Coniothyrium minitans 製剤の処理条件が 菌核病防除効果に及ぼす影響

岩本 豊・西口真嗣・小川宗和*

Yutaka Iwamoto, Shinji Nishiguchi and Munekazu Ogawa*: The suppressive effect of application conditions of *Coniothyrium minitans* to control *Sclerotinia sclerotiorum*

Summary

Various treatment conditions were examined to ascertain an effective utilization method of *Coniothyrium minitans*. Results were confirmed that a sufficient control effect was achieved at a half dose rate of the currently actual dosage. Considering a treatment timing, a better control effect was obtained by spraying at the time of plowing in residues from the prior crop than by treatment before planting. Moreover, a stable efficacy was obtained by increasing the spray volume applied per unit area to avoid uneven spraying. The results presented above suggest that a stable effect is obtainable by further study of application technique.

緒 言

兵庫県の淡路島南部では、水田において水稲と野菜の三毛作が行われてきた。その基幹品目としてタマネギ、レタス、キャベツ、ハクサイ、ブロッコリーが栽培されているが、長年の連作や転作率の増加および水稲作付品種の変更による湛水期間の短縮が影響し、タマネギ以外の作目で菌核病の被害が年々拡大傾向にある。これらの菌核病は、*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary により引き起こされ、本病が発生すると商品価値は著しく低下し、発病株は出荷不能となるため、大きな問題となっている。

本病は、土壤中に生息する病原菌の菌核から子のう盤が発生し、その開盤により子のう胞子が空气中に飛散し、第一次伝染源となる。子のう盤は土壤中の菌核から形成された直径 5 mm 程度の乳白色皿状のキノコで土壌表面に発生する。開盤して放出される子のう胞子は、その数が増加すると発病時期が早まり、罹病程度が高くなることが確認されている(加部ら, 2013)。また、汚染程度の高いほ場においては、菌核から直接発芽した菌糸が作物を侵すこともある。本病の防除対策は化学合成農薬を中心に防除が行われてきた。また、本病は、病害が発生してから農薬散布では防除効果が著しく劣るため「予防的散布」すなわち「スケジュール散布」が行われてい

る。しかし、農産物の安全性に対する消費者ニーズは高く、不必要な農薬散布を省いた、より安心・安全な農作物生産が求められている。そのため、化学合成農薬のみに頼らない総合防除技術の確立が強く要望されている。

そこで、化学合成農薬に頼らない防除方法の構築を目指し、古くからその寄生性が知られており (Cambell, 1947)、既に諸外国では研究されている (Chitrampalam et al., 2010) 菌核病の拮抗菌である *Coniothyrium minitans* を用いた防除効果試験を行った。

その結果、実験室内では非常に高い防除効果(防除価約70~80)を示した(岩本ら, 2012)。ほ場試験においては、室内試験ほどの効果は得られなかったため(防除価40前後)、著者らは、*Coniothyrium minitans* 製剤のほ場における最適な処理条件・処理方法等を検討したので報告する。

材料及び方法

1. 試験ほ場

試験は2011年~2013年に兵庫県加西市の県立農林水産技術総合センター内露地ほ場(畝幅 1.4 m, 長さ 25 m, 3 畝)で行った。当該ほ場については、試験開始前あらかじめレタスを栽培し、菌核病菌(石原産業株式会社より分譲)を接種することによって発病させ、発病株を耕耘機で鋤込んだ菌核病汚染ほ場とした。

2. 供試作物及び耕種概要

供試品種には、キャベツ「味春」、レタス「サントス2号」を用いた。キャベツについては毎年11月上旬に定植し、翌年5月に収穫する作型で、レタスについては10月上旬定植、12月上旬収穫の作型で検討した。栽植密度は各品目とも株間30 cm、畝幅140 cm、2条植で、施肥・一般管理は慣行とした。

3. 供試薬剤

試験に供試した *Coniothyrium minitans* 製剤は、2007年に石原産業(株)が、レタス・キャベツに生物農薬として登録を取得していたコニオチリウム製剤 (*Coniothyrium minitans* CON/M/91-08 株孢子: 5×10^8 cfu/g, 以下、コニオチリウム製剤)を用いた。

