

カンラン類一染色体添加型ダイコンを用いた
添加染色体のダイコン栽培品種への導入

金子幸雄・房 相佑・松澤康男

Transmission of kale chromosomes from the monosomic
addition lines ($2n=19$) to four radish cultivars ($2n=18$)

Yukio KANEKO, Sang Woo BANG and Yasuo MATSUZAWA

Résumé

We have bred seven types of monosomic alien chromosome addition lines of radish (a~g types of cv. Shogoin with the kale chromosome, $2n=19$) with the offspring of *Raphanobrassica*, which were backcrossed with cv. Shogoin ($2n=18$).

In this study, to ensure the transmission of the kale chromosome, hybridization was performed between the above chromosome addition lines and four leading cultivars of radish.

Pollen germination was successful in the reciprocal crossings when evaluated by the levels of pollen germination index. In the crossing of monosomic addition lines \times four radish cultivars, the rates of ovule with pollen tube penetration, the developed ovules and well-grown embryos made a good score at 17 days after pollination. These rates suggest a more favorable reproduction process from the zygotic to the middle embryonic stages, although embryo degeneration was recognizable to some extent at the end of embryo growth. In the reciprocal crossing, however, it was estimated that male gametes having $n=10$ were handicapped in the competition with the gametes (pollen) of $n=9$ or most of the embryos of $2n=19$ might degenerate at an early stage in the fertilization process. As a result, fertile seeds of radish with kale single chromosome were harvested in this crossing.

The transmission rates of the seven types of monosomic alien chromosome addition lines with the added kale chromosome were 5.9 % for the F_1 generation of the crossing of (a~g) types \times four radish cultivars and 1.1% for the reciprocal crossing. In the cross of four types of kale monosomic addition lines (B_1F_1 , a, e, f and g types) \times four radish cultivars, the transmission rates were scarcely fluctuated by four radish cultivars. The kale monosomic addition lines with the genetic background of four radish cultivars were successfully developed and provided some materials for the genetical research in the potential traits in radish breeding.

緒 言

ダイコン (*Raphanus sativus* L., $2n=18$, RR) にカンラン類 (*Brassica oleracea* L., $2n=18$, CC) の形質を導入するには、それらの属間交雑が必要である。しかし、交雑の成否は、用いる品種の組み合わせ、特に種子親によって異なることが Fukushima (1945)、松澤 (1983) および 皿嶋 (1990) によって明らかにされている。たとえば、種子親のダイコンがみの早生群や練馬群に属する品種は、 F_1 植物が得にくく、「聖護院」、宮重群あるいは「方領」などは得やすい結果を得ている。このことは、交雑親和性の低いダイコン品種にカンラン類の形質を導入する際、障壁となる。同様なことは、パンコムギと栽培オオムギおよびライムギとの属間交雑においても指摘されている (木庭 1997)。

また、カンラン類から形質を導入する際、毎回属間雑種である *Raphanobrassica* を作出したり、さらに *Raphanobrassica* とダイコンとを繰り返し交雑することはかなりの時間と労力がかかる。

Stebbins (1950) は、種属間交雑における交雑親和性の障害を受精前と受精後に大別し、検討した。すなわち、受精前の障害は 1) 花粉が発芽しない、2) 花粉管の伸長が遅く、花粉管の柱頭内侵入が困難である、3) 花柱、子房あるいは胚珠内で花粉管の伸長が妨げられることなどである。一方、受精後の障害には 1) 雑種胚の退化と発育不全、2) 雑種不稔および雑種の致死などがある。松澤 (1983) は *Brassica* 属 3 種 (*B. campestris*, *B. nigra*, *B. oleracea*)、あるいはダイコンとの種属間交雑による花粉の発芽や花粉管の伸長程度を 5 段階に分け、受精前の障害を花粉発芽指数 (Pollen Germination Index; P.G.I., $0 \leq \text{P.G.I.} \leq 4$) から評価した。また、Kellan et al. (1992) は松澤 (1983) の方法を改変し、花柱や胚珠内に貫入した花粉管の数なども考慮した評価法を Index of Pollination Compatibility (I) とし提唱した。

本実験では既成の「聖護院」由来のカンラン類-染色体添加型ダイコン (a~g 添加型, $2n=19$, 金子ら 1987) を橋渡し植物として、交雑親和性の低いダイコン品種にカンラン類の染色体を添加した一染色体添加型ダイコンシリーズの育成の可能性を検討した。

