

クワの倍数性交雑におけるF1と両親との形質の比較

誌名	蠶絲研究
ISSN	00364495
著者	東城, 功
巻/号	89号
掲載ページ	p. 14-22
発行年月	1973年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



クワの倍数性交雑における F_1 と両親との形質の比較

東 城 功

育種研究において両親とその F_1 における形質の遺伝関係について明らかにしておくことはいうまでもないことであるが、雑種性の高いクワの場合これに関する資料はきわめて少なく、とくに倍数性雑種の形質分離に関する資料としては斎藤 (1959) の 1 調査例があるにすぎない。

著者は、優良倍数体特に 3 倍体を育成する目的で多くの倍数性交雑を行ってきたが、その結果の一部を整理するとともに 2 倍交雑の場合をも含めて、両親と F_1 の形質について比較を行なったのでその概要を報告する。なお、5 倍雑種 F_1 に異常葉を着生し、温度によってその発現様式を異にする個体および花器についての観察結果をもあわせて報告する。

材料および方法

(1) 各交雑形式における F_1 と両親との形質比較

交雑形式は、2 倍交雑として剣持 (2x) × 改良鼠返 (2x), 剣持 (2x) × 国桑第 21 号 (2x), 剣持 (2x) × 収穫一 (2x) の 3 組合せ、3 倍交雑では、剣持 (4x) × 改良鼠返 (2x), 剣持 (4x) × 国桑第 21 号 (2x), 剣持 (4x) × 根小屋高助 (2x), 剣持 (4x) × 収穫一 (2x) の 4 組合せ、4 倍交雑では剣持 (4x) × No. 55 (4x) の 1 組合せ、5 倍交雑では剣持 (4x) × 毛桑 (6x) の 1 組合せであるが、形質調査はそれぞれの F_1 と両親とについて行なった。供試桑樹は、肥培管理を同じようにしてきた、いずれも 3~4 年生のもので、春発芽前伐採後、伸長した枝条 (着生葉・枝条・芽等) について比較調査した

(2) 5 倍雑種における異常葉と花器の形態についての観察

5 倍雑種の両親は剣持 (4x, ♀) と毛桑 (6x, ♂) である。1960 年その F_1 を育成し、翌年には場に栽植して 8 年間にわたり春切り、夏切り等を繰返して異常葉の着生および発生状況、花器の観察等を継続した。

花器については春季の自然開花およびさし穂による開花状況を観察した。異常葉については、 F_1 個体における春季の新しょう葉と夏秋季の葉について調査を繰返すとともに、

温度を変えた場合のさし木における異常葉発現の状況も観察した。

結 果

(1) 各交雑形式における F₁ と両親の形質比較

各交雑形式の F₁ について形式調査を行なった結果を第 1 表にとりまとめて示した。

2 倍交雑における調査形質の範囲内では、剣持×改良鼠返の F₁ は、葉先は中間、樹色・芽色は剣持に類似するものが多く、剣持×国桑第 21 号の F₁ の葉形では国桑第 21 号に、葉縁・葉色・樹色・芽色は剣持に類似するものが多く、葉先は、両者の中間の場合が多かった。剣持×収穫一の F₁ では、葉形・葉色・樹色・芽色等は剣持に類似するものが多かった。用いた各桑品種の遺伝子分析は行なわれてはいないが、F₁ における形質の現われ方は両親のもつ遺伝子の優劣関係によるものであろう。

3 倍交雑では、ゲノム数の多い親（剣持：4x）に類似した形質は、剣持×改良鼠返では葉縁、葉面、葉色、樹色、芽色、芽の大きさ・厚さ、剣持×国桑第 21 号では葉形、葉縁、葉面、葉色、樹色、芽色、芽の大きさ、厚さ、剣持×根小屋高助では葉形、葉縁、葉底、葉序、芽色、剣持×収穫一では葉形、葉先、葉縁、葉面、樹色、芽色であった。ゲノム数の少ない親（改良鼠返：2x）に類似した形質は、剣持×改良鼠返では枝条の曲直、樹姿、樹肌、剣持×国桑第 21 号では枝条の曲直、樹肌、剣持×根小屋高助では樹肌であった。また、剣持×改良鼠返および剣持×国桑第 21 号の葉先、剣持×根小屋高助の葉の光沢、枝条の曲直は両親の中間の場合が多かった。

