

キャベツ萎黄病の生物防除と総合防除

小林 紀彦 (野菜・茶業試験場久留米支場)

Biological control and integrated control of cabbage yellows. Norihiko

KOBAYASHI (Kurume Branch, National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea, Kurume, Fukuoka 830)

Biological control and integrated control were tested for cabbage yellows caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans* in a heavily infested field.

A single treatment of the suspensions of 3 mixed antagonists of *Streptomyces* spp. or charcoal compost fixed with the antagonists, *Bacillus subtilis* and two isolates of Actinomycetes slightly suppressed the disease incidence in the heavily infested field.

In order to protect plant from infested soil, a physical method of seedlings in small bags or long bags of woven polyester cloth ("root-proof" sheet) permeable to water and nutrients and placed into the planting holes was used. It suppressed the disease incidence drastically, especially when treated with biological control.

Cropping a resistant variety in the previous cultivation also suppressed the disease incidence in the next susceptible variety cultivated.

The population density of the pathogen in these cases was lowest inside of the "root-proof" bags, so the disease incidence did not appear to cause severe damage. While, antagonists treatments decreased the population density of the pathogen, the suppression of disease incidence did not appear to be so remarkable.

At the final check of disease incidence, I checked if plant roots were restricted inside the "root-proof" bags or not. In most cases, secondary roots grew out of the bags. However, they did not appear severely damaged.

These phenomena suggest the severity of disease was determined by the period of pathogen infection.

キャベツ萎黄病菌汚染土壌に対してキチン資材のカニ殻やオキアミを連用すると発病抑制効果のあることが明らかとなっている^{1, 2)}。孫工ら¹⁾によると、この発病抑制はキチン資材施用により病原菌の生育を抑制する拮抗性放線菌の増殖が盛んとなり、これら拮抗微生物による病原菌菌糸の溶解等により病原菌密度が減少することと関連していると報告している。また、これらの拮抗放線菌を利用した生物防除の試みもなされている。しかし、拮抗微生物の利用による生物防除のみでは重汚染圃場での防除効果が認められていない。

本報ではこれらの拮抗微生物以外に、主要な土壌病原菌である *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium* 属菌に対する拮抗微生物, *Bacillus subtilis*, *Actinomycetes* を炭粒に固定した炭粒コンポストの単独あるいは複合処理による生物防除効果を検討した。また、これらの生物防除法と物理的、化学的防除法とを組合わせた根圏環境制御によ

る総合防除についても検討した。

本論に入る前に、本研究室で本研究を担当されていた現 富山県野菜・花き試験場 野村良邦氏ならびに現 エーザイ生科研株式会社 孫工弥寿雄氏の汚染土壌作成等に対し深く謝意を表する。

試 験 方 法

1) コンテナーでの防除試験

本病原菌に対して高い拮抗能力を持つ拮抗性放線菌, KA-130, KA-856, KA-1005 の3菌株をイースト・マルトース液体培地で27℃, 1週間振とう培養して大量の拮抗微生物を得た。試験区は、1) それらの懸濁液を自然汚染土壌を詰めたコンテナー (42×30×12.5cm) の植穴に直接灌注する, 2) 拮抗微生物炭粒コンポストの植穴処理, 3) 両者の複合処理, 4) 作物根と汚染土壌との接触を少なくするための物理的防除として、遮根シート

で袋 (6×6cm) を作り、その中に殺菌土を詰め苗をいれて移植、5) 遮根シートの袋に上記の拮抗微生物及び炭粒コンポストを詰め苗をいれて移植した区とした。区制は2連制とし、9月10日に播種し、9月28日にコンテナ当たり10株ずつ移植した。発病調査は約10日間隔で行い、最終調査は12月17日に行った。

2) 圃場での防除試験

(1) 春作の実証試験

本試験は作物根と汚染土壌の接触を少なくするため、150cmのポリポットの側面に小さな孔をあけ、そのまま植穴に定植した物理的防除法の防除効果と前作に抵抗性品種栽培による耕種的防除効果について検討した。

