

クルミの人工交配による殻果の変異について

開本孝昭* 中内武五郎* 斎藤 晶*

On the variation of fruits by artificial pollination of walnut

Takaaki HIRAKIMOTO*, Takegorō NAKAUCHI*,
and Shō SAITŌ*

はじめに

クリについては、従来から各品種間の交配によって当年生産される堅果に現れる変異性の実験例は多くある(梶浦 1936, 大崎・佐宗 1942, 中原 1964, 新津 1936, 大畑・佐藤 1961 など)。しかし、クルミについてはこれ等の報告が殆ど見られない。クルミは一般に雌雄異熟現象が認められ、特にこの現象が顕著な品種系統においては、授粉樹 (Pollinizer) の選択が問題となる。クルミの花 (写真-1) は相互授精を行うため、道内に自生するオニクルミ (*Juglans Sieboldiana* MAX.) の花粉でも当然交配する。もしこれを授粉樹として用いた場合、殻果にオニクルミの影響が現れるとすれば、それはカシクルミ (*Juglans regia* L.) の商品価値にも影響するため、花粉の飛散範囲にあるオニクルミは淘汰されなければならない。しかし、それほど影響を受けないとすれば授粉樹として期待されてもよい。

そこで筆者らは、クルミの交配技術の開発と異品種間の交配によって当年生産される殻果の形態上、および果仁にどのような変異が現れるかを調査し、今後の交雑育種の足がかりとする目的でこの試験を行った。この調査は個体数が少ないので性急な結論づけはできないが、予報的な形で報告する。

材料および方法

道立林業試験場検定林のカシクルミを母樹として異品種間の交配を行った。クルミの開花はその年の気候によって大きく左右されるが、美唄地域では5月下旬が通例である。そこで、開花の状況を観察し雌花の柱頭の翼がまだ開かない時点 (写真-2) で交配袋をかぶせた。1973年は1972年よりも春季の低温により花芽の発達が4日程遅れ、5月28日に袋かけを行った (写真-3)。交配袋の材質は表面がセロファン裏面が硫酸紙で20cm×30cmのものを使用した。袋のかけかたは雌花の発達程度を確認し、あまり葉量の多いものは除去しセロファンの部分から雌花が確認できるようにした (写真-4)。袋を結束する部分は、他の花粉の進入防除と袋が風で回転することを防ぐ目的で綿を入れて固定した。

一方、交配用花粉は雌花の発達状態を見ながらなるべく新鮮なものが用いられるように1~2日前に採取した。雄花穂は充実したものを10~15個前後採取し、花粉放出中のものは冷蔵庫 (+3°C) に貯蔵し、また一方、放出まで時間がかかりそうなものは前日、径15cm、高さ4cmのシャーレに約250gのシリカゲルを入れ吸水紙

* 北海道立林業試験場 Hokkaido Forest Experiment Station, Bibai, Hokkaido

の上に雄花穂を並べ（写真-5）25℃の恒温器で強制的に花粉放出をさせた。交配は、花粉量の5～6倍の石松子（ヒカゲノカズラ科の孢子）を混合し花粉銃に入れて人工授粉を行った。交配作業は6月1日と2日の両日に実施した。その方法はセロファンをとおして雌花の翼と粘液の発達状態を確認し（写真-6）ナイフで花粉銃口が入る位の穴をあけて花粉をふきつけ、その後切口は他の花粉の侵入をおさえるためテープをはりつけた。

交配作業後、雌花の柱頭が褐色味をおびて授粉が不能になった6月7日、8日に袋を取りはずした。

その後、8月下旬に交配して結実したものについて、風などの落下による混乱を避けるため、交配種毎に色別のスプレーをかけ番号をつけた。

結 果

結 果 率

本試験の前年である1972年は、予備試験として50袋の交配を行ったが、結果率は非常に低く3%にとどまった。当初は果樹の特性を生かして日の当たる部分を重点的に着袋したが、日中の直射日光下では袋内部の温度が43℃にも上がり花粉の生存期間を短くしている。1973年も通気性のよい交配袋が入手できなかったため、なるべく日の当たらない北東の部位に重点的に着袋した。着袋後比較的曇りの日が多かった事とあまり日が当たらなかったことが1972年よりも高い22.5%（平均値）の結果率が得られたものと思われる。結果率は表-1のとおりであるが、結実したものは9月25日に採取した。

