

倍數性 뽕나무에 있어 自然交雜한 경우의 稔性

朴 光 駿

農村振興廳 蠶業試驗場

On the Fertility of Several Polyploidy Mulberries, *Morus*, Fructified by Natural Cross

Kwang Jun Park

Sericultural Experiment Station, RDA, Suwon, Korea

Abstract

The fertilities of polyploidy mulberries and the germination abilities and shape of polyploidy mulberry seeds fructified by natural cross were investigated and the results are as follows. Regarding the size of seeds, that of the tetraploid was the biggest and that of hexaploid was the smallest among the investigated polyploids. Those of diploid and triploid ranged between those of tetraploid and hexaploid. The fertilization rates of the varieties of Shinkwangppong and Cheongunppong, which were triploid, were 25.4 and 55.0%, respectively, and Shinkwangppong showed 10.2% of cross rate, but Cheongunppong did not have germination ability. The tetraploid seeds showed 61~68% of fertility and 30~54% of cross rate. The Puksan No. 2, which is hexaploid, had about 43% and 7% in fertility and cross rate, respectively. The germination abilities of floating seeds of diploid and tetraploid were comparatively high, but the floating seeds of triploid and hexaploid did not have germination ability. The seeds of diploid had a high fertility of 81~95% and a comparatively high cross rate of 47~74%.

Key words : Polyploidy, fertility, mulberry variety.

緒 論

뽕品種에는 2배體를 主軸으로 수많은 3배體와 4배體品種이 있으며 6배體로 부터 22배體에 이르기까지 많은 高次倍數體가 있다.

近來에 擴大普及되고 있는 育成 3배體品種 보다 加一層 生産力이 높은 5배體品種의 育成은 뽕밭 生産성을 획기적으로 向上시키는 原動力이 될 것이다. 배수성 육종에 있어서 多樣한 倍數性 交配組合에서 얻은 種子의 質的特性은 F1 實生의 變異個體 確保側面에서 매우 중요하다.

종래 不稔으로 알려진 3배체뽕나무의 稔性에 관하여는 東城 (1966, 66, 74, 86) 및 東城, 渡邊 (1984, 85) 그리고 小山 (1990)의 연구가 있으며 4배交雜種

의 稔性의 연구는 關 (1959), 關, 押金 (1965), 東城 (1966, '74, '86) 東城, 渡邊 (1984, '85) 및 郭等 (1990)의 기초적인 연구가 있다.

이 연구는 뽕나무의 異數體를 포함한 倍數性育種의 效率性을 높이는데 寄與할 目的으로 遂行하여 몇가지 有益한 資料를 얻었기에 보고하는바이다.

材料 및 方法

供試用 오디를 채취한 母樹의 品種은 3倍性으로는 新光뽕 (劍雪뽕 頂芽로부터 育成한 4倍體×國桑 21號), 靑雲뽕 (劍雪뽕 自然교잡 實生으로 부터 育成한 4倍體×改良뽕)이며, 4倍性으로는 4原뽕20號 (靑一뽕 頂芽로 부터 育成), 4原뽕21號 (새랑뽕 自然교잡

실생에서 육성) 保存중인 由來未詳의 4倍性桑이며 6倍性은 毛桑의 一種인 朴山2호를 選定하고 2倍性인 劍雪뽕, 靑一뽕및 國桑20號를 對照로 하여 特性을 比較 檢討하였다.

新光뽕, 靑雲뽕, 劍雪뽕및 國桑20號는 5年生의 낮추베기 뽕밭에서 1993년에 春伐後 자란가지를 2年間 無伐採로 養成하였으며 4倍性 3品種과 靑一뽕은 6年生의 중간베기이며 朴山2호는 낮추베기 2年生 때에 春伐한後 자란 3年生이다.

1994년 開花結實期에 紫黑色을 띠고 完全히 成熟한 오디를 채취하여 種子의 外部形態, 稔實率, 發芽率等을 조사하였다.

