

## ***Populus alba* x *P. glandulosa*의 4가지 Isozyme (GOT, ACP, MDH, ADH)의 遺傳<sup>1</sup>**

孫 斗 植<sup>2</sup> · 朱 城 賢<sup>2</sup>

## **Inheritance of four Isozymes(GOT, ACP, MDH, and ADH) in *Populus alba* x *P. glandulosa* F<sub>1</sub> Hybrids<sup>1</sup>**

Doo Sik Son<sup>2</sup> · Sung Hyun Joo<sup>2</sup>

### **要 約**

*Populus alba* x *P. glandulosa*의 遺傳變異를 調査하기 위해 GOT, ACP, MDH, ADH의 isozyme을 starch gel에 의한 水平式 電氣泳動法으로 調査하였다. 染色結果 4種類의 同位酵素에 모두 band가 나타났으며 GOT의 band는 6-7 loci로 區分되고, 이 중 變異를 보인 다섯 loci에서 兩親樹의 遺傳子型 推定에 의한 次代의 分離比는 理論値와 觀察値가 거의 一致하였다. ACP에 있어서 두 개의 locus가 있는 것으로 推定되며 A-zone은 monomorphic하게 나타났고, B-zone에서는 *P. alba*는 band가 없고 *P. alba* x *P. alba*는 B<sub>1</sub>-band가 있으므로 交雜種에서 현사시나무 2호가 1호보다 遺傳變異가 크다는 것이 확인되었다. MDH는 變異가 없는 한개 遺傳子座와 變異가 있는 두개의 遺傳子座가 확인되었다. ADH는 交配兩親樹가 各 各 한개의 다른 A-band만 나타내나 次代는 모두 3개의 band를 나타내어 兩親樹는 homozygote, 次代는 heterozygote로 推定되고 中間 band가 나타남으로 dimer로 판단되었다. 交配母樹인 은행양과 花粉樹인 수원사시나무는 4가지 enzyme에 있어서 클론間에 모두 變異가 없었다.

### **ABSTRACT**

Inheritance of four isozymes, GOT, ACP, MDH and ADH, in *Populus alba* x *P. glandulosa* was investigated with starch gel electrophoresis. All four isozymes showed bands. For GOT, six or seven loci were postulated and observed segregation of hybrids at five variable loci was in agreement with expected segregation. Two loci were postulated in ACP; one locus showed no variation but the other locus showed variation. As one additional band was found in *P. alba* x *P. alba* (italy), hybrids from *P. alba* x *P. alba* x *P. glandulosa* showed more variation than hybrids from *P. alba* x *P. glandulosa*. One monomorphic locus and two variable loci were postulated in MDH. For ADH, both parents were turned out as homozygotes but for different alleles and thus all progenies were heterozygotes. ADH in hybrids seems to be a dimer enzyme as it showed on additional band between two parental bands. There were no variation in band patterns of four enzymes among the clones of *P. alba* and *P. glandulosa*, respectively.

**Key words:** inheritance; isozyme; variation; *Populus alba* x *P. glandulosa*.

<sup>1</sup> 接受 11月 21日 Received November 21, 1985.

<sup>2</sup> 慶北大學校 農科大學 College of Agriculture, Kyungbuk National Univ., Daegu, Korea.

## 緒 論

*Populus alba* × *P. glandulosa* F<sub>1</sub>은 人工交雜에 의해 育成된 速成樹로 山地用 포플러로 널리 植栽·普及되고 있는 樹種이다.

交配母樹인 은백양은 유·렵 및 西部亞細亞가 原產地로 1910年代에 암나무만이 우리나라에 導入되어 지금은 土着種으로서 全國에 分布되어 있다. 花粉樹인 수원사시나무는 水原近郊에 自生하는 사시나무의 變種으로서 솟나무만이 자라고 있고, 이 수원사시나무는 은백양과 사시나무의 自然雜種에서 分離된 사시나무에 가까운 個體로 간주되고 있다. 그러므로 은백양과 수원사시나무는 遺傳變異가 좁고 이들의 次代인 交雜種도 變異가 좁을 것으로 간주된다. 즉, 은백양은 처음 우리나라에 導入될 때 한나무에서 起源된 몇本の 뿌리萌芽木이 植栽되었을 가능성이 있으며 花粉樹인 수원사시나무는 은백양과 사시나무의 自然雜種에서 分離되어 나온 種子에서 發芽된 한 個體에서 자란 分根苗일 수도 있다.

이와 같이 交配兩親樹의 遺傳變異가 좁으므로 遺傳變異를 넓히기 위하여 솟나무의 은백양을 導入하여 土着種인 은백양과 交雜하여 2次代를 母樹로 하여 수원사시나무와 交配한 것이 현사시나무 2호이다. 그러나 交配兩親樹인 은백양, 수원사시나무 및 이들 사이의 交雜種인 현사시나무 1호 및 2호의 遺傳變異에 관한 研究가 별로 없는 편이다. 林木의 遺傳變異에 관한 연구는 주로 生長特性이나 形態的 特性의 變異를 調査하여 왔으나 最近에는 遺傳的 變異를 isozyme에 의해 調査하고 있다. 그러나 針葉樹에 比하여 闊葉樹에 대한 研究는 많지 않은 편이다.

