

## エンドウペと病の発生条件と寄生性

金磯泰雄

(徳島県立農業試験場)

Conditions of development and parasitism on pea downy mildew

By Yasuo KANAISO (Tokushima Prefectural Agricultural Experiment Station, Ishii-cho, Tokushima 779-3233, Japan)

Conditions of development and parasitism of pea downy mildew were investigated. Infection by causal fungus usually observed under 11 to 15 C and optimum temperature to infect was between 12 and 14 C. The disease appeared on many parts of the plant, showing difference in susceptibility to pathogens among varieties. Wet period for infection usually needed more 6 hours. Leaves is most susceptible to the disease among each part of pea. The younger ones such as leaves before leafing are more liable to infection, and become resistant at maturity. Of many species of vegetable crops and weeds tested for alternative hosts of pathogens, only 3 varieties of pea was attacked. Results suggested pea downy mildew in Tokushima prefecture was caused by *Peronospora pisi*.

### 緒 言

エンドウペと病の日本における発生は田中・成田(1947)が「北方の農作物病害」で初めて報告し、少し遅れて山田・山本(1953)も報告している。その後しばらくの間発生等は報告されなかったが、30年後に家村(1983)が和歌山県での発生事例を報告している。本病の発生生態や防除方法については欧州で報告されている(OLOFSSON 1966, ALLARD 1970, PEGG and MENCE 1970, 1972)が、国内での検討はなされてなく、徳島県においても1986年の初発生以降他のペと病に準じた形での対応が余儀なくされている。そのため本病に関する薬剤の防除効果や現地における発生実態について調査検討した(金磯ら, 1988, 1990, 1991)。現地の発生事例から本病の発生しやすい温度条件は低く、またエンドウペと病菌は周辺の他の植物には感染しないことから、寄主範囲が狭いことが推察された(金磯・山内, 1991)。さらに施設における発生事例から各個体における発病

位置(葉位)がほとんど変わらず、発病感染が一斉に生じているという現象が観察された。

しかし、的確な防除対応をとるにはなお発生条件等の検討が必要と考えられた。そこでエンドウペと病の発生好適温度条件やエンドウペと病菌の寄生性について検討した。

### 材料および方法

#### 1. 供試苗の育成と病原菌の採集および接種

ガラス室で直径12 cmの黒色ポリエチレンフィルム製ポットにエンドウ(品種: にむら赤花)を1粒ずつ播種した。ガラス室で約1カ月間育苗した8~10葉期の苗を各試験に供試した。

用いたエンドウペと病菌は、試験実施前の11月~1月に阿波町、市場町、川島町の現地圃場から採集した。13℃の人工気象室の湿室条件下の中で、各菌株を噴霧接種したエンドウ苗を育て、菌株を維持した。

病原菌は $2.0 \times 10^2$  /mLの孢子懸濁液を手動噴

霧器で表裏が十分濡れるよう噴霧接種した。接種後3日間は葉が乾かないよう水の噴霧を繰り返し、以降も調査日までなるべく乾かないよう適宜噴霧した。

## 2. 感染発病適温

### 1) 病原菌の採集場所と発病部位

(1993年)

5℃から2.5℃間隔で30℃まで温度設定した人工気象器で、エンドウ苗を15ポットずつ育苗した。

1993年1月8日に、1992年12月17日に県内3町から採集した各菌株を5ポットずつ接種した。

発病調査は接種20日後の1月28日に行い、菌叢が発生している部位について肉眼で確認し、必要に応じて実体顕微鏡観察を行った。

(1994年)

5℃から2.5℃間隔で25℃まで温度設定した人工気象器で、ほぼ同じ試験を翌年の1994年1月20日に噴霧接種して実施した。供試菌株は1993年12月20日に上記と同じ3町から採集した菌株を用いた。調査は接種後20日後の2月9日に実施した。

### 2) 病原菌の採集場所と発生程度

人工気象器の温度を7～18℃まで1℃間隔に設定し、上記同様に実施した。1995年1月13日に各菌株を噴霧接種した。接種したべと病菌は1994年12月10日に試験1と同じ3町から採集した。

