

メロンがんしゅ病の発病と土壤中の接種菌密度 ならびに土壤消毒との関係

吉田 政博・小林 研三 (九州東海大学農学部)

Relationships between the occurrence of root tumor of melon and soil inoculum density and soil sterilization Masahiro YOSHIDA and Kenzo KOBAYASHI (School of Agriculture, Kyushu Tokai University, Choyo-son, Aso-gun, Kumamoto 869-14, Japan)

The concentration of pathogenic *Streptomyces* sp. and sterilization of soil affected the occurrence of root tumor of melon under inoculation tests. Young growing melon inoculated with a high concentration of the pathogen showed symptoms of damping-off, and the severity varied with the type of soil used. Occurrence of root tumor was observed in soil inoculated with more than about 10 cfu of the pathogen per 1 ml of wetted soil. The most sever disease incidence of root tumor appeared when melon was inoculated with about $10^3\text{-}10^4$ cfu/ml of the soil. In addition, the disease occurred easily in soil which was inoculated with the pathogen after soil sterilization, but the occurrence of the disease in inoculated soil without sterilization was suppressed conspicuously. The results suggest that the occurrence of root tumor of melon is encouraged at a lower concentration of microorganisms and with a limited microflora in soil.

緒 言

Streptomyces sp. によるメロンがんしゅ病⁷⁾の発生生態は今までほとんど知られておらず、ウリ類を侵す放線菌病としてもこれまでになじみがない。メロンの他キュウウリでの本菌による自然発生も確認されており^{1,5)}、今後広範囲のウリ科作物における発病⁶⁾が懸念される。一方、土壤病害である本病の発生には、土壤環境要因が互いに絡み合いながら関与していると考えられることから発生生態は複雑であり、その解明は本病の防除対策上極めて重要である。

よって、先ず本実験では土壤中の異なった接種菌量における発病状況を比較し、発病に至る最小菌密度ならびに土壤中の菌量による発病の変化を比較するとともに、栽培土壤の消毒と発病との関係について検討した。

材料および方法

接種に供試したがんしゅ病菌は、罹病メロンから分離したB-9-1菌株⁷⁾である。酵母エキス・グルコース培地(酵母エキス10g, グルコース10g, 蒸留水1ℓ, pH 7.2)で28℃、3日間振とう培養した菌体を集菌後、ホモジナイザーで磨碎した菌液(約 10^7 cfu/ml)を接種源とした。

メロンの栽培は品種: 健脚を用い、すべてガラス温室

内で行った。

病原菌量と発病との関係試験

試験-I: 栽培土壤として、オートクレーブ処理した九州東海大学農学部内畠圃場の黒ボク土(pH 6.1)を用いた。接種は、上記の接種源を栽培土壤の容量に対して0.05~4.0% (V/V) の割合の菌量となるように土壤混和した。接種土壤は直径15cmの素焼鉢に詰め、2粒のメロンを播種した。播種後10日目から5日毎に立枯率を調べ、立枯株については隨時本葉数とこぶ形成状況を調べた。また、播種後40日目にすべての植物について同様に調査した。発病度は形成したこぶ数により5段階の指數を与え算出した。試験は1区5鉢を供試した。

試験-II: 栽培土壤として市販の床土(商品名: 宮崎焼土, pH 6.8)を用い、試験-Iと同様に接種源を0.02~4.0% (V/V) となるように土壤混和して、発病状況を調査した。試験は1区4鉢を供試した。

試験-III: 供試土壤は試験-IIと同じとし、接種源を10倍段階で希釈し、 $10^{-1}\text{~}10^5$ cfu/mlの生土の菌量となるように混和接種して各接種菌密度の汚染土壤とした。汚染土壤には10粒のメロンを播種し、40日後にがんしゅ病の発病状況とメロンの草丈および本葉数を調査した。

発病におよぼす土壤消毒の影響試験

本学農学部付属農場内の畠圃場より土壤を採取し、そ

のまま使用する無殺菌土壤区とオートクレーブ処理した殺菌土壤区を設けた。両試験区の土壤には、前試験の結果より1 mlの生土当り $10^3\sim10^4$ cfuとなるようがんしゅ病菌を混和接種してメロンを播種後、50日目に発病状況を調査した。