특히 poplar에 대한 研究는 玄<sup>5)</sup>이 *Populus tremuloides*의 幼根으로 ACO, GOT, IDH, PGD, PGI, PGM의 同位酵素에 대하여 人工交配를 통하여 分離現象을 調査하였고, 朴<sup>14)</sup>은 *Populus alba* × *P. glandulosa* 잎으로 peroxidase의 遺傳樣式을 調査하였으나, Weber<sup>22)</sup>는 *Populus trichocarpa*의 幼根으로 12個의 isozyme으로 10個 集團에 대한 遺傳變異를 調査하였다. 기타 闊葉樹에 대한 研究는 金<sup>8)</sup>이 너도밤나무의 잎에 대한 LAP, ACP의 遺傳變異를 調査하였고 Thiebaut<sup>21)</sup>도 너도밤나무에 대한 GOT와 peroxidase를 集團間的 差異를 報告하였으며, Houston<sup>4)</sup>은 *Quercus rubra*의 11個 集團에 대한

여 peroxidase를 調査하였다.

그外 樹種에 대한 遺傳分析은 Rudin<sup>16, 17, 18)</sup>이 *Pinus sylvestris*에 대하여 GOT, LAP, esterase의 遺傳分析을 하였고, Hamaker<sup>3)</sup>는 long-leaf pine 과 sonderegger pine에서 53個 enzyme 중 19個의 enzyme은 activity를 보이고 이중 9개가 소나무 遺傳研究에 有用하다고 報告하였다. Adams<sup>1)</sup>는 *Pinus rigida* × *P. taeda* 交雜種에서 6個의 enzyme을 分析하여 交配兩親에 있는 band는 交雜種에서 發現되었다고 하였다. Copes<sup>2)</sup>는 *Picea stichensis* 와 *Picea glauca*와의 移入交雜種에서 3個의 isozyme을 利用하여 순수한 두 兩親樹種과 交雜種을 識別할 수 있다고 報告하였고, Snyder<sup>20)</sup>는 loblolly pine 과 long-leaf pine의 交雜種에서 11個 isozyme의 分離比는 Mendelian의 分離期待值에 가깝게 分離하였다고 하였으며, Witter<sup>23)</sup>는 virginia pine에 대한 胚와 胚乳의 isozyme으로 分離比를 調査하였고, Morris<sup>12)</sup>는 *Pinus nigra* × *P. resinosa*의 交雜種으로 7個 enzyme을 遺傳分析하였고, Joly<sup>6)</sup>는 *Pinus rigida* × *P. taeda* 交雜種을 生産하는데 mass-pollination을 하였을 때 交配되는 比率를 同位酵素로서 推定하였다. Knowles<sup>10)</sup>는 *Pinus contorta*에서 enzyme의 homozygote 한 것보다 heterozygote 한 것이 生長에 좋다고 報告하였고, Mitton<sup>11)</sup>은 ponderosa pine이 生態적으로 다른 3個 集團에 대하여 7個의 enzyme으로 變異를 調査하였고, Nikolic<sup>13)</sup>은 *Pinus nigra* Arnold의 酵素에 의한 集團內와 集團間的 差異를 調査하였으며, Woods<sup>24)</sup>는 ponderosa pine의 isozyme에 의한 集團間的 變異를 調査하였다. 金<sup>9)</sup>은 *Pinus densiflora*의 GOT와 LAP에 대한 遺傳分析과 linkage에 대하여 報告하였고, 柳<sup>19)</sup>는 *Pinus strobus*의 27產地에 대하여 12個 enzyme을 分析하였으며, 朴<sup>15)</sup>은 *Pinus koraiensis*에 대하여 遺傳分析을 하였다.

以上の 研究結果를 기초로 *Populus alba* × *P. glandulosa*의 잎을 starch gel에 의한 電氣泳動으로 遺傳變異와 分離比를 調査하는 것이 本實驗의 目的이었다.

## 材料 및 方法

供試材料는 交配母樹로 사용한 은백양 13本, 수원사시나무는 서울農大 構內에 있는 4本, 현사시나무 2호의 交配母樹로 사용한 *P. alba* × *P. alba* 17本과

Table 1. Electrode and gel buffer systems

System	Electrode buffer	Gel buffer	Isozyme	
A	H <sub>2</sub> O (D. W) 1,000 cc	H <sub>2</sub> O ( D. W ) 1,000 cc	GOT ACP	
	Boric acid 18.5 g (0.3 M)	Tris 9.2 g		
	NaOH 2.4 g (0.06 M)	Citric acid 1.2 g		
	PH 8.2	PH 8.7		
B	H <sub>2</sub> O (D. W) 1,000 cc	9 Parts of H <sub>2</sub> O (D.H) : 1 Part of electrode B buffer	ADH	
	Boric acid 18.5 g (0.3 M)			
	NaOH 3.4 g (0.08 M)			
	PH 8.5			
C	H <sub>2</sub> O (D. W) 1,000 cc	Same as electrode buffer	MDH	
	Tris 54 g			
	Citric acid 36.3 g			
	PH 6.2	Mix 16 ml of the buffer with 73 ml of distilled water		
	Adjust PH 6.2 with 4N NaOH			
	Mix 250 ml of the buffer with 750 ml of distilled water			

*P. alba* × *P. glandulosa* 59 본, *P. alba* × *P. alba* × *P. glandulosa* 75 본을造林地에서 클론別로 잎을 따서 어린幼葉은 GOT와 ACP를, 成熟葉은 ADH와 MDH를 starch gel에 의해 電氣泳動分析하였고, 幼葉은 가지끝에서 3 번째 葉을 사용하고 成熟葉은 完全히 成熟하여 짙은綠色이 나는 잎을 試料로 사용하였다.