稔實率 調査는 정상 발육한 오디 100개씩 2반복으로 任意選定하여 生物重을 量 後에 種子를 精選한 즉시 물에 가라앉는 沈種子와 물에 뜨는 浮種子로 구분하였으며, 沈, 浮種子數의 合을 小顆數로 나누어 稔實率을 求하였다. 이어서 종자 표면의 물기가 완전히 제거된 때의 무게를 달어서 오디에 대한 種子生物重比率을 구하였다.

種子의 發芽比率은 採取翌日에 沈種子와 浮種子別로 유리로 제조한 直徑 15 cm 紗 網에 置床하고 定溫器內에서 28℃, 12時間 照明으로 보호하면서 7일 째와 14일 째에 發芽數에 의한 比率을 求하였다.

種子의 30粒重, 모양, 크기와 種皮色등은 沈浮種子의 區別없이 陰地에서 濕紙를 깔고 1週日間 風乾後에 조사하였다.

結果 및 考察

1. 뽕나무 種子의 外部形態

圃場에서 自然交雜으로 結實한 2倍, 3倍, 4倍 및 6倍體 뽕나무의 오디로 부터 採種한 種子의 30粒重, 크기, 種皮色및 모양등은 表1 과 같다.

종자 30粒重은 倍數性間에는 輕重에 대한 일정한 傾向이 없으나 品種間에는 差異가 매우 커서 最低 16.5 mg로 부터 最高 75.6 mg에 이르렀다.

그중 2倍性品種에서 採種한 種子는 36.9 mg 내지 75.6 mg로서 重量級에 屬하고 4倍性에서는 4原뽕 20號와 4倍性桑에서 採種한 種子가 각각 45.6 mg, 69.6 mg로서 重量級에 속하였다. 그리고 3倍性 및 6倍性 桑樹로 부터 採種한 種子는 16.5 mg로 부터 27 mg에 이르는 輕量級에 속하였다.

일반적으로 오디에서 얻을수 있는 種子의 量은 大陸뽕의 경우 容量으로 오디의 2~3% (金 1978)인 것으로 알려져있는데 이연구에서 조사한 신선한 오디중에 포함되어 있는 種子生物重比率은 0.6%로 부

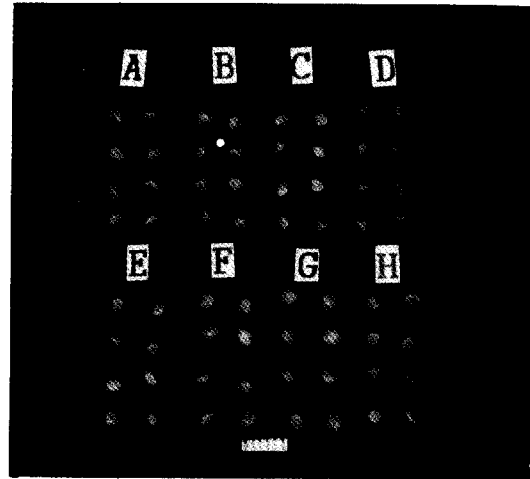


Photo. 1. Shape of mulberry seed.(X : about 1.2)
A, Keomseolppong; B, Shin-gwangppong; C, Cheong-unppong; D, Puksan No.2; E, Cheongilppong; F, Sawonppong No.20; G, Sabaesongsarn; H, Kuksang No.20

터 6.5% 까지 分布하여 品種間의 差異가 매우 크며 30粒重이 무거울수록 오디中의 種子重比率도 높은 傾向이었다. 稔性이 不良한 3倍性의 新光뽕과 靑雲뽕은 種子重比率도 各各 0.6%, 1.4%로서 극히 낮으며 4倍性中에서는 4原뽕21號만이 1.5%로 낮았다.

그리고 種子 30粒重과 種子의 크기와는 뚜렷한 關聯性이 없으나 後述할 種子의 發芽力과는 깊은 관계가 있었다.