表-1 着袋数および結果数

樹木番号	着袋数 (袋)	雌花数	結果数	結果率	交配月日	袋のとり はずし日
No.41×No.3	28	85	21	24.7	6. 1	6. 7
No.41×オニクルミ No.1	5	14	0	0	6. 2	6. 8
No.19×オニクルミ No.1	33	98	13	13.3	6. 1	6. 7
No. 8×No.37	15	33	15	45.5	6. 1	6. 7
No. 8×No. 3	10	25	9	36.0	6. 1	6. 7
No. 8×オニクルミ No.1	20	44	9	20.5	6. 2	6. 8

計量的形質と変異

1) 果実の各部構成

クルミ果は最外部に青皮があり、秋になるとこれが裂開し、その中から殻皮が現れる。この殻皮の内側に果仁があり、この三部構成をもって堅果と呼ぶ。

また、殻果は二枚の半円形に湾曲した殻皮が接着縫合し、内部の果仁を隔てた隔壁によって連絡しており、その基部周縁には第二隔壁がついている。果仁は二片の子葉からなり、それぞれ褶曲して前記した大小二枚の隔壁にまたがり内部を満たしている。

この堅果の中で今回は、青皮部以外の部分について交配によってどのように変異が現れるのか、その外部的、内部的なものを調べた。

2) 個体間変異

殻果は採取後、乾燥室で1ヵ月乾燥させたものを使用した。交配で得られた殻果（写真-8～12）は、交雑種ごとにそれぞれ採取殻果の全個体を測定し、その平均値を用いた。また、母親となったものと父親となった樹か

表-2 クルミ殻果の計量的調査

樹木番号	容積 (cc)	乾重量 (g)	果仁重 (g)	果仁 歩合	殻の 厚さ (mm)	総合 縁幅 (mm)	縦径 (cm)	横径 (cm)	側径 (cm)	形状係数
No.41×No.3	12.00	8.17	2.80	0.34	2.24	3.48	3.25	2.77	2.72	0.85
No.41	12.90	8.49	2.64	0.31	1.95	3.55	3.36	2.80	2.72	0.82
No.3	16.53	11.50	4.59	0.40	1.83	3.70	3.54	3.40	3.07	0.92
No.8×No.3	13.40	7.97	3.80	0.48	1.80	3.56	3.47	2.93	3.00	0.85
No.8	14.30	9.18	3.93	0.43	1.62	4.05	3.62	3.04	3.07	0.85
No.8×No.37	13.30	7.89	3.88	0.49	1.82	3.02	3.42	2.84	2.90	0.84
No.37	16.40	11.20	3.94	0.35	1.86	3.90	3.70	3.12	2.90	0.82
No.8×オニクルミ No.1	13.50	6.79	2.72	0.40	2.06	4.04	3.39	2.78	2.87	0.83
オニクルミ No.1	10.00	8.88	2.31	0.26	1.50	4.00	3.13	2.83	2.89	0.91
No.19×オニクルミ No.1	13.00	10.00	3.20	0.32	2.20	6.50	3.25	2.95	3.03	0.92
No.19	17.25	14.00	4.42	0.31	0.19	7.60	3.58	2.99	2.96	0.84

ら採取した自然交配殻果については 30 個体を測定し、その平均値をとった(表-2)。

a. 乾重量および容積

乾重量と容積は、不稔果がなければ比較的相関関係が高く乾重量の多いものは容積も多い。容積については 250mm³メスシ

リンダーを用いて排水量を測定した。その結果、交配したものはオニクルミの交配種を除いていずれも両親よりも小さなものができた。両親に対する縮小比(表-3)を見るとNo.19×オニクルミNo.1が0.87で一番高く、No.8×オニクルミNo.1が0.75と一番小さくなっている。一方容積の縮小比では、No.41×No.3が0.82と低く、乾重量で一番低かったNo.8×オニクルミNo.1が逆に1.12と片親(オニクルミ)より高くなっている。これは、後者の果仁重が軽いことを示している。