4 倍交雑は 1 組合せであるが、その F₁ における形質の現われ方は、葉底・葉の光沢は剣持（4x, ♀）に、枝条の曲直・葉序は No.55（4x, ♂）に類似するものが多かった。

5 倍交雑も 1 組合せであるが、ゲノム数の多い親（毛桑：6x）に類似する場合（葉形、葉先、葉縁、葉底、葉色、樹姿、葉序）が多かったが、葉面、樹色、芽色はゲノム数の少ない親（剣持：4x）に類似するものが多く、葉柄溝については中間的形質を示すものが多かった。

(2) 異常葉個体について

5 倍雑種の剣持（4x）×毛桑（6x）の F₁ に異常葉着生個体が現われたが、一般にこの異常葉着生の F₁ では、葉色・葉形が剣持（4x）に類似するものが多く、そのほかの外部的諸形質の多くは毛桑（6x）に類似していた。この異常葉着生 F₁、正常の F₁ それぞれについて詳細に比較すると第 2 表および第 1 図のとおりで、主要な差異は葉であった。異常葉着生個体の葉は一般に小さく第 7 葉附近の差がもっとも顕著で（第 2 図）、裂葉が多かったが丸葉のものもあり、欠刻も異常に浅いもの、深いもの様々で、また葉先・葉縁・葉底なども奇形状を呈しているものがあつた。葉色は緑色と黄色による mosaic 状および霜降り状を呈し、若干の縮皺が見られた。葉柄溝はこん跡程度のものが多かった。托葉は異常に長いもの、落下の遅いものなどがあつた。新しょう伸長はあまり良好でなかつた。

この異常葉は夏切枝条では春季に発生し、夏切り（6 月上旬）後の夏季の葉は正常であ

第1表 クワの倍数性交雑における F₁ と両親の形質の比較 (1964)

交雑形式	交雑組合せ (♀×♂)	F ₁ 個体数			葉							枝 条				芽					
		計	形質の分離		形	葉先	葉縁	葉底	葉面	色	光沢	葉柄溝	曲直	樹姿	肌	葉序	色	色	大きさ	厚さ	
2x2x	剣持×改良風返	17	♀親に類似	•	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	9	12	•	•	
			中間的	•	11	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	3	2	•	•
			♂親に類似	•	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	5	3	•	•
2x2x	剣持×国桑第21号	18	♀親に類似	7	3	11	•	•	14	•	•	•	•	•	•	•	15	9	•	•	
			中間的	1	13	0	•	•	0	•	•	•	•	•	•	•	1	5	•	•	
			♂親に類似	10	2	7	•	•	•	•	4	•	•	•	•	•	2	4	•	•	
2x2x	剣持×収穫一	30	♀親に類似	15	•	•	•	•	26	•	•	•	•	•	•	•	20	25	•	•	
			中間的	5	•	•	•	•	0	•	•	•	•	•	•	•	0	0	•	•	
			♂親に類似	10	•	•	•	•	•	4	•	•	•	•	•	•	10	5	•	•	
4x2x	剣持×改良風返	23	♀親に類似	•	7	15	•	10	23	•	•	6	0	2	•	15	15	21	21		
			中間的	•	14	0	•	10	0	•	•	0	2	8	•	4	3	0	0		
			♂親に類似	•	2	8	•	3	0	•	•	17	21	13	•	4	5	2	2		
			♀親に類似	22	14	27	•	25	30	•	•	3	•	4	•	21	21	33	33		
4x2x	剣持×国桑第21号	37	中間的	0	19	0	•	5	6	•	•	0	•	11	•	11	2	4	4		
			♂親に類似	15	4	10	•	7	1	•	•	34	•	22	•	5	4	0	0		
			♀親に類似	52	•	56	53	•	•	26	•	4	•	7	84	•	67	•	•		
			中間的	4	•	0	18	•	•	49	•	80	•	31	0	•	15	•	•		
4x2x	剣持×根小屋高助	84	♂親に類似	28	•	28	13	•	•	9	•	0	•	46	0	•	2	•	•		
			♀親に類似	40	41	64	•	76	•	•	•	•	•	•	•	61	74	•	•		
			中間的	0	32	0	•	2	•	•	•	•	•	•	•	15	4	•	•		
			♂親に類似	38	5	14	•	0	•	•	•	•	•	•	•	2	0	•	•		
4x4x	剣持×No.55	14	♀親に類似	•	•	•	9	•	•	14	•	0	•	•	4	•	•	•	•		
			中間的	•	•	•	0	•	•	•	0	•	0	•	•	2	•	•	•		
			♂親に類似	•	•	•	5	•	•	•	0	•	14	•	•	8	•	•	•		
4x6x	剣持×毛桑	46	♀親に類似	24	24	30	25	0	46	•	11	•	37	•	43	0	1	•	•		
			中間的	1	15	1	0	0	0	0	•	21	•	9	•	2	0	2	•	•	
			♂親に類似	21	7	15	21	46	0	•	14	•	0	•	1	46	43	•	•		