第1図に示すように、1区約7㎡の波板で囲った試験区、7枠(A列)に感受性‘四季穫’を10株ずつ2列に定植した。そのうち、10株は、物理的防除としてポリポットの植穴埋没、他の10株はポットを除いて5月22日に定植した。また、他の7枠(B列)には抵抗性‘錦秋’を20本定植した。この場合は、すべてポットを取り除いて同日に定植した。発病調査は約1週間ごとに行い、最終発病調査は‘四季穫’区で7月10日に、‘錦秋’区で8月

3日に行った。

(2) 秋作の実証試験

本試験は拮抗微生物による生物防除の単独効果と春作のポリポット埋没処理から遮根シート利用に代えた物理的防除ならびに前作の抵抗性品種栽培の耕種的防除との組み合わせによる複合防除効果について検討した。

区制は春作の試験設計、第1図と同様の試験区で、前作の‘四季穫’区と‘錦秋’区の両区を用い2-4連制とし、全試験区とも‘四季穫’を7月18日に播種して9月3日に定植した。試験区は、1) 無処理、2) 微生物炭粒コンポスト植穴処理、3) 拮抗微生物植穴灌注、4) は2)+3) 区の複合処理、ならびに5) は4) 区+遮根シートの作条処理 (30×250cm) 区とした。拮抗微生物はコンテナ試験と同様の菌株を大量培養したものである。さらに、1), 2), 3), 4) 区には遮根シートで袋 (13×18cm) を作り (第2図)、5) 区は長い袋状遮根シート (30×250cm) に苗をいれ (第3図)、上部をホッチスでとめて根と汚染土壌と接触するのを少なくした物理的防除区とポットを除去し定植した慣行区とで発病を比較した。最終発病調査は12月4日に行った。

		PLANTS		TREATMENTS		
SPRING FALL		KINSHU SHIKIDORI	SHIKIDORI SHIKIDORI	SPRING	FALL	
7				POT NO	SHEET(ROW) NO	ANTAGO+ COMPOST
6				POT NO	BAG(HOLE) NO	ANTAGO+ COMPOST
5				POT NO	BAG(HOLE) NO	ANTAGO ONLY
4				POT NO	BAG(HOLE) NO	COMPOST
3				POT NO	BAG(HOLE) NO	
2				POT NO	BAG(HOLE) NO	CONTROL
1				POT NO	BAG(HOLE) NO	
		B	A			

第1図 キャベツ萎黄病に対する生物防除と総合防除試験区

POT: ポリポット植穴処理 COMPOST: 拮抗微生物炭粒コンポスト処理
 NO: ポリポット除去並びに遮根シート無使用 ANTAGO: 拮抗微生物処理
 BAG (HOLE): 遮根シート小袋植穴処理 SHEET (ROW): 長袋遮根シート作条処理



第2図 遮根シート小袋植穴処理

各試験区の菌密度の変動は *Fusarium* 用選択培地による希釈平板法によって求めた。土壌はシート無使用区の場合、植穴内の土壌を、また遮根シート使用区の場合はシート外の植穴土壌とシート内の土壌を別々に採取し、それぞれの菌密度を測定した。

結果および考察

1) コンテナーでの防除試験

発病は定植2週間後頃からみられ、表1に示したように、定植後30日では無処理区の発病株率は35%を示した。また、拮抗放線菌や炭粒コンポスト植穴処理区もそれぞれ、20%、35%の発病株率で、それらの複合処理区でも35%の発病株率となり、単独処理区と差は認められなかった。移植後50日には無処理区が100%の枯死株率となったのに対し、その他の区は65-85%とやや発病株率が低かった。しかし、遮根シート使用区は全く枯死株が認められなかった。移植後90日では、シート無使用区は防除法の種類に拘らず80-100%の高い枯死株率となったのに対し、シート使用区は下葉がやや黄化して軽い病徴を示す株は認められたが、枯死株は全く見られなかった。シート区の生存株の発病を導管褐変によって調査した



