



Title	低温処理による倍数性花粉粒の人為的誘発について
Author(s)	奥野, 俊
Citation	低温科学, 2, 177-184
Issue Date	1949-10-20
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/17414
Type	departmental bulletin paper
File Information	2_p177-184.pdf



低温處理による倍數性花粉粒の人為的誘發について*

奥野 俊**

倍數體の人為的誘發の手段として古くから多くの研究者により再生法、X線照射法、遠心分離法、溫度處理、バクテリア接種、交雜法等の種々の實驗的研究が行はれてゐるが、化學藥品特にコルヒチン (Colchicine) 及びアセナフテン (Acenaphtene) 處理による方法は前者に比較して著しくその成果が擧り、育種、作物、園藝學等の應用方面は勿論細胞遺傳學の純理學分野に貢獻する所大なるものがあり、今後も特種な方法が発見されぬ限り、この方面の研究に關與する生物學者は勿論一般園藝家等に益々廣汎に涉り利用されるものと思はれる。以上の如き方法で誘發された人為倍數體に對し自然の狀態に於ても屢々倍數體が見出される事がある。この様な自然に生じた倍數體は往々人為的方法の一部譬へば交雜、溫度、諸種の放射線等の影響を自然の狀態で受けて、その結果誘發されたと考へられる場合が多い。著者は最近アブラナ屬植物 (*Brassica*) に關する種々の實驗に着手し、實驗圃場に諸種のアブラナを育成中、ハクサイ (*B. Pekinensis*) に於て約 130 個體中 1 個の巨大な倍數體を発見した。この倍數性植物の生因に就ては簡単な豫測は許されないが、その原因の 1 つとして溫度特に低温による影響が一應考慮される。それはアブラナ屬植物は一般に寒地性植物であることと、ロシアの學者 Lutokov (1937) が *Raphanobrassica* ($n=18$) の開花期に低温處理を行つて、2 倍性及び 4 倍性の花粉粒を人為的に生ぜしめた事より想像して、ハクサイに見られた倍數體及び從來屢々アブラナ屬植物に於て知られてゐる自然の狀態に於て生じた倍數體は低温の影響により誘發された倍數性配偶子の結合による同質倍數體でないかと考へられる。アブラナに於てこの様な自然の倍數體の生因は何れにあるにせよ、Lutokov の實驗を更に一步進めて種々の低溫度でアブラナ屬植物一般を處理し、倍數性配偶子形成の差違及びこの様にして生じた倍數性配偶子の結合による人為倍數體誘導の可能性の有無、又アブラナ各種に於る同質及び異質倍數體の耐寒性の問題等を明らかにする事は重要にして且つ興味ある問題である。著者は以上の諸問題を含めて低温が植物體に及ぼす影響に就き研究を始めたが、本文ではその第一次的の仕事として表記の題目に示せるが如き事項に就きその實驗結果を報告する。尙上記の問題に關する研究はアブラナのみに限らず今後種々の重要植物に就き實驗的研究を進め