第2表 5倍雑種の F₁ における異常葉の形態 (1960~1965)

形	質	剣 4 x	持 ♀	F ₁ (正常)	F ₁ (異常)	毛桑 6 x 凸
葉の欠刻	形数	裂	葉	裂	葉	卵形
欠刻の形態		4~5		3~5	0~4で不定	まれに1
葉の先	尾状頭	やや深い		深い	深淺様々	極めて浅い
葉の縁	鋭鋸齒	長鋭頭	~尾状頭	長鋭頭	尾状頭V, M字形	長鋭頭
				鋭鋸齒	深裂, 鋭鋸齒, 鉅状, 殼針のめだつものなど, 形大きさが不規則	鈍鋸齒
葉の硬軟	底脈	深湾入形	太い	浅湾入形~截形	截形, Y字形, 浅湾入形	深湾入形
葉の硬軟	面	滑		やや太い	中	やや太い
葉の光沢	色	濃緑色		硬い	硬い~中程度	中
葉の皺	柄の太さ	なし		粗	粗	粗
葉柄の太さ	柄の形状	溝有		なし	なし	なし
葉柄の色	托葉の落下習性	3~4		濃暗緑色	霜降り状~モザイック状	黄緑色
托葉の落下習性	毛茸	少		黄緑色~赤紫色	若干有	若干有
新しょうの発育		良好		浅溝~ふつう溝	根跡程度	太い
				黄緑色~赤紫色	淡赤紫色~黄緑色	先端葉溝有, 下部は根跡
				4~3	8~2	赤紫色~黄緑色
				多	多	2~3
				極良好	中~不良	極多
						極良好

