

## [02]イネにおける3染色体植物の，連鎖研究への利用 に関する基礎的研究

立野，喜代太

<https://doi.org/10.15017/13920>

---

出版情報：九州大学農学部農場報告. 2, pp.1-89, 1978-02-10. University Farm, Kyushu University  
バージョン：  
権利関係：

### Ⅲ. 3 染色体イネ植物の細胞学的観察

原爆被害イネの相互転座に由来する半稔または高不稔を示す構造雑種系統の後代に偶発する形態的な異常個体の多くは、花粉母細胞の成熟分裂期における染色体の観察結果から、3 染色体イネ植物であることが確認され(NAGAMATSU 1956)、その後 T 系統として維持されてきた。3 染色体イネ系統の成熟分裂期における染色体の行動、1 価染色体の数、ならびに3 価染色体の対合様式などについては、いまだ詳細な研究がなされていなかった。本章では、以上の点に関して得られた観察結果と、これに対する若干の考察を加える。

#### 1. 実験材料と方法

1959年および60年の両年にわたって、1958年まで T 系統名を付して系統栽培されてきた3 染色体イネ16系統、および1958年の半稔系統から派生した新しい T 系統22系統、合計38系統について、前者の16系統は栽培された全個体について、また後者の22系統については、異常個体のみの花粉母細胞を鏡した。なお、花粉母細胞の観察材料は Farmer 氏液で固定し、Aceto-carmine 液で染色した。

#### 2. 実験結果

##### A. 成熟分裂期における染色体の行動

3 染色体イネ系統に出現する異常個体の花粉母細胞の減数分裂第1 中期における染色体構成の観察結果の一部を第2 表に示した。異常個体の染色体の対合状態は、系統によって著しくその傾向を異にしたが、大きくこれを3 つに区別することが可能である。

(1). 主として  $1\text{III}+11\text{II}$ 、または  $12\text{II}+1\text{I}$  がほぼ半数ずつ形成され、まれに  $11\text{II}+3\text{I}$  の染色体構成が認められるもので、T-1, 2, 3, 4, 5, 8, 12 の各系統がこれに該当した。このような染色体の対合状態を示す系統の特徴は、同一系統内で外部形態の異常性が類似していて、異型の3 染色体植物を派生しないか、もしくはその出現が極めてまれなことである。また、花粉や種子の稔性がかなり高い。

(2).  $1\text{V}+10\text{II}$ 、 $1\text{V}+10\text{II}+1\text{I}$ 、 $1\text{III}+11\text{II}$  および  $12\text{II}+1\text{I}$  が観察されるもので、T-7, 11, 18, 19 および22, 23 の各系統がこれに該当した。これらの系統では5 価染色体の形成が頻繁に見られ、また4 価染色体の形成される率も高く、従って3 価および1 価染色体の形成は相対的に低かった。このような染色体の対合状態を示す系統の特徴は、同一系統内で2 種類または、それ以上の異型の3 染色体イネ植物を分離または派生することである。花粉や種子の稔性は(1)に比較して低い。

(3). T-9 系統によって特徴づけられるもので、5 価染色体を形成する個体と、4 価染色体を形成する個体とを同一系統内で分離するものである。この系統の特徴は、同一系統内で2 種類の異型、またはその中間的な3 染色体植物の型を分離、派生するもので、稔実性の変異も大きい。

全系統中、T-14, 20, 21, 26, 27, 28, 29, 30, 35, 36 および38 の諸系統には、形態的に著しい異

常性を示す個体を見出し得なかったので、本研究では調査の対象とならなかったが、しかし形態的に2倍体の正常植物と類似性を持った3染色体イネ植物が存在することは十分に考えられる。

以上の11系統をのぞいた他の27系統中には異常個体がみられ、いずれも3染色体イネ植物であることが確認された(写真1)。これら3染色体イネ植物の配偶子形成にあたっては、生殖細胞分裂期における染色体の数的な不均等分配によって、13個の染色体を有するDisomic配偶子と、12個の染色体を持つMonosomic配偶子とを理論的には半数ずつ形成することになる。写真1※は成熟分裂第1後期におけるDisomic配偶子( $n+1$ )と、Monosomic配偶子( $n$ )とに分離してゆく状況を、また、写真1※※はその第1終期における状況を示したものである。

