

アブラナ科作物の種・属間交雑親和性と複二倍体種の合成

誌名	宇都宮大学農学部學術報告 = Bulletin of the College of Agriculture, Utsunomiya University
ISSN	05664691
著者	皿嶋, 正雄 松澤, 康男
巻/号	14巻1号
掲載ページ	p. 85-92
発行年月	1989年3月

アブラナ科作物の種・属間交雑親和性と複二倍体種の合成

皿嶋正雄・松澤康男

Cross-compatibility and synthesis of new amphidiploid species in interspecific and intergeneric hybridization of *Cruciferae* crops

Masao SARASHIMA and Yasuo MATSUZAWA

Résumé

Interspecific and intergeneric hybridization was carried out in three monogenomic species of *Brassica* (*B. campestris*, *B. nigra* and *B. oleracea*) and *Raphanus sativus*, to clarify the cross-compatibility and facilitate the synthesis of new amphidiploid species. In each cross combination the rate of F1 hybrid production was distinctive between 6 crosses and corresponding reciprocal ones. Relatively high cross-compatibility in *B. campestris*×*B. nigra* and *B. nigra*×*B. oleracea* in marked contrast with the extremely low one in each reciprocal cross agree with the fact that natural amphidiploid species of *B. juncea* and *B. carinata* originated from *B. campestris*×*B. nigra* and *B. nigra*×*B. oleracea*, respectively. Relatively high and undiscriminating cross-compatibility in *B. campestris*×*B. oleracea* and its reciprocal cross could not deny the two scheme of the genesis of *B. napus*, although the female donor of *B. napus* was ascertained to be *B. oleracea* by ct DNA analysis. Artificial amphidiploids were bred in 8 cross combinations and their nomenclature and utilization in breeding programs were proposed from the view point of seed fertility and seed production.

緒言

アブラナ科作物の種・属間交雑による育種では、種内交雑では期待できない広範囲の形質を結集（種の合成）することと、他種との交雑によって得られた雑種植物をもとに両親種を戻交雑し、核復帰や核置換をはかり形質を導入すること、さらに核置換によって異種細胞質種の育成などが考えられている。種・属間交雑は、古く1820年代から始められており、雑種植物も得られている（SAGERET, 1826, KAKIZAKI, 1925 による）。複二倍体種の合成は、ダイコン (*Raphanus sativus* L., $2n=18$)×カンラン類 (*Brassica oleracea* L., $2n=18$)の雑種後代でなされている（KARPECHNKO, 1927, *Raphanobrassica*, $2n=36$ ）。また、ブラシカ属の複二倍体3種は、細胞遺伝学を基調としたゲノム分析によって（MORINAGA, 1929a, -b, -c, 1931, 1933, 1934）、進化過程が解明されるとともに、相次いで合成された (*B. napus*; U, 1935, *B. juncea*; HOWARD, 1942, *B. carinata*;

FRANSEN, 1947)。形質導入は、核復帰によって導入の方向性が解明されている（カンラン類→ダイコン、生井, 1976, ダイコン→ハクサイ類, DOLSTRA, 1982）。異種細胞質系統の育成は、ダイコン×カンラン類の雑種植物にカンラン類を戻交雑し、ダイコンの細胞質をもったカンラン系統を得ている（BANNEROT, et al., 1977; MCCOLLUM, 1979, 1981; SARASHIMA and MATSUZAWA, 1979）。

種・属間交雑による育種を進めるために当面必要とされることは、種・属相互間の交雑親和性を適確に把握し、できるだけ多くの雑種植物が得られるようにすることと、得られた雑種植物をもとに増殖可能な（種子の得られる）複二倍体合成種を育成することが考えられる。雑種植物をより多く得る方法を探るものとしては、種・属間交雑によって生じた雑種幼胚の成長実態を解剖的に確め（HAKANSSON, 1956）、成長緩慢な雑種幼胚を助けるものとして胚培養（西ら, 1959）、子房培養（INOMATA, 1976）、胚珠培養（TAKESHITA, et al.,

1980) などの培養法が開発され、一定の成果をあげているが解決までに至っていない。遺伝的とみられる種・属間の交雑親和性の解析については、各種・属間、正逆間の差異、供試品種間の組合せ能力差などがある程度明らかにはされたが、いくつかは未だ残されている。増殖可能な複二倍体種の育成は、雑種植物の複二倍体化によって達せられるのであるが、コルヒチン処理法の開発によって確実に達成できるようになっている (BLEKSLEE and AVERY, 1937)。しかし、複二倍体化したもののすべてが、種子増殖可能となるまでに至っていない。つまり、自家不和合性など種子増殖上の課題は数多く残されている。

著者らは、アブラナ科作物の種・属間交雑による育種法の確立を進めている。本報告は、種・属間交雑によって雑種植物をより多く得る方法を探るため、1978—1987年に行った種・属間交雑の結果を集約し、雑種植物の作出を通してその交雑親和性を解析し、作出を検討すると共に、1951年以来得られた雑種植物をもとに、増殖可能な複二倍体種の合成とその後代の育成を行った結果を述べたものである。

