

참나무류 및 이들 雜種의 開芽期 差異¹

李廷鎭² · 橋詰隼人³ · 山本福樹⁴ · 權琦遠⁵

Variation in Flushing Times of *Quercus* Species and Their Hybrids¹

Jeong Ho Lee², Hayato Hashizume³, Fukuju Yamamoto⁴ and Ki Won Kwon⁵

要 約

천연림내의 참나무류와 자연 수분된 종자 및 인공적인 중간 교잡 종자를 양묘해서 키운 묘목의 종 및 잡종 간의 開芽期 차이를 조사하였다. 蒜山演習林의 천연림에서 開芽는 *Q. crispula* > *Q. anguste-lepidota* > *Q. takatorensis* ≃ *Q. serrata* > *Q. dentata* 순으로 진행되었다. 자연 수분된 종자로 양묘한 묘목에서는 *Q. aliena* ≃ *Q. crispula* > *Q. anguste-lepidota* > *Q. takatorensis* ≃ *Q. serrata* > *Q. dentata* 순으로 開芽하였다. 중간 교잡의 묘목에서 F₁의 開芽期는 양친종의 사이에 속했지만, 開芽期가 빠른 양친의 영향을 보다 크게 받는 것으로 나타났다. 중간교잡의 결과를 통해서 추정할때 참나무류의 開芽期의 빠르고 느린 특성은 유전적인 지배를 받아, 후대에 유전되는 것으로 사료된다.

ABSTRACT

The difference in leaf bud flushing times of *Quercus* species and their hybrids was compared among the trees from natural forest, seedlings from natural pollination and artificial crossing. In the natural forest of the Hiruzen experimental forest of Tottori University, Japan, *Quercus* species flushed in the order of *Q. crispula* > *Q. anguste-lepidota* > *Q. takatorensis* ≃ *Q. serrata* > *Q. dentata*. The flushing time of seedlings from natural pollination was in the order of *Q. aliena* ≃ *Q. crispula* > *Q. anguste-lepidota* > *Q. takatorensis* ≃ *Q. serrata* > *Q. dentata*. The flushing times of F₁ hybrids by artificial crossing were between those of parental species. From the result of interspecific hybridization, it is shown that the earliness of flushing in *Quercus* species is a genetic character considered heritable to progenies.

Key words: Variation, Interspecific hybrid, *Q. crispula*, *Q. takatorensis*, *Q. serrata*, *Q. dentata*, *Q. anguste-lepidota*, flushing time

緒 論

참나무류는 자연상태에서도 중간교잡이 비교적 흔하게 일어나고 있으며, *Q. aliena*, *Q. serra-*

ta, *Q. crispula* 등이 혼생하는 지역에서는 이들 종의 중간적 형태의 개체가 꽤 높은 빈도로 조사 보고되고 있다(岡田 등, 1994). 또한 인공 교배에 의해서도 이들 수종의 중간교잡이 얻어졌다(橋詰 등, 1994). 저자들은 *Q. dentata*, *Q. ser-*

¹ 接受 1998年 2月 2日 Received on February 2, 1998.

² 鳥取大學連合農學研究科 The United Grad. Sch. of Agric. Sci., Tottori Univ., Tottori, Japan.

³ 元鳥取大學農學部 Formerly Fac. of Agric., Tottori Univ., Tottori, Japan.

⁴ 鳥取大學農學部 Fac. of Agric., Tottori Univ., Tottori, Japan.

⁵ 忠南大學校 農科大學 College of Agric., Chungnam National Univ., Taejeon, Korea.

rata, *Q. crispula*가 혼생하는 岡山縣 川上村의 鳥取大學校 蒜山演習林에서 *Q. dentata*와 *Q. serrata*의 중간 형태인 *Q. takatorensis* 및 *Q. dentata*와 *Q. crispula*의 중간 형태인 *Q. anguste-lepidota*를 선발하고 중간형과 양친종과의 開花期를 비교 조사하였으며(李廷鎬 등, 1997), 이번에는 이들 5가지 수종의 開芽期를 蒜山演習林中에서 조사하였다. 그 외에 *Q. dentata*, *Q. serrata*, *Q. crispula*, *Q. aliena* 사이의 인공교배에 의해 얻어진 1~4년생의 잡종 묘목에 관하여 開芽期를 조사하고, 종 및 잡종 간의 開芽期를 비교하였다. 본 연구는 참나무류의 자연교잡의 기작을 밝히고 인공교잡을 통하여 유전양식이 후대에 어떻게 나타나는지를 규명함과 이를 임목육종에 응용하고자 함에 있다.