* 北海道大學低温科學研究所業績 第 19 號。

** 低温科學研究所。

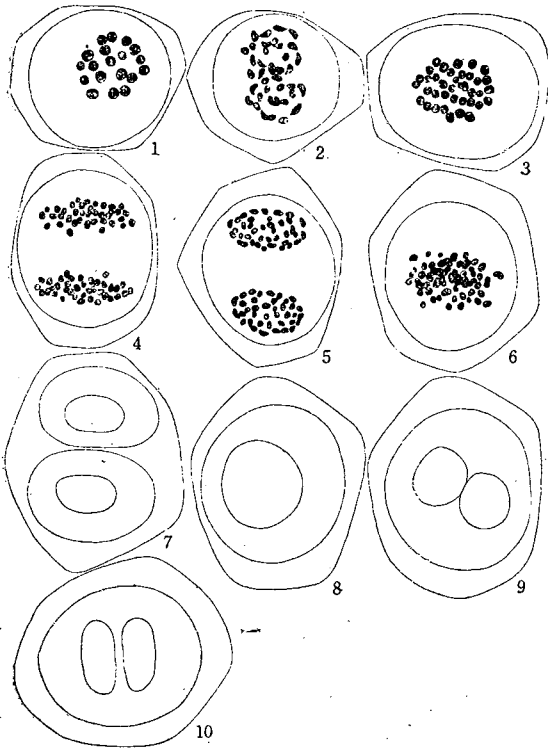
て行きたいと思ふ。

實驗結果

本實驗に使用せる材料は *Brassica napus* 及び *Brassica campestris* の 2 種で、この他に著者が今日迄細胞遺傳學的の研究目的で長年使用して來たペコニア屬植物 (*Begonia*) の 1 種 *Begonia semperflorens* の 1 系統の個體を併用した。それはアブラナの寒地性植物である事に對して、ペコニアは一般に熱帶性植物である事より、兩者の低温による諸影響の比較研究上興味あると考へたからである。使用せる 3 種の植物は何れも恰度花開期の状態にある同一條件のものを撰び、 $2^{\circ}\sim 3^{\circ}\text{C}$ の低温で處理した。尙花粉母細胞の影響の受け易い時期の推定を便ならしむる爲め既に開花せるもの又は花粉になれるものは取り除き、最も大きな花蕾で四分子の時期のものから胞原細胞の極く若い時期のものに至る各時期の揃つた材料を特に撰定した。處理した時間は 24 時間から 120 時間迄で、12 時間づつの間隔を置き 9 通りに區分して行つた。

B. napus では 24 時間から 60 時間迄處理せるものでは倍數性花粉粒は全然見られなく、72 時間及び 96 時間處理せるものでは多少見られた。108 時間、120 時間及びそれ以上の時間處理せるものでは倍數性花粉粒の出現の割合は統計的に大體同一であつた。この事より 120 時間位處理せるものが一番その影響が著しく現れる様に思はれた。尙 120 時間以上處理すると急激に植物體が弱つて來る傾向がある。120 時間處理せるものでは 2 倍性及び 4 倍性 (これ等の倍數性花粉粒は大いさから明らかに正常のものと區別できる) の花粉粒は夫々 4.45%、1.69% の頻度で形成され (第 2 表)、正常な花粉粒と 2 倍及び 4 倍性花粉粒の大いさは大體 19μ 、 25μ 、 31μ の割合を示した。倍加の他に染色體の不均等分裂に由來したと思はれる小花粉粒も多少見られたが、その數は極く僅かで 1971 の花粉粒中 16 (0.81%) 觀察された。*B. napus* の染色體數は $n=19$ である事は既に盛永 (1934 b) 及びその他の人によつて報告されてゐるが、著者も花粉母細胞の減數第一及び第二中期で 19 の染色體を觀察した (第 1 圖)。Catcheside (1934) は根端細胞で染色體の形態を詳細に觀察し 36 の染色體を數へてゐる。從來歐洲の *B. napus* は $n=18$ と報告されてゐるが、これは明らかにゲノム的に見て日本産のものと異なるものと思はれる。尙花粉母細胞の第一及び第二中期で明らかな染色體の二次接合が見られた。これに就ての詳細は別報に譲る。

B. campestris では *B. napus* に比して 12 時間位早く倍數性花粉粒が現れ、96 時間處理したものでは 2 倍性及び 4 倍性花粉粒は夫々 6.05%、1.03% の割合で形成された (第 2 表)。處理時間が 96 時間前後のものでは 2 倍及び 4 倍性の花粉粒の形成される割合は大體同一で變化が見られなかつた。花粉母細胞の減數第一中期で 10 個の染色體が數へられた (第 15 圖)。



第 1—10 圖

120 時間低温 (2° — 3°C) 處理せる *Brassica napus* の花粉母細胞に於る不規則分裂.

