Isao Tojyo : On the Seed Fertility of Triploid Mulberries with their Different Origin. (With English Summary, p.240)

Synopsis. The seed fertility of differently originated triploid mulberries was tested. The triploid progeny from the cross of diploidized gamete cell and normal pollen grains yielded good results than the autotetraploid and diploid cross, using the same mulberry races.

育成法を異にした三倍性桑樹の稔性について

東 城 功

(蚕糸試験場東北支場, 福島市)

緒 言

クワ (*Morus* spp.) では市平, 赤木, 島ノ内, 多胡早生, 福島大葉など自然三倍体が古くから栽培されており, 一般にこれらの三倍体は葉質や耐寒性等に特長を有し, 形態的にも二倍体 ($2n=28$) と異なる点が多い (大沢 1915, '16; 堀田 1958)。また, 不稔性を示すことは (大沢 1916, 堀田 1958) 一般の三倍性植物 (野口 1947) と同様である。ところが人為的に生殖細胞を倍加して育成した三倍体の中に高い稔性の個体が存在することを認めたのでその概要を報告する。

材料および方法

供試材料として用いた三倍体はつぎのとおりである。
(1) 二倍性品種剣持 ($2n=28$) の雌花の減数分裂時にコルヒチン処理を行なって倍加雌性配偶子をつくり, これに二倍性品種改良鼠返の花粉を交配して得られた三倍性系統の S13 および S29 (SUGIYAMA 1959), (2) 剣持の芽にコルヒチン処理を行なって得られた同質四倍体 ($2n=56$) (東城 1966) に改良鼠返を交配して得られた三倍体, (3) (剣持の同質四倍体 $\times$ 二倍性品種根小屋高助) の F_1 (以下剣・根と略称する) の三倍体, (4) 自然三倍性品種の多胡早生および飯坂大葉。これら三倍体に対して自然交雑または改良鼠返の花粉による人為交雑が行なわれた。なお, 対照として二倍性品種一ノ瀬 (♀) を用いた。供試材料はいずれも 1961~'62 年にほ場に栽植されて 5 年以上経過したものである。前年春切り (3 月下旬株の基部から枝条を伐採) ののち伸長した枝条について翌春の開花結実期に小花数, 種子数, 稔実割合等を調査した。

ほ場における人為交雑は, 開花に先だって雌花着生枝条を硫酸紙製の袋 (50 cm $\times$ 20 cm) で覆いゴム輪で閉じ

ておき, 開花後袋を開き別に用意しておいた花粉を配し再び袋を閉じ, 数日後授精の確認を行なって袋をとるという常法によった。交配に用いた花粉は杉山 (1953) の挿木交雑法に準じて用意した。すなわち, 2 月下旬~3 月上旬に花芽着生枝条を採取貯蔵 (3~5°C) しておき, 4 月上旬・中旬に冷蔵庫から出庫し, ガラス鉢 (高さ約 15 cm, 径約 13 cm) に挿木 (挿穂の長さ約 20 cm) を行なって 25°C のガラス定温器に入れ開花後花粉を採取した。なお, 採取花粉は硬質シャーレ (径約 5 cm) に入れ, デシケーターに収容して冷暗所に授粉時まで貯蔵 (最長 10 日) した。

採種は, 紫赤色ないし紫黒色を呈した桑椹 (そうじん: 雌花穂が交雑等によって熟したものをいう) を逐次採取し, 1 椹ごとに総小果数と種子数とを数えた。得られた種子は, 採種時に水に沈むものと浮くものとに分け, 種子の稔実割合はこの合計数を小果数で除して求めた。クワでは種子中に多くの脂肪が含まれており浮種子でも発芽力をもっているが, 沈種子よりも劣る場合が多いため発芽試験にはすべて沈種子のみを用いた。

