日本産キャベツのバーティシリウム萎凋病抵抗性素材

剣持伊佐男¹・小林逸郎¹・土屋 実¹・酒井 宏²・清水正興²

¹ 群馬県園芸試験場高冷地分場 377-1614 吾妻郡嬭恋村田代 301

² 群馬県園芸試験場 379-2224 佐波郡東村西小保方 493

Breeding Materials for Resistance to *Verticillium* Wilt in Japanese Cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)

Isao Kemmochi¹, Itsuro Kobayashi¹, Minoru Tsuchiya¹, Hiroshi Sakai² and Masaoki Shimizu²

¹ Koreichi (Highland Cold Climate) Branch Station in Gumma Horticultural Experiment Station,

Tashiro, Tsumagoi-mura, Agatsuma-gun 377-1614

² Gumma Horticultural Experiment Station, Nishiobokata, Azuma-mura, Sawa-gun 379-2224

Summary

Japanese cultivars of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) were screened for their resistance to *Verticillium* wilt caused by *Verticillium longisporum* syn. *V. dahliae* Klebahn.

No immune cultivar was found in a screening test of 51 F₁ hybrids in a severely infected field, but some progenies of Kandama type (summer sowing type) such as 'Shutoku', 'YR Ranpo', 'YR Bibo', 'Kusabue 2', and Harukei type (fall sowing type) such as 'Kinkei 201' and 'YR 506' showed little or no symptoms. Thus, they possess enough resistance for commercial usage. Most Kandama type with resistance originated from crossing with the old Japanese cv. Kawasaki or Aichinatsumaki, some of the Harukei type with resistance originated from open-pollinated cultivars within the Nakanowase group. The susceptible cultivars of F₁ hybrids which are derived from the Nakanowase and Copenhagen Market groups such as 'Natsuyama', 'Early Ball', 'Teruyoshi' and 'Reiho 1' characteristically masked the diseased symptoms on the leaf.

When we inoculated 41 open-pollinated cultivars, some resistant cultivars were discovered in the Aichinatsumaki and Nakanowase groups. These results indicate that cultivars within Aichinatsumaki and Nakanowase groups possess resistance genes to this disease. By raising these progenies from these crosses, we have succeeded in isolating *Verticillium* wilt-resistant cabbages. Our data reveals that the resistance is controlled by dominant inheritance with some genes.

Key Words: breeding material, cabbage, varietal resistance, *Verticillium* wilt.

緒 言

バーティシリウム病菌 (*Verticillium* spp.) は多犯性の植物病原菌として知られ、その宿主範囲は160属350種以上の植物におよぶとされている (渡辺, 1982). 本病原菌がキャベツ (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) にも病原性を示すことは、Snyderら (1950) によってアメリカで初めて報告されたが、その後海外での発生報告はほとんど見られない。日本で発生が確認されたのは比較的新しく、1980年代に北海道 (北沢・柳田, 1981) と長野県 (武田ら, 1986) で発生が報告されている。群馬県では、1993年に北西部の夏秋どりキャベツ産地で初発生が確認され (剣持ら, 1997)、5年後の1998年には吾妻農改センター主催の現地調査 (未発表) によって、その発生面積は栽培面積の

約1%に相当する31haまで拡大したことが確かめられている。今後県内のキャベツ産地では、萎黄病 (Yellows)、根こぶ病 (Clubroot) に続く第三の難防除土壌病害となる可能性があり、早急な防除対策の確立が求められている。

キャベツのバーティシリウム萎凋病 (*Verticillium* wilt) は、ハクサイ黄化病 (*Verticillium* yellows) と同一の病原菌、*Verticillium dahliae* Klebahn によって引き起こされ (北沢・柳田, 1981)、武田ら (1986) はキャベツの被害株から分離した本菌が、萩原・竹内 (1985) の分類によるアブラナ科系 (D群) に属することを報告した。その後酒井ら (1998) は、キャベツ発病株から分離した多数の *V. dahliae* 菌株について系統を調査し、アブラナ科系以外の系統に属する菌株も多数確認したことを報告している。

現在までのところ本病に対する登録薬剤はなく、効果的な防除法も確立されていない。一方、ハクサイ (*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis*) で実用的な黄化

病抵抗性品種が見つかっていないのに対し(由比ら, 1985), キャベツでは本病に抵抗性を示す品種の存在が報告されている(藤森ら, 1986; 武田ら, 1987; 剣持ら, 1997; 小林・由比, 1998). したがって当面の防除対策としては, 抵抗性品種の利用に期待するところが大きいと考えられる. しかし, これら報告の中で抵抗性とされた品種は少なく, 更に群馬県での経済栽培に適する品種となると, 2~3品種に限定される.

