

イチゴ萎黄病の薬剤防除について

小玉 孝司・福井 俊男・芳岡 昭夫*

Chemical Control of Strawberry Yellows
with Various Fungicides

Takashi KODAMA・Toshio FUKUI and Akio YOSHIOKA*

緒 言

近年、イチゴの栽培は消費需要の増大に支えられ、全国的にその産地が拡大されている。一方、栽培様式も多様化し、各種の品種、作型の組み合わせにより周年収穫が可能になりつつある。

イチゴ萎黄病の発生は、比較的新しく Winks ら¹⁾は1965年にオーストラリアにおいて、イチゴの新病害 (*F. oxysporum* f. sp. *fragariae*) を報じ、わが国では岡本ら¹⁰⁾が1970年に岡山、愛知、奈良の各県で発生したものについて報告したのが最初である。その後、宝交早生種の栽培府県を中心に激化し、子苗の不足や減収により、産地存続の大きな障害となっている。

本病はイチゴのみを侵害し、土壌伝染とイチゴの繁殖法に起因する親株から子株への病原菌の移行(苗伝染)により、短期間に発生地が拡大することが明らかとなった^{5,6,7,10,14)}、防除対策についても広く研究が行なわれているが^{3,5,11,14)}、イチゴの栽培層にそった防除体系の確立には至っていない。

本報では薬剤の処理時期と防除効果との関係を明らかにし、薬剤防除の可能性を追究した。とくに、クロルピクリン剤に代替できる土壌くん蒸剤と生育期に処理できる補完的な薬剤を探索し、浸透性殺菌剤の有効な処理法および殺線虫剤(D—D剤)の防除効果について若干の知見を得たのでここに報告する。

1. 採苗床の防除試験

実験材料および方法

この試験は榎原市四条町の前作のイチゴで本病の多発したほ場を用い、1区6m²、3区制で行った。植栽した親株(宝交早生種)は無病地から取寄せ、抜き取り調

この報告の一部は1972年、1976年の関西病害虫研究会で講演した。

* 現郡山農業改良普及所

査により無病株の確認を行った。試験区の区割はすべての試験において、厚手の塩化ビニル板または杉板を地表下25cmまで埋没した。

1970年の試験は5月13日クロルピクリン剤などは手動式かん注器(丸山製)を用い、30cm平方に1穴の割合で深さ17cmの位置に注入し、踏圧後、ポリエチレン膜で全面被覆した。MN—3水溶剤は所定薬量を水で50倍稀釈し、如露で散水しながら、耕土約25cmに混和後、全面被覆した。ガス抜きは5月21日に行い、27日に1区3株の親株を定植した。生育期処理剤は5月27日、6月23日に所定濃度液を如露で3ℓ/m²全面にかん注した。

1976年は2月10日に土壌くん蒸剤を処理し、処理時の土壌条件は地温5°C(10cm)、土壌水分20.5%であった。臭化メチル剤の処理は地表面に所定薬量の缶を置床し、ポリエチレン膜で被覆後、開缶した。その他の薬剤は前試験に準じ処理し、7月10日に採苗した子株を1区50株無病土に仮植し、その後の発病推移を調べた。ガス抜きは2月26日、親株の定植は3月25日に行った。

発病は次の程度別発病基準により調査した。調査基準は：発病枯死株(4)、発病し株の一部から枯死(2)、小葉の奇形葉の出現(1)、軽微な変形葉、生育不良株(0.5)、健全株(0)の基準により、発病度、病株率を算出した。生育状況は葉長、葉幅、葉柄長を計測し、親株においては子株発生数を調べた。

結果および考察

1970年の試験は罹病株を前年に鋤込んだ、汚染度の高い条件下での薬剤の防除効果を調べた(第1表)。標準無処理区の親株の発病は7月初旬からみられ、7月20日には100%の発病株率を示し、その後全株枯死した。薬剤処理区ではクロルピクリン剤の効果が顕著で、生育も極めて良好であった。その他の薬剤では7月初旬から小葉がカップ状となり、発病の前期症状から下旬には発病株が増加した。子株の発生数、発病は親株の発病と同一

傾向を示し、D—D剤、MN—3水溶剤、タチガレン水
和剤は初期の生育は良好であったが、後半の発病が多く

完了する促成栽培用の採苗床ではクロルピクリン剤を用
いることにより前者に比較して防除が可能であった。

第1表 採苗床における防除効果(1970)

薬 剤 区 別	処 理 量	親株発病推移(%)			子苗発病株率	生 育 状 況	
		7月3日	7月20日	8月6日	8月6日	子苗発生数/株	葉面積比
クロルピクリン	30ℓ/10a	0.0	16.6	33.3	7.5	35.5	181.8
D — D	30	0.0	50.0	50.0	20.4	27.0	126.7
M N — 3	30	0.0	16.6	83.3	16.9	33.5	143.0
タチガレン	50kg, 600X	15.0	100.0	100.0	38.2	22.0	121.3
D B C P	3	5.0	66.6	83.3	26.5	17.0	113.8
標準無処理	—	25.0	100.0	100.0	86.3	10.0	100.0
L S D (0.05)				12.3	4.3		
(0.01)				16.5	6.8		