No.8×No.3, No.8×No.37, No.8×オニクルミNo.1の3種は同一母樹に対してそれぞれ花粉(父親)が異なるが、カシクルミ相互の交配では乾重量の縮小比が0.77, 容積の縮小比が0.87とどちらも全く同じ数値であった。カシクルミにオニクルミを交配したものは両親の中間的な数値を示した。

b. 果仁重および果仁歩合

果仁とは殻皮の内側にある胚と胚乳の総称で食用部分をいい果仁歩合は殻果重に対する果仁重の割合をいう。一般には殻果重の重いものは果仁重も重い。果仁歩合は当場産のものは42.2%(1973年調査)であり主産地である長野産の47.2%(1960年町田ら調査)よりも低い。

これらの因子について、交配によってどのように変化したかを見るとNo.41×No.3, No.8×オニクルミNo.1の果仁歩合は0.34, 0.40となり両親の中間値であるが、その他の交雑種はいずれも両親より高い比率を示している。果仁重の縮小比はNo.41×No.3を除いて乾重量のそれより低く、No.8×No.3, No.8×No.37, No.19×オニクルミNo.1は0.90台で両親の平均値とあまり相違がない。

c. 形状係数

表-3 交雑種殻果の縮小比

樹木番号	重量	容積	果仁重
No.41×No.3	10.82	0.82	0.77
No.8×No.3	0.77	0.87	0.90
No.8×No.37	0.77	0.87	0.98
No.8×オニクルミ No.1	0.75	1.12	0.87
No.19×オニクルミ No.1	0.87	0.95	0.96

これは殻果の形を数量化したものであり殻果の縦径（高さ）を側径（縫合線側）と横径の平均値で割った数値で、これが1に近い程、円形であり逆に1より小さくなる程長円になる。

形状係数には特に大きな変異は見られないものカシクルミどうしの交配では、いずれも両親の中間的な値がでていますが、カシクルミにオニクルミを交配したものは両親より円形か長円になっている。すなわち No.8 × オニクルミ No.1 は両親が 0.85 と 0.91 に対して交配果は 0.83 と長円形で母親に近くなり、逆に No.19 × オニクルミ No.1 は両親が 0.84 と 0.91 に対し交配果は 0.92 と円形に近いオニクルミタイプになっている。カシクルミ間の交配ではどちらかの両親に近いが、中間的な値であるのに対しオニクルミの場合、No.8 に対して劣勢であり No.19 に対して優性であるように思われる。このことについては今後のデータの積み重ねが必要である。

形態上の可視的形質の変異

a. 形状および色沢

形状は形状係数の項で数値としてとり上げたが、ここでは可視的観察で町田ら（1958）の基準によって調査した。色は町田らの基準によらず、おおまかに表した。

その結果、特に No.19 × オニクルミ No.1 は両親が肩張り円形に対し交配果は鈴形のもので色も暗褐色で両親の中間色が現れた。一方同じオニクルミの交配種である No.8 × オニクルミ No.1 は卵形で黄褐色になりカシクルミの影響が強く現れている。カシクルミ相互の交配ではそれ程目立った変化は見られなかった。

b. 彫刻および縫合線の高低

殻果の表面には維管束のあとである網状の細い条紋がある。この縮皺の深さと表面の凹凸が多い程粗造であり、これが深いか浅いかによって彫刻面の深さを区分した。また、殻皮は2枚の心皮の接着したものであるが、この接着部の外部から見える部分が縫合線と呼び、これは殻果面より隆起しているのが普通である。この隆起が高いか低いかによって区分した。しかし、いずれの場合も殆ど変化はなく、No.19 × オニクルミ No.1 がわずかに彫刻面が No.19 のカシクルミより深くなったのが認められた程度である。縫合線の高低については全くその変化は認められなかった。