T系統における形態的に正常を示す個体の減数分裂第1中期における染色体の対合状態は、写真1.AおよびBに示した。写真で明らかのように12IIの染色体形成を示すものが多かったが、その内容はゆるい2価の対合を示すものも多く、時には10II+1IVの染色体構成を示す個体も観察され、外部形態的に正常な個体でも染色体的な組成は必ずしも単純でなく構造雑種性を示している。

### B. 1価染色体の数

3染色体イネ植物の減数分裂第1中期における1価染色体は、12II+1Iとして観察される場合が多く、まれに11II+3I、または1IV+10II+1Iとして観察される場合がある。前節にのべた染色体の対合状態による区分の(1)に該当する系統群では、40.9%(T-8-1)から58.2%(T-3-4)の1価染色体が観察され、平均で54.0%の高頻度を示した。(2)に該当する系統群では1価染色体形成の頻度は低く、0%(T-22-1)から38.2%(T-7-1)まで観察されたが、そのほとんどは10%以下で、平均では7.3%にすぎなかった。(3)に相当するT-9系統では8.0%から26.4%の頻度で1価染色体が観察された。これらの1価染色体はいずれも、減数分裂中期において赤道面からかなり離れたところに存在しているのが一般で、検鏡に際して容易に認められるものである。この1価染色体は、極に近い側の配偶子の形成に関与し、その配偶子はDisomic( $n+1$ )配偶子となる。

BELLING and BLAKESLEE (1922)によると、*Datura stramonium*における1次3染色体植物の1価染色体の形成頻度は、わずかに9%にすぎなかったし、その3次3染色体植物では5価染色体のみが観察され、1価ないし3価染色体の形成は見出されていない(BELLING and BLAKESLEE 1924)。TSUCHIYA (1960)の*Hordeum spontaneum*における1次3染色体植物では、減数分裂第1中期において、平均23.7%の1価染色体を観察している。本研究に供試された3染色体イネ植物では上記のごとく、(1)では約54%の1価染色体が観察されたが、これはBELLING and BLAKESLEEやTSUCHIYAの観察数をかなり上まわる高い頻度であったことに注目しなければならない。

### C. 3価染色体の対合様式

3染色体イネ植物の3価染色体の対合の型は、主に鎖型結合(Chain)、フライパン型(Frying-pan)結合、Y型(Y-type)結合、および棒状(Rod-type)結合に大別される。第3表は減数分裂第1中期における3染色体イネ植物の3価染色体の対合様式を、以上の型に分けて観察した結果である。3価染色体の対合様式の観察頻度は、系統もしくは型によって多少の差異はあるが、A節でのべた染色体対合様式の(1)に該当する系統群では、鎖型結合、もしくはフライパン型結合が最も多く、これらはそ

それぞれ平均で34.2%, 38.1%であった。また棒状結合もしくはY型結合では、それぞれ平均で19.1%, および8.7%であった。

TSUCHIYA (1960) が *Hordeum spontaneum* の1次3染色体植物の減数分裂第1中期における3価染色体の対合状態を観察した結果では、Chain 62.5%, Frying-pan 35.5%, Y-type 1.3% および Triple arc 0.02% であった。著者の3染色体イネ植物における観察結果と異なる点は、棒状結合およびY型結合が、TSUCHIYAの結果ではきはめてまれに観察されたことである。

なお、5価染色体の対合様式については、西村(1955)がすでに原爆被害イネの後代に現われた3染色体植物について詳細な報告を行なっているので、詳しい観察は省略した。

### 3. 考 察

RAMAGE (1960)によると、転座ヘテロ個体の自殖後代に出現が予想される3染色体植物は、8つの異なった3染色体植物が期待されるとし、1次および3次3染色体植物について、次のような型を想定している。すなわち、1次3染色体植物(Primary trisomics), 転座ヘテロ1次3染色体植物(Primary trisomics interchange heterozygote), 転座ホモ1次3染色体植物(Primary trisomics interchange homozygote), 3次3染色体植物(Tertiary trisomics), 転座ヘテロ3染色体植物(Tertiary trisomics interchange heterozygote) および、転座ホモ3次3染色体植物(Tertiary trisomics interchange homozygote) である。

