

エンドウべと病の発生実態

金磯泰雄・山内義弘*

(徳島県脇町病害虫防除所, * 脇町農業改良普及所)

The occurrence of pea downy mildew. by Yasuo KANAISO and Yoshihiro YAMAUCHI*
(Plant Protection Office of Wakimachi Province, Wakimachi, Tokushima 779-36 ;
*Agricultural Extention Office of Wakimachi Province)

The first occurrence of pea downy mildew in Tokushima prefecture was recognized in unheated plastic film houses in 1986, and in next year occurred in the open fields. The disease was remarkably prevalent within a few years and appeared in several varieties cultivated in the district. The fungi attacked leaves, petioles, vines, stems and pods. Oospores of fungi were often found in lesions of both stems and pods. In the plastic film houses, the disease usually developed between the end of December and the middle of January, and remarkably prevailed after early February. On the contrary, in the open fields, the disease usually occurred between the middle of January and the beginning of February, and remarkably spread after early April. Meteorological conditions of those period that the disease spread were considered to be suitable for the occurrence of this disease.

緒 言

徳島県西部のエンドウ栽培地帯では、1986年からハウス栽培のエンドウにべと病が発生し、現在では露地栽培エンドウにおいても被害が発生するようになった。新しい病害のため防除対策の必要に迫られ、薬剤による防除試験を実施し、その結果は本誌23, 25号(金磯ら; 1988, 1990)で報告した。本病についてはALLARD(1970), PEGG and MENCE(1970, 1972)等による研究事例はあるが、国内における報告(田中・成田, 1947, 家村, 1983)は単なる発生記載に過ぎないため、発生生態等の解明が急務である。そこで同年から現地における発生実態を調査し、若干の知見を得たのでここに報告する。

本試験の遂行に当たり、徳島県阿波郡阿波町南柴生の現地農家、福井重利氏には多大なご協力をいただいた。ここに深謝する。

調 査 方 法

1. 発生面積の調査

1986年から6年間、徳島県西部の施設および露地におけるエンドウべと病の発生状況について調査した。施設は4町の全圃場、露地は10町の5a以上の圃場を対象とした。1圃場2か所の各500株(点播では150~200)につき発病の有無を観察調査した。発生面積は施設は3月、露地は4月(山間地の青実用エンドウでは5月)発病を確認した圃場の総計とした。

2. 施設での発生

(1) 新規作付ハウス等での発生状況

1988年に美馬郡穴吹町で実施した。エンドウ作付のため初めて導入した小型ビニールハウス(間口2.7 m, 高さ2.5 m, 奥行30~60 m)および以前から栽培している中型ビニールハウス(間口7.2 m, 高さ3.2 m, 奥行30~50 m)における発病の有無について観察調査した。なおエンドウ作付の間の4~7月に他作物を栽培した場合でも連作とした。

(2) 常発ハウス(無加温)での発生推移

毎年発病のみられる阿波郡阿波町の連作ハウス(1984年以後毎年9~3月の間栽培)における発生状況を1988年から4年間調査した。そのうち1991年には1月17日(32~33葉期)に繁茂程度が密な所(m^2 当たり約30茎)と疎な所(m^2 当たり約20茎)の各2か所の複葉100葉, 小葉200葉の発病の有無について調査した。

温湿度の測定には自記温湿度計(バイメタル, 毛髪, いすず製)を用いた。

3. 露地での発生

10町の5 a以上の圃場を対象に, 1987年から播種後の時期別発生状況について観察した。また播種期別すなわち8月, 9月, 10月, 11月(山間青実用エンドウ)の発病の有無を, 生育期間中を通じて調査した。なおそれぞれの対象圃場数は8月が10, 9月が20, 10月が100, 11月は20であった。

10月播きについて, 1988年から3年間3月下~4月上旬にその生育状況を良, やや良, 普通, やや不良, 不良の5段階に分け, それぞれの発病の有無について調査した。