材料および方法

材料は、7 種類のカンラン類-染色体添加型ダイコン (a~g 添加型, $2n=19$, 金子ら 1987) と、カンラン類と交雑親和性の低い品種として、「黒葉みの早生」と

「三浦」の 2 品種を選び、比較のために親和性の高い「宮重総太」と「方領」の 2 品種を選んだ。これら栽培ダイコン 4 品種と 7 種類の添加型ダイコンの正逆交雑から得られた F_1 植物、および 4 種類の添加型 F_1 植物 (a, e, f, g 添加型, $2n=19$) に上記のダイコン 4 品種を再度戻交雑した B_1F_1 植物を供試した。

F_1 植物を得るための調査は、花粉稔性、一莢あたりの胚珠数、受粉 48 時間後の P.G.I. (松澤 1983) と花粉管が貫入した胚珠の割合、受粉 17 日後の肥大胚珠数と胚発育率、および完熟時の稔実率についてである。一莢あたりの胚珠数、P.G.I. および花粉管が貫入した胚珠の割合は、各組み合わせ、交配した子房 10 本について調査し、ダイコン品種 \times a~g 添加型ではダイコン 1 品種あたり合計 70 個の子房の平均から、逆交雑では添加型ダイコンあたり 40 個の平均から算出した。P.G.I. の調査方法は松澤 (1983) に準じて行なった。花粉管が貫入した胚珠の割合は一莢あたりの平均胚珠数に対する花粉管が貫入した胚珠数の比率で示した。受粉 17 日後の肥大胚珠数と胚発育率は、各組み合わせ、それぞれ 5 莢について調べた。受粉 17 日後の肥大胚珠数は実体顕微鏡下で莢を切り開き、肉眼でみて肥大した胚珠を数え、一莢あたりの肥大胚珠数を算出した。胚発育率は、調査した胚あたりの魚雷型胚の比率で表した。魚雷型胚を基準にした理由は、ダイコンの胚は受粉後 15~17 日頃に、その大きさに達するためである (西ら 1961, 金子 1996)。稔実率は、受粉花あたりの完熟時における充実種子の割合で表した。

F_1 植物の特性は、正逆交雑による添加染色体の伝達率と形態的特性について調べた。

B_1F_1 植物の特性は、雌性側からの添加染色体の伝達率と形態的特性について調べた。

F_1 および B_1F_1 世代は組み合わせあたり 50~70 粒の種子を播種した。なお、 B_1F_1 世代の種子は、添加型ダイコンをできる限り多く得る目的から、金子ら (1991) に従い、小粒種子を選んで播種した。

交配は開花 2~3 日前の蕾を除雄した後、新鮮な花粉を受粉する蕾受粉によった。

各世代の添加型ダイコン ($2n=19$) の識別は、まず発芽後 20~30 日と 60~70 日の形態的特性によって行い、その後根端細胞の染色体数あるいは花粉母細胞の減数分裂第二中期の染色体数によって行った。形態的特性の調査は、胚軸色と子葉の形態、茎葉と根の形態、草姿、花器各部の形態、抽苔性、莢の形などについて各品種およびダイコン型復帰個体 ($2n=18$) と比較しながら行った。根端細胞の染色体数の調査はフォイルゲン押しつぶし法、花粉母細胞の減数分裂第二中期の染色体数の調査は酢酸

カーミンなすりつけ法によった。

9月上旬に、6cmのポリポットに2粒ずつ播種し、選抜した個体を12cmのポリポットに鉢上げし、その後6号あるいは7号の素焼鉢に移植し、ビニールハウス内で栽培した。

結 果

1. ダイコン4品種とa～g添加型ダイコンとの正逆交雑

ダイコン4品種およびa～g添加型ダイコンの花粉稔性、一莢あたりの胚珠数およびP.G.I.をTable 1に示した。花粉稔性は、ダイコン4品種の平均が93.2%、a～g7種類の添加型ダイコンは83.2%と、いずれも高かった。一莢あたりの胚珠数は、ダイコン4品種では「三浦」の4.3個から「方領」の7.1個（平均5.9個）であり、添加型ダイコンの平均が6.1個で、「三浦」と「黒葉みの早生」がやや少なかった。P.G.I.は、ダイコン4品種×添加型ダイコンでは3.5であり、逆組合わせの3.8に比べてやや低かった。

受粉48時間後の花粉管が貫入した胚珠の割合をTable 2および Fig. 1に示した。ダイコン品種×添加型ダイコンでは6.2～17.9%（平均10.7%）であり、「黒葉みの早生」と「三浦」で高く、「宮重総太」と「方領」で著しく低かった。一方、逆組合わせでは19.2～25.8%