材料 및 方法

1. 蒜山演習林에서의 調査 材料

鳥取大學校 蒜山演習林(岡山縣眞庭郡川上村)의 해발 550~650m의 지역에서 임도 변의 *Q. dentata* 11본, *Q. serrata* 20본, *Q. crispula* 14본, *Q. anguste-lepidota* 10본, *Q. takatorensis* 5본을 조사목으로 선발하였다.

2. 自然受粉된 種子로 養苗된 苗木

Q. aliena 외의 5수종으로부터 개체 별로 종자를 채취하여, 鳥取市の 鳥取大學校 農學部 묘포장에 파종하여 육묘하였다(Table 1). 종자의 채집 장소로 *Q. aliena*는 鳥取市(해발 20m), *Q. crispula*는 鳥取縣江府町(해발 950m), *Q. serrata*,

Q. dentata, *Q. takatorensis*, *Q. anguste-lepidota*는 鳥取大學校 蒜山演習林(해발 540~700m) 이다. 공시개계 수는 1수종이 2~9개계(전부 33개계), 1개계의 조사 본수는 2~36본이다.

3. 人工交雜 種子로 養苗된 苗木

1991~1994년 사이에 鳥取大學校 農學部 묘포장에 있는 나무를 가지고 인공교배를 실시하여 얻은 1~4년생 묘목 70본을 이용하였다. 육묘는 鳥取大學校 農學部 묘포장에서 실시 하였다. 인공교배의 조합은 Table 2와 같으며, 조사 본수는 1개 조합에서 2~12본이다.

4. 調査方法

蒜山演習林에 있어서의 開芽 조사는 1994년 4월 29일부터 5월 22일까지로 4~6일 간격으로 실시하였다. 鳥取市에 있어서의 開芽 조사는 1996년 4월 19일부터 5월 24일까지 5일 간격으로 실시하였다. 開芽 조사는 다음의 5단계(단 1994년의 조사는 6단계)의 평가 기준을 정하여 개체 별로 조사하였다.

- 0. 동아가 휴면상태 그대로 인 상태
 - 1. 동아가 부풀어진 상태
 - 2. 동아로부터 잎이 처음 나오기 시작하는 상태
 - 3. 동아로부터 잎이 완전히 나와 있으나 오그라져 있는 상태
 - 4. 어린 잎이 신장하고 잎이 활짝 펴진 상태
- 각 조사일에 이 기준에 의해 조사한 수치를 평균하여 평균 開芽度로 하였다.

Table 1. Seed sources, numbers of families ages, and height of seedlings of *Quercus* species used for investigation.

Species	Habitat of mother trees	Elevation(m)	Number of families	Number of seedlings investigated	Age of seedlings	Mean height of seedlings (cm)
<i>Q. aliena</i>	Arboretum of Tottori Univ., Tottori city	20	2	5~12	four-years	166
<i>Q. crispula</i>	Kofu Town, Tottori Pref.	950	9	6~15	three-years	109
<i>Q. serrata</i>	Hiruzen Univ. forest, Kawakami Village, Okayama Pref.	580	4	2~4	four-years	149
<i>Q. dentata</i>	"	700	7	2~5	four-years	155
<i>Q. takatorensis</i>	"	540~650	5	4~36	two-years	74
<i>Q. anguste-lepidota</i>	"	560~650	6	6~22	four-years	76

Table 2. Outlines of *Quercus* F₁ hybrids used for the investigation of flushing.

Combination of crossing	Age of seedlings	Number of seedlings investigated	Mean height of seedlings(cm)
<i>Q. aliena</i> × <i>Q. crispula</i>	one-year	6	10.0
<i>Q. aliena</i> × <i>Q. dentata</i>	one-year	2	8.2
<i>Q. serrata</i> × <i>Q. crispula</i>	one-year	12	15.6
<i>Q. serrata</i> × <i>Q. dentata</i>	one-year	8	15.4
<i>Q. dentata</i> × <i>Q. crispula</i>	one-year	4	10.1
<i>Q. dentata</i> × <i>Q. serrata</i>	ony-year	5	12.8
<i>Q. aliena</i> × <i>Q. serrata</i>	four-years	5	136
	two-years	8	46
<i>Q. serrata</i> × <i>Q. aliena</i>	two-years	2	53
<i>Q. serrata</i> × <i>Q. crispula</i>	two-years	2	31
<i>Q. dentata</i> × <i>Q. aliena</i>	two-years	6	51
<i>Q. dentata</i> × <i>Q. crispula</i>	two-years	3	47
<i>Q. dentata</i> × <i>Q. serrata</i>	two-years	7	44