2月1日に接種時の展開上位第1および2葉の小葉各50葉につき病斑面積率を調査した。

### 3) 品種と部位別発生

サヤエンドウ4品種（にむら赤花、にむら赤花2号、美笹、貴笹）および実エンドウ2品種（緑うすい、白竜）を供試した。1)の試験と同じ川島町で1994年12月10日に採集した菌株を、3月20日に接種した。

人工気象器の温度設定は7.5, 10, 12.5, 15, 17.5および20℃とした。

発病は4月20日に病原菌の菌叢の発生部位を1)に準じて調査した。

## 3. 露滴の存続期間と感染発病

### 試験1

1995年に露滴の存続時間とべと病菌の感染発病との関係を検討した。ポット苗70株を13℃に設定した人工気象室に入れ、2月23日に病原菌を噴霧

接種した。その後直ちにビニルフィルムで被覆し、湿室状態とした。3, 4, 5, 6, 8, 10, 24時間経過ごとに10ポットずつ取り出し、同じ温度に設定した別の人工気象室に入れた。各ポットは直ちに露滴を手で払い落とすとともに、東洋ろ紙No. 2を葉の表裏、基部や未展開葉の隙間に軽く当てて吸湿して露滴を除去し、同室内で送風機（3m/秒）に1時間あてて乾燥した後、風の当たらない場所に配置した。

接種には1994年12月10日に市場町から採集した菌株を用いた。発病調査は接種翌日の1995年2月24日から3月12日までの20日間適宜肉眼で観察した。

### 試験2

1994年12月10日に川島町で採集した菌株を、1995年3月14日にエンドウ苗に接種した。試験は試験1に準じて実施した。

### 試験3

1995年12月10日に川島町で採集した菌株を、1996年2月20日にエンドウ苗に接種した。試験1に準じて実施し、また未展開から展開上位第2葉（接種時）の全葉につき発病小葉率を調査した。

## 4. 葉位と感受性

10, 20, 30葉期のエンドウ2品種（にむら赤花、緑うすい）を各10ポット供試し、1995年2月10日に噴霧接種後、13℃の人工気象器で育てた。各ポットはビニルで被覆した湿室条件下に置き、接種後3日間は適宜水を噴霧して乾かさないようにした。

20日後の3月2日に発病の有無について調査した。

## 5. 寄生性

1993年～1997年の1～6月に、ホトケノザおよびトマト等22種類の雑草や栽培植物をポットに植え、13℃に設定した人工気象室に入れた。べと病菌を噴霧接種した後、4の試験と同様に湿室条件下で育てた。各植物とも接種後1カ月間、発病の有無について継続して調査した。

接種に用いた菌株は、1993年、1994年、1995年は前年12～1月に3町から、1996年は前年12月に市場町および川島町から、また1997年は1月に川島町から採集した。

## 試験結果

### 1. 感染発病適温と発生部位

3町から採集したべと病の各菌株の5℃～30℃における2カ年の接種試験結果は第1表に示した。年次間の差は少なく、葉身を中心に托葉、葉柄、つる、茎の各部位で発病が観察された。しかしそれぞれ温度によって発生部位がやや異なり、10℃では両年とも葉身にのみ発生がみられた。12.5℃では葉身だけでなく托葉、葉柄、つるに発生し、1994年には市場町の菌株で茎に菌叢が観察されるなど、多くの部位で発生が認められた。15℃では葉身および托葉で発生し、1994年には市場町の菌株で葉柄にも発生した。また7.5℃以下および17.5℃以上では発生は認められなかった。

7～18℃の1℃間隔の温度設定における小葉に発生した病斑面積率については、第2表のように8、9℃の感染発病は著しく低く、10℃でも低かった。発病は11℃以上で急増し、12～14℃ではいずれも病斑面積率が10%を越えた。しかし15℃で低くなり、16℃での感染発病は著しく低かった。また18℃以上での発生はみられなかった。採集場所による菌株間の大きな差は認められなかった。

第1表 エンドウべと病菌の採集年次および場所と異なる温度下における発生部位

温度 <sup>1)</sup> (℃)	1993年			1994年		
	阿波 <sup>2)</sup>	市場	川島	阿波	市場	川島
5.0	—	—	—	—	—	—
7.5	—	—	—	—	—	—
10.0	a <sup>3)</sup>	a	a	a	a	a
12.5	abd	abc	abc	abcd	abcde	abcd
15.0	ab	ab	ab	ab	abc	ab
17.5	—	—	—	—	—	—
20.0	—	—	—	—	—	—
22.5	—	—	—	—	—	—
25.0	—	—	—	—	—	—
27.5	—	—	—	—	—	—
30.0	—	—	—	—	—	—

