

愛知県で発生したエンドウ萎凋病菌のレース及び 本レースに対するサヤエンドウ品種の抵抗性

間下なぎさ*、深谷雅博*

摘要：愛知県で発生したエンドウ萎凋病菌(*Fusarium oxysporum* f.sp.*pisi*)のレースは、
全てレース2であった。

愛知県で栽培されている主要品種「ニムラサラダスナップ」、「赤花55」などは、エン
ドウ萎凋病菌レース2に対して感受性であること、また主なサヤエンドウ品種のうち、「三
十日」、「つるなし赤花」などは抵抗性であることが明らかとなった。

キーワード：エンドウ萎凋病、*Fusarium oxysporum* f.sp.*pisi*、レース、抵抗性品種

Race of Fusarium Wilt in the *Pisum* occurred in Aichi and Resistant variety to Fusarium Wilt Race 2

MASHITA Nagisa and FUKAYA Masahiro

Abstract: A race of the pea wilt fungus that occurred in Aichi was race2 entirely.

"Nimura salad snap" and "Akahana55" that are cultivated in Aichi were susceptibe to
Fusarium Wilt race2 . In addition, "Sanjunichi","Tsurunashiakahana" among main field
pea kinds,were resistant variety.

Key Words: Fusarium Wilt in the *Pisum*, *Fusarium oxysporum* f.sp.*pisi*, race, resistant
variety

緒言

2002年2月、愛知県豊橋市老津町、渥美郡田原町及び渥美町（当時）において、ハウス栽培のサヤエンドウで、急激な萎凋症状が発生した。萎凋症状の多くは、始め下位葉が黄化し水分が抜けて灰白色に萎れた後、上位葉にも同様に萎れが進展し、比較的短い期間に枯死した。調査の結果、原因は*Fusarium oxysporum* f.sp.*pisii* (C.J.J.Hall) Snyder&Hansenによるものと同定され、エンドウ萎凋病の日本での初発生を確認した¹⁻³⁾。

エンドウ萎凋病菌には、エンドウの品種により寄生性に差異が見られるレースが存在し、海外では11のレースが報告されている。このうちエンドウに実質的な被害を与えるのは、1、2、5及び6の4レースであると言われている⁴⁾。また、実エンドウ品種ではレース1と2に対して抵抗性品種が知られており、抵抗性品種の利用が主要な防除技術となっている⁴⁾。

そこで、本県で発生したエンドウ萎凋病菌のレースを明らかにするとともに、菌レースに対するサヤエンドウ品種の抵抗性を明らかにしたので、今後の防除対策に資するため報告する。

材料及び方法

試験1 判別品種によるレース検定

菌株は2002年豊橋市老津町のハウス栽培サヤエンドウ（品種：赤花つるあり）から分離した「01-01」を供試した。判別品種は「Little Marvel」、「Darkskin Perfection」、「New Era」、「New Season」、「WSU23」及び「WSU28」を供試した（表1）。

供試菌は、PDB培地、25℃で5日間振とう培養し10⁶cells/mlに調整して菌懸濁液を作成した。

各供試品種は50穴セルトレイで24日間育苗した。セル苗は、土を軽く落とし根を約10cmに切断のうえ、菌懸濁液に10分間浸漬し、直径12cmポットに各品種4～8株を定植した。定植株は25℃の定温室内で栽培し、4週間発病を観察した。エンドウ萎凋病菌のレースは表1の判定基準に基づき判定した⁵⁾。

表1 判別品種の菌レースに対する抵抗性

判別品種	抵抗性			
	1	2	5	6
Little Marbel	S	S	S	S
Darkskin Perfection	R	S	S	S
New Era	R	R	S	S
New Season	R	R	S	R
WSU23	R	R	R	S
WSU28	R	S	R	R

S:感受性、R:抵抗性

試験2 体細胞和合性によるレース検定

定法に従い⁵⁻⁷⁾、豊橋市、渥美郡渥美町から採取した菌株のnit変異株（硝酸塩利用能欠損変異株）を作成した。

基準菌株として、横浜植物防疫所から分譲された*Fusarium oxysporum* f.sp.*pisii*のレース1、2（A、B）、5及び6の各nit1とNitM菌株を供試した。