材料及び方法

交雑に用いたアブラナ科の作物は、ブラシカ属の基本3種 (ハクサイ類, $2n=20$, *B. campestris*; クロガラシ, $2n=16$, *B. nigra*; カンラン類, $2n=18$, *B. oleracea*) とラファナス属の1種 (ダイコン, $2n=18$, *R. sativus*) である。ハクサイ類、カンラン類及びダイコンの種子は、東北種苗 (栃木・宇都宮)、宇都宮種苗 (栃木・宇都宮)、カネコ種苗 (群馬・前橋)、渡辺採種場 (宮城・小牛田) 及び岐阜県農業試験場南濃試験地より譲り受けた。クロガラシ系統は、東北大学農学部植物育種学研究室が世界各地から蒐集・保存中のものを譲り受けたものと、著者ら (皿嶋・松澤未発表) が *B. carinata* × *B. nigra* の後代から核置換で得たもの (Ni-ca) である。複二倍体種の合成に用いた材料は、著者らが1951年来種・属間交雑で得た雑種植物である。

材料植物の育成や、交雑・培養・雑種幼植物の育成法は既報 (皿嶋・松澤, 1986, 1988) の通りである。交雑・培養・雑種幼植物の育成の実験は、1978—1987年の間、当時の専攻学部学生の協力によって行った。具体的な方法は予め教授して実施した。学生の協力によって行った理由は、初心者による雑種植物作出の可能性を探ろうとしたためである。

雑種植物の複二倍体化は、両親種を予め四倍体化した後交雑して得たものと、交雑によって得た雑種を倍加して得たものがある。後者はさらに2つに分けられ、種子

の段階で外観から認定し、播種直後の発芽したばかりの双葉期に生長点をコルヒチン処理して得たものと、栄養成長期の植物の茎頂部を切除した後、活発に成長してくる腋芽の生長点をコルヒチン処理して得たものとがある。

実験結果及び考察

種・属間交雑親和性

ブラシカ属3種とラファナス属1種の相互間組合せは、6種・正逆12組合せとなる。交雑受粉はいずれも除雄直後に受粉する蕾受粉法で、雑種植物をより多く得るための培養法は組合せによって異なり、次のように行った。

1. *B. campestris* × *B. nigra* 子房培養 + 胚培養 → 雑種植物。
一部 雑種種子 → 雑種植物。
2. *B. nigra* × *B. campestris* 子房培養 + 胚培養 → 雑種植物。
3. *B. campestris* × *B. oleracea* 子房培養 + 胚培養 → 雑種植物。
4. *B. oleracea* × *B. campestris* 胚培養 → 雑種植物。
5. *B. nigra* × *B. oleracea* 雑種種子 → 雑種植物。
6. *B. oleracea* × *B. nigra* 胚培養 → 雑種植物。
7. *B. campestris* × *R. sativus* 子房培養 + 胚培養 → 雑種植物。
一部 雑種種子 → 雑種植物。
8. *R. sativus* × *B. campestris* 胚培養 → 雑種植物。
9. *B. nigra* × *R. sativus* 子房培養 + 胚培養 → 雑種植物。
10. *R. sativus* × *B. nigra* 胚培養 → 雑種植物。
11. *B. oleracea* × *R. sativus* 胚培養 → 雑種植物。
12. *R. sativus* × *B. oleracea* 胚培養 → 雑種植物。
一部 雑種種子 → 雑種植物。

交雑結果は、各組合せ毎の受粉総花数(A)、得られた雑種植物の総数(B)、受粉1,000花当りの雑種植物数、各組合せ毎の供試雌品種数(Y)と雑種植物を得た雌品種数(X)及び供試花粉親品種数(Z)を表示した。表1はそれらの結果で、組合せ間、各組合せの正逆間には、得られた雑種植物の数や、受粉1,000花当りの雑種植物数には差がみられる。組合せ別に受粉1,000花当りの雑種植物数で比較してみると、5の*B. nigra* × *B. oleracea*, 12の *R. sativus* × *B. oleracea*, 3の *B. campestris* × *B. oleracea*, 4の *B. campestris* × *B. nigra* の順に多く (それぞれ

Table 1. Interspecific and intergeneric cross-compatibility in some members of *Cruciferae*.

Cross combination	No. of flowers pollinated (A)	No. of hybrid obtained (B)	B/A×10 ³	X/Y	Z
1. <i>B. campestris</i> × <i>B. nigra</i>	23,914	697	29.14	17/22	1-9
2. <i>B. nigra</i> × <i>B. campestris</i>	12,715	12	0.94	5/10	2-7
3. <i>B. campestris</i> × <i>B. oleracea</i>	37,056	1,325	35.76	22/22	1-15
4. <i>B. oleracea</i> × <i>B. campestris</i>	40,276	620	15.39	28/47	1-16
5. <i>B. nigra</i> × <i>B. oleracea</i>	8,180	584	71.39	9/10	1-7
6. <i>B. oleracea</i> × <i>B. nigra</i>	33,706	48	1.42	8/21	1-7
7. <i>B. campestris</i> × <i>R. sativus</i>	14,649	329	22.45	10/18	1-13
8. <i>R. sativus</i> × <i>B. campestris</i>	29,699	13	0.43	6/25	1-10
9. <i>B. nigra</i> × <i>R. sativus</i>	17,768	81	4.56	6/9	2-11
10. <i>R. sativus</i> × <i>B. nigra</i>	55,416	8	0.14	3/21	1-10
11. <i>B. oleracea</i> × <i>R. sativus</i>	47,791	345	7.22	16/26	1-19
12. <i>R. sativus</i> × <i>B. oleracea</i>	21,296	1,008	47.33	10/23	1-9
Total or mean*	342,466	5,070	15.11*		

X: No. of female cultivars in which hybrids were obtained, Y: No. of female cultivars used, Z: No. of male cultivars used.