- 注1) 温度：最大幅±0.5℃で変化  
 2) べと病菌の採集場所：阿波町,市場町,川島町  
 3) 発生部位：a；葉身, b；托葉, c；葉柄, d；つる, e；茎  
 4) —は発生なしを示す  
 5) 空欄は試験なし

第2表 エンドウべと病菌の採集場所と異なる温度下での葉における発生程度

温度 <sup>1)</sup> (℃)	病斑面積率 (%)		
	阿波 <sup>2)</sup>	市場	川島
7	0	0	0
8	0	0.5	0.5
9	2.1	0.8	0.6
10	2.5	1.6	1.0
11	8.3	6.4	5.6
12	15.8	16.9	11.8
13	16.7	13.8	12.3
14	11.6	11.5	10.2
15	6.6	3.2	4.5
16	2.5	0.8	2.0
17	1.5	0	0
18	0	0	0

- 注1) 温度：最大幅±0.5℃で変化  
 2) べと病菌の採集場所：阿波町,市場町,川島町

第3表 エンドウ6品種の異なる温度下におけるべと病の発生部位

温度 <sup>1)</sup> (℃)	品 種 名					
	にむら 赤花	にむら 赤花 2号	美笹	貴笹	緑 うすい	白竜
7.5	—	—	—	—	—	—
10.0	a <sup>2)</sup>	a	a	a	a	a
12.5	abd	abc	abc	abcd	abcde	abcd
15.0	a	ab	a	ab	abc	ab
17.5	—	—	—	—	—	—
20.0	—	—	—	—	—	—

- 注1) 温度：最大幅±0.5℃で変化  
 2) 発生部位：a；葉身, b；托葉, c；葉柄, d；つる, e；茎  
 3) —は発生なしを示す

6品種における7.5～20℃までの2.5℃間隔の温度下における感染発病部位については第3表に示した。10℃では全品種とも葉身のみで発病が認められた。しかし12.5℃では6品種とも葉身と托葉で発病し、5品種で葉柄に、4品種でつるに、また「緑うすい」で茎に発生した。15℃は全品種の葉身と4品種の托葉、また「緑うすい」で葉柄に発病が観察された。品種「緑うすい」が12.5℃および15℃下ともに最も多くの部位で発生し、ついで「貴笹」と「白竜」の発生部位が多かった。

## 2. 露滴の存続期間と発病

第4表のように4時間の露滴の存在で試験2のみに1ポット感染発病が認められたが、試験1および3では認められなかった。しかし全試験とも5時間で20%、6時間で50%以上のポットで発病が認められた。さらに8時間を超えるといずれの試験においても全ポットで発病が認められた。また試験3のように露滴の存続期間が長くなるにつれて発病小葉率も高くなった。

第4表 露滴の存続時間とエンドウべと病の発生株率<sup>1)</sup>(発病小葉率)

時間	試験1 <sup>2)</sup>	試験2	試験3
3	0%	0%	0%(0%)
4	0	10	0(0)
5	20	20	20(2.6)
6	50	70	70(6.3)
8	100	100	100(14.6)
10	100	100	100(27.1)
24	100	100	100(37.8)

注1) 各試験とも10株(ポット)を供試

2) べと病菌の採集年次と場所:

試験1; 1994年市場町

試験2; 1994年川島町

試験3; 1995年川島町

## 3. 葉の葉位別感受性

生育ステージの異なるエンドウにおける発病の有無を調査した結果は第5表に示した。いずれも接種時に未展開～上位第1葉に発病が多く認められた。全試験とも第2葉まで発生が見られ、試験2の緑うすいのみで極低率ながら第3葉まで発病した。いずれも第4葉より下位の生育の進んだ成葉での発病は全く認められなかった。

## 4. 寄生性

第6表に示したように、ソラマメ等のマメ科作物やエンドウに近縁のスイトピーやカラスノエンドウ、スズメノエンドウを含む21植物において、発病は観察されなかった。

## 考 察

エンドウべと病は露地では発生が観察される程度で症状も軽く、実害はほとんどないが施設ではしばしば多発して問題となる(家村 1983, 金磯・山内 1991)。特に施設で激発すると莢に発生がみられることから、汚染種子による種子伝搬が懸念されるなど重大な被害拡大に結びつくことが推察される。しかしエンドウに発生するべと病菌

