

M. Feldman



コムギの二重一染色体植物とその後代に得られる
零一染色体植物および二重零染色体植物について

重 永 昌 二

Cytogenetical studies on double monosomics, nulli-monosomics
and double nullisomics in wheat

Shōji SHIGENAGA

兵庫農科大学研究報告 第6巻 第1号 農業生物学編 別刷
昭和38年12月

Reprinted from the Science Reports of the Hyogo University of Agriculture
Vol. 6, No. 1 Series : Agricultural Biology, December, 1963
Sasayama, Hyogo, Japan

コムギの二重一染色体植物とその後代に得られる 零一染色体植物および二重零染色体植物について

重 永 昌 二

Cytogenetical studies on double monosomics, nulli-monosomics and double nullisomics in wheat

Shōji SHIGENAGA

緒 言

普通系コムギ *Triticum aestivum* ($2n=42$) は A, B, D の 3 ゲノムより成る異質 6 倍体 (AABBDD) で各ゲノムは 7 本の染色体より成る。SEARS (1959) は A ゲノムに属する染色体に 1A から 7A まで, B ゲノムに属する染色体に 1B から 7B まで, D ゲノムのそれに 1D から 7D までの記号を与え 21 対の染色体の各々を区別できるようにした。正常なコムギから 1 本の染色体が欠除して $2n=41$ になった植物を一染色体植物 (monosomics) と呼ぶ。また一対 (2 本) の相同染色体が欠除して $2n=40$ になった植物を零染色体植物 (nullisomics) と呼ぶ。したがって普通系コムギには 21 通りの一染色体植物あるいは零染色体植物が期待される。

SEARS (1954) はコムギ品種 *Triticum aestivum* var. Chinese Spring を用いて多年の研究の結果 21 通りの一染色体植物および零染色体植物を得ることに成功した。このうち零染色体植物は形態的に著しい特徴を示すため、外見的に 21 通りを区別することができる。これは主に失なわれた染色体上の優性形質がなくなること、同じ失なわれた染色体上の変更遺伝子の影響が消失することによる。

これとは別に KIHARA und MATSUMURA (1942) は *Triticum Spelta* ($2n=42$, AABBDD) $\times$ *T. polonicum* ($2n=28$, AABB) の組合せによる五倍コムギ雑種の後代から D ゲノムの零染色体植物 7 通りを得て a~g-矮性と名付けた。WAKAKUWA (1929) はこのうちの f-矮性と g-矮性 (何れも $2n=40$) の間で交配を行ない、その F_2 および F_3 に $2n=38, 39$ などの染色体数を有する植物が得られたことを報告している。木原 (1962) によればこの f-矮性と g-矮性植物は SEARS (1959) の零染色体植物 nulli-5D と nulli-3D に相当する。したがって WAKAKUWA (1929) の得た $2n=38$ 植物はコム

ギの 3D と 5D の二対の染色体を欠除した二重零染色体植物 (double nullisomics—3D·5D) であることになる。また $2n=39$ の植物には 2 通りあり、一方は 3D 染色体一対と 5D 染色体のうちの 1 本を欠除した植物 (nulli-3D·mono-5D), 他方は 3D 染色体一対と 5D 染色体のうちの 1 本を欠除した植物 (nulli-5D·mono-3D) で、いずれも零一染色体植物 (nulli-monosomics) と呼ぶことができる。

零染色体植物から更に特定の染色体を除去した植物については、WAKAKUWA の報告を除いてはこれまで殆んど知られていない。

筆者は Chinese Spring コムギの 6 通りの零染色体植物の間で交配を行ない、その後代に 9 通りの零一染色体植物、3 通りの二重零染色体植物を得た。これらの形態および細胞遺伝学的観察の結果を報告する。

本文に入るに先立ち、本研究遂行に対し終始懇切なる御指導と更に本稿の御校閲をたまわった本学教授望月明博士に対し深甚なる謝意を表す。また機会にふれ種々有益なる教唆を与えられた本学小野一助教授に対し厚く御礼申し上げる。

材料および方法

コムギ品種 Chinese Spring の 21 通りの一染色体植物 (monosomics, $2n=41$) の自殖系統から得た零染色体植物 (nullisomics, $2n=40$) のうち主に A ゲノム染色体の欠除した nulli-1A (以下 $n1A$ と略記する), $n3A, n4A, n5A, n6A$ および $n2B$ を親植物として交雑に用いた。 $n1A \times n2B, n3A \times n6A, n4A \times n5A, n4A \times n2B$ および $n5A \times n6A$ の 5 組合せについて交配を行ない、その F_1 に 5 通りの二重一染色体植物 (double monosomics, $2n=40$) である double mono-1A·2B (以下 $m1Am2B$ と略記する), $m3Am6A, m4Am5A, m4Am2B$ および $m5Am6A$ が数個体ずつ得られた。これらを自殖して多

Table 1. Some characteristics of the nullisomics, double monosomics, nulli-monosomics and double nullisomics of Chinese Spring wheat.