c. 破碎および果仁の摘出難易

ここでは殻果を破碎する時の難易とその後の果仁が容易に摘出できるかを見たが、カシクルミ相互の交配果

表-4 クルミ殻果の可視的調査

樹木番号	形	色	彫刻	縫合線 高低	破碎難易	果仁摘出 難易
No.41 × No.3	肩張	淡黄桃	普通	普通	普通	普通
No.41	楕円	かつ色	普通	普通	普通	難
No.3	肩張	淡かつ色	普通	普通	易	易
No.8 × No.3	卵形	赤かつ色	普通	普通	易	易
No.8	肩張	淡かつ色	普通	普通	易	易
No.8 × No.37	卵形	赤かつ色	普通	普通	易	易
No.37	楕円	暗かつ色	やや深	普通	易	易
No.8 × オニクルミ No.1	卵形	黄かつ色	普通	普通	普通	普通
オニクルミ No.1	円形	黒かつ色	深	やや高	きわめて難	きわめて難
No.19 × オニクルミ No.1	鈴形	暗かつ色	やや深	やや高	難	難
No.19	肩張	赤かつ色	普通	やや高	普通	普通

では余り変化は見られない。No.19×オニクルミ No.1 が両親の中間的なものができ、母親より幾分割れにくく、また果仁の摘出も難しくなっているが父親程ではない。一方、No.8×オニクルミ No.1 は、この因子についても父親の影響は余りうけておらず母親と変わりがなかった。

考 察

交配技術

クルミはリンゴやナシのような両性花とは異なり雌花と雄花が同一樹に、別々に着生する単性花であり一般に雌雄異熟現象が見られる。このため極端な場合、単木的なものでは結実を見ないものさえある。

クルミの開花時期は5月下旬頃で日中の温度が比較的高くなり着袋することによって袋内部の温度が直射日光下では相当上がるため花粉の生存期間が短くなっている。オニクルミの結果率が特に低いのは花粉そのものが高温に弱いことが原因と思われる。今回使用した交配袋の材質では熱吸収が高く通気性に難点があり、高い結果率は望めない。このため通気性の良い交配袋を使用する必要がある。

個体間変異

クリについて梶浦（1936）、中原（1964）は交配品種によって一粒当たりの重量が異なることを報告している。しかし、ここでは堅果の大小を遺伝因子としてのみとらえるのは問題があるかもしれない。堅果の大小はその母樹をとりまく環境によっても変化するはずである。環境の諸要素のうちでも特に温度、光、水、空気、土壌養分等が重要であり、これ等が母樹の栄養状態を左右する。前記したように今回筆者らが行った交配方法では、余り光の当たらない位置で行ったことや、うまく交配したものでも同化作用の余り活発でない、いわゆる栄養的に恵まれない位置におかれたため、殻果そのものが本来の大きさになれなかったことも考えられる。遺伝だけに依存する形質がないと同様に環境だけに依存する形質もあり得ない訳であるが、殻果の大小については今回の方法では結論づけに無理がある。同様に乾果重、容積についても遺伝因子として見るには複雑な因子が多く、問題が残る。また、交配種と対象した殻果についても自然交配のものであり、どの種と交配したのか解らない。同一樹から採集したものでも、殻果の大きさに年変異が大きく現れる事実も見のがせない。これは一方では花粉の影響を受けたことも考えられるし、また、その木をとりまく環境によって変化したか、あるいはその両方であるかも知れない。このようなことから母樹間で形態上の変異を対照としたのでは問題が残る。そこでこの心配を少しでもとりのぞくには、同一母樹に数多くの異品種の交配が必要になる。今回は交配組合せも少なく結論づけられる因子は少ないのであるが No.8 の母樹に対し父親が No.3, No.37, およびオニクルミ No.1 との交配種が得られた。その結果から見ると乾重量ではいずれの両親よりも軽くなっており、容積においてもカシクルミ間の交配では両親より小さく、カシクルミにオニクルミを交配したものが両親の中間の値を示している。これは前記したように結実した枝の栄養的なものと授粉期の袋内部における高温障害と推察される。果仁歩合を見ると逆にカシクルミ間の交配では両親より高くなりオニクルミを交配したものはやはり中間の値を示している。この結果についてはカシクルミではいずれも両親の形質が極端に異なるため数値の上では大きな変異は出ないが、カシクルミとオニクルミでは形質が極端に異なるためこのような数値が出たと思われる。1973年の同一樹における果房数毎の殻果の変異調査（開本、未発表）を見ると果房が多くなるほど殻果容積が小さくなるが果仁歩合では±2%で殆ど変化が無かった。この結果から見ると No.8×No.3 が 48%、No.8×No.37 が 49%で両者は 1%の差であるのに対し No.8×オニクルミ No.1 では 40%と 8~9%も低くなっている。これはオニクルミの花粉の影響を受けたものと見て良いと思われる。

