

点滴かんがい・薄層ベッド方式砂栽培における メロンつる割病の発病抑制

長谷川 優*・児玉基一朗*・尾谷 浩*

甲元啓介*・竹内芳親**

(昭和63年5月31日受付)

Suppression of Fusarium Wilt Disease of Melons in Thin-Layer Sand Bed Cultivation with Controlled Drip Irrigation

Masaru HASEGAWA*, Motoichiro KODAMA*, Hiroshi OTANI*,
Keisuke KOHMOTO* and Yoshichika TAKEUCHI**

A tendency of decreased incidence of Fusarium wilt disease has been observed for melon cultivation by the thin-layer sand bed system with controlled drip irrigation. In this study, the relationship between temperature and the population density of pathogen in the sand bed was examined. Sand in the melon-cultivated bed, sand from an uncultivated area and sterilized sand with a low, high and nil density of pathogen population were put in the bed, and melon seedlings were planted on the bed. In all sands uninoculated and inoculated with low density, the pathogen population was stable at a low level. On the other hand, at high inoculum levels, the population decreased rapidly when the sand temperature reached 38°C. Melons on the bed did not develop the disease for the cultivated period. The cultivated and uncultivated sands were inoculated with pathogen, and kept at different temperatures. At temperatures over 38°C, the population decreased gradually after inoculation. When the sands were maintained intermittently at 38°C for 3 hr per day, the population decreased rapidly after 2 days of inoculation. These results indicate that the observed tendency of a decrease in disease incidence is due to cultivation practices which allow high temperatures in the sand bed.

緒 言

温室メロン栽培における最重要病害はつる割病である。本病は、メロンつる割病菌 (*Fusarium oxysporum* Schl.

f. sp. *melonis*) によって引き起こされる土壌病害の一つであり、連作や輪作年限の短縮などによりその発生が著しく増大する。さらに、本病の被害の激しさと防除の困難さは他に類をみず、収穫皆無の状態に陥ることもまれ

* 鳥取大学農学部農林総合科学科生物資源科学講座
* Department of Bio-Resource Science, Faculty of Agriculture, Tottori University
** 鳥取大学農学部附属砂丘利用研究施設乾地生態部門
** Sand Dune Research Institute, Faculty of Agriculture, Tottori University

ではない。

鳥取大学農学部附属砂丘利用研究施設では、高級ネットメロン栽培の自動化、省力化技術の確立を目指して、1981年から竹内ら¹³⁾によって考案された点滴かんがい・薄層ベッド方式砂栽培法(砂栽培ベッド法)による大型ガラス室内でのメロン栽培が行われている。本栽培法の導入にあたっては、つる割病の発生が懸念されたが、導入当初わずかに発生が認められたのみで、その後床砂の無交換、無消毒にもかかわらずメロンの連作を重ねるにつれて減少し、6年を経た現在では、まったく発生は認められていない。このように、本栽培法では、連作にもかかわらずつる割病発生の抑制現象がみられ、何らかの発病抑制要因の存在が示唆された。

本栽培法における砂ベッドは、厚さが7cm、幅が60cm、長さが10mであり、地表面から20cm上面で固定された浮床式である。したがって、つる割病菌の生息する砂ベッド内の温度は、気温とほぼ同程度となり、気温変化の影響を受け易い。メロン栽培時期の5～8月には、砂丘利用研究施設の大型ガラス室内は日中かなりの高温となるため、砂ベッドの地温も著しく上昇する。そこで、本研究では、砂栽培ベッドにおけるつる割病発生の抑制要因として砂ベッド内温度に着目し、メロン栽培期間中の砂ベッド内温度とつる割病菌の生存との関係について検討を行った。なお、本研究の概要はすでに報告した¹⁾