Characteristics Plants		Plant height (cm)	No. of tillers	Culm* diameter (mm)	No. of kernels per spike	Fertility		2n
						Female	Male	
Normal		131.20	34.80	2.00	71.70	+	+	42
Nulli.	n1A	75.25	13.00	1.50	9.18	+	+	40
	n3A	85.00	12.50	1.25	7.60	+	+	40
	n4A	89.00	38.50	1.30	0	+	—	40
	n5A	110.00	48.00	1.80	37.00	+	+	40
	n6A	65.00	54.00	1.00	2.85	+	+	40
	n2B	55.33	11.00	3.50	0	—	+	40
Double mono.	m1Am2B	110.00	31.66	2.70	53.80	+	+	40
	m3Am6A	115.00	25.66	1.60	35.88	+	+	40
	m4Am5A	125.60	24.66	2.00	21.30	+	+	40
	m4Am2B	107.60	25.70	1.80	35.30	+	+	40
	m5Am6A	137.66	30.33	2.00	51.88	+	+	40
Nulli-mono.	n1Am2B	83.66	25.00	1.80	7.38	+	+	39
	n2Bm1A	76.50	25.50	2.80	0	—	+	39
	n3Am6A	82.30	34.60	2.00	2.63	+	+	39
	n6Am3A	80.00	63.00	2.00	1.20	+	+	39
	n5Am4A	127.00	62.00	1.20	21.00	+	+	39
	n4Am2B	97.50	43.00	1.80	0	+	—	39
	n2Bm4A	90.00	50.50	3.00	3.60	+	+	39
	n5Am6A	115.00	41.00	1.68	12.03	+	+	39
	n6Am5A	102.00	50.00	1.80	2.42	+	+	39
Double nulli.	n1An2B	58.00	27.00	2.00	0	—	?	38
	n3An6A	40.00	38.00	1.50	0	?	?	38
	n5An6A	115.00	62.00	1.50	0	+	—	38

* Measured at 5 cm below the neck of spikes.

数の F_2 個体が得られたのでその根端細胞の染色体数と成熟分裂における染色体対合を観察して、それらの中から double nullisomics, nulli-monosomics を選び出した。根端細胞の染色体観察は種子から発根した約 2cm の根を切りとり、15時間 3°C の冷水による前処理の後、無水アルコール 3 : 氷酢酸 1 のファーマー液で固定し、酢酸カーミンで染色、おしつぶし法によった。また花粉母細胞の観察は葯を無水アルコール 6 : クロロホルム 3 : 氷酢酸 1 のカルノア液で固定し、酢酸カーミンで染色、

おしつぶし法によった。

実 験 結 果

1. 親植物として用いた零染色体植物； 零染色体植物には低稔性のものが多く、自殖による維持が困難であるため、通常一染色体植物を自殖した次代の中から選出す方法がとられる。筆者が本実験に用いた零染色体植物もこのようにして得られたものである。その零染色体植物の特徴を略記する。

Table 2. Chromosome configurations at MI in six nullisomics.

Nullisomics	Frequencies in %					No. of cells observed
	20 _{II}	19 _{II} +2 _I	18 _{II} +4 _I	17 _{II} +6 _I	polyvalents	
n1A	94.4	5.6	—	—	—	125
n3A	74.4	16.2	3.5	—	5.9	117
n4A	82.0	10.8	0.6	1.2	5.4	167
n5A	95.7	4.3	—	—	—	115
n6A	85.2	14.1	0.7	—	—	128
n2B	66.9	24.3	7.7	1.1	—	169

正常な Chinese Spring コムギに比して一般に草丈低く、葉や稈が細い。しかし n2B は葉巾や稈の太さが特に増大する。稔性は n5A 以外は低く、特に n2B は雌性不稔、n4A は雄性不稔である。成熟は一般に遅い。また特定の染色体を失なうためそれぞれ特異的な穂形を示す。そのうち特に n5A はスぺルトイド形、n2B は下部の小穂の着き方が粗で不揃いであることが目立つ (Fig. 1)。親植物のそれぞれについて特徴を表示すると Table 1 の Nulli. の 6 行の如くなる。SEARS (1956) によれば n5A は雌性不稔であるが、筆者が得た n5A は良好な稔性を有していた。

