

ナス近縁野生種の病害抵抗性と交配親和性

誌名	埼玉県農林総合研究センター研究報告 = Bulletin of the Saitama Prefectural Agriculture and Forestry Research Center
ISSN	13467778
著者	近藤, 恵美子
巻/号	1号
掲載ページ	p. 41-46
発行年月	2001年3月

ナス近縁野生種の病害抵抗性と交配親和性

近藤恵美子*

Resistance to Soil-borne Disease and Crossing Incompatibility of Related Wild *Solanum* Species.

Emiko KONDOU

Abstract Eggplant cultivar and wild relatives of eggplant were investigated for resistance to two major soil-borne disease, verticillium wilt and bacterial wilt, which occurred in Saitama Prefecture. Nearly complete resistance to Verticillium wilt was observed on *Solanum torvum* and *S.abutiloides*, secondly, sufficient resistance on *S.toxicarium*. Complete resistance to bacterial wilt was not found in this experiment, however, *S.melongena* (D.M.P.) and *S.sanitwongsei* were resistance comparatively. Interspecific crossability of them was examined, it was incompatible all species any other.

要 約 埼玉県内の主要な土壌病害である半身萎凋病と青枯病についてナス栽培種と近縁野生種の病害抵抗性を検定した。半身萎凋病には *Solanum torvum* と *S.abutiloides* が最も強く、続いて *S.toxicarium* が抵抗性を示した。青枯病には完全に抵抗性を示す種はなかったが *S.melongena* (D.M.P.) と *S.sanitwongsei* が比較的強度の抵抗性を示した。しかし、これらの種間には交配親和性がなかった。

埼玉県のナス生産量は全国7位で県内で栽培される主要な果菜のひとつとなっている。しかし近年、半身萎凋病や青枯病による土壌病害が拡大し、生産上の大きな障害となっている。

土壌病害は一度病原に汚染されるとその根絶が非常に困難で、甚だしい圃場では以降の栽培が不可能になる場合がある。また確実な防除薬剤がなく、現地ではそれぞれの病害に対応した台木を用いて接ぎ木栽培を行っているのが現状である。しかし接ぎ木栽培は多種の病原による複合汚染および新レースや新たな菌群の出現などによる罹病化、または病害には有効であっても生育が悪いなど台木の効果は不十分である。

一方、ナス科植物の中にはこれらの病害に抵抗性を示す種が見いだされており、近年各地で利用が検討されている [1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11]。最も簡便なのはそのまま台木として利用することであるが、接ぎ木親和性がない、低温伸長性が劣る、

穂木の形状不良を引き起こす、複数の病害に抵抗性がないなど多くの問題を抱えており、実用化の妨げになっている [4, 5, 10]。これらの問題を回避して近縁野生種の持つ抵抗性を利用するには、既存品種に交配や遺伝子組み換えで有用遺伝子を導入する必要がある。しかし近縁野生種の抵抗性機作が明らかにされておらず、遺伝子も特定されていないため、遺伝子組み換えは現時点では不可能である。また、交配により野生種の遺伝子を導入すると同時に持つ不良形質の影響が危惧される。そこで筆者は穂木の形態や果実の特性に影響を与えずに抵抗性を付与する方法として、台木を改良することを目的に本試験を開始した。

ナス近縁野生種の病害抵抗性についてはいくつか報告があるが、レース等の問題を勘案し、本県で発病している重要病害の半身萎凋病と青枯病に対する抵抗性を明らかにし、今後展開する育種に適切な素材を選定した。また、交配育種の可能性を探るため

*園芸試験場（現園芸支所）

親和性を検討し、若干の知見を得たので報告する。

材料および方法

(1)供試材料

野菜・茶業試験場より譲り受けた *S.melongena* (D.M.P.), *S.melongena* (南頭茄), *S.melongena* (台湾長), *S.sanitwongsei*, *S.nigrum*, *S.sisymbriifolium*, *S.pseudolulo*, *S.carolinense*, *S.tequilense*, *S.incanum*, *S.toxicarium*, *S.abutiloides*, 購入品種として *S.integrifolium*, *S.torvum*, *S.melongena* (千両2号), 耐病VFナスの16種(品種)を用いた。病害抵抗性試験は1996年度と1997年度の2年間にわたって行い、1997年度は1996年度の試験結果より再検討を要するものについて行った。