（平均21.3%）と前者に比べて高く、また、花粉親に用いたダイコン品種間で大きな差はみられなかった。

受粉17日後の一莢あたりの肥大胚珠数（Table 3）および胚発育率（Table 4）をみると、肥大胚珠数は、ダイコン品種×添加型ダイコンでは平均3.0個であり、品種間での差異はみられなかった。逆組合わせでは平均3.8個とやや多く、かつ「黒葉みの早生」と「三浦」を花粉親にした場合が「宮重総太」と「方領」に比べて多かった。胚発育は、ダイコン品種×添加型ダイコンでは球状からハート型胚が多く、発育不良であったが、特に「宮重総太」と「方領」において極端に発育不良であった。添加型ダイコン×ダイコン品種では発育が順調であり、調査した胚の約半数が魚雷型胚であった。

受粉花あたりの種子の稔実率をTable 5に示した。ダイコン品種×添加型ダイコンは平均2.7粒であり、受粉17日以降も多くの胚が発育した。一方、添加型ダイコンを種子親とした場合は、種子稔実率が受粉花あたり1.9粒となった。受粉後17日の莢あたり肥大胚珠数が3.8個（Table 3）であったことから、受粉後17日以降に多くの胚が死滅し、急激な稔実性の低下がみられた。しかし、完熟時の稔実率は、a～g添加型×「黒葉みの早生」でやや低かったものの、正逆交雑ともに、品種間では大きな差異は認められなかった。

Table 1. Pollen fertility, number of ovules per pod and pollen germination index (P.G.I.) in crossings between radish cultivars and monosomic addition lines (a～g types, 2n=19)

Cultivar	Pollen ¹⁾ fertility (%)	No. of ovules ²⁾ per pod	P.G.I. ³⁾	
			♀	♂
Kuroba- Minowase	96.9	5.3	3.7	3.6
Miura	98.6	4.3	4.0	3.4
Miyashige- Sobutori	98.3	6.9	3.7	3.3
Houryou	78.8	7.1	3.7	3.5
Total ⁴⁾ mean	93.2 ±8.3	5.9 ±1.2	3.8 ±0.2	3.5 ±0.1

¹⁾ Total mean of pollen fertility in a～g types was 83.2±15.8 %.

²⁾ Total mean of number of ovules per pod in a～g types was 6.1 ±0.4.

³⁾ Pollen germination index(P.G.I.);Matsuzawa (1983) 0≤P.G.I.≤4.
(48 hours after flower pollinated).

⁴⁾ Mean±S.E.

Table 2. The rate of ovule with pollen tube penetration in crossings between radish cultivars and monosomic addition lines (a~g types, 2n=19) at 48 hours after pollination

Cultivar	a~g types	
	♀	♂
Kuroba- Minowase	19.9 ¹⁾	12.4 ¹⁾
Miura	25.8	17.9
Miyashige- Sobutori	20.5	6.3
Houryou	19.2	6.2
Total ²⁾	21.3	10.7
mean	±3.3	±1.9

¹⁾ No. of ovules that pollen tube penetrated into micropyle / No. of ovules per a pod × 100 (%).

²⁾ Mean ± S.E..

Table 4. The rate of well-grown embryos in crossings between radish cultivars and monosomic addition lines (a~g types, 2n=19) at 17 days after pollination

Cultivar	a~g types	
	♀	♂
Kuroba- Minowase	51.4 ¹⁾	21.4 ¹⁾
Miura	31.4	28.6
Miyashige- Sobutori	58.6	10.0
Houryou	52.9	2.9
Total ²⁾	48.6	15.7
mean	±6.9	±11.0

¹⁾ No. of torpedo shaped embryos / No. of embryos observed per a pod × 100 (%).

²⁾ Mean ± S.E..

Table 3. Number of developed ovules per pod in crossings between radish cultivars and monosomic addition lines (a~g types, 2n=19) at 17 days after pollination

Cultivar	a~g types	
	♀	♂
Kuroba- Minowase	4.1 ¹⁾	3.2 ¹⁾
Miura	4.1	2.8
Miyashige- Sobutori	3.3	2.8
Houryou	3.7	3.0
Total ²⁾	3.8	3.0
mean	±0.4	±0.2

¹⁾ No. of developed ovules / No. of ovules per a pod.

²⁾ Mean ± S.E..

