

菜豆品種のインゲン黄斑モザイクウイルスえそ系統 (BYMV-N) 抵抗性品種の探索と遺伝様式

伊藤 平一*¹ 番場 宏治*²

北海道で栽培される大粒でつる性の菜豆 (*Phaseolus vulgaris* L.) 品種「改良早生大福」や「改良虎豆」に被害の大きいインゲン黄斑モザイクウイルスえそ系統 (BYMV-N) 抵抗性品種の育成を目的として、北海道立十勝農業試験場保存の菜豆を供試して、抵抗性品種を探索し、抵抗性の遺伝様式も解明した。供試 394 品種に BYMV-N を汁液接種して発病程度を調査した結果、14 品種が抵抗性を示した。また、抵抗性の「G. N. 123」と「BO 19」を感受性の「昭和金時」及び「福白金時」に交配し F₁ 及び F₂ における接種後の発病程度を調査した結果、F₁ は抵抗性、F₂ では抵抗性と感受性の割合が 3:1 になり、 χ^2 検定に良く適合したことから、BYMV-N の抵抗性は一对の優性遺伝子によって支配されていることを明らかにした。

I. 緒 言

北海道で栽培される菜豆 (*Phaseolus vulgaris* L.) のうち大粒でつる性の大福、虎豆類の主要なウイルス病としてはインゲン黄斑モザイクウイルスえそ系統^{(12),(13)}(以下 BYMV-N と略す)、インゲンモザイクウイルス⁽¹²⁾(以下 BCMV と略す)、ダイズ矮化ウイルス黄化系統⁽⁹⁾(SDV-Y) がある。これらのウイルス病のうち BYMV-N は被害が著しく、感染すると葉とつるに激しいえそ症状を現し、つる枯れを起こし枯死する⁽¹³⁾。なお、北海道では他に BYMV の退緑斑系統⁽⁷⁾(BYMV-C_s) も赤クローバー (*Trifolium pratense* L.) から検出されているが、同系統は菜豆にえそ及びモザイク症状を現すが枯死には至らない。萩田⁽⁵⁾ は北海道における BYMV-N の発生実態調査を行い、つる性菜豆の主産地である胆振、網走地方で発生が多いと報告している。また、BYMV-N の宿主は圃場周辺のシロクローバー (*T. repens* L.) であり、媒介者

はモモアカアブラムシ (*Myzus persicae* SULZER) であることも明らかにしている。上田ら⁽¹³⁾ も、網走、胆振及び十勝地方の BYMV 罹病菜豆から検出した BYMV の 3 分離株について病原ウイルスの諸性質を明らかにしている。寄主範囲及びそれらの植物に対する病徴や血清反応などからいずれも BYMV-N であり、「大福」や「虎豆」など菜豆 13 品種に接種した結果、すべてえそを生じ枯死したとしている。このように BYMV-N は北海道の菜豆栽培地帯に発生し、とくに大粒でつる性の大福、虎豆類に被害が大きいことから、それらの BYMV-N 抵抗性の品種育成が望まれている。しかし、これまでわが国の菜豆の栽培品種中では本病に対する抵抗性品種が報告されていない。本試験は、北海道に栽培される大粒でつる性の菜豆の BYMV-N 抵抗性品種育成を目標として、北海道立中央農業試験場 (以下中央農試と略す) において北海道立十勝農業試験場 (以下十勝農試と略す) 保存の菜豆 394 品種を供試して抵抗性の遺伝子探索を行い、さらに、抵抗性の明らかになった母本と感受性品種の間で交配を行い、抵抗性の遺伝様式を検討した。

1990 年 3 月 25 日受理

* 北海道立中央農業試験場, 069-13, 夕張郡長沼町

*² 北海道立中央農業試験場 (現東北農業試験場作物開発部, 021-29, 秋田県仙北郡西仙北町)

II. 試験方法

1) BYMV-N 抵抗性品種の探索

本試験は、中央農試で1981年から1985年の5年間に行った。供試材料には十勝農試保存の菜豆品種を用いたが、5年間の供試品種の総計は国内品種92、外国品種302の合計394品種である。

