

## 春期におけるガラス室の温度管理とキュウリの べと病およびうどんこ病の発生

金磯泰雄

(徳島県立農業試験場)

Effect of temperature control on the occurrence of downy mildew and powdery mildew of cucumber in glasshouses during spring

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

Occurrence of 2 diseases downy mildew and powdery mildew of cucumber was investigated in glasshouses controlling temperature during spring. Under both the same maximum temperature and internal thermal screen in early spring, setting minimum temperature lower brought more occurrence of downy mildew and less powdery mildew. Internal thermal screen promoted the occurrence of former disease remarkably and restricted the latter in middle spring. The house setting both higher maximum temperature such as 30°C and lower minimum one such as 12°C showed more downy mildew and less powdery mildew without internal thermal screen in middle and late spring. The results suggested temperature control affected clearly disease occurrence in glasshouse culture of cucumber during spring.

### 緒 言

ガラス室やビニルハウス等施設栽培では、3月は保温のため多層被覆になり、また天候不良時には1日中ハウスを閉め切ることが多い。そのため、内部が多湿となりがちで、キュウリべと病やトマト灰色かび病等好湿性病害の発生を招くことが少なくない。これに対して4月、5月は温度の上昇とともに、これら好湿性病害の発生は減少するが、キュウリでは近年好乾性のうどんこ病の発生が顕著になってきている。

好湿性病害については湿度の制御 (Winspear *et al.*, 1970), 除湿機の利用 (木村ら, 1977), 暖房機の運転 (梅川・渡辺, 1980, 1983), 温風暖房機の送風機能の利用 (金磯, 2000) あるいはビニルハウス内への稲わら施用やビニルハウスの側面上部の開放 (金磯ら, 1981, 1985, 1994) 等簡便

な方法で発生の抑制が可能で、その効果はハウス内相対湿度(以下湿度)の低下に起因することが判明している。しかし、うどんこ病に対しては薬剤防除が中心でこれといった耕種面からの対策がとられていない現状となっている。

我孫子・岸(1979)によれば、キュウリうどんこ病については感染時には多湿が必要だが、感染後の病害の進展には湿度は低くてよく、温度の関与が大きいとされる。しかし、キュウリではべと病の発病適温は20~25°C、うどんこ病が25°Cと余り差がないため(農林水産技術会議事務局, 1981), 栽培時期の天候によって温度設定が湿度の推移に影響し、両病害の発生に関わっていることが推察される。

そこで、ガラス室へキュウリを定植し、西南暖地における3、4月を主とした春期に、温度設定

を違えてべと病およびうどんこ病の発生動向を調査するとともに、内張りカーテンによる両病害の発生への影響を試験した。

## 材料および方法

### 1. 供試したガラス室および温度、湿度、結露時間の設定と測定

小型ガラス室（南北棟3.2×9.4×3.3m、約30㎡）を4棟供試した。ガラス室は内側に1層の電動式の内張りカーテンを設置した。内張りカーテンには農業用塩化ビニルフィルム（厚さ0.05mm、以下農ビフィルム）を用いた。

最高温度の調節については外層および内張りカーテンの天井部および側面部の開閉による換気で自動的に行った。外層の天窓は温度上昇時に中央部付近で上下に開閉し、側窓は横への移動による開閉構造であった。また、内張りカーテンは天井部と側面部が別々に開閉し、ともに時間設定で前者は外側から中心部へ巻きながら開き、後者は巻き上げ方式であった。

一方、最低温度については温風暖房機のセンサーをハウスの中心部の高さ1m付近に設置して調節した。用いた温風暖房機はN社製小型温風機KA-121（出力14.0kW、12,000kcal/h）で、ガラス室の北西部に設置して、直径32cmのポリエチレン製ダクトで送風した。なお、ダクトの配置については、ガラス室の東側は内張りカーテンの内側または外層側面部の内側に沿って畦の南端まで、西側は同様に畦の2/3の位置まで配置した。

温度および湿度はガラス室中央部通路上の1mの高さで、佐藤計量器製シグマII温度・湿度計を用いて計測し、アスマン通風乾湿計で補測した。また、結露の調査には英弘精機製自記露検知器MH-40を用い、センサーを西畦中央部のキュウリ株間の高さ80cmで測定した。

