Takashi Aoba : Histological Observations of Seed Coat in *Brassica juncea* COSS. (with English Summary, p. 328)

Synopsis. *Brassica juncea* is generally known to produce only seed coats in which the epidermal cells does not swell even after water absorption (Type-B). The author, however, observed in a number of varieties epidermal cells swelling up due to imbibition of water (Type-A). Most of the varieties grown in China, South East Asia and Japan are known to produce seeds of Type-B, while in Europe distribution of Type-A varieties have been observed.

タカナ種子の種皮型について

青 葉 高

(山形大学農学部, 鶴岡市)

緒 言

Brassica 属作物の種皮の形質は種あるいは品種群の類縁関係を示すメルクマールになる。たとえば *B. campestris* では種皮表皮の形態から A, B 型に分けられ (近藤 1937, 渋谷・岡村 1952) A 型の品種 (吸水時表皮細胞層が水泡状になるもの) はわが国に, B 型品種 (吸水時も表皮細胞層が皮膜状のもの) は東日本, 中国から欧州に分布している (青葉 1961, 1963)。

近藤 (1937) 渋谷ら (1955) は *B. juncea* の種皮型を B 型としている。筆者は東北大学から入手した材料を調査中表皮細胞層が吸水時に水泡状になるものを認めた (青葉 1971)。そこで各方面から *B. juncea* の種子を集め, 種皮型その他の形質を調査し, それらの地理的分布と類縁関係について検討した。

材料および方法

本調査のため国内の市販種子を集めたほか各地の研究者を通じて残存する在来品種ならびに外国の材料の収集に努めた。なお各材料は本報告では一応品種と呼称した。

種皮型は従来の調査 (青葉 1961~1971) と同様それぞれの材料種子 2~3 粒の種皮切片を作り検鏡調査した。そのほか種子 100 粒重, 種皮色, 種皮表面の斑紋の状況を調査し, さらに鉢内で栽培して茎葉の形状を調査した。

なお種皮や茎葉の形状から *B. juncea* と認められない材料は除外し, 逆に他の種名で入手したが明らかに *B. juncea* と認められたものは本調査に加えた。

調査結果

種子 100 粒重 *B. juncea* の種子は一般に小粒でか
1972 年 5 月 25 日受領

ツオナは 100 粒で 150~190 mg, カラシナは 230 mg 前後とされている (渋谷ら 1955)。本調査の結果カツオナとカラシナとの差は明らかでなく, いずれも 120~240 mg であった。欧州の品種は種子が一般に大きく, トルコとスペインで *B. napus* var. *oleifera* としていたものは 180~270 mg, ソ連から入手の黄色種子の品種はいずれも 300 mg を越し, 本学で採種した K-3995 の種子は 560 mg であった。

種皮色 *B. juncea* には褐色種子の品種と黄色種子の品種とが存在する。わが国の品種の大多数は褐色種子で, 黄色種子の品種は黄芥子以外は東北地方に多く, 高菜あるいは芭蕉菜と呼ばれる品種にも 3 点の黄色種子品種があった。外国の材料ではソ連から入手した 14 品種中 10 点は黄色種子で, その他はモロッコと中国の各 1 点以外はいずれも褐色種子であった。

種皮型 本調査の結果, 東欧諸国とソ連の品種の大部分およびトルコ, スペイン, 中国などの 5 品種は A 型種皮であった。ただし A 型品種の中には表皮細胞層が吸水時膨張するが明瞭な水泡状にならぬものがあり, 江刺芭蕉菜とソ連の品種の多くはこの型であった。

一方東南アジア, インド, チベットの全品種, 日本の品種のほとんど全部, 中国の品種の大多数は B 型種皮であった。なお *B. juncea* の B 型種皮は *B. campestris* の B 型に比べ表皮細胞層がやや厚く, しかも一定間隔で隆起し断面は波状を呈する (Fig. 1~3)

葉の形状, 毛じの多少 本調査の結果, 欧州の品種には深裂葉で有毛の品種が多く, 東南アジアや中国の品種は大多数が毛じが少なく葉は広大であった。わが国の品種では東北, 北海道に深裂葉で有毛の品種が多く, 西日本には無毛の品種が多かった。