第3図 遮根シート長袋作条処理

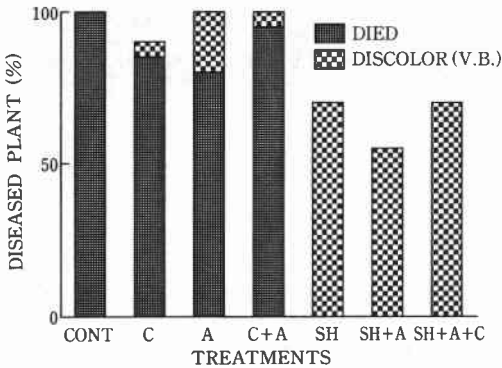
結果、第4図に示すように、シートの小袋に殺菌土を詰めた区は70%の発病株率であった。また、その小袋に拮抗微生物単独処理やそれに炭粒コンポストを併用処理した区でも、両区ともほぼ同様の60-70%の発病株率で、処理による発病差は認められなかった。

また、これらの試験区における菌密度の推移をみると、第1表に示したように、シート無使用の無処理区では73.3個/g生土で最も高く、他の3処理区は無処理区よりも低く、ほぼ同程度の菌密度(46.5-54.8

第1表 生物防除ならびに物理的防除による発病抑制効果と菌密度の変動(コンテナー試験)

シート	処 理	枯 死 株 率 (%)				病原菌密度 ×10 ² /g生土
		30日	50	70	90	
無	無 処 理	35	100	100	100(6.00)	73.3個
	炭粒コンポスト植穴処理	35	85	90	90(5.90)	54.8
	拮抗微生物灌注	20	65	75	80(5.80)	51.5
	炭粒コンボ+拮抗微生物	35	80	90	95(5.95)	46.5
有	無 処 理	0	0	0	0(1.65)	33.3(2.0)
	拮抗微生物灌注	0	0	0	0(1.50)	24.0(3.0)
	炭粒コンボ+拮抗微生物	0	0	0	0(2.55)	33.0(0.1)

注 枯死株率欄の()内の数字は発病度を示す。導管褐変指数, 0:無病徴, 1-5:褐変の程度, 6:枯死で算出, 病原菌密度欄の()内の数字はシート小袋内の菌密度を表す。



第4図 拮抗微生物単独 (A), 拮抗微生物炭粒コンポスト (C), 遮根シート (SH) 処理による感受性品種 '四季穫' での発病抑制 (コンテナ試験) DISCOLOR (V. B.) 導管褐変

個/g生土)であった。一方、シート使用区の菌密度はシート無使用区に比べ、いずれの区も約1/2の菌密度で、とくにシート内には病原菌が極わずかに侵入しているにすぎなかった。しかし、これらの区においても導管褐変はみられるので、この原因等についてはさらに試験が必要である。

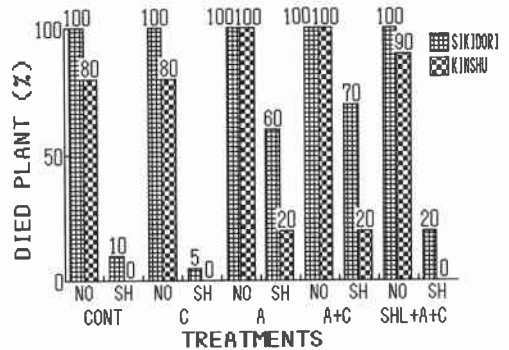
2) 圃場での防除試験

春作の実証試験では、定植後約1ヵ月頃から '四季穫' 栽培枠で発病がみられ始めた。この頃はまだポット植穴埋没区において発病が少なく、生育初期には発病抑制効果が認められた。しかし、日数の経過とともにその差は明瞭でなくなり、最終発病調査時 (7/10) には両試験区ともに90-100%の枯死株となり、ポット植穴処理による物理的防除効果は生育後期まで持続しなかった。'錦秋' の栽培枠は高温多雨のため軟腐病等が発生したが、萎黄病の発生は全く認められなかった。