そこで, 本地域での夏秋どり栽培が可能と思われる多数のF₁品種について, 本病に対する抵抗性を明らかにするとともに, これらF₁品種の交配親として用いられた固定品種の抵抗性を検定することで, 日本産キャベツのパーティシリウム萎凋病抵抗性育種素材を検索した.

なお, 本病害の主要病原菌と考えられる *V. dahliae* のアブラナ科系(D群)については, 近年の国際的な承認に基づき, 日本でも新種の *Verticillium longisporum* comb. nov. として扱うことが提案されたため(小池, 1998), 本稿では同系統の呼称として *V. longisporum* を用いた.

材料および方法

1. 激発圃場におけるF₁品種の抵抗性検定

1997年のキャベツ栽培で, パーティシリウム萎凋病の激しい発生により, 収穫皆無となった農家圃場(群馬県嬬恋村大笹地内, 標高1060 m)を借用し, 1998年にF₁品種の本病抵抗性を検定した.

第1表に示したF₁51品種と, 検定方法が異なる固定品種の抵抗性検定結果(第2図)と対比するため, 対照として固定品種の5品種を供試した. 試験規模は1品種につき, 30株の3反復を基本とした. 4月17~27日に群馬県園芸試験場内(標高82 m)で播種し, 5月20~25日に採苗して, 定植準備が整うまで一時苗冷蔵を行った. 冷蔵は苗を入れたコンテナの上部をポリフィルムで覆い, 4~5℃, 蛍光灯照明下で行った. 苗の出庫は6月2日に行い, 同日, 現地の激発圃場に本葉4~5枚の苗を定植した.

調査は収穫期に達した品種から行い, 8月11日~9月9日に実施した. 外部病徴(外葉の黄化程度)は品種別に, また発病程度は根~茎部縦断面や外葉・結球部横断面の維管束黒変部位を株別に, それぞれ第1表に示した基準で指数化した.

2. 菌接種による固定品種の抵抗性検定

キャベツパーティシリウム萎凋病の抵抗性に関する早期検定法は未確立である. 一方, 病原菌に汚染された圃場では, 定植後20~30日程度の比較的早期に維管束部の黒変が認められること(剣持・諏訪, 1997), 更に病原菌接種による早期検定でも, 汚染圃場を用いた抵抗性検定に代替しうること(剣持ら, 1998)が確かめられている. そこで菌接種による早期検定により, 群馬県園芸試験場高冷地分場内(標高1170 m)において, 1998年にキャベツ固定品種の抵抗性を検定した.

供試菌は群馬県嬬恋村で採取した発病株から分離した *V. longisporum* (CA9菌株)を用いた. 本菌をジャガイモ煎汁ショ糖加用培地(PS液体培地)で25℃, 5日間, 毎分137回の往復振とう培養を行い, 菌液濃度を10⁶/mlに調整した.

播種は6月22日に行い, 菌液接種・移植は7月31日~8月1日に実施した. 育苗は72穴セルトレイを用いて行い, 本葉4~5枚の苗を引き抜いて根端を切除し, 本菌液に浸しながら根部を軽く揉んで菌液を十分に吸収させた. その後育苗箱(50cm×35cm×10cm)に移植し, 通常の管理によって栽培した. 育苗箱1箱当りに詰めた園芸培土量は8liter, 移植株数は18株とし, 試験規模は1系統につき6株の3反復とした.

供試品種・系統は第2図に示した41品種・51系統で, 対照には本病に対する抵抗性程度が明らかなF₁品種(剣持ら, 1997)の中から, ‘秋徳’, ‘秋早生’, ‘YRあおば’の3品種を用いた. ‘秋徳’は菌接種圃場における検定で維管束の発病程度が低く, 外葉の黄化もほとんど認められない強い抵抗性を有し, ‘秋早生’は維管束の発病が中程度で, 外葉の黄化発生度が低い中程度の抵抗性, ‘YRあおば’は維管束の発病や外葉の黄化発生度が共に高く, 罹病性と考えられている品種である.

抵抗性の検定は10月5~7日に株を引き抜き, 根を洗浄して茎~根部の縦断面における維管束黒変部位を株別に調査した. 菌接種による検定では, 抵抗性検定までの期間が短いことから, 特に地下部の発病程度を圃場検定よりも詳細に行う必要がある. このため, 第2図に示した0~7の発病指数を与えて調査を行い, その平均値を各品種の発病指数とした.