試料를 갈 때 H<sub>2</sub>O 100 ml에 tris 1.211g를 pH 7.4가 되도록 HCl로 調節하고 EDTA 0.12g, 2-mercaptoethanol 1%용액 1ml, Sodium bisulfite 0.3g, Polyvinylpyrrolidone 4g을 혼합하여 試料 buffer로 사용하고 試料를 같은 液은 paper wick에 吸收시켜 gel에 插入하여 電氣泳動하였다. starch gel 濃度는 10.8%로 하고 electrode buffer와 gel buffer는 表 1과 같이 하였으며, 電壓은 100~150V로 시간에 따라 調節하고 3~4시간 電氣泳動하였다.

enzyme의 發色은 酵素의 一般의인 染色方法에 의하여 試料를 染色液에 충분히 잠기게 하고 37℃의 恒溫器內에서 發色시켜 band의 變異를 調査하였다.

調査한 polymorphic locus에 대한 allele의 頻度는 觀察値와 期待値를  $\chi^2$  檢定하여 P-value를 調査하였다.

### 結果 및 考察

현사시나무 1號의 交配母樹인 *P. alba* 13본은 各

各 다른 클론이나 4 가지 enzyme에서 모두 클론間에 變異가 없이 같은 band pattern을 하고 있고 현사시나무 2號의 交配母樹인 *P. alba* × *P. alba* 17 본도 다른 클론이나 4 가지 enzyme에서 모두 클론間에 變異가 없으므로 같은 遺傳子型을 가지는 것으로 간주하였다. 또한 *P. alba*와 *P. alba* × *P. alba*는 GOT, MDH, ADH의 enzyme에서는 모두 band pattern에 差異가 없었다. 단, ACP에서는 band가 다르게 나타나므로 1號와 2號의 交配母樹의 遺傳子型을 區分하였다.

花粉樹인 수원사시나무 4 본도 다른 個體이지만 4 가지 enzyme에서 모두 클론間에 變異가 없었다. 그러므로 交配母樹와 花粉樹는 클론間에 本 研究에서 調査된 4 가지 isozyme에 對한 變異는 거의 없는 것으로 간주된다.

以上の 結果로서 온백양이 처음 우리나라에 導入될 때 한 클론이 導入되었을 가능성이 있고 花粉樹인 수원사시나무도 한 個體에서 증식된 것으로 생각할 수 있다.

또한 *P. alba* × *P. glandulosa* 交雜種에 對한 isozyme의 變異도 多樣하지는 못하였다. 이는 交配兩親樹의 變異 폭이 좁기 때문이라고 생각된다.

GOT의 染色結果는 Fig. 1에서와 같이 移動이 가장 빠른 것부터 A-zone, B, C, D... zone으로 나누어 6個 zone으로 區分되었고, A-zone에 있어서는 *P. alba*에서는 band가 1개, *P. glandulosa*에서

**Table 2.** Observed gene segregation of GOT isozyme in *Populus alba* × *P. glandulosa* F<sub>1</sub>

Hybrid	Genotype of parents	Genotype of progenies	Frequency			$\chi^2$ -value	Probability
			Expected	Observed	Total		
<i>P. alba</i> × <i>P. glandulosa</i>	$A_1A_0$ × $A_2A_0$	$A_0A_0$	33.5	27	134	1.997	0.5-0.75
		$A_1A_0$	33.5	37			
		$A_1A_2$	33.5	37			
		$A_2A_0$	33.5	33			
<i>P. alba</i> × <i>P. glandulosa</i>	$B_1B_2$ × $B_1B_2$	$B_1B_1$	33.5	31	134	0.2536	0.75-0.90
		$B_1B_2$	67.0	69			
		$B_2B_2$	33.5	34			
<i>P. alba</i> × <i>P. glandulosa</i>	$C_1C_0$ × $C_1C_0$	$C_1C_1, C_1C_1$	100.5	98	134	0.2486	0.5-0.75
		$C_0C_0$	33.5	36			
<i>P. alba</i> × <i>P. glandulosa</i>	$E_1E_1$ × $E_0E_0$	$E_1E_0$	134	134	134	0	0.9-1.0
<i>P. alba</i> × <i>P. glandulosa</i>	$G_0G_0$ × $G_1G_1$	$G_1G_0$	134	134	134	0	0.9-1.0