交配親和性の確認は本試験の結果より半身萎凋病抵抗性素材に適していた種と青枯病抵抗性素材に適していた種を用いて検定を行った。

(2)汚染土壌の作成

実際栽培に近い状態で抵抗性を確認するため、プ

ランターに汚染土を作成し、検定植物を植えた。汚染土は感受性品種に病原を接種して発病させた後に、罹病株を鋤き込んで作成した。

半身萎凋病菌は園芸環境部の保存菌株 93Vt-101 (ワサビダイコンより分離, ナスに病原性を示す) を用いた。接種方法は同菌株をP S液体培地で25℃で2週間振とう培養し、孢子数 1×10^7 個/ml に調整したものを接種源として苗の移植時に浸根接種するものと、ふすま培地で培養した病原菌をプランター当たり 100ml 混入して苗を植え込む灌注接種の2方法を用いた(表1)。両接種方法とも感受性株が発病した後に病株を鋤き込み病土とした。1997年度の反復試験には前年度使用した病土を5℃で保存し、病原とした。

青枯病菌は園芸環境部保存の92ps-603 (トルバム・ビガーより分離したIV群菌。トルバム・ビガー, 千両2号, *S.integrifolium* 等に病原性を示す) を用いた。青枯病菌はY Pブロスで30℃で、40時間培養したものを 4×10^7 個/ml の密度に調整して苗を植えたプランターに灌注接種するものと、苗の移

表1 半身萎凋病汚染土壌の作成

接種方法	供試品種	供試個体数	発病株数	発病株率(%)
灌注接種	<i>S. integrifolium</i>	6	6	100
	<i>S. melongena</i> (D. M. P.)	6	6	100
	<i>S. melongena</i> (千両2号)	6	6	100
	<i>S. melongena</i> (清黒中長ナス)	6	6	100
	耐病VFナス	3	3	100
浸根接種	<i>S. sisymbriifolium</i>	9	0	0
	<i>S. integrifolium</i>	14	9	64
	<i>S. melongena</i> (千両2号)	12	11	92
	<i>S. melongena</i> (南頭茄)	12	12	100

表2 青枯病汚染土壌の作成

接種方法	供試品種	供試個体数	発病株数	発病株率(%)
灌注接種	<i>S. integrifolium</i>	15	2	13
	<i>S. melongena</i> (D. M. P.)	14	13	93
	<i>S. melongena</i> (清黒中長ナス)	9	9	100
	耐病VFナス	6	6	100
浸根接種	<i>S. integrifolium</i>	6	3	50
	<i>S. melongena</i> (千両2号)	15	15	100
	<i>S. sisymbriifolium</i>	6	6	100

植時に浸根接種するものの2通り行った(表2)。1997年度の反復試験では半身萎凋病汚染土壌と同様に、1996年度に罹病株を鋤き込み検定に用いた病土を5℃で保存し、病原とした。

(3)調査方法

各々の病土に5～6葉期の苗を植え付け、温室内で管理して経時的に発病調査を行った。半身萎凋病接種試験は1996年に2回、1997年に1回、青枯病抵抗性試験は1996年に1回、1997年に1回行った。

発病程度は

- 0：無病徴
 - 1：下位1～2葉に病徴が認められる
 - 2：展開葉の半数程度に病徴が認められる
 - 3：ほとんどの葉に病徴が認められるが落葉は一部にとどまる
 - 4：落葉が著しく、株全体が発病又は枯死
- の4段階とし、発病度は以下の式により計算した。

$$\text{発病度 (\%)} = \frac{\sum (\text{階級値} \times \text{株数})}{\text{調査株数} \times 4} \times 100$$

交配親和性確認は圃場で生育している株から開花前日の蕾を採取し、除雄して1%寒天に挿し、常温で開花させた。開花後圃場で採取した異種花粉を受

粉し、25℃、3000lx、16時間照明の室内で30～48時間花粉管を伸長させた。処理後カミソリで花柱および子房の薄切片を作成し、60℃の1N水酸化ナトリウム溶液で1～2時間処理した後、蒸留水で2回洗浄した。洗浄した切片を1%アニリンブルー溶液で3～20時間染色し、花粉の発芽および花粉管の伸長状況を蛍光顕微鏡で観察した。結果は花粉管の伸長程度により7段階に分けて表した(図1)。

