

## Brassica 属の人為複2倍体の種皮型

青 葉 高

(山形大学農学部 蔬菜園芸学研究室)

(昭和47年9月16日受領)

Histological Types of Seed-coat of Artificial Amphidiploid Plants in *Brassica*

Takashi AOBA

(Laboratory of Olericulture, Faculty of Agriculture, Yamagata University)

### I. 緒 言

*Brassica* 属の植物には種皮の表皮細胞層が吸水時膨脹して水胞状になるいわゆる A 型種皮の種と, 吸水時も表皮細胞層は薄い膜状で水胞状にならぬ B 型種皮の種が存在する<sup>11)</sup><sup>15)</sup>. ただし種によって種皮の形態には幾分の差異があり, また *B. campestris* や *B. juncea* のように A 型と B 型の品種のみられる種もある<sup>1)</sup><sup>5)</sup><sup>11)</sup><sup>15)</sup>.

*Brassica* 属植物については従来多くの種間交雑が試みられ, その結果種のゲノム構成が明らかにされ, また多くの人為複2倍体が作出された<sup>12)</sup>. これらの種間雑種や, 種間雑種の染色体倍化による人為複2倍体は, 両親種の形質をある程度併せもつ例が多い. しかし種間雑種における形質表現の規則性についてはあまり明らかではない<sup>6)</sup><sup>7)</sup><sup>8)</sup><sup>9)</sup><sup>12)</sup><sup>14)</sup><sup>15)</sup>.

筆者は *Brassica* 属植物, 特に *B. campestris* と *B. juncea* について種皮型の地理的分布と遺伝について調査し, その結果, 種皮型は種や品種間の類縁関係を示すマルクマールになることを報告して来た<sup>1)</sup><sup>2)</sup><sup>3)</sup><sup>4)</sup><sup>5)</sup>.

以上の点から *Brassica* 属の種間雑種から得られた人為複2倍体の種皮型などを調査し, 人為複2倍体における形質表現の規則性について検討した.

本調査は東北大学農学部育種学教室, 東京教育大学農学部育種学研究室, 農林省園芸試験場から貴重な育成種子の供与を得て実施したもので, ここに深謝の意を表す.

### II. 材料および方法

第2表に示した供試種子はそれぞれの研究室において種間雑種のコルヒチン処理により作出した人為複2倍体の F<sub>2</sub> 世代以降のもので, 入手した親系統は第1表に示した.

これらの種子について従前の方法<sup>1)</sup><sup>2)</sup><sup>3)</sup><sup>4)</sup><sup>5)</sup>にしたがって大小, 種子の色, 種皮の紋様, 種皮型を調査した.

### III. 調査結果

親系統および人為複2倍体種子の調査結果は第1, 2表に示した. ただし本調査の親系

Table 1. Characteristics of seeds of parental species

Species	Cultivar	Source	Seed-coat type	Seed color	Seed-coat pattern	Weight of 100 seeds
<i>B. campestris</i>	聖護院	Takii co.	A	Br	±	310 <sup>mg</sup>
	田舎種	Fukushima Ex.	B	〃	〃	302
	磯部在来	St.	〃	〃	〃	424
	宮城在来	〃	〃	〃	〃	446
	早生菜	〃	B+A	〃	〃	340
	芝罘白菜	Watanabe co.	B	〃	〃	320
	千葉早生	THU (Hinata)	〃	〃	〃	228
	真 菜	〃	〃	〃	〃	188
	チリ白菜	〃	〃	〃	〃	300
	雪 菜	〃	B+A	〃	〃	220
	C-637	〃	B	Y	〃	450
Saron	〃	〃	〃	+	260	
<i>B. nigra</i>	California Brown	〃	〃	Br	++	130
<i>B. oleracea</i>	松島交配黒葉2号	〃	A	〃	±	392
	改良南部	〃	〃	〃	〃	448
	葉 深	〃	〃	〃	〃	212
	Succession	〃	〃	〃	〃	400
	Chou moellier	TKU (Namai)	〃	〃	〃	400
	<i>B. alboglabra</i>	THU	〃	〃	〃	420
<i>B. juncea</i>	大葉高菜	〃	B	〃	++	302
	J 106	〃	A	〃	〃	112
<i>B. napus</i>	N 404	〃	B	BB	±	252
	ミチノク	Fukushima Ex.	〃	〃	〃	320
	早生朝鮮	St.	〃	〃	〃	360
	農林16号	〃	〃	〃	〃	366
	Rutabaga	Yukizirushi co.	〃	〃	〃	300
<i>B. carinata</i>	Ca 103	THU	A	Br	+	230
	Harron	〃	〃	〃	〃	376
<i>B. fruticulosa</i>	Fr 104	〃	A'	Br	+++	64

Source : THU ; Tohoku University, TKU ; Tokyo-kyoiku University. Seed color : Br ; brown, BB ; brownish black, Y ; yellow. Seed-coat pattern : showing the degrees of reticulated pattern.