Table 2. Proposed nomenclature of the synthesized amphidiploids in *Cruciferae*.

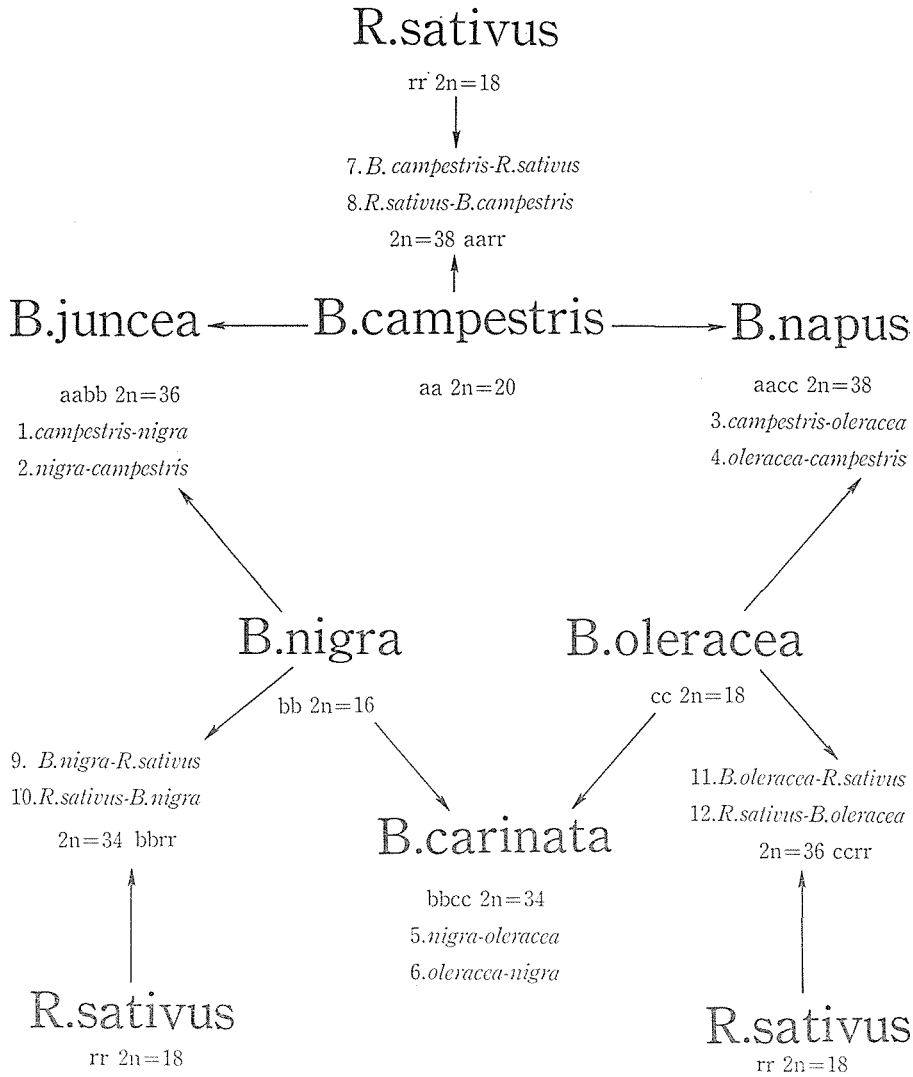
Cross combination	Description of synthesized genus and species	Abbreviations
I. Interspecific hybrid		
1. <i>B. campestris</i> × <i>B. nigra</i>	× <i>B. juncea</i> (<i>campestris-nigra</i>)	CNi
2. <i>B. nigra</i> × <i>B. campestris</i>	× <i>B. juncea</i> (<i>nigra-campestris</i>)	NiC
3. <i>B. campestris</i> × <i>B. oleracea</i>	× <i>B. napus</i> (<i>campestris-oleracea</i>)	CO
4. <i>B. oleracea</i> × <i>B. campestris</i>	× <i>B. napus</i> (<i>oleracea-campestris</i>)	OC
5. <i>B. nigra</i> × <i>B. oleracea</i>	× <i>B. carinata</i> (<i>nigra-oleracea</i>)	NiO
6. <i>B. oleracea</i> × <i>B. nigra</i>	× <i>B. carinata</i> (<i>oleracea-nigra</i>)	ONi
II. Intergeneric hybrid		
1. <i>B. campestris</i> × <i>R. sativus</i>	× <i>Raphanobrassica</i> (<i>Rb</i>) <i>campestris-sativus</i>	CR
2. <i>R. sativus</i> × <i>B. campestris</i>	× <i>Raphanobrassica</i> <i>sativus-campestris</i>	RC
3. <i>B. nigra</i> × <i>R. sativus</i>	× <i>Raphanobrassica</i> <i>nigra-sativus</i>	NiR
4. <i>R. sativus</i> × <i>B. nigra</i>	× <i>Raphanobrassica</i> <i>sativus-nigra</i>	RNi
5. <i>B. oleracea</i> × <i>R. sativus</i>	× <i>Raphanobrassica</i> <i>oleracea-sativus</i>	OR
6. <i>R. sativus</i> × <i>B. oleracea</i>	× <i>Raphanobrassica</i> <i>sativus-oleracea</i>	RO