実用効果が得られなかった。

1976年の試験は促成栽培用の採苗床を想定して、低温期の土壌くん蒸剤の効果を比較した。その結果は第2表に示すように、標準無処理区は6月初旬から親株の発病を認め、一般の採苗時期の7月初旬には60%が枯死株となった。また、子株の発生数も少なく、発病と生育不良により採苗可能な子株は皆無であった。薬剤処理区では初期の発病抑制効果が顕著で、とくに、クロルピクリン

2. 育苗床の防除試験

実験材料および方法

これらの試験は本病の多発したほ場を用い、薬剤処理は採苗床に準じ、土壌くん蒸および生育期処理を行った。処理時の土壌水分はその都度測定し、過乾過湿を避け

第2表 採苗床における防除効果(1976)

薬 剤 区 分	処 理 量 (ℓ/10a)	親株発病推移(%)			子苗発病株率(%)		生育状況
		6月15日	7月7日	8月6日	7月9日	8月16日 a)	子株発生数/株
クロルピクリン	40	0.0	0.0	6.3	0.0	1.6	46.5
デイトラベックス	40	0.0	37.5	87.5	0.0	9.0	32.5
臭化メチル	50	0.0	12.5	41.7	1.5	12.2	36.3
D — D	40	0.0	16.7	64.6	0.8	10.7	31.8
E D B	40	4.2	14.6	58.7	5.6	10.1	16.5
標準無処理	—	37.5	100.0	100.0	79.6	46.7	22.5

注・a) 採苗した子株を無病土に仮植

剤は採苗床での親株、子株ともに発病を認めず、採苗した子株を無病土に仮植した結果からも発病株は極めて少なかった。その他の薬剤ではデイトラベックス、D—D剤、臭化メチル剤は7月上旬からの発病が増加し、採苗時には親株、子株に発病が散見され、無病土に仮植した子株の高率な発病から実用上は効力不足と結論された。EDB 剤は低温条件下でガスの拡散が不良のためか、生育が抑制され薬剤間では最も劣った。

以上の結果から、採苗床の防除は高温条件が長期間続くことと、無病徴の子株が育苗床に持込まれ発病することも多く、激発条件下での半促成栽培用の採苗床では薬剤防除の限界があり、6月下旬—7月上、中旬に採苗を

た。また、各種資材の施用はガス抜き後に行った。

供試したイチゴ子株(宝交早生種)は無病地から採苗し、15—17cm間隔に仮植し、約10日間、寒冷紗で日除けして活着を促した。その他、中耕除草、摘葉など栽培管理は慣行に従った。発病推移調査は採苗床の試験に準じ、発病株率、発病度を算出した。

1) 有効な土壌くん蒸剤および生育期処理剤の検索

1970年の試験は橿原市四条町、大和郡山市石川の2ほ場を用い、1区4m²、3区制で行った。橿原試験地の薬剤処理は8月7日に土壌くん蒸剤処理、生育期処理剤は8月21日、26日、9月21日の3回処理した。イチゴ子株

は8月21日に1区50株仮植した。郡山試験地は8月13日に土壌くん蒸剤、8月20日、9月1日、12日の3回生育期にその他の薬剤を処理した。8月20日にイチゴ子株を1区40株仮植した。

1971年は土壌くん蒸剤を8月17日、その他の薬剤は9月2日、13日、27日の3回処理した。イチゴ子株は9月2日に1区50株仮植した。

1975年は大和郡山市の現地の汚染ほ場を用い、7月31日に土壌くん蒸剤を処理し、その他の薬剤は8月20日、9月1日、12日の3回処理した。ガス抜き後の8月20日にイチゴ子株を1区40株仮植した。

ベノミル剤の耐性菌の検定は Magie ら⁷⁾の方法に準じ、ベノミル添加培地での菌糸伸長とロ紙円盤法により調べた。供試菌は1975年の試験ほの罹病株から組織分離した4菌株と1970年—1974年に分離した保存5菌株を標準菌として比較した。

2) 促成育苗床と半促成育苗床の防除効果の比較

この試験は1972年に樫原市四条町の汚染ほ場を用い、6月27日、9月4日の2時期に仮植し薬剤の防除効果を比較した。土壌くん蒸剤の処理は6月9日および8月10日に行い、それぞれ10日、14日後にガス抜きを行った。その他の薬剤は植付直後から14日間隔で4回処理した。