統種子とは各研究室所有の維持系であって、交配当時のものとは幾分変っているものもあると思われた。

**種子の大小** 不ぞろいな材料が多く、数値には問題もあるが、一般に *B. juncea* を母親にした組合せの種子は小さく、*B. napus*, *B. campestris* とくに *B. rapa* を母親にした組合せの複2倍体種子は大粒であった。

**種皮表面の網状斑** 不明瞭なものが多かったが、斑紋の大きい *B. nigra*, *B. juncea* を母親にした組合せの種子は斑紋が大きく、紋様の明瞭な *B. nigra*, *B. juncea*, *B. carinata*

Table 2. Characteristics of seeds of the artificial amphidiploid plants in *Brassica*

Seed-coat type	Crossing		Source	Seed-coat type	Seed color	Seed-coat pattern	Weight of 100 seeds
	Species	Cultivar					
A × A	C × O	聖護院 × Kohlrabi	TKU	A	BB	+	330 <sup>mg</sup>
	"	聖護院 × Kohlrabi	"	"	"	±	448
	J × O	J 106 × Dwarf Curled Kale	THU	"	Br	++	230
B × B	N × C	東海 3号 × 田舎種	TKU	B	BB	±	244
	"	農林 6号 × 田舎種	"	"	"	"	306
	"	ミチノク × 下山千才白菜	THU	"	"	"	226
	"	Rutabaga × C 2	"	"	"	"	302
	"	早生朝鮮 × 芝罘白菜	"	"	"	"	528
	J × C	紫高菜 × 芝罘白菜	"	"	Br	+	314
N × Ni	N 404 × Cal. Brown	"	"	BB	"	340	
A × B	O × C	黒葉 2号 × 千葉早生	"	A	BB	±	360
	"	改良南部 × 真菜	"	"	"	"	316
	"	葉深 × チリ白菜	"	B	"	"	484
	"	金盃分離系 × 野崎 2号	HRS	"	"	"	L
	"	金盃分離系 × 包頭連系	"	"	"	"	M~L
	"	金盃分離系 × 長交50日	"	"	"	"	M
	"	富士早生 1号 × 京都 3号系	"	"	"	"	S
	"	川崎夏蒔系 × 京都 3号系	"	"	"	"	M
	"	中野早春 × 下山千才	"	"	"	"	S~M
	"	中野早春 × 野崎 2号	"	"	"	"	S~M
	"	葉深 × 下山千才	"	"	"	"	S~M
	"	葉深 × 松島交配純 2号	"	A	"	"	M
	"	葉深 × 卷心	"	"	"	"	L
	"	台湾在来 × 下山千才	"	"	"	"	M~L
	"	台湾在来 × 野崎 2号	"	A+B	"	"	M
	"	Green Sprouting × 野崎 2号	"	B	"	"	M
	"	(葉深 × Sovoy) × 野崎 2号	"	"	"	"	M~L
	"	(葉深 × Sovoy) × 下山千才	"	"	"	"	M
O × J	改良南部 × 大葉高菜	THU	A	Br	++	S~M	
Ca+C	Harron × C 637	"	"	"	±	526	
Ca × Ni	Harron × Cal. Brown	"	"	"	+	222	
Fr × C	Fr 104 × 雪菜	"	"	A'	"	S	
Fr × Ni	Fr 104 × Ni 101	"	"	"	++	S	
B × A	C × O	芝罘白菜 × Succession	"	B	BB	±	456
	"	真菜 × 改良南部	"	"	"	"	266
	"	真菜 × <i>B. alboglabra</i>	"	"	"	"	386
	"	磯部在来 × Chou moellier	TKU	"	"	"	402
	"	宮城在来 × Chou moellier	"	"	"	"	326
	"	早生菜 × Kohlrabi	"	"	"	"	216
	"	野崎 2号 × 黒葉サクセション	HRS	"	"	"	S~M

