

完全 對照 交配에 依한 개암나무의 授粉樹 選拔¹

鄭石九² · 盧義來² · 朴致善² · 安昌永² · 趙正紀²

Pollen-Tree Selection among the Varieties of *Corylus avellana* in a Complete Diallel Cross.¹

Suk Koo Jung² · Eui Rae Noh² · Chi Sun Park² · Chang Young Ahn² · Jung Gi Jo²

要 約

개암나무 10品種의 各 特性에 對한 一般組合能力이 좋은 個體와 特殊組合能力이 좋은 交配組合을 選拔하기 爲하여 完全對照交配를 實施하였다.

ha當 仁重生産量에서 一般組合能力이 가장 좋은 個體는 "Barcelona" 이었으며 特殊組合能力이 좋은 交配組合은 Kara×Badem, Badem×Barcelona, Sivri×Barcelona, Sirri×Barcelona, Palaz×Barcelona, Tombul×Kara, Barcelona×Sivri, Hukuken 2號×Hukuken 3號, Hukuken 3號×Hukuken 2號이다. 交配組合間의 結實率, 果友두께, 粒重, 仁重, 仁重比, 本當 혹은 ha當 仁重生産量의 特性에 對하여도 比交分析 하였다.

ABSTRACT

A complete diallel cross using ten varieties of *Corylus avellana* was made to select the best general combiners and the best specific combiners for each characteristic of each variety. The variety "Barcelona" showed the best general combining ability in kernel yield per hectare and the combinations, between Kara and Badem, between Badem and Barcelona, between Sivri and Barcelona, between Sirri and Barcelona, between Palaz and Barcelona, between Tombul and Kara, between Barcelona and Sivri, between Hukuken2 and Hukuken3, and between Hukuken3 and Hukuken2, showed the best specific combining abilities in kernel yield. The other characteristics such as fruiting rate, pericarp thickness, weight/nut, kernel weight/nut, kernel ratio, and kernel yield per tree or hectare were also compared between the combinations.

Key words: Complete diallel cross; *Corylus avellana*; general combining ability; specific combining ability.

緒 論

개암 나무는 자작나무과(Betulaceae) 개암나무屬(*Corylus*)에 속하는 灌木性 또는 喬木性인 落葉殼果

類로서 아세아, 구라파, 北美 等 溫帶地方에 約 15 種이 分布되어 있다. 개암은 營養價가 豊富하여 生食, 製菓 外에도 食用油脂資源으로 利用되며 東醫寶鑑²⁾에는 개암을 榛子라 하여 腸과 胃를 保護하는 健康食品으로도 알려져 있는 主要有實樹로서 터키, 스

¹ 接受 11月 5日 Received on November 5, 1986.

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

페인, 이태리, 美國 等 여러 나라에서 널리 栽培되고 있는 데 그 中 터키는⁴⁾ 世界生産량의 約 70%인 年間 35萬톤 以上 果實을 生産하여 外國에 33萬톤을 輸出하고 있다.

우리나라에서는 全國 山野에 *Corylus heterophylla* 等 몇 樹種이 自生되고 있으나 一部 山村에서 自然生의 種質을 採取하여 食用으로 利用하여 왔을 뿐 栽培는 거의 이루어지지 않고 있었는데 最近에 와서는 歐美 各國에서 만든 개암 加工製品들의 搬入과 輸入依存도가 높은 食用油脂資源에 對한 國內의 代替作物 發掘이 切實히 要請되어 개암나무 栽培에 觀心이 높아져 가고 있으므로 우리나라 氣候風土에 알맞는 品種을 育成코져 外國으로부터 優良品種을 導入하여 適應試驗을 實施한 結果 優良品種이 選拔⁵⁾되어 今後 圃地造林에 依한 集約栽培가 盛行될 것으로 豫想된다.

개암나무는 一般果樹와 같이 自家不稔性이 있으므로 單一品種을 栽培한 境遇에는 收穫량이 減少되기 때문에 다른 나라에서는 授粉樹의 混植을 積極勸奨하고 있는데 Melvin⁶⁾에 의하면 개암나무는 自家不稔性이 높으므로 Daviana, Duchilly, Nooksack, Gem, Halls Giant, Butler 等の 品種을 植栽할 때는 Barcelona를 14:1 比率로 混植하는 것이 理想的이라고 하였으며 John⁷⁾은 개암나무는 自家不稔性이 높아 pollen parent를 使用해야 한다고 報告하였다.

Thomson¹⁰⁾은 개암나무 優良品種選拔에 따른 果實形質 評價要因으로 仁重比를 重要視하고 仁重比가 높은 品種을 選拔, 栽培하여야 果實의 實際利用 價値가 增大된다고 하였으며 Romisondo⁹⁾ 등은 개암品質은 果仁의 充實도와 均一性 與否에 따라 左右되므로 이러한 要因을 充足시키려면 適正授粉樹를 選拔하여 混植함이 바람직하다고 報告하였다.

따라서 本 研究은 林木育種研究所에서 Turkey 等 5個國으로부터 개암나무 21 品種을 導入하여 地域別 適應試驗을 거쳐 優良品種을 選拔한 이들 品種들에 대한 栽培地에서의 收穫量增大와 品質向上을 期할 수 있는 適正授粉樹 品種을 選拔한 目的으로 本 研究을 實施하였다.

材料 및 方法

1974년에 터키로부터 8 品種, 나머지는 日本, 西獨, 뉴질랜드, 美國 等地로부터 13個 品種의 개암

나무(*Corylus avellana*) 種子를 導入하여 1975年 播種, 1976年 春期에 品種當 約 100本씩 栽植距離 2m×2m間隔(ha當 2,500本)으로 京畿道 水原市 梧木川洞 林木育種研究所 構內圃地에 植栽하였다. 栽植後 5年生부터 結實이 이루어져 그동안 每年 品種別 果實特性(크기, 仁重 等)과 收穫量을 調査하고 그 結果를 土臺로 10個 優良品種을 選定하여 1985年 3月 上旬에 自配를 包含한 完全對照交配(complete diallel cross)를 實施하였다.