3) ベノミル剤の根部浸漬による防除効果

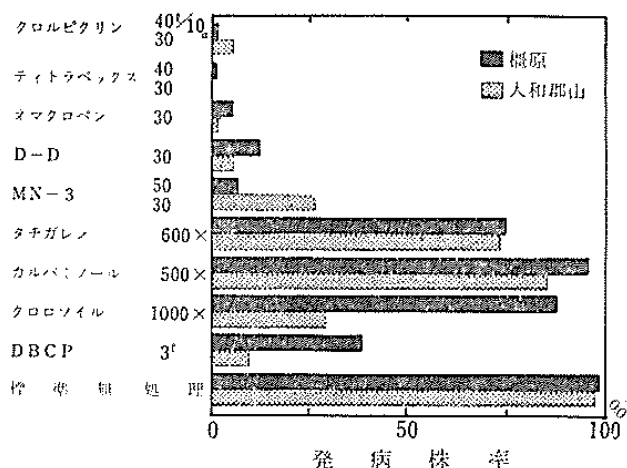
この試験は1973年に採苗した子株をベノミル剤の所定濃度液に根、根冠部を1、3時間浸漬後、直ちに仮植した。試験1は罹病親株から採苗した子株を用い、無病土に8月30日に仮植した。試験2は無病親株から採苗した子株を用い、汚染ほ場（前作の露地イチゴで100%の発病株率）を用い、前試験と同処理で仮植した。対照の土壌くん蒸剤は8月18日に処理し、ベノミル剤の生育期処理は植付直後から14日間隔で3回、3ℓ/m²如露でかん注処理した。

結果および考察

1) 有効な土壌くん蒸剤および生育期処理剤の検索

1970年にクロルピクリンに代替できる土壌くん蒸剤と生育期に処理できる薬剤を検索するため、樫原市と大和郡山市で同一薬剤を用いて試験した結果を第1図に示した。両ほ場ともに前年に本病の多発したほ場を選定したことから、仮植後20日には初発を認め、標準無処理区の発病株率は仮植後35—40日には100%となり、枯死株が目立った。薬剤処理区では、土壌くん蒸剤の効果が顕著にみられ、生育も良好で充実した子苗を得ることができ

た。とくに、殺線虫剤のD—D剤が極めて発病が少なく注目された。生育期の処理剤ではDBCP剤が発病を抑制したが、生育抑制の薬害がみられ実用的な薬剤は見出せなかった。



第1図 育苗床の防除効果の比較 (1970)

1971年は新たにベノミル剤など浸透性殺菌剤を加えて試験した結果を第3表に示した。試験期間中は平年に比し比較的低温に経過したため、病勢進展はやや緩慢であったが、標準無処理区は発病と生育不良株が目立ち、栽植できる健苗は極めて少なかった。この試験では土壌くん蒸剤の効果が劣ったが、処理時の土壌水分が23%とやや高く、処理後の地下水位も高かったことから、ガスの拡散が不十分であったと考えられる。

生育期の処理剤ではベンレート、7011の仮植直後からの3回処理は発病を抑制し、500倍液のかん注処理で生育も良好で実用効果が得られた。

1975年は臭化メチルと土壌消毒後の病原菌の復元を防止するため、各種の資材の施用効果を検討した（第4表）。標準無処理区の発病は前試験に比較して軽微な発生に止まったが、土壌くん蒸剤の防除効果は安定しており、とくに、臭化メチル剤、D—D剤の優れた効果がみられた。

ベノミル剤などの生育期の処理剤は初期発病を抑制するが、9月中旬以降は発病株が増加し、葉の黄化と生育の抑制が著しく防除効果も劣った。

クロルピクリン剤の使用量を減じ、補完的な薬剤および資材の併用効果をみたところ、各処理ともにクロルピクリン単用区に比較して有意な防除効果は得られなかった。これらのうちでは鋸屑堆肥に拮抗微生物を添加した資材がやや発病を抑制する傾向を示した。

ベノミル剤の効力の低下はこの試験のみならず、現地においても散見されることから、耐性菌の出現の可能性

第3表 育苗床における薬剤の防除効果(1971)

薬剤区別	処理量 (ℓ/10a)	発病株率の推移(%)			生育状況(cm)		
		9月27日	10月11日	10月18日	葉長	葉幅	葉柄長
クロルピクリン	40	0.0	8.5	12.3	7.5	5.8	5.8
デイトラベックス ^{a)}	40	4.0	27.6	31.6	7.2	5.5	5.9
ネマクロベン	40	2.0	21.0	19.0	7.1	5.5	5.8
M N — 3	40	0.0	0.0	1.9	7.9	6.6	6.9
ベンレート	500X	1.0	3.0	8.9	7.9	5.8	5.7
ベンレート	1000X	2.9	9.6	18.3	7.8	5.6	5.3
ベンレート	1500X	0.0	24.0	27.0	7.8	5.9	5.5
7 0 1 1	500X	2.9	11.7	14.6	7.2	5.5	5.5
7 0 1 1	1000X	1.9	16.5	22.3	7.4	5.8	6.1
D B C P	300X	0.0	20.6	25.5	5.5	4.3	5.4
オーソサイド	600X	12.8	78.0	94.5	6.1	4.8	4.7
標準無処理	—	22.4	97.2	99.1	5.4	4.4	4.1
L S D (0.05)					5.7		
(0.01)					7.9		

