

オウトウ (*P. avium* L. cv. Napoleon) とサクラ属 植物との種間交雑について

鈴木 洋・樋浦 巖・佐藤 葉
(山形大学農学部園芸繁殖学研究室)

Some interspecific Hybridizations in combination with
"Sweet Cherry (cv. Napoleon) X *Prunus* spp."

Hiroshi SUZUKI, Iwao HIURA and You SATO
(Laboratory of Horticultural breeding and Propagation, Faculty of
Agriculture, Yamagata University)

緒 言

すでにわが国では、リンゴにおいてわい化栽培が検討され、一部実用化の段階を迎えている。オウトウにおいてもわい化栽培が実現されるならば、収穫等の作業能率を向上させる上において、リンゴ以上に大きな寄与をすのであらう。

オウトウのわい化をはかる一つの方法は穂木のオウトウ品種に対してわい化効果を持つような台木をすでに現在あるサクラ属植物の中から直接選び出すことで、この方向での追究は別報 (鈴木ら1981)⁹⁾ の通りである。

一方、育種的な観点からは、現在利用されている台木系統間の交雑後代について、あるいはわい化効果を持つと思われる近縁植物を交配親としてのその種間交雑雑種の後代について、わい性台木を期待する方法などが考え

られる。前者の立場からは例えばすでに、GARNER (1973)⁴⁾ は遺伝的にわい性のマザートのをわい性台木として用いた結果について報告している。

本報告は後者の立場に関わるもので、まず種間交雑による雑種個体の確保のための基礎資料として、サクラ属の中でわい化の性質を持つと思われる植物を花粉親として、オウトウ品種ナポレオンに交配しその交雑可能性を調査した。

材料および方法

1. 交配方法

受粉親には本学農学部で栽植中のオウトウ品種ナポレオン (*P. avium* L.), (樹令約 15年) 1本を用い、除雄は4月30日, 5月1日の2日間行ない、5月3日, 5月4日に交配を行なった。また花粉親として用いた植物

第1表 交配に用いた材料植物名および花粉採取場所

和 名	学 名	染色体数	花粉採取 月 日	花粉採取場所
ニワウメ	<i>Prunus japonica</i> THUNB.	2n=16	4月5日	埼玉県春日部市鈴木宅
ユスラウメ	<i>P. tomentosa</i> THUNB.	16	4月5日	" 丸林宅
スモモ	<i>P. salicina</i> L. × <i>P. domestica</i> L.	16	4月5日	" 小高宅
ウメ	<i>P. mume</i> SIEB. et ZUCC.		4月13日	" 鈴木宅
オクチョウジザクラ	<i>P. apetalata</i> (SIEB. et ZUCC.) FRANCH et SAV. var. <i>pilosa</i> (KOIDZ.) WILSON		4月13日	山形県鶴岡市 佐藤宅
ジュウガツザクラ	<i>P. subhirtella</i> MIQ. var. <i>autumalis</i> MAKINO	16	4月13日	同 上
エドヒガン	<i>P. itosakura</i> SIEB. var. <i>ascendens</i> MAKINO	16, 24		山形県鶴岡市山形大学 農学部啓明寮
ケイオウザクラ	<i>P. pauciflora</i> X <i>P. subhirtella</i>		4月17日	鶴岡市 門野宅
ソメイヨシノ	<i>P. yedoensis</i> MATSUM.	16	4月18日	" 土屋宅
酸果オウトウ	<i>P. cerasus</i> L.	32	4月21日	山形大学農学部
マメザクラ	<i>P. incisa</i> THUNB.	16	4月22日	山形県寒河江市県園試
リュウガクザクラ	<i>P. incisa</i> var. <i>Yamadei</i> MAKINO		4月22日	山形大学農学部
カスミフジザクラ	<i>P. incisa</i> X <i>P. verecunda</i>		4月22日	同 上
甘果オウトウ	<i>P. avium</i> L.	8, 16, 32	4月24, 26, 30日	同 上

* DARLINGTON, C. D. & WYLLE, A. P. (1955)²⁾ および FEDOROV (1974)³⁾ による。

は第1表に示した通りである。花粉はそれぞれ開花当日の雄ずいを採取し、24時間室内で乾燥させ、開葯させたものから集め、シリカゲルと共に5°C前後の冷蔵庫に貯蔵しておいたものを用いた。