**Table 3.** Observed gene segregation of ACP isozyme in *Populus alba* × *P. glandulosa* F<sub>1</sub>

Hybrid	Genotype of parents	Genotype of progenies	Frequency			$\chi^2$ -value	Probability
			Expected	Observed	Total		
<i>P. alba</i> × <i>P. glandulosa</i>	$B_0B_0$ × $B_2B_2$	$B_2B_0$	64	64	64	0	0.9-1.0
<i>P. alba . alba</i> × <i>P. glandulosa</i>	$B_1B_0$ × $B_2B_2$	$B_1B_2$	40.5	47	81	2.0864	0.1-0.25
		$B_2B_0$	40.5	34			

는 좀 더 늦은 곳에 하나의 band 가 나타났으며 그들 사이의 交雜種인 次代에서는 band 가 없는 것, *P. alba* 의 位置에 있는 것, *P. glandulosa* 의 位置에 있는 것 兩位置에 다 있는 것 등으로 나타났다. 그러므로 *P. alba* 의 genotype 은  $A_1A_0$ , *P. glandulosa* 는  $A_2A_0$  로 간주하면 次代에서는  $A_0A_0$ ,  $A_1A_0$ ,  $A_1A_2$ ,  $A_2A_0$  의 genotype 이 나타날 것이며, 그 頻度는 1 : 1 : 1 : 1 로 分離될 것이다. 134 個體의 雜種次代의 分析結果를 檢定한 結果(Table 2) 期待値와 觀察値가 一致함을 보여주었다.

B-zone 은 交配兩親樹에서 2개의 band 가 나타났으며 次代에서는 1 개 혹은 2 개의 band 가 나타났다. 그러므로 兩親의 遺傳子型을  $B_1B_2$  로 가정하면 次代는  $B_1B_1$ ,  $B_1B_2$ ,  $B_2B_2$  로 되며 그 分離比는 1 : 2 : 1 로 될 것이다. 이 期待値와 觀察値의 檢定結

果는 表 2 와 같다.

C-zone 은 交配兩親 모두 같은 位置에 한개의 band 만 나타났으나 次代에서는 band 가 있는 것과 없는 것이 있었다. 그러므로 兩親의 遺傳子型을  $C_1C_0$  로 가정하면 次代는  $C_0C_0$ ,  $C_1C_0$ ,  $C_1C_1$  이 1 : 2 : 1 로 될 것이고  $C_0C_0$  는 band 가 나타나지 않고  $C_1C_0$  와  $C_1C_1$  은 band 가 나타나되 구별이 불가능하므로 表現型의 分離比는 1 : 3 이 될 것이다. 이것의 檢定結果(Table 2) 觀察値는 期待値에 가깝게 나타나고 있다.

D-zone 과 F-zone 은 交配兩親 모두 各 zone 마다 한개의 band 가 나타났고 그 次代에서도 band 가 좀 더 뚜렷한 하나의 band 만 나타났다. 그러므로 일단 2 개의 遺傳子座에 monomorphic 한 遺傳子로 推定된다.

E-zone 과 G-zone 에서는 交配兩親中 한쪽에만 band 가 發現되었으나 次代에서는 全個體에서 두 band 가 同時에 發現되었다. 그러므로 일단 2 개의 遺傳子座로 가정하고 band 가 있는 兩親은 活性이 있는 homozygote 로, band 가 없는 兩親은 活性이 없는 homozygote 로 推定하여 次代는 모두 hetero 상태가 되어 band 가 나타난 것으로 생각된다. 그러나 GOT 를 dimer 로 간주하면 이 두 zone 을 하나의 遺傳子座로 생각할 수도 있으며, 이 경우에 있어 兩親은 各各 다른 homozygote 로, 次代는 모두 heterozygote 로 해석할 수 있다.

以上과 같이 GOT 를 monomorphic 한 것으로 간주하였을 때는 6 혹은 7 개의 遺傳子座가 있는 것으로 推定되었고, 그 중 3 개의 遺傳子座에서 分離比는 Mendelian 分離比의 期待值에 觀察值가 一致하는 것으로 나타났다. 그러므로 各 zone 은 하나의 locus 에 位置하는 對立遺傳子로 생각된다.

GOT 에 대한 研究를 보면 玄<sup>5)</sup>은 *P. tremuloides* 에서 GOT 는 dimer 로서 하나의 遺傳子座를 가지고, Thiebaut<sup>21)</sup>도 너도밤나무에서 하나의 遺傳子座를 가진다고 하였다.

그리고 band 가 나타나지 않는 null allele 에 관해서는 Rudin<sup>16)</sup>은 *Pinus sylvestris* 의 esterase 에서 金<sup>8)</sup>은 너도밤나무의 LAP 에서, 朴<sup>15)</sup>은 *Pinus koraiensis* 의 LAP 에서 各各 null allele 이 있는 것으로 報告하였다.

交雜種에서 GOT 의 band pattern 은 Fig. 1 에서와 같이 6 개의 band 를 가진 H<sub>1</sub> 과 같은 個體가 20 % 를 차지하고 7 개의 band 를 가진 H<sub>2</sub> 와 같은 個體는 25 %, 7 개의 band 를 가진 H<sub>4</sub> 와 같은 個體는 28 %, 8 개의 band 를 가진 H<sub>5</sub> 와 같은 個體는 23 % 로서 대개 4 가지 band type 으로 區分되고 기타 H<sub>3</sub>, H<sub>6</sub>, H<sub>7</sub> 과 같은 type 은 4 % 밖에 되지 않는다.