実験材料および方法

1. 供試菌

鳥取県園芸試験場において分離された強病原性のメロンつる割病菌を使用した。本菌より駒田の方法⁹⁾に準じて分生胞子を得、トーマの血球計を用いて胞子濃度を調整した。

2. 供試植物

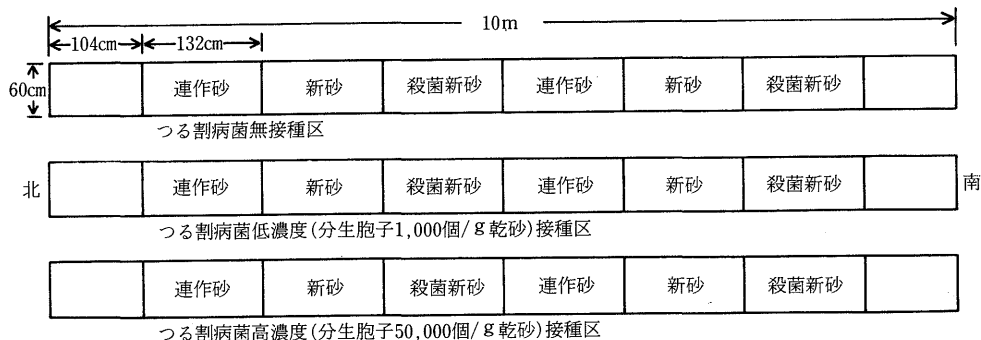
砂丘利用研究施設の砂栽培ベッドで連作されているつる割病感受性のメロン品種ポーナス1号を使用した。

3. 供試土壌

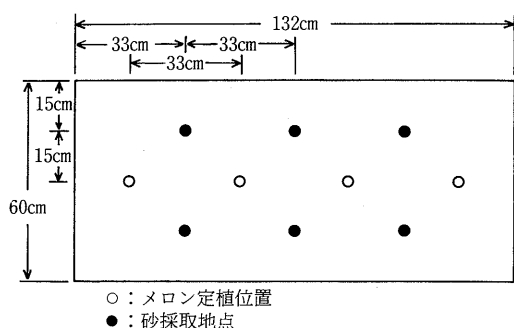
砂丘利用研究施設の砂栽培ベッドで1981年から1986年までの6年間メロンを栽培した連作砂、同施設敷地内より採取した新砂、新砂をクロールピクリンで処理した殺菌新砂の3種類を用いた。

4. 砂栽培ベッドへのつる割病菌接種と接種砂の採取

砂中のつる割病菌の菌数が50,000個/g乾砂(高濃度接種区)および1,000個/g乾砂(低濃度接種区)となるように胞子懸濁液(1×10⁸個/ml)75mlおよび胞子懸濁液(1×10⁷個/ml)15mlをそれぞれ水24lに添加し、平地上に薄く広げた3種類の砂(各150kg)に噴霧器を用いて散布した。なお、無接種区として砂に水24lを散布した。砂をよく混合した後、ビニール袋に入れ、日影で保存した。これらの操作は1987年4月30日および5月1日に行った。5月10日および11日に、砂丘利用研究施設の大型ガラス室内に設置されている薄層ベッドをビニールで覆ったベニヤ板で仕切り、各仕切り内に第1図のように3種類の砂を入れた。ベッドの両端には無試験区として新砂を入れた。4月14日に播種したメロンの苗を、5月12日および13日に1試験区当り4個体となるように株間33cmで定植した(第2図)。定植後、テンシオメーターを低濃度接種区中央の殺菌新砂中央部に設置し、さらに、土壌温度センサーを無接種区中央の殺菌新砂中央部に埋め込み、メロン栽培期間中連続的にベッド内温度を記録した。接種砂のベッド設置時からメロン収穫時まで定期的にコルクローラー(直径1.25cm)で深さ7cm分の砂を第2図のように1試験区当り6ヶ所から採取した。採取した砂をビニール袋に入れてよく混合した。



第1図 砂栽培ベッドにおける試験区の配置



第2図 1試験区におけるメロン定植位置と砂採取地点の見取図

5. つる割病菌接種砂の温度処理と接種砂の採取

広口びん(550ml)に乾燥した連作砂,新砂をそれぞれ350gずつ入れ,オートクレープで滅菌した後,各砂をエタノールで滅菌したプラスチック容器(33.5cm×23.0cm×4.5cm)に広げた。プラスチック容器内の砂に菌数が50,000個/g乾砂となるように孢子懸濁液(2.5×10⁶個/ml)10mlを滅菌水60mlに添加して噴霧した。これらを再び広口びん(550ml)に入れ,口をサランラップとアルミ箔で包んだ。接種砂の温度処理には2つの方法を行った。1つは,広口びんを30~42°Cの一定温度下に4日間静置した。他は,広口びんを28°C下に6時間置いた後,38°Cおよび40°C下に3時間,28°C下に21時間の間隔で10日間置いた。定期的にこれらの広口びん中央部表面より10gずつ砂を採取した。