71・39, 47・33, 35・76, 29・14, 22・45個体), 一方少い方の順は, 10の *R. sativus*×*B. nigra*, 8の *R. sativus*×*B. campestris*, 2の *B. nigra*×*B. campestris*, 6の *B. oleracea*×*B. nigra*, 9の *B. nigra*×*R. sativus*であった(それぞれ0.14, 0.43, 0.94, 1.42, 4.56個体).

供試材料に用いた種・属の関連と交雑の組合せは, 図1の通りである. これら種・属間の交雑の試みは, 既になされており, それぞれの間で雑種植物も得られている. 雑種植物の数や得られた時期の新旧は組合せによって異

っており, 雑種植物が多く得られている組合せは, *R. sativus*×*B. oleracea* や *B. campestris*×*B. nigra* である. またもっとも古く雑種植物を得た組合せは, 既述のように *R. sativus*×*B. oleracea* であり (SAGERT, 1826), また新しいそれは, 子房培養や胚培養の助けを借りて生じた *R. sativus*×*B. nigra* と *B. nigra*×*R. sativus* であろう (MATSUZAWA and SARASHIMA, 1986). 胚培養が開発されて以後生じた雑種植物は, *B. oleracea*×*B. nigra* の組合せでもある (西ら, 1970).

雑種植物を作出する上で, 胚培養など培養法の開発は,



* Synthesized amphidiploid strains
 Fig. 1. Relationships of amphidiploid species in *Cruciferae*.
 Synthesized amphidiploid in *Cruciferae*.

大きな意味をもっている。胚培養法などが開発される以前の雑種植物は、交雑受粉後、着莢・結実によって生じた雑種種子を通じてであった。従って、培養法開発以前に生じた組合せの雑種植物はそれによった。人為的とはいえ、交雑受粉によって雑種種子が生ずることは、自然界において昆虫その他によって異種花粉が運ばれ、それが受精・結実し、雑種植物を作出する可能性を示唆しているものと言えよう。既存複二倍体種は、このような雑種植物の染色体が倍加し、複二倍体化したものであろうことは容易に理解できる。雑種植物は、交雑親和性が高く、雑種種子が生じ易い組合せ程多く得られることになる。ブラシカ属の既存複二倍体種は、このような係り合

いの中で形成・進化を遂げたものではないかと考えられる。

種・属間交雑親和性は、種・属間の組合せ、正逆間、供試品種間の差異にみられる遺伝的要因に加えて、材料植物の生理的条件や、交雑受粉から雑種植物となるまでの環境条件などの要因の総和と考えられる。著者らは、当面アブラナ科作物の種・属間交雑による育種を進める立場から、現状において雑種植物の作出に有用とされる方法を用いながら種・属間交雑を行い、その雑種植物の作出を通して交雑親和性を判断してみた。またそれに基づいて雑種植物を作出する方法と、期待すべき事項を検討した。ブラシカ属3種とラファナス属1種の種・属間

交雑によって、雑種植物を数多く得るためには、次のような組合せと、交雑受粉後の培養法などの配慮が必要と考えられる。

A. *B. campestris* と *B. nigra* との間では、*B. campestris* × *B. nigra* の組合せで、比較的容易に雑種子を得ることができる。特別な供試品種での組合せや、逆組合せで雑種植物を得るには、子房培養 + 胚培養の方法がよい。

B. *B. campestris* と *B. oleracea* との間では、*B. campestris* × *B. oleracea* の組合せでは子房培養 + 胚培養の方法を用いることがよく、*B. oleracea* × *B. campestris* の組合せでは胚培養方法を用いるのがよい。

C. *B. nigra* と *B. oleracea* との間では、*B. nigra* × *B. oleracea* の組合せで、比較的容易に雑種子を得ることができる。特別な供試品種での組合せでは、子房培養 + 胚培養を用いることも考えられる。*B. oleracea* × *B. nigra* の組合せでは胚培養が必要である。

D. *B. campestris* と *R. sativus* との間では、*B. campestris* × *R. sativus* の組合せで、比較的容易に雑種子を得ることができる。特別な供試品種での組合せでは、子房培養 + 胚培養を用いるのがよい。*R. sativus* × *B. campestris* の組合せでは、胚培養がよい。

E. *B. nigra* と *R. sativus* との間では、*B. nigra* × *R. sativus* の組合せでは、子房培養 + 胚培養が、*R. sativus* × *B. nigra* の組合せでは胚培養がよい。しかし、いずれも雑種幼胚が得にくく、胚培養できても雑種植物を得ることはむずかしい。

