



Title	甜菜の倍数性品種に関する研究 : 第1報 花粉の形成と花粉の人工發芽について
Author(s)	長尾, 正人; 高橋, 萬右衛門
Citation	北海道大学農学部附属農場特別報告, 10, 11-27
Issue Date	1952-08-30
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/13243">https://hdl.handle.net/2115/13243</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	10_p11-27.pdf



# 甜菜の倍數性品種に関する研究

## 第1報 花粉の形成と花粉の 人工發芽について<sup>1) 2)</sup>

長尾 正人  
高橋 萬右衛門

### 緒 言

育種の目的で倍數体を育成し、これが新しい、いわゆる倍數性品種として、實用に供されている例は、近年段々に増加する傾向にあるが、甜菜 *Beta vulgaris* L. もその一例である。北海道農業試験場では、甜菜の三倍体品種の一つを、甜菜 3n1 號と呼んで、昭和 27 年度から指導奨励に移すことになった(北農第 204 號, 1952)。

倍數体の育成による——或は言いかえると細胞遺傳學の基礎に立つ——甜菜の育種は、昭和 16 年以來、京都にある木原生物學研究所の研究課題(研究主任——松村清二)として取り上げられ昭和 17 年(1942 年)には、コルヒチン處理による、四倍体甜菜の最初の研究報告がなされたが(松村, 山下 1942), その後の調査研究によつて四倍体甜菜は晩熟であるので、北海道の環境に對して利用し難いがために、四倍体よりも生育が旺盛で早熟なる、三倍体を利用することの方が有利であるという見通しを得るに至つた(望月, 松村 1949, 1950)。その間、北海道現地側の研究機關として、北海道農業試験場、北海道大學農學部育種學教室、同大學附屬農場育種部は各々これに協力し、當面する基礎的な研究並びに生産力檢定試験を夫々の立場において分擔し、特定組合せの三倍体は、特に生産力について優り、實用的栽培の可能性が認められるとの結論に到達したことは、最初に記した通りである。

三倍体甜菜は、二倍体と四倍体との交雜によつて作られる。二倍体と四倍体の何れを花粉親に用いても、交雜は可能であるが、四倍体を純粹に保存することは、三倍体利用の前提としての

1) 北海道大學農學部育種學教室業績

2) 北海道大學農學部附屬實驗農場育種部業績

第一條件である。又四倍体の稔性、交雑能力 (combining ability) などは、三倍体品種の性能に直接つながる問題である。これらの問題の基礎として、著者等は四倍体の花粉形成並びに花粉發芽に関する問題を分擔調査した。本論文はこれに就いての成績を取りまとめたものである。なお四倍体、三倍体などの特性調査並びに生産力檢定試験の成績は、現在繼續中の實驗結果をまつて、引きつづいて報告したい豫定である。

この研究は、北大農學部甜菜研究會の研究、文部省科學研究費による綜合研究“甜菜の經營學的並びに農學的研究”同じく試験研究費による“甜菜の細胞遺傳學による品種改良”に關連して計畫實施せられたものであることを記し、本論に入るに先だつて、文部省から受けた研究費の助成に對し、又調査に際し多大の便宜を與えられ、且つ研究費の援助を寄せられたる、日本甜菜糖業株式會社に對し、深く感謝の意を表す。又種々助言を頂いた北海道農業試験場技師細川定治氏、調査に協力せられたる早瀬廣司、鈴木道雄、林政明、奥茂一信、北村與市の各位に對し、厚く御禮を申し上げる。

なお實驗方法に就いては夫々の項目のところ述べることにする。

## 實 驗 結 果

### I. 花 粉 形 成

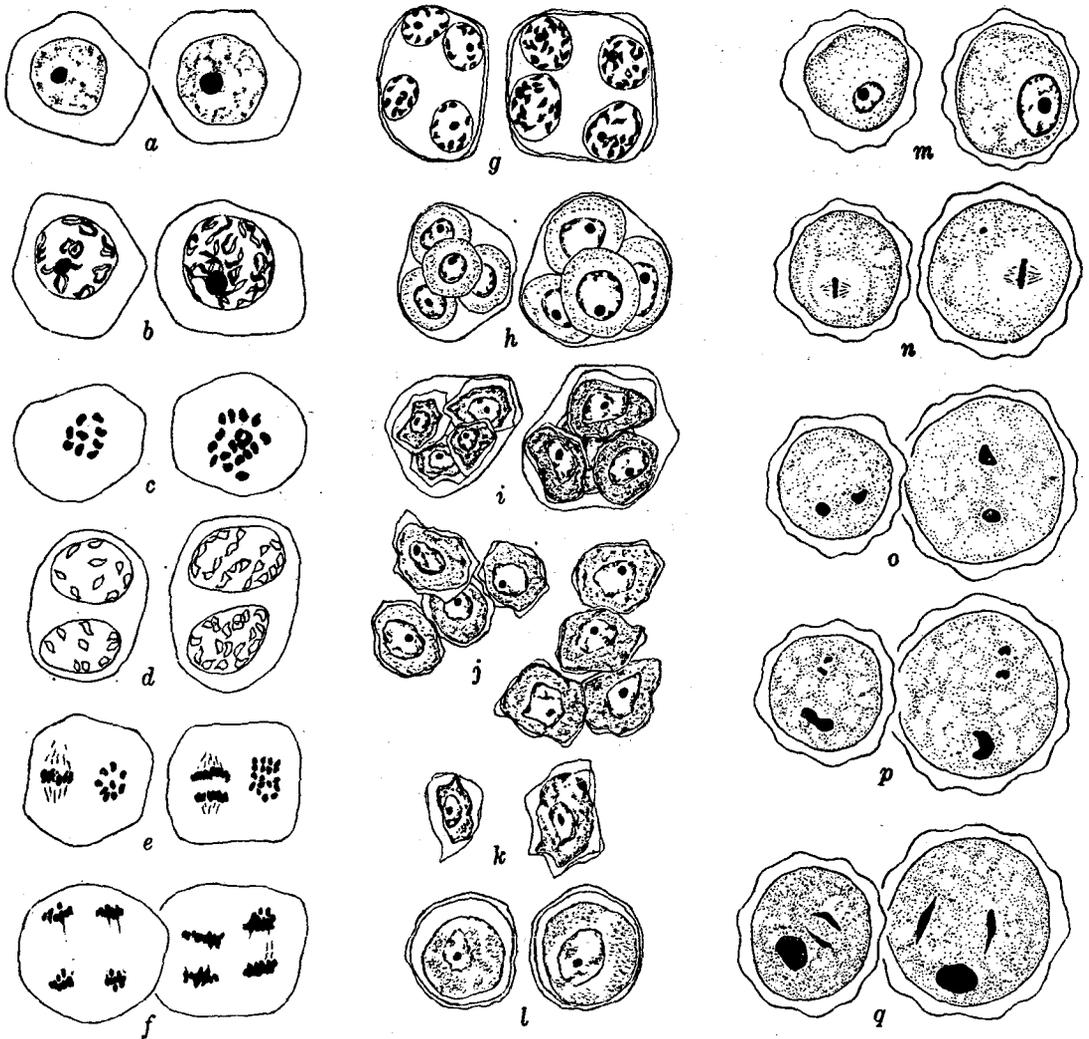
供試品種は本育 48 號、それの人爲四倍体である 4048 號及び本育 162 號の人爲四倍体 4162 號である。48 號及び 4048 號に就いては胞原細胞より成熟花粉粒に至る間の發達全般に關して、また 4162 號に就いては特に減數分裂に關して觀察した。