6. 砂中のつる割病菌数の測定

砂栽培ベッドより採取した砂では,200mlの三角フラスコに滅菌水(0.03%寒天を含む)を80ml分注し,砂20gを添加した。また,温度処理砂より採取した砂では,100mlの三角フラスコに滅菌水を40ml分注し,砂10gを添加した。これらのフラスコにゴム栓をした後,振とう機(振幅35mm,200往復/分)で15分間振とうした。これを原液として滅菌水(0.03%寒天を含む)で10倍ずつの希釈系列を作った。各希釈液0.5mlを駒田の*Fusarium*選択分離培地⁹10mlを入れた9cmのペトリ皿平板上に滴下し,均一に広げた。1希釈系列につきそれぞれ5枚の平板を用いた。28°C下で7日間培養し,培地上に形成された*F. oxysporum*のコロニー数を計測した。1平板当りのコロニー数の平均値と,試料砂の乾砂率とから,次式のよう

$$\text{乾砂率} = \frac{\text{試料砂の乾燥後の重さ(g)}}{\text{試料砂の採取時の重さ(g)}}$$

$$\text{菌数/g乾砂} = \frac{\text{平板当りのコロニー数の平均値} \times \text{希釈倍率}}{\text{乾砂率}}$$

7. つる割病菌の最適生育温度実験

常法のジャガイモ煎汁寒天(PDA)培地で生育させたつる割病菌より寒天ディスク(直径5mm)を打ち抜き,PDA培地10mlを入れた9cmペトリ皿平板中央部に置床した。20~36°Cの一定温度下で6日間培養後,コロニーの直径を測定した。

8. つる割病菌接種ポット栽培メロンでの発病試験

連作砂および新砂をそれぞれポット(直径22cm)につめ,第5葉展開時のメロンの苗をそれぞれ1個体ずつ5月30日に定植して,ポットを鳥取大学農学部植物病理学研究室のガラス室内に置いた。定植1週間後につる割病菌の孢子懸濁液(1×10⁸個/ml)100mlをポットに流し込み,つる割病の発病状況を観察した。

結 果

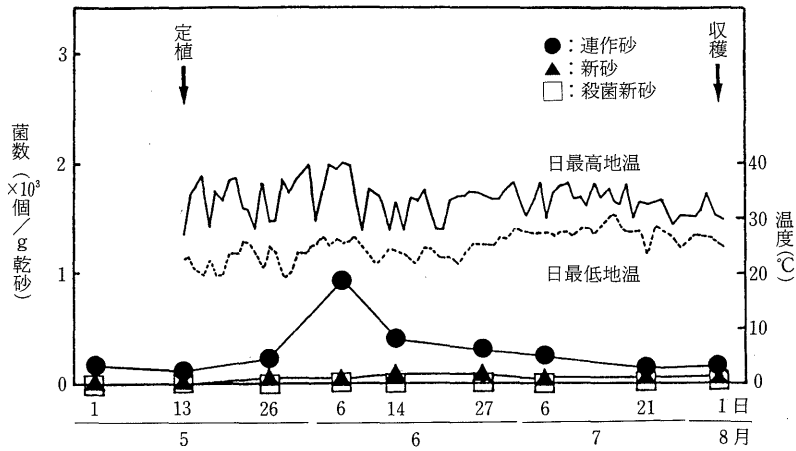
1. メロン栽培期間中のつる割病菌接種砂栽培ベッドにおける菌数の変動

つる割病菌無接種区では,メロン定植前(5月1日)の連作砂における菌数は約100個/g乾砂であった。菌数は6月6日に約900個/g乾砂に増加したが,その後はメロン収穫時(8月1日)まで定植前の菌数とほぼ同じであった(第3図)。新砂,殺菌新砂においては,菌はほとんど検出されなかった(第3図)。