第5表 エンドウの生育ステージとべと病の発生(発病小葉率%)

葉位 <sup>1)</sup>	接 種 時 の 葉 期						発病 小葉率 の平均
	5 葉 期		10 葉 期		20 葉 期		
	にむら 赤 花	緑 うすい	にむら 赤 花	緑 うすい	にむら 赤 花	緑 うすい	
未展開	61.8	66.2	47.6	52.8	50.4	46.8	54.2
1	35.4	31.7	30.3	28.6	25.8	28.5	30.1
2	14.7	17.6	12.5	12.4	9.3	9.6	11.2
3	0	0	0	1.8	0	0	0.3
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6			0	0	0	0	0
7			0	0	0	0	0
8			0	0	0	0	0
9			0	0	0	0	0
10			0	0	0	0	0
11~20					0	0	0

注1) 葉位は接種時における頂葉からの順位

2) 空欄は該当葉なし

第6表 エンドウペと病菌の寄生性

植 物 名	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年
ソラマメ (陵西一寸)	-	-	-		
ダイズ (フクユタカ)	-	-	-		
インゲン (つるなし)	-	-	-		
レンゲ	-		-	-	
カラスノエンドウ	-	-	-	-	
スズメノエンドウ	-	-	-	-	
カタバミ (黄色花)	-		-		-
ホワイトクローバー	-		-		-
スイトピー	-		-	-	-
イチゴ (女峰)		-	-	-	
“ (とよのか)	-	-	-	-	
トマト (ハウス桃太郎)	-		-	-	
ナス (千両)	-		-	-	
キュウリ (シャープ1)	-	-	-	-	-
ニンジン (向陽)	-	-		-	
アザミ	-		-	-	
エノコログサ	-			-	-
セリ	-	-		-	
タンポポ	-	-		-	
ハコベ	-		-	-	
ハハコグサ	-			-	-
ホトケノザ	-	-	-		
エンドウ (にむら赤花)	+	+	+	+	+
“ (緑うすい)	+	+	+	+	+
“ (白竜)	+	+	+	+	+

注1) 各年の採集場所：1993年，1994年，1995年；阿波町，市場町，川島町  
1996年；市場町，川島町，1997年；川島町

- 2) +は発生，-は発生なし  
3) 空欄は試験なし

に関しては，欧州で *Peronospora pisi* (ALLARD 1970) および *Peronospora viciae* (OLOFSSON 1966, PEGG and MENCE 1970) の2種の発生条件等が報告されているが，日本では前者の報告があるのみであり(家村1983)，その発生生態は不明のままである。そこで発病適温等発生におよぼす要因等について検討した。

温度は，ALLARD (1970) によれば *P. pisi* は感染に好適な条件が8～16℃(最適14℃)とされている。今回の試験では8～17℃で発病が認められ，適温は12～14℃と考えられ，最適の温度帯がALLARD (1970) の報告よりやや広いものの極

めてよく似た結果となった。一方 *P. viciae* について PEGG and MENCE (1970) は8～20℃を好適温度条件とし，OLOFSSON (1966) は20℃以上では病原菌の侵入が抑制されるとしている。今回の試験では18℃以上では発生が見られなく，供試した菌株にとっての適温はALLARD (1970) の好適条件に近いと考えられた。

6品種の感染発病部位と温度との関係では，各品種とも10℃および15℃では葉身に，また12.5℃では葉身と托葉で発病が観察された。しかし12.5℃と15℃では他の部位における発病が品種によって異なるなど発生差がみられた。特に「緑うす

い」では両温度下でそれぞれ唯一茎および葉柄に発病が認められるなど、最も多くの部位で発生した。ALLARD (1970) および PEGG and MENCE (1972) とともに品種間の発生差が明瞭にあるとはしていないが、本試験の結果から今後検討する必要がある。