F. *B. oleracea* と *R. sativus* との間では、*R. sativus* × *B. oleracea* の組合せで、比較的容易に雑種子を得ることができる。特別な供試品種での組合せや、*B. oleracea* × *R. sativus* の組合せでは胚培養がよい。

複二倍体種の人為的合成

アブラナ科作物の複二倍体種合成は、KARPECHNKO (1927) が *R. sativus* × *B. oleracea* から得た雑種植物を複二倍体化し、種子増殖可能な新種・新属を得たことに始まる。複二倍体合成種とは、それぞれのゲノム(染色体組)を異にする種・属間で、交雑によって得られた雑種植物を複二倍体化し、独立的な種として増殖力を持ち得たものと言えよう。これまでに人為的に合成された最初の複二倍体種を年代順にみると、既述に次いで、*B. campestris* × *R. sativus* の後代の合成種(以下×記号を用いる)、*Brassicoraphanus*, (TERASAWA, 1932)、*B. campestris* × *B. oleracea* の後代 × *B. napus* (U. 1935)、*B. campestris* × *B. nigra* の後代 × *B. juncea* (HOWARD, 1942)、*B. nigra* × *B. campestris* の後代

× *B. juncea* (FRANDSEN, 1943)、*B. nigra* × *B. oleracea* の後代 × *B. carinata* (FRANDSEN, 1947)、*B. oleracea* × *B. campestris* の後代 × *B. napus* (HOF FMANN und PETERS, 1958)、*B. oleracea* × *R. sativus* の後代の OR 合成種(SARASHIMA et. al., 1980)である。著者らは、1949年以来アブラナ科作物の種・属間交雑を行っている。図1で示した12組合せすべてで雑種植物を得、うち8組合せで合成複二倍体種を得た、その系統を育成している (Fig. 1 の中の組合せで * 印のあるもの)、合成複二倍体種の育成系統は、合成種の特異形質の維持に重点をおき、F₁、F₂ は自殖を中心に採種し、F₃ 以後は、類似系統間受粉とした。止むを得ず、F₁、F₂ で放任採種又は既存種との交雑によって種子を得たものもある、かかる場合は、後代で複二倍体種であることを染色体数で確かめている。以下各種系統の育成概要について述べる。

A. *B. campestris* と *B. nigra* との後代(×*B. juncea*, 2n=36) *B. campestris* × *B. nigra* の組合せは、1971年以来行い、雑種子と複二倍体植物は比較的容易に得ることができたが、F₁、F₂ の自殖採種が困難で、多くの系統を失っている。稀に生じた F₃ で自殖種子稔性の比較的高い個体を系統にし(CNi-71、ビタミン葉 × カリフォルニアブラウン; CNi-84、結球ハクサイ × Ni-110)、自殖による種子稔性はきわめて低く、自家不和合性によるものと考えるが、遺伝的不均衡など他の要因も考えられている。*B. nigra* × *B. campestris* の組合せは、1983年以来行っているが、得られた雑種植物も少なく、その複二倍体化も困難で、自殖採種には成功していない、F₁ の複半数体雑種植物から放任で採種し、F₂ もさらに放任で採種して得た F₃ 植物には、2n=36 の複二倍体で自殖種子稔性の高いものが生じたので、この後代を系統とした(NiC-2, Ni-143 × 聖徳院カブ)。

これらの種間交雑では、*B. campestris* × *B. nigra* の組合せからは、比較的容易に雑種子が得られ、古くは U et al. (1937) が雑種植物を得ており、HOWARD (1942) が複二倍体を得ている。×*B. juncea* は、この組合せによるものが多い。*B. nigra* × *B. campestris* の組合せからは、FRANDSEN (1943) の 4x-*B. nigra* × 4x-*B. campestris* で複二倍体を得た報告以外に成功した例は見当たらない。

B. *B. campestris* と *B. oleracea* の後代(×*B. napus*, 2n=38) *B. campestris* × *B. oleracea* の組合せは、1949年以来行い1951年初めて雑種植物を得た。当時は専ら雑種子を通じたものであり、かくして数十個の複二倍体植物を得た。1977年以降は、専ら子房培養 + 胚培養

によって数多くの雑種植物と、いろいろなタイプのもの（根部肥大型、結球型）を得た。複二倍体化した雑種植物を自殖採種し、比較的種子稔性の高い個体を系統とした（CO—1, 四月シロナ×サクセッションカンラン；CO—10, 磯部在来×ブロッコリー；CO—20, 聖護院カブ×コールラビー；以上は途絶えた。COH77~COH85は、結球ハクサイ×カンランの組合せで結球系統）。*B. oleracea*×*B. campestris*の組合せは、1977年以前に行ったが、雑種種子を得ることはできなかった。1977年から胚培養を行い、多くの雑種植物と複二倍体を得た。複二倍体を自殖採種し、比較的種子稔性の高い個体を系統とした（OCH77~COH85は、カンラン×結球ハクサイの組合せで結球系統、細胞質雄性不稔のカンラン×結球ハクサイの組合せから、細胞質雄性不稔系統も生じている）。

