

トンネル型太陽熱処理と温湯注水の併用によるイチゴ萎黄病の防除

杉村 輝彦*・西崎 仁博・堀本 圭一

Control of *Fusarium* Wilt of Strawberry by Soil Solarization Using Mulching and Tunnel-Covering Combining with Irrigation of Solar-heated Water

Teruhiko SUGIMURA, Masahiro NISHIZAKI and Keiichi HORIMOTO

Summary

Effects of soil-heating and solarization using mulching and tunnel-covering combining with irrigation of solar-heated water on *Fusarium* wilt of strawberry were investigated in glasshouse and field experiments. In the glasshouse experiment, effects of soil-heating on reduction of amount of the pathogen inoculum and the disease development were investigated with using an isolate of nitrate-nonutilizing (*nit*) mutant of *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* as pathogen. When the soil infested by the pathogen at 10^3 cfu/g dry soil was heated at 40°C for 7 days or at 45°C for 2 days, the population of the pathogen was decreased under 10 cfu/g dry soil and the few disease was developed. In the field experiment, soil naturally infested by *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* at 10^3 cfu/g dry soil was mulched by plastic-film inside closed tunnel-covering and daily irrigated by solar-heated water at approximately 80 liter/m² for 15 days from July 23 to August 6 in 1999. When the soil was treated by this condition, the disease severity was lower than that in the soils fumigated by either chloropicrin or methyl bromide. The results suggest that *Fusarium* wilt of strawberry could be controlled by the soil solarization combining with solar-heated irrigation when soil-temperature and its exposing periods required for elimination of the pathogen were achieved.

Key words : *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*, nitrate-nonutilizing mutant, strawberry, control, soil solarization, solar-heated water

緒言

奈良県では‘宝交早生’が栽培イチゴの主流品種であった昭和40年代にイチゴ萎黄病が発生しはじめたが、「いちご無病苗育成事業」により、無病苗を農家に配布したこと、その一方で、田畑輪換の推奨、太陽熱利用による土壤消毒法の開発^{2,7-11)}、異種作物導入¹⁵⁾、有効農薬の検索⁶⁾、拮抗微生物の効果^{3,16)}など、多面的な防除への取り組みが行われたことで、本病の発生は激減した。現在、育苗床では臭化メチル剤による土壤消毒が、本圃では太陽熱による土壤消毒が定着しているが、臭化メチル剤が2005年に全廃になることから、環境負荷の少ない総合防除技術の確立が急務と

なっている。

本病原菌である *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* についてはこれまで、簡易に病原性の有無が判別できないことから、病原菌のみに絞った生態解明が行われず、*F. oxysporum* の総量としての研究が行われてきた。そのため、防除対策としては菌密度を低レベルに維持することにより発病を抑制あるいは回避する方法ではなく、主に滅菌を目的とした研究がなされてきた^{5,7,14)}。しかし近年、病原性のある *F. oxysporum* で、硝酸塩を利用できない硝酸塩利用能欠損変異株 (nitrate-nonutilizing mutant, 以下、*nit* 変異菌株と略す) を用いた病原菌の検出方法が確立されたことから^{1,17)}、病原性のある *F. oxysporum* に特定した生態解明や病原

* 現 農業大学校

菌密度に対応した防除対策についての検討が可能になった。

ここでは本県におけるイチゴの主要3品種(‘とよのか’, ‘アスカルビー’, ‘宝交早生’)において, *nit*変異菌株を用いて発病に至る菌密度を把握するとともに, 菌密度に応じた防除対策, とくにトンネル型太陽熱処理と温湯注水併用の防除効果について検討した。

材料および方法

試験1 *nit*変異菌株の土壤中菌密度とイチゴ品種の発病程度との関係

奈良県農業試験場(現 農業技術センター)で保存しているイチゴ萎黄病菌(宇は2菌株)を用いて作成した*nit*変異菌株の108菌株のなかから病原性低下のなかった菌株(R1菌株)を選抜し, 試験に供した。その*nit*変異菌株をおがくずと米ぬかを3:1(体積比)で混和した培地を用いて25℃で約1ヵ月間培養し, 接種源とした。おがくず培養菌を消毒山土, バーミキュライト, ピートモス, オガクズなどを混合した鉢用土に混和し, 菌密度が 10^1 , 10^2 , 10^3 , 10^4 cfu/g乾土レベルになるように鉢用土で希釈して汚染土とした。