露地の気温は, 穴吹町における徳島地方気象台の観測結果を引用した。

結果および考察

1. 年次別発生と栽培品種等

1986年以後の発生面積については第1表に示した。施設では1986年に初発生した後急増し, 2年後に発生面積は58%以上となった。その後も漸増を続け, 最近2年間では80%を越える発生面積となった。露地でも1987年の初発生後急増し, 2年後には発生面積が53%以上となったが, その後は停滞した。

主要栽培品種におけるべと病の発生および発生部位については第2表に示した。施設では美笹とニムラ赤花で発病を認め, この外貴笹での発生も認めた。発生部位は葉, 葉柄, 卷ひげで, 褐色ビロード状の菌そうが確認された。これに対して露地でもニムラ赤花・同2号のさや用エンドウと, 白竜, 緑うすい, 南海みどり(山間)の青実用エンドウで発生が観察された。発生は葉, 葉柄, 卷ひげの外, 茎とさやにも認められ, 茎とさやでは黄白色病斑部から多数の卵胞子が検出された。

第1表 徳島県西部におけるエンドウべと病の年次別発生

年次	施設		露地	
	栽培面積	発生面積	栽培面積	発生面積
1986	110 (a)	10 * (a)	260 (ha)	0 (ha)
1987	120	30	272	10 *
1988	120	70	261	80
1989	220	150	260	140
1990	130	110	260	120
1991	120	100	250	130

* 初発生

第2表 エンドウの主要栽培品種とべと病の発生部位

年次	施設		露地	
	品種 (さや用)	発生部位	品種 (さや用) (青実用)	発生部位
1986	ニムラ赤花, 美笹	葉, 葉柄, 巻きひげ	ニムラ赤花, 白竜	葉, 葉柄, 巻きひげ
1987	〃	〃	〃	〃
1988	美笹, ニムラ赤花	〃	〃	〃
1989	美笹	〃	ニムラ赤花2号, 緑うすい	葉, 葉柄, 巻きひげ, 茎*
1990	〃	〃	ニムラ赤花, 緑うすい	葉, 葉柄, 巻きひげ, 茎, さや*
1991	〃	〃	〃	〃

* 卵胞子を検出

以上の結果, エンドウべと病は栽培地域全域でみられ, 卵胞子等による汚染も進んでいると推察される。したがって栽培に当っては本病発生に十分注意する必要があるものと思われる。

2. 施設での発生

(1) 新規導入の小型ハウスでの発生

1988年, 美馬郡穴吹町に初めて導入した小型ビニールハウスおよび以前からある中型ビニールハウスにおけるべと病の発生状況は第3表に示した。小型ハウスで発病した6戸のうち3戸は過去にエンドウを作付したことがなく, 他の3戸についても少なくとも1年は栽培していない。一方中型ハウスでは発生ハウスの5戸が毎年栽培しているが, 3農家での1年以内の作付はなかった。

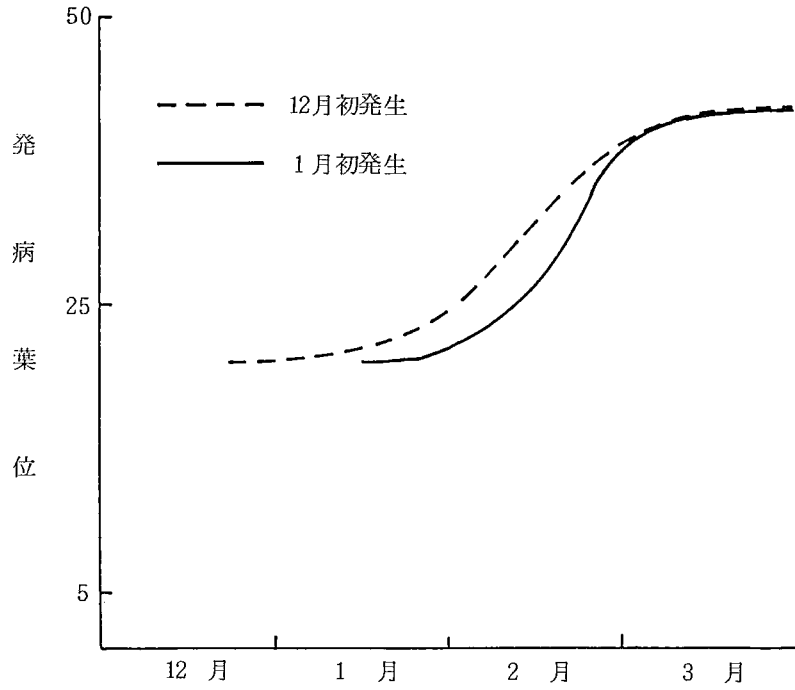
第3表 施設におけるエンドウべと病の発生状況 (徳島県穴吹町, 1988年)