注・a) 無被覆

第4表 育苗床における薬剤の防除効果(1975)

薬剤区別	処理量	9月16日		9月22日		10月16日		生育状況(cm)	
		発病株率	発病度	発病株率	発病度	発病株率	発病度	葉長	葉幅
クロルピクリン	40ℓ	0.0	0.0	2.1	0.5	4.4	1.7	8.5	6.1
デイトラベックス	40	0.8	0.4	0.4	0.1	0.4	0.1	7.2	5.9
D — D	40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.4	6.8	5.7
臭化メチル	30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	5.9
ベンレート	500X	5.8	2.9	25.0	6.7	63.3	29.9	5.8	4.8
トップジンM	500X	2.1	1.0	25.2	6.3	79.4	40.2	6.5	5.2
クロルピクリン	10	1.7	0.9	2.9	1.0	17.6	8.8	8.2	6.2
クロルピクリン+ベンレート	10+500X	0.0	0.0	4.6	1.7	8.4	2.3	7.0	5.4
クロルピクリン+スミリンユーキダルマ	10+3000kg	0.0	0.0	1.3	0.3	5.0	2.9	7.8	6.2
クロルピクリン+石灰チッソ	10+100kg	0.0	0.0	2.1	0.5	21.6	12.1	7.2	5.8
クロルピクリン+消石灰	10+200kg	2.9	1.5	5.4	1.6	21.9	10.8	8.1	6.2
標準無処理	—	16.0	8.0	23.8	8.2	63.8	39.4	5.6	4.8
L S D (0.05)		3.4		6.2		7.0		0.4	
(0.01)		4.5		8.2		9.3		0.5	

が考えられた。そこで試験は場の罹病株から病原菌を組織分離し、ベノミル剤の使用前の標準病原菌と対比しながら薬剤の感受性を調べた。薬剤添加培地上での菌糸生育状況とロ紙円盤による阻止円法ではベノミル剤の耐性菌はみられなかった。

2) 促成育苗床と半促成育苗床の防除効果の比較

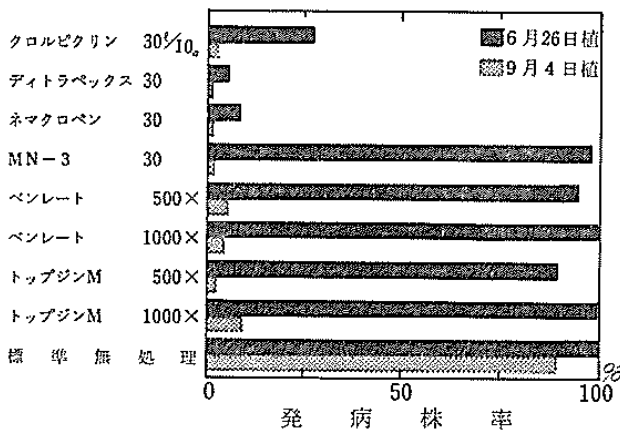
仮植時期を2時期に分け、薬剤の防除効果を比較した結果を第2図に示した。標準無処理区では両試験ともに95%以上の発病株率を示し、発病度では6月26日仮植が97.0%と大半が枯死株となったのに比し、9月4日仮植

では31.5%と軽微な発生であった。

薬剤処理区では土壌くん蒸剤のネマクロベン、デイトラベックス、クロルピクリン剤は促成用育苗床でやや発病が多くなるが、仮植時期による差は小さかった。

一方、ベノミル剤、チォファネートメチル剤、MN-3は半促成用育苗床では発病抑制効果が高く、実用的な効果が得られるが、促成用育苗床ではほとんどその効果がみられず、著しい薬効の低下を示した。

これらに關与する要因として6月下旬—7月に仮植する促成用育苗床は長期間の高温条件を経過するため、発病が激化するのに対し、半促成などの育苗床では9月下



第2図 植付時期と防除効果との関係

旬以降、地温が急激に低下し、病勢進展が緩慢となる。したがって、同一薬剤の処理においても、イチゴの仮植の時期による防除効果の差を生じたものとする。実用的な効果を得るためには処理時期により土壌くん蒸剤の

3) ベノミル剤の根部浸漬による防除効果

ベノミル剤の生育期の土壌かん注処理により発病を抑制することを認めたが、採苗した子株の病原菌の持込み防止および治療効果についてベノミル剤の根部浸漬により調べた。まず、罹病した親株から採苗した子株を無病土に仮植した結果は第5表に示すように、標準区の水浸漬では26.5%の発病株率を示し、枯死株がみられた。これに対してベノミル剤の根部浸漬では治療効果がみられ、小葉のわずかな奇形は、次葉から回復するのが観察された。処理濃度と時間との関係は500倍液の1、3時間浸漬および1000倍液の3時間浸漬の効果が高く、1000倍液の1時間浸漬ではやや劣る傾向を認めたが、処理間には有意差(0.05)はなかった。

