

野生イネの合成複2倍体(BBCC)とその細胞遺伝学的研究

片山, 平
九州大学農学部育種学教室

小川, 紹文
九州大学農学部育種学教室

<https://doi.org/10.15017/23253>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 32 (2/3), pp.113-117, 1977-12. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：



野生イネの合成複2倍体 (BBCC) と その細胞遺伝学的研究

片 山 平・小 川 紹 文*

九州大学農学部育種学教室

(1977年8月5日受理)

Cytogenetical Studies on Synthesized Amphiploids (BBCC) in Wild Rice

TAIRA KATAYAMA and TSUGUFUMI OGAWA*

Plant Breeding Laboratory, Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-01, Fukuoka 812

従来, *Oryza eichingeri* A. Peter (4x) として取り扱われてきた2系統 (W 0015・W 0043) は, Tateoka (1965b) によつて *O. punctata* Kotschy ex Steud. (4x) であること, また東アフリカで採集された真の *O. eichingeri* の7系統はすべて2xで, 1方 *O. punctata* には2xと4xとあることが明らかにされた。そのご, Hu (1970) は *O. eichingeri* として国立遺伝学研究所 (三島) から分譲された系統 (W1524) が4xであるとしているが, この系統はすでに Tateoka (1965b) によつて2xとして報告されたものであり, 渡辺・Sampath (1972) も指摘しているように明らかに異種の混入によるものと考えられる。

渡辺・Sampath (1972) はアフリカ産の *O. punctata* (4x) を *O. punctata* (2x) と *O. eichingeri* (2x) との自然雑種の複2倍体に由来するものと推定して, これら両2倍体間の F_1 植物から合成複2倍体を作成し, その細胞遺伝学的観察結果と形態, 特に籾の大きさについて報告している。

これよりさき, Katayama (1967) は *O. punctata* (2x) がBゲノムの供与体であろうとしたのに対し, Hu (1970) はこの種を1方の親とし, *O. sativa* L. (AA), *O. eichingeri* (CC) などを他方の親として作出した雑種の細胞遺伝学的研究の結果から, *O. punctata* (2x) のゲノムはA, B, Cの何れとも断定し難いとして反論した。

O. punctata (2x) のゲノムがBであるか否かにつ

いては, この種とCゲノム種との種間雑種の複2倍体を育成し, さらに, これとBBCCゲノム種との雑種について染色体対合, 種子稔性および形態的比較を行うことが望ましい。

筆者らは, 従来困難とされていた *O. punctata* (2x) とCゲノム種との雑種作出に成功し (Katayama and Ogawa, 1974; Ogawa and Katayama, 1974), さらに, それらの F_1 植物 (BC) の倍加にも成功して, これまでに3系統の複2倍体を育成した。本研究は, これら複2倍体を中心に, その染色体行動と形態的特性について述べたものである。

本文に入るに先立ち, 貴重な実験材料を提供していただいた農林省農業技術研究所生理遺伝部遺伝科長渡辺好郎博士に厚くお礼申し上げる。

材料および方法

F_1 植物として NF_1 480, NF_1 486 および F_1 1406 を, 複2倍体としては上記 F_1 植物の人為4倍体とSampath によつて育成され, 渡辺によつて日本に導入された個体を, ほかに自然のBBCCゲノム種 *O. punctata* (4x), *O. minuta* J. S. Presl ex C. B. Presl を比較のために供試した。

各 F_1 植物の交配組合せは Table 1 としてまとめた。交配組合せ系統および比較に供した系統は, Y 22 (農林省農業技術研究所, 平塚) を除いて, 国立遺伝学研究所 (三島) から分譲されたものである。これら

* 農林省中国農業試験場

Table 1. Cross-combinations of species used in the present experiment.

Plant no.	Cross combination
4x-1 ¹⁾	amphiploid <i>punctata</i> (2x)- <i>eichingeri</i> (2x)
NF ₁ 486	intermediate (2x, CC, W 1527) ²⁾ × <i>O. punctata</i> (2x, W 1474) ²⁾
4x-2	amphiploid intermediate- <i>punctata</i>
NF ₁ 480	<i>O. punctata</i> (2x, W 1515) ²⁾ × <i>O. collina</i> (2x, CC, W 0006) ²⁾
4x-3	amphiploid <i>punctata-collina</i>
F ₁ 1408	<i>O. punctata</i> (2x, W 1514) ²⁾ × <i>O. collina</i> (2x, CC, W 0006) ²⁾
KB 23	amphiploid <i>punctata-collina</i>
W1145 ²⁾	<i>O. punctata</i> (4x, BBCC)
Y22 ³⁾	<i>O. minuta</i> (4x, BBCC)

¹⁾ Watanabe and Sampath, ²⁾ The National Institute of Genetics, Mishima, ³⁾ The National Institute of Agricultural Sciences, Hiratsuka.