試験は3地点から採取した土壤を用い、1区10株のメロンを供試した。なお、供試土壤の微生物数を常法²⁾により測定した。

結 果

病原菌密度と発病

試験-I：黒ボク土では、接種菌量の接種源が0.2%（約 2×10^4 cfu/ml生土）以上の濃度区において播種後20日目から10~80%の割合で立枯症状を示す植物がみられはじめ、それは高濃度接種区ほど激しかった。さらに25日目では、0.1%（約 1×10^4 cfu/ml生土）接種区で50%が、0.05%（約 5×10^3 cfu/ml生土）接種区でも20%の新たな立枯症状の個体がみられ、その時点では1.0%

（約 1×10^5 cfu/ml生土）以上の接種区ではすでに100%の立枯率に達した。また、0.5%（約 5×10^4 cfu/ml生土）以下の菌量の接種区においても播種後40日までには70~90%の立枯率に増加した。

播種後40日目までに枯死した植物を含め、接種土壤のすべてのメロンの根部にこぶの形成が認められた。しかし、それらの形成こぶは2 mm以下の小型のものが主体で数も少なく、発病度も0.05%接種区での37.5から4.0%接種区の25.0の範囲内にあり、接種菌量による発病程度には大差なかった。

メロンの生育状況は無接種区の3.9葉の本葉数に対して、接種区では播種後の早い時期から立枯を起こしたために著しく生育が劣り、全接種区で1枚前後の本葉数であった。

試験-II：立枯率の推移をTable 1に、播種後50日目までのがんしゅ病の発病状況とメロンの本葉数をTable 2に示した。

栽培土壤に市販の床土を用いた結果、発病様相は黒ボ

Table 1. Percentage of damping-off melon sowed in bed soil infested with different inoculum densities of the pathogenic *Streptomyces* sp.

Inoculum density ^{a)} (%)	Days after sowing								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0	0	0	0	0	0	0	0	25.0	62.5
2.0	0	0	0	0	0	0	0	12.5	50.0
3.0	0	0	0	0	0	0	0	12.5	50.0
4.0	0	0	0	0	0	0	0	37.5	50.0

a) Liquid inoculum with approximately 10^7 cfu/ml was added to bed soil on a V/V basis to establish the desired soil inoculum densities.

Table 2. Occurrence of root tumor and number of foliage leaves of melon cultivated in bed soil infested with different inoculum densities of the pathogenic *Streptomyces* sp.

Inoculum density ^{a)} (%)	Percentage of diseased plants	Disease severity	No. of foliage leaves	No. of root tumors/diseased plant			
				< 2	2-5	5-10	10<(mm)
0	0	0	6.6	0	0	0	0
0.02	100	81.3	5.4	57.3	43.0	1.6	0
0.05	100	96.9	5.4	80.1	45.1	2.8	0.3
0.1	100	68.8	3.8	60.8	12.3	1.4	0
0.2	100	87.5	3.3	89.1	17.5	0.4	0
0.5	100	90.6	2.4	82.6	25.1	1.3	0.1
1.0	100	62.5	3.0	49.1	7.6	1.1	0
2.0	100	59.4	2.8	45.7	5.3	0.4	0
3.0	100	68.8	2.3	60.0	12.6	2.4	0.3
4.0	100	59.4	2.0	37.9	6.8	1.1	0

a) See Table 1.

Table 3. Relationships between incidence of occurrence of root tumors and inoculum density of the pathogenic *Streptomyces* sp.

Inoculum density ($\times 1.69 \text{ cfu/ml}$ of moist soil)	Percentage of diseased plants	Disease severity	Growth of melon	
			Plant length (cm)	Number of leaves
0	0	0	42.0	10.9
10^{-1}	0	0	39.3	10.3
10^0	0	0	41.7	10.7
10^1	80.0	20.0	41.6	10.3
10^2	100	50.0	36.6	9.9
10^3	100	62.5	31.8	9.0
10^4	100	65.0	27.7	7.8
10^5	100	47.5	13.4	5.3