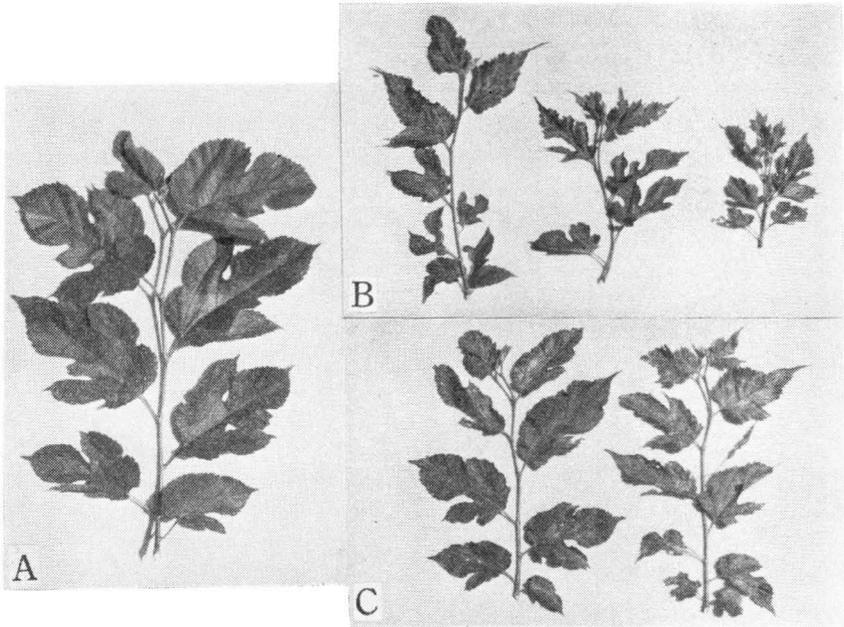
※ 新しょう先端からの托葉着生葉位を示す。

ったが、この正常葉を着生していた芽から発芽する翌春の新しょう葉は異常となり、夏秋葉は正常であった。春切りした場合も同様に初期に開葉したものは異常であったが、その後開葉してくるものは正常であった。この現象は翌年春切りを繰返してもまったく同様であった。

そこで、2月下旬に異常個体と正常個体の枝条を伐採し、さし木をして温度条件を変え、発芽に伴う異常葉の出現状況を観察した。15, 20, 25°Cの各定温器およびコイトロン(25°C内外)内で発芽させると、コイトロン、25°Cのさし木区からは異常葉はみられず、20°Cでわずかに認められ15°C区からもっとも多く出現した。しかし、本実験における異常の程度は春季自然環境下におけるは場での発芽に比較して少なかった。

(3) 花の形態について

4 x (剣持, ♀) x 6 x (毛桑, 凸) の F₁ 47 個体について着花の調査を行なった結果、8年を経過しても春切り・夏切り状態では着花しないものが20個体もあった。着花した27個体の性はすべて雌性で雄花は認められなかった。それらの中で26個体は長花柱であ



第1図 5倍交雑(剣持4××毛桑6×)から生じた異常葉

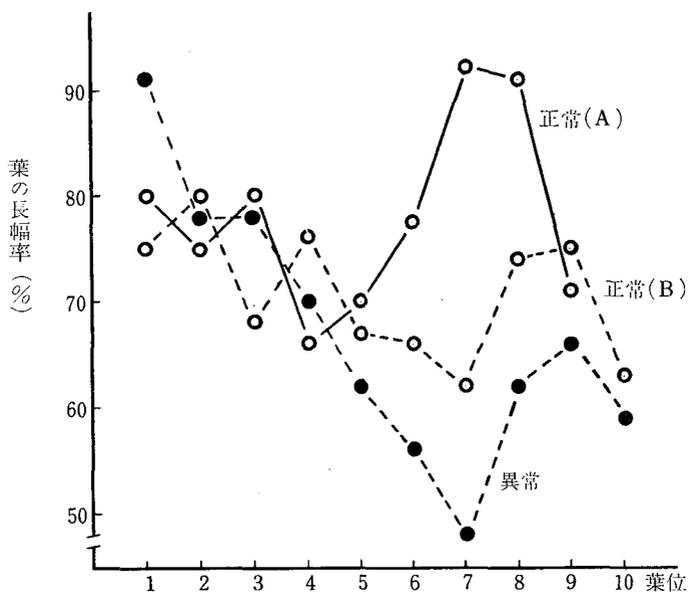
- A : 正常新しょう葉
 B, C : 異常新しょう葉

ったが1個体のみ花柱を欠除していた(第3表). 長花柱個体と無花柱個体についての花の形態的差異は第4表および第3図のとおりである. なお, 比較のため両親(4×, 剣持, ♀, 6×, 毛桑♀: 親木は雄であるが比較上雌樹を用いた)と4×剣持の原品種剣持(2×)も合せて調査した. 雌親である4×は, 原品種2×に比較して花柱は長く子房も大きい, 毛桑(♀)は花柱を欠除し子房は4×より小さい. ところがF₁5×の子房は大きく, 花柱は両親よりも長かった. 花柱を欠除していた個体も子房はやはり両親よりも大きかった(第4表).