ACP 는 두 개의 zone 에서 染色되었고 A-zone 은

交配兩親과 次代에 모두 동일한 한개의 band 만 나타나 變異가 없으므로 monomorphic 한 것으로 推定되었다(Fig. 2).

B-zone 은 *P. alba* 에는 band 가 없으나 *P. glandulosa* 에는 band 가 한개 있고 2 雜種次代(현사시나무 1 호)에서도 모두 한개의 band 가 있었다. 그러나 *P. alba* 의 遺傳的 變異를 넓히기 위하여 Italy 에서 導入한 花粉과 交配한 *P. alba* × *P. alba* (Italy) 에서는 *P. glandulosa* 의 band 보다 移動速度가 빠른 한개의 band 가 나타났다. *P. alba* × *P. alba* (Italy) 와 *P. glandulosa* 와 交配한 현사시나무 2 호에서는 2 개의 band 가 나타난 것과 *P. glandulosa* 의 band 位置에 하나만 나타난 것이 있었다. 그러므로 *P. alba* 의 遺傳子型을 B<sub>0</sub>B<sub>0</sub>로, *P. glandulosa* 를 B<sub>2</sub>B<sub>2</sub>로, *P. alba* × *P. alba* 를 B<sub>1</sub>B<sub>0</sub>로 推定하면 현사시나무 1 호는 모두 B<sub>2</sub>B<sub>0</sub>로 한개의 band 만 나타날 것이다. 그러나 *P. alba* × *P. alba* × *P. glandulosa* 의 次代는 B<sub>1</sub>B<sub>2</sub>와 B<sub>2</sub>B<sub>0</sub>가 1 : 1 로 分離된다. 이와 같은 가정에 分離比의 期待值과 觀察值를 檢定(Table 3) 하였으나 신뢰도가 낮았다.

ACP 에서 Weber<sup>22)</sup>는 *P. trichocarpa* 의 根端組織에서 2 個 遺傳子座가, 金<sup>8)</sup>은 너도밤나무에서 3 個의 遺傳子座가 관찰된 것을 報告하였다.

이와 같이 *P. alba* × *P. glandulosa* 에서 현사시나무 1 호보다 현사시나무 2 호가 다소 遺傳變異가 많다고 할 수 있다.

MDH 는 실험한 4 가지 酵素中 移動거리가 가장 짧은 酵素로서 3 個 zone 에서 band 가 發現되었다. 그러나 移動거리가 가장 빠른 zone 은 band 가 不分明하여 遺傳的 解析이 어려워 무시하였고, 두 번째 zone 인 A-zone 은 交配兩親과 次代에서 모두 同一한 位置에 한개의 band 만 나타났으므로 次代 역시 모두 homozygote 로 monomorphic 한 것으로 간주하였다(Fig. 3).

Table 4. Observed gene segregation of MDH isozyme in *Populus alba* × *P. glandulosa* F<sub>1</sub>

Hybrid	Genotype of parents	Genotype of progenies	Frequency			$\chi^2$ -value	Probability
			Expected	Observed	Total		
<i>P. alba</i> × <i>P. glandulosa</i>	B <sub>0</sub> B <sub>0</sub> × B <sub>1</sub> B <sub>0</sub>	B <sub>0</sub> B <sub>0</sub> B <sub>1</sub> B <sub>0</sub>	51	49	102	0.1568	0.5-0.75
<i>P. alba</i> × <i>P. glandulosa</i>	C <sub>1</sub> C <sub>0</sub> × C <sub>0</sub> C <sub>0</sub>	C <sub>0</sub> C <sub>0</sub> C <sub>1</sub> C <sub>0</sub>	51	53	102	0.1568	0.5-0.75

Table 5. Observed gene segregation of ADH isozyme in *Populus alba* × *P. glandulosa* F<sub>1</sub>

Hybrid	Genotype of parents	Genotype of progenies	Frequency			x <sup>2</sup> -value	Probability
			Expected	Observed	Total		
<i>P. alba</i> × <i>P. glandulosa</i>	A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> × A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	96	96	96	0	0.9-1.0
<i>P. alba</i> × <i>P. glandulosa</i>	B <sub>0</sub> B <sub>0</sub> × B <sub>1</sub> B <sub>0</sub>	B <sub>0</sub> B <sub>0</sub> B <sub>1</sub> B <sub>0</sub>	48	45	96	0.3750	0.5-0.75