交配1ヶ月後の6月4日に結果した果実を収穫した。除雄、交配時の気温等は第2表に示した通りであった。

第2表 除雄交配時の天気(山形県鶴岡市 1977)

月 日	最高気温	最低気温	平均気温	晴 雨
4月30日	15.2°C	6.6°C	10.9°C	晴
5月1日	22.0	5.4	14.5	晴
5月2日	17.5	10.4	12.7	曇のち雨
5月3日	11.2	7.6	8.5	曇
5月4日	14.9	5.8	10.5	晴

2. 供試花粉の発芽試験

1で述べたような方法で採取、貯蔵した花粉について、寒天1%, ショ糖15%, PH 6.8の培地を用いて行なった。(ショ糖濃度は予備実験の結果, 5, 10%区に比べて15%区が最高の発芽率を示した。) 発芽率は17°C 48時間後の結果で示した。

3. 柱頭および花柱内部の花粉管伸長の観察

開花前々日～前日のつぼみをつけているオウトウ品種ナポレオンの枝を室内に持ち込み、水にさして戸外の交配実験と同じ方法で除雄、交配した。交配5時間、1日、3日、6日後に花柱に子房がついたままの状態で固定(FAAによる)し、これを6ヶ月後に取り出して西山(1963)⁹⁾の方法にならって、押しつぶし、0.1%ラクモイド液により染色して観察した。なお数種の染色剤について予備的に染色程度の比較を行なったがその結果は

第3表に示した。

花粉管の伸長程度の表示についてはつぎのような方法に従った。ラクモイド染色液は第1図に示したように花粉管の中のカロース部分だけを青く染めるので、花粉管が一連のつながりになっている状態を観察することはできない。そこで柱頭から花柱基部までを4区分し、各区分内に含まれるカロースの数を求め、5花柱の平均値を片対数グラフに図示した(第3図)。

第3表 染色剤の種類と染色程度との関係

染 色 剤	染色の程度	
	花粉粒	花粉管
コットンブルー	—	—
アニリンブルー	—	—
ライトグリーン・酸性フクシン	+	—
ラクモイド・ マルチュースイエロー	+	+
ラクモイド	+	++

(注) —; よくない, +; よい, ++; 大変よい

4. 胚培養

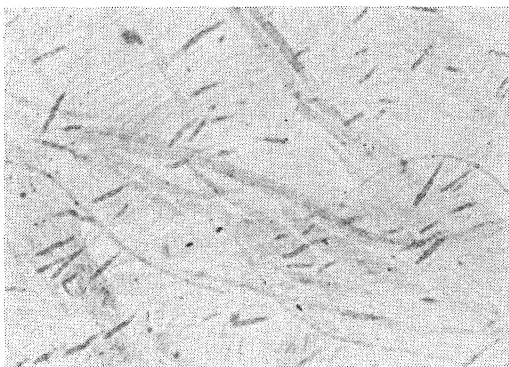
種間交配による雑種胚は、その発育が充分に行なわれないことが多く、また核果類の種子はその発芽が困難なものが多い。そこで、胚培養を試みた。培地は WHITE 氏液に、0.8%の寒天を加えたものを用いた。植えつけ後最初の25日間は低温処理による後熟の促進と休眠を打破する目的で2°C冷蔵庫内に置き、その後25°C恒温器内に移し生育状態を調べた。