試験年次毎の供試品種を列記すると、1981年及び1982年は予備試験として218品種及び176品種、1983年と1984年は抵抗性確認試験として前2年の試験で発病のみられなかった50品種、及び1985年は抵抗性再確認試験として前2年の試験で発病の見られなかった23品種である。抵抗性の判定は、圃場栽培の菜豆の幼苗期に病原ウイルスBYMV-Nをカーボランダムを用いて汁液接種し(以下接種と略す)、3週間後に上位葉における発病の有無及び症状の調査結果に基づいて進めた。なお、接種及び調査の個体数は、1981年及び1982年の予備試験が10個体、1983年以降の試験では80個体である。圃場栽培の耕種概要はほぼ中央農試の耕種基準によったが、栽植密度は畦幅75cm、株間30cmで1株1本立とした。

本試験で用いた病原ウイルスの接種の手順は次のとおりである。病原系統BYMV-Nは中央農試病虫部の萩田孝志研究員から提供を受けたものを用い、温室内で養成したソラマメ(*Vicia fava* L.)に接種して接種源とし、随時葉を採取し、乳鉢で1/10モル磷酸緩衝液(pH 7.0)を倍量加えながら磨砕し、その粗汁液を菜豆の第1本葉展開期に初生葉にカーボランダムをふりかけ接種した。

2) BYMV-N 抵抗性の遺伝様式

前記の抵抗性品種の探索試験で明らかになった抵抗性品種と感受性品種を組合せ、その後代の F_1 、 F_2 にBYMV-Nを接種して抵抗性の遺伝様式を解析した。すなわち、1983年には抵抗性の「G.N.123」と「BO 19」を感受性の「昭和金時」及び「福白金時」と人工交配し、「昭和金時」×「G.N.123」の組合せで9粒、「福白金時」×「BO 19」の組合せでは2粒の交配種子を得、次いで1984年に2組合せの F_1 及び1985年には同じく2組合せの F_2 集団を供試し、前記の抵抗性品種の探索試験と同じ方法で、圃場でBYMV-Nを接種し、発病の有無を調査した。

III. 試験結果

1) BYMV-N 抵抗性品種の探索

1981年に供試した218品種中、発病しなかったものは21品種、えそ病徴(上葉)を生じたもののうち発病株率が20%以下のものは18品種、21~50%以上のものは10品種、50%以上のものは129品種であった。また、えそ病徴(上葉)のみ生じて発病株率51%以上のものは17品種であり、えそとモザイク病徴(上葉)を生じて発病株率51%以上のものは23品種であった。つる性菜豆の標準品種である「改良早生大福」や「改良虎豆」はいずれも感受性であった。1982年には供試176品種中、29品種が無病徴であり、その他はえそ及びモザイク病徴を示した。1983年から1984年までの2年間は、前2年間で発病の見られなかった50品種について接種の個体数を増やして抵抗性確認試験を実施した。さらに1985年には、前2年間で発病個体の見られた品種を除き、23品種について抵抗性の再確認試験を実施した。その結果は表1のとおりで、この結果から、最終的には14品種が無病徴で、抵抗性品種と考えられた。これらの抵抗性品種の主な農業特性は表2のとおりである。「四季豆」以外は外国からの導入種である。伸育型は半つる性が9、わい性が5であり、つる性のものはなかった。粒色は白が多く、他に黒色が2、極淡褐が1である。粒大は中~極少と小粒品種が大部分であった。

2) BYMV-N の抵抗性の遺伝様式

2組合せの両親及び F_1 個体に対するBYMV-Nの接種の結果を表3に示した。「昭和金時」×「G.N.123」と「福白金時」×「BO 19」の両組合せともBYMV-N抵抗性は優性を示し、発病個体が認められなかった。次に、両組合せの F_2 集団について抵抗性の分離比を計算するためにBYMV-Nの接種を行った結果が表4である。「昭和金時」×「G.N.123」の組合せでは、接種した293個体のうち、無病徴は210個体で、発病したものは83個体であった。「福白金時」×「BO 19」の組合せにおいても同様に接種した273個体のうち無病徴が216個体で、発病したものが57個であった。両組合せとも発病個体と無病徴個体の分離比は3:1で、 χ^2 検定の結果も実験値は期待値と良く適合した。

表1 主な選定品種のBYMV-N 抵抗性確認成績 (1985年)