基準菌株と、作成した現地採取菌株のnit変異株とをMM培地地上に3cm程度離して置床した。これを25℃で約7日間培養して、2つの菌叢の接触した部分において旺盛な菌糸生育（補完反応）の有無を観察した。補完反応が現れた基準菌株のレースを、採取菌株のレースとした。

試験3 根切断浸根接種によるサヤエンドウ品種の抵抗性

品種は、本県で栽培されている品種を中心に、さや型、作型、花色、高さなど様々な性質を含むように選択し、表2に掲げた30品種を供試した。

供試菌は「01-01」を用い、PDB培地、25℃で5日間振とう培養し、約10⁶cells/mlに調整して菌懸濁液とした。

各供試品種は50穴セルトレイで約24日間育苗した。セル苗は土を軽く落とし根を約10cmに切断のうえ、

表2 供試品種

	さや	作型	花色	高さ
ジャッキー	スナック	BC	赤	高性
ホルンスナック	スナック	AC		矮性
アマイエンドウ	スナック			
グルメ	スナック	BC	白	高性
スナック	スナック	BC	白	高性
ニムラサラダスナック	スナック	AC	白	
スナック753	スナック	BC		高性
スナック2号	スナック	AC	白	矮性
かわな大莢PMR	大さや	BC		高性
仏国	大さや	B	赤	高性
オランダ	大さや	AB	赤	高性
莢美人	絹さや	B	赤	高性
つるなし赤花	絹さや	BC	赤	矮性
あずみ野30日PMR	絹さや	BC	白	高性
三十日	絹さや	C	白	高性
電光三十日	絹さや	BC	白	高性
成駒三十日	絹さや	BC	白	高性
赤花つるあり	絹さや	BC	赤	高性
日本	絹さや		白	高性
兵庫	絹さや	BC	白	高性
乙女2号	絹さや	A	赤	高性
鈴成砂糖	絹さや	BC	赤	高性
赤花55	絹さや	AC	赤	
ニムラ赤花2号	絹さや		赤	
白星	絹さや	AC	白	高性
白姫	絹さや	AC	白	矮性
白目渥美	絹さや	A	白	矮性
美笹	絹さや	ABC	白	矮性
黒目渥美	絹さや		白	矮性
紀州ウスイ	実	BC	白	高性

A:暖地年内採り
B:暖地春採り
C:寒冷地夏採り

菌懸濁液に10分間浸漬し、直径15cmポットに各品種12株定植した。

42日間発病を観察し、その結果により抵抗性の有無を判定した。抵抗性の判定基準は、発病株率が20%未満を抵抗性、20~90%を中程度、90%以上を感受性品種とした。

30品種中、20品種については反復して試験した。

試験4 菌土壌混和接種によるサヤエンドウ品種の抵抗性

供試菌は「01-01」を用い、PDB培地、25℃で5日間振とう培養し、大型コンテナ(85×60×30cm)に詰めた殺菌土に、 1.8×10^3 cells/g(生土)となるよう混和した。同様のコンテナを13個用意し、9月13日に各供試品種5粒ずつ1コンテナあたり11~12粒を直接播種した。試験場内温室で適宜灌水、施肥、つるの誘引等を行い、109日間栽培し、枯死状況を観察した。

また、「紀州ウスイ」以外の29品種は、各2株以上について、植物体内へ侵入した菌が到達した茎の高さを節位毎に調査した。調査は、枯死株については枯死時、枯死しなかった株については最終調査日以降に行った。方法は、節毎に切断した主枝を、エタノールで表面殺菌した後、PDA培地上に置床して25

で5日間保持し、*Fusarium*菌糸の検出の有無により行った。菌が検出できた最も高い節位を菌侵入節位とし、全節位に対する菌侵入節位の割合を菌侵入節位率とした。