### 2. 耕種概要

キュウリの品種‘シャープ1’を用いて試験した。黒色のポリエチレン製ポット（直径10.5cm）へ播種した後、5～6葉期に育った苗を株間40cmの1条で定植した。各ガラス室には施肥、耕耘後、南北方向に幅1m、高さ20cm、長さ7m（東）と6m（西）の畦を2畦設けた。畦面は黒色のポリ

エチレンフィルム（厚さ0.03mm）でマルチング（フィルムによるガラス室内地面の被覆率は70%）した。定植後、側枝を随時除去して親づるからのみ収穫し、草高180cmで吊り下げ栽培とした。灌水はマルチフィルム下の畦中央部に1条に配したチューブで定期的に行い、施肥等その他の管理は慣行に従った。

### 3. 最低温度の設定と病害の発生

4棟のガラス室とも、1996年2月20日にキュウリ苗を定植し、最低温度を15℃、最高温度を30℃に設定して内張りカーテンのある同一管理で3月9日まで育てた。

3月10日以降、最高温度を30℃の同一設定とし、最低温度は無加温、10、12.5、15℃の4段階にそれぞれ設定した。なお、換気のために外層は天窓、側窓ともに30℃で開度を50%に設定した。また、内張りカーテンは3月20日まで天井部のみ9～16時の間、4月10日までは天井部、側面部ともに8～17時に開くよう設定した

3月3日と5日（6～7葉期）にべと病菌の孢子懸濁液（ $4.3 \times 10^8$ 個/ml）をキュウリの下位葉2枚に接種し、以降5日間は乾かないよう噴霧器で適宜水を散布した。また、うどんこ病については定植前に発病が認められたポット苗を2株に1株の割合で均等に植え付けて伝染源とした。

4月10日に、べと病については上位第5～15葉、またうどんこ病については上位第3～13葉を対象に、各区10株100葉の発病面積率を調査した。

### 4. 最高温度および内張りカーテンの設定と病害の発生

各ガラス室とも、1999年3月3日にキュウリ苗を定植し、以降18日間は内張りカーテンのある同一管理で栽培した。室内の最高温度および最低温度はそれぞれ30℃、15℃に、また外層の開度は50%に設定した。内張りカーテンについては3月20日まで天井部のみ9～16時に開くよう設定した。

3月21日に2棟のガラス室の内張りカーテンをはずした。最低温度は全て12℃とし、最高温度25℃、30℃と内張りカーテンの有無とを組み合わせ、①25℃（最高温度）－12℃（最低温度）、②25℃－12℃（内張りカーテン、17～8時）、③30℃－12℃、④30℃－12℃（内張りカーテン、17～

8時)の4試験区を設定した。

3月12日および14日の2回、7～8葉期に育ったキュウリの下位葉2枚に、べと病菌の孢子懸濁液(2.8×10<sup>3</sup>個/ml)を噴霧接種した。接種後5日間は乾かないよう適宜水を噴霧した。うどんこ病は定植時に発病株を3株に1株の割合で混植した。

4月20日に両病害とも上位第5葉～14葉を対象に、10株計100葉の発病面積率を調査した。

## 5. 最高温度および最低温度の設定と病害の発生

4棟のガラス室とも、1998年3月6日にキュウリ苗を定植した。3月23日までは内張りカーテンのある同一管理とし、最高温度は30℃、最低温度は15℃、天窓の開度は50%に設定した。内張りカーテンの管理は前項に準じた。

3月24日に全区の内張りカーテンをはずし、最高温度および最低温度の設定を①25℃(最高温度)－12℃(最低温度)、②25℃－15℃、③30℃－12℃、④30℃－15℃とした。

3月14日および16日の2回、7～8葉期に育ったキュウリの下位葉2枚にべと病菌の孢子懸濁液(3.2×10<sup>3</sup>個/ml)を噴霧接種した。接種後5日間は乾かないよう適宜水を噴霧した。うどんこ病は定植時に発生を認めた株を3株に1株の割合で混植した。

設定後5月3日まで、5日ごとに各区10株の上位第5葉～14葉の計100葉におけるべと病およびうどんこ病の発病面積率を調査した。また、5日間ごとの累積で、99～100%の高湿度の時間数および暖房機の稼働時間についても調査した。