各菌密度の汚染土を15kgずつプラスチック容器(幅35cm×長さ60cm×深さ11cm)に入れ, 1999年7月13日に‘宝交早生’, ‘アスカルビー’, ‘とよのか’の苗(2~3葉期)を25株ずつ植え付けてガラス室内に置き, 76日後に下記の基準にしたがって程度別に発病を調査し, 発病度を算出した。また, 植え付け時に土壌10gを採取して希釈平板法を行い¹³⁾, 25℃, 3,000luxで7日間培養後, 淡桃色を示す*nit*変異菌株のコロニー数を計測した。なお, *nit*変異菌株のみを検出するために, 選択培地としてCGMBP培地を使用した(第1表)。

$$\text{発病度} = \{ \sum (\text{発病指数} \times \text{株数}) / (4 \times \text{調査株数}) \} \times 100$$

- 発病指数 0 : 発病なし, 1 : 生育不良,
- 2 : 1小葉の黄化・奇形,
- 3 : 2小葉以上の黄化・奇形,
- 4 : 枯死

第1表 *nit*変異菌株分離用選択培地(CGMBP培地)の処方(竹原ら¹⁰⁾)

Table 1. Contents of selective media (CGMBP media) for nitrate-nonutilizing (*nit*) mutant of *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*

ガラクトース	30 g
NaNO ₃	2 g
KH ₂ PO ₄	1 g
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.5 g
KCl	0.5 g
L-asparagine	1.6 g
KClO ₃	10 g
ホウ酸	0.5 g
寒天粉末	20 g
クロラムフェニコール	0.25 g
微量要素液(滅菌*)	0.2 ml
硝酸ミコナゾール(10mg/ml溶液)	5 ml
蒸留水	1 l

オートクレーブ後
PCNB (75%水和剤) 0.25 g
10%リン酸溶液でpH3.7~3.8に調整

*微量要素液	蒸留水	95 ml
	citric acid	5 g
	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	5 g
	FeSO ₄ ·7H ₂ O	4.75 g
	Fe(NH ₄) ₂ ·(SO ₄) ₂ ·6H ₂ O	1 g
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	250 mg
	MnSO ₄ ·H ₂ O	50 mg
	H ₃ BO ₃	50 mg
	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	50 mg

試験2 *nit*変異菌株の土壤中菌密度と熱処理期間の関係

前述のおがくず培養菌を用いて菌密度が 10^3 , 10^4 , 10^5 cfu/g乾土になるように鉢用土で希釈して汚染土とし, 225 mlの培養瓶に各菌密度の汚染土を約200 gずつ入れ, 土壤水分が20~25%程度になるように調節した。

汚染土の熱処理は40℃で12日間, 対照として25℃で10日間, それぞれの温度に設定した人工気象室内で行った。また45℃の処理はウォーターバス内に同様の培養瓶を3日間置いてインキュベートした。汚染土中の*nit*変異菌株の菌密度の推移を25℃では処理前, 処理2, 5, 10日後, 40℃では5, 7, 10, 12日後, 45℃では1, 2, 3日後に各処理区の土壌10gを採取して調査した。また, 25℃では10日後に, 40℃では12日後に, 45℃では3日後にそれぞれの土壌を2号黒ビニルポットに

入れ、‘宝交早生’の苗を植え付け、1999年7月12日にガラス室内に置き、苗植え付け後64, 92, 141日に前記の基準にしたがって程度別に発病を調査した。

試験3 トンネル型太陽熱処理と温湯注水の併用による防除効果

農業試験場内のイチゴ萎黄病発病圃場において、幅1.2mの畝を木板で区切って下記の処理区(3.6㎡)を設けた。トンネル型太陽熱処理区では1999年7月23日に透明ビニルで土壌表面被覆し、さらにトンネル状に被覆した。温湯注水を併用した区では、トンネル被覆に加えて温湯注水装置を設置して温湯を注水した(第1図)。温湯作成には、ポリエチレンチューブ(長さ220cm, 内径40cm, 厚さ0.1mm)に水を溜め、ビニルトンネル内に置いて太陽熱で加熱した。温湯の注入には2本のチューブを並列に連結し、片側をタイマーに、もう一方には電磁弁、ポンプ、タイマーを接続した。なお、水圧を得るために装置は高さ70cmのベンチ上に置いた。温湯処理は50cm間隔で2本、下向きに設置したエバフローチューブを用いて午後1時から3時間で約80ℓ/㎡相当量を土壌表面から毎日注水した。被覆および注水は15日間(7月23日～8月6日)継続し、処理期間中の地温は電子式温度計(おんどとり, (株)ティーアンドディー)を用いて地表下10cm, 20cmの地温を経時的に測定した。また、臭化メチル処理区では4.8㎡を試験に供し、10a当たり30kgの割合で、クロロピクリンテープ剤処理区(以下、クロピクテープ区)では3㎡を試験に供し、10a当たり22ℓの割