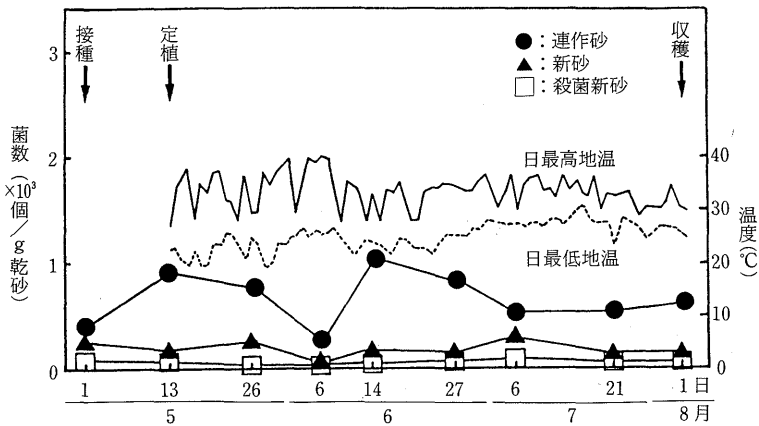
つる割病菌低濃度接種区では,菌接種時の連作砂における菌数は約300個/g乾砂であったが,メロン定植時にはその3倍に増加した。しかし,その後の菌数の変動はほとんどみられず,約1,000個/g乾砂の菌数で安定していた(第4図)。新砂,殺菌新砂においても菌数に大きな変動はみられず,約300個/g乾砂の菌数で一定であった(第4図)。

つる割病菌高濃度接種区では,菌接種時の菌数は,いずれの砂においても約10,000個/g乾砂であったが,その後菌数は増加し,5月26日では,連作砂で接種時の約2倍,新砂で約3倍,殺菌新砂で約1.5倍となった。しかし,6月6日の調査では,いずれも急激な菌数の減少が認められ,その後増加することはなかった(第5図)。連作砂における収穫時の菌数は約600個/g乾砂であり,これは接種時の約6%の菌数である。

砂栽培ベッドの地温に関しては,ほとんどの日の日最高地温は30~40°Cの範囲であったが,とくに38°C以上に上昇した日は5月31日から6月7日にかけて6日間あり,