## 結 果

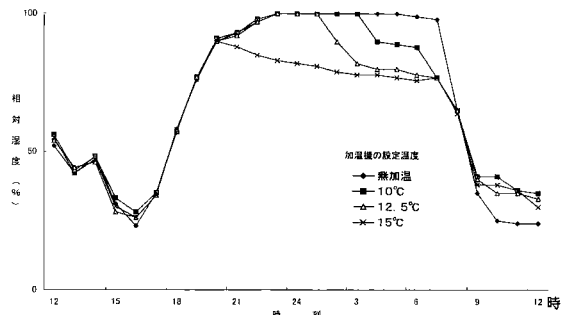
### 1. 最低温度の設定と病害の発生

3月を主に、内張りカーテンのある4棟のガラス室で最高温度を全て同じ30℃とし、最低温度を違えた条件下における対象病害の発生については第1表に示した。無加温(期間中の日最低温度は2.4℃～13.2℃)や最低温度の設定の低い10℃区ではべと病の発生が多いが、最低温度の高い15℃区では著しく少なかった。うどんこ病は逆に最低温度の高い管理で発生が多くなる傾向が認められたが発生程度は低かった。室内の湿度と結露については3月27日～28日の測定結果を第1図、第

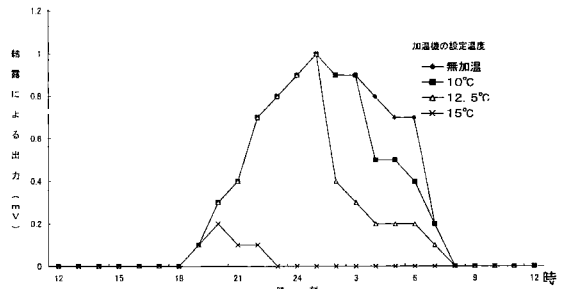
第1表 春期におけるガラス室の最低温度の設定とキュウリ病害の発生

設定温度		べと病		うどんこ病	
最高	最低	発病葉率	発病面積率	発病葉率	発病面積率
℃	℃	%	%	%	%
30	無加温	35.5	8.3	2	0
30	10	13.0	3.2	2.5	0.1
30	12.5	5.5	1.4	5.0	0.3
30	15	1.0	0.2	8.5	0.9

注)試験期間は1996年3月10日～4月10日、4月10日に発生状況を調査。無加温の日最低温度は2.4℃～13.2℃(10℃未満:延27日,10℃以上12.5℃未満:延3日,12.5℃以上15℃未満:延2日,15℃以上:0日)



第1図 春期におけるガラス室の最低温度の設定と相対湿度の日周変化(1996年3月27日～28日)



第2図 春期におけるガラス室の最低温度の設定と結露による出力の日周変化(1996年3月27日～28日)

2図に示した。湿度は第1図のように最低温度の設定と明瞭な関係がみられ、15℃区では99%～100%の高湿度の時間帯が観察されなかったが、12.5℃区では3時間、低い10℃では5時間認められた。しかし、いずれも無処理の8時間よりかなり短

かった。また、第2図のように結露による出力でも大きな差が認められ、最低温度の設定が低いほど無加温区に近い状態となり、15℃設定区での結露は著しく少なかった。

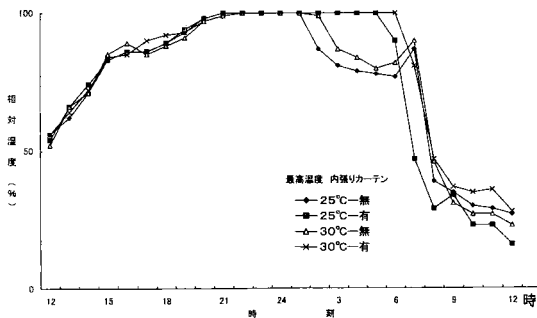
## 2. 最高温度および内張りカーテンの設定と病害の発生

3, 4月に最低温度の設定を12℃とし、最高温度を25℃あるいは30℃にして内張りカーテンを組み合わせた結果は、第2表に示した。最高温度が低い25℃区では、内張りカーテンがあるとべと病が発生し易い傾向が認められ、内張りカーテンがないとべと病の発生は少なかった。また、うどんこ病については影響は認められず、いずれの区においても多発生した。一方、最高温度30℃区では、内張りカーテンがあるとべと病が最も多く発生し、うどんこ病は明らかに少なかった。また、内張りがないとべと病が少なく、うどんこ病が25℃設定