試験結果

試験1 判別品種によるレース検定

「Little Marvel」及び「WSU28」は定植14日後から発病し始め、28日後にはそれぞれ発病株率100%、83.3%となった。「Darkskin Perfection」は定植21日後から発病し始め、28日後には発病株率100%となった。「New Era」及び「WSU23」は21日後から発病し始め、28日後の発病株率はそれぞれ57.1%、25.0%だった。「New Season」は定植28日後まで全く発病しなかった(表3)。

試験2 体細胞和合性によるレース検定

県内7ほ場から分離した7菌株について、体細胞和合性検定法によりレース検定したところ、5菌株はレース2Bのnit1との境で旺盛な白色の菌叢を生じた。残りの2菌株はレース2BのNitMとの境で旺盛な菌叢を生じた(表4)。

表3 判別品種によるエンドウ萎凋病菌^{*}のレース検定

判別品種	供試株数	発病株数				発病株率(%)	抵抗性
		7日後	14日後	21日後	28日後		
Little Marvel	4	0	2	4	4	100	S
Darkskin Perfection	6	0	0	6	6	100	S
New Era	7	0	0	3	4	57	?
New Season	7	0	0	0	0	0	R
WSU23	4	0	0	1	1	25	R
WSU28	6	0	2	5	5	83	S

^{*}供試菌株「01-01」

表4 体細胞和合性によるレース検定

菌株		対峙培養した菌レース										判定したレース	
採取		1		2A		2B		5		6			
年月	場所	nit1	NitM	nit1	NitM	nit1	NitM	nit1	NitM	nit1	NitM		
01-01	02.2 豊橋市老津町	赤花つるあり	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	2
1005-1	03.1 豊橋市老津町	赤花55	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	2
3001-1	02.12 豊橋市細谷町	赤花55	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	2
6003-2	03.2 豊橋市城下町	コムサダ スナップ	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	2
6005-1	03.2 豊橋市城下町	コムサダ スナップ	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	2
6006-1	03.2 豊橋市城下町	コムサダ スナップ	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	2
8005	03.2 渥美郡渥美町	白星	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	2

表5 エンドウ萎凋病に対するサヤエンドウ品種の抵抗性（根切断浸根接種*）

品種	供試株 数(株)	発病株数						発病株 率	抵抗 性*
		7日後	14日後	21日後	28日後	35日後	42日後		
ジャッキー	24	0	0	0	0	0	0	0	R
ホルンスナック	12	0	0	0	0	0	0	0	R
アマイエンドウ	12	0	0	0	0	0	0	0	R
グルメ	12	0	1	5	12	12	12	100	S
スナック	24	0	0	1	16	23	24	100	S
ニムラサラダスナップ	24	0	7	19	24	24	24	100	S
スナック753	12	0	0	0	11	12	12	100	S
スナック2号	24	0	12	24	24	24	24	100	S
かわな大莢PMR	12	0	9	12	12	12	12	100	S
仏国大莢	12	0	7	12	12	12	12	100	S
オランダ	24	0	10	21	24	24	24	100	S
莢美人	24	0	0	0	0	0	0	0	R
つるなし赤花	24	0	0	0	1	1	1	4	R
あずみ野30日PMR	24	0	0	0	0	0	0	0	R
三十日	24	0	0	0	0	0	0	0	R
電光三十日	24	0	0	0	0	0	0	0	R
成駒三十日	12	0	0	0	0	0	0	0	R
赤花つるあり	12	0	0	0	0	7	9	75	M
日本	24	0	0	0	11	16	19	79	M
兵庫	24	0	0	0	6	17	20	83	M
乙女2号	24	0	1	10	21	21	22	92	S
鈴成砂糖	24	0	2	18	24	24	24	100	S
赤花55	24	0	2	10	19	24	24	100	S
ニムラ赤花2号	12	0	1	7	12	12	12	100	S
白星	24	0	5	16	23	23	24	100	S
白姫	12	0	2	7	11	12	12	100	S
白目渥美	24	0	1	3	10	23	23	96	S
美笹	24	0	0	6	22	23	23	96	S
黒目渥美	24	0	1	5	10	21	24	100	S
紀州ウスイ	24	0	0	5	20	24	24	100	S