次に無病の親株から採苗した子株を根部浸漬後、病土に仮植した結果は第6表に示すように、対照のベノミル剤の土壌かん注および土壌くん蒸剤が著効を示したのに対し、根部浸漬の効果は初期の発病を抑制するが、短期間

第5表 ベノミル剤の根部浸漬による防除効果(1973)

薬剤区別	使用濃度	浸漬時間	活着苗数 ^{a)}	発病株率(%) ^{b)}		生育状況 草勢
				植付直後	40日後	
ベンレート	500X	1	42	22.2	4.8	#
ベンレート	500X	3	36	35.5	3.6	+
ベンレート	1000X	1	40	26.6	15.5	#
ベンレート	1000X	3	39	33.3	7.4	#
標準区(水)	-	1	43	35.5	26.5	+
L S D (0.05)					4.2	
					(0.01) 6.5	

注・ a) 活着苗数は3区合計、14日後調、 b) 発病株率は3区平均値、植付直後の発病株率はわずかな小葉の奇形、黄化株を含む。

処理量を増減するとともに、ベノミル剤などの処理は土壌消毒後の補完的な使用か、9月以降の育苗床での使用のみが安定した実用効果が期待できる。

に薬効が消滅し、各処理ともに発病抑制効果は劣った。

これらの結果から、ベノミル剤の根部浸漬による治療および発病抑制効果は無病土に仮植した時にみられ、病

第6表 ベノミル剤の根部浸漬による防除効果(1973)

薬剤区別	使用濃度	浸漬時間	発病株率推移			
			9月21日	9月28日	10月11日	10月19日
ベンレート	500X	1	10.6	24.3	64.3	71.4
ベンレート	500X	3	10.0	34.3	57.1	67.1
ベンレート	1000X	1	12.5	32.5	58.6	78.8
ベンレート	1000X	3	5.0	41.4	50.0	72.9
ベンレート	1000X	かん注	0.6	8.1	17.5	19.4
ベンレート	2000X	かん注	3.1	19.4	45.6	39.4
クロルピクリン	30ℓ/10a		0.0	0.0	0.0	0.0
デイトラベックス	30ℓ		0.0	0.0	0.0	0.0
標準無処理(水)			17.5	51.9	79.5	85.0

土に仮植した時には短期間に感染、発病するものと考えられる。

3.D-D剤の防除機作の解明

実験材料および方法

1976年の採苗床の防除試験ほにおいて、土壌くん蒸後の土壌中の *F.oxysporum* 菌数、糸状菌数および線虫数を調査した。

D-D 剤の室内土壌くん蒸試験は後藤ら²⁾の密閉容器内の殺線虫剤の土壌くん蒸法に準じて、ガラス製の腰高シャーレ (210ml 容) に人工接種土 (実験 1) およびほ場の病土 (実験 2) を 2 mm 篩で篩別し供試した。供試土の充てんは軽く容器の底部を机面に打ちつけながら行い、土壌の容積当りの所定の薬量をマイクロシリンジ (50μl) で定量し、小綿球に注入したものを、容器の1/2の深さに埋没した。容器は直ちにポリエチレン膜とアルミ箔で密閉し、25°C で48時間くん蒸した。処理後土壌は

果は処理時期によってはクロルピクリン剤と同等の効果が得られた。これらの結果から本病の感染の場面で線虫数の減少が発病抑制に関与したものと考えられた。しかしながら、試験ほ場のイチゴ根辺土壌から寄生性線虫の検出されない事例もみられた。そこで、D-D 剤の防除機作を解明するため、処理土壌の土壌微生物数を調べたところ、土壌くん蒸直後のフザリウム菌数は減少し、糸状菌、細菌数はクロルピクリン剤、デイトラベックスなどに比べ残存する菌数が多かった (第7表)。

密閉容器内での D-D 剤のくん蒸効果をみると、第8表に示すように対照のクロルピクリン剤が 10l/10a 処理においてフザリウム菌、糸状菌ともに検出されないのに対して、D-D 剤は高い菌密度 (実験 1) では高濃度処理においてもフザリウム菌の残存を認めた。しかし、ほ場汚染土 (実験 2) では D-D 剤の処理量の増加とともに、フザリウム菌数は減少し、40l/10a 以上で検出されなかった。同じく処理したクロルピクリン剤がフザリウム菌、糸状菌ともに検出されないのに対して、D-D 剤

第7表 D-D剤の処理が土壌微生物数に与える影響

薬剤区別	処理量 ℓ/10a	3 月 3 日			3 月 15 日	
		フザリウム菌 ×10 ²	糸状菌 ×10 ³	細菌 ×10 ⁵	フザリウム菌 ×10 ²	糸状菌 ×10 ³
D — D	40	1.0	5.3	123.0	1.6	18.9
クロルピクリン	40	0.0	0.0	61.3	0.0	4.0
デイトラベックス	40	0.0	0.0	58.3	0.0	6.6
標準無処理	—	8.0	3.3	106.7	10.8	22.4