結 果

1. 激発圃場におけるF₁品種の抵抗性検定

第1表に検定結果の具体的数値を, 第1図に各品種の発病指数を数値順に並べ替えて示した. 試験期間中の気温は, 平年に比べてやや高めに推移した. このため, 平均気温がパーティシリウム病の発病適温とされる19~23℃(河本, 1989)の範囲内にある日が多く, やや発病しやすい条件であったと推察された.

本病の外部病徴は生育中期には全く確認されず, 収穫期を迎える頃になってから, 一部品種で外葉の黄化が顕著に認められるようになった. しかし, 発病株でも結球部(収穫物)の大きさは健全株と同程度に生育した. このため根や茎, 外葉の維管束に黒変が認められても, 結球部の維管束が黒変していなければ商品性に問題はないと判断された. そこで発病指数0~3(無病徴~外葉の維管束黒変)までの株割合を販売可能な株率として求め, 発病指数と共に第1図に示した. 各品種の本病抵抗性は発病指数, 発病株率, 販売可能株率等で評価できるが, これらのいずれで判断しても抵抗性の評価が大きく異なること

Table 1. Resistance of F₁ cultivars in Japanese cabbage by the field test to *Verticillium* wilt.

F ₁ cultivars	Seed company	Head formation type ^z	Foliage symptom index ^y	Number of plants with each disease index ^x							Percentage of diseased plants (%)
				0	1	2	3	4	5	Total	
Ishizue	Nozaki	K	0	55	13	18	1	2		89	38
YR Shibuki 2	Ishii	K	0	58	14	14		1		87	33
Gakuyo	Ishii	I	2	19	4	15	22	14	9	83	77
YR 506	Ishii	I	0	43	12	24	2	4		85	49
Reiho 1	Ishii	I	1	17	5	19	16	14	10	81	79
YR Ieyasu	Mikado	K	0	69	3	13	3			88	22
Haruyutaka (MK-J94)	Mikado	H	0	38	8	37	4			87	56
Kusabue 2	Iwakura	K	1	64	4	15	1	1		85	25
Kusabue 921	Iwakura	K	1	47	3	24	6	8		88	47
YR Yutoku	Takayama	K	0	50	3	28	3	4		88	43
YRSE	Nagano	K	4	6	2	7	11	14	39	79	92
YR Seishun	Watanabesaisyu	H	1	34		32	9	12		87	61
YR Bibo	Kyowa	K	1	63	8	17				88	28
YR Manza	Mitsuitoatsu	I	2	32		32	12	9	2	87	63
Ryorei 41	Sakata	K	3	13		15	19	22	18	87	85
Shuyu	Sakata	K	0	65	3	9	7	1		85	24
K3-103	Sakata	K	2	18	4	21	28	10	1	82	78
Kinkei 201	Sakata	H	0	47	13	27	2			89	47
Natsuyama	Sakata	H	0	36	6	28	6	9	4	89	60
Early Ball	Sakata	B	0	17	10	41	8	13		89	81
YR 25	Sakata	B	0	29	9	46	3	1		88	67
YR Ryozan	Tohoku	K	1	47	5	31	4			87	46
Shinsei	Tohoku	K	0	59	4	17		2		82	28
YR 561	Tohoku	K	1	39	7	30	10	3	1	90	57
YR 885	Tohoku	K	0	54	6	23		5		88	39
YR 673	Tohoku	I	3	3		10	22	26	27	88	97
Shutoku	Takii	K	0	73	4	9	2			88	17
Satohikari	Takii	K	0	48	7	28	1	3		87	45
Ayakaze	Takii	K	2	38	1	20	20	8	2	89	57
T-662	Takii	K	1	25	6	37	7	10	1	86	71
Yamatomi (T-702)	Takii	K	2	29	1	24	18	10	4	86	66
94-I 177	Takii	K	2	33	1	31	14	7		86	62
96-I 640	Takii	K	2	20	1	21	20	19	3	84	76
Shoshu	Takii	K	2	21	3	19	20	18	7	88	76
Ayahikari	Takii	K	0	54	11	22	1			88	39
T-684	Takii	I	2	15	2	15	33	19	6	90	83
YR Natsubare	Kaneko	K	0	34	5	23	4	1	1	68	50
96-E69	Kaneko	K	0	81	5	15		6		107	24
Tsumamidori	Kaneko	I	3				3	27	49	79	100
YR Ranpo	Nihonnorin	K	0	73	5	6	2	2		88	17
Teruyoshi	Nihonnorin	K	0	16	3	43	18	7		87	82
Namonaikyabetsu	Nihonnorin	B	0	2	11	36	4	33	2	88	98
YR Kinshu	Masuda	K	0	40	9	35	2	1		87	54
YR Hayadorikinshu	Masuda	K	0	46	15	18	6	1		86	47
YR Kinshukyoryoku 152	Masuda	K	0	54	8	22		3		87	38
YR Aoba	Masuda	K	2	13	3	13	31	11	14	85	85
YR Taiby ST	Masuda	K	4	2		5	19	13	45	84	98
YR Shinpu	Masuda	K	4	4	1	12	22	15	29	83	95
YR 5041	Masuda	K	0	69	8	9		1		87	21
Akiwase	Masuda	I	2	34	6	35	7	4	1	87	61
YR Akiwase	Masuda	I	0	29	12	38	4	3	1	87	67
Shinkawasaki (Cont.) ^w	Matsunaga	K	2	57	3	15	4	7	2	88	35
Nozakichusei (")	Nozaki	K	2			14	23	19	13	69	100
Nozakinatsumaki (")	Nozaki	K	3		1	7	21	15	35	79	100
Hiro (")	(NIVOT) ^v	K	0	5	1	4	4	1		15	67
Kuroba Succession (")	(NIVOT)	K	3	4	1	17	21	17	20	80	95