その他の因子については、このデータのみでは判定が難しく、これらを明らかにするためには両親が極端に異なるもの間の交配と交配組合せを多くしなければ適確な判定は難しい。

今回の試験では個体数も少なく試験設計上にも問題が残ったので、今後さらに同一試験をすすめ、結果率の向上と花粉が殻果に与える影響について明らかにしてゆきたいと考えている。

摘 要

1. 本試験はクルミの人工交配技術の開発と人工交配によって得られた殻果の形態を自然交配によって得られたものと対比してどのような変異が現れるかを調べるために行った。交配は母樹3系統に対し花粉は4系統7組合せを行った。

2. 交配袋は表がセロファン、裏が硫酸紙(20×30cm)の材質のものを使用したが高気性が悪いため結果率が22.5%と低かった。交配袋は通気性の良い材質の検討が必要である。

3. 人工交配によって得られた殻果は自然交配のものに比して小型である。これは結実した枝の栄養的なものと授粉期の袋内部における高温障害と推察される。

4. 果仁歩合においては全てが片親より高い率を示し5種のうち3種が両親より高く、殻果が充実している。また同一母樹に対する異種の交配では、カシクルミ間のものよりオニクルミの交配果の方が低く、キセニアと思われる現象が見られた。

5. 形状係数はカシクルミ間の交配ではいずれも中間的な値であるがオニクルミの交配では両親より円形か長円となり一定しない。

6. 可視的形質について見ると、カシクルミ間の交配では殆ど特徴的なものはあげられない。しかし、No.19×オニクルミ No.1が特に彫刻面が母親側より深く割れにくくなり、オニクルミの影響を明らかに受けていると見られる。一方、No.8×オニクルミ No.1はそれ程オニクルミの影響を受けたとは思われず、むしろカシクルミり影響が大きい。

7. 各因子の特徴を引き出すためには両親が極端に異なるものどおしの交配でなければ適確な判定が難しい。

8. 今後、さらにデータの積み重ねが必要であるが他品種を授粉樹として導入した場合殻果にその花粉の影響を多少なりとも受けると考えられる。

文 献

梶浦 実 1936 栗の授粉に関する研究. 園芸学会誌 7: 37-42

大崎 守・佐宗久雄 1942 シナ栗の渋皮離脱に関する研究. 園芸学会誌 13 : 69-75

町田 博・田中茂光 1958 シナノクルミの系統分類に関する研究 I. 果実の外部的形態について. 信州大学繊維学部研究報告 8: 22-29

町田 博・田中茂光 1960 シナノクルミの系統分類に関する研究 II. 果実の量的, 実用形質とその変異並びに量的形質による優良系統の選抜. 信州大学繊維学部研究報告 10: 39-55

