

燕麥テトラプロイド雜種の種子發達に関する小實驗<sup>(1)</sup>

Experimentelle embryologische Studien an tetraploiden

*Avena*-Bastarden ( $2x \times 6x$ )

西 山 市 三

植物分類學によれば燕麥屬(但し *Euavena*)中には多數の種が包含されて居る。之等をゲノム説の立場からみると3群に分つ事が出来る。第I群は單數染色体數( $n$ )7個を有するもの、第II群は14、第III群は21個の染色体を有するものである。即ちその染色体數は7の倍數的關係を示して居る(木原、1919、1924)。同一群内では、何れを父、又は母に選んでも、容易に雜種を育成することが出来る。然し異群間の交雜になると、父母の選び方によつてその交雜結果に顯著な差異が現はれることがある。例へば木原、西山(1932)兩氏によれば、第I群と第III群との間の交雜は後者を母とする場合にのみ成功し、その反對の交雜(相反交雜)では常に不成功である。更に同氏等は、その交雜不可能の原因を發生學的に探究して興味深い事實を得た。次にその研究の主要な點、2、3を擧げれば：

## 第I群(♀)×第III群(♂)

(1) 受精の初期には、胚子核及び胚乳核は非常な速さで分裂を行つて居る。然し受粉後48時間頃には屢々、胚子の周邊に存在する胚乳游離核が幾つか癒合し合つて、不正形の巨大核を形成する。その後の核分裂は極めて不規則となる。次にこの邊の胚乳細胞質中に大小多數の空胞が現はれる。次いで胚乳組織は未成熟のうちに崩壊消滅する様になる。

(2) 従つてF<sub>1</sub>種子は、一時は大きく發達するが、内容物を失ふと共に皺縮して枯死する。

## 第III群(♀)×第I群(♂)

(1) 受精後の胚子及び胚乳の發達は著しく遲鈍である。然し核分裂には致命的な異常現象は認められない。

(2) F<sub>1</sub>種子は小形ではあるが、内容物は稍々充實して發芽力を維持して居る。

相反交雜に於けるこの様な發生學的差異は何に原因して居るか? 木原、西山兩氏は之を次のやうに説明した。一般に受精作用が營まれると今まで靜止状態にあつた卵核や極核は急に核分裂を開始する。之を一面からみると、雄核(精子核)が雌核(卵核及び極核を總稱する)に作用して核分裂を惹起させるものと考へることが出来る。即ち雌核に一種の刺戟作用を及ぼすものと思はれる。そこで第I群(♀)×第III群(♂)では、雌核は過剰の刺戟作用を受けて、却つて種子の發育機能の平衡、特に核分裂を攪亂される。之に反して第III群(♀)×第I群(♂)では、刺戟作用が稍過小のために種子の發育不充分と云ふことになる。本例では染色体數の多い方が刺戟力が強い。

その後筆者は第I群×第II群に於ても、略同様の結果を得た(西山、1934)。然し2、3の學者中には、之と異つた意見を固持して居る人もある(下記參照)。そこで筆者は之等の假説者の適否を實驗的に確める目的の下に、X線を應用して一小實驗を行つた。試みに1934年の夏豫備的實驗に着手したところ、その結果、意想外の成功を収めたので、本年夏は更にこの實驗を一層精密に繰り返す考へて居た。處が今夏は、他の仕事に時間の全部を費して、本實驗には寸

1) Contributions from the Laboratory of Genetics, Biological Institute, Kyoto Imperial University No.

暇をも割くことが出来なかつた。尙將來、何時この實驗を完了し得るか豫想もつかない。故に  
 不止得、未完成のまゝ、茲に豫報して、諸賢の御批判と御教導とを希ふ次第である。

### 實驗結果

授精に當つて雄核の刺戟作用が過大であるとするならば、その作用を一時抑制することが出来れば、その交雜は自ら可能となるであらう。尤も第一に、その刺戟作用を抑壓する手段が問題となるのであるが、筆者は試みに X-線を花粉に照射することにした。その理由は X-線は照射量の多寡によつて細胞の生活機能を減殺し、甚だしい時には致死作用をさへ現はすからである。現今 X-線を生殖細胞に放射して不稔性（又は不胎性）を誘致して居ることは餘りにも著名な事實であらう。

先づ開花直前の第 III 群の植物、即ち *Avena fatua* L. の穂、數個を水瓶に挿し、之に或る一定量の X-線を照射した。直にこの穂の花粉を第 I 群の植物 *A. strigosa* SCHREB. の柱頭にふりかけた。他方にはその對照として、處理しない正常の花粉を以て同様の交雜を併せ行つた。後者の場合は上述の木原、西山兩氏の結果と同様に内容空虚な種子ばかりが得られた。X-線で處理した花粉を用ひると、F<sub>2</sub> 種子中約 32% は比較的優良な發育を示した。即ち多少皺はよつて居るが、胚乳内容物は稍充實して居る。(第 1 圖 b) 然しその他は對照區と同様に内容物を缺

Abb. 1.