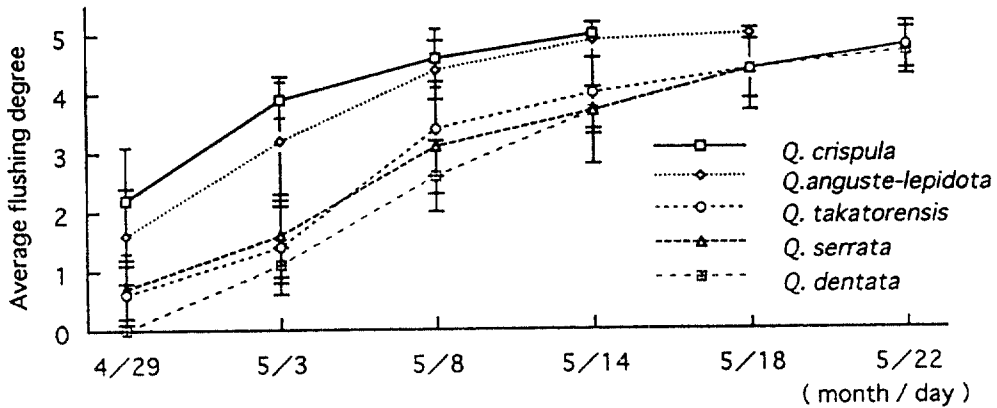


Fig. 1. Variations in the flushing time of five *Quercus* species in natural forests of Hiruzen experimental forests (investigated in 1994).

Note : vertical lines mean standard deviations.

結果 및 考察

1. 蒜山演習林의 天然林에서 조사된 5수종의 開芽

조사 결과를 Fig. 1에 나타냈다. 4월 29일에 이미 *Q. crispula*, *Q. anguste-lepidota*는 開芽를 개시하였다. 開芽 종료는 *Q. crispula*가 5월 14일, *Q. anguste-lepidota*는 5월 18일, *Q. serrata*, *Q. dentata*는 5월 하순이었다. 참나무류의 開芽期間은, 즉 동아가 부풀기 시작하여 어린 잎이 신장할 때까지의 기간은 약 1개월 이었다. 開芽는 *Q. crispula* > *Q. anguste-lepidota* > *Q. takatoensis* > *Q. serrata* > *Q. dentata*의 순으

로 진행되었으며, *Q. crispula*가 가장 빠르고, *Q. dentata*가 가장 늦었다. *Q. anguste-lepidota*는 *Q. crispula*와 *Q. dentata*의 자연교잡종이라 보고되어지고 있으며, 開芽는 *Q. dentata*보다 빠른 반면에 *Q. crispula*에 가까웠다. *Q. takatoensis*는 *Q. serrata*와 *Q. dentata*의 자연교잡종이라 또한 보고되어지고 있으며 開芽期는 *Q. serrata*와 거의 동일했다.

2. 自然受粉된 種子로 養苗한 苗木의 開芽

鳥取大學校 農學部 묘포장에 있는 6수종 묘목의 開芽狀況은 Fig. 2~3과 같다. 수종별 공시 가계의 평균치로 나타내면 Fig. 2와 같으며, 開