^z Head formation type: K; Kandama (Summer sowing type), I; Intermediate type, H; Harukei (Fall sowing type), B; Ball type.^y Foliage symptom index: 0; no symptom, 1; slight decolorization, 2; slight yellowing, 3; moderate yellowing, 4; heavy yellowing.^x Disease index (Degree of blackness in the vascular bundle): 0; no symptoms, 1; in the root, 2; in the stem, 3; in the outer leaf, 4; in the head, 5; very dark in the head.^w Control: Open-pollinated cultivar.^v NIVOT: National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea.

Fig. 1. *Verticillium* wilt resistance of F₁ progenies of Japanese cabbage (computed from Table 1).

^z Indicate mean value. Horizontal bars indicate S. E. (n=3).

^y Divided disease index into 5 ranks (each 0.5 points).

^x Open-pollinated cultivars were used as control cultivars. 'Nozakichusei' and 'Nozakinatsumaki' are the same as 'Nozakichusei-②' and 'Nozakinatsumaki-②' in Fig. 2.

^w Indicate percentage of plants of disease index 0-3.

Fig. 2. Resistance of open-pollinated Japanese cabbage cultivars assayed by an inoculation test to *Verticillium* wilt.

^z Names in parentheses indicate the seed company. The others from NIVOT. ①-③: Different numbers following the same cultivars indicate different seed company or seed collecting area.

^y Indicate mean value. Disease index (The part of turning black in vascular bundle): 0; no symptom, 1; in root tip, 2; to the half of root, 3; to boundary line between root and stem, 4; to under stem, 5; to under leaf, 6; to the half of stem, 7; near growing point. Number of test plants: 6 plants $\times$ 3 replication. Horizontal bars indicate S. E. (n=3).

^x Divided disease index into 5 ranks (Rank I $\leq$ 3.0, 3.0 < Rank II $\leq$ 3.5, 3.5 < Rank III $\leq$ 4.0, 4.0 < Rank IV $\leq$ 4.5, 4.5 < Rank V).

^w F₁ cultivars of different resistant ranks were used as control cultivars.

はないと考えられた。そこで F_1 品種の抵抗性を、発病指数によって 0.5 単位ごとの 5 段階 (ランク I ~ V) に分類・評価し、第 1 図に加筆した。すなわちランク I の抵抗性は強く、維管束黒変は根の先端部に認められる程度で、実害はほとんど認められない。ランク II の抵抗性はやや強く、維管束黒変は根部に認められる程度で、販売可能株率も 95% 以上と高いため、実用面ではほとんど問題がない。ランク III の抵抗性は中程度で、維管束黒変は地際部付近まで達するが、販売可能株率はほぼ 90% 以上である。ランク IV の抵抗性はやや弱く、維管束黒変は地上部の茎周辺に達し、販売可能株率はほぼ 80% 台まで低下する。ランク V の抵抗性は弱く、維管束黒変は茎 ~ 結球部に達し、販売可能株率は 70% 台以下となるため、実用面で問題が大きい。