Seed-coat type	Crossing		Source	Seed-coat type	Seed color	Seed-coat pattern	Weight of 100 seeds
	Species	Cultivar					
B × A	"	野崎 2 号 × 金盃分離系	HRS	B	BB	±	S ~ L
	"	野崎 2 号 × 川崎系	"	"	"	"	S ~ L
	"	野崎 2 号 × 中野早春	"	"	"	"	S ~ M
	"	Sarson × <i>B. alboglabra</i>	THU	A'	Br	"	277
	Ni × O	Cal. Brown × 野崎早生	"	AB	"	++	384
	C × Ca	雪菜 × Ca 101	"	B	"	+	200
(B × A) × B	CO × N	(磯部 × チュモリア) × ミチノク	TKU	B	BB	±	220
	"	(磯部 × チュモリア) × 農林16号	"	"	"	"	226
	"	(宮城 × チュモリア) × ミチノク	"	"	"	"	332
	"	(宮城 × チュモリア) × 大朝鮮	"	"	"	"	250
	"	(早生菜 × Kohlrabi) × ミチノク	"	"	"	"	250
	NiO × C	(Cal. Br. × 野崎早生) × Sarson	THU	"	Br	+	500
B × (B × A)	N × CO	大朝鮮 × (宮城 × Choumoellier)	TKU	B	BB	±	232

Species : C ; *B. campestris*. Ni ; *B. nigra*, O ; *B. oleracea*, J ; *B. juncea*, N ; *B. napus*, Ca ; *B. carinata*, Fr ; *B. fruticulosa*.

Source : THU ; Tohoku University, TKU : Tokyo-kyoiku University, HRS ; Horticultural Research Station, Hiratsuka.

Seed color : Br ; brown, BB ; brownish black.

Seed-coat pattern : showing the degrees of reticulated pattern.

Weight of 100 seeds : S ; small, M ; medium, L ; large.

を母親にした組合せの複 2 倍体種子は斑紋が比較的明瞭であった。

**種子の色** 黄色種子品種を一方の親にした *B. campestris* sarson × *B. alboglabra* と *B. carinata* × sarson から得られた人為複 2 倍体の種子はいずれも褐色であった。

**種皮型** 供試した人為複 2 倍体の親系統はできるだけ集めて種皮型を調査した。しかし交配した親植物自体の種皮型は確認できず、第 1 表には推定した種皮型をも記載した。たとえば東京教育大学から入手した *B. campestris* の磯部在来、宮城在来、早生菜と、東北大学から入手の雪菜の種皮型は大多数が A 型であった。しかしそれぞれの種子導入先である福島農試と渡辺採種場から直接入手した同じ品種の種皮型は大多数が B 型であった。

そこで第 1 表では B 型または B + A とした。つぎに親品種として入手した sarson は黄ダネの中粒種子であった。sarson には大粒の黄ダネのものと褐色種子の中粒種があり、インドから入手の brown seeded sarson には A 型種皮の種子や *B. juncea* の種子が混入していた。sarson × *B. alboglabra* に用いた sarson の種皮型は確認していないが、第 1 表には一応 B 型種皮の yellow sarson と記載した。

以上のように交配親の種皮型は推定によったものもあるが、人為複 2 倍体の種皮型はつぎのようであった。

まず A 型 × A 型の種間雑種から得られた複 2 倍体はいずれも A 型、B 型 × B 型はいずれも B 型であった。A 型種と B 型種との交配から得られた人為複 2 倍体の種皮型は母親種と同型のものが多かったが、父親と同型のものや中間のものもみられ一定しなかった。

たとえばB型×A型の組合せでは *B. nigra*×*B. oleracea* が中間型を示し、*B. campestris* sarson×*B. alboglabra* の複2倍体種子がA型で、それ以外はいずれも母親と同じB型であった。

つぎにA型×B型の組合せでは *B. oleracea*×*B. campestris*以外の組合せはすべてA型であった。なお*B. fruticulosa*を母親とした組合せの複2倍体種子は、母親と同様表皮細胞層が吸水時1~2層の水胞状になり、細胞膜が破れて内容物が吐出するが多かった。*B. oleracea*×*B. campestris* から得られた複2倍体種子にはA型種皮のものも5点みられたが、他の12点は父親と同じB型種皮であった。

#### IV. 考 察

*B. campestris* や *B. juncea* の品種間の交雑では褐色種子は黄色に対して優性、A型種皮はB型種皮に対して優性形質であることが知られている<sup>5)13)</sup>。前記のように *Brassica* 属の種間雑種から得られた人為複2倍体の種子では、褐色種子種と黄色種子種との交雑の場合、黄ダネ種を父親にした場合も母親にした場合も複2倍体は褐色種子であった。しかしその他の形質については優劣関係はみられず、中間的か傾母的に表現される場合が多かった。ただし交雑の組合せにより傾父的の場合も認められた。

たとえば *B. oleracea* (A型)×*B. campestris* (B型) から得られた複2倍体には母親型のA型種皮のものより父親型のB型種皮のものが多くみられた。なお *B. campestris* sarson (B)×*B. alboglabra* (A) から育成した複2倍体