合で15cmの深さに埋め込み、いずれの薬剤も7日間、くん蒸処理した。各処理区の地表下10cmの土壌を採取して駒田培地¹²⁾で*Fusarium*属菌の菌密度を測定し、8月9日に各処理区に40株ずつ(ただし、クロピクテープ区は20株)‘宝交早生’の苗を植え付け、定植後35日, 49日に前記の基準で程度別に発病を調査し、発病度および防除価を算出した。

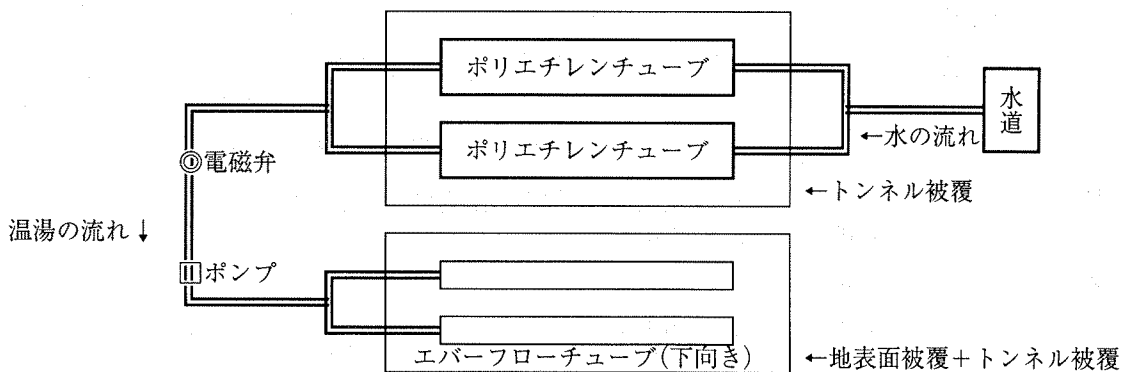
結 果

***nit*変異菌株の土壌中菌密度とイチゴ品種の発病程度との関係**

‘宝交早生’, ‘アスカルビー’, ‘とよのか’いずれの品種においても苗植え付けの76日後には菌密度の対数値と発病度の間には2次の高い相関が認められた(第2図)。近似式に基づけば、苗植え付け76日後に発病しないためには、植え付け時の菌密度が‘宝交早生’では5cfu/g乾土以下, ‘アスカルビー’では75cfu/g乾土以下, ‘とよのか’では179cfu/g乾土以下であることが必要であった。また、50株中1株に奇形葉が生じる発病程度(発病度1)に抑えるためには、それぞれ、10, 104, 282cfu/g乾土以下であることが必要であった。