交配는 그해 2月末에 雄花枝를 採取하여 溫室內에서 물봉에 담가 開花를 促進시켜 花粉을 採取하였으며 이때 溫室의 晝間溫度는 平均 22~23℃로, 夜間에는 15℃로 維持하였다.

交配는 雌花枝에 交配袋(셀로판紙)를 씌우고 注射器를 利用하여 交配袋 안에 花粉을 撒布하여 주었으며 雌花의 成熟程度의 差異로 인한 交配率의 差異를 最大限 防止하기 위하여 3日 間隔으로 3回 撒布하였다.

交配母樹 및 花粉樹는 品種別로 選定되되 이들 品種이 種子에 의하여 이루어졌기 때문에 品種內의 變異를 除去하기 爲하여 한 品種에 한 나무씩을 選定하여 한 나무의 樹冠을 3方向으로 一定하게 區分, 交配袋을 씌웠으며 이것을 反復으로 看做하였다.

交配된 果實은 그해 가을(8月 下旬)에 採取하여 다음과 같은 特性을 調査하였다.

- 1) 結實率(fruiting rate): 結實穗果數를 交配雌花數로 나누어 計算하였다.
- 2) 果皮두께(pericarp thickness): 外果皮의 두께를 Micro-caliper로 測定하였다.
- 3) 粒重(weight/nut): 果皮를 包含한 1粒重量을 測定平均하였다.
- 4) 仁重(kernel weight/nut): 果皮를 除去한 果肉의 重量을 測定平均하였다.
- 5) 仁重比(kernel ratio): 仁重을 粒重으로 나누어 計算하였다.
- 6) 收穫量(kernal yield/ha): 收穫量은 適應性檢定을 爲하여 5個地域에 造成된 試驗林으로부터 8年生, 9年生, 10年生에 對의 本當 平均風媒結實量(果實數)과 本試驗에서 얻은 品種別 人工交配結實率(10個 組合의 平均)을 가지고 本當 雌花數를 逆算하여 推定한 後 이것을 다시 交配組合別 結實率에 依하여 交配組合別 本當結實率(果實數)을 推定하고 여기에 粒當 仁重을 곱하여 本當 仁重生産量을 計算하였다.

統計分析은 Griffing⁵⁾의 Model I에 의하여 林木育種研究所 電算室에서 計算하였다.

結果 및 考察

개암나무 10品種에 對하여 complete diallel(自配 包含에 依한 交配를 實施한 結果, 生産된 개암의 交配組合別 結實率, 果實特性 및 本當 仁生産量에 對한 平均은 table 1과 같다.

品種別 結實率은 收穫量과 直結되는 重要한 特性으로 table 1을 보면全體 品種의 平均이 24.6%로 比較的 낮은 便이며 自配인 境遇도 16.3%로 나타나 他配平均値 24.6%와 比較하면 상당히 높은 結實率을 보였다.

相反交配(reciprocal cross)의 境遇^{5,6,11)}도 全體 平均은 24.5%로 前述한 他配平均値와 差異가 없으나 品種에 따라 差異가 많이 나타났다. 品種 Barcelona 은 40% 以上の 가장 높은 相反交配效果(reciprocal effect)가 있었으며 다음은 Sirri, Sivri 의 順位로 나타났다.

果皮의 두께는 果實의 加工過程에서 考慮되는 重要한 特性으로 얇은 것이 바람직한 特性이다. table 1에서와 같이 果皮 두께는 品種別 變異가 크지 않았

으나 가장 두꺼운 것은 北檢 3號로 나타났다. 그러나 北檢 3號를 花粉樹로 使用했을 때는 이러한 効果는 나타나지 않았다.

粒重(1粒)은 平均 他配의 境遇 2.4g, 相反交配의 境遇도 同一하였으나 가장 큰 것은 北檢 3號였으며 다음이 Barcelona, 北檢 2號 等の 順位로 나타났다. 特記할만한 것은 自配가 2.7g으로 상당히 큰 果粒을 生産한 것이다. 仁重의 境遇에도 粒重과 同一한 傾向을 보였다.

仁重比는 他配平均이 46.9%이었으나 가장 높은 것은 Sirri 로서 50.2%를 보였으며 다음이 Badem, Kara, Palaz 等으로 나타났다. 自配와 相反交配역시 비슷한 結果를 보였으나 自配에서는 Barcelona 가 51.2%로 가장 높은 仁重比를 보였다.

Table 1의 本當 仁生産量은, 品種別 本當 柱頭數를 table 2와 같이 推定하고 이를 基礎로 計算한 것이며, 平均 本當柱頭數(8, 9, 10年生의 平均)는 1,445 個로 나타났다. 가장 柱頭生産이 좋은 것은 品種 Longfellow이었으며 다음이 北檢 3號, 北檢 2號 等이었으며 가장 적은 것은 palaz였다.

Table 1에서 本當 仁重生産量은 全體平均 370.4g이었으며 이것은 採種林을 ha當 625本(4m×4m) 造成하였을 때 仁生産量이 ha當 231kg 程度 되는

Table 1. Means of fruiting rate, kernel yield per tree and nut characteristics by the varieties of *Corylus avellana* in a complete diallel cross.