第3図 砂栽培ベッドにおけるメロンつる割病菌無接種区の菌数の変動と地温の変化



第4図 砂栽培ベッドにおけるメロンつる割病菌低濃度 (1×10^3 個/g 乾砂) 接種区の菌数の変動と地温の変化

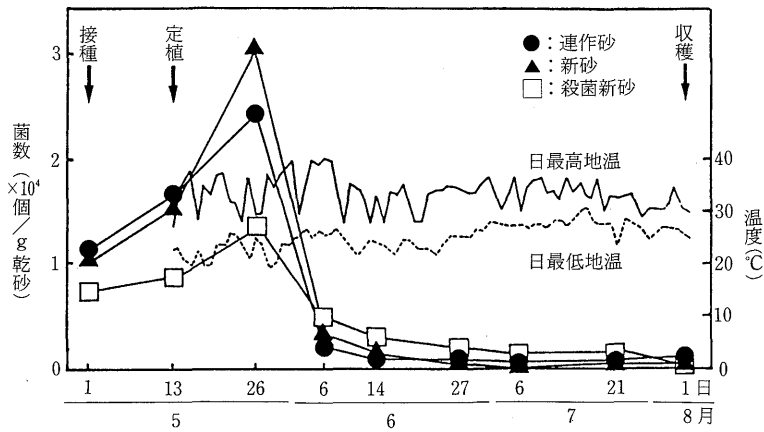
そのうち40°Cに達した日は3日間存在した(第3, 4および5図)。

2. 砂中でのつる割病菌の生存に対する温度の影響

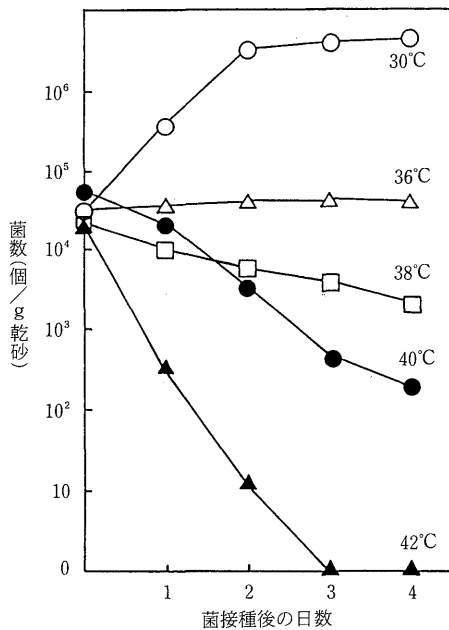
砂中温度とつる割病菌生存との関係を知るために、つる割病菌接種殺菌連作砂と殺菌新砂を30~42°Cの一定温度下に保ち、4日後まで菌数の変動を調べた。その結果、いずれの砂においても、30°C下では菌数は増加したが、36°C下では菌数の増減はみられずほぼ一定となった。また、38°C以上では菌数の減少が認められた(第6および7

図)。

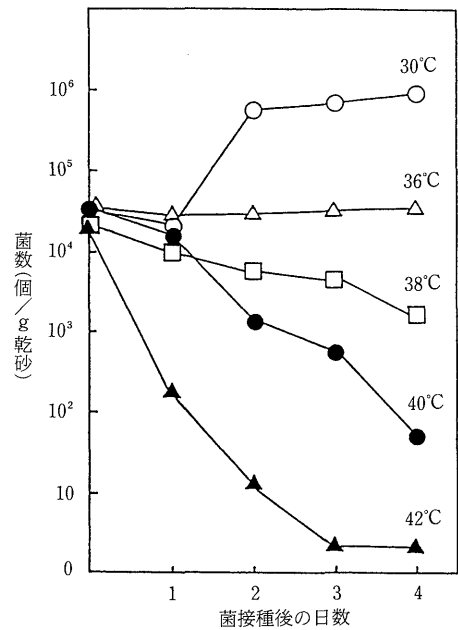
次に、温度条件を実際の砂ベッド栽培時の地温に近づけるため、つる割病菌接種殺菌連作砂と殺菌新砂を28°C下に置き、1日3時間ずつ38°Cおよび40°Cの高温処理を行い、10日後まで菌数の変動を調べた。その結果、殺菌連作砂においては、菌数は、38°C処理では3日後に接種時の23%に、また、40°C処理では2日後に接種時の7%に減少した。しかし、その後菌数は幾分増加し、38°C処理では40%、40°C処理では25%で安定した(第8図)。殺菌新砂にお