東城 (1966, 66)은 劍雪뽕의 同質4倍體의 子房크기는 2倍體 劍雪뽕에 비하여 長徑은25%, 短徑은 27%가 크며 6倍體인 毛桑의 長徑은 9%, 短徑은 4%가 작다고 하였다.

種子의 크기는 表1에서와 같이 3倍性 뽕나무에서 採種한것은 보통크기이고, 4倍性의것은 극히 크고, 2倍性의 것은 약간 크며, 6倍性인 朴山2호는 극히 작았는데 이와같은 사실은 앞서 東城 (1966, 66)이 보고한 子房크기의 比較와 일치되고 있다.

따라서 4倍性뽕나무의 種子가 뚜렷하게 크고 6倍性뽕나무의 종자가 가장 작은것은 花粉의 영향없이 胚發生 當初부터 결정되는 胚의 크기의 差異에 緣由된 때문이다. .

種子의 모양은 新光뽕만이 圓形에 가까운 3角形이고 그 외의 품종은 모두 3角形이다.

種皮色 즉 種子色은 劍雪뽕, 國桑20號는 褐色이고 新光뽕과 靑雲뽕은 黃褐色이며 4原뽕20號, 4原뽕21號, 4倍性桑및 靑一뽕은 暗褐色이다. (photo.1)

2. 種子稔性和 發芽力

3倍性인 新光뽕과 靑雲뽕이 圃場에서 自然交雜되었을때의 稔性和 發芽力은 表2의 上段과 같다.

여러개의 小顆로 구성된 集合假果에 속하는 오디(楸) 1個當 平均小顆數는 新光뽕은 36.2粒 靑雲뽕은 46.9粒로서 兩品種의 育成上의 原種인 劍雪뽕의 25.1粒 보다 뚜렷히 많으나 種子수는 각각 9.2粒, 25.8粒에 불과하여 實율은 新光뽕은 25.5%, 靑雲뽕은 55.0% 이며 이는 3倍性뽕에 있어서는 매우 높은 것이나 劍雪뽕의 81.0% 보다는 당연히 크게 低調하였다.

이 두品種의 結實된 種子 가운데 沈種子比率는 新光뽕은 0.4%에 불과하고 더욱이 靑雲뽕은 모두 浮種子뿐이었는데 浮種자는 두품종 모두 發芽力이 전혀 없었다. 新光뽕에 있어 沈種자의 發芽率은 3.1%이고 沈, 浮種자를 합한 總發芽率은 0.4% 이었다.

東城, 渡邊 (1984)는 3배성 뽕나무 종자는 發芽가 더디고 不均一하여 置床 1개월 후에도 발아하는 종자가 있음을 밝혔으나 이시험에서는 치상 14일 이후에 발아 징후를 보인 종자는 없었다.

東城 (1974)은 新光뽕이나 靑雲뽕과 같은 體細胞倍加에 의한 3배체는 모두 不稔에 가까웠으나 生殖細胞倍加에 의한 3배체 뽕나무는 50% 内外의 높은 種子稔性和 높은 발아율이 있음을 보고하였는데 이와같은 高稔性 3배체의 出現에 대한 機作으로서 稔性에 관계하는 유전자의 存在를 想定한바 있다.

3배체와 같은 奇數倍數體를 母本으로한 交雜에서 稔實性이 극히 不良한 原因은 生殖細胞를 形成할때 正常 卵細胞를 生成하는 頻度가 극히 적은데 起因되는 것이며 花粉親이 3倍體인 경우에도 正常花粉의 生成은 적지만 授粉에 關與하는 花粉數가 매우 많기때문에 實율에 미치는 영향이 卵細胞보다 가벼운 것은 일반적인 사실이다.