考 察

1 倍数性雑種の形質

倍数性交雑におけるF₁の形質は一般にゲノム数の多い親に類似する 경우가多いが, 形質の種類によっては中間的に現われるもの, ゲノム数の少ない親に類似するもの, ときにはまったく両親と異なる場合もあった. このような現象は一般の作物においてもほぼ同様で, ゲノム数が多ければ形質の発現は強調される場合が多く, ゲノム数が同じ場合は遺伝



第2図 5倍雑種における異常個体の葉の長幅率の葉位別変化 (5, 1968)

第3表 5倍雑種における花柱欠除個体の出現数 (1967)

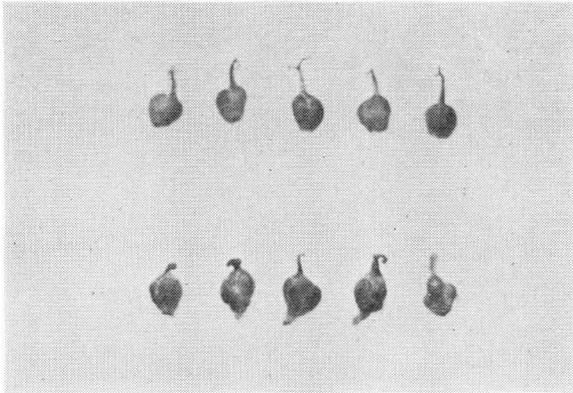
区 別	個 体 数
長 花 柱	26
花 柱 欠 除	1
計	27

第4表 5倍雑種 (剣持4××毛桑6×) の花の形態 (1965)

形 質	5倍雑種A	5倍雑種B	剣持4×♀	毛桑6×♀	剣持2×
花 柱 の 長 さ	1.45 <small>mm</small>	—	1.03 <small>mm</small>	—	0.58 <small>mm</small>
子房の大きさ	長径 2.62	2.85	2.50	1.95	2.00
	短径 2.30	2.37	2.30	1.96	1.80

A : 長花柱個体

B : 無花柱個体



第3図 クワにおける5倍雑種の花柱欠除の雌花
上段：長花柱の雌花下段：花柱欠除の雌花

子の優劣と組合せとによって発現する形質が異なるし、ゲノム数・同一遺伝子数が多くても遺伝子の優劣関係が強い場合はゲノム数に平行しない場合もあろう。また、劣性因子の表現される場合も考えられるから表現的に両親に現われていない形質でも F_1 で発現されることがありうるわけである。したがって、倍數性交雑による優良品種の育成はこれらの点を考慮して行なう必要がある。

2 異常葉の出現について

クワにおける自然突然変異の報告は、改良鼠返における枝条の節曲り（菅沢1943）、大葉の芽色（桑原1943）、一ノ瀬の丸葉（相田1955）、改良鼠返の全縁葉（大和田1963）等があり、現行品種の中にもいくつかの芽条変異があるという。しかし、葉の奇形等についての報告例は少なく、大沢（1934）が発見した庄内早生の交雑から生じた糸桑、銀龍×嘉左衛門より生じた袋状の葉および両面に柵状組織を有する葉（大沢1934）、鶴田（1934）の両面桑、相田ら（1953）が発見した庄内早生の変形葉および押金ら（1965）がホオキグワを母樹とした交雑種の変形葉等がある外、現行品種にも柄無桑・両面桑等の突然変異桑もある。しかしこれらは、いずれも自然環境等の変化によって変化することがないが、本例は次のような点が異なっている。

奇形または葉色に霜降り状や mosaic 状を呈するいわゆる異常葉を着生する個体において、夏季の高温下での展開葉には全く異常は認められなかったが、春季に展開する葉のみが異常となること、およびさし木試験においても高温下では正常葉を、低温下で異常葉の出現が多かったことは、異常葉の出現と温度条件が密接に関係していることがうかがわれる。このような現象がなぜ起るかは遺伝子分析の結果をまたねば結論は下せないが、温度と関係がある易変性遺伝子的作用によるものであろう。

3 花の形態について、特にクワ属分類に対する考察

従来、クワの植物学的分類はその基礎を環境による変異の少ない花においており、10数種のクワは有花柱類と無花柱類に大別されている(小泉1917)。一方、堀田(1954)は、花柱のほかに房状体細胞も加えて分類しているが、KATSUMATA(1972)もまたこれを支持している。現在の栽培品種はこれらの分類法により一応分類されるが、多くの品種を用いて調査した結果、現行品種の各系統に属する品種の花柱の長さの変異幅の大きいことが指摘されており、やまぐわ系、からやまぐわ系、ろそう系等に属しているといわれる栽培品種の中には、これらの雑種と思われるものが含まれているという(相田1952, KATSUMATA 1972)。

