

キュウリつる割病およびゴボウ萎ちょう病に 対するベノミル剤の防除効果について*

松田 明 ・ 下長根 鴻 ・ 尾崎 克巳

ベノミル剤はゴボウ萎ちょう病菌に対して静菌的に作用し、土壌中で分生胞子の発芽および厚膜胞子の形成を長期にわたって阻害した。本剤を有効成分で400 ppm土壌混和すると、キュウリつる割病およびゴボウ萎ちょう病に対して高い防除効果が得られた。キュウリの場合、本剤の500～1,000倍液50 mlを定植7日前に育苗鉢へ、さらに、定植時と定植後30日目に1株300 mlの灌注はつる割病に有効であった。本剤が施用されていない深層部分に根が伸長し、病原菌の感染を受けると、前二者の病害に対する発病抑止効果が劣った。病原菌の垂直分布が深いキュウリの連作畑でも、本剤とクロルピクリンの併用は両者の欠点を補完し、つる割病に対する防除効果を安定化し、実用的であった。黒色火山灰土に消石灰を0.5%またはa当たり50 kg施用すると、本剤のフザリウム病防除効果は相乗的に増大した。また、本剤の多量施用はキュウリ立枯性疫病を多発させる変則効果があった。この作用は消石灰施用により軽減され、エクロメゾールとの併用により除去された。なお、つる割病発生を助長するネコブセンチュウの寄生に対して本剤は防除効果を有しないのみならず、むしろ多発させる場合があった。

目 次

I 緒 言	27	2. 圃場試験	35
II Fusarium菌に対するベノミル剤の作用	28	V ベノミル剤とクロルピクリン剤併用によるキュウリつる割病防除効果の安定化	35
1. 培地上におけるFusarium菌の菌糸伸長および分生胞子の発芽阻止力	28	VI ベノミル剤の変則効果	37
2. 土壌中におけるFusarium菌分生胞子の発芽および厚膜化阻止力	28	VII 考 察	39
III ベノミル剤のキュウリつる割病防除効果	29	VIII 摘 要	40
1. ベノミル剤施用量と防除効力 (ポット試験)	29	引用文献	41
2. ベノミル剤施用法と防除効力 (ポット試験)	30		
3. 圃場におけるベノミル剤の施用法と防除効果	32		
IV ベノミル剤のフザリウム病防除効果増進法	33		
1. ポット試験	33		

I 緒 言

ベノミル剤はメチル1-(フチルカーバモイル)-2-ベンズイミダゾールカーバメイトを有効成分とし、抗菌スペクトラムは非常に広く、果樹、野菜の地上病害(ウドンコ病、菌核病、灰色かび病、炭そ病など)、稲麦をはじめ多くの作物の種子伝染性病害に対して卓効を示し、実用化されている。

1968年、ERWINによって棉の萎ちょう病に対して浸透殺菌剤としてすぐれた防除効果のあることが報告¹⁾されたのをはじめ、わが国でも多くの土壌病害(瓜類つる割病^{7, 8, 12, 13, 21)}、トマト萎ちょう病^{5, 19)}、イチゴ萎黄

* 本報告の一部は昭和47年度日本植物病理学会大会ならびに関東東山病害虫研究会年報第20, 21集に報告した。

病⁴⁾、ナス半身萎ちょう病^{20, 21)}などに播種または植付時など生育中の処理によって、クロルピクリン剤に匹敵するほどの高い防除効果が報告されている。現在、キュウリつる割病、トマト萎ちょう病、イチゴ萎黄病、タマネギ乾腐病、チューリップ球根腐敗病などに対し本剤の登録がある。ただし、ゴボウ萎ちょう病には未登録である。

筆者らも本剤について1970年からキュウリつる割病、ゴボウ萎ちょう病を対象に病害防除効果の現われ方、防除効果の安定化ならびに増進法について試験したので、これらの結果について記述した。

II Fusarium菌に対するベノミル剤の作用

1 培地上における Fusarium菌の菌糸伸長および分生胞子の発芽阻止力

1) 試験方法：ゴボウ萎ちょう病菌 *Fusarium oxysporum* f. sp. *arctii* (F. o. a. と略す) をあらかじめジャガイモ煎汁寒天培地に25℃で7日間培養した。一方、ベノミル剤を有効成分で0, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 ppm 含むようにツアベック寒天培地をシャーレーに流し込んだ。この培地に上記菌そう(径5mm)を移植し、25℃の定温器で培養し、1日目、4日目および8日目に菌そうの直径を測定した。なお、移植20日後に菌糸の発育を全く認めなかった試験区については、最初に移植した菌そうを再びベノミル剤を含まないジャガイモ煎汁寒天培地(PSAと略す)に移し、25℃で培養し、菌糸の発育の有無を調査した。

次に、0.5%アスパラギン溶液にベノミル剤を有効成分で上記濃度と同一になるように添加し、100ml容三角フラスコに10mlずつ分注した。これにF. o. a. 小型分生胞子浮遊液を0.03ml加えよく攪拌し、密栓した後、25℃の定温器に24時間おいた。この後、各濃度毎にスライド上に3滴ずつとり、直ちに風乾し、1滴200個の分生胞子について発芽の有無を調査した。分生胞子の浮遊液は次のように作成した。すなわち、PSAで25℃、7日間培養したF. o. a. の菌そうに蒸留水を加え、これを東洋濾紙No. 2で濾過すると、濾液に小型分生胞子のみが移行する。

第1表 培地との *F. oxysporum* 菌糸の伸長および分生胞子の発芽に対するベノミル剤の阻止力

ベノミル剤の濃度(有効成分量)	菌糸伸長量(菌そう直径, mm)			菌糸の [*] 生死	分生胞子発芽率
	1日目	4日目	8日目		
0 ppm	13	46	88	+	72%
0.5	10	44	86	+	49
1	6	18	56	+	72
2	0	+	5	+	54
4	0	0	0	+	51
8	0	0	0	+	37
16	0	0	0	+	24
32	0	0	0	+	13
64	0	0	0	+	0
128	0	0	0	+	0

注※：ベノミル剤の所定濃度含有PSA培地に20日間、25℃で供試菌を培養した後、ベノミル剤を含まないPSA培地に移植し、25℃で培養したとき、正常な菌糸伸長が認められた場合+と表示し、生を意味する。

遠沈法で胞子を洗いながら、適当な濃度の胞子浮遊液を作成した。

2) 試験結果：第1表のように、ベノミル剤を0.5 ppm以上培地に添加すると、F. o. a. の菌糸伸長は抑制され、1~2 ppmでは極めて不良となり、とくに4 ppm以上になると菌糸の発育は全く阻止された。しかし、このような濃度段階でもベノミル剤を含まないPSA培地に移すと、菌糸は再び正常に発育することが観察された。これはベノミル剤がF. o. a. に対して静菌的に作用していることを示唆している。

次に、F. o. a. 分生胞子の発芽は菌糸伸長を全く認めなかった4 ppm以上の濃度でも認められ、64 ppm以上の高濃度でやっと阻止された。発芽管長の測定を欠くが、4 ppm以上の濃度では、発芽管の伸長が極めて不良であることが観察された。

2 土壌中における Fusarium菌分生胞子の発芽および厚膜化阻止力

1) 試験方法：場内黒色火山灰土壌(無殺菌)にベノミル剤を有効成分で100, 200, 400および800 ppmとなるように加えた。薬剤を均等に混ぜるために、10メッシュの篩で4回ふるった。これを腰高シャーレーに500g

ずつ詰め、中央部に給水管を立て、小孔をもったポリエチレンフィルムで蓋をした。一方、PSAで25℃、7日間培養したF. o. a.の菌そうから分生胞子を採集し、遠沈法で1回洗った後、アスパラギンを0.5%加えた0.1%寒天水に分生胞子を浮遊させ、スライド上に3滴滴下し、風乾した。これを直ちにベノミル剤の土壌添加後、7日、14日、21日、28日、50日および90日目に4枚ずつ埋没し、25℃の定温器内に置いた。スライド埋没後40時間目および7日後に2枚ずつスライドを取り出し、火焰固定後ローズベンガル液にて染色した。分生胞子の発芽は40時間目に取り出したスライドで1滴200個の分生胞子について3滴調査した。厚膜胞子形成は7日後に取り出したスライドで1滴100視野(オリンパスWF10×40)についてその形成数を調査した。