これらの植物の花粉母細胞の第一分裂中期における染色体対合を観察した結果は Table 2 に示す如くである。n3A では三価染色体および四価染色体が観察され、n4A では三価染色体が観察された。

2. 二重一染色体植物; n1A×n2B, n3A×n6A, n4A×n5A, n4A×n2B および n5A×n6A の交配によってそれぞれ 14, 3, 1, 6 および 4 粒の種子が得られた。これらを播種して根端細胞の染色体数を調べた結果いずれも $2n=40$ であった。これらの植物の草丈、分蘖数、稈の直径 (穂首の下 5cm の位置で測定) および成熟期における一穂着粒数は正常な Chinese Spring コムギに近い値を示す (Table 1)。成熟分裂の第一中期における染色体対合は殆んど細胞が $19_{II}+2_I$ の対合型であった (Table 3)。すなわちこれらはそれぞれ二重一染色体植物 m1Am2B, m3Am6A, m4Am5A, m4Am2B, および m5Am6A であることが確認された。m4Am5A と m5Am6A の穂がスぺルトイド形を示すほかは、穂形も大体正常な Chinese Spring コムギと変わらない (Fig. 2)。この二重一染色体植物に着く自殖種子を任意に 120 粒づつ取って播種し、次代植物の根端細胞染色体数を調べた結果を Table 4 に示す。これによれば m1Am2B, m3Am6A および m5Am6A の次代は $2n=38\sim42$ の間

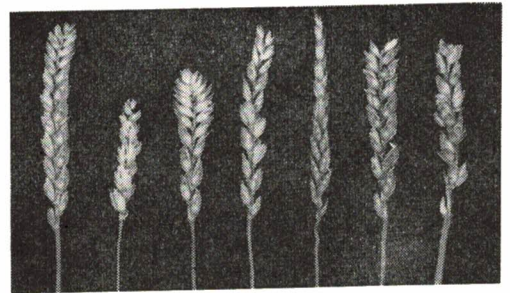


Fig. 1. Spikes of the six nullisomics of Chinese Spring wheat, from left to right: normal, n1A, n3A, n4A, n5A, n6A and n2B. ca $2/5\times$

Table 3. Chromosome configurations at MI in five double monosomics.

Double monosomics	Frequencies in %			No. of cells observed
	$19_{II}+2_I$	$18_{II}+4_I$	$17_{II}+6_I$	
m1Am2B	95.0	5.0	—	100
m3Am6A	93.6	4.8	1.6	125
m4Am5A	93.0	6.0	1.0	100
m4Am2B	94.0	6.0	—	100
m5Am6A	92.5	6.6	0.9	106

で連続した染色体数の変異を示し、m4Am5A および m4Am2B の次代は $2n=39\sim42$ の間で変異した。このうち特に m3Am6A の次代に $2n=61$ の染色体数を示す植物が 1 個体得られたが、これは雌性の非還元配偶子が受精して生じたものと推定される (重永, 1962)。二重一染色体植物では配偶子の染色体数は $n=19, 20$ および 21 の 3 通りが考えられる。このうち 21 のものは正常植物の配偶子と同じである。したがって染色体数 21 の配偶子が最も授精機能に富み、 19 の配偶子はその機能が最も低

Table 4. Frequency of various chromosome numbers in progenies from self-pollinated double monosomics.

Chro. no. in progenies (2n)	38	39	40	41	42	61	38+1f.*	38+2f.	39+1f.	39+2f.	40+1f.	41+1f.	Total
Double mono.													
m1Am2B	2	6	31	44	13	—	—	—	—	—	1	1	98
m3Am6A	1	4	28	49	15	1	—	—	—	—	3	—	101
m4Am5A	—	1	40	43	9	—	—	—	—	—	—	1	94
m4Am2B	—	14	33	32	8	—	—	—	2	—	1	—	90
m5Am6A	1	14	25	23	4	—	2	5	10	5	5	4	98
Total	4	39	157	191	49	1	2	5	12	5	10	6	481
Percentage	0.83	8.10	32.64	39.71	10.19	0.21	0.42	1.04	2.49	1.04	2.08	1.25	100

* 38+1f.: 2n=38 chromosomes+1 chromosome fragment

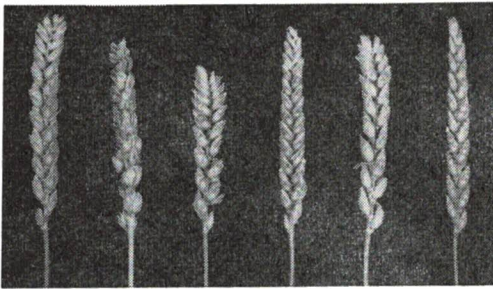


Fig. 2. Spikes of the double monosomics of Chinese Spring wheat, from left to right: normal, m1Am2B, m3Am6A, m4Am5A, m4Am2B and m5Am6A. ca 2/5×