これらの種間交雑では、*B. campestris*×*B. oleracea*の組合せから雑種種子を通して植物体を得られ（禹, 1934）、複二倍体も得られている（U. 1935）。雑種種子を通じての複二倍体種の合成は、この組合せによるものが多い。*B. oleracea*×*B. campestris*の組合せで雑種種子を得、複二倍体を得ている例はHOFFMANN und PETERS, (1958)のほかに数少ない、西ら（1959）の胚培養、INOMATA (1976)の子房培養及びTAKESHITA et al. (1980)の胚珠培養が開発されて以後は、正逆いずれの組合せからも、比較的多くの雑種植物が得られるようになり、複二倍体種も合成された。これらの合成複二倍体種の中から安定的な結球性系統が選ばれ、新しい結球葉菜“ハクラン”が実用的野菜となっている（西ら 1959, 篠原・菅野 1961, 高田 1987）。民間育種研究機関が開発した非結球葉菜“千宝菜”もこのようにして生じたものである。

C. *B. nigra* と *B. oleracea* との後代 (×*B. carinata* $2n=34$)
B. nigra×*B. oleracea*の組合せは、1978年以來行っている。比較的容易に雑種種子が得られ、複二倍体も得られた。しかし、複二倍体化した個体は、自殖・放任とも採種が困難で、既存の *B. carinata* 種の花粉を配して種子を得た。その後代植物に $2n=34$ の複二倍体個体が確められ、自殖種子稔性も高いので系統としたNiO—11, Ni—110×サボイカンラン)。しかし、最近(1987)複二倍体化した F_1 百数十個体の中に、自殖種子数十粒の得られた4個体がある、この F_2 , F_3 に自殖種子稔性の高い個体を探し、系統育成に期待している。*B. oleracea*×*B. nigra*の組合せは、1975年以來行い、雑種種子は得られなかった。1981年胚培養によってようやく雑種植物を得た。この個体は、二基三倍体 ($2n=26$)で、自殖・放任

では採種できなかったが、既存の *B. carinata* 種の花粉を配して種子を得た。その次代植物から $2n=34$ (複二倍体) で自殖種子稔性の高い個体を得られたので系統とした(ONi—81—1, 黒葉中生カンラン×Ni—110 F_1 ×*B. carinata*)。再び1984年胚培養で雑種植物を得、複二倍体化した。この個体は、自殖したがほとんど着莢しなかった。しかし、一部の枝のみが着莢・結実した。その次代植物はいずれも $2n=34$ (複二倍体) で、自殖種子稔性も高かったので系統とした(ONi—84—1, サボイカンラン×Ni—104)。

これらの種間では、*B. nigra*×*B. oleracea*の組合せで、比較的容易に雑種種子を得ており、複二倍体も得ている。しかし、自殖採種は困難で、放任採種か、既存の *B. carinata* 種の花粉を配して種子を得ている(FRANDSEN, 1947; 水島, 1947; PEARSON, 1972)。*B. oleracea*×*B. nigra*の組合せでは、雑種種子を得た報告は見当たらない。雑種植物は胚培養で西ら(1970)が得ている。雑種複二倍体やその後代については本報告以外に見当たらない。

以下は、ブラシカ属とラファナス属の交雑であり、ここから得られる複二倍体種は、既存種にはない人為的な新属・新種となるものである。現在これら合成複二倍体種には、適切な分類上の属名・種名が与えられているとは言えない。既に属間交雑で雑種植物が生じ、複二倍体化し、増殖力をもった新しい種となっているものもある。それらには、両属名を雌・雄順に併記した *Raphanobrassica* (*R. Sativus*×*B. oleracea*)と *Brassicoraphanus* (*B. campestris*×*R. sativus*)との名称がある。両親種を異にしており、属名の雌・雄順も異っており、かつてはそれ程不都合と思われなかったが、両親種を同じくする正逆間で雑種植物が作られ、その複二倍体が合成されつつあり、両属名を雌・雄順に併記しただけの名称では、不都合が生じている。

D. *B. campestris* と *R. sativus* との後代 (CR, RC 合成種, $2n=38$)
B. campestris×*R. sativus*の組合せは、1979年以來行ってきた。比較的多くの雑種種子が得られ、その複二倍体も得た。しかし、 F_1 , F_2 植物の自殖採種にこだわりすぎ、複二倍体後代を得るに至っていない。*R. sativus*×*B. campestris*の組合せは、1981年以來行い、胚培養で雑種植物を得、複二倍体化した個体を得たが、自殖・放任採種とも種子がなく、複二倍体後代を得るに至っていない。

この種の属間交雑についての報告は、*B. campestris*×*R. sativus*の組合せで比較的容易に雑種種子を得ており、その複二倍体化にも成功している。しかし、 F_1 , F_2 植物

の採種は、いずれも、放任受粉で得ている (TERASAWA, 1932, TOKUMASU, 1970). *R. sativus* × *B. campestris* の組合せでは、雑種種子から F_1 植物を得ている (U et al., 1937, MORRIS and RICHHARIA, 1937, 水島, 1952) が、複二倍体及びその後代は見当らない。