品 種 名	接種株数	発病株数	発病株率(%)	上 葉 の 病 徴
1. Amanda	80	0	0	無
2. Anthracnose Resistant 22	80	0	0	無
3. Blanco	80	0	0	無
4. Blue Butter	80	0	0	無
5. BO 19	80	0	0	無
6. Cacawatto Cargo	80	2	2.5	えそ, モザイク
7. Chilian Arrowz Beans	78	0	0	無
8. Dneprovskaja Bomba	80	0	0	無
9. Frijol Arroz	80	0	0	無
10. G. N. 31	80	0	0	無
11. G. N. 123	80	0	0	無
12. Inepuisable	80	3	3.8	えそ
13. Jolanda	80	0	0	無
14. Kransnodaskja 19305	80	2	2.5	モザイク
15. Michelite	80	0	0	無
16. Negro	80	3	3.8	えそ
17. 大手亡	80	2	2.5	えそ
18. Rojo Chiri Lagur	80	4	5.0	モザイク
19. 四季豆	80	0	0	無
20. 白地ビルマ	70	2	2.5	えそ, モザイク
21. 稗米豆	80	1	1.3	えそ
22. White Case Back	80	5	6.3	えそ
23. White Haricot	80	0	0	無
24. 改良早生大福 (参考)	23	23	100.0	えそ, モザイク
25. 改良虎豆 (参考)	28	28	100.0	えそ, モザイク

表2 BYMV-N 抵抗性品種の特性概要 (中央農試)

品 種 名	成熟期 (月・旬)	草 型	花 色	粒 色	粒 大 (g)
1. Amanda	9 上	わい性	白	白	27.0
2. Anthracnose Resistant22	9 中	半蔓性	白	白	31.1
3. Blanco	9 下	半蔓性	白	白	21.9
4. Blue Butter	9 上	わい性	赤紫	極淡褐	39.9
5. BO 19	9 下	半蔓性	赤紫	黒	21.4
6. Chilian Arrowz Beans	9 中	半蔓性	白	黒白	24.5
7. Dneprovskaja Bomba	9 下	半蔓性	白	白	35.3
8. Frijol Arrowz	9 中	半蔓性	白	白	23.7
9. G. N. 31	9 上	半蔓性	白	白	41.1
10. G. N. 123	9 上	半蔓性	白	白	38.3
11. Jolanda	9 上	わい性	白	白	22.0
12. Michelite	9 上	半蔓性	白	白	18.8
13. 四季豆	9 上	わい性	赤紫	黒	24.3
14. White Haricot	10 上	わい性	白	白	48.0
15. 改良早生大福 (参考)	9 上	つる性	白	白	75.3
16. 改良虎豆 (参考)	9 下	つる性	微紅を帯 びた白	偏斑紋	67.3

表3 両親及びF₁ のBYMV-N に対する反応

供 試 材 料	接種個体数	BYMV-N に対する反応	
		無病徴個対数	発病個対数
昭和金時(S)	15	0	15
G. N. 123(R)	20	20	0
F ₁ (昭和金時×G. N. 123)	9	9	0
福白金時(S)	15	0	15
BO 19(R)	15	15	0
F ₁ (福白金時×BO 19)	2	2	0

表4 F₂におけるBYMV-Nに対する反応

組 合 せ			接 種 個体数	無病徴 個体数	発病 個体 数	χ^2 (3:1)	P
母	父						
昭和金時	G. N. 123	実験値 期待値	293	210 219.75	83 73.25	1.71	0.20-0.10
福白金時	BO 19	実験値 期待値	273	216 204.75	57 68.25	2.47	0.20-0.10