試験結果

半身萎凋病抵抗性検定では、1996年7月25日接種区は接種2週間後から病徴が現れ始め、4週間以降は新たに発病する株は認められず、他の2接種区に比べ全体に発病株が少なかった。1996年11月8日接種区は2週間後から病徴が認められ、その後病株は断続的に増加し、6週間後には10種で発病が確認された。1996年度の2度の試験で発病が認められなかったものは *S.melongena* (台湾長)、*S.toxicarium*、*S.abutiloides*、*S.torvum*、*S.nigrum*、*S.sisymbriifolium* の6種であった(表3)。1997年度はこれら6種の中から台木として形態的に不適な *S.nigrum* と採種効率の悪い *S.sisymbriifolium* を除き、

表3 ナス近縁野生種の半身萎凋病抵抗性比較

供試品種	'96.7.25接種区				'96.11.8接種区				'97.5.6接種区			
	4週間後		6週間後		4週間後		6週間後		2週間後		5週間後	
	発病度	発病株率	発病度	発病株率	発病度	発病株率	発病度	発病株率	発病度	発病株率	発病度	発病株率
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<i>S.melongena</i> (D.M.P.)	0	0	0	0	20	40	85	100	8	20	53	80
<i>S.melongena</i> (台湾長.)	0	0	0	0	0	0	0	0	8	19	52	81
<i>S.sanitwongsei</i>	0	0	0	0	0	0	20	40	5	15	21	40
<i>S.toxicarium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	30
<i>S.abutiloides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S.torvum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S.integrifolium</i>	0	0	0	0	0	0	20	40	5	20	25	40
<i>S.melongena</i> (千両2号)	20	20	20	20	15	20	65	80	5	20	50	100
<i>S.melongena</i> (南頭茄.)	20	20	20	20	35	60	80	80	-	-	-	-
<i>S.nigrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
<i>S.sisymbriifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
<i>S.pseudolulo</i>	-	-	-	-	5	5	20	20	-	-	-	-
<i>S.calorinense</i>	0	0	0	0	0	0	20	20	-	-	-	-
<i>S.tequilense</i>	40	40	40	40	0	0	40	40	-	-	-	-
<i>S.incanum</i>	10	20	10	20	0	0	60	60	-	-	-	-
耐病VFナス	0	0	0	0	20	40	65	80	5	10	35	80

表4 ナス近縁野生種の青枯病抵抗性比較

供試品種	1996年7月25日接種区				1997年7月22日接種区					
	2週間後		4週間後		2週間後		4週間後		5週間後	
	発病度	発病株率	発病度	発病株率	発病度	発病株率	発病度	発病株率	発病度	発病株率
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<i>S. melongena</i> (D.M.P.)	0	0	20	20	0	0	0	0	0	0
<i>S. melongena</i> (台湾長.)	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
<i>S. melongena</i> (南頭茄.)	40	40	60	60	0	0	8	10	10	10
<i>S. sanitwongsei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10
<i>S. toxicarium</i>	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
<i>S. abutiloides</i>	0	0	60	60	-	-	-	-	-	-
<i>S. torvum</i>	0	0	40	40	10	10	10	10	10	10
<i>S. integrifolium</i>	0	0	20	20	20	20	28	30	30	30
<i>S. nigrum</i>	0	0	100	100	-	-	-	-	-	-
<i>S. sisymbriifolium</i>	20	20	100	100	-	-	-	-	-	-
<i>S. calorinense</i>	20	20	60	60	-	-	-	-	-	-
<i>S. tequilense</i>	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
<i>S. incanum</i>	60	60	100	100	-	-	-	-	-	-
<i>S. melongena</i> (千両2号)	20	20	20	20	30	30	30	30	45	60
耐病VFナス	5	20	100	100	-	-	-	-	-	-

前年2度の試験結果で差が大きかったものを加えて再度検討した。病徴は接種1週間後から現れ始め、5週間後まで徐々に発病株が増加していった。1996年度発病がみられなかった *S. melongena* (台湾長) は高い発病株率及び発病度を示した。(表3)。

1996年度に実施した青枯病抵抗性検定結果は2週間後から病徴が認められ、4週間後には供試株全てが枯死する種(品種)が現れた。*S. integrifolium* と *S. melongena* (千両2号) は若干発病株率が低い傾向にあったものの、その他は全般に高い発病率を示した。本試験で発病が認められなかったのは *S. melongena* (台湾長), *S. sanitowangsei*, *S. toxicarium*, *S. tequilense* の4種であった。1997年は既存の青枯