1. 19 の二價染色體を示す正常な第 I 分裂中期.
2. 全染色體が一極に集り、一核を形成しつつある第 I 分裂終期.
3. 不減數第 II 分裂中期.
- 4 と 5. 不減數第 II 分裂後期及び終期.
6. 一核板を形成せる第 II 中期の 33 の染色體の一部が既に分裂して後期に移行せんとする状態を示してゐるが、分裂が不規則でその後復舊核を形成するものである.
- 7 と 8. 復舊核の構成から生じた不減數 ($2n$) 及び 4 倍性 ($4n$) の細胞.
9. 二核の癒合から生じた 4 倍性の細胞.
10. 第 II 中期で一核板を形成せる細胞が第 II 終期後、細胞膜の不形成によつて生じた 4 倍性の細胞.

アセトカーミン プレパラートにて觀察。
 $\times 2625$, $\frac{2}{3}$ に縮少.

第 11—14 圖

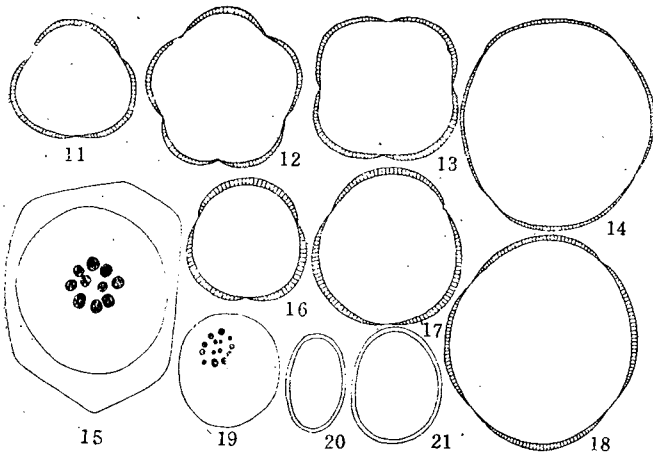
120 時間低温 (2° — 3°C) 處理せる *Brassica napus* の花粉粒.

11. 正常な花粉粒.
- 12 と 13. 2 倍性花粉粒.
14. 4 倍性花粉粒.

第 15—18 圖

96 時間低温 (2° — 3°C) 處理せる *Brassica campestris* の花粉母細胞と花粉粒.

15. 10 の二價染色體を示す正常な第 I 分裂中期.
16. 正常な花粉粒.
17. 2 倍性花粉粒.
18. 4 倍性花粉粒.



第 19—21 圖

43 時間低温 (2° — 3°C) 處理せる *Begonia semperforens* の花粉母細胞と花粉粒.

19. 14 の二價染色體を示す正常な第 I 分裂中期.
20. 正常な花粉粒.
21. 2 倍性花粉粒.

アセトカーミン プレパラートにて觀察。 $\times 1050$, 但し 15 と 19 は 2625 倍. 全部 $\frac{2}{3}$ に縮少.

B. semperforens では *B. napus* 及び *B. campestris* に比較して種々の點に於て相違があり、36 時間處理せるもので既に倍數性花粉粒が見られた。倍數性花粉粒の現れる割合も前二者に比較して非常に少く、48 時間處理のもので僅かに 0.96% の 2 倍性花粉粒が形成され、4 倍性花粉粒は見られなかつた、48 時間以上のもも倍數性花粉粒の形成頻度に變化がなかつたが、60 時間以上處理する事は植物體を凍死に至らしむる様な傾向が見られ、實驗は不可能であつた。又處理中及び處理後に於る花粉母細胞の成長並びに核分裂の過程も *B. napus*, *B. campestris* に比し非常に遅れ、特に處理後花粉母細胞の分裂時間が正常の状態に復するに約 2 日位も要する事が判つた。この様な現象は *B. napus*, *B. campestris* では全然見られなく、少くとも 2°—3°C では處理後直に正常な分裂を續ける。*B. semperforens* では染色體を異にする種々の異數體が知られてゐるが (松浦及び奥野 1936, 1942), 本實驗に使用せしものは $n=14$, $2n=28$ で 1942 年に新しく見出された個體で 7 を基數とする 4 倍體である。減數分裂は全く規則正しく行はれ、他の異數體に見られる様な異常現象及び單價染色體の不均等配分による大小様々の花粉粒の形成を見ない全く正常なものである。