プレパラートの作製は通常のパラフィン法に依つており、固定はカルノア 3:1 液、染色はハイデンハイン鐵明礬ヘマトキシリン法を用い、切片の厚さは 10 乃至 15  $\mu$  である。

#### 花粉粒の發達

正常發達 若い蒴の胞原組織の細胞は數回の分裂を行つて急速に多數の花粉末細胞となる。母細胞中の核は次第に網目狀を呈し、更に絲狀の核絲となり細絲期に入る。次いで接合期、太絲期、複絲期を經、その間に核絲は染色体となり移動期に入る。即ち染色体は核膜に沿つて分布し、核膜と仁が消失するに従い核外の紡錘絲は染色体と連絡し兩極に位置する様になる。かくして第 I 分裂の中期に入る (第 1 圖 a, b, c)。

甜菜は  $n = 9$  であり、従つて 48 號は体細胞で 18、4048 號は 36 の染色体數である。第 I 分裂中期の染色体接合は 48 號では殆どすべての核板が 9 個の二價であるが、4048 號では 18 個の二價の他に四價を含む核板も觀察せられた ( $18\text{II} : 67\%$ 、四價を含むもの 33%)。



第 1 圖 花粉形成 (花粉母細胞より花粉粒まで)

左: 二倍体(48 號), 右: 四倍体(4048 號), a, b: 生長期, c: 第 I 分裂中期, d: 中間期, e, f: 第 II 分裂中期, 後期, g, h: 四分子期, i: 第 I 收縮期, j: 第 II 收縮期, 初期, k: 同末期, l~n: 第 I 回核分裂まで, o~q, 第 II 回核分裂より成熟花粉粒まで。倍率約 1000 倍。

次いで染色体は兩極に分離し新たな核膜を生じて 2 個の娘核を形成し, 中間期に入る(第 1 圖 d)。中間期は短時間に経過するものの如くで, 引続き第 II 分裂に入る(第 1 圖 e, f)。

以上 2 回の分裂により四分子核が形成され, 更に核間に細胞質のくびれと隔膜を生じて四分子となる(第 1 圖 g, h)。四分子の各分子は夫々發育を続け, 一旦丸味を帯びるがその後外形が不整形となり顯著な收縮を示し, いわゆる第 I 收縮期に入る(第 1 圖 i)。次いで再び球形に戻り, 同

時に母細胞の細胞膜が消失し始め、やがて第II収縮期に入る(第1圖j)。即ち甜菜に於ては禾穀類などに較べて母細胞膜の消失が遅い<sup>1)</sup>。但し収縮期に於て四分子の内容が時には核及び仁までも判別に困難な程濃染することは變りはない。第II収縮期に於ては収縮した様な形狀を呈するとは言え、同時に外殻の形成を伴うためか大きさはむしろ増大する様である<sup>2)</sup>。この時期に始めて四分子の各分子は分離し、その末期には完全に獨立する(第1圖j, k)。収縮状態より回復した四分子即ち若い花粉は益々外殻形成の速度を早め、細胞の大きさは著しく増大し同時に外殻に多數の發芽孔が生じてくる。

その後花粉内容が急速に充實し、反面に核は次第に壓縮せられ、次いで第1回の花粉核の分裂に入る(第1圖l, m, n)。この分裂に於て2分した核の一方に營養核、他方は生殖核となるが、營養核はそのまま大きさを増し、生殖核は更に第2回目の分裂を繰返す。第2回の分裂を経た生殖核即ち精子核は次第に長大となり、細胞質の充實と共に紡錘狀に變じ、ここに始めて1個の完成した花粉粒となる(第1圖o, p, q)。この花粉粒の大きさは長徑に於て48號も4048號も共に夫々の四分子期の大きさの2.7乃至3.0倍に相當する。

以上は48號、4048號の何れを問わず正常に發達する花粉に共通する経過であつて、その間に著しい差異はない。尤も細胞及び核の大きさ或は仁の數に就いては常に4048號の方が優つてゐることは指摘される(第1圖の諸圖参照)。因に成熟花粉の大きさは48號が $20.4\mu$ 、4048號が $25.4\mu$ であつて、この差は有意( $p < 0.01$ )である<sup>3)</sup>。

異常及び退化 48號では比較的稀であるが4048號では高い頻度で異常が現われる。異常は減數分裂の初期から花粉形成の末期にまで及び、從つて退化も亦種々の程度のもが存在する。

先ず初期の異常としては第I分裂中期以前即ち生長期に於ける核内容の過染、細胞質の空胞化或は細胞全体の不整形などが觀察せられた。これらの異常は兩品種を通じて現われるが、何れも間もなく退化の徴候を示して来る。第I分裂の中期以前では細胞質が稀薄となり核内容が濃染する程度であるが、中期に入る頃には細胞は空虚となり核は遂に消失してらう。

第I分裂の中期から第II分裂の後期に亘る間の異常としては兩分裂の中期に於ける分裂圈外染色体、後期に於ける遲滯染色体及び染色体橋、或はまた多極性核板の出現などを擧げることが出来る。これらの異常は48號よりも4048號に著しく、分裂圈外染色体の出現頻度は夫々3.03%及び10.58%、遲滯染色体のそれは夫々1.87%及び10.64%である。分裂圈外染色体と遲滯染色体