*断根した苗を 10^6 cells/ml菌懸濁液に5分浸漬して植え付けた。

*感受性品種90%以上,中程度20~89%,抵抗性20%未満

試験3 根切断浸根接種によるサヤエンドウ品種の抵抗性

スナックタイプのエンドウでは、定植14日後に「グルメ」、「スナック2号」及び「ニムラサラダスナップ」が発病した。特に「スナック2号」は、定植14日後に既に発病株率50%と非常に早く発病が進んだ。その後、「スナック」と「スナック753」も発病し、42日後には8品種中5品種が発病した。発病した品種はいずれも発病株率100%となり、感受性であった。「ジャッキー」、「ホルンスナック」及び「アマイエンドウ」は全く発病せず、抵抗性と判定した。

大さやエンドウでは、「かわな大莢PMR」、「仏国大莢」及び「オランダ」が定植14日後から発病し始め定植42日後にはいずれも発病株率100%となり、感受性品種であった。

絹さやエンドウでは、「乙女2号」、「鈴成砂

糖」、「赤花55」、「ニムラ赤花2号」、「白星」、「白姫」、「白目渥美」及び「黒目渥美」が定植14日後から発病し始めた。その後、「赤花つるあり」、「つるなし赤花」、「日本」、「兵庫」及び「美笹」も発病した。42日後の発病株率が20%未満で抵抗性と判定した品種は、「莢美人」、「つるなし赤花」、「あずみ野30日PMR」、「三十日」、「電光三十日」及び「成駒三十日」の6品種であり、「つるなし赤花」以外は全く発病しなかった。「赤花つるあり」、「日本」及び「兵庫」は発病株率75.0%、79.2%、83.3%と中程度抵抗性品種であった。

実エンドウの「紀州ウスイ」は発病株率100%となり感受性品種であった（表5）。

試験4 菌土壌混和接種によるサヤエンドウ品種の抵抗性

スナックエンドウの109日後の枯死株率は、「ジャッキー」と「アマイエンドウ」が0%と全く枯死せ

表6 エンドウ萎凋病に対するサヤエンドウ品種の抵抗性(菌接種土壌*に播種)

品 種	枯死株率(%)									
	37日後	46日後	56日後	64日後	67日後	72日後	84日後	91日後	99日後	109日後
ジャッキー	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ホルンスナック	0	0	0	20	20	20	20	20	20	20
アマイエンドウ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
グルメ	0	0	25	25	25	25	25	25	25	25
スナック	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20
ニムラサラダスナップ	0	0	20	20	40	40	40	40	40	80
スナック753	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
スナック2号	0	0	0	60	60	100	100	100	100	100
がわな大莢PMR	0	0	40	40	40	40	40	40	40	60
仏国大莢	0	0	40	40	40	40	40	40	40	40
オランダ	0	0	20	20	20	40	60	60	60	80
莢美人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
つるなし赤花	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
あずみ野30日PMR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
三十日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
電光三十日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
成駒三十日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
赤花つるあり	0	0	0	0	0	0	20	20	20	40
日本	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
兵庫	0	0	20	20	20	20	40	40	40	60
乙女2号	0	0	40	40	40	40	40	60	60	60
鈴成砂糖	0	0	0	40	60	60	60	60	80	80
赤花55	0	0	0	40	0	0	0	0	20	60
ニムラ赤花2号	0	0	20	40	20	20	40	40	60	60
白星	0	20	20	40	40	60	60	60	60	60
白姫	0	25	25	40	25	50	75	75	75	75
白目渥美	0	0	0	40	0	0	0	0	0	60
美笹	0	0	0	40	40	40	40	40	40	40
黒目渥美	20	20	20	40	20	20	40	40	60	80
紀州ウスイ	0	0	0	40	0	20	20	20	20	40

* 菌密度 1.8×10^3 cells/生土g

ず、「ホルンスナック」、「グルメ」及び「スナック」が20~25%と低かった。「ニムラサラダスナップ」と「スナック753」は80%と高く、「スナック2号」は100%と全て枯死した。