2) 試験結果：第2表の通り、土壌にベノミル剤を添加した場合には、F. o. a.の分生胞子の発芽は培地上で菌糸伸長および発芽を完全に阻止した100ppmの添加量でも阻止されなかった。しかし、200ppm添加すると、その直

第2表 土壌中の*Fusarium oxysporum*分生胞子の発芽と厚膜化に対するベノミル剤の阻止力

ベノミル 剤添加量	発 芽 率 指 数						
	0日	7日	14日	21日	28日	50日	90日 [*]
0 ppm	100 (59)	100 (85)	100 (75)	100 (60)	100 (81)	100 (64)	100 (59)
100	89	96	83	117	91	84	64
200	75	81	51	9	8	5	2
400	71	26	2	2	0.2	3	7
800	22	6	2	1	0.1	3	2

ベノミル 剤添加量	厚 膜 胞 子 形 成 数 指 数						
	0日	7日	14日	21日	28日	50日	90日 [*]
0 ppm	100 (73)	100 (612)	100 (529)	100 (423)	100 (212)	100 (535)	100 (276)
100	158	94	69	108	112	57	115
200	73	24	7	1	0.5	0.6	0.7
400	11	0	1	1	0	0.2	1.4
800	3	0	0	0	0	0.4	0.7

- 注 1. *：薬剤添加後分生胞子塗布スライドを処理土壌に埋没するまでの日数
2. 括弧内数字は実数を示す。

後より14～21日以降、400ppm区では7日以降、さらに800ppmと多量に加えると、その直後から胞子の発芽は阻止された。このベノミル剤の発芽阻止力は90日間も長期間にわたって持続した。次に、F. o. a.分生胞子は土壌中で発芽し、数日後には永存形態の厚膜胞子を形成する性質があるので、これを調査した。第2表のように、ベノミル剤の厚膜化阻止力は100ppm区ではほとんど認められなかったが、200ppm以上添加すると、この作用は添加直後より7日以上経過してから強く現われ、その後も極めて長期間持続した。

土壌の場合、上記のように培地に較べてベノミル剤を極めて多量に添加しなければ分生胞子の発芽および厚膜化を阻止できない原因は不詳であり、今後、究明すべき課題であろう。

なお、ベノミル剤添加により発芽および厚膜化が阻止された分生胞子を次のように処理して生死を調査した。ベノミル剤土壌添加後7日および14日目から40時間および7日間埋没した分生胞子塗布スライドを一旦風乾し、土をよく落した後、1%ブドウ糖液を胞子上に滴下し、25℃の湿室に24時間保った。この後、スライドを湿室から取り出し、風乾後、火焰固定し、ローズベンガル液で染色し、分生胞子の発芽を検鏡した。この観察によると、多くの分生胞子はローズベンガルに染色されたが、一部の胞子は空胞化し、染色されなかった。後者の胞子が生じた原因は不明であるが、このような胞子は上記処理によっても発芽しなかった。しかし、前者の染色可能な分生胞子はすべて発芽していることが観察された。これは土壌中においても本剤がF. o. a.に対して静菌的に作用していることを示唆している。

Ⅲ ベノミル剤のキュウリつる割病防除効果

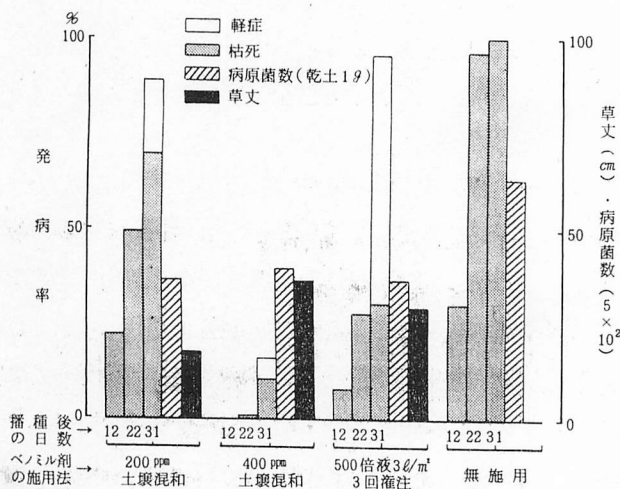
1 ベノミル剤施用量と防除効力(ポット試験)

1) 試験方法：場内黒色火山灰土壌(クロルピクリン殺菌土)を径30cm素焼鉢に5kgずつ詰め、これに前報⁹⁾に従って作った*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*(以下F. o. c.と略す)の病土を1鉢500gずつ接種し、全層に

混和した。ベノミル剤は有効成分で200ppmおよび400ppmとなるように市販の水和剤を粉のまま全層に均一に混和し、キュウリを播種する区とベノミル水和剤500倍液を播種直後(7月23日)、7日および14日目に1鉢あたり150cc(1㎡あたり3ℓ灌注に相当)ずつ灌注する区を設けた。さらに病原菌無接種区を併設してキュウリの生育に及ぼす影響を調査した。キュウリの供試品種は青長地這、1鉢あたり16粒を7月23日に播種した。ただし、病原菌無接種区は5粒播きとした。施肥は全層基肥とし、化成肥料(14:14:14)および消石灰を1鉢あたり25gずつ全層に混和した。栽培期間は31日、3連制とした。

播種後12日目から3~5日おきに発病を調査し、萎ちょう枯死株はその都度除去し、重症株と表示した。31日目には生存株を抜きとり、地際部の導管褐変の有無を調査し、導管褐変株は発病軽症株とした。生存株については草丈、節数を調査した。なお、試験終了後前報⁹⁾に従って土壌中の*F. oxysporum*の密度を測定した。

2) 試験結果: 第1図の通り、ベノミル剤施用区のキュウリつる割病発生は無処理区より軽微となり、その施用方法により防除効果も異なった。粉のまま土壌施用した場合には、200ppmでは不十分で、400ppm施用区で高い防除効果が得られた。一方、本剤500倍液灌注の場合には、1鉢あたり有効成分投下量が0.45gで、粉用の200



第1図 ベノミル剤のキュウリつる割病防除効力

第3表 ベノミル剤のキュウリの生育に及ぼす影響

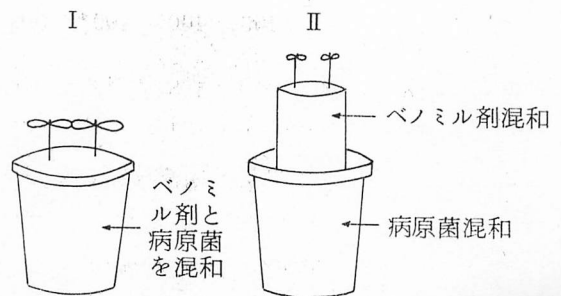
試験区別	播種粒数	出芽率	草丈	節数
1. ベノミル剤 200ppm 土壌混和	5	100%	69 ^{cm}	11
2. ベノミル剤 400ppm 土壌混和	5	100	58	9
3. ベノミル剤 500倍 3ℓ/m²・3回灌注	5	100	69	10
4. 無処理	5	100	58	10

ppm区の半量以下であったが、防除効果はすぐれていた。しかし、400ppm区よりは劣った。また、ベノミル剤処理区の*F. oxysporum*菌数は無施用よりやや少ない傾向であるが、その差は小さく、施用法による差もほとんどなかった。

なお、殺菌土、病原菌無接種区で本剤のキュウリの生育におよぼす影響をみたところ、第3表の通り、200ppm区、500倍液3回灌注区では、生育阻害が全く認められなかった。しかし、400ppm区では生育が僅かに抑制された。すなわち、本剤の薬害が現われる濃度とフザリウム病に対して卓効を示す濃度が一致するようにみなされる。

2 ベノミル剤施用法と防除効力(ポット試験)