秋作の実証試験は春作の '錦秋' ならびに '四季穫' 栽培区ともに '四季穫' を栽培した。発病は定植2週間後に前作 '四季穫' 区でまず見られ、前作 '錦秋' 区はそれから1週間遅れて発病し始めた。最終発病調査時点 (12/4) では、第6図に示したように、前作に '四季穫' を栽培した区は、'錦秋' を栽培した区に比べ、どの防除区においても枯死株率が同等かあるいは高かった。さらに、秋の同一防除区内での遮根シート使用区と慣行区とで発病を比較すると、どの防除区とも遮根シート利用区の方が無使用区に比べ顕著な発病抑制効果が認められた (第5図)。しかし、前作 '四季穫' 区の遮根シート処理区は最終的には中程度の発病を示したのに対し、前作 '錦秋' 区はほとんどの株が生き残り、発病抑制効果において顕著な差が認められた。これらの発病抑制は生



第5図 遮根シート長袋の作条処理による発病抑制
前列試験区：前作 '四季穫' 栽培，左列：無使用
右列：遮根シート作条処理
後列試験区：前作 '錦秋' 栽培，各列は上記試験区と同様



第6図 重汚染圃場における前作の栽培品種、遮根シート処理ならびに生物防除がキャベツ萎黄病の発生に及ぼす影響 (秋作, '四季穫') (圃場試験)
NO: 慣行定植, SH: 遮根シート小袋, SHL: 遮根シート長袋作条処理

物防除の種類や処理法とあまり関係がなく、むしろ遮根シートの使用の有無と密接な関係にあった。

これらの結果を耕作的防除の観点からみると、第2表に示したように、シート無使用区で前作 '四季穫' 区は全く生存株がなく、100%枯死するのに対し、前作 '錦

第2表 物理的防除ならびに生物防除がキャベツの収量に及ぼす影響 (圃場試験)

シート	前作の品種 処 理	四 季 穫				錦 秋					
		枯死 株数	<500 g	501- 1000	1001- 1500	>1500 g	枯死 株数	<500 g	501- 1000	1001- 1500	>1500 g
無	無 処 理	20	0株	0	0	0	16	3株	0	1	0
	炭粒コンポスト(植穴)	20	0	0	0	0	16	3	0	0	0
	拮抗微生物(植穴)	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
	拮抗微生物+コンポスト	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
	拮抗微生物+コンポスト作条	10	0	0	0	0	9	1	0	0	0
有	無 処 理	2	8	4	3	3	0	2	2	7	9
	炭粒コンポスト(植穴)	1	13	1	3	2	0	2	2	7	9
	拮抗微生物(植穴)	6	4	0	0	0	2	3	3	1	1
	拮抗微生物+コンポスト	7	3	0	0	0	2	3	3	1	1
	拮抗微生物+コンポスト作条	2	7	1	0	0	0	3	6	1	0

第3表 生物防除による病原菌密度の変動 (10²) (圃場試験)

シート	処 理	休閑中 (3/90)	定植直前 (5/90)	最終発病調査 (12/90)
無	無 処 理	39.5	88.0	102.3
	炭粒コンポスト(植穴)	59.8	52.5	49.9
	拮抗微生物(植穴)	68.0	59.0	43.3
	拮抗微生物+コンポスト	58.8	70.7	58.0
	拮抗微生物+コンポスト(作条)	80.5	49.3	34.5
有	無 処 理	39.5	88.0	146.9(2.9)
	炭粒コンポスト(植穴)	59.8	52.5	53.5(2.4)
	拮抗微生物(植穴)	68.0	59.0	101.0(16.0)
	拮抗微生物+コンポスト	58.8	70.7	53.5(6.5)
	拮抗微生物+コンポスト(作条)	80.5	49.3	41.0(6.5)