本研究に供試した3染色体イネ植物は、転座ヘテロ個体の自殖後代に得られたもので、これらの系統中には、前述のようにいろいろな1次または3次3染色体植物が包含されると考えられる。転座ヘテロ個体から得られた3染色体植物は3次3染色体的と考えられるので(BURNHAM, 1934), この場合成熟分裂第1中期における染色体対合は5価を示さなければならない(BELLING and BLAKESLEE, 1924, RAMAGE, 1960)。本実験においても、5価の染色体対合を示す3染色体系統が存在し、明らかに3次3染色体イネ植物と考えられる。その多くは、転座ヘテロに起因すると考えられる半不稔の個体から派生した新しい3染色体系統であった。これらの系統の特徴は、同一系統内で2種類またはそれ以上の外部形態的に異常を示す3染色体イネ植物を分離することである。このような2種類または、それ以上の異常型の分離が見られるのは、転座ヘテロ個体の4個の染色体によって構成される染色体環の分離の方向によって、3染色体植物の異常の型が決定されるものであろうと推察される。

一方、転座ヘテロ個体の後代から、3次3染色体植物のほかに、1次3染色体植物が派生することはRAMAGE (1960)によって明らかであるが、この場合1次3染色体植物は、染色体の構成中に3価(および1価)を多く含まなければならない(BELLING and BLAKESLEE, 1922, その他)。本研究においても、3価および1価の染色体構成を示す3染色体系統が存在した。1次3染色体植物または転座を含む1次3染色体植物の偶発、ないし系統として1次型に近しいものではないかと考えられる。これに該当するものは、染色体の対合様式の(1)にあたる諸系統であるが、これらの系統は5価の染色体構成が観察されず、他の異常な3染色体植物の型を派生しない。また、あとに述べる種子および花粉の稔性が相対的に良好で、しかも変異性にとぼしいことである。このような理由か

ら、1次3染色体または転座部分を含んだ1次3染色体イネ植物に近い系統であると推察されるが、前述のように、BELLING and BLAKESLEEの*Datura stramonium*やTSUCHIYAの*Hordeum spontaneum*などの1次3染色体植物における染色体対合の観察結果と著者の結果が、必ずしも同様な傾向を示していないことは、植物の違いによるものか、3染色体植物出現の由来に起因するものか、あるいは1次型化への進行の度合いの差異によるものか、またその他の理由による結果か、本研究の範囲内では判然としない。

4価染色体の形成がみられる染色体対合様式の(3)の系統は、転座を含む1次3染色体（この場合5価染色体はみられない）植物、または転座を含む3次3染色体植物（5価染色体を構成する）の分離を示したものと考えられるが、詳しくは分析がなされていない。

3染色体イネ植物の成熟分裂期における染色体の対合性に関して、著者の研究は極めて不十分で究明されるべき点が多く残されているが、ただ、細胞学的研究において、イネ植物の染色体は極めて小さく、その対合状態を詳細に検討するには不都合なことである。パキテン分析にしても、その十分な成果がおさめられていない現状である。一方、核型分析についても同様で、最近HU(1958, 1960, 1961)および箕作(1964, 1965)らの研究によって、その緒が開かれたにすぎない。これらは、すべてイネ植物の染色体が極めて小さいことに原因しているように思はれる。今後、この方面の強力な研究が望まれる次第である。

#### 4. 摘 要

原爆被害イネの後代に現われた3染色体系統の細胞学的な観察を行なって次の結果を得た。

(1). 3染色体イネ植物の成熟分裂期における染色体の対合状態によって、これを3つの型に区別した。a) 1次型的対合：1次3染色体植物、またはこれに近いものと考えられるもので、主として $1\text{III}+11\text{II}$ 、または $12\text{II}+1\text{I}$ がほぼ半数ずつ形成され、まれに $11\text{II}+3\text{I}$ の染色体対合が認められるもの。b) 3次型的対合：3次3染色体、または転座を含む3次3染色体植物と考えられるもので、 $1\text{V}+10\text{II}$ 、 $1\text{IV}+10\text{II}+1\text{I}$ 、の染色体対合が頻繁に認められ、まれに3価および1価の染色体が形成されるもの。c) その他：5価染色体を形成する個体と、4価染色体を形成する個体とを分離するもので、形態的にも、また花粉および種子の稔性にも変異が大きい。