Characteristics	Varieties used as female parents										Mean
	Long-fellow (1)	Kara (2)	Ba-dem (3)	Siv-ri (4)	Sir-ri (5)	Tom-bul (6)	Pa-laz (7)	Barcel-ona (8)	Huku-ken2 (9)	Huku-ken3 (10)	
Fruiting rate(%)	9.1	29.3	41.0	24.4	25.5	23.5	39.7	27.2	14.4	11.7	24.6
Selfing	2.0	16.7	29.6	13.6	27.8	10.7	6.4	15.3	16.3	24.8	16.3
Reciprocal	8.1	26.8	21.6	28.0	31.5	24.6	26.3	41.8	13.3	22.8	24.5
Pericarp thickness (mm)	1.0	1.0	1.0	1.1	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2	1.0
Selfing	1.3	1.1	1.0	1.3	0.8	1.2	1.2	1.0	1.0	1.2	1.1
Reciprocal	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	0.9	1.0
Weight/nut(g)	1.9	2.1	2.3	2.5	2.2	2.3	2.3	2.6	2.6	3.3	2.4
Selfing	3.4	1.9	2.0	3.0	2.5	2.3	2.6	2.8	3.2	3.5	2.7
Reciprocal	2.2	2.2	2.7	2.5	2.1	2.4	2.4	2.8	2.6	2.3	2.4
Weight/nut(g)	0.8	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.4	1.1
Selfing	1.3	0.9	1.0	1.4	1.2	1.4	1.5	1.4	1.5	1.4	1.2
Reciprocal	1.0	1.0	1.3	1.1	1.0	1.1	1.0	1.2	1.3	1.1	1.1
Kernel ratio(%)	45.7	49.3	49.5	46.5	50.2	47.1	49.2	46.1	43.0	24.4	46.9
Selfing	38.2	47.3	50.6	45.5	48.6	47.0	48.1	51.2	47.4	40.6	46.5
Reciprocal	46.8	48.5	48.1	46.8	46.1	46.6	48.0	44.3	48.6	48.4	47.2
Kernel yield/tree(g)	153.2	442.2	435.0	412.1	302.8	374.6	375.2	507.0	297.9	404.4	370.4
Selfing	50.6	204.8	293.4	273.7	363.5	164.3	64.9	340.0	439.9	695.1	289.0
Reciprocal	103.4	328.0	347.9	356.9	409.1	310.1	360.7	635.1	301.5	429.5	358.2

收穫量이다. 歐州地域의 一般의인 ha當 生産量인 400~500kg 과 比較하면 比較의 낮은 水準이나 가장 生産량이 많은 Barcelona와 Kara 等を 選拔하여 授粉樹를 適當히 混植하면 ha當 300kg 程度를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

自配의 境遇에 平均 本當 仁生産量은 289g 으로 前述한 他配에 比하여 22% 程度 적은 生産량을 보였다. 自配中에서 가장 生産량이 높은 것은 本當 695.1g 을 生産한 北檢 3號, 439.9g 을 生産한 北檢 2號 等으로 이러한 品種들은 授粉樹 없이 單一 品種만으로 ha當 400kg 以上の 收穫도 거둘 수 있을 것으로 豫測된다.

前述한 모든 特性은 單純한 平均値의 比較이므로 좀더 具體的인 品種의 特性을 알아보기 爲하여 分散 分析을 實施하고 一般組合能力(GCA), 特殊組合能力(SCA), 相反交配效果(reciprocal effect) 等を 品種別, 交配組合別로 分析한 것은 Table 3 과 같다.

어느 品種과 交配되든지 一般적으로 바람직한 特性을 나타내는 品種은 一般組合能力이 優秀한 品種이므로 Table 4 로부터 一般組合能力이 優秀한 品種

과 가장 不良한 品種을 各各 3本씩 選拔하면 Table 5 와 같이 選拔할 수 있었다.

Table 5 의 一般組合能力에서 結實率은 Barcelona

Table 2. Estimation of number of stigmas using control-pollinated fruiting rate and average number of wind-pollinated nuts produced from five different plantations for three years when the trees were 8, 9, and 10-years-old.

Varieties	Mean annual no. of nuts produced/tree	Average fruiting rate	Estimated no. of stigmas
Longfellow	166	8.4	1,976
Kara	380.8	28.1	1,355
Badem	384.5	39.8	966
Sivri	338.7	23.3	1,454
Sirri	271.8	24.8	1,095
Tombul	327.7	22.3	1,470
Palaz	299.4	36.4	823
Barcelona	409.2	26.0	1,574
Hukuken2	260.5	14.6	1,784
Hukuken3	254.0	13.0	1,954

Table 3. Mean squares for some characteristics of *Corylus avellana* in a complete diallel cross.

Source of variation	df	Fruiting rate	Pericarp thickness	Weight /nut	Weight /kernel	Kernel ratio	Kernel yield/tree
General combining ability	9	744.340**	0.060**	1.363**	0.209**	16.210**	227239.623**
Specific combining ability	45	153.040**	0.038**	0.219**	0.054**	8.885**	107427.390**
Reciprocal effect	45	98.776**	0.031**	0.215**	0.049**	10.673**	39705.844**
Error	198	1.628	0.002	0.008	0.006	2.282	2110,157

** indicates significance at 1% level.

Table 4. General combining abilities for different varieties of *Corylus avellana* in a complete diallel cross.

Varieties	Fruiting rate	Pericarp thickness	Weight /nut	Weight /kernel	Kernel /ratio	Kernel yield/tree
Mean effect	26.973	1.032	2.445	1.138	43.175	355.381
g ₁ (Longfellow)	-12.533	0.002	-0.268	-0.158	-0.809	-232.225
g ₂ (Kara)	2.799	-0.048	-0.310	-0.103	1.105	17.962
g ₃ (Badem)	4.829	0.003	0.012	0.062	1.248	29.124
g ₄ (Sivri)	1.095	0.098	0.113	0.044	-0.184	22.235
g ₅ (Sirri)	3.710	0.093	-0.293	-0.085	1.317	3.627
g ₆ (Tombul)	0.070	-0.045	-0.127	-0.055	0.013	-23.548
g ₇ (Palaz)	4.835	0.013	-0.068	-0.046	-0.430	-2.948
g ₈ (Barcelona)	6.365	-0.017	0.262	0.107	-0.574	207.370
g ₉ (Hukuken2)	-7.242	0.033	0.227	0.090	-0.563	-48.563
g ₁₀ (Hukuken3)	-3.928	0.053	0.453	0.144	-1.124	26.965

Table 5. The three good and three poor general combiners in general combining ability.