実 験 結 果

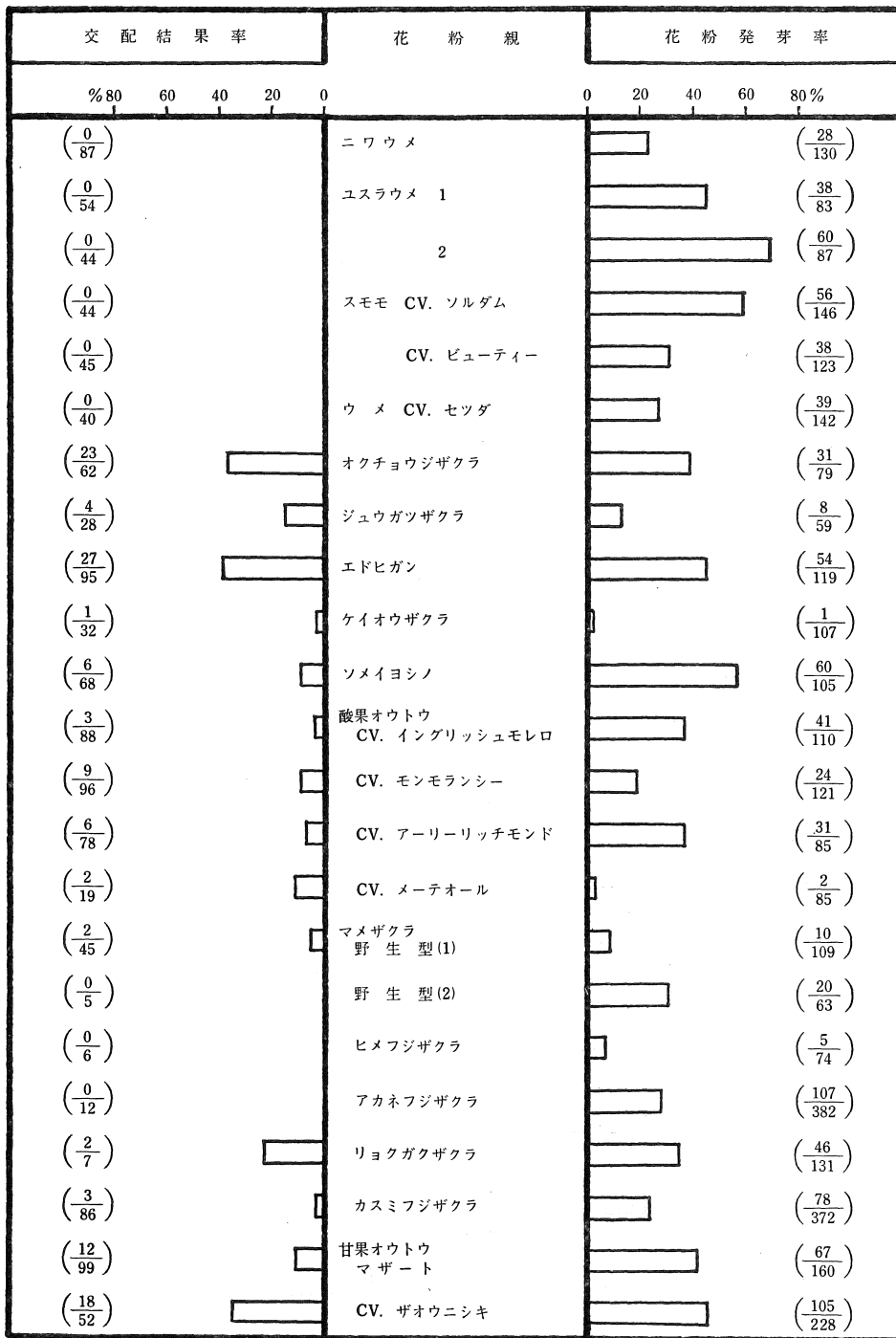
1. 交配結果

交配1ヶ月後の結果率は第2図に示した通りである。

ニワウメ、ユスラウメ、スモモ、ウメを花粉親とした組合せでは全く結果しなかった。比較的高い結果率を示したのは、オクチョウジザクラ、エドヒガン、マメザクラ系のリョクガクザクラとの交配で、それぞれ、37.1%、28.4%、22.2%の結果率をみた。また比較的低い結果率を示したものに酸果オウトウ、マメザクラ野性型(1)の組合せがあり、それぞれ7.1%、4.4%であったが、これらの供試花数は極端に少ないものであった。リョクガクザクラ、カスミフジザクラも含めたフジザクラ類全体の結果率としては4.3%であった。これらより少し高い値を示したものにジェウガツザクラとマザートがあってそれぞれ14%、12%であった。なおナポレオンに対する授粉樹品種として普通に用いられている品種ザオウニシ