第5図 砂栽培ベッドにおけるメロンつる割病菌高濃度 (5×10^4 個/g 乾砂)接種区の菌数の変動と地温の変化



第6図 連続高温処理下での殺菌連作砂におけるメロンつる割病菌の菌数の変動



第7図 連続高温処理下での殺菌新砂におけるメロンつる割病菌の菌数の変動

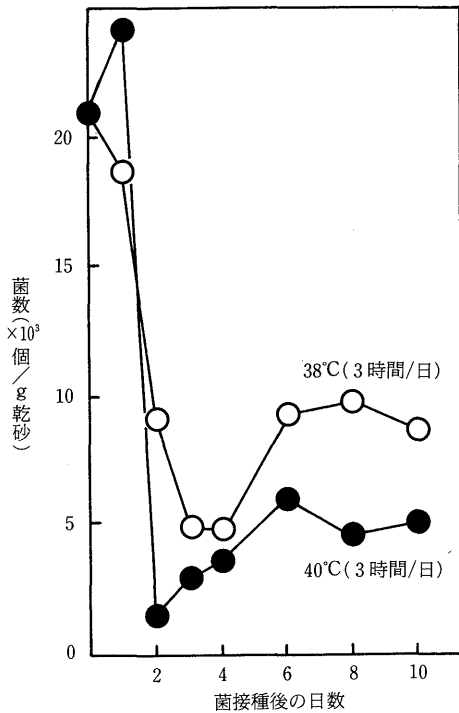
いても殺菌連作砂とほぼ同様の傾向を示した (第9図)。

3. つる割病菌の最適生育温度

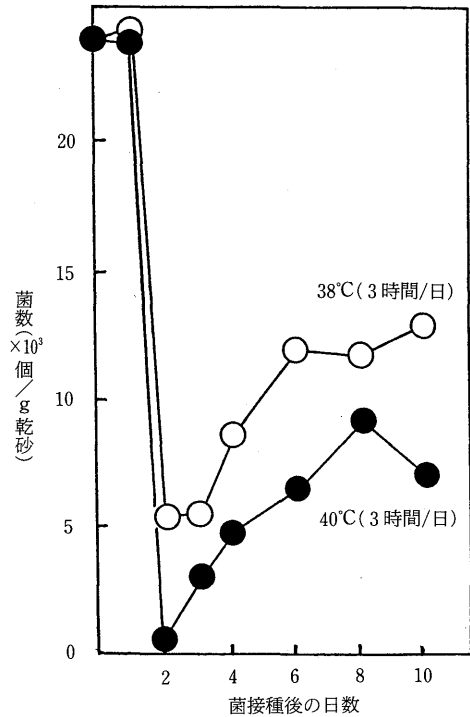
実験に供試したつる割病菌のPDA培地上での最適生育温度を調べると、20~30°Cの範囲において菌の生育は良

好であり、28°C下で最大の生育を示した。菌の生育は、30°Cを越えると低下し、36°C下では、28°C下に比べて16%しか生育しなかった (第1表)。

4. つる割病菌接種砂ベッドおよびポット栽培メロンに



第8図 間欠高温処理下での殺菌連作砂におけるメロンつる割病菌の菌数の変動



第9図 間欠高温処理下での殺菌新砂におけるメロンつる割病菌の菌数の変動

第1表 メロンつる割病菌の培地上での生育に及ぼす温度の影響

温度(°C)	コロニー直径(mm)
20	5.8
26	7.7
28	8.0
30	6.2
32	4.6
34	3.5
36	1.3

験区においても健全に生育し、つる割病の発生はまったく認められなかった。なお、砂丘利用研究施設内の通常栽培ハウスにおいて、つる割病の発生がみられたので、発病メロン砂中の菌数と栽培期間中の最高地温を調べたところ、菌数は約6,000個/g乾砂、最高地温は33°Cであった。

一方、植物病理学研究室ガラス室内に置床したつる割病菌接種連作砂および新砂のポット栽培メロンでは、約1ヶ月後、いずれのポットにおいてもメロン地際部の茎に褐色の条斑と下葉の黄化が出現し、約2ヶ月後にメロンは枯死した。それぞれのメロンの茎の一部を切り取り、*Fusarium*選択分離培地上に置床すると、培地上につる割病菌と思われる *F. oxysporum* のコロニーが形成された。

考 察

おける発病調査

つる割病菌接種砂栽培ベッドにおけるメロンの発病調査をメロンの定植から収穫まで約3ヶ月にわたって行ったが、メロンは、連作砂、新砂、殺菌新砂のいずれの試

砂ベッドにおけるメロン栽培期間中のつる割病菌の菌数の変動を調べた結果、つる割病菌無接種区および低濃度(1,000個/g乾砂)接種区では、連作砂、新砂、殺菌新砂のいずれの試験砂とも菌数の増加はみられず、1,000

個/8乾砂未満であった。一方、高濃度(50,000個/8乾砂)接種区では、いずれの試験砂とも菌接種時(5月1日)より約1ヶ月間は、菌数は増加する傾向を示したが、6月6日の検定では、菌数の急激な減少がみられ、その後は1,000個/8乾砂未満で安定していた。なお、これらすべての試験区の栽培メロンは健全に生育し、つる割病の発生はみられなかった。メロン栽培期間中の砂ベッドの日最高地温は、ほぼ全期間にわたって30~40°Cの範囲で高かったが、とくに、5月31日~6月7日には、38°C以上に上昇した日が6日間、40°Cに達した日が3日間あり、高濃度接種区での菌数が急激に減少した時期とよく一致した。一方、砂丘利用研究施設内の通常栽培ハウスでは、つる割病の発生がみられたが、その栽培期間中の日最高地温は33°Cが最高であった。また、発病時の砂中の菌数も約6,000個/8乾砂と多かった。このように、砂栽培ベッドでは、地温の上昇が菌数の低下に導くことが予想されたので、連作砂および新砂でのつる割病菌の生存に対する温度の影響を調べた。両砂とも38°Cや40°C下では、菌数は温度処理直後より徐々に減少した。また、1日に3時間38°Cや40°Cの温度処理を行うと、2日後に急激な菌数の減少がみられた。一方、菌の生育は、20~30°C下では良好であったが、30°Cを越えると抑制された。これらの結果は、38°Cや40°Cの高温下では、容易につる割病菌の密度が低下することを示しており、砂栽培ベッドにおけるつる割病発生の抑制現象は、砂ベッドの特徴である高い地温と関連していることが示唆された。なお、土壤に蒸気^{2,12)}、熱風¹⁰⁾、夏期温室密閉^{3,8)}などの高温処理を行うことにより各種*Fusarium*病を防除しようとする試みが以前よりなされているが、これらの方法は、作物栽培前の土壤消毒を目的として行われており、砂栽培ベッドでは、作物栽培期間中の高温が病害発生を抑制する点でこれらとは大きく異っている。