Rank	Fruiting rate	Pericarp thickness	Weight /nut	Weight /kernel	Kernel ratio	Kernel yield /tree
1	Barcelona	Kara	Hukuken 3	Hukuken 3	Sirri	Barcelona
2	Palaz	Tombul	Barcelona	Barcelona	Badem	Badem
3	Badem	Barcelona	Hukuken 2	Hukuken 3	Kara	Hukuken 3
8	Hukuken 3	Hukuken 3	Longfellow	Sirri	Barcelona	Tombul
9	Hukuken 2	Sirri	Sirri	Kara	Longfellow	Hukuken 2
10	Longfellow	Sivri	Kara	Longfellow	Hukuken 3	Longfellow

Table 6. Specific combining abilities for different cross combinations among the varieties of *Corylus avellana* in a complete diallel cross.

Combinations	Fruiting rate	Pericarp thickness	Weight /nut	Weight /kernel	Kernel ratio	Kernel yield/tree
S ₁₁ (Long. x Long.)	6.150	0.268	1.492	0.478	-3.398	159.635
S ₁₂ (Long. x Kara)	6.273	0.035	0.483	0.190	-0.717	134.631
S ₁₃ (Long. x Badem)	-0.636	-0.083	-0.188	-0.025	1.757	-5.797
S ₁₄ (Long. x Sivri)	0.832	-0.045	-0.190	-0.007	1.932	36.558
S ₁₅ (Long. x Sirri)	-7.445	-0.020	-0.250	-0.179	-2.300	-91.050
S ₁₆ (Long. x Tombul)	-1.213	-0.218	-0.218	-0.059	1.532	-11.209
S ₁₇ (Long. x Palaz)	-9.294	-0.010	-0.458	-0.217	-0.892	-89.842
S ₁₈ (Long. x Barcelona)	-6.560	0.020	0.128	0.013	-0.641	-211.027
S ₁₉ (Long. x Hukuken2)	8.148	0.120	-0.420	-0.154	1.165	87.773
S ₁₁₀ (Long. x Hukuken 3)	3.745	-0.067	-0.313	-0.040	1.563	-15.672
S ₂₂ (Kara x Kara)	-8.515	0.168	0.075	-0.032	-1.956	-186.472
S ₂₃ (Kara x Badem)	7.432	0.017	-0.097	0.003	1.318	157.266
S ₂₄ (Kara x Sivri)	3.318	-0.095	-0.148	-0.062	-0.097	55.721
S ₂₅ (Kara x Sirri)	0.056	-0.053	0.058	0.083	1.938	26.746
S ₂₆ (Kara x Tombul)	1.430	-0.018	0.542	0.370	2.208	129.705
S ₂₇ (Kara x Palaz)	5.305	0.007	-0.033	0.161	4.870	127.038
S ₂₈ (Kara x Barcelona)	9.478	0.037	-0.363	-0.192	-0.574	123.386
S ₂₉ (Kara x Hukuken 2)	-12.466	-0.047	-0.545	-0.342	-2.761	-286.114
S ₂₁₀ (Kara x Hukuken 3)	-12.312	-0.050	0.028	-0.179	-4.048	-281.909

Combinations	Fruiting rate	Pericarp thickness	Weight /nut	Weight /kernel	Kernel ratio	Kernel yield/tree
S ₃₃ (Badem x Badem)	-3.681	-0.035	-0.435	-0.229	-0.308	-120.262
S ₃₄ (Badem x Sivri)	7.295	0.037	-0.620	-0.344	-1.691	2.326
S ₃₅ (Badem x Sirri)	-1.069	-0.188	-0.047	-0.032	-0.110	-37.515
S ₃₆ (Badem x Tombul)	0.692	-0.037	-0.030	-0.062	-0.1005	4.026
S ₃₇ (Badem x Palaz)	7.387	0.372	0.378	0.113	-1.464	164.626
S ₃₈ (Badem x Barcelona)	7.322	-0.182	0.482	0.276	0.864	352.408
S ₃₉ (Badem x Hukuken 2)	-17.080	0.118	0.250	0.260	2.738	-293.159
S ₃₁₀ (Badem x Hukuken 3)	-7.663	-0.018	0.307	0.040	-2.101	-223.92

Table 7. The three good and three poor specific combiners in specific combining ability.

Rank	Fruiting rate	Pericarp thickness	Weight /nut	Weight /kernel	Kernel ratio	Kernel yield /tree
1	Hukuken 2 x Hukuken 3	Sivri x Barcelona	Longfellow x Longfellow	Longfellow x Longfellow	Kara x Palaz	Hukuken 2 x Hukuken 3
2	Hukuken 2 x Hukuken 2	Palaz x Tombul	Sirri x Sirri	Kara x Tombul	Barcelona x Barcelona	Sivri x Barcelona
3	Hukuken 3 x Hukuken 3	Longfellow x Tombul	Kara x Tombul	Badem x Barcelona	Badem x Hukuken 2	Badem x Barcelona
53	Barcelona x Barcelona	Tombul x Tombul	Longfellow x Palaz	Badem x Badem	Longfellow x Longfellow	Badem x Hukuken 2
54	Badem x Hukuken 2	Longfellow x Longfellow	Kara x Hukuken 2	Kara x Hukuken 2	Kara x Hukuken 3	Barcelona x Hukuken 3
55	Longfellow x Palaz	Badem x Palaz	Badem x Sivri	Badem x Sivri	Palaz x Hukuken 2	Barcelona x Barcelona

가 가장 좋았으며果皮 두께에서는 Kara가 가장 얇은 果實을 生産하고 果實 하나하나의 무게는 北檢3號가 가장 큰 것을, Sirri는 仁重比가 가장 높은 것을 生産하는 能力을 가지고 있으며 Barcelona는 本當 仁生産量이 가장 많은 것으로 나타났다. 生産性과 가장 關係가 깊은 結實率과 仁重(kernel weight)만을 考慮하면 結實率에서는 1位, 仁重에서도 2位를 보여준 Barcelona가 가장 生産性を 높일 수 있는 品種으로 생각되며 實際로 本當 仁生産量에서 이를 確認할 수 있었다.