以上のF₁及びF₂世代における発病個体の分離程度の調査結果からBYMV-N抵抗性の遺伝子是一对の優性遺伝子によって支配されるものと推察される。

IV. 考 察

5年間にわたり、菜豆394品種について接種によりBYMV-N抵抗性を調査した。その結果、14品種の抵抗性が明らかにされたが、その中にはBaggettら²⁾の報告にある北米のオレゴン州で抵抗性を示した「G. N. 31」や「G. N. 123」などが含まれているほか、BCMV抵抗性の「BO 19」も含まれていた。この様に、多くのBYMV-N抵抗性品種の存在が明らかになったので、抵抗性品種育成の可能性が高まった。しかし、抵抗性の14品種はいずれも粒大の小さい難点がある。国内で消費されるつる性菜豆では極大粒の商品価値が高いことから、百粒重が70～80gの品種の育成が求められている。従って大粒のBYMV-N抵抗性品種を育成するためには戻し交雑を行うことが効果的であると考えられる。筆者らはかつてBCMV抵抗性品種ではあるが小粒の「BO 19」と「大福」との雑種後代に大粒の「改良早生大福」を3回戻し交雑してほぼ「改良早生大福」なみの大粒系統を育成したことがある。抵抗性の小粒品種を用いた大粒の「大福」を数回戻し交雑することにより大粒でBYMV-N抵抗性の品種育成を進めることが可能であろう。

北米のオレゴン州立大学のBaggett¹⁾、Baggettら²⁾、Tatchell¹⁰⁾らは同州に発生するBYMVの病原系統はW, Y, 普通、及び強など数系統が存在することを報告している。また、菜豆品種「G. N. 31」や「G. N. 123」及びベニバナインゲン(*Phaseolus coccineus* L.)が抵抗性を有すること、さらにBYMVの抵抗性の遺伝様式についても補足遺伝子を持った2つもしくは3つの劣性遺伝子によって支配されることも明らかにしている。他

方、Dicksonら⁴⁾、Shroederら³⁾はニューヨーク州で見られるBYMVの抵抗性是一对の優性遺伝子によって支配されるとしており、カナダのTu¹¹⁾は菜豆品種「Kentwood」のBYMV-Nの抵抗性是一对の劣性遺伝子により支配されるとしている。この様にBYMV抵抗性の遺伝様式はオレゴン州、ニューヨーク州、カナダ及び北海道で異なる結果になったが、それはBYMVの系統の差異によるものと思われる。BYMVについては、1934年にPierceによって最初の発見がなされて以来種々の植物でその系統が報告されており、それらは病原性においてかなり異なる。このように多数のBYMV系統の存在することから、Jonesら⁶⁾はタバコ(*Nicotiana tabacum* L.)、菜豆、エンドウ(*Pisum sativum* L.)、ソラマメ及びカボチャ(*Cucurbita pepo* L.)を用い、病徴と血清反応からBYMV系統を3つのSubgroupに分類している。Subgroupの菜豆に対する病原性はSubgroup Iが最も強く、次でSubgroup II, Subgroup IIIの順に弱まる。北海道におけるBYMVについて、上田らの報告は3分離株は、寄主範囲とそれらに対する病徴及び血清反応などから見ていずれもSubgroup Iに属するとしている。ニューヨーク州におけるBYMV系統の場合も一对の優性遺伝子によって支配されることから病原性は北海道のものと同じと推察される。他方、Baggettらの結果からみるとオレゴン州におけるBYMVの各系統はJonesらの分類によるSubgroup IIに属すると考えられる。従って、北海道のBYMV-N及びニューヨーク州のBYMV系統とオレゴン州のBYMV系統とでは病原ウイルスの系統が異なるので、抵抗性の遺伝様式も異なったものと考えられる。

以上の結果から、北海道で栽培される大粒でつる性の菜豆のうち大福、虎豆類に被害の大きいBYMV-Nに対して菜豆14品種の抵抗性が明ら

かとなり、抵抗性の遺伝は一对の優性遺伝子によって支配されていることが判った。

謝 辞 本研究を行うに当たり、多大の便宜を頂いた北海道立中央農業試験場の仲野博之（前北海道立上川農業試験場長）、砂田喜与志（現北海道立上川農業試験場長）両元畑作部長に、また、病原系統 BYMV-N の提供と実験遂行に有益な助言を頂いた同場病虫部萩田孝志研究員に、菜豆の遺伝資源を提供された北海道立十勝農業試験場成河智明（現北海道農業試験場作物開発部長）元豆類第2科長の各氏に厚く御礼申しあげる。