(2). 1価染色体の数は、型により、系統によって区々である。a) では平均54.0%が、b) では0%から38.2%までが観察され、その殆んどが10%以下で、c) では8.0~26.4%の頻度を示した。

(3). 3価染色体の対合様式はa) に該当する系統群では、鎖型結合、もしくはフライパン型結合が最も多く、それぞれ34.2%、38.1%で、棒状もしくはY型結合はそれぞれ19.1%、および8.7%であった。

(4). 以上の細胞学的な観察の結果から、原爆イネの後代に現われた3染色体イネ系統には、いろいろな型の3染色体植物を包含していることが明らかになった。

Table 2.  
Chromosome associations at metaphase-I. in P.M.C.'s  
of several different trisomics (in percent)

Strain Number of (T)	Trisome Type	Chromosome configurations					Other	No. of P.M.C.'s observed
		1V+10II	1IV+10II+1I	1III+11II	12II+1I	11II+3I		
1-1	Triplo-1	0	0	57.7	42.3	0	0	73
-3	∕	0	0	54.5	43.8	1.7	0	62
-4	∕	0	0	58.1	39.8	2.2	0	92
-11	∕	0	0	56.7	43.3	0	0	58
2-3	Triplo-2	0	0	53.5	46.5	0	0	46
-9	∕	0	0	54.4	43.9	1.8	0	57
-14	∕	0	0	42.3	57.7	0	0	69
3-4	Triplo-3	0	0	41.8	58.2	0	0	84
-5	∕	0	0	52.3	46.9	0.8	0	72
4-4	∕	0	0	49.1	50.9	0	0	57
-9	∕	0	0	42.9	57.1	0	0	84
-14	∕	0	0	44.2	55.8	0	0	73
5-3	∕	0	0	54.6	45.4	0	0	61
7-1	∕	23.6	4.2	32.4	38.2	0	1.6	56
-2	∕	42.4	32.0	24.6	1.0	0	0	40
8-1	Triplo-4	0	0	57.6	40.9	1.5	0	66
-7	∕	0	0	52.5	45.9	1.5	0	61
-8	∕	0	0	54.2	43.8	2.1	0	48
9-2	∕	48.2	31.6	12.2	8.0	0	0	52
-7	∕	0	6.8	62.4	21.8	9.0	0	68
-12	∕	0	10.4	63.2	25.4	1.0	0	40
11-4	Triplo-5	65.2	24.4	9.8	0.6	0	0	76
-11	∕	56.2	20.4	21.0	2.4	0	0	62
12-1	∕	0	0	49.5	47.6	2.9	0	103
-7	∕	0	0	55.4	43.2	1.4	0	74
-13	∕	0	0	54.5	42.4	1.5	1.5	66
18-11	Triplo-1.6	48.2	23.4	27.2	1.2	0	0	54
19-2	Triplo-1	66.3	2.6	26.4	4.3	0	0	41
22-1	Triplo-1.6	72.0	13.0	15.0	0	0	0	60
-15	∕	68.2	8.2	13.4	10.2	0	0	46

Table 3.  
Types of trivalents at metaphase-I in P.M.C.'s  
of several different trisomics (in percent)

Strain No. of T.	Type of Trisomic	Type of trivalents				No. of trivalents observed
		Chain	Frying-pan	Y-shape	rod-shape	
1-3	Triplo-1	38.6	36.2	5.0	21.2	34
-4	∕	43.2	32.4	9.2	15.2	53
-11	∕	40.4	31.6	8.2	19.8	33
2-3	Triplo-2	39.8	42.6	7.4	10.2	25
-9	∕	38.2	41.3	8.4	12.1	31
3-4	Triplo-3	33.6	39.4	6.7	20.3	35
-4	∕	23.4	43.8	4.6	28.2	29
-9	∕	32.5	43.2	8.8	15.5	36
-14	∕	28.6	36.8	10.2	24.4	32
5-3	∕	36.2	43.5	7.6	12.7	33
8-1	Triplo-4	23.8	34.2	12.6	29.4	38
-7	∕	34.6	38.8	9.6	17.0	32
-8	∕	31.6	38.2	10.8	19.4	28
12-1	Triplo-5	28.4	36.2	13.4	22.0	41
-7	∕	40.4	32.8	8.2	18.6	40
Mean		34.22	38.07	8.71	19.10	520