果皮두께가 重要視되는 境遇에는 Kara를 選拔하면 比較的 얇은 果皮를 가진 果實을 生産할 수 있으나 生産성은 考慮하지 않는 境遇가 될 것이다.

지금까지는 하나의 品種이 여러가지의 다른 品種과 交配되었을 때 나타나는 一般組合能力만을 가지고 品種을 選拔하였으나 어떤 境遇에는 特定한 交配組合에서만 일어나는 交配效果를 分析하므로써 特定의 두개 品種만 가지고 개암採種林을 造成할 境遇 그 生産성을 極大化할 수 있기 때문에 特殊組合能力을 Table 6에 나타냈다. Table 6에서 特殊組合能力이 가장 좋은 交配組合를 選拔하면 Table 7과 같다.

Table 7은 全體 交配組合 중에서 相反交配를 除外하고 自配를 包含시킨 55個 交配組合를 對象으로 特性別로 가장 特殊組合能力이 優秀한 交配組合 3個와 가장 不良한 交配組合 3個를 選拔한 것이다. 結實率에서는 北檢2號(種子母數)와 北檢3號(花粉母

樹)를 交配한 것이 가장 結實率이 좋았으며 다음으로 北檢2號의 自配, 그 다음이 北檢3號의 自配로 나타났다.

개암나무는 他配를 좋아하는 樹種이나¹⁰⁾ 品種에 따라서는 이와 같이 自配가 잘 되는 것으로 나타났다. 가장 不良한 交配結實率은 Palaz의 自配, Barcelona의 自配, Badem과 北檢2號間의 交配로 나타나므로써, Palaz와 Barcelona는 한 品種만으로 採種林을 造成하면 結實率이 急激히 떨어지게 될 것이다. 이러한 境遇에는 適切한 花粉樹를 選擇하여 混植하는 것이 結實率을 增大시키는 方案이 된 것이며(Table 12), Badem과 北檢2號의 混植은 避하여야 할 것이다.

果皮두께를 얇게 하는 交配組合은 Sivri x Barcelona, Palaz x Tombul, Longfellow의 自配가 粒重이가장 높았으며 다음으로는 Sirri의 自配, Kara x Tombul 등이 比較的 큰 果實을 生産하는 것으로 나타났다.

仁重도 비슷한 傾向이나 粒重과는 달리 Sirri의 自配가 除外되는 Badem x Barcelona가 優秀한 것으로 나타났으며 仁重比는 Kara x Palaz, Barcelona의 自配, Badem x 北檢2號 등이 높은 傾向을 보였다.

本當 仁重生産層은 北檢2號 x 北檢3號가 가장 높은 特殊組合能力을 보였으며 다음이 Sivri x Barcelona, Badem x Barcelona 등으로 나타났다. 가장 不良한 것은 Barcelona의 自配, Barcelona x 北檢3號,

Badem x 北檢2號 등으로 나타났다. 따라서 北檢2號와 3號를 混植하거나 Sivri 혹은 Badem과 Barcelona를 混植하는 두 品種에 의한 採種林을 造成하면 收穫量을 크게 增大시킬 수 있으나 Barcelona 한 品種만을 植栽하거나 Barcelona와 北檢3號를, Badem과 北檢2號를 混植하면 仁生産量은 低下될 것이다. 따라서 順位가 떨어지는 53, 54, 55位の 特殊組合能力을 가진 組合으로 混植되는 것은 可及的 避하는 것이 生産性과 形質을 向上시키는 方法이 될 수 있을 것이다. 特殊組合能力을 살펴 보면 各 特性에서 몇 개 品種은 自配가 優秀한 것으로 나타나 自配를 利用하는 것, 즉 하나의 品種으로 採種林을 造成하는 可能性을 살펴보기 위하여 Table 8과 같이 特性別로 特殊組合能力의 優劣 順位中 自配의 順位를 調査한 結果 結實率에서는 北檢2號와 3號가 各各 2位, 3位를 차지하여 自配가 되어도 他配보다 優秀한 結實率을 보였으나 品種全體의으로는 平均 34位(全體 55等位 中에서)에 該當되어 特殊한 品種 以外에는 結實率 向上을 위하여 單一品種에 의한 採種林造成을 避하는 것이 妥當한 것으로 생각된다.

果皮두께는 自配가 3位 以內에 들어오는 境遇는 없었다. 따라서 얇은 果皮를 가진 果實生産을 위하여는 單一品種에 의한 採種林造成은 하지 않는 것이 좋을 것이다. 粒重이나 仁重의 境遇에는 Longfellow의 自配가 1位를 차지하였으나 全體의인 自配의 平均 等位는 19位에 該當되었으며, 仁重比의 境遇,

Table 8. Ranks in specific combining ability for each of selfing.

Selfing	Ranks					
	Fruiting rate	Pericarp thickness	Weight /nut	Weight /nut	Kernel ratio	Kernel yield/tree
Longfellow x Longfellow	15	54	1	1	53	8
Kara x Kara	46	48	24	31	46	45
Badem x Badem	39	21	52	53	30	39
Sivri x Sivri	43	34	7	12	30	41
Sirri x Sirri	37	19	2	5	44	28
Tombul x Tombul	45	53	24	22	25	43
Palaz x Palaz	55	44	12	8	12	51
Barcelona x Barcelona	53	22	38	18	2	55
Hukuken 2 x Hukuken 2	2	9	10	9	15	6
Hukuken 3 x Hukuken 3	3	38	15	26	41	4
Mean	34	34	19	19	30	32

Table 9. Reciprocal effects of some characteristics of *Corylus avellana* in a complete diallel cross