高濃度接種砂栽培ベッドでは、地温が38~40°Cに達した時期以降に菌数は著しく減少したが、その後38°C以上の地温上昇がみられなかったにもかかわらず、菌数は1,000個/8乾砂未満で増大することはなかった。また、菌接種砂の1日3時間38°Cおよび40°Cの温度処理下での菌数は、2日後に急激に減少したが、その後やや増加する傾向を示し、実際の砂栽培ベッドでの菌数ほどには減少しなかった。これらの結果は、砂栽培ベッドでは、温度以外にも何らかの菌密度を減少させる要因が存在する可能性を示している。土壤中の菌数を減少させる要因としては、温度以外に、土壤の物理的・化学的性質、土壤の温度、肥料、土壤微生物などが挙げられる⁹⁾。本実験では、菌接種

砂ベッド中の菌数の変動は、連作砂、新砂、殺菌新砂のいずれにおいてもほぼ同じであったこと、連作砂、新砂での温度処理実験でも菌数の変動には差がみられなかったこと、さらに、連作砂、新砂を用いたポット栽培メロンでは菌接種によって発病したことより、砂自体の物理的・化学的性質には抑制要因は存在しないものと思われる。また、砂栽培ベッドでは、メロン栽培期間中、自動かん水装置により湿度は一定に保たれているので、砂の極端な乾燥や過湿状態は認められず、湿度は本菌の生存にはむしろ好条件であったと思われる。一方、*F. oxysporum*による病害において、その発病は、窒素肥料として NaNO_3 を与えた時に少く、 NH_4NO_3 で多くなると報告されている^{14,15)}。砂栽培ベッドでは、速効性である液肥を使用するため、 NaNO_3 の割合が高いことが菌数の抑制に関与しているのかもしれない。さらに、各種*Fusarium*病の発生が土壤微生物により抑制される現象も知られている。Smithら^{16,11)}は、米国カリフォルニア州Salinas Valleyでは、長期間の集約栽培にもかかわらず各種*Fusarium*病の発生がみられないが、この発病抑制効果は土壤中の*Arthrobacter* sp.の活動に起因すると報告している。また、Louvetら⁹⁾は、フランスChâteaurenard地方の沖積土壤では、メロンつる割病菌の菌数が抑制されることをみだし、その原因として腐生性の*Fusarium*属菌の役割を指摘している。さらに、つる割病菌の菌数の減少がみられた40°Cの温度下では、土壤中に生息する細菌や放線菌などは影響を受けないことも知られており⁷⁾、砂栽培ベッドにおいても微生物が発病抑制に関与する可能性は大きいものと思われる。つる割病菌接種砂の温度実験では、殺菌砂を使用しているため、砂中の微生物の死滅によって砂栽培ベッドほどつる割病菌の菌数が低下しなかったことも考えられる。しかし、このような土壤病害の発病抑制には、土壤中の様々な環境要因が複合的に関与するものと思われ、これらの要因については、今後十分な検討が必要である。

砂栽培ベッドにおいて接種されたつる割病菌は、メロン栽培期間中完全に死滅することはなく、ほぼ一定の菌数(1,000個/8乾砂未満)で生存したが、栽培メロンには発病はみられなかった。本病の発病には土壤中の菌数が密接に関係しており、下長根ら⁹⁾、駒田⁹⁾は、菌数の多い土壤ほど発病が多くなる傾向を認めている。本実験でも通常栽培ハウスにおいてつる割病の発生した砂中の菌数は約6,000個/8乾砂であったことから、1,000個/8乾砂未満の菌数であれば本病の発生の恐れはないものと思われる。砂栽培ベッドにおけるつる割病発生の抑制は、土壤殺菌剤処理などとは異なり、砂中の微生物相を大きく