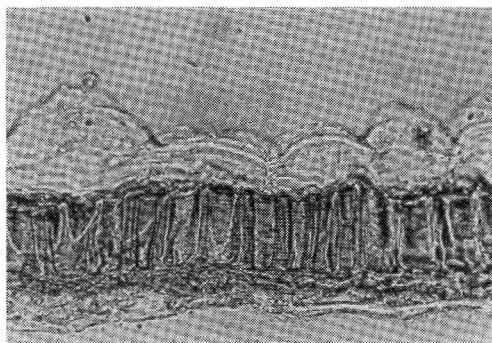


Fig. 1. Transsection of seed-coat of artificial amphidiploid plants bred from inter-species hybrid, *B. campestris*, Shogoin (A)×*B. oleracea*, Chou moellier (A). (Type-A, ×730)

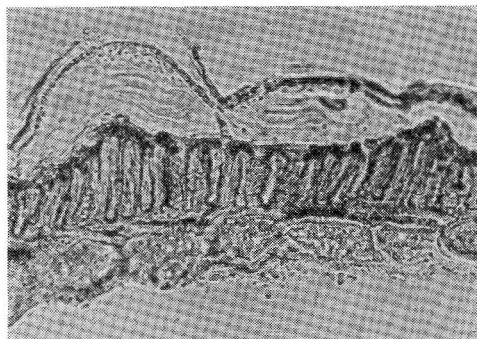


Fig. 2. Transsection of seed-coat of artificial amphidiploid plants bred from inter-species hybrid, *B. nigra*×*B. oleracea*. (Intermediate type, ×730)

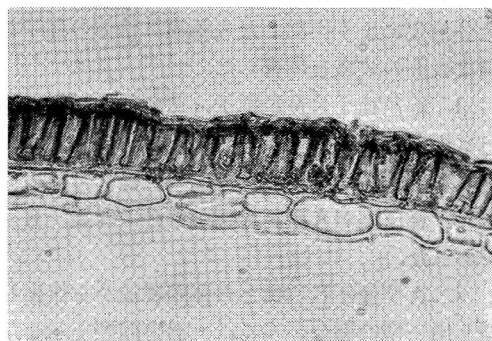


Fig. 3. Transsection of seed-coat of artificial amphidiploid plants bred from inter-species hybrid, *B. campestris*, Miyagi-zairai (B)×*B. oleracea*, Chou moellier (A). (Type-B, ×530)

は父親型のA型であったがこれは *Brassica* の野生種に多くみられるA'型(表皮細胞層が1~2層の水胞状になるばかりでなく,細胞膜が破れて内容物が吐出しやすいもの)で,親系統について若干の疑問がもたれた。

これらの組合せから生じた人為複2倍体が偏母的または偏父的な種皮型を表現する理由は明らかでないが,種皮型表現の規則性を検討するためには種皮型に関与する遺伝子の染色体上の位置を明らかにする必要があるように思われる。

なお各種植物において種間雑種は両親の中間的形質を表現することが多い<sup>10)</sup>。*Brassica* の種間雑種では多くの形質が中間的になることが観察されているが<sup>6)7)8)9)14)15)</sup>, 抽たい性は傾母的に遺伝し<sup>7)</sup>, 合成ルタバガでは一般に傾母的な個体が多く観察されている<sup>6)15)</sup>。

つぎに *Brassica* の2基種は1基種間の自然交雑から生じたものと推定されている。この点は人為複2倍体の種皮型の点からも検討できると思う。たとえば *B. juncea* にはA型種皮の品種とB型種皮の品種が存在する<sup>5)</sup>。*B. nigra* は表皮細胞層の厚いB型種皮であるから, A型種皮の *B. juncea* はA型種皮の *B. campestris* と *B. nigra* との交雑から生じたものと思われる。

ACゲノム種の *B. napus* は *B. campestris* を母親とした組合せの方が *B. oleracea* を母親とした組合せより育成しやすく<sup>7)8)</sup> *B. oleracea* × *B. campestris* は胚培養法によって作出されている<sup>14)</sup>。そして *B. napus* では従来A型種皮の品種は見出されておらず *B. oleracea* × *B. campestris* ではA型種皮を生ずる場合もある。したがって現在の *B. napus* は *B. campestris* × *B. oleracea* の組合せから成立したものと思われる。

なお前記のようにA型種皮の聖護院カブを母親としたACゲノム種や<sup>8)</sup> *B. oleracea* を母親とした幾つかの組合せの複2倍体はA型種皮であった。したがって今後は *B. napus* にもA型種皮の品種とB型種皮の品種が存在するとすべきであろう。