이와같이 3배성品種 가운데에는 稔性이 약간이나마 있다는 것을 大澤 (1952) 關, 押金 (1965) 및 東城, 渡邊 (1985) 등이 밝히고 있으나 일반식물에서와 같이 3倍性뽕은 稔性和發芽力이 不良한 것으로만 알려져 있어서 需葉作物이라는 立場에서는 오히려 바람직하게 인식되어 왔던 것이다. 이 연구에서는 3배체 뽕나무로 부터 얻은 F1 實生의 염색체를 조사하지 않았으나 東城, 渡邊 (1985)와 小山 (1990)는 2n=28인 正 2倍體로 부터 2n=29~55인 異數體와 2n=56의 正 4倍體의 存在를 확인한바 있으므로 우수한 形質을 갖춘 3배성 뽕품종을 교배 모본으로 이용한다면 모본의 3배체 Genome을 그대로 계승하는 보다 우수한 4倍體의 育成可能性이 시사되는 것이다. 이제까지는 3배체품종을 交配母本으로 할 경우에는 F1 집단을

얻기 곤란하므로 육종소재로 직접 이용한 경우는 거의 없었으나 최근 異數體육성과 前述한 바와 같은 우수한 4배체의 육성을 목적으로 하는 3배체의 利用性이 재차 제기되는 것이다.

다음으로 4倍性의 4原뽕20號, 4原뽕21號 및 4倍性 桑, 그리고 6倍性인 복산2호의 稔性和發芽力은 表2의 中間段과 같다.

4原뽕20號는 1개의 오디當 平均 小顆數가 38.0粒로서 育成上의 原種인 靑一뽕의 35.7粒보다 다소 많았는데 오디當 平均 種子수는 37.3粒으로서 98.2%의 높은 稔實率을 나타냈다. 그러나 4倍性 桑과 4原뽕 21號는 小顆數가 각각 40.3粒, 20.7粒이었으며 種子稔性은 72.7%, 60.8%로서 比較的 높았지만 2배성품종인 劍雪뽕, 靑一뽕 및 國桑20號의 稔性보다는 뚜렷히 낮았다.

이상의 4배체뽕나무의 種子 發芽率은 50.0%~70.2%로서 비교적 높은편이었으나 2倍體의 發芽率 보다는 다소 낮았다.

그리고 結實된 종자의 沈種子率도 4原뽕21號와 4倍性 桑은 각각 34.0%, 58.7%로서 2倍性의 종자보다 낮았으며 특히 4原뽕20호는 모두 浮種子뿐이었다.

4배성 뽕나무의 種子稔性和 發芽力 即 交雜成功率은 30.4~54.0%로서 2倍性品種보다는 不良하지만 3倍性 뽕나무의 경우보다는 당연히 높았는데 東城 (1966)과 關(1959)의 연구에서도 4倍交雜이나 4배체를 母本으로 하는 3倍交雜은 2倍交雜 또는 2倍體를 母本으로 하는 3倍交雜에 比하여 交雜成功率이 낮았던 결과와 동일하다.

6倍性인 복산2호는 1개의 오디當 平均 小顆數는 供試品種中에서 가장 많은 53.5粒이지만 稔實率은 42.6%로 매우 不良하였으며 沈種子率은 54.5%로서 4倍性 桑과 비슷하였으나 浮種子發芽力은 전혀 없고 沈種자발아율도 30%에 불과하여 總發芽率은 16.4%로서 매우 불량하였다.

關(1959)는 6倍性 毛桑의 雌花에 2倍性花粉을 교잡한것보다 그 逆交雜이 交雜成功率이 높다고 하였으며 毛桑과 他系品種間의 교잡에 있어서 2倍交雜에 비하여 稔性이 떨어지는 원인에 대하여 毛桑花粉에는 未成熟 花粉粒이 존재하고 花粉粒의 發芽最適 pH가 2배성 상수보다 약간 산성이 강하기 때문인 것으로 추측한 바 있다.