いと考えるのが自然であろう。しかし $2n=38$ や 39 の個体が481個体のうち43個体得られたことは、 $n=19$ の配偶子もかなり授精にあずかり得ることを示す。

3. 零一染色体植物；二重一染色体植物の次代に得られた染色体数 $2n=39$ の植物を各組合せごとに栽培して調査した。そのうち m4Am5A の次代には $2n=39$ のものが1個体得られただけであるが、その他の4組合せではそれぞれ2種類の異なった表現をする植物を含むことが観察された。

i) n1Am2B および n2Bm1A

m1Am2B の次代に6個体の $2n=39$ の植物が得られたが1個体は出穂以前に枯死した。残りの5個体のうち3個体は稈がやゝ細く、穂の形が n1A に近似し、他の2個体は稈が太く穂形が n2B に近似していた。前者は成熟期に一穂当たり平均約8粒の種子を着けたが、後者は雌性不稔のため着粒しなかった。これらの形質をもとにして前の3個体を nulli-1A·mono-2B (以下 n1Am2B

と略記する)、後の2個体を n2Bm1A と推定した (Table 1, Fig. 3)。n2Bm1A の花粉母細胞において n1Am2B よりも多くの一価染色体が観察されるのは、n2B に一価染色体が多く観られるのとはよく一致する (Table 5, Table 2)。

ii) n3Am6A および n6Am3A

m3Am6A の次代に得られた4個体の $2n=39$ の植物のうち3個体は穂形が n3A に非常によく似ており、他の1個体はむしろ n6A に近似した穂形を示した。前者を n3Am6A とし、後者を n6Am3A と推定した (Fig. 3)。n3Am6A の花粉母細胞には $1\text{III}+18\text{II}$ の染色体接合を示す細胞が2%、 $1\text{IV}+16\text{II}+3\text{I}$ が1.4%の頻度で観察された。このように多価染色体が観られるのは、n3A に5.9%の細胞で多価染色体が観られるのとはよく一致する (Table 5, Table 2)。

iii) n5Am4A

m4Am5A の次代に得られた1個体の $2n=39$ の植物は、穂がスパルトイド形であり、草丈が n4A よりも n5A に似て高く、雌雄蕊とも稔性を有していた。これらの形質からこの個体は n5Am4A であると推定した (Fig. 3)。この植物の稔性が高いのは n5A の高稔性とよく一致する (Table 1)。

iv) n2Bm4A および n4Am2B

m4Am2B の次代に得られた14個体の $2n=39$ の植物のうち、12個体が成熟期まで生育した。このうち5個体は茎が太く、葯が裂開して豊富に花粉を出し、小穂の着き方が不揃いで n2B に似ていた。他の7個体は茎が細く、葯が裂開せず、穂の形が n4A に似ていた。したがって前者を n2Bm4A、後者を n4Am2B と推定した (Fig. 3)。

Table 5. Chromosome configurations at MI in nine nulli-monosomics.

Nulli-monosomics	Frequencies in %					No. of cells observed
	$19_{II}+1_I$	$18_{II}+3_I$	$17_{II}+5_I$	$16_{II}+7_I$	polyvalents	
n1Am2B	92.9	7.1	—	—	—	126
n2Bm1A	64.0	27.0	9.0	—	—	100
n3Am6A	72.6	18.5	5.5	—	3.4	146
n6Am3A	81.0	15.0	4.0	—	—	100
n5Am4A	93.0	5.0	1.5	0.5	—	200
n4Am2B	95.0	5.0	—	—	—	120
n2Bm4A	75.2	17.9	6.9	—	—	145
n5Am6A	91.3	5.8	—	—	2.9	103
n6Am5A	84.6	15.4	—	—	—	117

n4Am2B が雄性不稔であることは、n4A が雄性不稔であることによると考えられる。しかし n2B が雌性不稔であるにも拘らず、n2Bm4A は稔性を有する (Table 1)。これは n2B から更に 4A 染色体が1本欠除して “genetic background” に変化を生じたことにより、雌蕊の稔性が回復したものと考えられる。

n4Am2B の花粉母細胞では 5% が $18_{II}+3_I$ の染色体対合を示すに過ぎないが n2Bm4A の花粉母細胞では 17.9% が $18_{II}+3_I$ 、6.9% が $17_{II}+5_I$ の対合を示す。これは n4A よりも n2B の花粉母細胞に一価染色体が多く観察されることとよく符合する (Table 5, Table 2)。

v) n5Am6A および n6Am5A

m5Am6A の次代には14個体の $2n=39$ の植物が得られた。このうち1個体は幼苗期に枯死したが、成熟期まで生育した13個体は形態的に2通りの群に分けられた。