1) 試験方法: ベノミル剤の防除効果の現われ方の特性を知ろうとして次の2項目について試験した。その1は第2図のIに示すように、薬剤と病原菌を同位置に混合した区と、II図のように2段ポットとして上部に薬剤のみを混合し、下部土壌に病原菌を接種した区を設けてキュウリを均一栽培して発病を比較した。ベノミル剤添加量: 有効成分として100, 200, 400ppm。第2図Iのポットの大きさは径15cm、場内黒色火山灰土(無殺菌)



第2図 ベノミル剤の施用位置

1 kg (上記病土 50 g 含む)をつめた。第 2 図 II の場合、上部ポットの大きさは径 8 cm、高さ 10 cm で無底のガラス円筒、場内黒色火山灰土 (無殺菌) を 700 g つめた。下段のポットは上記 I の場合と同じように処理した。キュウリの品種は青長地這、1 鉢 10 粒ずつ 1970 年 9 月 10 日に播種した。施肥は全量基肥とし、化成肥料 (14 : 14 : 14) を 1 鉢 3 g 全量に混ぜた。本試験は最低気温が 20 °C となるように調節した温室で行い、3 連制とした。

発病調査は試験 1-1) に準じて行った。ただし、枯死株で茎の導管褐変を認めない場合には、苗立枯病 (主に藻菌類が分離された) と表示した。最終調査は 11 月 22 日 (播種後 73 日目) に行った。

次に、ベノミル剤添加土壌の割合と発病との関係を知るために、菊鉢に場内黒ボク (病土 5 % 含む) を 6 kg ずつつめ、表層から 1 kg、2 kg、3 kg、6 kg ずつとり、これにベノミル剤を有効成分で 400 ppm となるように、均一に混和し、再び元にもどした。本剤の混合土層は表層からそれぞれ約 2 cm、5 cm、10 cm、22 cm となった。キュウリ (品種 : 青長地這) を 1 鉢 20 粒、ゴボウ (品種 : 山田早生) を 1 鉢 30 粒ずつ 1972 年 5 月 10 日に播種し、61 日間栽培した。施肥は全量基肥、化成肥料 (14 : 14 : 14) を 1 鉢 18 g 全層に混和した。出芽後一定期間毎に前記試験に準じて発病を追跡し、播種後 61 日目には生存株をすべて抜きとり、キュウリでは地上部の茎と地下部の太根に分けて、それぞれ導管褐変を調査した。ゴボウ

では、根部を深さ別に導管褐変の有無を調査した。本試験は 3 連制とした。

2) 試験結果 : ベノミル剤と病原菌の施用位置をそれぞれ変えた場合でも、第 4 表のように、ベノミル剤が有効成分で 200 ppm 以下の土壌添加では、防除効果はほとんど認められなかったが、400 ppm 添加すると、薬剤が直接病原菌と接触しないように施用してもつる割病の防除効果は高く、薬剤と病原菌が直接接触するように施用した場合と同等の防除効力を示し、キュウリの生育も良好であった。

次に、ベノミル剤の防除効果が安定している 400 ppm 添加量の場合、表層からどの深さまでベノミル剤を混合する必要があるかをキュウリつる割病ならびにゴボウ萎ちょう病については検討し、第 5 表に示す結果を得た。これによると、いずれの病害でも、ベノミル剤添加土壌層が深くなるほど防除効力は増大し、必ずしも全層に施用しなくても、表層から約 10 cm の深さまでの土壌に混合することにより、相当発病を軽減しうるということが認められた。

両試験ともに作物体内のベノミル含量について調査を欠くが、第 4、5 表から、ベノミルは根から吸収され、発病を抑制する性質のあることが推察される。この効果は作物根、病原菌、ベノミルの三者が同時に存在し、根のまわりに相当高濃度のベノミルが分布し、根から常に吸収されるような状態のときに高く現われるようにみなされる。

第 4 表 ベノミル剤の施用法とキュウリつる割病防除効力との関係

ベノミル剤の施用法		播種粒数	出芽率	つる割病発生株率			苗立枯 病率	草丈 cm
施用位置	施用量			軽症	重症	計		
I 薬剤と病原菌、 同位置に混合	ppm		%	%	%	%	%	
	0	10	90	7	45	52	22	9.0
	100	"	100	0	46	46	24	-
	200	"	90	0	52	54	22	-
II 薬剤上部土壌、 病原菌下部土 壌に混合	400	"	97	28	14	42	14	16.3
	0	10	90	15	59	74	7	14.2
	100	"	90	15	52	67	0	14.1
	200	"	80	4	62	66	0	12.0
	400	"	93	3	18	21	0	16.9

第5表 ベノミル剤添加土壌の割合とフザリウム病
防除効力との関係

ベノミル剤 混合土層の深さ	ゴボウ萎ちょう病 枯死 軽症株率	キュウリつる割病 枯死 軽症株率					
		株率	A		株率	C	
			%	%		%	%
1. 表層から 2 cm	0 43	20	0 41	16			
2. " 5	0 26	12	0 32	17			
3. " 10	0 16	3	0 14	22			
4. 全層混合	0 12	0	0 0	20			
5. 無施用	0 34	0	23 70	0			

注 A:ゴボウの場合、根頭部に導管褐変を認める株率、キュウリでは地上部の茎に導管褐変を認めた株率。
B:薬剤を混和しない層の根部から導管褐変が始まっていた株率。
C:地上部の茎の導管褐変は認めないが、根部の導管褐変を認めた株率。

3 圃場におけるベノミル剤の施用法とキュウリつる割病防除効果

1) 試験方法:1971年には、場内のキュウリ3年連作の黒ボク畑においてF. o. c.の病土を70g/m²ずつ1971年5月20日に接種し、作土に混和した。キュウリの品種は青長地這を供試し、6月8日、60cm×30cm間隔で2粒点播した。基肥はa当たり消石灰20kg、化成肥料(14:14:14)7kgを全面に施用し、混和した。播種後34日目にNK化成をa当たり3kg追肥した。1区の面積は1.5m×3m=4.5m²で、3連制とした。

ベノミル剤を液用とした場合には、播種直後(6月8日)および20日後に500倍液を1m²当たり3ℓ全面に灌注した。粉用の場合には、播種直前(6月8日)に播種溝(約15~20cm幅)あるいは全面に処定量施用し、作土に混和した。クロルピクリン剤(80%製品)は5月20日病原菌接種後、30cm平方に2mlずつ15cmの深さに全面注入し、直ちに地表面をポリエチレンフィルムで被覆し、5月27日にガス抜きを行った。

播種後10日目から約5日おきに30日まで苗立数および立枯苗数を調査し、立枯苗はその都度抜きとり、地際部を切断し、導管褐変茎はつる割病とした。他の立枯苗は症状から判断して立枯性疫病とみなされた。播種後30日以降は10日おきに萎ちょう枯死株数を調査した。こ

れらの株はその都度抜きとり、地際部を切断し、導管褐変を確認し、これらの株は重症株とした。播種後77日目に、生存株はすべて抜きとり、地際部の茎を切断し、導管褐変の有無を調査し、導管褐変株は軽症株とした。キュウリ根へのネコブセンチュウの寄生度はGoll-index法に準じて調査し、算出した。なお、10株について草丈を調査した。

1972年には、ベノミル剤の液用が粉用より効果的であることから、とくに本剤1,000倍液の灌注時期と回数について検討した。本試験は場内キュウリ4年連作畑でF. o. c.の病土を5月10日に1m²当たり50g接種して行った。キュウリの品種は青長地這、径9cmのポリ鉢に腐植土をつめ、5月13日に播種し、育苗した。定植:6月8日。栽植密度:90cm×30cm。基肥:a当たり化成肥料(14:14:14)10kg、消石灰20kg、ようりん10kg。追肥:7月7日a当たりNK化成3kg。1区面積:1.5m×3m=4.5m²、3連制とした。

ベノミル剤は1,000倍に希釈し、定植1週間前に1鉢50ml、定植時および定植30日後には1株当たり300mlずつジョロで灌注した。区制は第7表の通りである。

発病調査は前年度に準じ、8月24日に最終調査を行った。なお、本年は導管褐変度=各株の導管褐変維管束数の合計/調査株数を算出した。ただし、枯死株の導管褐変維管束数は6とした。