第2表 春期におけるガラス室の最高温度の設定および内張りカーテンの有無とキュウリ病害の発生

設定温度 最高 ℃	設定温度 最低 ℃	内張り カーテン の有無	べと病		うどんこ病	
			発病葉率 %	発病面積率 %	発病葉率 %	発病面積率 %
25	12	無	21	11.8	78	70.1
25	12	有	36	23.2	76	67.8
30	12	無	30	19.3	72	64.0
30	12	有	59	36.5	57	24.1

注) 試験期間は1999年3月21日～4月20日、4月20日に発生状況を調査

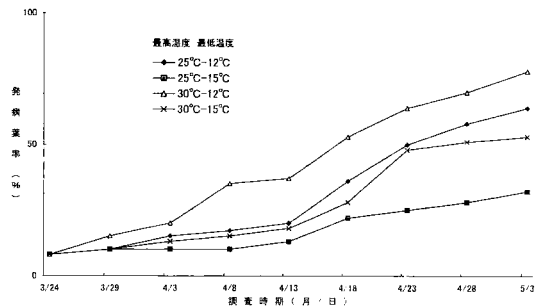


第3図 春期における最高温度の設定および内張りカーテンの有無と相対湿度の日周変化(1999年4月12日)

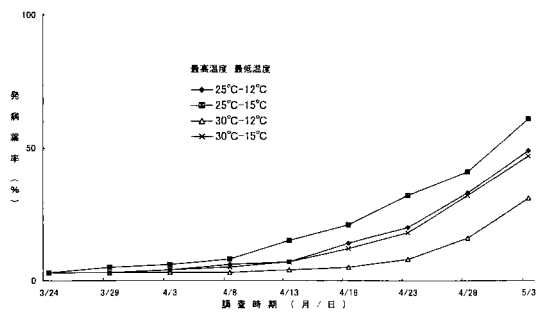
区と同様に多く発生した。湿度の日周変化については、第3図に示した。99%~100%の高湿度の時間帯は内張りカーテンのある場合は、最高温度の設定が30℃区で10時間、25℃区で9時間続いた。これに対して同じ設定温度でも内張りカーテンがない場合はそれぞれ6時間と5時間で、高湿度の時間数が短かった。

## 3. 最高温度および最低温度の組み合わせと病害の発生

4月を主に、内張りカーテンのない条件下で最高温度および最低温度の設定を組み合わせた場合の対象病害の発生は、第4図と第5図に示した。べと病については第4図のように最高温度の設定を30℃として、最低温度の設定を12℃とした区で発病葉率が最も高く推移し、最高温度を25℃とし



第4図 春期におけるガラス室の最高・最低温度の設定とキュウリべと病の発生推移(1998年)



第5図 春期におけるガラス室の最高・最低温度の設定とキュウリうどんこ病の発生推移(1998年)

第3表 春期におけるガラス室の温度設定と時期別高湿度条件下の時間数 (1998)

設定温度		時期別高湿度時間数 (月, 日)								総時間
最高	最低	3.24 -28	3.29 -4.2	4.3 -7	4.8 -12	4.13 -17	4.18 -22	4.23 -27	4.28 -5.2	
℃	℃	hr								hr
25	12	2	0	13	44	43	57	32	33	224
25	15	0	0	11	13	20	27	33	35	136
30	12	3	0	14	45	48	65	35	35	245
30	15	0	0	11	13	22	35	36	35	152

注) 高湿度: 相対湿度99~100%

第4表 春期におけるガラス室の温度設定と時期別暖房機の稼働時間数 (1998)

設定温度		時期別稼働時間数 (月, 日)								総時間
最高	最低	3.24 -28	3.29 -4.2	4.3 -7	4.8 -12	4.13 -17	4.18 -22	4.23 -27	4.28 -5.2	
℃	℃	hr								hr
25	12	43	53	41	3	3	3	0	0	146
25	15	61	71	52	5	6	11	0	0	206
30	12	39	50	36	3	3	2	0	0	133
30	15	51	59	42	5	6	12	0	0	175

て最低温度を15℃とした区で最も低く推移した。他の処理区はその中間の発病推移を示したが、最高温度30℃-最低温度15℃とした区がそれぞれ25℃-12℃とした区よりもややべと病の発病を抑制した。これに対してうどんこ病の発生は第5図のように最高温度30℃-最低温度12℃とした区で最も少なく、最高温度25℃-最低温度15℃とした区で最も多く、べと病の場合と逆になった。