E. *B. nigra* と *R. sativus* との後代 (NiR, RNi 合成種, $2n=34$). *B. nigra* × *R. sativus* の組合せも *R. sativus* × *B. nigra* の組合せも 1983-4 年行にいた、雑種植物を得たが、いずれの複二倍体後代も得るに至っていない。

この種の属間交雑は、正逆いずれの組合せも困難で、雑種植物を得た報告は、著者ら (MATSUZAWA and SARASHIMA, 1986) 以外に見当らない。従って複二倍体種の後代についても見当らない。

F. *B. oleracea* と *R. sativus* との後代 (OR, RO 合成種, $2n=36$) *B. oleracea* × *R. sativus* の組合せは 1978 年以來行い、胚培養によって雑種植物を得ている。複二倍体は、1979 年 $4x$ -カンラン × $4x$ -ダイコンの組合せで得た、約 10 個体の複二倍体は、 $2n=36$ で、PMC の減数分裂は正常で花粉も充実していたが、自殖・放任とも着莢しなかった。1 個体のみ自殖で種子ができた個体があり、次代は $2n=36$ の複二倍体で、自殖種子稔性も比較的高い個体があったので、系統とした (OR-12, $4x$ -サボイカンラン × $4x$ -みの早生ダイコン)。1983 年得た雑種種子を複二倍体化し、自殖採種し続けた系統もある (OR-83-1, 富士早生カンラン × 理想ダイコン)。

R. sativus × *B. oleracea* の組合せは、1976 年以來行い、多くの雑種種子を得た。系統に育成した複二倍体は、 $4x$ -ダイコン × $4x$ カンランから得たものと、雑種種子から得た複半数体を放任採種し、後代を得たものがある。前者の複二倍体は、 $2n=36$ で PMC の減数分裂も正常であったが、花粉形成が異常だったり (花粉が固まり、開葯しない)、花粉が正常な個体でも着莢しながら種子の生じないものがあった。比較的種子稔性の高い個体を選び系統とした (RO-78, $4x$ -大蔵ダイコン × $4x$ -台湾早生カンラン; RO-84-9, $4x$ -青首宮重ダイコン × $4x$ -台湾早生カンラン)。後者は、放任採種で得た後代植物で染色体数から $2n=36$ の複二倍体を確め、自殖種子稔性の高い個体を系統とした (RO-63, 聖護院ダイコン × ハボタン; RO-76, 大蔵ダイコン × コールラビー)。

この種の属間交雑は、*B. oleracea* × *R. sativus* の組合せでは、雑種種子から数少ない F_1 植物を得た例はある (U. et al, 1937; FUKUSHIMA, 1945; HONMA and HEECKT, 1962; MAKAROVA, 1963) が、複二倍体及び複二倍体後代は著者ら (SARASHIMA et al., 1980) 以外に見当らない。*R. sativus* × *B. oleracea* の組合せでは、

比較的容易に雑種種子が得られ、既述のように 19 世紀前半に雑種植物が得られている (SAGERET, 1826)。しかし、初めて複二倍体で種子増殖力のある新種 (属) を得たのは KARPECHNKO (1927) である。

Raphanobrassica なる名称は、*R. sativus* × *B. oleracea* の属間交雑によって生じた複二倍体で、独立した種子増殖力をもった系統。すなわち、人為的に合成した新種 (属) に与えられたものである。寺澤 (1932) はこれにならって、*B. campestris* × *R. sativus* の属間交雑後代で、複二倍体化し、種子増殖力をもつようになった系統に *Brassicoraphanus* なる名称を与えた。これら 2 つの名称は、属間雑種後代を意識し、それぞれ属名を雌・雄順に併記したものと受け取れる。命名された時点の新種 (属) は、2 種類で表現も充たされていたものと考えられる。

既述のように、種・属間交雑によって数多く、また多種類の雑種植物が得られるようになり、複二倍体種が合成されて来ると、前述の 2 つの名称では不都合な面もあり、混乱も生じて来ている。すなわち、異名同種になったり [*R. sativus* × *B. oleracea* → *Raphanobrassica* ($2n=36$); *B. oleracea* × *R. sativus* → *Brassicoraphanus* ($2n=36$)], 同名異種になったりする [*Brassicoraphanus* ($2n=38$) → *B. campestris* × *R. sativus*; *Brassicoraphanus* ($2n=36$) → *B. oleracea* × *R. sativus*]. また種間交雑によって生じた合成複二倍体種も、いずれの雌親種を用いたかによって細胞質を異にしている (合成 *B. napus* 種には、*B. campestris* の細胞質をもつ種と *B. oleracea* の細胞質をもつ種とがある)。

このような両属間の交雑で生じた雑種植物について、×*Brassicoraphana* SAGERET か ×*Raphanobrassica* KARPECHNKO かの提起もある (OOST, 1984)。著者らは、ブラシカ属とラファナス属の種・属間交雑によって得られた人為的合成複二倍体種に、育種学的立場から、不都合な面や混乱を避け、人為的に合成・育成された種苗を記載するため、表 2 のように表記することを提起する。ブラシカ属の種間交雑で得られた合成複二倍体種は、既存種名の前に × 印のほか、括弧内に雌・雄順に種名を併記し、例えば ×*B. napus* (*campestris*-*oleracea*) のように記載する。属間交雑で得られた合成複二倍体種は、属名相当を両属間の複二倍体種を最初合成したものに因み、雌・雄順に属名を併記したものとする。この場合は、*Raphanobrassica* (略名 *Rb.*) とする。種名相当は雌雄順に種名を併記する。これによって、異名同種や同名異種の区別は容易にできよう。