発芽試験は, 採取後デシケーターの中に保存していた沈種子について, 10~15 日後に行なった。この場合種子は蒸留水を入れた硬質シャーレ (径約 15 cm) 中に硬質ガラス台 (高さ約 5 mm) を置き, その上に 10 cm 平方の硬質ガラス板をのせて沱紙上に置床した (1 シャーレ 200 粒以内)。播種後は約 30°C の定温器内で, 発芽率は置床後 2 週間目における発芽数により計算した。

結 果

交雑試験における種子の稔性および発芽試験の結果は Table 1 および Table 2 のとおりであった。

1966 年は生殖細胞倍加によって得られた三倍体系統 S13 ならびに自然三倍性品種の飯坂大葉および多胡早生の自然交雑による稔実割合を調査し発芽試験を行なった。

1974 年 4 月 24 日受領

Table 1. Cross fertility of triploid mulberries

Year	Cross combination	Number of florets	Number of heavy seeds	Number of light seeds	Total number of seeds	Seeds fertility (%)
1966	S 13 (3x) O.P.	2,910	1,355	123	1,478	50.8
	Iizaka-Oha (3x) O.P.	1,231	12	29	41	3.3
	Takowase (3x) O.P.	833	4	17	21	2.5
1967	S 13 (3x) O.P.	2,349	1,140	69	1,209	51.5
	S 13 (3x) × Kairyo-nezumigaeshi (2x)	2,493	1,320	11	1,331	53.4
	S 29 (3x) × //	1,018	210	186	396	38.9
	Takowase (3x) × //	4,382	19	82	101	2.3
	Iizaka-Oha (3x) × //	159	1	1	2	1.3
	Kenkon (3x) × //	2,183	44	76	120	5.5
1968	Ichinose (2x) × Kairyo-nezumigaeshi (2x)	3,414	1,755	259	2,014	59.0
	S 13 (3x) O.P.	7,344	2,827	409	3,236	44.1
	S 29 (3x) O.P.	12	0	2	2	16.7
	Takowase (3x) O.P.	7,021	39	90	129	1.8
	No. 71-Kai (3x) O.P.	4,862	65	79	144	3.0

S 13, S 29 : Triploid, originated from crossing a diploidized female gamete and a haploid pollen grain

Iizaka-Oha, Takowase : Naturally occurred triploid

Kenkon : Triploid, originated from crossing an autotetraploid of Kenmochi (2x) and Negoyatakasuke (2x)

No. 71-Kai : Triploid, originated from crossing an autotetraploid of Kenmochi (2x) and Kairyo-nezumigaeshi (2x)

O.P. : Open pollinated

Table 2. Germination rate of seeds obtained from triploid mulberries

Year	Cross combination	Number of seeds sown	Number of seeds germinated	Germination rate (%)
1966	S 13 (3x) O.P.	450	263	58.4
	Iizaka-Oha (3x) O.P.	64	25	39.1
	Takowase (3x) O.P.	24	9	37.5
1967	S 13 (3x) × Kairyo-nezumigaeshi (2x)	600	518	86.3
	S 29 (3x) × //	265	186	70.2
	Takowase (3x) × //	45	18	40.0
	Kenkon (3x) × //	46	8	17.4
1968	Ichinose (2x) × Kairyo-nezumigaeshi (2x)	400	315	78.8
	Ichinose (2x) O.P.	400	289	72.3
	S 13 (3x) O.P.	400	197	49.3
	S 29 (3x) O.P.	2	1	50.0
	Takowase (3x) O.P.	84	42	50.0

S 13, S 29, Iizaka-Oha, Takowase, Kenkon : See Table 1.