対照とした固定品種では、‘新川崎’の抵抗性ランクが II (やや強)、『広』が IV (やや弱)、その他品種が V (弱) となり、菌接種による早期検定 (第 2 図) に比較して、圃場検定では固定品種の発病程度がやや高めとなった。 F_1 品種の検定結果では、品種によって抵抗性の弱いものから強いものまでばらつきが大きく、同じ抵抗性ランクに位置する品種間でも抵抗性には連続的な相違が認められた。本病に完全抵抗性を示す品種は見出せなかったが、抵抗性ランクが I ~ II に相当する品種 (発病指数が 1.0 以下) では外部病徴がほとんど認められず、販売可能株率も高いことから、実用面では問題ない程度の抵抗性を有していた。これら抵抗性の強いグループには ‘秋徳’、‘YR5041’、‘YR 藍宝’、‘YR 家康’、‘YR 美貌’、‘くさぶえ 2 号’ 等の寒玉 (夏秋) タイプの品種が多く、一部に ‘金系 201 号’ や ‘YR506’ 等の春系または春系の形質を受け継ぐ品種が含まれていた。

反対に、抵抗性ランクが IV ~ V に相当する品種 (発病指数が 1.6 以上) では、外部病徴だけで発病の確認ができたものが多かった。外葉に中程度以上の黄化が認められた品種は ‘涼嶺 41 号’、‘YR673’、‘つまみどり’、‘YR 新風’、‘YRSE’、‘YR 耐病 ST’ 等で、これら品種の抵抗性は、いずれもランク V (弱) に分類された。

また一部の品種では、外部病徴によって発病程度を判断できないものが認められた。すなわち ‘夏山’、‘アーリーボール’、‘輝吉’、‘麗峰 1 号’、‘名もないキャベツ’ 等の品種は、外葉に病徴が全く発現しないか、脱色程度の軽い病徴が確認された程度であった。しかしこれら品種の維管束の発病は比較的激しく、抵抗性ランクは IV (やや弱) ~ V (弱) に分類された。

2. 菌接種による固定品種の抵抗性検定

各品種の発病指数を数値順に並べ、第 2 図に示した。固定品種でも F_1 品種と同様、本病に弱い品種から強い品種までが連続的に存在し、品種によって抵抗性に比較的大きな相違のあることが確かめられた。そこで固定品種についても、 F_1 品種の抵抗性ランク (第 1 図) と整合性を持

たせるために、対照とした F_1 3 品種の抵抗性ランクを基準にして発病指数別に抵抗性を 5 段階 (ランク I ~ V) に分類し、第 2 図中に加筆した。

‘西原晩秋’や‘早生豊丸’では、対照とした F_1 品種の ‘秋徳’ とほぼ同等の強い抵抗性を示した。反対に発病指数が高く、抵抗性ランクが V に分類された品種は ‘渡辺早生丸’、‘渡辺魁’、‘野崎夏蒔’、‘かんらん中間母本農 1 号’、‘札幌大球’、‘マサゴ三季’、‘種芋原’ 等であった。また同一品種でも ‘マサゴ三季’、‘野崎中生’、‘野崎早生’、‘渡辺早生丸’ 等では、採種業者や採種場所が異なる系統間で、抵抗性に比較的大きな相違が認められた。

考 察

日本で育成されたキャベツ品種の中には、品種の育成過程が明らかなものもあるが、古い品種のように組み合わせが不明で、その育成過程が推測の域を出ないものも多い。また現在の F_1 品種のように、交配関係が複雑になり過ぎたことや、商業上の理由で育成過程が明示されないこと等から、品種間の関係が明らかでないものも少なくない。しかし、 F_1 品種や固定品種に対する一連の抵抗性検定の結果から、類似した系統の品種間では本病抵抗性に大きな相違がないと思われた。そこで、第 2 表に供試品種を含めた日本のキャベツ品種の育成過程を整理し、 F_1 品種と固定品種の本病抵抗性を 5 段階 (I ~ V) で評価したランク表示を品種名の後ろに付した。なお、固定品種の系統関係は篠原 (1948)、芦澤 (1977)、辻本・山本 (1986) らの分類に、また育成過程が明らかな供試 F_1 品種については、「蔬菜の新品種 I ~ X Ⅲ (日本園芸生産研究所編, 1959~1997)」に基づいたものである。

F_1 品種の中で、最も抵抗性の強いランク I に位置づけられたものの中には、‘YR 藍宝’、‘YR 美貌’、‘くさぶえ 2 号’ 等、いわゆる川崎 (川崎早生) 系と称される品種が多かった。これら品種には、片親または両親に ‘川崎 (川崎早生)’ が共に用いられている。同じく抵抗性の強かったランク I ~ II に分類された品種には、‘秋徳’ や ‘いしずえ’、‘YR 錦秋強力 152’、‘YR 優徳’ 等、愛知夏蒔群に属する川崎 (川崎早生) 系や愛知夏蒔 (愛知大晩生) 系、アーリーサマー系の形質が導入されたものが多かった。またランク II の中には、‘金系 201 号’ や ‘YR506’ といった中野早生群の形質を受け継ぐ品種も一部に見られた。