4. 方法

試験1 処理濃度と防除効果

本剤の農薬登録は、125倍液(製剤800 g/10 a)、100 L/10 a 定植前全面土壌混和でなされている。これを標準区として、減量区及び半量区を設置した。すなわち、減量区は、167倍液(製剤600 g/10 a)、100 L/10 a 処理とし、半量区は、250倍液(製剤400 g/10 a)、100 L/10 a 処理とした。各区の処理は、肩掛け式噴霧器で行い、散布後、小型管理機により混和した(以下、コニオチリウム製剤の処理は前記の方法で行った)。試験は2011年~2012年の2年間、キャベツで検討し、1区30株の3反復とした。なお、慣行区としてイプロジオン水和剤1,000倍液を3回施用した。調査は経時的に発病株数を調査し、発病株率を求めた。

薬害は随時、達観で調査した。

試験2 処理時期と防除効果

本来の処理時期である定植2週間前処理と比較して、前作鋤込み時にあらかじめ処理しておく試験区を設けた(春にキャベツの収穫残渣にコニオチリウム製剤を処理し、その年の秋にレタスを定植し評価を行う)。処理濃度は、登録内容と同一とし(125倍、100 L/10 a)、試験は2012年の1年間、レタスで検討し、1区30株の3反復とした。

調査は、収穫時に全球、下記の発病程度別基準によって調査し、発病度を求めた。

A: 結球葉にまで発病する。B: 外葉だけでなく内葉まで発病する。C: 大部分の外葉に発病する。D: 外葉にわずかに発病する。E: 発病を認めない。

発病度 = $(4A + 3B + 2C + D) / 4 \times \text{調査株数} \times 100$

薬害は随時、達観で調査した。

試験3 投下薬液量と防除効果

本試験は125倍、100 L/10 a 処理区と、ほ場への単位

面積あたり投下薬量(800 g/10 aの割合で施用)は変えずに薬液量を倍量施用、すなわち、コニオチリウム製剤を250倍に希釈し、これを200 L/10 aの割合で処理した。処理時期は、定植2週間前処理とし、2012~2013年の2年間試験を行った。対象品目はレタスとした。区制は、1区30株の3反復とした。発病調査は、前記と同様に発病程度別基準で調査し、発病度を求めた。

薬害は随時、達観で調査した。

結 果

試験1 処理濃度と防除効果

処理濃度とキャベツ菌核病の発病の関係を経時的に調査した結果、2011年の試験は第1図、2012年の試験は第2図として示した。2年の試験を行ったが、いずれも無

第1図 コニオチリウム製剤処理濃度とキャベツ菌核病発病の関係(2011)

コニオチリウム製剤処理: 2010年10月26日、定植11月9日
イプロジオン水和剤処理: 3月5日、4月8日、4月25日
垂線は標準誤差を示す

第2図 コニオチリウム製剤処理濃度とキャベツ菌核病発病の関係(2012)

コニオチリウム製剤処理: 2011年10月21日、定植11月5日
イプロジオン水和剤処理: 3月2日、4月4日、4月14日
垂線は標準誤差を示す

処理区の発病株率が約80%と甚発生条件下での試験となった。その中でイプロジオン水和剤を施用した慣行区は、2011年の発病株率は23.4%、同2012年は、16.2%となり、発病株率より求めた防除価は、2011年66.8、2012年81.3であった。一方コニオチリウム製剤の処理は、標準区、減量区、半量区の各最終防除価は2011年は、順に53.8、48.5、54.3、2012年は順に51.0、54.2、44.6であった。コニオチリウム製剤の防除効果はイプロジオン水和剤と比べると2年ともやや低いが、処理濃度を変えたコニオチリウム製剤の処理区間では大きな差異は認められず、ほぼ同等の防除効果が得られた。葉害はいずれの処理区も認められなかった。

試験2 処理時期と防除効果

コニオチリウム製剤の処理時期がレタス菌核病防除効果に及ぼす影響を第1表に示した。無処理区の発病度は21.4であったのに対して、定植前処理区の発病度は13.6、前作（キャベツ）鋤込み時処理区の発病度は6.1となった。処理時期として、本来の登録通り定植前（定植2週間）に処理すると、発病度より求めた防除価は36であったが、当年の春、前作（キャベツ）鋤込み時にコニオチリウム製剤を施用しておくと、防除価は約2倍の71となり、より安定した防除効果が得られた。葉害は認められなかった。