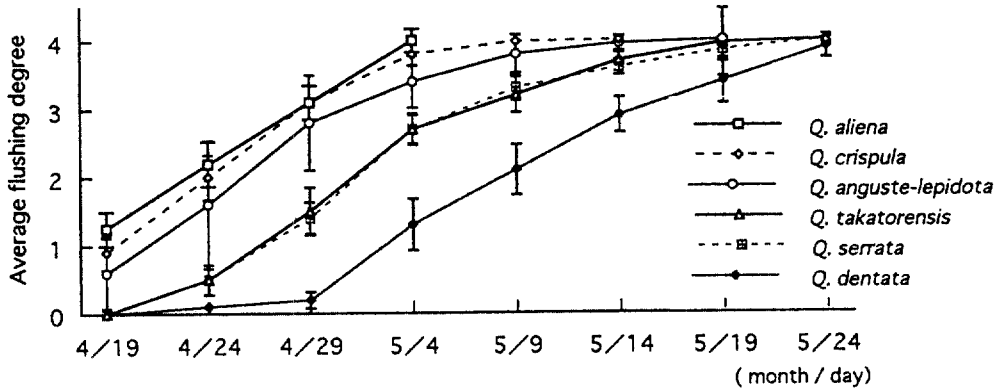


Fig. 2. Variations of flushing time in naturally pollinated seedlings of six *Quercus* species. Note : vertical lines mean standard deviations.

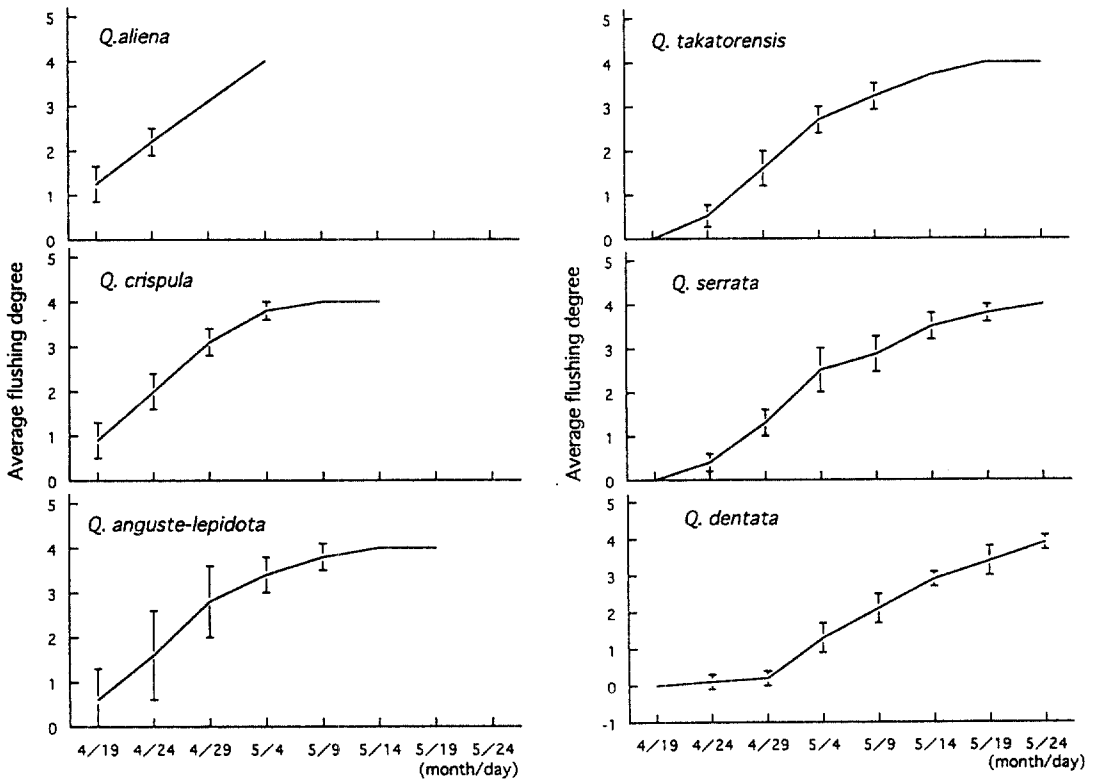


Fig. 3A. Variations of flushing time in naturally pollinated seedlings of different species and families. Note : vertical lines mean standard deviations.

Fig. 3B. Variations of flushing time in naturally pollinated seedlings of different species and families. Note : vertical lines mean standard deviations.

芽는 *Q. aliena* ≃ *Q. crispula* > *Q. anguste-lepidota* > *Q. takatorensis* ≃ *Q. serrata* > *Q. dentata*. 순이었다. 즉 開芽는 *Q. aliena*와 *Q.*

*crispula*가 가장 빠르고 *Q. dentata*가 가장 느렸으며 *Q. serrata*는 양자의 중간이었다. 이는 蒜山演習林의 天然林에서 보이는 開芽의 경향과 잘

일치하였다.