1) 禾穀類の花粉では第I収縮期以前に消滅する(木原1937, 木原, 平吉1942, 高木1936)

2) 外殻形成も禾穀類の花粉の方が早い(寺尾等1940)

3) 甜菜の花粉形成に關しては Artschwager の1927年及び1947年の報告がある。然し前者は記述が簡單であり、後者は雌性不稔の場合であつて共に著者等の觀察結果との比較は不可能であつた。

は或程度回復するが、なお一部はとり残されて、多極性核板と共に小核形成の原因となる様である。この間の消息は第1表に示した四分胞子形成期及び四分子期に於ける小核形成の頻度——二分子を單位とする——からも推定に難くない。即ち48號では0.69%及び0.62%、4048號では11.03%及び13.27%と云う値を示している。

第1表 小核の出現頻度

品 種	48 號			4048號				
	0	1	計	0	1	2	計	
四分胞子 形成期	觀察二分子數	285	2	287	250	31	—	281
	〃 %	99.3	0.7	100.0	89.0	11.0	—	100.0
四分子期	觀察二分子數	320	2	322	327	45	5	377
	〃 %	99.4	0.6	100.0	86.7	11.9	1.3	99.9

これらの小核は、その大部分が正常の四分子と同様に、第I收縮期を經過し多少大きさも増すが、第II收縮期を限度としてそれ以後の生育を停止し、次第に内容を消失して成熟期頃には略々完全に空虚な不稔花粉粒となつて了う。

四分子期以後に現われた異常としては特に顯著なものはないが、發達速度が遅いものや變形過染したものなどが認められる。この種の異常も亦4048號に多い。これらの異常型の退化の程度は比較的輕度であつて、外殻は正常の大きさと形態を保ち乍ら内容の發達が伴わぬもの、3個の核は備わつているが細胞質が稀薄なもの、或はまた核の形態が不整なものなどがこれに相當すると思われる。

なお細胞及び核の大きさに就いては正常發達の場合と同様常に4048號の方が大きく、一例を成熟期の内容稀薄及び空虚の花粉粒の直径にとれば、兩者の平均に於て48號では14.6 $\mu$ 、4048號では15.8 $\mu$ なる値が得られている。兩品種共相當の變異を示すがその差は有意( $p \leq 0.01$ )である。

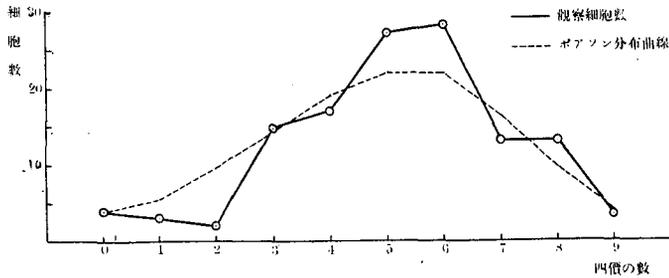
要するに異常と退化は兩品種を通じて認められるわけであるが、その頻度には可なりの差があり、4048號即ち四倍体では48號即ち二倍体の數倍乃至十數倍にも達する。而してこの差は特に第I分裂の中期から第II分裂の後期にかけて著しく、倍化に伴う染色体の異常行動が大きな原因であることを示している。因に、本實驗に關連して得られた兩品種の成熟花粉に於ける形態的不稔花粉率は、48號において8.05% (觀察總花粉數 30888, 不稔花粉粒 2486)、4048號において25.81% (觀察總花粉粒數 24679, 不稔花粉粒數 6369)であつた。

#### 四倍体品種の減數分裂

前述の様に四倍体に於ては第I第II分裂を通じて染色体の異常行動が認められる。兩分裂に

關し、4162 號を用いてやや詳しく記述する。

多價染色体の形成 4162 號では、4048 號の場合よりも或はまた従來の報告よりも<sup>1)</sup>更に高い頻度で多價染色体が形成される。即ち第 I 分裂の中期に於ける四價、三價、二價及び一價染色体の細胞當りの平均は夫々 5.16, 0.17, 7.21 及び 0.44 であつて、特に四價の形成が著しい。四價の数は 0iv から 9iv まで、あらゆる段階に及び、そのモードは 6iv 乃至 7iv である (第 2 表, 第 2 圖, 第 3 圖 a~d)。四價の接合の形状は環狀が 51.8%, 鎖狀が 35.2% でこの兩形が全接合形の大半を占



第 2 圖 第 I 分裂中期に於ける四價染色体の形成頻度 (四倍体 4162 號)

めることは他の多くの同質四倍体に於けると同様であつた<sup>2)</sup>。なお二價もまた 0ii から 18ii のあらゆる段階に亘つていた。

第 2 表 第 I 分裂中期に於ける四價染色体形成の頻度

四價の數	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	計	
観察細胞數	4	3	2	15	17	27	28	13	13	3	125	
%	3.2	2.4	1.6	12.0	13.6	21.6	22.4	10.4	10.4	2.4	100.0	
理論數*	19.4		13.9			18.8	21.9	21.2	16.4	13.4		125