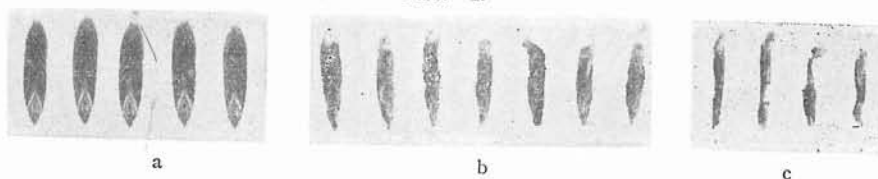


Abb. 1. a, Körner von *A. strigosa*. b und c, Körner nach Bestäubung mit röntgenbestrahlten Pollen. b, volle Körner. c, schlechte Körner.

いた不良種子であつた。(第 1 圖 c) この様に 2 型の種子を生じた原因は、主として花粉に對する X-線の照射が均一でなかつた爲であらう。第 2 圖 a は *A. strigosa* の自殖によつて得られた種子である。比較の爲特にこゝに掲げた。

Abb 2

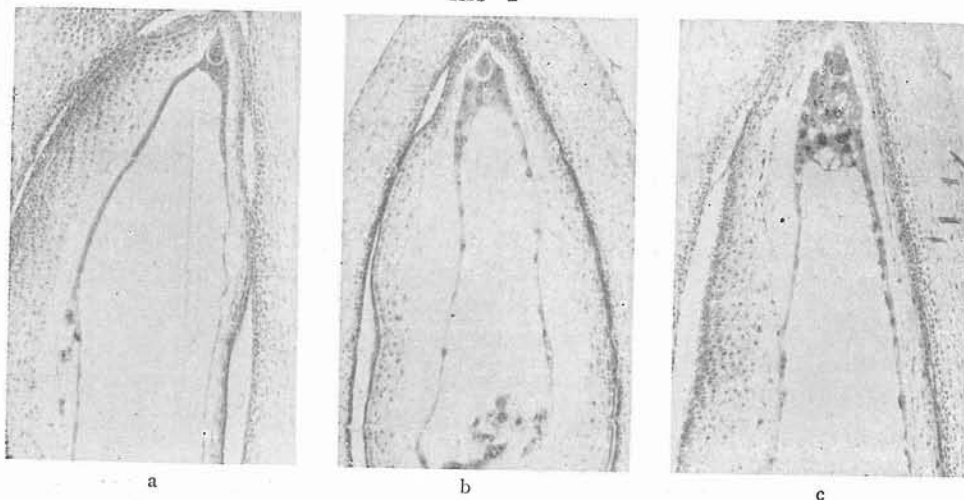


Abb. 2. Längsschnitte durch Fruchtknoten 48 Stunden nach der Bestäubung.  
 a, *A. strigosa*. b, *A. strigosa* (♀) × *A. fatua* (♂), Pollen unbestrahlt.  
 c, *A. strigosa* (♀) × *A. fatua* (♂), Pollen röntgenbestrahlt.

授粉後 48 時間目の胚珠を縦斷してみると、(1) 對照區と同様に特に胚乳が著しく異常的發育をして居るもの(第 2 圖 c 參照)と、(2) 第二圖 b に示す様に、胚子及び胚乳の形成過程が殆ど正常 (*A. strigosa* の自家受精した胚珠、第二圖 a 參照) に近いものの 2 種に大別することが出来る。前者は内容空虚な皺縮種子となり、後者は成熟して充實した種子に發達するものであらう。

次に之等の種子を水で濕した吸水紙上に播いて發芽力の有無を調べた。勿論對照區の種子は全然發芽しない。X 線照射區に於ても大部分は不發芽であつた。發育良好種子中の 1 粒が發根して 2~3cm. 位に伸長したが、幼芽は發生せず枯死した。

木原、片山兩氏(1932, 1933)及び片山氏(1934 a, b, 1935)は、花粉に X 線を照射すると、1 粒小麦は屢々ハプロイド植物を生ずることを報告して居る。本實驗に於てもこの様な現象に對する疑問が起つて來たので、此の種子の根端細胞で染色体數を調べてみた。適當の核分裂像が得られなかつたので、正確な染色体數は決定出來なかつたが、或る細胞では 28 ( $7+21=28$  が  $F_1$  の正常染色体數) に近い數を算へることが出來た。尙、之とは別に、若い雜種種子の胚乳の游離核の分裂で 32 以上 ( $7+7+21=35$  が正常染色体數) の染色体數を讀むことが出來た。之等の事實を綜合してみると、本雜種に於て得た種子は單爲生殖によつて出來たものでないことは確であらう。