施設の種類	栽培 農家数	発生 農家数	発生ハウスのエンドウ作付状況		
			新規	連作	不明 (過去1年間作付なし)
小型ビニールハウス	14	6	3	0	3
中型ビニールハウス	12	8	0	5	3

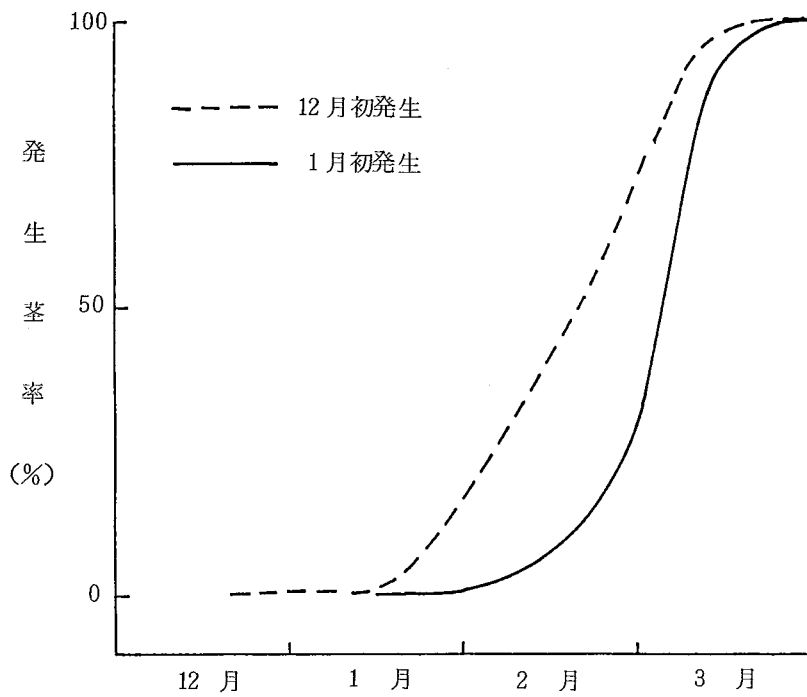
過去に栽培歴のある圃場では連作による土壌汚染も考えられるが, 新規に作付した圃場での発生は種子付着卵胞子による可能性が十分推察される。この点ALLARD (1970) とMENCE and PEGG (1971) は本病の伝染源として卵胞子が重要であるとし, 前者は実験的に汚染した土壌での発病を認め, 後者は必ずしも発病しないが種子付着の卵胞子による一次感染を推察している。これらの点については今後検討する必要がある。なお発病が11月下旬で, 後述する常発ハウスより1か月程度早かったのは, 小型ハウスで標高が200~300mとやや高く, さらに, 栽培農家がハウスエンドウの栽培が初めてであり保湿を優先して多湿にしたことが原因と考えられた。