なお中国産の 1 品種は根部が肥大するいわゆる根芥子であった。

Table 1. Materials used and their seed characteristics (Japanese varieties)

Variety	Source of materials		Weight of 100 seeds	Seed color	Seed-coat type	Incision of leaf	Leaf hair
Matsumae-takana	J. Tanaka	Hokkaido	185 ^{mg}	Y	B	+	++
Haraguchi-takana	"	"	112	B	B	+	##
Shiragami-takana	"	"	107	B	B	+	##
Ji-takana	N. Watanabe	Aomori pref.	179	Y	B	++	—
Bashona	S. Ochiai	Iwate	180	B	B	±	—
Tsunekabu	R. Matsumoto	"	98~180	B	B	++	##~++
Esashi-bashona	R. Yoneyama	"	146	Y	A	±	—~++
Akita-karashina	T. Kikkawa	Akita	109	Y	B	+	##
Oba-takana	E. Gomi	Yamagata	155	B	B	±	+
Neagari-takana	"	"	155	B	B	±	+
Hagiri-takana	"	"	161	B	B	+	+~++
Gogatsuna	I. Aoba	Saitama	160	B	B	+	++
Ochanomizu-na	"	Tokyo	142	B	B	+	+~++
Yamagata-seisai	Yamagata co.	Yamagata	167	B	B	—	—
Nambu-bashona	Watanabe co.	Miyagi	252	B	B	±	—
Oba-takana	"	"	143	B	B	±	—
Ha-karashina	"	"	170	B	B	++	—
Ki-karashina	"	"	222	Y	B	++	—
Katsuona	"	"	203	B	B	±	—
Murasakioba-takana	Yamato co.	Tokyo	194	B	B	±	—
Aoba-takana	"	"	225	B	B	+	—
Murasaki-takana	Tohoku Univ.	Saitama	200	B	B	±	—
Aohiroguki-takana	S. Shimizu	Tottori	85	B	B	+	±
Tajima-takana	M. Terabun	Hyogo	203	B	B	±	—
Kekkyusei-takana	Y. Hidaka	Oita	143	B	B	+	—
Bungo no. 2	"	"	120	B	B	—	—
Ha-karashina	Takii co.	Kyoto	240	B	B	++	—
"	Maekawa co.	Kochi	182	B	B	++	—
Ki-karashina	"	"	118	Y	B	++	—
Ha-karashina	Higonoen co.	Kumamoto	118	B	B	++	—
Katsuona	"	"	125	B	B	±	—
Yamashiona	Kurume co.	Fukuoka	209	B	B	++	±~+
Agiotoshina	"	"	165	B	B	—	++
Akagukimiiike-takana	"	"	189	B	B	—	—
Hakata-katsuona	"	"	210	B	B	±	+
Kairyo-katsuona	Irienogei co.	Nagasaki	222	B	B	±	—
Nagasaki-takana	"	"	201	B	B	—	—
Miike-takana	"	"	167	B	B	±	—
Chikugo	Hort. Exp. Sta.	Fukuoka	172	B	B	±	—

Seed color : B ; brown, Y ; yellow.

Fig.1. Transection of seed-coat of the type A (brown color seed).

Fig.2. Transection of seed-coat of the type B (brown color seed).

Table 2. Materials used and their seed characteristics (Foreign materials)