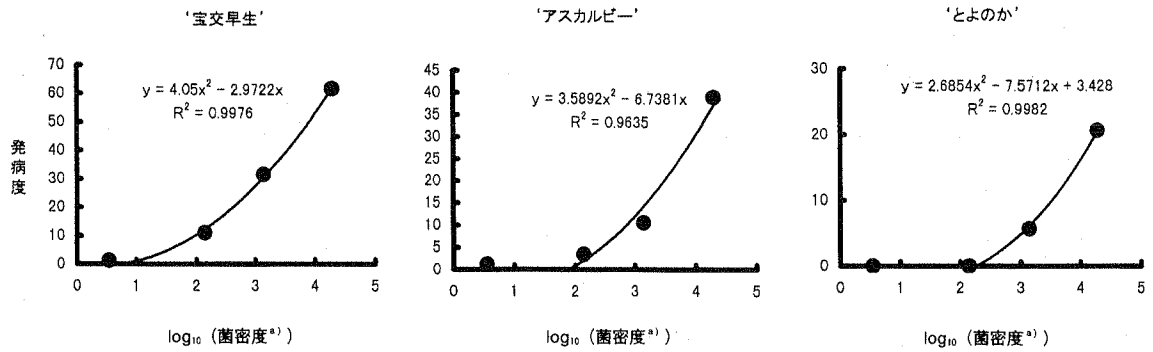
***nit*変異菌株の土壌中菌密度と熱処理期間の関係**

土壌水分が20～25%の汚染土壌を用い、25℃・10日間処理した場合、菌密度が $10^3 \sim 10^5$ cfu/g乾土レベルで推移し、処理後に苗を植え付けると、141日後には発病指数が1.3～3と高度に発病した(第2表)。40℃処理では処理前の菌密度が 10^3 cfu/g乾土レベルでは7日後、 10^4 cfu/g乾土レベルでは



第1図 太陽熱による温湯作成および温湯注水装置の模式図

Fig.1. Top view of structure for solar heating of water and its irrigation



- a) 植え付け時の菌密度。
- b) 苗植え付け76日後に発病調査。

第2図 イチゴ3品種における土壤中のnit変異菌株の菌密度と発病度^{b)}との関係

Fig.2. Relationship between population of nitrate-nonutilizing mutant in soil and disease index of *Fusarium* wilt of strawberry in 3 cultivars

10日後、 10^5 cfu/g乾土レベルでは12日後に菌密度が 10 cfu/g乾土以下となり、熱処理土壤に植え付けた苗は、141日後に発病指数0~1と低い発病程度に抑制された。また、45℃処理では処理前の菌密度が 10^3 cfu/g乾土レベルであれば2日後、 $10^4 \sim 10^5$ cfu/g乾土レベルであれば3日後に菌密度が 10 cfu/g乾土以下となり、熱処理土壤に苗を植え付けた場合、141日後には全く発病は認められなかった。

トンネル型太陽熱処理と温湯注水の併用による防除効果

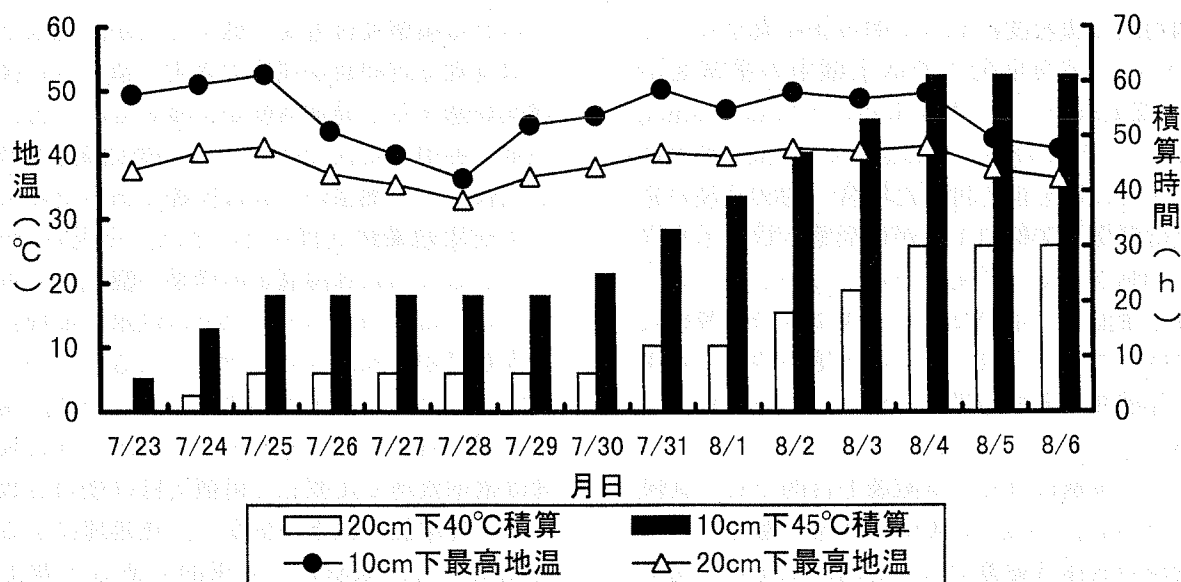
トンネル型太陽熱処理区の処理期間中(1999年7月23日~8月6日)の地温変動を調査したところ、第3図に示したように地表下10cmの最高地温は52.5℃、20cmでは41.2℃であった。地表下10cmの地温が45℃を越えた積算時間は61時間、地表下20cmの地温が40℃を越えた積算時間が30時間となり、地表下10cmでは‘宝交早生’の発病抑制に有効な時間数(48時間以上)が達成されたが、地表