Table 5. Seed setting per pollinated flower in crossings between radish cultivars and monosomic addition lines (a~g types, 2n=19)

Cultivar	a~g types	
	♀	♂
Kuroba- Minowase	1.5	3.1
Miura	2.1	2.5
Miyashige- Sobutori	2.2	2.3
Houryou	1.9	2.9
Total ¹⁾	1.9	2.7
mean	±0.3	±0.4

¹⁾ Mean ± S.E..

2. F₁ 世代

添加型ダイコンとダイコン4品種との正逆交雑による添加染色体の伝達率をTable 6に示した。雌性配偶子による添加染色体の伝達率は、e添加型が8.6%、c添加型が8.2%であり、雄性配偶子による場合は、c、aおよびe添加型で添加染色体の伝達がみられた。一方、ダイコン4品種間による伝達率をみると、雌性配偶子側からは「三浦」と「宮重総太」を花粉親として交雑した場合に高く、雄性配偶子側では「宮重総太」を種子親にした場合を除き、他の3品種で添加染色体の伝達がみられた。これらのことから、雌雄配偶子や組み合わせにおける伝達率の高低はあるものの、a~g7種類の添加染色体はダイコン4品種のいずれのF₁植物にも伝達することが明らかになった。

添加型F₁植物(2n=19)の形態的特性は、既存の「聖護院」添加型ダイコン(2n=19, Fig.2-E)の形質に、交雑親となったそれぞれのダイコン品種の形質を取り込んだ場合も、添加染色体が持つ特有の形質が現れた。このため、いずれの添加型ダイコン(2n=19)も容易に識別できた(Fig. 2-A~D)。

28組み合わせから得られた添加型F₁植物(2n=19)に、交雑に用いたそれぞれのダイコン4品種を再度戻交雑した場合の稔実性をTable 7に示した。f、gとb添加型×ダイコン4品種では比較的稔実性が高かった。また、花粉親のダイコン4品種間でみると、「方領」が他の品種に比べてやや高い稔実性であり、「黒葉みの早生」で低かった。また、aとb添加型では、開花~結実期に枯死する個体が多く、2組み合わせにおいて後代種子が得られなかった。

3. B₁F₁ 世代

a、e、fとg添加染色体を持つB₁F₁植物(2n=19)の雌性配偶子による添加染色体の伝達率をTable 8に示した。B₁F₁世代では、小粒種子のみを選抜して播種したが、添加型間でみると、e添加型は高く、「宮重総太」を花粉親に用いた場合に特に高かった。aとf添加型は中程度であり、g添加型は、「宮重総太」を花粉親に用いた場合を除き、低かった。一方、花粉親に用いたダイコン品種間から4種類の添加染色体の伝達率をみると、あまり差異が認められなかった。なお、小粒種子選

Table 6. Female and male transmission rates of additional alien chromosomes of seven types of monosomic addition lines (a~g types, 2n=19) in the reciprocal crossings with four radish cultivars (2n=18)

Monosomic addition lines	Kuroba-Minowase	Miura	Miyashige Sobutori	Houryou	Mean
a	2.0 ¹⁾ 0.0 ²⁾	2.1 0.0	0.0 4.0	5.1 0.0	2.3 1.0
b	0.0 8.0	0.0 6.0	0.0 10.0	0.0 2.0	0.0 6.5
c	10.0 0.0	0.0 16.2	0.0 16.5	4.0 0.0	3.5 8.2
d	0.0 2.0	0.0 4.2	0.0 2.0	0.0 10.1	0.0 4.6
e	2.0 4.0	6.0 8.0	0.0 10.8	0.0 11.6	2.0 8.6
f	0.0 5.9	0.0 12.0	0.0 6.0	0.0 2.0	0.0 6.5
g	0.0 2.0	0.0 4.0	0.0 9.2	0.0 7.4	0.0 5.7
Mean	2.0 3.1	1.2 7.2	0.0 8.4	1.3 4.7	

¹⁾ Male transmission rate (%),

²⁾ Female transmission rate (%).

抜法は、無作為に種子を選んで播種したF₁植物 (Table 6) に比べて、添加型ダイコンを高頻度に得られた。

B₁F₁植物の形態的特性からみると、いずれの添加型植物 (2n=19)も、それぞれの添加染色体の形質を発現させており、ダイコン型復帰個体 (2n=18)とは明白に識別できるうえに、それぞれの花粉親の形態に一層近づいた。