試験3 投下薬液量と防除効果

コニオチリウム製剤の投下薬液量が防除効果に及ぼす影響を2年間にわたり検討した結果を第2表及び第3表に示した。2012年の試験では、無処理区の発病度が29.6

の条件下で、登録通りの125倍液・100 L/10 aの割合で処理すると、発病度は18.6となり発病度より求めた防除価は37であった。投下薬量を変えずに、登録の1/2濃度の薬液を2倍量処理した試験区は、発病度が12.2となり、防除価は59であった。2013年の試験もほぼ同様の傾向が見られ、無処理区の発病度が12.2の条件下では、125倍液・100 L/10 aの割合で処理した試験区の発病度は7.2、発病度より求めた防除価は41であった。投下薬量を変えずに、登録の1/2濃度の薬液を2倍量処理した試験区は、発病度が1.9となり、防除価は84であった。このように無処理区の発病程度が若干異なる条件下ではあったが、2年にわたる試験において、投下薬量を変えずに、登録のある希釈倍率の1/2濃度の薬液を2倍量施用することによって、防除効果は約1.6～2倍に上昇した。

考 察

微生物農薬は化学合成農薬と比べて処理時の環境条件によって、防除効果が不安定になることが知られている。このことが、微生物農薬（特に殺菌剤）の普及が進まない要因の一つであるとも考えられる。誤った使い方あるいは誤りはなくても少し条件がズレているだけで、期待する効果が得られない場面に遭遇すると、生産者は、おのずと化学合成農薬と単純に比較してしまうことがある。化学合成農薬は登録された使用基準さえ守っていれば、ある程度の防除効果が担保されているが、微生物農薬は、登録内容だけでは保証の限りではない。これは、微生物農薬がその名の通り、生物で生物を制御しようと

第1表 コニオチリウム製剤の処理時期がレタス菌核病防除効果に及ぼす影響

供試薬剤	処理時期		発病程度					発病株率 (%)	発病度	防除価	葉害
			A	B	C	D	E				
コニオチリウム製剤	前作鋤込み時 125倍・100 L/10 a	①	0	1	1	0	28	6.7	4.2		—
		②	1	1	2	0	26	13.3	9.2		—
		③	1	0	1	0	28	6.7	5.0		—
		平均						8.9	6.1	71	
	定植前 125倍・100 L/10 a	①	2	3	0	0	25	16.7	14.2		—
		②	2	0	3	0	25	16.7	11.7		—
		③	2	2	2	0	24	20.0	15.0		—
		平均						17.8	13.6	36	
	無処理	①	3	1	1	0	25	16.7	14.2		
		②	3	2	5	0	20	33.3	23.3		
		③	2	4	6	0	18	40.0	26.7		
		平均						30.0	21.4		

コニオチリウム製剤処理時期：前作鋤込み時2012年6月1日、定植前9月20日、定植：2012年10月2日、発病調査：12月24日 発病程度：A：結球葉にまで発病する。B：外葉だけでなく内葉まで発病する。C：大部分の外葉に発病する。D：外葉にわずかに発病する。E：発病を認めない。

第2表 コニオチリウム製剤の処理量がレタス菌核病防除効果に及ぼす影響 (2012)

供試薬剤	希釈倍数 および投下薬液量	発病程度					発病株率 (%)	発病度	防除価	葉害
		A	B	C	D	E				
コニオチリウム製剤	125倍・100 L/10 a	①	4	3	0	1	22	26.7	21.7	—
		②	2	0	3	0	25	16.7	11.7	—
		③	4	1	4	0	21	30.0	22.5	—
		平均						24.4	18.6	37
	250倍・200 L/10 a	①	3	1	1	0	25	16.7	14.2	—
		②	2	1	2	0	25	16.7	12.5	—
		③	1	2	1	0	26	13.3	10.0	—
		平均						15.6	12.2	59
無処理		①	5	2	2	0	22	29.0	24.2	
		②	7	2	5	0	15	48.3	37.9	
		③	2	4	6	0	18	40.0	26.7	
		平均						39.1	29.6	

コニオチリウム製剤処理時期：定植前2012年9月20日, 定植：2012年10月2日, 発病調査：12月24日 発病程度：
A：結球葉にまで発病する。B：外葉だけでなく内葉まで発病する。C：大部分の外葉に発病する。D：外葉にわずかに発病する。E：発病を認めない。

第3表 コニオチリウム製剤の処理量がレタス菌核病防除効果に及ぼす影響 (2013)