2) 試験結果:第6表に示すように、ベノミル剤は圃場においてもキュウリつる割病に非常に高い防除効果を示した。とくに、ベノミル水和剤を粉のまま1m²当たり20~40g播き溝に混和すると、クロルピクリン剤に優るとも劣らぬ高い防除効果が認められた。しかし、このような施用量では、初期生育の遅延が甚しく、生育後期にまで及ぶことから、実用上問題である。一方、本剤500倍液3ℓ/m²、2回灌注は重症株の発生を相当に抑制し、有効成分の単位面積当たり投下量が粉用よりはるかに少なくても高い防除効果を示すことが認められた。しかし、現場における複雑な栽培条件を考えると、軽症株が比較的多発したことは問題であろう。なお、キュウリの稚苗期に発生し易い立枯性疫病に対してベノミル剤は防除効

第6表 圃場におけるベノミル剤のキュウリつる割病防除効果

試験区別	播種粒数	出芽率	つる割病重症株率の消長				つる割病軽症率	立枯性疫病率	草丈
			42日	52日	64日	77日*			
1. ベノミル剤 500 倍液 3ℓ/m ² 全面灌注	40	80	0	1.2	6.4	10.7	30.5	3.7	237
2. " 20 g/m ² 播種溝混和	40	68	0	0	1.3	1.3	9.1	6.4	221
3. " 40 g/m ² 播種溝混和	40	58	0	0	0	0	15.9	24.6	206
4. " 40 g/m ² 全面に混和	40	70	0	0	5.8	8.2	32.0	6.1	236
5. " 500 倍液 3ℓ/m ² 全面灌注 + 20 g/m ² 播種溝混和	40	65	0	0	0	1.2	10.9	12.1	221
6. ダイホルタン微粒剤 30 g/m ² 播種溝混和	40	80	0	8.9	36.0	39.3	24.5	0	241
7. クロルピクリン(80%) 剤処理区	40	85	1.0	1.9	2.8	13.4	1.9	1.0	255
8. 無 処 理	40	75	1.1	15.5	37.6	46.5	21.1	5.0	226

注 * : 播種後の日数

第7表 ベノミル剤の灌注時期とキュウリつる割病防除効果

区	灌 注 時 期			調査株数	重症株率	軽症株率	総発病株率	導管褐変度	ネコブ寄生度	草丈
	定植7日前	定植時	定植30日後							
1.	○			18	37	19	56	2.7	0.92	246
2.	○	○		18	13	39	52	2.0	0.69	266
3.	○	○	○	18	11	28	39	1.5	0.90	238
4.		○		18	33	33	66	3.3	1.49	235
5.		○	○	18	26	21	47	2.3	0.51	261
6.			○	18	43	30	73	3.7	0.83	231
7.	クロルピクリン剤(80%)			18	6	6	12	0.5	0.02	263
8.	無 処 理			18	52	33	85	5.0	0.89	208

注 クロルピクリン剤注入時期：5月12日，注入量：30 cm²平方に 3 ml，注入深 15 cm，ポリ被覆，ガス抜き：5月19日。

果を認めないのみならず，多量に施用すると，発病を助長する傾向が認められた。

そこで，1972年には，ベノミル剤の灌注時期と回数について試験し，第7表の結果を得た。これによると，ベノミル剤の防除効果は灌注回数が多いほど高く，灌注時期がおくれるほど低下した。薬害を心配して前年度より希釈率を1,000倍とうすくしたが，これを定植7日前の育苗中，定植時および定植30日後の3時期に灌注すると，直播と定植と栽培法が異なっているが，前年同様（第6表）高い防除効果が認められた。また，必ずしも全面灌

注しなくとも，省力的な株元への集中灌注でよいことも認められた。しかし，対照のクロルピクリン剤の防除効果を凌駕することはできなかった。なお，キュウリに対するベノミル剤の肉眼的な薬害は観察されなかったが，発病の軽かった3回灌注区（No 3）の草丈がやや低いことについては要注意である。

IV ベノミル剤のフザリウム病防除効果増進法

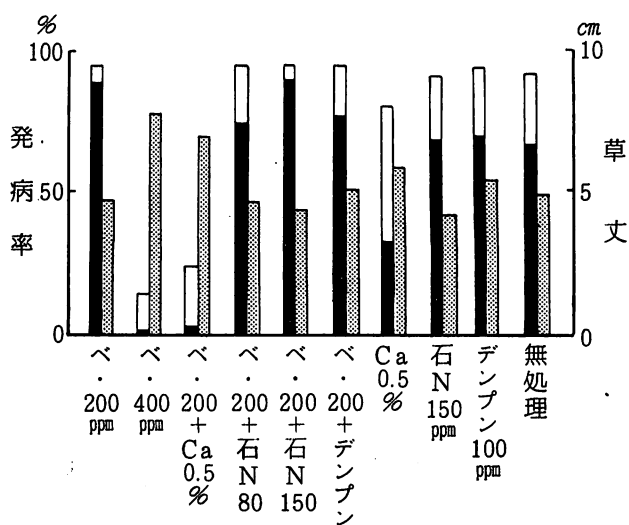
1 ポット試験

1) 試験方法：まず、ゴボウ萎ちょう病に対するベノミル剤防除効果増進法を知るために、場内の黒色火山灰土にF. o. a.の病土を10%混和し、同時にベノミル剤を有効成分で200および400ppmとなるように全層に均一に混和した。さらに、消石灰を0.5%、石灰窒素0.15%または澱粉0.1%添加する区およびそれぞれの単用区を設けた。ゴボウの品種は山田早生で、1971年9月23日、1鉢あたり20粒播いた。全量基肥とし、化成肥料(14:14:14)1鉢3g全層に施用した。鉢は直径15cmの素焼鉢で供試土を1kgずつ詰め、3連制とし、最低気温20℃となるように調節した温室で行った。発病状況は播種後12日目から約4日おきに調査し、萎ちょう株を抜きとり、根冠部を切断し、導管褐変株は重症株とした。播種後50日目には、生存株を抜きとり、草丈、根長および根冠部の導管褐変の有無を調査し、導管褐変株は軽症株とした。

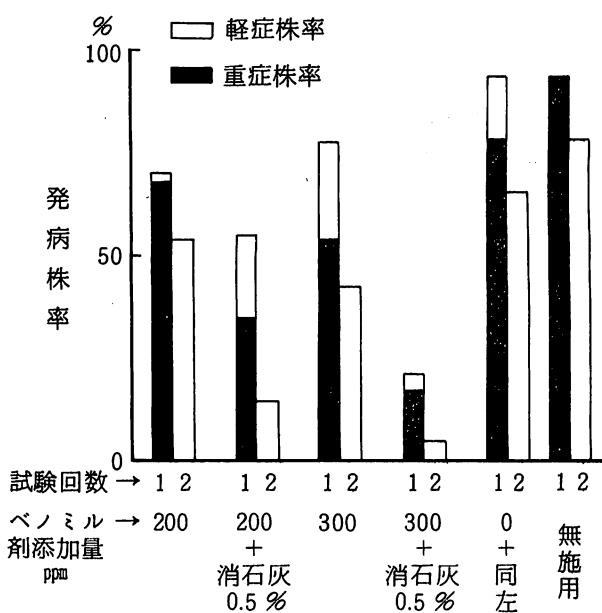
次に、キュウリつる割病についても、前項3の試験方法に従って、ベノミル剤を有効成分で200および300ppmと消石灰を0.5%併用または単用し、キュウリを45日間均一栽培し、発病を調査した。第1回試験：1972年7月10日から8月24日。第2回試験：1972年9月1日～10月15日。

2) 試験結果：第3図に示すように、ゴボウ萎ちょう病に対してベノミル剤200ppm施用ではほとんど防除効果を認めないが、400ppmと多量に施用すると、高い防除効果が認められ、キュウリつる割病の場合とほぼ同じ結果(第1図)が得られた。一方、消石灰0.5%単用でも僅かに発病を軽減する傾向が認められ、従来の結果⁶⁾と一致した。ベノミル剤と消石灰を併用すると、ベノミル剤の防除効果は極めて顕著に高まり、200ppm+消石灰区の防除効果はベノミル剤倍量の400ppm単用区とほぼ同等であった。しかし、石灰窒素、澱粉にはこのような増進効果は認められなかった。