摘 要

本報告は、ブラシカ属の基本3種とラファナス属の1種を用い、12組合せの種・属間交雑を行い、雑種植物の作出を通して、交雑親和性を検討した。また1949年以来行って得られた種・属間交雑による雑種植物から、複二倍体の合成・育成を図り、8種類の複二倍体種後代を育成した経過である。

種・属間の交雑親和性は、種・属間、正逆間、供試品種間に差がみられ、交雑親和性の高い組合せは、*B. nigra*×*B. oleracea*, *R. sativus*×*B. oleracea*, *B. campestris*×*B. oleracea*, *B. campestris*×*B. nigra*, *B. campestris*×*R. sativus* などであった(表1)。

ブラシカ属とラファナス属の種・属間交雑から、当面12種類の複二倍体種の合成が期待される(図1)。これらの合成複二倍体種には、×*Raphanobrassica*, ×*Brassicoraphanas*, ×*B. napas*, ×*B. juncea*, ×*B. carinata* の名称が与えられている。著者らは、育種学的立場から、不都合な面や混乱を避け、人為的に合成・育成された種苗を記載するため、表2のような表記を提起した。

引用文献

- BANNEROT H.L., L. BOULIDARD and Y. CHUPEAU (1977). *Cruciferae news letter*, 2:16.
- DOLSTRA O. (1982). *Agri. Reserch. Rep.* 917 Wageningen.
- FRANDBSEN K. J. (1943). *Dansk Botanisk Arkiv* 11: 1—17.
- (1947). *Dansk Botanisk Arkiv* 12: 1—16.
- FUKUSHIMA E. (1945). *J. Dept. Agri. Kyushu Imp. U.* 7:—281—400.
- HAKANSSON A. (1956). *Hereditas* 42: 373—396.
- HOFFMANN W. und P. PETERS (1958), *Züchter* 28: 40—51.
- HONMA S. and O. HEECKT (1962), *Euphytica* 11: 177—180.
- HOWARD H.W. ((1942). *J. Genet.* 43: 105—119.
- INOMATA N. (1976). *Jap. J. Breed.* 43: 105—119.
- KAKIZAKI Y. (1925). *Jap. J. Genet.* 3: 49—82.
- KARPECHNKO G.D. (1927). *Bull. Appl. Pl. Breed.* 17: 305—410.
- 松澤康男 (1978). *育種* 28:186—196.
- MATSUZAWA Y. and M. SARASHIMA (1986). *Jap. J. Breed* 36: 122—130.
- MCCOLLUM G.D. (1978). *Can. J. Genet. Cytol.*, (1981) *Euphytica* 30: 855—859, 21: 478—485.
- 水島宇三郎 (1946), *育種と農芸* 1: 16—27.
- (1952). *アブラナ類の核遺伝学的研究* 東京, 技報堂.
- MORINAGA T. (1929a). *Cytologia* 1: 16—27.
- (1929b). *Jap. J. Bot.* 4: 227—289.
- (1929c). *J. Dept. Agri. Imp. U.* 2: 199—206
- (1931). *Cytologia* 3: 77—83.
- (1933). *Jap. J. Bot.* 6: 467—475.
- (1934). *Cytologia* 6: 62—67.
- 生井兵治 (1976). *東教大農紀要* 22: 101—171.
- 西貞夫・川田稔一・戸田幹彦(1959). *育種* 8:215—222.
- (1962). *園試報*A1:111—156.
- ・戸田幹彦・豊田努(1970). *園試報* A9: 75—156.
- OOST E.H. (1984). *Cruciferae news letter* 9:11—12.
- PERSON O.H. (1972). *J. Amer. Soc.* 97: 397—402.
- 皿嶋正雄・松澤康男(1986). *宇大農学報*13—1: 1—10.
- (1988). *宇大農学報*13—3:25—29.
- SARASHIMA M. and Y. MATSUZAWA (1979). *Cruciferae news letter* 4: 32.
- , Y. MATSUZAWA and T. KIMURA (1980). *Cruciferae news letter* 5: 25.
- 篠原捨喜・菅野稔(1961). *農園* 36: 1189—1190.
- TERASAWA Y. (1932a). *Proc. Imp.* 8: 312—314.
- 寺澤保房(1932b) *遺種* 7: 183—185.
- TOKUMASU S. (1970). *Memo. Coll. Agri. Ehime U.* 14: 285—302.
- TAKESHITA M., M. KATO and S. TOKUMASU (1980). *Jap. J. Genet.* 55: 373—387.
- 高田宗男(1987). *岐阜県農林センター報告* 1:1—185.
- 禹長春(1934). *遺種* 9:159—160.
- U N. (1935). *Jap. J. Bot.* 7: 889—452.
- U N., U. MIZUSHIMA and K. SAITO (1937). *Cytologia* 8: 319—326.