考 察

ダイコン×カンラン類の交雑の成否について、Fukushima(1945)、松澤 (1983) および皿嶋(1990)は、その組み合わせ、特に種子親に用いるダイコン品種によって異なることを明らかにしている。松澤 (1983)は、種属間交雑における交雑親和性に関する障害を花粉発芽指数(P.G.I.)を用いて評価した。その結果、ダイコン×カンラン類のP.G.I.の総平均は1.2であるが、F₁植物の得やすい組み合わせ(「聖護院」, 「宮重総太」, 「方領」)では、2.4~3.1, 得にくい組み合わせ(みの早生群および練馬群)では0.9~1.0であり、後者の場合は柱頭上にお

けるカンラン類の花粉発芽の不良が主因であることを明らかにした。同様の現象は、Bang et al. (1996)がダイコン×*S.arvensis*でも認めている。このような交雑親和性の低いダイコン品種に、カンラン類の形質を導入するには、遠縁である属間交雑に比べ、品種間交雑に近いカンラン類-染色体添加型ダイコン (2n=19)を用いた方が容易であると思われる。それぞれのダイコン品種の遺伝的backgroundを持った添加型ダイコンシリーズを育成しておけば、毎回遠縁間交雑を行う必要がなく、省力化が計られるものと考えられる。そこで、本実験では、松澤 (1983) が明らかにしたカンラン類との交雑親和性の低いみの早生群と練馬群のうち、「黒葉みの早生」と「三浦」を、また、親和性の高い品種として「宮重総太」と「方領」の4品種を供試して、7種類の添加型ダイコン (a~g添加型, 2n=19)との正逆交雑による交雑親和性を比較検討するとともに、F₁およびB₁F₁植物への添加染色体の伝達状況と形態的特性を調査し、上記のダイコン4品種の遺伝的backgroundを持った添加型ダイコン (2n=19)の育成を試みた。その結果、

Table 7. Seed setting of seven types of monosomic addition lines (2n=19) in F₁ by backcrossing with four radish cultivars

♂ ♀	Kuroba- Minowase	Miura	Miyashige- Sobutori	Houryou	Mean
a	1.55 ¹⁾	1.81	death	2.25	1.87
b	death	2.91	1.99	3.15	2.68
c	1.61	2.33	1.65	1.03	1.66
d	1.00	0.74	1.73	2.41	1.47
e	1.71	2.10	2.25	1.96	2.01
f	3.88	2.39	2.51	4.18	3.24
g	2.16	3.34	3.56	2.88	2.99
Mean	1.99	2.23	2.28	2.55	

¹⁾ No. of seeds per flower pollinated.

Table 8. Female transmission rate of additional alien chromosome in four types of monosomic addition lines (2n=19) in B₁F₁ plants obtained from selected small seeds by backcrossing with four radish cultivars

♂ ♀	Kuroba- Minowase	Miura	Miyashige- Sobutori	Houryou	Mean
a	9.4 ¹⁾	32.0	—	8.5	16.6
e	21.5	19.0	67.7	29.4	34.4
f	32.6	7.1	16.1	20.0	19.0
g	6.1	4.6	18.2	2.0	7.7
Mean	17.4	15.7	34.0	15.0	

¹⁾ %.



Fig.1. An ovule with pollen tube penetration at 48 hrs after pollination.