大さやエンドウの3品種は、枯死株率40~80%であった。

絹さやエンドウでは、「つるなし赤花」、「あずみ野30日PMR」、「三十日」、「電光三十日」及び「成駒三十日」は全く枯死しなかった。「莢美人」は枯死株率20%と低かった。「赤花つるあり」、「日本」及び「美笹」は枯死株率40%、「乙女2号」、「赤花55」、「ニムラ赤花2号」、「白星」、「兵庫」、「白目渥美」、「白姫」及び「鈴成砂糖」、「黒目渥美」は60~80%が枯死した。

実エンドウの「紀州ウスイ」の枯死株率は40%であった(表6)。

また、エンドウ主枝内部への菌の侵入節位は、スナックエンドウでは「ジャッキー」が、侵入節位率11.7%と低く、「スナック753」、「ホルンスナック

ク」及び「アマイエンドウ」が21.5~36.4%、「スナック」と「グルメ」が50%以上、「ニムラサラダスナップ」が81.1%と高かった。「スナック2号」は100%と先端まで菌が侵入していた。

大さやエンドウの3品種は、侵入節位率55.9~74.5%であった。

絹さやエンドウでは、「つるなし赤花」が0%と植物体内から全く検出されなかった。「電光三十日」、「成駒三十日」、「三十日」及び「あずみ野30日PMR」は10%以下だった。「莢美人」は16.5%、「赤花つるあり」は33.7%とやや低かった。「白目渥美」、「日本」、「鈴成砂糖」及び「美笹」は49.3~74.9%、「白姫」、「兵庫」、「白星」、「黒目渥美」、「赤花55」及び「ニムラ赤花2号」は80%以上とほとんどの節位から菌が分離できた。「乙女2号」は100%と先端まで菌が侵入していた(表7、図1)。