Table 2. Somatic chromosome number, chromosome pairing at MI and fertility of F₁ hybrids and its synthesized amphiploids.

Plant no.	2n	No. of cells observed	Chromosome configuration at MI								Fertility (%)	
			IV		III		II		I		Pollen	Seed
			Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range		
4x-1	48	50	0.02	0-1			23.89	22-24	0.01	0-2	98	16-41
NF ₁ 486	24	51					2.10	0-5	19.68	14-24	0	0
4x-2	48	42	0.07	0-1			23.60	22-24	0.52	0-4	98	72-94
NF ₁ 480	24	101					2.29	0-7	19.41	10-24	0	0
4x-3	48	41	0.20	0-1			23.07	21-24	1.07	0-4		
F ₁ 1408	24	69					3.20	0-7	17.39	10-24	0	0
KB 23	48	18	0.11	0-1	0.11	0-1	22.67	21-24	1.22	0-3		
W1145	48	20					24.00				98	95
Y22	48	20					24.00				95	92

のうち, intermediate (W 1527) は Tateoka (1965 a) によつてアフリカで採集され, 形態的に *O. punctata* (2x) と *O. eichingeri* (2x) との中間型とされたものであるが, Cゲノムをもつ (Ogawa and Katayama, 1973). *O. collina* は盛永・栗山 (1960) が *Ceylonese officinalis* として供試したものと同一の種と考えられ, Sharma and Shastry (1965) によつて *O. collina* (Trimen) Sharma et Shastry とされた. Cゲノムをもつ 2xである (盛永・栗山, 1960; Ogawa and Katayama, 1973). *O. punctata* は Tateoka (1965 a) によつてアフリカで採集され 2x として報告されたもので, Katayama (1967) が Bゲノムの供与体とした. 3F₁ 植物およびそれらの合成複 2 倍体は著者らによつて作出されたものである.

倍加は 0.05% コルヒチン水溶液を用い, F₁ 植物の葉の幼芽処理によつた.

根端は 8-オキシキノリン液 (0.002モル) で前処理したのち, また, PMC はそのまま, それぞれ酢酸ア

ルコール (1:3) で固定し, 押しつぶし法によつて観察した.

結果と考察

細胞学的観察

体細胞染色体数は, F₁ 植物では 2n=24, 合成複 2 倍体および BBCC ゲノム種では 2n=48 (Fig. 1-A) をかぞえた (Table 1).

比較に供した BBCC ゲノム種 [*O. punctata* (W 1145), *O. minuta* (Y22)] は, 花粉母細胞 (PMC) の減数分裂第 I 中期 (MI) で 24_{II} が観察され, 分裂の異常はみられなかった.

各 F₁ 植物とも MI における染色体の対合数は少なく, 大多数は 1 価染色体として紡錘体上に散在した (Fig. 1-C). すなわち, 母細胞当りに形成された 2 価染色体数の平均は, 組合せによつて差異はあるが, 最高 3.2, 最低 2.1 と何れも甚だ少なく, かつ, その対合は引き伸ばされたゆるいものであつた (Fig. 1-

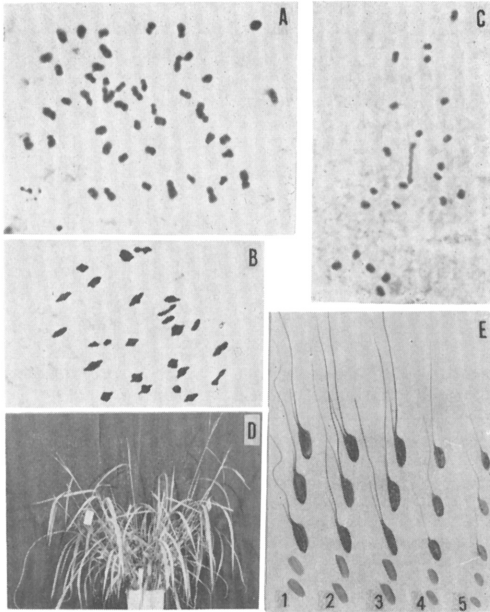


Fig. 1. BC genomic hybrid (F_1) and its synthesized amphiploid.

A: Somatic chromosome number of synthesized amphiploid showing $2n=48$. B: Chromosome pairing at MI of synthesized amphiploid showing 24_{II} . C: Chromosome pairing at MI of F_1 plant between *O. punctata* ($2x$, W1145) and *O. collina* (W0006), showing $1_{II}+22_I$. D: $4x-3$ plant. E: Comparison of grains. 1: $4x-1$, 2: $4x-2$, 3: $4x-3$, 4: *O. punctata* ($4x$, W1145), 5: *O. minuta* (Y22).