第4図はキュウリつる割病に対するベノミル剤と消石灰の併用効果を試験した結果である。ゴボウ萎ちょう病の場合と同様に、ベノミル剤と消石灰の併用はキュウリつる割病の防除効果を相乗的に高めた。



第3図 ベンレートのゴボウ萎ちょう病防除効力の増進法



第4図 ベノミル剤のキュウリつる割病防除効力増進法

なお、場内黒色火山灰土に消石灰を0.5%および1%添加し、10日目と20日目にF. o. c.小形分生胞子塗布スライドを25℃で24時間埋没し、ベノミル剤(有効成分で200ppm土壌添加)の分生胞子発芽阻止力への影響を前項2の試験方法に従って調査した。土壌pHは0.5%消石灰施用により6.8、1.0%添加で8.1とアルカリ化した。ベノミル剤の分生胞子発芽阻止力にはほとんど影響しなかった。

第8表 消石灰施用によるベノミル剤のキュウリつる割病防除効果の増進

区 No	試 験 区 別	調査株数	重症株率 %	軽症株率 %	総発病 株 率 %	導 管 褐変度	ネコブ 寄生度	草 丈 cm
1.	ベノミル剤 0.3 g 植穴施用	18	28	26	54	2.6	0.37	240
2.	“ 0.5 g “	18	26	40	66	3.1	1.50	218
3.	同上+消石灰 50 kg/a 施用	18	17	32	49	1.9	0.74	255
4.	ベノミル剤 1.0 g 植穴施用	18	13	20	33	1.4	0.38	235
5.	消石灰 50 kg/a 施用	18	32	32	64	3.1	0.77	242
6.	クロルピクリン剤 (80%)	18	6	6	12	0.5	0.02	263
7.	無 処 理	18	52	33	85	5.0	0.89	208

2 圃場試験

1) 試験方法：前項5の1972年度と同一試験圃場において、同一方法でF. o. c.を接種し、キュウリを栽培した。

ベノミル剤は定植時に植穴を中心には \pm 20cm平方、深さ約10cmの土に水和剤を粉のまま1株0.3g、0.5gおよび1.0gずつよく混和した。消石灰はa当たり50kg単用とベノミル剤0.5gとの併用区を設け、クロルピクリン剤(80%)の防除効果と比較検討した。クロルピクリン剤の処理法、試験規模、発病および草丈調査は前項5、1972年度の試験と同じである。

2) 試験結果：第8表に示すように、本剤の水和剤を粉のまま定植時に0.3gから1.0gと多く施用するほど、発病を軽微にし、とくに、1.0g施用は高い防除効果を示した。一方、消石灰をa当たり50kg施用(土壌pH7.1)すると、無処理より発病はやや軽くなり、生育も良好となる傾向を示したが、ベノミル剤0.5gと併用すると、前記ポット試験と同じように、それぞれの単用よりつる割病発生は非常に軽減され、キュウリの生育も良好で、ベノミル剤倍量施用区(No4)とほぼ同等の効果を示すことが確認された。それでも、クロルピクリン剤の防除効果よりやや劣る傾向であった。

V ベノミル剤とクロルピクリン剤併用によるキュウリつる割病防除効果の安定化

前項までの試験から、ベノミル剤はガス化せず、表層部に本剤を施用しても土中深くに分布する病原菌の感染、発病を抑制することは困難であり(第4表)、キュウリ

つる割病発生を助長するネコブセンチュウに対しても防除効果がない(第7、8表)弱点があり、クロルピクリン剤よりやや低い防除効果となってしまう。一方、クロルピクリン剤の防除効果は土壌注入後ポリエチレンフィルム of 地表面被覆という非常に困難な農作業によってはじめて高く安定化するという難点がある。そこで、両者の併用がそれぞれの欠点を相補しうるかについて1973年から3年間試験を行った。

1) 試験方法：3年間ともに場内キュウリ連作畑(試験当初の1973年度は連作4年目)。キュウリの品種はときわ新2号、育苗は径9cmポリ鉢に腐植土200gを詰め、無肥料で行った。本圃の栽植密度は2.1m×30cm、1本仕立、露地ネット栽培、たゞし、1974年度は直播とした。本圃の施肥：基肥はa当たり化成肥料(14:14:14)11kg、ようりん7kg、消石灰20kgを全面に混和した。定植または播種後約30日と50日目にa当たりNK化成(16:16)を3kgずつ追肥した。以上の耕種条件は3年間同一とした。播種および定植、栽培期間は第9表の通りである。1区面積は2.7m×3m=8.1m²、2連制とした。

ベノミル剤は1973、'75年度には定植7日前に1,000倍液を1鉢50mlずつ灌注し、定植時には植穴に、定植30日後には株元へ300mlずつ灌注した。1974年度には直播栽培であったので、播種直後、30日および60日目に本剤1,000倍液を1株300mlずつ株元に灌注した。クロルピクリン剤(80%)およびDD油剤は30cm平方に2mlずつ、15cmの深さに注入した。

第9表 キュウリの栽培法およびガス剤の注入時期

事項	1973年度	1974年度	1975年度
播種期	5月26日	6月8日 (直播とした)	5月8日
定植期	6月18日		6月5日
栽培期間	6月18日～ 9月1日	6月8日～ 8月31日	6月5日～ 8月27日
ガス剤 注入時期	5月28日	5月4日	5月9日
同剤の ガス抜き	6月4日	5月12日	5月21日

生育は栽培終了時に生存株について、5節毎に30節まで測定した。収量は2日おきに品質別に個数と重さを調査した。つる割病およびネコブセンチュウ寄生度は前項試験5に準じて行った。

2) 試験結果：第10, 11表から、キュウリの連作が重なるにつれて各試験区ともにつる割病発生ははげしくなったが、ベノミル剤単用区(No.1)のつる割病発生は前項までの試験と同じように、3年間ともに、無処理より軽減され、生育途中で枯死する重症株の発生が少なくなった。一方、キュウリ根へのネコブセンチュウの寄生度は無処理よりむしろ高い年もあり、防除効果を認められなかった。ベノミル剤の単用のみではネコブセンチュウとつる割病が併発する連作畑では十分な防除効果が得られず、増収効果も低かった。

殺線虫剤DD油剤のネコブセンチュウに対する防除効果は顕著であった。しかし、つる割病には無処理より発病をやゝ軽くする傾向は認められたが、年次により差があり、ベノミル剤単用とほぼ同等かむしろ劣る傾向であった。また、収量面でも年次差が大きく、無処理より増収しているものの、ベノミル剤より必ずしも安定して多収とはならなかった。

一方、ベノミル剤とDD油剤併用区(No.6)をみると、1974, '75年ともにつる割病発生はそれぞれの単用区より軽くなったが、ネコブセンチュウ寄生度はDD油剤単用区とほとんど差を認めなかった。収量面でも安定して多収となった。しかし、クロルピクリン剤注入後ポリ被覆したNo.4区に較べると、発病、収量面でもやゝ劣るようであった。これはベノミル剤の深層部の病原菌に対する防除効果が劣るという弱点をDD油剤では補うことはできず、深層部まで病原菌の分布密度が高い連作畑で試験したことが重なったためとみなされる。

次に、クロルピクリン剤を無被覆で処理すると、生育中期頃までは、順調に生育するが、後期になると、急に発病枯死する株を生じ、第10表に示すように、防除効果が不安定であった。これは表層部の殺菌が不十分で、病原菌の復活を早めるためとみなされる。この弱点を取除くために、クロルピクリン注入後、地表面をポリエチレンフィルムで被覆することになっており、これを