第 1 表 低温 (2°—3°C) 處理による倍數性花粉粒の誘發と處理時間との關係

植 物 \ 時 間	24	36	48	60	72	84	96	108	120
<i>B. napus</i>	-	-	-	-	-+	-+	-+	+	+
<i>B. campestris</i>	-	-	-	-+	-+	-+	+	+	
<i>B. semperforens</i>	-	-+	+	+					

第 2 表 3 種の植物に於る倍數性花粉粒の頻度

植 物	處理時間	n	2n	4n	計
<i>B. napus</i>	120	1835 (93.86%)	87 (4.45%)	33 (1.69%)	1955 (100%)
<i>B. campestris</i>	96	430 (92.84%)	28 (6.05%)	5 (1.08%)	463 (100%)
<i>B. semperforens</i>	48	925 (99.04%)	9 (0.96%)	-	934 (100%)

以上觀察された 2 倍及び 4 倍性花粉粒誘發の原因は多くは減數分裂の第一若しくは第二分裂に於る復舊核の構成及び第一、第二分裂を通して單一の復舊核が作られる事によるもので、この他 4 倍性花粉粒は不減數第二分裂の 2 核の癒合及び細胞膜不形成並びに形成遅延等により生じ、又 2 倍性花粉粒は正常な第一分裂後、第二分裂の核板若しくは紡錘體の癒合からも生ずる (第 2—

考 察

Lutokov (1937) は *Faphanobr. ssica* で 0° — 1.5°C の低温處理を行ひ、總計 2403 の花粉粒中 2 倍及び 4 倍性の花粉粒は夫々 162 (6.62%), 57 (2.24%) 見られた事を報告してゐる。この倍數性花粉粒誘發の頻度は著者の場合と多少異なるが、これは處理した温度の相違に基因するものと考へられる。又 *B. napus* 及び *B. campestris* の様に同一の温度處理で多少異なる結果が得られた事より、同屬内の各種類によつても相違があるのかも知れない。これ等の點を明らかにする爲め今後各種の低温及び異なる種類の植物で精密な實驗を行ひたと思ふ。尙 *B. napus* は $n=19$, $2n=38$ で $aacc$ ($a=10$, $c=9$) のゲノムから成る複合種で一方 *B. campestris* は $n=10$, $2n=20$ で aa のゲノムからなる基本種であるが兩者の低温に對する感受性がこの様なゲノム構成の相違と關係があるか否かは興味ある問題であり、若し何等かの關係があるとせば、基本種を中心とする同質倍數體及び異質倍數體の問題に對して 1 つの示唆を與へるものである。*B. semperflorens* では *B. napus* 及び *B. campestris* に比して非常に早く即ち 48 時間位で完全に低温の影響を受け倍數性花粉粒が形成された。これはペコニアはアブラナ屬植物に比較して高温性(熱帶性)植物である爲め低温の影響を感受し易い事によるものと考へられる。然し 4 倍性花粉粒の形成は全然見られなく、且つ 2 倍性花粉粒も非常に少く僅かに 0.96% に過ぎなかつた事は 2° — 3°C の温度が低過ぎ、その結果花粉母細胞の分裂が殆んど停止するものと考へられる。實際に處理前と處理後の花粉母細胞を比較せしめて花粉粒迄に發達してゐるものは處理前、中期若しくは後期以後の時期にあつたと思はれるもので、それ以前又は休止核の時期のものでは殆んど時期の推移は見られなかつた。この事は *B. semperflorens* を 48 時間以上處理すると植物體それ自身を凍死に至らしむる危険を意味するものと思はれる。これに反して *B. napus* 及び *B. campestris* は 2° — 3°C では 120 時間位の處理でも植物體を凍死せしめる様な危険は見られなく、花粉母細胞の分裂も正常のものよりは時間的に遅れるが、進んで行く事が判つた。處理後直に正常な分裂に復する事も *B. semperflorens* と非常に異なる所である。