病抵抗性品種 *S. melongena* (D.M.P.), *S. melongena* (南頭茄), *S. sanitwongsei*, Ⅲ群菌に抵抗性を示す *S. torvum*, および対照として *S. integrifolium* と *S. melongena* (千両2号) を用いて再確認した。1996年に抵抗性を示した *S. melongena* (台湾長) は不発芽であり、また *S. toxicarium* および *S. tequilense* は採種効率が悪く、実験に供試することができなかった。病徴は2週間後から現れ始め、4週間後に発病が見られなかったのは *S. melongena* (D.M.P.) と *S. sanitowangsei* の2種のみであった。1997年は5週間後まで調査を行った結果、前年度抵抗性を示した *S. sanitowangsei* も発病する個体が現れ、抵抗性が完全ではないことが示唆された(表4)。

表5 ナス近縁野生種の交配親和性

供試品種						
♀	♂	A) a)	B) a)	C) a)	D) a)	E) a)
	A) <i>S. melongena</i> (D.M.P.)		6 ^{b)}	5	3	3
B) <i>S. sanitwongsei</i>		1	7	1	4	—
C) <i>S. toxicarium</i>		2	1	3	3	—
D) <i>S. abutiloides</i>		3	3	6	7	—
E) <i>S. torvum</i>		4	3	4	4	4

a) 供試品種A~Eに対応

b) 表中の数値は図1, 花粉の発芽・伸長程度に対応

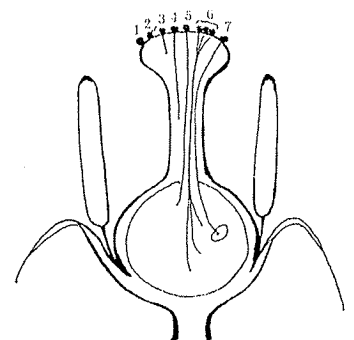


図1 花粉の発芽・伸長程度

近藤：ナス近縁野生種の病害抵抗性と交配親和性

交配親和性検定は *S.melongena* (D.M.P.) に *S.sanitwongsei* を受粉したとき、および *S.abutiloides* に *S.toxicarium* を受粉したときに子房へ進入する花粉管を観察できたが、受精は確認できなかった。それ以外の組み合わせでは花粉は柱頭上で発芽できなかったり、発芽・伸長しても花柱内で生育が停止してしまうのが観察された。生育状況や着花時期の差により全ての組み合わせの正逆交雑を行うことはできなかったが、本実験の範囲内では交配親和性は極めて低かった (表5)。

考 察

半身萎凋病抵抗性検定において、1996年度7月25日接種区は病株発生率が低い傾向にあったが、1996年11月8日接種区および1997年5月6日接種区は高率に発病した。本研究では地温の測定は行っていないが、橋本は半身萎凋病の発病適温を地温 20~24℃と報告しており [2]、試験期間中の外気温が高かった1996年7月25日接種区は発病が抑制されたと推察される (表6)。1996年11月8日区は試験を実施した温室は 20 ~ 25℃程度に管理されており、1997年5月6日接種区は温度調整は行っていないが気象表よりそれほど高温に推移しておらず、

発病に適した環境であったと考えられる。これらの結果より県内に発生する半身萎凋病抵抗性には *S.torvum* と *S.abutiloides* が高度抵抗性を示し、有用であることが明らかになった。また *S.toxicarium* は前二種と比較すると若干抵抗性は劣るものの抵抗性は高く、栽培ナスと接ぎ木親和性があり育種素材としての利用が示唆された。*S.nigrum* は抵抗性は比較的強いものの叢状型で台木としては不適であった。*S.sisymbriifolium* も抵抗性は比較的強かったが採種性が悪く利用の難しい種であった。

一方、青枯病は菌体の生育適温が 35~37℃と高く、2度の試験期間中の温度が適していたため良好な結果が得られたものと思われる。*S.melongena* (D.M.P.)の青枯病圃場抵抗性はすでに報告されているが、埼玉県で発病しているレースにも完全ではないが比較的強度の抵抗性が確認された。また本品種は栽培ナスに接ぎ木親和性があり、青枯病抵抗性台木素材として期待できる。*S.sanitwongsei* も青枯病抵抗性台木として利用が見られる種であるが、本県に発病しているレースには完全な抵抗性ではないことが明らかになった。1997年度試験には供試できず反復試験の必要があるが、*S.melongena* (台湾長)、*S.toxicarium*、*S.tequilense* も比較的抵抗性の強い種と考えられる。