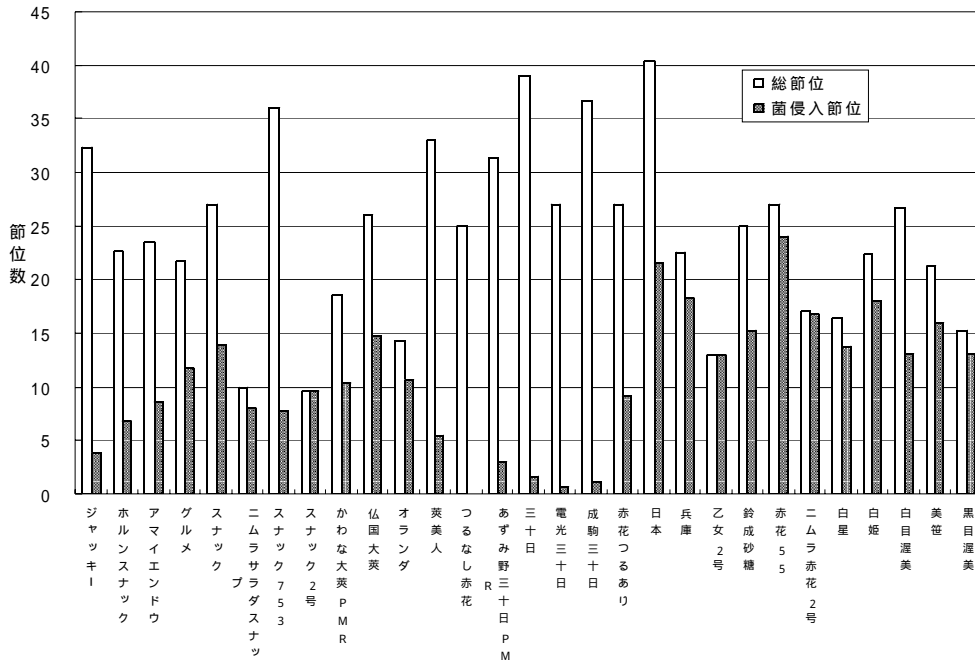


図1 エンドウ萎凋病菌侵入節位

表7 エンドウ萎凋病菌侵入節位

品種	総節位	菌侵入節位率(%)*
ジャッキー	32.3	11.7
ホルンスナック	22.7	30.0
アマイエンドウ	23.5	36.4
グルメ	21.7	54.0
スナック	27.0	51.7
ニムラサラダスナック	10.0	81.1
スナック753	36.0	21.5
スナック2号	9.6	100.0
かわな大莢PMR	18.5	55.9
仏国大莢	26.0	56.7
オランダ	14.3	74.5
莢美人	33.0	16.5
つるなし赤花	25.0	0.0
あずみ野三十日PMR	31.3	9.4
三十日	39.0	4.3
電光三十日	27.0	2.7
成駒三十日	36.7	2.9
赤花つるあり	27.0	33.7
日本	40.3	53.3
兵庫	22.5	81.0
乙女2号	13.0	100.0
鈴成砂糖	25.0	61.3
赤花55	27.0	88.9
ニムラ赤花2号	17.0	98.5
白星	16.3	84.4
白姫	22.3	80.8
白目渥美	26.7	49.3
美笹	21.3	74.6
黒目渥美	15.3	85.2

*菌が確認された最も先端に近い節位を、全節位で除した。

考 察

菌株「01-01」は、判別品種6品種を用いたレース検定では、「Little Marvel」、「Darkskin Perfection」及び「WSU28」が感受性、「New Season」及び「WSU23」が抵抗性を示した。また、「New Era」の抵抗性は判然としなかった。この結果を既知のレースと品種の関係に当てはめると、供試菌株「01-01」はレース2と判定される。なお、定法では接種42日間の発病株率で判定することとなっているが、室内試験のため軟弱に生育したこと、発病の有無が速やかに現れ判定が可能と思われたことから、接種28日後で試験を打ち切った。

体細胞和合性は、体細胞和合性群（VCG）とレースの間に相関があるといわれており、VCG0070はレース5、VCG0071はレース1または6、VCG0072とVCG0073はレース2に相当するといわれている。レース2に相当するVCGは2種類あるためそれぞれレース2A、レース2Bと称されている。また、nitのタイプは、利用可能な炭素源によりnit1、nit3及びNitMがあるが、この利用能以外の性質に差異はないとされている⁸⁾。

「01-01」は、体細胞和合性によるレース検定でもレース2Bのnit1と和合したことからレース2と判定された。

先に筆者は平成16年度ジーンバンク事業報告において本病原菌をレース6と報告したが、今回、菌株「01-01」が判別品種を用いた検定、体細胞和合性に

よる検定のいずれにおいても、レース2と判定されたため、ここに訂正する。

試験2では、「01-01」以外の菌株についても体細胞和合性を調査したが、供試した6菌株のうち4菌株がレース2Bのnit1と、2菌株がレース2BのNitMとの境で補完反応を生じた。nit1とNitM株は利用能を欠損する硝酸塩が異なるのみで、レースはいずれもレース2Bである。7ほ場から分離した菌がいずれもレース2Bと和合したことから、本県で発生しているエンドウ萎凋病菌は、全てレース2であると推察された。この結果は、先に農林水産省横浜植物防疫所が示した本県採取株の別菌株の結果とも一致した³⁾。

試験3では、試験1及び2でエンドウ萎凋病菌レース2と判定した本県採取菌株に対するサヤエンドウ品種の抵抗性の有無を調査し、Kevinの方法に基づき⁵⁾発病株率20%未満は抵抗性、20~90%は中程度抵抗性、90%以上は感受性品種とした。その結果、抵抗性品種が9品種、中程度抵抗性品種は3品種、感受性品種が18品種となった。現在愛知県で主に栽培されている品種は「ニムラサラダスナップ」、「鈴成砂糖」、「赤花55」、「白星」及び「美笹」であるが、いずれも感受性品種であった。