第2表 イチゴ萎黄病nit変異菌株の菌密度と熱処理期間の関係

Table 2. Relationship between population of nit mutant in soil and term of heat treatment

処理温度	処理前菌密度レベル	菌密度(cfu/g乾土)								発病指数 ^{a)}		
		処理後日数(日)								植付後日数 ^{b)} (日)		
		0	1	2	3	5	7	10	12	64	92	141
25℃	10^3	9.1×10^2	— ^{c)}	3.3×10^3	—	2.4×10^3	—	2.6×10^3	—	0.0	0.3	1.3
	10^4	7.8×10^3	—	2.6×10^4	—	2.4×10^4	—	1.3×10^4	—	1.3	1.3	1.7
	10^5	1.0×10^5	—	2.1×10^5	—	9.3×10^4	—	8.3×10^4	—	2.3	2.7	3.0
40℃	10^3	—	—	—	—	2.1×10^2	1.0×10^2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	10^4	—	—	—	—	1.3×10^2	3.2×10^2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	10^5	—	—	—	—	5.3×10^2	1.1×10^2	1.8×10^2	1.4	1.0	1.3	0.7
45℃	10^3	—	1.0×10^2	0.0	0.0	—	—	—	—	0.0	0.0	0.0
	10^4	—	1.1×10^3	2.8×10^2	1.3	—	—	—	—	0.0	0.0	0.0
	10^5	—	6.6×10^3	4.0×10^3	0.0	—	—	—	—	0.0	0.0	0.0

a) 発病指数 0:発病なし, 1:生育抑制, 2:1小葉の黄化・奇形, 3:2小葉以上の黄化・奇形, 4:枯死
 b) 25℃処理区では10日間, 40℃区では12日間, 45℃区では3日間処理した土壤に‘宝交早生’の苗を植え付けた。
 c) “—”は未調査。



第3図 トンネル型太陽熱処理区の地温変動 (1999年7月23日～8月6日)

Fig.3. Soil temperature of soil solarization with mulching by plastic-film inside tunnel-covering

第3表 イチゴ萎黄病に対する薬剤，トンネル型太陽熱処理，温湯注水の防除効果

Table 3. Control effect to *Fusarium* wilt of strawberry by combination of soil solarization with mulching inside tunnel-covering, irrigation of solar heated water and soil fumigator

処 理 区 ^{a)}	処理量	処理日数 (日)	菌密度 ^{b)} (cfu/g乾土)	植え付け35日後 ^{c)}			植え付け49日後		
				発病株率 (%)	発病度	防除価	発病株率 (%)	発病度	防除価
臭 化 メ チ ル	30kg/10a	7	101	20.5	7.7	87	46.2	24.4	68
ク ロ ル ピ ク リ ン テ ー プ 剤	22 l /10a	7	0	13.3	8.3	86	33.3	21.7	72
ト ン ネ ル 太 陽 熱 処 理	—	15	66	44.4	30.6	47	53.8	44.9	41
トンネル太陽熱処理+温湯注水併用	約80 l /m ² /日	15	16	10.0	5.6	90	20.0	12.5	84
無 処 理	—	—	1288	97.2	57.6	—	100	76.3	—

- a) 臭化メチルおよびクロピクテープ剤は8月2日処理。
トンネル型太陽熱消毒および温湯注水は7月23日から処理開始。
- b) 地表下10cmの*Fusarium*属菌の菌密度
- c) 8月9日に‘宝交早生’を定植。

下20cmでは達成できなかった。この条件下において無処理区で*Fusarium*属菌の菌密度が地表下10cmで 10^3 cfu/g乾土レベルであったのに対して、トンネル型太陽熱処理区では処理後には66cfu/g乾土，温湯注水併用区では16cfu/g乾土であった。その土壤に‘宝交早生’の苗を植え付けたところ，49日後には無処理区で発病度が76.3であったのに対し，トンネル型太陽熱処理区では発病度が44.9，温湯注水併用区では12.5と低くなった。一方，臭化メチル処理区では処理後には土壤中の

*Fusarium*属菌菌密度が 10^2 cfu/g乾土レベルであり，苗の植え付け49日後には発病度が24.4となり，クロピクテープ区では処理後に土壤中の菌密度は検出限界以下であったが，苗植え付け49日後には発病度が21.7となった。