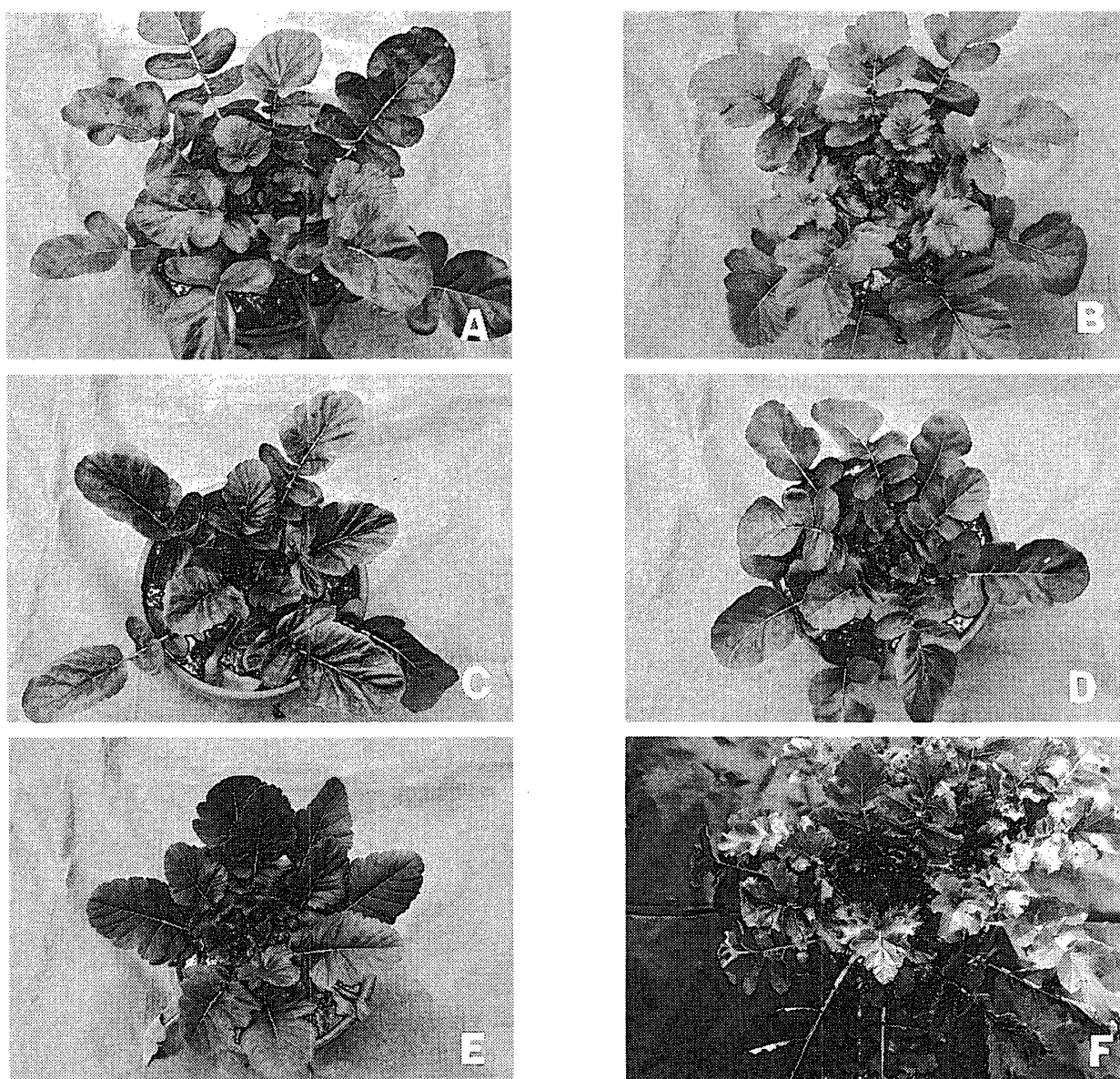


Fig. 2. Comparison of morphological characteristics of g-type monosomic addition lines ($2n=19$) derived from the crossings of an original g-type and four radish cultivars. A : g-type with the generic background of 'Kuroba-Minowase', B : g-type with 'Miura', C : g-type with 'Miyashige Sobutori', D : g-type with 'Houryou', E : Original g-type with 'Shogoin' and F: radish cv. 'Shogoin' ($2n=18$).

いずれの添加型ダイコン×ダイコン品種の正逆交雑においてもP.G.I.は高かった (Table 1). また, 受精に関与する花粉管が貫入した胚珠の割合 (Table 2), およびその後の肥大胚珠数 (Table 3) と胚発育率 (Table 4) は添加型ダイコン×ダイコン品種で良好であったことから, 既存ダイコン4品種を花粉親にした場合, 花粉管の伸長がよく, 受精-胚発育も早いことを示唆していた. また, 一莢あたりの胚珠数 (約6個, Table 1) と肥大胚珠数の結果 (Table 3) からみて, 受粉後17日頃までは $2n=19$ の染色体数を持つ胚もかなり生存していたものと考えられた. しかし, 胚発育の中・後期に至り, 肥大していた胚珠, 特に添加染色体を有する $2n=19$ の多くの胚が退化したものと考えられた (Table 5). この原因は, Stebbins (1950)の1)雑種胚の退化や発育不全に相当する可能性がある. また, 既報 (金子ら 1991)と同様, a と b 添加型にその傾向が強かった. 一方, 添加型ダイコン($2n=19$)を花粉親に用いた場合, 花粉は, $n=9$ (Rゲノムのみ) と $n=10$ (R+1本のカンラン類添加染色体)の2種類ができる. それらは花粉間競争によって後者の配偶子は遅延したり (Table 2), 一部は受精後の早期に死滅した可能性もあり, その結果として肥大胚珠数の減少 (Table 3) や胚発育率が低くなる (Table 4) ものと思われた. しかし, いずれの品種でも肥大胚珠数 (Table 3) がやや低いにもかかわらず稔率が高いこと (Table 5) から, 受粉17日以降もかなりの胚がその発育を継続したと思われる.