しかし、上記の調査結果から同一交雑形式の中に長花柱のものと花柱を欠除する個体が生じたことは、従来の分類法に従えば、当然異なる種(species)に分けられることになる。ところが、葉の一部を除いて(第5表)他の諸形質はほとんど類似して別種と考

第5表 5倍雑種における長花柱個体と花柱欠除個体の主なる形態的差異(1967)

形 質	長 花 柱 個 体	花柱欠除個体
葉 形	細長い葉で1~4の欠刻(ふつう1~2が多い)を有する	多裂葉(5~7の欠刻)
葉 先	長 鋭 頭	長鋭頭~尾状頭
葉 縁	鋭 鋸 歯	左より鋭い鋸歯
葉 底	湾入形~截形	湾入形
新しょう伸長	極めて良好	やや不良

えることはできない。ANDERSON(1956)は、植物体は種々の形質が総合されてはじめて、その植物体が理解されるのであるから、種の違いというものは植物体のあらゆる形質を総合したもので比較されなければならないといっている。したがって、クワ属の分類においても花柱のみでなく、細胞学的、交雑親和性、外部形態等の観点からの指標についても考慮する必要があるように思われる。

摘 要

本報告は、優良倍数体クワ品種育成のための基礎実験として、2倍交雑、3倍交雑、4倍交雑、5倍交雑等によるF₁の形質について調査するとともに、5倍交雑に生じた異常葉の出現機構ならびに花器の形態特にクワ属の分類法に対する一考察を行なったものである。

1. 倍数性交雑におけるF₁の形質は、一般にゲノム数の多い親に類似する 경우가多いが、形質の種類によっては中間的に現われるもの、ゲノム数の少ない親に類似するもの、ときには全く両親と異なる場合もあった。

2. 5倍雑種(剣持, 4x, ♀x毛桑, 6x, ♂)に出現した異常葉は、奇形のもの、

葉色が霜降り状ないし緑と黄の mosaic 状を呈するものが主で全般に小形であった。異常葉は春季または低温時（さし木の場合）に出現し、夏季または高温時（さし木の場合）にはほとんど発現しなかった。これは高温下で抑制され低温下で発現する突然変異体であろう。

3. 同一交雑形式で生じた F_1 の雌花の花柱は一般に母樹と同様長かったが、花柱を欠除する個体が出現した。

謝 辞

本研究を行なうにあたり、ご指導とご校閲を賜わった東北支場長杉山多四郎博士に深く感謝の意を表す。

引用文献

- 相田二三夫 1952. 栽培品種の類別に関する一見知. 日蚕雑 21 : 215—222
 —・藤原茂正 1953. 庄内早生の変形葉に就て. 蚕糸研究(4) : 1—4
 — 1955. 桑の品種育成について, 蚕糸試験場東北ブロック講習会資料 : 2
 ANDERSON, E. 1956. Character association analysis as a tool for the plant breeder. Brookhaven Symposia in Biol. No. 9 : 123—140
 堀田 禎吉 1954. 農学大系作物部門. 桑編, 養賢堂 : 24—44
 KATSUMATA, F. 1972. Relationship between the length of styles and the shape of idioblasts in mulberry leaves, With special reference to the classification of mulberry trees. J. Sericult. Sci. Japan 41 : 387—395
 小泉源一 1917. 桑属植物考. 蚕試報 3 : 1—62
 桑原四右門 1943. 桑品種大葉の変異について (予報). 日蚕雑 14 : 58—59
 大和田賀吉 1963. 桑の改良鼠返に出現した全縁葉について. 蚕糸研究 (47) : 1—4
 押金健吾・関博夫 1965. ホオキグワを母樹とした交雑種について. 日蚕雑 34 : 191
 斎藤金兵衛 1959. 桑の交雑実生の形質調査. 蚕糸研究 (31) : 1—13
 菅沢春吉 1943. 桑樹に発現した易変性の枝変りに就て. 日蚕雑 14 : 131—139
 鶴田定平 1934. 実験桑樹品種論 明文堂 : 450—456