(2) 常発ハウスでの発生

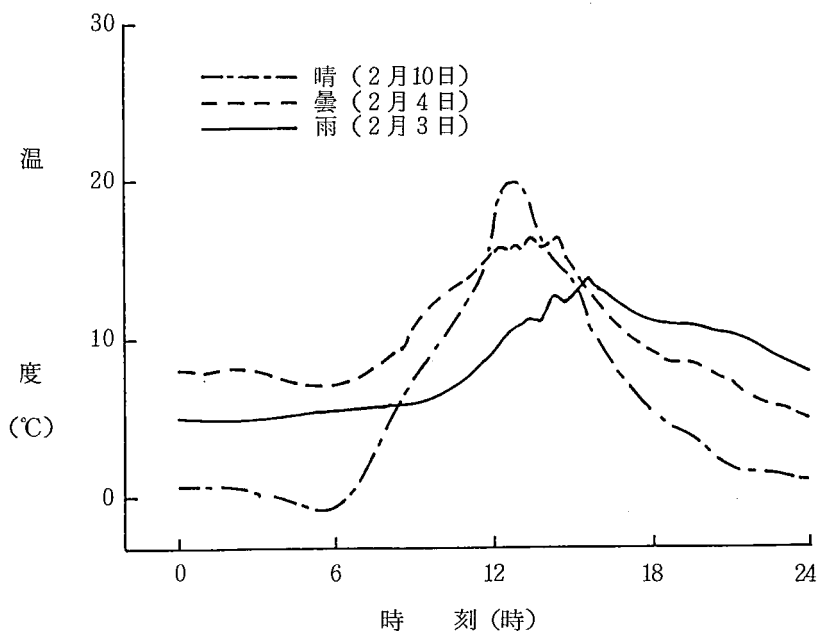
連作を続けた常発の中型ハウスにおける発生推移については第1図と第2図に示した。無加温の二重張りハウスでは通常二重にしまもない12月中・下旬から発病が始まるが, 早い場合には11月末から, また遅い場合は年明け早々から発生が始まる。最初の発生は第1図のように, ハウス内の極少数の茎の下位から20葉位 (誘引している場合は60~80cmの高さ) に突然発生し, その後しばらくは顕著な伝染は認められない。1月中頃から徐々に広がり2月上旬頃頃から急速に上位葉へ蔓延する。なお下位の成熟葉



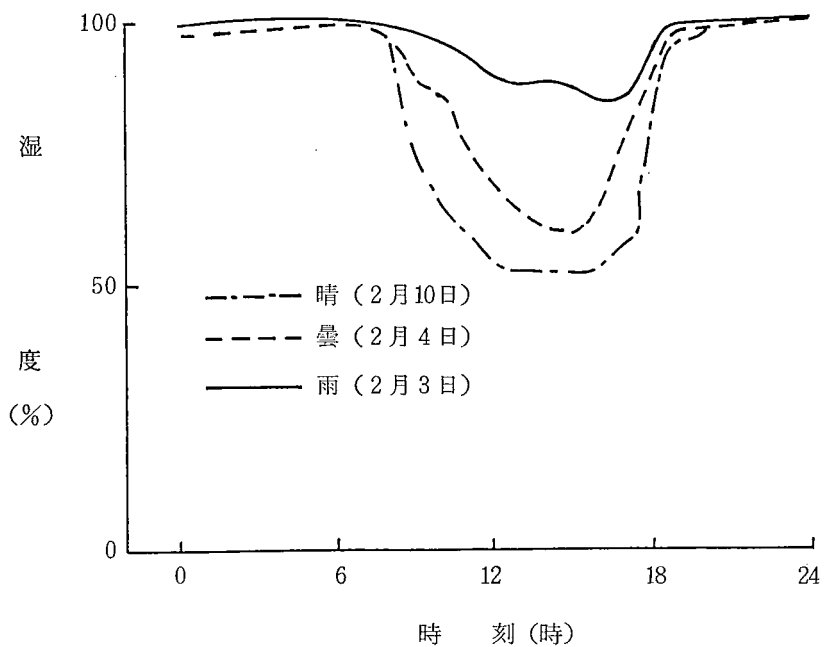
第1図 施設（無加温）における発病葉位の推移（1990～1991）



第2図 施設における発病基率の推移（1990～1991）



第3図 施設における天候と温度の日変化 (1991年2月)