以上のことから, ゲノムレベルではみの早生群や練馬群 (Rゲノム) はカンラン類 (Cゲノム) と親和性が低いものの, カンラン類の1本の染色体を添加したダイコン($2n=19$)になると, カンランゲノム (C) としての影響がほとんどみられず, ダイコン品種間との親和性には大きな影響を及ぼさないものと思われた.

今回用いた添加型ダイコンは7種類であり, カンラン類のゲノムは染色体数が $n=9$ で, 残りの2種類に不親和性に関する遺伝子があることも考えられる. このことは, 金子 (1996)も指摘している. すなわち, 1本として単独に分離できない添加染色体 (x) を持った a+x 添加型ダイコン($2n=20$)は高い不稔性を持っており, ダイコン×カンラン類の交雑不親和の原因の一端がこの添加染色体 (x) による可能性もある. また, 同様な現象は, 房ら (1994, 1996)の*S.arvensis* (e添加型) や *E.sativa* (個体番号9と11) の1~2本の添加染色体にも認められている. 遠縁間交雑における不親和性遺伝子については, パンコムギと近縁植物 (ライムギ, オオ

ムギ, *Hordeum bulbosum*) で同定されている. すなわち, 交雑不親和性は, パンコムギの第5同祖群染色体に座乗するKr 1, Kr 2およびKr 3の遺伝子によって引き起こされる (Riley and Chapman 1967, Snape et al. 1979, Falk and Kasha 1983, 木庭 1997). これらのことから, 今後アブラナ科植物においても, パンコムギと同様な遺伝子の同定が可能になるものと思われる.

F₁植物を得るための一連の調査において, 「宮重総太」と「方領」では花粉管が貫入した胚珠の割合や胚発育率が低かったものの (Table 2 および Table 4), その他の結果ではダイコン4品種間で大きな差異が認められなかった. また, F₁植物における添加染色体の伝達率では, 「宮重総太」と「三浦」が花粉親に用いられた場合にやや高く, 逆交雑でも「黒葉みの早生」と「三浦」は「方領」と大きな差異がなく, いずれの組み合わせからも添加型ダイコンが得られた (Table 6). さらに, B₁F₁植物におけるダイコン4品種間でも大きな差異がなかった (Table 8). これらのことから, カンラン類の1添加染色体はいずれのダイコン品種にもある程度の割合で取り込むことが可能と思われ, 既成の添加型ダイコンを橋渡し植物としてダイコン4品種の遺伝的backgroundを持ったカンラン類-染色体添加型ダイコンの育成ができるものと結論できよう.

一方, F₁ および B₁F₁植物の伝達率は, 既報の「聖護院」を遺伝的backgroundにもつ添加型ダイコンと「聖護院」との正逆交雑による伝達率 (金子ら 1991), すなわち, 雌性配偶子側から11%, 雄性側から4%に比べると低いものの, c や e 添加型が高い傾向は同じであった. ただし, a 添加型を種子親に用いた場合の伝達率の低かった理由は, 発芽時に多くの個体を失ったため, その中に添加型が含まれていたのではないかと考えられた. そこで, ダイコン品種と添加型ダイコンとの交雑から効率よく添加型ダイコン ($2n=19$)を得るには, 添加染色体の伝達率が雌性配偶子側で高いこと, 細胞質の影響がほとんどないこと (金子ら 1993) からみて, 添加型ダイコンを種子親に用いた組み合わせが有利であると考えられる.

これまで育成された添加型ダイコン ($2n=19$)は, 房ら (1994, 1996, 1997)が育成した*S.arvensis*, *E.sativa*および*M.arvensis*の-染色体添加型ダイコン ($2n=19$)との交雑も比較的容易と思われ, これら野生種の1添加染色体との相互の関係, 染色体間の置換, およびそれぞれの添加染色体によって発現する形質の解析などにも活用できる育種素材と考えられる.