感染に必要な葉面の露滴の存在については *P. pisi* は 6 時間 (ALLARD 1970), *P. viciae* は最低 4 時間 (PEGG and MENCE 1970) が必要とされている。今回の試験でも感染発病が明瞭に認められたのは 6 時間以上で、8 時間を過ぎれば供試全個体が感染発病した。したがって露滴の存続時間が長いと感染発病が進むため、露滴の存続に大きく影響する湿度条件の推移が感染発病に深く関わり、露地よりも施設で多発しやすい (金磯・山内, 1991) ことが裏付けられた。

葉の葉位と感染発病については、ALLARD (1970) および MENCE and PEGG (1971) とともに生育が進むと抵抗性が増加して、感染発病が難しくなるとしている。本試験でも感染発病が認められるのは未展開葉や展開後間もない上位の新葉に限られた。接種時の葉位と発病小葉率との関係では、未展開葉で 54.2%, 展開上位第 1 葉では 30.1%, 第 2 葉では 11.2% と低くなり、第 3 葉では 0.3% と急速に低下した。またそれより以前に展開した第 4 葉や成熟が進んだ中位葉および古い下位葉での発生は全く認められなかった。このことは薬剤防除を実施した場合、現地の施設で本病の発生葉位が異常に揃っていたという現象の裏付けと考えられた (金磯・山内, 1991)。

エンドウに発生するとと病菌の寄生性について、*P. pisi* はエンドウにのみ寄生するとしている (ALLARD 1970) が、*P. viciae* はソラマメおよびクローバーにも寄生する (PEGG and MENCE 1970)。そこでソラマメ、ダイズやホワイトクローバー、カラスノエンドウまたスイトピー等マメ科植物を主に供試して接種したが、エンドウの 3 品種以外の感染発病は認められなかった。したがって徳島県で発生しているべと病菌は寄生範囲が極めて狭い *P. pisi* と推察された。

## 摘 要

エンドウべと病の感染発病におよぼす数種の条件および寄生性について検討した。

1. エンドウべと病の発生適温は 11~15℃ で、最適感染温度は 12~14℃ であった。
2. エンドウべと病はエンドウの葉、つる、茎で感染発病が認められ、温度および品種によって発生部位が異なった。
3. 感染発病に必要な葉面の露滴の存続期間は通常 6 時間以上で、8 時間を越えると試験に供試した全株で発病が認められた。
4. 感染は未展開葉や上位第 1~2 葉等新しい葉に限られ、上位から第 4 葉以前の成熟した葉における感染発病は認められなかった。
5. エンドウべと病菌は栽培している各品種以外への寄生性は認められなかった。
6. 感染発病の好適温度条件や寄生性から、徳島県で発生したべと病は *P. pisi* に起因しているものと推察された。

## 引用文献

- ALLARD, C. (1970): Recherches sur la biologie du mildiou du pois. Ann. Phytopathol., 2 (1): 87~115.
- 家村浩海 (1983): エンドウべと病. 原色新しい病害虫. 全国病害虫専門技術員協議会, 8320.
- 金磯泰雄・原田真治 (1988): エンドウべと病に対する薬剤の防除効果. 四国植防. 23: 29~34.
- 金磯泰雄 (1990): エンドウべと病に対する薬剤による実用的防除. 四国植防. 25: 15~22.
- 金磯泰雄・山内義弘 (1991): エンドウべと病の発生実態. 四国植防. 26: 19~28.
- MENCE, M. J. and G. F. PEGG (1971): The biology of *Peronospora viciae* on pea: factors affecting the susceptibility of plants to local infection and systemic colonization. Ann. appl. Biol., 67: 297~308.
- OLOFSSON, J. (1966): Downy mildew of peas in western Europe. Plant Dis. Rep., 50: 257~261.
- PEGG, G. F. and M. J. MENCE (1970): The biology of *Peronospora viciae* on pea: laboratory experiments on the effects of temperature, relative humidity and light on the production, germination and infectivity sporangia. Ann. appl. Biol., 66: 417~428.

- PEGG, G. F. and M. J. MENCE (1972) : The biology of *Peronospora viciae* on pea : the development of local and systemic infections and their effect on vining yield. Ann. appl. Biol., 71 : 19~31.
- 田中一郎・成田武四 (1947) : 北方の農作物病害. 北方出版社, 札幌 : 89~100.
- 山田 濟・山本秀夫 (1953) : 豌豆の露菌病について (予報). 日植病報18 : 93.