正常な Chinese Spring コムギの穂はスクエヤヘッド形であるが、5A 染色体が欠除すると穂がスペルトイド形になる。逆に 6A 染色体が欠除すると穂がコンパクトイド形になる。13個体のうち、穂のスペルトイド形質の程度が著しいものが8個体と、この程度が著しくなくスクエヤヘッドとスペルトイドの中間の穂形を示すものが5個体であった。前者を n5Am6A、後者を n6Am5A と推定した (Fig. 3)。n5Am6A の稔性は n6Am5A よりも著しく高い。これは n5A の稔性が n6A の稔性に比して著しく高いこととよく符合する (Table 1)。

4. 二重零染色体植物； 3通りの二重一染色体植物の次代に合計4個体の $2n=38$ の染色体数を示す植物が得られたが、このうち3個体が成熟期に達するまで生育した。

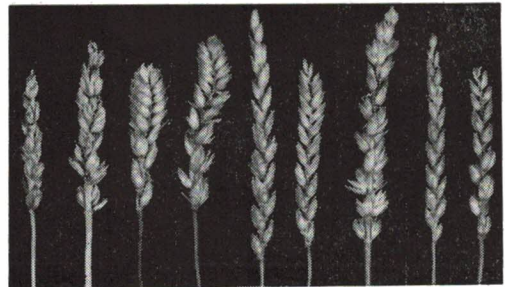


Fig. 3. Spikes of the nulli-monosomics of Chinese Spring wheat, from left to right: n1Am2B, n2Bm1A, n3Am6A, n6Am3A, n5Am4A, n4Am2B, n2Bm4A, n5Am6A and n6Am5A. ca 2/5×

i) n1An2B

m1Am2B の次代に $2n=38$ の染色体数を示す植物が2個体得られたが、1個体は幼苗期に枯死し、他の1個体は成熟期まで順調に生育した。この個体の成熟期における草丈は 58.0cm、有効分蘗数は27本であった。穂形は n1A と n2B の両形質を合せもつが、n1A にも n2B にも多くは見られない分枝穂が多く見られる (27穂中12穂が分枝穂) のが特徴である (Fig. 4a)。花粉母細胞の第一分裂中期では 81.2% の細胞が 19_{II} の染色体対合を示した (Table 6)。したがってこの植物は 1A および 2B の染色体を全く持たない二重零染色体植物 (double nullisomic-1A-2B、以下これを n1An2B と略記する) であることが確認された。蒴は自然に裂開したが自殖による種子は得られなかった。

ii) n3An6A

m3Am6A の次代に得られた1個体の $2n=38$ 染色体

Table 6. Chromosome configurations at MI in three double nullisomics.

Double nullisomics	Frequencies in %				No. of cells observed
	19 Π	18 Π +2 Γ	17 Π +4 Γ	16 Π +6 Γ	
n1An2B	81.2	17.1	1.7	—	117
n3An6A	78.0	22.0	—	—	100
n5An6A	81.8	12.7	3.6	1.9	110

数を有する植物は草丈、葉の巾ともに正常な個体の約 $\frac{1}{3}$ であったが有効分蘗数はむしろ増加した (Table 1, Fig. 4b). これは最初の穂が成熟に達してもなお分蘗が続いて新しい腋芽が出てくる傾向をもつことによる。花粉母細胞の第一分裂中期では 78% の細胞が 19 Π の染色対合を示した (Table 6). したがってこの植物は n3An6A であることが確認された。蒴は自然に裂開したが自殖による種子は得られなかった。

iii) n5An6A

m5Am6A の次代に得られた 1 個体の $2n=38$ の染色体数を示す植物は草丈が 115cm, 分蘗数が 62 本で極めて良好な生育を示した (Fig. 4c). 成熟期に達してもなお新しい腋芽が出ることは n3An6A と同様である。穂はスペルトイド形で n5A の形質が顕著にあらわれる。花粉母細胞の第一分裂中期では 81.8% の細胞が 19 Π の染色体対合を示した (Table 6). したがってこの植物は n5An6A であることが確認された。蒴が裂開しないため自殖による種子は得られなかった。