より現地での発病に近い条件で行った試験4の結果では、試験3で抵抗性品種と判定した9品種の枯死株率は0~20%、中程度抵抗性3品種の枯死株率は40~60%、感受性品種18品種の枯死株率は20~100%となり、試験3の結果とも比較的良好に整合した。また、植物体内への菌の侵入節位率は、試験3で抵抗性品種と判定した9品種では0~36.4%であった。試験3で感受性と判定した18品種では、極端に低かった「スナック753」の21.5%を除くと、49.3%~100%となった。感受性品種は枯死時期が早く、大きく生育する前に枯死することが多いため、先端に近い部分まで菌が侵入しやすいが、同程度の節位まで生育した抵抗性品種「電光三十日」と感受性品種「スナック」、「赤花55」を比較すると、菌侵入範囲はそれぞれ2.7%、51.7%、88.9%と抵抗性品種と感受性品種で全く異なり、感受性品種では先端近くまで菌が侵入することが明らかとなった。

以上のことから、本県で発生しているエンドウ萎凋病菌はレース2であるといえる。そしてレース2に対してはサヤエンドウ品種のうち「三十日」、「つるなし赤花」など複数の抵抗性品種が存在することが明らかとなった。

なお、エンドウ萎凋病の防除方法としては、クローピクリン、クロピクテープ及びキルパーによる土壌消毒、特に全面処理による土壌消毒の効果が報告されているが¹⁰⁻¹²⁾、本試験により抵抗性品種を用いた防除が可能であることが明らかとなった。ただし、これら抵抗性品種がそのまま現地に導入できるかは不明であり、導入にあたっては抵抗性品種の栽

培特性を明らかにする必要がある。

謝辞：標準菌（レース1、2A、2B、5、6の各nit1及びNitM）は農林水産省横浜植物防疫所より分譲していただいた。供試したエンドウ種子の一部はJohn Innes Centre、大谷種苗株式会社より分譲していただいた。また本研究の一部は農業生物資源バンク事業において行った。ここに記して感謝の意を表する。

引用文献

1. 松崎聖史, 本蔵洋一, 迫田琢也, 深谷雅博. 愛知県における *Fusarium oxysporum* f.sp. *pisii* によるエンドウ萎凋病 (新称) の発生. 日植病報. 69: 274(2003)
2. 迫田琢也, 本蔵洋一, 上田幸史. エンドウ萎凋病の圃場における病徴診断項目の検討. 植物防疫所調査研究報告. 40: 157-161(2004)
3. 上田幸史, 本蔵洋一, 迫田琢也, 木村繁. 愛知及び静岡県のエンドウ苗から検出されたエンドウ萎凋病 (仮称) 菌の体細胞和合性群及びレースについて. 日植病報. 70: (2004)
4. Hagedorn. Compendium of Pea Disease 2. APSpress. p.14-16
5. Kevin. Resistance to *Fusarium* Wilt Race 2 in the *Pisum* Core Collection. J.AMER.SOC.HORT.SCI, 124(1):28-31(1999)
6. Hadar. The Use of Nitrate-Nonutilizing Mutants and a Selective Medium for Studies of Pathogenic Strains of *Fusarium oxysporum*. Plant Disease. vol.73-No.10:800-803(1989)
7. Puhalla. Classification of strains of *Fusarium oxysporum* on the basis of vegetative compatibility. CAN.J.BOT.VOL.63:179-183(1984)
8. 竹原利明, 國安克人. nit変異株を用いたフザリウム病の発生生態の解明 () *Fusarium oxysporum* の各分化型のnit変異菌株の作成. 日植病報. 60: 699-704(1994)
9. 吉田桂子, 松崎聖史, 成田悟, 市川耕治, 滝本雅章, 伊藤啓司, 深谷雅博. エンドウ萎凋病 (仮称) の被害調査. 関西病虫害研報. 45: 118(2003)
10. 吉田桂子. 愛知県におけるエンドウ萎凋病の発生と防除. 今月の農業. 49(10): 39-42(2005)
11. 吉田桂子, 間下なぎさ, 伊藤啓司, 三宅律幸, 成田悟. 土壌消毒剤によるエンドウ萎凋病の防除法. 関西病虫害研報. 47: 113-114(2005)
12. 吉田桂子, 間下なぎさ. エンドウ萎凋病の発病条件と防除対策. 愛知県農総試研報. 37:105-110(2005)