\* ポアソン分布に従うと看做しての細胞數。 $\chi^2=10.41$ ,  $\nu=5$ ,  $P=0.10\sim 0.05$

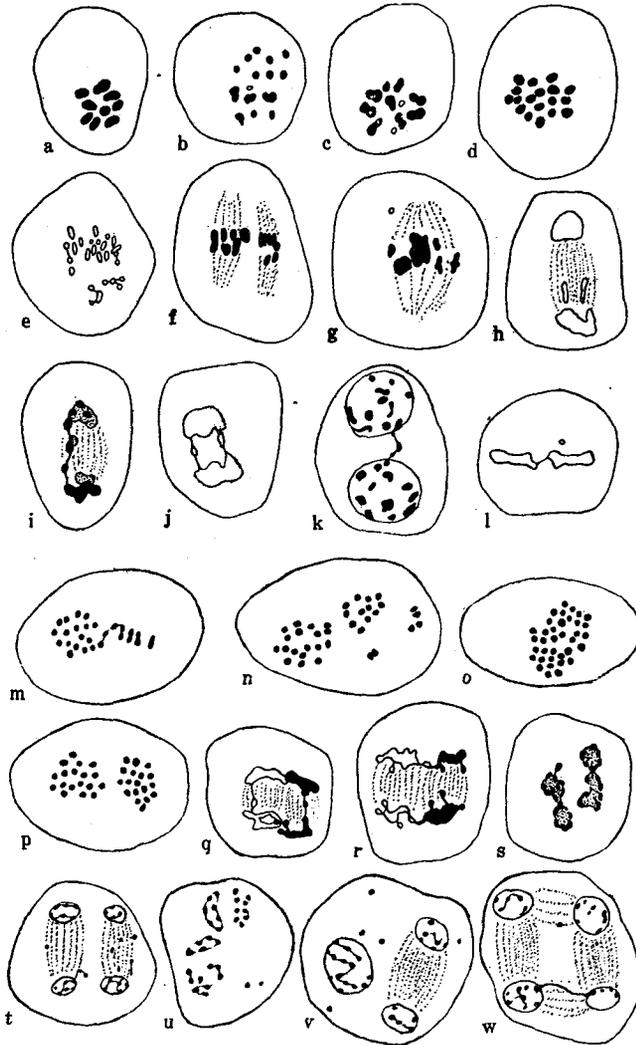
核分裂の異常 第 I 分裂中期に於て染色体が赤道板に配列しない場合或は遅れる場合が尠くない。本品種ではかかる異常を示した核數は 55.2% にも達している。即ち正常核は 44.8% に過ぎない。然し後期又は終期の観察では正常の分裂過程を経たと看做される細胞は 65.4% であるから或程度は回復するもの様である。後期及び終期の異常とは遅滯染色体及び染色体橋の出現であることは 4048 號と同様であつて、その頻度は夫々單獨に現れる場合が 18.2% 及び 12.7%, 兩者の重複せる場合が 3.7% である (第 3 表, 第 3 圖 e~l)。

1) 望月, 松村 (1950) は著者等と同様な材料に於て、17% の多價染色體形成頻度を報じている。

2) 蕃茄 (LIPCOTT 1935), 甘藍 (HOWARD 1939), 亞麻 (眞島 1945) の同質四倍体など。

第3表 第I分裂後期に於ける遅滞染色体と染色体橋の出現頻度

染色体橋の数	0					1			2	計
	0	1	2	3	4	0	1	2	0	
遅滞染色体の数	0	1	2	3	4	0	1	2	0	
細胞数	72	11	6	2	1	10	3	1	4	110
%	65.4	10.0	5.5	1.8	0.9	9.1	2.8	0.9	3.6	100.0



第3圖 第I及び第II分裂に於ける染色体行動の異常(四倍体4162號)

a: 第I分裂中期(9IV), b: 同(3IV+1III+10II+1I), e: 同(8IV+1II+2I), d: 同(18II), e: 同(赤道板から離れた染色体), f: 同(二紡錘絲), g: 同(分裂圏外染色体), h: 第I分裂終期(遅滞染色体), i, j: 同(染色体橋), k: 中間期(染色体橋), l: 第II分裂中期(第I分裂で形成された染色体橋と赤道板外の染色体), m: 同(染色体橋?), n: 同(赤道板外染色体), o: 同(再び癒合せるもの?), p: 同(正常), q: 第II分裂後期(第II分裂で形成された染色体橋), r, s: 同(第I分裂で形成された染色体橋が第II分裂で分れた場合?), t: 第II分裂終期(遅滞染色体), u: 同(分裂圏外染色体), v: 同(一方の四分子核が癒合?), w: 同(染色体橋)。倍率約1200倍。

第 II 分裂中期に於ける正常核板は 62.9%であり、ほぼ第 I 分裂の 65.4%と言う値と一致しているが、後期及び終期では再び 49.6%に減少する。この減少は第 II 分裂に於て再びその分裂面に染色体橋及び遅滯染色体が現われるためである(第 4 表, 第 3 圖 m~s)。勿論第 I 分裂で生じた染色体橋は中間期に於ても認めることが出来、更に第 II 分裂の中期, 中には終期にまで残存するものがある。

遅滯染色体と染色体橋は細胞質中に取残されて消失するが、中には小核を形成する場合も存在する(第 3 圖 t~w)。

第 4 表 第 II 分裂後期に於ける遅滯染色体と染色体橋の出現頻度

	正 常	染 色 体 橋		遅 滯 染 色 体			計
		第 II 分裂で生じたもののみ	第 I 分裂で生じたものも含む	紡錘絲内に遅滯	紡錘絲外に散在	兩者の混合	
二分子数	124	24	16	26	58	2	250
%	49.6	9.6	6.4	10.4	23.2	0.8	100.0

なお小核は多極性の分裂に因つても形成されることは 4048 號で述べたと同様である。

數的不平衡 以上の記述からも推定される様に第 II 分裂中期の染色体数は、著しい變異を示している。第 5 表はその成績を示したもので、染色体数は 12 から 20 にまで及ぶこと、18 の染色体数の二分子の頻度即ち數的に平衡な核板率は僅かに 31.4%に過ぎないこと、然してその反面に 18 以下のそれが 46.6%にも達することなどが指摘される。

第 5 表 第 II 分裂中期に於ける染色体数の變異

染 色 体 数	12	13	14	15	16	17	18	19	20	計
二 分 子 数	2	—	1	5	18	44	52	25	3	150
%	1.3	—	0.7	3.3	12.0	29.3	34.7	16.7	2.0	100.0

従つて、異數性特に 18 以下の染色体数を有する四分子が形成されることは、ほぼ明かである。かかる四分子が形態完全な花粉にまで發達するかどうか。前述の 4048 號に於ける花粉發達の経過或はまた 4162 號の成熟花粉の稔率が、第 6 表に示す如く 80%近くにも達すると言う事實は、假令途中に於て相當数が退化するとしても花粉粒としての形態を備えるものが尠くないことを示唆するものである<sup>1)</sup>。

1) 同質四倍体に於ける平衡核板率<花粉稔率の關係は蕃茄 (LESLEY & LESLEY 1930), 玉蜀黍 (RANDOLPH 1935), 甘藍 (HOWARD 1939), 體菜 (YAKUWA 1944), 蕃椒 (西川 1939), 亞麻 (MASIMA 1945), 稻 (眞島 1952) などに於ても報告されている。

第 6 表 花粉稔率

品 種	個 体 数	観 察 花 粉 数 粒	不 稔 花 粉 数 粒	稔 率 (%)	
				全体の平均	個体平均の平均
4162 號	5	1 6423	3674	80.9	77.6
162 號	6	1 8291	1464	92.4	92.0