自然三倍体の稔実割合は飯坂大葉が 3.3%, 多胡早生が 2.5% であって、いずれも極めて低い稔性を示したのに対し、生殖細胞倍加による S 13 の稔実割合は 50.8% で高かった。また、発芽試験においても飯坂大葉 39.1%, 多胡早生 37.5% に対し S 13 は 58.4% と高い発芽率を示した。

1967 年は生殖細胞倍加による三倍性系統の S 13 および S 29, 体細胞倍加による三倍性系統剣・根ならびに自然三倍性品種の飯坂大葉および多胡早生を用い、前年と同様に調査したところ、多胡早生および飯坂大葉の稔実

割合はそれぞれ 2.3% および 1.3%, また、剣・根 3x は 5.5% で低かったが、S 13 の自然交雑では 51.5%, S 13 × 改良鼠返では 53.4%, S 29 × 改良鼠返では 38.9% と稔実割合は高かった。種子の発芽率は、S 13 × 改良鼠返で 86.3%, S 29 × 改良鼠返で 70.1% であったが、剣・根 × 改良鼠返は 17.4%, 多胡早生 × 改良鼠返は 40.0% の低率であった。

1968 年は生殖細胞倍加による三倍性系統の S 13 および S 29, 自然三倍性品種多胡早生, 体細胞倍加による三倍性系統の No. 71 改 (剣持の同質四倍体 × 改良鼠返

(2x) の F_1 , 68 個体) ならびに二倍性品種一ノ瀬について稔性を調査した。二倍性品種間の交雑である一ノ瀬×改良鼠返では 59.0% の稔実割合であったが、三倍性の多胡早生の自然交雑種は 1.8%, S13 は 44.1%, S29 は 16.7% で生殖細胞倍加による三倍体の稔性には系統により違いがあるが、いずれも自然三倍体よりは高かった。ところが、体細胞倍加による三倍体に改良鼠返(2x)を交雑させた 68 個体のうち着花をみたのはわずか 8 個体で、しかもほとんどの雌花穂は落下し採種されたのは 1 個だけで、かつ採種できなかった。しかし、自然交雑の場合は若干採種することができた。種子の発芽率は一ノ瀬×改良鼠返の F_1 で 78.7% を示したが、生殖細胞倍加の三倍体と自然三倍体は約 50% を示した。

考 察

生殖細胞倍加による三倍体と体細胞倍加による三倍体の稔性と種子の発芽について調査した結果、両者間に顕著な差異が認められた。

クワは永年生木本作物であること、また、雑種性が高いことなどから遺伝に関する研究はほとんど行われていない。また、ほ場に栽植されているクワの稔性に関しても詳しい研究はない。クワの種子稔性は、親木の栽植立地条件、仕立方、樹齡、気象等によって影響されることは当然考えられる(杉山ら 1952)。さらに品種によって採種時期の早晚によっても差異があるという(杉山ら 1952, 杉山 1953)。しかし、品種間および同一品種でも年次により稔実歩合に違いが認められる例もある(東城未発表)。

三倍体は一般に不稔性を示すことがよく知られているが、高稔性を示す個体の出現例も報告されている。たとえば、オオムギ(Tsuchiya 1960)の三倍体×二倍体において最高の稔性を示す場合は 53.3%, その発芽率は、70.8% であったし、ホウレンソウ(Janick and Stevenson 1955)やアルファルファ(Julén 1944)なども比較的高い稔性を示したという。さらに、*Tradescantia* の四倍体の場合、体細胞倍加でできた四倍体は稔性を示し、生殖細胞倍加でできた四倍体は不稔に近かったという(Skirm 1942)。その原因として前者の四倍体は二価染色体が多く、後者では四価染色体が多いためと考えられた。これはもとのゲノムの構造的なヘテロ接合性によるもので、同質四倍体でありながら異質四倍体のような行動を示すためであるとされている。