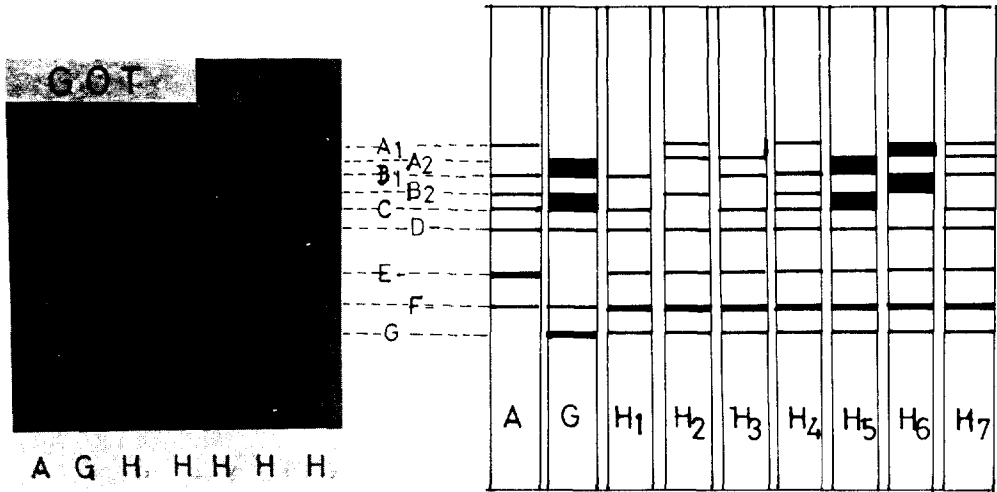


Fig. 1. Band pattern and band designation for GOT

A : *P. alba*  
G : *P. glandulosa*  
H<sub>1</sub>~H<sub>7</sub> : *P. alba* × *P. glandulosa*

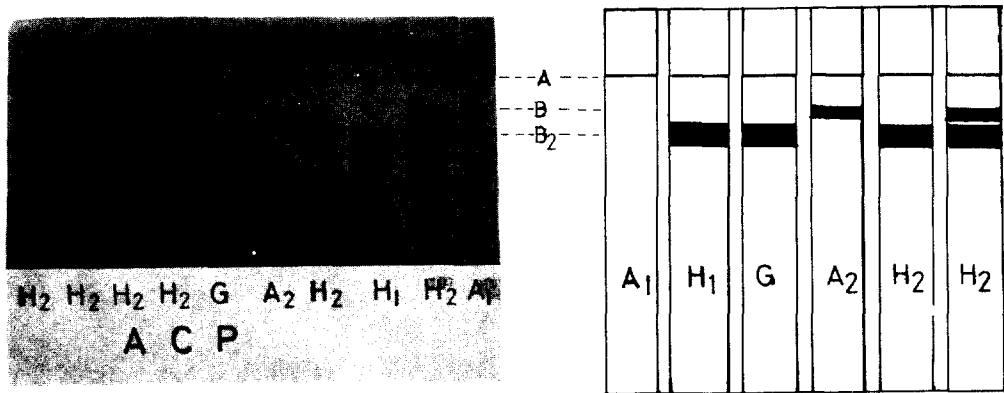


Fig. 2. Band pattern and band designation for ACP

A<sub>1</sub> : *P. alba*  
A<sub>2</sub> : *P. alba* × *P. alba* (Italy)  
G : *P. glandulosa*  
H<sub>1</sub> : *P. alba* × *P. glandulosa*  
H<sub>2</sub> : *P. alba* × *P. glandulosa*

B-zone 과 C-zone 은 交配兩親樹의 各各 한쪽 親에만 있고 次代에서는 B-band 와 C-band 가 發現되는 個體와 없는 個體가 있었다. 그래서 두개의 獨立된 遺傳子座로 보고 band 가 있는 類는  $B_1B_0$  혹은  $C_1C_0$ 의 heterozygote 로 보고 band 가 없는 類는  $B_0B_0$  혹은  $C_0C_0$ 의 homozygote 로 간주하였다.

이렇게 推定하면 次代에서는 各 遺傳子座에서 1 : 1 로 分離될 것이며 그 期待値와 觀察値를 比較

檢定한 結果(Table 4) 일치하는 것으로 判정되었다. 그러나 다른 해석도 가능하다. 兩親의 두 band 를 同一 遺傳子座의 null allele 를 가진 heterozygote 로 보면 *P. glandulosa* 는  $B_1B_0$  가 되고 *P. alba* 는  $B_2B_0$  가 된다. 이들 交雜次代는  $B_0B_0$ ,  $B_1B_0$ ,  $B_2B_0$  및  $B_1B_2$  가 1 : 1 : 1 : 1 로 分離될 것이고,  $B_1$  혹은  $B_2$  band 位置에서 보면 band 가 있는 것과 없는 것이 1 : 1 로 나타날 것이다. 이 해석이 옳다면 앞에