다음으로는 가계별 開芽期의 차이를 조사하였다(Fig. 3). *Q. anguste-lepidota*는 가계 간의 차이가 가장 심하여 평균 開芽度에서 약 2.5(4월 24일)의 차이를 보였다. *Q. crispula*, *Q. takatorensis*, *Q. serrata*, *Q. dentata*의 가계 간 차이는 최대 1.5 정도였다.

3. 種間交雜 種子로 養苗된 苗木의 開芽

1년생의 종간 교잡묘목의 開芽 상황은 Fig. 4에 나타낸 것과 같다. 開芽는 *Q. aliena* × *Q. crispula* F₁과 *Q. serrata* × *Q. crispula* F₁이 가장 빠르고, 다음으로는 *Q. aliena* × *Q. dentata* F₁이었으며, *Q. serrata* × *Q. dentata* F₁, *Q. dentata* × *Q. crispula* F₁이 가장 느렸다. 鳥取市에 있어서의 開芽는 *Q. aliena* × *Q. crispula* > *Q. serrata* > *Q. dentata* 순이었고(전술 2항에서의 자연수분 묘목의 경우), 開芽期가 늦은 *Q. dentata*의 교배조합에서 開芽期가 늦어지는 경향을 보였다.

正逆交雜의 경우 양친종과 종간잡종의 開芽 관계는 Fig. 5와 같다. *Q. aliena* × *Q. serrata*의 正逆交雜에서는 *Q. aliena* × *Q. serrata* F₁의 開芽期는 모수와 같고, *Q. serrata* × *Q. aliena* F₁의 開芽期는 양친의 중간이었다. *Q. aliena* × *Q. dentata*의 正逆交雜에서 잡종의 開芽期는 *Q. aliena*보다 늦고, *Q. dentata*보다는 빨랐지만, 중간이 아닌 *Q. aliena* 쪽에 약간 가까웠다. *Q. serrata* × *Q. dentata*의 正逆交雜에서는 잡종의

開芽期는 *Q. serrata*보다 늦고, *Q. dentata*보다는 빨랐지만, 역시 중간이 아닌 *Q. serrata*에 가까웠다. 正逆交雜에 있어서 잡종의 開芽期는 양친의 開芽期 사이에 있지만 모계 또는 부계에 따른 영향의 차이는 발견되지 않았다. 즉 모수 또는 화분수의 개아기에 상관없이 잡종차대의 개아기는 開芽期가 빠른 양친의 어느 한쪽 수종을 닮는 경향이 관찰되었다.

참나무류의 Phenology에 관하여는(門松 등, 1944; 木村 등, 1994; 生方 등, 1994; 新村 등, 1990) 등의 연구가 있다. 門松 등(1994)은 일본 中國東北部·北海道東部·本州西部에서 *Q. mongolica*, *Q. crispula*, *Q. serrata*, *Q. dentata*의 종자를 채집하여, 北海道에서 육묘한 2년생 묘목에서 紅葉의 상황을 조사한 결과, 동일 수종·동일 산지 내의 모수 계통 간에 紅葉 시기의 차이가 있었으며, 또한 高緯度產의 참나무류가 빠르게 紅葉이 되는 경향이 있었다고 보고하고 있다. 生方 등(1994)은 임목육종센터 北海道 육종장 내 *Prinus*節의 산지시험지에서 北海道產 *Q. crispula* 50산지 378계통을 대상으로 開葉의 산지 간 차이를 조사하였다. 그 결과 산지에 의해 開芽期에 차이가 있으며, 北海道의 남쪽과 北海道의 중앙의 것이 開葉期가 빠르고 北海道의 동쪽과 오후츠크헤 沿岸部產의 것이 開葉期가 늦은 경향을 보였다. 또한 *Q. crispula*와 *Q. dentata*의 비교에서는 *Q. dentata*의 開葉은 *Q. crispula*의 평균보다도 약 1주일 늦었다. 그 외에 *Q. crispula*와 *Q. dentata*의 교잡 묘목은, *Q. crispula*의