不幸にして第 I 群(♀)×第 III 群(♂)からはまだ雜種植物を育生することは出來なかつた。然し X 線の強さや照射時間等を適當に調節すれば、早晚必ずその目的は達成するものと信じて居る。

## 論 議

染色体數の異つた植物を交雜すると、相反交雜によつて着粒歩合、 $F_1$  種子の發達又は發芽力等に著しい差異が現はれることがある。この原因に關しては目下種々の論議が闘はされて居る。小麦の 2 粒系 ( $2n=14$ )×普通系 ( $2n=42$ ) では早くからこの現象が、或る研究者によつて指摘されて居た (SAX 1921, 1922)、リリエンフェルト、木原兩氏(1934)は、小麦の一種 (*Triticum Timopheevi*  $2n=28$ ) は普通系と交雜すると、相反交雜の結果に一層顯著な差異を示すことを報告して居る。WATKINS 氏(1927, 1930, 1932)によれば、胚子核胚乳核中のゲノムの數の比が、正常比 ( $2:3$ )<sup>(1)</sup> を遠ざかるに従つて種子の發達が不良となりその結果種子の發芽率も低下すると説明して居る。THOMPSON 及び CAMERON (1928), THOMPSON (1930 a, b) 及び若桑氏(1930, 1933, 1934)等の假説は、主として胚乳内のゲノム構成に論據を置いて居る。即ちゲノムがすべて  $3x$  ( $x$  はゲノムを表はす) の状態に存在する時には種子の發達は良好で、 $2x$  又は  $1x$  状態のゲノムが多くなる程、種子の發達や發芽が減退すると論じて居る。その他 MÜNTZING 氏(1930 a, b, 1933)は *Galeopsis* と云ふ植物で交雜實驗中、類似の現象を観察した。同氏は從來の研究者が、胚子の榮養を司る子房組織のゲノム構成を無視して居たことを難詰し、新しく胚子、胚乳及び子房組織のゲノムの比が一定の均衡を保つことの重大なるを主張して居る。

以上述べたものは何れも兩親の染色体數が異つて居る場合であつた。然し、同一染色体數を有する植物間の交雜でも同様の異常現象が發見されて居る。例へば亞麻 (LAIBACH 1925, 1929,

(1) 雄核 ( $1x$ ) と卵核 ( $1x$ ) とが 1 個宛結合して胚子核 ( $2x$ ) となる。胚乳では 2 個の極核と 1 個の雄核とが結合するから  $3x$  となる。尙ポリプロイド雜種、例へば  $3x(♀) \times 1x(♂)$  では、胚子核は  $3x+1x$  胚乳核は  $3x+3x+1x$  で、その比は  $4:7$  となる。その相反交雜では  $4:5$  である。

1931)、小麥とエエギロプスの屬間、或は種間雜種(片山、1931, 1933)等の研究報告がある。片山氏は本問題を授精生理上の見地から詳論して居る。その主要論點は、木原、西山の主張と略一致して居る様に思はれる。亞麻では主として、母植物と交雜の結果生じた胚子との間の遺傳學的特性の差異に起因すると云ふことである(LAIBACH 1925, 1929, 1931)、KOSTOFF氏(1930)は煙草屬植物で廣汎な交雜試驗を行つた。この實驗によれば、胚乳及び胚子の發育は母体から分泌される抗体物質の影響を蒙ることが大きいと述べて居る。

以上の諸説には夫々一理あるが、燕麥テトラプロイド交雜に於ける實驗結果を説明するには尠だ不充分的様である。X線を照射した花粉を用ひても、又は無處理の花粉を用ひた場合でも、各組織のゲノム数の比には一向に變化は起らない。然しこの兩交雜實驗の結果には歴然たる差異が現れて來た。之は恐らくX線によつて處理された第III群の花粉、或は花粉核は、第I群の卵核又は極核と稍機能的平衡を得たことに起因するものと考へられる。

本實驗を行ふに當つて木原教授及びリリエンフェルト博士には御懇切な御指導を賜つた。茲に厚く謝意を表する。

(於 京都帝國大學農學部)

