交配에 의한 雜種소나무의 優秀性이 雜種強勢에 의한 것으로 생각하는 사람들도 있다. 그러나 西海岸에서도 雜種은 나타났고¹⁾, 本 實驗에서는 全國적으로 나타났으므로, 東部產 소나무의 優秀性은 雜種強勢만으로는 說明하기 어렵다고 생각된다.

實驗結果는 없지만 東部에서는 優秀한 소나무가 自然的으로 選拔되어왔으며, 다른 地域에서는 人間에 의해 選選拔이 이루어진 結果로도 생각된다. 즉 오랜 세월에 걸쳐 人爲的 干涉이 적은 東部에 비해 西南部地域에서는 形質이 좋은 나무를 심하게 伐採利用하여 좋지 못한 나무만 남은 것이 아닐까 생각된다. 아몽은 天然雜種소나무의 優秀性 與否는 同一 地域에서 雜種과 非雜種의 比較實驗을 하여야만 밝혀지리라 생각된다.

3. 人工交配에 의한 소나무와 곰솔간의 雜種 種子 生産

소나무와 곰솔간의 人工交配에서 雌花 5個에 혹은 雄果 2個에 充實種子 1粒으로 그 生産性이 매우 낮았다. 다른 論文에서도 역시 소나무와 곰솔간의 交配에서는 이렇게 生産性이 낮았다.^{1, 12, 13)} 風媒

된 소나무의 경우 雄果當 充實種子를 40粒 程度 얻었고^{11, 14)}, 種內交雜에서도 비슷한 量의 充實種子를 얻었으므로¹⁾, 소나무와 곰솔간의 人工交配에서 充實種자가 이렇게 적은 것은 不稔性이 높기 때문으로 생각된다. 이 不稔性때문에 自然雜種의 發生頻度も 그렇게 높지 않으리라 생각된다.

소나무와 곰솔간의 開花期 差異도 역시 自然雜種의 發生頻도를 줄일 것으로 생각된다. 소나무와 곰솔의 開花期는 一致된다는 報告도 있으나^{1, 8)}, Wright 等²³⁾은 곰솔의 開花期가 빠르다고 하였으며, 柴田²²⁾는 6日間の 差異가 있다고 하였다. 著者들이 觀察한 바로도 곰솔의 開花期가 나무보다 6일 정도 빨랐다. 開花期가 平均 6일 差異가 있는 리기테다소나무와 테다소나무의 경우, 비록 두 樹種을 交互로 심었더라도 雜種發生率이 0.7%밖에 되지 않았다.⁴⁾

소나무와 곰솔의 경우 開花期가 다르고 不稔性이 높다면 雜種發生率은 매우 낮을 것이다. 表 2에서 소나무와 곰솔이 混雜되어 있는 곳에서도 雜種比率이 높거나 RDI가 0.5에 가까운 個體가 많은 것은 아니므로, 雜種이 생기더라도 그 頻도는 높지 않을 것이다.

雜種種자의 生産이 이렇게 낮기 때문에 소나무와 곰솔간의 人工交配의 實用性에 의문이 생긴다. 리기테다소나무와 테다소나무의 交配에서는 充實種자가 雄果當 20粒, 交配袋當 30粒이나 되었으나⁹⁾, 造林用 種자의 大量生産은 賃金이 싸던 1960年代 初까지는 可能하였으나 現在는 非實用的이라고 생각된다. 그러므로 種子生産性이 이것의 2.5%에도 미치지 못하는 소나무×곰솔의 交配나, 이보다 조금 높은 곰솔×소나무의 種子生産은 非實用的이라고 생각된다.

種子生産이 이렇게 낮은 경우라도 포폴러나 밤나무같이 無性繁殖이 容易하거나 最近의 組織培養 技術을 活用할 수 있다면 實用性이 있겠지만 現時點에서 소나무類는 그런 단계에 도달하지 못하였다. 더우기 雜種의 優秀性이 不確實하며, 優秀하더라도 그 程度가 높지 않을 것이 豫想되므로 소나무와 곰솔간의 人工交配에 의한 雜種種자의 大量生産은 實用的 價値가 없을 것으로 생각된다.