ホーロバットに拡げて、ガス抜きした後、希釈平板法により菌量を調査した。供試培地はフザウム菌に駒田処方フザリウム選択培地、糸状菌は Martin 培地、細菌はアルブミン寒天培地を用いた。

また、高頻度で検出された糸状菌はPSA培地に移し、菌種の同定を行った。

の殺菌効果は劣るが、他の糸状菌、細菌類の残存が多く土壌消毒後のフザリウム菌の急激な復元が抑制されたものと推察される。

D-D 剤の処理後に高頻度で検出される糸状菌は *Trichoderma* spp., *Humicola* sp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Mucor* sp. などであった。

第8表 D-D剤およびクロルピクリン剤の土壌くん蒸によるフザリウム菌、糸状菌数への影響

処理量 ℓ/10a	実 験 1		実 験 2			
	F. oxysporum 菌数 (×10 ² /g±)		F. oxysporum 菌数 (×10 ² /g±)		糸状菌数 (×10 ³ /g±)	
	D — D	クロルピクリン	D — D	クロルピクリン	D-D	クロルピクリン
10	213.0	0.0	9.3	0.0	25.2	0.0
20	67.0	0.0	1.0	0.0	15.8	0.0
30	19.3	0.0	1.0	0.0	9.6	0.0
40	3.3	0.0	0.0	0.0	10.2	0.0
50	—	—	0.0	0.0	0.6	0.0
標準無処理	545.0		17.0		40.2	0.0

結果および考察

採苗床および育苗床において D-D 剤の土壌くん蒸効

これらの結果から、ほ場における D-D 剤の防除効果は土壌微生物の選択的殺菌効果に起因する副次的な発病

抑制効果が考えられ、比較的菌密度の低い条件および9月以降の育苗床では十分に実用効果が得られるものと考えられる。

論 議

イチゴ萎黄病菌など *Fusarium* 菌は土壤中に残存した植物遺体中に厚膜胞子を形成し、他の土壤微生物の攻撃、外部環境の変化にも耐えて長期間休眠状態で生存することができる。しかし、イチゴ萎黄病が他のフザリウム病と異なる点はイチゴの栄養繁殖に起因する罹病親株から潜在的に病原菌が子株に転移することである。これら2通りの伝染法が単独あるいは重複して発生地域の拡大、被害の激化をまねいている。

土壤伝染性病害の防除対策には輪作、抵抗性品種、接木の利用など耕種的な防除法で回避している事例が多い。しかし、本病の激発地域はイチゴ植栽の土地占有率が高く、連作を余儀なくされている。イチゴ品種の本病抵抗性には明らかな差が認められ、福羽、芳玉、マーシャルなど強度の抵抗性を示した^{6,7)}。しかしながら、イチゴは営利栽培品種の数が少ない上に、嗜好性が強く生食用には、その品質が重視され、すぐに抵抗性品種を導入することができない。したがって、当面の防除対策としては薬剤による発病の軽減にあり、イチゴの栽培暦にそった一貫した防除体系の確立と防除の可能性について追究する必要がある。

クロロピクリン剤などの土壤消毒は各種の土壤伝染性病害の防除に有効であるが、大面積での使用、住宅地域の隣接するほ場での使用には問題点も多く、夏期の高温時には刺激臭などによる処理の困難性から、作業者に敬遠されることもある。これらクロロピクリン剤に代替できる有効な土壤くん蒸剤と生育期に手軽に処理できる薬剤について探索した。

イチゴの栽培は一般に採苗床に親株を植付け、子株の採苗、育苗床への仮植から本ば定植の順序を踏むが、土壤消毒は採苗床、育苗床および本ばが必要である。まず、採苗床の土壤消毒については、高温条件下で持続するため、加藤ら⁵⁾はクロロピクリン剤などの実用効果は得られず、激発地における薬剤防除の限界を指摘しているすなわち、採苗床の親株、子株の発病を抑制しても、潜在感染株が多く、育苗床に移した後の発病をも見込んだ実用効果の評価をしていかなければならない。

筆者らの1970年の試験においても、親株、子株の発病を抑制し、見かけ上の防除効果が得られたが、すでに、子株の発病と潜在感染株の育苗床での発病を見込めば実用性に乏しいと考える(第1表)。

しかし、1976年の試験では、クロロピクリン剤区は無病地の育苗床に移した後も発病は極めて少なく顕著な防除効果が得られた(第2表)。これら両試験の差は親株の植付時期、採苗時期が異なり、前試験は6月に親株の植付、8月の採苗であり、高温条件下で経過するため、感染、病勢の進展も速やかであるのに対して、6月採苗では低温期を経過するため、比較的感染期間が短かく発病を減じるためと考える。その他の薬剤ではクロロピクリン剤に比し効果が劣り、激発条件下ではクロロピクリン剤に代替できるものは見出せなかった。

つぎに、育苗床での防除効果を促成および半促成栽培用育苗床の仮植時期を想定して検討した結果、土壤くん蒸剤の効果が安定しており、クロロピクリン剤に代替できるものとしてディトラベックス、ネマクロペン、D-D剤および臭化メチル剤などがあり、各薬剤ともに8月下旬—9月仮植の育苗床では顕著な効果を示した。