## V. 摘 要

*Brassica* 属には種子表皮が吸水時水胞状になるA型種皮の種と, 吸水時も水胞状にならないB型種皮の種がある。そこで東北大学農学部育種学教室などにおいて, 種間雑種の染色体倍化により作出した人為複2倍体の種子を集め, その種皮型と種子の大小, 種子色, 種皮表面の紋様を調査した。

1. 褐色種子×黄色種子, 黄色種子×褐色種子の種間雑種から作出した複2倍体の種子色は褐色であった。
2. 種子の大小, 種皮表面の紋様は母親に似た中間型の場合が多かった。
3. 種皮型がA型×A型の場合はA型, B型×B型の組合せから生じた複2倍体はB型であった。
4. A型種とB型種との種間雑種から作出した人為複2倍体の種皮型は, 母親種の種皮型と同一型の場合が多く, 一部中間型を示した。ただし *B. oleracea* (A型) × *B. campestris* (B型) の場合はA型の複2倍体とB型の複2倍体がみられた。
5. 以上の点から人為複2倍体における形質表現の規則性と, 2基種成立の起源について種皮型の点から考察を行なった。

## 参 考 文 献

1. 青葉 高 (1961) 園学雑, 30 (2): 147-152.
2. — (1961) 園学雑, 30 (4): 318-324.
3. — (1971) 山形大紀要 (農), 6 (2): 91-111.
4. — (1972) 山形農林学会報, 29: 28-30.
5. — (1972) 育雑, 22 (6): 323-328.
6. 本多藤雄・二井内清之 (1966) 園試報告, D4: 87-106.
7. 細田友雄 (1961) 東京教育大, 農, 紀要 7: 1-94.
8. —・生井兵治・後藤純一 (1963) 育雑, 13 (2): 99-106
9. IWASA, S. (1963) Jour. Fac, Agr. Kyusyu, Univ. 13 (2): 309-349
10. 香川冬夫 (1959) 種属間交雑による作物育種学.
11. 近藤万太郎 (1937) 農林種子学 (後編): 235-281.
12. 水島宇三郎 (1951) アブラナ類の核遺伝学的研究.
13. MOHAMMAD, A. and S. M. SIKHA, (1937) Indian Jour, Agr. Sci, 7: 849-861 (G. Olsson (1954) による).
14. 西 貞夫・川田穰一・戸田幹彦 (1959) 育雑, 8 (4): 215-222.
15. 皿島正雄・森谷 憲・細田友雄 (1958) 日本草地研究会誌, 3 (3, 4): 102-105.
16. 渋谷 茂・岡村知政 (1955) 園学雑, 24 (3): 195-198
17. —・— (1957) 園学雑, 26 (1): 15-20.

## Summary

From his histological observation on the seed-coat of species of *Brassica*, Kondo (1937) found that there were two types: the type A in which epidermal cells were swelled with water and the type B in which epidermal cells were not swelled in spite of water imbibition. In the previous paper the author reported that in *B. campestris* and *B. juncea* the type A was dominant to the type B in the heredity of seed-coat structure.

In this study the present researcher collected the seeds of 53 artificial amphidiploids which were bred from inter-species hybrids of *Brassica* by a colchicine method, raised at the Plant Breeding Laboratory of both Tohoku University and Tokyo-kyoiku University and Horticultural Research Station, Hiratsuka, and investigated the morphology of their seeds to ascertain the relationships between the characteristics of artificial amphidiploid seeds and those of their parents species.

The results obtained were summarized as follows:

1. The seed color of the artificial amphidiploid plants which were bred from the reciprocal crossing between the species of yellow seeds and the ones of brown seeds was brown.

2. In seed size and seed-coat pattern of the artificial amphidiploid plants, maternal inclination was recognized generally, while in some cases intermediate types were observed.

3. Seed-coat type of the artificial amphidiploid plants which were bred from inter-species between  $A \times A$  or  $B \times B$  in seed-coat type, was the type A or the type B respectively.

4. The seed-coat type of the artificial amphidiploid plants which were bred from the reciprocal crossing of the species of the type A and ones of the type B mostly gave maternal inclination. While in the artificial amphidiploids bred from the crossing between *B. oleracea* (A)  $\times$  *B. campestris* (B), seed-coat type of 12 samples was the type B resembled to the male parent, and that of the other 5 examples was the type A.

5. Based on the results mentioned above, the regularity of heredity in phenotypical characteristics appeared the artificial amphidiploid plants bred from inter-species hybrids and origin of digenomic species in *Brassica* were discussed from a point of view of seed-coat type.