これら F_1 品種の育成親として用いられた固定品種の抵抗性を見ると、愛知夏蒔群に属する ‘愛知大晩生’ や ‘野崎夏蒔 3 号’、‘広’ 等は、比較的強い抵抗性を示した。また育成過程や育成年次が不明のため、第 2 表に記載できなかった固定品種の中でも、‘中野極早生丸’、‘改良中野早春’ 等、中野早生群の形質を受け継ぐ品種に比較的強い抵抗性を有するものが認められた。

以上のことから、日本産キャベツ品種の本病抵抗性はもともと愛知夏蒔群や中野早生群に由来し、これらの品

Table 2. The phylogenetic relationship of cultivars in Japanese cabbage and *Verticillium* wilt resistance.^z

Open-pollinated cultivar ^y				Present F ₁ cultivar ^x
Cultivar group	Parent's cultivar	A first raising cultivar	The second raising cultivar	
Copenhagen Market	Copenhagen Market	Wasesanganme		Speed Ball 2
	Earlist	Nakanososhun Nakanowase(III)	Watanabewasamaru(V, V) ^w — Watanabesakigake ^v (V, V)	Early Ball ^u (IV) ^τ , Ranshun Gold
	Early Spring	Nozakiwase(III, V)	Nozakigokuwase	Kinkei 201(II)
	All Head Early	Nakanohayamaru	Fujiwase(III, IV)	Natsuyama(IV)
Nakanowase	Flower of Spring	Toyodawase	Washogyoku(IV)	YR 506 ^v (II)
		Nozakichusei(III, IV) Miikenakate(III) — Succession(V) Watanabeseiko 2(V, V)	Gokuwasehoshun(IV) Fujiwaseshin 1(III)	YR Seishun(IV), Gakuyo(V) Reiho 1(V) Teruyoshi(IV)
Succession	Henderson's Succession (Kurobakei)	Nakanochusei Watanabeseiko 1(IV) Sapporochusei	Masagosanki(IV, V)	YR Taibyo ST(V), Ryorei 41(V)
Yoshin	Taiwanwase		Yoshin(V)	Akiwase(III) YR Ranpo(1), YR Yutoku(II) Ishizue(II) Shoshu(V), Shutoku(1)
	Early Summer	Nozakinatsumaki(V, V)	Nozakinatsumaki 3(II)	YR Kinshukyoryoku 152(II) YR Bibo(1), YR Natsubare(III) Kusabue 2(1), Kusabue 921(III) YR Kinshu(III)
Aichinatsumaki	Vandergaw	Senshuzairai Aichizairai	Senshunatsumaki Hiro(II) Kawasakinatsumaki Aichinatsumaki	
	Late Flat Dutch	Sapporo	Sapporotaikyū(V) Sapporobansei	
Sapporo	Autumn King	Nanbu(IV)	Nanbuwase Nanbuchusei	
Nanbu			Tohoku 1 Tohoku 2	

^z The cultivar in which parental line and year of rearing was not clear was excepted.^x Quotation from 「New variety of vegetables: I-X III(1959-1997)」.^y Personal communication with the seed company.^τ See Fig. 1 about resistance rank of F₁ cultivar.^y Quotation from Shinohara(1948), Ashizawa(1977), and Tsujimoto & Yamamoto(1986).^w See Fig. 2 about resistance rank of open-pollinated cultivar.^u The cultivar with boldfaced words indicate YR (A type).^s A dotted line means the phylogenetic relationship is not clear.

種群を元にして育成された品種の中に、抵抗性を有するものがあることが明らかとなった。特にアーリーサマー系、愛知夏蒔系から育成された‘川崎(川崎早生)’と遺伝的に近い系統には、強い抵抗性が受け継がれていると推察された。愛知夏蒔群や中野早生群以外の品種群から育成された固定品種やF₁品種では、概ね本病抵抗性は中～弱いランクに分類された。したがって、コペンハーゲンマーケット群や黄葉系・黒葉系のサクセション群、葉深群、札幌群、南部群等の一連の品種群には、本病抵抗性の有望な育種素材はないものと判断された。

筆者ら(1997)は、菌の接種試験によって抵抗性の弱い品種の中にも、外葉の黄化症状が出にくいF₁品種が存在することを報告したが、汚染圃場を用いた検定においても、外部病徴だけでは発病の有無を判断できない品種があることが確認された。維管束の発病程度が高い割に、外葉の病徴がほとんど認められなかったF₁品種の類縁関係を第2表で見ると、いずれも中野早生群、またはコペンハーゲンマーケット群の形質が導入された品種に限られている。したがって、これら品種群の形質を受け継ぐ春系タイプやボールタイプの品種では、外部病徴を発現しにくい性質を有していると推察された。