第4図 施設における天候と湿度の日変化 (1991年2月)

への感染はないが、新しく分枝した茎の新葉には感染するため、下位葉へ伝染するように見える場合が少なくない。これについて MENCE and PEGG (1971) が述べているように、本病に対しては、植物体と葉の抵抗性が生長とともに増すものと考えられる。発生後は、第 2 図のように 2 月上・中旬から急速に広がる。通常の場合本病の発生を確認するのはこの時期で、12～1 月に一次発生後分生孢子による二次感染が急速に生じるためと思われる。垂直方向への蔓延とともに隣接する株への水平方法への進展も同時に生じているようであり、このため同じハウス内では広範囲にわたって同じ高さの部位に同一時期に発病が認められる。

2 月上旬のハウスの温湿度の変化については第 3 図と第 4 図に示した。温度の変化は第 3 図のように、晴天時の日較差が大きく、逆に曇雨天の日は小さかった。ALLARD (1970) は二次感染に好適な温度条件は 8～16℃ (最適 14℃) と報告しており、これに該当する時間は雨のち曇の 2 月 3 日で 12 時間以上、曇天の 4 日で 9 時間、晴天の 10 日は午前、午後各 2 時間の 4 時間となり、天候により大きな差異が認められた。一方 PEGG and MENCE (1970) が好適としている 8～20℃ としてもそれぞれ 12 時間以上、12 時間、7 時間と差は大きい。こうした温度変化は 1 月下旬～2 月下旬にも同様に認められ、この時間の曇雨天日には、本病の蔓延に好適な温度条件が長く続くため、発病を助長するものと推察される。

同じ月日の湿度の変化については第 4 図にみるように、雨後曇の 2 月 3 日は著しく高く、最低でも 17 時の 85% であった。これに対して晴天の 10 日は 8 時頃から急速に低下し、13～16 時の 3 時間は 50% 程度であった。曇の 4 日は両者の中間を推移した。いずれの日も 6～7 時頃から湿度が低下し、ハウスを閉める 18～19 時頃に 100% となった。こうした湿度の変化は葉の濡れている時間と大きく関係しており、曇雨天日にはしばしば 10 時頃まで葉の濡れが観察されるが、晴天日には 8 時頃には既に乾燥している。PEGG and MENCE (1970) によれば感染に必要な葉の濡れの時間は最低 4 時間とされ、曇雨天の日に感染が生じやすいものと推察される。なおこのハウスでは金磯ら (1981, 1985) が報告したようなハウス内への畦間わら施用を実施し、雨天を除いてはハウス側面の開放等による換気を十分に行うとともに、灌水も月に 1～3 回に減らして、多湿にならないように管理している。しかし無加温の二重ハウスでは曇雨天日の換気が不十分となり、発生蔓延に好適な条件である多湿の時間帯が長くなるものと考えられる。

エンドウの繁茂状況とべと病の発生について、ハウス内で茎が密生している場所と、疎生している各 2 か所での発病調査を実施した。第 4 表に示したように密生箇所では発病葉率、小葉率が極めて高かった。両者における温湿度の推移は第 5 図に示したように、密生箇所では温度変化がやや少なく、湿度も高く推移していた。これらの結果、密生箇所では疎生箇所比べて ALLARD (1970) の好適条件の時間帯がやや長く、エンドウべと病が感染、蔓延し易いものと考えられる。