考 察

イチゴ萎黄病菌の*nit*変異菌株汚染土壤における菌密度と発病には高い相関関係があり，品種間

の発病程度は菌密度によって明らかに異なった。すなわち、‘宝交早生’では土壤中の菌密度が10cfu/g乾土以下、‘アスカルビー’では10²cfu/g乾土以下、‘とよのか’では2.8×10²cfu/g乾土以下で、7月に苗を植え付けた場合、約80日後の発病程度は軽微（50株中1株が奇形葉症状を示す程度）に抑制されると考えられる。しかし、これらの値は土壤温度、水分などの土壤条件の影響を大きく受けるため、今後、様々な土壤条件下での菌密度と品種間の発病差異などについての調査が必要である。

これまで本病に対しては滅菌を目的とした試験研究が行われ、小玉ら⁷⁾は45℃処理の場合、イチゴ萎黄病の液体培養菌では1日間、風乾した発病クラウンでは3日間、自然汚染土では6日間の恒温処理で菌が検出されなくなること、40℃では20日後にも菌の生存が確認されたことなどを報告している。また、家村⁵⁾は同一温度でも土壤水分含量により熱処理期間が異なり、45℃処理で乾燥状態では10日以上、含水量60%では5日、100%では3日で病原性がなくなったとしている。このように完全滅菌まで熱処理するには日数を要することから、本試験では土壤を完全滅菌しなくても、実害のない発病程度になるように菌密度を抑える方法について、*nit*変異菌株を用いて有効な熱処理を検討した。その結果、‘宝交早生’において実害のない菌密度（10cfu/g乾土以下）になるのは、処理前の菌密度が10³cfu/g乾土レベルであれば恒温条件で40℃・7日間処理あるいは45℃・2日間処理で可能であった。

しかし、圃場で十分な防除効果を得るためには、地表下15～20cmの菌密度の低下が必要であり、熱処理により地表下20cmで有効な温度を確保するためには、小玉・福井ら^{2,11)}が述べているように、地表面被覆のみの露地型太陽熱消毒では困難である。そこで、地表面被覆とトンネル状の被覆を組み合わせたトンネル型太陽熱処理と、地下深部の地温の上昇を図るために温湯注水の併用を試みた。その結果、梅雨明け後の7月23日から15日間トンネル型太陽熱処理を行うと、地表下10cmでは菌密度低下に有効な温度と時間数が達成され、処理後土壤中の*Fusarium*属菌菌密度は10cfu/g乾土レベルとなり、‘宝交早生’が低い発病程度に抑

えられる菌密度付近まで低下したが、地表下20cmでは有効な時間数が達成できず、植え付け後50日程度経過すると発病程度が上昇した。一方、温湯注水を併用した区ではトンネル型太陽熱処理単独と比較して、地温の上昇は同等であったにも関わらず防除効果が上回ったことは、小玉ら⁷⁾が指摘しているように高温湛水の効果が酸化還元電位の低下によるものであり、毎日の注水の反復による湛水効果が現れたものと考えられる。しかし、温湯注水には大量の水が必要であり、今後、温湯注水装置や処理量など検討を要するが、本太陽熱処理は薬剤処理と比較して苗植え付け後の日数経過に伴う防除価の低下が少なく、熱処理による選択的滅菌が再汚染防止に効果的であると考えられる。この防除効果をさらに高めるためには、発病抑制に効果があると報告されているアルカリ資材¹⁴⁾や*Bacillus*属菌^{1,9,16)}などの活用も併せて検討する必要がある。

摘 要

イチゴ萎黄病*nit*変異菌株を用いて品種間の発病差異と菌密度の関係および菌密度に応じた熱処理方法、処理期間について検討した。

*nit*変異菌株の菌密度と品種間の発病との関係については、近似式に基づけば、‘宝交早生’で10cfu/g乾土以下、‘アスカルビー’では10²cfu/g乾土以下、‘とよのか’では2.8×10²cfu/g乾土以下で植え付け後約80日間（7～9月）は低い発病程度に抑制されると考えられた。また、供試品種で本菌に最も弱い‘宝交早生’が低い発病程度（発病度1）に抑制されるためには、熱処理前の菌密度が10³cfu/g乾土レベルであれば40℃で7日間（168時間）、45℃で2日間（48時間）の処理が必要であった。