日本国内のキャベツ産地で、1980年代にバーティシリウム萎凋病が発生した北海道や長野県では、その後本病による被害がほとんど問題となっていない。またハクサイに黄化病が発生している茨城県や愛知県等の産地でも、キャベツにバーティシリウム病が発生したという報告はみられない。そこで群馬県とこれら産地で栽培されているキャベツの春まき夏どり作型、および夏まき秋どり作型の主要品種を「野菜の種類別作型一覧(野菜・茶業試験場編, 1998)」によって比較した。群馬県では‘YR青春’、‘YR新風’、‘YRあおば’、‘涼嶺41号’、‘麗峰1号’、‘岳陽’等、そのほとんどが本病抵抗性の弱いサクセション群の形質を強く引き継いだ品種で占められている。これに対し、他産地では‘秋徳’、‘YR藍宝’、‘YRしぶき2号’、‘くさぶえ2号’、‘YR錦秋強力152’、‘金系201号’等、本病に強い抵抗性を有する愛知夏蒔群や中野早生群から育成された品種が多く栽培されている。また本病抵抗性はやや劣るが、外部病徴が現れにくいと考えられた春系タイプやボールタイプの品種の作付けも多い。したがって、群馬県以外のキャベツ産地で本病の発生がほとんど問題になっていないのは、栽培されている品種の影響によるところが大きいと推察された。すなわち、本病に強い抵抗性を示す品種の作付けによって発病が抑制されたり、病徴の現れにくい品種の作付けによって、発病が見落とされている可能性もあると考えられた。

本病抵抗性の遺伝様式は明らかにされていないが、一連の試験によって幾つかの基礎的な知見が示唆された。

F₁品種や固定品種の中には、本病抵抗性が強いものから弱いものまで幅広く存在し、更にF₁品種で同じ川崎

(川崎早生)系と称される品種間においても、抵抗性には多少の相違が認められた。またいくつかの固定品種では、同一品種であっても採種業者や採種地域が異なることで、抵抗性の程度に比較的大きな差が存在することも明らかとなった。これらのことは、本病抵抗性の遺伝が複数の遺伝子によって支配されていることを示唆している。すなわち、遺伝的に均一でない固定品種では、世代や選抜を進めることで抵抗性遺伝子の集積程度に違いを生じる可能性があり、親系統に集積した抵抗性遺伝子の違いが、そのままF₁品種の抵抗性程度に微妙な影響を与えていると推察された。また川崎(川崎早生)系と称されるF₁品種の育成過程を見ると、片親に‘川崎(川崎早生)’の形質を受け継ぐ系統を用いていれば、もう一方の親には抵抗性が弱いと考えられるサクセション系や葉深系が使われていても、F₁では強い抵抗性を示している。このことから、本病抵抗性は優性的な遺伝をしていることが推察された。

本病の激発圃場を用いての検定により、実用面では問題ない程度の強い抵抗性を示すF₁品種が多数明らかになったが、それらは一部の品種群の形質を受け継ぐ系統に偏りが認められた。抵抗性品種の実用性を高めるには、様々な時期に栽培可能な、あらゆるタイプのキャベツに本病抵抗性を導入する必要がある。今後は抵抗性の遺伝様式の解明等により、罹病性品種に本病抵抗性を導入するための検討を加えると共に、完全抵抗性を示す育種素材の検索を進める必要がある。

摘 要

日本で育成されたキャベツのF₁51品種、および固定品種41品種について、*Verticillium longisporum* comb. nov. (syn. *V. dahliae* Klebahn)によって発病が引き起こされるバーティシリウム萎凋病に対する抵抗性を検定した。

激発圃場を用いたF₁品種の検定では、完全抵抗性を示す品種は見出せなかった。しかし‘秋徳’、‘YR藍宝’、‘YR美貌’、‘くさぶえ2号’等の寒玉(夏秋)タイプや‘金系201号’、‘YR506’等の春系または春系の形質を受け継ぐ品種ではほとんど外部病徴が認められず、実用的には十分な抵抗性を有していた。これらの品種は親系統に‘川崎(川崎早生)’や‘愛知夏蒔’、あるいは中野早生群の形質が導入されているものが多かった。また‘夏山’、‘アーリーボール’、‘輝吉’、‘麗峰1号’等の中野早生群やコペンハーゲンマーケット群の形質を受け継ぐ品種では、外部病徴を発現しにくい性質を有すると考えられた。