然らばこの花粉が受精力を有するかどうか、言い換えれば後裔に異数体が析出するかどうか。これらの點に関しては目下調査中であり、その結果に就いて後日更めて報告し度い。

## II. 花粉の人工發芽

### 發芽床の決定

供試品種は 48 號と 4048 號である。花粉は開花直後の新鮮なものを使用した。發芽床は寒天を 1%としたものを基準とし、これに蔗糖、酸類、その他の添加物を加えて行つたものである。發芽率の決定は置床後 4 時間とし、コットン青液で處理して染色と同時に固定した材料を觀察した。この場合全く染まらなかつたものは觀察から除外した。なお同一實驗中の同一條件の發芽床に対しては常に 3 回以上の反覆區を設けた。

### 蔗糖濃度

甜菜に於ても先ず蔗糖の添加が必要である。蔗糖の濃度を 10%、20%、25%及び 30%の 4 階級にとつた結果では、常に 25%の區に於て最高の發芽率 (48 號にて 15.1%) を示し、その前後の濃度では遞減した。

### 水素イオン濃度

一般に有機酸を以て調節した微酸性の培養基が、花粉發芽には好適とされている。甜菜がどの程度の水素イオン濃度即ち PH を適當とするか、また如何なる酸を以てそれを調節するかを知るために、2, 3 の酸を以て試みてみた。その結果は、既に國立北海道農業試験場で報告した場合と同様に枸橼酸が最も有効であつた<sup>2)</sup>。即ち蔗糖濃度を 25% に保つた發芽床に N/20 の枸橼酸及び N/20 の苛性曹達を夫々所定の PH になるまで加え、その値を 5.0 から 7.0 の間 8 階級に區分したところ、發芽率は PH の變化に對し極めて敏感に反應するにも拘わらず、二倍体、四倍体を通じて常に同様な傾向を示し、PH 値 5.6 乃至 5.4 時に 5.4 に於て共に最高の發芽率 (48 號: 37.3%,

- 1) 同質四倍体に於て四倍体→異数体→二倍体の過程をとる場合があることは、ライ麥 (MUNTZUNG 1943) などにおいて明かにされた事實である。
- 2) 枸橼酸添加が真結果をもたらすものとして石南科 (LIDFORSS 1896)、ユリ科 (JOST 1905)、Petunia (安田 1932) などがある。

4048 號:29.8%) を示した。

#### 化學物質の添加

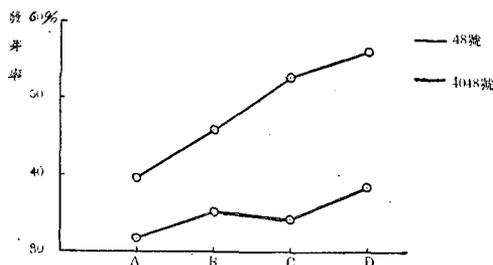
或る種の化學物質を少量添加することによつて發芽率が高められる場合がある。かかる添加物質としてペプトン、硼酸、ヂアスターゼなどを使用して見たところ、ペプトン及び硼酸に於て相當の効果が認められた。

即ち先ず蔗糖濃度 25%, PH=5.4 の發芽床を標準とし、これにペプトンを 0.5%, 1.0%, 1.5% 及び 2.0% の 4 階級に分つて添加した結果では、1.0% 區に於て 48 號, 4048 號共に最高の發芽率を示し、(48 號:40.2%, 4048 號:31.1%), 次いでペプトンを 1.0% に保ち PH を 5.2 から 5.6 まで變えた結果では、やはり同様に最高の發芽率は PH 値 5.4 に於て得られた (48 號:43.5%, 4048 號 36.3%)<sup>1)</sup>。

次に硼酸添加に就いてであるが、同じく蔗糖 25%, PH=5.4 の發芽床に所定量の硼酸溶液を加えて 0.0016%, 0.005%, 0.01% 及び 0.03% の濃度とした。その結果は硼酸添加の各區は標準區即ち無添加の區より何れも高い發芽率を示し、特に 0.005% 附近が良好であつた。この濃度に於て 48 號は 56.2%, 4048 號は 33.6% の發芽率である。

ここにペプトン、硼酸共に有効であることを知つたので、更めてペプトンと硼酸を併用して見た。その結果は第 7 表及び第 4 圖に示す様に 48 號, 4048 號 何れに於ても極めて良好な成績であつて、標準區(無添加)、ペプトン單用區、硼酸單用區、ペプトン硼酸併用區の順に發芽率が上昇した。

これと全く同様の成績は同時に行つた 398 號及び VWF の 2 品種に就ても得られている。<sup>2)</sup>



第 4 圖 ペプトン・硼酸の添加と發芽率

A: 標準區, B: ペプトン 1% 添加, C: 硼酸 0.005% 添加, D: ペプトン (1%)・硼酸 (0.005%) 添加。

第 7 表 ペプトン・硼酸の添加と發芽率

發芽床の種類	48 號			4048 號			48號の發芽率を 100 とせる場合の 4048號の比率
	觀察花粉數	發芽花粉數	發芽率 %	觀察花粉數	發芽花粉數	發芽率 %	
蔗糖 25%, PH=5.4	514	204	39.6	417	133	31.8	80.3
" , " +ペプトン 1%	477	205	45.8	445	157	35.2	76.9
" , " +硼酸 0.005%	364	265	52.5	406	139	34.2	65.1
" , " +ペプトン, 硼酸	622	348	55.9	373	143	38.4	68.7

1) ペプトン添加が有効なものに南瓜屬 (CASTETER 1930) がある。

2) VWF は Vilmorin White French の略, その人為四倍体は 4VWF で示す。

以上一連の實驗によつて甜菜花粉の發芽に適した人工發芽床は寒天 1%，蔗糖 25%，ペプトン 1%，硼酸 0.005%，PH=5.4 (枸橼酸により調節) なる處方のものであると云ふことが出来る。