ク土とは異なった。播種後40日目まで全接種区において立枯を起こす植物はみられなかった。しかし、45日目には接種源の菌量が1.0%（約 $1 \times 10^5 \text{ cfu/ml}$ 生土）以上の接種区において12.5～37.5%の割合で立枯症状が認められはじめた。その後、立枯株は播種後50日目までに50.0～62.5%の割合に増加したが、接種菌量が0.5%（約 $5 \times 10^4 \text{ cfu/ml}$ 生土）以下の接種区では立枯を起こす植物はみられなかった。

一方、播種後50日目までのこぶ形成の状況を調査した結果、接種区のすべての株でこぶの形成が認められた。また、それらの発病度は0.05%（約 $5 \times 10^3 \text{ cfu/ml}$ 生土）接種区で96.9を示す最も高い値を示し、それより低濃度の0.02%（約 $2 \times 10^3 \text{ cfu/ml}$ 生土）接種区では81.3とやや減少した。また、0.1%（約 $1 \times 10^4 \text{ cfu/ml}$ 生土）以上の接種区でも菌量の増加にしたがって発病度は減少傾向を認め、とくに、接種源を1%以上の割合で接種した区では根部のこぶの形成は比較的少なかった。

メロンの地上部の生育状況は無接種区の本葉数が6.6葉であるのに対し、接種区では生育が劣り、とくに、0.1%以上の接種源量の接種区では4葉以下と著しく生育が抑制された。一方、0.05%以下の接種源量を接種した区では5.4葉を示し、他の接種区に比べて生育は比較的良好であった。

試験Ⅲ：供試した接種源の濃度を測定した結果、 $1.69 \times 10^7 \text{ cfu/ml}$ であった。

栽培土壤中の接種菌量と発病程度およびメロンの地上部生育の状況をTable 3に、こぶの形成と肥大の状況をFig. 1に、それぞれ示した。

栽培土壤中の接種菌量が 1 ml の生土当たり 1.69 cfu 以下の接種区においては、がんしゅ病の発病がまったく認められなかった。一方、栽培土壤中の接種菌量が $1.69 \times 10^1 \text{ cfu/ml}$ 生土区からは80.0%の発病株率と40.0の発病度を認め、その後接種菌量が増すにつれて発病度は徐々

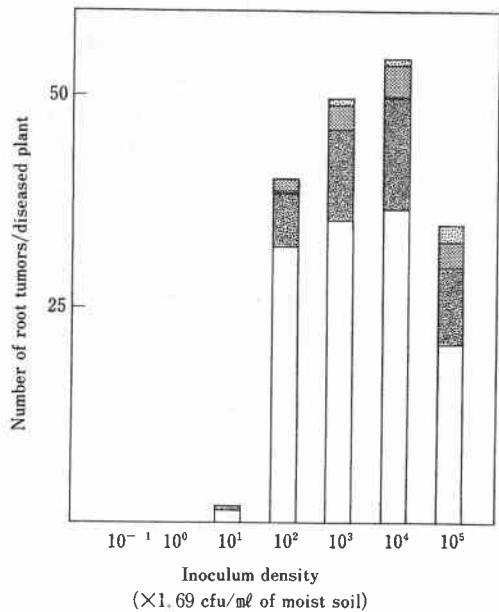


Fig. 1 Distribution of sizes of root tumors formed on diseased melon in infested soils with different inoculum densities of the pathogenic *Streptomyces* sp.
Size of root tumor, □: <2, ■: 2-5, ▨: 5-10, ▨: 10< (mm).

に増加し、 1.69×10^3 ～ 10^4 cfu/ml 生土接種区では62.5～65.0の高い値となった。さらにその10倍量の菌量である $1.69 \times 10^5 \text{ cfu/ml}$ 生土区では発病度が50.0を示し、発病程度は低下した。

形成こぶ数は発病度と同様の傾向を示したが、2 mm以上の大型のこぶの占める割合は、接種菌量の増加にともない $1.69 \times 10^5 \text{ cfu/ml}$ 生土の接種区まで、次第に高くなっていた。すなわち、接種菌量の増加にしたがい大型のこぶが認められ易くなり、 $1.69 \times 10^5 \text{ cfu/ml}$ 生土接種区では10 mm以上のこぶも形成こぶの約5%を占めていた。