第10表 ベノミル剤とクロルピクリン剤併用によるキュウリつる割病防除効果
その1：発病調査

区 No.	ベノミル剤 施用法			クロルピ クリン剤		つる割病												ネコブセンチュウ 寄生度		
	定7 日 植前	定30 日 植後	注 入 量	ポ被 り覆	1973年				1974年				1975年				1973 年	1974 年	1975 年	
					軽 症 率	重 症 率	計	導 褐 変 管 度	軽 症 率	重 症 率	計	導 褐 変 管 度	軽 症 率	重 症 率	計	導 褐 変 管 度				
1.	○	○	○	-	28	25	53	3.3	56	17	73	5.0	48	42	90	7.4	2.9	3.3	1.0	
2.	○	○	○	2 ^{ml}	11	0	11	0.3	25	3	28	1.0	36	32	68	5.1	0.1	0	0	
3.	-	-	-	2					31	6	37	1.8	25	73	98	9.3		0	0	
4.	-	-	-	2	14	3	17	0.7	17	6	23	1.1	25	62	87	7.8	0	0	0	
5.	-	-	-	DD 2					42	14	56	3.2	21	75	96	9.3		0.6	0.1	
6.	○	○	○	DD 2					22	14	36	2.0	25	50	75	6.7		1.1	0.2	
7.	-	-	-	-	47	24	71	4.0	47	31	78	6.2	22	77	99	9.8	1.4	2.5	1.9	

キュウリつる割病およびゴボウ萎ちょう病に対するベノミル剤の防除効果について

第 11 表 ベノミル剤とクロルピクリン剤併用によるキュウリつる割病防除効果
その 2 : 生育および収量調査

区 No	草 丈						収 果 数 (個/a)						収 量 (kg/a)							
	1973年		1974年		1975年		1973年		1974年		1975年		1973年		1974年		1975年			
	1 10節	10 20節	20 30節	1 10節	10 20節	20 30節	1 10節	10 20節	個 数	上物 中率	個 数	上物 中率	個 数	上物 中率	全 量	上物 中率	全 量	上物 中率		
1.	41	56	63	33	57	64	60	65	2,516	76.9	763	77.4	2,989	77.2	217	89.3	92	82.7	344	77.2
2.	47	73	65	58	69	65	63	76	4,384	79.4	3,548	74.4	4,522	82.9	415	80.5	501	76.8	531	83.4
3.				57	67	65	66	71			3,548	75.9	3,058	76.2			505	77.8	352	77.2
4.	57	69	64	62	73	65	67	74	3,700	73.5	3,960	75.6	3,589	74.0	399	75.5	558	78.4	423	81.4
5.				59	60	62	65	71			2,055	74.5	2,320	69.4			269	76.9	269	74.1
6.				56	59	63	63	72			2,123	78.1	3,433	77.2			285	80.4	356	76.9
7.	49	55	60	50	58	65	60	64	2,017	77.7	1,005	78.3	1,467	67.6	191	71.8	132	79.5	165	70.6

実施した試験区 No. 4 では、3年間ともに、つる割病防除効果は安定して高く、増収した。しかし、クロルピクリンを無被覆のまま処理し、ベノミル剤を併用した試験区 No. 2 のつる割病発生はそれぞれの単用より軽く、ネコブセンチュウに対する防除効果も高く、収量は常に高位に安定していた。従って、両者の併用はそれぞれ単用の弱点を補い、連作条件下でも両剤の防除効果を安定させる手段とみなされる。

なお、ベノミル剤単用区 (No. 1) の草丈をみると、第 11 表に示すように、幼苗期に使用すると、キュウリは葉害をうけ易く、第 5 節目までの生育がとくに抑えられ、その影響が 10 節目まで現れた。しかし、クロルピクリン剤との併用により、ベノミル剤の葉害も軽くなり、実用的にはほとんど問題にならないとみなされた。

VI ベノミル剤の変則効果

前項 3 のベノミル剤を多量に施用した試験区において、キュウリ立枯性疫病が無処理区より多発したので、この現象の再確認と対策について検討した。

1) 試験方法

(1) ベノミル剤の施用量とキュウリ立枯性疫病発生との関係

場内黒色火山灰土を無殺菌のまま 5 kg ずつ菊鉢につめ、キュウリつる割病土を 150 g 全層に接種した。これにベ

ノミル剤を土壌に対して有効成分で 200 と 300 ppm ならば消石灰を 0.5% 併用した区を設けた。キュウリ (品種: 青長地這) を 1972 年 6 月 10 日に 1 鉢 20 粒播種した。施肥: 化成肥料 (14:14:14) 15 g/鉢, 全層混和。出芽後 3~5 日おきに前項と同じ方法で発病を調査した。栽培期間は 49 日, 3 連制とした。

次に、場内の圃場において、ベノミル水和剤を粉のまま播種直前に 1 m² 当たり 6 g, 12 g, 24 g ずつ全面に施用し、表土 (約 0~7 cm) に混和した。液用の場合には、播種覆土後 500 倍液を 1 m² 当たり 3 l ずつ全面に灌注した。対照薬剤として PCNB 粉剤を播種直前に 1 m² 当たり 20 g 施用した。キュウリ (品種: 青長地這) は 1979 年 6 月 6 日, 1 列に 25 粒ずつ 2 列に点播した。施肥: 化成肥料 (14:14:14) を 1 m² 当たり 30 g, 消石灰 50 g を全面に混和した。地上部の病害にはジネブまたはマンネブ剤を 10 日おきに散布した。ヒメコガネの幼虫は DD 油剤で防除した。発病は播種 10 日目から 3~4 日おきに 40 日間苗立数および立枯苗数を調査した。1 区面積 1 m × 2 m = 2 m², 2 連制とし、自然感染とした。

(2) ベノミル剤とエクロメゾール剤の併用効果

キュウリ立枯性疫病が多発した黒ボク土を 5 kg ずつ菊鉢につめ、ベノミル剤 500 倍液 3 l/m² 灌注区と土壌に対して有効成分で 400 ppm 全層混和区をもうけた。これにエクロメゾール乳剤 1,000 倍液 3 l/m² 灌注区, 同 4% 粉剤

400 ppm 土壌混和区を組合せて、前記ポット試験に準じて発病を調査した。キュウリの播種月日：1972年7月10日、1鉢20粒まき、3連制とした。

なお、ベノミル剤施用後の土壌微生物相の変動を希釈平板法によって調査し、分離された微生物のツァペック培地上における *Pythium ultimum* に対する拮抗を調査した。阻止円の大ききから強、中、弱、無に分け、次式により阻害度を算出した。

$$\text{阻害度} = \frac{(n_1 \times 10) + (n_2 \times 5) + (n_3 \times 1)}{\text{供試菌株数}}$$

ただし、 n_1 = 強の菌株数、 n_2 = 中の菌株数、 n_3 = 弱の菌株数。強：阻止帯が明瞭で、*Pythium* 菌の生育阻害が顕著な場合。中：阻止帯は明瞭であるが、*Pythium* 菌の生育比較的良好な場合。弱：阻止帯は不明瞭で、供試菌と *Pythium* 菌の菌糸が部分的に接触しているが、*Pythium* 菌の菌糸は供試菌のコロニー上に伸長しない場合。無：*Pythium* 菌の菌糸が供試菌のコロニー上に伸長した場合。

2) 試験結果

第12表に示すように、キュウリ立枯性疫病が多発し易い梅雨期の6月中～下旬にベノミル剤を200～300 ppm 施用すると、立枯性疫病は無施用より多発し、本病の発生を助長することが認められた。しかし、この助長作用は消石灰と併用することにより軽減された。消石灰がベノミル剤のつる割病防除効果を増進することは前項6に記述したが、立枯性疫病の面からもベノミル剤と消石灰の併用は非常に有効とみなされる。

また、第13表から、キュウリ立枯性疫病がベノミル剤の多量施用により助長されることが認められた。しかし、実用的に使用される1,000～500倍液の3ℓ/m² 灌注ではこのような助長効果は認められなかった。なお、PCNB粉剤も多湿条件下で土壌混和すると、立枯性疫病の発生を助長するが、ベノミル剤のこの助長効果はPCNB粉剤よりやや軽い傾向であった。

エクロメゾール剤は藻菌類に対して卓効を示すので、ベノミル剤との併用による立枯性疫病の防除効果を検討

第12表 ベノミル剤施用とキュウリ立枯性疫病発生との関係 (ポット試験)

区 No	施用法		播種 粒数	出芽率 %	立枯性疫病の消長		
	ベノミル剤 ppm	消石灰 %			播種後 13日	20日	30日
1.	200	0	20	85	10	79	81
2.	200	0.5	"	85	0	31	33
3.	300	0	"	80	19	84	86
4.	300	0.5	"	85	0	38	38
5.	0	0.5	"	75	0	2	4
6.	0	0	"	80	0	10	13