本試験における5日間ごとの累積で調査した99%~100%の高湿度の経過時間と暖房機の稼働時間については第3表と第4表に示した。3月下旬には各設定区における高湿度の時間帯は0か2, 3時間と極めて少なかったが、4月3日以降になると急増した。特に最低温度を12℃とした両区では、ともに高湿度の時間帯が4月22日まで大幅に増加し、最高温度30℃との組み合わせで最も多くなった。しかし、それ以降は気温の上昇もあって各設定区間の差はほとんどなくなった。これに対して暖房機の稼働は4月7日の試験前半までがほとんどで、最低温度を15℃とした区、中でも最高

温度25℃と組み合わせた区で顕著に稼働した。なお、暖房機は4月23日以降全く稼働しなかった。

## 考 察

施設栽培のキュウリ、トマト等果菜類の病害の発生については、温度や湿度の影響が大きいことが知られている(我孫子, 1978; 我孫子・岸, 1979; 我孫子・石井, 1986; 手塚ら, 1983)。一般に、べと病等植物病原菌は多湿条件下で発生しやすく、好湿性病害といわれているが、うどんこ病については乾いた条件下で観察されることが多く、好乾性病害とされている。そんな中で、近年になって施設の装備が進み、温度設定や窓の開閉を自動化した施設が普及してきた。そこでキュウリの重要病害であるべと病と近年発生が目立ってきたうどんこ病について、春期の温度管理の影響を検討した。

内張りカーテンのある条件下で最高温度を30℃にすると、最低温度の設定によってべと病とうどんこ病の発生差が明瞭となった。すなわち、無加

温ではべと病の発生が最も多く、うどんこ病の発生は認められなかった。また、最低温度の設定が低いと同様な傾向がみられ、逆に最低温度の設定が高いほどべと病の発生が少なく、うどんこ病がやや発生し易くなることが窺われた。この結果から、内張りのある間はうどんこ病の発生が比較的抑制されていることを考慮に入れ、最低温度を高め設定することがべと病の発生を抑制する上で重要と考えられた。このことについては、最低温度の設定が低いほど湿度が高く、また結露量が多くなったことから、我孫子・岸(1979)の報告と同様、葉面の濡れが発病の増減に影響したことが考えられた。ただ、うどんこ病菌の胞子発芽に適当な湿度93~98% (我孫子・岸, 1979)の時間帯は、第1図で示したような晴天日には処理による差はほとんどなく、曇雨天日の湿度変化がこの時期の発病に大きく影響していることが窺われ、今後検討することが必要と考えられた。

最高温度の設定を25℃、30℃の2段階、最低温度を全て12℃の同一管理とし、さらに内張りカーテンを組み合わせた。べと病は最高温度が30℃で内張りカーテンのある条件下で多発生し、最高温度が25℃で内張りカーテンのない条件での発生は少なかった。一方、うどんこ病は最高温度が25℃では内張りカーテンの有無に関わらず多発生した。また、最高温度が30℃では内張りカーテンがないと25℃と同様に多発生したが、あると著しく発生が抑制された。したがって、内張りカーテンについては、3、4月を主とした春期には好湿性病害の発生を助長し、最高温度の設定が高いとうどんこ病の発生を抑制するものと推察される。このことは内張りカーテンを遅い時期まで使用するとうどんこ病の発生が少なく、逆に早く除去するとべと病の発生を少なくできるものと思われる。またその程度については、温室の設定温度の影響を強くうけることが明らかとなった。

内張りカーテンのない条件下で、最高温度を25℃または30℃、最低温度を12℃または15℃に設定し、それぞれ組み合わせた。べと病は最高温度30℃-最低温度12℃の組み合わせで発病が最も多く、それぞれ25℃-15℃で最も少なかった。逆に、うどんこ病は前者で最も少なく、後者で最も多かった。5日ごとの累積で高湿度に経過した時間帯が4月22日まで前者で最も長く、後者で最も短かっ

たことおよびその後の調査時期までの時間数が各処理区とも変わらなかったことが影響しているものと推察された。また、これに関しては4月22日までの暖房機の稼働時間数が最高温度30℃-12℃で最も短かく、25℃-15℃で最も長かったことも大きな要因になったことが窺われた。