減數分裂及び體細胞分裂に及ぼす高温の影響に就ては今日迄多くの研究報告がある。高温が染色體の部分的若しくは完全な非對合 (Asynapsis) の原因をなす場合が *Malus* (Heilborn, 1930), *Lychnis* (高木, 1923) 及び *Rhoeo* (Sax, 1936) で知られてゐる。又温度の變化によつて減數分裂が抑壓されて、その結果 2 倍性及び 4 倍性の花粉粒を生じた事が *Oryza* (松島, 1935), *Triticum* (Bleier, 1930), *Petunia* (松田, 1928, 1936), *Tulipa* (De Mol, 1923, 1928), *Gagea* (坂村及び須藤, 1926), *Rhoeo* (Sax, 1936) 及び *Hyacinth. s* (De Mol, 1936) で報告され、*Gagea* では 2 倍性の花粉粒が形成されるには 25° — 30°C , *Petunia* では 43°C の温度が必要であると云

はれてゐる。中村(1936)は花期に於る自然の温度が時々染色体の倍加を起さしむるに充分である事を報告し、松田(1936)及びSax(1936)は連続的に高温及び低温で処理するよりも低温より高温への突然の變化がより以上効果的であると報告してゐる。高温により體細胞の染色体に倍加が起つた場合は *Zea* と *Cucumis* (Koshuchow, 1928) 及び *Hordeum* (Peto, 未發表) で知られ、又 *Zea* (Randolph, 1932), *Triticum* と *Secale* (Dorsy, 1936) 及び *Hordeum* (Münztzing, 1936) の初期の前胚嚢組織の分裂に於て見られてゐる。これに反して低温による研究は細胞學的方面のみならず、生物體に及ぼす一般諸現象に就ての研究は少い様である。低温の影響により植物體に倍數系を最初に生ぜしめたのは Belling (1925) であつて、彼は低温により *Uvularia*, *Stizolobium* 及び *Datura* で巨大花粉粒が誘發される事を發見した。その後 Michaelis (1926) は *Epilobium* で、Straub (1936) は *Rhoeo* で低温處理が減數分裂を抑壓する事を觀察してゐる。下斗米(1927)は *Liriope* で巨大花粉粒が生ずる事を報告し、Lutokov (1937) は *Raphanobrassica* で2倍及び4倍性の花粉粒の誘發に成功した。又Sax(1937)は *Tradescantia* を 8°C に數週間保ち、これを 33°C の高温室に入れる事によつて染色体の部分交換、逆位、接合及び切斷等の種々の不規則な現象が觀察されたと報告し、これ等の現象はX線照射による不規則な現象と全く類似してゐる事を明らかにした。又温度處理により減數分裂に於る染色体の分離の抑壓、非對合及び倍數性花粉粒も誘發された事を報告してゐる。温度處理により誘發される異常現象の多くは恐らくX線照射、遠心分離法、紫外線、機械的の損傷、バクテリア接種、コルヒチン、アセナフテン、遺傳的要素及び種子の加齡等により生ずる種々の異常現象と多くの點に於て類似するものと思はれ、その作用の大部分は核と細胞質の正常な時間的の働きを變化させ、その結果細胞と核の分裂の調和を阻害し種々な異常現象を誘發せしめる様に考へられる。

低温處理によつて生じた倍數性配偶子を入爲的に授精させて入爲倍數體を作り出す事は非常に困難な問題であるが、全然望みの無い事ではなく、處理前の花粉母細胞の時期(多く減數分裂の第一又は第二中期若しくは後期の分裂過程が阻害され、その結果復舊核が形成される)、處理温度及び處理時間を総合的に考慮して實驗を行へば、處理後に於る花を觀察して大體倍數性花粉粒を有すると思はれるものを見當つける事が出来る。この様な生殖細胞が雄性のみならず雌性に於ても生じ且つ機能を有すれば(機能を有する場合が種々の實驗によつて明らかにされてゐる)、これ等の配偶子の結合により極く稀れではあるが倍數性植物を育成する可能性がある。著者はこの様な方法で二、三のアブラナ屬植物で實驗を行ひ多數の種子を得たが、この中に倍數性のものが存在するか否かに興味を持ち、今後の實驗を期待してゐる。