考 察

正常な Chinese Spring コムギとその一染色体植物の形態は m5A がスペルトイド形の穂を示すような例外を除けば、殆んど区別はつかない。零染色体植物になると形態的に正常植物と区別できるし、一般に稔性も急激に低下する。これは固定された品種では特定の相同染色体の 1 本が欠除するだけでは殆んど形質に影響を与えないが、相同染色体が一对、すなわち 2 本とも欠除すると、失われた染色体上の遺伝子のすべてがなくなるため、形質に特異的な影響を強く与えるからである。本実験で得た二重一染色体植物が、形態的に正常植物と殆んど区別がつかないのは、除去された 2 本の染色体とも相同の染色体が残っているために、失われた染色体上の遺伝子の影響が顕著に現われないためであろう。零染色体植物 ($2n=40$) から更にもう 1 本の染色が欠除した零一染色体植物 ($2n=39$) はもとの零染色体植物と近似の形質を示す。この現象も同様に説明できる。二重零染色体植

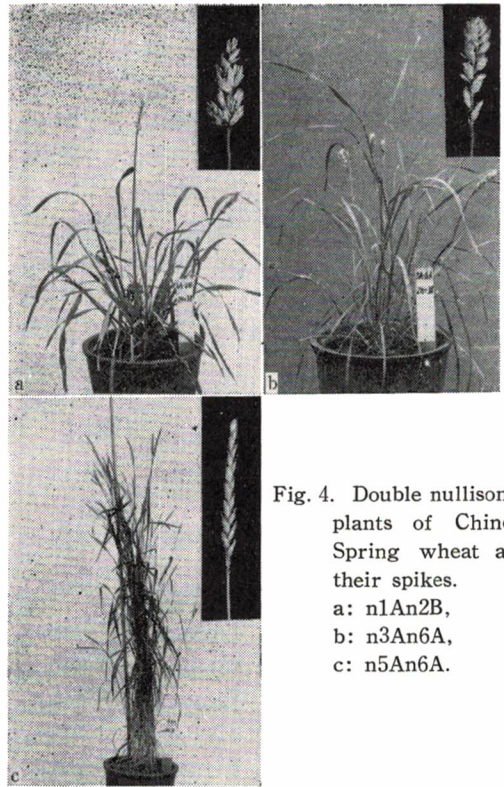


Fig. 4. Double nullisomic plants of Chinese Spring wheat and their spikes.
a: n1An2B,
b: n3An6A,
c: n5An6A.

物になると更に急激に稔性やその他の形質が低下する。これは二対の染色体の上にあった遺伝子が同時になくなることによる。

本実験で扱った植物は五倍コムギ雑種の F_2 に得られる植物とは遺伝学的に異なるものであるが、正常植物、一染色体植物および二重一染色体植物は KIHARA (1924) が五倍コムギ雑種の F_2 の研究で述べた平衡組合せ (fertile Kombination) I の系列に属するものに相当し、零染色体植物と零一染色体植物は不平衡組合せ (sterile Kombination) II の系列のものに相当する。また二重零染色体植物は不平衡組合せ III の系列に属するものに相当する。本実験の結果を見れば、同一系列内に属する植物の間には生活を維持するための諸形質に特に顕著な差は見られないが、系列が I から II, III へと移行するにつれて急激に発育が不良になり稔性が低下することがわかる。

先に述べたように二重一染色体植物は雌雄の配偶子とも染色体数は $n=19$, 20 および 21 の 3 通りが考えられる。そのうち花粉には、これら 3 種類の間で授精競走が起り、 $n=21$ の花粉が最も授精する頻度が高いと考えられる。しかるに二重一染色体植物の自殖次代に得られる植物は、Table 4 に見られる如く染色体数 $2n=41$ のもの (39.7%) や、 $2n=40$ のもの (32.6%) が多く、 $2n=42$ のも

のは 10.2% に過ぎない。したがって雌性配偶子では染色体数 $n=21$ のものよりも 20 あるいは 19 のものがより高頻度で受精にあずかったものと推察される。このことは Chinese Spring コムギの一染色体植物において染色体数 $n=21$ よりも 20 の雌性配偶子がより高頻度で受精する現象 (SEARS, 1959) と同じ傾向で興味深い。

零染色体植物 n5A の花粉母細胞の第一分裂中期では、この実験に用いた零染色体植物中で最高の 95.7% の細胞が 20II の染色体対合を示す (Table 2)。そしてこの植物は一穂当たり平均 37 粒の種子を着け、零染色体植物中で最高の着粒率を示す (Table 1)。また零一染色体植物 n5Am4A の花粉母細胞では 93.0% の細胞が $19\text{II}+1\text{I}$ の染色体対合を示し (Table 5)、この植物は一穂当たり平均 21 粒の割合高い着粒率を示す (Table 1)。しかし例えば零染色体植物 n4A では 20II の染色体対合が観られるのは花粉母細胞の 82.0% である (Table 2) が n4A は葯が裂開せず、その中には花粉が殆んどない。一方 n3A では花粉母細胞の 74.4% だけが 20II の染色体対合を示すにすぎない (Table 2) がこの植物は一穂当たり平均 7.6 粒の着粒を示す (Table 1)。したがって花粉母細胞における染色体対合とその植物の種子稔性との関係を、本実験の結果から類推することは困難である。