引用文献

- 1) Baggett, J. R. "The Inheritance of Resistance to Strains of Bean Yellow Mosaic Virus in the Interspecific Cross *Phaseolus vulgaris* × *P. coccineus*". Plant Disease Reporter. **15**, 702-707(1956).
- 2) Baggett, J. R. and Frazier, W. A. "The Inheritance of Resistance to Bean Yellow Mosaic Virus in *Phaseolus vulgaris*". Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci. **70**, 325-333(1957).
- 3) Baggett, J. R., W. A. Frazier and Mcwhorter, F. P. "Sources of Virus Resistance in Beans". Plant Disease Reporter. **7**, 532-536(1966).
- 4) Dickson, M. H. and Natti, J. J. "Inheritance of Resistance of *Phaseolus vulgaris* to Bean Yellow Mosaic Virus". Phytopathology. **58**, 1450(1968).
- 5) 萩田孝志, "北海道におけるインゲンのインゲン黄斑モザイクウイルスの発生". 北海道立農試集報. **54**, 31-38(1986).
- 6) Jones, R. T. and Diachun, S. "Serologically and Biologically Distinct Bean Yellow Mosaic Virus Strains". Phytopathology. **67**, 831-838(1977).
- 7) 久米宏毅, 田中貞之, 村山大記. "アカクローパーから分離したインゲン黄斑モザイクウイルス (Bean yellow mosaic virus) の一系統について". 北海道大学邦文紀要. **7**, 435-448(1970).
- 8) Schroeder, W. T. and Provvidenti, R. "Resistance of Bean (*Phaseolus vulgaris*) to the PV 2 Strain of Bean Yellow Mosaic Virus Conditioned by the Single Dominant Gene By". Phytopathology. **58**, 1710(1968).
- 9) 玉田哲男. "ダイス矯化病に関する研究". 北海道立農試報告. **25**, 1-144(1975).
- 10) Tatchell, S. P. and Baggett, J. R. "Relationship between Resistance to Severe and Type Strains of Bean Yellow Mosaic Virus". J. Amer. Soc. Hortic. Sci. **110**, 96-99(1985).
- 11) Tu, J. C. "Inheritance in *Phaseolus vulgaris* cv. Kentwood of resistance to necrotic strain of bean yellow mosaic virus and to a severe bean strain of tobacco ringspot virus". Can. J. Plant. Pathol. **5**, 34-35(1983).
- 12) 土崎常男, 後藤忠則, 藤沢一郎, 吉田幸二. "北海道のマメ科植物, 野菜に発生するウイルス病について". 北海道農試研報. **131**, 71-93(1981).
- 13) 上田一郎, 菅野徹, 中曽根恒一, 仙北俊弘, 四方英四郎. "インゲン" 大福" の蔓枯れ症状の病原ウイルスに付いて". 北海道大学農学部邦文紀要. **13**, 69-80(1981).

Evaluation of Germplasm Collections and Inheritance of Resistance to Necrotic Strain of Bean Yellow Mosaic Virus (BYMV-N) in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Heiichi ITO*¹ and Hiroharu BANBA*²

Summary

Necrotic strain of Bean Yellow Mosaic Virus (BYMV-N) is one of the most important viruses that affect pole french bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar "Kairyo-wase-ofuku" and "Kairyo-toramame" in Hokkaido.

The pole french bean breeding program to develop BYMV-N resistant cultivars have been carried out by Hokkaido Central Agricultural Experiment Station from 1981 to 1985. Firstly, there were screening tests for resistance to BYMV-N using 394 foreign and domestic germplasm collections. The mechanical inoculation of virus BYMV-N have been carried out at first trifoliate stage of tested plants. Out of 394 germplasm collections, 14 cultivars showed true resistance to BYMV-N. Secondly, the inheritance studies of resistance to BYMV-N on F_1 and F_2 progenies from crosses among two resistant cultivars "G. N. 123" and "BO 19" and two susceptible cultivars "Shouwa-kintoki" and "Fukujiro-kintoki" was elucidated by mechanical inoculation using BYMV-N. All F_1 progenies from two crosses showed no symptoms caused by BYMV-N. Furthermore, the ratio of the resistant and the susceptible of F_2 progenies has been shown a theoretical 3 : 1. It was supported the hypothesis that resistance to BYMV-N is conditioned by a single dominant gene.

* 1 Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-13, Japan

* 2 Tohoku National Agricultural Experiment Station, Nishisenboku, Akita, 019-21, Japan