第1図 花柱内花粉管の伸長
(ラクモイドにより染色されたカロースせん)



第2図 種間交配試験における供試花粉の発芽率および結果率 (1977)
 () 内: 分母=供試花数(総花粉粒数), 分子=結果数(発芽花粉粒数) 花粉親は花粉採取時期の早い順に上段から下段に配置した。

キとの結果率は34%であった。

2. 供試花粉の発芽試験

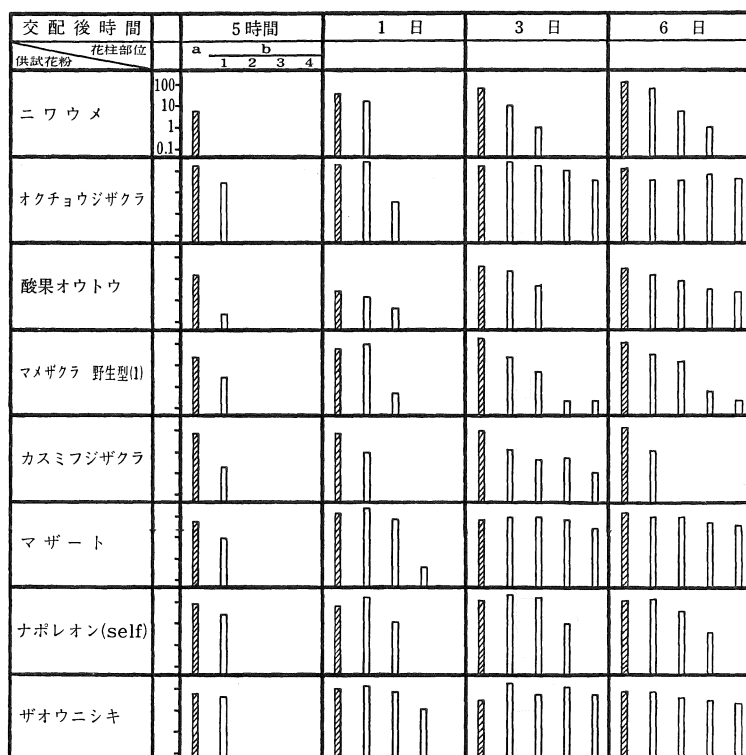
第2図に示したように発芽能力の全くない花粉はなく、また採取日の晚い花粉の方が発芽能力が高いという傾向もみられなかった。発芽率は最高はユスラウメ系統2の69%で、最低はケイオウザクラの0.9%であった。比較的発芽率が高かったのは、ソメイヨシノ、ユスラウメ系統1、エドヒガンザクラ、マザート、ザオウニシキで、これより少し低いところにスモモ、オクチョウジザクラ、酸果オウトウ（イングリッシュモレロ、アーリーリッチモンド）、マメザクラ（野性型(2)、アカネフジザクラ、リョクガクザクラ）などがあり、30~40%の発芽率であった。

同じ種に属しながら、系統や品種の違いによって大きく数値のずれるものが、ユスラウメ、酸果オウトウ、マメザクラなどで認められた。

3. 柱頭および花柱内部の花粉管伸長

第3図に示したように、交配5時間後ではほとんど全ての種類で発芽は柱頭附近だけにとどまったが、ニワウメでは発芽したのが見られなかった。交配1日後ではマザート、ザオウニシキ等甘果オウトウの花粉管は中間部を越え、オクチョウジザクラ、酸果オウトウ（イングリッシュモレロ）、マメザクラ（野性型(1)）、自家交配ではそれよりやや劣り、ニワウメ、カスミフジザクラでは柱頭近傍で発芽しただけであった。

交配3日後には、ニワウメ、酸果オウトウ、ナポレオン以外は一応全て基部まで到達していた。自家受粉区では3日後迄に伸びた位置を越えて伸びている様子はなく、その位置まで到達している花粉管の先端が丸く、膨大しているのが見られ、抑制作用がうかがわれた。最終的にはオクチョウジザクラ、マザート、ザオウニシキにおいて花粉管の伸びは良好で、ニワウメ、酸果オウト