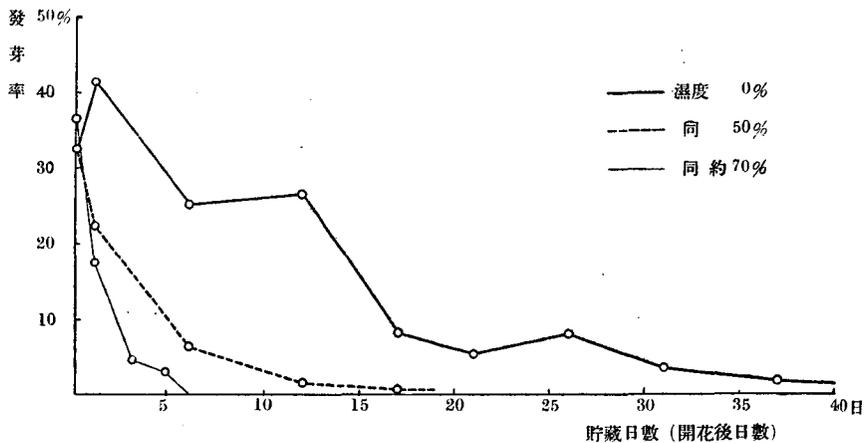
貯藏期間と發芽率

48 號, 4048 號, VWF 及び 4 VWF の 4 品種を用いて花粉の保生貯藏能力に關し、濕度との關連の下に發芽率の變化を調査した。濕度は關係濕度に於て 0%, 10%, 20%, 30%, 50% の 5 階級を區分し、外に 48 號及び 4048 號の 2 品種については放置區を設けたものである。濕度の調節は硫酸を以て行い、0% では更に鹽化カルシウムをも併用した。花粉採取の時期即ち花粉の熟度、觀察方法などは全て前述の實驗と同様であり、發芽床も亦硼酸、ペプトン添加 (PH=5.4) の花のである。置床に當つては前處理として吸水せる濾紙を張つたシャーレを花粉の上にかぶせ、花粉に 30 分乃至 1 時間の吸濕を行わせた。

なお各測定値は 2 回以上の反覆の下に 300 粒以上の形態完全な花粉に就いて得られたものである。

濕度 50% の場合

發芽率の變化は第 8 表及び第 5 圖に示す如くで、4 品種共に同じ経過を辿り、最高の發芽率は採取當時にあるが、その後は急激に減少して 2 日後には半減し、13 日後には最低の値に達する。



第 5 圖 貯藏期間と發芽率

濕度 50% 及び 0% は 4 品種 (48 號, 4048 號, VWF, 4 VWF) の平均。放置 (濕度約 70%) は 2 品種 (48 號, 4048 號) の平均。

尤もそれ以後に於ても僅かながら發芽するものがあり、この状態が 40 日頃までも続く。

第 8 表 湿度 50% 及び 0% に貯藏せる場合の花粉發芽率

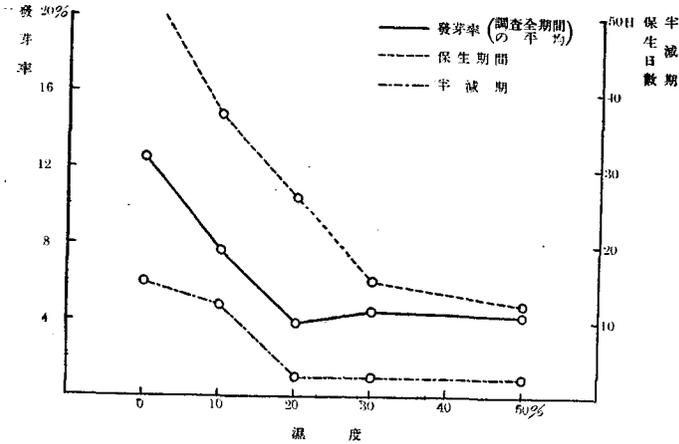
貯藏 日數	湿度 50 %					湿度 0 %				
	48 號 (%)	4048 號 (%)	VWF (%)	4 VWF (%)	4 品種の 平均 (%)	48 號 (%)	4048 號 (%)	VWF (%)	4 VWF (%)	4 品種の 平均 (%)
開花當日	28.0	30.4	39.1	32.3	32.5	28.0	30.4	39.1	32.3	32.5
1日後	24.3	16.6	27.9	20.8	22.4	44.1	40.8	48.2	31.5	41.2
4 "	5.4	5.8	5.9	2.5	4.9	15.4	11.2	13.4	10.0	12.5
6 "	6.1	8.0	7.9	3.1	6.3	21.8	29.1	33.8	15.8	25.1
8 "	4.2	3.7	1.9	6.8	4.2	26.0	28.4	40.1	21.5	29.0
10 "	0.0	0.8	0.4	1.1	0.6	13.5	18.3	36.8	31.0	24.9
12 "	0.6	4.5	0.0	1.9	1.8	17.2	30.0	38.0	22.0	26.8
15 "	0.0	0.4	0.3	0.0	0.2	11.2	16.0	18.5	18.2	16.0
17 "	1.4	0.7	0.3	1.0	0.9	5.2	5.1	14.2	8.2	8.2
19 "	0.0	0.3	0.5	0.5	0.3	5.6	3.5	3.3	7.1	4.9
21 "	0.8	1.6	1.5	2.4	1.6	4.6	2.7	8.7	6.6	5.7
23 "	0.8	0.6	1.1	2.1	1.2	9.4	12.3	12.7	15.7	12.5
26 "	0.3	0.5	2.2	0.3	0.8	3.0	2.9	9.3	18.4	8.4
28 "	0.8	0.0	0.3	0.8	0.5	0.8	0.0	0.3	0.8	0.5
31 "	0.3	0.5	0.5	0.0	0.3	4.1	1.9	4.1	2.4	3.1
33 "	1.2	1.6	2.2	2.2	1.8	2.9	2.3	9.6	4.0	4.7
35 "	0.8	1.0	1.9	1.6	1.3	2.8	1.1	5.8	2.4	3.0
37 "	1.3	1.2	1.3	0.9	1.2	1.2	0.6	4.4	1.4	1.9
40 "	0.8	0.2	0.0	0.5	0.4	0.5	0.7	2.4	1.9	1.4
42 "	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	2.2	1.9	1.5

## 湿度 0 % の場合

この成績も第 8 表及び第 5 圖に示してある。即ち各品種共採取當時或は 1 日後に最高の發芽率を示す。この點前記の場合とほぼ同様であるが、半減期は 15 日後に、また最低値は 30 日以後に延長される。その後も或程度の發芽を示して調査を打切つた 50 日目頃でもなお發芽力が保持されていた。