F₁品種の育成親として用いられた固定品種41品種について、菌接種による早期検定を行った結果、本病害に対する抵抗性遺伝子は、もともと愛知夏蒔群や中野早生群の品種の中に存在し、これらの形質が導入された育成品種に抵抗性も受け継がれていると推察された。

これら一連の試験結果から、本病抵抗性は複数の遺伝子によって支配され、優性的な遺伝をしていることが示唆された。

謝 辞 本論文の作成にあたり、農林水産省野菜・茶業試験場飛騨健一室長(現静岡大学教育学部教授)、同吉川宏昭部長、ならびに群馬県農政部白石俊昌専門技術員にご指導・ご校閲をいただいた。また野菜・茶業試験場アブラナ科育種研究室および各種苗会社から、種子の提供をいただいた。ここに記して深謝の意を表します。

引用文献

- 芦澤正和. 1977. 菜類. キャベツ. p.1165-1174. 西 貞夫編著. 野菜園芸大事典. 養賢堂. 東京.
- 藤森基弘・大谷英夫・塚田元尚・柳沢京子. 1986. ハクサイ黄化病抵抗性育種に関する研究. 第2報. *Brassica oleracea* における抵抗性について. 園学要旨. 昭61秋: 192-193.
- 萩原 廣・竹内昭士郎. 1985. 各地から収集した *Verticillium dahliae* の数種作物に対する寄生性及び形態的特徴. 日植病報. 51: 326(講要).
- 剣持伊佐男・飛騨健一・酒井 宏. 1998. キャベツバーティシリウム萎ちょう病抵抗性の早期検定法. (第1報). 育苗方法および菌接種方法の違いと発病. 園学雑. 67(別2): 331.
- 剣持伊佐男・諏訪澄長. 1997. 苗の潜在感染と圃場の汚染がキャベツバーティシリウム萎ちょう病の発生におよぼす影響. 関東病虫研報. 44: 45-47.
- 剣持伊佐男・諏訪澄長・小林逸郎. 1997. キャベツバーティシリウム萎ちょう病に対する品種抵抗性と地上部病徴の品種間差異. 関東病虫研報. 44: 63-66.
- 北沢健治・柳田駿策. 1981. *Verticillium dahliae* によるカンラン, ハクサイおよびホウレンソウの萎ちょう症の発生. 日植病報. 47: 99(講要).
- 小林逸郎・由比 進. 1998. キャベツのバーティシリウム萎ちょう病に対する抵抗性の品種間差異. 群馬園試研報. 3: 29-32.
- 小池正徳. 1998. 第7回国際 *Verticillium* シンポジウムに参加して. 植物防疫. 52: 286-289.
- 河本征臣. 1989. バーティシリウム病の発生生態. 今月の農業. 33(4): 186-189.
- 日本園芸生産研究所編. 1959-1997. 蔬菜の新品種. I-XIII. 誠文堂新光社. 東京.
- 酒井 宏・白石俊昌・諏訪澄長・剣持伊佐男・大塚邦雄・漆原寿彦. 1998. 群馬県におけるキャベツバーティシリウム萎凋病の発生と病原菌の系統. 日植病報. 64: 331(講要).
- 篠原捨喜. 1948. 甘藍類. p.23-72. 産業図書. 東京.
- Snyder, W. C., Hansen, H. N. and Wilhelm, S. 1950. New hosts of *Verticillium albo-atrum*. Plant Dis. Repr. 34: 26-27.
- 武田和男・駒田 旦・萩原 廣・石坂尊雄. 1986. キャベツバーティシリウム萎ちょう病とホウレンソウバーティシリウム萎ちょう病の発生と病原菌の寄生性による類別. 関東病虫研報. 33: 111-112.
- 武田和男・高野利康・佐藤博康・石坂尊雄. 1987. キャベツバーティシリウム萎ちょう病の品種感受性と防除. 関東病虫研報. 34: 62-63.
- 辻本建男・山本昌司. 1986. キャベツ品種の発展と分類. p.基59-66. 農業技術体系野菜編7. 農文協. 東京.
- 渡辺恒雄. 1982. 植物の土壌病害. 農及園. 57: 593-596.
- 野菜・茶業試験場編. 1998. 野菜の種別作型一覧. 野菜・茶業試験場研究資料. 8: 128-137.
- 由比 進・芦澤正和・山岸 博. 1985. ハクサイの黄化病抵抗性育種に関する研究. (第2報). *Brassica campestris* L. 内での抵抗性品種間差異. 園学要旨. 昭60春: 156-157.