注 () の数字は遮根シート内の病原菌密度を示す。

秋'区は小さいながらも全体で11.4%生存した。一方、遮根シート使用区では、前作'四季穫'区で枯死株率が25.7%を示すのに対し、前作'錦秋'区では5.7%と低く、前作に抵抗性品種を栽培することにより発病抑制効果が増強されることが明かとなった。

また、最終発病調査時のキャベツの収量を比較すると生物防除の処理に拘らず、遮根シートの使用の有無で顕著な差が認められた。遮根シート使用で、前作'四季穫'区と'錦秋'区の収穫を比較すると、生体重1000g以上の総数は、前者で15.7%に対し、後者では41.4%と高く、良質でしかも多く収穫できた(第2表)。しかし、遮根シートの使用は根と汚染土壌の接触を少なくするため、防除効果は極めて高いが、肥料や水の透過がやや不足する傾向があるので注意する必要がある。

さらに、これらの試験区の菌密度の推移を見ると遮根シート使用の有無に拘らず、無処理区の菌密度は他の防除区よりも約1.5-2倍程度高かった。さらに、遮根シート内への病原菌の侵入は極めて少なかった。しかし、

発病はこれらの病原菌数とは比例せず、菌密度の低い区でも導管褐変が認められた(第3表)。

最終発病調査時点(12/4)において、遮根シートがこの時期まで根を閉じこめていたかどうかについて調査した。遮根シート使用区の生存株中、無処理区では20.0%、炭粒コンポスト植穴処理区で22.5%、拮抗微生物灌注区で40.0%、拮抗微生物+炭粒コンポスト区で45.0%の割合で遮根シートの小袋が割れており、この袋の割れが多いと発病株も多くなる傾向にあった。しかし、本遮根シート使用区においてシートの小袋が割れていなくても、ほとんどの株は袋から側根がはみ出していたが、発病は少なかった。また、遮根シート処理は中一大のキャベツが収穫できることから、感染時期が遅れば発病程度が軽く、良質の生産物ができることを示唆していた。これらの点については今後、感染機作の観点から検討する必要がある。

摘 要

1) 本菌に対する3種の拮抗放線菌の植穴灌注や3種の土壌病原菌 (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*) に対する拮抗微生物 (*Bacillus subtilis*, *Thermomonospora* sp. 等) 炭粒コンポスト等の植穴処理, ならびにそれら両者の複合処理でも重汚染土壌では発病を抑制することができなかった。

2) 遮根シート使用区は生物防除の種類に拘らず, コンテナ試験ならびに圃場試験ともに顕著な発病抑制効果を示し, 発病程度も軽かった。また, 遮根シートの小袋が割れた場合, 発病も多い傾向にあった。

3) 各処理区における最終発病時期での病原菌密度をみると, 圃場試験の遮根シート無使用試験の無処理区は同試験のいずれの生物防除区よりも病原菌密度が約1.5-2.0倍程度高い傾向にあった。また, 遮根シート使用区のシート内, 外の菌密度をみると, コンテナならびに圃場試験ともに遮根シート内への病原菌の侵入は極めて少なかった。その結果, 枯死株は認められなかったが, 導管褐変は認められた。この原因については, 今後, 究

明しなければならぬ。

4) 重汚染圃場で, しかも発病適期に栽培する場合, 生物防除, 物理的防除ならびに耕種的防除等のそれぞれの単独防除では防除が難しく, これらを複合した総合防除が必要である。

5) 前作に抵抗性品種を栽培すると次作に感受性品種を栽培しても発病抑制効果があった。

6) 最終発病調査時の収穫物を比較すると遮根シート使用区は生存株が多く, 収量もよかった。しかし, 生存株が必ずしもシート内に根が閉じこめられておらず, 側根がはみ出していることも多かったが, 発病は少なかった。これは病原菌が根に感染する時期によって, 病害の発病程度が左右されることを示している。

引 用 文 献

- 1) 孫工弥寿雄・野村良邦 (1988) 植物防疫 42: 246-250.
- 2) 野村良邦 (1990) 農業技術大系土壌施肥編 5: 216の58-61. 農山漁村文化協会

(1991年5月8日 受領)