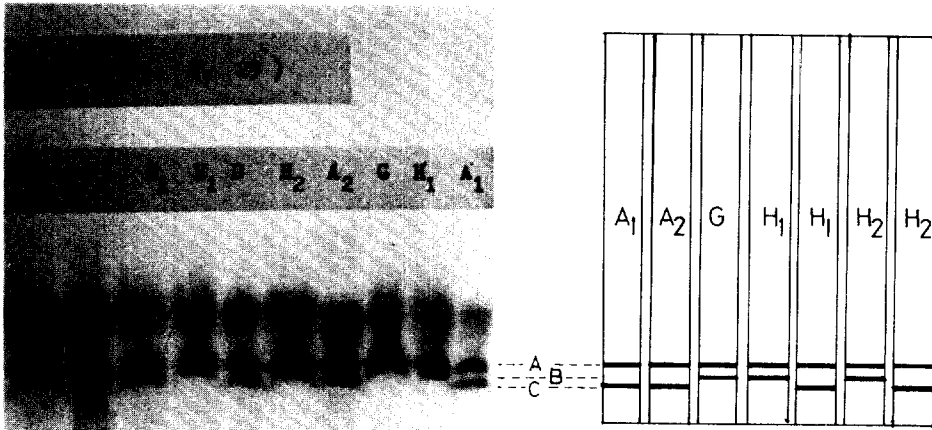


Fig. 3. Band pattern and band designation for MDH

$A_1$  : *P. alba*

$A_2$  : *P. alba* × *P. alba* (Italy)

G : *P. glandulosa*

$H_1$  : *P. alba* × *P. glandulosa*

$H_2$  : *P. alba*, *alba* × *P. glandulosa*

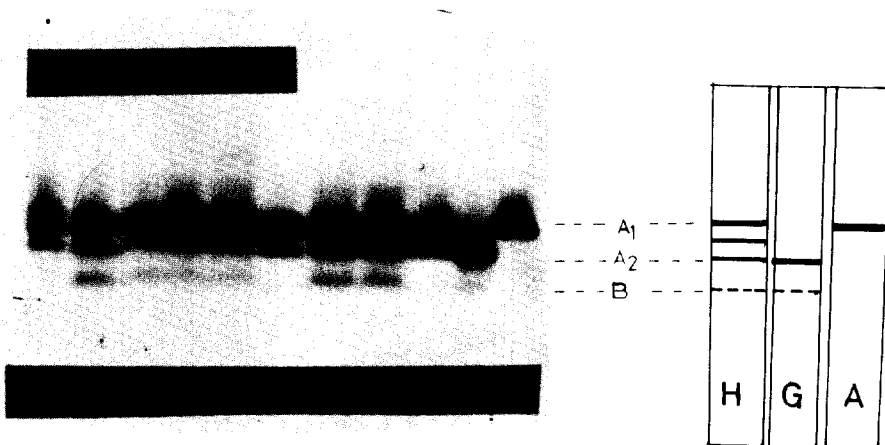


Fig. 4. Band pattern and band designation for ADH

A : *P. alba*

G : *P. glandulosa*

H : *P. alba* × *P. glandulosa*

서 언급한 GOT A-zone 의 경우와 一致한다. 두 해 석층 어느 것이 옳은지는 현재 단계에서는 알 수가 없고 人工交配에 의한 次代의 分離比를 보아야 확 정지을 수 있을 것이므로 앞으로 研究되어야 할 課 題라고 생각된다.

MDH에 對하여는 Weber<sup>22)</sup>는 *P. trichocarpa* 의 幼根에서 2 개의 遺傳子座를 가지고 A-zone 은 he-tero 상태의 對立遺傳子를 가지는 個體도 있다고 報告하였다.

ADH는 交配兩親樹에 各各 한개의 A-band가 다 른 位置에서 나타나고, 次代에서는 全個體에 兩親樹 의 band 位置에 한개씩의 band와 그 중간 位置에 band가 하나 더 있어 모두 3 개씩의 band가 나타 났다(Fig. 4). 그러므로 交配兩親樹의 遺傳子型을 *P. alba*는  $A_1A_1$ , *P. glandulosa*는  $A_2A_2$ 로 推定하 면 交雜種은 兩親의 遺傳子를 하나씩 받아  $A_1A_2$ 의 heterozygote로 全個體에 發現되고 있는 것으로 나 타나고 있다(Table 5).

Heterozygote 인  $A_1A_2$ 에서 세개의 band가 나타 난 것은 ADH가 dimer (二量體)인 것을 나타낸다. poplar 의 同位酵素 中에서 dimer 로는 玄<sup>5)</sup>이 *P. tremuloides* 의 GOT, 6-PGD, PGI에서 報告하였고, Thiebaut<sup>21)</sup>는 너도밤나무에서 dimer가 出現하였 다고 하였다.

花粉樹인 *P. glandulosa*에만 B-band가 희미하게 나타나고 次代에서는 B-band가 있는 個體와 없는 個體로 分離하므로 *P. alba*의 遺傳子型은  $B_0B_0$ , *P. glandulosa*의 遺傳子型은  $B_1B_0$ 가 되고 2次代는  $B_0B_0$ ,  $B_1B_0$ 의 遺傳子型을 가진 個體가 1:1로 分離 하게 될 것이다. 그 結果(Table 5) 期待値와 觀察 値는 거의 一致함을 알 수 있다.

以上の 實驗結果를 보면 *P. alba* × *P. glandulosa* 의 遺傳變異가 별로 크지 않은 것을 알 수 있고, Italy에서 花粉을 導入하여 은백양과 交配한 *P. alba* × *P. alba* (Italy)에서는 縱前의 *P. alba*에는 없던 遺傳 變異가 發現되었음으로 앞으로 더욱 改良된 천사서 나무를 만들기 위해서는 계속 *P. alba*의 遺傳變異를 넓힐 필요가 있을 것이다. 花粉樹인 *P. glandulosa*도 遺傳變異가 없으므로 *P. glandulosa*의 遺傳變異를 확대시키려면 *P. davidiana*의 遺傳子를 利用하 는 方法도 모색해볼 價値가 있다고 생각된다.