	Fruiting rate	Pericarp thickness	Weight /nut	Weight /kernel	Kernel ratio	Kernel yield/tree
R12 (Long. x kara)	-0.042	-0.083	-0.350	-0.167	0.428	4.850
R13 (Long. x Badem)	-12.893	0.050	0	-0.017	-0.585	-126.717
R14 (Long. x Sivri)	10.647	-0.183	-0.400	-0.183	0.198	164.317
R15 (Long. x Sirri)	-2.712	0.183	-0.133	-0.083	-0.853	-11.233
R16 (Long. x Tombul)	-3.857	0.033	-0.367	-0.267	-2.868	-56.833
R17 (Long. x Palay)	1.087	-0.033	0.150	0.117	1.925	24.7
R18 (Long. x Barcelona)	-4.282	-0.033	-0.067	0	0.738	-54.667
R19 (Long. x Hukuken 2)	9.737	0.017	-0.083	-0.050	-0.555	145.1
R110 (Long x Hukuken 3)	8.537	0.083	-0.417	-0.250	-1.428	108.15
R23 (Kara x Badem)	-4.410	0.100	0.150	0.167	2.423	83.900
R24 (Kara x Sivri)	1.280	-0.083	-0.100	-0.017	0.787	8.133
R25 (Kara x Sirri)	4.188	0.067	0.100	0.067	0.255	147.117
R26 (Kara x Tombul)	7.055	0.183	-0.450	-0.283	-1.138	77.033
R27 (Kara x Palaz)	-4.228	0	0.067	0.050	0.225	57.133
R28 (Kara x Barcelona)	5.022	0	0.267	0.150	0.783	179.200
R29 (Kara x Hukuken2)	-1.015	0.033	0.083	0.017	-0.563	-11.967
R210 (Kara x Hukuken3)	-2.778	-0.183	-0.883	-0.300	-0.118	-84.833
R34 (Badem x Sivri)	11.172	0	-0.150	-0.100	-1.035	63.333
R35 (Badem x Sirri)	14.767	0.083	-0.183	-0.083	0.153	203.483
R36 (Badem x Tombul)	9.157	-0.217	-0.100	0.083	3.275	131.417
R37 (Badem x Palaz)	-0.690	-0.050	-0.067	-0.067	-0.767	1.750
R38 (Badem x Barcelona)	0.315	-0.033	-0.033	0.017	0.573	-151.417
R39 (Badem x Hukuken2)	0.63	0.017	-0.033	0.083	2.022	-11.45
R310 (Badem x Hukuken3)	10.203	-0.067	-0.783	-0.283	1.028	86.017
R45 (Sivri x Sirri)	8.567	0.050	0.067	-0.067	-2.415	206.9
R46 (Sivri x Tombul)	3.630	0.033	0.600	0.183	-1.935	150.083

	Fruiting rate	Pericarp thickness	Weight /nut	Weight /kernel	Kernel ratio	Kernel yield/tree
R47 (Sivri x Palaz)	-8.663	0.033	0.017	-0.100	-2.560	-79.450
R48 (Sivri x Barcelona)	6.763	0	0.083	0.067	0.525	251.050
R49 (Sivri x Hukuken 2)	-0.037	0.033	-0.067	0.017	0.792	-7.183
R410 (Sivri x Hukuken3)	-1.962	-0.250	-0.967	-0.183	4.583	-78.817
R56 (Sirri x Tombul)	0.558	0	0.033	0.660	2.130	-12.783
R57 (Sirri x Palaz)	-6.402	0.133	0.267	0.050	-2.377	-25.850
R58 (Sivri x Barcelona)	8.72	0.067	0.137	0.200	1.072	224.983
R59 (Sirri x Hukuken2)	-8.418	0.117	0.183	0.033	-1.207	-237.033
R510 (Sirri x Hukuken3)	10.720	-0.383	-0.567	-0.183	2.725	96.000
R67 (Tombul x Palaz)	-9.577	0.250	-0.233	-0.217	-3.188	-140.417
R68 (Tombul x Barcelona)	12.503	-0.017	0.233	0.100	-0.522	366.667
R69 (Tombul x Hukuken2)	1.798	0	-0.467	-0.100	2.338	3.367
R610 (Tombul x Hukuken3)	14.010	-0.267	-0.400	-0.033	2.368	276.200
R78 (Palaz x Barcelona)	1.450	-0.017	-0.267	-0.167	-1.038	-308.367
R79 (Palaz x Hukuken2)	3.760	-0.100	0.133	0.433	8.088	64.133
R710 (Palaz x Hukuken3)	3.548	-0.200	-0.033	0.183	3.793	-0.500
R89 (Barcelona x Hukuken 2)	-8.245	-0.033	-0.133	0.217	5.725	-155.383
R810 (Barcelona x Hukuken3)	-0.993	0.050	-0.367	-0.100	1.258	-60.950
R910 (Hukuken2 x Hukuken 3)	-1.312	-0.100	-0.233	-0.033	1.508	-157.300

Barcelona의 자배가 2위를 차지하였으나 全體적으로 자배의 平均等位는 30位이었다.

本當 仁 生産量은 北檢 2, 3號의 자배가 優秀하였으나 역시 全體 자배 平均 等位는 32位이었다.

이와 같은 자배의 結果를 볼 때 極히 一部の 品種을 除外하고는 자배에 依하여 좋은 結果를 가져올 수 없음을 말해주는 것으로 異品種의 授粉樹를 植栽하므로써 他配를 誘導하는 것이 바람직한 것으로 생각된다.

지금까지는 一般組合能力과 特殊組合能力을 살려

보았으나 母樹와 花粉樹(授粉樹)가 反對로 바꾸어 交配되는 境遇 즉 母樹가 花粉樹가 되고 母樹가 되는 境遇의 果實生産과 形質에 影響하는 程度를 分析하므로써 花粉樹와 母樹 어느 쪽에서 果實을 生産하여도 差異가 없는, 즉 相反交配效果가 없는 혹은 적은 品種을 選拔할 수 있을 것이다.

또한 相反交配效果가 큰 境遇에는 花粉樹나 母樹를 定하는 것으로 이 때 花分樹와 種子生産樹의 比率이 收穫量을 크게 左右하게 될 것이다.

相反交配效果가 큰 境遇 授粉樹를 너무 많이 심으

Table 10. The three good and three poor combinations in reciprocal effects.