## 文 献

- 片山義勇(1931) *Aegilops, Triticum* 及び *Aegilotriticum* の屬間及び種間交雜に於ける着粒歩合と發芽能力並に F<sub>1</sub> 個体の不稔性に就て 農業及び園藝 6.
- KATAYAMA, Y. (1933) Crossing experiments in certain cereals with special reference to different compatibility between the reciprocal crosses. Mem. Coll. Agric. Kyoto Imp. Univ. 27.
- KATAYAMA, Y. (1934 a) Experimental formation of haploid plants in *Triticum monococcum*. Bull. Alumni Assoc. Utsunomiya Agric. Coll. 1.
- KATAYAMA, Y. (1934 b) Haploid formation by X-rays in *Triticum monococcum*. Cytologia 5.
- KATAYAMA, Y. (1935) Karyological comparison of haploid plants from octoploid *Aegilotriticum* and diploid wheat. Japan. Journ. Bot. 7.
- KIHARA, H. (1919) Über cytologische Studien bei einigen Getreidearten, Mitteilung II. Chromosomenzahlen und Verwandtschaftsverhältnisse unter *Avena*-Arten. Bot. Mag. Tokyo, 33.
- KIHARA, H. (1924) Cytologische und genetische Studien bei wichtigen Getreidearten mit besonderer Rücksicht auf das Verhalten der Chromosomen und die Sterilität in den Bastarden. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ. B. 1.
- KIHARA, H. (1934) Genomanalyse bei *Triticum* und *Aegilops*. V. LILLENFELD, F. und KIHARA, H. *Triticum* Timopheevi Zhuk. Cytologia 6.
- KIHARA, H. und KATAYAMA, Y. (1932) Ueber das Vorkommen von haploiden Pflanzen bei *Triticum monococcum*. Kwagaku 2.
- KIHARA, H. und KATAYAMA, Y. (1933) Reifungsteilungen bei dem haploiden *Triticum monococcum*. Agriculture and Horticulture 8.
- KOSTOFF, D. (1930) Ontogeny, genetics and cytology of *Nicotina* hybrids. Genetica 12.
- LAIBACH, F. (1925) Das Taubwerden von Bastardsamen und die künstliche Aufzucht früh absterbender Bastardembryonen. Zeitschr. Bot. 17.
- LAIBACH, F. (1929) Ecogenesis in Plants. Journ. Hered. 20.
- LAIBACH, F. (1931) Ueber Störungen in den physiologischen Beziehungen zwischen Mutter und Embryo bei Bastardierung. Zeitschr. induct. Abst.-u. Vererbungsl. 59.

- MUENTZING, A. (1930 a) Outlines to a genetic monograph of the genus *Galeopsis*. With special reference to the nature and inheritance of partial sterility. *Hereditas* 13.
- MUENTZING, A. (1930 b) Ueber Chromosomenvermehrung in *Galeopsis*-kreuzungen und ihre phylogenetische Bedeutung. *Hereditas* 14.
- MUENTZING, A. (1933) Hybrid incompatibility and the origin of polyploidy. *Hereditas* 18.
- NISHIYAMA, I. (1929) The genetics and cytology of certain cereals. I. Morphological and cytological studies on triploid, pentaploid and hexaploid *Avena* hybrids. *Japan. Gen.* 5.
- NISHIYAMA, I. (1932) *Idem.* III. KIHARA, H. and NISHIYAMA, I. Different compatibility in reciprocal crosses of *Avena*, with special reference to tetraploid hybrids between hexaploid and diploid species. *Japan. Journ. Bot.* 6.
- NISHIYAMA, I. (1934) *Idem.* VI. Chromosome behavior and its bearing on inheritance in triploid *Avena* hybrids. *Mem. Coll. Agric. Kyoto Imp. Univ.* 32.
- SAX, K. (1921) Sterility in wheat hybrids. I. Sterility relationships and endosperm development. *Genetics* 6.
- SAX, K. (1922) *Idem.* III. Endosperm development and  $F_2$  sterility. *Genetics* 7.
- THOMPSON, W. P. (1930 a) Shrivelled endosperm in species crosses in wheat, its cytological causes and genetical effects. *Genetics* 15.
- THOMPSON, W. P. (1930 b) Causes of difference in success of reciprocal interspecific crosses. *Amer. Nat.* 64.
- THOMPSON, W. P. and CAMERON, D. R. (1928) Chromosome numbers in functioning germ-cells of species hybrids in wheat. *Genetics* 13.
- WAKAKUWA, Sh. (1930) Bestäubungs und Keimungsversuche in reziproken *Triticum*-Kreuzungen. *Japan Journ. Gen.* 6.
- 若桑俊二郎 (1933) 小麦種間相反交雑に於ける胚及び胚乳發育の差異 遺傳學雜誌 8.
- WAKAKUWA, Sh. (1934) Embryological studies on the different seed-development in reciprocal interspecific crosses of wheat. *Japan. Journ. Bot.* 7.
- WATKINS, A. E. (1927) Genetic and cytological studies in wheat III. *Journ. Gen.* 18.
- WATKINS, A. E. (1930) The wheat species: A critique. *Journ. Gen.* 23.
- WATKINS, A. E. (1932) Hybrid sterility and incompatibility. *Journ. Gen.* 25.

(受理 昭和10年7月31日)