摘 要

1. 本研究は低温處理により倍數性配偶子を入爲的に誘發せしめる目的で行つたもので、Bra-

ssica napus (n=19), *Brassica campestris* (n=10) 及び *Begonia semperflorens* (n=14) を 2°—3°C の溫度で 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 及び 120 時間處理した。

2. *B. napus* では 24—60 時間處理せるものでは倍數性花粉粒の誘發は全く見られなく、120 時間處理のもので 2 倍性及び 4 倍性の花粉粒は夫々 4.45%, 1.69% の割合で形成された。一方 *B. campestris* では 24—48 時間處理せるものでは *B. napus* 同様倍數性花粉粒は見られなく、96 時間處理のもので 2 倍性及び 4 倍性花粉粒は夫々 6.05%, 1.08% の頻度で現れた。これに反し *B. semperflorens* では 48 時間以上の處理は花粉母細胞の分裂を停止せしめ、植物體を凍死せしめる様な傾向が見られた。尙 48 時間處理のもので 2 倍性花粉粒は僅か 0.96% の割合で現れ 4 倍性花粉粒は見られなかつた (第 1 及び第 2 表参照)。

3. アブラナ (*Brassica*) 及びベコニア (*Begonia*) に於る倍數性花粉粒の誘發並びに處理時間に見られる差違は、前者は一般に寒地性 (低温性) 植物で、後者は熱帯性 (高温性) 植物である事に基因し、兩者の低温 (2°—3°C) に對する感受性の差違によるものと推定される。

4. *B. napus* で見られた正常花粉粒と 2 倍性及び 4 倍性花粉粒の大きさは 19 μ , 25 μ , 35 μ で、2 倍性及び 4 倍性花粉粒は正常花粉粒の 1.3 倍及び 1.8 倍にあたる。*B. campestris* でも大體同様な結果を示した (第 11—14, 16—18 圖)。

5. 2 倍性及び 4 倍性花粉粒誘發の原因は減數分裂の第一若しくは第二分裂に於る復舊核の構成及び第一、第二分裂を通して單一の復舊核が形成された事によるもので、この他に 4 倍性花粉粒は不減數第二分裂の 2 核の愈合及び細胞膜の不形成等により生じ、又 2 倍性花粉粒は正常な第一分裂後、第二分裂の核板若しくは紡錘體の愈合からも生ずる (第 2—10 圖)。

6. 本實驗の結果は減數分裂の時期に植物體に低温處理を行ふ事によつて、人為倍數體誘發の可能性を暗示するものである。

本研究は日本學術振興會の援助を得て行つたものである。こゝに同會に對し感謝の意を表す。

文 獻

- ALAM, Z. 1936. Cytological studies of some Indian oleiferous *Cruciferae* III. Ann. Bot. 50: 85-102.
- BELLING, G. 1925. Production of triploid and tetraploid plants. Jour. Hered. 16: 463-464.
- BLAKESLEE, A. & A. G. AVERY. 1937. Method of inducing doubling of chromosomes in plants. Jour. Hered. 28: 393-411.
- BLEIER, H. 1930. Experimentell-cytologische Untersuchungen. I. Einfluss abnormaler Temperatur auf die Reductionsteilung. Zeitschr. Zell. 2: 218-236.
- CATCHSIDE, D. G. 1934. The chromosomal relationships in the swede and turnip groups of *brassica*. Ann. Bot. 48: 601-633.
- DERMEN, H. 1938. A cytological analysis of polyploidy by colchicine and by extremes of temperature. Jour. Hered. 29: 211-229.
- DORSEY, E. 1936. Induced polyploidy in wheat and rye. Jour. Hered. 27: 155-160.