供試薬剤	希釈倍数 および投下薬液量	発病程度					発病株率 (%)	発病度	防除価	葉害
		A	B	C	D	E				
コニオチリウム製剤	125倍・100 L/10 a	①	3	0	0	0	27	10.0	10.0	—
		②	1	1	0	0	28	6.7	5.8	—
		③	1	1	0	0	28	6.7	5.8	—
		平均						7.8	7.2	41
	250倍・200 L/10 a	①	0	0	0	0	30	0.0	0.0	—
		②	1	1	0	0	28	6.7	5.8	—
		③	0	0	0	0	22	0.0	0.0	—
		平均						2.2	1.9	84
無処理		①	3	2	1	0	24	20.0	16.7	
		②	1	1	0	0	28	6.7	5.8	
		③	2	1	3	0	24	20.0	14.2	
		平均						15.6	12.2	

コニオチリウム製剤処理時期：定植前2013年9月24日, 定植：2013年10月2日, 発病調査：12月11日 発病程度：
A：結球葉にまで発病する。B：外葉だけでなく内葉まで発病する。C：大部分の外葉に発病する。D：外葉にわずかに発病する。E：発病を認めない。

していることによる。すなわち化学合成農薬は一種の生物（病原菌）の制御のみを考えれば良いのだが、微生物農薬の場合、二種の生物（拮抗菌と病原菌）の条件を整える必要があるからである。

そのため、微生物農薬の処理条件をあらかじめ検討しておく意義は非常に高いと思われる。今回の試験の中で、処理濃度と防除効果をまず検討したが、いずれの処理濃度でも同等の防除効果が得られた。このことは、ターゲットとなる菌核が有効成分である *Coniothyrium minitans* に確実に暴露されれば、防除効果が得られると

考えられる。これは、本剤を普及するにあたって非常に重要な情報である。いくら登録内容を守って施用しても、実際の使用場面となる大規模ほ場において、散布ムラ・土壌の混和ムラ等が生じると、ターゲットとなる菌核に *Coniothyrium minitans* が暴露されずに期待した効果が得られない結果となる。そこで、より確実に本剤を菌核に暴露させることを目的に、試験2を実施した。菌核が表面に露呈している状態である前作作物鋤込み時に、本剤を施用することによって、菌核にコニオチリウム製剤が暴露しやすい環境にあると防除効果が安定する

傾向にあるといえる。また、試験3において明らかとなったように、単位面積当たりの投下成分量が同じであれば、希釈倍率が2分の1濃度の薬液を倍量散布した方が防除効果は高かった。このことは、投下薬液量が2倍に増えることで、散布ムラ、土壌の混和ムラが減少し、*Coniothyrium minitans* が、菌核病菌に確実に到達する可能性が高まるためと考えられる。

著者らは人工気象器を用いたインキュベータ試験でコニオチリウム製剤の防除価は70~80であると報告した(岩本ら, 2012)。しかし、ほ場試験を行うと本製剤の防除価は40前後に落ちる現象を経験した。これは、全ての環境がコントロールされた実験室内の試験だけで、普及に移すと失敗する大きな要因であると考えられる。本稿で検討した処理条件を十分考慮に入れて普及に移す重要性を示唆している。また、福森・小川らは(2014)コニオチリウム製剤を3年連用することによって、明らかに防除効果が上昇したと報告している。今後、さらに、これらの情報を収集して最も効果の得られる条件を解明する必要があると考えられる。

摘 要

Coniothyrium minitans 製剤の効果的な利用法の確立を目的として、各種処理条件の検討を行った。その結果、処理濃度は現行の実用の半量でも十分な防除効果が得られることが確認された。また、処理時期としては定植前に処理するよりは、前作作物の鋤込み時に散布処理することによって防除効果は向上した。さらに、散布ムラを無くすために単位面積あたり投下薬液量を増加させると安定した効果が得られた。以上の結果から、現行の処理方法を更に検討することによって安定した防除効果が得られる可能性が示唆された。

引用文献

- Cambell, W. A. (1947). *Mycologia* 39: 190-195.
- Chitrampalam, P., T. A. Turini, M. E. Matheron and B. M. Pryor (2010) *Plant Dis.* 94: 1118-1124.
- 福森庸平・小川宗和 (2014) 日植病報 80(1) : 56. (講要)
- 岩本 豊・小川宗和・杉本光二・福森庸平・林 博之・相野公孝 (2012) 日植病報 78(3) : 202. (講要)
- 加部 武・日戸正敏・池田健太郎 (2013) 植物防疫 67(3) : 159-162.