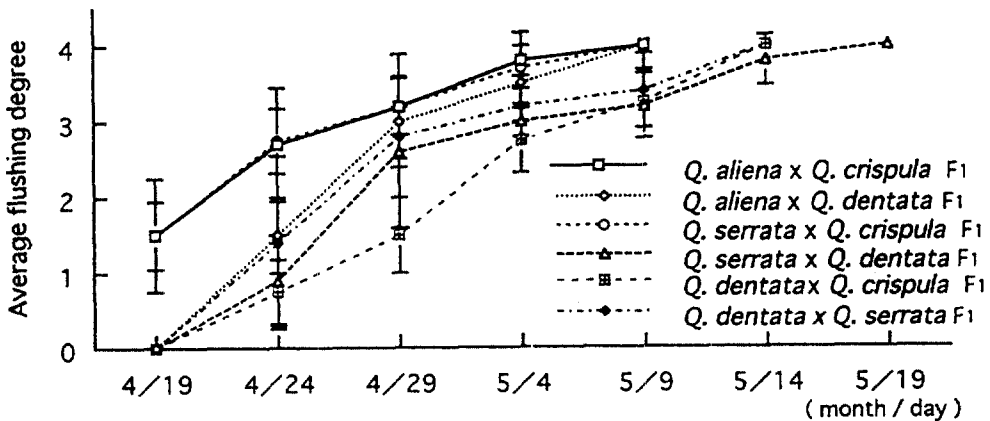


Fig. 4. Variations of flushing time in one-year old F₁ hybrids of *Quercus* species.
Note: vertical lines mean standard deviations.