先に述べたように零染色体植物 n2B は雌性不稔であるが、零一染色体植物 n2Bm4A になると雌蕊の稔性が回復する現象が見られる。このことは 2B 染色体上に座乗する雌蕊の稔性を高める遺伝子と、4A 染色体上に座乗し、逆に雌蕊の稔性を低下させる遺伝子があり、これらはいずれも加算的に働らくが、前者は後者よりも大きい効果をもつ遺伝子であると考えれば説明できる。n4A は雄性不稔であるから 4A 染色体上には雄蕊の稔性を高める遺伝子が座乗すると考えられる。この遺伝子と、上に仮定した雌蕊の稔性を低下させる遺伝子が同一のものか、あるいは別の遺伝子であるかはわからないが、同一遺伝子が一方の性に対しては昂進的に働らく、他方の性に対しては抑制的な効果をあらわすということは、生化学的見地よりすれば考え得ることである。

遺伝子は決して独自で形質発現をするものではない。ある遺伝子の形質発現を考究する場合、常に “Genetic background” が重要な問題になる。零染色体植物や零一染色体植物など染色体単位で既存の遺伝子群を適宜削除した植物は、これとは逆の染色体添加系統とともに、この分野の研究に極めて有効な材料を与えるものと思われる。

摘 要

1. 普通系コムギ品種 Chinese Spring ($2n=42, 21\text{II}$)

の 6 通り零染色体植物 ($2n=40, 20\text{II}$) n1A, n3A, n4A, n5A, n6A および n2B の間で交配を行ない、その F_1 に 5 通りの二重一染色体植物 ($2n=40, 19\text{II}+2\text{I}$) が得られた。また F_2 には 9 通りの零一染色体植物 ($2n=39, 19\text{II}+1\text{I}$) および 3 通りの二重零染色体植物 ($2n=38, 19\text{II}$) が得られた。

2. 二重一染色体植物は正常な Chinese Spring コムギに近い諸形質を示す。これは欠除した 2 本の染色体と相同の染色体が残っていて、失なわれた遺伝子の影響が顕著に現われないためであると考えられる。

3. 二重一染色体植物の自殖次代には $2n=38\sim 42$ の染色体数を示す植物が得られるが、各染色体数を有する植物のうち $2n=42$ の植物よりも $2n=41$ や $2n=40$ の植物の方が高頻度で出現する。授精のとき $n=21$ の染色体数をもつ花粉の方が、 $n=20$ や $n=19$ の花粉よりも授精競走に強いことを考え合わせると、二重一染色体植物の雌性配偶子では $n=21$ のものよりも $n=20$ や $n=19$ のものの方が高頻度で受精すると推察される。

4. 零一染色体植物は一般に零染色体植物に近い諸形質を示す。これは零染色体植物から更にもう一本の染色体が欠除しても、欠除した染色体と相同の染色体が残っているため、その影響が顕著に現われないことを示す。

5. 二重零染色体植物は零染色体植物よりも更に著しく稔性およびその他の生活維持に必要な諸形質がおとろえる。

6. 上述の各植物を通じて花粉母細胞における染色体対合と種子稔性との関係を類推することは困難である。雌雄蕊の稔性は成熟分裂における染色体対合のみによって支配されるものではなく、特に零染色体植物 n2B あるいは n4A のように雌蕊あるいは雄蕊の強度の不稔性は、成熟分裂における染色体対合とは直接関係のない、稔性を支配する遺伝子によって決められるものと考えられる。

7. 零染色体植物 n2B は雌性不稔であるが、零一染色体植物 n2Bm4A になると雌蕊の稔性が回復する現象が見られる。このことは 2B 染色体上に座乗する雌蕊の稔性を高める遺伝子と、4A 染色体上に座乗し逆に雌蕊の稔性を低下させる遺伝子があり、これらはいずれも加算的に働らくが、前者は後者よりも大きい効果をもつ遺伝子であると仮定すれば説明できる。

(遺伝学講座 昭 38. 8. 31 受理)

引用文献

- 1) 木原 均、小麦および近縁種における比較遺伝子分析 (第34回日本遺伝学会大会特別講演)、遺伝学雑

誌 37: 363—373, 1962.