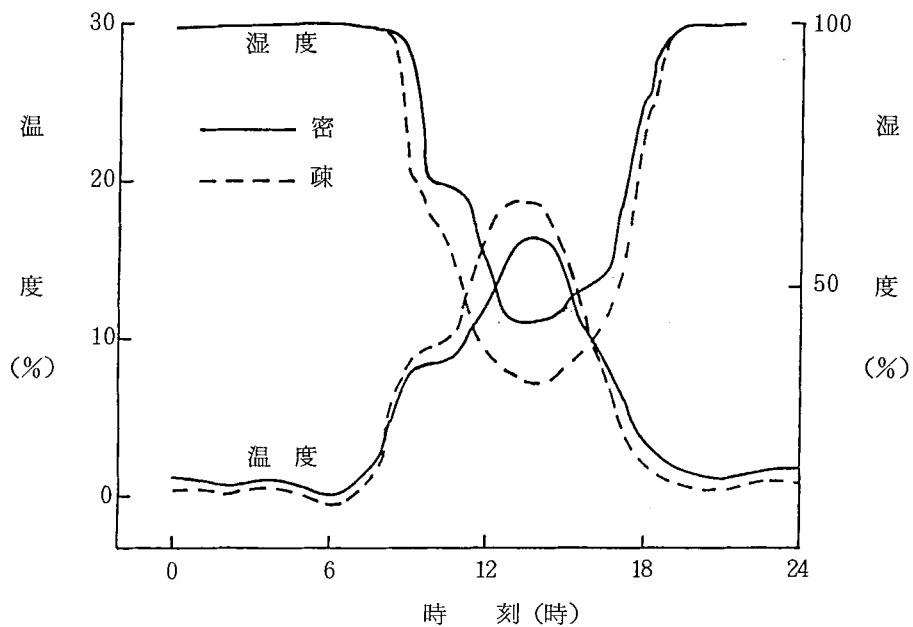
第 4 表 施設におけるエンドウの繁茂の程度とべと病の発生

繁茂の程度 (1 m ² 当りの茎数)	発病葉率	発病小葉率
密 (30.2 本)	29.5 %	28.0 %
疎 (20.9 本)	12.0 %	11.5 %

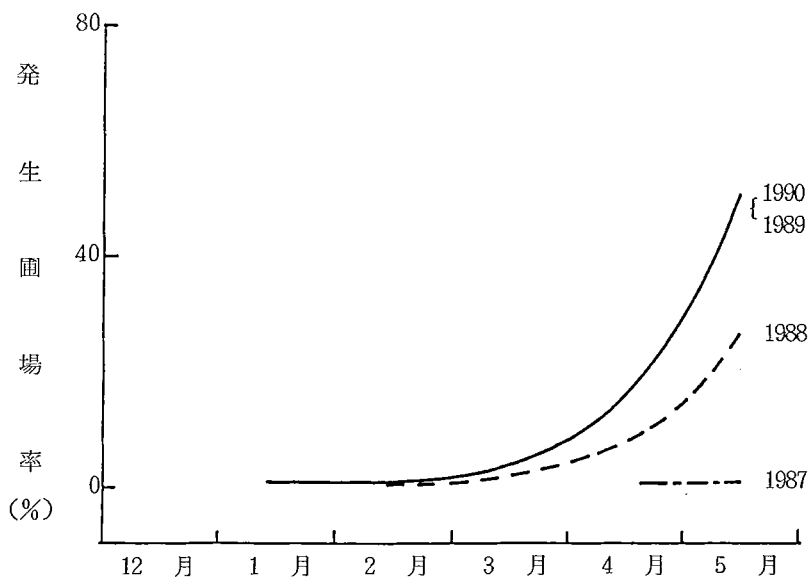
3. 露地での発生

露地では発病を認めた株から他の株への感染および蔓延について十分な調査はできなかった。また点播が多く、発病も調査箇所ではばらつきが大きかったため、主として圃場における発病の有無を観察調査した。