浮種자의 발아율에 있어서 3배성과 6배성뽕나무는 발아력이 전혀 없었으나 그외 뽕나무는 상당 수준의 발아율이 있었던 것은 뽕종자는 胚乳中에 脂肪球를 많이 함유한 脂油性種子이기 때문이다.

Katayama(1933)등에 의하면 배수성식물에 있어서

Table 1. General characteristics of mulberry seed

Polyploidy	3x		4x		6x		2x		
Variety	Shingwa- ngppong	Cheong- unppong	Sawonpp- ong No.20	Sawonpp- ong No.21	Sabaeso- ngsarng	Puksan No.2	Keomsea- lppong	Cheongi- lppong	Kuksang No.20
Seed to sorosis rate (%)	0.6	1.4	3.6	1.5	5.0	3.3	4.1	6.5	4.8
30 grain wt.(mg)	25.2	16.5	45.6	-	69.6	27.0	36.9	75.6	48.9
Seed size	Medium	Medium	very large	very large	very large	very small	Medium	large	large
Seed coat color	Yellowish brown	Yellowish brown	dark brown	dark brown	dark brown	light brown	brown	dark brown	brown

Table 2. Fertilization and germination rate of mulberry seed.

Polyploidy	Mother tree Variety	No. of sma- ll fruits per sorosio	No. of total seeds per sorosio	Sank seed rate (%)	Fertili- zation rate (%)	Germination rate (%)			Cross succes rate (%)
						Total	Sank seed	Floating seed	
3x	Shinkwang- ppong	36.2	9.2	0.4	25.4	0.4	3.1	0	10.2
3x	Cheangun- ppong	46.9	25.8	0	55.0	0	-	0	0.0
4x	Sawonppong No. 20	38.0	37.3	0	98.2	55.0	-	55.0	54.0
4x	Sawonppong No. 21	20.7	12.6	34.0	60.8	50.0	69.0	42.0	30.4
4x	Sabaesong- sarng	40.3	29.3	58.7	72.7	70.2	86.0	48.0	51.0
6x	Puksan No.2	53.5	22.8	54.5	42.6	16.4	30.0	0	7.0
2x	Komseol- ppong	25.1	20.3	71.2	81.0	79.9	88.0	60.0	64.7
2x	Cheongil- ppong	35.7	34.1	82.5	95.3	77.5	90.0	18.0	73.9
2x	Kuksang No. 20	49.7	42.0	79.5	84.5	56.0	70.0	2.0	47.3

兩親의 염색체수와 交雜方向에 따른 交雜成功率에는 一定한 法則性이 없으나 염색체수가 많은쪽을 모본으로 하는 경우에 좋은 결과를 나타내는 植物群과 그반대 경우의 植物群이 있다고 하였는데 毛桑을 포함하는 桑屬植物은 후자에 속하는 것으로 생각된다.

뽕나무의 種子稔性(杉山等 1952, 杉山 '53)은 栽植 立地條件, 整枝法, 樹齡, 氣象등에 영향받는 것은 당연하며 더욱이 품종과 採種時期에 따라서 차이가 있는 것이지만 郭等 (1990)은 뽕나무는 오디 특성뿐 아니라 種子의 稔實性和 發芽力도 불량한 기상조건 특히 授粉時期의 低溫에 영향을 받았다고 하였다.

種子發芽促進연구의 一環으로 東城 (1966)은 4배체를 모본으로 하는 3배 交雜종자와 4배 交雜종자에 대하여는 고온처리 또는 ^{32}P 를 이용한 放射能처리에 의해서, 그리고 東城과 渡邊 (1984)는 3배성 뽕나무의

불발아종자에 대하여 저온처리를 하므로써 발아율을 향상시킬수 있었다는 初步的인 연구결과를 보고 하였는데 앞으로 異數體育成이나 5倍體育成을 보다 效率性 높게 推進하기 위하여 여러가지方向의 倍數性 交雜에서의 交雜成功率을 向上시키는 연구가 있어야 할것으로 믿어진다.