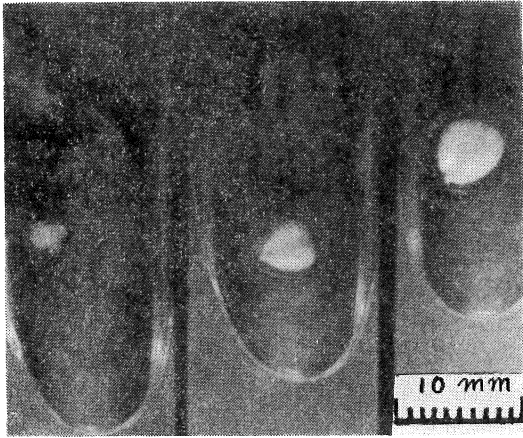


第3図 ナポレオン×各種サクラ属植物 柱頭から花柱基部にかけての花粉管の伸長
目盛は片対数グラフ上にとった

a; 柱頭上花粉粒数

b; 花柱 [1. (柱頭近傍) → 4. (花柱基部)]

ラクモイドによって染まるカロースゼンの数を花粉管数の指標としてあらわした。



第4図 胚培養における植えつけ時の胚
 A ; ナポレオン×酸果オウトウ
 B ; " ×マメザクラ
 C ; " ×マザート

ウ、マメザクラ類で低く、ナポレオンは前半は支障なく伸びているのかかわらず、途中から急激な低下が見られた。

第4表 種間交雑 (ナポレオン×各種サクラ属植物) によって得られた種子の胚培養結果 (生育経過の型別分布)

花 粉 親	供試 胚数	生 育 経 過 型*					
		0	I	II	III	IV	V
オクチョウジザクラ	17	3	3	8	2	—	1
ジュウガツザクラ	1	—	—	—	1	—	—
エドヒガン	17	1	3	8	2	3	—
ケイオウザクラ	1	1	—	—	—	—	—
ソメイヨシノ	5	5	—	—	—	—	—
酸果オウトウ	19	3	14	—	1	1	—
マメザクラ	5	1	3	—	—	—	1
マザート	4	3	—	1	—	—	—
ザオウニシキ	9	—	5	4	—	—	—

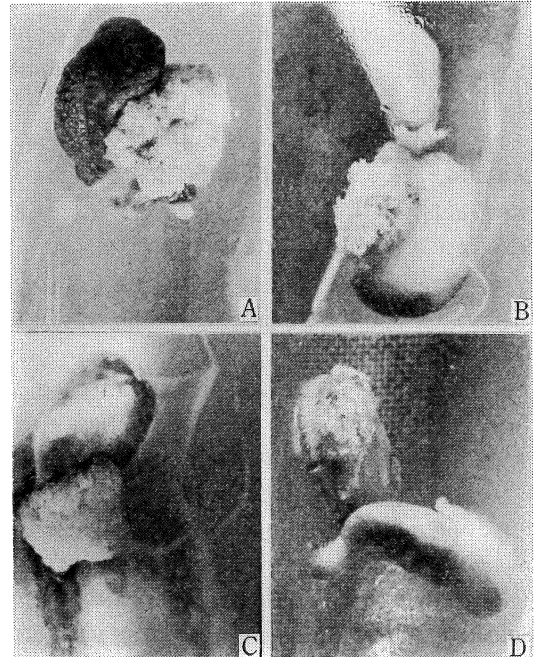
- * 0 ; コンタミによる禍変枯死。
- I ; 胚は植え付け時のまま最後まで動かない。
- II ; 子葉が開き、内部より白い2枚の本葉出現。生育後本葉が緑色になるものもある。
- III ; IIの生育後、本葉の生育が衰え、子葉上にカルスと場合によって根様体出現。
- IV ; 子葉が開き、幼根が伸び生長した。パーミキュライト床に移植後生育することなく枯死。
- V ; 幼根が生育し、白い本葉も緑色に生育した。パーミキュライトに移植後生育することなく枯死。