変動させることなく発病不可能なレベルまで菌数を抑えるので、極端な発病増の恐れもなく、栽培体系の中で生かされた有効な防除方法であるといえる。今後、メロン以外の作物についてもその適用拡大は十分可能であると思われる。

摘 要

鳥取大学農学部附属砂丘利用研究施設では、砂栽培ベッド法によるネットメロンの栽培が行われているが、本法の導入当初よりつる割病発生の減少傾向がみられ、現在ではその発生がまったく認められていない。そこで、本栽培法におけるつる割病発生の抑制要因について調査した。砂ベッド（連作砂、新砂および殺菌新砂）につる割病菌胞子を接種した後、メロン（ポーナス1号）を定植し、収穫期まで砂中の菌数と地温を測定した。つる割病菌無接種区および低濃度（1,000個/g乾砂）接種区では、いずれの試験砂とも菌数は1,000個/g乾砂未満で安定していた。高濃度（50,000個/g乾砂）接種区では、最高地温が38～40℃に達した時期以降に、いずれの試験砂とも菌数は急激に減少し、以後1,000個/g乾砂未満で増加することはなかった。なお、いずれの試験区においても、砂ベッド栽培メロンにはつる割病の発生はみられなかった。連作砂および新砂につる割病菌胞子を接種（50,000個/g乾砂）後、一定温度下に保つと、両砂とも38℃以上の温度下では菌数が処理直後より徐々に減少した。また、菌接種砂を28℃に保ち、1日3時間38℃および40℃の温度処理を行うと、両砂において、いずれも菌数は2日後に急激に減少した。以上の結果より、砂栽培ベッドにおけるつる割病発生の抑制現象は、砂ベッドの特徴である高い地温と関連していることが示唆された。

謝 辞

本研究に際し、メロンつる割病菌を快く分譲下さった鳥取県園芸試験場・油本武義氏に謝意を表します。

文 献

- 1) 長谷川優, 児玉基一朗, 尾谷 浩, 甲元啓介, 竹内芳親: 昭和63年度日本植物病理学会大会講演要旨集 II-39 (1988)
- 2) 廣田耕作, 富田 勲, 加藤喜重郎: 関西病害虫研究報告, 17 109-110 (1975)
- 3) 小玉孝司, 宮本重信, 宮川逸平, 志賀陽一: 農業及園芸, 51 889-894 (1976)
- 4) 駒田 且: 東海近畿農業試験場研究報告, 29 132-

269 (1976)

- 5) 駒田 且: 作物のフザリウム病, 松尾卓見ら編, 全国農村教育協会, 東京 (1980) pp. 137-175
- 6) Louvet, J., Rouxel, F. and Alabouvette, C.: *Annals of Phytopathology*, 8 425-436 (1976)
- 7) Rouxel, F., Alabouvette, C. and Louvet, J.: *Annals of Phytopathology*, 9 183-192 (1977)
- 8) 志賀陽一, 宮川逸平: 日本植物病理学会報, 36 194 (1970) (講要)
- 9) 下長根 鴻, 平野喜代人, 松田 明: 日本植物病理学会報, 32 67-68 (1966) (講要)
- 10) Smith, S. N.: *Phytopathology*, 67 502-510 (1977)
- 11) Smith, S. N. and Snyder, W. C.: *Phytopathology*, 61 1049-1051 (1971)
- 12) 鈴木春夫, 小林義明, 古木市重郎, 森 喜作: 静岡農業試験場特別報告, 10 16-24 (1971)
- 13) 竹内芳親, 遠山征雄, 北村 栄, 杉本勝男: 砂丘研究, 31 36-55 (1984)
- 14) Woltz, S. S. and Engelhard, A. W.: *Phytopathology*, 63 155-157 (1973)
- 15) Walker, J. C., Gallegly, M. E., Bloom, J. R. and Sheperd, R. D.: *American Journal of Botany*, 41 760-762 (1954)
- 16) 吉野正義, 嶋崎 豊: 関東病害虫研究報告, 19 32 (1972)