C, Table 2). これらの結果は、交雑の1方の親 *O. punctata* ($2x$) のゲノムと他方の親 *O. collina* および intermediate 系統などのCゲノムとの間に殆んど相同性のないことを示唆している。

合成複2倍体では、 F_1 植物とは相異して、MIにおいて母細胞当り形成される2価染色体数の平均は、組合せによる差異が殆んどなく、最低で22.6 (KB 23), 最高で23.9 ($4x-1$) と複2倍体化により相同染色体は殆んど完全に対合することを示した (Fig. 1-B, Table 2)。これらの対合結果から推定されるように花粉および種子稔性は良好で、とくに $4x-2$ は72~94%と高い種子稔性を示した (Table 2)。

一般に複2倍体の種子稔性は、自然種と同程度かそれよりも低いとされているが、その程度は植物によって不定である。渡辺 (1975) は野生イネを用いて多数の合成複2倍体を育成し、その細胞遺伝学的観察と形態的比較との結果について報告し、多くの複2倍体において、殆んどの相同染色体は2価を形成し、かつ、

その種子稔性は F_1 植物の不稔に比べ著しい向上がみられるとしている。

すでに述べたように、本研究においても F_1 植物は完全不稔を示すのに対し、その合成複2倍種は殆んど母細胞で 24_{II} が観察され (Fig. 1-B), 稔性の顕著な向上がみられた。

複2倍体とは異なるが、盛永・栗山 (1946) は同質4倍体イネの系統間雑種の稔性が親の4倍体のそれよりも良いことを観察し、Cua (1952) は、イネの亜種間雑種の4倍体は亜種内雑種に比べて稔性がよく、母細胞当りに形成される4価染色体数は少ないとしている。また、真島・内山田 (1955a, b) も品種4倍体と雑種4倍体との稔性を比較し、倍加による稔性の上昇率は最も遠縁の雑種間で顕著であるとしている。

このような倍加個体の稔性の高低は、形成される2価染色体数の多少に左右され、一般に、 F_1 植物での染色体対合が完全に失敗する場合、すなわち、遠縁間雑種において高い傾向がみられる。

形態的諸特性

F_1 植物、合成複2倍体および BBCC ゲノム種 [*O. punctata* ($4x$, W1145), *O. minuta* (Y22)] について、外部形態的諸特性を調べ Table 3 としてまとめた。芒、雌ずいの色、茎色、葉耳色、葉舌色など各合成複2倍体間で差異はみられない。すなわち、芒は長くて双芒を示し、雌ずいは紫色、茎、葉耳、葉舌などは緑色であつた。また、 $4x-1$ は節の上下、葉鞘などが紫または淡紫色を呈したのに対し、 $4x-2$, $4x-3$, KB 23 は緑色であつた。何れの合成複2倍体もやや開張性を示し (Fig. 1-D), 粳および玄米は BBCC ゲノム種に比べてかなり大きく、その長幅比は2を越えて細長い (Fig. 1-E, Table 3)。

渡辺・Sampath (1972) は *O. punctata* ($4x$) の粒が合成複2倍体のそれに比べて小さいことの理由として、自然に生じた複2倍体は交雑や突然変異などにより、進化の過程で小粒への淘汰の結果であろうとしている。放射線照射を行つた後代では変異の幅が著しく拡大されることは周知の事実であり、粒の大きさなどが自然の突然変異や交雑などにより小粒化の方向に淘汰されたとしても不自然ではない。

摘 要

2倍体 *punctata* がBゲノムの供与体であることを確認するために作出したB・C両ゲノム間雑種の合成複2倍体について、形態的比較と細胞遺伝学的研究を行つた。

Table 3. Comparison of morphological characteristics.

Characters	4 x-1	NF ₁ 486	4 x-2	NF ₁ 480	4 x-3	F ₁ 1408	KB 23	W1145	Y 22
Culm length	high	high	high	high	high	high	high	high	low
Flag leaf									
Length (cm)	16.0		17.0					15.0	12.5
Width (cm)	1.5		1.8					1.9	2.5
L/W	9.4		9.4					8.0	5.0
2nd leaf									
Length (cm)	27.0		28.5					22.5	19.6
Width (cm)	1.4		1.6					1.9	1.0
L/W	19.3		17.8					11.5	19.6
3rd leaf									
Length (cm)	42.5		42.5					47.0	25.0
Width (cm)	1.2		1.2					1.6	1.1
L/W	35.4		35.4					29.4	22.7
Habit	semi-spread	semi-spread	semi-spread	semi-spread	semi-spread	semi-spread	semi-spread	semi-spread	procumbent
Awn length	long	long	long	long	long	long	long	short	short
Color									
Stigma	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple
Node	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Leaf-sheath	purple	—	—	—	—	—	—	—	—
Brown rice									
Length (mm)	0.48		0.50		0.54			0.40	0.35
Width (mm)	0.20		0.20		0.20			0.17	0.14
L/W	2.46		2.50		2.70			2.42	2.50

1. 合成複 2 倍体は, F₁ 植物の茎から生じた 幼芽を, 0.05% コルヒチン水溶液で処理してえられた.