4. 胚培養

植えつけ時の胚は大きささまざまであったが、形態的には幼根、子葉とも正常な形を呈していた。(第4図)。植えつけ後、胚の生育は一様ではなく、色々な生育経過をたどったが第4表に示したような5つのタイプが分類された。なお、ケイオウザクラ、ソメイヨシノの組合せ雑種胚では生育したものは皆無であったがこれは、培養技術の誤りによるものでそれ以外の組合せ胚では生育がみられたが、そのほとんどがタイプIIの子葉展開までで、タイプIVの発根をみたのはエドヒガンザクラおよび酸果オウトウとの雑種胚のみであった。

タイプVの外観上正常な植物体まで生育したのはオクチョウジザクラ、マメザクラ(野生型(I))との雑種胚であった。しかしこれら2個体もその後試験管からとり出してパーミキュライトに移植した後に枯死してしまい、最終的には1個体も完全な植物を得るには至らなかった。

その他、タイプIIIの子葉上にカルスを形成し、根様体



第5図 胚培養試験によってえられた種間交雑胚のカルス、根様体

- A ; ナポレオン×オクチョウジザクラ (培養開始4ヶ月後)
- B ; " ×ジュウガツザクラ
- C ; " ×エドヒガン
- D ; " ×酸果オウトウ

を生じたものに、オクチョウジザクラ、ジュウガツザクラ、エドヒガンザクラ、酸果オウトウとの雑種胚（第5図）があった。

考 察

母本のオウトウ品種ナポレオンと交雑の可能性があると思われたものに数種の花粉親が認められたわけであるが、この中で特に結果率が高く対照の授粉樹ザオウニシキを上まわる成績を示したオクチョウジザクラは結城(1977)¹³⁾によれば、秋田県から新潟県へかけての裏日本側に野生し、山形県はこの植物の分布の中心地であるといい、オウトウの栽培適地に一致している点で有望な育種母本としての可能性が考えられた。

エドヒガンも28.4%でオクチョウジザクラに次いで高い結果率を示したがCUMMINS(1979)¹⁾によれば、この種に属する品種や系統を台木として用いた場合、甘果オウトウに対してつぎ木親和性を有し、かつ、わい化効果があったと云っているのでこの交雑を成功させることにより有望な個体を得る可能性は大きい。

また同じ報告の中で、今回の実験材料としてもとりあげたジュウガツザクラに属する系統のものが目下検討中であると指摘されているが、このサクラは本田(1976)⁵⁾によればコヒガン系のサクラで、エドヒガンとマメザクラの雑種由来であるといい、これら両親種とも本実験の結果からナポレオンと交雑する可能性が示されたので、本種の結果率が12%であったことと考え合わせるならば低いながら親和性があるものと推測された。

ソメイヨシノも低率ながら、一応交雑するものと考えられ、美しい花の形質を兼ね備えたオウトウの育成という観点からも興味深い。

酸果オウトウは、4品種の平均結果率が7.1%と低かったが一応種子は得られた。SHOEMAKER(1928)⁸⁾も本実験とほぼ同レベルの結果を報告している。

マメザクラは一般には樹高2~5mの小高木で本実験では、変種や雑種をも含めた全体の結果率は4.3%で低かった。すでに海外において、同じ目的で育種素材に供せられ、TYDEMANら(1965)¹⁰⁾、WOLFRAN(1972)¹¹⁾、SCHMIDT(1973)⁷⁾らによって両種間の交雑が試みられているが、これらの報告を通して見ても我々の場合と同様、親植物の系統によりかなりデータの振れが大きい。

マメザクラ台にオウトウ(Merton Glory)をついだ例について、CUMMINS(1979)¹⁾の報告では活着してわい化が認められ、7年経っても健全であったと云っているので、この種間交雑に期待するところは大きい。

ニワウメ、ユスラウメ、スモモ、ウメについてはいづれも結果率0%であったが、これらは分類上オウトウの属するサクラ亜属とは別の亜属に所属するので遠縁のため交雑親和性はないものと推測された。

次に交配に際しての条件のなかでまず、気候について考えてみると、スモモの例では最適条件は最高気温が20°C以上で風のない日である(山梨県果樹担当普及員会1974)¹²⁾と云われているが、第2表に示した通り本実験の場合、気候的には交配に適していないように推測された。できれば鉢植えにした材料母本をガラス室等に持ち込んで、もっと暖かな条件下で実施すべきであろう。