生育期処理剤では浸透性殺菌剤のベノミル剤、チャフネートメチル剤などの発病抑制効果がみられるが、イチゴの仮植時期、処理時の土壤条件により防除効果に差を生じ(第2図)、促成用育苗床ではほとんどその効果が期待できず、9月以降にも高温条件が持続すると効果が劣った(第4表)。これらの結果は広田ら⁹⁾が報じたベノミル剤の実用性は9月以降の仮植床にみられるとしているのに一致した。

ベノミル剤の浸透移行はイチゴにおいて Nicholson ら⁹⁾は根部処理により地上部へ移行し、親株から子株へランナーを經由して移行するとしている。採苗した子株の根部浸漬により、保菌苗の治療効果と採苗床からの病原菌の持込みを防止する手段として有効であった(第5表)。しかし、育苗床が病原菌に汚染されている条件下では、その効力が短期間に消滅することから、土壤消毒、生育期のかん注処理などの併用が肝要である。

ベノミル剤の効力の低下について耐性菌の出現が報告されており、Magie ら⁸⁾は *F. oxysporum* f.sp. *gladioli* において標準菌株の200倍の薬剤耐性を報じており、1975年の育苗床でベノミル剤の処理区は標準無処理と大差ない発病を示したことから、罹病株からの分離菌株と標準菌株を比較したところ耐性菌の出現はみられなかった。したがって、ベノミル剤の効力の低下については、薬剤が地表面に吸着され十分に根部に浸透移行していないか、高温条件により薬剤が低下し、病勢進展のため効果がみられないものと推察される。

Fusarium 菌の侵入、発病に線虫類が関与することはすでに多くの土壤伝染性病害について明らかにされている。イチゴにおいても上住ら¹²⁾は線虫 (*Tylencho*

rhynchus sp.) が本病の罹病株の根辺土から多数検出され、感染に関与することを推論している。殺線虫剤のD-D剤が本病の防除に有効なことは、すでに述べたが、当初、これらの効果が殺線虫効果に起因するものと考えられた。しかし、試験ほ場の線虫検診の結果から *Tylenchorhynchus* 属線虫は検出されず、本属線虫との因果関係は認められなかった。しかし、*Tylenchus* spp. は常に検出されており、本属線虫とフザリウム菌との関係についてはなお未知な点が多いが、発病の減少に何らかの形で関与していることも考えられる。

D-D剤の土壌伝染性病害に対する防除例は井上ら⁴⁾がダイコン萎黄病に著効を示したとしており、直接的な土壌病原菌への作用を報じたものは少ない。

密閉容器内でのD-D剤のくん蒸効果をみると、*F. oxysporum* 菌数は顕著に減少し、直接的な殺菌力を示した(第8表)。

しかし、その作用はクロルピクリン剤に比較して弱いものであるが、糸状菌、細菌類が多数残存することから選択的な殺菌力が推察された。Altmanら¹⁾はD-D剤の土壌くん蒸後の作物の生育促進効果を報じ、*Pseudomonas* spp., *Arthrobacter* spp. が増加するとしている。これら残存する土壌微生物に起因する作物の生育の助長と *F. oxysporum* 菌の復元を抑制する副次的な作用が考えられ、発病抑制に結びついたものと推察されるが、今後くわしく研究する必要がある。

ここでは種々の薬剤による防除対策について述べたが作付期間を通じ、ただ一つの方法で完べきに防除することはできない。したがって、苗の更新、栽培基盤の整備、栽培層にそった一貫した防除体系を確立し、集団育苗ほの設置など地域ぐるみの対策を講じていかねばならない。

摘 要

イチゴ萎黄病の薬剤防除について、イチゴの作型別の採苗床、育苗床における防除効果を検討した。

採苗床は高温期を経過し、期間も長いことから薬剤の防除効果の劣ることが多かった。促成栽培用の採苗床ではクロルピクリン剤の効果が最も安定しており、生育も良好なことから実用効果が期待できた。半促成栽培用の採苗床ではすべての薬剤で親株、子株の発病を抑制するが、育苗床に仮植後の発病を認め、実用効果は得られなかった。

育苗床は比較的薬剤防除が可能であり、とくに、半促成栽培用育苗床では土壌くん蒸剤のクロルピクリン剤、ディトラベックス、ネマクロペン、D-D剤、臭化メチ

ル剤の防除効果が顕著であった。生育期の処理剤ではベノミル剤、チョコファネートメチル剤の土壌くん注により発病を抑制した。

促成栽培用育苗床では半促成栽培用育苗床に比較して薬剤の防除効果が劣った。この傾向はベノミル剤、チョコファネートメチル剤で顕著にみられ、実用性は認められなかった。

ベノミル剤の根部浸漬の効果は無病土に植付けた場合、500—1000倍液の1、3時間浸漬により治療効果を認めた。しかしながら、病土に植付けた場合には短期間に薬効は消失し、発病抑制効果は認められなかった。