- FRANDSON, H. N. & WINGE, Ö. 1932. *Brassica napocampestris*, a new constant amphidiploid species hybrid. *Hereditas* 16: 212-213.
- 芳賀 恣. 1938. ロシア學者によるアブラナ屬植物の育種. 植物及動物 6: 653-656.
- HAGA, T. 1938. On genomes in the genus *Brassica* (A collective review). (In Japanese). *Jap. Jour. Gen.* 14: 74-90.
- HEILBORN, O. 1930. Temperatur und Chromosomenkonjugation. *Svensk Bot. Tidskr.* 24: 12-25.
- KARPECHENKO, G. D. 1922. The number of chromosomes and the genetic correlation of cultivated *Cruciferae*. (In Russian with English summary). *Bull. Appl. Bot. Plant Breed.* 1: 3-14.
- LUTOKOV, A. N. 1937. On the artificial induction of polyploid gametes by treatment with low temperature and chloroform. (In Russian with English summary). *Bull. Appl. Gen. Plant.* 7: 127-150.
- MATSUDA, H. 1936. The effect of abnormal temperature upon the pollen formation of *Petunia*. *Jour. Coll. Agric. Imp. Univ. Tokyo* 14: 71-92.
- MATSUSIMA, K. 1935. Chromosome doubling in rice plants treated with high temperature. *Jap. Jour. Gen.* 11: 235-237.
- MATSUURA, H. & OKUNO, S. 1936. Cytogenetical studies on *Begonia* I. The chromosome numbers. (A preliminary note). (In Japanese). *Jap. Jour. Gen.* 12: 42-43.
- MATSUURA, H. & OKUNO, S. 1942. On polyploidy in *Begonia*. (In Japanese). *Bot. and Zool. (Tokyo)* 10: 941-944.
- MICHAELIS, P. 1926. Über den Einfluss der Kälte auf die Reductionsteilung von *Epilobium*. *Planta* 1: 569-582.
- MOL, W. E. DE. 1923. Duplication of generative nuclei by means of physiological stimuli and its significance. *Genetica* 5: 225-272.
- MOL, W. E. DE. 1928. The originating of diploid and tetraploid pollen grains in Duc van Thol-tulips (*Tulipa suaveolens*) dependent on the method of culture applied. *Genetica* 11: 119-212.
- MORINAGA, T. 1934 b. On the chromosome number of *Brassica juncea* and *B. napus*, On the hybrid between the two, and on offspring line of the hybrid. (In Japanese). *Jap. Jour. Gen.* 9: 161-163.
- MÜNTZING, A. & G. TOMETORP, & K. MUNDT-PETERSON. 1936. Tetraploid barley produced by heat treatment. *Hereditas* 22: 401-406.
- NAGAI, K. & SASAOKA, T. 1930. The number of chromosomes in the cultivated *Brassica*. (In Japanese with English résumé). *Jap. Jour. Gen.* 5: 151-167.
- RANDOLPH, L. F. 1932. Some effects of high temperature on polyploidy and other variations in maize. *Pro. Nat. Acad. Sci.* 18: 222-229.
- SAKAMURA, T. & STOW. I. 1926. Über die experimentell veranlasste Entstehung von keimfähigen Pollenkörner mit abweichenden Chromosomenzahlen. *Jap. Jour. Bot.* 3: 111-136.
- SAX, K. 1937. Effect of variation in temperature on nuclear and cell division in *Tradescantia*. *Amer. Jour. Bot.* 24: 218-225.
- SHIMOTOMAI, N. 1927. Über Störungen der meiotischen Teilungen durch niedrige Temperatur. *Bot. Mag. (Tokyo)* 41: 149-160.
- STRAUB, J. 1936. Untersuchungen zur Physiologie der Meiosis. II. *Zeitschr. Bot.* 30: 1-57.
- TAKAGI, F. 1928. The influence of higher temperature on the reduction division of *P. M. C.* of *Lychnis Sieboldi*. *Sci. Rept. Tohoku Imp. Univ.* 3: 461-466.
- U, N. 1934. Cytological studies on hybrids of *Brassica campestris* L. and *B. oleracea* L. (In Japanese). *Jap. Jour. Gen.* 9: 159-160.
- U, N. 1935. Genom-analysis in *Brassica* with special reference to the experimental formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilization. *Jap. Jour. Gen.* 7: 389-452.