花粉の発芽能力は第2図の貯蔵した花粉についての発芽率の比較においては必ずしも差が明らかでない。本報告には載せなかったが、採取直後の新鮮花粉と貯蔵花粉の比較を行なった試験によれば、新鮮花粉を供試した方がはるかに高かったので、花粉の貯蔵にあたって貯蔵期間の長短ということ以外に、何か花粉の活力に直接影響する他の要因があるように思われた。

両親の開花期を一致するようにコントロールして新鮮花粉を供給するようにすれば親和性のある組み合わせについては更に高い結果率を確保することが可能と思われるが、一方労力等限られている場合には予め採取して貯蔵した花粉を用いざるを得ないという事情もあるので、花粉の貯蔵条件について更に検討する必要がある。

また交配結果率との関係で見ると、必ずしも花粉の発芽率の高い種類が結果率が高いとも云えず、酸果オウトウのような例もあり、かつPrunusの場合、最終的に受精に与かるのは胚珠に到達した複数花粉の中でたった1粒だけであるという事情を考慮するならば、柱頭上への授粉量さえ充分であれば、極端な場合を除き、あまり発芽率の数値そのものに神経質になる必要もないであろう。

次に花柱内の花粉管の動向について見てみると、第3図に示した結果から親和性のある組み合わせにおいては授粉後3~6日目には花粉管は花柱基部まで到達するが、自家不和合のナポレオン花粉では、途中までよく伸びているにもかかわらず伸長阻害を受けていることがわかった。

今回検討した材料の中で、オクチョウジザクラは対照区のザオウニシキにも劣らぬ位の良好な伸長を見せており、交配結果率の高さの裏づけとなっているように思われた。一方結果率0%のニワウメも1~6日の推移から判断して、更にもう少し待てば少数ながら基部迄到達する花粉管はありそうにも思われ、自家不和合組合せの花

柱の観察結果と少し様子を異にしているが、この部位以後珠孔に到達するまでにまだ相当の距離があることや、たとえ受精が行なわれても、遠縁交雑においてはむしろ当然のことながら染色体の不对合等様々な障害がありうることを考えると、この交雑を可能ならしめるためには植物ホルモン処理、花柱の短縮法等いづれも雌雄両生殖核の遭遇するチャンスを高めるような処理に期待すべきものと考えられ、このことは低率ながら結果を見たマメザクラや酸果オウトウについてもそのままではまる措置と考えられる。

最後に交配の結果得られた種子を胚培養に移した結果について考えてみたい。第4表からわかるように、収穫日が普通栽培の収穫期よりおよそ1ヶ月早いこと、あるいは酸果オウトウとの組み合わせなどでは一般に胚の大きさが非常に小さいことなどから判断して外見上の形態は出来上っていても、いまだ発芽可能な胚の成熟段階に達していなかったことが考えられる。

充分成熟するまで樹上に放置すれば休眠に入り、一定の後熟期間を経た上でなければ発芽できなくなり、発芽迄長期間かかるので、これを短縮することもねらって本実験を実施したのであったが、この早い時期に後熟の促進と休眠打破ということが成立するか否かについて予め明らかにしておく必要がある。

また、オクチョウジザクラとマメザクラにおいて各1個体正常な発生を見たものも、移植後枯死したが、この移植の操作に関しても急に乾燥下に出さず、ミスト下で経過させるなどの工夫が必要と思われた。

多くの種において観察された子葉上のカルスは何故発生したのか原因はよく解らないが、これから根を分化した個体もあったので、今後胚培養等との関連で組織、器官の分化に関する条件の検討を実施する上でのよい実験系として利用できるかも知れない。

謝 辞

本実験を遂行する上で、佐藤伊和治氏にはオクチョウジザクラ、ウメの花粉を、また小高正吉、丸林一雄氏からはユスラウメの花粉を、門野留氏からはエドヒガンの花粉を、本学土屋功位教授からはケイオウザクラの花粉を、県園芸試験場の石塚昭吾氏からは酸果オウトウの花粉を提供していただいた。

一方、山形県立博物館の結城嘉美、吉野智雄の両氏にはオクチョウジザクラ他2、3のサクラの鑑定をお願いした。また、本学果樹園芸学研究室の渡部俊三教授からは貴重な文献を紹介していただき、園芸繁殖学研究室の