摘 要

本研究では、交雑親和性の低いダイコン品種にカンラン類の一染色体を添加するため、a~g添加型ダイコンと日本の主要ダイコン4品種との交雑を行なった。

その結果、いずれの添加型ダイコン×ダイコン4品種の正逆交雑においても花粉発芽指数は高かった。添加型ダイコン×ダイコン4品種では、受精前後の結果がよかったことから、受精-胚発育が早いことを示唆した。また、受粉後17日頃までは $2n=19$ の染色体数を持つ胚もかなり生存していたものと考えられた。しかし、胚発育の中・後期に至り、胚の退化も考えられた。一方、ダイコン4品種×添加型ダイコンの場合は、花粉間競争によって $n=10$ を持つ配偶子は遅延したり、一部は受精後の早期に死滅した可能性がある。しかし、比較的種子稔性が高かったことから、受粉17日以降もかなりの胚が生育したものと思われる。

F₁植物における7種類の添加染色体の伝達率は、添加型ダイコン×ダイコン4品種では5.9%、逆交雑では1.1%であり、いずれの組み合わせからも添加型ダイコン($2n=19$)が得られた。さらに、4種類の添加型B₁F₁植物(a, e, fおよびg添加型, $2n=19$)×ダイコン4品種における伝達率でもダイコン4品種間で大きな差異がみられなかった。以上のことから、既成の添加型ダイコンを橋渡し植物としてダイコン4品種の遺伝的背景を持ったカンラン類-染色体添加型ダイコン($2n=19$)の育成ができるものと結論できた。

引用文献

- 房 相佑・金子幸雄・松澤康男 (1994) *Raphanus sativus* × *Sinapis arvensis* の属間雑種植物の後代について. 育雑. 44 (別2) : 304.
- (1996) *Eruca sativa* -染色体添加型ダイコン($2n=19$)の形態および細胞遺伝学的調査. 育雑. 46 (別2) : 230.
- Bang, S.W., Y. Kaneko and Y. Matsuzawa (1996) Production of intergeneric hybrids between *Raphanus* and *Sinapis* and the cytogenetics of their progenies. Breed. Sci. 46:45-51.
- 房 相佑・金子幸雄・松澤康男 (1997) *Moricandia arvensis* -染色体添加型ダイコン($2n=19$, 同質および異質細胞質)の作出. 育雑. 47 (別2) : 346.
- Falk, D.E. and K.J. Kasha (1983) Genetic studies of the cross ability of hexaploid wheat with rye and *Hordeum bulbosum* TAG. 64 : 303-307.
- Fukushima E. (1945) Cytogenetic studies on *Brassica* and *Raphanus*. I. Studies on the intergeneric F₁ hybrids between *Brassica* and *Raphanus*. J. Dept. Agric., Kyushu Imp. Univ. 7 : 281-400.
- 金子幸雄・松澤康男・皿嶋正雄 (1987) カンラン類1染色体添加型ダイコンの育成. 育雑. 37 : 438-452.
- 金子幸雄・生井兵治・松澤康男・皿嶋正雄 (1991) カンラン類1染色体添加型ダイコンの種子による継代維持. 育雑. 41 : 623-639.
- 金子幸雄・松澤康男・生井兵治・皿嶋正雄 (1993) カンラン類1染色体添加型ダイコンの遺伝・育種学的評価. I. 数種類の添加型ダイコンが持つ形質の他のダイコン品種およびカブでの発現. 宇大農学報. 15 : 27-37.
- 金子幸雄 (1996) カンラン類-染色体添加型ダイコンの育成とその利用に関する細胞遺伝・育種学的研究. 宇大農学報特. 55 : 1-104.
- Kerlan, M.C., A.M. Chevre, F. Eber, A. Baranger and M. Renard (1992) Risk assessment of outcrossing of transgenic rapeseed to related species : I. Interspecific hybrid production under optimal conditions with emphasis on pollination and fertilization. Euphytica 62 : 145-153.
- 木庭卓人 (1997) コムギの属間交雑親和性に関する遺伝子. ガンマーフィールド・シンポジウム 36 : 19-22.
- 松澤康男 (1983) アブラナ科作物の種・属間交雑親和性に関する研究. 宇大農学報特. 39 : 1-86.
- 西 貞夫・川田穰一・戸田幹彦 (1961) アブラナ科そ菜のはい培養に関する研究. I. カンラン・ハクサイ幼はいの培養条件について. 農技研報. 9 : 50-127.
- Riley, R. and V. Chapman (1967) Inheritance in wheat of crossability with rye. Genet. Res. 9 : 259-267.
- 皿嶋正雄 (1990) 「アブラナ科作物の種・属間交雑に関する研究と、育種学的な期待と課題および、アブラナ科作物の種・属間交雑親和性。」種・属間交雑によるアブラナ科作物の育種学. (1). 落合書店, 宇都宮. 1-88.
- Snape, J.W. and V. Chapman, J. Moss, C.E. Blanchard and T.E. Miller (1979) The crossabilities of wheat varieties with *Hordeum bulbosum*. Heredity 42:291-298.
- Stebbins, G.L. (1950) Variation and evolution in plant. Columbia Univ. Press, New York. (1997年8月29日受理)