第13表 ベノミル剤施用量とキュウリ立枯性疫病発生との関係 (圃場試験)

区 No	供試 薬剤	施用法		播種 粒数	出芽 率	立枯性疫病の消長		
		希釈 倍数	量			播種後 10日	21日	32日
1.	ベノミル 水和剤	-	g/m ²	6	71	8.0	8.9	8.9
2.	"	-	"	12	82	8.7	9.9	9.9
3.	"	-	"	24	45	37.1	37.1	37.1
4.	"	500倍	ℓ/m ²	3	71	3.8	4.8	4.8
5.	PCNB 粉剤	-	g/m ²	20	61	22.4	45.0	45.0
6.	無施用	-	-	"	76	0.8	0.8	0.8

した。本試験は梅雨終期の7月中～下旬に行ったため、立枯性疫病の発生が少なかったが、第14表に示すように、ベノミル剤400 ppm 単用区では、立枯性疫病が無施用より多発した。しかし、エクロメゾール剤1,000倍液を3ℓ/m² 灌注または本剤の4%粉剤を400 ppm 混和すると、単用区またはベノミル剤との併用区ともに、立枯性疫病の発生は少なくなり、ベノミル剤のこの助長作用は除去できた。

次に、ベノミル剤処理土壌における土壌微生物相の変動を調査したところ、第15表の結果を得た。これによると、本剤の500～1,000倍液を3ℓ/m² 灌注または有効成分で400 ppm となるように全層に土壌混和しても、土壌中の放線菌数および糸状菌数はほとんど影響をうけなかった。しかし、細菌数はやや増加し、本剤の添加量が多いほどこの傾向は長く続いた。

キュウリつる割病およびゴボウ萎ちょう病に対するベノミル剤の防除効果について

第14表 ベノミル剤とエクロメゾール剤併用によるキュウリ立枯性疫病の防除

区 No	ベノミル剤施用法		エクロメゾール剤施用法		播種粒数	出芽率	立枯性疫病	
	希釈倍数	量	希釈倍数	量			播種後11日	24日
1.	500倍	3ℓ/m ²	-	-	20粒	80%	0%	6%
2.	"	"	1,000倍	3ℓ/m ²	"	88	0	5
3.	"	"	(4%粉剤)	400ppm	"	92	0	7
4.	-	400ppm	-	-	"	92	0	18
5.	-	"	1,000倍	3ℓ/m ²	"	88	0	4
6.	-	"	(4%粉剤)	400ppm	"	82	0	4
7.	-	-	1,000倍	3ℓ/m ²	"	90	0	4
8.	-	-	(4%粉剤)	400ppm	"	82	2	2
9.	無	施用			"	78	5	7

第15表 ベノミル剤施用と土壤微生物相の変動

試験区別	細菌(×10 ⁶)			放線菌(×10 ⁶)			糸状菌(×10 ⁴)			第2回 (処理後5日目)			Pythium菌に対する拮抗			
	7日 14日 21日			7日 14日 21日			7日 14日 21日			細菌 放線菌 糸状菌			糸状菌		細菌・放線菌	
	阻害度	菌数		阻害度	菌数		阻害度	菌数		阻害度	菌数	阻害度	菌数	阻害度	菌数	
1. ベノミル剤 1,000倍 3ℓ/m ² 灌注	30	13	18	6	5	20	17	12	15	-	-	-	1.2	21	2.4	92
2. ベノミル剤 500倍 3ℓ/m ² 灌注										118	9	8	-	-	-	-
3. ベノミル剤 400ppm 全層混和	22	15	34	6	6	16	13	15	16	72	10	9	1.2	17	0.6	12
4. 無処理	8	8	19	6	5	15	12	16	22	31	12	12	1.9	23	4.1	80

注 ※：乾土1g中の拮抗菌数

各区ともに7日目に分離された糸状菌17～19菌株、細菌・放線菌9～26菌株についてPythium菌に対する拮抗作用を検討したところ、ベノミル剤施用区には、拮抗作用を有する細菌・放線菌が無施用区より少なかった。糸状菌の拮抗作用は処理間にほとんど差を認めなかった。

Ⅶ 考 察

*Fusarium oxysporum*の菌糸伸長に対するベノミル剤の阻止濃度は、吉野²⁰⁾、長井¹²⁾によると、はゞ2～5ppm以上であり、また、分生胞子の発芽は本剤の2～10ppmでほとんど阻害されず、発芽管の伸長は極めて不良になることを吉野²⁰⁾は指摘した。第1表はこれらの結果とはゞ一致し、Hine³⁾らが報ずるように、その作用は静菌的であった。

ベノミル剤は水溶液、土壌および植物体中で加水分解してMethyl-2-benzimidazole-carbamate(MBC)に変化し、そのまゝ長期間残留する性質がある^{11, 15, 17)}。多川¹⁶⁾らによると、MBCの半減期は約120日と長く、内田¹⁷⁾らは生物検定法によりベノミル剤を土壌に施用すると、5日目頃にその活性は最も高くなり、その後漸減するが、約90日経ってもその活性は約70%維持され、227日後にやっと消失したことを報告した。土壌中におけるベノミル剤の分生胞子の発芽および厚膜化阻止力の消長(第2表)は内田¹⁷⁾らの結果と同じように施用直後より数日経過してから強く現われ、90日間と非常に長期間持続した。このように、ベノミル剤は生物活性を保ちながら土壌中に長期間残留しうる特性が認められた。

ベノミル剤とMBCは根から受動的に容易に吸収され、

アポプラストの移行ではあるが、木質部のみを通じて蒸散流とともに地上部全体に移動し、長期間滞留しうることには既に明らかにされている^{11, 14, 15, 16, 17, 20}。小川・竹内¹⁴はベノミル剤の施用条件と発病阻止効果を検討し、根の基部から吸収されたベノミル剤は根の先端部に移行せず、また、根と根の間の移行もなく、ベノミル剤との接触がない根は病原菌の感染を阻止することはできず発病すると報じた。これらは筆者らの試験結果(第4, 5表)とも符号し、ベノミル剤が防除効果を十分に発揮するためには、本剤が常に根のまわりに一定量分布し、病原菌の感染を阻止すると同時に根から常時吸収されるように土壌施用する必要があると推察される。また、本剤が根から吸収され、地上部の活性が最高になるのに一定期間必要であり^{14, 17}、本剤の早期灌注が後期灌注より高い防除効果を示すこと¹³(第7表)をあわせ考えると感染、発病するまでに、ある程度以上の薬剤が作物体に吸収されているように本剤を予防的に使用する必要性も指摘される。

ベノミル剤のフザリウム病防除効果が従来の薬剤に比べて高く且つ安定している⁹ことは多くのポット、圃場試験(第6, 7, 8表, 第1, 3図)からも明らかである。これは上述したように、本剤が静菌的ではあるが、低濃度で菌糸伸長を阻止し、この生物活性が土壌中に安定して長期間維持されることならびに、本剤が根から吸収され、地上部に移行して長期間残留する性質によるものと推察される。

しかし、キュウリ連作畑では、第10表のように、本剤の単用のみでは、十分な防除効果を発揮できなかった。これは病原菌の垂直分布が深く、ベノミル剤を深層まで施用することが現実的に困難なため、深層に分布する病原菌の感染をうけたこととネコブセンチュウに対する防除効果が欠如しているためとみなされる。このような場合でもクロルピクリン剤と併用すると、それぞれの欠点が補完され、つる割病防除効果が安定した。さらに、消石灰の土壌施用は単用でもフザリウム病発生を軽減する⁶が、ベノミル剤と併用すると、キュウリつる割病およびゴボウ萎ちょう病は軽くなり、ベノミル剤の防除効

果は相乗的に増大した。同じような現象が小川・竹内¹³によりキュウリつる割病で確認された。これらの原因は必ずしも明白でないが、耕種の防除と薬剤防除をうまく組合せた手段であり、農薬を効果的に使う手段とみなされる。今後、このような分野の試験研究が望まれる。