白岩恵美子技官にはデータのとりまとめに御尽力いただいた。ここにこれらの方々々に謝意を表します。

摘 要

オウトウわい性台木の開発を目的として、品種・ナレオンを母本として、数種サクラ属植物との種間交雑を実施した。

その結果、オクチョウジザクラ、エドヒガン、マメザクラにおいてそれぞれ37.1、28.4、22.2%の結果率をみたが、他の組合せにおいては一般に低い値であった。

ニワウメ、ユスラウメ、スモモ、ウメにおいては全く結果しなかった。

供試花粉の発芽率と結果率は必ずしも平行した関係に無く、花粉の発芽率も貯蔵花粉の場合、採取時期の早晚という要因以外の何らかの原因に依存していることが推測された。

花柱内部の組織学的な観察結果によれば、交雑親和の組み合わせの場合、授粉後3～6日には花粉管は花柱基部に到達していた。

交雑の結果得られた種子を胚培養に移したが、いくつかの胚が発根と子葉および本葉の展開をしたものの、完全な植物体まで至らぬまま途中で枯死した。

引用文献

- 1) CUMMINS, J. N. (1979): Exotic rootstocks for cherries. *Fruit Var. Jour.*, 33(3), 74~84
- 2) DARLINGTON, C. D. & WYLLE, A. P. (1955): Chromosome atlas of cultivated plants. ALLAN & UNWIN, LONDON 143p.
- 3) FEDOROV (1974): Chromosome numbers of flowering plants. Otto Koeltz Science Publishers west-Germany pp. 926
- 4) GARNER, R. J. (1973): Dwarfing rootstocks and interstems for sweet cherries. *Atti 2d Convegno del Ciliegia. Verona.* 101~111 p.
- 5) 本田正次 (1976): 週刊朝日百科 世界の植物 朝日新聞社 53, 1248~1254
- 6) 西山市三 (1963): 新編細胞遺伝学研究法 pp. 547
- 7) SCHMIDT, H. (1973): Problems in interspecific hybridization and the selection of dwarf rootstocks in cherries. *Atti 2d Convegno del Ciliegia, Verona* 65~74 p.
- 8) SHOEMAKER, J. S. (1928): Cherry pollination studies. *OHIO Exp. Sta. : Bull.* 422, 1~34

- 9) 鈴木 洋 (1980) : オウトウわい性台木の開発に関する基礎的研究 1, 2, 3 の日本産サクラ属植物のつぎ木親和性について. 山形大学紀要 (農学) (1981) 8, (4)
- 10) TYDEMAN, H. M. & R. J. GARNER (1965) : Breeding and testing rootstocks for cherries. Ann Rept. East Malling Res. Sta. 130~132
- 11) WOLFRAN, B. (1972) : Contributions to breeding research with cherries. III. Studies on cherry species and interspecific hybrids as the basis for breeding dwarfing rootstocks. Ist communication. Cited form Plant Breeding Abst. (1973) 43. 592 p.
- 12) 山梨県果樹担当普及員会 (1974) : すももの栽培 社団法人, 山梨県果樹園芸会 89~90p.
- 13) 結城嘉美 (1977) : 続やまがた植物記 金馬会 pp. 277

Summary

We tried some intherspecific hybridizations in combination with "sweet cherry (cv. Napoleon) X *Prunus* spp." to breed the dwarfing rootstocks of sweet cherry.

Results are as follows :

1) In the case of pollen parents by *P. apetalla*, *P. itosakura* and *P. incisa* var. *Yamadei*, the fruit set percentage showed 37.1, 28.4 and 22.2% respectively. Others showed very low rate. Fruiting by *P. japonica*, *P. tomentosa*, *P. salicisa* and *P. mume*

were not observed at all.

2) Pollen germination rate did not always correlate with fruit set rate.

3) It was found by histological observations of the pollen tube growth that the pollen tubes reached at basic part of style at 3~6 days in the cross compatible combination.

4) In the culture in vitro, some hybrid embryos developed the cotyledon and leaf, but they did not accomplish the growth.