Variety		Source of materials		Weight of 100 seeds	Seed color	Seed-coat type	Incision of leaf	Leaf hair
K	3995	L. V. Sasnova	Ukraine, U. S. S. R.	328 ^{mg}	Y	A	++	++~+
	4082	"	Volgograd, "	239	B	A	++	++~++
	4177	"	Krasuodar, "	302	Y	A	±	—
	4190	"	Zuzanka, "	362	Y	A	++	++
	4191	"	Skorospelka, "	324	Y	A	++	++
	4193	"	Zeltosemiannaja, "	310	Y	A	+	++
	4259	"	Krasuodar, "	311	Y	B	+	+~++
	4260	"	"	313	Y	A	+	±
	4265	"	Rostov, "	303	Y	A	+	—
BRA	344	C. Lehmann	"	337	B	A	+	+~++
	345	"	"	367	Y	A	+	—~±
	354	"	Neosypajuscajasja	350	Y	B	±	—
	355	"	Volgogradskaja, "	266	B	A	+	+~++
K	2206	"	"	224	B	A	+	++
	2197	"	Hungary	180	B	A	++	++
BRA	434	"	Jugoslavia	178	B	B	++	+~++
K	1862	"	Czechoslovakia	210	B	A	++	++
BRA	59	"	Bulgaria	250	B	A	+	+~++
	57	"	Schiemann	135	B	A	+	++
	58	"	"	185	B	B	+	+
N	107	Tohoku Univ.	Ankara, Turkey	222	B	A	++	++
	265	"	"	271	B	A		
J	111	"	Rabat, Morocco	146	Y	B	±~+	+~++
N	109	"	Madrid, Spain	181	B	A	++	++
J	112	"	Royal Bot. Gard. England	182	B	B	+	++
J	106	"	"	162	B	A	±	++
Long Standing		"	"	191	B	A	++	—
Chijimikarashina		Watanabe co.	Los Angeles, U. S. A.	154	B	A	+	—
BRA	60	C. Lehmann	Tibet	332	B	B	+	+~++
	61	"	"	295	B	B	++	++~++
	63	"	"	250	B	B	+	±~++
	65	"	Hindukushi	210	B	B	+	++
IC	9841	Tohoku Univ.	New Delhi, India	161	B	B	±	—
	10954	"	"	298	B	B	±	—~+
	10976	"	"	373	B	B	+	—
EC	18285	"	"	140	B	B	±	—
	18558	"	"	133	B	B	±	±
卷心芥		Nihon Enken	Malaysis	105	B	B	±	—
芥		"	"	141	B	B	±	—
"		"	Macao	119	B	B	±	—
3H	6283	"	Hongkong	120	B	B	+	—
8H	4628	"	"	141	B	B	+	—
Ky	2	L. V. Sasnova	Hua-sjas, China	254	B	B	±	++~++
BRA	346	C. Lehmann	Hua-Sian, China	250	B	B	+	—~+
雪裡芥		K. Hagiya	China	110	B	B	+	—
潞酒壺芥		"	四川省 "	175	B	A	±~+	—~+
辣		Kyushu Univ.	China	174	B	B	+	+~++
春		"	"	105	B	B	+	—
水		"	"	160	B	B	+	—~+
BRA G	4	C. Lehmann	"	210	B	A	+	+~++
	239	"	"	300	Y	B	±	—
	240	"	"	235	B	A	++	+~++
	418	"	"	182	B	B	±	—
	433	"	"	160	B	B	+~++	+~++
	436	"	"	262	B	A	±	—~+
無編甲芥		Nihon Enken	Formosa	161	B	B	±	++
包心芥		"	"	140	B	B	±	—
春芥		"	"	169	B	B	±	—
鷄心蕾芥		"	"	152	B	B	±	—
大坪浦厚甲		"	"	113	B	B	±	—
水菜-1		黄季春	高雄鳳山, "	138	B	B	++	—
" -2		"	"	276	B	B	++	—

Seed color : B ; brown, Y ; yellow.

Fig.3. Transection of seed-coat of the type A (yellow color seed).

考 察

種皮型質の地理的分布と類縁関係 *B. juncea* の葉の形状は品種間に著しい変異の幅があり、全辺葉～深裂葉、鋸歯の深淺、中肋断面の扁平～円形、花青素発現の有無、毛じの有無、多少、節間伸長する品種などみられる (BAILEY 1930, 熊沢ら 1955)。本調査においても前記のようにアジア系の品種は毛じが少ないかほとんどなく、欧州系の品種は毛じの多いことが認められた。葉の毛じは一般に寒地型品種に多い傾向があるが、本調査の結果からみて毛じの多少は品種の類縁関係を示す1形質になると思われる。