以上のように、西南暖地における3、4月を主とした春期のキュウリべと病およびうどんこ病の発生には、加温機の設定温度や内張りカーテンの有無が大きく影響するものと考えられた。すなわち、最高温度の設定が高く、最低温度の設定が低ければ高湿度の時間帯が長くなってべと病の発生が助長され、逆の場合にはうどんこ病が多くなるものと考えられた。また、内張りカーテンの利用は、べと病の発生を助長する一方で、最高温度の設定が高いとうどんこ病の発生を抑えるものと考えられた。このことは個々のハウスにおける日常管理が、これら病害の発生に密接に関係していることを窺わせる。したがって、個々の施設では各病害の発生動向をにらみながら対応する必要があるものと考えられた。なお、暖房機は機種によって暖房能力に種々違いがあり、施設の大きさと暖房機の能力などにも配慮する必要がある。なお、現状はうどんこ病に有効な薬剤が多く見られること並びに好湿性病害の1種の褐斑病という防除が極めて困難な病害の発生が、作期を問わず散見されている。そのため、3、4月を主とした春期における施設栽培では、うどんこ病を少々発生させてもべと病等好湿性病害を発生させないような温度管理を行うべきであると考えられる。

## 摘 要

西南暖地の3、4月を主とした春期における、ガラス室の最高温度や最低温度の設定および内張りカーテンによる温度管理が、ガラス室内の温度、湿度環境並びにキュウリのべと病およびうどんこ病の発生に及ぼす影響について検討した。

1. 最高温度の設定を同一とし、内張りカーテンのある栽培条件下では、べと病の発生は無加温で最も多く、最低温度の設定が高くなるにつれて減少した。うどんこ病は逆に最低温度の設定が高いと増加する傾向が認められた。
2. 最低温度の設定を同一とし、最高温度の設定と内張りカーテンを組み合わせた。内張りカー

テンの有無はべと病やうどんこ病の発生に大きく影響し、内張りカーテンはべと病の発生を助長した。特に最高温度の設定が高い条件下での内張りカーテンの利用はべと病の発生を著しく助長し、うどんこ病を抑制した。

3. 内張りカーテンのない条件では、最高温度が高く、最低温度が低い設定管理でべと病が多く発生したが、逆にうどんこ病は発生しにくかった。他の傾向は明瞭でなかった。
4. 以上のように、3、4月の春期におけるガラス室でのキュウリ栽培では、設定温度が湿度の推移に大きく影響してべと病およびうどんこ病の発生に密接に関係することが判明した。したがって、べと病やうどんこ病の発生を抑制する上で、温度設定には細心の注意を払う管理が必要と推察された。

#### 引用文献

我孫子和雄(1978)：トマトうどんこ病の発病に及ぼす温度並びに湿度の影響。関西病虫研報，20：49～52。

我孫子和雄・岸 国平(1979)：キュウリうどんこ病の発生に及ぼす温度並びに湿度の影響。野菜試報，A 5：167～176。

我孫子和雄・石井正義(1986)：トマト葉かび病の発病に及ぼす温度並びに湿度の影響。野菜試報，A14：133～140。

金磯泰雄・山本 勉(1981)：稲わら施用がハウス内の環境並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、キュウリの生育並びにべと病及び菌核病の発生に及ぼす影響。四国植防，20：25～33。

金磯泰雄・大植美香(1994)：ビニルハウス側面上部の開放と病害の発生。四国植防，29：17～26。

金磯泰雄(2000)：温風暖房機による送風処理がキュウリ病害の発生におよぼす影響。徳島農試研報，36：37～45。

木村 進・岩崎政男・戸田幹彦(1977)：施設栽培キュウリの夜間除湿による病害抑制。農及園，52：1395～1398。

農林水産技術会議事務局(1981)：高能率施設園芸に関する総合研究。研究成果，133：93～106。

手塚信夫・石井正義・渡辺康正(1983)：施設栽培におけるトマト灰色かび病の発生に及ぼす空気湿度の影響。野菜試報，A11：105～111。

梅川 学・渡辺康正(1980)：ハウス内空気湿度制御によるキュウリ斑点細菌病の防除。北日本病虫研報，31：69～70。

梅川 学・渡辺康正(1983)：施設栽培におけるキュウリ斑点細菌病の発生に及ぼす温度及び湿度の影響。日植病報，48：301～307。

Winspear, K. W., J. D. Postlethwaite and R. F. Cotton (1970)：The restriction of *Cladosporium fulvum* and *Botrytis cinerea*, attacking glasshouse tomatoes, by automatic humidity control. Ann. appl. Biol., 65：75～83。