Ranks	Fruiting rate	Pericarp thickness	Weight /nut	Weight /kernel	Kernel ratio	Kernel yield /tree
1	Sivri x Hukuken2	Sivri x Tombul	Longfellow x Badem	Longfellow x Barcelona	Kara x Hukuken3	Palaz x Hukuken3
2	Longfellow x Kara	Kara x Barcelona	Sivri x Palaz	Sivri x Hukuken2	Badem x Sirri	Badem x Palaz
3	Badem x Barcelona	Sivri x Barcelona	Badem x Hukuken2	Badem x Barcelona	Longfellow x Sivri	Tombul x Hukuken2
43	Longfellow x Badem	Tombul x Palaz	Badem x Hukuken3	Kara x Hukuken3	Sirri x Hukuken3	Tombul x Hukuken3
44	Tombul x Hukuken3	Tombul x Hukuken3	Kara x Hukuken3	Palaz x Hukuken2	Barcelona x Hukuken2	Palaz x Barcelona
45	Badem x Sirri	Sirri x Hukuken3	Sivri x Hukuken3	Sirri x Tombul	Palaz x Hukuken2	Tombul x Barcelona

Table 11. Estimated yield(kg) of kernel per hectare.

Female \ Male	Longfellow	Kara	Badem	Sivri	Sirri	Tombul	Palaz	Barcelona	Hukuken2	Hukuken3	Mean
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	31.6	173.9	51.9	165.1	18.8	37.5	30.5	67.6	146.9	117.9	84.2
2		128.0	375.6	284.6	298.3	323.8	328.8	496.2	20.4	47.5	247.7
3			183.4	275.5	282.8	269.2	341.9	542.8	23.2	144.1	249.0
4				171.1	335.6	298.1	253.6	673.4	42.5	72.8	257.2
5					227.2	188.9	190.6	504.2	127.1	255.3	242.9
6						102.7	199.7	477.9	98.2	326.7	232.3
7							40.6	385.5	134.2	169.7	207.5
8								212.5	157.2	101.0	361.8
9									274.9	777.9	180.3
10										434.4	244.7

면 授粉樹로부터 種子生産量은 極히 低下되므로 單位面積當 生産量이 오히려 떨어질 憂慮가 있다. 그러나 授粉樹의 本數가 적어지면 特殊綜合能力의 効果는 증대 될 것이다. 따라서 이 境遇 單位面積當 生産性和 授粉樹의 花粉生産量, 花粉의 飛散距離 등을 勘案하여 授粉樹의 本數比率를 定하여야 할 것이다. 相互交配 效果를 分析한 結果는 Table 9와 같다.

Table 10은 絶對值基準로 相反交配效果가 가장 작은 것 3個 組合(1, 2, 3位)과 가장 큰 것 3個 組合(43, 44, 45位)을 選拔한 것이다.

育種에서 가장 바람직한 것은 相反交配 效果가 적은 品種이겠으나 育種目標에 따라 달라질 수도 있다. 예를 들면 收穫量을 重視할 경우 相反交配效果가 아무리 적어도 單位面積當 全體 收穫量이 떨어지면 果實生産用 採種木으로는 選拔될 수 없을 것이며 다만 將來를 爲한 育種源으로서만 活用될 수 있을 것이다. 이러한 點에서 보면 Table 10의 品種選拔은 各 品種으로 부터의 育種에 必要한 情報를 얻

는 것 以外에는 큰 成果는 없으나 大體적으로 Table 10에 나타나는 品種의 頻度를 보아 北檢3號가 相反交配 效果가 크다고 볼 수 있으며 Barcelona는 仁重比와 本當 仁 生産量을 除外하면 相反交配效果가 比較的 작은 것으로 推定할 수 있다. 다음은 本當 仁 生産量을 推定한 것으로 ha當 仁 生産量을 計算하여 본 結果 Table 11과 같다.

ha當 植栽本數를 625本(4m x 4m)으로 定하고 이 中에서 果實生産樹 즉 母樹와 授粉樹의 比率를 現在 勸將中인 3:1로 하여 母樹가 469本, 花粉樹가 156本 植栽되는 것으로 計算한 結果이다. 授粉樹 156本은 花粉도 供給하지만 果實生産樹로서 즉 母樹로서의 仁 生産量도 推定하여 合한 것이다. 自配의 境遇는 勿論 이러한 區分이 必要가 없었다. 그 結果 全體 平均 ha當 仁 生産量은 230.8kg으로 나타났다(Table 11). ha當 平均 仁 生産量이 가장 많은 것은 Barcelona로서 361.8kg을 生産할 수 있을 것으로 判斷되었으며 또한 一般綜合能力이 가장

Table 12. Pollen trees selected in the specific combining ability for each of the seed trees.

Seed trees	Fruiting rate	Pericarp thickness	Weight /nut	Wieght /kernel	Kernel ratio	Kernel yield /tree
Longfellow	Hukuken2 Kara	Tombul Badem	Longfellow Kara	Longfellow Kara	Sivri Badem	Longfellow Kara
Kara	Barcelona Badem	Sivri Hukuken3	Tombul Longfellow	Barcelona Longfellow	Hukuken3 Tombul	Hukuken2 Badem
Badem	Kara Palaz	Sirri Barcelona	Barcelona Palaz	Barcelona Hukuken2	Hukuken2 Badem Kara	Barcelona Palaz
Sivri	Barcelona Palaz	Barcelona Palaz	Sivri Hukuken3 Hukuken2	Hukuken2 Sivri Barcelona	Hukuken2 Longfellow	Barcelona Palaz
Sirri	Barcelona Palaz	Tombul Badem	Sirri Barcelona	Kara Sirri	Hukuken3 Tombul	Barcelona Sivri
Tombul	Palaz Hukuken3	Sirri Longfellow	Kara Barcelona	Kara Tombul Sivri	Sirri Kara	Kara Palaz
Palaz	Barcelona Badem	Sivri Hukuken3	Badem Hukuken3	Palaz Hukuken3	Kara Tombul	Barcelona Badem
Barcelona	Kara Palaz	Sivri Badem	Badem Sirri	Badem Sivri	Barcelona Sivri Hukuken3	Sivri Badem
Hukuken2	Hukuken3 Hukuken2 Longfellow	Tombul Palaz	Badem Hukuken2 Palaz	Badem Sivri	Sivri Hukuken3	Hukuken3 Hukuken2 Longfellow
Hukuken3	Hukuken2 Hukuken3 Longfellow	Palaz Hukuken2	Badem Sivri	Hukuken2 Sivri	Hukuken2 Sivri	Hukuken2 Hukuken3 Tombul