つぎに本調査でとりあげた種子の形質、とくに種皮型と色は *B. juncea* の類縁関係を検討する形質になると思われる。とくに種皮型は顕微鏡的形質で人為淘汰は加わらなかつたものと思われ、この点から品種間の類縁関係を検討する重要なメルクマールになると思う。

まず種皮色であるが、アブラナ類の種子は一般に種皮の柵状細胞層に色素を有し種子は淡褐色～黒褐色を呈する。しかしなかには *B. alba* のような黄白色～黄色種子の種と、*B. campestris* や *B. juncea* のように褐色種子と黄色種子の品種の存在する種がある。これらの黄色の種子は種皮の柵状細胞層に褐色色素を欠くもので、一種の albino と思われる (Fig.3)。*B. campestris* に属する Yellow sarson の黄色種皮は褐色種皮に対して劣性形質であるが (OLSSON 1954), *B. juncea* の黄色種皮も褐色種皮に対して劣性の形質とみられる (未発表)。本調査に供したソ連の品種の大多数は黄色種皮で、そのほか中国とモロッコの各1点とわが国の6点が黄色であつた。

つぎに *B. juncea* の種皮型は従来 B 型とされている (渋谷ら 1955)。しかし本調査の結果多くの A 型種皮品種の存在が確認され、*B. juncea* には A 型種皮品種と B

Table 3. Geographical distribution of seed-coat type and seed-color in *Brassica juncea*

District	Seed-coat type		Seed color		Total
	A	B	Brown	Yellow	
Europe	10	4	13	1	14
U. S. S. R.	12	2	4	10	14
India, Tibet and Hindukush	0	9	9	0	9
South East Asia	0	5	5	0	5
China	4	16	19	1	20
Eastern Japan	1	21	17	5	22
Western Japan	0	17	16	1	17
Total	27	74	83	18	101

型種皮品種の2品種群の存在することが知られた。

そして種皮型の地理的分布をみると、A型種皮の品種は欧州、ソ連など中央アジア、中国西部以西の地域に分布し、インド、チベット、東南アジア、中国、日本の品種はほとんど全部B型種皮であつた (Table 3)。

B. campestris にも A, B 両型品種が存在する。しかしこの場合は和種系品種が A 型、西欧系品種は B 型で (渋谷ら 1952), *B. juncea* の種皮型の分布とは様相を異にしている。なおカブでは B 型の西欧系品種は小粒種子、A 型の和種系品種は大粒種子で、欧州系が A 型で大粒種子の *B. juncea* とは逆になつている。

なお HEMINGWAY ら (1961) はインドとパキスタンの *B. juncea* は中国、日本、東欧の品種と異なり、種子に 3-butenyl isothiocyanate を含むことを報告している。このような種子の成分を異にする品種の分布と種皮型の分布との間に何らかの関係があるかどうか、今後さらに検討したい。

種の成立過程と種皮型 *Brassica* における種間雑種の種皮型は多くの場合傾母的または中間的な形質になる (未発表)。*B. juncea* はいわゆる A, B ゲノム種で、B ゲノム種の *B. nigra* の種皮は表皮細胞層が厚膜状で部分的に著しく隆起し、断面は極端な波状を呈する (Fig.4)。*B. campestris* は表皮が平らで、*B. juncea* の表皮は前記両種の中間的な形態を示し (Fig.1~3), 種子表面には明瞭な斑紋がみられる (Fig.5)。

B. juncea には前記のように A, B 両型品種群が存在し、優性形質である A 型種皮で毛じの多い品種は主として欧州に分布している。これらの *B. juncea* は *B. nigra* と A 型種皮の *B. campestris* との交雑により、恐らく中央アジア周辺で生じ、西欧に伝播したものと推定される。ただし A 型種皮の *B. campestris* は現在日本に存在する以外ほとんどみられない。ただインドパンジャム地方の brown seeded sarson に A 型種皮の種子が混在し

Fig.4. Transection of seed-coat of *B. nigra* (top) and *B. campestris* (bottom).

Fig.5. Surface pattern of *B. juncea* seed.