## その他の湿度

30%、20%及び10%の場合については半減期も最低の値を示した時期も共に 50%と 0%の間にあるが、30%と20%では50%との間にあまり差がなく、その反面10%のものは 0%の場合に近い。このことは供試 4 品種を通じて例外なく認められ、湿度を 10%以下に保つことによつて花粉の保生期間が著しく延長されることを物語っている。第 9 表は 4 品種平均の發芽率の變化を、また第 6 圖は平均發芽率、半減期及び保生期間の變化を示したものであつて、よくこの間の消息を



第 6 圖 貯藏温度と発芽の関係  
 湿度0%の保生日数は50日以上。

知ることが出来る。

第 9 表 湿度30%、20%及び10%に貯藏せる場合の発芽率 (4品種の平均)

貯藏日数	湿度			貯藏日数	湿度		
	30 % (%)	20 % (%)	11 % (%)		30 % (%)	20 % (%)	10 % (%)
開花當日	32.5	32.5	32.5	21日後	1.6	1.1	6.0
1日後	26.3	23.2	27.8	23 "	1.5	1.6	7.2
4 "	3.0	2.5	3.6	26 "	0.3	0.3	1.8
6 "	4.6	2.5	9.2	28 "	0.7	0.4	2.7
8 "	4.9	3.0	10.3	31 "	1.1	1.1	3.1
10 "	4.6	2.0	8.8	33 "	1.1	0.8	2.8
12 "	1.4	1.0	13.5	35 "	0.7	0.5	1.0
15 "	1.0	1.0	8.5	37 "	1.0	1.4	1.1
17 "	0.3	1.4	13.4	40 "	0.2	0.6	0.7
19 "	0.5	1.4	5.1	42 "	0.2	0.3	0.9

なお 48 號及び 4048 號の室内放置の場合に就いては、兩品種共に急激に發芽力を失い、半減期は1日後と2日後の間にあつた。また6日後には全く發芽力を失い、最も保生期間が短かつた(第5圖参照)。この場合の湿度は日により幾分の差異があつたが7日間の平均は約70%であつて同じく湿度の増加が極めて不利に働くことを示していた。

要するに花粉を貯藏する際には、容器内の湿度を少なくとも10%以下に保つことが必要であつて、若し0%の下に貯えるならば品種の如何——倍数性も含めて——を問わず採取後15日目に

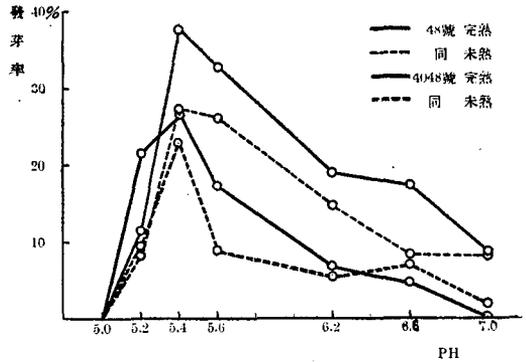
於てもなお開花當時の半分の發芽力は保つことが出来る。

花粉の熟度と發芽率

未熟花粉と完熟花粉の發芽力の差異を調査した。未熟花粉とは開花1日前の花から採つたやや粘稠性を帯びた花粉のこと、完熟花粉とは開花開裂して飛散せんとする花粉のことである。供試品種は48號及び4048號であり、發芽床は蔗糖25%、寒天1%のもので、これにN/20 枸橼酸或はN/20 苛性曹達を以てPHを5.0から7.0まで7階級に保つたものである。觀察時期、方法は前述の諸調査と同様である。

調査の結果は第10表及び第7圖に示してある。即ち完熟花粉の發芽率を100とするならば未熟花粉のそれは兩品種共に70以上であつて、未熟花粉といつてもこの程度のものであれば相當高い發芽力を有している。

なお未熟花粉の最高發芽率も完熟花粉同様PH5.4に於て得られている。



第 7 圖 熟 度 と 發 芽 率

第 10 表 花 粉 の 熟 度 と 發 芽 率

發 芽 床 の PH	5.0	5.2	5.4	5.6	6.2	6.6	7.0	平 均
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
48 號	完熟花粉	0.0	11.3	37.9	32.6	18.7	17.2	8.7
	未熟花粉	0.0	8.1	27.3	26.1	14.7	8.1	8.3
	*	—	71.7	72.0	80.1	78.6	50.0	95.4
4048 號	完熟花粉	0.0	21.8	26.7	17.2	6.9	4.9	0.0
	未熟花粉	0.0	9.4	22.9	8.7	5.7	7.2	2.1
	*	—	43.1	85.8	50.6	82.6	146.9	—
								74.6
								81.8

\* 完熟花粉の發芽率を100とせる場合の未熟花粉の比率。

品種及び倍數性と發芽率

これらの詳細は更めて報告し度いが、品種間及び二倍体と倍數体との間に差異が在ることは明かである。

第11表は發芽床、花粉の熟度、調査年次、その他の條件を異にする實驗に於て得られた發芽率を集録したものであつて、表中の48號398號及びVWFの3品種間には常に一定の傾向が認められる。即ち常に最高の發芽率はVWFに於て得られ、最低は48號である。

なお表中の各測定値は何れも3回反覆、400粒以上の形態完全な花粉を用いて求めたものである。

第11表 発芽率の品種間差異

実験の種類	48 號 (%)	398 號 (%)		VWF (%)	
I	30.1	52.8	(175.4)*	46.5	((154.5)*
II	41.1	46.2	(112.4)	55.2	(134.3)
III	17.4	29.8	(171.3)	33.1	(190.2)
IV	21.4	23.5	(156.5)	46.8	(218.7)
V	22.3	37.1	(166.4)	53.2	(238.6)
VI	23.9	29.7	(124.3)	47.7	(199.6)
平均	24.4	38.18	( $\frac{151.1}{156.7}$ )	47.1	( $\frac{189.3}{193.2}$ )

\* 48 號の発芽率を100とせる場合の比率。

また二倍体と四倍体間の差異については、48 號と 4048 號に關して既に各所で示した様に發芽床、採取後の貯藏日數、熟度など條件の如何を問はず、常に 4048 號の方が劣つていた。これらの成績を集計するならば 4048 號の發芽率は 48 號のその約 70% (計算では 72.8%) に相當する。

同様の結果は VWF と 4VWF の間でも得られており、種々の實驗に於て得られた成績を集録すれば第 12 表の如くである。即ち 4VWF の發芽率は VWF のその 73% であり、やはり同程度に於て四倍体の發芽率が低い。