摘 要

自然交雜으로 結實한 2배, 3배, 4배 및 6倍體 뽕나무로 부터 채종한 종자의 形態, 稔性 및 發芽力은 다 음과 같다.

1. 種子의 크기는 4배성 뽕나무의 種子가 가장 크고 2배성의 것은 약간 크며 3배성의 것은 보통 크기이고 6배성의 것은 극히 작았다.

2. 3배성뽕나무 가운데 新光뽕의 稔實率은 25.4% 이고 交雜成功率은 10.2% 이었으며, 靑雲뽕은 55% 의 임실율을 나타냈지만 發芽力이 全無하였다.

3. 4배성뽕나무의 종자는 約 61~98%의 임실율을 나타내고 교잡성공율은 約 30~54%이었으며 6배성인 복산2호는 約 43% 의 임실율, 7%의 교잡성공율을 나타냈다.

4. 물에 뜨는 종자의 발아력은 2배 및 4배體의 종자는 相當한 수준이었으나 3배 및 6배體의 것은 發芽力이 없었다.

5. 2배성 뽕나무의 稔實率은 約 81~95% 의 高稔性이고 교잡성공율도 約 47~74% 로서 比較적 높았다.

引用 文 獻

郭展雄·王德虹·付利歡·肖更生·蘇大道 (1990) 桑樹三倍體雜交組合 果實 生長的 調查研究. 蠶業科學 16 (4) : 193-197.
 金文決 (1978) 新稿 栽桑學 : 58-63, 鄉文社, 서울.
 KATAYAMA, Y. (1933) Crossing experiment in certain cereals with special reference to different compatibility between the reciprocal crosses. Mem. coll. Agric. Kyoto Imp. Univ., 27.
 小山朗夫 (1990) 3倍性桑品種의 稔性. 東北蠶絲研究報告 15 : 59-60.
 大澤一衛 (1952) 桑의 異數性 (Heteroploidy)에 關する 研

究. 日蠶雜 21 : 119-120.
 杉山多四郎·新村文男·岩田益·山田景三·和田昭 (1952) 桑椹採取時期と種子數について. 蠶絲研究 2 : 17-21.
 大澤一衛 (1953) 桑의 挿木利用交雜法에 關する 研究. 蠶試報 14 : 157-200.
 關 博夫 (1959) 桑의 倍數性, 特に三倍體의 自然發生機構에 關する 考察. 信大纖維學部 記要 20 : 1-59.
 關 博夫 (1959) 毛桑 (*Morus tiliaefolia* MAKINO)及 び 其의 種間雜種에 關する 細胞學的 研究. 信大纖維學部 記要 20 : 60-91.
 關 博夫·押金健吾 (1965) 三倍性桑樹의 自然交雜による 異數體에 關하여. 日蠶雜 34 : 191.
 東城功 (1966) 桑의 同質 4倍體의 交雜試驗. 蠶絲研究 59 : 8-15.
 東城功 (1966) 桑의 倍數體에 關する 研究 (IV) *Morus nigra* L.의 花および花粉粒에 關하여. 日蠶雜 35 (5) : 360-364.
 東城功 (1966) 桑의 倍數體에 關する 研究 (I) 同質4倍體의 育成. 蠶試報 20 (3) : 187-207.
 東城功 (1974) 育成法을 異にした三倍性桑樹의 稔性에 關하여. 日育種雜 24 (5) : 237-240.
 東城功·渡邊四志榮 (1984) 桑新品種 “しんけんもち”および “あおばねすみ”의 稔性. 東北蠶絲研究報告 9 : 49.
 東城功·渡邊四志榮 (1985) 異數性桑樹의 育成에 關する 研究 (I) 異倍數性交雜에 關하여의 稔性. 東北蠶絲研究報告 10 : 35.
 東城功 (1986) 異數性桑樹의 育成에 關する 研究 (II) 3倍體×2倍體의 雜種의 染色體數. 東北蠶絲研究報告 11.