この観察調査に基づいて年次別発生圃場率の推移を第 6 図に示した。1987 年の初発生以来急速に増加



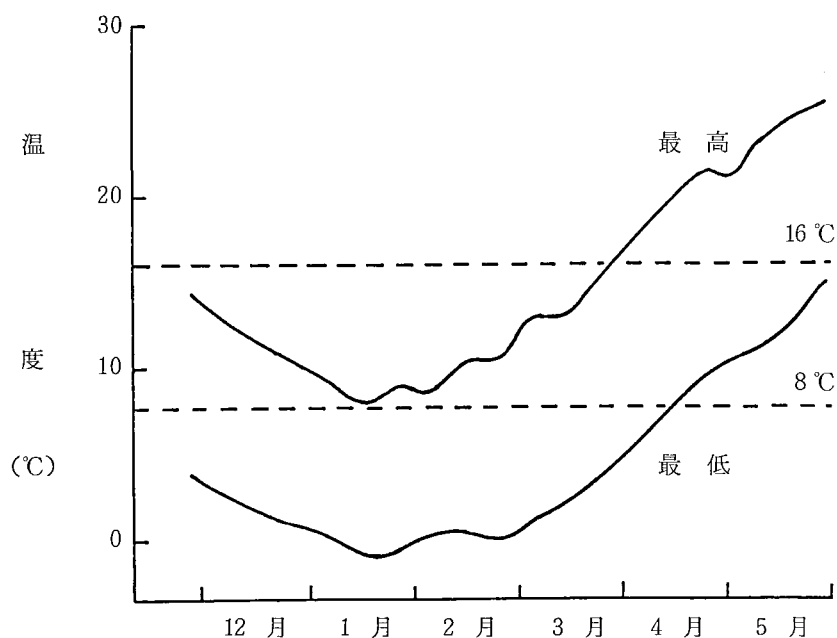
第5図 施設における茎の繁茂程度と温・湿度（1991年2月20日）
 注）繁茂程度（密と疎）は第4表に同じ。



第6図 露地におけるエンドウベと病の発生圃場率の推移（1987～1990）

し、2年後の1989年には50%程度の圃場でべと病の発生が確認されたが、その後は横ばい状態であった。発生は通常1月中頃（連作ほ場や早いほ場では12月）から認められることが多かったが、発病後しばらくはその周辺でわずかに散発する程度でほとんど蔓延しなかった。発病が増加し始めるのは3月中・下旬からで、顕著な発病は4月以後に観察される場合が多かった。

徳島県穴吹町における気温の推移については第7図に示した。前述したように本病の感染蔓延に好適な温度条件はALLARD（1970）、PEGG and MENCE（1970）がそれぞれ8～16℃、8～20℃とし、OLOFFSON（1966）は20℃以上では菌の侵入が抑制されるとしている。これに従うと、3、4月の気温が最適で2月下旬にも十分感染するものと考えられた。また、5月になって発病が急増するのは、4月に感染したものが病徴を現すものと思われる。ALLARD（1970）はこれに関連して14℃下では病徴発現に12日を要するとしている。



第7図 露地における最高、最低気温の推移（平年値、徳島県穴吹町）

栽培している主要7町の町別発生圃場率の3年間の推移については第5表に示したように、年次により場所的変動が大きく認められた。すなわち1988年は阿波町、美馬町で、1989年は市場町、山川町で、1990年には川島町でそれぞれ50%以上の発生圃場を確認した。これらの点に関しては同じ地域で使用される種子が同一業者から入っていることが多く、その場合種子生産者も同じであることが多い。一方エンドウでは忌地現象があるため古くから水稲等を入れた3年程度の輪作が実施されており、ALLARD（1970）が主張しているように、土壌中で卵胞子が長期間生存しても発病がほとんどなかった地域で同時に多圃場において発生することは考え難い。したがって穴吹町の施設栽培で認められた発生と同じく、種子による伝染の可能性が考えられる。