## 引用文獻

1. Adams, W. T. and S. Coutinho. 1977. Isozyme

genetic markers useful for studies of *Pinus rigida* × *P. taeda* hybrid. Scientific Contribution, No. 847:1-13.

2. Copes, D. L. and R. C. Beckwith. 1977. Isozyme identification of *Picea glauca*, *P. sitchensis* and *P. lutzii* population. Botany Gaz. 138(4): 512-521.
3. Hamaker, J. M. and E. B. Snyder. 1973. Electrophoresis patterns of needle enzymes in longleaf and sonderegger pines. U. S. Forest Service Research Note So-151:1-8.
4. Houston, D. B. 1983. Stand and seed source variation in peroxidase isozymes of *Quercus rubra* L. Silvae Genetica 32(1-2):59-63.
5. Hyun, J. O. 1984. Inheritance of isozyme in root tips of trembling aspen (*Populus tremuloides* M.). Jour. of Korean Forestry Soc. 64:20-25.
6. Joly, R. J. and W. T. Adams. 1983. Allozyme analysis of pitch x loblolly pine hybrids produced by supplemental mass-pollination. Forest Science 29(2):423-432.
7. Kim, Z. S. 1979. Inheritance of leucine aminopeptidase and acid phosphatase isozyme in beech(*Fagus sylvatica* L.). Silvae Genetica 28(2-3):68-71.
8. Kim, Z. S. 1981. Viability selection at an allozyme locus during development in European beech(*Fagus sylvatica* L.). J. Korean Forestry Soc. 54:68-75.
9. Kim, Z. S. and Y. P. Hong. 1982. Genetic analysis of some polymorphic isozymes in *Pinus densiflora* (L): Inheritance of glutamate-oxalate transaminase and leucine aminopeptidase and linkage relationship among allozyme loci. Jour. Korean Forestry Soc. 58:1-7.
10. Knowles, P. and J. B. Mitton. 1980. Genetic heterozygosity and radial growth variability in *Pinus contorta*. Silvae Genetica 29(3-4): 114-118.
11. Mitton, J. B., R. B. Sturgeon and M. L. Davis. 1980. Genetic differentiation in ponderosa pine along a steep elevational transect. Silvae Genetica 29(3-4):100-103.



12. Morris, R. W., W. B. Critchfield and D. P. Fowler. 1980. The putative Austrian x red pine hybrid; A test of parenity based on allelic variation at enzyme-specifying loci. *Silvae Genetica* 29(3-4):93-100.
13. Nikolic D. and N. Tucic. 1983. Isozyme variation within and among populations of European black pine(*Pinus nigra* Arnold). *Silvae Genetica* 32(3-4):80-88.
14. Park, Y. G., C. S. Kim and S. S. Kim. 1980. Inheritance isozyme in *Populus alba* x *P. glandulosa*.
15. Park, Y. G. 1983. Inheritance of leucine aminopeptidase, esterase, and peroxidase isozyme in *Pinus koraiensis*. *Korean Journal of Breeding* 15(2):147-153.
16. Rudin, D. and B. Rasmuson. 1973. Genetic variation in esterase from needles of *Pinus sylvestris* L. *Hereditas* 73:89-98.
17. Rudin, D. 1975. Inheritance of glutamate-oxalate transaminases(GOT) from needles and endosperms of *Pinus sylvestris*. *Hereditas* 80:296-300.
18. Rudin, D. 1977. Leucine aminopeptidase (LAP) from needles and macrogametophyte of *Pinus sylvestris* L. inheritance of allozyme. *Hereditas* 85:219-226.
19. Ryu, Jang Bal. 1982. Genetic structure of *Pinus strobus* L. based on foliar isozymes from 27 provenances. Ph. D. Thesis at New Hampshire University. pp. 1-133.
20. Synder, E. B. and J. H. Hamaker. 1978. Inheritance of peroxidase isozymes in needles of loblolly and long-leaf pines. *Silvae Genetica* 27(3-4):125-129.
21. Thiebaut, B., R. Lumaret and Ph. Vernet. 1982. The bud enzymes of beech(*Fagus sylvatica* L.) genetic distinction and analysis of polymorphism in several French population. *Silvae Genetica* 31(2-3):51-60.
22. Weber, J. C. and R. F. Stettler. 1981. Isoenzyme variation among ten population of *Populus trichocarpa* in Pacific Northwest. *Silvae Genetica* 30(2-3):82-87.
23. Witter, M. S. and P. P. Feret. 1979. Inheritance of esterase and acid phosphatase isozymes in Virginia Pine and the application of the isozyme technique to a seed orchard population. *Silvae Genetica* 28(5-6):213-220.
24. Woods, J. H., G. M. Blake and F. W. Allendorf. 1983. Amount and distribution of isozyme variation in ponderosa pine from Eastern Montana. *Silvae Genetica* 32(5-6):151-157.