殺線虫剤虫剤のD-D剤は寄生性線虫の存在しない条件下においても、本病の防除に有効であった。密閉容器内の土壌くん蒸試験において *F. oxysporum* 菌に対する作用は、クロルピクリン剤に比し弱い菌数を減少させ、比較的多くの糸状菌、細菌類の残存を認めることから、これらの菌類の副次的な発病抑制効果が推察された。

本研究を実施するにあたり、試験地の選定などの労をわずらわした郡山普及所の各位、線虫の検診に対しては大方の援助を賜った技術課、中西喜徳技師にたいし併せて深謝の意を表す。

引用文献

1. ALTMAN, J. 1970. Increased and decreased plant growth responses resulting from soil fumigation. T. A. TOUSSOUM et al. Root diseases and soil-borne pathogens. Berkeley: University California press. 216-221.
2. 後藤昭・佐野善一 1971. 殺線虫剤の室内検定法としての密閉容器内土壌くん蒸法の検討. 九州病虫研報 17: 81-84.
3. 広田耕作・中神喜郎・加藤喜重郎 1974. イチゴ萎黄病に関する研究. (第3報) ベノミル剤の使用時期と実用性について. 関西病虫研報 16: 135-136 (講要).
4. 井上義孝・駒田且 1958. *Fusarium* に因るダイコンの導管病. 日植病報 23: 19-20 (講要).
5. 加藤喜重郎・広田耕作・中神喜郎・中込暉雄 1971. イチゴ萎黄病に関する研究. (第1報) 寄生性、伝染方法および土壌消毒について. 愛知農総試研報β, 3: 93-84.
6. 小玉孝司・芳岡昭夫・内藤潔 1972. イチゴ萎黄病に関する研究. (第3報) イチゴの品種間差異につい

- て、日植病報 38:185 (講要).
7. ——— 1974. イチゴ萎黄病の諸性質と品種間差異について. 奈良農試研報 6:68-75.
 8. MAGIE, R. O. and G. J. WILFRET 1974. Tolerance of *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* to benzimidazole fungicides. Plant Dis. Repr. 58:256-259.
 9. NICHOLSON, J. F., J. B. SINCLAIR, J. C. WHITE, and B. L. KIRKPATRICK 1972. Upward and lateral translocation of benomyl in strawberry. Phytopathology 62:1183-1185.
 10. 岡本康博・藤井新太郎・加藤喜重郎・芳岡昭夫 1970. イチゴ新病害萎黄病について. 日植病報 36:166 (講要).
 11. ———・——— 1972. イチゴ萎黄病防除におけるベンレート水和剤の利用. 日植病報 39:168 (講要).
 12. 上住泰・中西喜徳 1973. イチゴにたいする *Tylenchorhynchus* sp. の寄生性について. 奈良農試研報 5:76-92.
 13. WINKS, B. L. and Y. N. WILLIAMS 1965. A wilt of strawberry caused by a new form of *Fusarium oxysporum*. Queensland J. Agri. Annu. Sci. 22:475-479.
 14. 吉野正義・橋本光司 1973. イチゴ萎黄病の発生々態と防除に関する2, 3の知見. 日植病報 39:199 (講要).

Summary

Concerning to the chemical control of strawberry yellows, effects were studied according to the culture type-runner plant production field and transplanting field.

The chemical control effects were very often not satisfactory, as the runner plant production field was under high temperature for a long period.

In the case of the runner plant production field for forcing culture, the control effects by Chloropicrin were the stablest and actually promising for the growth and development of the plant. In the case of the runner plant production field for semi-forcing culture, all chemicals could control Yellows of mother and runner plants, but Yellows were found after replanting on the transplanting field, and so actual effects were not secured. On the transplanting field, chemical control was comparatively possible, especially on the transplanting field for semi-forcing culture, soil fumigation and following chemicals-Chloropicrin, DI-Trapex, D-D, DD-Picrin, Methyl bromide-were highly effective for the control. As control chemicals for the plants at the time of growth, Benomyl, Thiophanate-methyl and soil drench etc., were found advisable.

A chemical control effect on the transplanting field for forcing culture were inferior as compared with the effects on the transplanting field for semi-forcing culture. this tendency was clearly observed for the chemicals of Benomyl and Thiophanatemethyl, which are believed to have no practical use. When planted in healthy soil, the effect of the root dipping with benomyl was observed at the ratio of 1/500 to 1/1000 under 3 hours' dipping, but no control effects were observed with vanishing of the chemical effects in a short period.

The D-D nematicide was effective for the control of the Yellows even under the condition of non-parasitic nematodes. The soil fumigation experiment in sealed jars showed that the effects on *F. oxysporum* were weaker as compared with the effects of Chloropicrin, but decreased the number of fungi, with comparatively many remainders of fungi and bacteria. From this fact, it was concluded that these fungi also had secondary control effects.