メロンの地上部の生育状況は、 $1.69 \times 10^1 \text{ cfu/ml}$ 生土

接種区までは無接種区とほぼ同程度であった。しかし、発病株率が100%となった 1.69×10^2 cfu/ml生土区以上の接種区では、接種菌量の増加にしたがいメロンの生育は抑制された。とくに、 1.69×10^5 cfu/ml生土接種区では、最も激しく発病した 1.69×10^4 cfu/ml生土区で27.7cmの草丈と7.8葉の本葉数であったのに対し、それぞれ13.4cmと5.3葉を示すように、発病程度は低下したにもかかわらず生育の著しい抑制が認められた。

発病におよぼす土壤殺菌の影響

採取した土壤の微生物数はTable 4に、それらの土壤の殺菌の有無とがんしゅ病の発病状況をTable 5に示した。無殺菌土壤の微生物数は、供試土壤ⅠとⅡでは大差なかった。しかし、供試土壤Ⅲでは検出した全種類の微生物において土壤Ⅰ、Ⅱより著しく低い菌量であり、それらの平均値に較べて、糸状菌が約48%，細菌が約25%，放線菌が約8%の微生物数であった。

Table 4. Numbers of microorganisms present in soils used in the experiments in Table 5

Soil number	No. of microorganisms (cfu/g of dry soil)		
	Fungi	Bacteria	Actinomycetes
I	4.16×10^4	2.07×10^6	9.47×10^6
II	5.43×10^4	2.68×10^6	1.38×10^7
III	2.30×10^4	5.92×10^5	9.14×10^5

これらの土壤を殺菌してがんしゅ病菌の汚染土壤とした場合には、3回の試験とも全株で発病がみられ、とくに、土壤ⅠとⅡにおいて発病度は57.5と80.0を示す激しい発病が認められたが、それらの無殺菌土壤ではまったく発病しなかった。一方、土壤Ⅲにおいては殺菌土壤で発病度25.0の軽い発病程度を示したのに対し、無殺菌土壤でも発病株率80%，発病度20の発病が認められた。

考 察

一般に土壤病害の発生は土壤中の病原菌密度に左右さ

れるが、その被害の程度は菌密度の増大と比例して増大するとは限らず、病原菌の増加につれて段階的に増大するのが普通であるとされている⁴。また、発病に至る菌密度は病原菌の種類により絶対数にかなりの差異が存在することも知られている⁴。

本試験では、黒ボク土と市販の床土を用いて栽培土壤へのがんしゅ病菌の接種菌量と発病状況について試験した。接種菌量と発病との関係をみると、 10^1 台 cfu/ml生土接種区から発病したことより、1 mlの栽培土壤当りおよそ10 cfu以下の菌量での発病は非常に困難であると考えられた。また、高濃度接種では播種したメロンの出芽後の早い時期から立枯を起こし、その菌量と立枯の発生程度は栽培土壤の種類によりかなりの相違があるものと思われた。すなわち、黒ボク土では約 10^3 cfu/ml生土の接種区で最も激しいがんしゅ病が発生したが、それ以上の菌量の接種区では菌密度とがんしゅ病の発病の明確な関係は認められなかった。このことは、播種後20~25日目頃から激しい立枯症状を呈したために根系の発達が著しく抑制された結果であると考える。一方、市販の床土でも接種菌量が約 10^3 cfu/ml生土区で最も激しく発病した。しかし、それより接種菌量が増減すれば発病度は低下傾向を示し、中でも約 10^5 cfu/ml生土区以上の接種では発病程度は著しく減少した。このことも同様に高濃度の接種菌がこぶを形成する以上にメロンの生育抑制を招くためであると思われる。本試験に用いた黒ボク土は市販の床土とともに埴壤土に属するが、土壤 pHにおいてもやや異なっているように、実際の栽培土壤の諸性質が発病に大きく関与していると考えられる。今後、土壤の種類と発病との関係について詳細に調べる必要がある。

以上のように、メロンがんしゅ病菌を土壤混和接種した場合、本病は約 10^1 cfu/ml生土の菌量から発病が可能で、約 10^3 ~ 10^4 cfu/ml生土までは菌密度の増大とともに発病程度も高くなり、約 10^5 cfu/ml生土以上の菌量になるとメロン自体の生育抑制の影響の方が強く現れ、その

Table 5. Comparison of the occurrence of root tumor on melon in natural soils and in sterilized soils under inoculation with the pathogenic *Streptomyces* sp.