優秀한品種으로 나타났다(table 5). 다음은 257.2 kg을生産한 Sivri, 249.0kg을生産한 Bodem 등의順으로 나타났다. 가장 많은仁을生産하는交配組合은 777.9kg을生産할 수 있을 것으로推定된北檢3號와北檢2號間的交配이다. 다음은 673.4 kg을生産할 수 있는 Sivri와 Barcelona間的交配組合, 542.8kg을生産할 수 있는 Badem과 Barcelona間的交配組合들이다.

結 論

지금까지의結果를綜合하면交配品種中에서一般組合能力이 가장 좋은品種은結實率에서 Barcelona, 果皮두께에서는(얇은 것) Kara, 粒重에서는北檢3號, 仁重(粒當)에서는北檢3號, 仁重比에서는 Sirri, 本當仁生産量에서는 Barcelona 등으로 나타났다. 따라서一般的으로仁生産량이重要視되기 때문에本當仁生産量에對한一般組合能力이

가장 높은 Barcelona가生産性向上을爲하여 바람직한品種으로 생각된다. 나머지特性들은生産量보다도 더重要視될 때必要한 것으로, 現在로서는將次育種目標變化에對備하여品種의育種의인情報를把握하여 두는데보다 더重點을 두어야 할 것이다. 예를 들면 現在는生産량이重要視되나將次, 生産量은多少 떨어져지만果實이 크고果皮가 얇은 것이 더 많은收益을 올릴 수 있다면 現在의生産性에重點을 둔品種과는 다른品種을選拔할 수 있을 것이다.

개암의育種은木材를生産하는 것이 아니라果實을生産하는果樹園을造成하는데必要한品種을選拔하는 것으로一般木材生産林分과는 달리比較的集約的인管理가實施되어야 하며 또한果實을利用하는 것이기 때문에 다른用材林造成用改良種子生産을爲한採種園과는 다르게取及될 수 있다. 이러한點은育種集團 아닌生産集團에서 더욱 그러하다. 一般用材林的採種園에서는小數品種에依한採

種園造城은 次代에서 單一品種의 危害가 일어날 수 있고 또한 自殖弱勢 등의 問題가 若起될 수 있으나 本 研究에서는 개암나무 採種林에서 果實生産만을 目標로 한 것이므로, 이러한 問題는 考慮하지 않아도 無妨할 것으로 생각된다. 따라서 개암採種林은 2個 程度의 品種으로 造成이 可能하므로 一般組合 能力에 의한 選拔보다도 特殊組合能力에 의한 選拔이 더욱 改良效果를 얻을 수 있을 것으로 생각되어 Table 12와 같이 各 品種別, 特性別로 두 品種에 의한 採種林造成에 適合한 品種(授粉樹)을 選拔하였다.

Table 12의 品種選拔은 가장 特殊組合能力이 우수한 것부터 順序대로 記錄된 것이며 自配 즉 母樹와 花粉樹가 同一할 때에는 한 品種을 더 選拔하였다.

개암나무 育種에 있어 現在로서는 單位面積當 生産성이 重要視되므로 이것과 가장 關聯이 깊은 本當仁 生産量을 檢討하면 Longfellow는 自配에 의한 것 즉 單一品種에 의한 採種林造成이 比較的 生産성이 높았으며 Kara는 Badem과 두 品種의 採種林, Badem, Sivri, Sirri, Palaz는 Barcelona와 Tombul은 Kara와 Barcelona는 Sivri, 北檢2號는 北檢3號와 北檢3號는 北檢2號와 두 品種 採種林을 造成하면 높은 生産量을 얻을 수 있을 것이다.

引用文獻

1. 安昌永, 鄭石九, 李文鎬, 朴致善. 1981. 개암나무 優良品種育成에 관한 研究. 林育研報. 17: 89-96.
2. 許 浚. 東醫寶鑑. 南山堂. 1776pp.
3. 鄭石九, 安昌永, 朴致善, 趙正紀. 1984. 導入種 개암나무(*Corylus avellana*) 優良個體選拔. 林

木育種研究報告 20: 132-138.

4. Ayfer, M. 1984. The hazelnut culture in Turkey. Att idel Convegno Internazionale sul Nocciuolo. Finito di stampare nella tipolitografia irpina-Lioni Avellino Italia. 175-180.
5. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian Journal of Biological Science 9: 463-493.
6. Gardner, C. O., and S. A. Eberhart. 1966. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. Biometrics 22: 439-452.
7. John, H. P. 1968. Filberts in the Northwest. N. Nut Growers Assoc. Annu. Rept., 21: 294-298.
8. Melvin, N. W. 1978. Temperate Zone Pomolog. W. H. Freeman and Company, San Francisco. 162-163.
9. Romisondo, P. ME. G. and A. Tombes. 1984. Cultivar choice. Aspects and cultural practices and their effects on the quality crops, Attidel Convegno Internazionale sul Nocciuolo. Finito di stampare nella tipolitografia irpina-lioni Avellino Italia. 61-78.
10. Thompson, M. M. 1984. Genetic improvement of hazelnut. Convegno Internazionale sul Nocciuolo. Finito di stampare nella. tipolitografia irpina-Lioni Avellino Italia. 21-25.
11. Wilcox, M. D. 1983. Reciprocal cross effects in *Pinus radiata*. New Zealand Journal of Forestry Science 13: 37-45.