引用 文 獻

1. Ahn, K. Y. 1972. Studies on the species crossabilities in the genus *Pinus* and principal charac-

- teristics of F_1 hybrids. J. Korean For. Soc. 16:1-32.
2. Anderson, E. and L. Hubricht. 1938. Hybridization in tradescantia. III. The evidence of introgressive hybridization. Amer. J. Bot. 25: 396-402.
 3. Chung, H. G. and S. K. Lee. 1982. The isoperoxidase variation and the morphological variation of needles of 25 natural populations of *Pinus densiflora*. Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 18: 60-73.
 4. Chung, M. S. 1984. Allozyme variation of *pinus rigida* Mill. in F_1 -hybrid seed orchard and estimation of the proportion of F_1 -hybrid seeds by allozyme analysis. J. Korean For. Soc. 66: 109-107.
 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 fusiforme*. Silvae Genet. 29:41-43.
 6. Furukoshi, T. and M. Sasaki. 1983. Hybridizations among species belong to sub. sect. Sylvestres and their resistance to wood nematode. (translated) Forest Genetics, Japan 129: 1-6.
 7. Hanover, J. W. and R. C. Wilkinson. 1970. Chemical evidence for introgressive hybridization in *Picea*. Silvae Genet. 19: 17-22.
 8. 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.
 9. Hyun, S. K. and K. Y. Ahn. 1959. Mass production of pitchloblolly hybrid pine (\times *Pinus rigitaeda*) seed. Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 1: 1-24.
 10. Iwamura, M. and T. Ishikawa, 1962. Morphological features in interspecific hybrids between *Pinus densiflora* and *P. thunbergii*. II. Discernment of types in hybrids by external features. Scientific Rep. Agr. Okayama Univ. Japan 19: 29-36.
 11. Jo, D. G., H. M. Kwon, S. G. Choi and S. U. Han. 1983. Self-pollination effects in a *Pinus densiflora* seed orchard on seed production, germination and survival of seedlings (10). Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 19: 56-72.
 12. Katsuta, M. 1966. Seed yield in interspecific pollination between *Pinus thunbergii* and *P. densiflora*. The Tokyo Univ. Forests 16: 27-33.
 13. Lanner, R. M. 1974. Natural hybridization between *Pinus edulis* and *Pinus monophylla* in the American southwest. Silvae Genet. 23: 108-116.
 14. Lee, K. J., J. S. Lee, J. J. Lee and S. K. Lee. 1984. Estimation of seed production efficiency in seed orchards by measurement of pollen dispersal, cone survival, and cone analysis. Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 20: 116-125.
 15. Mergen, F. 1958. Genetic variation in needle characteristics of slash pine and in some of its hybrids. Silvae genet. 7: 1-9.
 16. Mergen, F., G. R. Stairs and E. B. Snyder. 1965. Natural and controlled loblolly \times shortleaf pine hybrids in Mississippi. Forest Sci. 11: 306-314.
 17. Morris, R. W., W. B. Critchfield and D. P. Fowler. 1980. The putative Austrian \times red pine hybrid : A test of paternity based on allelic variation at enzyme-specifying loci. Silvae Genet. 29: 93-100.
 18. Panetsos, C. D. 1975. Natural hybridization between *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* in Greece. Silvae Genet. 24: 163-167.
 19. Saylor, L. C. and R. L. Koenig. 1967. The slash \times sand pine hybrid. Silvae Genet. 16: 134-138.
 20. Schoenike, R. E., D. H. Van Lear and J. D. Benson. 1977. Comparison of shortleaf, loblolly, and putative hybrid pines in the piedmont of South Carolina. Silvae Genet. 26: 182-184.
 21. Shaw, G. R. 1914. The Genus *Pinus*. Arnold Arboretum pub. No. 5. Riverside press, Cambridge. 96 pp.
 22. Shibata, M. 1977. Genetical and breeding studies on the Japanese *Pinus* species, *P. densiflora* Sieb. et Zucc., *P. thunbergii* Parl. and their hybrids. Bull. Oji Inst. For. Tree Imp.

- No. 4. 1-92.
23. Wright, J. W. and W. J. Gabriel. 1957. Species hybridization in the hard pines, series *Sylvestres*. *Silvae Genet.* 7: 109-115.
24. Uyeki, H. 1928. On the physiognomy of *Pinus densiflora* growing in Corea and silvicultural treatment for its improvement. Bull Agr. & forestry Coll. Suwon, Korea. No. 3. 263pp.
25. Uyeki, H. 1926. *Corean Timber Trees*. Vol. 1. Ginkgoales and coniferae. For. Exp. Sta. Rep. 4. 154pp.
26. Yim, K. B. and Z. S. Kim. 1975. The variation of natural population of *Pinus densiflora* S. et. Z. in Korea (1). Characteristics of needle and wood of Chuwang-san, An-myeon-do and Odaesan populations. *J. Korean For. Soc.* 28: 1-20.