さて、クワの三倍体では本例のように高稔性を示した例をみない。本例における高稔性三倍体の出現については稔性に関係する遺伝子を想定してみた。すなわち、生

殖細胞倍加により得られた三倍体の場合は減数分裂後に染色体が倍加されたことになるが、体細胞倍加による三倍体は減数分裂前にすでに倍加されている。したがって、遺伝子的にはかなりヘテロであるクワの場合には、染色体倍加が減数分裂の前に行なわれたか後に行なわれたかによって配偶子の遺伝子型に違いを生じ、減数分裂の後で倍加された場合は全部ホモの配偶子となる。このことは、他のヘテロの座にも同様に適用されるので、三倍体の稔性に関する遺伝子座がいくつかあれば遺伝子型の違いよりはそれから生ずる相対頻度が問題となろう。いずれにしても、この違いが本例における稔性の差を生じたことと深い関係があるのではないかと考えられるが、クワの稔性に関する遺伝子分析は行なわれていないので今後さらに追求したい。

摘 要

本研究は、剣持(2x)の雌花の減数分裂時にコルヒチン処理を行なって倍加雌性配偶子をつくり、これに改良鼠返(2x)の正常花粉を交配して得られた三倍体と剣持(2x)の芽にコルヒチン処理を行なって得られた同質四倍体(剣持4x)に改良鼠返(2x)を交配して得られた三倍体との稔性について調査したところ、種子稔性、発芽率ともに前者が高かった。

謝 辞：本研究を行なうにあたり種々ご便宜を与えられ、ご指導ご校閲を賜わった蚕糸試験場東北支場長 杉山多四郎博士、文献等にご教示いただいた岐阜大学教授 西川浩三博士、本稿をまとめるにあたり有益なご教示をいただいた蚕糸試験場栽桑部長 北浦澄博士、調査に協力された渡辺四志栄技官に深謝する。

引用文献

- 堀田禎吉 1958. 農学大系作物部門 桑編. 養賢堂, 東京. pp. 414.
- JANICK, J. and STEVENSON, E. C. 1955. Genetics of the monoecious character in spinach. *Genetics* 40: 429~437.
- and ——— 1955. The effect of polyploidy on expression in spinach. *J. Heredity* 46: 150~156.
- JULÉN, G. 1944. Investigations on diploid, triploid and tetraploid lucerne. *Hereditas* 30: 567~582.
- 野口弥吉 1947. 非メンデル式作物育種法. 養賢堂, 東京. pp. 318.
- 大沢一衛 1915. 桑ノ品種ニ依ル葉ノ解剖的差異ニ就テ. 蚕試報 1: 41~108.
- 1916. 桑ニ関スル細胞学的並ニ実験的研究. 蚕試報 1: 215~300.
- SKIRM, J. W. 1942. Bivalent pairing in an induced tetraploid of *Tradescantia*. *Genetics* 27: 635~640.
- 杉山多四郎・新村文男・岩田 益・山田景三・和田 昭 1952. 桑榎の採取時期と種子数について. 蚕糸研究 2: 17~21.
- 1953. 桑の挿木利用交雑法に関する研究. 蚕試報 14: 157~200.

SUGIYAMA, T. 1959. On the breeding of triploid mulberry by diploidizing gamete cells (a preliminary note). Japan. J. Breed. 9: 41~45.

東城 功 1966. 桑の倍数体に関する研究 I. 同質4倍体の育成. 蚕試報 20: 187~207.

——— 1966. 桑の同質4倍体の交雑実験. 蚕糸研究 59:

8~15.

Tsuchiya, T. 1960. Studies on cross compatibility of diploid, triploid and tetraploid barleys. II. Results of crosses between triploid, diploid and induced autotetraploid. Japan. J. Genet. 35: 337~343.

Summary

The seed fertility of triploid mulberry trees, derived from two ways was investigated.

One group of triploids (A) was originated by crossing of artificially diploidized gamete cell (Kenmochi, a diploid race) and normal pollen grain (Kairyo-nezumigaeshi, a diploid race) and the other, (B) was originated by crossing of the autotetraploid of Kenmochi (4x) and Kairyo-nezumigaeshi (2x).

Fertilities obtained under natural and artificial crosses varied between group (A) and (B), according to their different origins. High seed production and seed germination were observed in group (A) rather than group (B).

I. TOIYO

Tohoku Branch, Sericultural Experiment Station,
Iizaka, Fukushima.