- 2) KIHARA, H., 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. Ser. B.* 1: 1-200, 1924.
- 3) KIHARA, H. und S. MATSUMURA, Ueber die Univalenten-elimination in den verschiedenen-chromosomigen Nachkommen des pentaploiden Triticum-Bastards. *Jap. Jour. Bot.* 12: 225-236, 1942.
- 4) SEARS, E. R., The aneuploids of common wheat. *Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bul.* 572: 1-58, 1954.
- 5) SEARS, E. R., The systematics, cytology and genetics of wheat. *Handbuch der Pflanzen-züchtung.* 2-2: 164-187, 1956.
- 6) SEARS, E. R., The aneuploids of common wheat. *Proc. 1st Intern. Wheat Genetics Symp.*: 221-228, 1959.
- 7) 重永昌二, 染色体数61のコムギについて. 兵庫農科大学研究報告 5-2 農業生物学編: 33-36, 1962.
- 8) WAKAKUWA, SH., Variation of chromosome numbers among F_2 - and F_3 -progenies in the crosses between two dwarf wheat plants. *Jap. Jour. Gen.* 4: 187-197, 1929.

Summary

A complete series of nullisomics ($2n_A=40, 20_{II}$) has been obtained in the variety Chinese Spring of common wheat, *Triticum aestivum* ($2n=42, 21_{II}$), by SEARS (1954). The wheat nullisomics are generally reduced in size, vigor, and fertility. The individual nullisomics differ both physiologically and morphologically from one another.

Studies of the plants deficient for more than a pair of homologous chromosomes in common wheat have never been reported. In the Chinese Spring wheat, the author has obtained nine kinds of nulli-monosomics ($2n=39, 19_{II}+1_I$) which are deficient for a pair of homologous chromosomes and one member of another pair of chromosomes, and also three kinds of double nullisomics ($2n=38, 19_{II}$) which are deficient for two pairs of homologous chromosomes.

These plants were produced in the following manner. Crosses were made between $n1A$ (nullisomic for chromosome 1A) and $n2B, n6A$ and $n3A, n4A$ and $n5A, n4A$ and $n2B$, and $n5A$ and $n6A$,

respectively. In the F_1 plants obtained, the chromosome configurations at metaphase I in pollen mother cells were $19_{II}+2_I$ (Table 3). Thus, the F_1 plants from each cross combination should be called double monosomics and were designated as $m1Am2B, m3Am6A, m4Am5A, m4Am2B$, and $m5Am6A$, respectively. These double monosomics were hardly distinguishable from the normal plant in size, vigor, and fertility.

In the self-pollinated progenies of these double monosomics, the chromosome number varied from $2n=38$ to $2n=42$ (Table 4), except in one plant with a chromosome number of $2n=61$ (SHIGENAGA, 1962). The observed frequencies of the plants with $2n=38, 39, 40, 41$, and 42 were 0.83, 8.10, 32.64, 39.71 and 10.19 percent, respectively (Table 4). Apparently the double monosomics produced three kinds of gametes with 19, 20 and 21 chromosomes. In considering the functional advantage of the pollen with 21 chromosomes over those with 20 or 19, the more frequent occurrence of 41- or 40-chromosome plants than 42-chromosome plants in the selfed progenies indicates that the eggs with 20 or 19 chromosomes were more frequently fertilized than the ones with 21 chromosomes.

Pollen mother cells of 39-chromosome progeny plants mostly showed the configuration of $19_{II}+1_I$ at meiosis (Table 5). Consequently, these 39-chromosome plants should be called nulli-monosomics and were designated as $n1Am2B$ etc. Plants with 38 chromosomes showed the chromosome configuration of 19_{II} at meiosis in most of the pollen mother cells (Table 6). They were called double nullisomics, $n1An2B$ etc. Generally, nulli-monosomics were difficult to distinguish from nullisomics, but double nullisomics were greatly reduced in vigor and fertility (Table 1).

Fertility of the plants studied in this experiment was not always correlated with the mode of chromosome association at metaphase I in pollen mother cells. Particularly, the complete sterility, such as the male sterility in $n4A$ or the female sterility in $n2B$, is not attributable to the chromosome behavior at meiosis but to the missing gene or genes. Although the nullisomic plant $n2B$ was completely female sterile, the nulli-monosomic plant $n2Bm4A$ was slightly female fertile (Table 1). An explanation for this phenomenon may be possible by assuming that the chromosome 2B of Chinese Spring wheat carries a female-functioning gene or genes whereas the chromosome 4A carries an inhibiting gene or genes for the female function, the formers being more effective than the latters.

(Laboratory of Genetics,

Received Aug. 31, 1963)

PRINTED BY
Fujimoto Press

兵庫県多紀郡篠山町郡家299
藤本印刷所印刷