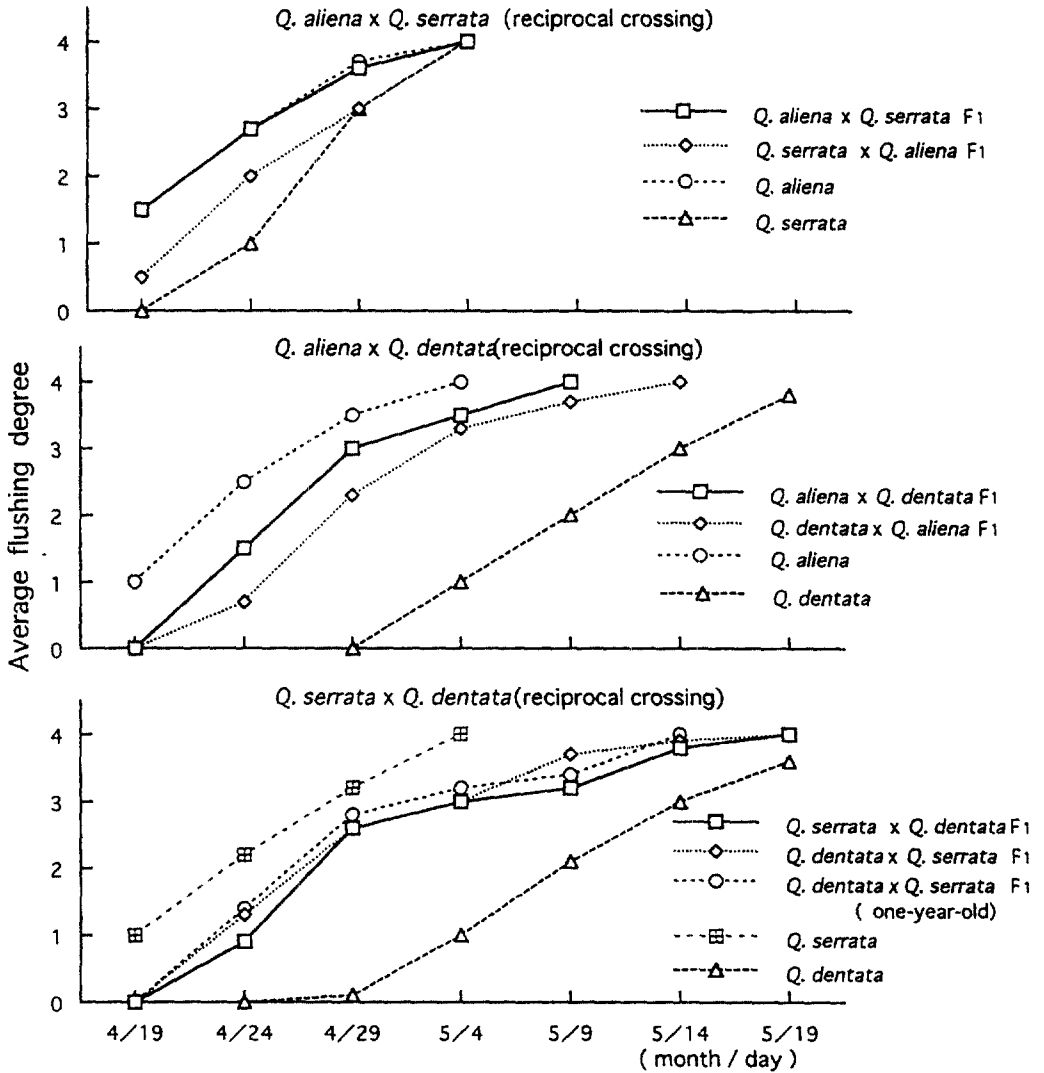


Fig. 5. Comparison of flushing time between both parents and F₁ hybrids.

모수 및 *Q. crispula*의 종내교배 표본에 비교하여 開葉이 늦어진다는 결과를 얻었다. Kriebel 등(1976)은 U.S.A의 North Central 지역에서 northern red oak의 종자를 채집하여 산지시험을 한 결과 봄의 開芽期와 가을의 紅葉期는 강력한 유전적 지배 하에 있고, 명확한 지리적 변이를 나타낸다고 보고했다. 鳥取大學校 蒜山演習林 및 그 주변의 해발 500~700m의 지역에는 *Q. dentata*, *Q. serrata*, *Q. crispula*가 혼생하며, 그들의 자연잡종이라 생각되는 중간형의 개체가 보이며(岡田 등, 1994), 본 연구에서는 이들 종 및 잡종의 開芽期를 비교한 결과 수종에 의한 開芽

期가 조금씩 맞물려 있지만 일정한 순서로 開芽한다는 것이 관찰되었다. 더욱이 인공교배에 의해서 얻어진 잡종의 開芽期를 조사한 결과에서 F₁의 開芽期는 모수와 화분수의 사이이지만 開芽期가 빠른 쪽의 영향을 강하게 받는 것으로 나타났다. 이 결과는 倉橋 등(1996)의 *Picea glehnii*과 *Picea jezoensis*의 중간잡종의 경우와는 약간 다른 경향이였다. 본 연구 및 生方(1994) 등의 연구로부터 판단할 때 참나무류의 開芽期의 빠르고 느림은 유전적인 성질이며, 교잡에 의해서 후대에 유전되는 것으로 사료된다.

引用文獻

1. 岡田 滋・中川幸尙・橋詰隼人. 1994. 中國山地(岡山縣 三平山)のナラ類の雜種性について (I)走査式電子顯微鏡(SEM)による葉毛型の分類, 日林關西支論 3: 133-136.
2. 橋詰隼人・索 志立・李廷鎬・山本福壽. 1994. ナラ類の育種に關する基礎的研究(I) 開花, 受粉および人工交配による結實について, 日林論 105: 321-324.
3. 木村徳志・木佐貴博光・倉橋昭夫・佐々木忠兵衛. 1994. ミズナラのフェノロジー-東京大學北海道演習林における35年間の經年變動-. 日林論 105: 455-458.
4. 門松昌彦・五十嵐恒夫・松田 彊. 1994. 中國東北部・北海道東部・本州西部産ナラ類苗にみられた紅葉時期の違い, 日林論 105: 453-454.
5. 生方正俊・林 英司・丹籐 修・河野耕藏. 1994. 北海道におけるミズナラの開葉の産地間差, 日林論 105: 451-452.
6. 新村義昭・淺井達弘・薄井五郎. 1990. 北海道北部天然生海岸林でのカシワ・ミズナラの芽吹き様式と生育環境との關係, 日林誌 72: 478-487.
7. 李廷鎬・橋詰隼人・山本福壽. 1996. カシワ, コナラ, ミズナラおよびそれらの中間型個体の開芽期, 花粉の形態・稔性について, 日林誌 78: 452-456.
8. 倉橋昭夫・木佐貴博光・木村徳志. 1996. アカエゾマツとエゾマツの種間雜種F₁および戻し交配家系の開芽期の變異および異常伸長成長の發現, 日林北支論 44: 117-119.
9. Kriebel, H. B., Bagley, W.T., Deneke, F. J., Funsh, R.W., Roth, P., Jokela, J.J., Merritt, C., Wright, J.W., and R.D. Williams. 1976. Geographic variation in *Quercus rubra* in north central United States plantations. *Silvae Gent.* 25: 118-122.