2. 合成複 2 倍体は体細胞で 2n=48 の染色体数をかぞえ, 減数分裂第 1 中期では個体により差はあるが細胞当たり形成される 2 価染色体数は平均 23~24 と多く, 相同染色体の大部分が MI で対合することを示した.

3. このような染色体対合型の結果, 種子稔性は正常に近い.

4. 合成複 2 倍体は粒の大きさを除いては, 大体 4 倍体 *punctata* に類似の形態を示した.

文 献

- Cua, L. D. 1952 Artificial polyploidy in the *Oryza*. III. Cytogenetical studies on intra- and inter-subspecies tetraploid hybrids in *Oryza sativa* L. *Seiken Ziho*, 5 : 42-53
- Hu, C. H. 1970 Cytogenetic studies of *Oryza officinalis* complex. 3. The genomic constitution of *O. punctata* and *O. eichingeri*. *Cytologia*, 35 : 304-318
- Katayama, T. 1967 Cytogenetical studies on *Oryza*.—F₁ hybrids of the crosses BBCC×CC, BBCC×a diploid strain of *O. punctata* and CC×a diploid strain of *O. punctata*. *Proc. Japan Acad.*, 43 : 327-331
- Katayama, T. and T. Ogawa 1974 Cytogenetical studies on the genus *Oryza*. VII. Cytogenetical studies on F₁ hybrids between diploid *O. punctata* and diploid species having C genome. *Japan. J. Breed.*, 24 : 165-168
- 真島勇雄・内山田博士 1955 a 同質四倍体イネにおける稔性向上について. 育種, 5 : 15-18
- 真島勇雄・内山田博士 1955 b 高稔性 4 倍体稲の育成に関する研究. 農研報告, D. 5 : 104-136
- 盛永俊太郎・栗山英雄 1946 稲の同質 4 倍体の稔性向上に対する年次経過と雑種の効果. 遺種, 21 : 81-83
- 盛永俊太郎・栗山英雄 1960 イネ属植物の種間雑種と各種ゲノム構成 (2). 農及園, 35 : 934-938
- Ogawa, T. and T. Katayama 1973 Cytogenetical studies on the genus *Oryza*. VI. Chromosome pairing in the interspecific hybrids between *O. officinalis* and its related diploid species. *Japan. J. Genet.*, 48 : 159-165
- Ogawa, T. and T. Katayama 1974 Cytogenetics on the genus *Oryza*. —Chromosome pairing in the interspecific hybrid between diploid *O. punctata* and *O. officinalis*—. *Japan. J. Genet.*, 49 : 259-260
- Sharma, S. D. and S. V. S. Shastri 1965 Taxonomic studies in genus *Oryza* L. IV. The Ceylonese *Oryza* spp. Affin. *O. officinalis* Wall. ex Watt. *Indian J. Genet. Plant Breed.*, 25 : 168-172
- Tateoka, T. 1965 a A taxonomic study of *Oryza eichingeri* and *O. punctata*. *Bot. Mag. Tokyo*, 78 : 156-163
- Tateoka, T. 1965 b Taxonomy and chromosome

- numbers of African representatives of the *Oryza officinalis* complex. *Bot. Mag. Tokyo*, **78** : 198-201
- 渡辺好郎 1975 栽培イネとその野生近縁種の細胞遺伝学的研究. 第1報. 人為倍数体の細胞遺伝学的研究, とくに合成複2倍体の不稔性について. 農研報告 **D. 26** : 1-90
- 渡辺好郎・S. Sampath 1972 アフリカ産4倍種 *Oryza punctata* の細胞分類学的考察. 育雄, **22** (別2) : 84-85

Summary

The present experiment was designed to produce the synthesized amphiploid in order to clarify whether diploid *punctata* was the doner of B genome or not.

1. Three amphiploids, 4x-2, 4x-3 and KB 23, were produced with colchicine treatment from the F₁ plants between diploid *punctata* and species with the C genome.

2. Morphological characters of the synthesized amphiploids were similar to those of tetraploid *punctata* (BBCC) except for the grain size.

3. The number of bivalents at MI of PMC's in the synthesized amphiploids ranged from 22 to 24 with a mean of 23.60 in 4x-2, 21 to 24 with a mean of 23.07 in 4x-3 and 21 to 24 with a mean of 22.67 in KB 23.

4. The seed fertilities of the synthesized amphiploid were extremely higher than those of the F₁ plant which show completely sterile.

5. In the synthesized amphiploids, the results suggest that almost all of homologous chromosomes pair normaly at MI of the PMC's.