播種時期とべと病発生については第6表で示したように、8月播きを除いて全て発病が認められた。

第5表 徳島県西部の露地栽培におけるエンドウベと病の発生圃場率の年次別推移

年次	市場町	阿波町	川島町	山川町	脇町	穴吹町	美馬町
1988	10.0%	50.0%	15.4%	27.2%	12.5%	15.5%	58.3%
1989	61.5	38.7	46.3	52.4	26.4	20.5	22.8
1990	30.8	27.3	76.5	18.8	8.3	21.5	32.5

第6表 露地栽培での播種時期とエンドウベと病の発生の有無

播種時期	1987	1988	1989	1990	1991
8月	-	-	-	-	-
9月	-	+	+	+	+
10月	+	+	+	+	+
11月*	-	-	+	+	+

注) - : 無発生, + : 発生。* 山間地の青実用エンドウ。

第7表 露地の10月播きエンドウにおける生育の良非とべと病の発生圃場との関係

年次	生育状況				
	良	やや良	普通	やや不良	不良
1988	3/25	6/29	2/26	1/14	0/6
1989	1/13	3/18	2/21	2/26	2/22
1990	3/16	3/32	4/28	3/12	2/12

注) 調査圃場数は各年次とも100, 分母: 生育の良非別に類別した圃場数, 分子: べと病の発生圃場数

特に11月の山間青実用エンドウでは最初の2年間は発生しなかったが、1989年以後は発病した。8月播きで発生が認められない原因としては、調査圃場数が10と少ないことと栽培が12月で終るためと考えられる。すなわちALLARD (1970) 等が指摘する好適湿度条件下に置かれる期間が極めて少なく、また、生育が進んで抵抗性が増加(MENCE and PEGG, 1971)し、感染発病し難いことが推察される。

10月播きの生育程度と発病との関係については第7表に示した。生育が良好な圃場で発生が多い傾向が見られたが、生育の極めて悪い圃場でも発病が認められた場合があった。このことから生育の良非による繁茂の程度と圃場における発病の有無とは相関関係がないものと思われる。

摘 要

徳島県西部のエンドウ栽培地帯におけるエンドウべと病の発生生態について、1986年から1991年まで観察、調査した。

1. 施設では1986年に、また露地では1987年に発生し、以後急速に増加し、1990年には施設の84.6%、露地の46.2%で発病が認められた。栽培している全ての品種で発生が見られ、葉、葉柄、巻ひげ、茎、さやの各部位で病斑が形成され、茎、さやから卵胞子が検出された。
2. 施設の発生調査（穴吹町、1988年）では連作ハウスの多くで発生した外、初めてエンドウを作付した新規小型ハウスでも発生が認められた。常発の連作ハウスでは通常12月下旬～1月中旬に発生が始まり、2月上旬以後急速に伝染、蔓延した。2月上旬の気象条件は、曇雨天日にはエンドウべと病の発生に好適な温・湿度条件と考えられた。また繁茂している場所での発生が多かった。
3. 露地では1月中旬～2月上旬に初発生を観察することが多かったが、連作圃場等では12月上旬から発生を認めることがあった。露地では4月以後発生が顕著であり、中旬頃から急速に増加した。露地の温度条件は3月中旬～4月中旬に本病発生の好適な温度条件となっていると考えられた。県下の主要7町における町別発生圃場率は年次により大きく変動して一定しなかった。露地での生育状況と発病の有無との相関はみられず、播種時期では8月以外の9月、10月、11月播きで発生を認めた。

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・山本 勉 (1981) : 稲わら施用がハウス内の環境ならびに病害の発生に及ぼす影響。徳島農試研報, 19:21-30.
- 金磯泰雄 (1985) : 稲わら施用あるいはポリエチレンフィルムによる被覆がハウス内の環境、キュウリの生育ならびにべと病および菌核病の発生に及ぼす影響。四国植防, 20:25-33.
- 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.
- 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 of 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.