中原照男 1964 クリ主要品種間の交配結実性と柴栗の授粉樹としての価値. 兵庫県林業試験場報告 9: 43-55

新津 宏 1936 栗の授粉に関する実験. 園芸学会雑誌 10: 339-348

大畑徳輔・佐藤敬雄 1961 栗の授粉に関する試験. 農業技術研究所報告 E (園芸) 9 : 185-193



写真-1 オニクルミの雄花と雌花，雌花は受粉可能期にはまっているが雄花はまだ開いていない。



写真-2 カシクルミの雄花，柱頭の翼がまだ開かないこの時点(5月28日)で袋をかけた。



写真-3 交配袋かけ風景，主に北東面に着袋した。



写真-4 交配袋をかけた状況，葉量の多いものは除去した。



写真-5 クルミの雄花穂，左 カシクルミ，右 オニクルミ。



写真-6 雌花の開花状況，柱頭の翼が開くとともに粘液を生じる。この時期に交配作業を行う。



写真-7 人工交配作業, 花粉銃を用いて作業をすすめている。

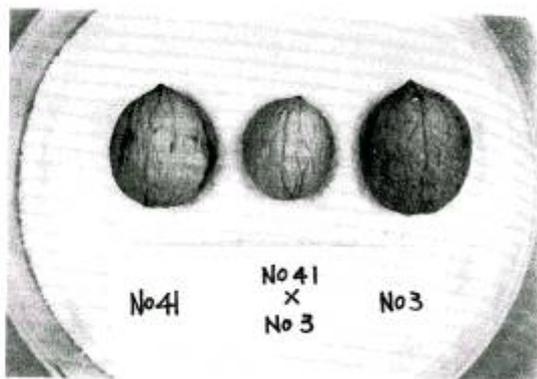


写真-8 交配種および交配によって得られた殻果(写真8~12)。

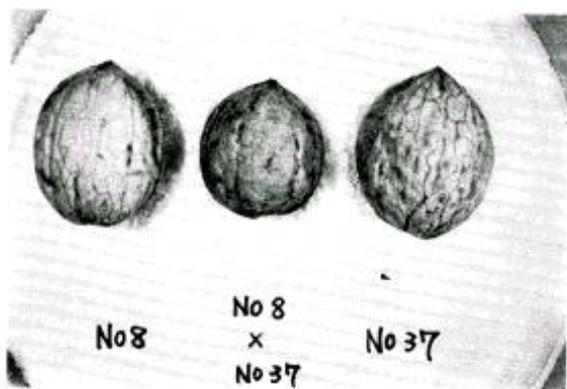


写真-9

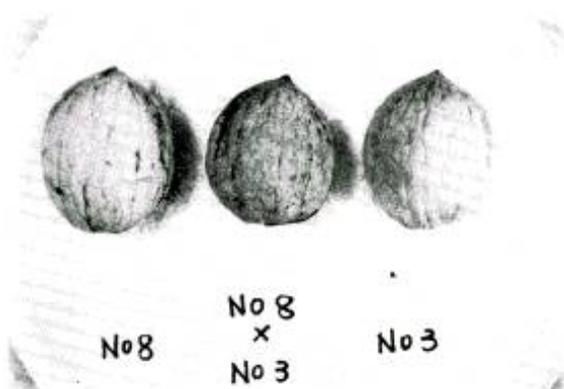


写真-10

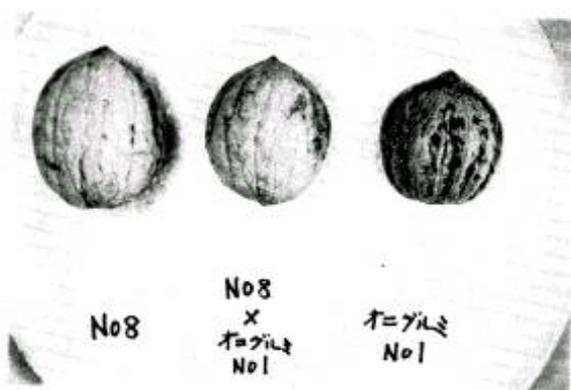


写真-11

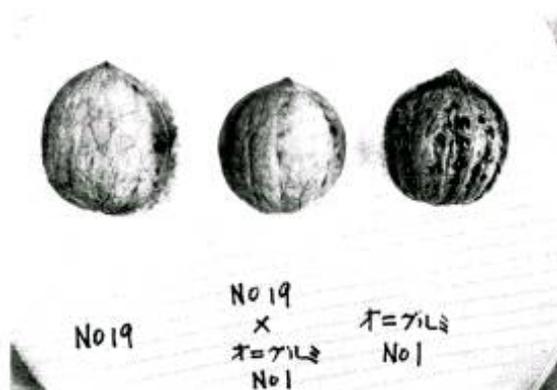


写真-12