なお、ベノミル剤施用は土壌中の細菌を増加し、Pythium菌に対する拮抗菌を少なくする(第15表)ためか、多量施用ではキュウリの立枯性疫病を多くした(第6, 12, 13, 14表)。さらに、筆者らは本剤をハクサイに施用し、軟腐病を多発させてしまった経験もある(未発表)。このような薬剤の土壌施用による変則効果はすでにPCNB剤で指摘されている^{2, 10}。また、多くの土壌病害と複合感染するネコブセンチュウに対してベノミル剤は全く防除効果がないのみならず、時にはキュウリ根への寄生を助長する傾向があることなどは、本剤の実用化にあたり十分に注意しなければならない点である。

Ⅷ 摘 要

1. 本報告は主にベノミル剤のキュウリつる割病に対する防除効果の現われ方、圃場施用法、防除効果の増進法、連作圃場における本剤の防除効果の安定化ならびに変則効果について試験した結果を記述した。

2. ベノミル剤を培地に1ppm以上加えると、*Fusarium oxysporum* f. sp. *arctii*の菌糸伸長は抑制され、4ppm以上では、全く阻止された。しかし、4~128ppm含有培地に25℃で20日間おいても殺菌されず、本剤を含まない培地に移すと、再び正常に発育した。本菌の分生胞子の発芽は64ppm以上の濃度で完全に阻害されたが、発芽管の伸長は4ppm以上では極めて不良であった。

3. 土壌中における*F. oxysporum* f. sp. *arctii*の分生胞子の発芽ならびに厚膜胞子の形成は本剤の200ppm以上添加により抑制されたが、この作用は施用直後より数日後以降に強く現われ、少なくとも90日間持続した。本剤は土壌中においても殺菌的でなく、静菌的に作用した。

4. ベノミル水和剤を粉のまま有効成分で400ppmとなるように土壌に混和すると、キュウリつる割病およびゴボウ萎ちょう病に対して極めて高い防除効果が認められ

た。また、キュウリに対して本剤の500～1,000倍液を定植7日前に育苗鉢に50 ml, 定植時および定植30日後に1株300 ml 灌注する使用法は単位面積当たりの有効成分量で比較すると、粉用よりも高い防除効果を示した。本剤の灌注時期はおくれるよりも早い方がすぐれていた。

本剤の防除効果がすぐれている原因は土壌中において本剤が非常に長期間安定して病原菌の発育を抑制し、その上、作物体内への浸透が良好であり、作物体に長期間分布しているためとみなされた。しかし、本剤が施用されていない深層部分に根が伸長し、病原菌の感染をうけた場合の発病抑制効果はやゝ劣り、ネコブセンチュウに対しても全く防除効果を認めなかった。

5. 土壌に消石灰を0.5%または黒ボク畑にa当たり50 kg施用すると、キュウリつる割病およびゴボウ萎ちょう病に対するベノミル剤の防除効果は相乗的に高められた。

6. キュウリ連作畑では、病原菌の分布が深く、ネコブセンチュウの密度が高く、ベノミル剤の単用では、実用的につる割病を防除できなかった。また、クロロピクリン剤も土壌注入後直ちに地表面をポリエチレンフィルムで被覆しないと、十分な防除効果が得られなかった。しかし、両者の併用により、つる割病防除効果は3年間ともに高位に安定し、増収するなど両薬剤の欠点を補完し、実用的であることが認められた。

7. ベノミル剤500～1,000倍液をキュウリの生育初期に灌注すると、生育遅延が起こることがあるが、生育中～後期には挽回した。また、クロロピクリン剤との併用はこの薬害を軽減した。粉用の場合でも有効成分で400 ppmが生育抑制をひきおこす限界点であった。

8. ベノミル剤の土壌施用は土壌中の細菌を増加させ、*Pythium*菌に対する拮抗細菌・放線菌を少なくする傾向があった。多湿時におけるベノミル剤の多量施用はキュウリ立枯性疫病を多発させる変則効果を認めた。この作用は消石灰の土壌施用により軽減され、エクロメゾール剤との併用により除去された。

引用文献

1. ERWIN, D. C., MEE HENRY and J. J. SIMS

(1968): The systemic effect of 1-(Butylcarbamoyl)-2-benzimidazole carbamic acid, methyl ester, on *Verticillium* wilt of cotton. *Phytopathology* 58, 528～529.

2. GIBSON, I. A. S., M. LEDGER and E. BOEHM (1961): An anomalous effect of pentachloronitrobenzene on the incidence of damping off by a *Pythium* sp. *Phytopathology* 51, 531～533.

3. HINE, R. B., D. L. JOHNSON and C. J. Wenger (1969): The persistence of two benzimidazol fungicides in soil and their fungistatic activity against *Phymatotricum omniivorum*. *Phytopathology* 59, 798.

4. 小玉孝司 (1973): イチゴ萎黄病に関する研究, 第4報ベンレートおよびトップジンMの灌注による防除効果 関西病虫研報 15: 133～134.

5. 国安克人, 木谷清美・大畑貫一 (1972): ベンレートによるトマト萎ちょう病防除 四国植物防疫研究 7, 49～53.

6. 松田明・下長根鴻・平野喜代人 (1969): キュウリつる割病に対する石灰施用の効果 茨城農試研報 10, 61～72.

7. 松田明・尾崎克巳・下長根鴻 (1973): キュウリつる割病に対するベノミル剤の防除効果 関東病虫研報 20, 82.

8. 松田明・下長根鴻・尾崎克巳 (1974): キュウリつる割病に対するクロロピクリン剤およびベノミル剤併用の防除効果 関東病虫研報 21: 29.

9. 松田明・下長根鴻・尾崎克巳 (1975): キュウリつる割病菌を指標とした土壌殺菌剤の簡易検定法について 茨城農試研報 16, 95～107.

10. 松田明・下長根鴻・尾崎克巳 (1975): キュウリ立枯性疫病に対するペンタクロロニトロベンゼンの変則効果について 関東病虫研報 22, 39

11. MEYER, W. A., J. F. NICHOLSON and J. B. SINCLAIR (1971): Translocation of benom-

- yl in creeping bentgrass. *Phytopathology* 61, 1198 ~ 1200.
12. 長井雄治 (1972) : キュウリつる割病に対する新殺菌剤の効果 昭47 野菜病害防除に関するシンポジウム 1~8. 日本植物防疫協会.
 13. 小川奎・竹内昭士郎 (1973) : キュウリつる割病に対するベノミル剤の防除効果 関東病虫研報 20, 86.
 14. 小川奎・竹内昭士郎 (1976) : ベノミル剤のキュウリにおける吸収移行性とつる割病に対する防除効果 関東病虫研報 23, 35 ~ 36.
 15. PETERSON, C. A. and L. V. EDGINGTON (1970) : Transport of the systemic fungicide nomyl in bean plants. *Phytopathology* 60, 475
 16. 多川閃・山口洋一・谷沢郁夫 (1973) : 生物検定法による土壌中のトップジンMと分解生成物の定量 秦野たばこ試験場報告 73, 345 ~ 352.
 17. 内田勉・浅利覚・保坂義行 (1974) : 薬剤の根部施用によるそ菜・花卉の病害防除 第5報 シクラメンおよびその生育土壌におけるベノミルの消長と萎ちょう病に対する効果 関東病虫研報 21, 72 ~ 73.
 18. 山口洋一・吉田大輔 (1972) : チオファネート剤のタバコ植物体内への吸収とタバコ体内での分布 秦野たばこ試験場報告 71, 149 ~ 152.
 19. 米山伸吾 (1973) : トマト萎ちょう病に対するベノミル剤の防除効果 関東病虫研報 20, 90.
 20. 吉野正義 (1972) : ナス半身萎ちょう病に対する新殺菌剤の効果 昭47 野菜病害防除に関するシンポジウム 9~12. 日本植物防疫協会.
 21. 吉野正義・橋本光司・嶋崎豊 (1973) : キュウリつる割病およびナス半身萎ちょう病に対するベノミル剤の防除効果 関東病虫研報 20, 87 ~ 88.

I ;
 II |
 1
 2
 III
 と!
 1
 ;
 2
 1
 IV ;
 業!
 1
 ;
 2