第 12 表 VWF と 4VWF の發芽率

実験の種類	VFW (%)	4 VWF (%)	
I	46.5	37.2	(80.0)*
II	55.2	41.3	(74.8)
III	39.1	32.3	(82.6)
IV	27.9	20.8	(74.6)
V	27.5	23.2	(84.4)
VI	30.5	18.7	(61.3)
VII	45.4	28.7	(63.2)
VIII	48.2	31.5	(65.4)
平均	40.04	29.21	( $\frac{73.3}{73.0}$ )

\* VWF の發芽率を 100 とせる場合の 4VWF の比率。

要するに四倍体の花粉は發芽率が低下しもとの二倍体のその約70%程度であると言つてよい。然し、この結果から直ちに  $n=18$  の花粉の發芽率は  $n=9$  のその70%であると言うことは出来ない。何故ならば、前にも述べた様に甜菜に於ても形態的に正常な花粉の中に異數性のものが含まれている可能性が高いからである。

なお不稔花粉粒を含めた場合、即ち總花粉粒に對する發芽率に就いては、二倍体に對する四倍体の比率はもう少し低下する。本實驗に關連して得られた上記4品種の花粉稔率は48號:82.3%, VWF:80.2%, 4048號:75.3%, 4VWF:74.9%であるから、4048號は48號に對し、また4VWFはVWFに對し夫々66.6%, 68.2%と言う比率である。

## 摘 要

### 花粉形成に就いて

1) 甜菜の花粉形成の過程は原則的には禾穀類その他の植物に於けると同様であるが、禾穀類に較べて花粉母細胞の細胞膜の消失の時期が遅い。

2) 二倍体も四倍体も、若しそれが正常なる花粉粒にまで發達する場合であれば、その發達過程は全く同様である。

3) 花粉母細胞の生長期より成熟花粉に至る各段階を通じて、二倍体、四倍体の何れを問はず、異常とそれに伴う退化が觀察せられた。然しその出現頻度は常に四倍体に高く、特に第I分裂中期から第II分裂後期に於て著しい。

4) 異常の主なるものは多價染色体の形成、遲滯染色体、染色体橋及び多極分裂の出現、或は小核形成など所謂染色体行動の異常であつた。

5) 染色体行動の異常は異數性四分子を結果せしめ、四分子の60%以上が異數性の場合が觀察された。異數性四分子の或るものは異數性花粉にまで發達するものの様である。

### 花粉の人工發芽に就いて

6) 二倍体、四倍体を問はず、或はまた品種、熟度の如何を問はず、人工發芽床として好適な處方は次の如きものであつた。

寒 天	蔗 糖	ペプトン	硼 酸	PH (枸櫞酸)
1 %	25 %	1 %	0.005 %	5.4

即ち 30 cc の水に

寒 天	蔗 糖	ペプトン	0.1% 硼酸	N/20 枸櫞酸
0.3 g	7.5 g	0.3 g	1.5 cc	0.5 cc

を加えればよい。

7) 花粉の保生貯蔵期間は容器内の湿度に左右され、特に関係湿度10%を境として著しい差異を示した。室内放置(約70%)の花粉は採取後6日で全く発芽力を失うが、これを0%に貯えるならば品種の如何、二倍体たると倍数体たるとを問わず15日後に於てもなお採取當時の半分の発芽率を保ち、50日後でも発芽力は消失しなかつた。

8) 未熟花粉でも開花1日前程度のものであれば、成熟花粉の発芽率の70%以上の発芽率を示した。これは二倍体でも四倍体でも同様である。

9) 発芽率には明かに品種間差異が存在する。また、二倍体と四倍体の間では常に四倍体の方が低く、二倍体の発芽率を100とするならば四倍体はそれの70%に相當する。

### 引用文献

- ARTSCHWAGER, E. 1927: Development of flowers and seed in the sugar beet. J. Agr. Res., 34.  
 ———— 1947: Pollen degeneration in male sterile beets, with special reference to the tapetal plasmodium. J. Agr. Res., 75.
- CASTETTER, E. F. 1930: Species crosses in the genus *Cucurbita*. Amer. J. Bot., 17.
- HOWARD, H. W. 1939: The cytology of autotetraploid kale, *Brassica oleracea*. Cytologia 10.
- \* JOST, L. 1905: Physiologie des Pollens. Ber. Deut. Bot. Ges., 23.
- KUJARA, H. 1937: Genomanalyse bei *Triticum* und *Aegilops* VII. Kurze Uebersicht über die Ergebnisse der Jahre 1934-36. Mem. College of Agr. Kyoto Univ., 41.
- 木原均, 平吉功 1942: 稻花粉の發達, 農及園, 17.
- LESLEY, M. M. and LESLEY, J. W. 1930: The mode of origin and chromosome behaviour in pollen mother cells of tetraploid seedling tomato. J. Genet., 22.
- \* LIDFORSS, B. 1896: Zur Biologie des Pollens. Jahrb. Wiss. Bot., 29.
- MASIMA, I. 1945: Meiosis in diploid and tetraploid plant of *Linum angustifolium* Huuds. Cytologia, 14.
- 眞島勇雄 1952: 四倍体イネの不稔原因に関する考察. 育種學雜誌, 1.
- 望月明, 松村清二 1950: 甜菜の細胞竝に遺傳學的研究, IV. 三倍体とその收量, 生研時報, 4.
- MUNTZUNG, A. 1943: Aneuploidy and seed shrivelling in tetraploid rye. Hereditas, 25.
- 西山市三 1939: 人為倍数植物の研究. 第1報. 藥品による四倍体植物の創生, 農及園, 14.
- RANDOLPH, L. F. 1935: Cytogenetics of tetraploid maize. J. Agr. Res., 50.
- 高木フミ 1936: ライ麥花粉の發達. 遺雜, 12.
- 寺尾博, 大谷義雄, 白木實, 山崎正枝 1940: 水稻冷害の生理學的研究, II. 幼穂發育上の各期に於ける低温障害, 日作紀, 12.
- 柄内吉彦 1951: 試験調査の成績により農業經營上特に参考となる事項, 北農 4.
- UPCOTT, M. 1935: The cytology of triploid and tetraploid *Lycopersicon esculentum*. J. Genet., 31.
- YAKUWA, K. 1944: Cytological studies on autotetraploid *Brassica Chinensis* L., Cytologia, 13.
- 安田貞雄 1932: *Petunia violacea* ノ受精力ニ關スル生理學的研究, XI. 植雜, 47.

\* 原著に接せず。