表6 試験期間中の外気温の変化 (旬平均)

試験期間	最高気温 (℃)	最低気温 (℃)	日照時間 (h r)	接種病原菌	
1996年	7月下旬	31.3	23.1	40.9	半身萎凋病 青枯病
	8月上旬	30.0	21.8	44.4	
	8月中旬	32.3	23.6	58.9	
	8月下旬	26.4	20.2	19.5	
	9月上旬	28.0	19.3	49.9	
1996年	11月上旬	17.2	10.3	24.6	半身萎凋病
	11月中旬	14.1	4.7	51.8	
	11月下旬	14.5	4.4	51.6	
	12月上旬	11.3	0.0	60.9	
	12月中旬	13.4	3.5	54.6	
1997年	5月上旬	23.6	13.6	44.5	半身萎凋病
	5月中旬	22.7	14.5	30.8	
	5月下旬	22.3	13.9	64.8	
	6月上旬	24.9	15.8	39.1	
1997年	7月下旬	29.6	22.4	51.7	青枯病
	8月上旬	33.2	23.9	60.6	
	8月中旬	28.0	21.3	34.9	
	8月下旬	31.2	21.7	66.8	
	9月上旬	29.5	21.7	42.3	

これらの病害抵抗性育種素材に選択された種間には交配親和性が無く、異種花粉は受精しないことが確認された。本結果より交配育種による雑種の獲得は困難であり、近縁野生種の病害抵抗性を利用するためには細胞融合や遺伝子導入などの方法を用いる必要があった。しかし前述のようにナス科近縁野生種の病害抵抗性遺伝子は特定されていないため、現状では細胞融合に頼るしか手段がないと思われる。

また、細胞融合は通常の交配育種と異なり、核染色体だけでなく細胞質染色体も雑種になり、親にはない形質の発現も考えられ、期待できる方法といえる。

以上より今後展開するナス近縁野生種を用いた台木品種の育成には、病害抵抗性の他に形態なども考慮して、半身萎凋病抵抗性素材として *S.abutiloides*, *S.torvum*, *S.toxicarium* を、青枯病抵抗性素材として *S.melongena* (D.M.P.) と *S.sanitwongsei* を用いて、細胞融合法により新品種を作出することが有効と考えられる。

謝辞

本試験を実施するにあたり、近縁野生種の種子を譲り受けた野菜・茶業試験場に感謝いたします。

引用文献

- [1] Gowda, P.H.R., Shivsahankar, K.T. & Joshi, Sh.: Interspecific hybridization between *Solanum melongena* and *Solanum macrocarpon*: study of the F1 hybrid plants. *Euphytica*.48,59-61 (1990).
- [2] 橋本光司: ナス半身萎凋病に関する研究. 埼玉園試特別研報 2, 42 ~ 43 (1989).
- [3] 稲葉幸司: 細胞融合によるナスとヒラナスの体細胞雑種の育成. 今月の農業 2, 31-33 (1991).
- [4] 望月英雄・山川邦夫: ナス栽培品種及び近縁野生種の青枯病抵抗性に関する研究. 野菜試験場報告 A.6, 1 ~ 10 (1979).
- [5] 望月英雄・山川邦夫: ナス近縁野生種の青枯病抵抗性台木利用に関する研究. 野菜試験場報告 A.6, 11~18 (1979).
- [6] 望月英雄ほか: 半枯病抵抗性 ‘ナス中間母本農 1号’ の育成経過とその特性. 野菜・茶業試験場研報 12, 85 ~ 90 (1997).
- [7] 門馬信二ほか: 青枯病・半枯病複合抵抗性台木用ナス品種 ‘台太郎’ の育成経過とその特性. 野菜・茶業試験場研究報告 12, 73 ~ 83 (1997).
- [8] 西尾 剛・望月英雄・山川邦夫: ナス及び近縁種の種間交雑に関する研究. 野菜試験場報告 A.12, 57 ~ 64 (1984).
- [9] 岡山健夫: 新台木品種によるナス青枯病の防除. 植物防疫 48, 405 ~ 408
- [10] 坂田好輝: 遺伝資源としてのナス近縁野生種. バイオホルティ 5, 39~41
- [11] 山川邦夫・望月英雄: ナス栽培品種及びナス属野生種の半枯病抵抗性とその遺伝に関する研究. 野菜試験場報告 A.6, 19 ~ 27 (1979).