低 温 科 学 第 二 輯 (第 一 刷) 正 誤 表

(頁)	(行)	(誤)	(正)	(頁)	(行)	(誤)	(正)
目次	20	福島	福富	90	13	写真 12	写真No.30
3	12	α	αd	94	28	" 7	" No.25
6	第6圖	5 cm	0.5 cm	99	16	示すと	みると
"	20	$\frac{3}{\text{kg/cm}}$	$\frac{3}{\text{kg/cm}^2}$	"	"	写真No.1の如く	トル
24	22	相対温度	相対湿度	"	22,23	写真1に見られる	トル
26	第1表の5	<105	>105	100	2	写真と同様に	トル
27	4	写真 2	写真No.2	101	27,28	写真No.2に示す様に	トル
"	10	" 1	" No.1	101,102	30,1	写真に示す如く	トル
"	14	" 3	" No.3	102	13	第1表及び写真No.2を	第1表を
"	19	F	下	108	26	写真 1	写真No.31
"	30	写真 4,5	写真No.4,5	"	29	" 4	" No.34
28	4	T_c	T_a	"	29	" 4	" No.34
"	5	T_c	T_a	109	3	" 4	" No.34
"	23	写真 6,7,8	写真No.6,7,8	"	"	" 5	" No.35
"	29	" 8	" No.8	"	"	" 2	" No.32
29	2	" 9,10,11	" No.9,10,11	112	3	" 3	" No.33
34	10	鐵線があるが	鐵線であるが	113	17	" 6	" No.36
59	第13圖	---細土含有量	---細土含有量	"	18	" 7	" No.37
"	"	-x-粘土含有量	-x-粘土含有量	"	29	" 8	" No.38
70	24	b c	b : c	115	27	" 9	" No.39
71	3	写真No.1	写真No.12	116	4	" 9	" No.39
"	3	" No.2	" No.22,13	120	13	$1.0 \times 10^{-7} V$	$1.0 \times 10^{-2} V$
"	16	" No.1	" No.21,12	121	7	30cm	130cm
74	6	第2圖(A)	" No.14	128	14	3m	4.8m
"	"	" (B)	" No.15	136	第1表の1	左右對線	左右對稱
"	"	" (C)	" No.16	142	1	打點式によつて	自記的に
"	8	写真 (A)	" No.14	159	6	Ag	Aq
"	10	写真 (B)	" No.15	164	25	$\Delta t'g > t_w$	$\Delta t'g > \Delta t_w$
"	18	" (C)	" No.16	166	27	0.001N	0.001/N
"	20	" (A)	" No.14	171	3	9桁	6桁
75	9	第4圖(D)及(E)	" No.17, No.18	"	16	$\frac{T_l}{T_a} Vt$	$\frac{T_l}{T_t} Vt$
"	11	写真 (D)	" No.17	172	2	$R-I = \frac{e}{e_{sat}} 100$	$RH = \frac{e}{e_{sat}} 100$
"	12	" (E)	" No.18	"	22	a), b)	写真No.40, No.41
77	脚註3	Seron	Screen	174	第3表	相対温度	相対湿度
80	11	$\int_0^\infty \varphi(r) d^2(r) pr$	$\int_0^\infty \varphi(r) p^2(r) dr$	180	6	$B_{nap} s$	B_{napus}
88	10	写真 1	写真No.19	181	2	<i>Faphanobras-sica</i>	<i>Raphanobras-sica</i>
"	20	" 2	" No.20	182	4	<i>Horde m</i>	<i>Hordecum</i>
89	1	" 3	" No.21	183	13	<i>nap s</i>	<i>napus</i>
"	3	" 4	" No.22	244	19	單位生殖	單爲生殖
"	12	" 5	" No.23	248	15,16	温度氏はでも	湿度でも
"	"	" 6	" No.24	"	16	尙松島	尙松島氏は
"	14	" 4	" No.22	252	13	Schwarkinowa	Schwarnikow
"	22	" 7	" No.25	257	6	写真1-5	写真No.56の1-5
"	27	" 8	" No.26	259	8	写真4-5	写真No.56の4-5
"	28	" 9	" No.27	260	6	" 6	" No.56の6
90	3	" 12	" No.30				
"	10	" 8	" No.26				
"	11	" 11	" No.29				
"	12	" 9	" No.27				