Soil number	Soil sterilization ^{a)}	Percentage of diseased plants	Disease severity	No. of root tumors per diseased plant
I	+	100	57.5	41.0
	-	0	0	0
II	+	100	80.0	92.2
	-	0	0	0
III	+	100	25.0	4.7
	-	80.0	20.0	2.3

a) + : sterilized with autoclave, - : unsterilized.

結果こぶの形成は低下するものと考えられる。しかし、本結果は接種菌密度による試験のため、土壤中での接種菌の動向の検討が必要であり、そのための病原菌定量法の確立が望まれる。

また、本試験では殺菌土壤を供試しているため、実際の現地圃場の土壤中における微生物相に比べかなり単純化された微生物相下での試験であった。

そこで、栽培土壤の土壤消毒による本病の発生状況を検討したところ、がんしゅ病の発病は他の土壤微生物によりかなり抑制されることが考えられた。本試験の無殺菌土壤でも発病した土壤Ⅲは、発病がみられなかった土壤Ⅰ、Ⅱに比べて微生物数が全種において著しく少なかった。一方、殺菌土壤においてはいずれも発病がみられた。このことは、がんしゅ病は栽培土壤を殺菌することで発病が助長されており、土壤中の微生物数の減少と微生物相の単純化により発病程度が厳しくなるものと思われる。慣行のメロン栽培では多くが栽培土壤の消毒を実施していることから、そのような圃場にがんしゅ病菌が侵入した場合には、比較的低密度の病原菌によって容易に発病することが推察される。

ジャガイモそうか病菌 (*Streptomyces scabies*) の場合、ジャガイモ塊茎表面の病原放線菌の密度に対して細菌の比率が少ない場合に感染し、その感染は細菌の拮抗作用によって非常に妨げられることが示唆されている³⁾。したがって、本試験において無殺菌土壤でがんしゅ病が発病しなかった土壤には、本病原放線菌に対する有効な拮抗微生物が存在することも考えられるため、今後は土壤微生物相を考慮した防除法の検討も必要である。

摘

要

メロンがんしゅ病の発病における接種菌量と土壤消毒

の影響について試験した。約 10^7 cfu/mlの接種源を栽培土壤に対し0.05% (V/V, 約 5×10^3 cfu/ml) 以上混和接種した黒ボク土では、メロンは播種後25日目から激しい立枯症状が認められた。一方、市販の床土では播種後40日目までは立枯症状はみられなかったが、45~50日目には1% (約 1×10^5 cfu/ml) 以上の接種区で約半数が立枯を起こした。また、根部のこぶ形成は0.05%濃度の接種区で最も激しく、メロンの生育抑制も比較的少なかった。さらに、発病に至る最小の接種菌量を調べた結果、栽培土壤 1 ml 当りおよそ 10 cfu 以下の接種菌量では発病せず、10¹ cfu 台以上で発病がみられ、菌量の増加とともに発病程度も増加し、約 10^3 ~ 10^4 cfu で最も激しく発病したが、約 10^5 cfu では再び発病程度は低下した。土壤消毒の有無と発病との関係では、殺菌土壤に対し無殺菌土壤では発病が著しく抑制され、また、無殺菌土壤は土壤中の微生物数が多いほど抑制効果が高かった。このように、メロンがんしゅ病の発病は栽培土壤中の微生物数の減少と微生物相の単純化によって助長されることが示唆された。

引　用　文　獻

- 1) 小林研三・吉田政博・中山武則・古賀成司 (1987) 日植病報 53 : 562-565.
- 2) 近藤 照・加藤邦彦 (1979) 土壤微生物実験法 (土壤微生物研究会編) 養賢堂 : 21-24.
- 3) LEWIS, B. G. (1970) Ann. Appl. Biol. 66 : 83-88.
- 4) 小倉寛典 (1988) 新版土壤病害の手引き (新版土壤病害の手引編集委員会編) 日本植物防疫協会 : 152-157.
- 5) 孫工弥寿雄・野村良邦 (1987) 九病虫研会報 33 : 48-52.
- 6) 吉田政博・小林研三 (1989) 日植病報 55 : 516 (講要).
- 7) 吉田政博・小林研三 (1991) 日植病報 57 : 540-548.

(1994年5月2日 受領)