自然発病圃場（地表下10cmにおける*Fusarium*属菌の菌密度が10³cfu/g乾土レベル）において、地表面被覆とトンネル状の被覆を組み合わせたトンネル型太陽熱処理法と太陽熱により加熱した温湯の注水を併用することにより、夏期の15日間処理でクロロピクリン剤および臭化メチル剤による土壤消毒以上の高い防除効果が認められた。

謝 辞

本研究を行うに当たり、*nit*変異菌株の108菌株を作成していただき、試験方法等について助言いただいた農林水産省農業研究センター病害虫防除部土壌病害研究室（現 畑病害研究室）の萩原廣室長（現 野菜・茶業試験場企画連絡室企画科長）、竹原利明主任研究官に心からお礼申し上げます。

引用文献

1. Aldrich, J. and Baker, R. 1970. Biological control of *Fusarium roseum* f. sp. *dianthi* by *Bacillus subtilis*. Pl. Dis. Repr. 54 : 446-448.
2. 福井俊男・小玉孝司・中西喜徳. 1981. 太陽熱とハウス密閉処理による土壌消毒法について IV. 露地型被覆処理による土壌伝染性病害虫に対する適用拡大. 奈良農試研報. 12 : 109-119.
3. 萩原敏弘・岡山健夫・中野智彦. 1994. 拮抗微生物 *Pseudomonas gladioli* によるイチゴ萎黄病の防除. 奈良農試研報. 25 : 25-28.
4. Hadar, E., Katan, J. and Katan, T. 1989. The use of nitrate-nonutilizing mutants and a selective medium for studies of pathogenic strains of *Fusarium oxysporum*. Plant Dis. 73 : 800-803.
5. 家村浩海. 1987. 太陽熱利用による水田転換畑露地野菜の土壌病害防除技術. 近畿中国地域農林水産業研究成果発表会資料. 74-82.
6. 小玉孝司・福井俊男・芳岡昭夫. 1977. イチゴ萎黄病の薬剤防除について. 奈良農試研報. 8 : 57-65.
7. ————・—————. 1979. 太陽熱とハウス密閉処理による土壌消毒法について I. 土壌伝染性病原菌の死滅条件の設定とハウス密閉処理による土壌温度の変化. 奈良農試研報. 10 : 71-82.
8. ————・—————. 1979. 太陽熱とハウス密閉処理による土壌消毒法について II. イチゴ萎黄病ほか土壌伝染性病害に対する土壌消毒効果と効果判定基準の設定. 奈良農試研報. 10 : 83-92.
9. ————・—————. 松本恭昌. 1980. 太陽熱とハウス密閉処理による土壌消毒法について III. ハウス密閉処理が土壌微生物数およびイチゴ萎黄病菌の行動に及ぼす影響. 奈良農試研報. 11 : 41-52.
10. ————・—————. 1982. ハウス密閉処理による太陽熱土壌消毒法について V. イチゴ萎黄病防除に対する適用. 日植病報. 48 : 570-577.
11. ————・—————. 1982. イチゴ萎黄病に対する露地型太陽熱土壌消毒法の適用. 日植病報. 48 : 699-701.
12. 駒田 旦. 1976. 野菜のフザリウム病菌, *Fusarium oxysporum*, の土壌中における活性評価技術に関する研究. 東海近畿農試研報. 29 : 132-269.
13. ————・上田真也・山本広基. 1995. *Fusarium*菌の硝酸塩利用能欠損変異株分離培地の選択性の向上. 植物防疫. 49(4) : 31-34.
14. 岡本康博. 1984. イチゴ萎黄病に関する研究. 岡山農試臨時報告. 73 : 1-92.
15. 岡山健夫・堀本圭一・小島博文・小玉孝司. 1988. 異種作物の導入によるイチゴ萎黄病の軽減効果. 農業および園芸. 63(2) : 71-76.
16. ————・小島博文・小玉孝司. 1991. イチゴ萎黄病に対する拮抗微生物の選抜とその防除効果. 奈良農試研報. 22 : 17-22.
17. 竹原利明・國安克人. 1994. *nit*変異菌株を用いたフザリウム病の発生生態の解明 II. *Fusarium oxysporum*の*nit*変異菌株の選択分離培地を用いた分離. 日植病報. 60 : 705-710.
18. ————・萩原 廣・國安克人. 1995. *Fusarium oxysporum*の*nit*変異菌株と野生菌株の土壌からの分別定量法. 日植病報. 61 : 606 (講要)