ていた。このようなA型種皮の *B. campestris* がA型種皮の *B. juncea* の成立に関与したものと推定される。

一方東洋に分布するB型種皮の *B. juncea* は、A型種皮の *B. juncea* から突然変異により生じたか、あるいは、A型種皮の *B. juncea* とは別の起原で、B型種皮の *B. campestris* と *B. nigra* との間の交雑から成立したか、そのいずれかであると推定される。

本邦の *B. juncea* の類縁関係 本邦における *B. juncea* の栽培は現在九州に多い。しかし東北日本にも以前は広く栽培があつたと思われ、多くの品種が分化している(青葉 1968)。ただしそれらの多くは葉肉は薄く

毛じが多く収量も劣るため近年は栽培が激減している。

前記のように東北、北海道に残存している品種は一般に深裂葉で毛じが多く、これらの形質は欧州系の品種に類似している。一方ソ連に多い黄色種子の品種が東北、北海道に多くみられる。

青葉(1970)はカブその他のそ菜において西日本には中国系の品種が、東日本にはシベリア——欧州系の品種が分布していることを認めている。*B. juncea* の場合も前記のように東北日本の品種は欧州系の品種とある程度類縁関係をもつように思われる。

摘 要

B. juncea の種皮型はB型とされている。筆者は前報においてA型種皮品種の存在を認めた。そこで世界各地から101点の種子を集め種子の形質、特に種皮型について調査を行なった。

1) 種子100粒重は100~380mgで東洋系品種は一般に小粒種子であつた。

2) *B. juncea* には褐色種子の品種と黄色種子の品種があり、黄色種子の品種はソ連に多く、わが国では東北日本に多かつた。

3) *B. juncea* の種皮型は従来B型とされている。本調査の結果 *B. juncea* にはA型種皮品種とB型種皮品種との2品種群の存在することが認められた。

そして種皮型の地理的分布をみると、A型種皮品種は中央アジア以西の欧州に分布し、インド、中国、東南アジア、日本の品種の大多数はB型種皮であつた。

4) 以上の点からわが国の *B. juncea* の類縁関係ならびに *B. juncea* の成立過程について若干の考察を行なった。

謝 辞 本調査に供した材料種子は、多くの方々の好意ある御協力によって収集し得たもので、ここに心から御礼を申し上げる。

引用文献

- 青葉 高 1961. 園学雑 30 (4) : 318~24.
 ——— 1963. 園学雑 32 (4) : 311~18.
 ——— 1968. 農及園 43 (5) : 841~44.
 ——— 1970. 農及園 45 (2) : 320~24.
 ——— 1971. 山形大紀要(農学) 6 (2) : 91~111.
 BAILEY, L. H. 1930. Gentes. Herbarm. II : 211~67.
 HEMINGWAY, J. S. et. al. 1961. Nature 4806 : 993.
 近藤万太郎 1937. 農林種子学, 後編 : 235~81.
 熊沢三郎・阿部定夫 1955. 園学雑 24 (2) : 69~84.
 OLSSON, G. 1954. Hereditus 40 : 398~418.
 渋谷 茂・岡村知政 1952. 園学雑 22 (4) : 235~38.
 ——— 1955. 園学雑 24 (3) : 195~98.

Summary

The author collected 101 varieties of *B. juncea* from various regions of the world and observed their seed coat characteristics. It was concluded that

(1) Seed size of varieties distributed in Europe are larger than those cultivated in China, South East Asia and Japan ;

(2) seed colors are brown and yellow, and most of the yellow seed color types were derived from U.S.S.R. and north east Japan ;

(3) although in *B. juncea* the epidermal cells of the seed coat does not swell up in spite of water absorption (Type-B), a variety in which the epidermal cells does swell with imbibition of water

(Type-A) has been reported earlier (1971) and in the present collections, there were both A and B seed coat types ;

(4) the varieties of Type-A are found distributed in Europe, Central Asia and U.S.S.R.; while most of the varieties grown in China, India, South East Asia and Japan belong to Type-B.

Based on the above results, the author has discussed the origin of *B. juncea* and the relationship between varieties grown in the north-east and south-west parts of Japan.

T. AOBA

Faculty of Agriculture, Yamagata University,
Tsuruoka